BODEMSANERINGSPROJECT

Complex project ECA, Tweede Getijdendok, Blikken z.n. te 9130 Beveren-Kruibeke-Zwijndrecht

DEEL 5: BIJLAGES



TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Kantoor Gent
Esplanade Oscar Van de Voorde 1
9000 Gent – België
Tel. +32 9 240 09 11
www.tractebel.engie.com

DOSSIER NR.:	P.016898
OPDRACHTGEVER:	Port of Antwerp-Bruges, Vlaamse Overheid & Maatschappij Linkerscheldeoever
OPSTELLERS:	Stéphanie Eeckhout, Hendrik Plas, Sofie Verbeiren, Lina Dejonghe
DATUM:	26-02-2026
REVISOR:	Michael Borremans

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Overzicht bijlagen

Bijlage 1: Ontwerpstudie lithologie en hydraulische parameters

Bijlage 2: CPT's met aanduiding MLS en iFLUX

Bijlage 3: Rapport iFLUX

Bijlage 4: Bemalingsstudie Tweede Getijdendok

Bijlage 5: Ontwerpnota dijken

Bijlage 6: Stabiliteitseisen wand NID

Bijlage 7: Evaluatie iFLUX door TE

Bijlage 8: Kostenraming

Bijlage 9: Evaluatie sectorale milieuvoorwaarden stortplaatsen

Bijlage 10: CO2-calculator

Bijlage 11: Grondwatermodelleringsnota NID

Bijlage 12: Risico-analyse Achilles

Bijlage 13: Nota CB-wand en taluds

Bijlage 14: Bestaande toestand en structuren NID

Bijlage 15: Stabiliteitsnota NID

Bijlage 16: Evaluatie saneringsmaatregelen t.h.v. de Westelijke Ontsluitingsweg

Bijlage 17: Overzichtstabel waterstromen, rubrieken en capaciteit WZI

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Bijlage 1: Ontwerpstudie lithologie en hydraulische parameters

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TWEEDE GETIJDENDOK - ONTWERPSTUDIE

Lithologische samenstelling en hydraulische parameters van de geologische lagen

RAPPORT



TRACTEBEL ENGINEERING N.V.

Kantoor Gent

Esplanade Oscar Van de Voorde 1
9000 Gent – België

Tel. +32 9 240 09 11

www.tractebel.engie.com

DOSSIER NR.:	P.016898.0500
OPDRACHTGEVER:	Haven van Antwerpen
OPSTELLER(S):	Eline Beelen
DATUM:	9-07-2024
REVISOR:	Maarten Behiels, Michael Borremans
VERSIE:	01

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

INHOUDSTAFEL

1. Inleiding 4

2. Geologie en hydrogeologie 5

3. Samenvatting hydraulische parameters in de literatuur 11

3.1. Doelstelling 11

3.2. Evaluatie 11

3.2.1. Pompproeven 11
3.2.2. Voorgaande grondwatermodellen 17
3.2.3. Vakliteratuur 29

3.3. Resultatenbespreking 31

3.4. Conclusie 33

4. Bespreking textuur klei-veencomplex en Lid van Kruisschans 33

4.1. Doelstelling 33

4.2. Klei-veen complex 33

4.2.1. Inleiding 33
4.2.2. Algemeen 34
4.2.3. Beschikbare gegevens en rapporten 34
4.2.4. Diktekaart 43
4.2.5. Piëzometrie 43
4.2.6. Conclusie 45

4.3. Lid van Kruisschans 46

4.3.1. Inleiding 46
4.3.2. Literatuur 46
4.3.3. Lagenmodel Tractebel 48
4.3.4. Piëzometrie 50

4.4. Conclusie 53

5. Bepaling hydraulische parameters 54

5.1. Gedempt doeldok 54

5.2. Zone buiten gedempt doeldok 54

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

6. Besluit 57

7. Referenties 58

8. Ondertekening 61

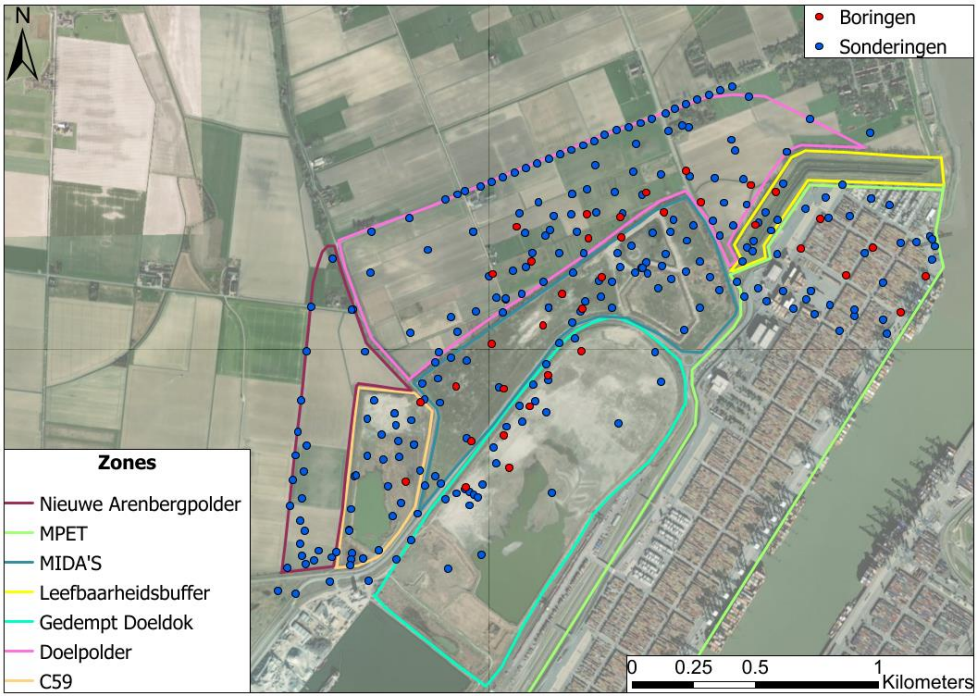
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

1. Inleiding

In deze nota wordt de geologie ter hoogte van het project 2GD onderzocht. Het hoofddoel van deze nota is het bekomen van een finale set met voorkeurs parameters voor de kalibratie van het grondwaterstromingsmodel.

Hiervoor werd enerzijds een synthese gemaakt van de hydraulische parameters in voorgaande onderzoeken en literatuur. In het verleden werden reeds pompproeven uitgevoerd, grondwatermodellen opgesteld en literatuurstudies geschreven. In deze nota volgt een opsomming en bespreking van deze resultaten.

Daarnaast wordt de lithologische samenstelling van het klei-veencomplex en het Lid van Kruisschans meer in detail besproken op basis van beschikbare grondonderzoeken (Figuur 1), piëzometrie en literatuurstudies. De focus ligt op het in kaart brengen van laterale variatie in lithologie voor verschillende lithostratigrafische lagen.



Figuur 1: Locatie boringen en sonderingen.

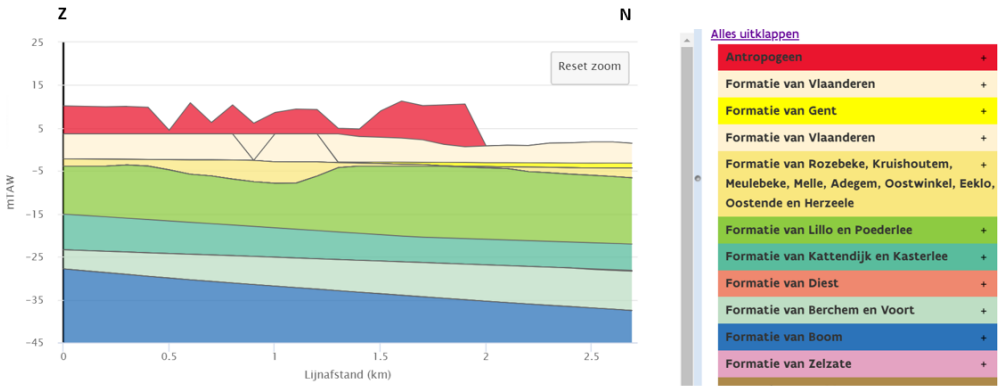
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

2. Geologie en hydrogeologie

In deze paragraaf worden de lithostratigrafische eenheden besproken die voorkomen in de omgeving van het projectgebied. Bron van informatie is het boek ‘Geologie van Vlaanderen’ [1] en het geologisch 3D model geraadpleegd via de virtuele boring op DOV. De belangrijkste informatie werd bekomen d.m.v. twee virtuele doorsneden (Figuur 3 & Figuur 4).

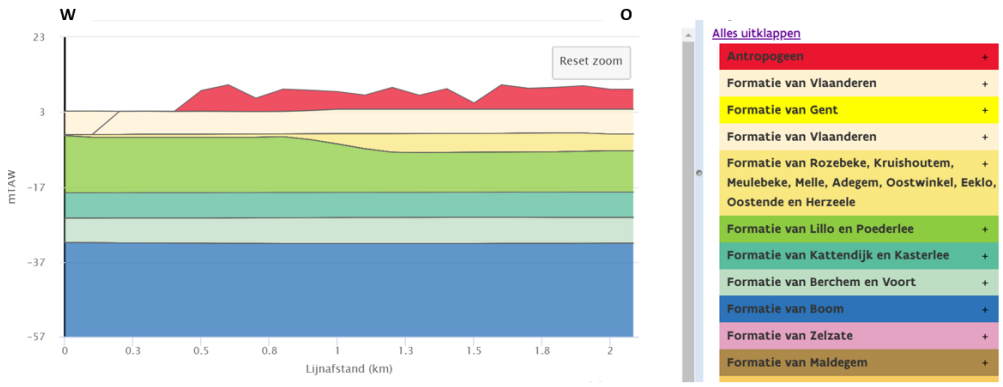


Figuur 2: Locatie virtuele doorsneden.



Figuur 3: Noord-Zuid doorsnede (A).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 4: Oost-West doorsnede (B).

Tabel 1 geeft een schematisch overzicht van de lithostratografische en hydrogeologische opbouw van de ondergrond. In de tabel wordt geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende Quartaire lithostratigrafische eenheden omdat in boringen en sonderingen het onderscheid op basis van lithologie niet altijd duidelijk is. Binnen de Quartaire afzettingen wordt het klei-veen complex aangetroffen met hieronder een zandigere laag met een zeer heterogene textuur bestaande uit fijn tot grof zand.

Volgende Quartaire formaties kunnen aangetroffen worden binnen het projectgebied:

- Formatie van Vlaanderen;
- Formatie van Gent;
- Formatie van Rozebeke, Kruishoutem, Meulebeke, Melle, Adegem, Oostwinkel, Eeklo, Oostende, Herzeele.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TABEL 1: OVERZICHT LITHOSTRATOGRAFIE EN HYDROGEOLOGIE

Niveau (mTAW)		Lithostratigrafie G3Dv3		Lithologie	Hydrogeologie v1		Hydrogeologie H3Dv2	
Van	Tot	Formatie	Lid		Code	Eenheden	Code	
11	2	Antropogeen	/	Heterogene zanden (ophogingslaag)	0100	Quartaire Aquifer systemen	A0110	Ophogingen
2	-4,4	Quartair	/	Veen, organische klei, zandhoudende klei			A0131	Kleiige polderafzettingen
				Fijn tot grof zand			A0132	Zandige Kreekruggen
							A0151	Zandige deklagen
							A0170	Pleistocene afzettingen
-4,4	-9,7	Lillo	Merksem	Fijn tot middelmatig fijn, lichtkleiig, glauconiethoudend zand			A0223	Zanden van Zandvliet en Merksem
			Zandvliet		0230	Pleistoceen en Plioceen Aquifer		
-9,7	-12,8		Kruisschans	Fijn tot middelmatige zand dat zeer kleirijk is			A0224	Kleiig zand van Kruisschans
-12,8	-20,6		Oorderen	Fijn glauconiet- en kleihoudend zand	0250	Mioceen aquifersysteem	A0225	Zanden van Oorderen en Luchtbal
-20,6	-26,5	Kattendijk	/	Middelmatig tot fijn, licht kleihoudend glauconiethoudend zand			A0240	Kleiige zanden van Kattendijk en Kasterlee
-26,5	-35	Berchem	Antwerpen, Zonderschot en Kiel	Fijn tot middelmatig fijn sterk glauconiethoudend zand			A0254	Zanden van Berchem en Voort buiten de RDS
-35	-75	Boom	Putte	Vaste klei	0300	Boom aquitard	A0303	Klei van Putte

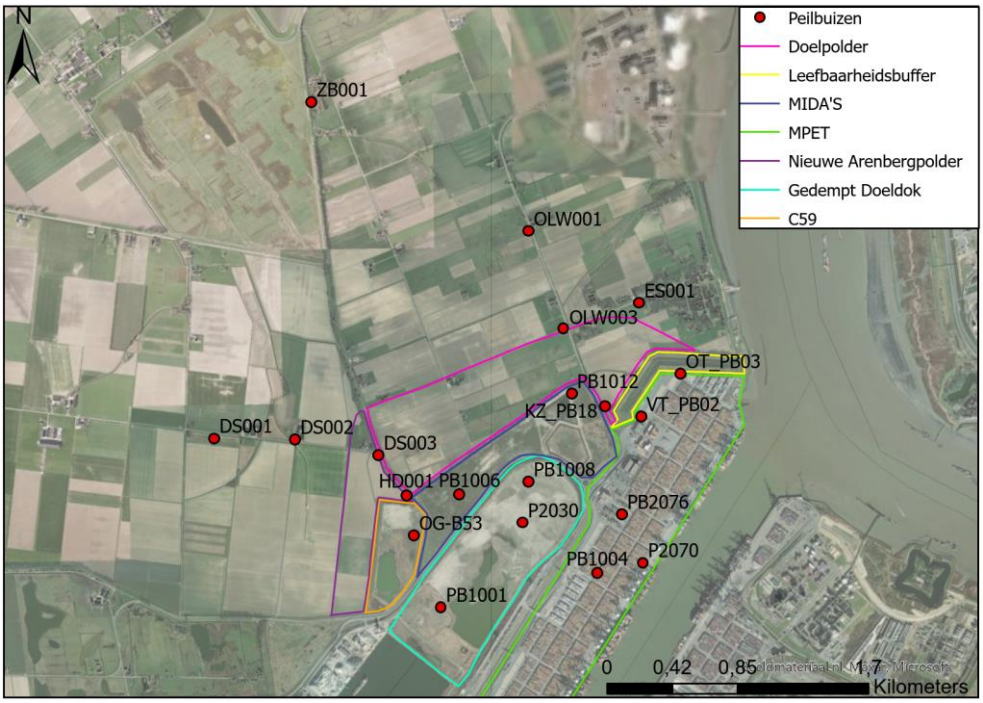
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Er zijn drie watervoerende lagen onderscheidbaar:

- Freatische watervoerende laag (boven klei-veen-complex);
- 1ste watervoerende laag omvat de Quartaire zanden (Pleistocene zanden en zandige deklagen, zandige kreekruggen), het Lid van Merksem en het Lid van Zandvliet van de Formatie van Lillo. Het Lid van Merksem en het Lid van Zandvliet komen niet overal voor in het studiegebied;
- 2de watervoerende laag die het Lid van Oorderen van de Formatie van Lillo en de Formaties van Kattendijk en Berchem omvat. De 2de watervoerende laag is geprangd tussen Lid van Kruisschans en de Formatie van Boom.

Tabel 3 geeft de maximale stijghoogtemetingen voor maart 2024 voor de clusters van peilbuizen op één locatie met filterelementen in verschillende watervoerende lagen. Figuur 5 toont de locatie van de peilbuizen.

In de 1e watervoerende laag worden de hoogste stijghoogtes gemeten t.h.v. van het gedempt doeldok. Er is een grondwaterstroming weg van het gedempt doeldok in de 1e WVL. Dezelfde trend wordt gezien in de 2e watervoerende laag. De geologische opbouw boven de Boomse klei in het gedempt doeldok is niet meer intact. Bijgevolg kan hier niet gesproken worden over de 1e en 2e watervoerende laag aangezien het klei-veencomplex en het Lid van Kruisschans afwezig zijn. In het gedempt doeldok komen de ondiepe stijghoogtemetingen grofweg overeen met het niveau waarop de 1e watervoerende laag verwacht wordt en de diepere stijghoogtemetingen met de 2e watervoerende laag. De stijghoogtemetingen bevestigen een grondwaterstroming in de 1e en 2e watervoerende laag weg van het gedempt doeldok.



Figuur 5: Locatie peilbuizen.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TABEL 2: MAXIMALE STIJGHOOGTEMETINGEN VOOR MAART 2024.

Peilbuis	Zone	Freatisch WVL			1e WVL			2 WVL		
		Max GWS (mTAW)	Min GWS (mTAW)	Verschil (m)	Max GWS (mTAW)	Min GWS (mTAW)	Verschil (m)	Max GWS (mTAW)	Min GWS (mTAW)	Verschil (m)
HD001	Nieuwe Arenbergpolder	2,86	2,73	0,14	3,41	3,22	0,19	3,31	3,15	0,17
DS003	Nieuwe Arenbergpolder	2,41	2,19	0,22	2,93	2,75	0,18	/	/	/
VT_PB02	MPET	/	/	/	2,96	2,46	0,50	3,13	2,59	0,54
PB2076	MPET	4,19	4,11	0,09	3,31	2,63	0,68	3,07	2,45	0,62
OT_PB03	MPET	5,41	5,28	0,13	2,82	2,30	0,52	2,78	2,21	0,58
PB1004	MPET	6,08	5,92	0,16	5,13	4,72	0,41	5,10	4,62	0,47
P2070	MPET	2,77	2,33	0,43	2,79	2,34	0,45	2,82	2,36	0,46
PB1006	MIDA'S	3,71	3,52	0,19	3,66	3,47	0,19	3,71	3,52	0,19
PB1012	MIDA'S	6,69	6,47	0,22	2,72	2,42	0,30	2,74	2,43	0,31
P2030	Gedempt Doeldok	11,82	11,47	0,35	5,24	4,90	0,34	6,00	5,54	0,46
PB1001	Gedempt Doeldok	/	/	/	4,41	4,01	0,41	3,91	3,70	0,20
PB1008	Gedempt Doeldok	/	/	/	4,20	4,17	0,03	4,11	4,08	0,03
KZ_PB18	Doelpolder	1,75	1,57	0,17	3,14	2,68	0,46	2,86	1,45	1,41
OLW003	Doelpolder	1,45	1,24	0,22	2,23	2,00	0,23	2,21	1,98	0,24
OG-B53	C59	5,50	5,33	0,17	3,74	3,57	0,17	3,78	3,58	0,20
ZB001	/	2,57	2,38	0,20	2,96	2,77	0,18	/	/	/

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Peilbuis	Zone	Freatisch WVL			1e WVL			2 WVL		
		Max GWS (mTAW)	Min GWS (mTAW)	Verschil (m)	Max GWS (mTAW)	Min GWS (mTAW)	Verschil (m)	Max GWS (mTAW)	Min GWS (mTAW)	Verschil (m)
DS002	/	2,72	2,47	0,25	2,73	2,52	0,21	/	/	/
OLW001	/	1,93	1,60	0,33	1,99	1,78	0,20	/	/	/
DS001	/	2,83	2,48	0,35	2,57	2,34	0,23	2,58	2,36	0,22
ES001	/	1,65	1,25	0,40	2,21	1,87	0,34	2,20	1,84	0,36

De geologische opbouw van het gedempt doeldok is volledig verstoord. Hier kan niet meer gesproken worden van freatische, 1e en 2e watervoerende laag.

De stijghoogtes werden in peilbuizen P2030, PB1008 en PB1001 gemeten op dieptes waar volgens de geologische opbouw de watervoerende lagen werden verwacht.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

3. Samenvatting hydraulische parameters in de literatuur

3.1. Doelstelling

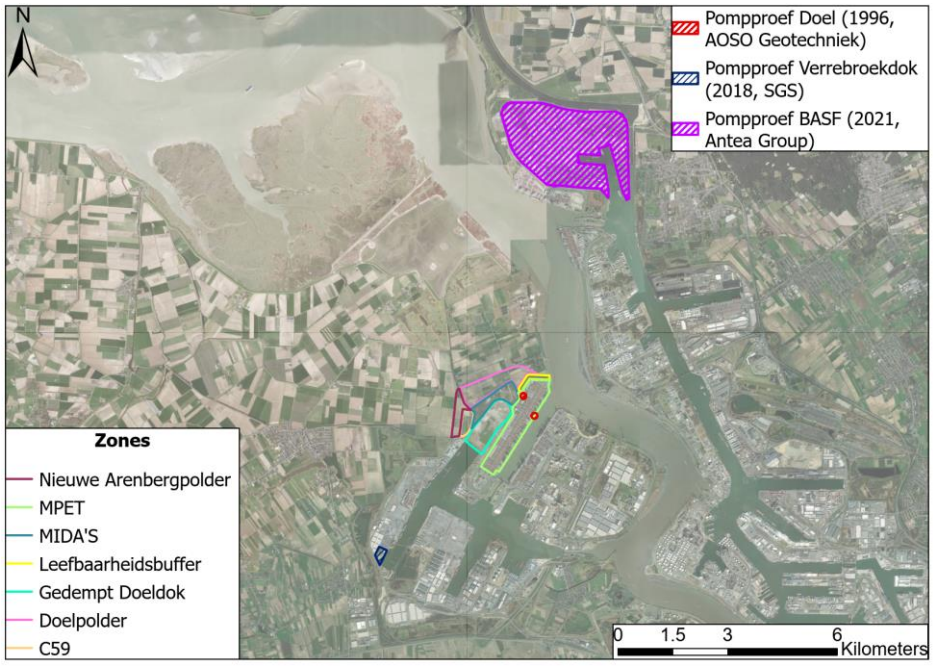
In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de hydraulische parameters van de ondergrond zoals deze in de literatuur beschikbaar zijn. In het verleden zijn er pompproeven uitgevoerd, grondwatermodellen opgesteld en wetenschappelijke artikels geschreven waarin de doorlatendheden van de respectievelijke lagen werden onderzocht en onderbouwd. De betrouwbaarheid van de doorlatendheden die in het verleden werden toegekend aan de verschillende lagen worden in dit hoofdstuk geëvalueerd.

3.2. Evaluatie

Per type bron wordt beschreven hoe de doorlatendheden zijn bepaald en worden de relevante resultaten schematisch weergegeven. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen pompproeven, grondwatermodellen en vakliteratuur.

3.2.1. Pompproeven

Figuur 6 toont de 3 locaties waar pompproeven hebben plaatsgevonden. Deze pompproeven worden hieronder meer in detail besproken.



Figuur 6: Locatie pompproeven.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

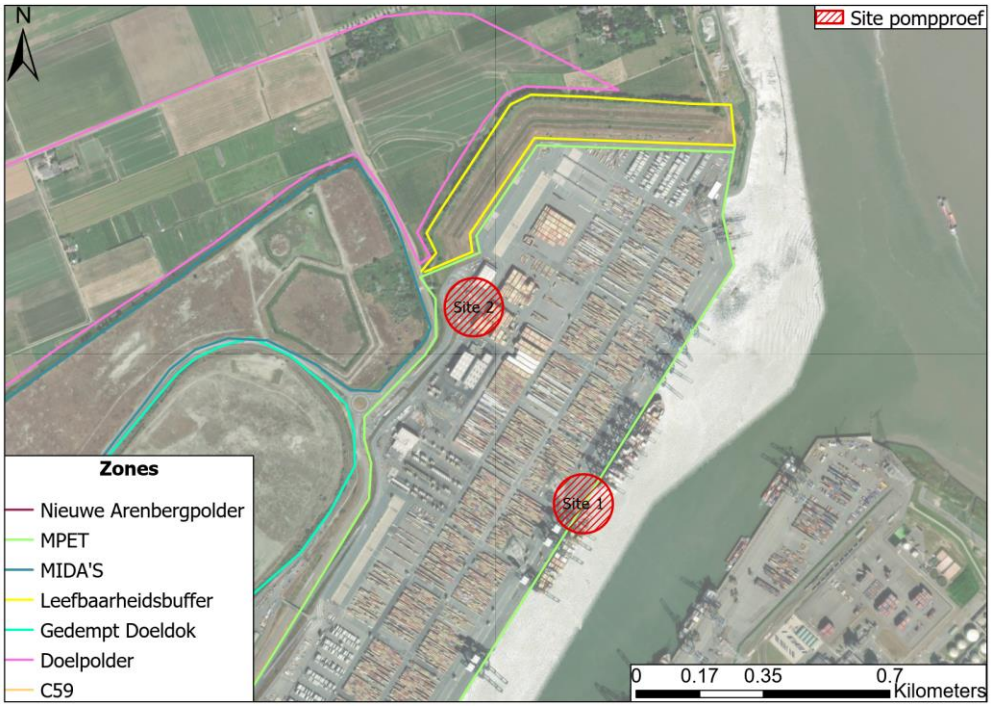
3.2.1.1. 1996: Bouw Containerkaai West te Doel (AOSO Geotechniek)

In 1996 werden er twee pompproeven uitgevoerd door AOSO Geotechniek [1] waarbij volgende zandige watervoerende lagen werden beschouwd (van onder naar boven):

- Laag 1: Tertiaire zanden van Antwerpen (boven de Tertiaire Boomse klei);
- Laag 2: Tertiaire zanden van Oorderen (onder de kleiige zanden van Kruisschans);
- Laag 3: Quartaire zanden (boven de kleiige zanden van Kruisschans);
- Laag 4: Aanvullingszand.

Pompproef 1 was een diepe pompproef waarbij water onttrokken werd uit laag 1 & 2, de zanden onder het Lid van Kruisschans. Er werd gepompt met een gemiddeld debiet van 48,1 m^3/h. Tijdens Pompproef 2 werd water onttrokken uit laag 3, de zanden boven het Lid van Kruisschans met een gemiddeld debiet van 12,02 m^3/h.

De doorlatendheid van de aangepompte grondlagen werd enerzijds met behulp van metingen in quasi-stationaire toestand (steady state) en anderzijds met behulp van metingen bij het begin en stopzetten van de pompproef (unsteady state). De doorlatendheid van de zanden onder het Lid van Kruisschans werden bepaald door middel van pompproef 1 op site 1. De doorlatendheid van de zanden boven het Lid van Kruisschans werd bepaald door middel van pompproef 2 op site 2.



Figuur 7: Locatie twee sites van pompproef.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

De doorlatendheid van lagen 1, 2 en 3 werd op 2 manieren bepaald. In een eerste scenario werd de zand-klei-laag van Kruisschans beschouwd als ondoorlatend terwijl in een tweede scenario deze beschouwd werd als semi-doorlatend. De redenering en formules die gebruikt werden bij deze berekeningen zijn terug te vinden in het verslag van Geotechniek (1996) [1]. De doorlatendheden werden per scenario als volgt berekend:

1) **Kleiige zanden van Kruisschans als ondoorlatend beschouwd**: zowel Kruisschans als de Formatie van Boom werden beschouwd als ondoorlatende lagen. De doorlatendheid van de watervoerende laag werd berekend alsof deze was ingesloten tussen twee ondoorlatende lagen. De doorlatendheden werden berekend met de kleinste kwadraten methode in quasi-stationaire toestand en met de methode van Jacob bij het begin en stopzetten van de pompproef;
2) **Kleiige zanden van Kruisschand als semi-doorlatend beschouwd**: de watervoerende laag is aan de onderkant begrensd door een ondoorlatende laag (Formatie van Boom) en aan de andere kant begrensd door een semi-doorlatende watervoerende laag (Lid van Kruisschans). De semi-ingesloten watervoerende laag wordt beïnvloed door een beperkte watertoevoer door de semi-doorlatende watervoerende laag. De doorlatendheden werden berekend volgens De Glee's methode in quasi-stationaire toestand en met de Walton's methode bij het begin en stopzetten van de pompproef.

Aangezien het Lid van Kruisschans een kleiig karakter heeft werden hier geen pompputten of piëzometers in geplaatst. De doorlatendheid van deze laag werd hoogstwaarschijnlijk bepaald door middel van de verschilmethode waarbij het waterremmend karakter van het Lid van Kruisschans gekwantificeerd werd. Dit werd niet expliciet vermeld in het verslag van Geotechniek (1996) [1].

Tabel 3 geeft een overzicht van de hydraulische parameters met berekeningswijze van onder naar boven.

TABEL 3: HORIZONTALE DOORLATENDHEDEN [1].

Laag	Beschrijving	Berekenings methode	Range horizontale doorlatendheid K_H (m/s)	Gemiddelde horizontale doorlatendheid K_H (m/s)	Gemiddelde horizontale doorlatendheid K_H (m/d)
Laag 4	Aanvullingszand (ophogingslaag)	Literatuur	/	$3{,}0.10^{-4}$	25,92
/	Polderklei-veen complex	Literatuur	/	$3{,}0.10^{-9}$	0.0003
Laag 3	Q1 – Q3 (Quartair zand boven Kruisschans)	Pompproef	$1{,}50.10^{-4}$ – $4{,}90.10^{-4}$	$3{,}0.10^{-4}$	25,92
/	Lid van Kruisschans (Kleiig zand van Kruisschans)	Pompproef (verschil-methode)	$1{,}97.10^{-8}$ – $5{,}36.10^{-8}$	$5{,}4.10^{-8}$	0,005
Laag 1 & 2	Lid van Oorderen & Fm van Kattendijk (Tertiair zand van Oorderen en Antwerpen)	Pompproef	$4{,}87.10^{-5}$ – $7{,}26.10^{-5}$	$5{,}7.10^{-5}$	4,9

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Een pompproef is de meest betrouwbare berekeningsmethode voor de doorlatendheid. De doorlatendheden van Laag 3 en Laag 1 & 2 (en het Lid van Kruisschans) zijn het meest betrouwbaar. De doorlatendheid voor het Lid van Kruisschans lijkt op basis van de lithologische samenstelling zeer laag ingeschat te zijn (0,005m/d) en de doorlatendheid van de zanden boven het Lid van Kruisschans zeer hoog (25,92m/d). Deze resultaten worden daarom als weinig betrouwbaar gezien. De doorlatendheid van de ophogingslaag en klei-veencomplex is gebaseerd op literatuur.

3.2.1.2. 2018: Verrebroekdok (TRACTEBEL, SGS)

In 2018 werden 5 korte pompproeven, 1 lange pompproef en slugtesten uitgevoerd door SGS in opdracht van Havenbedrijf Antwerpen NV [3]. Hiervoor werd er één pompput geïnstalleerd en 10 peilbuizen door GEOSONDA. De resultaten van de pompproef werden geïnterpreteerd door Tractebel.



Figuur 8: Overzicht Locatie pompput PP17 en peilbuizen [3].

Er werden 5 korte pompproeven uitgevoerd waarbij het debiet stapsgewijs verhoogd werd in de 2e watervoerende laag (Tabel 4). Tijdens elke korte pompproef werd het debiet constant gehouden. De pompput had een diameter van 250mm en een filterelement over de diepte 12-20m-mv. Bij de langdurige pompproef werd gedurende 72 uren gepompt aan een constant debiet van 6,27 m^3/u in de 2e watervoerende laag.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TABEL 4: KARAKTERISTIEKEN KORTE POMPPROEF [3].

Kortstondige pompproef	Debiet (m^3/h)	Duur (min)
1	2,4	48
2	5,46	70
3	9,2	90
4	11,37	90
5	14,12	85

Er werden ook slugtesten uitgevoerd in peilbuizen PB18o(a) en PB19o (filterelement in 1e watervoerende laag) en in peilbuis PB18o(b) (filterelement in Lid van Kruisschans).

Tabel 5 geeft een overzicht van de lithostratigrafie met bijhorende lithologische samenstelling die vermeld werd in het rapport.

TABEL 5: LITHOSTRATIGRAFIE [3].

Laag	Lithostratigrafie		Beschrijving lithologie
	Formatie	Lid	
Aquifer 1	Quartair		Fijn zand (Q1)
Aquitard 1			Klei + veen (Q2)
Aquifer 2			Fijn zand (lokaal kleiiger) (Q3)
Aquifer 2	Lillo	Kruisschans (LiKr)	Klei
Aquifer 3	Lillo	Oorderen (LiOo)	Fijn zand (kleihoudend)
	Kattendijk (Kd)	/	Klei
	Berchem (Be)	/	
Aquiclude	Boom	/	

De resultaten van de pompproeven werden verwerkt in een tijdsafhankelijk regime en de doorlatendheid werd berekend met de formule van Theis. Er werd geen rekening gehouden met verticale anisotropie. Dit berekent dat de stroming in de horizontale en verticale richting gelijkaardig is. Voor aquitard 2 en aquifer 2 werden de doorlatendheden bepaald door middel van een enkelvoudige slugtest. Deze doorlatendheden zijn minder accuraat dan deze bepaald door de pomptest.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Tabel 6 geeft een overzicht van de hydraulische parameters met berekeningsmethode voor de verschillende geologische eenheden.

TABEL 6: HORIZONTALE DOORLATENDHEDEN [3].

Laag	Watervoerend karakter	Berekenings methode	Range horizontale doorlatendheid K_H (m/s)	Horizontale doorlatendheid K_H (m/s)	Horizontale doorlatendheid K_H (m/d)
Q1	Freatisch watervoerende laag	Onbekend	/	/	/
Q2	Aquitard	Onbekend	/	/	/
Q3	1e watervoerende laag	Enkelvoudige slugtest	/	$1{,}3.10^{-5}$	10,37
LiKr	Aquitard	Enkelvoudige slugtest	/	$5{,}5.\ 10^{-6}$	0,475
LiOo Ka Bc	2e watervoerende laag	Pompproef	$1{,}3.10^{-5} – 8{,}4.10^{-5}$	$4{,}9.10^{-5}$	4,23
Boom	Aquiclude	/	/	/	/

Een pompproef is de meest betrouwbare methode voor het bepalen van hydraulische parameters. De doorlatendheid van de 1e watervoerende laag en het Lid van Kruisschans werden bepaald d.m.v. slugtesten en is daardoor minder betrouwbaar. Op basis van het verslag is het onduidelijk welke doorlatendheid werd aangenomen voor de freatisch watervoerende laag en de 1ste aquitard en waarop deze gebaseerd waren.

3.2.1.3. 2021: BASF Antwerpen (Antea Group)

In het kader van het Project-MER BASF Antwerpen werd voor de discipline bodem een drievoudige pompproef uitgevoerd. Deze pompproef werd uitgevoerd op rechteroever. Geografisch gezien is dit Project-MER minder relevant voor linkeroever, maar de lithostratografie van de diepere geologische eenheden zijn gelijkaardig aan linkeroever. Ter volledigheid is deze bron toegevoegd aan de bespreking.

Er werd een pompproef uitgevoerd ter bepaling van de doorlatendheid van de drie onderste watervoerende lagen:

- Alluvium-zanden boven het klei-veencomplex;
- Zanden onder het klei-veencomplex en boven het Lid van Kruisschans;
- Zanden onder het Lid van Kruisschans en boven de Boomse klei.

Er is geen technische informatie beschikbaar over de pompproef en de uitvoering ervan, waardoor deze resultaten slechts als weinig betrouwbaar worden beschouwd.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

De doorlatendheid van de opgespoten zanden is door de sterke heterogeniteit bepaald door middel van slagproeven (minder betrouwbare methode). Hierover is verder geen informatie beschikbaar.

Een overzicht van de hydraulische karakteristieken van de ondergrond worden in Tabel 7 samengevat [4]. Enkel de doorlatendheid van de zanden boven en onder het Lid van Kruisschans zijn relevant voor de huidige studie. De berekeningswijze van de doorlatendheid van de bovenliggende geologische lagen is onbekend of bepaald door middel van slagproeven, bijgevolg weinig betrouwbaar.

TABEL 7: SAMENVATTING HYDRAULISCHE KARAKTERISTIEKEN [4].

Stratigrafie	Watervoerend karakter	Berekeningswijze	Horizontale doorlatendheid K_H (m/d)	Verticale doorlatendheid K_v (m/d)
Opgespoten zanden	Heterogeen watervoerend	Slagproeven	13,00 (gem)	/
Klei-veencomplex	Bovenste slecht doorlatende laag	Onbekend	/	0,0087
Alluvium – top	Bovenste minder doorlatend deel	Onbekend	/	0,0490
Alluvium – zanden	Waterdoorlatende laag	Pompproef	1,89	/
Veen-kleicomplex	Middelste slecht doorlatende laag	Onbekend	/	0,0140
Lid van Merksem/ zandvliet	Tweede doorlatende laag	Pompproef	15,23	/
Lid van Kruisschans	Onderste slecht doorlatende laag	Onbekend	/	0,0190
Lid van Oorderen	Diepste watervoerende laag	Pompproef	4,59	/
Fm. Berchem/ Kattendijk				
Fm. Boom	Afsluitende laag	/	/	/

3.2.2. Voorgaande grondwatermodellen

3.2.2.1. 2011: Linker Scheldeoever (Arcadis)

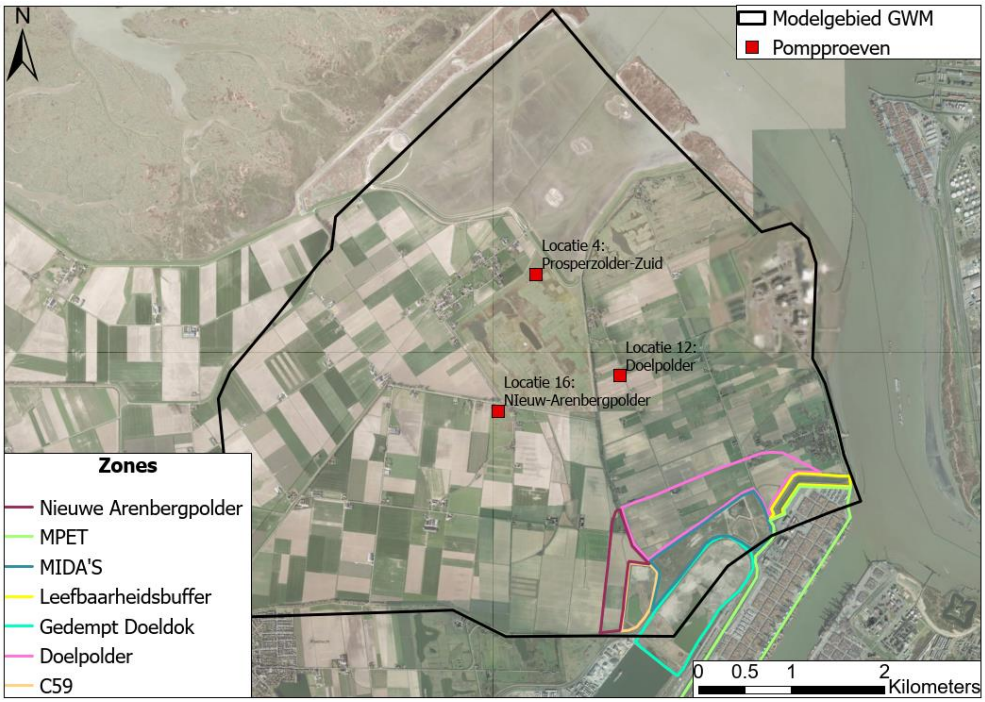
In 2011 werd er door Arcadis een grondwatermodel opgesteld om inzicht te krijgen in de hydrologische systeemverwerking van volgende polders [5]:

- Prosperpolder-Noord;
- Prosperpolder-Zuid;
- Doelpolder;
- Nieuw-Arenbergpolder.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

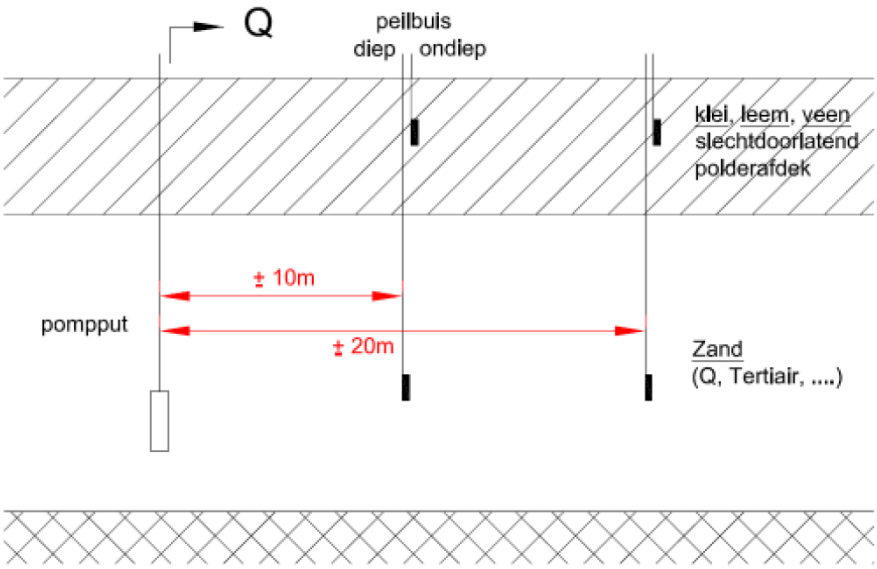
Het model bestond uit twee modellagen: de bovenste laag omvatte de slecht doorlatende polderklei en de onderste laag de zandhoudende, watervoerende formaties bovenop de Formatie van Boom. Deze twee lagen werden in het model samen beschouwd als één freatische watervoerende laag ondanks de watervoerende zandlagen lokaal een halfgespannen karakter vertoonde door de bovenliggende polderklei.

In het kader van deze studie werden een drietal pompproeven uitgevoerd: eentje ter hoogte van Locatie 4 (Prosperpolder-Zuid), Locatie 12 (Doelpolder) en Locatie 16 (Nieuw-Arenbergpolder). Op de drie locaties werd een pompput geplaatst op een diepte van ca. 15 m-mv met een filterelement op de onderste 5 m. De filterelementen van deze peilbuizen bevonden zich in de 1^{e} watervoerende laag. Op een afstand van 8-10 m en 16-20 m van de pompput werden een tweetal peilbuisdoubletten geplaatst. Gedurende 8 uur werd er met een constant debiet grondwater opgepompt.



Figuur 9: Ligging modelgebied met aanduiding perimeter Prosper Polder Zuid [5].

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 10: Algemeen schema pompproeven locaties 4, 12 & 16 [5].

De hydraulische parameters werden bepaald volgens de methoden van Neuman en Hantush. Dit zijn twee analytische methoden geschikt voor de interpretatie van een pompproef bij semi-gespannen lagen. Voorwaarde voor het toepassen van deze analytische methoden is een watertafel die een verwaarloosbare verlaging heeft tegenover de verlaging in de aangepompte laag. Het afsluitend karakter van de polderklei werd bij de interpretatie van de pompproef wel in rekening gebracht. De berekeningen werden uitgevoerd in het programma AquiferTest v. 2.55 waarbij door middel van curve-fitting analyse de horizontale en verticale doorlatendheid werden bepaald.

De horizontale doorlatendheid van de aangepompte watervoerende laag (laag 2 in het model) varieerde tussen 1,1-2,9 m/d, wat aanvaardbaar is voor een laag met een fijn zandige textuur die in beperkte mate leemhoudend is. De omschrijving “grof zand” in sommige boorbeschrijvingen is bijgevolg uiterst twijfelachtig. De dikte van de slecht doorlatende toplaag varieerde tussen 0,5 tot 2,6 m. Er werd een variatie met een factor 10 gevonden op de verticale doorlatendheid van deze slecht doorlatende toplaag. Dit is te wijten aan de sterke heterogeniteit in deze laag, wat eigen is aan Quartaire afzettingen. Er werd een verticale doorlatendheid bekomen die varieerde van 0,006-0,056 m/d. Tabel 8 geeft een overzicht van de hydraulische parameters. De initiële waarde waarmee het model gekalibreerd werd is het gemiddelde van range aan doorlatendheden die werd bepaald d.m.v. de pompproeven. De geoptimaliseerde waarden werden bekomen door middel van niet-lineaire kalibratie methode waarbij op een iteratieve wijze de verschillen tussen waargenomen en gemodelleerde waarden geminimaliseerd worden.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TABEL 8: HYDRAULISCHE PARAMETERS PER MODELLAAG: INITIEEL EN NA KALIBRATIE (OPTIMALISATIE) [5].

Modellaag	Parameter	Range pompproeven	Waarde INITIEEL	Waarde OPTIMALISATIE
Polderklei	Verticale doorlatendheid (K_v) (m/d)	0,006-0,056	0,033	0,010
Zandhoudende, watervoerende formaties bovenop de Formatie van Boom	Horizontale doorlatendheid (K_h) (m/d)	1,10-2,88	2,528	3,011
/	Anisotropie (K_h/K_v)	/	10	7

Na kalibratie van het model werd verder gewerkt met volgende hydraulische parameters:

TABEL 9: SAMENVATTING HYDRAULISCHE KARAKTERISTIEKEN GRONDWATERMODEL [5].

Modellaag	Berekenings wijze	Horizontale doorlatendheid K_H (m/d)	Verticale doorlatendheid K_V (m/d)	Anisotropie
1) Slecht doorlatende polderklei	Modelkalibratie	/	0,010	7
2) Zandhoudende, watervoerende formaties bovenop de Formatie van Boom	Modelkalibratie	3,011	/	

De doorlatendheid van de polderklei en de zandige formaties onder de polderklei werd initieel bepaald d.m.v. pompproeven en nadien gebruikt bij de modelkalibratie. Hierbij werd alles tussen het klei-veencomplex en de Boomse klei als één freatisch watervoerend pakket beschouwd. Er werd geen onderscheid gemaakt tussen de zanden boven en onder het Lid van Kruisschans, evenmin werd het Lid van Kruisschans afzonderlijk bestudeerd. De doorlatendheid van de zandhoudende formaties boven de Formatie van Boom is bijgevolg weinig relevant.

3.2.2.2. 2013: Waterhuishouding op Linkerscheldeoever (IMDC)

In 2013 stelde IMDC in samenwerking met Universiteit Gent een numeriek grondwatermodel op voor het bestuderen van de waterhuishouding op de Linkerscheldeoever [6]. In deelrapport 4.1 van deze studie werd het numeriek modelinstrument voor de huidige toestand gekalibreerd.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Voor de simulaties werd gebruik gemaakt van MOCDENS3D. Er werd een modelgebied beschouwd van 18,4 op 16,6km. Het model werd opgedeeld in 184 kolommen en 166 rijen waardoor iedere cel bestond uit een vierkant met een zijde van 100m. In het model werden er 18 lagen beschouwd met elk een dikte van 2,5m. Enkel de bovenste en onderste laag hadden een variabele dikte. De HCOV-codering van de VMM werd gebruikt ter opdeling van het grondwaterreservoir in 18 lagen. Per HCOV-eenheid werd er een doorlatendheid ingeschat op basis van het '3D model voor simulatie van de grondwaterstroming en het opgeloste stoffen op basis van de HCOV-kartering in het kustgebied' [7]. De doorlatendheden per HCOV-laag worden samengevat in Tabel 10. Binnen de HCOV 0130 (Polderafzettingen) komen grote laterale en verticale variaties voor. Deze variatie werd omschreven met behulp van een profieltypekaart. Deze kaart is niet ter beschikking. Er werd vastgesteld dat de horizontale doorlatendheid van de kleiige polderafzettingen afhankelijk is van de afstand van het beschouwde gebied tot de hoogwaterlijn en van de diepte van de verziltingsgrens [8]. Voor deze afzetting werd gewerkt met een range aan horizontale doorlatendheden.

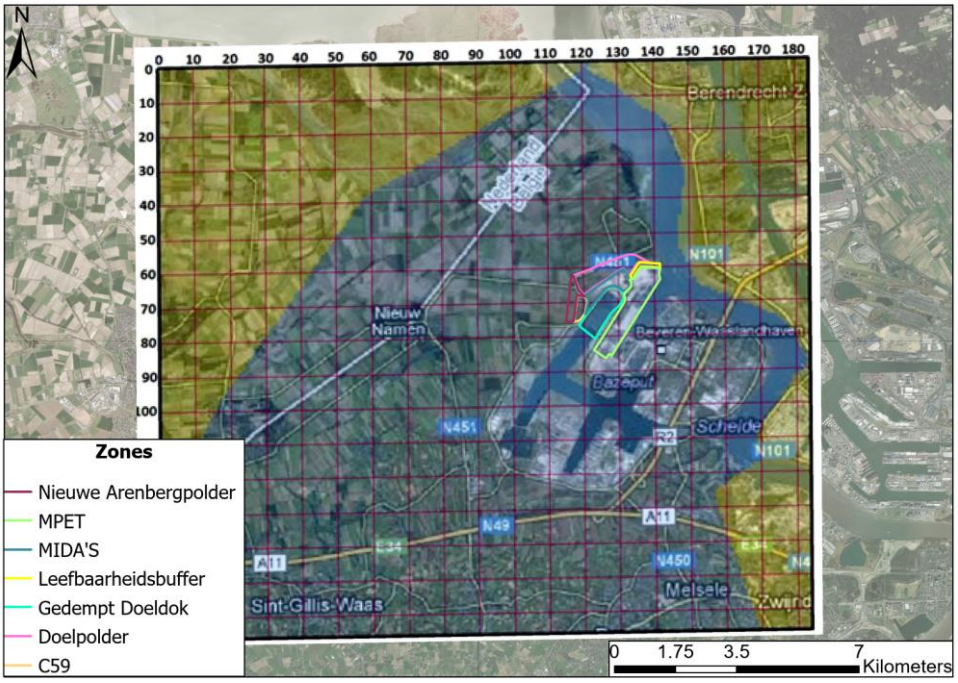
TABEL 10: HORIZONTALE DOORLATENDHEDEN (K_H) [6].

Watervoerende laag	HCOV hoofdeenheid	HCOV subeenheid	Horizontale doorlatendheid K_H (m/d)
Freatische WVL	0100: Quartaire Aquifersystemen	A0110: Ophogingen	1
/		A0130: Polderafzettingen	3,5-8,5
1ste WVL		A0150: Deklagen	2
		A0160: Pleistocene afzettingen	7
	0200: Kempens Aquifersysteem	0230: Pleistoceen en Plioceen Aquifer	17,2
/		0240: Pliocene kleiige laag	0,063
2e WVL		0250: Mioceen Aquifersysteem	6,9
/	0300: Boom Aquitard	Boom Aquitard	0,0025

Enkele opmerkingen bij bovenstaande doorlatendheden:

- De bepaling van de doorlatendheden berust uitsluitend op literatuurstudies;
- Binnen de polderafzettingen komen er grote laterale en verticale variaties voor in doorlatendheden;
- Voor alle eenheden wordt een anisotropie van 25 aangenomen tussen de horizontale en verticale doorlatendheid.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

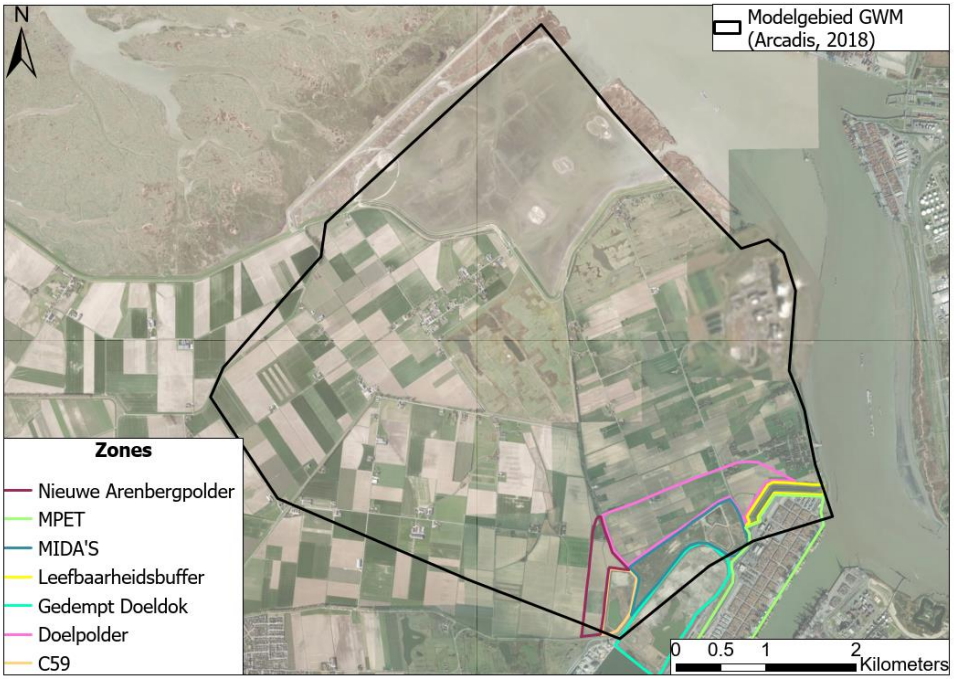


Figuur 11: Lokalisatie van het gebruikte eindig-verschil netwerk rondom de Waaslandhaven met aanduiding van het studiegebied.

3.2.2.3. 2018: Haalbaarheidsstudie Doelpolder (Arcadis)

In 2018 werd een haalbaarheidsstudie uitgevoerd door Arcadis [9]. Dit model werd opgesteld voorafgaand de opmaak van het strategisch-MER/plan-MER/project-MER in opdracht van Departement Mobiliteit en Openbare Werken voor het GGG (gecontroleerd gereduceerd getijdenwerking). Het doel van deze grondwaterstudie was het onderzoeken van de effecten van het project, zijnde de inrichting van Doelpolder als GGG, op de woonkernen Rapenburg en Ouden Doel. Hiervoor werd een grondwatermodel opgesteld gebruikmakende van MODFLOW2000 (in GMS). Deze was gebaseerd op een eerdere grondwatermodelleringsstudie uitgevoerd door IMDC/Gent in 2013 [6]. Dit betekent dat de bepaling van de doorlatendheden eveneens uitsluitend berust op literatuurstudies.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 12: Ligging modelgebied (omtrek 3D-Grid) [6].

Het model is uit volgende lagen opgebouwd:

- De bovenste modellaag bestaat uit ophogingen en polderafzettingen. Dit was de bovengrens voor ‘”Polderafzettingen van de Waaslandhaven”;
- Onder de polderafzettingen zijn er nog deklagen (HCOV 0150) en Pleistocene afzettingen (HCOV 0160) terug te vinden in het quartaire deel van het grondwaterreservoir;
- Kempens Aquifersysteem (HCOV 0200) bestaande uit 3 subeenheden: Pleistoceen en Plioceen Aquifer (HCOV 0230), Pliocene kleiige laag (HCOV 0240) en het Mioceen Aquifersysteem (HCOV 0250);
- De ondergrens van het systeem wordt bepaald door de Boom Aquitard (HCOV 0300).

Voor alle eenheden wordt een anisotropie van 25 verondersteld tussen de horizontale en verticale doorlatendheid. De horizontale doorlatendheden per modellaag zijn te vinden in Tabel 11. Als ondergrens werd de Formatie van Boom gevonden met een doorlatendheid van 0,0025m/d.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TABEL 11: OVERZICHT MODELLAGEN EN RESPECTIEVELIJKE DOORLATENDHEDEN [9].

Laag	Subeenheid (modellaag)	Horizontale doorlatendheid K_H (m/d)
1	Ophogingen & polderafzettingen	8,5
2	Deklagen	2
3	Pleistocene afzettingen	7
4	Pleistoceen en Plioceen Aquifer	17,2
5	Pliocene kleiige laag	0,063
6	Mioceen Aquifersysteem	6,9

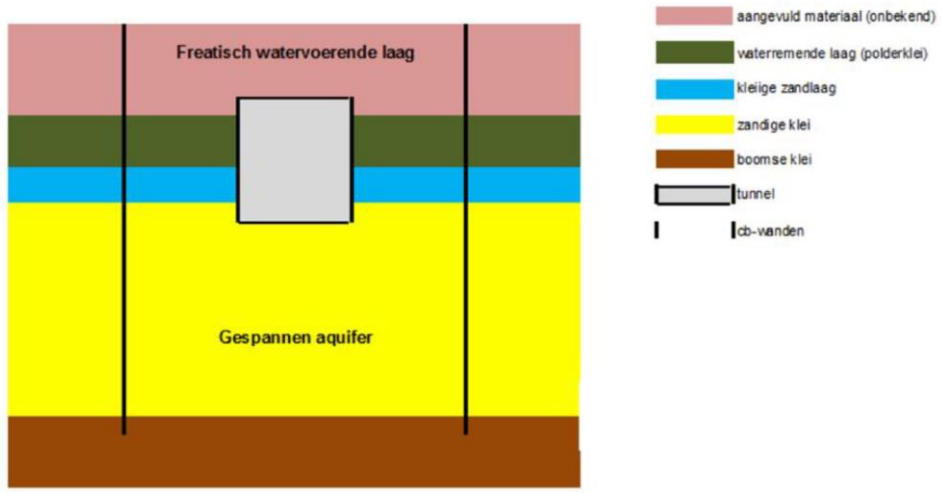
De bepaling van de doorlatendheden berust uitsluitend op literatuurstudies. Bovendien worden de ophogingen en polderafzettingen samengenomen in dezelfde modellaag waaraan één doorlatendheid wordt toegekend. In de ophogingslaag bevindt zich de freatische watervoerende laag. Deze wordt langs onder begrensd door het klei-veencomplex, een slecht waterdoorlatende laag die de freatische van de 1e WVL onderscheidt. Het samennemen van de ophogingszanden en polderafzettingen lijkt in de huidige studie niet aangewezen.

3.2.2.4. 2019: Project-MER Oosterweelverbinding (Antea Group)

In 2019 werd het Project-MER Oosterweelverbinding opgesteld [10]. In het deelrapport van disciplines Grondwater en Oppervlaktewater wordt de geohydrologische opbouw van Antwerpen in detail besproken. Er werd een regionaal grondwatermodel opgesteld. De geohydrologische opbouw, tot aan de Boomse klei wordt in deze studie in 3 lagen opgedeeld:

- De freatische aquifer bestaat uit een mix van ophoogzand en Quartaire alluviale sedimenten. In het havengebied op Rechteroever en ter hoogte van het projectgebied op Linkeroever is sprake van een laag ophoogzand. Deze ophoogzanden geven aanleiding tot onregelmatige grondwaterstromingen en stijghoogtepatronen;
- De eventuele aanwezige polderklei. De polderklei wordt niet op alle locaties aangetroffen. Deze laag vormt de scheiding tussen de freatische en het onderliggende watervoerende pakket. Waar deze laag ontbreekt is sprake van één freatische aquifer die reikt tot aan de Boomse klei;
- Een tweede aquifer (daar waar de polderklei voorkomt) bestaat uit Tertiaire formaties. Hierin wordt geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende zandpakketten van de verschillende formaties. Het wordt gezien als één watervoerend pakket. Binnen de Formatie van Lillo wordt er op enkele locaties een kleiigere laag aangetroffen. Er wordt aangenomen dat deze kleiigere laag op sommige locaties geërodeerd is door de Schelde. Aan deze kleiigere laag wordt een doorlatendheid toegekend van **0,166m/d**. Hiermee is deze laag matig doorlatend, maar behoort deze wel nog tot het tweede watervoerende pakket. De doorlatendheid van deze kleiigere laag is gedeeltelijk gebaseerd op pompproeven en gedeeltelijk op literatuur;
- De Boomse klei vormt de ondoorlatende basis van het model.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 13: Schematische weergave van de geohydrologische opbouw toerit Scheldetunnel op Linkeroever (Antwerpen) [10].

TABEL 12: HYDROGEOLOGISCHE SCHEMATISATIE [10].

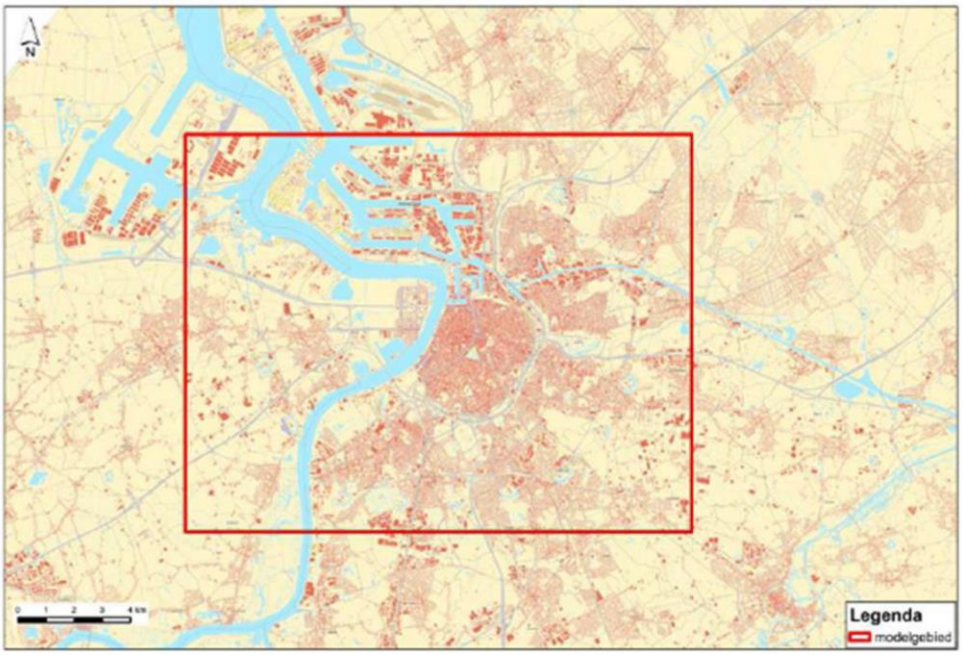
Geologie	Hydrogeologie	Berekeningswijze	Horizontale doorlatendheid K_H (m/d)
Fijn zand met klei-insluitingen, opgespoten zanden	Eerste (freatische) aquifer, het freatisch pakket	Onbekend	2,5
Polderklei	Scheidende laag	Onbekend	10^{-5}
Formatie van Lillo	Tweede aquifer (eerste watervoerende pakket)	Combinatie van pompproeven	7-25
Formatie van Kattendrijk			
Formatie van Berchem			
Formatie van Boom	Hydrologische basis	/	Nagenoeg ondoorlatend

Voor de doorlatendheid van het 1e watervoerende pakket werd gewerkt met een range aan horizontale doorlatendheden: 7-25 m/d. Deze range is gebaseerd op 2 pompproeven en de grondmechanische kaart:

- Pompproef studie TVSAM 2004: 8,5-20 m/d;
- Pompproef Noordkasteel: 13,6 m/d;
- Grondmechanische kaart: 25 m/d.

De technische details van deze pompproeven zijn onbekend. Voor de opgespoten zanden en polderklei is het onduidelijk waarop deze doorlatendheden gebaseerd zijn.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 14: Modelgebied grondwatermodel [10].

3.2.2.5. 2021: Lagenmodel Tractebel

In 2021 werd een 3D model van de ondergrond opgesteld door Tractebel. Dit werd gedaan op basis van alle sonderingen en boringen uitgevoerd tot 2021 met de software AUTOCAD CIVIL 3D. Buiten het projectgebied werden de modellagen gedefinieerd met het H3DV2 model dat is opgesteld door VITO. De hydraulische parameters die werden toegekend aan elke laag worden weergegeven in Tabel 13. De doorlatendheden werden bepaald op basis van de resultaten van de 2 pompproeven die werden besproken in 3.2.1.1 (Geotechniek Doelpolder, 1996) en 3.2.1.2 (SGS Verrebroekdok, 2018) in combinatie met literatuurstudies [11].

TABEL 13: HYDRAULISCHE PATAMETERS.

Lithostratigrafie		Lithologie	Horizontale doorlatendheden		Verticale anisotropie
Formatie	Lid		m/s	m/d	
-		Ophogingslaag	$5,8^{E}$-05	5	3
Quartair (*)		Klei en veen (Holoceen)	$1,2^{E}$-06	0,1	100
		Fijn tot grof zand	$3,0^{E}$-04	25,9	3
Lillo (*)	Merksem	Fijn grijsgroen kalkrijk zand met schelpfragmenten			
	Zandvliet	Fijn licht glauconiethoudend zand, wordt beschouwd als een ontkalkt facies van Ld Merksem			

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Lithostratigrafie		Lithologie	Horizontale doorlatendheden		Verticale anisotropie
Formatie	Lid		m/s	m/d	
	Kruisschans	Grijsgroene fijne tot middelmatige zand dat zeer kleirijk is (kleilenzen en cm-dunne lagen van zuivere klei) met schelpfragmenten en kleine schelpjes	$1,2^{E}$-06	0,1	10
	Oorderen	Grijsgroen tot grijsbruin fijn glauconiet- en kleihoudend zand met veel schelpen en schelpenbanken	$3,5^{E}$-05	3	10
Kattendijk	-	Groene tot grijsgroene middelmatig tot fijn glauconiethoudend zand, soms kleihoudend, minder schelpen dan Fm Lillo	$9,3^{E}$-05	8	10
Berchem	-	Fijne donkergroen tot zwarte glauconietrijke, licht kleiige zanden met lokaal schelpen(banken)	$4,6^{E}$-05	4	10
Boom	-	Harde compacte klei	/	/	/

3.2.2.6. 2023: Extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied van Antwerpen (SHIP)

In 2022-2023 werd een Project-MER geschreven door SHIP in opdracht van Departement Mobiliteit en Openbare werken, Havenbedrijf Antwerpen en Maatschappij Linkerscheldeoever [12]. In het kader van dit Project-MER werd een regionaal grondwatermodel opgesteld en gekalibreerd dat verder bouwde op eerder opgestelde modellen (IMDC in 2013 en Arcadis in 2018).

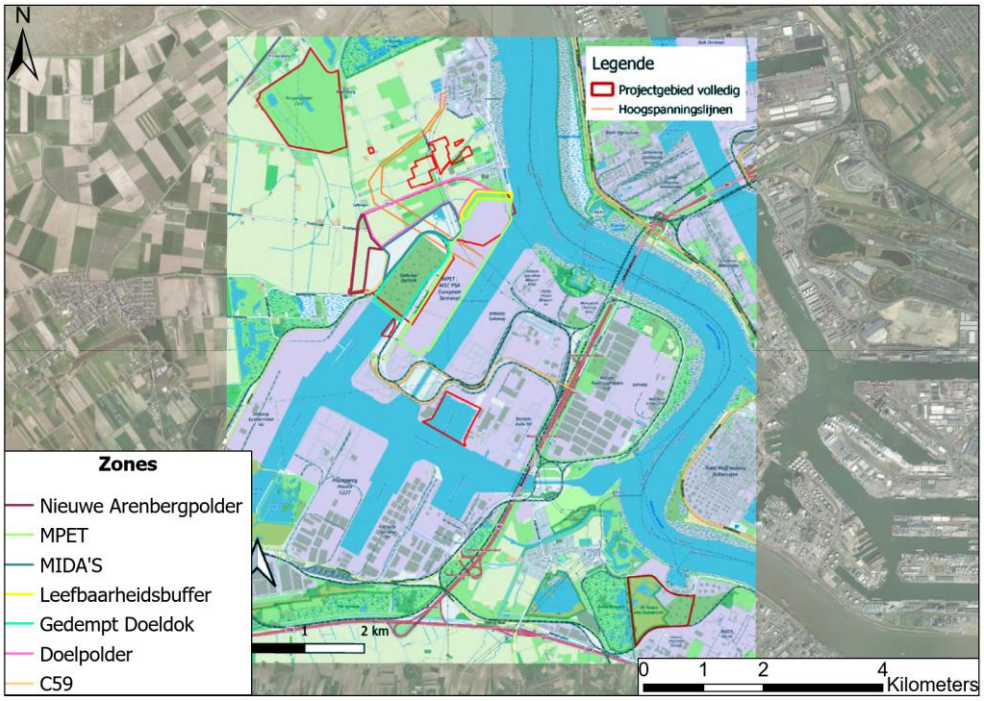
De hydrologische opbouw was gebaseerd op de HCOV codering van DOV Vlaanderen. De doorlatendheden zijn gebaseerd op literatuurstudies. De anisotropie tussen de horizontale en verticale doorlatendheid (K_v) van de lagen werd op 10 gekozen. De ondergrens van het model is de top van de Formatie van Boom. Het grondwatermodel is opgesteld met volgende hydraulische parameters:

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TABEL 14: HYDRAULISCHE PARAMETERS VAN DE VERSCHILLENDE MODELLAGEN [12].

Model laag	HCOV-v2 subeenheid	HCOV-v2 basiseenheid	Gemiddelde horizontale doorlatendheid K_H (m/d)	Gemiddelde verticale doorlatendheid K_V (m/d)	Watervoerend pakket
1	**A0110** – Ophogingen *Goed doorlatend tot ondoorlatend*	/	8,5	0,85	Freatisch grondwater
2	**A0130** – Polderafzettingen (klei en veen) *Slecht doorlatend*	/	0,1	0,01	/
3	**A0150** – Eolische deklagen buiten de Roerdalslenk *Doorlatend*	/	7	0,7	Watervoerend pakket 1a
4	**A0170** – Pleistocene afzettingen *Goed doorlatend*	/	12	1,2	
5	**A0220** – Pleistoceen en Plioceen Aquifersysteem West. *Goed doorlatend*	/	17,2	1,72	
6		**A0224** – Kleiig zand van Kruisschans *Matig doorlatend*	1	0,1	
7		/	17,2	1,72	Watervoerend pakket 1b
8	**A0240** – Kleiig zand van Kattendijk en Kasterlee *Matig doorlatend*	/	1	0,1	/
9 & 10	**A0250** – Mioceen en Boven-Oligoceen Aquifersysteem *Goed doorlatend*	/	6,9	0,69	Watervoerend pakket 2

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 15: Ligging van studiegebied grondwater. Dit gebied omvat het projectgebied met inbegrip van de zones waarbinnen de compensatie voor natuur kan plaatsvinden en de invloedsfeer van de bemaling.

3.2.3. Vakliteratuur

3.2.3.1. 1995: Inventarisatie kennis van de Ieperiaanklei (Laboratorium Toegepaste Geologie en Hydrogeologie)

In september 1995 werd door Universiteit Gent een rapport uitgebracht met titel ‘Inventarisatie van de kennis van de Ieperiaanklei in functie van onderzoek naar diepe berging van radioactief afval’ [13]. Hierin kwamen o.a. de Formatie van Lillo, Formatie van Kattendijk en Formatie van Berchem ter sprake bij de bespreking van de Neogene zandafzettingen. Enerzijds is er in 1994 een hydrogeologische studie uitgevoerd op bedrijventerreinen van BASF Antwerpen [14]. Hiernaast is er in 1989 een hydrogeologisch onderzoek uitgevoerd in de Melselepolder (Beveren-Zwijndrecht) [15]. Voor beiden zijn er pompproeven uitgevoerd. De technische gegevens hiervan zijn niet ter beschikking. Tabel 15 geeft een overzicht van de resultaten van deze hydrologische studies.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TABEL 15: DOORLATENDHEDEN VAN NEOGENE FORMATIES EN LEDEN (IN M/D) [13].

Formatie	Lid	Watervoerende laag	BASF Antwerpen [14]	Beveren-Zwijndrecht [15]
Lillo	Zandvliet Merksem	1e WVL	15,5	13,8
	Kruisschans	/	0,017	
	Oorderen	2e WVL	4,6	
Kattendijk	/			
Berchem	/			

3.2.3.2. 2004: Ontwikkeling lokaal axi-symmetrisch model op basis van HCOV kartering (Lebbe & Vandenbohede)

In 2004 werd een studie van Lebbe & Vandebohede gepubliceerd waarin de hydraulische doorlatendheden van de hoofdeenheden, subeenheden en basiseenheden van de HCOV-code werden bepaald [16]. In deze studie zijn de HCOV-codes die gehandhaafd werden verschillend van deze vermeld op DOV. Tabel 16 & Tabel 17 geeft een overzicht van de relevantste hydraulische parameters per HCOV-eenheid.

TABEL 16: HYDRAULISCHE PARAMETERS VAN HCOV SUBEENHEDEN [16].

Code	HCOV-eenheid	Watervoerende laag	Horizontale doorlatendheid K_H (m/d)	Verticale doorlatendheid K_V (m/d)
0110	Ophogingen	Freatische WVL	1,0	1,0
0130	Polderafzettingen	/	8,4	0,0067
0160	Pleistocene afzettingen	1e WVL	7,0	0,1
0230	Pleistoceen en Plioceen Aquifer		17,2	2,93
0240	Pliocene kleiige laag	/	0,0063	0,01
0250	Mioceen aquifersysteem	2e WVL	6,9	0,2

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TABEL 17: HYDRAULISCHE PARAMETERS VAN HCOV BASISEENHEDEN [16].

Code	HCOV-eenheid	Watervoerende laag	Horizontale doorlatendheid K_H (m/d)	Verticale doorlatendheid K_V (m/d)
0233	Zandige top van Lillo	1e WVL	2,0	1,0
0241	Kleiig deel van Lillo en/of van de overgang Lillo-Kattendijk	/	/	/
0251	Zand van Kattendijk en/of onderste zandlaag van Lillo	2e WVL	1	0.5
0254	Zand van Berchem en/of Voort		0,8	0,08

3.3. Resultatenbespreking

Een pompproef is de meest betrouwbare methode die beschikbaar is voor het bepalen van hydraulische parameters. De doorlatendheid van de 1e en 2e watervoerende laag werd in 3 studies bepaald met behulp van een pompproef. Een overzicht van deze drie studies is weergegeven in Tabel 18. Een overzichtsmodel met alle doorlatendheden die in de nota worden besproken is te vinden in Bijlage 1.

De **freatisch watervoerende laag** bevindt zich in de ophogingslaag, boven het klei-veencomplex. Deze bestaat uit sterk heterogene zanden met zeer uiteenlopende textuur (van fijne tot grove sedimenten). Volgens de bronnen is er eenmalig een slagproef uitgevoerd in deze laag waarbij een doorlatendheid van **13 m/d** bekomen werd. Voor de rest werd de doorlatendheid bepaald op basis van literatuur.

De doorlatendheid van de **1e watervoerende laag** ligt volgens de pompproeven binnen een range van **12,37-25,92 m/d**. De pompproef van AOSO Geotechniek geeft een zeer hoge doorlatendheid van 25,92 m/d. Volgens de boorbeschrijvingen varieert de textuur van de tussenzanden van fijn tot matig grof zand. Lokaal kunnen de tussenzanden ook zeer kleirijk zijn en/of dunne veenlaagjes bevatten. Deze klei en/of veenaanrijking is niet voldoende om deze laag als volwaardige klei en/of veenlaag te herkennen. Vanwege het sterk heterogeen karakter, kan er geen overheersende textuur worden beschreven. Een doorlatendheid van 25,92m/d lijkt vrij hoog voor deze lithologie, bovendien lijkt de inschatting van de doorlatendheid van het Lid van Kruisschans te laag (0,005m/d). Er zijn voldoende technische gegevens beschikbaar van deze pompproef waardoor het is aangewezen deze pompproef opnieuw te interpreteren. Daarnaast is de doorlatendheid van SGS weinig betrouwbaar door het gebruik van de slugtest (12,37 m/d) en de doorlatendheid bepaald door Antea Group minder relevant aangezien deze werd uitgevoerd op rechteroever (15,23 m/d). Er zijn bijgevolg weinig betrouwbare gegevens voor de 1e WVL waardoor het aangewezen is een nieuwe pompproef uit te voeren.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

De resultaten van de drie pompproeven in de **2e watervoerende laag** liggen dichtbij elkaar, binnen de range **4,23-4,9 m/d**. De 2e watervoerende laag bestaat uit de onderste zandlaag van Lillo (Lid van Oorderen), de zanden van Kattendijk en de zanden van Berchem. Volgens het geotechnisch onderzoek worden deze zanden gekenmerkt door overwegend matig fijn zand met een duidelijke klei-aanrijking. De klei-aanrijking kan zich uiten als bijmenging of in de aanwezigheid van kleilamellen en/of zandrijke kleibollen (kleiig matig-fijn zand met kleifilm). De geologische lagen onderscheiden zich onderling voornamelijk door verschil in glauconietgehalte. Het glauconietgehalte is het laagste in het Lid van Oorderen en het hoogste in de Formatie van Berchem. Er is als het ware een graduele toename in glauconiet binnen dit zandpakket.

TABEL 18: OVERZICHT DOORLATENDHEDEN BEPAALD DOOR MIDDEL VAN POMPPROEVEN.

Lithostratigrafie		**Watervoerende laag**	**1996: Bouw Containerkaai West te Doel (AOSO Geotechniek)**	**2018: Verrebroekdok (SGS, Tractebel)**	**2021: BASF Antwerpen (Antea Group)**
Formatie	**Lid**				
		Freatische WVL	25,92		13
Quartair		*Slecht doorlatend*	0,0003		
		1e WVL	25,92	12,37	15,23
Lillo	Merksem				
	Zandvliet				
	Kruisschans	*Matig doorlatend*	0,005	0,48	
	Oorderen	2e WVL	4,9	4,23	4,59
Kattendijk					
Berchem					
Boom		*Ondoorlatend*			

Rangschikking betrouwbaarheid bron	
1	Pompproef
2	Slugtest en slagproeven
3	Literatuur

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

3.4. Conclusie

Op basis van de beschikbare resultaten kan het volgende geconcludeerd worden:

- De ophogingslaag is een zeer heterogeen pakket waarvoor naar weten enkel één slagproef is uitgevoerd en data uit literatuurstudies beschikbaar is;
- Er zijn geen representatieve gegevens beschikbaar voor de 1e WVL. Desondanks er pompproeven werden uitgevoerd is er een grote range aan doorlatendheden voor de tussenzanden (12,37-25,92 m/d). Bovendien bevestigt het geotechnisch onderzoek de grote heterogeniteit in lithologische samenstelling. Voor de 2e watervoerende laag werd een kleinere range aan doorlatendheden bekomen op basis van de pompproeven (4,23-4,9 m/d). Het is bijgevolg aangewezen de beschikbare pompproef van AOSO Geotechniek opnieuw te interpreteren en nieuwe pompproeven uit te voeren omdat de huidige resultaten weinig betrouwbaar zijn;
- Voor het klei-veencomplex en het Lid van Kruisschans zijn geen representatieve gegevens beschikbaar. De lithologische samenstelling van deze geologische lagen dient verder onderzocht te worden. Dit wordt gedaan in hoofdstuk 4;
- De Formatie van Boom is ondoorlatend en wordt niet verder bekeken.

4. Bespreking textuur klei-veencomplex en Lid van Kruisschans

4.1. Doelstelling

In dit hoofdstuk wordt de lithologische samenstelling van het klei-veencomplex en het Lid van Kruisschans meer in detail besproken. Er is geen tot weinig betrouwbare informatie over het klei-veencomplex en het Lid van Kruisschans beschikbaar. Daarom wordt dit op basis van textuur gedaan. Door een doorgedreven studie van de lithologische samenstelling van deze lagen kan een meer weloverwogen keuze gemaakt worden van de hydraulische parameters.

4.2. Klei-veen complex

4.2.1. Inleiding

Het klei-veencomplex wordt hydrogeologisch beschouwd als een weinig doorlatende laag die de freatische WVL scheidt van de 1e WVL. Dit betekent dat PFAS verontreinigd grondwater zeer moeilijk kan migreren van de ophogingslaag naar de 1e watervoerende laag. Wanneer deze laag niet of nauwelijks aanwezig is kan PFAS verontreinigd grondwater gemakkelijker migreren.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Veen is niet overal aanwezig binnen het projectgebied en de dikte varieert lateraal zoals reeds door een aantal studies werd aangetoond. Dit werd ook bevestigd door het geotechnisch onderzoek in het kader van deze studie. De aan- of afwezigheid van veen heeft implicaties op de verspreiding van PFAS omdat PFAS absorbeert aan het veen. Het is bijgevolg noodzakelijk een goed beeld te krijgen over de eigenschappen van het klei-veen complex, het voorkomen en de dikte.

4.2.2. Algemeen

Veen is organisch materiaal dat bestaat uit afgestorven, gehumificeerd plantenmateriaal dat slecht of gedeeltelijk is afgebroken in een zuurstofarm milieu. Het is herkenbaar aan de donkere tot zwarte kleur en de losse textuur. De samenstelling van veen is heel divers en daarom bestaan verschillende classificatiesystemen van veen en organische gronden. In Nederland is er het NEN (Nederlandse Eenheids Norm) en in Duitsland het DIN (Deutsche Normen und technische Regeln). In deze classificatiesystemen worden verschillende normen opgenomen met betrekking tot de geotechnische classificatie en bepaling van classificatie eigenschappen van veen en organische gronden. In Vlaanderen is er geen classificatiesysteem beschikbaar. Voor meer informatie i.v.m. de classificatie van veen wordt doorverwezen naar de nota van TAW (1996) [18].

4.2.3. Beschikbare gegevens en rapporten

Klei en veen komen niet overal voor in het projectgebied. Bovendien kan de dikte sterk variëren. Hieronder worden enkele bronnen besproken die een beeld geven over het voorkomen van klei en/of veen in het projectgebied.

4.2.3.1. Hydrogeologische Codering van Vlaanderen: HCOV-versie 2

HCOV is een hydrogeologische codering die is opgebouwd uit 3 niveaus van detail, namelijk de hydrogeologische hoofd-, sub- en basiseenheden. De meest recente versie is het Hydrogeologisch (H3Dv2) 3D-lagenmodel van Vlaanderen (2019). De horizontale resolutie van dit model is 100m [21].

Het klei-veencomplex kan geclassificeerd worden onder de H3DV2-subeenheid ‘A0130 (Polderafzettingen)’. Deze subeenheid kan nog verder onderverdeeld worden in basiseenheden. De onderverdeling van de Polderafzettingen in basiseenheden is gewijzigd tussen beide versies. Tabel 19 geeft een overzicht van de basiseenheden van de Polderafzettingen ([21], [22] en [23]). Er wordt aangenomen dat de dikte van het klei-veencomplex overeenkomt met de dikte van de subeenheid A0130.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

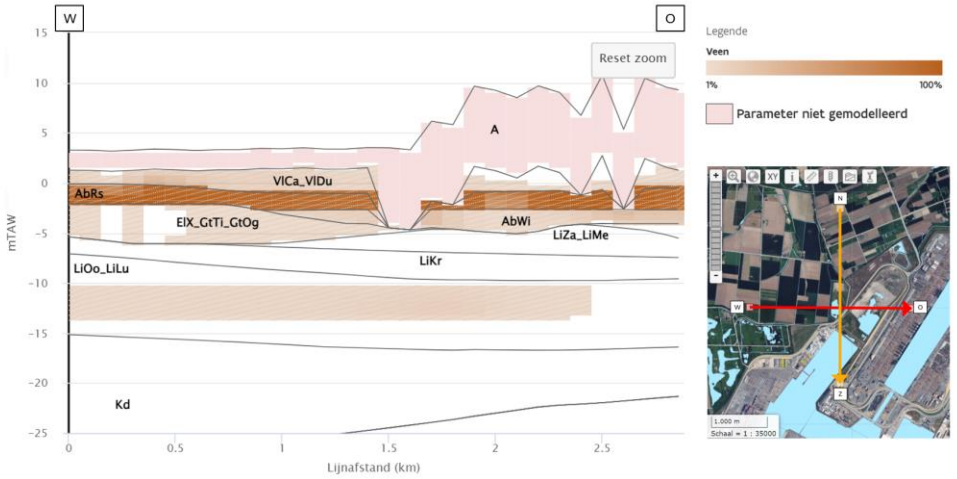
TABEL 19: OVERZICHT VAN VERSCHILLENDE H3D SUB- EN BASISEENHEDEN BINNEN QUARTAIRE AQUIFERSYSTEMEN (A0100) ([21], [22] EN [23]).

Subeenheid		Onderverdeling basiseenheden voor 2019 ([22])		Lithologie ([22])	Nieuwe basiseenheden vanaf 2019 ([23])		Oorsprong nieuwe basiseenheden vanaf 2019 ([23])
Code	Naam	Code	Naam		Code	Naam	
A0130	Polderafzettingen	A0131	Kleiige polderafzettingen van de kustvlakte	Fijnzandige tot zware klei met subhorizontale lamellatie, op sommige plaatsen humeus, met roestconcreties en reductievlekken. Plaatselijk met mariene schelpen. *Slecht doorlatend*	A0131	Kleiige polderafzettingen	G3Dv3-model (HCOV 0131 + HCOV 0132 + HCOV 0133)
		A0132	Kleiige polderafzettingen van het Meetjesland	Fijnzandige klei tot zware klei met subhorizontale lamellatie, op sommige plaatsen humeus met roestconcreties en reductievlekken. *Slecht doorlatend*			
		A0133	Kleiige polderafzettingen van Waasland-Antwerpen	Zeer fijn tot halffijn zand met een leemfractie naar boven toe en met kleiige oppervlaktesedimenten. *Slecht doorlatend*			
		A0134	Zandige kreekruggen	Grijs kalkrijk, plaatselijk kleiig tot siltueus, middelmatig fijn zand. De basis is grover en rijk aan schelpgrind. *Goed doorlatend*	A0132	Zandige kreekruggen	G3Dv3-model (HCOV 0134)
		A0135	Veen-kleiige poelgronden	Donkerbruin veen, tot venige klei, soms met venig zand, met lokaal zandige of kleiige lenzen. *Slecht doorlatend*	A0133	Veen-kleiige poelgronden	G3Dv3-model (HCOV 0135)
		/	/	/	A0134	Strandafzettingen	H3D (Fm. Vlaanderen: Lid De Haan)

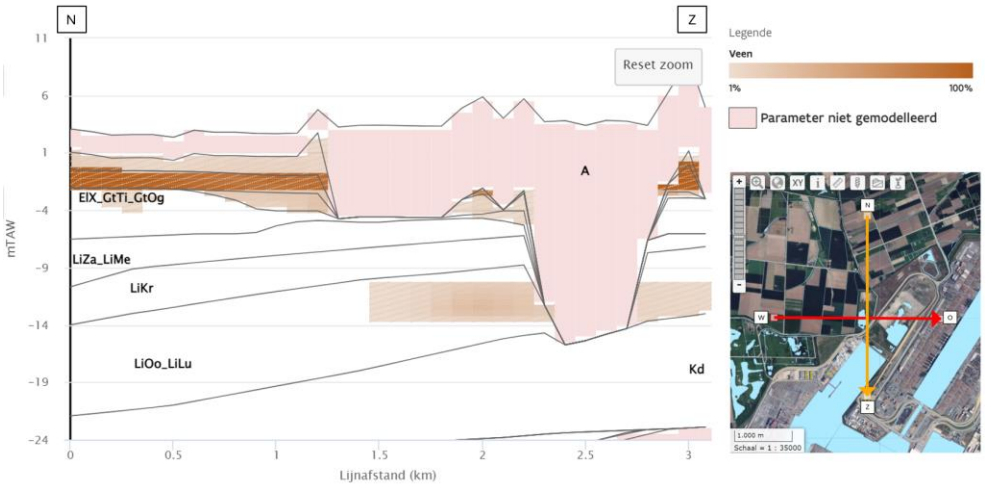
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

4.2.3.2. Lagen- en voxelmodel van regio Antwerpen (DOV, OA v1, 2021)

Het voxelmodel geeft de verwachte ruimtelijke verdeling en diktevariatie van de Boomse klei, Neogene zanden, het Pleistoceen en Holoceen en een indicatie van het Antropogeen onder de stad Antwerpen, een deel van de haven en de nabijgelegen polders van het waasland. Het model bestaat uit voxels, volume-eenheden waaraan lithofracties zijn toegekend die iets zeggen over de samenstelling. Het model is gebaseerd op boring- en sonderingsdata in DOV tot medio 2019 en is later geactualiseerd met aanvullende data in mei 2022. De volume-eenheden hebben een resolutie van 25 x 25 x 0,5m. Deze data is afkomstig van DOV. Onderstaande figuren tonen twee dwarsdoorsnedes van het veen volgens het voxelmodel. Hierop is te zien dat volgens het voxel model er weinig variatie is in dikte in het veen binnen het projectgebied.



Figuur 16: West-oost dwarsdoorsnede Voxelmodel in projectgebied (DOV).



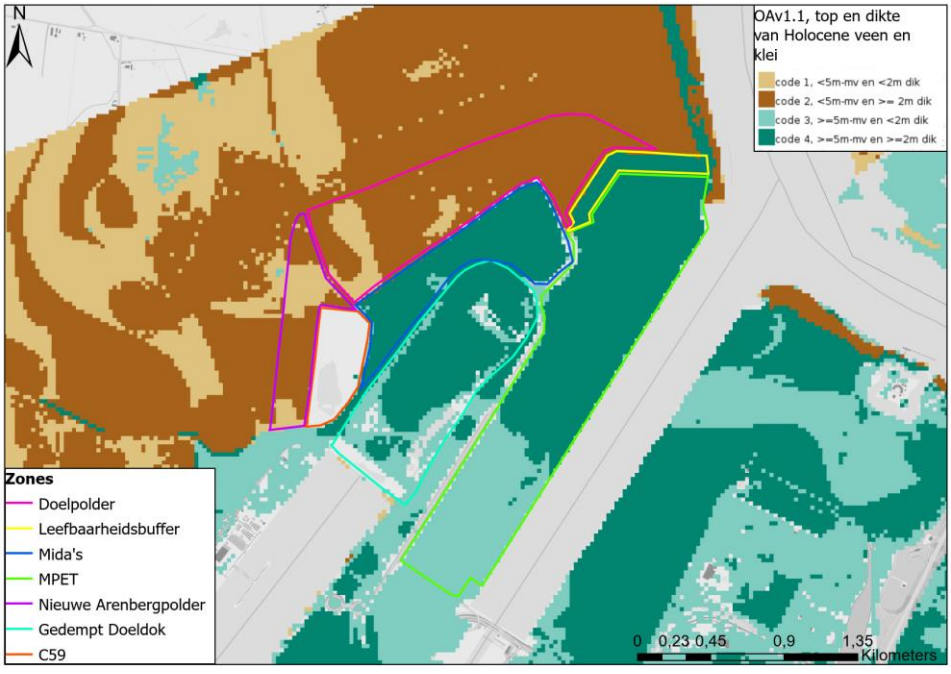
Figuur 17: Noord-zuid dwarsdoorsnede Voxelmodel in projectgebied (DOV).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Volgens het voxelmodel kan het veen zich bevinden in 4 geologische lagen. Deze lagen worden hieronder opgesomd en kort besproken. Het veen bevindt zich hoofdzakelijk in AbRs, in het Lid van Rotselaar (Figuur 17). Dit Lid heeft ter hoogte van het projectgebied een dikte die schommelt tussen 0 en 4,7m.

- **VlCa_VlDu** (Formatie van Vlaanderen, Lid van Calais en Dunkerque): Estuariene kleiige hoogwadsedimenten of zandige getijdengeulsedimenten (De Moor, 2002; Kiden, 2006; Missiaen, 2017). Het bedekt meestal het Lid van Rotselaar en wordt daarom soms gekenmerkt door venige bijmenging aan de basis door insnijding en herwerking van het Lid van Rotselaar door getijdengeulen. Aan de top is soms bodemvorming en organische aanrijking terug te vinden;
- **AbRs** (Formatie van Arenberg, Lid van Rotselaar): veen tot sterk kleihoudend veen met heel soms een fijnzandige bijmenging. Aan de top gaat het veen over naar klei of zand dat de basis van de Formatie van Vlaanderen vormt;
- **AbWi** (Formatie van Arenberg, Lid van Wichelen): Klei tot kleiig fijn zand, vaak rijk aan slib en veenintercalaties naar de top toe;
- **EIX_GtTi_GtOg** (Formatie van Gent en Eeklo, Lid van Tisselt, Opgrimbie en Eeklo): De Formatie van Eeklo is een laag-terras van de Schelde en wordt gekenmerkt door voornamelijk grof tot fijn zandig sediment, afgezet als acyclische verwilderde rivierafzettingen (De Moor 2002). Naar boven toe is soms een verfijning te zien met kleiige bijmenging.

Figuur 18 geeft en top en dikte weer van de Holocene klei en veen volgens het voxelmodel. In de doelpolder en nieuwe Arenbergpolder wordt het klei-veencomplex op minder dan 5m-mv aangesneden, terwijl dit voor de andere zones (buiten C59) veel dieper is. Dit is ten gevolge van de ophoging. Er zijn geen gegevens beschikbaar voor C59. Volgens het voxelmodel is er nog steeds een klei-veencomplex dikker dan 2m aanwezig ter hoogte van het gedempte doeldok, terwijl geweten is dat dit volledig is weggegraven. In Bijlage 2 zijn de OAv1.1 kaarten van de Holocene veen en klei afzonderlijk beschikbaar.

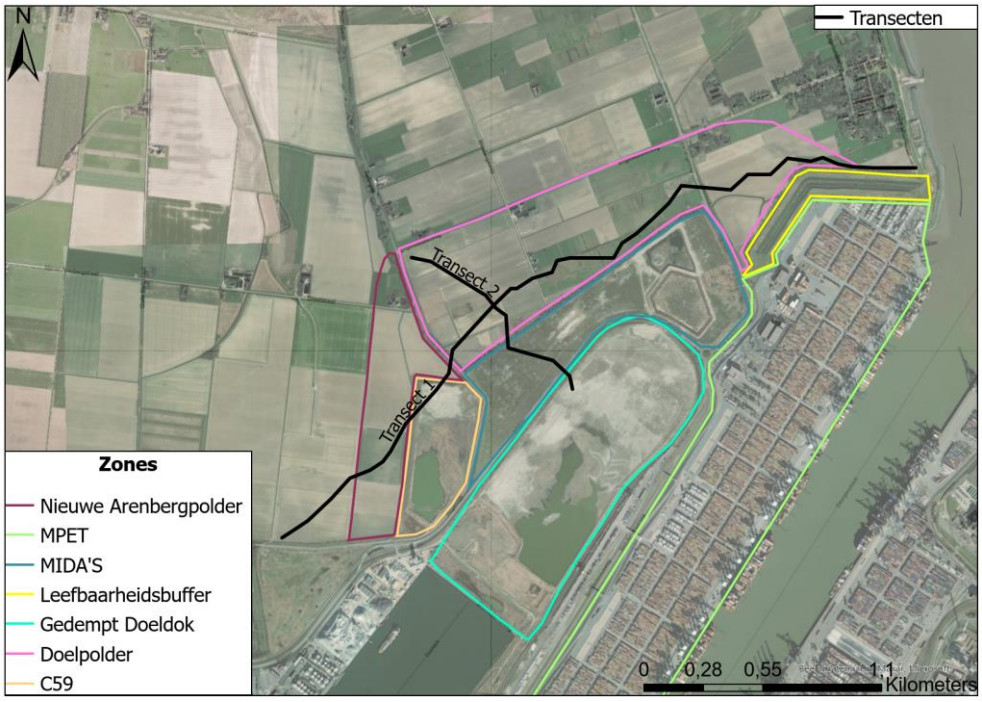


Figuur 18: Top en dikte van het Holocene klei en veen volgens het voxelmodel.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

4.2.3.3. Archeologienota

In het kader van de archeologienota werd op basis van CPT's twee dwarsdoorsneden gemaakt van de bovenste 10m van de ondergrond. De boringen werden enkel gebruikt om de kwaliteit van de interpretaties van de CPT's te controleren, maar niet verder opgenomen in de studie. De twee dwarsdoorsnedes verduidelijken de variërende dikte van het veen en estuariene afzettingen. De grote variatie in dikte werd toegeschreven aan lokale erosie ten gevolge van veenontginning en grachten. Ook kan het ontbreken van veen gelinkt worden aan geulen die het veen hebben doorsneden. Figuur 19 toont de transecten van de twee dwarsdoorsneden die werden opgesteld.

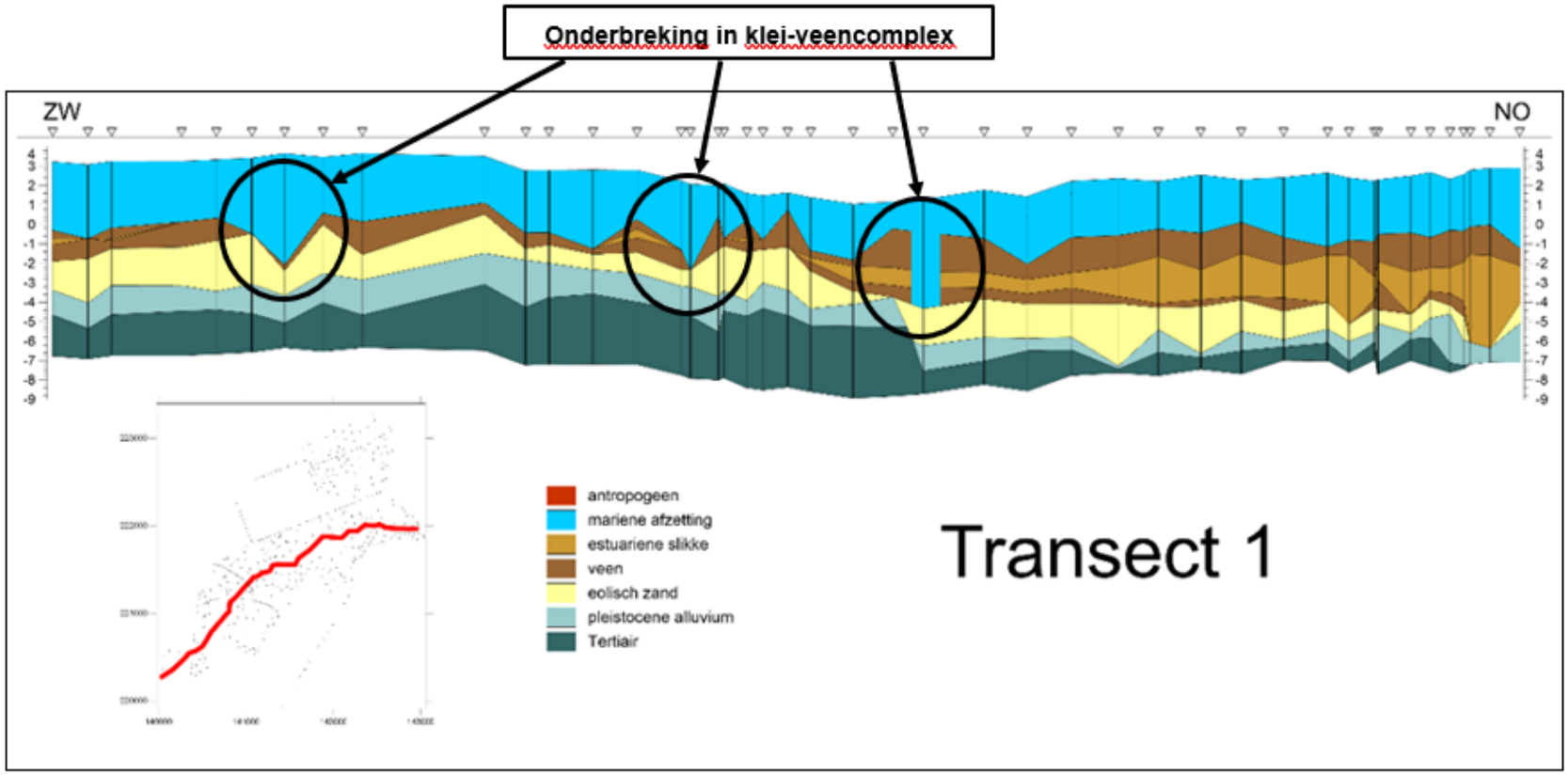


Figuur 19: Locatie transecten archeologienota [17].

Figuur 20 & Figuur 21 tonen de twee dwarsdoorsneden. Hierop is te zien dat de dikte van het klei-veencomplex sterk varieert binnen het projectgebied en op enkele plaatsen zelfs afwezig lijkt te zijn. Zo is op transect 1 te zien dat in de westelijke helft het veen minder dan 2m dik is met een gemiddelde dikte van ca. 1m. De estuariene afzettingen zijn hier dun en discontinu. Het onregelmatige verloop van de top van deze afzettingen wijst op lokale erosie ten gevolge van veenontginning en grachten [17]. In de oostelijke helft van transect 1 is het veen en estuariene afzettingen meer ontwikkeld met een gemiddelde dikte van 3m. In transect 2 heeft het veen en de estuariene sedimenten een gezamenlijke gemiddelde dikte van 1,5m. Ook wordt gezien dat transect 1 de mida's in het noordwesten doorkruist. Dit is een zone waar ophogingen zijn aangebracht, maar deze ophogingen zijn niet opgenomen in de doorsnede. In Bijlage 3 wordt dit verder verduidelijkt.

Deze lokale onderbrekingen zullen indien relevant worden opgenomen in het lagenmodel van het grondwatermodel.

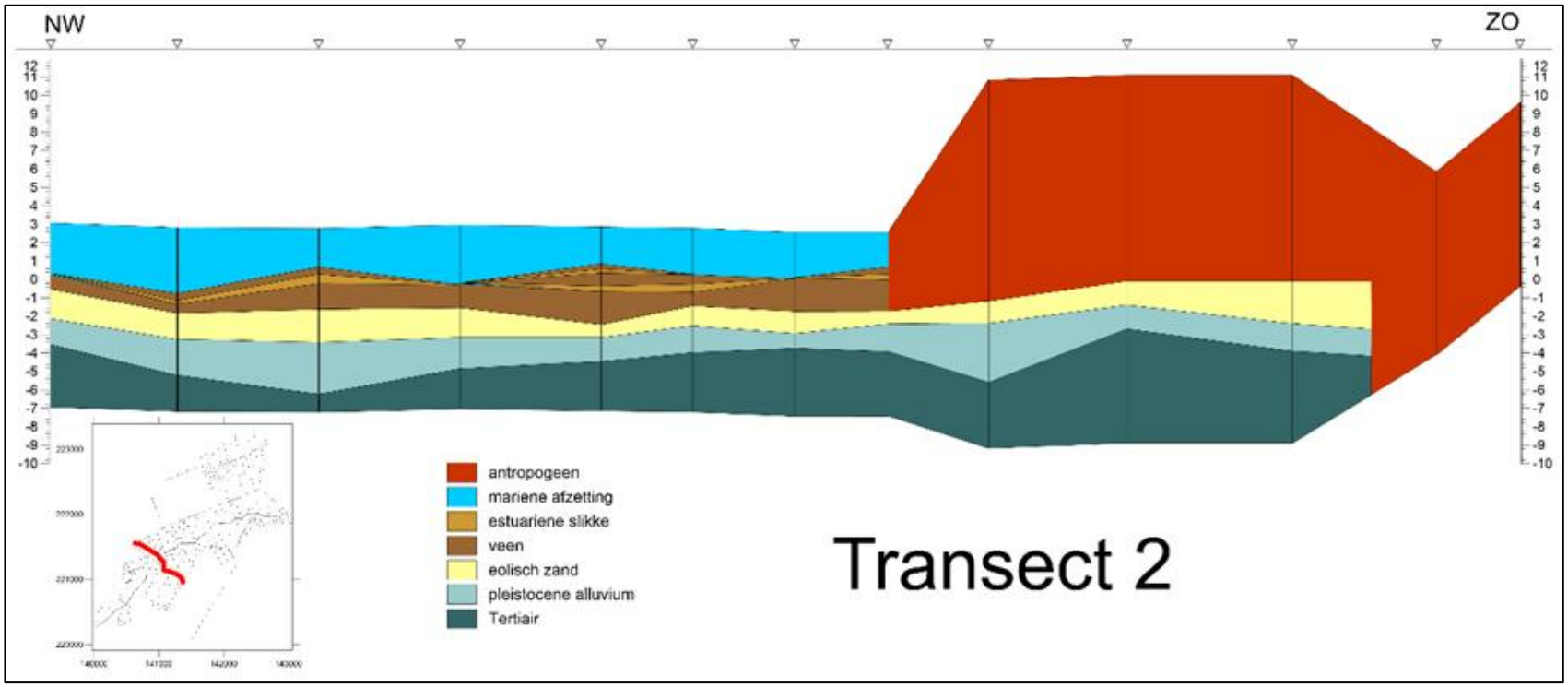
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 20: Transect 1 uit archeologienota [17].

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 21: Transect 2 uit archeologienota [17].

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

4.2.3.4. Lagenmodel Tractebel

In 2021 werd door Tractebel het lagenmodel opgesteld op basis van het beschikbare grondonderzoek (elektrische sonderingen en boorbeschrijvingen) in functie van het inschatten van de volumes grondverzet die gepland zijn tijdens uitvoering van de werken. Hierbij werd ook een selectie aan sonderingen van de archeologienota toegevoegd. Het lagenmodel heeft een resolutie van 0,5 x 0,5m. Figuur 22 toont de diktekaart van klei-veencomplex in het lagenmodel. Het klei-veencomplex is volgens het lagenmodel een combinatie van 3 lagen: Holoceen kleiig boven, Veen en Holoceen kleiig onder:

- **Holoceen kleiig boven**: bovengrens van deze laag bevindt zich binnen de opgehoogde zones op 2mTAW en in de poldergebieden op het maaiveldniveau. Binnen de opgehoogde zones werd aangenomen dat vanaf ca. 2mTAW natuurlijk materiaal wordt aangetroffen dat deel uitmaakt van het klei-veencomplex;
- **Veen**;
- **Holoceen kleiig onder**: Holocene laag onder het veen dat kleiiger is dan het zandiger materiaal van de tussenzanden.

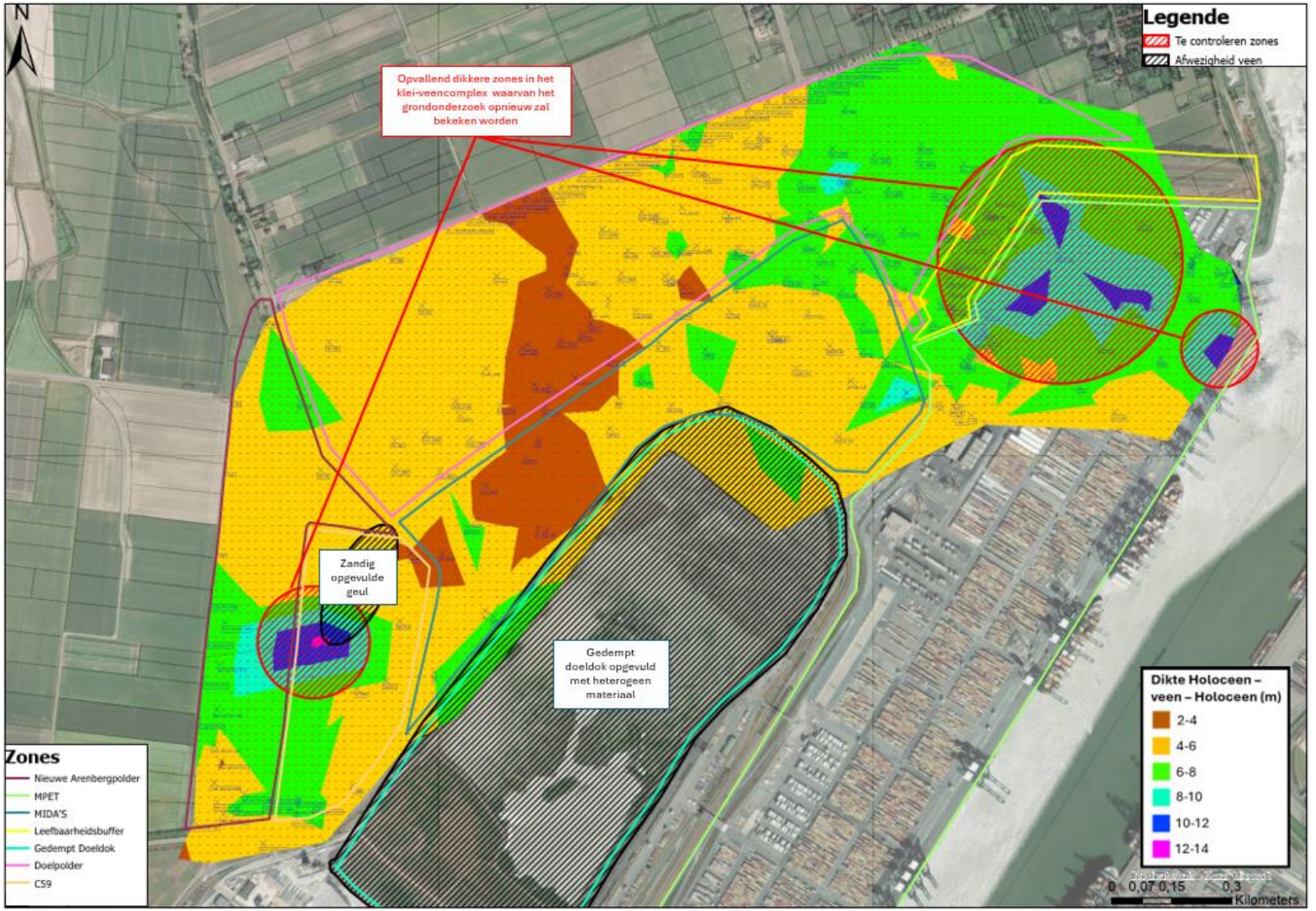
De dikte van het klei-veencomplex in het projectgebied varieert sterk en heeft momenteel overal een minimale dikte van 2m. In het oosten is het klei-veencomplex dikker met een gemiddelde dikte van ca. 7-9m, terwijl ten westen het klei-veencomplex beduidend dunner is met een gemiddelde van ca. 3-5m. Er zijn drie zones in het lagenmodel waar er een zeer dik pakket voorkomt (10-14m). Deze zones betreffen mogelijk anomalieën die in het kader van het grondwaterstromingsmodel minder relevant zijn en deze zullen eventueel verder verfijnd worden.

Ter hoogte van geulen is de grondlagenopbouw in de bovenste meters verstoord en dus niet natuurlijk. Geulen hebben zich ingesneden en zijn nadien terug opgevuld met zandig en/of kleiig materiaal. Daar waar de geulen zijn opgevuld met kleiig materiaal wordt geen onderscheid gemaakt tussen de opgevulde geul en het klei-veencomplex aangezien beiden bestaan uit vergelijkbaar materiaal. Mogelijks is er wel een onderbreking in het klei-veencomplex ter hoogte van zandig opgevulde geulen. Bijkomende sonderingscampagnes van Tractebel hebben aangetoond dat ter hoogte van een zandig opgevulde geul ter hoogte van C59 het klei-veencomplex afwezig is (Figuur 22). Het lagenmodel zal hiervoor gecorrigeerd worden.

Het is reeds geweten dat ter hoogte van het gedempt doeldok het volledig klei-veencomplex afwezig is. Het gedempt doeldok is volledig afgegraven tot een diepte van ca. -24mTAW en nadien opgevuld met heterogeen materiaal. Voor de uitgravingswerken werd ook het klei-veencomplex binnen de 15 meter rondom het doeldok uitgegraven en nadien opgevuld met goed doorlatend zand om de stabiliteit tijdens de werken te garanderen.

In het lagenmodel is geen informatie beschikbaar van MPET omdat deze zone buiten de scope van het grondverzet valt.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 22: Diktekaart klei-veencomplex lagenmodel Tractebel

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

4.2.4. Diktekaart

Voor het grondwatermodel wordt een diktekaart gemaakt van de boven- en ondergrens van het kleiveencomplex. Hiervoor wordt informatie van verschillende bronnen gecombineerd:

- **Binnen het projectgebied** wordt gewerkt met het lagenmodel van Tractebel. De resolutie van deze dataset is het hoogst in vergelijking met de overige beschikbare bronnen en geeft de meest gedetailleerde informatie over de variatie in dikte en diepte van het klei-veencomplex binnen het projectgebied. In het lagenmodel van Tractebel wordt MPET niet in rekening gebracht. De diktekaart van het klei-veencomplex in deze zone wordt opgesteld op basis van beschikbare geotechnisch onderzoek. Het lagenmodel wordt plaatselijk bijgesteld in functie van bijkomende informatie over de aanwezigheid van geulen of anomaliën;
- **Buiten het projectgebied** wordt gewerkt met de H3Dv2 eenheden: A0130 (Polderafzettingen).

4.2.5. Piëzometrie

De 1e WVL is een gespannen watervoerende laag. Door de plaatselijke aanwezigheid van de ophogingslaag is de freatisch watervoerende laag in deze zones beter ontwikkeld waardoor de stijghoogtes in de freatische WVL hoger zijn dan in de 1e WVL. Dit wordt weerspiegeld door negatieve stijghoogtegradiënten zoals te zien in Tabel 20. Dit wordt vastgesteld ter hoogte van MPET, Mida's en C59. In de polders (Doelpolder en Nieuwe Arenbergpolder) is de ophogingslaag beperkter en vaak niet aanwezig en is er een positieve stijghoogtegradiënt over het klei-veencomplex.

TABEL 20: MAXIMALE STIJGHOOGTEMETINGEN VOOR MAART 2024 IN FREATISCHE EN 1E WATERVOERENDE LAAG.

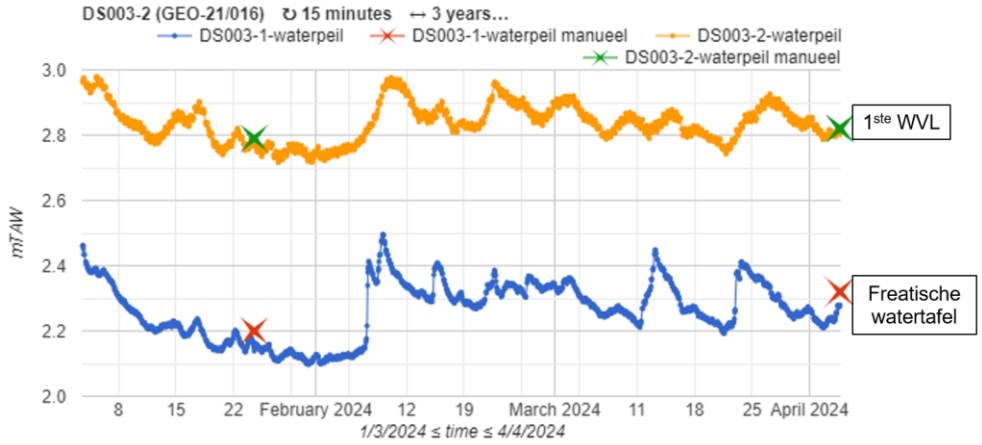
Peilbuis	Zone	Freatisch WVL (mTAW)	1 WVL (mTAW)	Stijghoogte gradiënt over Klei-veencomplex (m)
DS003	Nieuwe Arenbergpolder	2,409	2,927	0,52
HD001	Nieuwe Arenbergpolder	2,864	3,409	0,55
PB2076	MPET	4,19	3,31	-0,88
OT_PB03	MPET	5,409	2,78	-2,63
PB1004	MPET	6,08	5,13	-0,95
P2070	MPET	2,77	2,79	0,03
VT_PB02	MPET	5,20	2,96	-2,24
PB1012	MIDA'S	6,69	2,72	-3,97
PB1006	MIDA'S	3,71	3,66	-0,05
PB1001	Gedempt Doeldok	/	4,41	/

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Peilbuis	Zone	Freatisch WVL (mTAW)	1 WVL (mTAW)	Stijghoogte gradiënt over Klei-veencomplex (m)
PB1008	Gedempt Doeldok	/	4,20	/
P2030	Gedempt Doeldok	11,82	5,24	-6,57
KZ_PB18	Doelpolder	1,75	3,14	1,40
OLW003	Doelpolder	1,45	2,23	0,77
OG-B53	C59	5,50	3,74	-1,76
ZB001	/	2,57	2,96	0,38
OLW001	/	1,93	1,99	0,06
DS002	/	2,72	2,73	0,01

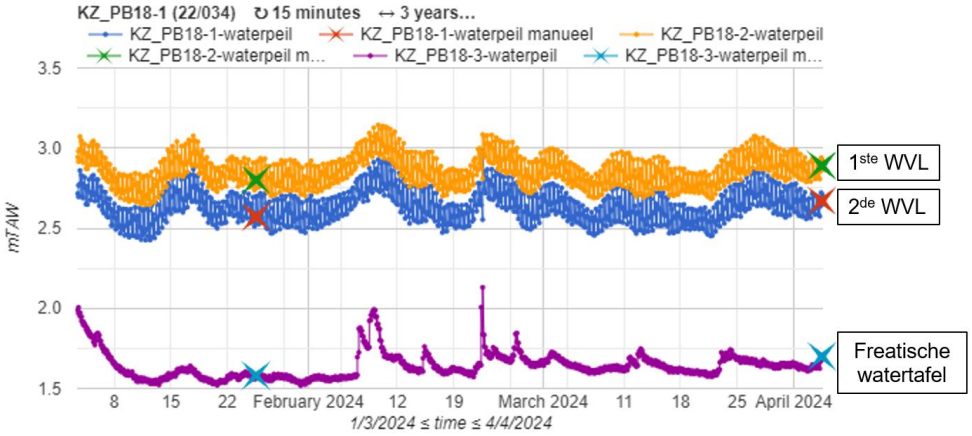
De geologische opbouw van het gedempt doeldok is volledig verstoord. Hier kan niet meer gesproken worden van freatische, 1e en 2e watervoerende laag. De stijghoogtes werden in peilbuizen P2030, PB1008 en PB1001 gemeten op de hoogtes waar de watervoerende lagen verwacht werden.

De stijghoogtes in de 1ste en 2de WVL zijn ter hoogte van de Nieuwe Arenbergpolder en de Doelpolder hoger dan in de freatische WVL. Dit geeft aan dat deze watervoerende lagen ter hoogte van deze zones een gespannen karakter hebben. Twee voorbeelden hiervan zijn peilbuis DS003 (in Nieuwe Arenbergpolder) en KZ_PB18 (in Doelpolder).



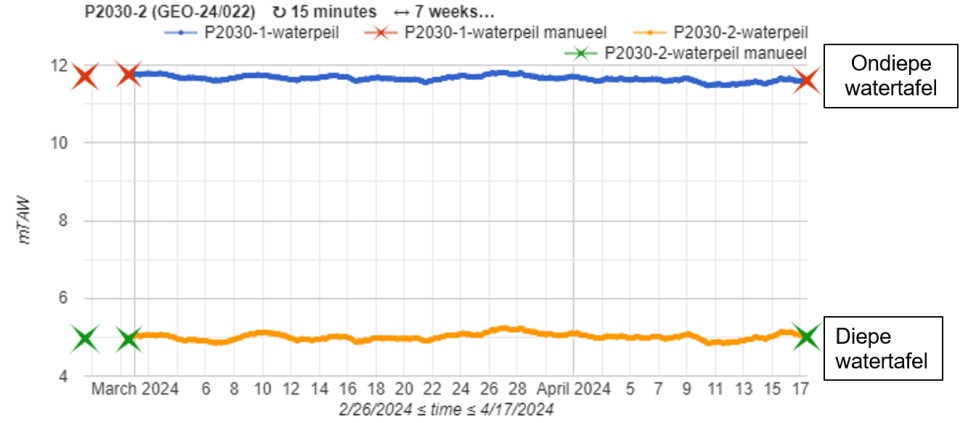
Figuur 23: Overzicht van de stijghoogtemetingen in DS003 van 03/01/2024 t.e.m. 04/04/2024.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 24: Overzicht van de stijghoogtemetingen in KZ_PB18 van 03/01/2024 t.e.m. 04/04/2024.

Ter hoogte van P2030 (in het gedempte doeldok) is de ondiepe grondwaterstand (P2030-1 met filterelement van 2m tot 8,61mTAW) beduidend hoger dan deze gemeten in de diepere peilbuis (P2030-2 met filterelement van 2m tot -7,72mTAW). Dit wijst erop dat er in het gedempt doeldok een minder doorlatende laag aanwezig.



Figuur 25: Overzicht van de stijghoogtemetingen in P2030 van 26/02/2024 t.e.m. 17/04/2024.

4.2.6. Conclusie

Over het algemeen kan gesteld worden dat het **klei-veencomplex** een slecht doorlatende laag is die een sterk waterremmend effect heeft. De lithologische samenstelling van deze waterremmende laag varieert van veen tot organische klei. In sommige gevallen wordt op de overgang van de polderafzettingen naar een zandigere laag ook zandhoudende klei tot kleihoudend zand aangetroffen.

Op basis van de lithologische samenstelling en literatuurstudies wordt verwacht dat de doorlatendheid van het klei-veencomplex binnen de range van **0,001 – 0,1m/d** zal liggen.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

De beschikbare gegevens en rapporten tonen aan dat het klei-veencomplex niet overal even dik is en dat er locaties zijn waar dit complex niet voorkomt. Deze onderbrekingen hebben implicaties voor de verspreiding van verontreinigingen tussen de freatische en 1e watervoerende laag. Deze nuances zullen ook aangebracht worden in de lagenopbouw van het grondwatermodel.

4.3. Lid van Kruisschans

4.3.1. Inleiding

Op basis van literatuur blijkt dat de textuur van het Lid van Kruisschans lateraal sterk kan variëren tussen een zandig of kleiige textuur. Het Lid van Kruisschans vormt de barrière tussen de 1ste en 2de watervoerende laag. Afhankelijk van de lithologische samenstelling vormt het Lid van Kruisschans in meer of mindere mate een afsluitende laag, wat leidt tot variërende interactie tussen beide watervoerende lagen.

4.3.2. Literatuur

De Formatie van Lillo is mariene lithostratigrafische eenheid die wordt gekenmerkt door grijs tot bruin schelprijk zand [21]. De formatie kan onderverdeeld worden in volgende leden: Lid van Luchtbal, Lid van Oorderen, Lid van Kruisschans, Lid van Merksem en Lid van Zandvliet. Het lid van Kruisschans is gelegen tussen het Lid van Zandvliet en het Lid van Oorderen. De Formatie van Lillo is een glauconietrijke laag waarbij het gehalte aan glauconiet varieert tussen de 6-12% [28].

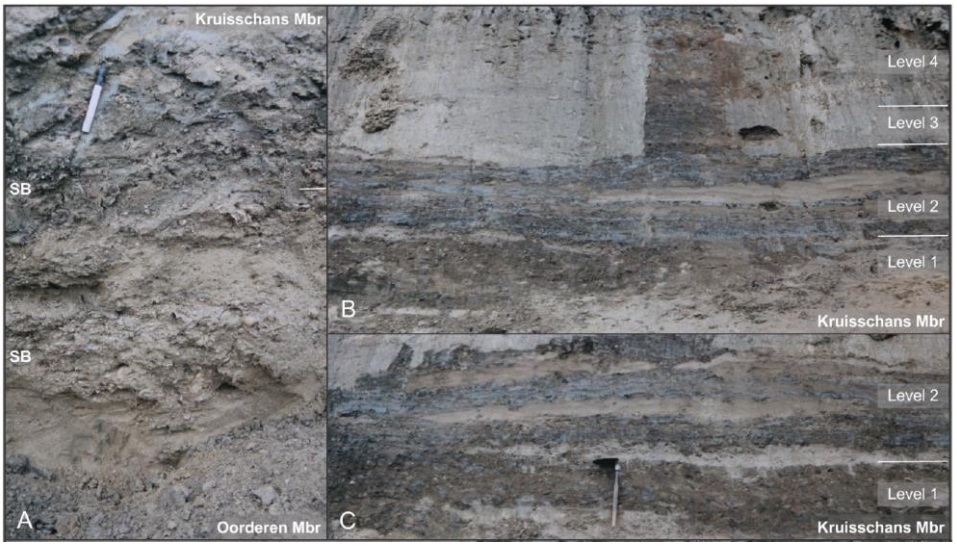
De overgang van de bovenliggende zanden naar het kleiigere deel van Lillo wordt op sonderingen gezien door een daling in conusweerstand q_c naar 10MPa of minder en een sterke stijging in wrijvingsweerstand R_f tot waardes die variëren tussen 2-4%. Deze daling in q_c en stijging in R_f gaat gepaard met de toename in kleigehalte [27].

Het **Lid van Kruisschans (LiKr)** wordt gekenmerkt door een fijn tot middelmatig grijsgroen zand dat glauconiethoudend is en kleilenzen en soms kleilagen bevat. In dit lid kunnen ook schelpfragmenten en kleine schelpjes aangetroffen worden. LiKr is het meest kleiige lid van de Formatie van Lillo en wordt daardoor gezien als het ‘kleiige deel van Lillo’. De dikte van de kleilaagjes varieert gemiddeld tussen 1-1,5cm maar kan oplopen tot 10-20cm [25]. In een recente studie van Tractebel op de PFAS-verontreiniging op Europaterminal (2022) [26], blijkt dat het Lid van Kruisschans kan bestaan uit een kleipakket van 1m dikte.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Het Lid van Kruisschans wordt onderscheiden van bovenliggende leden door de verschijning van kleilenzen en lagen van zuivere (zandrijke) klei. Het wordt herkent door de aanwezigheid van kleilenzen en/of dunne kleilaagjes in een zandig pakket [27]. De overgang van het Lid van Kruisschans naar het onderliggende Lid van Oorderen gebeurt geleidelijk en is vaak niet duidelijk. De grens tussen beiden wordt genomen daar waar er van een kleiigere textuur overgegaan wordt naar een minder kleiige textuur. Op sonderingen wordt deze overgang herkend door een toename in q_c en daling in R_f. Het Lid van Oorderen (LiOo) is een homogener lid. De fluctuaties in q_c en Rf, zoals die verwacht worden in LiKr, zijn niet zo sterk aanwezig in LiOo [27].

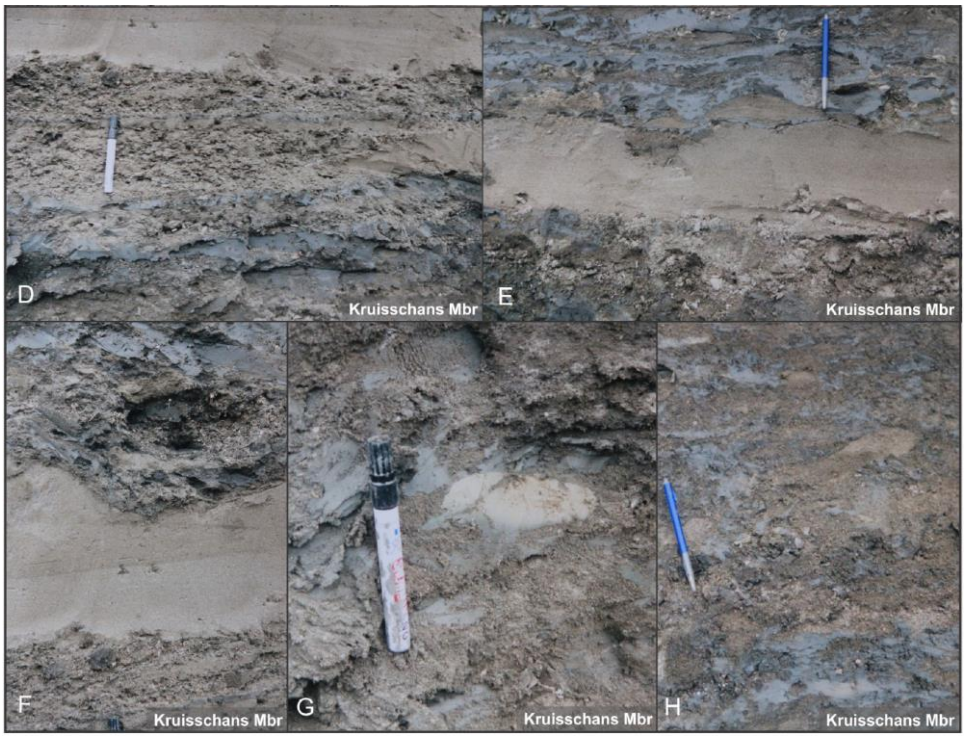
Er bestaat ook sterke variatie in lithologie binnen LiKr. In het artikel van Deckers et al. (2020) [27]) werd de lithologie van LiKr en de overgangen tussen de leden van de Formatie van Lillo beschreven o.b.v. foto's. Figuur 26 (A) toont een iets meer graduele overgang van LiKr naar LiOo ten gevolge van bioturbatie. Ook worden er grotere schelpen en schelpenresten aangetroffen in het bovenste deel van LiOo en eerder schelpengruis in het onderste deel van LiKr. Figuur 26 (B & C) tonen de typisch gelaagde opbouw van LiKr waarbij dunnere gelamineerde zandlaagjes afgewisseld worden met cm-dikke blauwachtig-grijze lagen van pure klei.



Figuur 26: Profielen van het Lid van Kruisschans (SB = schelpenbank) [27].

Figuur 27 (D, E & F) toont profielen met een abrupte overgang tussen het eerder zandig profiel (bruin) en de blauwgrijze kleihoudend zandige, tot kleiige lagen. Ook kunnen er in LiKr kleilenzen aangetroffen worden, zoals in Figuur 27 (G). Figuur 27 (H) toont een profiel waarbij de typische gelaagde opbouw van LiKr verstoord is door bioturbatie.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



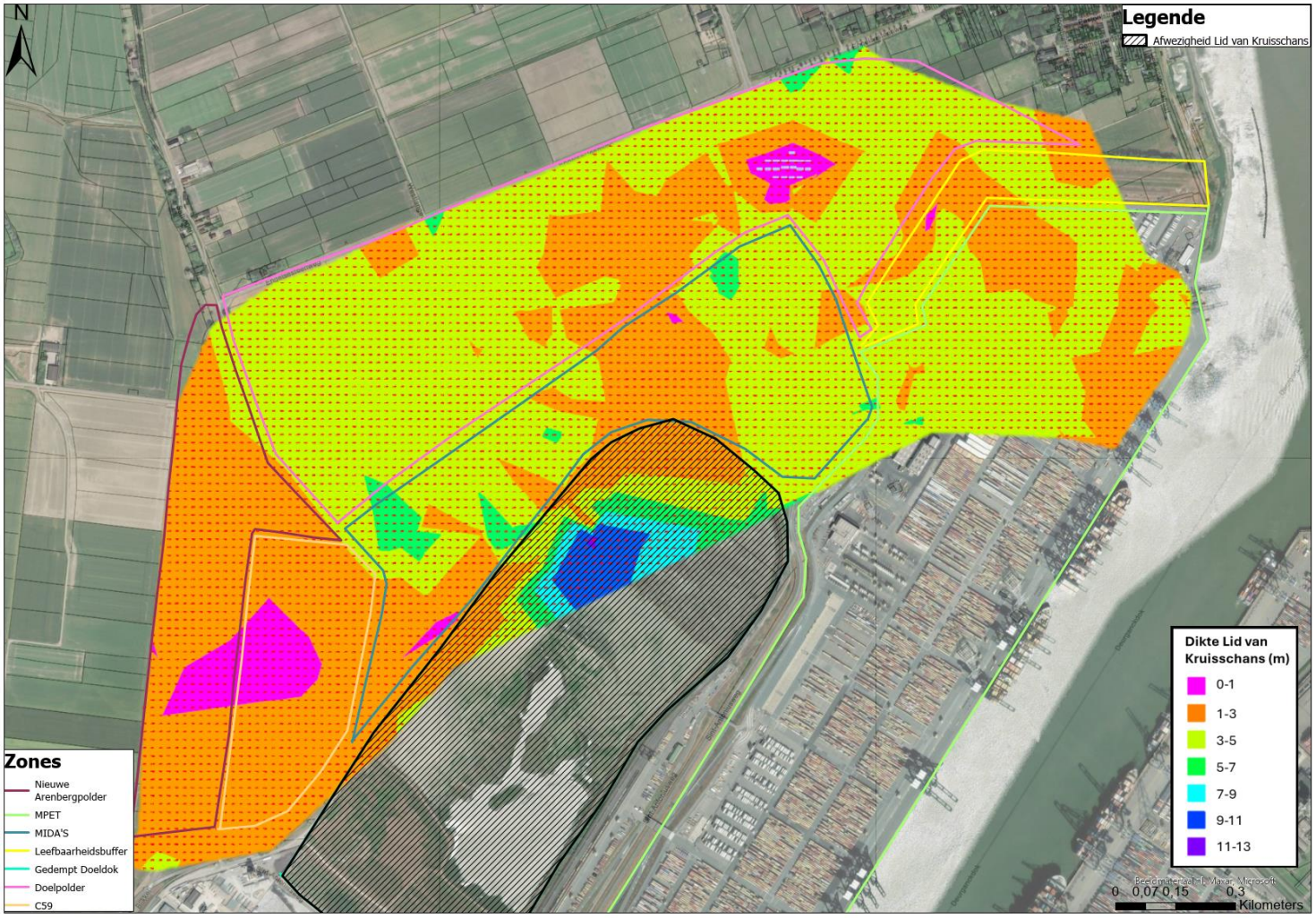
Figuur 27: Profielen van het Lid van Kruisschans (SB = schelpenbank) [27].

4.3.3. Lagenmodel Tractebel

In 2021 werd door Tractebel het lagenmodel opgesteld op basis van het beschikbare grondonderzoek. Hierbij werden ook enkele sonderingen van de archeologienota toegevoegd.

De dikte van het Lid van Kruisschans varieert binnen het projectgebied. Ter hoogte van de nieuwe arenbergpolder en C59 heeft het LiKr een gemiddelde dikte van 2m, terwijl in de doelpolder, Mida's en MPET er wordt verwacht dat het LiKr dikker is met een gemiddelde dikte van 4m. Door de uitgravingswerken in het gedempt doeldok is LiKr hier niet meer intact. Bovendien zijn er twee zones waar het LiKr met een dikte dunner dan 1m.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 28: Diktekaart klei-veencomplex lagenmodel Tractebel [19].

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

4.3.4. Piëzometrie

LiKr bevindt zich tussen de 1ste en 2de watervoerende laag. De lithologie van LiKr kan sterk variëren waardoor de twee lagen vermoedelijk meer interactie hebben daar waar LiKr minder kleiig is. Tabel 21 geeft een overzicht van de maximale stijghoogtes in maart 2024 voor de 1e en 2e WVL. De stijghoogtegradiënt over het lid van kruisschans wordt berekend door het verschil te nemen van de stijghoogtemeting in de 2e WVL met de stijghoogtemeting in de 1e WVL. De stijghoogtegradiënt over het Lid van Kruisschans varieert tussen -0,20m en 0,25m. Ter hoogte van het gedempt doeldok is het Lid van Kruisschans afwezig. De peilbuizen in het gedempt doeldok worden niet verder bekeken in deze analyse.

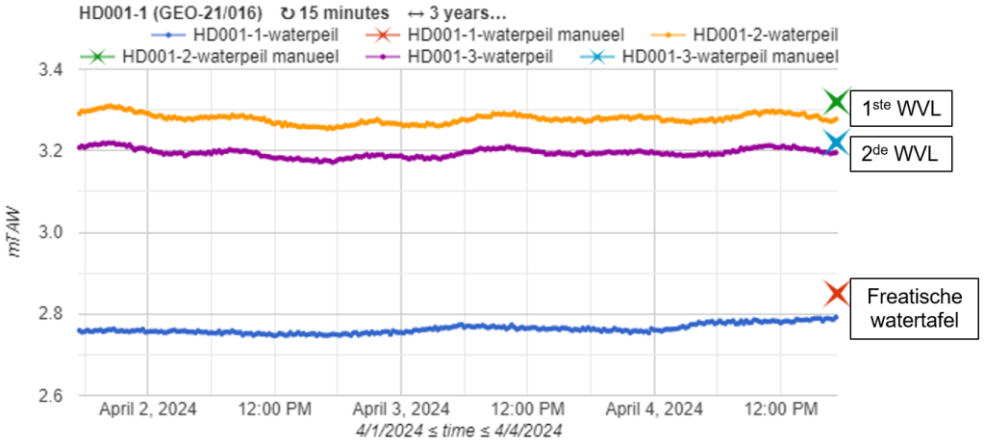
TABEL 21: MAXIMALE STIJGHOOGTES VOOR MAART 2024.

Peilbuis	Zone	1 WVL (mTAW)	2 WVL (mTAW)	Stijghoogtegradiënt over Lid van Kruisschans (m)
HD001	Nieuwe Arenbergpolder	3,409	3,314	-0,09
PB2076	MPET	3,31	3,11	-0,20
OT_PB03	MPET	2,78	2,82	0,04
PB1004	MPET	5,13	5,10	-0,03
P2070	MPET	2,79	2,82	0,03
VT_PB02	MPET	2,96	3,13	0,17
PB1012	MIDA'S	2,72	2,74	0,02
PB1006	MIDA'S	3,66	3,71	0,05
PB1001	Gedempt Doeldok	4,41	3,91	-0,51
PB1008	Gedempt Doeldok	4,20	4,11	-0,09
P2030	Gedempt Doeldok	5,24	6,00	0,76
KZ_PB18	Doelpolder	3,14	2,86	-0,28
OLW003	Doelpolder	2,23	2,21	-0,01
OG-B53	C59	3,74	3,78	0,04
DS001	/	2,57	2,58	0,01
ES001	/	2,21	2,20	-0,01

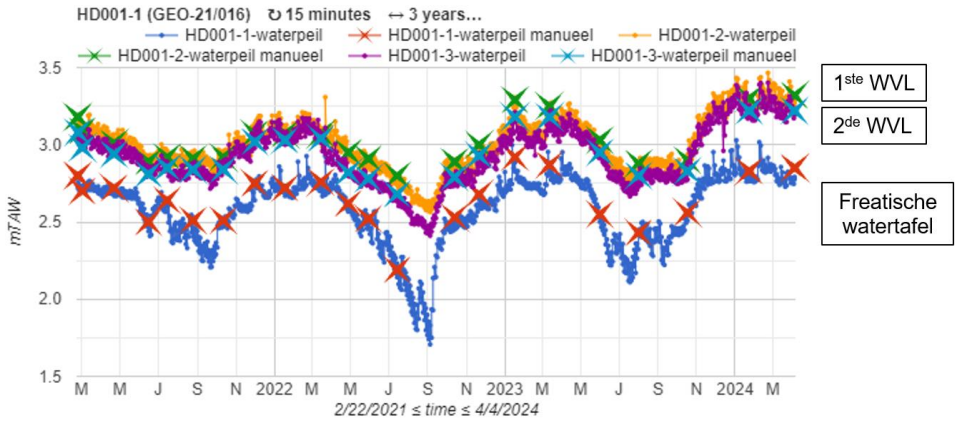
De geologische opbouw van het gedempt doeldok is volledig verstoord. Hier kan niet meer gesproken worden van freatische, 1e en 2e watervoerende laag. De stijghoogtes werden in peilbuizen P2030, PB1008 en PB1001 gemeten op de hoogtes waar de watervoerende lagen verwacht werden.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Ter hoogte van HD001 vertonen de stijghoogtes in de twee gespannen lagen een gelijkaardige trend. De stijghoogtes in de 1e WVL zijn net iets hoger dan in de 2e WVL, gemiddeld 0,10m hoger. De laagste stijghoogtes worden gemeten in het zomerseizoen. Het grootste verschil tussen de stijghoogte in de eerst en tweede watervoerend laag wordt gemeten in 2022. Ter hoogte van HD001 is er een lichte invloed van de getijden op de stijghoogtes in de freatisch watervoerende laag. De stijghoogtes in de 1e en 2e WVL ondervinden een iets sterkere invloed van de getijden. Op de dichtstbijzijnde sondering CG-S09 (Figuur 31) is te zien dat LiKr hier eerder kleihoudend zandig is met hier en daar een kleirijker laagje, maar geen dikke laag zandrijke klei.

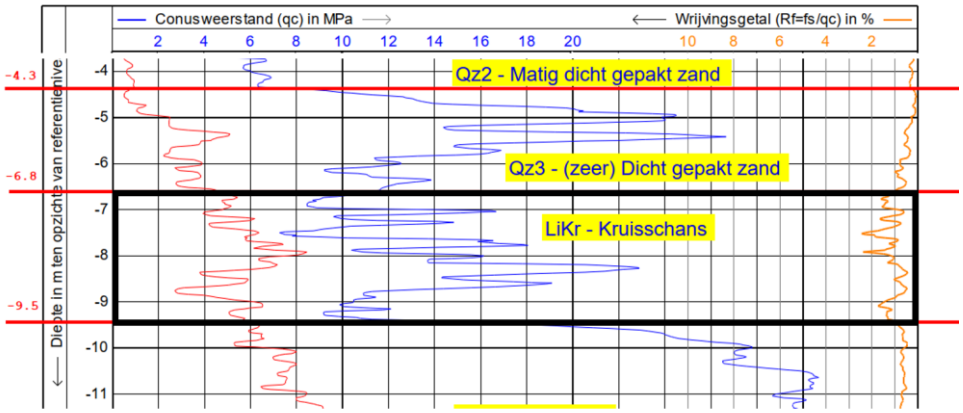


Figuur 29: Stijghoogtemetingen in HD001 tussen 01/04//2024 en 04/04/2024 (3 dagen).



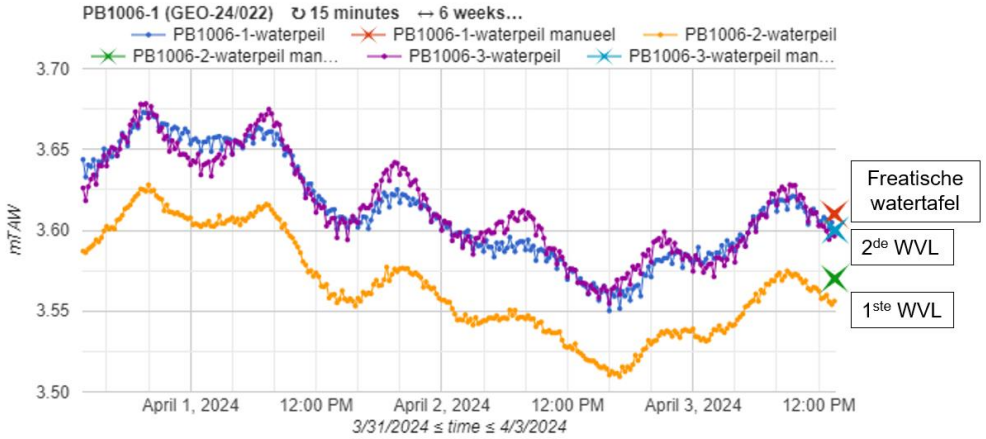
Figuur 30: Totaaloverzicht stijghoogtemetingen in HD001 (22/02/2021 t.e.m. 04/04/2024).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

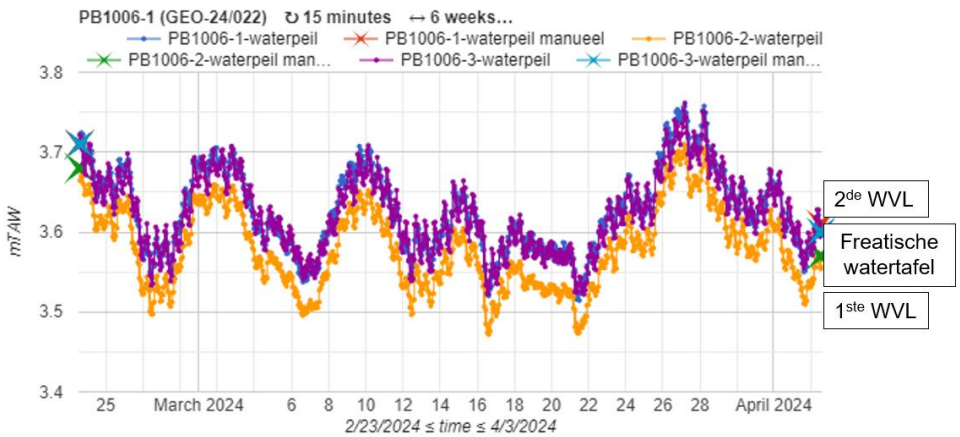


Figuur 31: Sondering CD-S09.

Ter hoogte van PB1006 is de stijghoogte in de 2e WVL consequent hoger dan in de 1e WVL. Het stijghoogteverschil tussen de 1e en 2e WVL is gemiddeld 0,1m. Op de dichtstbijzijnde sondering OG-S45 (Figuur 34) is te zien dat LiKr hier hoofdzakelijk kleihoudend zandig is, maar dat tussen -7 en -8mTAW een duidelijkere kleiaanrijking te zien is.

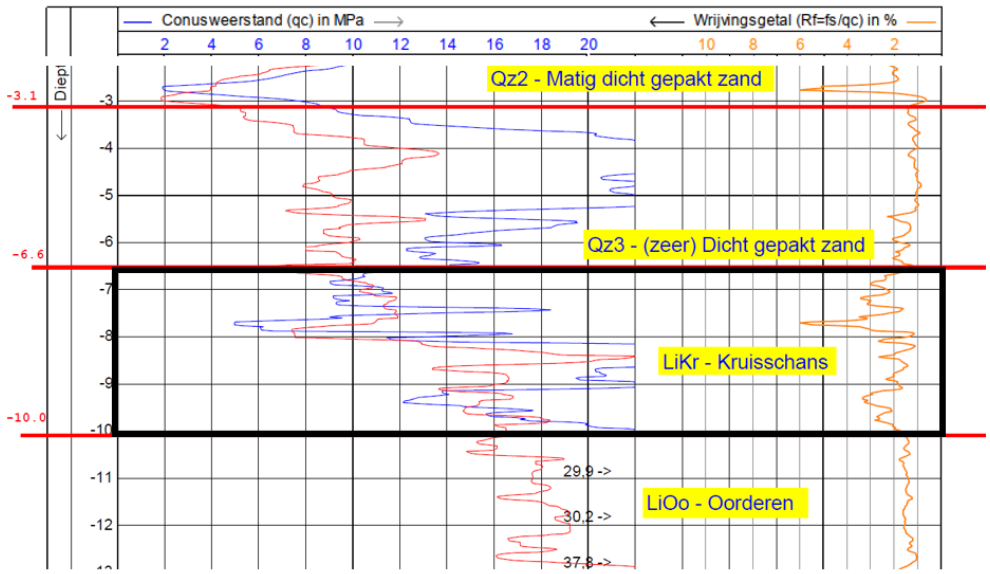


Figuur 32: Stijghoogtemetingen in PB1006 (31/03/2024 t.e.m. 03/04/2024).



Figuur 33: Totaaloverzicht stijghoogtemetingen in PB1006 (23/02/2021 t.e.m. 03/04/2024).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 34: Sondering OG-S45.

4.4. Conclusie

Het **Lid van Kruisschans** is beduidend kleiiger dan bovenliggende en onderliggende geologische lagen. Binnen het projectgebied kan LiKr tot 6m dik zijn, ter hoogte van het gedempt doeldok is LiKr afwezig. De mate van kleiaanrijking en/of bijmenging varieert sterk. De lithologische samenstelling van dit lid kan lokaal variëren van kleihoudend zand, kleiig zand tot kleihoudend zand in combinatie met zandrijke kleilaagjes of dikkere laagjes zandrijke klei. In bijlage 4 wordt de lithologische samenstelling van het Lid van Kruisschans binnen het projectgebied op basis van het geotechnisch onderzoek meer in detail besproken. Op basis van de lithologische samenstelling wordt verwacht dat de doorlatendheid van het Lid van Kruisschans binnen de range van **0,01 – 1m/d** zal liggen.

Het verschil in stijghoogtes tussen de 1ste en 2de watervoerende laag kan in verband gebracht worden met de klei-aanrijking. Afhankelijk van het kleigehalte is deze laag meer of minder doorlatend. Over het algemeen kan gesteld worden dat het waterremmend effect van het Lid van Kruisschans eerder beperkt is. Plaatselijk is dit iets hoger tot 0,25 m.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

5. Bepaling hydraulische parameters

In deze nota worden de doorlatendheden van de verschillende lagen opnieuw onderzocht en bepaald. Op basis van resultaten van pompproeven, literatuurstudies, eerder opgestelde grondwatermodellen en de kwalitatieve lithologische beschrijving van de ondergrond, wordt aan de modellagen een doorlatendheid toegekend.

Op basis van de huidige inzichten wordt voorgesteld om de ondergrond op te delen in volgende lagen:

1) Opgespoten zanden;
2) Klei- veencomplex;
3) Tussenzanden;
4) Lid van Kruisschans;
5) Onderste zandlaag van Lillo en zanden van Kattendijk en Berchem.

Met als ondergrens de bovenkant van de Formatie van Boom.

5.1. Gedempt doeldok

Ter hoogte van het Gedempt Doeldok is de ondergrond zeer heterogeen. Het Doeldok is destijds opgevuld met antropogeen materiaal waardoor onderscheid maken tussen de verschillende geologische lagen niet mogelijk is. Ook in de nabije omgeving van het Doeldok heeft er grondvervanging plaatsgevonden voor de aanleg van de taluds van het Doeldok. Zowel op de sonderingen als op de boringen is de originele geologische opbouw niet te herkennen.

5.2. Zone buiten gedempt doeldok

Tabel 22 geeft een overzicht van paramaterset die zal gebruikt worden voor de kalibratie van het grondwatermodel. Hierbij wordt aangegeven per modellaag wat de range is aan doorlatendheden waarbinnen de doorlatendheid geschat wordt op basis van de beschikbare informatie en textuurbeschrijving. Deze range aan doorlatendheden is per laag als volgt bepaald:

- Voor de ophogingslaag zijn enkel de hydraulische parameters beschikbaar die worden vermeld in de literatuur. Deze range is bepaald o.b.v. de literatuurstudie rekening houdend met de grootteorde van doorlatendheid geschat op basis van de textuur;
- De range voor het klei-veencomplex en het Lid van Kruisschans is bepaald op basis van de textuur;
- Voor de tussenzanden en de zanden onder het Lid van Kruisschans is de range bepaald op basis van de resultaten van de pompproeven.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Ook wordt een eerste inschatting gemaakt van de verwachte doorlatendheid per laag. Deze waarde is uiterst indicatief en dient nog verder onderzocht en geoptimaliseerd te worden bij de kalibratie van het grondwatermodel.

De verticale anisotropie wordt voor alle modellagen gekozen op 10. Hiervoor wordt verwezen naar de cursus Hydrologie van TU Delft [30] waarin wordt aangegeven dat de verticale doorlatendheid in de praktijk vaak tien keer zo klein gekozen wordt dan de horizontale doorlatendheid, maar dat hier geen fundamentele basis voor is.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TABEL 22: MODELLAGEN VAN HET NIEUW GRONDWATERMODEL.

Modellaag	Lithostratigrafie		Lithologie	RANGE horizontale doorlatendheden	SCHATTING horizontale doorlatendheid	Verticale anisotropie
	Formatie	Lid		m/d	m/d	/
1	/		Ophogingslaag	5 - 25,92	8,5	10
2	Quartair		Klei en veen (Holoceen)	0,001 – 0,1	0,01	10
3			Fijn tot grof zand	12,37 – 25,92	15	10
	Lillo	Merksem	Fijn zand met schelpfragmenten			
		Zandvliet	Fijn licht glauconiethoudend zand			
4		Kruisschans	Fijne tot middelmatige zand dat zeer kleirijk is (kleilenzen en cm-dunne lagen van zuivere klei) met schelpfragmenten en kleine schelpjes	0,01 - 1	0,1	10
5		Oorderen	Fijn glauconiet- en kleihoudend zand met veel schelpen en schelpenbanken	4,23 – 4,9	4,5	10
	Kattendijk	/	Middelmatig tot fijn glauconiethoudend zand (soms kleihoudend).			
	Berchem	/	Fijne glauconietrijke, licht kleiige zanden met lokaal schelpen(banken)			
Ondergrens	Boom	/	Harde compacte klei	/	/	/

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

6. Besluit

In dit rapport werd een literatuurstudie uitgevoerd van alle beschikbare pompproeven, grondwatermodellen en literatuurstudies die zijn uitgevoerd voor de bepaling van de doorlatendheid. De meest betrouwbare methode voor de bepaling van de hydraulische parameters is door middel van een pompproef. Dit werd reeds uitgevoerd in de 1e en 2e watervoerende laag. Het geotechnisch onderzoek op de site toont aan dat deze watervoerende lagen, voornamelijk de tussenzanden, zeer heterogeen zijn. Dit wordt weerspiegelt in de brede range aan doorlatendheden die door middel van pompproeven zijn bepaald en biedt voldoende redenen om de beschikbare pompproeven opnieuw te interpreteren en nieuwe pompproeven uit te voeren.

Voor het klei-veencomplex en het Lid van Kruisschans zijn geen representatieve gegevens beschikbaar. Hierbij werd beroep gedaan op het geotechnisch onderzoek om de lithologische samenstelling van deze lagen beter te begrijpen. Ook werd het waterafremmend karakter bestudeerd aan de hand van de piëzometrie. Dit kwalitatief onderzoek bevestigt enerzijds de sterke heterogeniteit in deze lagen, anderzijds geeft dit kwalitatief onderzoek aan welke grote trends in lithologische samenstelling te verwachten zijn.

Het combineren van de literatuurstudie van de hydraulische parameters met het geotechnisch onderzoek maakt het mogelijk een weloverwogen keuze te maken van de range aan doorlatendheden waarmee het grondwatermodel zal gekalibreerd worden. Bovendien werd een eerste inschatting gemaakt van de verwachte doorlatendheid per modellaag.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

7. Referenties

[1] Borremans Michael, Geologie van Vlaanderen. Academia Press, Gent (2015). ISBN 978-90-382-2433-6.

[2] AOSO Geotechniek (1996). Verslag over de resultaten van de berekeningen van de doorlatendheid van de watervoerende zandlagen ter plaatse van de te bouwen Containerkaai West – Deel 1 – Langs de Schelde te Beveren (Doel). Antwerpen. 81p.

[3] SGS Belgium NV (2018). Rapport (Versie 2) Geotechnisch onderzoek Verrebroekdok – Beveren-Waas België. Havenbedrijf Antwerpen NV van publiek recht. Antwerpen. 82p.

[4] Antea Belgium nv (2021). Project-MER BASF-site Actualisatie kaderdeel 2021. BASF Antwerpen. Antwerpen. 455p.

[5] Arcadis (2011). Scenarioanalyse Linker Scheldeoever, Deelrapport 3 (Grondwatermodellering), Projectnummer 11100. Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen. Antwerpen. 40p.

[6] International Marine & Dredging Consultans (IMDC) (2013). Ontwikkeling van een numeriek modelinstrument voor de waterhuishouding op de Linkerscheldeoever, Fase 2: Opbouw van het modelinstrument, Deelrapport 4.1 ‘Opbouw en kalibratie van het numerieke modelinstrumentarium in de huidige toestand – Grondwatermodel’. Departement Mobiliteit en Openbare Werken. Antwerpen. 116p.

[7] Lebbe, L., Vandenbohede A. & Waeyaert, P. (2006a). 3D model voor de simulatie van de grondwaterstroming en het opgeloste stoffen transport op basis van de HCOV-kartering ter ondersteuning van de adviesverlening voor grondwaterwinning in de verzilte freatische aquifer. GROMO 2006/02-01.

[8] Lebbe, L., Vandenbohede, A. & Waeyaert, P. (2006b). Verfijning van de HCOV-indeling van het Kust- en Poldersysteem en de toepassing ervan in een lokaal axi-symmetrisch model en in een 3D model voor de simulatie van de dichtheidsafhankelijke grondwaterstroming ter ondersteuning van de adviesverlening voor grondwaterwinningen in de verzilte freatische aquifer, wetenschappelijk rapport, 30pp. Universiteit Gent i.o.v. VMM, afdeling water.

[9] Arcadis (2018). Haalbaarheidsstudie Doelpolder, Waterhuishouding: waterafvoer en onderloopsheid dijken Onderziek m.b.t. grondwaterstand en verzilting. Gent. 90p.

[10] Antea Belgium nv (2019). PROJECT-MER Oosterweelverbinding, Deelrapport disciplines grondwater en oppervlaktewater, Basisalternatief en uitvoeringsvarianten. Antwerpen. 218p.

[11] Tractebel Engineering S.A. (2024). Ontwerpstudie Tweede Getijdendok. Bemaling uitvoeringsfases. Gent. 25p.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

[12] SHIP (2023). Complex project ‘Realisatie van extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen’ (CP ECA), Preliminaire MER CCL- discipline grondwater. Departement Mobiliteit en Openbare Werken. Antwerpen. 170p.

[13] Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie (Universiteit Gent) (1995). Inventarisatie van de kennis van de Ieperiaanklei in functie van onderzoek naar diepe berging van radioactief afval (Fase 2). Gent. 135p.

[14] DE SMET, D.; MAHAUDEN, M., LEBBE, L. & DE BREUCK, W. (1994). Hydrogeologische studie van de bedrijfsterreinen van BASF Antwerpen NV. Gent, Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie (RUG), TGO 90/11, 99 pp.

[15] BOLLE, I.; VAN BURM, P. & DE BREUCK, W. (1989). Hydrogeologisch onderzoek in de Melselepolder (Beveren - Zwijndrecht). Laboratorium voor Toegepaste Geologie en Hydrogeologie (RUG), TGO 88/12, 44 pp.

[16] Lebbe, L. en Vandenbohede, A. (2004). Ontwikkeling van een lokaal axi-symmetrisch model op basis van de HCOV kartering ter ondersteuning van de adviesverlening voor grondwaterwinningen; Onderzoeksopdracht voor het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, AMINAL, afdeling Operationeel Waterbeheer.'

[17] G. Noens, J. Rozek, L. Allemeersch, F. Cruz, P. De Smedt, S. Van de Velde, J. Verhegge, P. Laloo, C. Thys. (2023). Projectbesluit containercluster Linkerscheldeoever (PB CCL) – Verslag van Resultaten. Gate Archeologie & Ruben Willaert.

[18] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1996). Technisch Rapport Geotechnische classificatie van veen (TR-16). 105p.

[19] Lagenmodel Tractebel (Project gebonden documenten).

[20] Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid (CIS). Ontwerp-Stroomgebiedbeheerplannen voor Schelde en Maas 2022-2027, Grondwatersysteemspecifiek deel – Centraal Kempisch Systeem, Bijlage 1: Begrenzing en hydrogeologische opbouw van het Brulandkrijtsysteem. 10p.

[21] Deckers J., De Koninck R., Bos S., Broothaers M., Dirix K., Hambsch L., Lagrou, D., Lanckacker T., Matthijs, J., Rombaut B., Van Baelen K. & Van Haren T., 2019. Geologisch (G3Dv3) en hydrogeologisch (H3D) 3D-lagenmodel van Vlaanderen. Studie uitgevoerd in opdracht van: Vlaams Planbureau voor Omgeving (Departement Omgeving) en Vlaamse Milieumaatschappij 2018/RMA/R/1569, 286p.

[22] Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid. Stroomgebiedbeheerplannen voor Schelde en Maas 2022 – 2027. Grondwaterspecifiek deel – Kust en Poldersysteem Bijlage 1 – Hydrogeologische opbouw van het KPS. 8p.

[23] J. Deckers, B. Rombaut en R. De Konick, 2019. Update Hydrogeologische Codering van Vlaanderen: HCOV-versie 2. Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

[24] Ph. Buffel, S. Claes en F. Gullentops, 2001 - Kaartblad 15 Antwerpen. Toelichtingen bij de geologische kaart van België - Vlaams Gewest. Belgische Geologische Dienst en Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie, Brussel. 56 p., 17 fig., 1 tab., 10 foto's (tekst opgemaakt in 1999).

[25] Ph. Buffel, S. Claes en F. Gullentops, 2001 - Kaartblad 7 Rekem. Toelichtingen bij de geologische kaart van België - Vlaams Gewest. Belgische Geologische Dienst en Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie, Brussel. 56 p., 17 fig., 1 tab., 10 foto's (tekst opgemaakt in 1999).

[26] Tractebel Engineering, 2022 – Tussentijds rapport – bijkomende onderzoeksverrichtingen naar de aanwezige PFAS-verontreinigingen op Europaterminal. 368p. (document nummer: TN6200).

[27] J. Deckers, S. Louwye en S. Goolaerts, 2020 – The internal division of the Pliocene Lillo Formation. Correlation between Cone Penentration Tests and lithostratigraphic type sections. 333-343. (https://doi.org/10.20341/gb.2020.027)

[28] S. Louwye, J. Deckers, N. Vandenberghe, 2020 – The Pliocene Lillo, Poederlee, Merksplas, Mol en Kieseloolite Formations in the northern Belgium: a synthesis. 297-313. (https://doi.org/10.20341/gb.2020.016)

[29] L. Broothaers, 2000 – Zandboek Vlaanderen. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie. 114p.

[30] Savenije Hubert. Cursus Hydrologie (CT2310). TU Delft. OpenCourseWare. (https://ocw.tudelft.nl/courses/hydrologie/)

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

8. Ondertekening

TABEL 23: ONDERTEKENINGSTABEL.

Naam van de auteur	Eline Beelen 9/07/2024	
Naam van de revisor	Maarten Behiels 9/07/2024	
Naam van de revisor	Michael Borremans 9/07/2024	

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Lithologische samenstelling en hydraulische parameters van de geologische lagen

Lithologische samenstelling en hydraulische parameters van de geologische lagen

BIJLAGES



TRACTEBEL ENGINEERING N.V.

Kantoor Gent

Esplanade Oscar Van de Voorde 1
9000 Gent– België

Tel. +32 9 240 09 11

www.tractebel.engie.com

DOSSIER NR.:	P.016898.0500
OPDRACHTGEVER:	Haven van Antwerpen
OPSTELLERS:	Eline Beelen
DATUM:	9-07-2024
REVISOR:	Maarten Behiels, Michael Borremans
VERSIE	01

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Overzicht bijlagen

Bijlage 1: Overzichtstabel doorlatendheden

Bijlage 2: Holocene veen en klei binnen projectgebied volgens voxelmodel

Bijlage 3: Geotechnische doorsnede archeologienota ter hoogte van de Mida's

Bijlage 4: Lithologische samenstelling Lid van Kruisschans op basis van het geotechnisch onderzoek

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Bijlage 1: Overzichtstabel doorlatendheden

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Lithostratigrafie		Watervoerende laag	HORIZONTALE DOORLATENDHEID (m/d)									
			Pompproef	Pompproef	Pompproef	GWM	GWM	GWM	GWM	GWM	Literatuur	Literatuur
Formatie	Lid		**1996**: Bouw Containerkaai West te Doel (AOSO Geotechniek)	**2018**: Verrebroekdok (SGS, Tractebel)	**2021**: BASF Antwerpen (Antea Group)	**2011**: Linker Scheldeoever (Arcadis)	**2013**: Waterhuishouding op Linkerscheldeoever (IMDC)	**2018**: Haalbaarheidsstudie Doelpolder (Arcadis)	**2019**: Project-MER Oosterweelverbinding (Antea Group)	**2023**: Extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied van Antwerpen	**1995**: Inventarisatie kennis van de Ieperiaanklei (Laboratorium	**2004**: Lebbe & Vandenbohede - SUBEENHEDEN
		Freatische WVL	25,92		13		1		2,5	8,5		
Quartair		*Slecht doorlatend*	0,0003			0,010	3,5-8,5	8,5	0,00001	0,1		
Quartair		1e WVL	25,92			3,011		7	7-25	12		7
Lillo	Merksem	1e WVL	25,92	12,37	15,23	3,011	17,2	17,2	7-25	17,2	15,5	17,2
Lillo	Zandvliet	1e WVL	25,92	12,37	15,23	3,011	17,2	17,2	7-25	17,2	15,5	17,2
Lillo	Kruisschans	*Matig doorlatend*	0,005	0,48		3,011	0,063	0,063	0,166	1	0,017	0,0063
Lillo	Oorderen	2e WVL	4,9	4,23	4,59	3,011	6,9	6,9	7-25	17,2	4,6	6,9
Kattendijk		2e WVL	4,9	4,23	4,59	3,011	6,9	6,9	7-25	1	4,6	6,9
Berchem		2e WVL	4,9	4,23	4,59	3,011	6,9	6,9	7-25	6,9	4,6	6,9
Boom		*Ondoorlatend*					0,0025					

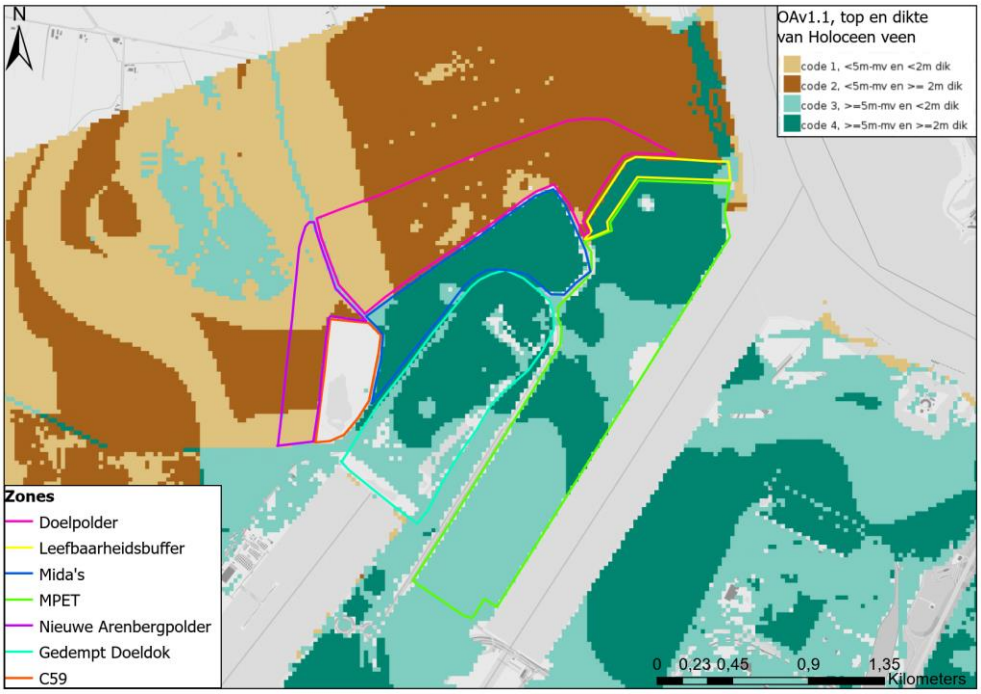
Rangschikking van betrouwbaarheid per bron	
1	Pompproef
2	Slugtest en slagproeven
3	Literatuur
4	Onbekend

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

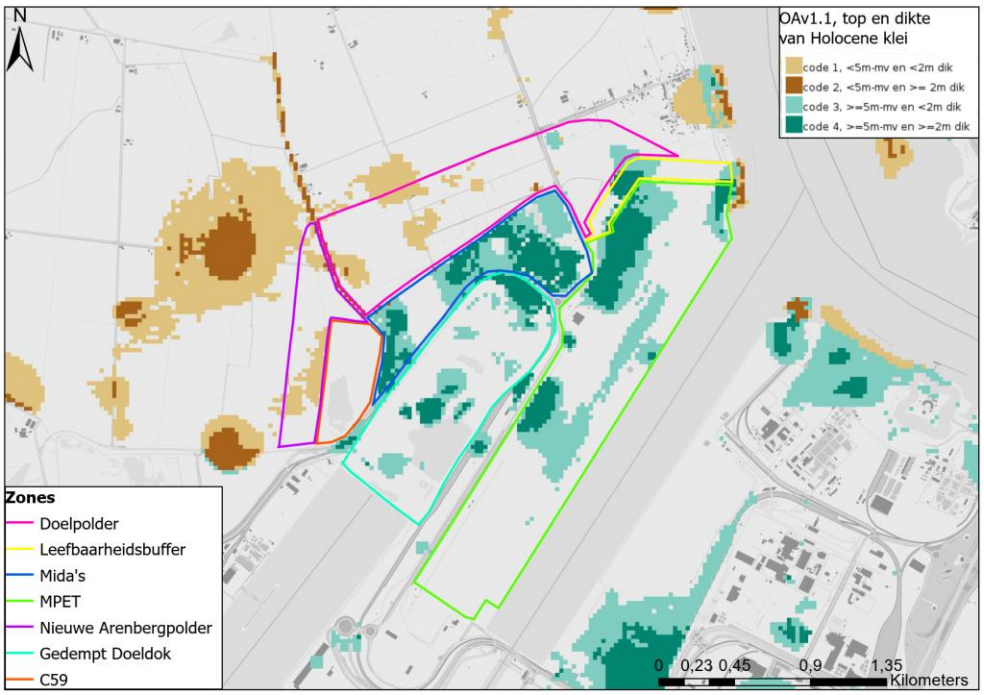
Bijlage 2: Holocene veen en klei binnen projectgebied volgens voxelmodel

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Holocene veen



Holocene klei



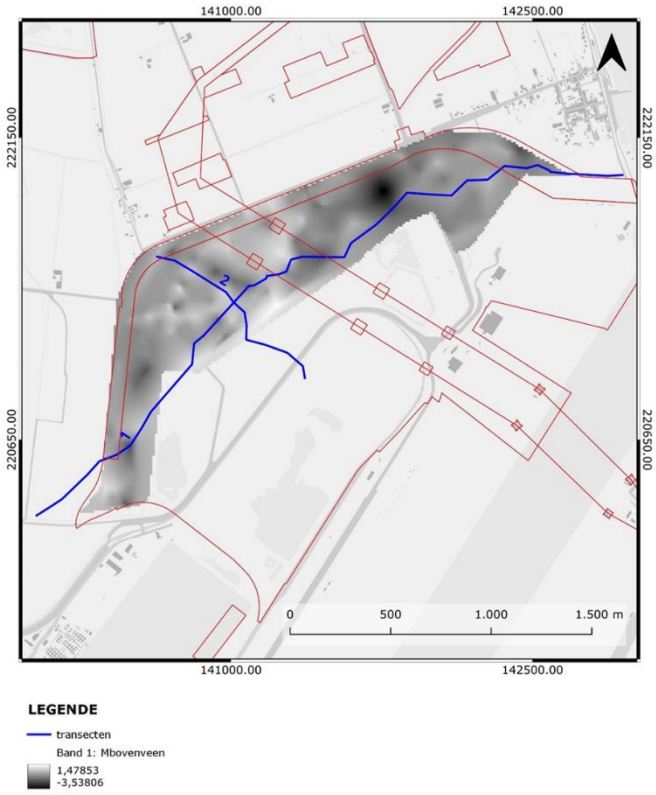
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Bijlage 3: Geotechnische doorsnede archeologienota ter hoogte van de Mida’s

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Transect 1 Archeologienota

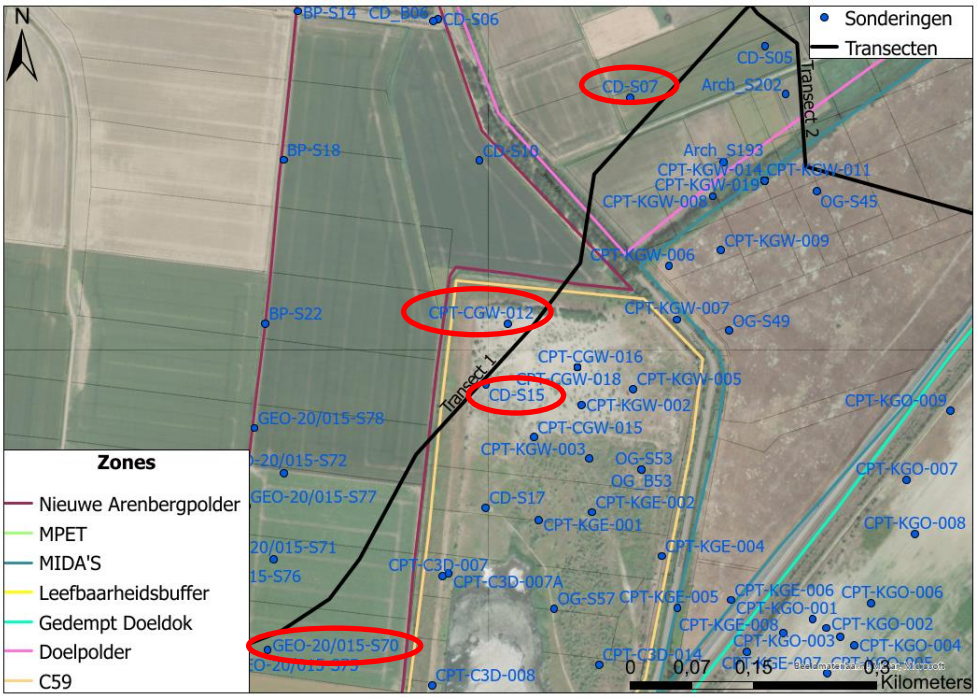
Transect 1 doorkruist de noordwestelijke zone van de Mida's. Deze zone is in het verleden opgehoogd geweest. Deze ophoging wordt niet teruggevonden op het geotechnisch profiel van deze zone. Volgens het kaartmateriaal in de archeologienota kan aangenomen worden dat er geen gegevens beschikbaar zijn in deze zone.



Figuur 1: Transecten geotechnische doorsnede [17].

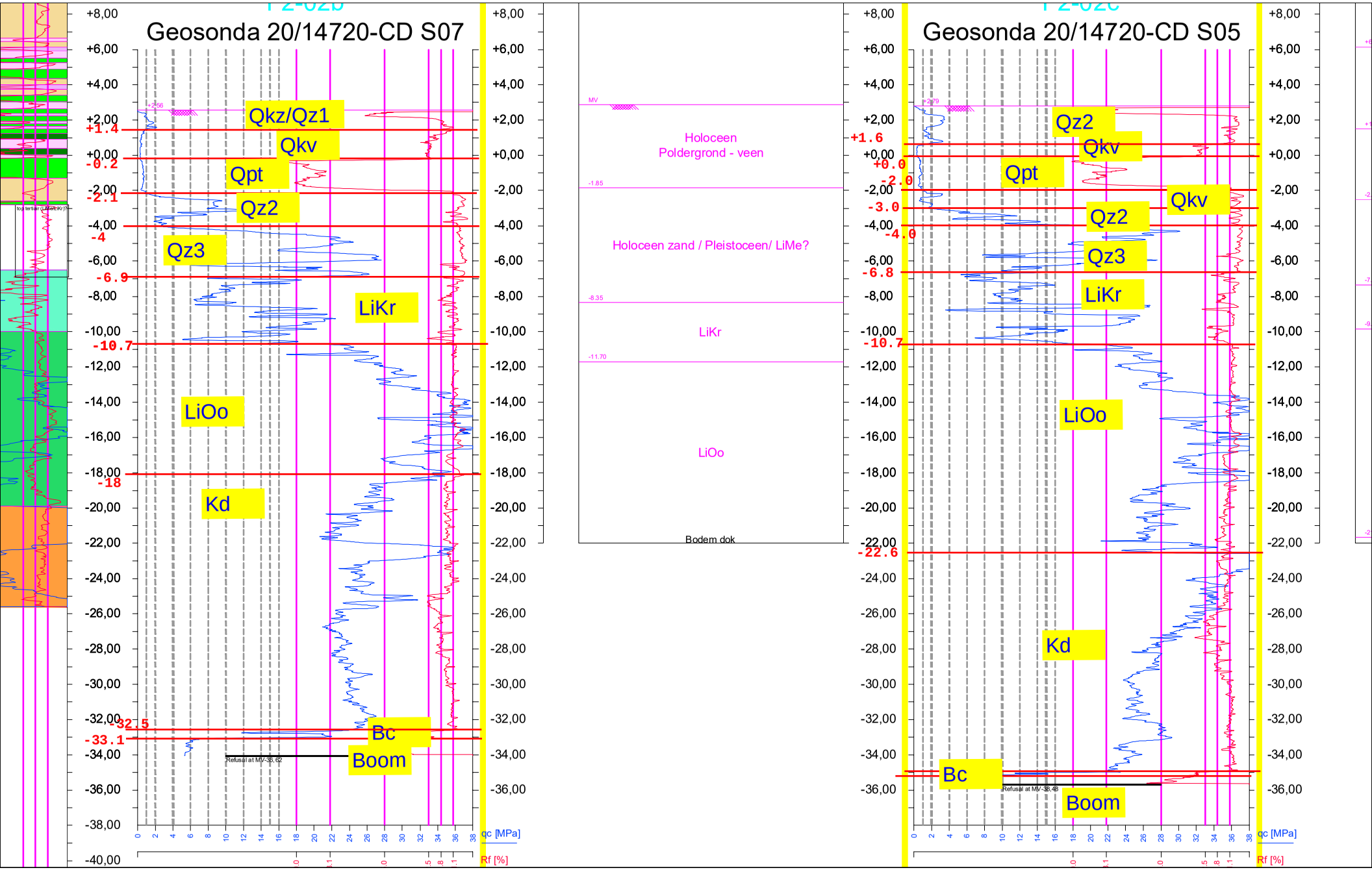
De sonderingen in de buurt van het transect ter hoogte van de mida's duiden op een ophoging. Ter volledigheid zijn deze sonderingen toegevoegd in deze bijlage.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

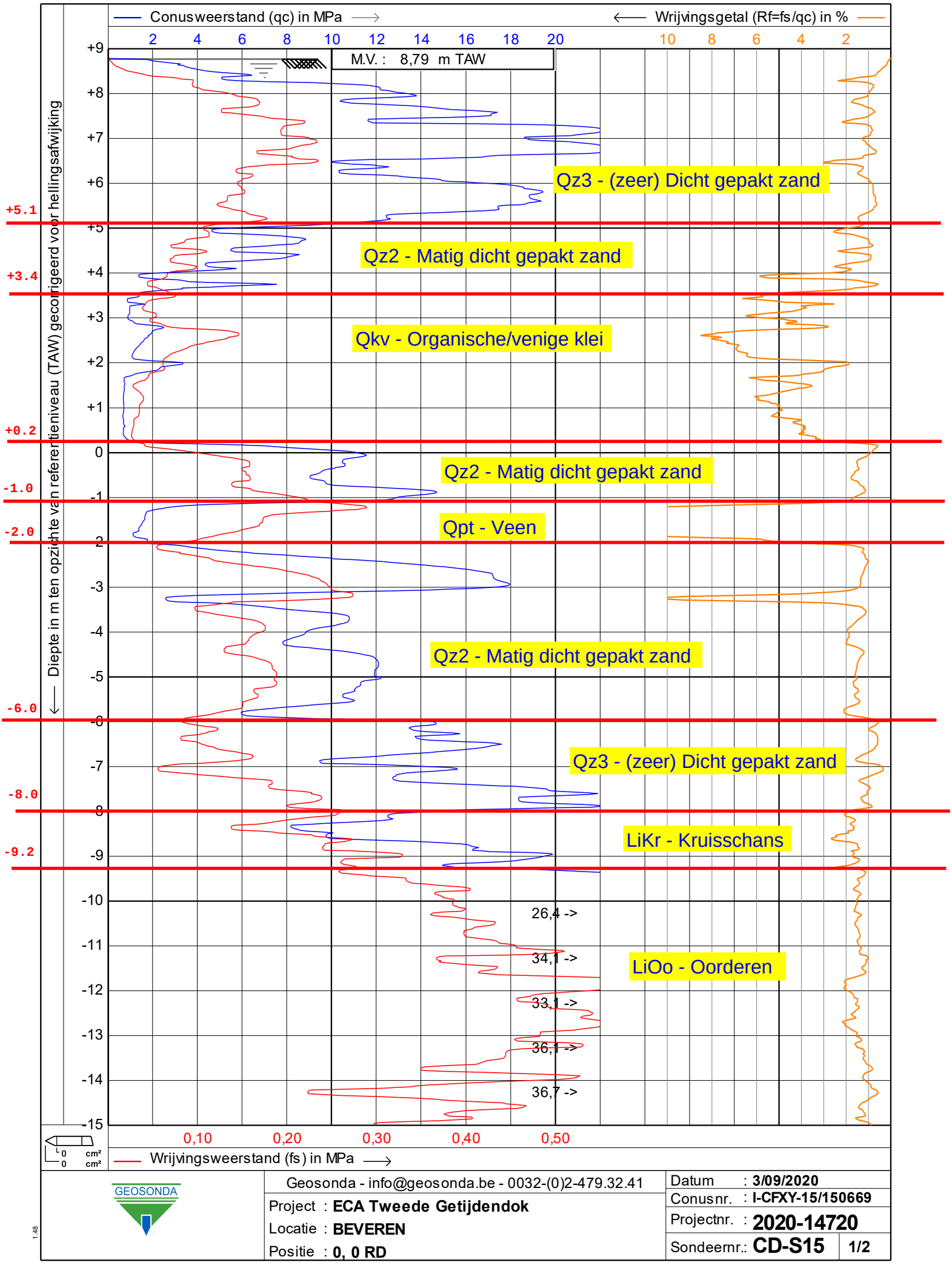


Figuur 2: Transect 1 met sonderingen.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval


Geosonda 20/14720-CD S07
Qkz/Qz1
Qkv
Qpt
Qz2
Qz3
LiKr
LiOo
Kd
Bc
Boom
+1.4
-0.2
-2.1
-4
-6.9
-10.7
-18
-32.5
-33.1
Refusal at MV-36.62
Holoceen
Poldergrond - veen
-1.85
Holoceen zand / Pleistoceen/ LiMe?
-8.35
LiKr
-11.70
LiOo
Bodem dok
Geosonda 20/14720-CD S05
Qz2
Qkv
Qpt
Qkv
Qz2
Qz3
LiKr
LiOo
Kd
Bc
Boom
+1.6
+0.0
-2.0
-3.0
-4.0
-6.8
-10.7
-22.6
Refusal at MV-38.48
qc [MPa]
Rf [%]

/!\ Mogelijks ter hoogte van een (opgevulde) geul



GEOSONDA

Geosonda - info@geosonda.be - 0032-(0)2-479.32.41

Project : **ECA Tweede Getijdendok**

Locatie : **BEVEREN**

Positie : **0, 0 RD**

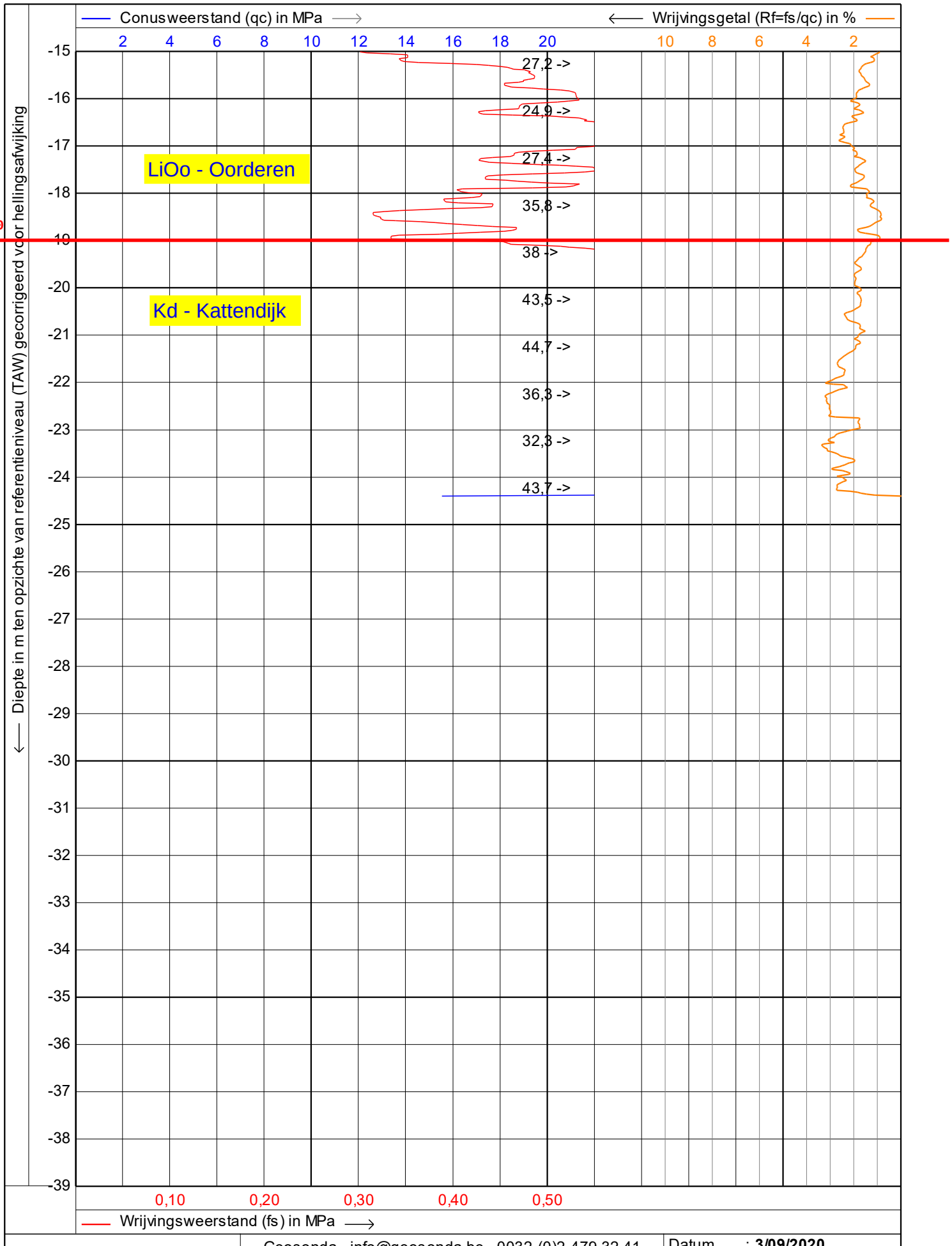
Datum : **3/09/2020**

Conusnr. : **I-CFXY-15/150669**

Projectnr. : **2020-14720**

Sondeernr.: **CD-S15** 1/2

1.48



GEOSONDA

Geosonda - info@geosonda.be - 0032-(0)2-479.32.41

Project : **ECA Tweede Getijdendok**

Locatie : **BEVEREN**

Positie : **0, 0 RD**

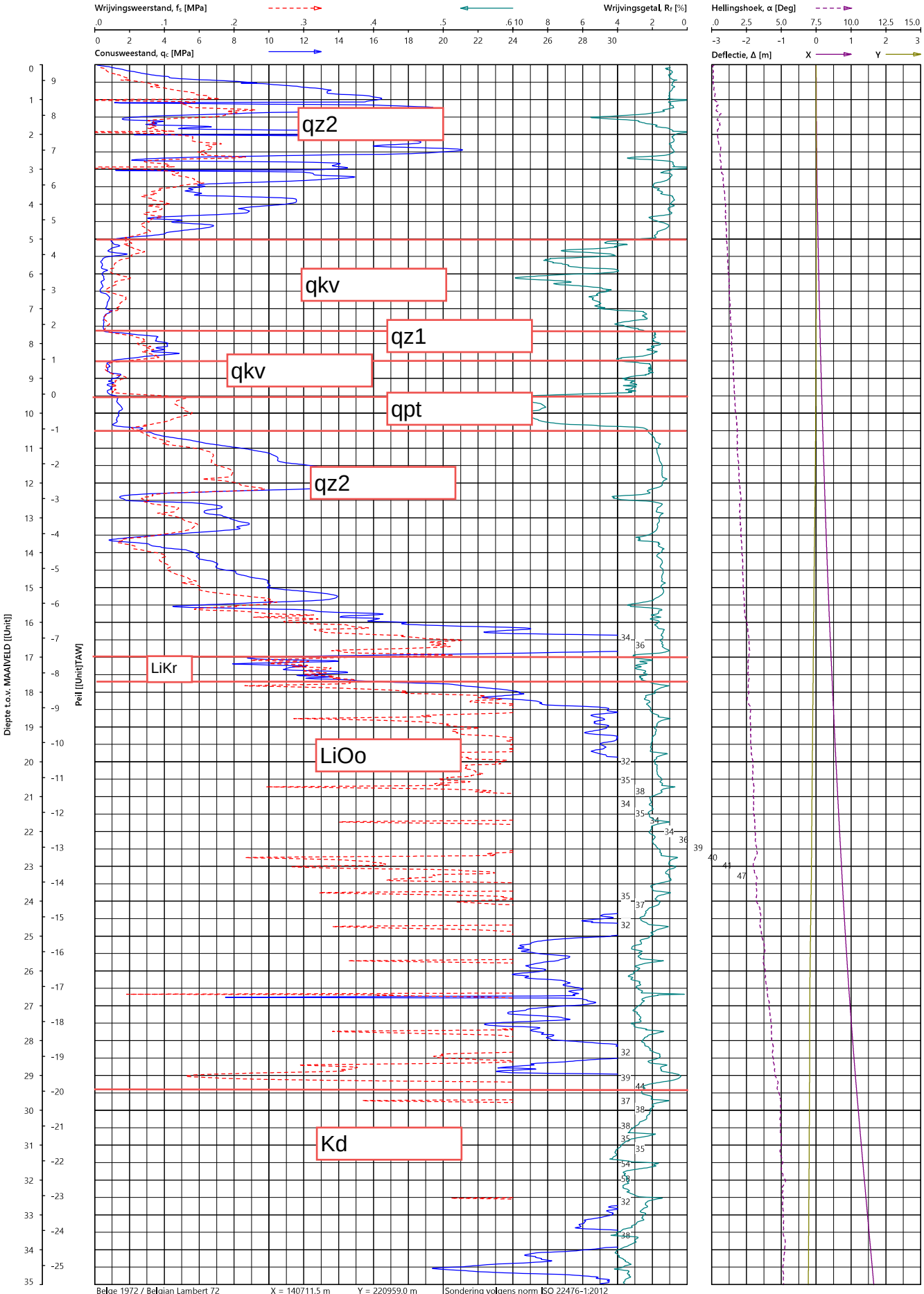
Datum : **3/09/2020**

Conusnr. : **I-CFXY-15/150669**

Projectnr. : **2020-14720**

Sondeernr.: **CD-S15** **2/2**

1.48



Belge 1972 / Belgian Lambert 72	X = 140711.5 m	Y = 220959.0 m
Datum ref: Peil mTAW	MV = +9.5 m	
Opg.: YAS-HAL	d.d. 22-nov-2022	
Get.: ABA	d.d. 20-apr-2022	
Grondwaterstand [m-MV] :	Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] :	

Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3490
A_c = 1510 mm² ; A_s = 19895 mm²
Sondeerapparaat : CPT 20T

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

Opdr. 224199

Sond. CPT-CGW-012

224199 CAM016 POAB

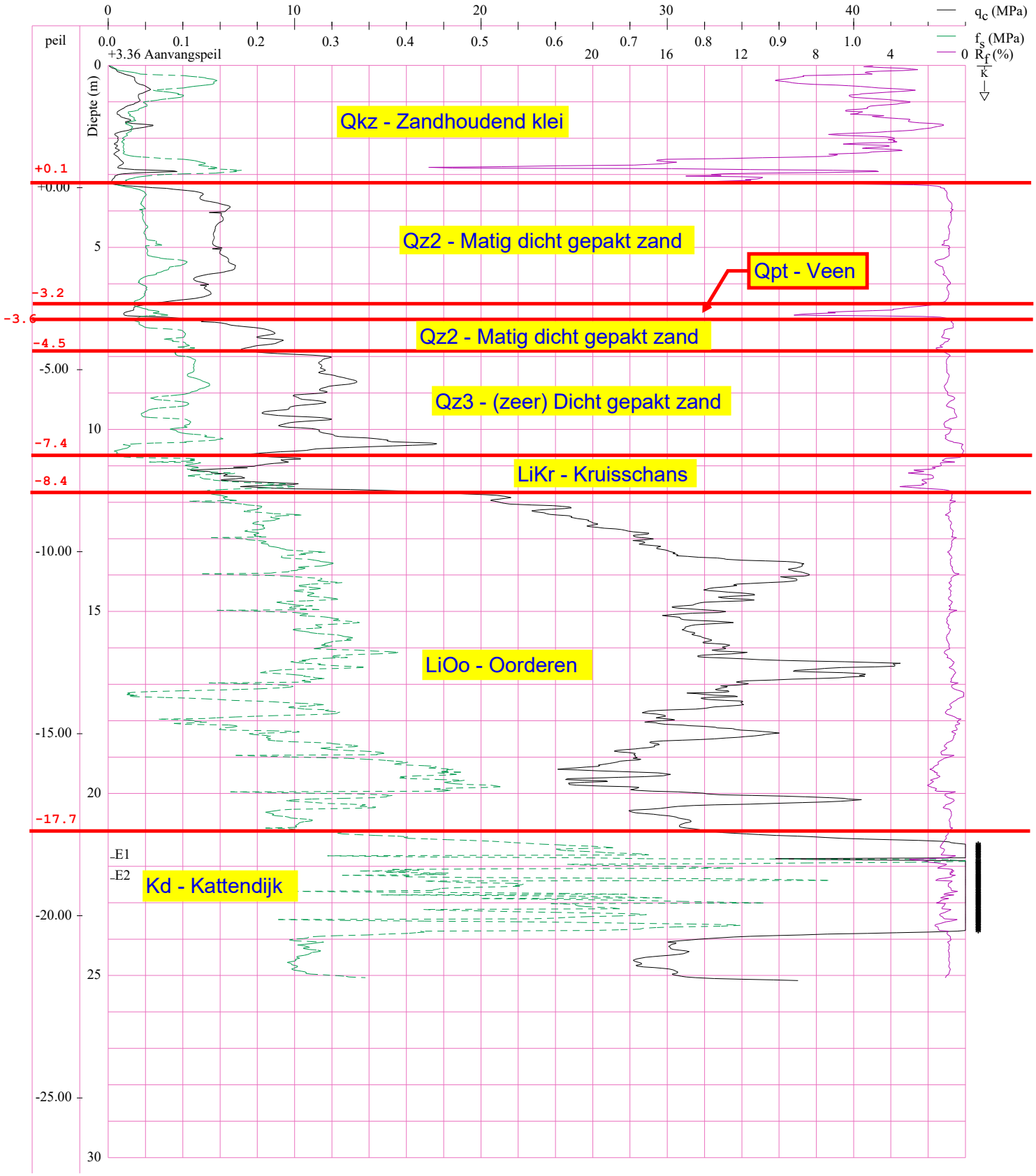
224199 CAM016 POAB

GeoVisual 4.1.1 | DOV-TAW-NOGWL | 22-11-2023 15:44:24
224199
CPT-CGW-012 - 1

Vlaanderen
is ondergrond

Rapport sondering

Proefnummer:	GEO-20/015-S70	Aanvangsdatum:	13/08/2020	Norm:	NBN EN ISO 22476-1
X(Lambert):	140419.22	Sondeerapparaat:	200 kN - RUPS	Toepassingsklasse:	2
Y(Lambert):	220562.46	Conus:	E	Uitvoeringsmethode:	continu elektrisch (TE1)
Z (mTAW):	+3.36	Diepte (m):	0.02 tot 25.18		
Gemeente:	Beveren	Sondeergat dicht op :	1.40 m(peil +1.96)		
Uitvoerder:	VO - Afdeling Geotechniek				



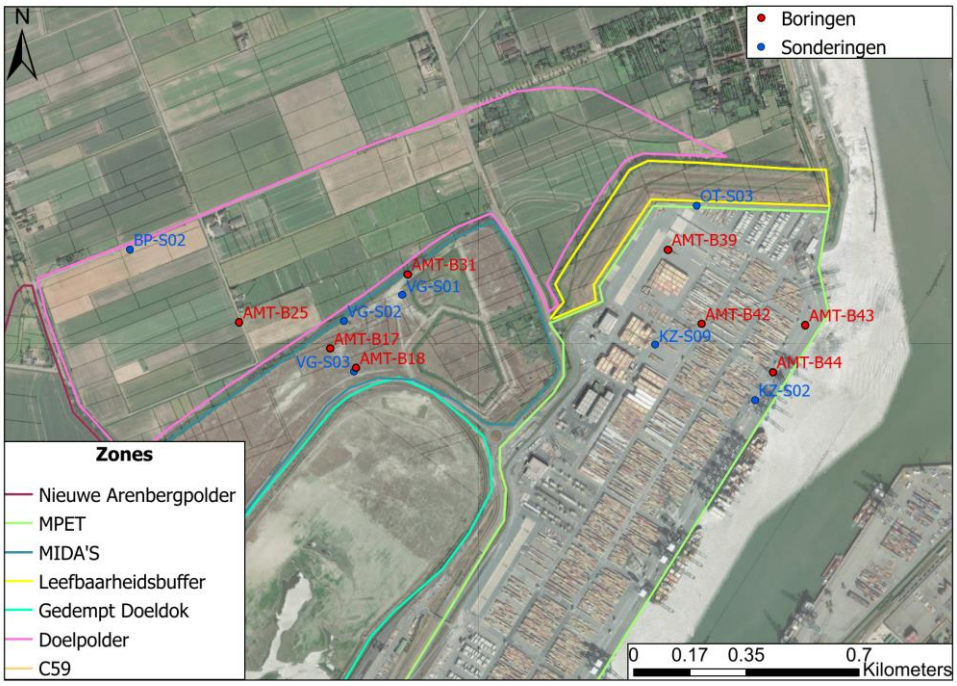
De gegevens worden enkel meegedeeld ter informatie. Het Vlaams Gewest kan niet aansprakelijk worden gesteld voor de gevolgen van welk gebruik dan ook.

Bijlage 4: Lithologische samenstelling Lid van Kruisschans op basis van het geotechnisch onderzoek

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Lid van Kruisschans

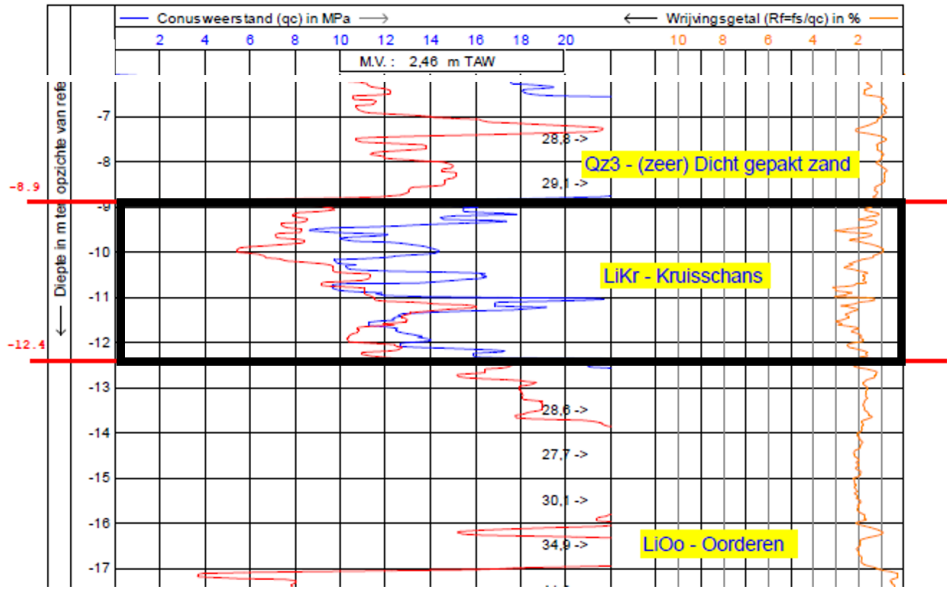
Het onderscheid tussen LiKr en boven- en onderliggende zandige lagen kan gradueel of abrupt zijn. LiKr kent een duidelijke klei-aanrijking t.o.v. van bovenliggende en onderliggende lagen. Dit zorgt voor een verandering in q_c- en R_f-waarden ter hoogte van LiKr. Figuur 1 toont de locaties van de sonderingen en boringen die hieronder besproken worden.



Figuur 1: Locatie besproken sonderingen en boringen.

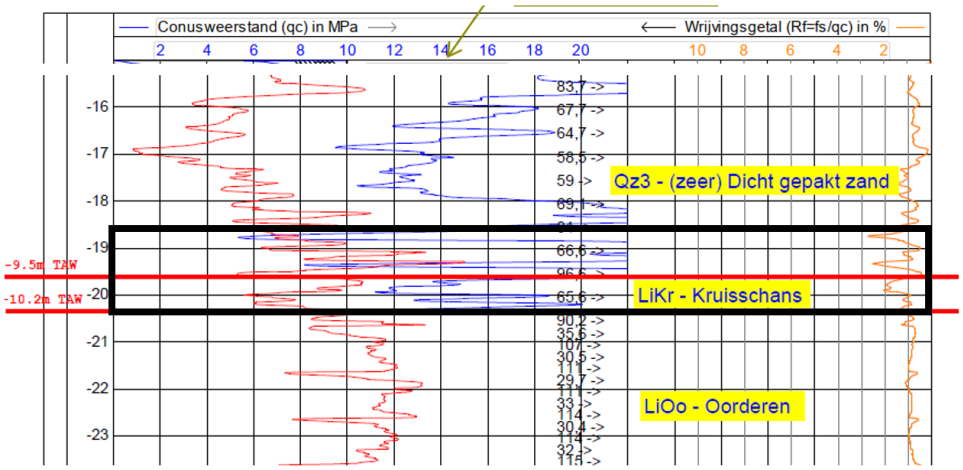
Sondering BP-S02 (Figuur 2) toont een typisch profiel van LiKr waarbij LiKr bestaat uit een licht kleihoudende zandlaag. Op de dichtstbijzijnde boring, AMT-B25 wordt deze textuur omschreven als ‘vrij goed gesorteerd middelmatig tot matig-grof sterk kleiig zand met soms kleiig opbollend zand met dunne (<1cm) lamellen in grijze fijnzandige klei’. LiKr kan veel kleiiger zijn dan in Sondering BP-S02.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 2: Sondering BP-S02.

Ter hoogte van geulen, zoals in sondering VG-S01 (Figuur 3) is het mogelijk dat de variatie in q_c en R_f in LiKr t.o.v. aangrenzende lagen niet zo uitgesproken is. Er worden namelijk ook nog zeer hoge qc pieken vastgesteld van 60 tot 90 MPa. Het onderscheid tussen bovenliggend zandig pakket en het LiKr is niet duidelijk. Een mogelijke verklaring hiervoor is de aantasting van het LiKr ter hoogte van de geulen door erosie. In de dichtstbijzijnde sondering, AMT-B31, wordt deze textuur beschreven als 'heterogeen grof kleiig zand, rijk aan fijn en grof schelpengruis en schelpfragmenten, met slappe zandige kleibollen op cm-schaal'.

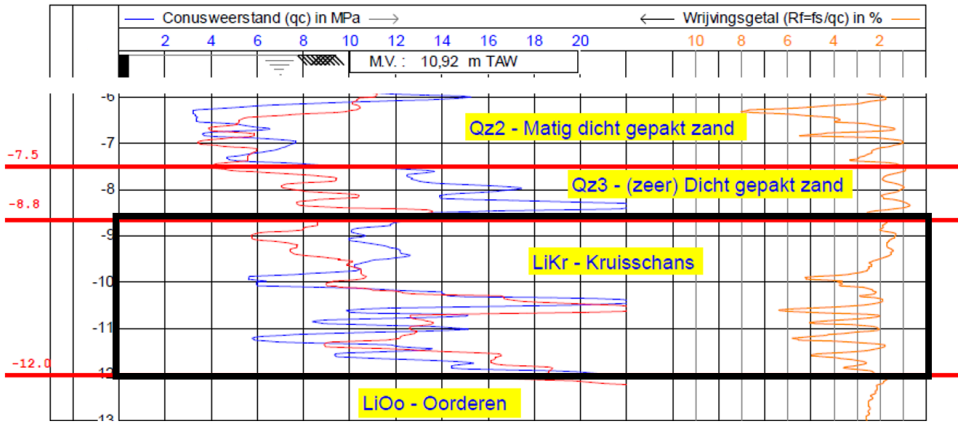


Figuur 3: Sondering VG-S01.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Er bestaat ook variatie in lithologische samenstelling binnen LiKr waarbij het lid kan onverdeeld worden in twee subeenheden. Een voorbeeld hiervan is te zien in sondering OT-S03 (Figuur 4). Het bovenste gedeelte van het LiKr op deze sondering bevat kleihoudend zand, terwijl het onderste deel eerder een kleiigere laag is waarin dunne kleilaagjes afgewisseld worden door zandigere laagjes. De pieken in R_f hebben waarden tussen de 4-6% en gaan gepaard met q_c-waarden rond de 6-10 MPa. De lithologie van deze twee sublagen wordt in de boring AMT-39 omschreven als volgt:

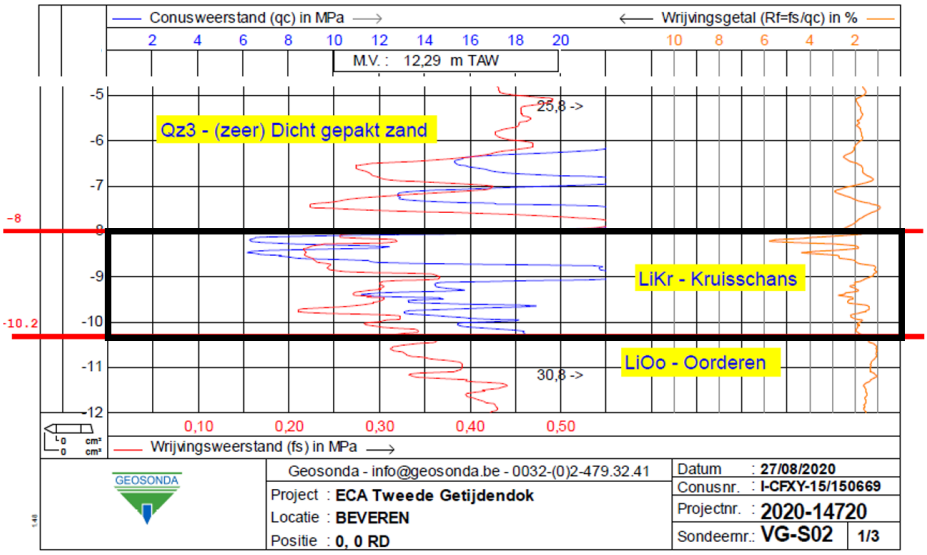
1) Mengeling van ‘zeer grof glauconietarm zand’, rijk aan schelpengruis met kern ‘in grijze vaste en toch fijn zandrijke klei met kleine lenzen (< 1cm) van harde zandloze klei’;
2) Afwisselijking in ‘dikke lagen (> 5cm) van grijze vaste kneedbare klei en slappe zandrijke klei’, rijk aan fijn schelpengruis.



Figuur 4: Sondering OT-S03.

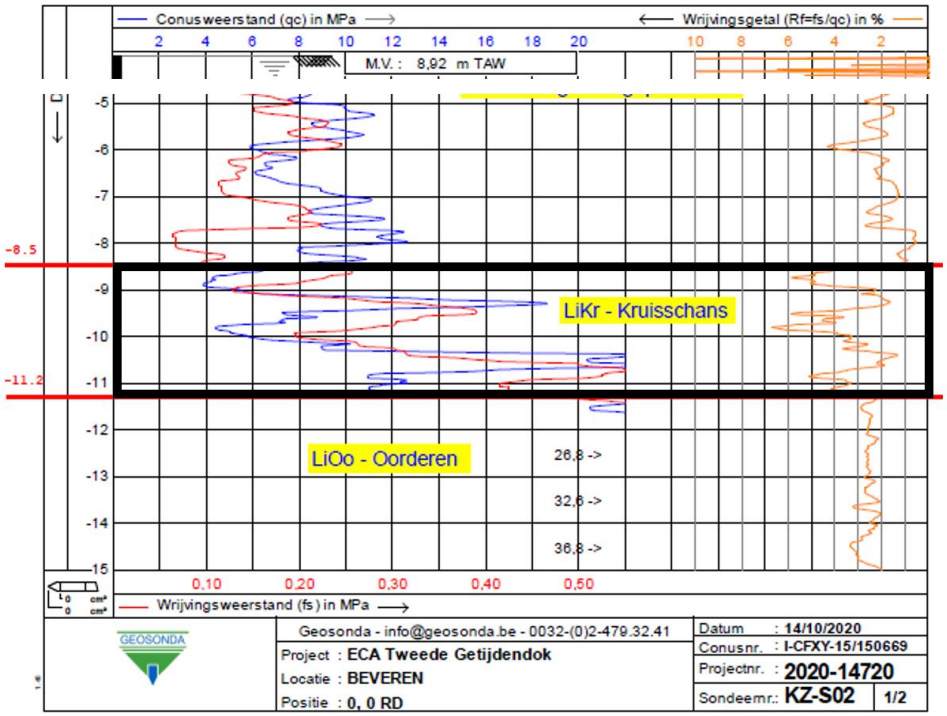
De opbouw van LiKr kan ook het tegenovergestelde zijn van deze in sondering OT-S03, zoals in sondering VG-S02 (Figuur 5). Hier kan LiKr onderverdeeld worden in twee sublagen waarvan de eerste duidelijk kleiiger is en het tweede eerder kleihoudend zand is. De overgang van bovenliggend zandpakket naar LiKr is zeer abrupt, terwijl deze van LiKr naar LiOo gradueler is. In de dichtstbijzijnde boring, AMT-B17 wordt dit beschreven als ‘middelmatig kleivrij zand vol schelpengruis en desintegrerende kern in grijze zandrijke klei’.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 5: Sondering VG-S02.

Deze onderverdeling van LiKr in twee sublagen is niet overal te zien. Ter hoogte van sondering KZ-S02 (Fuguur 6) bestaat Li-Kr uit een afwisseling tussen zandigere kleihoudende lagen en vaste kleilagen. In de boring wordt deze lithologische samenstelling omschreven als ‘gedeeltelijk uit elkaar vallende kern van grijze sterk zandige klei, met beter gesorteerd matig fijn zand’, zeer rijk aan fijn schelpengruis (= aankondiging van Oorderen-Zand)’. De overgang van de zandigere lagen naar LiKr is duidelijk waarneembaar in de R_f en q_c-waarden.

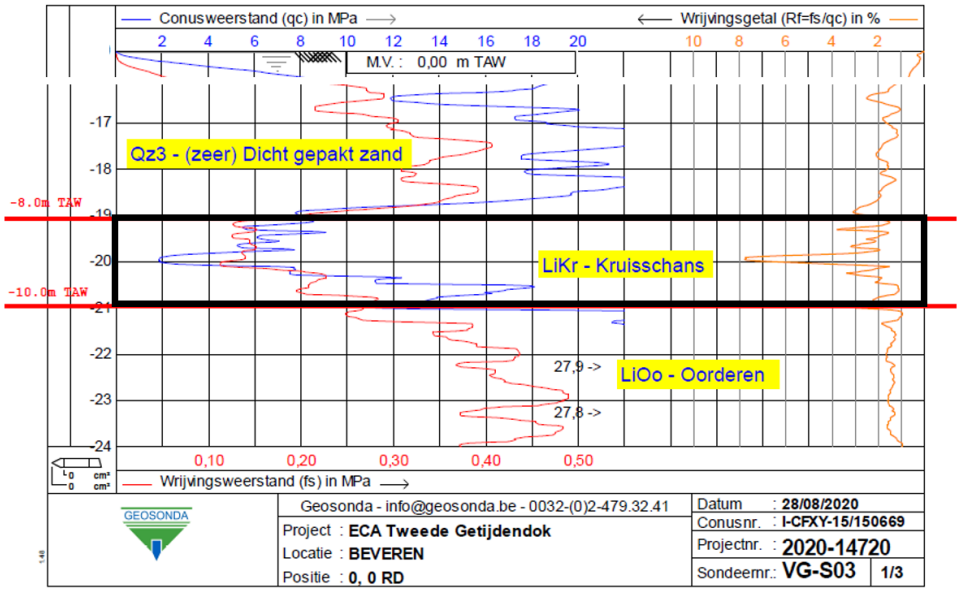


Figuur 6: Sondering KZ-S02.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

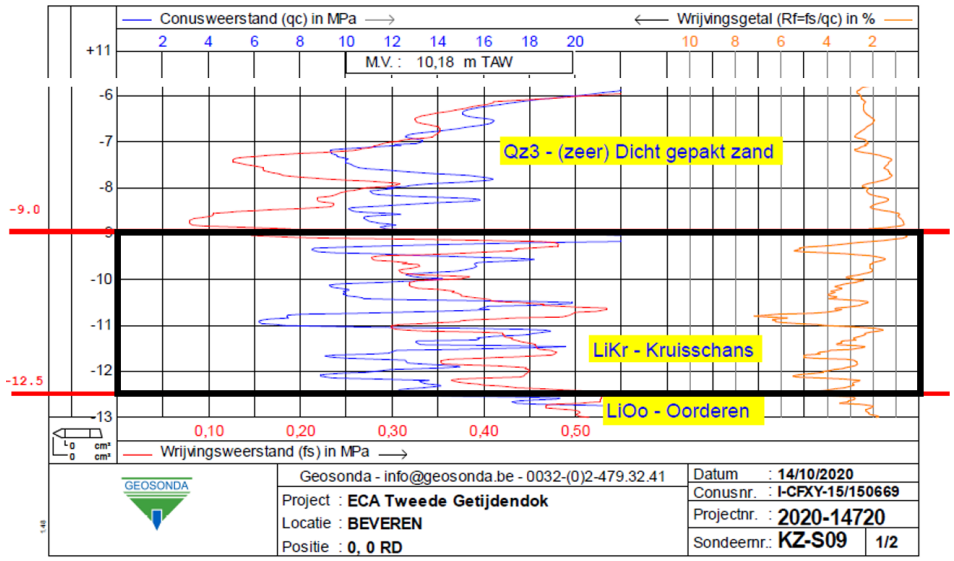
Naast de textuur is een andere indicatie van het LiKr het toenemende schelpengruis naar onder toe. In de boringen wordt het Kruisschans facies ook getypeerd door de aanwezigheid van 'schelpengruis en schelpfragmenten'. Een goed voorbeeld is boring AMT-B43. De overgang van de bovenliggende zanden naar LiKr wordt naast de verandering in textuur, getypeerd door een geleidelijk aan 'rijker en fijner schelpgruis'. Naar onder toe, aan de overgang van LiKr naar LiOo, neemt het schelpgruis toe en lijkt deze grover te worden. De aanwezigheid van grof schelpengruis (in combinatie met fijner schelpengruis) in een kleihoudend, glauconiethoudend zandig profiel is typisch voor het Lid van Oorderen.

Ter hoogte van sondering VG-S03 (Figuur 7) worden veenpartikels aangetroffen in LiKr. Op een diepte van -9mTAW wordt een piek van 8% in R_f gezien met overeenkomstige q_c-waarde van 1 MPa. In boring AMT-B18, gelegen op 10m afstand, wordt op deze diepte een 'licht glauconiethoudend, sterk kleiig zand met schelpengruis en kleine (mm-grote) veenpartikels' aangetroffen. Op andere sonderingen, zoals KZ-S09 (Figuur 8), worden ook R_f-waarden tot 8% gemeten in LiKr. De overeenkomstige q_c is 6 MPa. Op de boringen in de nabije omgeving wordt geen veenaanrijking vermeld (zoals AMT-B42). De aanwezigheid van veenpartikels in deze laag is atypisch en wordt verwacht zich enkel zeer lokaal voor te doen, zoals ter hoogte van sondering VG-S03.



Figuur 7: Sondering VG-S03.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 8: Sondering KZ-S09.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Bijlage 2: CPT’s met aanduiding MLS en iFLUX

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Nabij C1

Wrijvingsweerstand, f_s [MPa] — Wrijvingsgetal, R_f [%] — Hellingshoek, α [Deg] — Deflectie, Δ [m] — X — Y

Conusweerstand, q_c [MPa]

GeoVisual 3.4.1 | CPT-Inclination-NL | 24-02-2022 13:54:26

Diepte t.o.v. MAAIVELD [m] / Diepte t.o.v. TAW [m]

+8.8 — Qz2 - Matig dicht gepakt zand

Qkz - Zandhoudend klei

+0.1

Qkv - Organische/venige klei

-1.8

Qpt - Veen

-4.2

-7.1

Qz3 - (zeer) Dicht gepakt zand

LiKr - Kruisschans

-9.0

LiOo - Oorderen

-18.9

Kd - Kattendijk

D2_250-1: 110 - 930 - 58 ng/l

IFLUX: -5,5 tot -6,5 mTAW

740 ng/l

PB1003-2: 400 - <50 ng/l

650 ng/l

D2_250-2: 600 - 520 - 900 ng/l

700 ng/l

PB1003-3: <50 ng/l

D2_250-3: 970 - 1100 - 1400 ng/l

1100 ng/l

IFLUX: -15 tot -16 mTAW

1300 ng/l

1300 ng/l

IFLUX: -20,5 tot -21,5 mTAW

D2_250-4: 240 - 450 - 590 ng/l

Belgium Lambert 72	X = 140983.8 m	Y = 220623.3 m
Datum ref: TAW	MV = +10.1 m	
Opg.: XMA	d.d. 22-feb-2022	
Get.:	d.d. 22-feb-2022	

Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3294
A_c = 1510 mm² ; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PORT OF ANTWERP - P016898 - CAM-001 - CPT CAMPAIGN

Opdr. 207787
Sond. KGE-06

KGE-06 - 1

FUGRO

Wrijvingsweerstand, f_s [MPa]

.0 .1 .2 .3 .4 .5 .6

Wrijvingsgetal, R_f [%]

10 8 6 4 2 0

Conusweerstand, q_c [MPa]

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30

Hellingshoek, α [Deg]

.0 2.5 5.0 7.5 10.0 12.5 15.0

Deflectie, Δ [m] X Y

-3 -2 -1 0 1 2 3

PB1003-4: <50 ng/l

peilbuis: -32 tot -34 mTAW

Kd - Kattendijk

Bm - Boom

-34.4

40 34 37 39 31 38

Diepte t.o.v. MAAIVELD [m]: 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70

Diepte t.o.v. TAW [m]: -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37 -38 -39 -40 -41 -42 -43 -44 -45 -46 -47 -48 -49 -50 -51 -52 -53 -54 -55 -56 -57 -58 -59

Belgium Lambert 72	X = 140983.8 m	Y = 220623.3 m
Datum ref: TAW	MV = +10.1 m	
Opg.: XMA	d.d. 22-feb-2022	
Get.:	d.d. 22-feb-2022	

Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3294
A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PORT OF ANTWERP - P016898 - CAM-001 - CPT CAMPAIGN

Opdr. 207787
Sond. KGE-06

FUGRO

Nabij C2

Wrijvingsweerstand, f_s [MPa] — Wrijvingsgetal, R_f [%]

Conusweerstand, q_c [MPa]

Hellingshoek, α [Deg] — Deflectie, Δ [m] — X — Y

GeoVisual 3.4.1 | CPT-Inclination-NL | 24-02-2022 13:54:26

Diepte t.o.v. MAAIVELD [m] / Diepte t.o.v. TAW [m]

+4.9	Qz3 - (zeer) Dicht gepakt zand
	Qz2 - Matig dicht gepakt zand
	Qz1 - Los gepakt zand, kleihoudend
+1.0	Qkv - Organische/venige klei
-0.5	Qpt - Veen
-1.7	Qz2 - Matig dicht gepakt zand
-7.1	LiKr - Kruisschans
-10.0	LiOo - Oorderen
-20.5	Kd - Kattendijk

D1_250-1: 270 - 490 - 370 ng/l

PB1006-1: 94 - 760 ng/l

D1_250-2: 91 - 250 - 28 ng/l

PB1006-2: <50 - 790 ng/l

IFLUX: -5,5 tot -6,5 mTAW

KG-B20-2: <50 - 13 ng/l

180 ng/l

430 ng/l

D1_250-3: 110 - 520 - 230 ng/l

PB1006-3: 70 - 2500 ng/l

KG-B20-2: 420 - <50 ng/l

IFLUX: -14,5 tot -15,5 mTAW

IFLUX: -21 tot -22 mTAW

D1_250-4: 700 - 930 - 770 ng/l

Belgium Lambert 72	X = 141517.6 m	Y = 221276.3 m
Datum ref: TAW	MV = +11.0 m	
Opg.: XMA	d.d. 14-feb-2022	
Get.:	d.d. 14-feb-2022	

Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3294
A_c = 1510 mm² ; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PORT OF ANTWERP - P016898 - CAM-001 - CPT CAMPAIGN

Opdr. 207787
Sond. KGO-19

KGO-19 - 1

FUGRO

Wrijvingsweerstand, f_s [MPa]

.0 .1 .2 .3 .4 .5 .6

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30

Conusweerstand, q_c [MPa]

Wrijvingsgetal, R_f [%]

10 8 6 4 2 0

Hellingshoek, α [Deg]

.0 2.5 5.0 7.5 10.0 12.5 15.0

-3 -2 -1 0 1 2 3

Deflectie, Δ [m] X Y

PB1006-4: <50 - 2400 ng/l

peilbuis: -36 tot -38 mTAW

Kd - Kattendijk

Bm - Boom

-41.6

Diepte t.o.v. MAAIVELD [m]

Diepte t.o.v. TAW [m]

35 -25
36 -26
37 -27
38 -28
39 -29
40 -30
41 -31
42 -32
43 -33
44 -34
45 -35
46 -36
47 -37
48 -38
49 -39
50 -40
51 -41
52 -42
53 -43
54 -44
55 -45
56 -46
57 -47
58 -48
59 -49
60 -50
61 -51
62 -52
63 -53
64 -54
65 -55
66 -56
67 -57
68 -58
69 -59
70

37 37 36 35 31 33 35 34 32

207787

Belgium Lambert 72	X = 141517.6 m	Y = 221276.3 m
Datum ref: TAW	MV = +11.0 m	
Opg.: XMA	d.d. 14-feb-2022	
Get.:	d.d. 14-feb-2022	

Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3294
A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

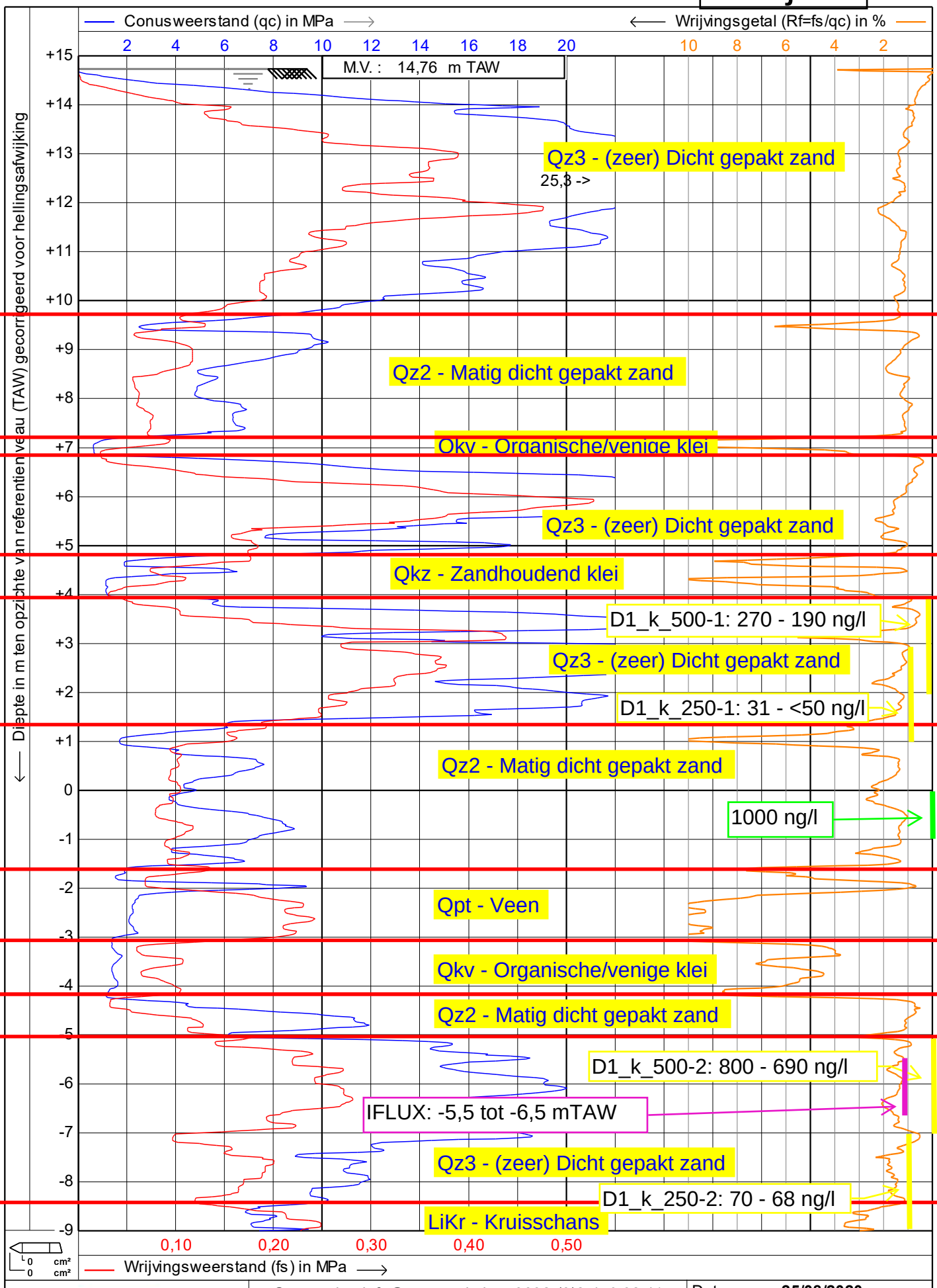
PORT OF ANTWERP - P016898 - CAM-001 - CPT CAMPAIGN

Opdr. 207787
Sond. KGO-19

FUGRO

/!\ nabij (maar theoretisch niet t.h.v.) een (opgevulde) geul

Nabij C3



GEOSONDA

Geosonda - info@geosonda.be - 0032-(0)2-479.32.41

Project : **ECA Tweede Getijdendok**

Locatie : **BEVEREN**

Positie : **0, 0 RD**

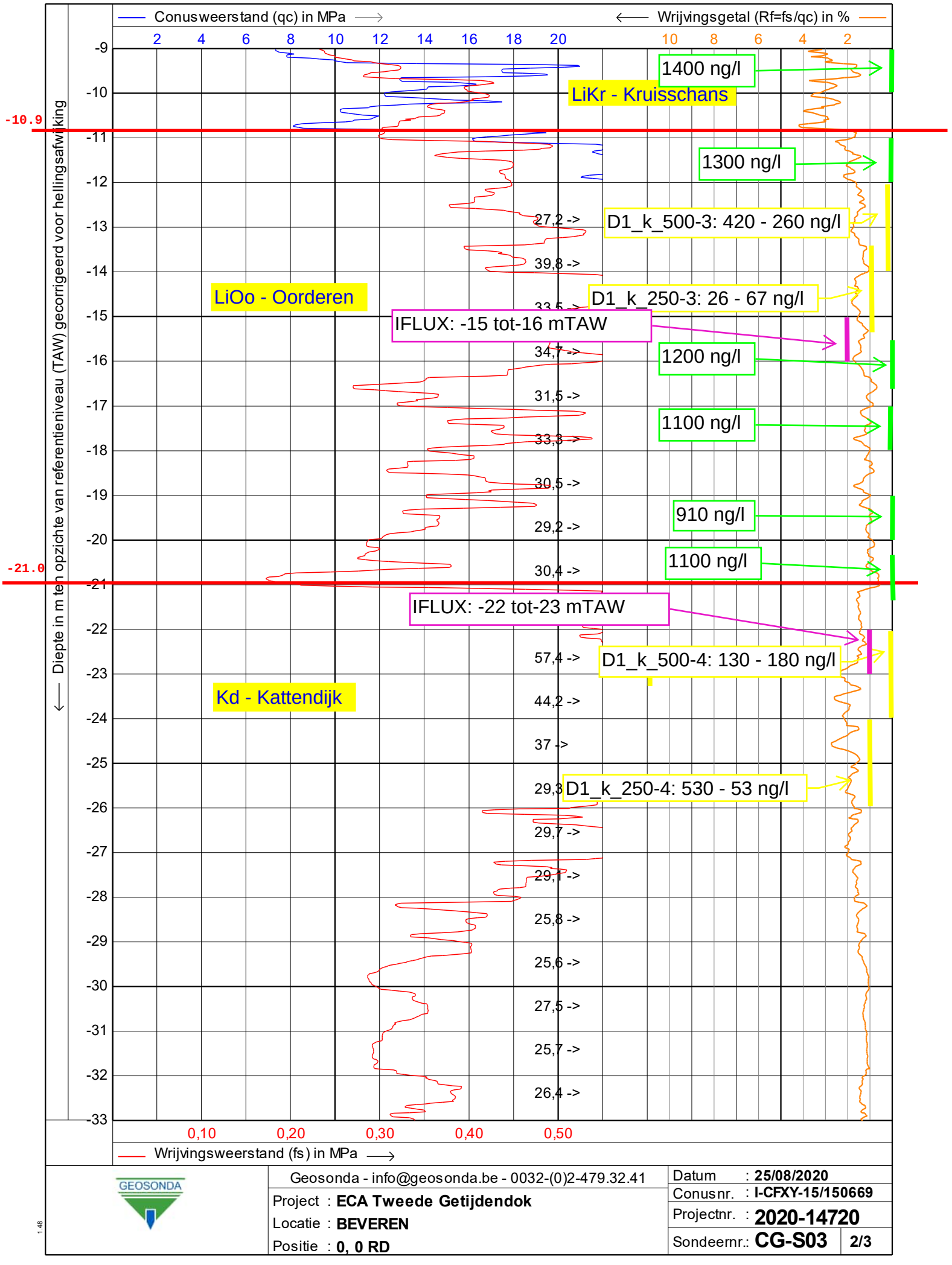
Datum : **25/08/2020**

Conusnr. : **I-CFXY-15/150669**

Projectnr. : **2020-14720**

Sondeernr.: **CG-S03** 1/3

1.48



GEOSONDA

Geosonda - info@geosonda.be - 0032-(0)2-479.32.41

Project : **ECA Tweede Getijdendok**

Locatie : **BEVEREN**

Positie : **0, 0 RD**

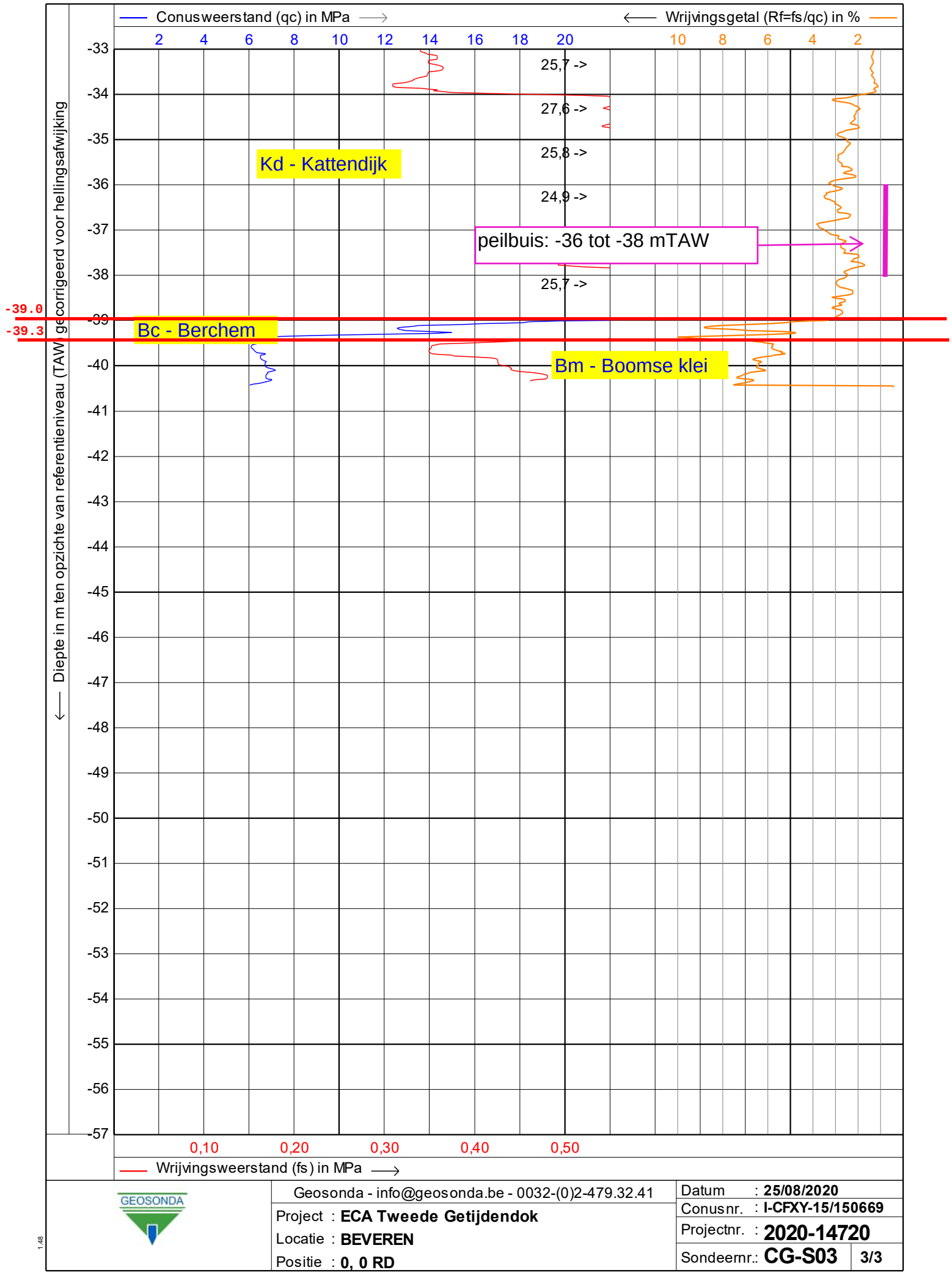
Datum : **25/08/2020**

Conusnr. : **I-CFXY-15/150669**

Projectnr. : **2020-14720**

Sondeernr.: **CG-S03** 2/3

1.48



GEOSONDA

Geosonda - info@geosonda.be - 0032-(0)2-479.32.41

Project : **ECA Tweede Getijdendok**

Locatie : **BEVEREN**

Positie : **0, 0 RD**

Datum : **25/08/2020**

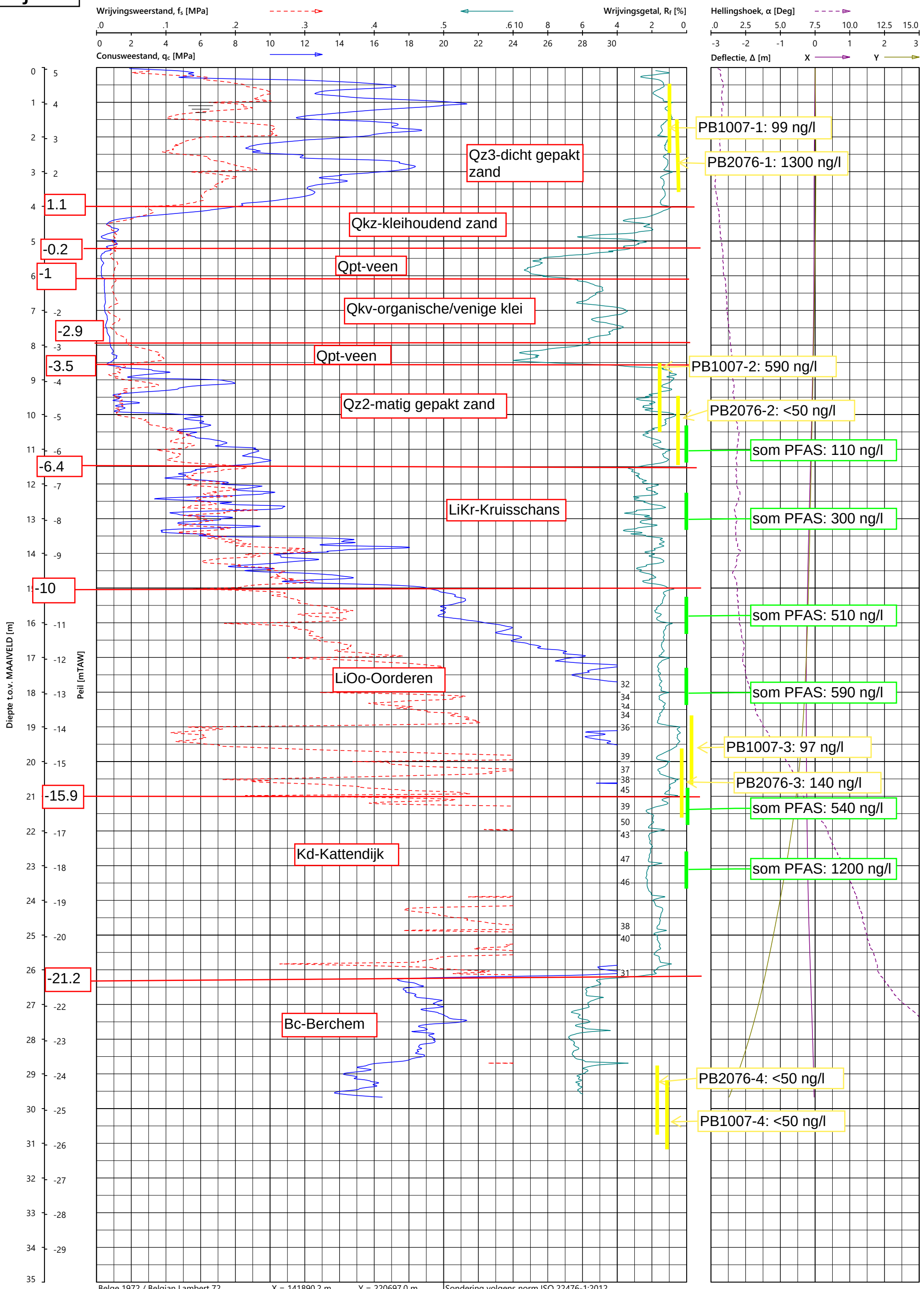
Conusnr. : **I-CFXY-15/150669**

Projectnr. : **2020-14720**

Sondeernr.: **CG-S03** **3/3**

1.48

Nabij C4



GeoVisual 3.6.0 | CPT-Inclination-NL | 24-08-2022 16:30:20

207977

Belge 1972 / Belgian Lambert 72	X = 141890.2 m	Y = 220697.0 m
Datum ref: Peil mTAW	MV = +5.0 m	
Opg.: XMA	d.d. 16-aug-2022	
Get.: ABA	d.d. 20-apr-2022	
Grondwaterstand [m-MV] : 1	Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] :	

Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3487
A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Sondeerapparaat : Track-Truck

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

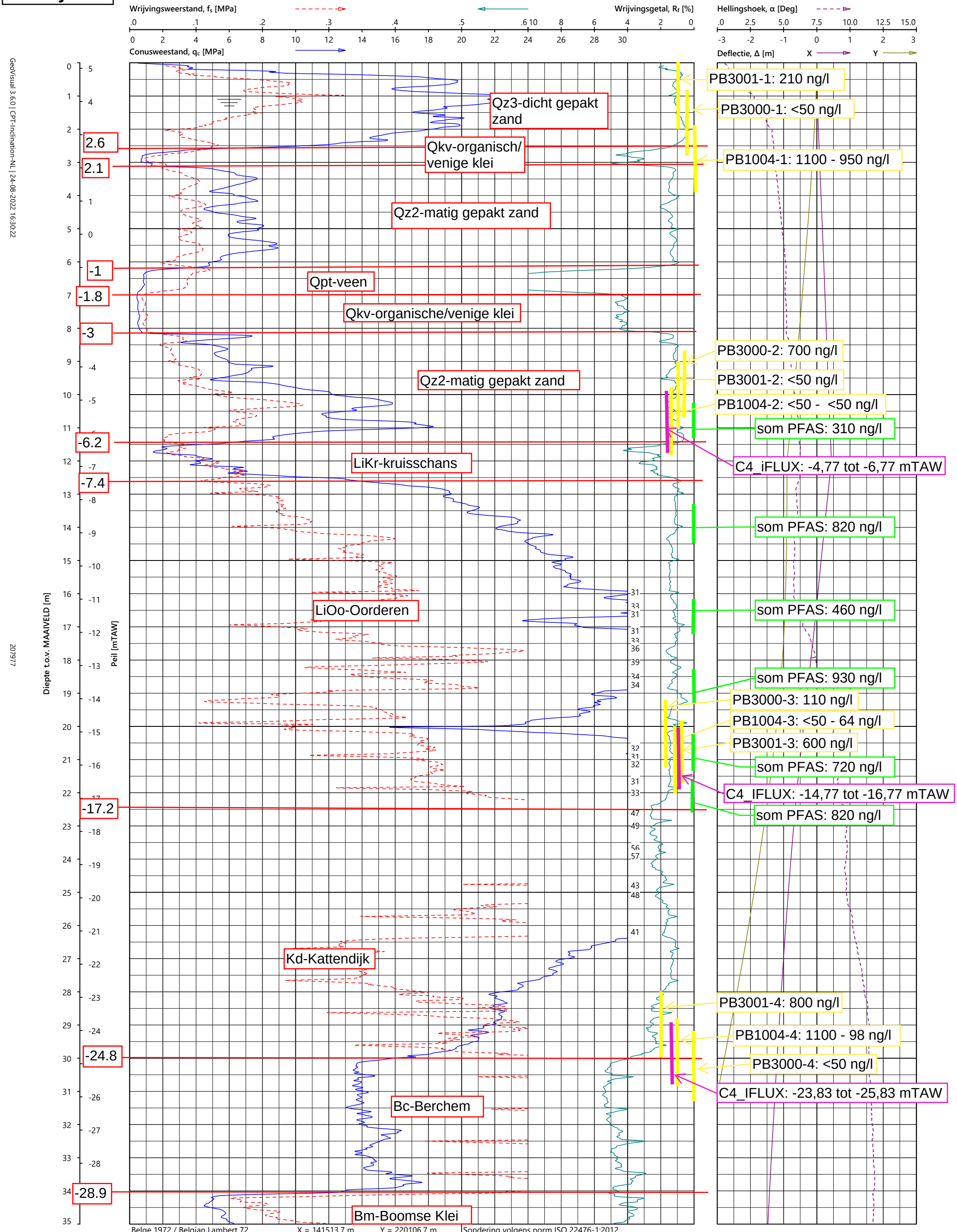
Opdr. 207977

CAM017

Sond. CPT-SG-009

CPT-SG-009 - 1

Nabij C5



GeoVisual 3.6.0 | CPT-Inclination-NL | 24-08-2022 16:30:22

207977

Belge 1972 / Belgian Lambert 72 | X = 141513.7 m | Y = 220106.7 m | Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Datum ref: Peil mTAW | MV = +5.2 m | Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Opg.: XMA | d.d. 17-aug-2022 | Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3487
Get.: ABA | d.d. 20-apr-2022 | A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Grondwaterstand [m-MV] : 1 | Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] : | Sondeerapparaat : Track-Truck

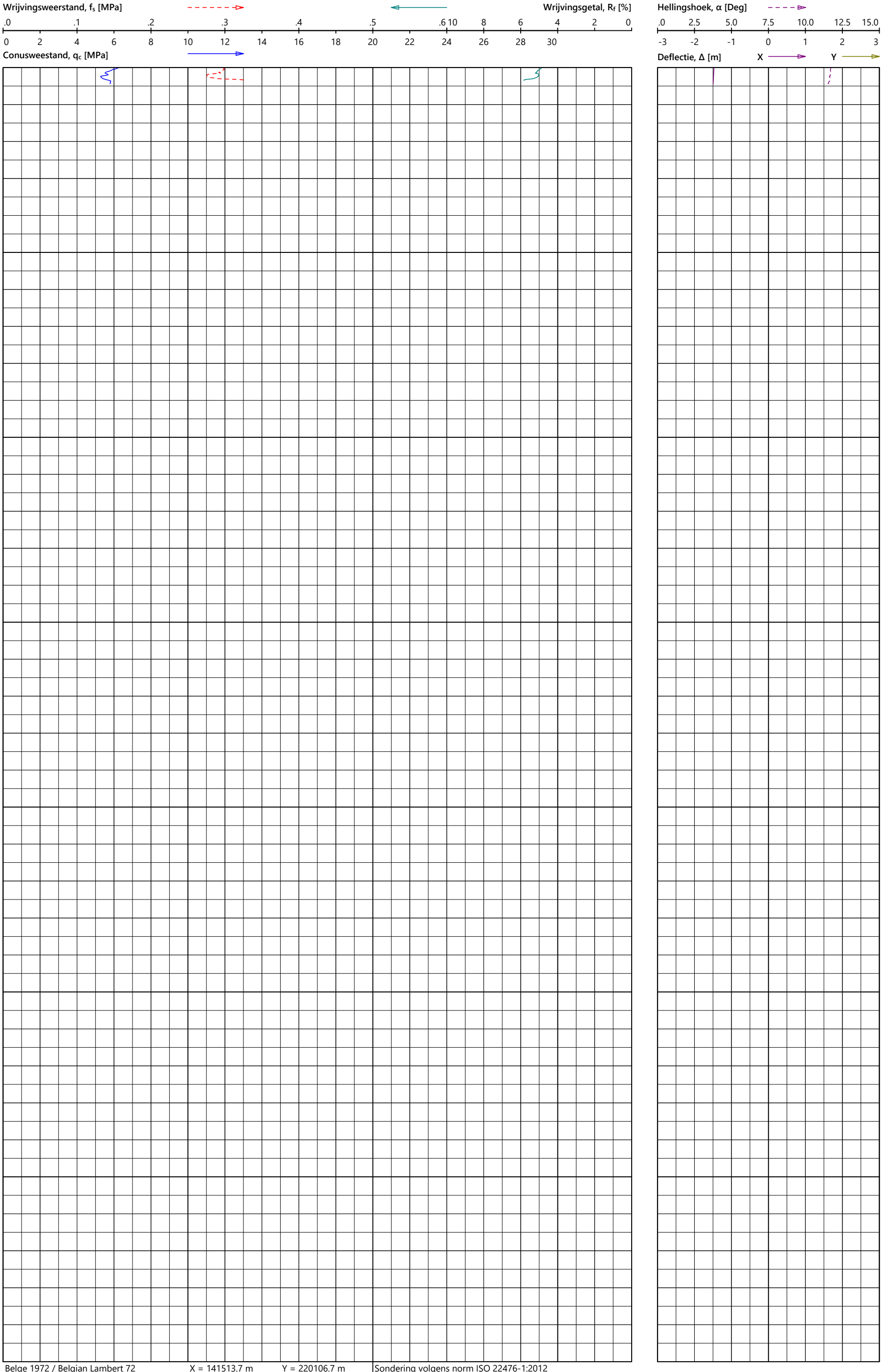
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

Opdr. 207977

CAM017

Sond. CPT-SG-002

CPT-SG-002 - 1



Belge 1972 / Belgian Lambert 72	X = 141513.7 m Y = 220106.7 m	Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Datum ref: Peil mTAW	MV = +5.2 m	Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Opg.: XMA	d.d. 17-aug-2022	Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3487
Get.: ABA	d.d. 20-apr-2022	A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Grondwaterstand [m-MV] : 1	Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] :	Sondeerapparaat : Track-Truck

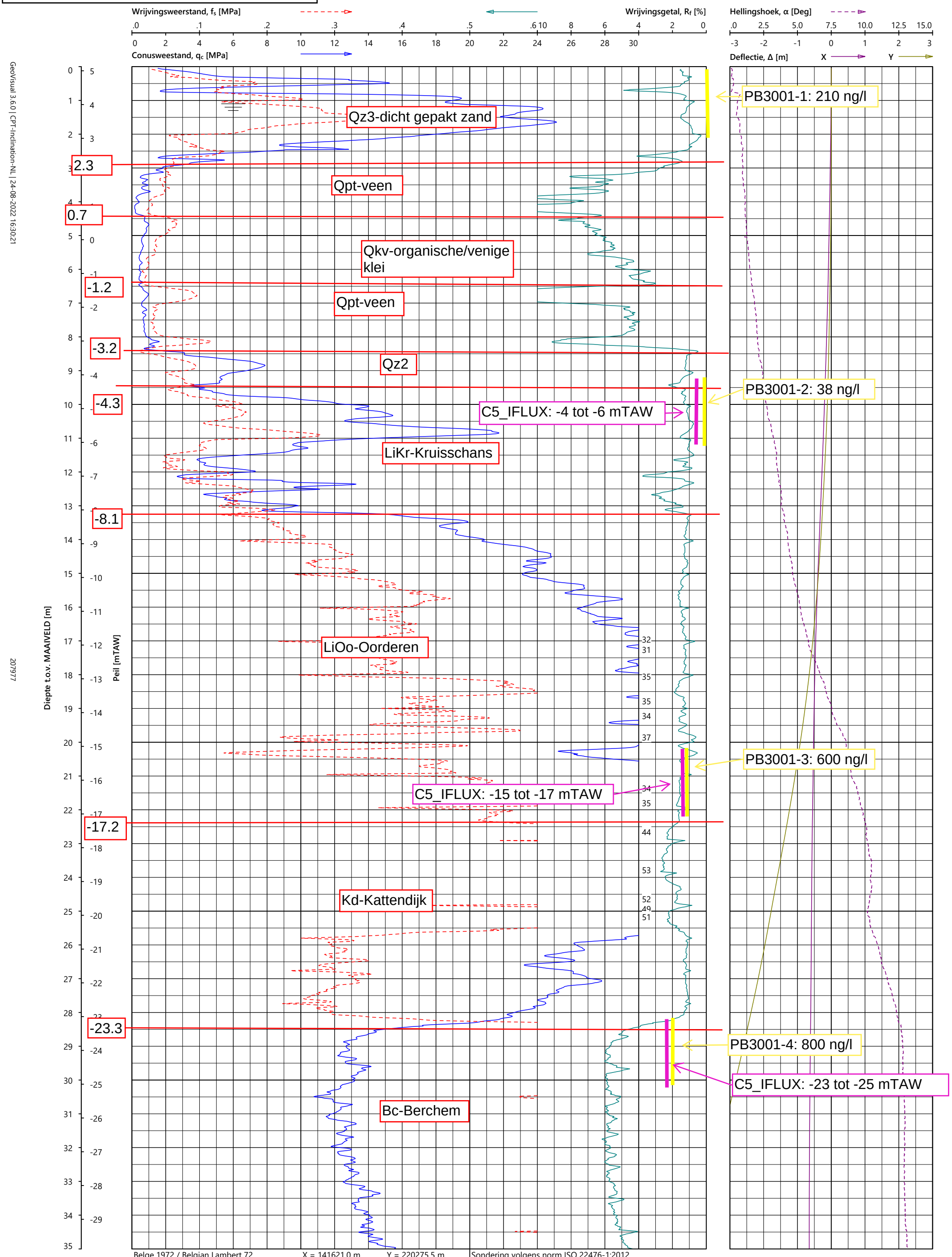
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

CAM017

Opdr. 207977

Sond. CPT-SG-002

Nabij C5_flux en PB3001



GeoVisual 3.6.0 | CPT-Inclination-NL | 24-08-2022 16:30:21

207977

Belge 1972 / Belgian Lambert 72	X = 141621.0 m	Y = 220275.5 m
Datum ref: Peil mTAW	MV = +5.1 m	
Opg.: XMA	d.d. 19-aug-2022	
Get.: ABA	d.d. 20-apr-2022	
Grondwaterstand [m-MV] : 1	Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] :	

Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3487
A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Sondeerapparaat : Track-Truck

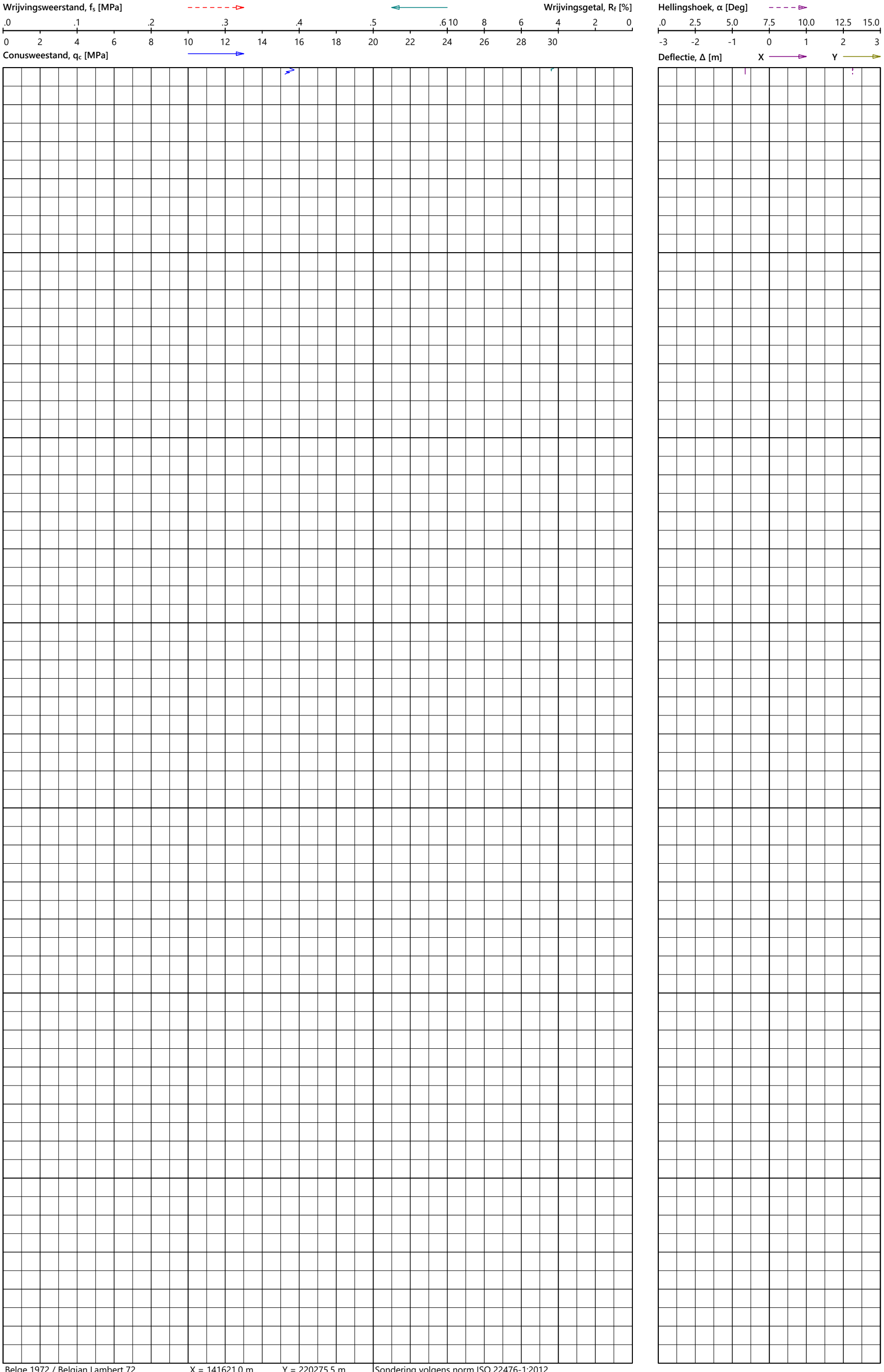
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

Opdr. 207977

CAM017

Sond. CPT-SG-004

CPT-SG-004 - 1



Belge 1972 / Belgian Lambert 72	X = 141621.0 m Y = 220275.5 m	Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Datum ref: Peil mTAW	MV = +5.1 m	Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Opg.: XMA	d.d. 19-aug-2022	Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3487
Get.: ABA	d.d. 20-apr-2022	A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Grondwaterstand [m-MV] : 1	Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] :	Sondeerapparaat : Track-Truck

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

CAM017

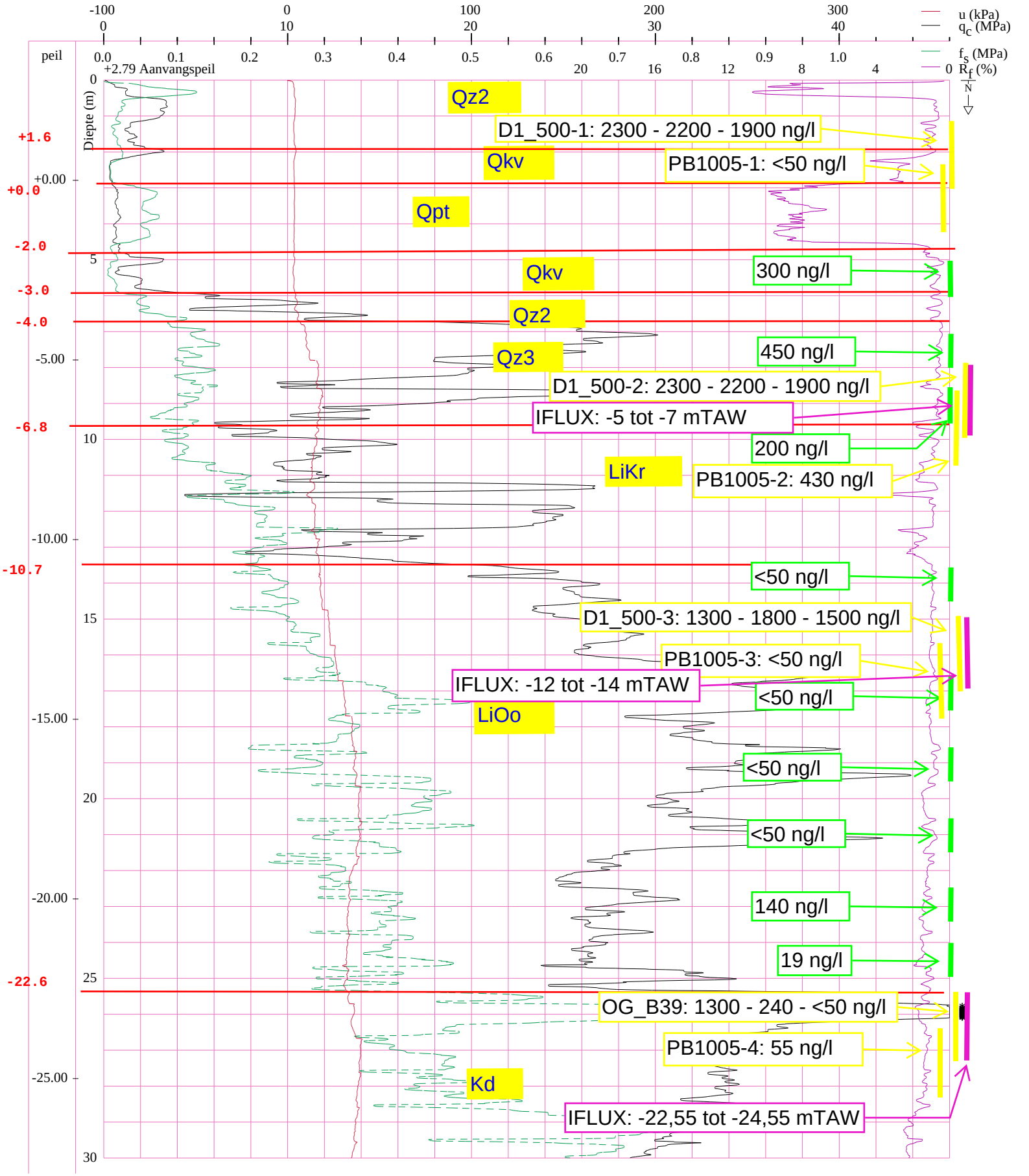
Opdr. 207977

Sond. CPT-SG-004

Sondering

Nabij C6

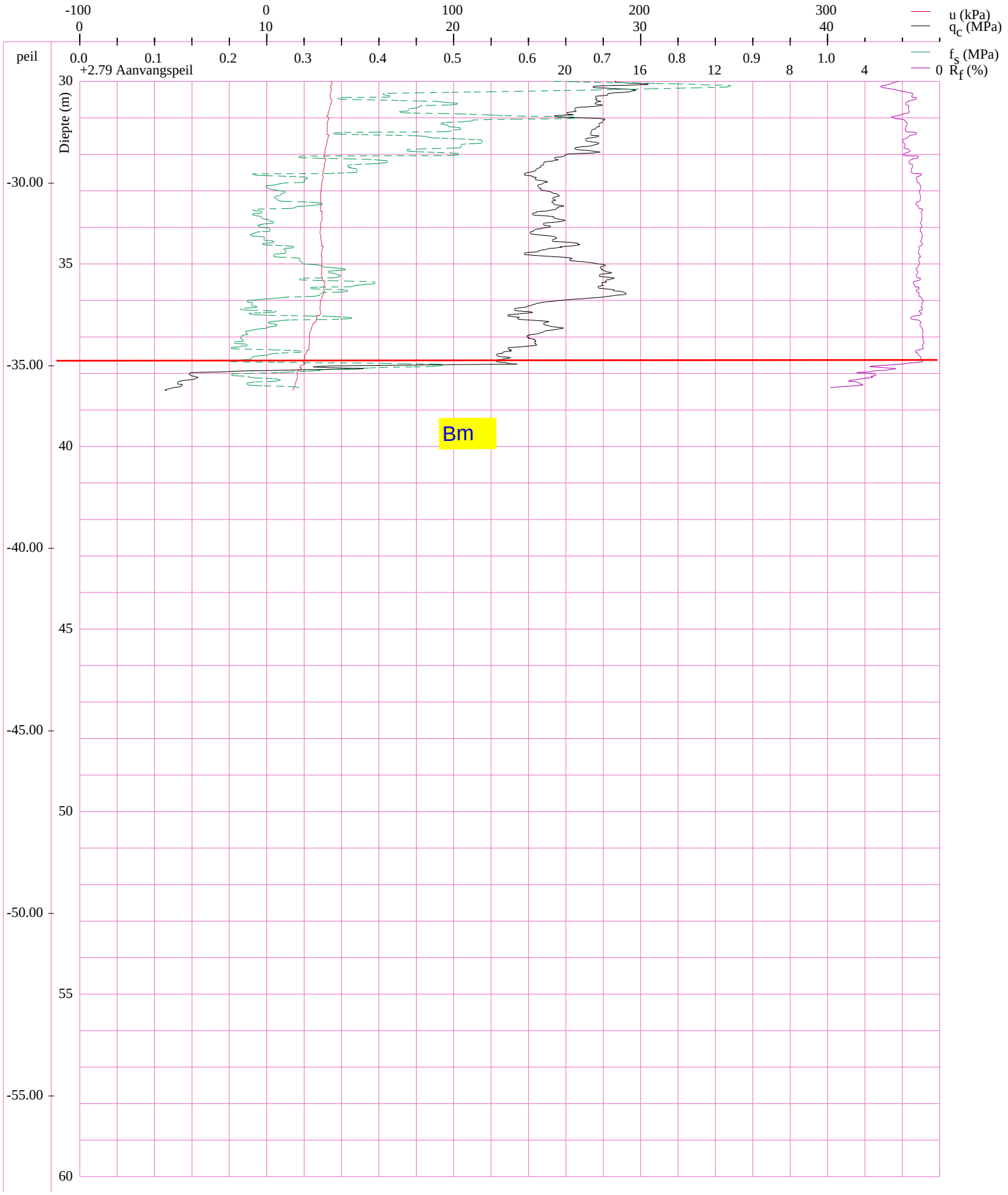
Proefnummer:	2020-14720_CD-S05	Aanvangsdatum:	28/10/2020	Norm:	EN-ISO 22476-1
X(Lambert):	141024.80	Sondeerapparaat:	200 kN	Toepassingsklasse:	-
Y(Lambert):	221297.00	Conus:	U	Uitvoeringsmethode:	continu elektrisch
Z (mTAW):	+2.79	Diepte (m):	0.01 tot 38.89		
Gemeente:	Beveren	Geen opmeting waterpeil.			
Uitvoerder:	GEOSONDA				



De gegevens worden enkel meegedeeld ter informatie. Het Vlaams Gewest kan niet aansprakelijk worden gesteld voor de gevolgen van welk gebruik dan ook.

Sondering

Proefnummer:	2020-14720_CD-S05	Aanvangsdatum:	28/10/2020	Norm:	EN-ISO 22476-1
X(Lambert):	141024.80	Sondeerapparaat:	200 kN	Toepassingsklasse:	-
Y(Lambert):	221297.00	Conus:	U	Uitvoeringsmethode:	continu elektrisch
Z (mTAW):	+2.79	Diepte (m):	0.01 tot 38.89		
Gemeente:	Beveren	Geen opmeting waterpeil.			
Uitvoerder:	GEOSONDA				



De gegevens worden enkel meegedeeld ter informatie. Het Vlaams Gewest kan niet aansprakelijk worden gesteld voor de gevolgen van welk gebruik dan ook.

Sondering

Algemene gegevens

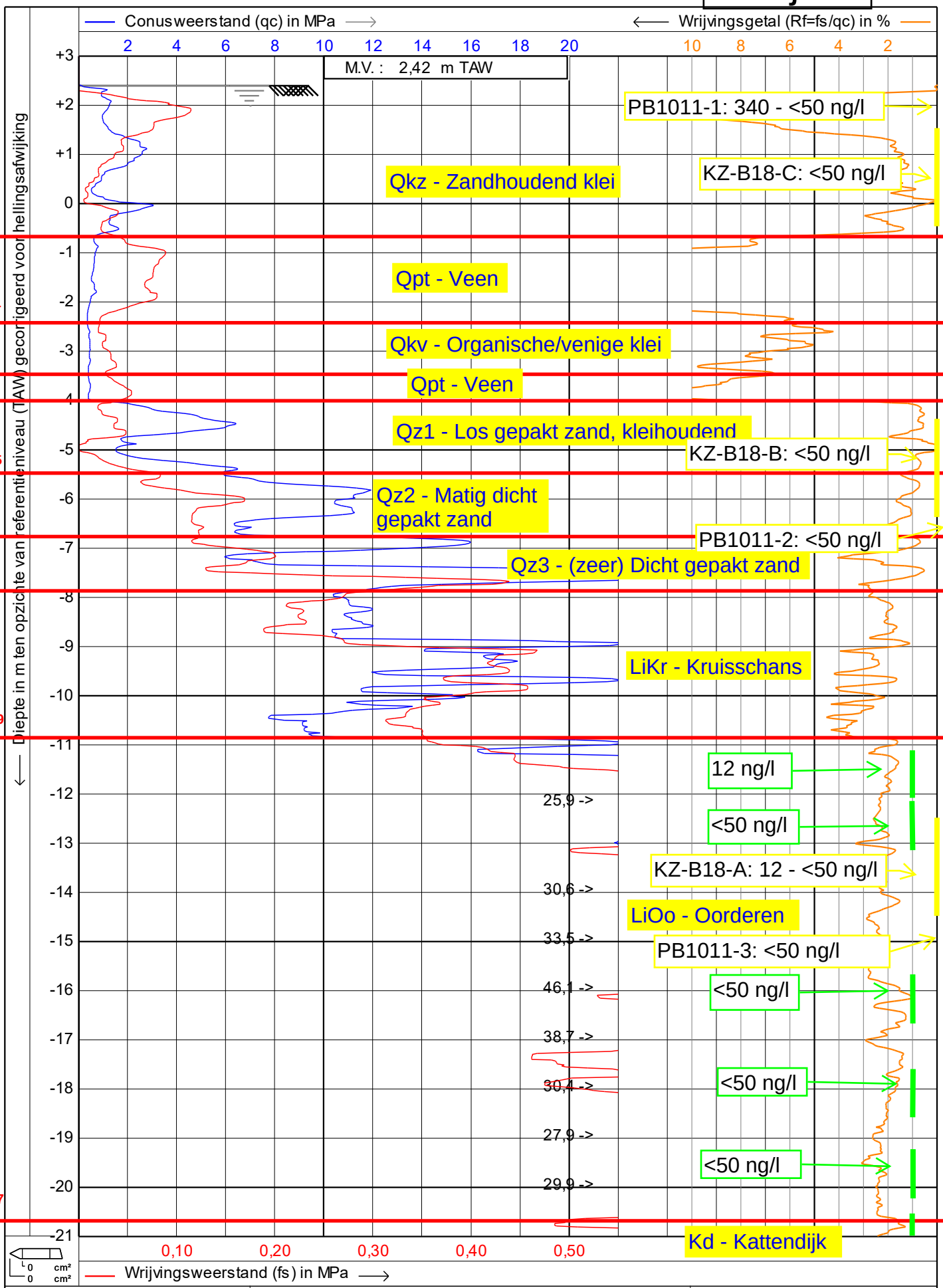
Opdrachtnummer:	ECA_grondonderzoek_algemeen
Proefnummer:	**2020-14720_CD-S05**
Datum uitvoering:	28/10/2020
Norm:	EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse:	-
Plaats:	BEVEREN
Lambertcoordinaten:	X=141024.8 - Y=221297.0
XY afkomstig van:	GEOSONDA
XY bepaald volgens:	XY_GPS - RTK FLEPOS (nk 2-3cm)
Aanvangspeil (mTAW):	2.79
Aanvangspeil afkomstig van:	GEOSONDA
Aanvangspeil bepaald volgens:	Z_GPS - RTK FLEPOS
Huidig maaiveld (DHMVII) (mTAW):	2.90
Uitvoeringsmethode:	continu elektrisch
Apparaat Type:	200 kN
Conus Type:	U
Filter locatie:	u2
Conus serienummer:	S10CFIIP.S19945
Conus calibratiedatum:	
Meetlichaam:	CFIP
Operator:	
Grondsoort aan de conus:	
Diepte* water:	Geen opmeting waterpeil
Datum opmeting waterpeil:	
Diepte* put:	
Sondeergat dichtgevallen op*:	
Diepte* plaatsen kleefvanger:	
Aantal buizen:	0
Opgemeten lengte:	
Uitgevoerd door:	GEOSONDA

(* : diepte werd niet gecorrigeerd met helling van de sondeerstang)

De gegevens worden enkel meegedeeld ter informatie. Het Vlaams Gewest kan niet aansprakelijk worden gesteld voor de gevolgen van welk gebruik dan ook.

/!\ nabij (maar theoretisch niet t.h.v.) een (opgevulde) geul

Nabij C7



GEOSONDA

Geosonda - info@geosonda.be - 0032-(0)2-479.32.41

Project : **ECA Tweede Getijdendok**

Locatie : **BEVEREN**

Positie : **0, 0 RD**

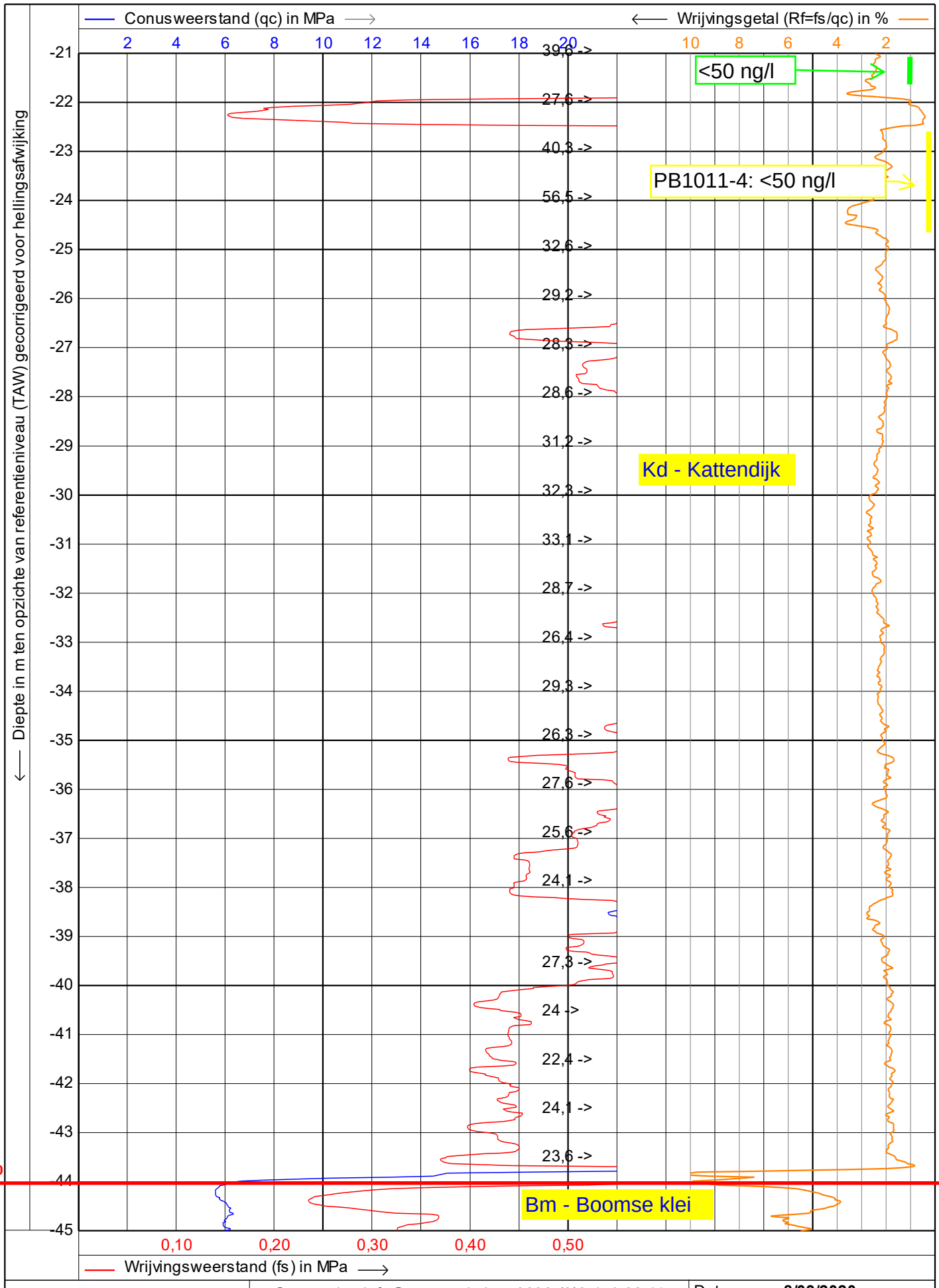
Datum : **8/09/2020**

Conusnr. : **I-CFXY-15/150669**

Projectnr. : **2020-14720**

Sondeernr.: **KZ-S18** 1/3

1.48



GEOSONDA

Geosonda - info@geosonda.be - 0032-(0)2-479.32.41

Project : **ECA Tweede Getijdendok**

Locatie : **BEVEREN**

Positie : **0, 0 RD**

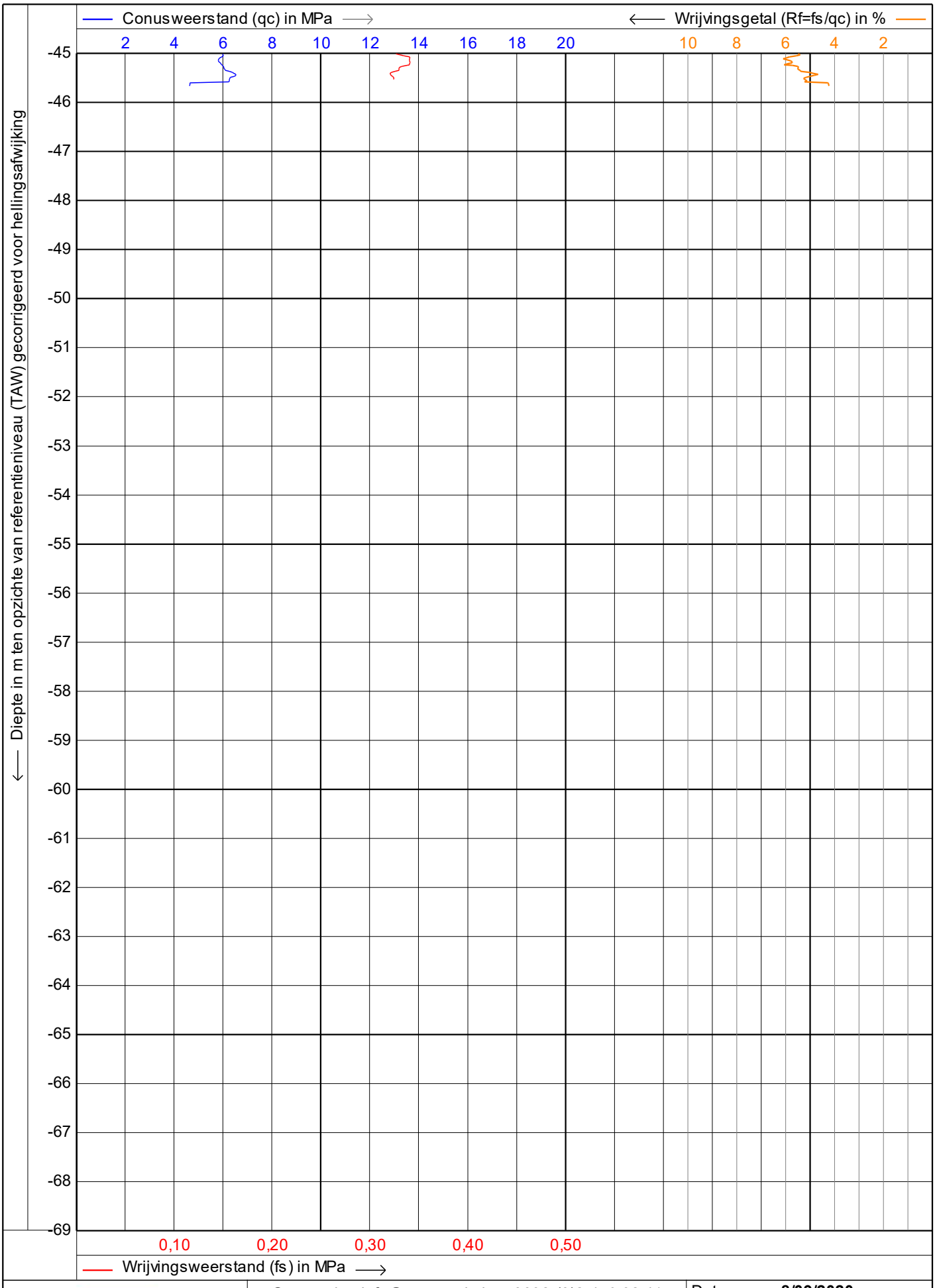
Datum : **8/09/2020**

Conusnr. : **I-CFXY-15/150669**

Projectnr. : **2020-14720**

Sondeernr.: **KZ-S18** 2/3

1.48



GEOSONDA

Geosonda - info@geosonda.be - 0032-(0)2-479.32.41

Project : **ECA Tweede Getijdendok**

Locatie : **BEVEREN**

Positie : **0, 0 RD**

Datum : **8/09/2020**

Conusnr. : **I-CFXY-15/150669**

Projectnr. : **2020-14720**

Sondeernr.: **KZ-S18** **3/3**

1.48

Bijlage 3: Rapport iFLUX

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Rapport

Grondwater en Massa Flux PFAS

Port of Antwerp-Bruges

Waaslandhaven

Projectmanager :	Erik Bosmans
Projectnummer :	25.0687
Datum :	19 december 2024



Hoe verspreidt verontreiniging zich in het grondwater?

INHOUDSOPGAVE

INHOUDSOPGAVE **1**

BEGRIPPENLIJST **2**

IFLUX TECHNISCHE FICHE **4**

1 INLEIDING **9**

1.1 OPDRACHT 9
1.2 ONDERZOEKSLOCATIE 9
1.3 GEO(HYDRO)LOGIE 10

2 DOELSTELLING **12**

3 SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN **13**

3.1 MONITORINGSPLAN 13
3.2 STROOMBAAN AFBUIGING 16
3.3 GRONDWATER FLUX 17
3.4 MASSA FLUX (PFAS) 18

4 INTERPRETATIENOTA **21**

4.1 GRONDWATER FLUX 21
4.1.1 1ste Watervoerende laag *21*
4.1.2 2de Watervoerende laag ondiep *21*
4.1.3 2de Watervoerende laag middeldiep *21*
4.1.4 2de Watervoerende laag diep *21*
4.2 MASSA FLUX (PFAS) 22
4.2.1 1ste Watervoerende laag *22*
4.2.2 2de Watervoerende laag ondiep *22*
4.2.3 2de Watervoerende laag middeldiep *23*
4.2.4 2de Watervoerende laag diep *23*

5 BIJLAGEN **24**

BEGRIPPENLIJST

Term	Omschrijving
PFAS	**Per- en polyfluoralkylstoffen:** **<u>Kwantitatieve lijst :</u>** Perfluorbutaan zuur (PFBA) Perfluorhexaan zuur (PFHxA) Perfluorheptaan zuur (PFHpA) Perfluoroctaan zuur (PFOA) (lineair) Perfluoroctaan zuur - som (PFOA) (totaal) Perfluornonaan zuur (PFNA) Perfluordecaan zuur (PFDA) Perfluorundecaan zuur (PFUnDA) Perfluordodecaan zuur (PFDoDA) Perfluortridecaan zuur (PFTrDA) Perfluorotetradecaan zuur (PFTeDA) Perfluorhexadecaan zuur (PFHxDA) Perfluoroctadecaan zuur (PFODA) Perfluorbutaan sulfonzuur (PFBS) Perfluorhexaan sulfonzuur (PFHxS) (lineair) Perfluorhexaan sulfonzuur - som (PFHxS) (totaal) Perfluoroheptaan sulfonzuur (PFHpS) Perfluoroctaan sulfonzuur (PFOS) (lineair) Perfluoroctaan sulfonzuur - som (PFOS) (totaal) Perfluornonaan sulfonzuur (PFNS) Perfluordecaan sulfonzuur (PFDS) Perfluorundecaan sulfonzuur (PFUnDS) Perfluordodecaan sulfonzuur (PFDoDS) Perfluortridecaan sulfonzuur (PFTrDS) 4:2 Fluorotelomeersulfonzuur (4:2 FTS) 6:2 Fluorotelomeersulfon zuur (6:2 FTS) 8:2 Fluorotelomeersulfonzuur (8:2 FTS) 10:2 Fluorotelomeersulfonzuur (10:2 FTS) Perfluorohexaansulfonamide (PFHXSA) Perfluoroctaan sulfonamide (PFOSA) (lineair) Perfluoroctaan sulfonamide - som (PFOSA) (totaal) N-ethylperfluorooctaan sulfonamide (EtPFOSA) (lineair) N-ethylperfluorooctaan sulfonamide - som (EtPFOSA) (totaal) N-methylperfluorooctaan sulfonamidoazijnzuur (MePFOSAA) N-ethylperfluorooctaan sulfonamidoazijnzuur (EtPFOSAA) 2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)propaanzuur (HFPO-DA) 6:2 Fluorotelomeerfosfaatdiester (6:2 DiPAP) 8:2 Fluorotelomeerfosfaat diester (8:2 DiPAP) 6:2/8:2 Fluorotelomeerfosfaatdiester (6:2/8:2 DiPAP) 9-Chlorohexadecafluoro-3-oxanonaan-1-sulfona at (9Cl-PF3ONS) (F-53B Major) 11-chlooreicosafluor-3-oxaundecaan-1-sulfonzuur (11Cl-PF3OUdS) (F-53B Minor)

	Indicatieve lijst : Perfluorpentaan zuur (PFPeA) Perfluoropentaan sulfonzuur (PFPeS) N-methylperfluorooctaan sulfonamide (MePFOSA) (lineair) N-methylperfluorooctaan sulfonamide - som (MePFOSA) (totaal) 4,8-Dioxa-3H-perfluorononaanzuur (DONA) Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS) Perfluorobutaansulfonamide (PFBSA) N-methylperfluorobutaan sulfonamide (MePFBSA) N-Methyl-perfluorobutanesulfonylamidoacetaat (MePFBSAA) 2H-Perfluoro-2-deceenzuur (FOUEA / 8:2 FTUCA)
m-mv	Diepte in meters onder het maaiveld (referentieniveau)
mTAW	Hoogte in meters ten opzichte van het zeeniveau (Tweede Algemene Waterpassing)

iFLUX TECHNISCHE FICHE

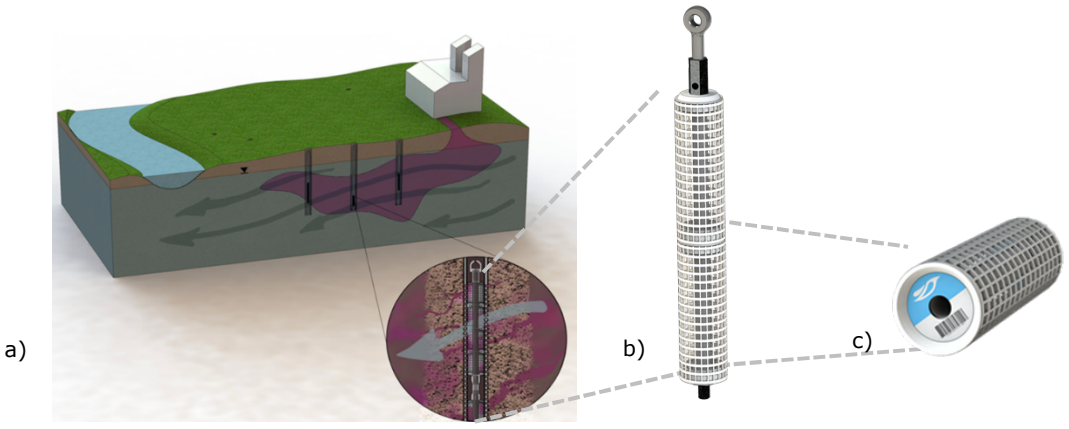
De iFLUX sampler is een gepatenteerde passieve flux sampler die gelijktijdig de massaflux en grondwaterflux in-situ meet. Het meetresultaat is een gemiddelde over de (blootstellings)tijd.

Toepassingsgebied van iFLUX

De iFLUX sampler is een waardevol en uniek instrument voor het bepalen van polluent- en waterfluxen in grondwater. Fluxmetingen laten beter toe het gedrag van een grondwaterverontreiniging in kaart te brengen. Als saneringsobjectief of risico-gebaseerd beheersniveau zou een maximaal toegelaten polluentflux gedefinieerd kunnen worden in plaats van of ter aanvulling op de huidige concentratieniveaus. Aldus kan invulling gegeven worden aan de bron-pad-receptor strategie zoals voorgesteld in de EU Kaderrichtlijn Water en de EU Grondwaterdirectieve.

In het kader van de karakterisering en het beheer van grootschalige grondwaterverontreinigingen wordt de interpretatie van polluentfluxen in plaats van polluentconcentraties meer en meer toegepast. De massa polluent die vrijkomt uit een bronzone en effectief een lagergelegen receptor bereikt, bepaalt immers het werkelijke risico. Een 'polluentflux' wordt gedefinieerd als de hoeveelheid polluent, in massa uitgedrukt, die per tijdseenheid en per oppervlakte-eenheid door een meetvlak heen stroomt, doorgaans loodrecht op de grondwaterstromingsrichting. De hoeveelheid polluent die per tijdseenheid door het hele meetvlak stroomt, wordt omschreven als de 'polluentvracht'.

Traditionele methoden voor het inschatten van polluentfluxen berusten op het meten van concentraties in het grondwater in combinatie met berekeningen en/of metingen van de grondwaterstroming. Deze benadering kan zowel een onderschatting als een overschatting van de reële polluentflux met zich meebrengen. Concentratiemetingen blijven een momentopname. Doordat piekconcentraties (laag en hoog) de peilbuis passeren en de monitoring niet continu plaatsvindt, is het niet uitgesloten dat bepaalde polluentpieken niet worden opgemerkt. Bovendien kan er ook niet gecorrigeerd worden voor schommelingen in grondwaterstand en grondwaterstromingssnelheid.



Figuur 1: iFLUX sampler, a) veldconcept, b) montage, c) cartridge voor monstername

De iFLUX passieve sampler weergegeven in Figuur 1 wordt gebruikt om:

- Inzicht te verwerven in de grondwaterkwaliteit en de verspreiding van verontreiniging;
- De verplaatsing en blootstelling over een relatief lange periode te kennen. De meting wordt gedurende enkele weken tot enkele maanden uitgevoerd. De variaties die zich voordoen zijn inclusief het meetresultaat. Piekresultaten (hoog of laag) worden hierbij vermeden.
- Preferentiële stromingstrajecten te identificeren. Hiervoor worden tegelijkertijd op verschillende dieptes en locaties metingen uitgevoerd.

- De sterkte van bronzones en pluimen bepalen om de risico's voor receptoren in te schatten en effectiviteit van sanerings- en beheersmaatregelen te bepalen;

Materialen en methodes

De iFLUX samplers bestaan uit doorlaatbare cartridges die elk een specifieke sorptiematrix bevatten die in samenwerking met het SGS-laboratorium is bepaald:

- Grondwaterflux (q_0): de sorberende matrix van de cartridge is geladen met bekende hoeveelheden in wateroplosbare resident tracers. Deze tracers logen uit de matrix met een snelheid die evenredig is met de grondwaterflux.
- Massaflux (J_c) : de doelverbindingen worden gevangen op de sorptiematrix.

Definities

- Massaflux :

Een massaflux van een verontreiniging kan gedefinieerd worden als de totale hoeveelheid van een verontreiniging, uitgedrukt in massa, die per tijdseenheid en per oppervlakte-eenheid door een welomschreven controlevlak stroomt dat loodrecht staat op de gemiddelde grondwaterstromingsrichting (Bear, 1988 ; Bear et Verruijt, 1998 ; Basmadijan, 2004 ; Newman et al., 2005).

$$J_c = C.q_0 = \frac{m}{A.t} \qquad \text{(Vgl. 1)}$$

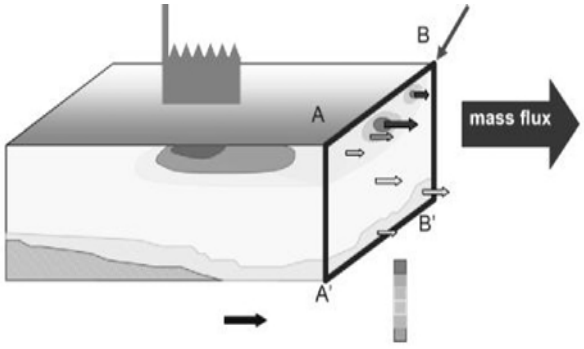
waarin $\mathbf{J_c}$ de massaflux van de verontreiniging is [g/m²/dag], **C** de gemiddelde concentratie van de verontreiniging in het grondwater [g/m³], $\mathbf{q_0}$ de Darcy-flux in het grondwater [m³/m²/dag], **m** de massa van de verontreiniging [g], **A** de oppervlakte van een goed gedefinieerd controlevlak, loodrecht op de grondwaterstromingsrichting [m²] en **t** de bemonsteringsduur [dag].

Een iFLUX sampler bepaalt de lokale flux van een verontreiniging en de Darcy waterflux, begrensd door de lengte (**b**) en diameter (**2r**) van de cartridge. Een iFLUX sampler die wordt blootgesteld aan een verontreinigde grondwaterstroom adsorbeert de verontreiniging uit het grondwater terwijl de tracers uit het sorptiemiddel worden uitgeloogd. Uitgaande van volledige en onomkeerbare sorptie van de verontreiniging aan de sorptiematrix, d.w.z. bij een hoge retardatiefactor tussen verontreiniging en sorptiemiddel en/of een korte blootstellingsperiode, kan de massaflux van de verontreiniging ($\mathbf{J_c}$) als volgt worden berekend (Hatfield et al., 2004):

$$J_c = \frac{m_c}{2.\alpha.r.b.t} \qquad \text{(Vgl. 2)}$$

waarbij $\mathbf{m_c}$ de massa van de verontreiniging is die wordt geabsorbeerd door de sorberende matrix van de cartridge [g], **α** de convergentie of divergentie van de stroming rond de cartridge [-], **r** de straal van de cartridgecilinder [m], **b** de lengte van de sorberende matrix of de verticale dikte van het bemonsterde aquiferinterval [m] en **t** de bemonsteringsduur [dag].

Figuur 2 illustreert het concept van de stroming van contaminanten door een controlevlak tussen een bron en een receptor.



Figuur 2 : Concept van de stroming van contaminanten door een controlevlak (EPA, 2003)

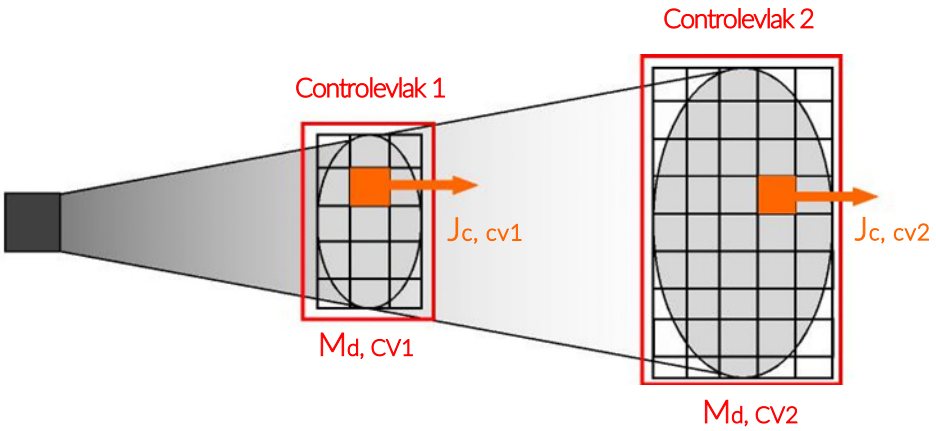
- Massa debiet of polluentvracht:

Het massadebiet van een verontreiniging ($\mathbf{M_d}$) is de ruimtelijke integratie van de massafluxen van de verontreiniging (d.w.z. de som van alle massafluxmetingen in het controlevlak) en vertegenwoordigt daarom de totale massa van een verontreiniging die door het grondwater door een bepaald vlak wordt getransporteerd, per tijdseenheid. Het massadebiet van de verontreiniging wordt uitgedrukt als massa per tijdseenheid (Basmadijan, 2004 ; Bear, 1988 ; Newman et al., 2005).

$$M_d = \int_A J_c dA \qquad \text{(Vgl. 3)}$$

waarbij **A** de oppervlakte van het controlevlak is [m²] en $\mathbf{J_c}$ de ruimtelijk variabele contaminant flux [g/m²/dag].

Figuur 3 illustreert het concept van massaflux van contaminanten en massadebiet van contaminanten.



Figuur 3: Concept van massaflux (J_c) en massadebiet (M_d) (ITRC, 2010)

De massaflux van een verontreiniging kan direct of indirect worden bepaald met behulp van passieve samplers (Goltz et al., 2007; Verreydt et al., 2010), terwijl het massadebiet van een verontreiniging moet worden berekend, geschat of gemodelleerd.

- Grondwater flux :

De grondwater flux kan worden gedefinieerd als de totale hoeveelheid grondwater, uitgedrukt in volume, die per tijdseenheid en per oppervlakte-eenheid door een goed gedefinieerd controlevlak stroomt dat loodrecht staat op de gemiddelde grondwaterstromingsrichting.

De Darcy waterstroming ($\mathbf{q_0}$) door de aquifer kan worden bepaald door :

$$q_0 = \frac{1.67.r.R_d.(1-\Omega_R)}{\alpha.t} \qquad \text{(Vgl. 4)}$$

waarbij $\mathbf{R_d}$ de retardatiefactor van de residente tracer op het sorbens is [-] en $\mathbf{\Omega_R}$ de relatieve massa van de residente tracer die op de bepaalde diepte in het sorbens achterblijft [-]. Voor meer details, zie Hatfield et al (2004).

- Fluxgemiddelde concentratie :

De fluxgemiddelde concentratie (C_J) van een contaminant kan worden berekend op basis van de gemeten contaminantflux en waterflux:

$$C_J = \frac{J_c}{q_0} \qquad \text{(Vgl. 5)}$$

- Stroombaan afbuiging :

Stromingslijnen rond de iFLUX sampler zullen afwijken als gevolg van de doorlatendheid van de cartridge ten opzichte van de doorlatendheid van de aquifer. Dit geldt ook voor de stroomlijnen rond de peilbuis en het grindpakket (Basu et al., 2006; Börke, 2007; Verreydt et al., 2014). De waterflux (**q**) door de iFLUX cartridge is evenredig met de waterflux ($\mathbf{q_0}$) in de aquifer.

Dit kan worden uitgedrukt als:

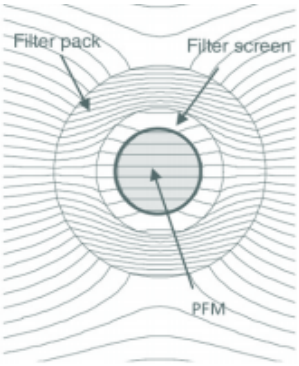
$$q = \alpha . q_0 \qquad \text{(Vgl. 6)}$$

waarbij **α** de convergentie of divergentie van de grondwaterstroming in de buurt van een peilbuis met passieve sampler is.

De α-factor kan worden berekend met behulp van de potentiaaltheorie (Drost et al., 1968; Klammler et al., 2007) of worden gesimuleerd met behulp van computational fluid dynamics (CFD), gebaseerd op de hydraulische geleidbaarheid van de aquifer, het grindpakket rondom de peilbuis, de filter en de iFLUX cartridge.

Deze hydraulische geleidbaarheid kan in het laboratorium worden bepaald. De potentiaaltheorie gaat uit van een constante α factor en horizontale stroomlijnen door de peilbuis en de iFLUX cartridge. Als $\alpha < 1$ vertoont het grondwaterstromingsveld divergentie, als $\alpha > 1$ is er convergentie van de grondwaterstroming.

Figuur 4 illustreert het concept van de vervorming van het stromingsveld (α).



Figuur 4: Convergerende en divergerende stroomlijnen in een uniform grondwaterstromingsveld door de aanwezigheid van een peilbuis voorzien van een filterpack en een iFLUX cartridge (horizontale doorsnede, Verreydt et al., 2014, Groundwater flow field distortion by monitoring wells and passive flux meters).

1 INLEIDING

1.1 OPDRACHT

Port of Antwerp-Bruges heeft in samenwerking met Tractebel aan iFLUX opdracht verleend om een campagne uit te voeren met waterflux- en massafluxmetingen van PFAS in 21 peilbuizen verdeeld over 6 peilbuisclusters met telkens 3 of 4 meetdieptes per cluster (1 meetdiepte per peilbuis), ter hoogte van de Waaslandhaven te Beveren.

Er wordt verder verwezen naar de 'iFlux strategie' opgesteld door Tractebel dd. 4/04/2024 opgenomen in bijlage 2 die meer informatie omvat omtrent de site en de meetcampagne.

1.2 ONDERZOEKSLOCATIE

Op basis van de verkregen informatie van Tractebel komt op de locatie een grondwaterverontreiniging voor met PFAS mogelijk afkomstig van 3 verschillende bronzones:

- Gedempte Doeldok: zowel de slibcellen aan de basis van het gedempte Dok (deze strekken zich uit van ca. -13 mTAW tot -24,5m TAW) als het aanvulmateriaal waarmee het dok gedempt werd, kunnen beschouwd worden als bronzones;
- Voormalige slib- en laguneringsbekkens: voor de aanleg van de containerterminal (MPET) waren op deze locatie slib- en laguneringsbekkens. Deze werden (gedeeltelijk) afgegraven. Zowel in de ophogingslaag als in het onderliggende klei-veen complex zijn verhoogde concentraties aan PFAS aanwezig;
- MIDA's: deze zone werd opgehoogd met slibhoudend materiaal dat eveneens PFAS-verontreinigd is. De verontreiniging is aanwezig in de ophogingslaag en in het onderliggende klei-veencomplex.

Vanuit deze bronzones zijn zowel de zwevende watertafel als de 1ste en 2de watervoerende laag verontreinigd met PFAS.

Bij het selecteren van horizonten voor de iFLUX-metingen is het van belang dat horizonten geselecteerd worden waar een vermoeden is dat de verontreiniging via het grondwater verspreid, gedreven door advectief transport. Hiervoor zijn goed doorlatend formaties geselecteerd die zich lateraal uitstrekken over het studiegebied en waarin verhoogde PFAS-concentraties aanwezig zijn. Dit werd bepaald op basis van de CPT's en de resultaten van uitgevoerde multilevel sampling zoals vermeld in het technisch voorstel iFLUX-metingen van Tractebel dd. 13/06/2024 opgenomen in bijlage 2.

Volgende peilbuizen zijn door Tractebel in overleg met iFLUX geselecteerd om de fluxmetingen uit te voeren overeenstemmend het technisch voorstel iFLUX-metingen:

- PB_C1-1 (filter: 16,2 - 17,2 m-mv),
- PB_C1-2 (filter: 25,2 - 26,2 m-mv),

- PB_C1-3 (filter: 31,2 - 32,2 m-mv),
- PB_C1-4 (filter: 43,3 - 45,3 m-mv),
- PB_C2-1 (filter: 16,4 - 17,4 m-mv),
- PB_C2-2 (filter: 24,4 - 25,4 m-mv),
- PB_C2-3 (filter: 31,9 - 32,9 m-mv),
- PB_C2-4 (filter: 47,4 - 49,4 m-mv),
- PB_C3-1 (filter: 12,5 - 13,5 m-mv),
- PB_C3-2 (filter: 22,0 - 23,0 m-mv),
- PB_C3-3 (filter: 29,0 - 30,0 m-mv),
- PB_C3-4 (filter: 41,3 - 43,3 m-mv),
- PB3001-2 (filter: 14,5 - 16,5 m-mv),
- PB3001-3 (filter: 25,5 - 27,5 m-mv),
- PB3001-4 (filter: 33,5 - 35,5 m-mv),
- PB1004-2 (filter: 14,0 - 16,0 m-mv),
- PB1004-3 (filter: 24,0 - 26,0 m-mv),
- PB1004-4 (filter: 33,0 - 35,0 m-mv),
- D1_500-2 (filter: 7,5 - 9,5 m-mv),
- D1_500-3 (filter: 14,5 - 16,5 m-mv),
- OG-B39 (filter: 25,1 - 27,1 m-mv).

De peilbuizen hebben een diameter van 51/63mm (binnen/buitendiameter), behalve D1_500-2 die een diameter van 41/50mm heeft.

1.3 GEO(HYDRO)LOGIE

De geohydrologie wordt meer in detail besproken in de “iFLUX strategie” dd. 4/04/2024 opgesteld door Tractebel en opgenomen in bijlage 2.

Hieruit blijkt dat er drie watervoerende lagen onderscheidbaar zijn:

- Freatische watervoerende laag (boven klei-veen-complex);
- 1ste watervoerende laag omvat de Quartaire zanden, het Lid van Merksem en het Lid van Zandvliet van de Formatie van Lillo (Pleistocene zanden en zandige deklagen). Het Lid van Merksem en het Lid van Zandvliet komen niet overal voor in het studiegebied;
- 2de watervoerende laag die het Lid van Oorderen en de Formaties van Kattendijk en Berchem omvatten. De 2de watervoerende laag is geprangd tussen Lid van Kruisschans en de Formatie van Boom.

Uit de verkregen informatie van Tractebel wordt de doorlatendheid van de 1ste watervoerende laag geschat op 1,74.10^{-04} m/s. De doorlatendheid van de 2de watervoerende laag wordt geschat op 5,21.10^{-05} m/s.

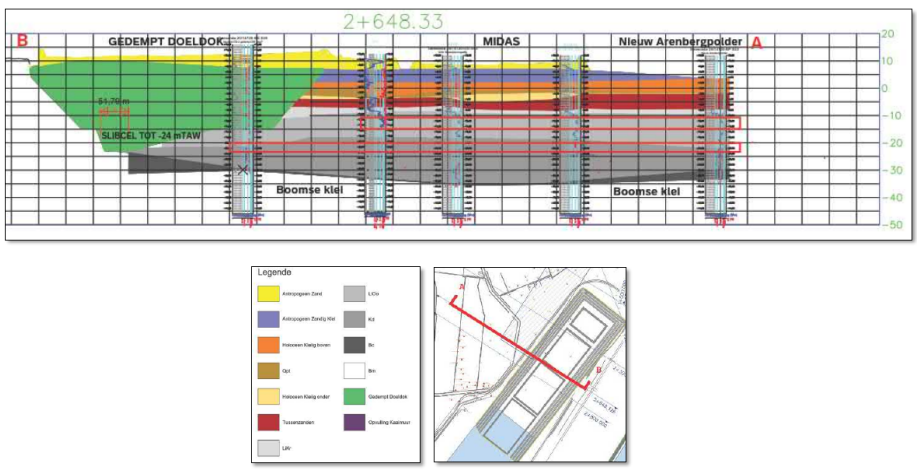
Kaarten met aanduiding van stijghoogten in de verschillende watervoerende lagen geven duidelijk weer dat er een grondwaterstroming vanuit het gedempte Doeldok naar de omgeving heerst.

Door Tractebel is een gedetailleerde analyse uitgevoerd van volgende beschikbare geo- en bouwtechnische data:

- Reeds uitgevoerde CPT-sonderingen in de directe omgeving van het gedempte Doeldok tot op de Boomse klei,
- De civieltechnische opbouw van de toekomstige kaaiwand van het Tweede Getijdendok,
- Piëzometrische metingen d.m.v. divers.

Op basis van deze data zijn een aantal belangrijke conclusies getrokken in verband met de risico's verbonden aan de verspreiding van PFAS-houdend grondwater vanuit het gedempte Doeldok:

- Binnen de eerste en tweede watervoerende zijn aanzienlijke horizontale en verticale variaties inzake de lithologie. Op de onderstaande geologische doorsnede (Figuur 2 uit de "iFLUX strategie" opgenomen in bijlage 2) worden met een rode kleur de intervallen aangeduid van eerder goed doorlatende horizonten. Deze lagen komen in de verschillende sonderingen tot uiting wat erop wijst dat het hier horizonten betreffen die zich lateraal uitstrekken. Deze eerder goed doorlatende horizonten kunnen mogelijks fungeren als preferentieel verspreidingspad voor de verontreiniging binnen het watervoerende pakket;
- De basis van de slibcellen bevindt zich op ca -24 m-TAW;
- De diepte van de top van de Boomse klei, die fungeert als een afsluitende laag, varieert sterk binnen het studiegebied. De top van deze laag situeert zich tussen -32 tot -44 m-TAW;
- Heden bevinden de diepste beschikbare peilbuizen zich op een diepte van ca. -25 tot -28 mTAW. In het interval tussen -28 mTAW en de top van de Boomse klei (ca -44 mTAW) kunnen op basis van de CPT's eveneens goed doorlatende horizonten gedefinieerd worden die mogelijk fungeren als preferentiële verspreidingsroute. Deze horizonten verdienen de nodige aandacht gezien hun proximiteit tot de slibcellen;
- De onderzijde van de damplanken die deel uitmaken van het aan te leggen Tweede Getijdendok bereiken op hun diepste punt -27 m-TAW.



Figuur 2: Doorsnede met CPT's dwars op de as van het Gedempte Doeldok, door de MIDA's en polder: Indicatieve aanduiding van de doorlopende horizonten (rode rechthoeken).

2 DOELSTELLING

De doelstelling is om grondwater- en PFAS-fluxen te meten afkomstig van de bronzones met PFAS ter bepaling van het verspreidingsrisico in het kader van de onderzoek verrichtingen die uitgevoerd worden ten behoeve van het oriënterend bodemonderzoek en het beschrijvend bodemonderzoek inzake het project 'Twee Getijdendok'. Op basis van de reeds beschikbare gegevens wordt door Tractebel verwacht dat een bodemsaneringsproject noodzakelijk zal zijn voor de verontreiniging met PFAS in het vaste deel van de aarde en het grondwater.

Beslissingen i.v.m. de bepaling van de saneringsdoelstelling en de hiermee verbonden risicofactoren kunnen worden geoptimaliseerd door rekening te houden met de polluentflux en de polluentvracht van verontreinigende stoffen. Kenmerkend voor een heterogeen pakket sedimenten is dat de polluentvracht zeer sterk verschillen in de variatie van de lithologie.

De grootteorde van de polluentflux verhoudt zich recht evenredig tot de polluentconcentratie en de grondwaterstromingssnelheid. Deze grondwaterstromingssnelheid hangt op haar beurt, volgens de Wet van Darcy, af van de hydraulische doorlatendheid van het sediment en het grondwaterniveauverschil of verhang van de watertafel in het brongebied en de potentieel bedreigde zones.

Het uitvoeren van de fluxmetingen zoals beschreven in de nota "iFLUX strategie" (zie bijlage 2), moet tevens ook toelaten om nul situatie te definiëren. Optioneel kunnen in een latere fase, tijdens uitvoering van de werkzaamheden ter realisatie van het Tweede Getijdendok ook meetcampagnes uitgevoerd worden om de impact van de werken op de polluentenflux in kaart te brengen. Dit kan bijvoorbeeld relevant zijn om de specifieke effecten van bemalingen op de polluentflux te evalueren.

3 SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN

3.1 MONITORINGSPLAN

Deze studie bevat de resultaten van de toepassing van 21 iFLUX samplers voor de meting van grondwater- en massaflux van PFAS in 21 peilbuizen verdeeld over 6 peilbuisclusters met telkens 3 of 4 meetdieptes per cluster (1 meetdiepte per peilbuis), ter hoogte van de Waaslandhaven te Beveren.

De samplers zijn door iFLUX geïnstalleerd op 20/09/2024 en terug opgehaald op 28/10/2024. Dit resulteerde in een blootstellingstijd van 38 dagen.

De blootstellingstijd is bepaald op basis van de vermoedelijke stroomsnelheid van het grondwater en de concentraties met PFAS in het grondwater. Bedoeling was om enerzijds een polluentflux met een fluxgemiddelde concentratie van circa 100 ng/l te kunnen meten uitgaande van een vermoedelijke grondwaterflux van circa 15 $cm^3/cm^2/d$ en een fluxdetectielimiet van circa 10 à 15 $\mu g/m^2/dag$, in functie van de grootte van de gebruikte cartridges. Anderzijds was het de bedoeling om volledige uitloging van de traceralcoholen uit de waterflux cartridges te vermijden.

Uit de analyseresultaten is gebleken dat de blootstellingstijd geschikt was om bij alle meting een waterflux te kunnen bepalen. Op basis van de hoogste gemeten waterflux (25 $cm^3/cm/^2d$) zou een verlenging van de blootstellingstijd van 1 dag tot een overmatige uitloging van de traceralcoholen hebben geleid.

Er zijn polluentfluxen gedetecteerd in 2 van de geselecteerde peilbuizen. Een verlenging van de blootstellingstijd van de PFAS massafluxcartridges zou de detectielimiet voor PFAS verder kunnen verlagen.

Er zijn analyses uitgevoerd door SGS voor gevalideerde PFAS-componenten op de iFLUX sampler.

Voor onderstaande gevalideerd componenten is de rapportage van de resultaten kwantitatief:

- Perfluorbutaan zuur (PFBA)
- Perfluorhexaan zuur (PFHxA)
- Perfluorheptaan zuur (PFHpA)
- Perfluoroctaan zuur (PFOA) (lineair en totaal)
- Perfluornonaan zuur (PFNA)
- Perfluordecaan zuur (PFDA)
- Perfluorundecaan zuur (PFUnDA)
- Perfluordodecaan zuur (PFDoDA)
- Perfluortridecaan zuur (PFTrDA)
- Perfluorotetradecaan zuur (PFTeDA)
- Perfluorhexadecaan zuur (PFHxDA)
- Perfluoroctadecaan zuur (PFODA)
- Perfluorbutaan sulfonzuur (PFBS)
- Perfluorhexaan sulfonzuur (PFHxS) (lineair en totaal)

- Perfluoroheptaan sulfonzuur (PFHpS)
- Perfluoroctaan sulfonzuur (PFOS) (lineair en totaal)
- Perfluornonaan sulfonzuur (PFNS)
- Perfluordecaan sulfonzuur (PFDS)
- Perfluorundecaan sulfonzuur (PFUnDS)
- Perfluordodecaan sulfonzuur (PFDoDS)
- Perfluortridecaan sulfonzuur (PFTrDS)
- 4:2 Fluorotelomeersulfonzuur (4:2 FTS)
- 6:2 Fluorotelomeersulfon zuur (6:2 FTS)
- 8:2 Fluorotelomeersulfonzuur (8:2 FTS)
- 10:2 Fluorotelomeersulfonzuur (10:2 FTS)
- Perfluorohexaansulfonamide (PFHXSA)
- Perfluoroctaan sulfonamide (PFOSA) (lineair en totaal)
- N-ethylperfluorooctaan sulfonamide (EtPFOSA) (lineair en totaal)
- N-methylperfluorooctaan sulfonamidoazijnzuur (MePFOSAA)
- N-ethylperfluorooctaan sulfonamidoazijnzuur (EtPFOSAA)
- 2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)propaanzuur (HFPO-DA)
- 6:2 Fluorotelomeerfosfaatdiester (6:2 DiPAP)
- 8:2 Fluorotelomeerfosfaat diester (8:2 DiPAP)
- 6:2/8:2 Fluorotelomeerfosfaatdiester (6:2/8:2 DiPAP)
- 9-Chlorohexadecafluoro-3-oxanonaan-1-sulfona at (9Cl-PF3ONS) (F-53B Major)
- 11-chlooreicosafluor-3-oxaundecaan-1-sulfonzuur (11Cl-PF3OUdS) (F-53B Minor)

Voor onderstaande gevalideerd componenten is de rapportage van de resultaten indicatief:

- Perfluoropentaan sulfonzuur (PFPeS)
- N-methylperfluorooctaan sulfonamide (MePFOSA) (lineair)
- N-methylperfluorooctaan sulfonamide - som (MePFOSA) (totaal)
- 4,8-Dioxa-3H-perfluorononaanzuur (DONA)
- Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)
- Perfluorobutaansulfonamide (PFBSA)
- N-methylperfluorobutaan sulfonamide (MePFBSA)
- N-Methyl-perfluorobutanesulfonylamidoacetaat (MePFBSAA)
- 2H-Perfluoro-2-deceenzuur (FOUEA / 8:2 FTUCA)

Voor Perfluorpentaan zuur (PFPeA) was de terugvindingpercentage op de matrix bij validatie onvoldoende waardoor het resultaat niet gerapporteerd wordt.

De tabellen met de resultaten van de waterflux zijn in §3.3 opgenomen. De tabellen met de resultaten van de massaflux van alle gedetecteerde PFAS componenten zijn in §3.4 opgenomen. Gezien de verhoogde concentraties PFOA in de analyseresultaten van het grondwater is deze parameter ook opgenomen in §3.4.

Een kaart met aanduiding van de peilbuizen is weergegeven in bijlage 1.

De relevante gegevens voor de opdracht ontvangen van Tractebel zijn opgenomen in bijlage 2

De resultatenkaarten (een samenvattende kaart en een kaart per gemeten laag) zijn weergegeven in bijlage 3 en de grafieken in bijlage 4.

Het installatieplan is opgenomen in bijlage 5 en het analysecertificaat in bijlage 6.

3.2 STROOMBAAN AFBUIGING

In de resultaten van zowel de water- als de massafluxen wordt rekening gehouden met stroombaan afbuiging factoren (alpha). De afbuiging van het stroomveld kan ontstaan door verschillen in doorlatendheid tussen de aquifer, het filtergrind en de cartridges in de peilbuis. De correctie factoren (alpha) zijn berekend op basis van de ontvangen peilbuis informatie van Tractebel opgenomen in bijlage 2:

Well	W_{ID} (mm)	W_{OD} (mm)	Slit size (mm)	Borehole diameter (mm)	K-value filter pack (m/s)	K-value aquifer (m/s)
PB_C1-1	51	63	0,3	178	3,47E-03	1,74E-04
PB_C1-2	51	63	0,3	178	3,47E-03	5,21E-05
PB_C1-3	51	63	0,3	178	3,47E-03	5,21E-05
PB_C1-4	51	63	0,3	178	3,47E-03	5,21E-05
PB_C2-1	51	63	0,3	178	3,47E-03	1,74E-04
PB_C2-2	51	63	0,3	178	3,47E-03	5,21E-05
PB_C2-3	51	63	0,3	178	3,47E-03	5,21E-05
PB_C2-4	51	63	0,3	178	3,47E-03	5,21E-05
PB_C3-1	51	63	0,3	178	3,47E-03	1,74E-04
PB_C3-2	51	63	0,3	178	3,47E-03	5,21E-05
PB_C3-3	51	63	0,3	178	3,47E-03	5,21E-05
PB_C3-4	51	63	0,3	178	3,47E-03	5,21E-05
PB3001-2	51	63	0,3	140	3,47E-03	1,74E-04
PB3001-3	51	63	0,3	140	3,47E-03	5,21E-05
PB3001-4	51	63	0,3	140	3,47E-03	5,21E-05
PB1004-2	51	63	0,3	140	3,47E-03	1,74E-04
PB1004-3	51	63	0,3	140	3,47E-03	5,21E-05
PB1004-4	51	63	0,3	140	3,47E-03	5,21E-05
D1_500-2	40	50	0,3	140	3,47E-03	1,74E-04
D1_500-3	51	63	0,3	140	3,47E-03	5,21E-05
OG-B39	51	63	0,3	140	3,47E-03	5,21E-05

Legenda:

- W_{ID} : peilbuis binnendiameter
- W_{OD} : peilbuis buitendiameter
- Slit size : filter sleufbreedte
- Borehole diameter : diameter van het boorgat
- K-value filter pack : geschatte doorlatendheid van filtergrind met korrelgrootte van 1-1,6mm
- K-value aquifer : geschatte doorlatendheid van de watervoerende laag

De verkregen alpha-factoren zijn opgenomen in de resultatentabel en zijn reeds meegewogen in de grondwater- en massaflux resultaten.

3.3 GRONDWATER FLUX

In onderstaande tabel zijn de gemeten grondwaterfluxen opgenomen.

Peilbuis Cluster	Peilbuis	Cartridge	Installatie	Ophaling	Dagen	Diepte tov mv	Diepte tov TAW	Alpha	Waterflux
C1	PB_C1-1	W1504	2024-09-20	2024-10-28	38	16,84	-6	0,71	7
C1	PB_C1-2	W1508	2024-09-20	2024-10-28	38	25,84	-15	0,73	5
C1	PB_C1-3	W1515	2024-09-20	2024-10-28	38	31,84	-20,9	0,73	9
C1	PB_C1-4	W1505	2024-09-20	2024-10-28	38	44,65	-34	0,73	6
C2	PB_C2-1	W1503	2024-09-20	2024-10-28	38	17,04	-6,2	0,71	7
C2	PB_C2-2	W1514	2024-09-20	2024-10-28	38	25,04	-14,2	0,73	11
C2	PB_C2-3	W1509	2024-09-20	2024-10-28	38	32,55	-21,7	0,73	4
C2	PB_C2-4	W1513	2024-09-20	2024-10-28	38	48,74	-37,8	0,73	7
C3	PB_C3-1	W1516	2024-09-20	2024-10-28	38	13,14	-5,6	0,71	6
C3	PB_C3-2	W1511	2024-09-20	2024-10-28	38	22,64	-15,1	0,73	9
C3	PB_C3-3	W1510	2024-09-20	2024-10-28	38	29,64	-22,1	0,73	6
C3	PB_C3-4	W1518	2024-09-20	2024-10-28	38	42,65	-35,7	0,73	10
3001	PB3001-2	W1519	2024-09-20	2024-10-28	38	15,84	-5,3	0,75	7
3001	PB3001-3	W1517	2024-09-20	2024-10-28	38	26,84	-16,3	0,78	7
3001	PB3001-4	W1512	2024-09-20	2024-10-28	38	34,85	-24,3	0,78	11
1004	PB1004-2	W1520	2024-09-20	2024-10-28	38	15,34	-6,2	0,75	16
1004	PB1004-3	W1521	2024-09-20	2024-10-28	38	25,34	-16,2	0,78	10
1004	PB1004-4	W1522	2024-09-20	2024-10-28	38	34,35	-25,2	0,78	12
D1-OG	D1_500-2	W1502	2024-09-20	2024-10-28	38	8,85	-6,5	0,73	25
D1-OG	D1_500-3	W1507	2024-09-20	2024-10-28	38	15,85	-13,5	0,78	12
D1-OG	OG-B39	W1506	2024-09-20	2024-10-28	38	26,44	-24	0,78	8

Grondwaterflux eenheid: $cm^3/cm^2/dag$

Diepte eenheid: m - ref niveau

3.4 MASSA FLUX (PFAS)

In onderstaande tabel zijn de relevante kwantitatieve massafluxen opgenomen voor de PFAS componenten.

Peilbuis Cluster	Peilbuis	Cartridge	Installatie	Ophaling	Dagen	Diepte tov mv	Diepte tov TAW	Alpha	PFBA	PFHxA	PFHpA	PFOA (Som)	PFBS
C1	PB_C1-1	P0163	2024-09-20	2024-10-28	38	16,7	-5,9	0,37	<16	<16	<16	<16	<16
C1	PB_C1-2	P0164	2024-09-20	2024-10-28	38	25,7	-14,8	0,39	<16	<16	<16	<16	<16
C1	PB_C1-3	P0160	2024-09-20	2024-10-28	38	31,7	-20,8	0,39	<16	<16	<16	<16	<16
C1	PB_C1-4	P0159	2024-09-20	2024-10-28	38	44,5	-33,8	0,39	<16	<16	<16	<16	<16
C2	PB_C2-1	P0170	2024-09-20	2024-10-28	38	16,9	-6,1	0,37	<16	<16	<16	<16	<16
C2	PB_C2-2	P0173	2024-09-20	2024-10-28	38	24,9	-14,1	0,39	<16	<16	<16	<16	<16
C2	PB_C2-3	P0161	2024-09-20	2024-10-28	38	32,4	-21,6	0,39	<16	<16	<16	<16	<16
C2	PB_C2-4	P0168	2024-09-20	2024-10-28	38	48,6	-37,7	0,39	<16	<16	<16	<16	<16
C3	PB_C3-1	P0166	2024-09-20	2024-10-28	38	13	-5,5	0,37	<16	<16	<16	<16	<16
C3	PB_C3-2	P0176	2024-09-20	2024-10-28	38	22,5	-14,9	0,39	<16	<16	<16	<16	<16
C3	PB_C3-3	P0167	2024-09-20	2024-10-28	38	29,5	-22	0,39	<16	<16	<16	<16	<16
C3	PB_C3-4	P0169	2024-09-20	2024-10-28	38	42,5	-35,5	0,39	<16	<16	<16	<16	<16
3001	PB3001-2	P0175	2024-09-20	2024-10-28	38	15,7	-5,2	0,4	<15	<15	<15	<15	<15
3001	PB3001-3	P0172	2024-09-20	2024-10-28	38	26,7	-16,2	0,42	<14	<14	<14	<14	<14
3001	PB3001-4	P0174	2024-09-20	2024-10-28	38	34,7	-24,2	0,42	<14	<14	<14	<14	<14
1004	PB1004-2	P0178	2024-09-20	2024-10-28	38	15,2	-6,1	0,4	<15	<15	<15	<15	<15
1004	PB1004-3	P0171	2024-09-20	2024-10-28	38	25,2	-16,1	0,42	<14	<14	<14	<14	<14
1004	PB1004-4	P0177	2024-09-20	2024-10-28	38	34,2	-25,1	0,42	<14	<14	<14	<14	<14
D1-OG	D1_500-2	P0158	2024-09-20	2024-10-28	38	8,7	-6,3	0,39	39	95	16	<11	12
D1-OG	D1_500-3	P0165	2024-09-20	2024-10-28	38	15,7	-13,3	0,42	<14	25	<14	<14	<14

Parameter massa flux eenheid: µg/m²/dag

Diepte eenheid: m - ref niveau

<x = flux detectielimiet

Voor onderstaande kwantitatieve componenten zijn alle resultaten kleiner dan de flux rapportagegrens (< 11 µg/m²/d tot < 16 µg/m²/d, afhankelijk van alpha en afmeting van de cartridge):

- PFOA (lineair en totaal)
- PFNA
- PFDA
- PFUnDA
- PFDoDA
- PFTrDA
- PFTeDA
- PFHxDA
- PFODA
- PFHxS (lineair en totaal)
- PFHpS

- PFOS (lineair en totaal)
- PFNS
- PFDS
- PFUnDS
- PFDoDS
- PFTrDS
- PFHXSA
- PFOSA (lineair en totaal)
- EtPFOSA (lineair en totaal)
- MePFOSAA
- EtPFOSAA
- 4:2 FTS
- 6:2 FTS
- 8:2 FTS
- 10:2 FTS
- 6:2 DiPAP
- 6:2/8:2 DiPAP
- 8:2 DiPAP
- HFPO-DA
- 11Cl-PF3OUdS (F-53B Minor)
- 9Cl-PF3ONS (F-53B Major)

Voor onderstaande indicatieve componenten zijn alle resultaten kleiner dan de flux detectiegrens (11 µg/m²/d tot 16 µg/m²/d, afhankelijk van alpha en cartridge afmeting):

- PFPeS
- PFBSA
- MePFBSA
- MePFOSA (lineair en totaal)
- MePFBSAA
- DONA
- FOUEA/8:2 FTUCA
- PFECHS

Op vraag van de deskundige Tractebel is de ruwe analysedata opgevraagd bij het laboratorium om meer inzicht te krijgen in de analyseresultaten. De ruwe analyse data is opgenomen in bijlage 7.

Op basis van de deze resultaten zijn massafluxen en fluxgemiddelde concentraties berekend met een lagere theoretische detectiegrens van 1 µg/m²/d, overeenstemmend met een fluxgemiddelde concentratie tussen 4 en 25 ng/l (in functie van de gemeten grondwaterflux). De berekende massafluxen en fluxgemiddelde concentraties op basis van de ruwe data worden ter informatie gepresenteerd in bijlage 8 en dienen te worden beschouwd als indicatieve resultaten, tenzij ze zijn berekend op basis van de resultaten zoals opgenomen in het analysecertificaat in bijlage 6.

Bij interpretatie van de resultaten worden enkel de kwantitatieve resultaten besproken die groter zijn dan de rapportagegrens uit het analysecertificaat (zie bijlage 6), met uitzondering van PFPeA. Vanwege een te laag percentage terugvinding van de interne standaard PFPeA op de sorptiematrix van de iFLUX samplers tijdens de validatietesten zijn de resultaten van PFPeA niet opgenomen in het analysecertificaat.

4 INTERPRETATIENOTA

4.1 GRONDWATER FLUX

4.1.1 1ste Watervoerende laag

In de 1ste watervoerende laag (tussen -4 en -7 mTAW) zijn relatief lage grondwaterfluxen gemeten van 6-7 $cm^3/cm^2/d$ in de peilbuizen aan de rand van het gedempt Doeldok (C1-1, C2-1, C3-1, 3001-2).

De hoogste grondwaterflux van deze meetcampagne is gemeten ten noordwesten van het Doeldok in peilbuis 500-2 (25 $cm^3/cm^2/d$). De op een na hoogste grondwaterflux van deze meetcampagne is gemeten ten zuidoosten van het Doeldok in peilbuis 1004-2 (16 $cm^3/cm^2/d$). Deze peilbuizen bevinden zich op grotere afstand van het Doeldok.

Op basis van de grondwater fluxmetingen in de 1ste watervoerende laag blijkt de snelheid van het grondwater dat het dok verlaat toe te nemen met de afstand tot het dok. Ten noordwesten van het dok (500-2) is een grotere toename vastgesteld dan ten zuidoosten. Ten zuidwesten en ten noordoosten zijn geen metingen uitgevoerd op grotere afstand van het Doeldok.

4.1.2 2de Watervoerende laag ondiep

Algemeen zijn in het ondiepe deel van de 2de watervoerende laag (tussen -12 en -17 mTAW) relatief lage grondwaterfluxen gemeten van 5-7 $cm^3/cm^2/d$ in peilbuizen C1-2 en 3001-3 tot 9-12 $cm^3/cm^2/d$ in peilbuizen 500-3, C2-2, C3-2 en 1004-3.

In deze laag zien we dat de grondwaterfluxen op grotere afstanden van het Doeldok (500-3 en 1004-3) en rond het Doeldok (C1-2, C2-2, C3-2 en 3001-3) van dezelfde grootteorde zijn.

4.1.3 2de Watervoerende laag middeldiep

Algemeen zijn in het middeldiepe deel van de 2de watervoerende laag (tussen -20 en -26 mTAW) relatief lage grondwaterfluxen gemeten van 4-6 $cm^3/cm^2/d$ in peilbuizen C2-3 en C3-3 tot 8-12 $cm^3/cm^2/d$ in peilbuizen OG-B39, C1-3, 1004-4 en 3001-4.

Ook in deze laag zien we hogere grondwaterfluxen op grotere afstanden van het Doeldok (OG-B39 en 1004-4). In deze laag is het verschil klein ten zuidoosten en groter ten noordwesten van het Doeldok.

4.1.4 2de Watervoerende laag diep

In het diepe deel van de 2de watervoerende laag (tussen -33 en -39 mTAW) zijn enkel metingen uitgevoerd aan de rand van het gedempt Doeldok. Algemeen zijn hier relatief lage grondwaterfluxen gemeten van 6-7 $cm^3/cm^2/d$ in peilbuizen C1-4 en C2-4 tot 10 $cm^3/cm^2/d$ in peilbuis C3-4.

4.2 MASSA FLUX (PFAS)

4.2.1 1ste Watervoerende laag

De hoogste PFAS massaflux van deze meetcampagne is gemeten in peilbuis 500-2 (162 µg/m²/d op -6,3 m-TAW). In peilbuis 500-2 zijn tijdens recente conventionele bemonsteringscampagnes (2023-2024) eveneens de hoogste PFAS-concentraties gemeten in het grondwater. Bovendien is in deze peilbuis ook de hoogste grondwaterflux gemeten van deze meetcampagne.

De gedetecteerde PFAS-flux bestaat uit PFBA (24%), PFHxA (59%), PFHpA (10%) en PFBS (7%). De gemeten samenstelling komt goed overeen met de resultaten en samenstelling van de conventionele grondwateranalyses.

PFPeA is niet gerapporteerd in het analysecertificaat van de iFLUX samplers vanwege een te laag percentage terugvinding van de interne standaard op de sorptiematrix van de samplers tijdens de validatietesten . Op basis van de ruwe analyseresultaten opgevraagd bij en ontvangen van het laboratorium (zie bijlage 7) is een indicatieve PFPeA massaflux berekend van 35 µg/m²/d in peilbuis 500-2 (zie bijlage 8). Deze waarde is niet statistisch onderbouwd en enkel indicatief.

In onderstaande tabel worden de fluxgemiddelde concentraties vergeleken met de gemeten concentraties met low flow staalnames. We merken hierbij dat de Fluxgemiddelde concentraties voor de meetperiode van 38 dagen lager liggen dan de grondwater concentratie bedragen. Hieruit besluiten we dat slechts een deel van de gemeten grondwater concentraties zich verplaatsen, ondanks de hoge gemeten grondwaterflux en/of tijdens de conventionele staalnames een tijdelijke piekconcentratie is vastgesteld.

.

Type concentratie	**Peilbuis**	**Diepte (m TAW)**	**PFBA (ng/l)**	**PFHxA (ng/l)**	**PFHpA (ng/l)**	**PFOA (T) (ng/l)**	**PFBS (ng/l)**
Fluxgemiddelde concentraties	D1_500-2	-6,5	*156*	*380*	*64*	*<40*	*48*
Grondwater concentraties (2023-2024)	D1_500-2	-5 tot -7	580-660	640-930	110-180	<50-21	110-130

De overige verbindingen in de grondwaterstalen (PFOA, PFPeS, PFHxS, PFBSA en MePFBSAA) zijn slechts in lage concentraties gemeten. Voor deze verbindingen zijn de concentraties op de sorptiematrix van de iFLUX samplers lager dan de rapportagegrens van het laboratorium.

Voor de overige gemeten peilbuizen in de 1ste watervoerende laag (C1-1, C2-1, C3-1, 1004-2, 3001-2) zijn de concentraties van de geanalyseerde verbindingen op de sorptiematrix van de iFLUX samplers lager dan de rapportagegrens van het laboratorium.

4.2.2 2de Watervoerende laag ondiep

De hoogste PFAS massaflux van deze meetcampagne is gemeten in peilbuis 500-3 (25 µg/m²/d op -13,5 m-TAW). In peilbuis 500-3 zijn tijdens recente conventionele bemonsteringscampagnes (2023-2024) eveneens

verhoogde PFAS-concentraties gemeten in het grondwater. Bovendien is in deze peilbuis ook een relatief hoge grondwaterflux gemeten tijdens deze meetcampagne.

De gedetecteerde PFAS-flux bestaat uit PFHxA (100%). Op basis van low flow staalnames zijn ook verhoogde concentraties gemeten van PFBA, PFPeA en PFBS.

In onderstaande tabel worden de fluxgemiddelde concentraties vergeleken met de concentraties van de conventionele grondwateranalyses. We merken hierbij dat de Fluxgemiddelde concentraties van PFBA en PFHxA voor de meetperiode van 38 dagen lager liggen dan de grondwater concentratie. Hieruit besluiten we dat slechts een deel van de gemeten grondwater concentraties zich verplaatsen, ondanks de hoge gemeten grondwaterflux en/of tijdens de conventionele staalnames een tijdelijke piekconcentratie is vastgesteld.

Type concentratie	**Peilbuis**	**Diepte (m TAW)**	**PFBA (ng/l)**	**PFHxA (ng/l)**	**PFHpA (ng/l)**	**PFOA (T) (ng/l)**	**PFBS (ng/l)**
Fluxgemiddelde concentraties	D1_500-3	-13,5	<120	208	<120	<120	<120
Grondwater concentraties (2023-2024)	D1_500-3	-12 tot -14	490-770	430-780	<10-25	<50	39-97

De overige verbindingen in de grondwaterstalen (PFOA, PFHxS, PFOS, PFBSA, MePFBSA en MePFBSAA) zijn slechts in lage concentraties gemeten. Voor deze verbindingen zijn de concentraties op de sorptiematrix van de iFLUX samplers lager dan de rapportagegrens van het laboratorium.

Voor de overige gemeten peilbuizen in de 2de watervoerende laag (C1-2, C2-2, C3-2, 1004-3 en 3001-3) zijn de concentraties van de geanalyseerde verbindingen op de sorptiematrix van de iFLUX samplers lager dan de rapportagegrens van het laboratorium.

4.2.3 2de Watervoerende laag middeldiep

In het middeldiepe deel van de 2de watervoerende laag zijn de concentraties van alle geanalyseerde verbindingen op de sorptiematrix van de iFLUX samplers lager dan de rapportagegrens van het laboratorium.

4.2.4 2de Watervoerende laag diep

In het diepe deel van de 2de watervoerende laag zijn de concentraties van alle geanalyseerde verbindingen op de sorptiematrix van de iFLUX samplers lager dan de rapportagegrens van het laboratorium.

5 BIJLAGEN

1	Site kaart(en)
2	Relevante site informatie
3	Flux interpretatie kaart(en)
4	Flux interpretatie grafieken
5	Installatieplan
6	Analysecertificaat
7	Ruwe analysedata van het laboratorium
8	Resultaten en grafische weergave van de massafluxen en fluxgemiddelde concentraties op basis van de ruwe analysedata

1 Site kaart(en)



Legende

- CPT
- Multilevel Sampling
- Locatie IFlux

Locaties Multilevel sampling, Iflux en gebruikte CPT's

Projectnummer: P.016898	Datum: 12/06/2024	Opdrachtgever: Port of Antwerp	Formaat: A3
Projectnaam: Tweede Getijdendok			Schaal 1:9.000

0 135 270 540 m

N

TRACTEBEL ENGIE



Legende

Bijkomende onderzoeksverrichtingen

- Peilbuis

Veldwerk deel OBO

- peilbuis OBO

Veldwerk_deel BBO

- Bestaande Peilbuis
- Peilbuis BBO
- Multilevel Sampling
- Locatie IFlux

Overzicht locaties IFLUX

Projectnummer: P.016898	Datum: 12/06/2024	Opdrachtgever: Port of Antwerp	Formaat: A3
Projectnaam: Tweede Getijdendok			Schaal 1:9.000

0 135 270 540 m

N

TRACTEBEL ENGIE

2 Relevante site informatie

- iFLUX Strategie: DRAFT Nota Tractebel dd. 0/04/2024 en bijlagen
- Technische voorstel iFLUX-metingen: Nota Tractebel dd. 13/06/2024
- Analysecertificaten groundwater: peilbuisclusters C1-C2-C3
- Boorprofielen: peilbuisclusters C1-C2-C3
- Grondwater analyseresultaten low flow en multilevel staalnames
- Aanduiding van de PFAS bronzones
- Aanduiding van de grondwater stromingsrichtingen (1ste en 2de WVL)
- Well info sheet (peilbuizen voor de iFLUX metingen)

ONTWERPSTUDIE TWEEDE GETIJDENDOK

iFLUX strategie

NOTA



TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Kantoor Gent
Esplanade Oscar Van de Voorde 1
9000 Gent – België
Tel. +32 9 240 09 11
www.tractebel.engie.com

DOSSIER NR.:	P.016898.0500
OPDRACHTGEVER:	Port of Antwerp-Bruges + Vlaamse Overheid, Departement Mobiliteit & Openbare Werken, Maritieme Toegang + Maatschappij Linkerscheldeoever
OPSTELLER(S):	DESPINA LISON
DATUM:	04-04-2024
REVISOR:	MAARTEN BEHIELS, MICHAEL BORREMANS
VERSIE:	01

DRAFT

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

INHOUDSTAFEL

1. Inleiding 3

2. Lokale geologie en hydrogeologie 4

3. Dissipatieproeven 9

3.1. Uitvoeringsmethode 9

3.2. Locatie dissipatieproeven 10

3.3. Interpretatie dissipatieproeven 13

3.4. Conclusie Dissipatieproeven 14

4. Inventariseren mogelijke preferentiële verspreidingshorizonten PFAS 14

4.1. Kalibratie van de sonderingen 15

4.2. Geologische snedes op basis van sonderingen 18

4.3. Conclusies 22

5. Onderzoeksprogramma 22

5.1. Grondwaterstalen door multilevel sampling 22

5.1.1. Geplande locaties en dieptes voor grondwatermetingen 22

5.2. IFLUX metingen 24

5.2.1. Geplande dieptes voor iFLUX metingen 26

5.3. Conclusies 26

6. Referenties 27

6.1. Project referenties 27

6.2. Andere referenties 27

Bijlage 1: Doorsnede Projectgebied

Bijlage 2: Geraadpleegde sonderingen voor iFLUX en grondwatermetingen

Bijlage 3: Technisch voorstel polluentfluxmetingen

DRAFT

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

1. Inleiding

Doelstelling:

In deze nota worden de mogelijks aanwezige preferentiële verspreidingshorizonten geïnventariseerd. Deze horizonten worden namelijk gekenmerkt door een hogere hydraulische doorlatendheid, waar de PFAS verontreiniging in het grondwater zich mogelijks sneller verspreidt in vergelijking met omliggende horizonten. In deze horizonten zullen ter hoogte van een aantal geselecteerde locaties iFLUX-metingen worden uitgevoerd.

Onderzoeksprogramma:

- Evalueren beschikbare dissipatieproeven;
- Raadplegen beschikbare sonderingen en boringen en detecteren van mogelijke horizonten met een hogere hydraulische doorlatendheid;
- Nagaan of deze horizonten lateraal te vervolgen zijn;
- Locaties voorstellen voor het uitvoeren van een gerichte grondwaterstaalname campagne gevolgd door het uitvoeren van iFLUX metingen in de horizonten waar vermoedelijk preferentiële verspreiding van PFAS plaatsvindt van in het grondwater.

In februari 2024 werd al een nota verstrekt die zich concentreert op de technische aspecten van de iFLUX-strategie “Technisch voorstel polluentfluxmetingen”. Deze nota is opgenomen als bijlage 3.

DRAFT

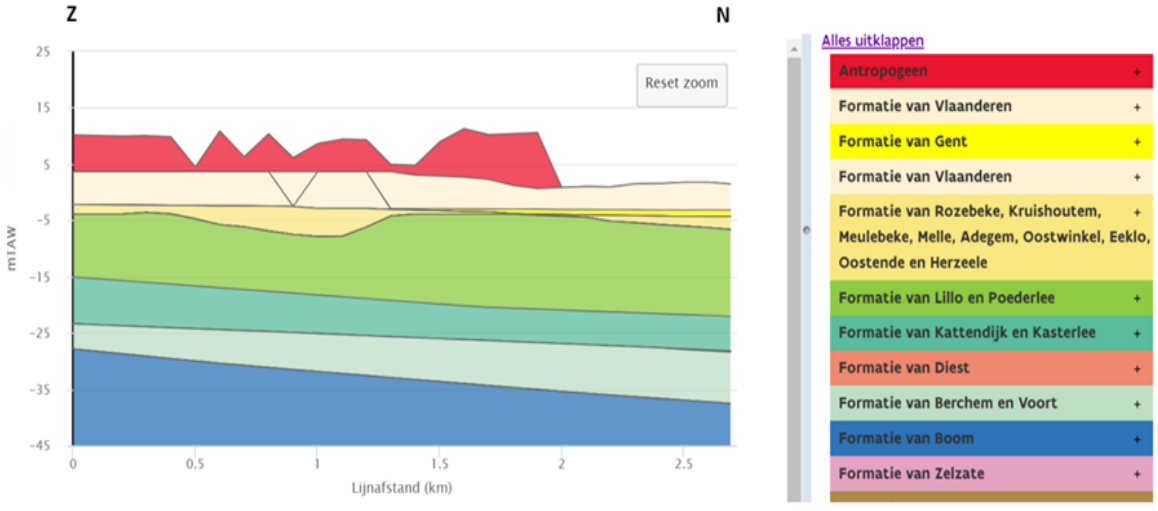
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

2. Lokale geologie en hydrogeologie

In deze paragraaf worden de formaties besproken die voorkomen in de omgeving van het projectgebied. De belangrijkste informatie werd bekomen d.m.v. twee virtuele doorsneden (Figuur 2 en Figuur 3) en een virtuele boring (Figuur 4).

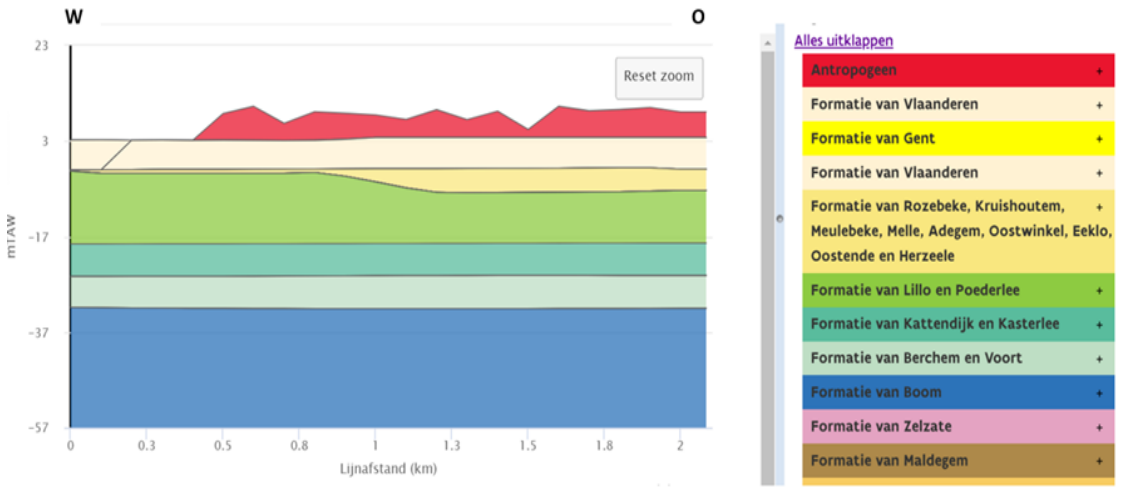


Figuur 1: Locatie virtuele doorsneden



Figuur 2: Locatie virtuele doorsneden

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 3: Oost-West doorsnede (B).

Het bovenste pakket bestaat uit een ophogingslaag, die afhankelijk van de locatie een variërende dikte heeft. De ophogingslaag heeft een dikte variërend tussen een tiental centimeter tot een tiental meter en wordt aan de basis doorgaans afgesloten door een klei-veenpakket. Dit klei-veenpakket is deel van de Formatie van Vlaanderen. Onder dit klei-veenpakket zijn zandige kreekruggen (A0132), zandige deklagen (A0151) en de Pleistocene afzettingen (A0170) te vinden.

Onder het Quartair bevinden zich de fijne, kalkrijke zanden van het Lid van Merksem met een dikte van een aantal meter. Onder het Lid van Merksem situeert zich het Lid van Zandvliet dat uit fijne, licht glauconiethoudende zanden bestaat en waarvan de dikte enkele meters bedraagt.

Het Lid van Zandvliet wordt begrensd door het Lid van Kruisschans dat bestaat uit fijne tot middelmatige zanden die zeer kleirijk zijn. Het Lid van Kruisschans heeft een dikte van ca. 3,1 meter.

Hieronder kan het Lid van Oorderen worden aangetroffen over een dikte van ca. 8 meter. Het Lid van Oorderen bestaat uit fijne glauconiet- en kleihoudende zanden. Onder het Lid van Oorderen is de Formatie van Kattendijk gesitueerd, die uit fijn tot middelmatig glauconiethoudend zand bestaat, dat kleiig kan zijn. Deze zanden hebben een dikte van ca. 6 meter. Onder de Formatie van Kattendijk kan de Formatie van Berchem worden aangetroffen met fijne, glauconietrijke, licht kleiige zanden. De dikte van deze formatie bedraagt ca. 8,5 meter.

DRAFT

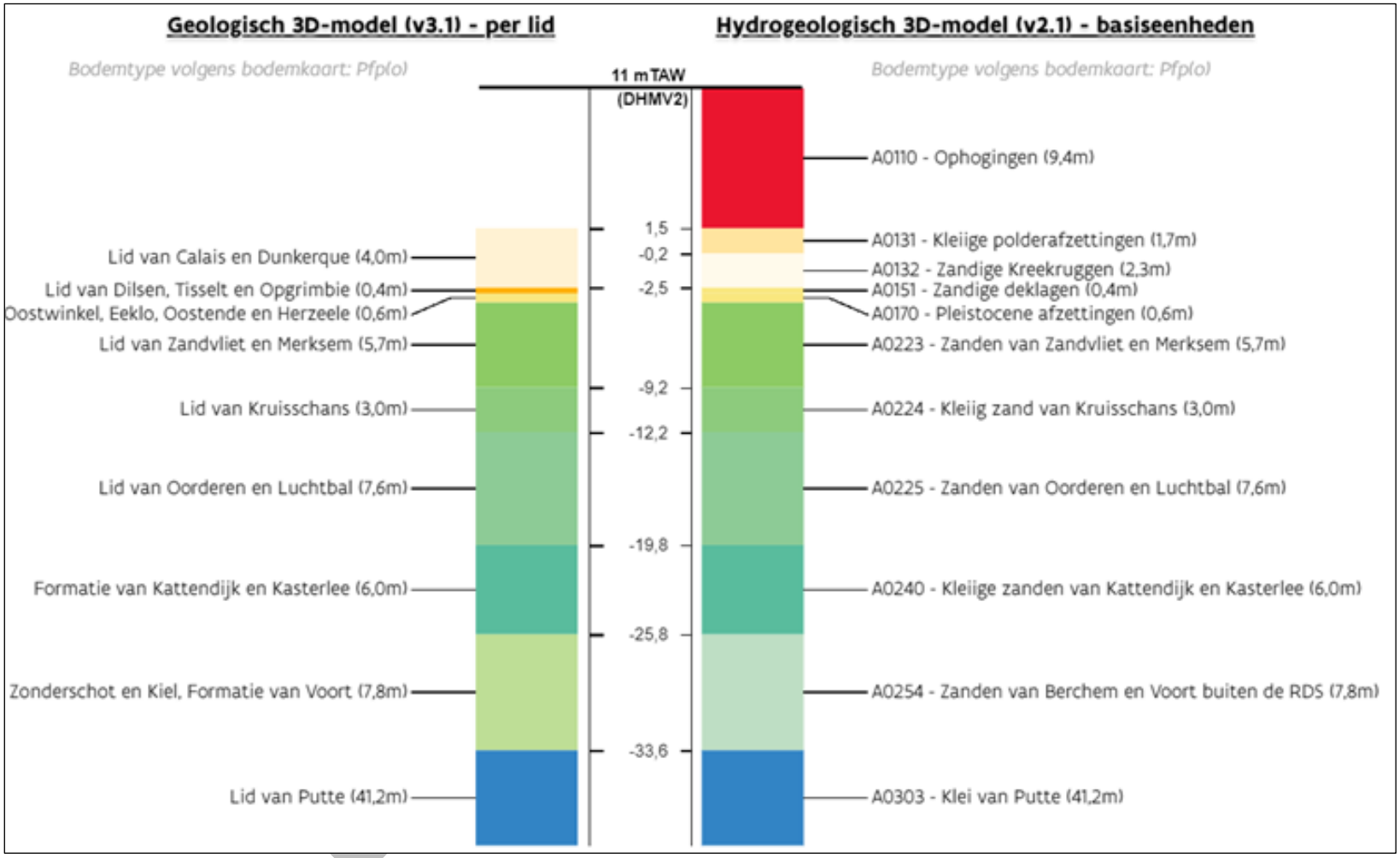
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TABEL 1: LOKALE GEOLOGIE EN HYDROGEOLOGIE.

Peil top (mTAW)	Lithostratigrafie		HCOV v2 basiseenheid		Lithologie	Watervoerend karakter
	Formatie	Lillo	Code	Naam		
+11 tot +2	Ophoging		A0110	Ophogingen	Heterogene zanden	Doorlatend
+2 tot -4,4	Quartair		A0131	Kleiige polderafzettingen	Klei- veencomplex (combinatie van veen en organische klei)	Slecht doorlatend
			A0132	Zandige Kreekruggen	Fijn tot grof zand	Doorlatend
			A0170	Pleistocene afzettingen		
-4,4 tot -9,7	Lillo	Merksem	A0223	Zanden van Zandvliet en Merksem	Fijn tot middelmatig fijn, lichtkleiig, glauconiethoudend zand	Doorlatend
		Zandvliet				
-9,7 tot -12,8		Kruisschans	A0224	Kleiig zand van Kruisschans	Fijn tot middelmatige zand dat zeer kleirijk is	Matig doorlatend
-12,8 tot -20,6		Oorderen	A0225	Zanden van Oorderen en Luchtbal	Fijn glauconiet- en kleihoudend zand	Doorlatend
-20,6 tot -26,5	Kattendijk		A0240	Kleiige zanden van Kattendijk en Kasterlee	Middelmatig tot fijn, licht kleihoudend glauconiethoudend zand	Doorlatend
-26,5 tot -35	Berchem		A0254	Zanden van Berchem en Voort buiten de RDS	Fijn tot middelmatig fijn sterk glauconiethoudend zand	Doorlatend
< -35	Boom	Putte	A0303	Klei van Putte	Vaste klei	Ondoorlatend

DRAFT

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



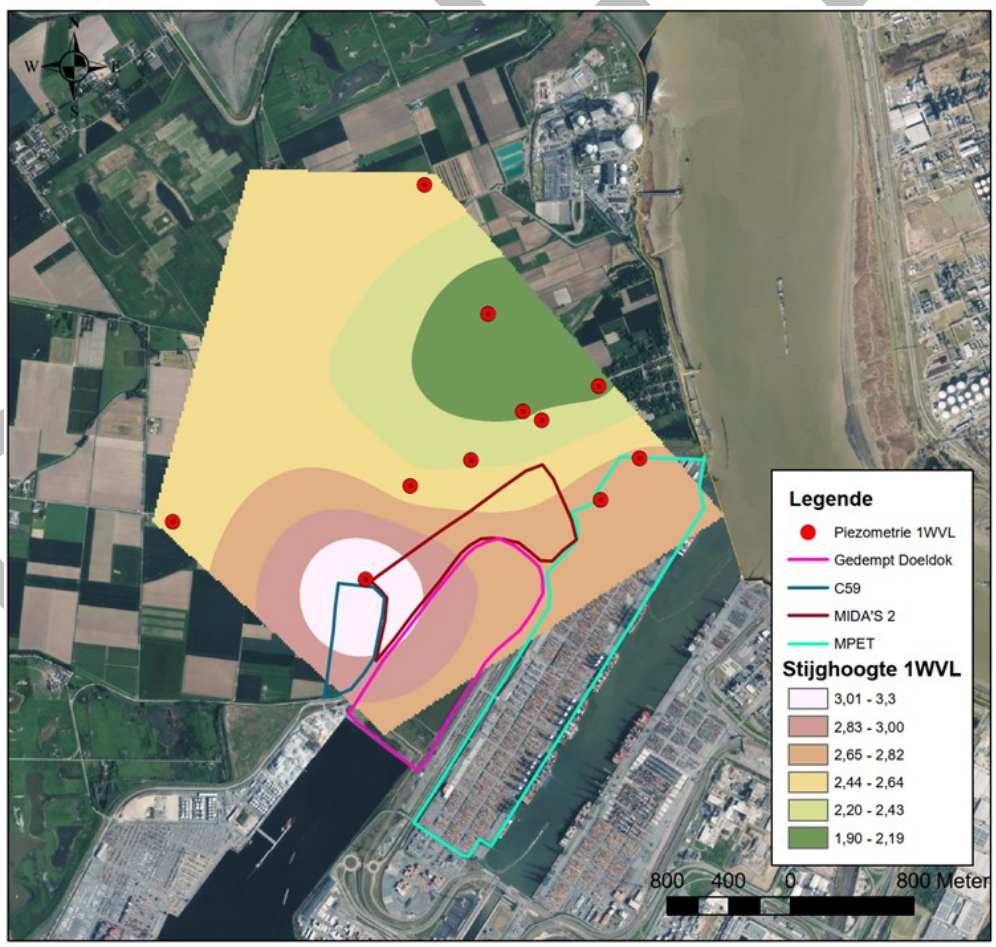
Figuur 4: Virtuele boring met voorkomen van de leden volgens het geologisch 3D-model en de basiseenheden van het hydrogeologisch model.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Er zijn drie watervoerende lagen onderscheidbaar:

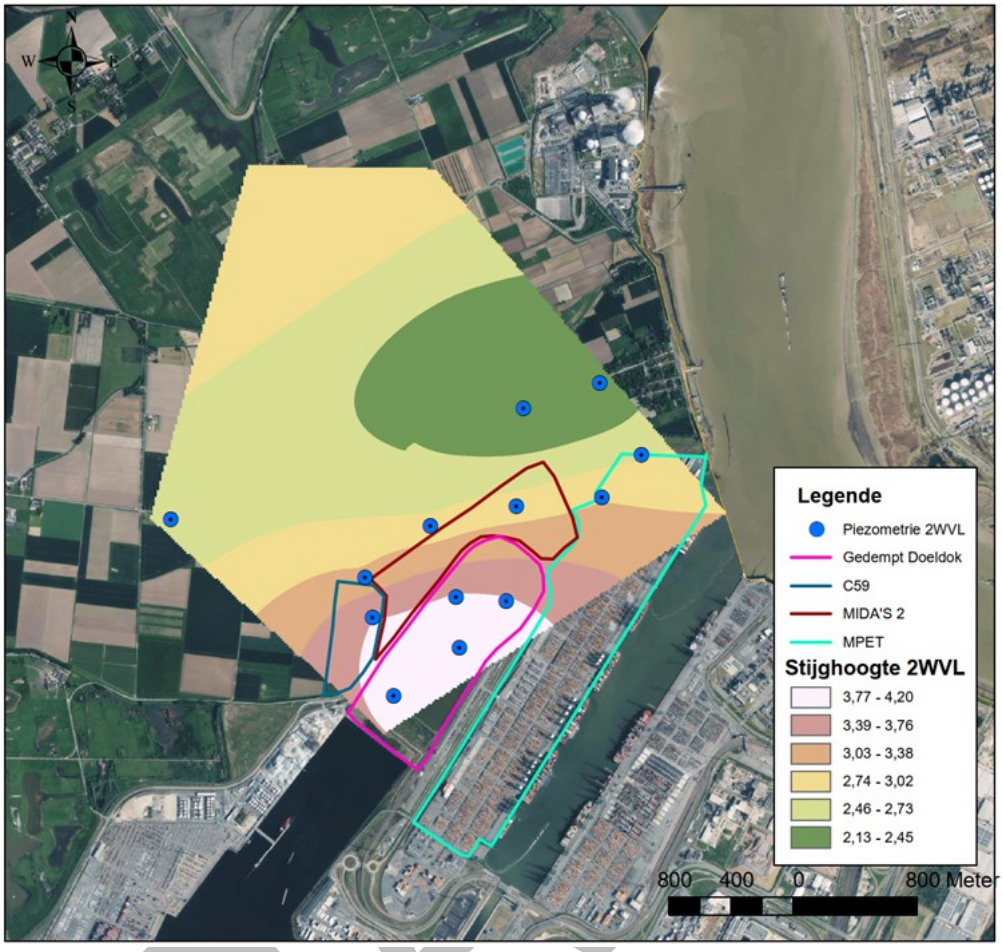
- Freatische watervoerende laag (boven klei-veen-complex);
- 1ste watervoerende laag omvat de Quartaire zanden, het Lid van Merksem en het Lid van Zandvliet van de Formatie van Lillo (Pleistocene zanden en zandige deklagen). Het Lid van Merksem en het Lid van Zandvliet komen niet overal voor in het studiegebied;
- 2de watervoerende laag die het Lid van Oorderen en de Formaties van Kattendijk en Berchem omvatten. De 2de watervoerende laag is geprangd tussen Lid van Kruisschans en de Formatie van Boom.

Figuur 5 en Figuur 6 tonen interpolatiekaarten met de hoogste stijghoogtes in respectievelijk de 1ste en 2e watervoerende laag voor april 2023. Op basis van deze kaart wordt verwacht dat in de 1ste en 2e watervoerende laag er een grondwaterstroming is vanuit het Gedempt Doeldok in de richting van de polders en in de richting van de MPET terminal. Door middel van bijkomende stijghoogtemetingen, verspreid over het studiegebied zijn namelijk in 12 piëzometers divers geplaatst, zal een gedetailleerder beeld van de grondwaterstromingen bekomen worden.



Figuur 5: Stijghoogtes in 1ste watervoerende laag.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 6: Stijghoogtes in 2de watervoerende laag.

3. Dissipatieproeven

In voorliggende hoofdstuk worden de resultaten van een aantal uitgevoerde dissipatieproeven besproken.

3.1. Uitvoeringsmethode

Een dissipatieproef wordt uitgevoerd met een CPTU. Dit is een Cone Penetration Test (CPT) waar naast de puntweerstand 'q_c' en plaatselijke wrijvingsweerstand 'f_s' ook de poriënwaterspanning 'u' wordt opgemeten met een piëzoconus. De druk wordt doorgegeven naar het meetlichaam via een filterelement.

Een dissipatieproef is een meting waarbij de afname van wateroverspanning in functie van de tijd wordt gemeten op de gewenste sondeerdiepte(s). Door het sondeerproces stil te zetten, kan de wateroverspanning (of onderspanning) met de tijd weg 'dissiperen' tot de hydrostatische waterspanning bereikt wordt. De snelheid waarmee dat gebeurt is afhankelijk van de consolidatiecoëfficiënt, die weer afhangt van de samendrukbaarheid en doorlatendheid van de grond.

DRAFT

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

In cohesieve grondlagen kan er met behulp van een dissipatietest een indicatie over de consolidatiecoëfficiënt en daarmee de verticale (on)doorlatendheid van deze grondlagen worden verkregen. In goed doorlatende grondlagen kan er een accuraat beeld van de heersende waterspanning en stijghoogte/grondwaterstand in-situ in rust bekomen worden. De duur van de proef en de nauwkeurigheid van de tijdsintervallen wordt vastgelegd in de uitvoeringsnorm. De dissipatieproef wordt aangehouden tot minstens 50% van de waterdruk is weggedissipeerd. Bij goed doorlatende grondlagen worden de proeven aangehouden tot het waterdrukverloop convergeert naar een stabiele waarde. Na het uitvoeren van de test wordt de waterspanningssondering hervat.

Tijdens het uitvoeren van een dissipatieproef laten de klemmen van de sondeerwagen de sondeerbuizen los om enige invloed van de wagen op de poriënwaterdruk te vermijden.

3.2. Locatie dissipatieproeven

Er zijn twee campagnes uitgevoerd:

- CAM003;
- CAM007.

De dissipatieproeven van campagne CAM003 werden op zes verschillende locaties in het studiegebied uitgevoerd. Figuur 8 toont de locaties van de zes proeven aan (CPTU's rood omcirkeld). De coördinaten van de dissipatieproeven zijn weergegeven in Figuur 7.

Sondering ID	Type	Conus SN	X	Y	Gevraagde diepte (m)	Behaalde diepte (m)	Gevraagde toepassingsklasse	Behaalde toepassingsklasse
CPT-DD-008	CPTU	130817	142132,62	222164,89	35	35	≤ 2	2
CPT-DD-020	CPTU	200625	142666,02	222000,19	35	35	≤ 2	2
CPT-DP-005	CPTU	130817	140451,60	221113,52	35	35	≤ 2	> 2
CPT-DP-012	CPTU	200625	140977,19	221703,98	35	35	≤ 2	1
CPT-DP-017	CPTU	200625	141669,41	221979,77	35	35	≤ 2	1
CPT-KGO-018	CPTU	200625	141495,26	221109,82	2m in Bm	2.5m in Bm	≤ 2	2

Figuur 7: Coördinaten van sonderingen met dissipatieproeven (Finale proefverslag CAM003).

DRAFT

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 8: Locatie van sonderingen met dissipatieproeven (Finale proefverslag CAM003).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

De dissipatieproeven van campagne CAM007 werden op vijf verschillende locaties in het studiegebied (Figuur 9 en Figuur 10) uitgevoerd.



Figuur 9: Locatie sonderingen met dissipatieproeven CPTU (209381_Finale versie proefverslag-CAM007).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Locatie	Datum	Lambert 1972 X	Lambert 1972 Y	Maaiveld [mTAW]	Lengte [m]	Eindpeil [mTAW]
CPT - CGO-005	06-12-2022	141305,89	220589,3	+10,471	44,4	-33,9
CPT - CGO-020	09-12-2022	141549,24	220791,23	+13,648	46,5	-32,8
CPT - CGO-043	21-02-2023	141845,42	221078,08	+14,828	38,1	-23,3
CPT - CGO-051	24-02-2023	142141,59	221364,93	+4,256	41,3	-37,0
CPT - KGW-001	23-11-2022	140747,8	220775,84	+5,515	34,1	-28,6

Figuur 10: Coördinaten sonderingen met dissipatieproeven CPTU (209381_Finale versie proefverslag-CAM007).

3.3. Interpretatie dissipatieproeven

Voor studie CAM007 zijn de resultaten nog niet uitgewerkt. De resultaten van studie CAM003 zijn weergegeven in Figuur 11.

Sondering	Diepte (m)	TAW Niveau	t_{50} (s)	Ir	c_h (m^2/s)	k_h (m/s)	Opmerking
CPT-DD-008	1,34	-0,02	118,9	200	9,3E-06	6,1E-08	
	2,82	-1,50	453,1	200	2,4E-06	1,8E-08	
	4,32	-3,00	326,3	200	3,4E-06	3,3E-08	
CPT-DD-020	5,06	-2,49	113,1	250	1,1E-05	5,3E-08	
CPT-DP-005	2,50	0,69	182,4	200	6,0E-06	2,0E-08	
	3,68	-0,49	328,5	250	3,8E-06	1,5E-08	
CPT-DP-012	1,76	0,49	24,2	250	-	-	b
	3,26	-1,01	115,4	350	1,3E-05	4,1E-08	
	33,80	-31,55	3106,9	25	1,3E-07	4,9E-11	
CPT-DP-017	1,34	0,58	13,8	200	-	-	b
	3,42	-1,50	246,4	300	5,5E-06	2,6E-08	
	4,92	-3,00	329,6	300	4,1E-06	2,7E-08	
	34,92	-33,00	2167,7	25	1,8E-07	7,1E-11	
CPT-KGO-018	6,06	9,00	124,2	100	-	-	a
	20,08	-5,02	63,5	70	-	-	b

Opmerkingen:

a: Mogelijks beinvloedt door onverzadiging

b: Afleiding van c_h is bedoeld voor kleigronden met t_{50} >> 60 s

Figuur 11: Resultaten van de dissipatieproeven voor studie CAM003 (Finale proefverslag CAM003).

De meeste testen zijn uitgevoerd in de horizonten in het interval van +0,7 tot -3 mTAW hetgeen overeenkomt met het klei-veen complex.

Er zijn maar twee waarden voor diepere lagen, namelijk deze onder het klei-veen complex. Op de locatie van CPT-DP-012 wordt er een k_h van 4,9 x 10^{-11} m/s gemeten (zie gele markering Figuur 11) en op locatie CPT-DP-017 een k_h van 7,1 x 10^{-11} m/s. Deze testen zijn uitgevoerd in de ondoorlatende kleilaag van de Formatie van Boom.

Bij een aanzienlijk aantal van de uitgevoerde dissipatieproeven werden metingen uitgevoerd in grofkorrelige grondlagen. In deze lagen werd een initiële negatieve poriënwaterdruk waargenomen. Het verloop van de poriënwaterdruk ten opzichte van de tijd vertoont in deze gevallen een snelle en gestage toename tot het punt waarop de hydrostatische druk wordt bereikt. Het interpreteren van consolidatie op basis van dit verloop is echter lastig, omdat het consolidatieproces snel optreedt en onmerkbaar is in de metingen (Finale proefverslag CAM003).

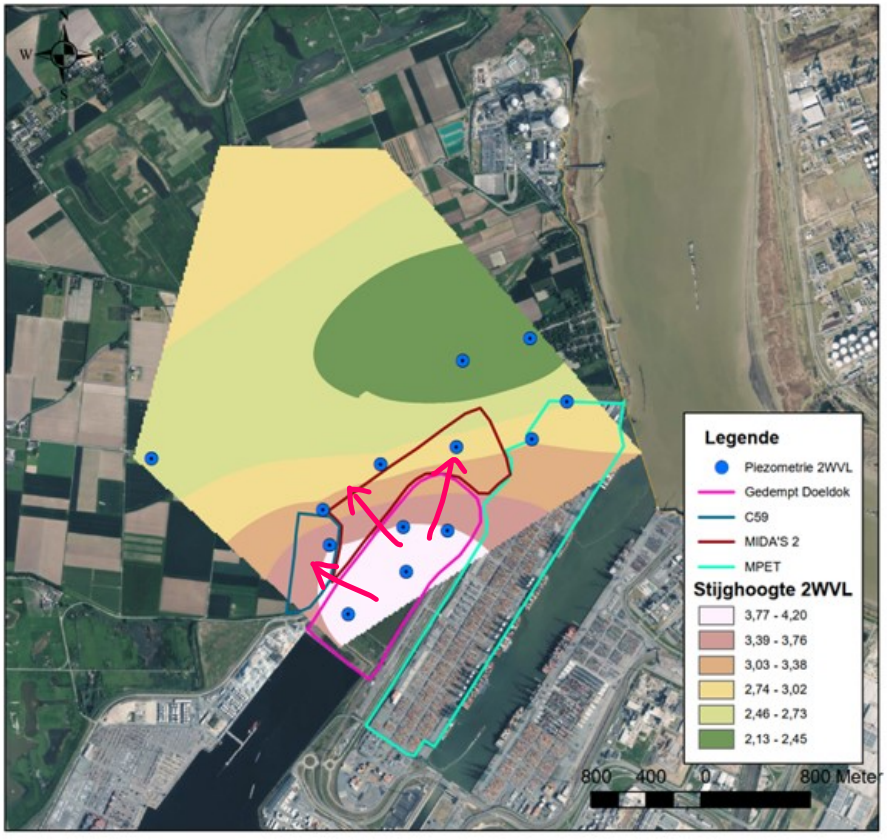
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Er zijn dus geen metingen beschikbaar in de zandige lagen waardoor er geen uitspraak kan gedaan worden over de mogelijke aanwezigheid van preferentiële verspreidingshorizonten.

3.4. Conclusie Dissipatieproeven

Er zijn geen metingen beschikbaar in de zandige lagen en er kan dus geen uitspraak gedaan worden over de preferentiële verspreidingshorizonten van PFAS. De kartering van de mogelijks preferentiële verspreidingshorizonten voor PFAS, gekenmerkt door een hogere hydraulische doorlatendheid, zal uitgevoerd worden door het raadplegen van de beschikbare CPT's.

4. Inventariseren mogelijke preferentiële verspreidingshorizonten PFAS



Figuur 12: Radiale verspreiding van PFAS vanuit Doeldok

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Op basis van de opgemeten stijghoogten binnen het projectgebied wordt aangenomen dat er een radiale verspreiding van PFAS plaatsvindt vanuit Doeldok (zie rode pijlen in Figuur 12). De verspreiding van PFAS vindt bij voorkeur plaats via lagen met een hogere doorlatendheid, wat betekent dat er hoge qc-waarden (weerstand tegen indringen van de conus) en lage Rf-waarden (wrijvingsgetal) zijn

Om de verspreiding van PFAS in het projectgebied te bepalen is aanvullende informatie vereist. Het is dus belangrijk onderzoek te doen naar de mate van variaties in bodemsamenstelling en doorlatendheid binnen het projectgebied. Hiervoor worden bestaande geologische doorsneden samen met hun CPT-signalen geraadpleegd.

4.1. Kalibratie van de sonderingen

Voor het kalibreren van de sonderingsresultaten werden twee sondeergrafieken gekalibreerd door ze te vergelijken met resultaten van twee boringen die in de directe omgeving van de boringen werden uitgevoerd. De gevonden textuur werd vergeleken met die van de sonderingsresultaten. In Figuur 13 en Figuur 14 is te zien dat voor beide kalibraties de beschreven bodemstructuur en ook de verandering in de meetresultaten zeer goed overeenkomen met de resultaten van de sonderingen.

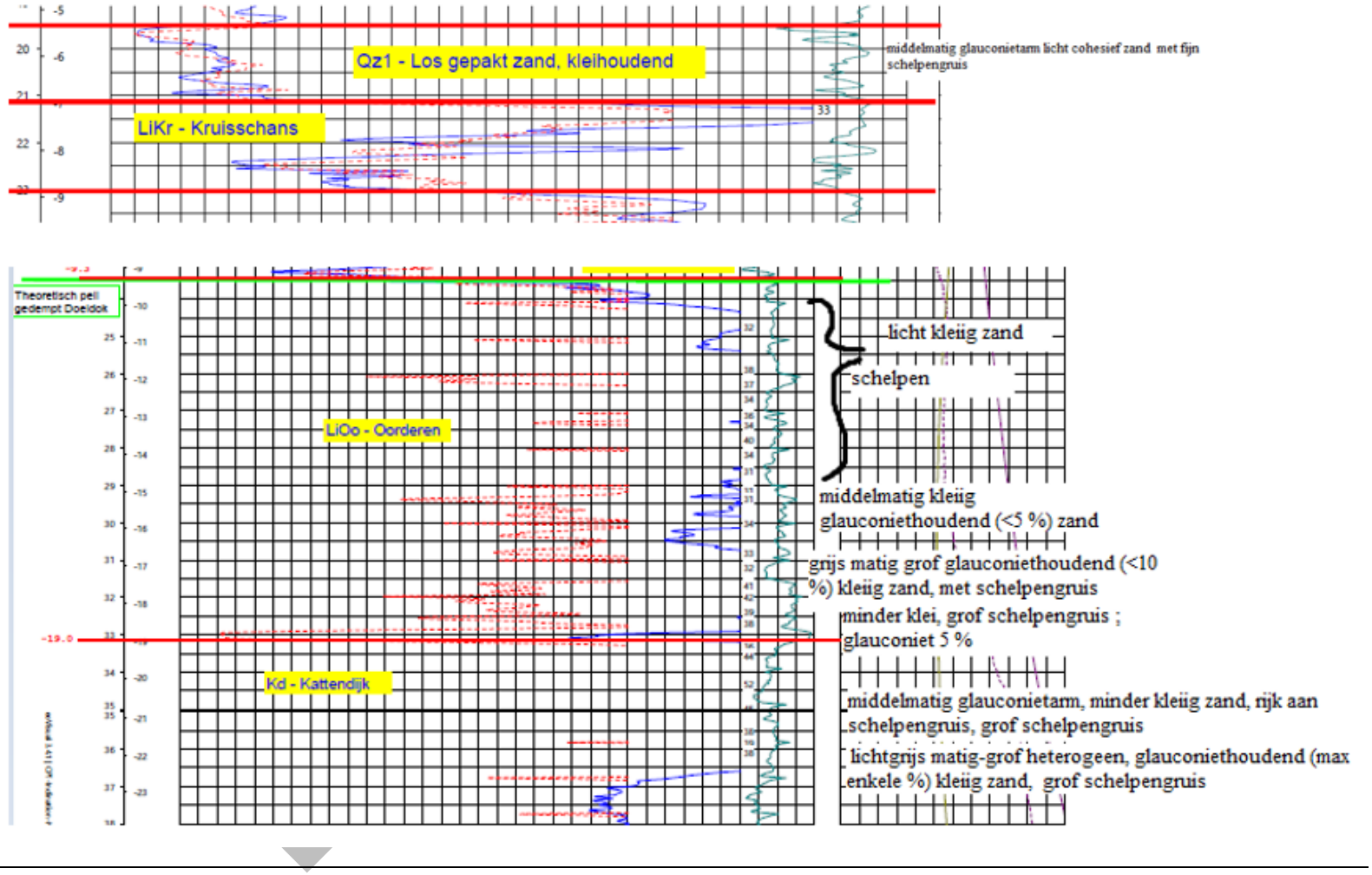
Op dieptes van de drie vermoedelijke horizonten, ongeveer op -6 mTAW, -14 tot -15 mTAW en -20 tot -22 mTAW, zijn in de resultaten van naburige boringen lagen te herkennen met een potentieel hoge doorlatendheid. Hier bevindt zich dan vaak een zandlaag met schelpen.

Bijgevolg kan worden aangenomen dat de resultaten van de sonderingen kunnen worden gebruikt voor de planning van de dieptes voor de iFLUX- en grondwatermetingen.

DRAFT

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

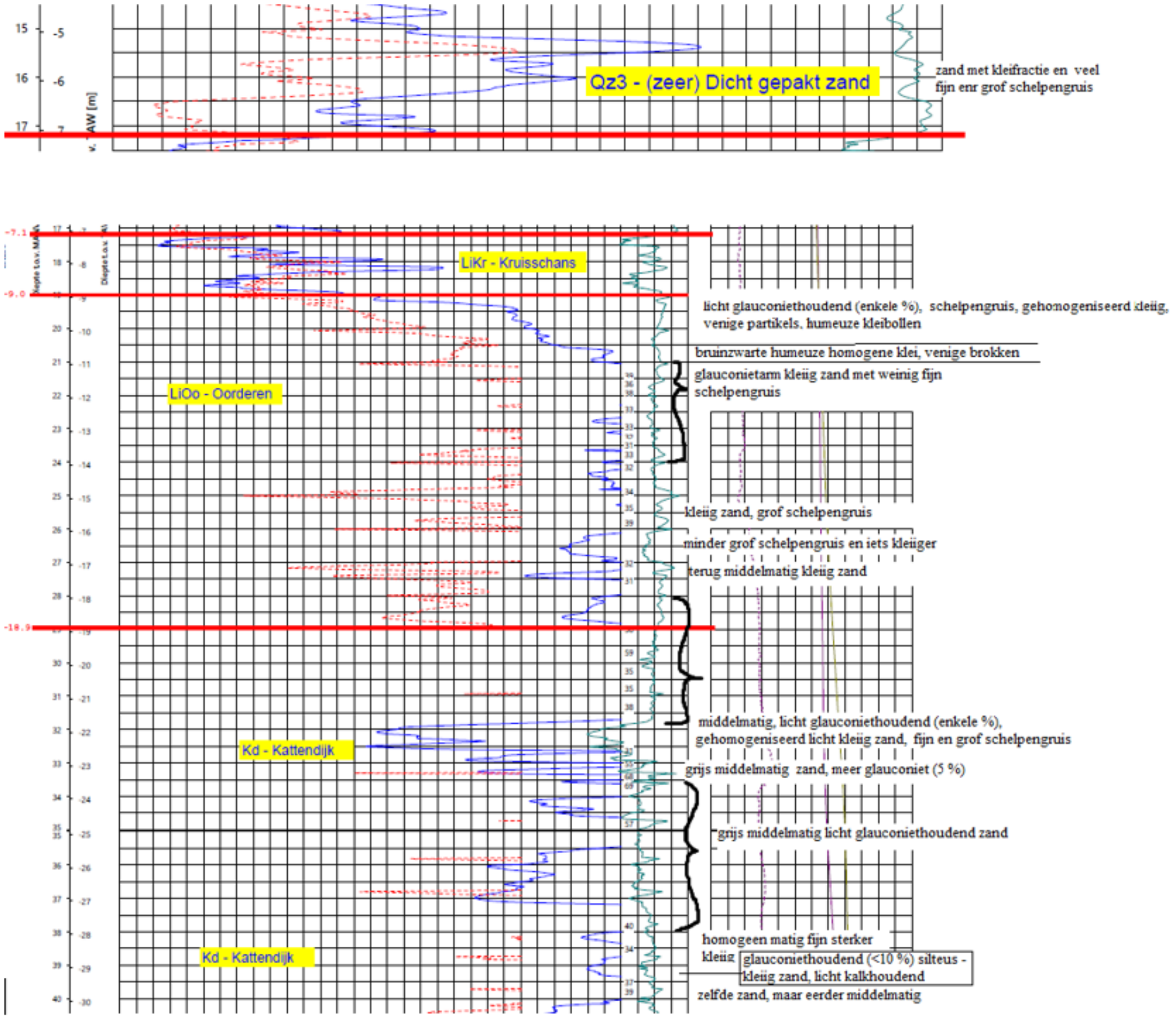
Vergelijk boring AMTB12 met sondering CPT-KGO-11:



Figuur 13: Kalibreren van sonderingsresultaten op locatie van sondering CPT-KGO-11

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Vergelijk boring AMTB06 met sondering CPT-KGE-06:



Figuur 14: Kalibreren van sonderingsresultaten op locatie van sondering CPT-KGE-06

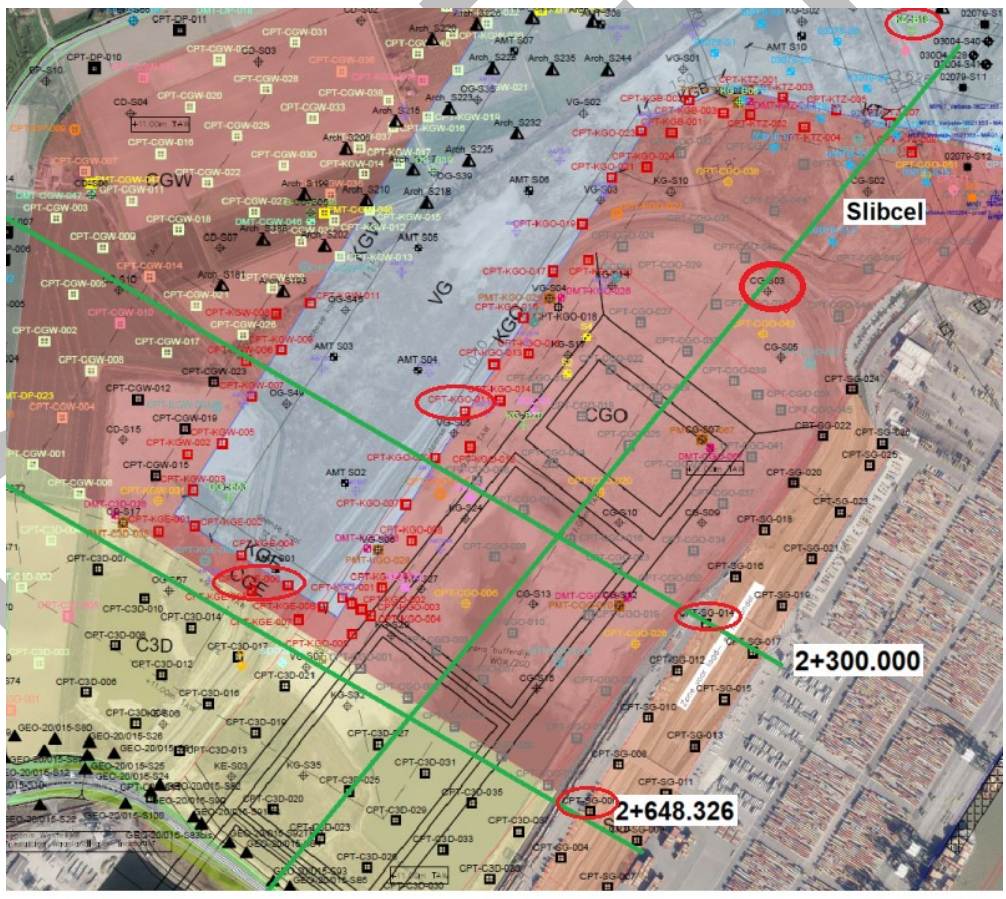
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

4.2. Geologische snedes op basis van sonderingen

Geotechnische profielen en boorprofielen worden geraadpleegd en onderling vergeleken:

- P016898_2GD_TEK-A-0030_A_geotechnische profielen - Duplex Kaaimuren;
- P016898_2GD_TEK-A-0031_A_geotechnische profielen - Duplex Dijken;
- P016898_2GD_TEK-A-0032_A_geotechnische profielen - Duplex kaaiterreinen en dok;
- P016898_2GD_TEK-A-0033_A_geotechnische profielen - Dwarsprofielen deel 1;
- P016898_2GD_TEK-A-0034_A_geotechnische profielen - Dwarsprofielen deel 2 en gegevens van DOV.

Met behulp van drie profielsneden (groene lijnen, zie Figuur 15) van de sonderingsresultaten worden horizontale variaties in de grondopbouw in de eerste en tweede watervoerende laag in het studiegebied bepaald.



Figuur 15: Locaties snede

Zoals te zien in Figuur 16 en Figuur 17 zijn er horizontale variaties binnen het Lid van Oorderen en de Formatie van Kattendijk (grijs). Sommige van de horizontale variaties kunnen ook worden vervolgd in andere bodemsneden.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

In Figuur 16 en Figuur 17 zijn door een rode markering drie lagen aangeduid die gekenmerkt worden door hoge q_c-waarden en een laag wrijvingsgetal. Deze drie lagen strekken zich horizontaal uit vanaf het Gedempt Doeldok doorheen het studiegebied. De dikte van deze lagen bedraagt 2 tot 3 m.

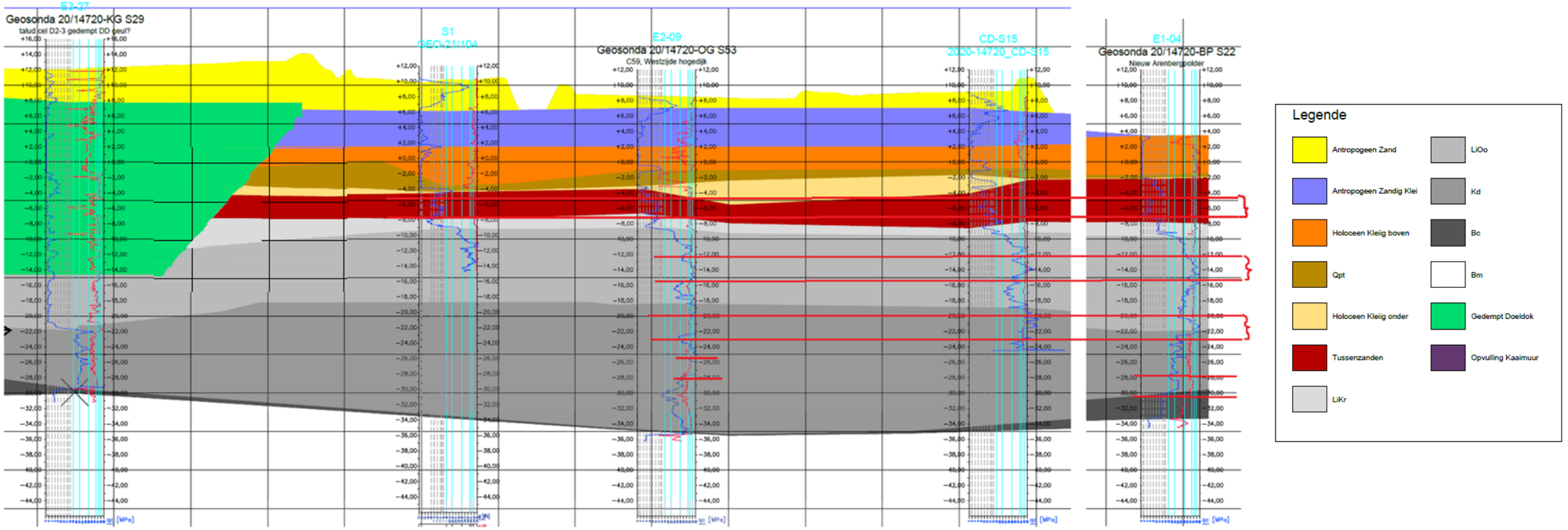
Het betreffen volgende lagen:

- 1ste watervoerende laag: de beter doorlatende laag strekt zich uit tussen ca -5 en -7 mTAW. Niettegenstaande deze horizont gekenmerkt wordt door een zekere laterale variatie in q_c en wrijvingsgetal, en hierdoor in lithologie, is het nodig deze horizont verder te onderzoeken door middel van iFLUX;
- 2e watervoerende laag: horizonten -14 tot -15 mTAW en -20 tot -22 mTAW (zie ook Tabel 4: Geplante dieptes voor iFLUX-metingen en Geplande dieptes voor IFlux metingen 5.2.1.). Op basis van de qc en het wrijvingsgetal worden beide horizonten gekenmerkt door een laterale homogeniteit.

Om de nauwkeurigheid te verbeteren en om een beter begrip te krijgen van de kenmerken van de laag, zijn extra sonderingen geraadpleegd die uitgevoerd zijn in de buurt van de drie snede. Alle grafieken over de sonderingen voor elke snede is te vinden in Bijlage 1 .

DRAFT

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



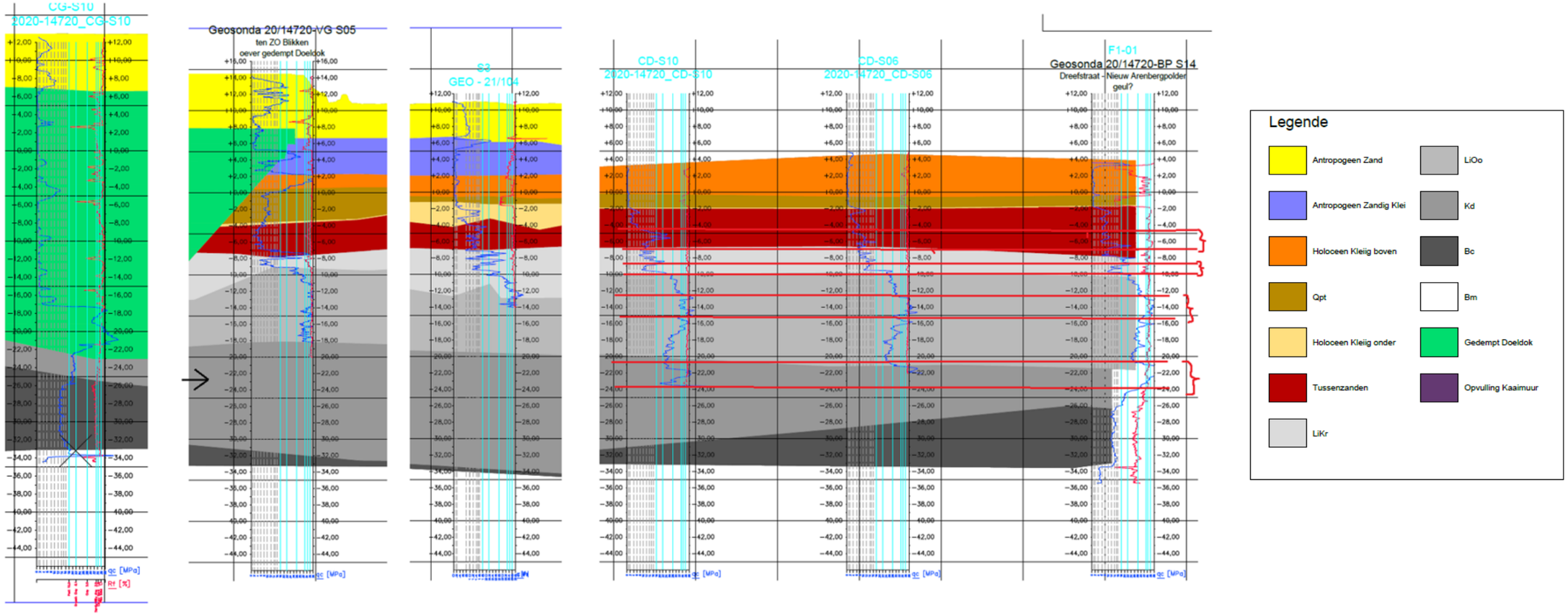
Snede 2+648.326

Figuur 16: Variaties en lagen in de grondopbouw te zien in Snede 2+648.326.

DRAFT

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Snede 2+300.000



Figuur 17: Variaties en lagen in de grondopbouw te zien in Snede 2+300.000.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

4.3. Conclusies

De aanwezigheid van minstens drie te volgen verspreidingshorizonten binnen het projectgebied wordt door de sonderingsresultaten bevestigd. Deze drie lagen, die horizontaal kunnen worden vervolgd, variëren in diepte afhankelijk van de locatie en bevinden zich in de 1ste watervoerende laag op ongeveer -5 tot -7 mTAW, en in de 2de watervoerende laag op-14 tot -15 mTAW, en -20 tot -22 mTAW.

5. Onderzoeksprogramma

De hypothese van de preferentiële verspreidingshorizonten wordt geverifieerd door terreinmetingen.

Door middel van de techniek 'multilevel sampling' wordt op meerdere dieptes grondwaterstalen genomen in zowel goed doorlatende als minder goed doorlatende horizonten om de verticale verdeling van de PFAS grondwater-verontreinigingen in de 1ste en 2^{e} watervoerende laag in kaart te brengen.

In een volgende stap worden dan iFLUX-metingen uitgevoerd in de geselecteerde horizonten. In huidige nota is een eerste onderzoeksvoorstel uitgewerkt dat na uitvoering van de grondwaterstaalname kan bijgesteld worden.

5.1. Grondwaterstalen door multilevel sampling

Multilevel sampling maakt het mogelijk om binnen één boorgat of sondeergat op verschillende dieptes grondwatermonsters te verzamelen over beperkte intervallen. Het voorstel is om op verschillende locaties rondom het gedempte Doeldok boorgaten/sondeergaten te realiseren, waar grondwatermetingen zullen plaatsvinden. In deze boorgaten/sondeergaten worden grondwatermonsters genomen op verschillende dieptes, die vervolgens geanalyseerd kunnen worden op PFAS. Er worden zowel grondwatermonsters genomen in goed doorlatende lagen als minder goed doorlatende lagen. Dit biedt inzicht in de verticale verdeling van PFAS-verontreinigingen.

5.1.1. Geplande locaties en dieptes voor grondwatermetingen

Tabel 2 geeft een overzicht van de zeven locaties die worden voorgesteld voor het uitvoeren van de multilevel sampling en iFLUX-metingen.

TABEL 2: FINALE LOCATIES VOOR GRONDWATER EN IFLUX-METINGEN.

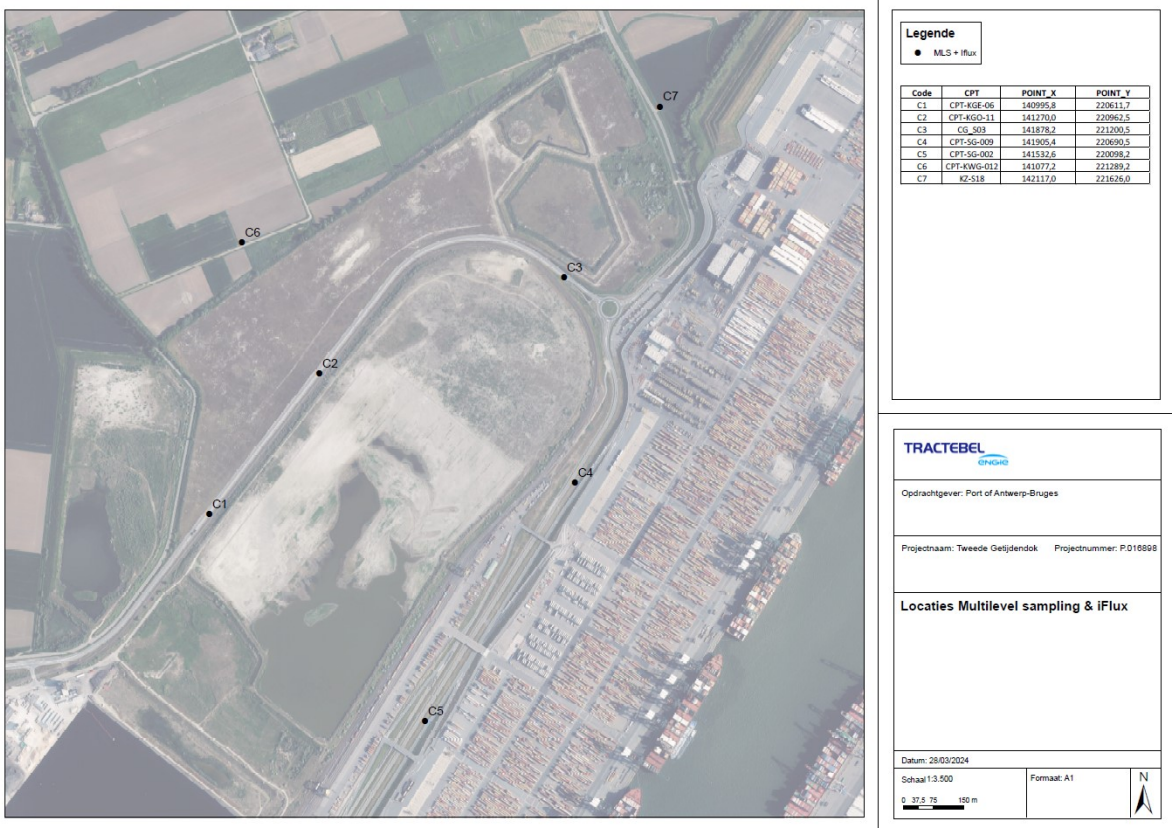
Code	CPT	POINT_X	POINT_Y
C1	CPT-KGE-06	140995,8	220611,7

DRAFT

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Code	CPT	POINT_X	POINT_Y
C2	CPT-KGO-11	141270,0	220962,5
C3	CG_S03	141878,2	221200,5
C4	CPT-SG-009	141905,4	220690,5
C5	CPT-SG-002	141532,6	220098,2
C6	CPT-KWG-012	141077,2	221289,2
C7	KZ-S18	142117,0	221626,0

De zeven locaties bevinden zich nabij locaties waar CPT's werden uitgevoerd. De finale geplande locaties voor de metingen zijn weergegeven in Figuur 18.



Figuur 18: Locaties C1-C7 binnen het projectgebied

Bij het selecteren van horizonten voor de 10 geplande grondwaterstalen zijn bepaalde criteria van groot belang. Horizonten met vermoedelijk goede doorlatendheid bevinden zich verspreid over de volledige diepte. Het is belangrijk om monsters te nemen van de volledige diepte tot op de Boomse klei. Ook bepaalde, vermoedelijk minder verdachte, kleiige lagen worden eveneens bemonsterd, zij het in mindere mate. Denk hierbij aan lagen tussen twee pakketten beter doorlatende sedimenten. Tot slot zijn dikkere pakketten met vermoedelijk goede doorlatende eigenschappen op verschillende niveaus dichter bij elkaar bemonsterd om eventuele variaties in het pakket te detecteren.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

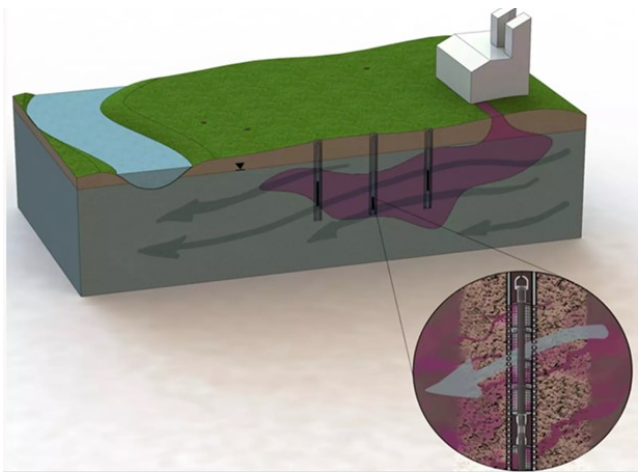
Als gevolg van deze criteria worden de volgende dieptes voorgesteld voor elk van de zeven locaties:

TABEL 3: DIEPTES VOOR GRONDWATERMETINGEN

Locatie	Grondwatermetingen (mTAW)
C1	-6m; -7m; -11m; -15m; -18m; -23,5m; -25m; -27,5m; -31m; -33,5m
C2	-6m; -10m; -14m; -17m; -19m; -21,5m; -25m; -27m; -32m; -34m
C3	-6m; -12m; -14m; -16,5m; -18m; -20m; -23m; -26m; -30m; -32m
C4	-6m; -8m; -11m; -13m; -16,5m;-18,5m; -20,5m; -24m; -27m; -29m
C5	-6m, -9m, -11,5m; -14m; -16m, -18m; -19,5m; -21m; -22,5m; -24m
C6	-6m; -11m; -14m; -18m; -20m; -23m; -25m; -28m; -30m; -33m
C7	-6m; -13m; -16m; -18,5m; -21,5m; -25,5m; -30m; -33,5m; -36m; -40m

5.2. IFLUX metingen

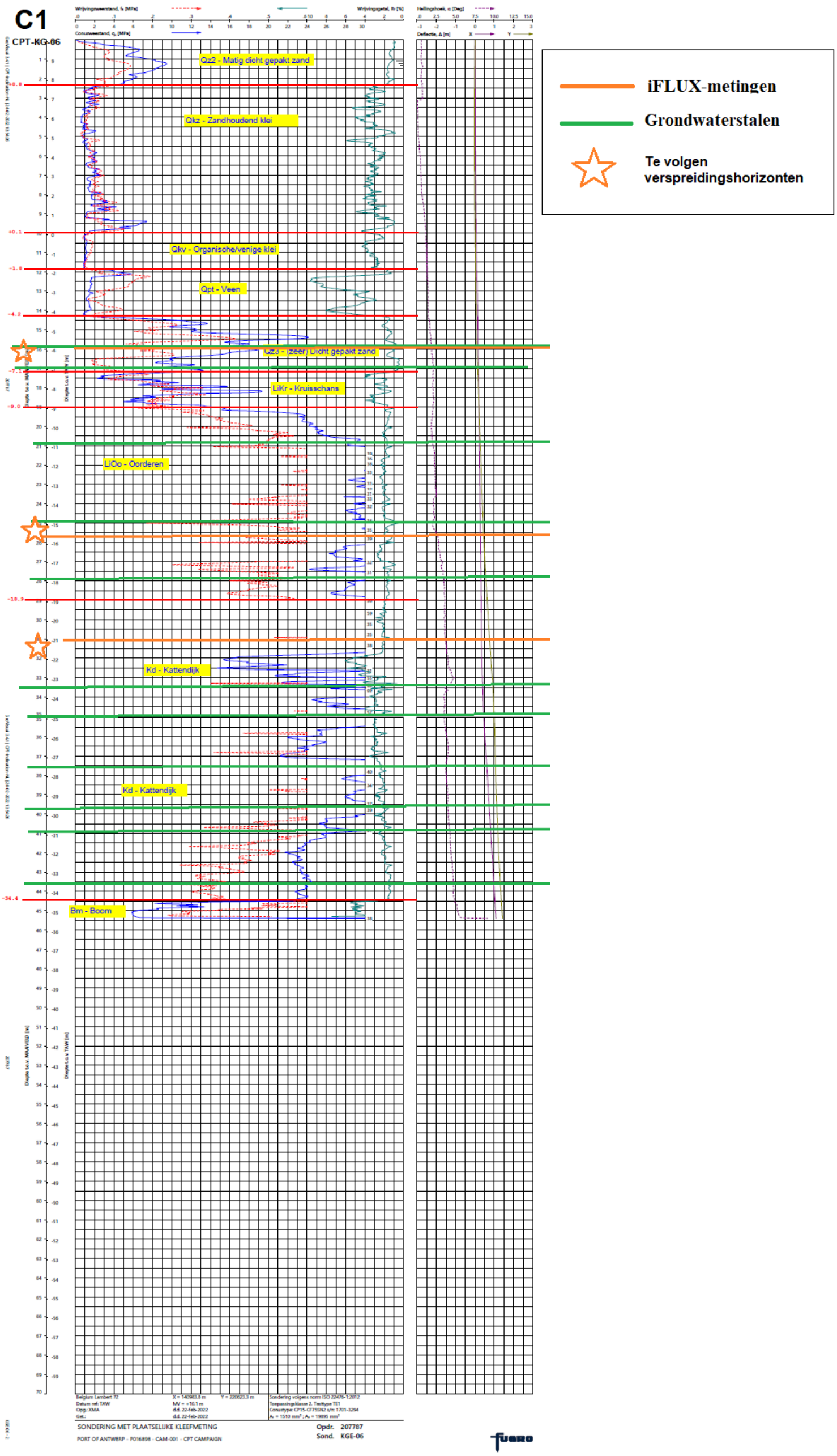
Traditionele meettechnieken bieden vaak slechts een momentopname van de ondergrondse situatie. Met behulp van iFLUX-cartridges kunnen gelijktijdig de waterstroom (waterflux) en de verspreiding van verontreinigingen (compound flux) in het grondwater gemeten worden, om continu gegevens te verzamelen en zo een beter inzicht te krijgen in de beweging van verontreinigingen in de bodem. De Waterflux-cartridges bevatten wateroplosbare tracers die onafhankelijk in het grondwater lekken op basis van de stromingsomstandigheden. Aan de andere kant bevatten de compound-cartridges voorbewerkte sorbentia die de gewenste verontreinigende stoffen vastleggen. De iFLUX-sampler past nauwsluitend in de peilbuis (Figuur 19). De permeabele cartridge-wand brengt het verontreinigde grondwater in contact met de sorbentia. Door gerichte fluxmetingen uit te voeren in verschillende peilbuizen, ontstaat een nauwkeurig beeld van de afvoer over een compleet gebied (https://iflux.be/en/samplers/what-are-flux-measurements, sd).



Figuur 19: iFLUX-sampler in de peilbuis, bron: (https://iflux.be/en/samplers/what-are-flux-measurements, sd).

DRAFT

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 20: Variaties in de grondopbouw herkenbaar in de sonderingsgrafiek van sondering CPT-KG-06.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

5.2.1. Geplande dieptes voor iFLUX-metingen

De finale keuze van de intervallen waarop de iFLUX-cartridges op basis van de CPT's en op basis van de resultaten van de multilevel sampling worden geplaatst zijn te zien in Tabel 4. In Figuur 20 worden met een groene kleur de horizonten aangeduid waar grondwaterstaalnames worden uitgevoerd door middel van multilevel sampling. Met een oranje kleur worden de drie horizonten aangeduid waarin wordt voorgesteld om iFLUX-metingen uit te voeren. Bij het selecteren van horizonten voor de iFLUX-metingen is het van belang dat deze goed doorlatend zijn en zich lateraal uitstrekken over het studiegebied. Als gevolg van deze criteria worden de volgende drie dieptes voorgesteld voor elk van de zeven locaties:

TABEL 4: GEPLANTE DIEPTES VOOR IFLUX-METINGEN

Locatie	iFLUX-metingen (mTAW)
C1	-6m; -15,5m; -21m
C2	-6m; -15m; -21,5m
C3	-6m; -14m; -22,5m
C4	-6m; -13,5m; -20,5m
C5	-6m; -13,5m; -20m
C6	-6m; -14m; -22m
C7	-6m; -16m; -22m

5.3. Conclusies

De beschikbare resultaten maken het mogelijk om meerdere lagen voor het uitvoeren van iFLUX- en grondwatermetingen voor te stellen. Voor de grondwaterstaalnames zijn 10 dieptes per locatie voorgesteld die zich verspreiden over de hele diepte tot de Boomse klei. Er worden zowel stalen genomen in meer als minder goed doorlatende bodemlagen. Op basis van de resultaten van de CPT's worden drie horizonten voorgesteld waarin iFLUX-metingen kunnen uitgevoerd worden. Het betreffen horizonten die goed doorlatend zijn en die zich lateraal uitstrekken. Op basis van de resultaten van de multilevel sampling zullen de horizonten voor de iFLUX-metingen definitief vastgelegd worden.

DRAFT

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

6. Referenties

6.1. Project referenties

[1] (sd). 209381_Finale versie proefverslag-CAM007.

[2] (sd). CPT-KGW-001_04.

[3] (sd). CPT-KGW-001-A_04.

[4] (sd). Finale proefverslag CAM003.

[5] (sd). P016898_2GD_RAP-A-0030_B_Grondlagen Opbouw.

[6] P016898_2GD_TEK-A-0030_A_geotechnische profielen - Duplex Kaaimuren

[7] P016898_2GD_TEK-A-0031_A_geotechnische profielen - Duplex Dijken

[8] P016898_2GD_TEK-A-0032_A_geotechnische profielen - Duplex kaaiterreinen en dok

[9] P016898_2GD_TEK-A-0033_A_geotechnische profielen - Dwarsprofielen deel 1

[10] P016898_2GD_TEK-A-0034_A_geotechnische profielen - Dwarsprofielen deel 2

[11] AN_PB_CCL_01_VvR_concept_070423

6.2. Andere referenties

[12] Borremans, M., et.al. (2015). Geologie Van Vlaanderen. Hoofdstuk 3. Gent: Academia press.

[13] Databank Ondergrond Vlaanderen: Geologische en geotechnische kartering, www.dov.vlaanderen.be. (sd).

[14] Deckers, Jef & Louwye, Stephen & Goolaerts, Stijn. (2020). The internal division of the Pliocene Lillo Formation: correlation between Cone Penetration Tests and lithostratigraphic type sections. Geologica Belgica. 23. 10.20341/gb.2020.027.

[15] De Meuter, F.J. & Laga, P.G., 1976. Lithostratigraphy and biostratigraphy based on benthonic foraminifera of the Neogene deposits of Northern Belgium. Bulletin de la Société belge de Géologie, 85/4, 133–152.

[16] iflux.be (https://iflux.be/en/samplers/what-are-flux-measurements, sd)

[17] Jacobs, P., et. al. (2010). Kaartblad 15 Antwerpen. Gent: Belgische Geologische Dienst

[18] Succow, M. & Joosten, H. (2001). Landschaftsökologische Moorkunde, 2. völlig neu bearbeitete Auflage, Stuttgart 622 p.

DRAFT

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

ONTWERPSTUDIE TWEEDE GETIJDENDOK

iFLUX strategie

BIJLAGES



TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Kantoor Gent
Esplanade Oscar Van de Voorde 1
9000 Gent – België
Tel. +32 9 240 09 11
www.tractebel.engie.com

DOSSIER NR.:	P.016898.0500
OPDRACHTGEVER:	Port of Antwerp-Bruges + Vlaamse Overheid, Departement Mobiliteit & Openbare Werken, Maritieme Toegang + Maatschappij Linkerscheldeoever
OPSTELLERS:	DESPINA LISON
DATUM:	04-04-2024
REVISOR:	MAARTEN BEHIELS, MICHAEL BORREMANS
VERSIE	01

DRAFT

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Overzicht bijlagen

Bijlage 1: Doorsnede Projectgebied

Bijlage 2: Geraadpleegde sonderingen voor iFLUX en grondwatermetingen

Bijlage 3: Technisch voorstel polluentfluxmetingen

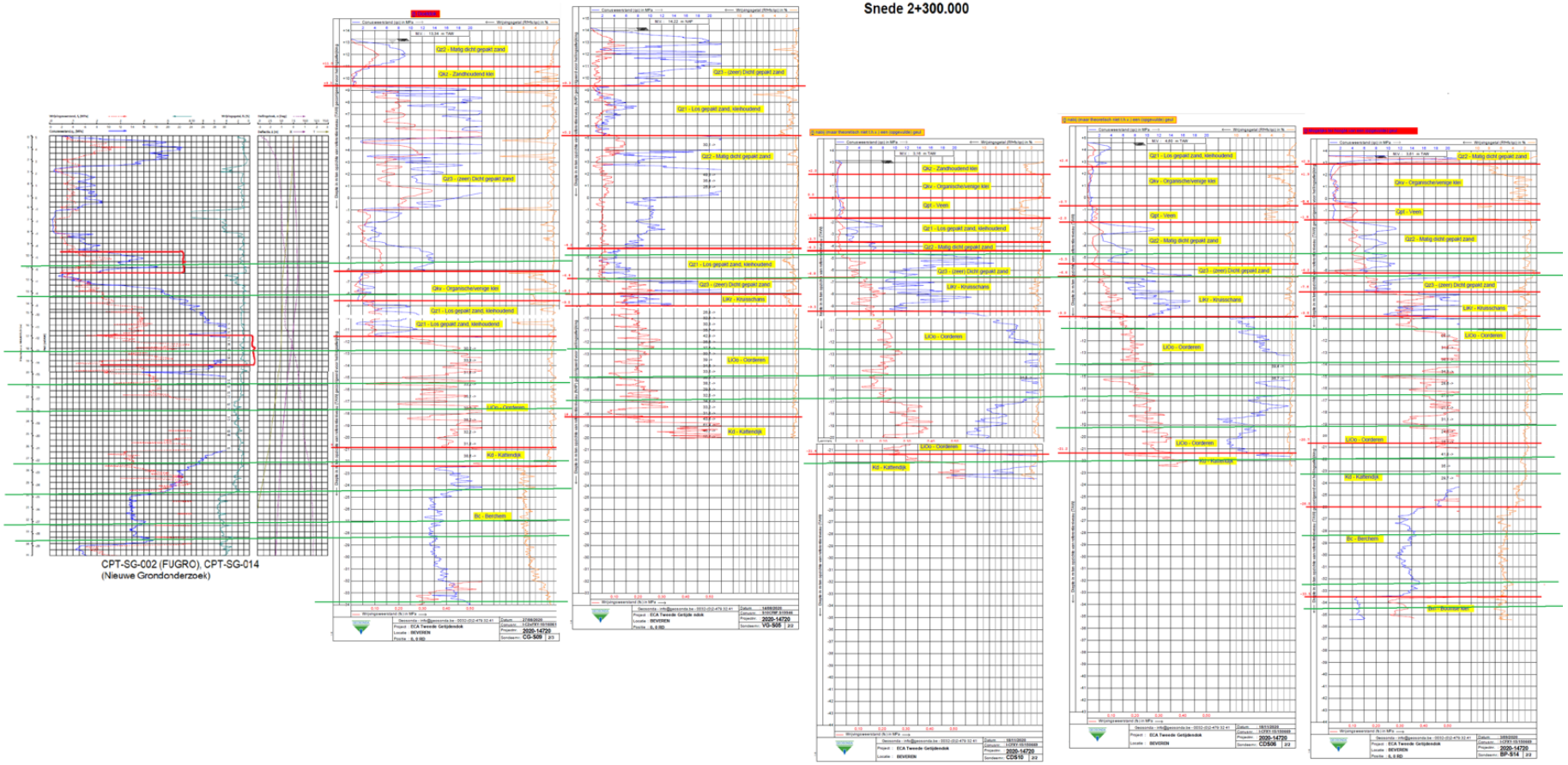
DRAFT

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Bijlage 1: Doorsnede Projectgebied

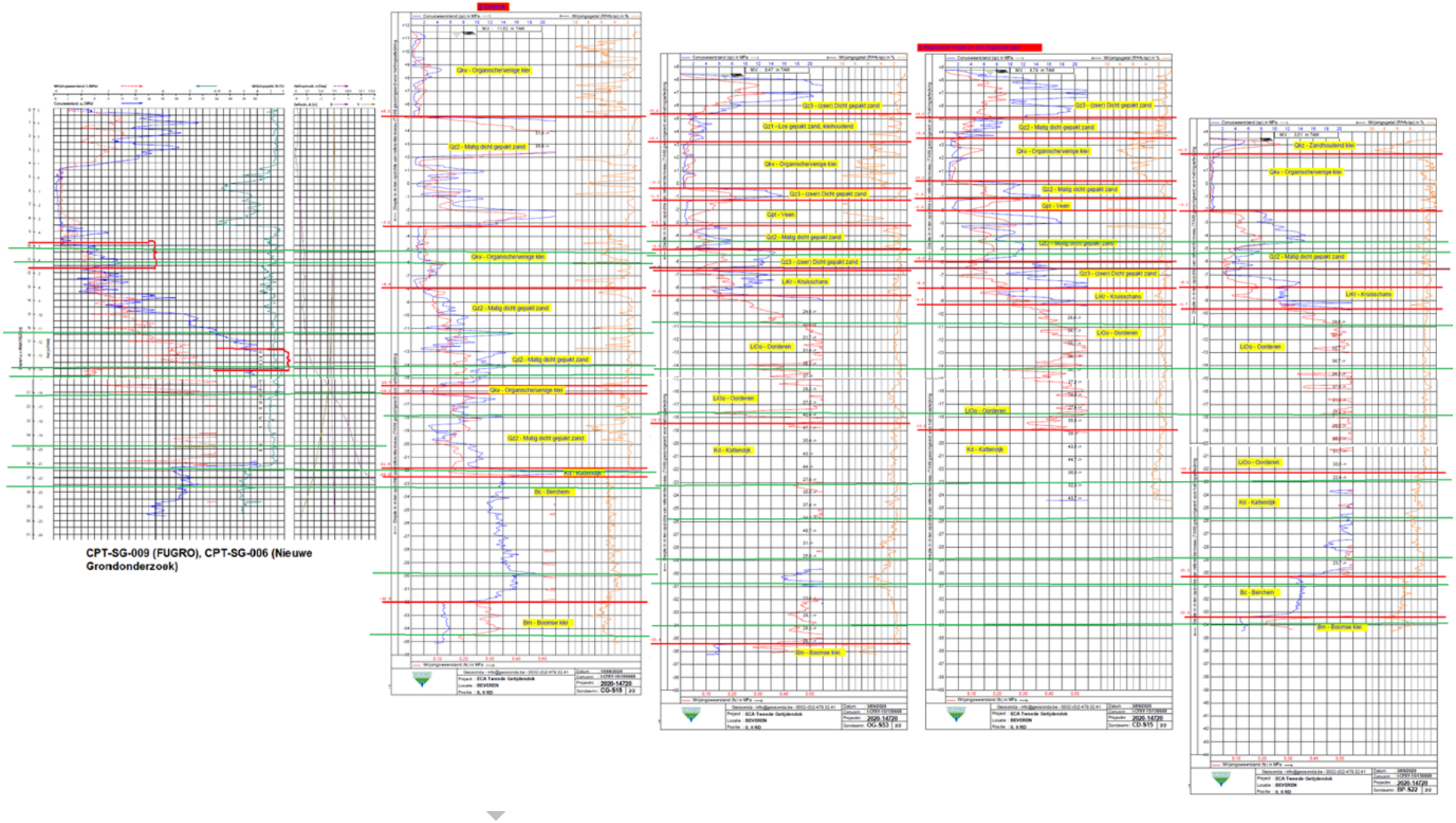
DRAFT

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

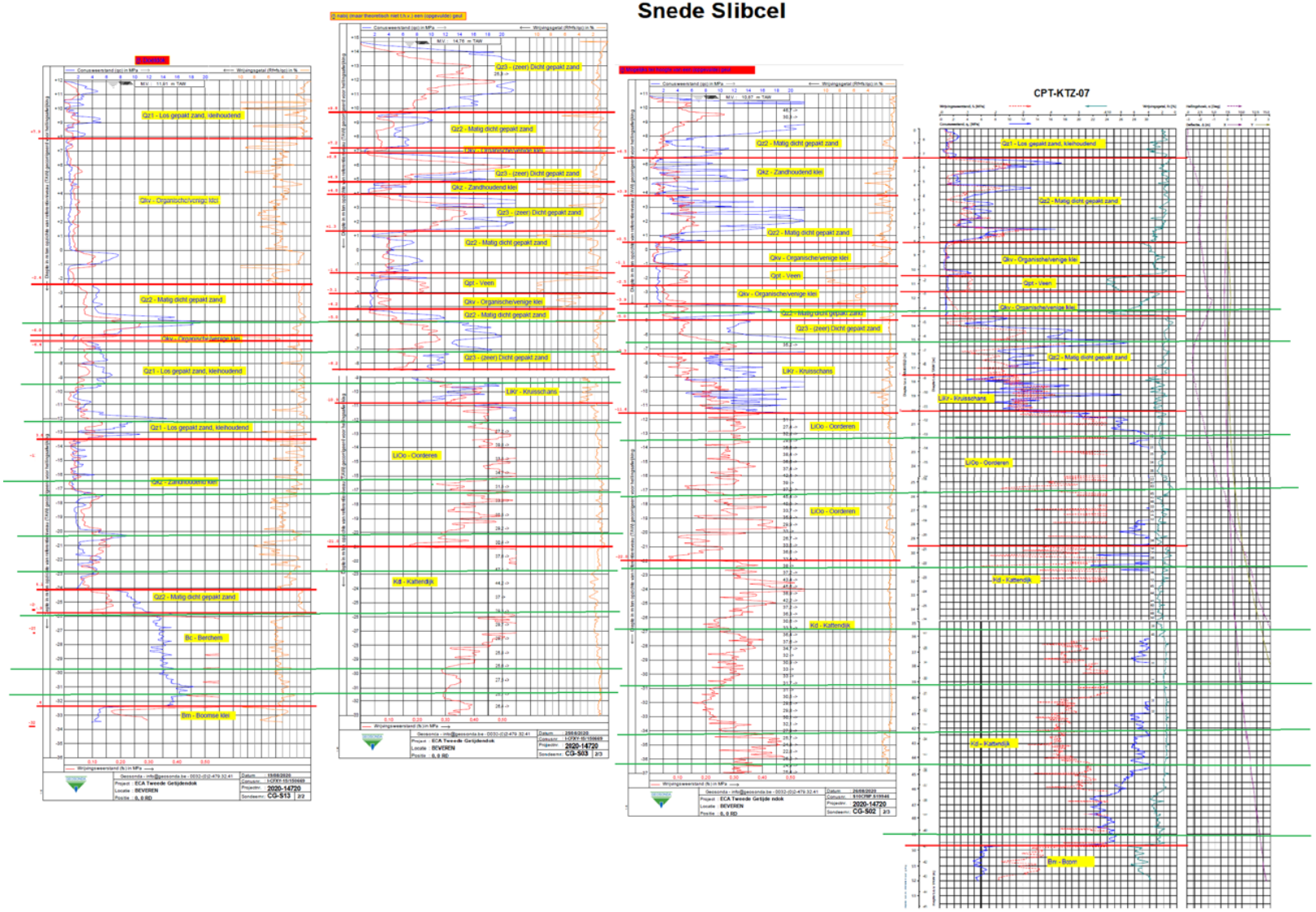
Snede 2+648.326



CPT-SG-009 (FUGRO), CPT-SG-006 (Nieuwe Grondonderzoek)

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Snede Slibcel



This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

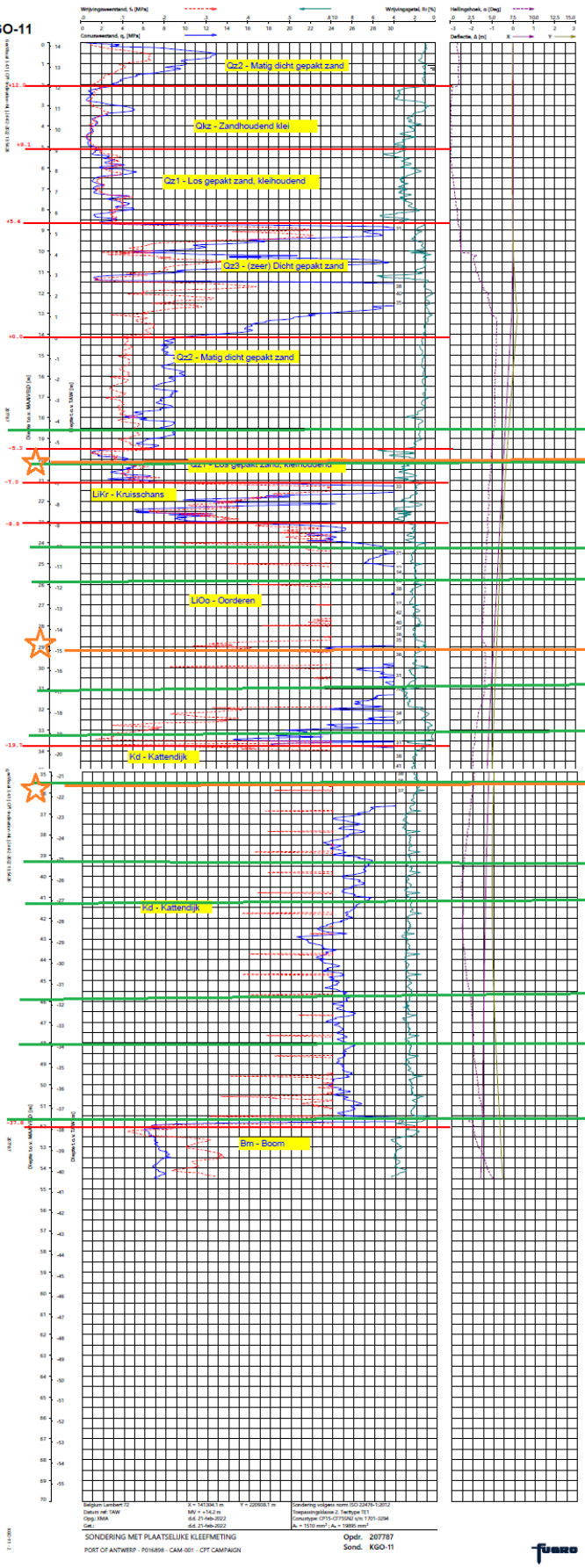
Bijlage 2: Geraadpleegde sonderingen voor iFLUX en grondwatermetingen

DRAFT

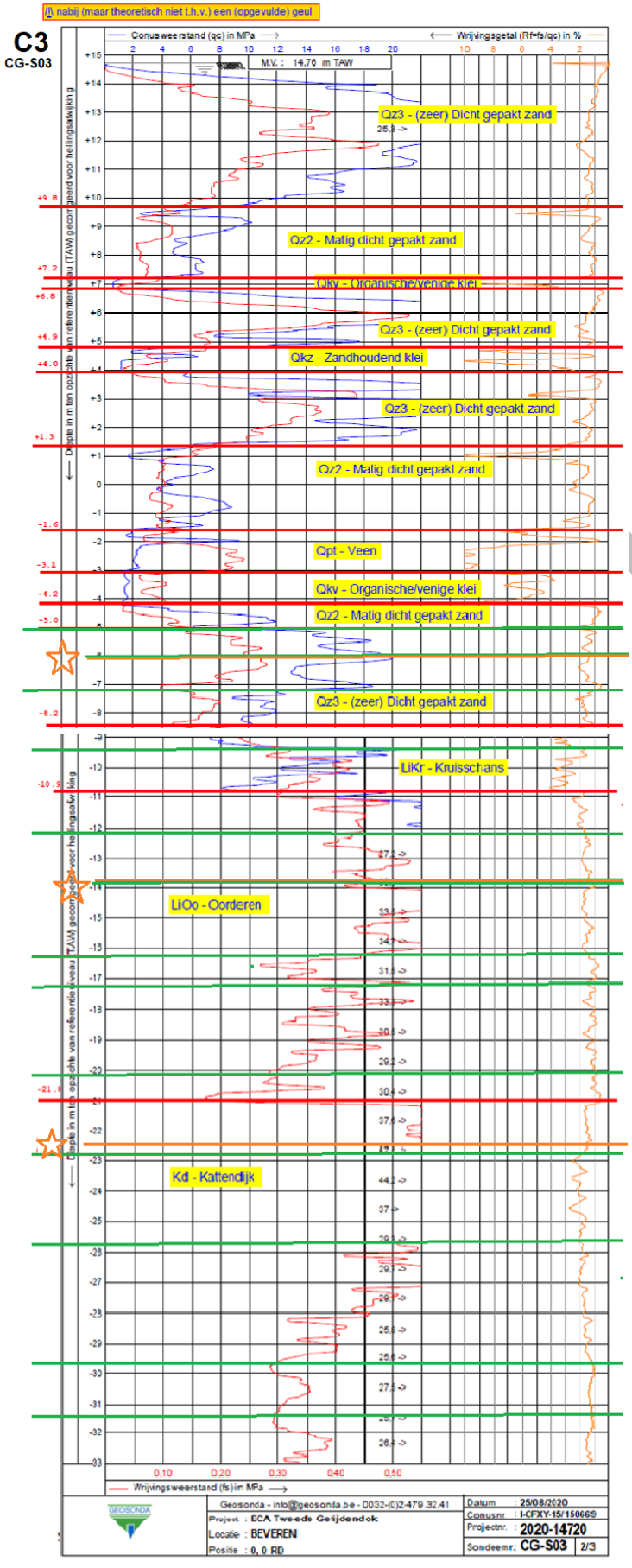
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

C2

CPT-KGO-11

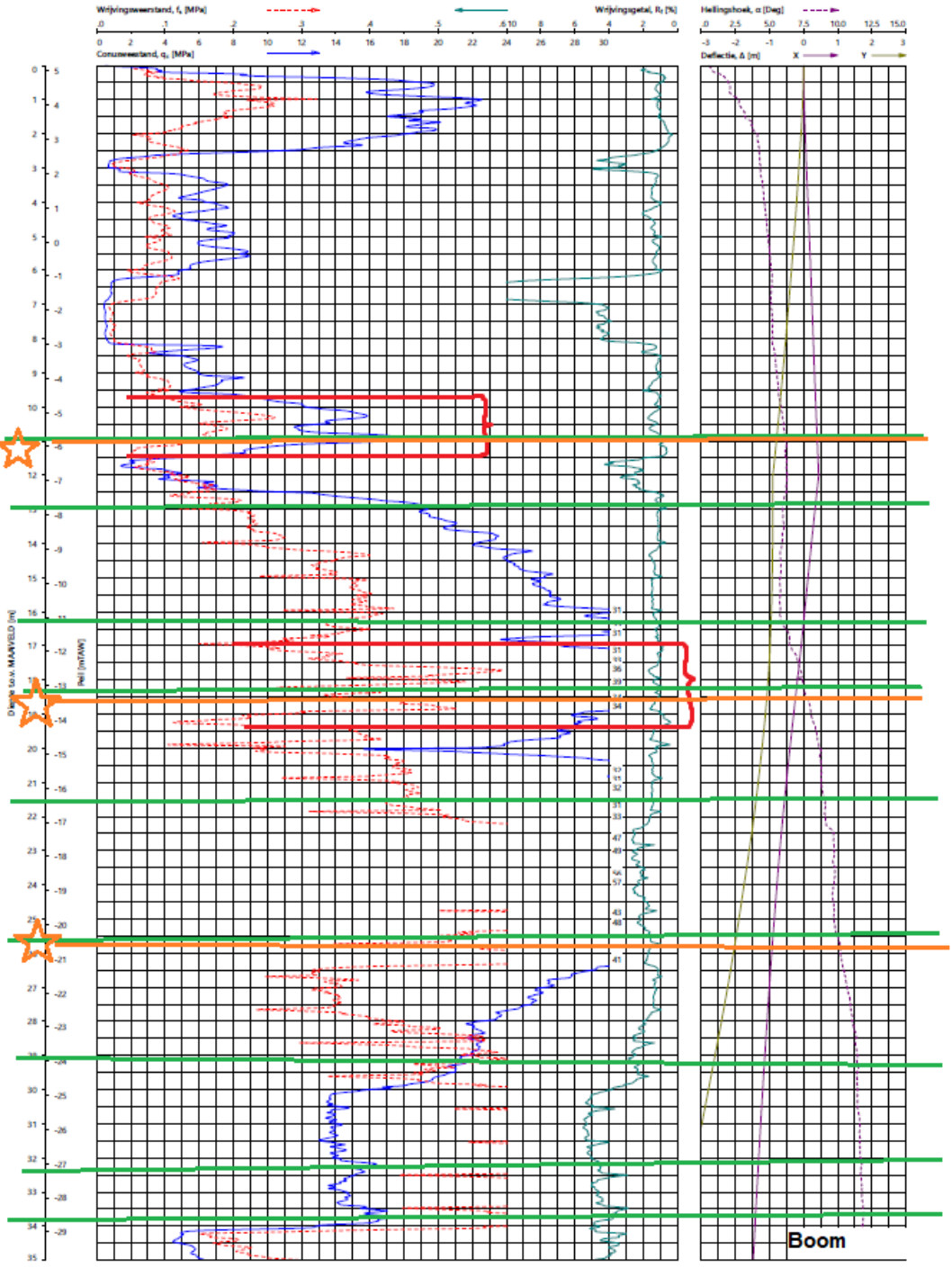


This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



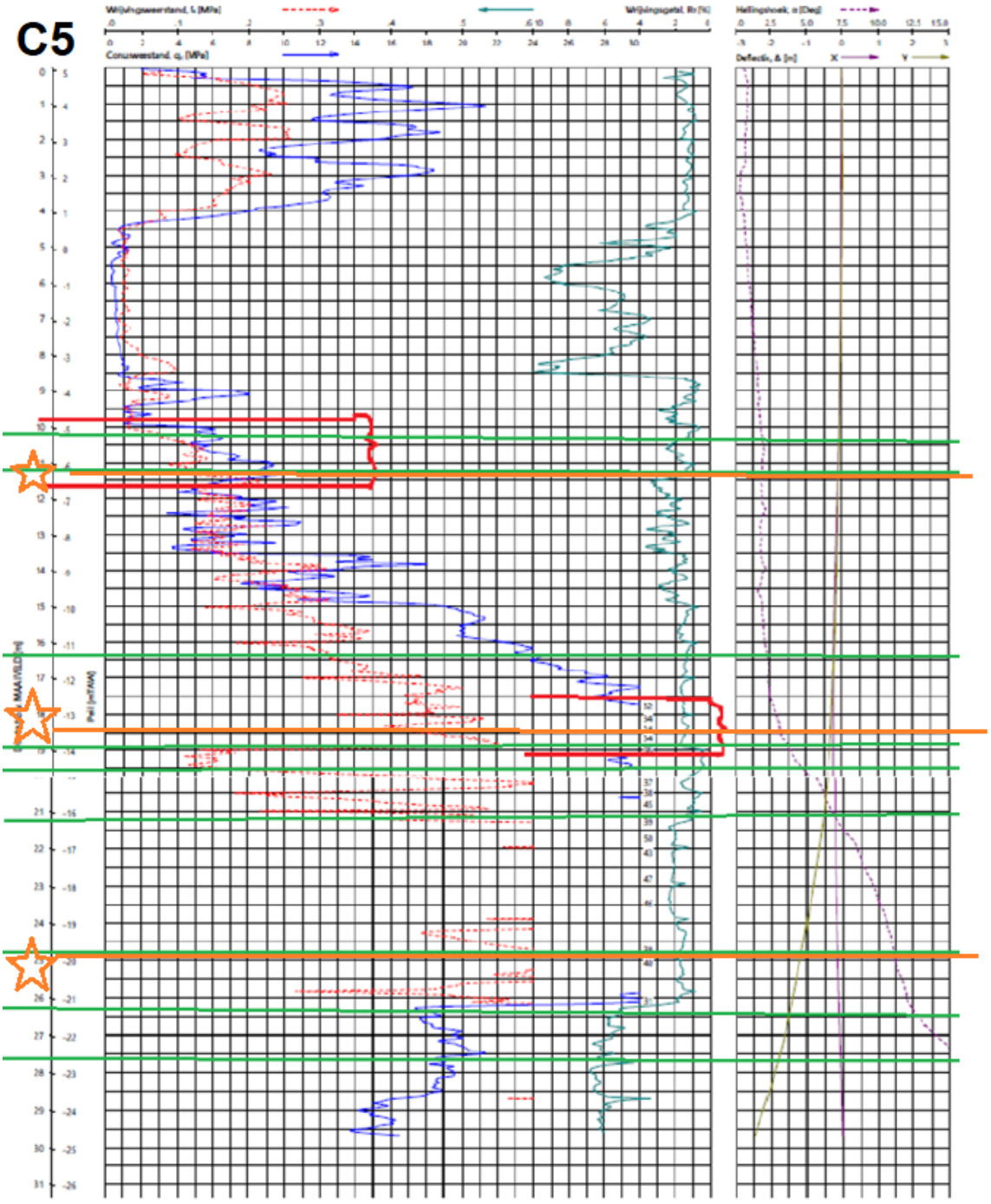
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

C4



CPT-SG-002 (FUGRO), CPT-SG-014
(Nieuwe Grondonderzoek)

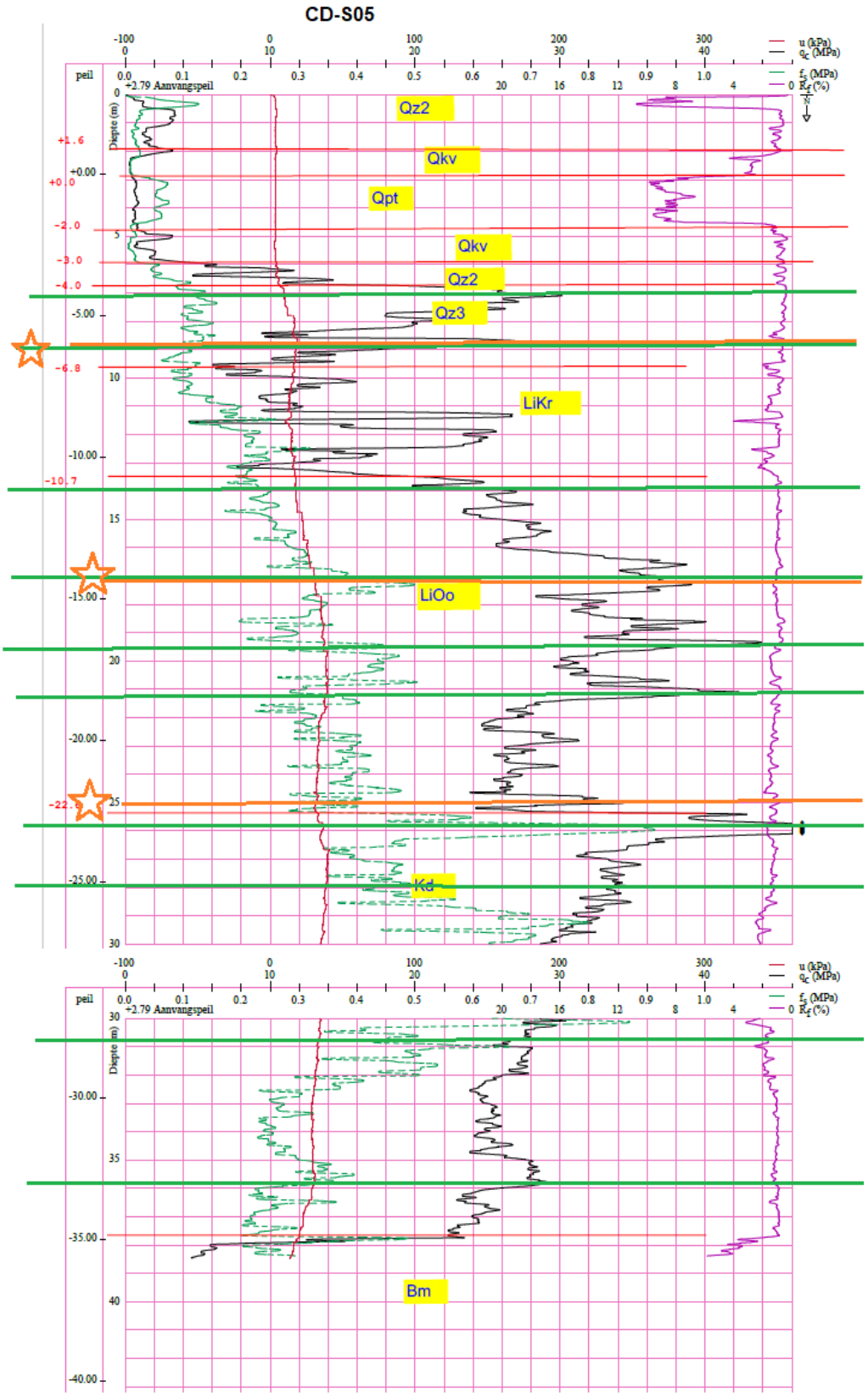
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



CPT-SG-009 (FUGRO), CPT-SG-006 (Nieuwe Grondonderzoek)

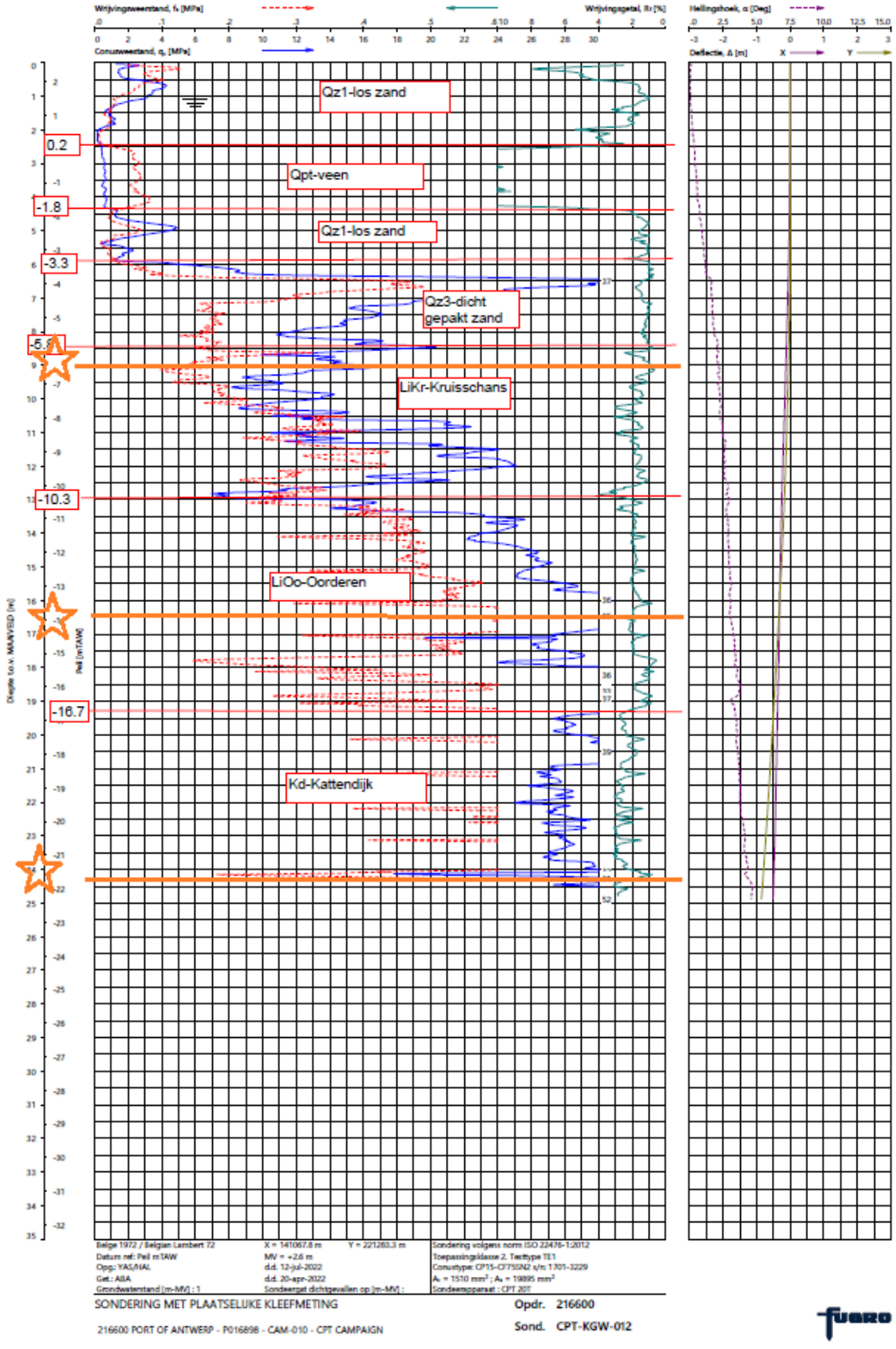
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

C6



This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

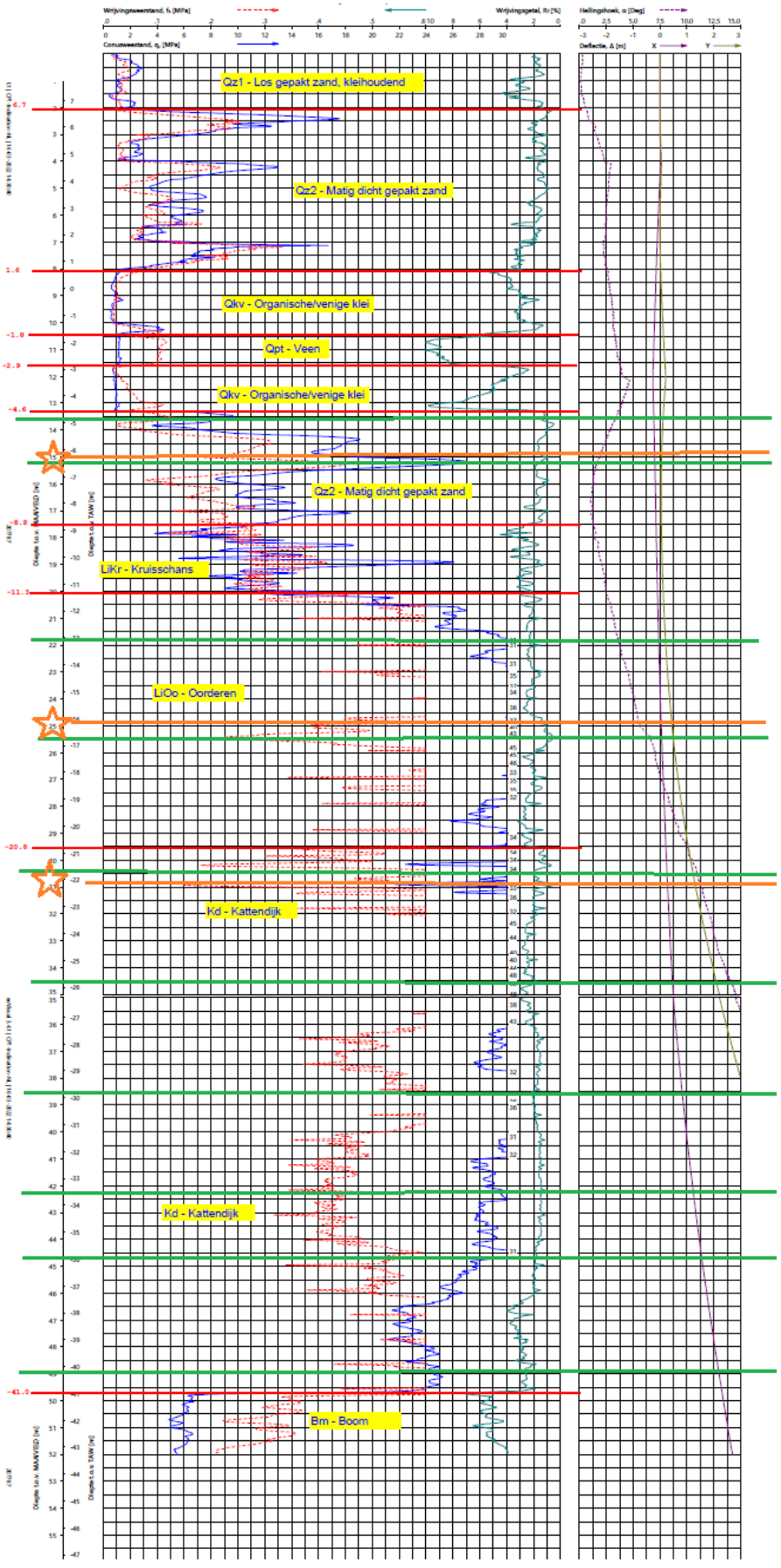
CPT-KGW-12



This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

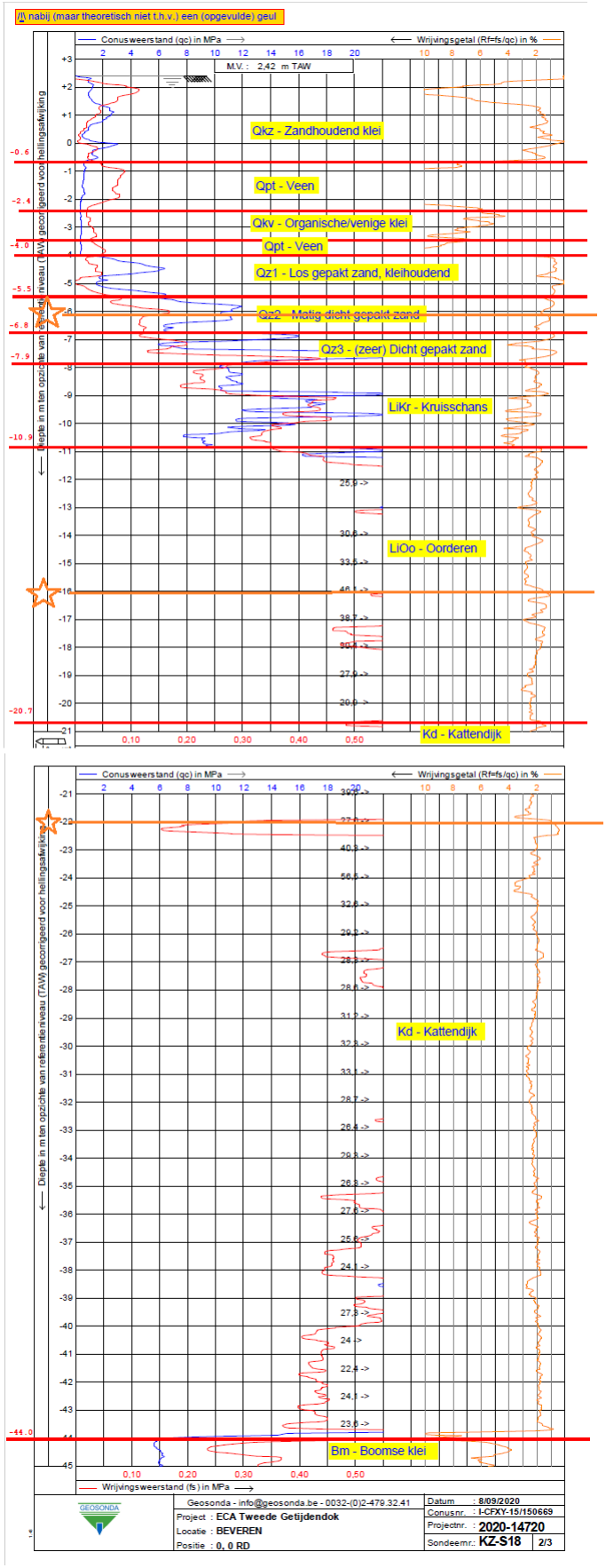
C7

CPT-KTZ-07



This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

KZ-S18



This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Bijlage 3: Technisch voorstel polluentfluxmetingen

DRAFT

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TECHNISCH VOORSTEL POLLUENTFLUXMETINGEN

Tweede Getijdendok

NOTA



TRACTEBEL ENGINEERING N.V.

Kantoor Gent

Esplanade Oscar Van de Voorde 1
9000 Gent – België

Tel. +32 9 240 09 11

www.tractebel.engie.com

DOSSIER NR.:	P.016898.0500
OPDRACHTGEVER:	Port of Antwerp-Bruges
OPSTELLER(S):	James Delanoeye
DATUM:	23-02-2024
REVISOR:	Michael Borremans

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

INHOUDSTAFEL

1. Inleiding 3

2. Strategie 4

2.1. Inleiding / randvoorwaarden 4

2.1.1. Conceptueel Sitemodel (CSM) 4
2.1.2. Analyse beschikbare geo- en bouwtechnische data 4
2.1.3. Noodzaak tot aanvullend onderzoek 7

2.2. Methodiek 8

2.3. Onderzoeksstrategie 9

2.3.1. Aantal meetpunten en inplanting 9
2.3.2. Multilevel Sampling 11
2.3.3. iFlux-metingen 11

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

1. Inleiding

De onderzoekslocatie is gelegen aan het Doeldoek, 9130 Beveren, en bestaat uit onderstaande deelzones:

- Zone 1: Terrein C59;
- Zone 2: Terrein Mida's;
- Zone 3: Gedempt Doeldok en slibcellen;
- Zone 4: Terrein ATS/MPET;
- Zone 5: Slibbekkens t.h.v. ATS/MPET;
- Zone 6: Leefbaarheidsbuffer;
- Zone 7: Doelpolder;
- Zone 8: Nieuwe Arenbergpolder.

In het kader van de onderzoeksverrichtingen die uitgevoerd worden ten behoeve van het oriënterend bodemonderzoek en het beschrijvend bodemonderzoek inzake het project 'Twee Getijdendok', worden verontreinigingen vastgesteld in het vaste deel van de aarde en het grondwater. De bepalende parameter binnen het onderzoeksgebied betreft PFAS in het vaste deel van de aarde en het grondwater. Het oriënterend en het beschrijvend bodemonderzoek zijn momenteel in uitvoering. Op basis van de reeds beschikbare gegevens wordt verwacht dat een bodemsaneringsproject noodzakelijk zal zijn voor de verontreiniging met PFAS in het vaste deel van de aarde en het grondwater.

Op 13 februari 2023 werd een nota opgemaakt door Tractebel die de krijtlijnen uittekende voor de bepaling van de saneringsdoelstellingen. Deze nota omvat de randvoorwaarden, het conceptueel sitemodel en de methodiek die toegepast zal worden voor het bepalen van de saneringsdoelstellingen en terugsaneerwaarden in het kader van het bodemsaneringsproject..

Voorliggend document omvat een technisch voorstel om de polluentenflux en de polluentenvracht rondom het gedempte Doeldok beter in kaart te brengen.

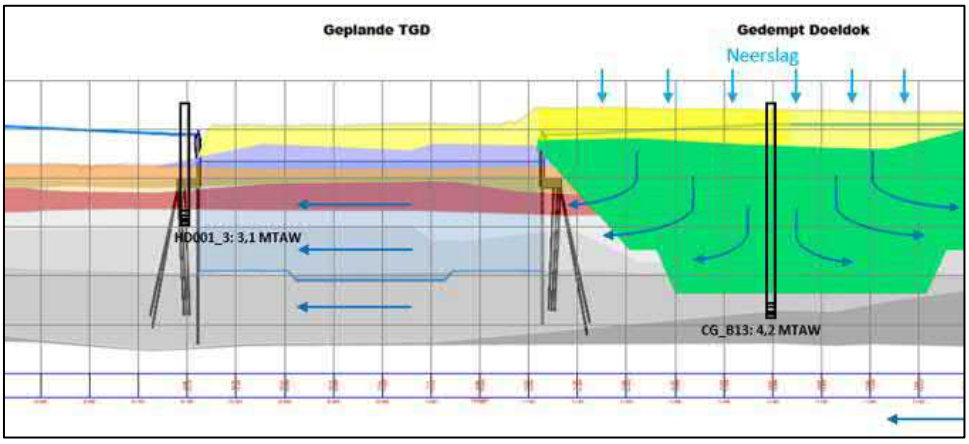
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

2. Strategie

2.1. Inleiding / randvoorwaarden

2.1.1. Conceptueel Sitemodel (CSM)

Uit het reeds uitgevoerde veldwerk in het kader van het oriënterend bodemonderzoek en het beschrijvend Bodemonderzoek en op basis van een evaluatie van de beschikbare piëzometrische metingen, is gebleken dat er een polluentflux aan PFAS plaatsgrijpt vanuit het gedempt Doeldok in de richting van de polders, de MPET terminal, het bestaande oppervlaktewater (Deurganckdok) en het te realiseren Tweede Getijdendok. De belangrijkste receptoren voor de verdere verspreiding van PFAS in het grondwater in de omgeving van het gedempte Doeldok zijn hierbij de eerste en tweede watervoerende laag. Dit wordt schematisch weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 1: Schematische weergave CSM

2.1.2. Analyse beschikbare geo- en bouwtechnische data

Op basis van een gedetailleerde analyse van:

- Reeds uitgevoerde CPT-sonderingen in de directe omgeving van het gedempte Doeldok tot op de Boomse klei;
- De civieltechnische opbouw van de toekomstige kaaiwand van het TGD;
- Piëzometrische metingen d.m.v. divers.

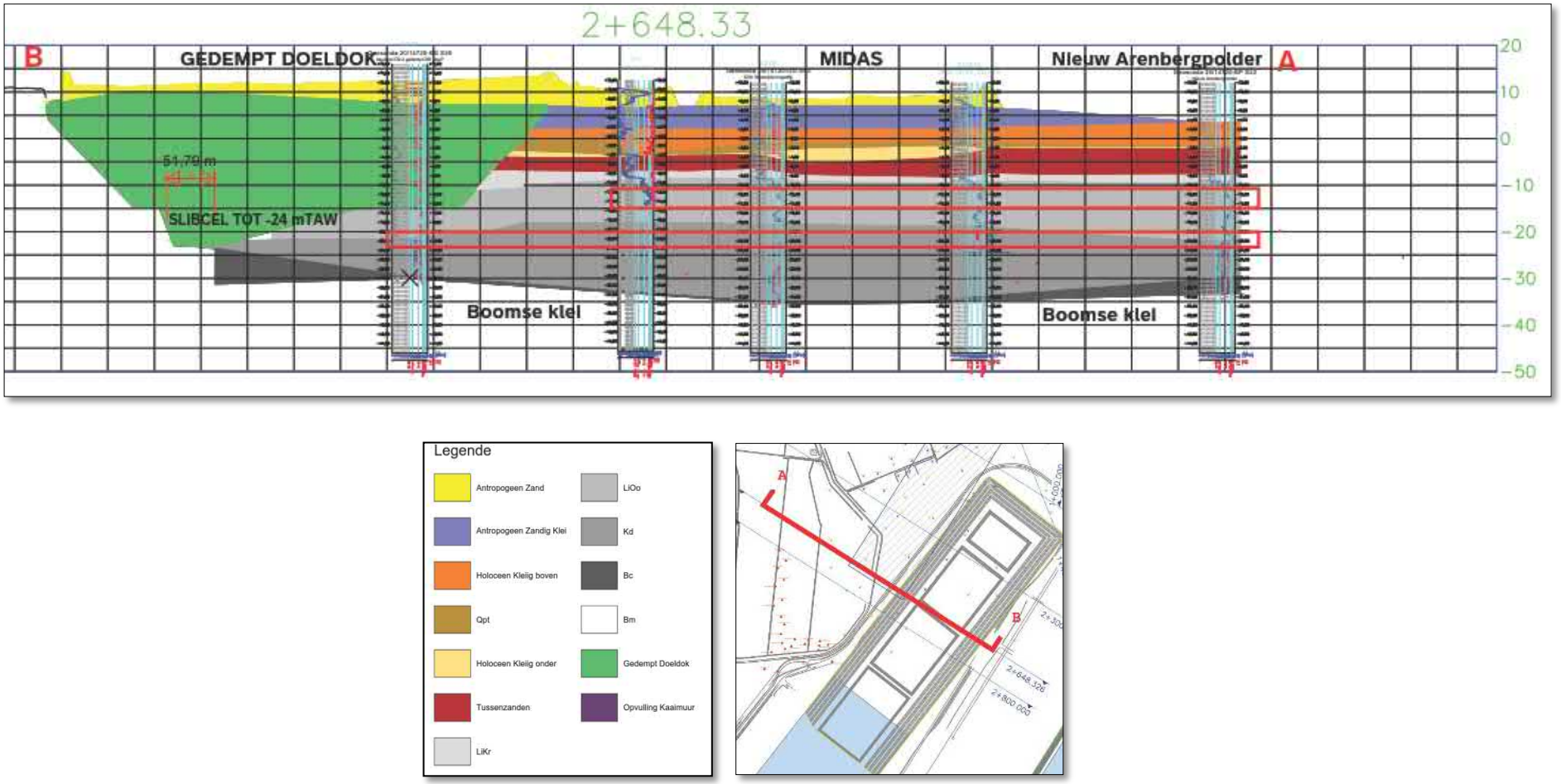
Er zijn een aantal belangrijke conclusies te trekken in verband met de risico's verbonden aan de verspreiding van PFAS-houdend grondwater vanuit het gedempte Doeldok:

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

- Binnen de eerste en tweede watervoerende laag merken we aanzienlijke horizontale en verticale variaties op inzake de lithologie. Op de geologische doorsnede in figuur 2 worden met een rode kleur de intervallen aangeduid van eerder goed doorlatende horizonten. Deze lagen komen in de verschillende sonderingen tot uiting wat erop wijst dat het hier horizonten betreffen die zich lateraal uitstrekken. Deze eerder goed doorlatende horizonten kunnen mogelijks fungeren als preferentieel verspreidingspad voor de verontreiniging binnen het watervoerende pakket;
- De basis van de slibcellen bevindt zich op ca -24 m-TAW;
- De diepte de top van de Boomse klei, die fungeert als een afsluitende laag, varieert sterk binnen het studie gebied. De top van deze laag situeert zich tussen -32 tot -44 m-TAW;
- Heden bevinden de diepste beschikbare peilbuizen zich op een diepte van ca. -25 tot -28 mTAW. In het interval tussen -28 mTAW en de top van de Boomse klei (ca -44 mTAW) kunnen op basis van de CPT's eveneens goed doorlatende horizonten gedefinieerd worden die mogelijk fungeren als preferentiële verspreidingsroute. Deze horizonten verdienen de nodige aandacht gezien hun proximiteit tot de slibcellen;
- De onderzijde van de damplanken die deel uitmaken van het aan te leggen Tweede Getijdendok bereiken op hun diepste punt -27 m-TAW.

Bovenstaande evaluatie laat toe om te besluiten dat er reeds een grote hoeveelheid aan geotechnische data beschikbaar is en dat bijkomend geotechnisch onderzoek niet noodzakelijk is.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 2: Doorsnede met CPT's dwars op de as van het Gedempte Doeldok, door de MIDA's en polder: Indicatieve aanduiding van de doorlopende horizonten (rode rechthoeken).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

2.1.3. Noodzaak tot aanvullend onderzoek

2.1.3.1. grondwaterverontreinigingen

In het kader van het oriënterend bodemonderzoek en het beschrijvend bodemonderzoek werden op verschillende locaties peilbuizenclusters gerealiseerd. Per cluster werd telkens één peilbuisfilter geplaatst in de freatisch watervoerende laag/hangende watertafel, één peilbuisfilter (ca. -3 tot -5 mTAW) in de eerste watervoerende laag en twee peilbuisfilters in de tweede watervoerende laag, namelijk op ca. -12 tot -14 mTAW en op ca. -22 tot -24 mTAW. Rekening houdend met de gezamenlijke dikte van de eerste en de tweede watervoerende laag, impliceert dit dat de grondwaterkwaliteit en de verontreinigingstoestand ervan slechts over een interval van ca. 20 % gekend is.

Gezien de dikte van beide watervoerende lagen en gezien de variatie in textuur, en hierdoor in doorlatendheid, dient rekening gehouden te worden met een variatie in verontreinigingsgraad doorheen de lithostratigrafische kolom. Bijkomende staalname, om de mogelijke verticale variatie in concentratie van de PFAS-verontreinigingen te karakteriseren, is noodzakelijk.

2.1.3.2. polluentflux en polluentvracht

Beslissingen i.v.m. de bepaling van de saneringsdoelstelling en de hiermee verbonden risicofactoren kunnen worden geoptimaliseerd door eveneens rekening te houden met de polluentflux en de polluentvracht van verontreinigende stoffen. Kenmerkend voor een heterogeen pakket sedimenten is dat de polluentvracht zeer sterk verschillen in de variatie van de lithologie.

De grootteorde van de polluentflux verhoudt zich recht evenredig tot de polluentconcentratie en de grondwaterstromingssnelheid. Deze grondwater-stromingssnelheid hangt op haar beurt, volgens de Wet van Darcy, af van de hydraulische doorlatendheid van het sediment en het grondwaterniveauverschil of verhang van de watertafel in het brongebied en de potentieel bedreigde zones.

Bijkomend onderzoek naar polluentflux is noodzakelijk.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

2.2. Methodiek

Om te komen tot een goed begrip van de verspreiding van de verontreiniging en de polluentenflux en -vracht wordt volgende methodiek gehanteerd:

- **Stap 1:** Detailanalyse van de geotechnisch gegevens:

  In het kader van het opstellen van voorliggend technisch voorstel werd door Tractebel een screening uitgevoerd van de beschikbare geotechnische gegevens. We verwijzen hiervoor naar figuur 2 en de CPT-diagrammen in bijlage 2. Deze geotechnische gegevens laten toe om inzicht te krijgen in de heterogeniteit van het sedimentpakket waarbij getracht wordt om goed doorlatende lagen en minder goed doorlatende lagen te definiëren. Goed doorlatende lagen kunnen immers door de verontreiniging aangewend worden als preferentiële verspreidingsroute terwijl minder goed doorlatende lagen hun verspreiding kunnen afremmen. Een goede kennis van deze dynamiek moet toelaten om de risico's die gerelateerd zijn aan de mogelijk verdere verspreiding van de verontreiniging in te schatten.

  In de aanloop naar de uitvoering van het veldwerk in het kader van dit onderzoeksvoorstel, zal door Tractebel een gedetailleerde nota opgemaakt worden die bovenstaande aspecten beschrijft.

- **Stap 2:** Multilevel sampling – gericht meten van PFAS concentraties in het grondwater:

  Multilevel sampling moet toelaten om in één boorgat/sondeergat op verschillende dieptes grondwaterstalen te verzamelen over beperkte intervallen.

  Tractebel stelt voor om op verschillende locaties, waar de iFlux-metingen zullen plaatsvinden, rondom het gedempte Doeldok boorgaten/sondeergaten te realiseren en hierin op verschillende dieptes grondwaterstalen te nemen die vervolgens geanalyseerd kunnen worden op PFAS.

  De diepte-intervallen waarbinnen de multilevel sampling dient te gebeuren wordt bepaald op basis van de evaluatie van geotechnische data in stap 1. Er worden zowel grondwaterstalen genomen in goed doorlaten als minder goed doorlaten lagen. Dit moet toelaten om een goed beeld te krijgen over de verticale verdeling van de verontreinigingen aan PFAS.

- **Stap 3:** iFlux: meten van de polluentflux

  In een volgende stap wordt de effectieve flux in-situ gemeten, middels een gevalideerde methode gekend als iFlux sampling, uitgevoerd. Met iFlux samplers worden tegelijk en gericht waterstromingssnelheid en de polluentvracht in het grondwater gemeten.

  Er zijn verschillende types cartridges:

  - Waterflux cartridge: deze bevat een set van wateroplosbare tracers die onafhankelijk van elkaar uitlogen in functie van de grondwatersnelheid;
  - Polluent cartridges: deze bevatten sorbentia, specifiek voor het type te meten polluent. Via adsorptie- en recoveryprocessen worden de polluentfluxen in het grondwater bepaald.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

2.3. Onderzoeksstrategie

2.3.1. Aantal meetpunten en inplanting

De inplanting van de zeven clusters (multilevel sampling & iFlux) is weergegeven op plan in Bijlage 1. Tractebel stelt voor om vijf clusters (C1 tot C5) te realiseren in de directe nabijheid van het gedempte Doeldok en dit in een radiaal patroon. Dit moet toelaten om de grondwaterverontreiniging en de flux in de onmiddellijke nabijheid van het gedempte Doeldok in beeld te brengen. Tevens worden ook twee clusters (C6 & C7) voorzien op iets grotere afstand (ca. 300 m) van het gedempte Doeldok. Dit laat toe om een evaluatie uit te voeren van de verontreinigingstoestand, flux en verspreiding van de verontreiniging op grotere afstand van het gedempte Doeldok en eveneens om de mogelijke laterale variatie in flux in kaart te brengen. Dit laatste gegeven wordt belangrijk geacht om een goede inschatting te kunnen maken van de bedreiging van receptoren die op enige afstand van de bron (gedempt Doeldok) gelegen zijn.

Zoals weergegeven in Tabel 1 stelt Tractebel voor om de fluxmetingen zowel in het voorjaar als in het najaar uit te voeren. Dit moet toelaten om inzicht te krijgen in seizoenale fluctaties in stijghoogte en hierdoor in flux. Er wordt gekozen voor het voorjaar en het najaar omdat op deze momenten respectievelijk de hoogste een laagste grondwaterstanden verwacht worden.

Zoals aangegeven in de methodiek zal het onderzoek in twee fasen uitgevoerd worden:

- Door middel van multilevel sampling zal de verticale variatie van de PFAS-concentraties in het grondwater in kaart gebracht worden;
- Vervolgens zullen, rekening houdend met de variatie in lithologie en met de resultaten van de multilevel sampling, op drie verschillende dieptes cartridges geïnstalleerd worden.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de te realiseren bemonsteringsstrategie. Per cluster wordt voorzien in enerzijds multilevel sampling (grondwaterprofilering) en anderzijds iFlux-metingen.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TABEL 1: BEMONSTERINGSSTRATEGIE

Locatie	X-coördinaat (m) Lambert	Y-coördinaat (m) Lambert	Z-coördinaat (m) m-TAW	Diepte m-TAW (diepte onder maaiveld)	Grondwaterprofillering	Analyse GW	iFlux
Omschrijving			Vlgs Digitaal Hoogtemodel Vlaanderen II	Tot aan de top van de Boomse klei Afhankelijk van de ligging van de staalname locatie tussen circa -30 m-TAW en -44 m-TAW	**Multilevel Sampling** Door middel van multilevel sampling worden op discrete dieptes in situ grondwaterstalen genomen. Deze grondwaterstalen worden op PFAS geanalyseerd. De te bemonsteren dieptes worden geselecteerd op basis van de resultaten van het karakterisatieonderzoek van de ondergrond. Er worden gericht grondwatermonsters genomen in zowel goed als slecht doorlatende lagen.	PFAS (WAC/IV/A/025)	Met iFLUX samplers meet men tegelijk en gericht waterstromingssnelheid en de polluentvracht in het grondwater gedurende een bepaalde periode van enkele weken en dit op zeer gerichte niveau's. Door twee meetcampagne te spreiden in de tijd, bij hoge en lage grondwaterstanden (september en maart), krijgen we tevens een beeld van de eventuele seizoenale invloeden.
Cluster 1	140 939	220 560	10,45	-35 m-TAW (45 m-mv)	ja 10 bemonsteringen tussen -5 en -35 mTAW	10 x Grondwater	voorjaar (maart april) 3 Fluxmeting/ 3 Stromingssnelheid op diverse niveau's najaar (september) 3 Fluxmeting/ 3 Stromingssnelheid op diverse niveau's
Cluster 2	141 344	221 077	10,84	-42 m-TAW (53 m-mv)	ja 10 bemonsteringen tussen -5 en -42 mTAW	10 x Grondwater	voorjaar (maart april) 3 Fluxmeting/ 3 Stromingssnelheid op diverse niveau's najaar (september) 3 Fluxmeting/ 3 Stromingssnelheid op diverse niveau's
Cluster 3	141 736	221 300	11,5	-41 m-TAW (53 m-mv)	ja 10 bemonsteringen tussen -5 en -41 mTAW	10 x Grondwater	voorjaar (maart april) 3 Fluxmeting/ 3 Stromingssnelheid op diverse niveau's najaar (september) 3 Fluxmeting/ 3 Stromingssnelheid op diverse niveau's
Cluster 4	142 036	220 716	10,9	-41 m-TAW(*) (53 m-mv)	ja 10 bemonsteringen tussen -5 en -41 mTAW	10 x Grondwater	voorjaar (maart april) 3 Fluxmeting/ 3 Stromingssnelheid op diverse niveau's najaar (september) 3 Fluxmeting/ 3 Stromingssnelheid op diverse niveau's
Cluster 5	141 602	220 335	10,5	-41 m-TAW(*) (53 m-mv)	ja 10 bemonsteringen tussen -5 en -41 mTAW	10 x Grondwater	voorjaar (maart april) 3 Fluxmeting/ 3 Stromingssnelheid op diverse niveau's najaar (september) 3 Fluxmeting/ 3 Stromingssnelheid op diverse niveau's
Cluster 6	141 085	221 286	2,54	-31 m-TAW (44 m-mv)	ja 10 bemonsteringen tussen -5 en -31 mTAW	10 x Grondwater	voorjaar (maart april) 3 Fluxmeting/ 3 Stromingssnelheid op diverse niveau's najaar (september) 3 Fluxmeting/ 3 Stromingssnelheid op diverse niveau's
Cluster 7	142 111	221 640	2,5	-31 m-TAW (44 m-mv)	ja 10 bemonsteringen tussen -5 en -31 mTAW	10 x Grondwater	voorjaar (maart april) 3 Fluxmeting/ 3 Stromingssnelheid op diverse niveau's najaar (september) 3 Fluxmeting/ 3 Stromingssnelheid op diverse niveau's

De coördinaten en dieptes aangegeven in de tabel betreffen vermoedelijke waarden. De te bereiken dieptes zijn geschat op basis van diepe CPT's (zie bijlage 2) die de Boomse klei bereiken.
(*)Deze zijn echter niet beschikbaar voor MPET. Gezien MPET ongeveer even hoog ligt als MIDAS werd dezelfde diepte aangehouden.
Voor de opstart van de effectieve boorwerkzaamheden dienen de ondergrondse leidingen nog gecheckt te worden.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

2.3.2. Multilevel Sampling

Het interval waarover bemonsterd wordt, wordt gevormd door de eerste en tweede watervoerende laag. Om een voldoende gedetailleerd beeld te bekomen, wordt op tien dieptes een grondwaterstaal genomen. Hierbij worden zowel hydraulisch goed doorlatende als minder doorlatende lagen bemonsterd.

Op basis van de terreinbevinden tijdens uitvoering van het veldwerk, kan het noodzakelijk zijn om de staalname-intervallen te wijzingen. Bijgevolg vormen de vooropgestelde staalnames in deze nota onderbouwde inschattingen. De hoeveelheden kunnen tijdens uitvoering bijgevolg licht wijzigen.

Deze grondwaterstalen worden geanalyseerd op het klassieke pakket PFAS-componenten zoals beschreven in WAC/IV/A/025.

2.3.3. iFlux-metingen

2.3.3.1. Parameters

Voor de volgende PFAS-moleculen is een gevalideerde meetcartridge beschikbaar: PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUdA, PFDoA, PFBS, PFHxS, PFOS, PFOSA.

Voor PFBA is nog geen gevalideerde cartridge beschikbaar. Deze parameter kan wel semi-kwantitatief bepaald worden volgens iFlux. Tractebel stelt voor om PFBA zeker op te nemen.

De iFlux gevalideerde parameters PFHxA, PFHpA, PFBS en PFOS, aangevuld met de niet-gevalideerde parameter PFBA komen in de hoogste concentraties voor in het geanalyseerde grondwater van de eerste en tweede watervoerende laag. Deze parameters zullen fungeren als belangrijke gidsparameters bij de evaluatie van de fluxmetingen.

2.3.3.2. Meetdiepte

Op basis van de detailanalyse van de geotechnische gegevens (stap 1) worden drie niveau gedefinieerd met een verhoogde doorlatendheid. Afhankelijk van de ligging van de cluster binnen het projectgebied kan de diepte variëren. We verwijzen naar de figuren onder punt 2.1.2.

Tractebel stelt voor om in de beter doorlatende lagen iFlux-metingen uit te voeren. Op basis van de beschikbare informatie worden per cluster 3 iFlux-metingen voorzien. Niettegenstaande meer dan drie goed doorlatende horizonten aanwezig kunnen zijn, worden per cluster slechts drie cartridges voorzien.

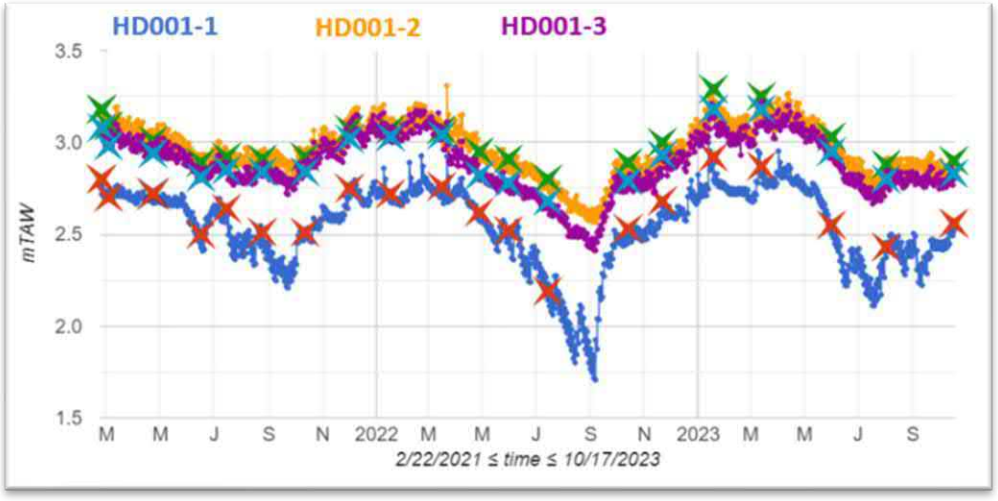
2.3.3.3. Filterstellingen

De verschillende cartridges kunnen in principe op verschillende filterniveaus in eenzelfde peilbuis geïnstalleerd worden op voorwaarde dat er geen al te grote piëzometrische drukverschillen zijn met een korte termijn periodiciteit binnen de lagen waar gemeten wordt. Dit is niet het geval in de eerste en tweede watervoerende laag zoals blijkt uit beschikbare piëzometrische metingen op de onderzoekslokatie. Deze voorwaarde heeft geen betrekking op seizoenale schommelingen.

Om eventuele kruiscontaminatie te vermijden tussen de verschillende filterniveau's, stelt Tractebel voor om de waterkolom te onderbreken door de installatie van drie opblaasbare packers in de peilbuis net boven de filterstellingen. Op die wijze worden verticale stroming vermeden.

2.3.3.4. Meetmomenten

Op basis van beschikbare stijghoogtemetingen binnen het projectgebied blijkt dat de grondwaterpeilen het hoogst zijn in de periode maart-april en het laagst zijn in september. Er wordt voorgesteld om de flux-metingen eveneens in deze periodes uit te voeren om na te gaan of de schommelende grondwatertafel een effect heeft op de polluentflux. De grondwaterpeilen worden heden en in de nabije toekomst verder gemonitord door middel van divers. Deze informatie zal toelaten om hde periode van meten verder te verfijnen.



Figuur 3: Stijghoogtemetingen ter hoogte van peilbuis HD001[1]

[1] Peilbuis HD001 bevindt zich in de Nieuwe Arenbergpolder net ten noorden van C59 en ten westen van de MIDAS langs de Hogendijk.

Het uitvoeren van de flux-metingen zoals beschreven in voorliggende nota, moet tevens ook toelaten om nulsituatie te definiëren. Optioneel kunnen in een latere fase, tijdens uitvoering van de werkzaamheden ter realisatie van het Tweede Getijdendok ook meetcampagnes uitgevoerd worden om de impact van de werken op de polluentenflux in kaart te brengen. Dit kan bijvoorbeeld relevant zijn om de specifieke effecten van bemalingen op de polluentflux te evalueren. Bijkomende meetcampagnes tijdens uitvoering van de werkzaamheden maken geen deel uit van voorliggende nota.

OVERZICHT BIJLAGEN

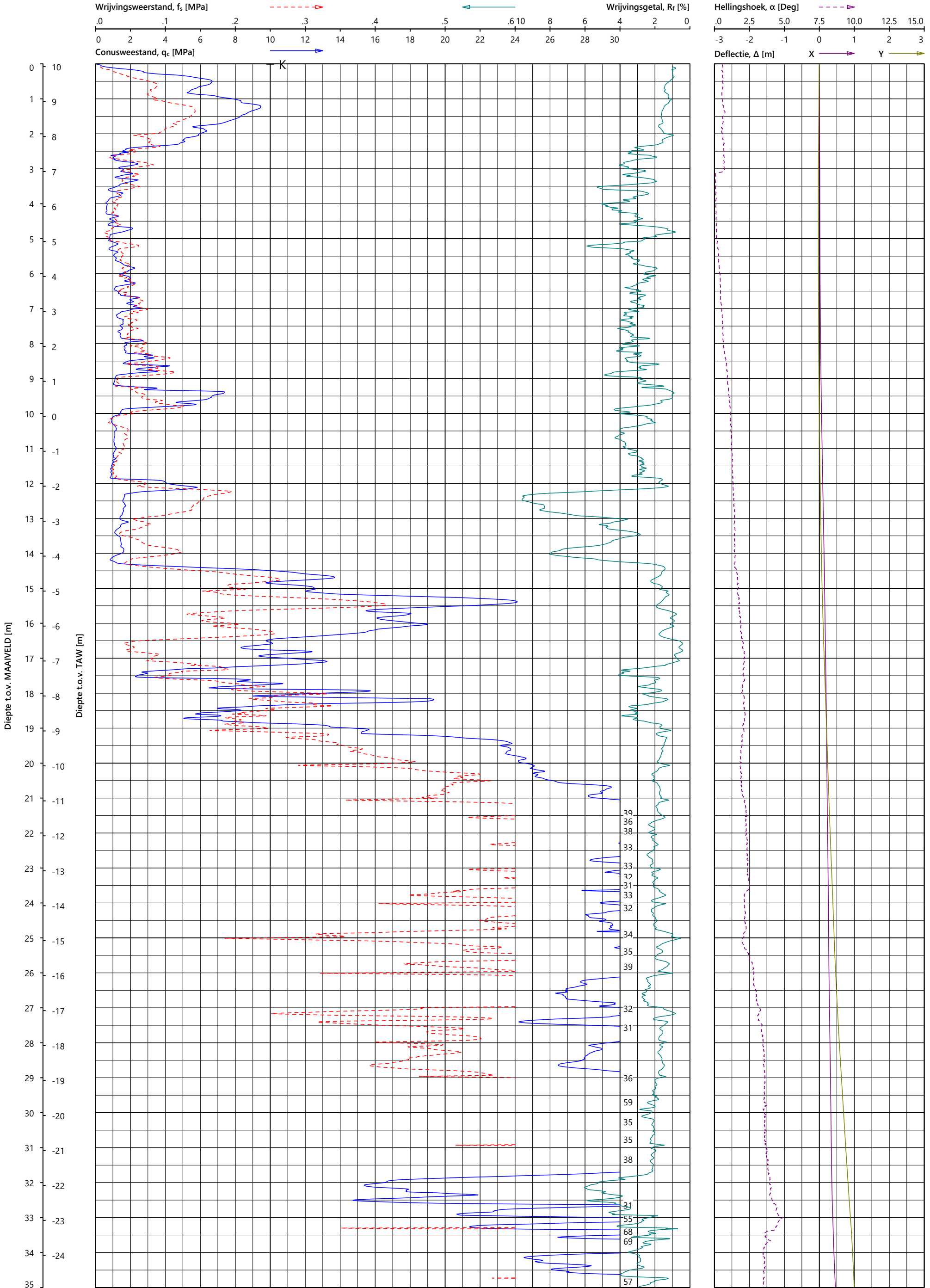
Bijlage 1 : Plattegrond met inplanting clusters

Bijlage 2 : Referentie CPT’s

Bijlage 1 : Plattegrond met inplanting clusters


CPT-DP-012
C7
CPT-KTZ-07
C6
C3
CPT-KGO-019
C2
C4
CPT-KGE-06
C1
C5
Ca. 500 m

Bijlage 2 : Referentie CPT’s



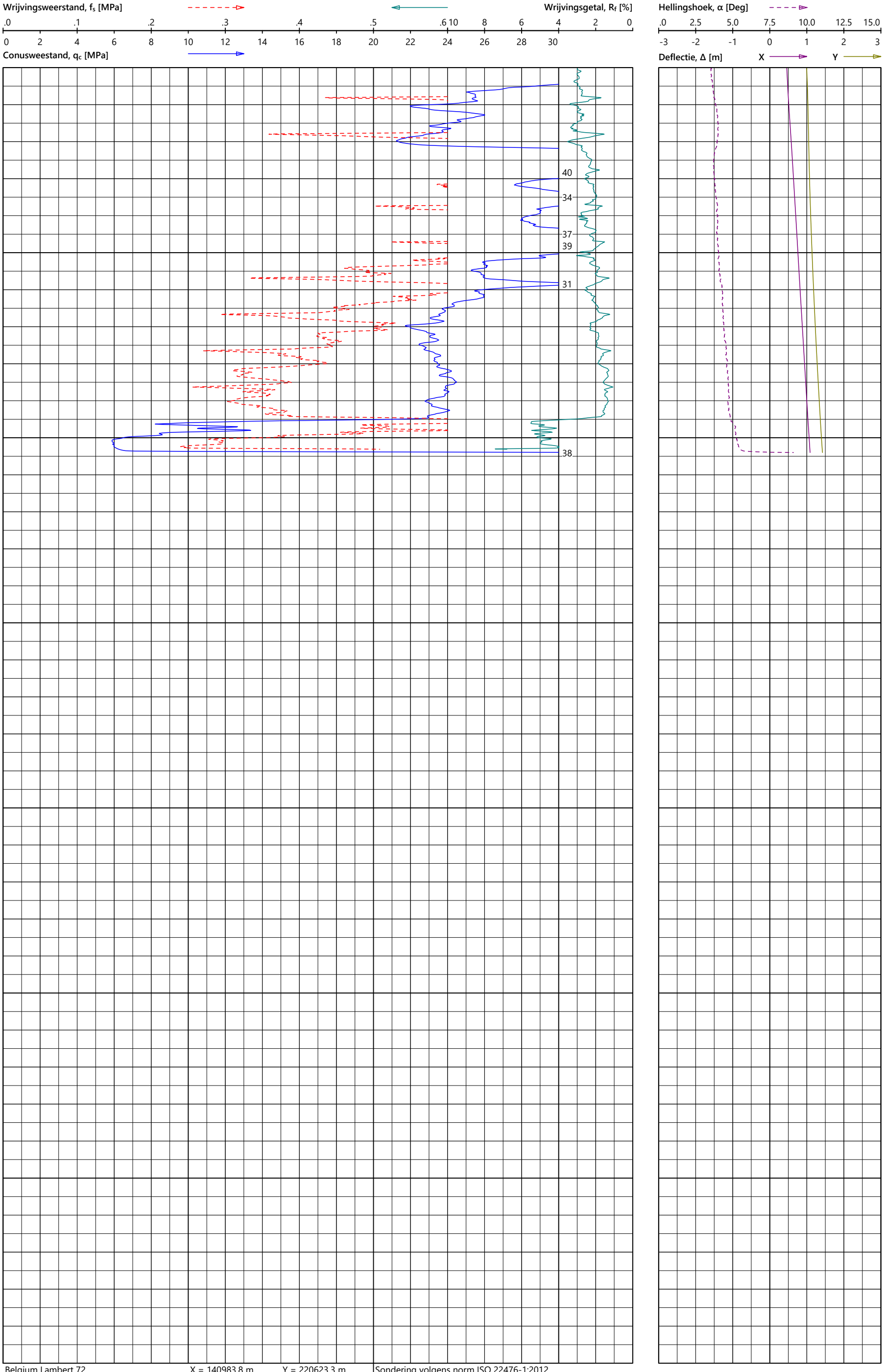
Belgium Lambert 72	X = 140983.8 m Y = 220623.3 m	Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Datum ref: TAW	MV = +10.1 m	Toepassingsklasse 3. Testtype TE1
Opg.: XMA	d.d. 22-feb-2022	Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3294
Get.: ABA	d.d. 20-apr-2022	A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Grondwaterstand [m-MV] : -	Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] : 0.4	Sondeerapparaat : Track-Truck

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PORT OF ANTWERP - P016898 - CAM-001 - CPT CAMPAIGN

Opdr. 207787

Sond. KGE-06



Belgium Lambert 72	X = 140983.8 m Y = 220623.3 m	Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Datum ref: TAW	MV = +10.1 m	Toepassingsklasse 3. Testtype TE1
Opg.: XMA	d.d. 22-feb-2022	Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3294
Get.: ABA	d.d. 20-apr-2022	A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Grondwaterstand [m-MV] : -	Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] : 0.4	Sondeerapparaat : Track-Truck

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

Opdr. 207787

PORT OF ANTWERP - P016898 - CAM-001 - CPT CAMPAIGN

Sond. KGE-06

Wrijvingsweerstand, f_s [MPa] — Wrijvingsgetal, R_f [%]

Conusweerstand, q_c [MPa]

Hellingshoek, α [Deg]

Deflectie, Δ [m] — X — Y

Diepte t.o.v. MAAIVELD [m]

Diepte t.o.v. TAW [m]

+4.9 Qz3 - (zeer) Dicht gepakt zand

+1.0 Qz2 - Matig dicht gepakt zand

-0.5 Qz1 - Los gepakt zand, kleihoudend

-1.7 Qkv - Organische/venige klei

-7.1 Qpt - Veen

-10.0 Qz2 - Matig dicht gepakt zand

-20.5 LiKr - Kruisschans

LiOo - Oorderen

Kd - Kattendijk

Belgium Lambert 72	X = 141517.6 m	Y = 221276.3 m
Datum ref: TAW	MV = +11.0 m	
Opg.: XMA	d.d. 14-feb-2022	
Get.:	d.d. 14-feb-2022	

Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3294
A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PORT OF ANTWERP - P016898 - CAM-001 - CPT CAMPAIGN

Opdr. 207787
Sond. KGO-19

Wrijvingsweerstand, f_s [MPa] .0 .1 .2 .3 .4 .5 .6

Wrijvingsgetal, R_f [%] 10 8 6 4 2 0

Conusweerstand, q_c [MPa] 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30

Hellingshoek, α [Deg] .0 2.5 5.0 7.5 10.0 12.5 15.0

Deflectie, Δ [m] -3 -2 -1 0 1 2 3 X Y

Diepte t.o.v. MAAIVELD [m] 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70

Diepte t.o.v. TAW [m] -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37 -38 -39 -40 -41 -42 -43 -44 -45 -46 -47 -48 -49 -50 -51 -52 -53 -54 -55 -56 -57 -58 -59

37 37 36 35 31 33 35 34 32

Kd - Kattendijk

Bm - Boom

-41.6

207787

Belgium Lambert 72	X = 141517.6 m	Y = 221276.3 m	Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Datum ref: TAW	MV = +11.0 m		Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Opg.: XMA	d.d. 14-feb-2022		Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3294
Get.:	d.d. 14-feb-2022		A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2

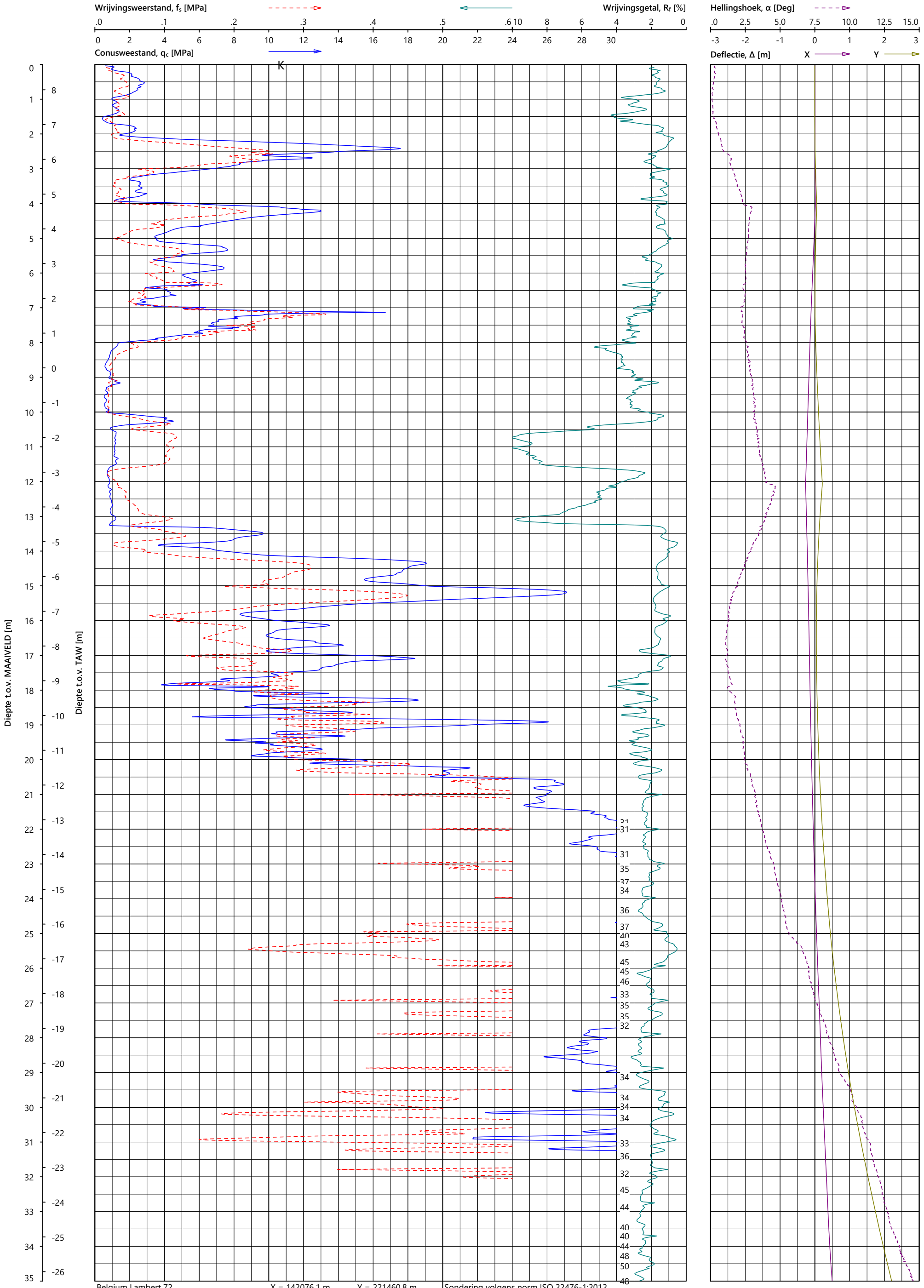
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PORT OF ANTWERP - P016898 - CAM-001 - CPT CAMPAIGN

Opdr. 207787

Sond. KGO-19

FUGRO



Belgium Lambert 72	X = 142076.1 m	Y = 221460.8 m
Datum ref: TAW	MV = +8.7 m	
Opg.: XMA	d.d. 23-feb-2022	
Get.: ABA	d.d. 20-apr-2022	
Grondwaterstand [m-MV] : -	Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] : 1.1	

Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3294
A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Sondeerapparaat : Track-Truck

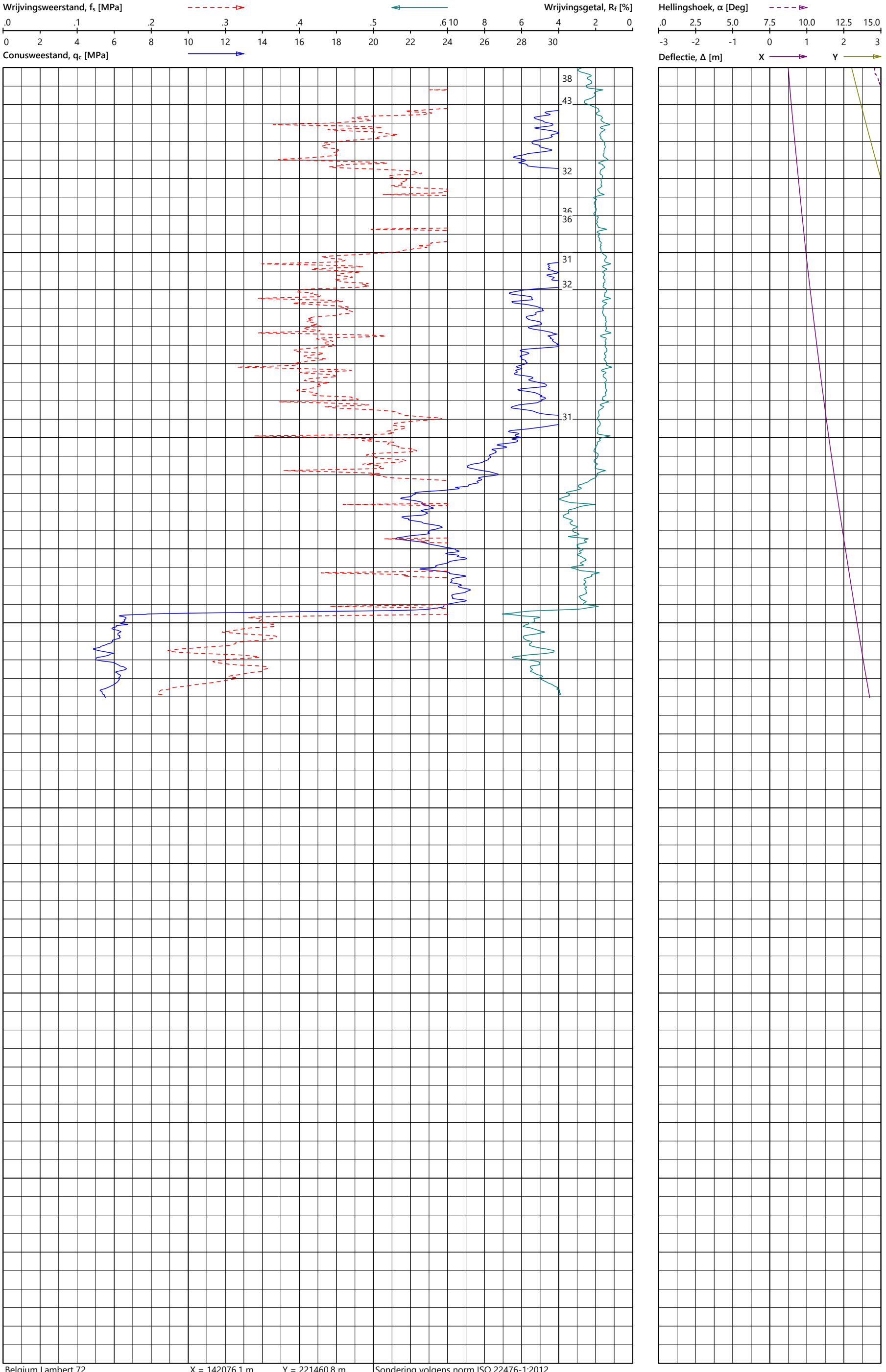
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PORT OF ANTWERP - P016898 - CAM-001 - CPT CAMPAIGN

Opdr. 207787

Sond. KTZ-07

FUGRO



Belgium Lambert 72	X = 142076.1 m Y = 221460.8 m	Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Datum ref: TAW	MV = +8.7 m	Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Opg.: XMA	d.d. 23-feb-2022	Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3294
Get.: ABA	d.d. 20-apr-2022	A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Grondwaterstand [m-MV] : -	Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] : 1.1	Sondeerapparaat : Track-Truck

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PORT OF ANTWERP - P016898 - CAM-001 - CPT CAMPAIGN

Opdr. 207787

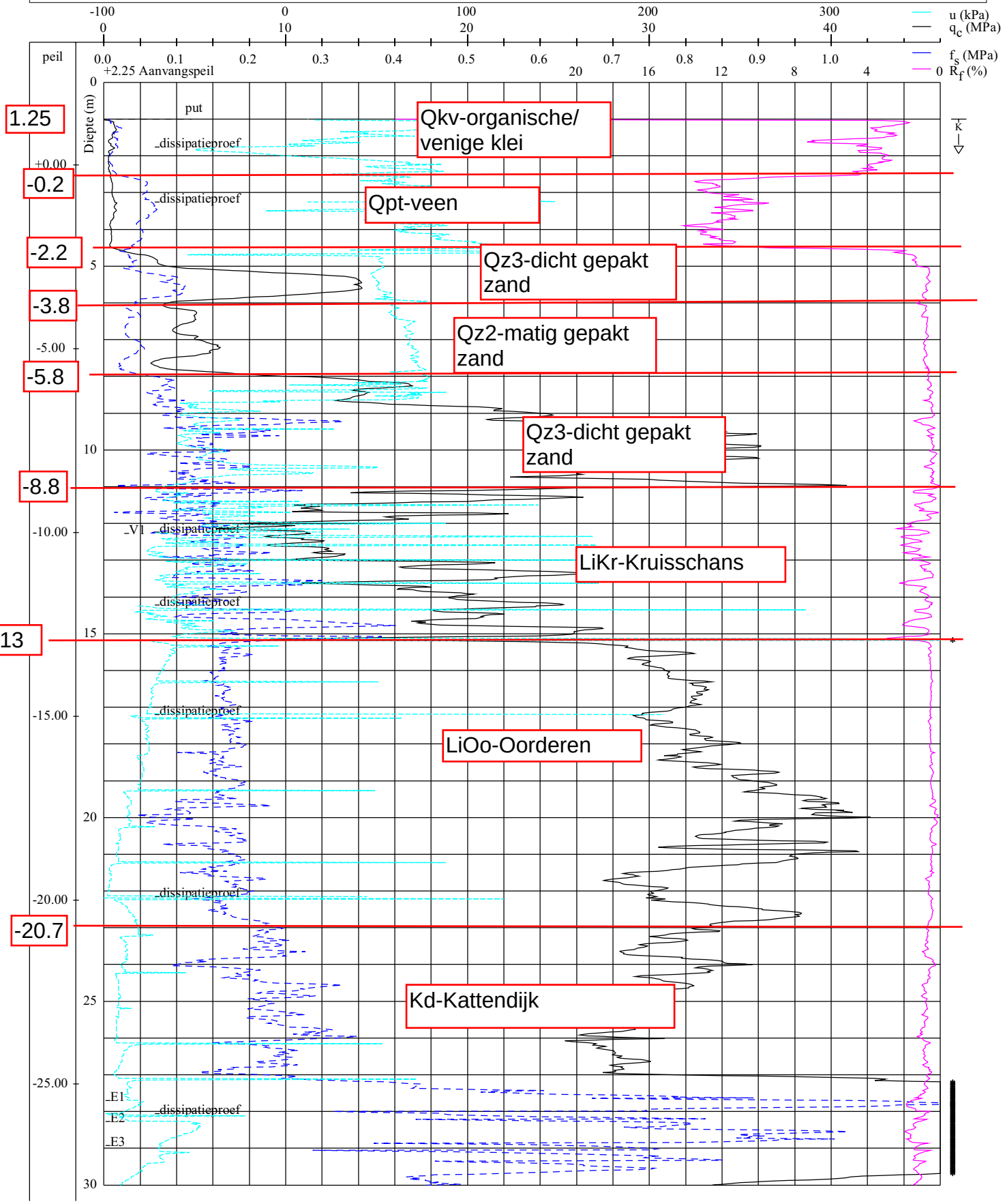
Sond. KTZ-07

FUGRO

SONDERING (CPT-U)

Dossier	Datum	ANTWERPEN	Proef
GEO-21/110	**03/03/2022**	**x=140977.19 y=221703.98 z=+2.25**	**CPT-DP-012**

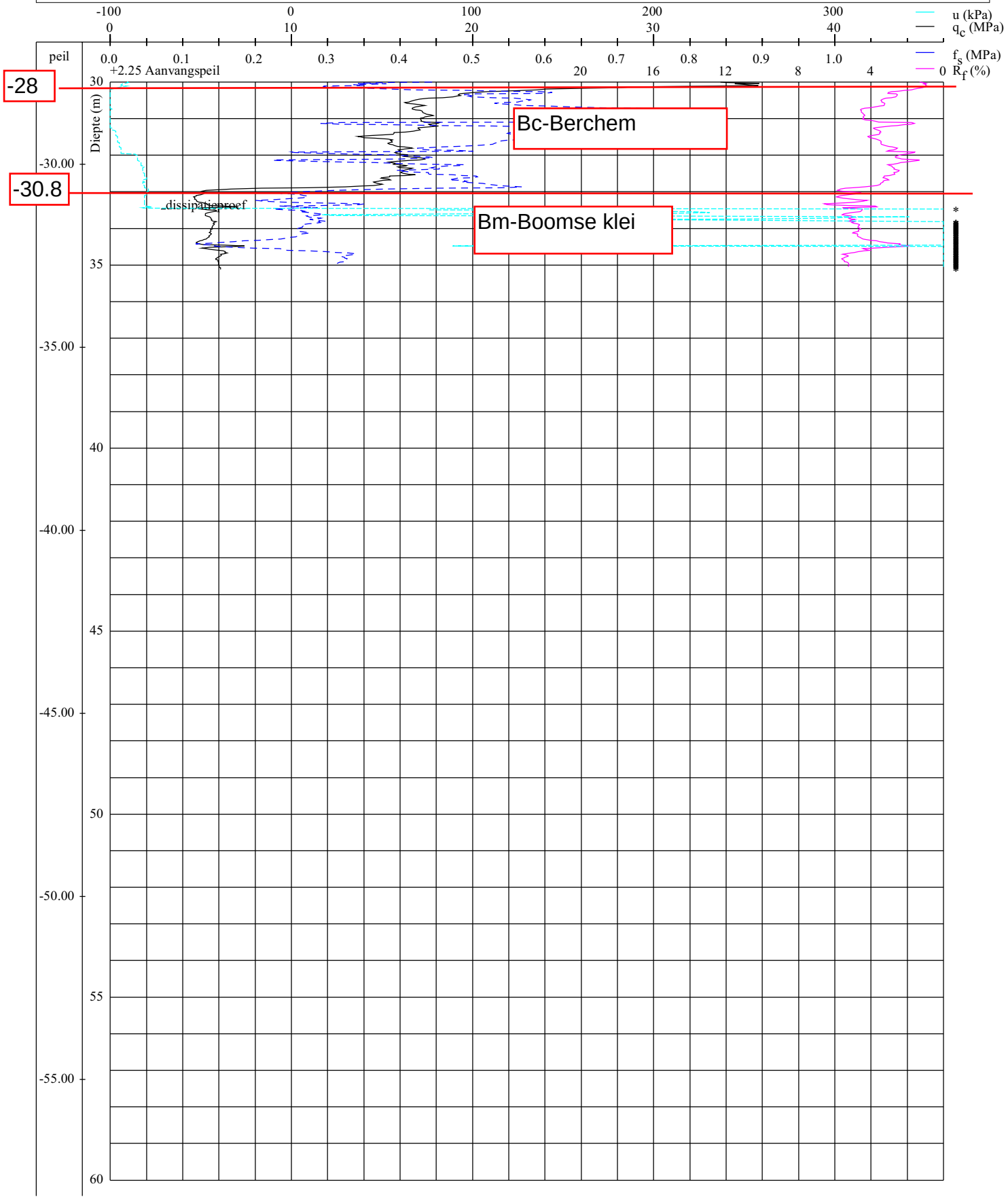
Apparaat : 200 kN - GINAF -TE2
Conus : U (u2)
Verz: siliconenolie
Uitgevoerd door: VO - Afdeling Geotechniek
NBN EN ISO 22476-1; Toepassingsklasse 1
Water op : 0.40 m (peil +1.85) opgemeten op 03/03/2022 16:25
Conus: 200625 ; 19/06/2020 ; A.P. van den Berg



SONDERING (CPT-U)

Dossier	Datum	ANTWERPEN	Proef
GEO-21/110	**03/03/2022**	**x=140977.19 y=221703.98 z=+2.25**	**CPT-DP-012**

Apparaat : 200 kN - GINAF -TE2
Conus : U (u2)
Verz: siliconenolie
Uitgevoerd door: VO - Afdeling Geotechniek
NBN EN ISO 22476-1; Toepassingsklasse 1
Water op : 0.40 m (peil +1.85) opgemeten op 03/03/2022 16:25
Conus: 200625 ; 19/06/2020 ; A.P. van den Berg



TECHNISCH VOORSTEL IFLUX-METINGEN

Tweede Getijdendok

NOTA



TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Kantoor Gent
Esplanade Oscar Van de Voorde 1
9000 Gent – België
Tel. +32 9 240 09 11
www.tractebel.engie.com

DOSSIER NR.:	P.016898.0500
OPDRACHTGEVER:	Port of Antwerp-Bruges
OPSTELLER(S):	Hendrik Plas
DATUM:	13-06-2024
REVISOR:	Stéphanie Eeckhout

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

INHOUDSTAFEL

1. Inleiding 3

2. Resultaten multilevel sampling 3

3. Strategie iFLUX-metingen en bijkomende diepe peilbuizen 6

4. Ondertekening 10

Bijlage 1: Analysecertificaten 12

Bijlage 2: Sondeerprofielen met analyseresultaten 13

Bijlage 3: Kaarten 14

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

1. Inleiding

In het kader van de onderzoeksverrichtingen die uitgevoerd worden ten behoeve van het beschrijvend bodemonderzoek en het bodemsaneringproject inzake het project 'Twee Getijdendok', werden grondwaterstalen genomen d.m.v. multilevel sampling om de verticale verdeling van de PFAS grondwaterverontreinigingen in de 1ste en 2de watervoerende laag in kaart te brengen.

In voorliggend document worden de resultaten besproken alsook het voorstel voor de geplande iFLUX-metingen.

2. Resultaten multilevel sampling

Van 6/05/2024 tot 17/05/2024 werden d.m.v. multilevel sampling op 7 locaties op verschillende dieptes grondwaterstalen genomen. Omwille van de aanwezigheid van een harde laag in de ondergrond moesten alle boringen telkens vroegtijdig gestaakt worden op een diepte van ca. -18 tot -22mT.A.W. Ten gevolge hiervan konden de boringen niet uitgevoerd worden tot de Formatie van Boom. De diepte van de diepste grondwaterstalen is tevens ook de diepte waarop de boringen werden gestaakt.

Door het vroegtijdig staken van de boringen, konden geen grondwaterstaalnames uitgevoerd worden in de diepere bodemhorizonten. Ter hoogte van locaties C3, C6 en C7 werden in het aangeboorde profiel een aantal extra staalnames uitgevoerd, ten opzicht van de vooropgestelde bemonsteringsstrategie, om een meer gedetailleerd beeld van de verticale verspreiding van de verontreiniging te krijgen.

Een overzicht van de totale gemeten concentraties is weergegeven in tabel 1. De totaal gemeten PFAS-concentraties samen met de gemeten concentraties van de dichtstbijzijnde peilbuizen zijn ook uitgezet op de profielen van de dichtstbijzijnde sonderingen. Deze zijn toegevoegd in bijlage 2. Een kaart met een overzicht van de locaties en de dichtstbijzijnde peilbuizen is toegevoegd in bijlage 3.

De analysecertificaten van de grondwaterstalen werden toegevoegd in bijlage 1.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TABEL 1: OVERZICHT ANALYSERESULTATEN MULTILEVEL SAMPLING.

Locatie	Maaiveldhoogte (mT.A.W.)	Diepte (m-mv)	Diepte (mT.A.W.)	Concentratie som PFAS (ng/l)	Watervoerende laag
C1	10,7	15,5 tot 16,5	-4,8 tot -5,8	740	1ste watervoerend pakket
		16,5 tot 17,5	-5,8 tot -6,8	650	1ste watervoerend pakket
		20,5 tot 21,5	-9,8 tot -10,8	700	2de watervoerend pakket - ondiep
		24,5 tot 25,5	-13,8 tot -14,8	1100	2de watervoerend pakket - ondiep
		27,4 tot 28.4	-16,7 tot -17,7	1300	2de watervoerend pakket - ondiep
		28,4 tot 29,4	-17,7 tot -18,7	1300	2de watervoerend pakket - ondiep
C2	10,9	19,5 tot 20,5	-8,6 tot -9,6	180	Lid van Kruisschans
		22 tot 23	-11,1 tot -12,1	430	2de watervoerend pakket - ondiep
C3	7	7 tot 8	0 tot -1	1000	Freatisch watervoerende laag
		16 tot 17	-9 tot -10	1400	Lid van Kruisschans
		18 tot 19	-11 tot -12	1300	2de watervoerend pakket - ondiep
		22,5 tot 23,5	-15,5 tot -16,5	1200	2de watervoerend pakket - ondiep
		24 tot 25	-17 tot -18	1100	2de watervoerend pakket - ondiep
		26 tot 27	-19 tot -20	910	2de watervoerend pakket - ondiep
		27,3 tot 28,3	-20,3 tot -21,3	1100	2de watervoerend pakket - diep
C4	5,5	10,5 tot 11,5	-5 tot -6	110	1ste watervoerend pakket
		12,5 tot 13,5	-7 tot -8	300	1ste watervoerend pakket
		15,5 tot16,5	-10 tot -11	510	Lid van Kruisschans
		17,5 tot 18,5	-12 tot -13	590	2de watervoerend pakket - ondiep
		21 tot 22	-15,5 tot -16.5	540	2de watervoerend pakket - ondiep
		22,7 tot 23,7	-17,2 tot -18,2	1200	2de watervoerend pakket - ondiep

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Locatie	Maaiveldhoogte (mT.A.W.)	Diepte (m-mv)	Diepte (mT.A.W.)	Concentratie som PFAS (ng/l)	Watervoerende laag
C5	5,4	10,5 tot 11,5	-5,1 tot -6,1	310	1ste watervoerend pakket
		13,5 tot 14,5	-8,1 tot -9,1	820	2de watervoerend pakket - ondiep
		16 tot 17	-11,1 tot -12,1	460	2de watervoerend pakket - ondiep
		18,5 tot 19,5	-13,1 tot -14,1	930	2de watervoerend pakket - ondiep
		20,5 tot 21,5	-15,1 tot -16,1	720	2de watervoerend pakket - ondiep
		21,85 tot 22,85	-16,45 tot -17,45	820	2de watervoerend pakket - ondiep
C6	2,7	5 tot 6	-2,3 tot -3,3	300	1ste watervoerend pakket
		7 tot 8	-4,3 tot -5,3	450	1ste watervoerend pakket
		8,5 tot 9,5	-5,8 tot -6,8	200	1ste watervoerend pakket
		13,5 tot 14,5	-10,8 tot -11,8	<50	2de watervoerend pakket - ondiep
		16,5 tot 17,5	-13,8 tot -14,8	<50	2de watervoerend pakket - ondiep
		18,5 tot 19,5	-15,8 tot -16,8	<50	2de watervoerend pakket - ondiep
		20,5 tot 21,5	-17,8 tot -18,8	<50	2de watervoerend pakket - ondiep
		22,5 tot 23,5	-19,8 tot -20,8	140	2de watervoerend pakket - diep
		23,9 tot 24,9	-21,2 tot -22,2	19	2de watervoerend pakket - diep
C7	2,4	13,5 tot 14,5	-11,1 tot -12,1	12	2de watervoerend pakket - ondiep
		14,5 tot 15,5	-12,1 tot -13,1	<50	2de watervoerend pakket - ondiep
		18 tot 19	-15,6 tot -16,6	<50	2de watervoerend pakket - ondiep
		20 tot 21	-17,6 tot -18,6	<50	2de watervoerend pakket - ondiep
		21,5 tot 22,5	-19,1 tot -20,1	<50	2de watervoerend pakket - ondiep
		23 tot 24	-20,6 tot -21,6	<50	2de watervoerend pakket - ondiep

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

3. Strategie iFLUX-metingen en bijkomende diepe peilbuizen

Bij het selecteren van horizonten voor de iFLUX-metingen is het van belang dat deze goed doorlatend zijn en zich lateraal uitstrekken over het studiegebied en dat het horizonten betreft waarin verhoogde PFAS-concentraties aanwezig zijn. Dit werd bepaald op basis van de CPT's en de resultaten van de multilevel sampling. Tabel 2 geeft een overzicht van de initieel voorziene dieptes voor het plaatsen van de cartridges.

TABEL 2: INITIËLE VOORZIENE DIEPTES VOOR IFLUX-METINGEN

Locatie	iFLUX-metingen (mTAW)
C1	-6m; -15,5m; -21m
C2	-6m; -15m; -21,5m
C3	-6m; -14m; -22,5m
C4	-6m; -13,5m; -20,5m
C5	-6m; -13,5m; -20m
C6	-6m; -14m; -22m
C7	-6m; -16m; -22m

Omdat de multilevel sampling niet tot op de gewenste diepte kon worden uitgevoerd, werd er ook gekeken naar de gemeten concentraties in de nabij peilbuizen. Op basis van de aanwezigheid van PFAS werden de eerder voorstelde horizonten voor het plaatsen van de iFLUX-cartridges geëvalueerd en zo nodig aangepast. Voor de locaties C1, C2 en C3 werden de eerder voorgestelde horizonten behouden.

Voor de locaties C4 en C5 werd besloten om deze samen te nemen tot één punt (C5_flux), midden tussen beide locaties. De centrale locatie van C5-flux tussen de twee eerder geplande locaties C4 en C5 laten immers toe om de flux te evalueren t.o.v. de reeds bestaande peilbuiscluster PB1004. In deze peilbuizencluster werden in de diepste peilbuis PB1004-4 immers nog verhoogde concentraties aan PFAS gemeten (1100 ng/l), terwijl dit in de andere peilbuizenclusters met een filter in het interval van ca. -23 tot -25 mTAW niet het geval is.

Op basis van de grondwateranalyses van de multilevel sampling van C4 en C5, werden de eerder voorgestelde horizonten van locatie C5 behouden. Om de afname van de flux met toenemende afstand tot de Gedempt Doeldok beter in kaart te brengen, werd besloten om de iFLUX-cartridges van locatie C4 te plaatsen in de bestaande peilbuizen PB1004-2, PB1004-3 en PB1004-4 op de MPET-terminal. De filterdieptes van deze peilbuizen bevinden zich ongeveer in dezelfde horizonten als dewelke eerder werden voorgesteld voor locatie C5.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Op locatie C6 in de Doelpolder ten noorden van de MIDA's werden er lage concentraties gemeten in het 2e watervoerende pakket. De locatie voor het plaatsen van de iFLUX-cartridges wordt daarom verplaatst naar het noordoosten t.h.v. peilbuizencluster D1_500, waar bij voorgaande bemonsteringen reeds hoge concentraties gemeten. De cartridges zullen hier geplaatst worden in de bestaande peilbuizen D1_500-2, D1_500-3 en OG-B39. De filters van deze peilbuizen bevinden zich ongeveer in dezelfde horizonten als dewelke eerder werden voorgesteld voor locatie C6.

Op locatie C7 werd er in het grondwater zowel bij de multilevel sampling als bij de nabije peilbuizencluster KZ-B18 bijna geen PFAS gemeten. Bijgevolg werd besloten om op deze locatie geen flux-meting uit te voeren.

Omdat de boringen niet gerealiseerd konden worden tot aan de Formatie van Boom, en aangezien de diepste peilbuisfilters van eerdere veldwerkcampagnes zich meestal uitstrekken rond het interval van -22 tot -24 mTAW, is er weinig informatie over het diepste gedeelte van de 2de watervoerende laag, m.n. de Formatie van Kattendijk en de Formatie van Berchem. Daarom wordt er voorgesteld om op drie locaties (C1, C2 en C3) een bijkomende filter te plaatsen net boven de Formatie van Boom, om een zo volledig mogelijk beeld te krijgen van de verspreiding van de verontreiniging in de ondergrond tot aan de Boomse klei.

Een gedetailleerd overzicht van het uit te voeren veldwerk is opgelijst in tabel 2. Op de sondeerprofielen in bijlage 2 werden eveneens de voorgestelde dieptes voor het plaatsten van de iFLUX-cartridges en de bijkomende diepe peilbuizen aangeduid.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TABEL 2: BEMONSTERINGSSTRATEGIE

Locatie	Naam peilbuis	X-coörd	Y-coörd	Maaiveldhoogte (mT.A.W)	Diepte filter (m-mv)	Diepte filter (mT.A.W)	Watervoerende laag	
C1	PB_C1-1	140995,8	220611,7	10,7	16,2 tot 17,2	-5,5 tot -6,5	1e watervoerende laag	iFLUX
	PB_C1-2				25,7 tot 26,2	-15 tot -16	2e watervoerende laag - ondiep	iFLUX
	PB_C1-3				31,2 tot 32,2	-20,5 tot -21,5	2e watervoerende laag - diep	iFLUX
	PB_C1-4				42,7 tot 44,7	-32 tot -34	2e watervoerende laag - diep	Diepe peilbuis
C2	PB_C2_1	141270,0	220962,5	10,9	16,4 tot 17,4	-5,5 tot -6,5	1e watervoerende laag	iFLUX
	PB_C2_2				24,4 tot 25,4	-14,5 tot -15,5	2e watervoerende laag - ondiep	iFLUX
	PB_C2_3				31,9 tot 32,9	-21 tot -22	2e watervoerende laag - diep	iFLUX
	PB_C2_4				46,9 tot 48,9	-36 tot -38	2e watervoerende laag - diep	Diepe peilbuis
C3	PB_C3_1	141878,2	221200,5	7	12,5 tot 13,5	-5,5 tot -6,5	1e watervoerende laag	iFLUX
	PB_C3_2				22 tot 23	-15 tot -16	2e watervoerende laag - ondiep	iFLUX
	PB_C3_3				29 tot 30	-22 tot -23	2e watervoerende laag - diep	iFLUX
	PB_C3_4				43 tot 45	-36 tot -38	2^{e} watervoerende laag - diep	Diepe peilbuis
Cluster PB3001	PB3001-2	141596	220348	10,52	PB3001-2	-4 tot -6	1e watervoerende laag	iFLUX in bestaande peilbuis
	PB3001-3				PB3001-3	-15 tot -17	2e watervoerende laag - ondiep	iFLUX in bestaande peilbuis
	PB3001-4				PB3001-4	-23 tot -25	2e watervoerende laag - diep	iFLUX in bestaande peilbuis

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Locatie	Naam peilbuis	X-coörd	Y-coörd	Maaiveldhoogte (mT.A.W)	Diepte filter (m-mv)	Diepte filter (mT.A.W)	Watervoerende laag	
Cluster PB1004	PB1004-2	141863,64	220215,14	9,17	PB1004-2	-4,77 tot -6,77	1e watervoerende laag	iFLUX in bestaande peilbuis
	PB1004-3				PB1004-3	-14,77 tot -16,77	2e watervoerende laag - ondiep	iFLUX in bestaande peilbuis
	PB1004-4				PB1004-4	-23,82 tot -25,82	2e watervoerende laag - diep	iFLUX in bestaande peilbuis
Cluster D1_500	D1_500-2	141245,90	221373,99	2,5	D1_500-2	-5 tot -7	1e watervoerende laag	iFLUX in bestaande peilbuis
	D1_500-3				D1_500-3	-12 tot -14	2e watervoerende laag - ondiep	iFLUX in bestaande peilbuis
	OG_B39				OG_B39	-22,55 tot -24,55	2e watervoerende laag - diep	iFLUX in bestaande peilbuis

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

4. Ondertekening

Naam	Datum + ondertekening
Stéphanie Eeckhout	13/06/2024

OVERZICHT BIJLAGEN

Bijlage 1: Analysecertificaten

Bijlage 2: Sondeerprofielen met analyseresultaten

Bijlage 3: Kaarten

INTERNAL

Bijlage 1: Analysecertificaten

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Dhr. M. Borremans
Simon Bolivarlaan 36
1000 BRUSSEL
BELGIUM

Klantnr: 35005947

Analyserapport 1410433 P.016898 / PO4600022711 - Item 10

Datum: 14.05.2024

Opdracht	1410433 Water
Opdrachtgever	35005947 TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Opdrachtacceptatie	08.05.2024
Monsternemer	Opdrachtgever

Geachte heer, mevrouw,

Hierbij zenden wij u de resultaten van het door u aangevraagde laboratoriumonderzoek.

Dit rapport mag alleen in zijn geheel worden gereproduceerd. Eventuele bijlagen zijn onderdeel van het rapport.

Let op: alleen de algemene voorwaarden van AL-West gedeponeerd bij de KvK te Deventer, zijn van toepassing.

Indien u nog vragen heeft of aanvullende informatie wenst, verzoeken wij u om contact op te nemen met klantenservice.

Wij vertrouwen erop u met de toegezonden informatie van dienst te zijn.

Dit analyserapport met opdrachtnummer 1410433 en analyserapportversie 1 bevat de analyse(s) van monsternummer(s) 888192-888203.

Met vriendelijke groet,

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), Dhr. William Bakker, Tel. +31570788113

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1410433 P.016898 / PO4600022711 - Item 10

Datum: 14.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
888192	C4 (10,5-11,5)	06.05.2024
888193	C4 (12,5-13,5)	06.05.2024
888194	C4 (15,5-16,5)	06.05.2024
888195	C4 (17,5-18,5)	06.05.2024

Perfluorverbindingen (kwantitatief)

	Parameter	Eenheid	888192 C4 (10,5-11,5)	888193 C4 (12,5-13,5)	888194 C4 (15,5-16,5)	888195 C4 (17,5-18,5)
R3	Perfluor-n-butaanzuur (PFBA)	ng/l	71	150	180	240
R3	Perfluorpentaanzuur (PFPeA)	ng/l	18	44	89	54
R3	Perfluorhexaanzuur (PFHxA)	ng/l	25	65	130	70
R3	Perfluorheptaanzuur (PFHpA)	ng/l	<10[2)]	11	18	15
R3	Perfluor-n-octaanzuur (Lineaire) (L-PFOA)	ng/l	<10[2)]	12	57	65
R3	**Perfluor-n-octaanzuur (Totaal) (PFOAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**12,0[1)]**	**57,0[1)]**	**65,0[1)]**
R3	Perfluornonaanzuur (PFNA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordecaanzuur (PFDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluorundecaanzuur (PFUnDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordodecaanzuur (PFDoDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS)	ng/l	<10[2)]	15	25	64
R3	Perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexaansulfonzuur (lineaire) (L-PFHxS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	15	25
R3	**Perfluor-n-hexaansulfonzuur (Totaal) (PFHxStotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**15,0[1)]**	**25,0[1)]**
R3	Perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonzuur (Lineaire) (L-PFOS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	16
R3	**Perfluor-n-octaansulfonzuur (Totaal) (PFOStotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**16,0[1)]**
R3	Perfluor-n-nonaansulfonzuur (PFNS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4:2 Fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-2345318-NL-P2

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1410433 P.016898 / PO4600022711 - Item 10

Datum: 14.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
888192	C4 (10,5-11,5)	06.05.2024
888193	C4 (12,5-13,5)	06.05.2024
888194	C4 (15,5-16,5)	06.05.2024
888195	C4 (17,5-18,5)	06.05.2024

	Parameter	Eenheid	888192 C4 (10,5-11,5)	888193 C4 (12,5-13,5)	888194 C4 (15,5-16,5)	888195 C4 (17,5-18,5)
R3	8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-PFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (PFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-MePFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (MePFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Lineaire) (L-EtPFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (EtPFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (MePFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (EtPFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy) propionzuur (HFPO-DA) [GENX]	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur (DONA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	13
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonylamide azijnzuur (MePFBSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	24

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-2345131B-NL-P3

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1410433 P.016898 / PO4600022711 - Item 10

Datum: 14.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
888192	C4 (10,5-11,5)	06.05.2024
888193	C4 (12,5-13,5)	06.05.2024
888194	C4 (15,5-16,5)	06.05.2024
888195	C4 (17,5-18,5)	06.05.2024

	Parameter	Eenheid	888192 C4 (10,5-11,5)	888193 C4 (12,5-13,5)	888194 C4 (15,5-16,5)	888195 C4 (17,5-18,5)
R3	Perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]

Perfluorverbindingen (indicatief)

	Parameter	Eenheid	888192 C4 (10,5-11,5)	888193 C4 (12,5-13,5)	888194 C4 (15,5-16,5)	888195 C4 (17,5-18,5)
	Perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Undecaansulfonzuur (PFUDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Tridecaansulfonzuur (PFTDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]

Perfluorverbindingen (som)

	Parameter	Eenheid	888192 C4 (10,5-11,5)	888193 C4 (12,5-13,5)	888194 C4 (15,5-16,5)	888195 C4 (17,5-18,5)
R3	**Som PFAS Kwantitatief**	**ng/l**	**110[1)]**	**300[1)]**	**510[1)]**	**590[1)]**
	Som van gemeten PFAS	**ng/l**	**110[1)]**	**300[1)]**	**510[1)]**	**590[1)]**
	Som PFAS Indicatief (WAC)	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
	Som PFAS 20 (EU-richtlijn 2020/2184)	**ng/l**	**110[1)]**	**300[1)]**	**510[1)]**	**550[1)]**
	Som 4 PFAS EFSA (PFOA,PFNA,PFHxS, PFOS)	**ng/l**	**<50[1),2)]**	**12[1)]**	**72[1)]**	**110[1)]**

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-2345318-NL-P4

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1410433 P.016898 / PO4600022711 - Item 10

Datum: 14.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
888196	C4 (21-22)	06.05.2024
888197	C4 (22,7-23,7)	06.05.2024
888198	C5 (10,5-11,5)	07.05.2024
888199	C5 (13,5-14,5)	07.05.2024

Perfluorverbindingen (kwantitatief)

	Parameter	Eenheid	888196 C4 (21-22)	888197 C4 (22,7-23,7)	888198 C5 (10,5-11,5)	888199 C5 (13,5-14,5)
R3	Perfluor-n-butaanzuur (PFBA)	ng/l	210	470	89	230
R3	Perfluorpentaanzuur (PFPeA)	ng/l	52	110	41	160
R3	Perfluorhexaanzuur (PFHxA)	ng/l	74	160	73	250
R3	Perfluorheptaanzuur (PFHpA)	ng/l	11	31	14	42
R3	Perfluor-n-octaanzuur (Lineaire) (L-PFOA)	ng/l	49	120	45	49
R3	**Perfluor-n-octaanzuur (Totaal) (PFOAtotaal)**	**ng/l**	**49,0[1)]**	**120[1)]**	**45,0[1)]**	**49,0[1)]**
R3	Perfluornonaanzuur (PFNA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordecaanzuur (PFDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluorundecaanzuur (PFUnDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordodecaanzuur (PFDoDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS)	ng/l	45	130	21	33
R3	Perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS)	ng/l	<10[2)]	12	<10[2)]	10
R3	Perfluor-n-hexaansulfonzuur (lineaire) (L-PFHxS)	ng/l	20	67	13	29
R3	**Perfluor-n-hexaansulfonzuur (Totaal) (PFHxStotaal)**	**ng/l**	**20,0[1)]**	**67,0[1)]**	**13,0[1)]**	**29,0[1)]**
R3	Perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonzuur (Lineaire) (L-PFOS)	ng/l	54	37	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaansulfonzuur (Totaal) (PFOStotaal)**	**ng/l**	**54,0[1)]**	**37,0[1)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	Perfluor-n-nonaansulfonzuur (PFNS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4:2 Fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01
Directeur ppa. Marc van Gelder Dr. Paul Wimmer
VLAREL
DOC-13-2345131B-NL-P5

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1410433 P.016898 / PO4600022711 - Item 10

Datum: 14.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
888196	C4 (21-22)	06.05.2024
888197	C4 (22,7-23,7)	06.05.2024
888198	C5 (10,5-11,5)	07.05.2024
888199	C5 (13,5-14,5)	07.05.2024

	Parameter	Eenheid	888196 C4 (21-22)	888197 C4 (22,7-23,7)	888198 C5 (10,5-11,5)	888199 C5 (13,5-14,5)
R3	8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-PFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (PFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-MePFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (MePFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Lineaire) (L-EtPFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (EtPFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (MePFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (EtPFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy) propionzuur (HFPO-DA) [GENX]	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur (DONA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA)	ng/l	15	33	10	20
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonylamide azijnzuur (MePFBSAA)	ng/l	12	39	<10[2)]	<10[2)]

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-2345131B-NL-P6

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1410433 P.016898 / PO4600022711 - Item 10

Datum: 14.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
888196	C4 (21-22)	06.05.2024
888197	C4 (22,7-23,7)	06.05.2024
888198	C5 (10,5-11,5)	07.05.2024
888199	C5 (13,5-14,5)	07.05.2024

	Parameter	Eenheid	888196 C4 (21-22)	888197 C4 (22,7-23,7)	888198 C5 (10,5-11,5)	888199 C5 (13,5-14,5)
R3	Perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]

Perfluorverbindingen (indicatief)

	Parameter	Eenheid	888196 C4 (21-22)	888197 C4 (22,7-23,7)	888198 C5 (10,5-11,5)	888199 C5 (13,5-14,5)
	Perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Undecaansulfonzuur (PFUDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Tridecaansulfonzuur (PFTDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]

Perfluorverbindingen (som)

	Parameter	Eenheid	888196 C4 (21-22)	888197 C4 (22,7-23,7)	888198 C5 (10,5-11,5)	888199 C5 (13,5-14,5)
R3	**Som PFAS Kwantitatief**	**ng/l**	**540[1)]**	**1200[1)]**	**310[1)]**	**820[1)]**
	Som van gemeten PFAS	**ng/l**	**540[1)]**	**1200[1)]**	**310[1)]**	**820[1)]**
	Som PFAS Indicatief (WAC)	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
	Som PFAS 20 (EU-richtlijn 2020/2184)	**ng/l**	**520[1)]**	**1100[1)]**	**300[1)]**	**800[1)]**
	Som 4 PFAS EFSA (PFOA,PFNA,PFHxS, PFOS)	**ng/l**	**120[1)]**	**220[1)]**	**58[1)]**	**78[1)]**

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01
Directeur ppa. Marc van Gelder Dr. Paul Wimmer
VLAREL
DOC-13-2345318-NL-P7

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1410433 P.016898 / PO4600022711 - Item 10

Datum: 14.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
888200	C5 (16-17)	07.05.2024
888201	C5 (18,5-19,5)	07.05.2024
888202	C5 (20,5-21,5)	07.05.2024
888203	C5 (21,85-22,85)	07.05.2024

Perfluorverbindingen (kwantitatief)

	Parameter	Eenheid	888200 C5 (16-17)	888201 C5 (18,5-19,5)	888202 C5 (20,5-21,5)	888203 C5 (21,85-22,85)
R3	Perfluor-n-butaanzuur (PFBA)	ng/l	190	380	380	480
R3	Perfluorpentaanzuur (PFPeA)	ng/l	88	240	140	130
R3	Perfluorhexaanzuur (PFHxA)	ng/l	120	250	150	150
R3	Perfluorheptaanzuur (PFHpA)	ng/l	18	15	18	18
R3	Perfluor-n-octaanzuur (Lineaire) (L-PFOA)	ng/l	21	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaanzuur (Totaal) (PFOAtotaal)**	**ng/l**	**21,0[1)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	Perfluornonaanzuur (PFNA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordecaanzuur (PFDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluorundecaanzuur (PFUnDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordodecaanzuur (PFDoDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS)	ng/l	19	43	36	37
R3	Perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexaansulfonzuur (lineaire) (L-PFHxS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-hexaansulfonzuur (Totaal) (PFHxStotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	Perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonzuur (Lineaire) (L-PFOS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaansulfonzuur (Totaal) (PFOStotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	Perfluor-n-nonaansulfonzuur (PFNS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4:2 Fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-2345131B-NL-P8

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1410433 P.016898 / PO4600022711 - Item 10

Datum: 14.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
888200	C5 (16-17)	07.05.2024
888201	C5 (18,5-19,5)	07.05.2024
888202	C5 (20,5-21,5)	07.05.2024
888203	C5 (21,85-22,85)	07.05.2024

	Parameter	Eenheid	888200 C5 (16-17)	888201 C5 (18,5-19,5)	888202 C5 (20,5-21,5)	888203 C5 (21,85-22,85)
R3	8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-PFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (PFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-MePFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (MePFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Lineaire) (L-EtPFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (EtPFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (MePFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (EtPFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy) propionzuur (HFPO-DA) [GENX]	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur (DONA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonylamide azijnzuur (MePFBSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-2345131B-NL-P9

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1410433 P.016898 / PO4600022711 - Item 10

Datum: 14.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
888200	C5 (16-17)	07.05.2024
888201	C5 (18,5-19,5)	07.05.2024
888202	C5 (20,5-21,5)	07.05.2024
888203	C5 (21,85-22,85)	07.05.2024

	Parameter	Eenheid	888200 C5 (16-17)	888201 C5 (18,5-19,5)	888202 C5 (20,5-21,5)	888203 C5 (21,85-22,85)
R3	Perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]

Perfluorverbindingen (indicatief)

	Parameter	Eenheid	888200 C5 (16-17)	888201 C5 (18,5-19,5)	888202 C5 (20,5-21,5)	888203 C5 (21,85-22,85)
	Perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Undecaansulfonzuur (PFUDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Tridecaansulfonzuur (PFTDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]

Perfluorverbindingen (som)

	Parameter	Eenheid	888200 C5 (16-17)	888201 C5 (18,5-19,5)	888202 C5 (20,5-21,5)	888203 C5 (21,85-22,85)
R3	**Som PFAS Kwantitatief**	**ng/l**	**460[1)]**	**930[1)]**	**720[1)]**	**820[1)]**
	Som van gemeten PFAS	**ng/l**	**460[1)]**	**930[1)]**	**720[1)]**	**820[1)]**
	Som PFAS Indicatief (WAC)	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
	Som PFAS 20 (EU-richtlijn 2020/2184)	**ng/l**	**460[1)]**	**930[1)]**	**720[1)]**	**820[1)]**
	Som 4 PFAS EFSA (PFOA,PFNA,PFHxS, PFOS)	**ng/l**	**21[1)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**

De parameter-specifieke meetonzekerheid en informatie over de berekeningsmethode zijn op aanvraag beschikbaar, indien de gerapporteerde resultaten boven de parameterspecifieke rapportagegrens liggen. De minimale prestatiecriteria van de toegepaste methoden zijn in het algemeen gebaseerd op Richtlijn 2009/90/EG van de Europese Commissie met betrekking tot de meetonzekerheid.
[1)] De totalen worden berekend volgens de ondergrensconventie, waarbij de bijdrage van elke niet-traceerbare toevoeging als nul wordt beschouwd, maar met de volgende voorwaarde : als alle toevoegingen niet-traceerbaar zijn, is het resultaat niet nul maar gedefinieerd als lager dan de hoogste van de detectiegrenzen van de gesommeerde analytische parameters.
[2)] Verklaring:"<" of n.a. betekent dat het gehalte van de component lager is dan de rapportagegrens.

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01
Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1410433 P.016898 / PO4600022711 - Item 10

Datum: 14.05.2024

R3 Erkend volgens OVAM

Start van de test: 08.05.2024
Einde van de test: 14.05.2024

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op de geteste items. In gevallen waarin het laboratorium niet verantwoordelijk was voor de bemonstering, gelden de gerapporteerde resultaten voor de monsters zoals deze zijn ontvangen. Het laboratorium is niet verantwoordelijk voor de door de klant verstrekte informatie. Eventuele klantinformatie in dit analyserapport valt niet onder de accreditatie van het laboratorium en kan de geldigheid van de resultaten beïnvloeden. Gedeeltelijke reproductie van het rapport zonder onze schriftelijke toestemming is niet toegestaan.

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), Dhr. William Bakker, Tel. +31570788113

Dit electronisch gegenereerde rapport is gecontroleerd en vrijgegeven.In overeenstemming met de vereisten van EN ISO/IEC 17025:2017 voor eenvoudige rapportage is dit rapport zonder handtekening rechtsgeldig.

AGROLAB GROUP

Methode	Parameter
WAC/IV/A/025, grondwater CMA/3/D	Perfluor-n-butaanzuur (PFBA), Perfluorpentaanzuur (PFPeA), Perfluorhexaanzuur (PFHxA), Perfluorheptaanzuur (PFHpA), Perfluor-n-octaanzuur (Lineaire) (L-PFOA), Perfluor-n-octaanzuur (Totaal) (PFOAtotaal), Perfluornonaanzuur (PFNA), Perfluordecaanzuur (PFDA), Perfluorundecaanzuur (PFUnDA), Perfluordodecaanzuur (PFDoDA), Perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA), Perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA), Perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS), Perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS), Perfluor-n-hexaansulfonzuur (lineaire) (L-PFHxS), Perfluor-n-hexaansulfonzuur (Totaal) (PFHxStotaal), Perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS), Perfluor-n-octaansulfonzuur (Lineaire) (L-PFOS), Perfluor-n-octaansulfonzuur (Totaal) (PFOStotaal), Perfluor-n-nonaansulfonzuur (PFNS), Perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS), 4:2 Fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS), 6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS), 8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS), Perfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-PFOSA), Perfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (PFOSAtotaal), N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-MePFOSA), N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (MePFOSAtotaal), N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Lineaire) (L-EtPFOSA), N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (EtPFOSAtotaal), N-methylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (MePFOSAA), N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (EtPFOSAA), 8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP), 2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)propionzuur (HFPO-DA) [GENX], 4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur (DONA), Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS), Perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA), N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA), N-methylperfluor-n-butaansulfonylamide azijnzuur (MePFBSAA), Perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA), Perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA), Perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA), Perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS), Perfluor-1-Undecaansulfonzuur (PFUDaS), Perfluor-1-Tridecaansulfonzuur (PFTDaS), 10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS), 6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP), 6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP), Som PFAS Kwantitatief, Som van gemeten PFAS, Som PFAS Indicatief (WAC), Som PFAS 20 (EU-richtlijn 2020/2184), Som 4 PFAS EFSA (PFOA,PFNA,PFHxS,PFOS)

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-2345318-NL-P11

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Dhr. M. Borremans
Simon Bolivarlaan 36
1000 BRUSSEL
BELGIUM

Klantnr: 35005947

Analyserapport 1412790 P.016898 / PO4600022782 item 10

Datum: 22.05.2024

Opdracht	1412790 Water
Opdrachtgever	35005947 TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Opdrachtacceptatie	16.05.2024
Monsternemer	Opdrachtgever

Geachte heer, mevrouw,

Hierbij zenden wij u de resultaten van het door u aangevraagde laboratoriumonderzoek.

AL-West is erkend volgens VLAREL als laboratorium voor het uitvoeren van analyses in bodem, grondwater en afvalstoffen door de OVAM. In het rapport staat aangegeven welke analyses onder deze erkenning zijn uitgevoerd.

Dit rapport mag alleen in zijn geheel worden gereproduceerd. Eventuele bijlagen zijn onderdeel van het rapport.

Let op: alleen de algemene voorwaarden van AL-West gedeponeerd bij de KvK te Deventer, zijn van toepassing.

Indien u nog vragen heeft of aanvullende informatie wenst, verzoeken wij u om contact op te nemen met klantenservice.

Wij vertrouwen erop u met de toegezonden informatie van dienst te zijn.

Dit analyserapport met opdrachtnummer 1412790 en analyserapportversie 1 bevat de analyse(s) van monsternummer(s) 100210-100217.

Met vriendelijke groet,

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), Dhr. William Bakker, Tel. +31570788113

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-2348788T-NL-P1

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1412790 P.016898 / PO4600022782 item 10

Datum: 22.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
100210	C1 (28,4-29,4)	13.05.2024
100211	C1 (27,4-28,4)	13.05.2024
100212	C1 (24,5-25,5)	13.05.2024
100213	C1 (20,5-21,5)	13.05.2024

Perfluorverbindingen (kwantitatief)

	Parameter	Eenheid	100210 C1 (28,4-29,4)	100211 C1 (27,4-28,4)	100212 C1 (24,5-25,5)	100213 C1 (20,5-21,5)
R3	Perfluor-n-butaanzuur (PFBA)	ng/l	490	480	410	250
R3	Perfluorpentaanzuur (PFPeA)	ng/l	93	100	82	50
R3	Perfluorhexaanzuur (PFHxA)	ng/l	100	120	130	58
R3	Perfluorheptaanzuur (PFHpA)	ng/l	22	26	31	18
R3	Perfluor-n-octaanzuur (Lineaire) (L-PFOA)	ng/l	140	140	110	130
R3	**Perfluor-n-octaanzuur (Totaal) (PFOAtotaal)**	**ng/l**	**140[1)]**	**140[1)]**	**110[1)]**	**130[1)]**
R3	Perfluornonaanzuur (PFNA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordecaanzuur (PFDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluorundecaanzuur (PFUnDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordodecaanzuur (PFDoDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS)	ng/l	110	130	100	62
R3	Perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	12	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexaansulfonzuur (lineaire) (L-PFHxS)	ng/l	29	32	27	49
R3	**Perfluor-n-hexaansulfonzuur (Totaal) (PFHxStotaal)**	**ng/l**	**29,0[1)]**	**32,0[1)]**	**27,0[1)]**	**49,0[1)]**
R3	Perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonzuur (Lineaire) (L-PFOS)	ng/l	22	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaansulfonzuur (Totaal) (PFOStotaal)**	**ng/l**	**102[1)]**	**82,0[1)]**	**61,0[1)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	Perfluor-n-nonaansulfonzuur (PFNS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4:2 Fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01
Directeur ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1412790 P.016898 / PO4600022782 item 10

Datum: 22.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
100210	C1 (28,4-29,4)	13.05.2024
100211	C1 (27,4-28,4)	13.05.2024
100212	C1 (24,5-25,5)	13.05.2024
100213	C1 (20,5-21,5)	13.05.2024

	Parameter	Eenheid	100210 C1 (28,4-29,4)	100211 C1 (27,4-28,4)	100212 C1 (24,5-25,5)	100213 C1 (20,5-21,5)
R3	8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-PFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (PFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-MePFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (MePFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Lineaire) (L-EtPFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (EtPFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (MePFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (EtPFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy) propionzuur (HFPO-DA) [GENX]	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur (DONA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA)	ng/l	76	72	72	49
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA)	ng/l	17	15	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonylamide azijnzuur (MePFBSAA)	ng/l	61	56	30	21

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-23487887-NL-P3

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1412790 P.016898 / PO4600022782 item 10

Datum: 22.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
100210	C1 (28,4-29,4)	13.05.2024
100211	C1 (27,4-28,4)	13.05.2024
100212	C1 (24,5-25,5)	13.05.2024
100213	C1 (20,5-21,5)	13.05.2024

	Parameter	Eenheid	100210 C1 (28,4-29,4)	100211 C1 (27,4-28,4)	100212 C1 (24,5-25,5)	100213 C1 (20,5-21,5)
R3	Perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA)	ng/l	20	18	19	14

Perfluorverbindingen (indicatief)

	Parameter	Eenheid	100210 C1 (28,4-29,4)	100211 C1 (27,4-28,4)	100212 C1 (24,5-25,5)	100213 C1 (20,5-21,5)
	Perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Undecaansulfonzuur (PFUDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Tridecaansulfonzuur (PFTDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]

Perfluorverbindingen (som)

	Parameter	Eenheid	100210 C1 (28,4-29,4)	100211 C1 (27,4-28,4)	100212 C1 (24,5-25,5)	100213 C1 (20,5-21,5)
R3	**Som PFAS Kwantitatief**	**ng/l**	**1300[1)]**	**1300[1)]**	**1100[1)]**	**700[1)]**
	Som van gemeten PFAS	**ng/l**	**1300[1)]**	**1300[1)]**	**1100[1)]**	**700[1)]**
	Som PFAS Indicatief (WAC)	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
	Som PFAS 20 (EU-richtlijn 2020/2184)	**ng/l**	**1100[1)]**	**1100[1)]**	**960[1)]**	**620[1)]**
	Som 4 PFAS EFSA (PFOA,PFNA,PFHxS, PFOS)	**ng/l**	**270[1)]**	**250[1)]**	**200[1)]**	**180[1)]**

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01
Directeur ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1412790 P.016898 / PO4600022782 item 10

Datum: 22.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
100214	C1 (16,5-17,5)	13.05.2024
100215	C1 (15,5-16,5)	13.05.2024
100216	C2 (22-23)	14.05.2024
100217	C2 (19,5-20,5)	14.05.2024

Perfluorverbindingen (kwantitatief)

	Parameter	Eenheid	100214 C1 (16,5-17,5)	100215 C1 (15,5-16,5)	100216 C2 (22-23)	100217 C2 (19,5-20,5)
R3	Perfluor-n-butaanzuur (PFBA)	ng/l	260	290	85	55
R3	Perfluorpentaanzuur (PFPeA)	ng/l	64	88	37	20
R3	Perfluorhexaanzuur (PFHxA)	ng/l	56	62	23	16
R3	Perfluorheptaanzuur (PFHpA)	ng/l	14	17	12	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaanzuur (Lineaire) (L-PFOA)	ng/l	80	75	34	40
R3	**Perfluor-n-octaanzuur (Totaal) (PFOAtotaal)**	**ng/l**	**80,0[1)]**	**75,0[1)]**	**34,0[1)]**	**40,0[1)]**
R3	Perfluornonaanzuur (PFNA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordecaanzuur (PFDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluorundecaanzuur (PFUnDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordodecaanzuur (PFDoDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS)	ng/l	70	98	22	25
R3	Perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexaansulfonzuur (lineaire) (L-PFHxS)	ng/l	37	39	12	12
R3	**Perfluor-n-hexaansulfonzuur (Totaal) (PFHxStotaal)**	**ng/l**	**37,0[1)]**	**39,0[1)]**	**12,0[1)]**	**12,0[1)]**
R3	Perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonzuur (Lineaire) (L-PFOS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	200	16
R3	**Perfluor-n-octaansulfonzuur (Totaal) (PFOStotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**200[1)]**	**16,0[1)]**
R3	Perfluor-n-nonaansulfonzuur (PFNS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4:2 Fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-23487887-NL-P5

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1412790 P.016898 / PO4600022782 item 10

Datum: 22.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
100214	C1 (16,5-17,5)	13.05.2024
100215	C1 (15,5-16,5)	13.05.2024
100216	C2 (22-23)	14.05.2024
100217	C2 (19,5-20,5)	14.05.2024

	Parameter	Eenheid	100214 C1 (16,5-17,5)	100215 C1 (15,5-16,5)	100216 C2 (22-23)	100217 C2 (19,5-20,5)
R3	8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-PFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (PFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-MePFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (MePFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Lineaire) (L-EtPFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (EtPFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (MePFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (EtPFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy) propionzuur (HFPO-DA) [GENX]	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur (DONA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA)	ng/l	48	51	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonylamide azijnzuur (MePFBSAA)	ng/l	21	21	<10[2)]	<10[2)]

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1412790 P.016898 / PO4600022782 item 10

Datum: 22.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
100214	C1 (16,5-17,5)	13.05.2024
100215	C1 (15,5-16,5)	13.05.2024
100216	C2 (22-23)	14.05.2024
100217	C2 (19,5-20,5)	14.05.2024

	Parameter	Eenheid	100214 C1 (16,5-17,5)	100215 C1 (15,5-16,5)	100216 C2 (22-23)	100217 C2 (19,5-20,5)
R3	Perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]

Perfluorverbindingen (indicatief)

	Parameter	Eenheid	100214 C1 (16,5-17,5)	100215 C1 (15,5-16,5)	100216 C2 (22-23)	100217 C2 (19,5-20,5)
	Perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Undecaansulfonzuur (PFUDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Tridecaansulfonzuur (PFTDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]

Perfluorverbindingen (som)

	Parameter	Eenheid	100214 C1 (16,5-17,5)	100215 C1 (15,5-16,5)	100216 C2 (22-23)	100217 C2 (19,5-20,5)
R3	**Som PFAS Kwantitatief**	**ng/l**	**650[1)]**	**740[1)]**	**430[1)]**	**180[1)]**
	Som van gemeten PFAS	**ng/l**	**650[1)]**	**740[1)]**	**430[1)]**	**180[1)]**
	Som PFAS Indicatief (WAC)	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
	Som PFAS 20 (EU-richtlijn 2020/2184)	**ng/l**	**580[1)]**	**670[1)]**	**430[1)]**	**180[1)]**
	Som 4 PFAS EFSA (PFOA,PFNA,PFHxS, PFOS)	**ng/l**	**120[1)]**	**110[1)]**	**250[1)]**	**68[1)]**

De parameter-specifieke meetonzekerheid en informatie over de berekeningsmethode zijn op aanvraag beschikbaar, indien de gerapporteerde resultaten boven de parameterspecifieke rapportagegrens liggen. De minimale prestatiecriteria van de toegepaste methoden zijn in het algemeen gebaseerd op Richtlijn 2009/90/EG van de Europese Commissie met betrekking tot de meetonzekerheid.
[1)] De totalen worden berekend volgens de ondergrensconventie, waarbij de bijdrage van elke niet-traceerbare toevoeging als nul wordt beschouwd, maar met de volgende voorwaarde : als alle toevoegingen niet-traceerbaar zijn, is het resultaat niet nul maar gedefinieerd als lager dan de hoogste van de detectiegrenzen van de gesommeerde analytische parameters.
[2)] Verklaring:"<" of n.a. betekent dat het gehalte van de component lager is dan de rapportagegrens.

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01
Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1412790 P.016898 / PO4600022782 item 10

Datum: 22.05.2024

R3 Erkend volgens OVAM

Start van de test: 16.05.2024
Einde van de test: 22.05.2024

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op de geteste items. In gevallen waarin het laboratorium niet verantwoordelijk was voor de bemonstering, gelden de gerapporteerde resultaten voor de monsters zoals deze zijn ontvangen. Het laboratorium is niet verantwoordelijk voor de door de klant verstrekte informatie. Eventuele klantinformatie in dit analyserapport valt niet onder de accreditatie van het laboratorium en kan de geldigheid van de resultaten beïnvloeden. Gedeeltelijke reproductie van het rapport zonder onze schriftelijke toestemming is niet toegestaan.

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), Dhr. William Bakker, Tel. +31570788113

Dit electronisch gegenereerde rapport is gecontroleerd en vrijgegeven.In overeenstemming met de vereisten van EN ISO/IEC 17025:2017 voor eenvoudige rapportage is dit rapport zonder handtekening rechtsgeldig.

AGROLAB GROUP

Methode	Parameter
WAC/IV/A/025, grondwater CMA/3/D	Perfluor-n-butaanzuur (PFBA), Perfluorpentaanzuur (PFPeA), Perfluorhexaanzuur (PFHxA), Perfluorheptaanzuur (PFHpA), Perfluor-n-octaanzuur (Lineaire) (L-PFOA), Perfluor-n-octaanzuur (Totaal) (PFOAtotaal), Perfluornonaanzuur (PFNA), Perfluordecaanzuur (PFDA), Perfluorundecaanzuur (PFUnDA), Perfluordodecaanzuur (PFDoDA), Perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA), Perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA), Perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS), Perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS), Perfluor-n-hexaansulfonzuur (lineaire) (L-PFHxS), Perfluor-n-hexaansulfonzuur (Totaal) (PFHxStotaal), Perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS), Perfluor-n-octaansulfonzuur (Lineaire) (L-PFOS), Perfluor-n-octaansulfonzuur (Totaal) (PFOStotaal), Perfluor-n-nonaansulfonzuur (PFNS), Perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS), 4:2 Fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS), 6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS), 8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS), Perfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-PFOSA), Perfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (PFOSAtotaal), N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-MePFOSA), N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (MePFOSAtotaal), N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Lineaire) (L-EtPFOSA), N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (EtPFOSAtotaal), N-methylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (MePFOSAA), N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (EtPFOSAA), 8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP), 2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)propionzuur (HFPO-DA) [GENX], 4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur (DONA), Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS), Perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA), N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA), N-methylperfluor-n-butaansulfonylamide azijnzuur (MePFBSAA), Perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA), Perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA), Perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA), Perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS), Perfluor-1-Undecaansulfonzuur (PFUDaS), Perfluor-1-Tridecaansulfonzuur (PFTDaS), 10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS), 6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP), 6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP), Som PFAS Kwantitatief, Som van gemeten PFAS, Som PFAS Indicatief (WAC), Som PFAS 20 (EU-richtlijn 2020/2184), Som 4 PFAS EFSA (PFOA,PFNA,PFHxS,PFOS)

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-23487887-NL-P8

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Dhr. M. Borremans
Simon Bolivarlaan 36
1000 BRUSSEL
BELGIUM

Klantnr: 35005947

Analyserapport 1412802 P.016898

Datum: 22.05.2024

Opdracht	1412802 Water
Opdrachtgever	35005947 TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Opdrachtacceptatie	17.05.2024
Monsternemer	Opdrachtgever

Geachte heer, mevrouw,

Hierbij zenden wij u de resultaten van het door u aangevraagde laboratoriumonderzoek.

Dit rapport mag alleen in zijn geheel worden gereproduceerd. Eventuele bijlagen zijn onderdeel van het rapport.

Let op: alleen de algemene voorwaarden van AL-West gedeponeerd bij de KvK te Deventer, zijn van toepassing.

Indien u nog vragen heeft of aanvullende informatie wenst, verzoeken wij u om contact op te nemen met klantenservice.

Wij vertrouwen erop u met de toegezonden informatie van dienst te zijn.

Dit analyserapport met opdrachtnummer 1412802 en analyserapportversie 1 bevat de analyse(s) van monsternummer(s) 100243-100249.

Met vriendelijke groet,

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), Dhr. William Bakker, Tel. +31570788113

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-2348793-NL-P1

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1412802 P.016898

Datum: 22.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
100243	C3 (7-8)	15.05.2024
100244	C3 (16-17)	15.05.2024
100245	C3 (18-19)	15.05.2024
100246	C3 (22,5-23,5)	15.05.2024

Perfluorverbindingen (kwantitatief)

	Parameter	Eenheid	100243 C3 (7-8)	100244 C3 (16-17)	100245 C3 (18-19)	100246 C3 (22,5-23,5)
R3	Perfluor-n-butaanzuur (PFBA)	ng/l	300	410	390	350
R3	Perfluorpentaanzuur (PFPeA)	ng/l	86	100	82	120
R3	Perfluorhexaanzuur (PFHxA)	ng/l	120	130	100	180
R3	Perfluorheptaanzuur (PFHpA)	ng/l	33	42	24	39
R3	Perfluor-n-octaanzuur (Lineaire) (L-PFOA)	ng/l	190	300	420	180
R3	**Perfluor-n-octaanzuur (Totaal) (PFOAtotaal)**	**ng/l**	**190[1)]**	**355[1)]**	**420[1)]**	**180[1)]**
R3	Perfluornonaanzuur (PFNA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordecaanzuur (PFDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluorundecaanzuur (PFUnDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordodecaanzuur (PFDoDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS)	ng/l	96	130	88	170
R3	Perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS)	ng/l	11	15	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexaansulfonzuur (lineaire) (L-PFHxS)	ng/l	94	140	130	63
R3	**Perfluor-n-hexaansulfonzuur (Totaal) (PFHxStotaal)**	**ng/l**	**94,0[1)]**	**140[1)]**	**130[1)]**	**63,0[1)]**
R3	Perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonzuur (Lineaire) (L-PFOS)	ng/l	10	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaansulfonzuur (Totaal) (PFOStotaal)**	**ng/l**	**10,0[1)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	Perfluor-n-nonaansulfonzuur (PFNS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4:2 Fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	20	30

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-2348793-NL-P2

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1412802 P.016898

Datum: 22.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
100243	C3 (7-8)	15.05.2024
100244	C3 (16-17)	15.05.2024
100245	C3 (18-19)	15.05.2024
100246	C3 (22,5-23,5)	15.05.2024

	Parameter	Eenheid	100243 C3 (7-8)	100244 C3 (16-17)	100245 C3 (18-19)	100246 C3 (22,5-23,5)
R3	8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-PFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (PFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-MePFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (MePFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Lineaire) (L-EtPFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (EtPFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (MePFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (EtPFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy) propionzuur (HFPO-DA) [GENX]	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur (DONA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA)	ng/l	39	51	18	57
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonylamide azijnzuur (MePFBSAA)	ng/l	29	45	<10[2)]	20

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-2348793-NL-P3

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1412802 P.016898

Datum: 22.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
100243	C3 (7-8)	15.05.2024
100244	C3 (16-17)	15.05.2024
100245	C3 (18-19)	15.05.2024
100246	C3 (22,5-23,5)	15.05.2024

	Parameter	Eenheid	100243 C3 (7-8)	100244 C3 (16-17)	100245 C3 (18-19)	100246 C3 (22,5-23,5)
R3	Perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	20

Perfluorverbindingen (indicatief)

	Parameter	Eenheid	100243 C3 (7-8)	100244 C3 (16-17)	100245 C3 (18-19)	100246 C3 (22,5-23,5)
	Perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Undecaansulfonzuur (PFUDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Tridecaansulfonzuur (PFTDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]

Perfluorverbindingen (som)

	Parameter	Eenheid	100243 C3 (7-8)	100244 C3 (16-17)	100245 C3 (18-19)	100246 C3 (22,5-23,5)
R3	**Som PFAS Kwantitatief**	**ng/l**	**1000[1)]**	**1400[1)]**	**1300[1)]**	**1200[1)]**
	Som van gemeten PFAS	**ng/l**	**1000[1)]**	**1400[1)]**	**1300[1)]**	**1200[1)]**
	Som PFAS Indicatief (WAC)	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
	Som PFAS 20 (EU-richtlijn 2020/2184)	**ng/l**	**940[1)]**	**1300[1)]**	**1200[1)]**	**1100[1)]**
	Som 4 PFAS EFSA (PFOA,PFNA,PFHxS, PFOS)	**ng/l**	**290[1)]**	**500[1)]**	**550[1)]**	**240[1)]**

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
100247	C3 (24-25)	15.05.2024
100248	C3 (26-27)	15.05.2024
100249	C3 (27,3-28,3)	15.05.2024

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-2348793-NL-P4

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1412802 P.016898

Datum: 22.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
100247	C3 (24-25)	15.05.2024
100248	C3 (26-27)	15.05.2024
100249	C3 (27,3-28,3)	15.05.2024

Perfluorverbindingen (kwantitatief)

	Parameter	Eenheid	100247 C3 (24-25)	100248 C3 (26-27)	100249 C3 (27,3-28,3)
R3	Perfluor-n-butaanzuur (PFBA)	ng/l	320	290	280
R3	Perfluorpentaanzuur (PFPeA)	ng/l	110	97	110
R3	Perfluorhexaanzuur (PFHxA)	ng/l	160	140	150
R3	Perfluorheptaanzuur (PFHpA)	ng/l	34	31	24
R3	Perfluor-n-octaanzuur (Lineaire) (L-PFOA)	ng/l	160	120	140
R3	**Perfluor-n-octaanzuur (Totaal) (PFOAtotaal)**	**ng/l**	**160[1)]**	**120[1)]**	**140[1)]**
R3	Perfluornonaanzuur (PFNA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordecaanzuur (PFDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluorundecaanzuur (PFUnDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordodecaanzuur (PFDoDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS)	ng/l	170	97	120
R3	Perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexaansulfonzuur (lineaire) (L-PFHxS)	ng/l	57	52	75
R3	**Perfluor-n-hexaansulfonzuur (Totaal) (PFHxStotaal)**	**ng/l**	**57,0[1)]**	**52,0[1)]**	**75,0[1)]**
R3	Perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonzuur (Lineaire) (L-PFOS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	48
R3	**Perfluor-n-octaansulfonzuur (Totaal) (PFOStotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**48,0[1)]**
R3	Perfluor-n-nonaansulfonzuur (PFNS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4:2 Fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS)	ng/l	31	20	29

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-2348789-NL-P5

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1412802 P.016898

Datum: 22.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
100247	C3 (24-25)	15.05.2024
100248	C3 (26-27)	15.05.2024
100249	C3 (27,3-28,3)	15.05.2024

	Parameter	Eenheid	100247 C3 (24-25)	100248 C3 (26-27)	100249 C3 (27,3-28,3)
R3	8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-PFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (PFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-MePFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (MePFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Lineaire) (L-EtPFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (EtPFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (MePFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (EtPFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy) propionzuur (HFPO-DA) [GENX]	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur (DONA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA)	ng/l	60	48	57
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonylamide azijnzuur (MePFBSAA)	ng/l	24	14	18
R3	Perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA)	ng/l	17	<10[2)]	<10[2)]

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-2348793-NL-P6

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1412802 P.016898

Datum: 22.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
100247	C3 (24-25)	15.05.2024
100248	C3 (26-27)	15.05.2024
100249	C3 (27,3-28,3)	15.05.2024

Perfluorverbindingen (indicatief)

	Parameter	Eenheid	100247 C3 (24-25)	100248 C3 (26-27)	100249 C3 (27,3-28,3)
	Perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Undecaansulfonzuur (PFUDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Tridecaansulfonzuur (PFTDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]

Perfluorverbindingen (som)

	Parameter	Eenheid	100247 C3 (24-25)	100248 C3 (26-27)	100249 C3 (27,3-28,3)
R3	**Som PFAS Kwantitatief**	**ng/l**	**1100[1)]**	**910[1)]**	**1100[1)]**
	Som van gemeten PFAS	**ng/l**	**1100[1)]**	**910[1)]**	**1100[1)]**
	Som PFAS Indicatief (WAC)	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
	Som PFAS 20 (EU-richtlijn 2020/2184)	**ng/l**	**1000[1)]**	**830[1)]**	**950[1)]**
	Som 4 PFAS EFSA (PFOA,PFNA,PFHxS, PFOS)	**ng/l**	**220[1)]**	**170[1)]**	**260[1)]**

De parameter-specifieke meetonzekerheid en informatie over de berekeningsmethode zijn op aanvraag beschikbaar, indien de gerapporteerde resultaten boven de parameterspecifieke rapportagegrens liggen. De minimale prestatiecriteria van de toegepaste methoden zijn in het algemeen gebaseerd op Richtlijn 2009/90/EG van de Europese Commissie met betrekking tot de meetonzekerheid.
[1)] De totalen worden berekend volgens de ondergrensconventie, waarbij de bijdrage van elke niet-traceerbare toevoeging als nul wordt beschouwd, maar met de volgende voorwaarde : als alle toevoegingen niet-traceerbaar zijn, is het resultaat niet nul maar gedefinieerd als lager dan de hoogste van de detectiegrenzen van de gesommeerde analytische parameters.
[2)] Verklaring:"<" of n.a. betekent dat het gehalte van de component lager is dan de rapportagegrens.
R3 Erkend volgens OVAM

Start van de test: 18.05.2024
Einde van de test: 22.05.2024

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op de geteste items. In gevallen waarin het laboratorium niet verantwoordelijk was voor de bemonstering, gelden de gerapporteerde resultaten voor de monsters zoals deze zijn ontvangen. Het laboratorium is niet verantwoordelijk voor de

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01
Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-2348793-NL-P7

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1412802 P.016898

Datum: 22.05.2024

door de klant verstrekte informatie. Eventuele klantinformatie in dit analyserapport valt niet onder de accreditatie van het laboratorium en kan de geldigheid van de resultaten beïnvloeden. Gedeeltelijke reproductie van het rapport zonder onze schriftelijke toestemming is niet toegestaan.

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), Dhr. William Bakker, Tel. +31570788113

Dit electronisch gegenereerde rapport is gecontroleerd en vrijgegeven.In overeenstemming met de vereisten van EN ISO/IEC 17025:2017 voor eenvoudige rapportage is dit rapport zonder handtekening rechtsgeldig.

AGROLAB GROUP

Methode	Parameter
WAC/IV/A/025, grondwater CMA/3/D	Perfluor-n-butaanzuur (PFBA), Perfluorpentaanzuur (PFPeA), Perfluorhexaanzuur (PFHxA), Perfluorheptaanzuur (PFHpA), Perfluor-n-octaanzuur (Lineaire) (L-PFOA), Perfluor-n-octaanzuur (Totaal) (PFOAtotaal), Perfluornonaanzuur (PFNA), Perfluordecaanzuur (PFDA), Perfluorundecaanzuur (PFUnDA), Perfluordodecaanzuur (PFDoDA), Perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA), Perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA), Perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS), Perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS), Perfluor-n-hexaansulfonzuur (lineaire) (L-PFHxS), Perfluor-n-hexaansulfonzuur (Totaal) (PFHxStotaal), Perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS), Perfluor-n-octaansulfonzuur (Lineaire) (L-PFOS), Perfluor-n-octaansulfonzuur (Totaal) (PFOStotaal), Perfluor-n-nonaansulfonzuur (PFNS), Perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS), 4:2 Fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS), 6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS), 8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS), Perfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-PFOSA), Perfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (PFOSAtotaal), N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-MePFOSA), N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (MePFOSAtotaal), N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Lineaire) (L-EtPFOSA), N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (EtPFOSAtotaal), N-methylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (MePFOSAA), N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (EtPFOSAA), 8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP), 2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)propionzuur (HFPO-DA) [GENX], 4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur (DONA), Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS), Perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA), N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA), N-methylperfluor-n-butaansulfonylamide azijnzuur (MePFBSAA), Perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA), Perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA), Perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA), Perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS), Perfluor-1-Undecaansulfonzuur (PFUDaS), Perfluor-1-Tridecaansulfonzuur (PFTDaS), 10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS), 6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP), 6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP), Som PFAS Kwantitatief, Som van gemeten PFAS, Som PFAS Indicatief (WAC), Som PFAS 20 (EU-richtlijn 2020/2184), Som 4 PFAS EFSA (PFOA,PFNA,PFHxS,PFOS)

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Dhr. M. Borremans
Simon Bolivarlaan 36
1000 BRUSSEL
BELGIUM

Klantnr: 35005947

Analyserapport 1413780 P.016898.0500

Datum: 27.05.2024

Opdracht	1413780 Water
Opdrachtgever	35005947 TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Opdrachtacceptatie	22.05.2024
Monsternemer	Opdrachtgever

Geachte heer, mevrouw,

Hierbij zenden wij u de resultaten van het door u aangevraagde laboratoriumonderzoek.

AL-West is erkend volgens VLAREL als laboratorium voor het uitvoeren van analyses in bodem, grondwater en afvalstoffen door de OVAM. In het rapport staat aangegeven welke analyses onder deze erkenning zijn uitgevoerd.

Dit rapport mag alleen in zijn geheel worden gereproduceerd. Eventuele bijlagen zijn onderdeel van het rapport.

Let op: alleen de algemene voorwaarden van AL-West gedeponeerd bij de KvK te Deventer, zijn van toepassing.

Indien u nog vragen heeft of aanvullende informatie wenst, verzoeken wij u om contact op te nemen met klantenservice.

Wij vertrouwen erop u met de toegezonden informatie van dienst te zijn.

Dit analyserapport met opdrachtnummer 1413780 en analyserapportversie 1 bevat de analyse(s) van monsternummer(s) 105335-105349.

Met vriendelijke groet,

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), Dhr. William Bakker, Tel. +31570788113

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-23514982-NL-P1

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1413780 P.016898.0500

Datum: 27.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
105335	C7 (13,5-14,5)	16.05.2024
105336	C7 (14,5-15,5)	16.05.2024
105337	C7 (18-19)	16.05.2024
105338	C7 (20-21)	16.05.2024
105339	C7 (21,5-22,5)	16.05.2024

Perfluorverbindingen (kwantitatief)

	Parameter	Eenheid	105335 C7 (13,5-14,5)	105336 C7 (14,5-15,5)	105337 C7 (18-19)	105338 C7 (20-21)	105339 C7 (21,5-22,5)
R3	Perfluor-n-butaanzuur (PFBA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluorpentaanzuur (PFPeA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluorhexaanzuur (PFHxA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluorheptaanzuur (PFHpA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaanzuur (Lineaire) (L-PFOA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaanzuur (Totaal) (PFOAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	Perfluornonaanzuur (PFNA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordecaanzuur (PFDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluorundecaanzuur (PFUnDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordodecaanzuur (PFDoDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexaansulfonzuur (lineaire) (L-PFHxS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-hexaansulfonzuur (Totaal) (PFHxStotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	Perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonzuur (Lineaire) (L-PFOS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaansulfonzuur (Totaal) (PFOStotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	Perfluor-n-nonaansulfonzuur (PFNS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4:2 Fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-23514982-NL-P2

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1413780 P.016898.0500

Datum: 27.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
105335	C7 (13,5-14,5)	16.05.2024
105336	C7 (14,5-15,5)	16.05.2024
105337	C7 (18-19)	16.05.2024
105338	C7 (20-21)	16.05.2024
105339	C7 (21,5-22,5)	16.05.2024

	Parameter	Eenheid	105335 C7 (13,5-14,5)	105336 C7 (14,5-15,5)	105337 C7 (18-19)	105338 C7 (20-21)	105339 C7 (21,5-22,5)
R3	6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-PFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (PFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-MePFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (MePFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Lineaire) (L-EtPFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (EtPFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (MePFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (EtPFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy) propionzuur (HFPO-DA) [GENX]	ng/l	12	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur (DONA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-23514982-NL-P3

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1413780 P.016898.0500

Datum: 27.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
105335	C7 (13,5-14,5)	16.05.2024
105336	C7 (14,5-15,5)	16.05.2024
105337	C7 (18-19)	16.05.2024
105338	C7 (20-21)	16.05.2024
105339	C7 (21,5-22,5)	16.05.2024

	Parameter	Eenheid	105335 C7 (13,5-14,5)	105336 C7 (14,5-15,5)	105337 C7 (18-19)	105338 C7 (20-21)	105339 C7 (21,5-22,5)
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonylamide azijnzuur (MePFBSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]

Perfluorverbindingen (indicatief)

	Parameter	Eenheid	105335 C7 (13,5-14,5)	105336 C7 (14,5-15,5)	105337 C7 (18-19)	105338 C7 (20-21)	105339 C7 (21,5-22,5)
	Perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Undecaansulfonzuur (PFUDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Tridecaansulfonzuur (PFTDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]

Perfluorverbindingen (som)

	Parameter	Eenheid	105335 C7 (13,5-14,5)	105336 C7 (14,5-15,5)	105337 C7 (18-19)	105338 C7 (20-21)	105339 C7 (21,5-22,5)
R3	**Som PFAS Kwantitatief**	**ng/l**	**12[1)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**
	Som van gemeten PFAS	**ng/l**	**12[1)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**
	Som PFAS Indicatief (WAC)	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
	Som PFAS 20 (EU-richtlijn 2020/2184)	**ng/l**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**
	Som 4 PFAS EFSA (PFOA,PFNA,PFHxS, PFOS)	**ng/l**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01
Directeur ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1413780 P.016898.0500

Datum: 27.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
105340	C7 (23-24)	16.05.2024
105341	C6 (5-6)	17.05.2024
105342	C6 (7-8)	17.05.2024
105343	C6 (8,5-9,5)	17.05.2024
105344	C6 (13,5-14,5)	17.05.2024

Perfluorverbindingen (kwantitatief)

	Parameter	Eenheid	105340 C7 (23-24)	105341 C6 (5-6)	105342 C6 (7-8)	105343 C6 (8,5-9,5)	105344 C6 (13,5-14,5)
R3	Perfluor-n-butaanzuur (PFBA)	ng/l	<10[2)]	220	290	98	<10[2)]
R3	Perfluorpentaanzuur (PFPeA)	ng/l	<10[2)]	35	63	43	<10[2)]
R3	Perfluorhexaanzuur (PFHxA)	ng/l	<10[2)]	27	67	45	<10[2)]
R3	Perfluorheptaanzuur (PFHpA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaanzuur (Lineaire) (L-PFOA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaanzuur (Totaal) (PFOAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	Perfluornonaanzuur (PFNA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordecaanzuur (PFDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluorundecaanzuur (PFUnDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordodecaanzuur (PFDoDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS)	ng/l	<10[2)]	13	30	13	<10[2)]
R3	Perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexaansulfonzuur (lineaire) (L-PFHxS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-hexaansulfonzuur (Totaal) (PFHxStotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	Perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonzuur (Lineaire) (L-PFOS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaansulfonzuur (Totaal) (PFOStotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	Perfluor-n-nonaansulfonzuur (PFNS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4:2 Fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-23514982-NL-P5

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1413780 P.016898.0500

Datum: 27.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
105340	C7 (23-24)	16.05.2024
105341	C6 (5-6)	17.05.2024
105342	C6 (7-8)	17.05.2024
105343	C6 (8,5-9,5)	17.05.2024
105344	C6 (13,5-14,5)	17.05.2024

	Parameter	Eenheid	105340 C7 (23-24)	105341 C6 (5-6)	105342 C6 (7-8)	105343 C6 (8,5-9,5)	105344 C6 (13,5-14,5)
R3	6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-PFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (PFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-MePFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (MePFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Lineaire) (L-EtPFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (EtPFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (MePFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (EtPFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy) propionzuur (HFPO-DA) [GENX]	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur (DONA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-23514982-NL-P6

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1413780 P.016898.0500

Datum: 27.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
105340	C7 (23-24)	16.05.2024
105341	C6 (5-6)	17.05.2024
105342	C6 (7-8)	17.05.2024
105343	C6 (8,5-9,5)	17.05.2024
105344	C6 (13,5-14,5)	17.05.2024

	Parameter	Eenheid	105340 C7 (23-24)	105341 C6 (5-6)	105342 C6 (7-8)	105343 C6 (8,5-9,5)	105344 C6 (13,5-14,5)
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonylamide azijnzuur (MePFBSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]

Perfluorverbindingen (indicatief)

	Parameter	Eenheid	105340 C7 (23-24)	105341 C6 (5-6)	105342 C6 (7-8)	105343 C6 (8,5-9,5)	105344 C6 (13,5-14,5)
	Perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Undecaansulfonzuur (PFUDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Tridecaansulfonzuur (PFTDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]

Perfluorverbindingen (som)

	Parameter	Eenheid	105340 C7 (23-24)	105341 C6 (5-6)	105342 C6 (7-8)	105343 C6 (8,5-9,5)	105344 C6 (13,5-14,5)
R3	**Som PFAS Kwantitatief**	**ng/l**	**<50[1),2)]**	**300[1)]**	**450[1)]**	**200[1)]**	**<50[1),2)]**
	Som van gemeten PFAS	**ng/l**	**<50[1),2)]**	**300[1)]**	**450[1)]**	**200[1)]**	**<50[1),2)]**
	Som PFAS Indicatief (WAC)	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
	Som PFAS 20 (EU-richtlijn 2020/2184)	**ng/l**	**<50[1),2)]**	**300[1)]**	**450[1)]**	**200[1)]**	**<50[1),2)]**
	Som 4 PFAS EFSA (PFOA,PFNA,PFHxS, PFOS)	**ng/l**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01
Directeur ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1413780 P.016898.0500

Datum: 27.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
105345	C6 (16,5-17,5)	17.05.2024
105346	C6 (18,5-19,5)	17.05.2024
105347	C6 (20,5-21,5)	17.05.2024
105348	C6 (22,5-23,5)	17.05.2024
105349	C6 (23,9-24,9)	17.05.2024

Perfluorverbindingen (kwantitatief)

	Parameter	Eenheid	105345 C6 (16,5-17,5)	105346 C6 (18,5-19,5)	105347 C6 (20,5-21,5)	105348 C6 (22,5-23,5)	105349 C6 (23,9-24,9)
R3	Perfluor-n-butaanzuur (PFBA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	92	19
R3	Perfluorpentaanzuur (PFPeA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	16	<10[2)]
R3	Perfluorhexaanzuur (PFHxA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	11	<10[2)]
R3	Perfluorheptaanzuur (PFHpA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaanzuur (Lineaire) (L-PFOA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaanzuur (Totaal) (PFOAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	Perfluornonaanzuur (PFNA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordecaanzuur (PFDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluorundecaanzuur (PFUnDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluordodecaanzuur (PFDoDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexaansulfonzuur (lineaire) (L-PFHxS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-hexaansulfonzuur (Totaal) (PFHxStotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	Perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonzuur (Lineaire) (L-PFOS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	16	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaansulfonzuur (Totaal) (PFOStotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**16,0[1)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	Perfluor-n-nonaansulfonzuur (PFNS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4:2 Fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-23514982-NL-P8

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1413780 P.016898.0500

Datum: 27.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
105345	C6 (16,5-17,5)	17.05.2024
105346	C6 (18,5-19,5)	17.05.2024
105347	C6 (20,5-21,5)	17.05.2024
105348	C6 (22,5-23,5)	17.05.2024
105349	C6 (23,9-24,9)	17.05.2024

	Parameter	Eenheid	105345 C6 (16,5-17,5)	105346 C6 (18,5-19,5)	105347 C6 (20,5-21,5)	105348 C6 (22,5-23,5)	105349 C6 (23,9-24,9)
R3	6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-PFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**Perfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (PFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-MePFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (MePFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Lineaire) (L-EtPFOSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	**N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (EtPFOSAtotaal)**	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
R3	N-methylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (MePFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (EtPFOSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy) propionzuur (HFPO-DA) [GENX]	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur (DONA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

DOC-13-23514982-NL-P9

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1413780 P.016898.0500

Datum: 27.05.2024

Monster informatie

Monsternummer	Monster beschrijving	Datum monstername
105345	C6 (16,5-17,5)	17.05.2024
105346	C6 (18,5-19,5)	17.05.2024
105347	C6 (20,5-21,5)	17.05.2024
105348	C6 (22,5-23,5)	17.05.2024
105349	C6 (23,9-24,9)	17.05.2024

	Parameter	Eenheid	105345 C6 (16,5-17,5)	105346 C6 (18,5-19,5)	105347 C6 (20,5-21,5)	105348 C6 (22,5-23,5)	105349 C6 (23,9-24,9)
R3	N-methylperfluor-n-butaansulfonylamide azijnzuur (MePFBSAA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]
R3	Perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA)	ng/l	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]	<10[2)]

Perfluorverbindingen (indicatief)

	Parameter	Eenheid	105345 C6 (16,5-17,5)	105346 C6 (18,5-19,5)	105347 C6 (20,5-21,5)	105348 C6 (22,5-23,5)	105349 C6 (23,9-24,9)
	Perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Undecaansulfonzuur (PFUDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	Perfluor-1-Tridecaansulfonzuur (PFTDaS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]
	6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP)	ng/l	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]	<50[2)]

Perfluorverbindingen (som)

	Parameter	Eenheid	105345 C6 (16,5-17,5)	105346 C6 (18,5-19,5)	105347 C6 (20,5-21,5)	105348 C6 (22,5-23,5)	105349 C6 (23,9-24,9)
R3	**Som PFAS Kwantitatief**	**ng/l**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**140[1)]**	**19[1)]**
	Som van gemeten PFAS	**ng/l**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**140[1)]**	**19[1)]**
	Som PFAS Indicatief (WAC)	**ng/l**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**	**<50,0[1),2)]**
	Som PFAS 20 (EU-richtlijn 2020/2184)	**ng/l**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**140[1)]**	**19[1)]**
	Som 4 PFAS EFSA (PFOA,PFNA,PFHxS, PFOS)	**ng/l**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**<50[1),2)]**	**16[1)]**	**<50[1),2)]**

De parameter-specifieke meetonzekerheid en informatie over de berekeningsmethode zijn op aanvraag beschikbaar, indien de gerapporteerde resultaten boven de parameterspecifieke rapportagegrens liggen. De minimale prestatiecriteria van de toegepaste methoden zijn in het

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01
Directeur ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

AL-West B.V.
Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

AGROLAB GROUP
Your labs. Your service.

Analyserapport 1413780 P.016898.0500

Datum: 27.05.2024

algemeen gebaseerd op Richtlijn 2009/90/EG van de Europese Commissie met betrekking tot de meetonzekerheid.
[1)] De totalen worden berekend volgens de ondergrensconventie, waarbij de bijdrage van elke niet-traceerbare toevoeging als nul wordt beschouwd, maar met de volgende voorwaarde : als alle toevoegingen niet-traceerbaar zijn, is het resultaat niet nul maar gedefinieerd als lager dan de hoogste van de detectiegrenzen van de gesommeerde analytische parameters.
[2)] Verklaring:"<" of n.a. betekent dat het gehalte van de component lager is dan de rapportagegrens.
R3 Erkend volgens OVAM

Start van de test: 22.05.2024
Einde van de test: 27.05.2024

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op de geteste items. In gevallen waarin het laboratorium niet verantwoordelijk was voor de bemonstering, gelden de gerapporteerde resultaten voor de monsters zoals deze zijn ontvangen. Het laboratorium is niet verantwoordelijk voor de door de klant verstrekte informatie. Eventuele klantinformatie in dit analyserapport valt niet onder de accreditatie van het laboratorium en kan de geldigheid van de resultaten beïnvloeden. Gedeeltelijke reproductie van het rapport zonder onze schriftelijke toestemming is niet toegestaan.

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), Dhr. William Bakker, Tel. +31570788113

Dit electronisch gegenereerde rapport is gecontroleerd en vrijgegeven.In overeenstemming met de vereisten van EN ISO/IEC 17025:2017 voor eenvoudige rapportage is dit rapport zonder handtekening rechtsgeldig.

AGROLAB GROUP

Methode	Parameter
WAC/IV/A/025, grondwater CMA/3/D	Perfluor-n-butaanzuur (PFBA), Perfluorpentaanzuur (PFPeA), Perfluorhexaanzuur (PFHxA), Perfluorheptaanzuur (PFHpA), Perfluor-n-octaanzuur (Lineaire) (L-PFOA), Perfluor-n-octaanzuur (Totaal) (PFOAtotaal), Perfluornonaanzuur (PFNA), Perfluordecaanzuur (PFDA), Perfluorundecaanzuur (PFUnDA), Perfluordodecaanzuur (PFDoDA), Perfluor-n-tetradecaanzuur (PFTeDA), Perfluor-n-hexadecaanzuur (PFHxDA), Perfluor-n-butaansulfonzuur (PFBS), Perfluor-n-pentaansulfonzuur (PFPeS), Perfluor-n-hexaansulfonzuur (lineaire) (L-PFHxS), Perfluor-n-hexaansulfonzuur (Totaal) (PFHxStotaal), Perfluor-n-heptaansulfonzuur (PFHpS), Perfluor-n-octaansulfonzuur (Lineaire) (L-PFOS), Perfluor-n-octaansulfonzuur (Totaal) (PFOStotaal), Perfluor-n-nonaansulfonzuur (PFNS), Perfluor-n-decaansulfonzuur (PFDS), 4:2 Fluortelomeersulfonzuur (4:2 FTS), 6:2 fluortelomeersulfonzuur (6:2 FTS), 8:2 fluortelomeersulfonzuur (8:2 FTS), Perfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-PFOSA), Perfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (PFOSAtotaal), N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (lineaire) (L-MePFOSA), N-methylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (MePFOSAtotaal), N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Lineaire) (L-EtPFOSA), N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide (Totaal) (EtPFOSAtotaal), N-methylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (MePFOSAA), N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (EtPFOSAA), 8:2 fluortelomeerfosfaat diester (8:2 diPAP), 2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)propionzuur (HFPO-DA) [GENX], 4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur (DONA), Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS), Perfluor-n-butaansulfonamide (PFBSA), N-methylperfluor-n-butaansulfonamide (MePFBSA), N-methylperfluor-n-butaansulfonylamide azijnzuur (MePFBSAA), Perfluor-n-hexaansulfonamide (PFHxSA), Perfluor-n-tridecaanzuur (PFTrDA), Perfluor-n-octadecaanzuur (PFODA), Perfluor-n-dodecaansulfonzuur (PFDoDS), Perfluor-1-Undecaansulfonzuur (PFUDaS), Perfluor-1-Tridecaansulfonzuur (PFTDaS), 10:2 fluortelomeersulfonzuur (10:2 FTS), 6:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2 diPAP), 6:2/8:2 fluortelomeerfosfaat diester (6:2/8:2 diPAP), Som PFAS Kwantitatief, Som van gemeten PFAS, Som PFAS Indicatief (WAC), Som PFAS 20 (EU-richtlijn 2020/2184), Som 4 PFAS EFSA (PFOA,PFNA,PFHxS,PFOS)

Kamer van Koophandel Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.: NL 811132559 B01
Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

VLAREL

Bijlage 2: Sondeerprofielen met analyseresultaten

Nabij C1

Wrijvingsweerstand, f_s [MPa] .0 .1 .2 .3 .4 .5 .6

Wrijvingsgetal, R_f [%] 10 8 6 4 2 0

Hellingshoek, α [Deg] .0 2.5 5.0 7.5 10.0 12.5 15.0

Conusweerstand, q_c [MPa] 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30

Deflectie, Δ [m] -3 -2 -1 0 1 2 3 X Y

GeoVisual 3.4.1 | CPT-Inclination-NL | 24-02-2022 13:54:26

Diepte t.o.v. MAAIVELD [m] 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35

Diepte t.o.v. TAW [m] 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0 -1 -2 -3 -4 -5 -6 -7 -8 -9 -10 -11 -12 -13 -14 -15 -16 -17 -18 -19 -20 -21 -22 -23 -24

+8.8

Qz2 - Matig dicht gepakt zand

Qkz - Zandhoudend klei

+0.1

Qkv - Organische/venige klei

-1.8

Qpt - Veen

-4.2

-7.1

Qz3 - (zeer) Dicht gepakt zand

LiKr - Kruisschans

-9.0

LiOo - Oorderen

-18.9

Kd - Kattendijk

D2_250-1: 110 - 930 - 58 ng/l

IFLUX: -5,5 tot -6,5 mTAW

740 ng/l

PB1003-2: 400 - <50 ng/l

650 ng/l

D2_250-2: 600 - 520 - 900 ng/l

700 ng/l

PB1003-3: <50 ng/l

D2_250-3: 970 - 1100 - 1400 ng/l

1100 ng/l

IFLUX: -15 tot -16 mTAW

1300 ng/l

1300 ng/l

IFLUX: -20,5 tot -21,5 mTAW

D2_250-4: 240 - 450 - 590 ng/l

207787

Belgium Lambert 72	X = 140983.8 m	Y = 220623.3 m
Datum ref: TAW	MV = +10.1 m	
Opg.: XMA	d.d. 22-feb-2022	
Get.:	d.d. 22-feb-2022	

Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3294
A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PORT OF ANTWERP - P016898 - CAM-001 - CPT CAMPAIGN

Opdr. 207787
Sond. KGE-06

KGE-06 - 1

FUGRO

Wrijvingsweerstand, f_s [MPa]

.0 .1 .2 .3 .4 .5 .6

Wrijvingsgetal, R_f [%]

10 8 6 4 2 0

Conusweerstand, q_c [MPa]

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30

Hellingshoek, α [Deg]

.0 2.5 5.0 7.5 10.0 12.5 15.0

Deflectie, Δ [m] X Y

-3 -2 -1 0 1 2 3

PB1003-4: <50 ng/l

peilbuis: -32 tot -34 mTAW

Kd - Kattendijk

Bm - Boom

-34.4

40 34 37 39 31 38

Diepte t.o.v. MAAIVELD [m]: 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70

Diepte t.o.v. TAW [m]: -25 -26 -27 -28 -29 -30 -31 -32 -33 -34 -35 -36 -37 -38 -39 -40 -41 -42 -43 -44 -45 -46 -47 -48 -49 -50 -51 -52 -53 -54 -55 -56 -57 -58 -59

Belgium Lambert 72	X = 140983.8 m	Y = 220623.3 m
Datum ref: TAW	MV = +10.1 m	
Opg.: XMA	d.d. 22-feb-2022	
Get.:	d.d. 22-feb-2022	

Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3294
A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2

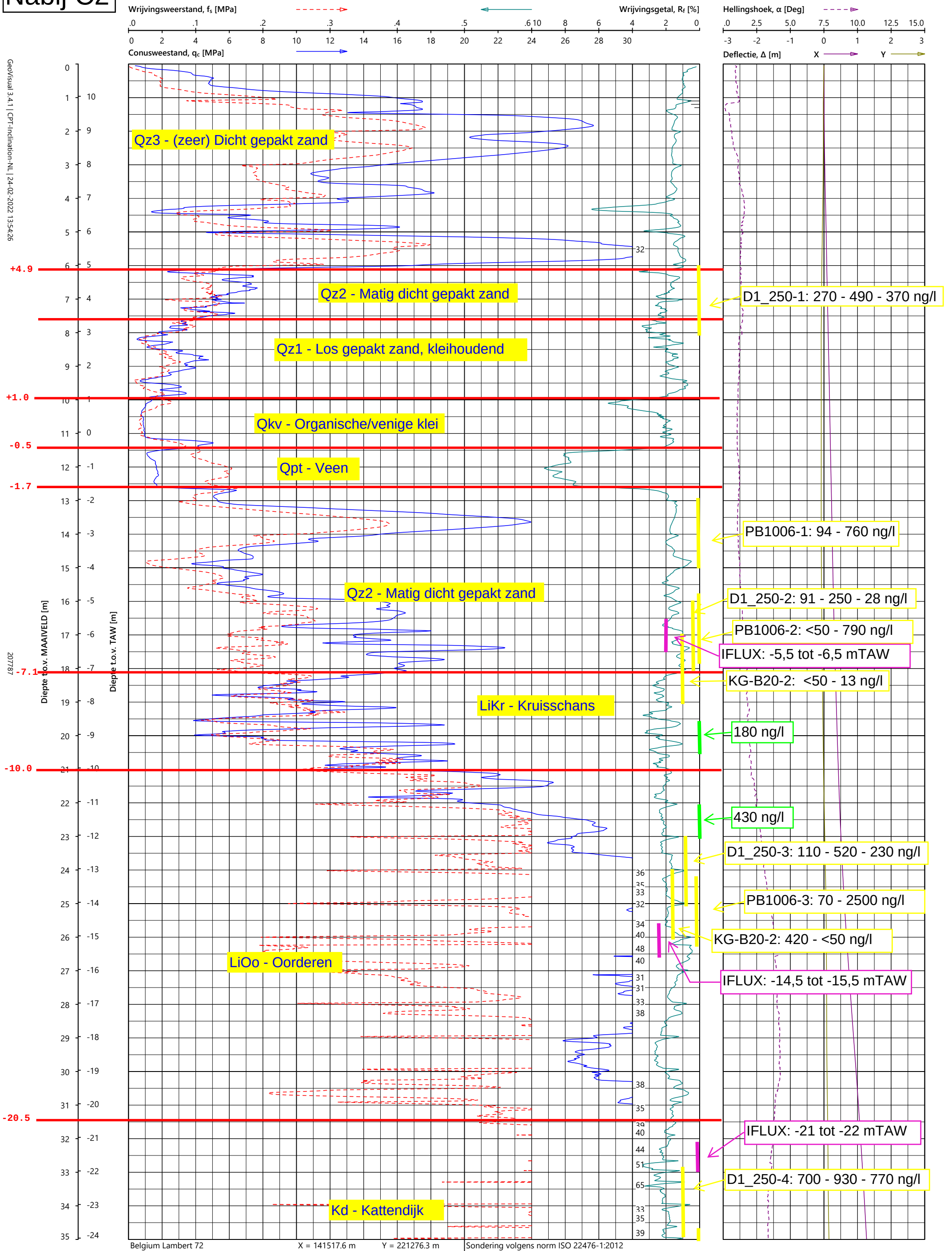
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PORT OF ANTWERP - P016898 - CAM-001 - CPT CAMPAIGN

Opdr. 207787
Sond. KGE-06

FUGRO

Nabij C2



Belgium Lambert 72	X = 141517.6 m	Y = 221276.3 m
Datum ref: TAW	MV = +11.0 m	
Opg.: XMA	d.d. 14-feb-2022	
Get.:	d.d. 14-feb-2022	

Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3294
A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PORT OF ANTWERP - P016898 - CAM-001 - CPT CAMPAIGN

Opdr. 207787
Sond. KGO-19

KGO-19 - 1

Wrijvingsweerstand, f_s [MPa]

Wrijvingsgetal, R_f [%]

Conusweerstand, q_c [MPa]

Hellingshoek, α [Deg]

Deflectie, Δ [m] X Y

PB1006-4: <50 - 2400 ng/l

peilbuis: -36 tot -38 mTAW

Kd - Kattendijk

Bm - Boom

-41.6

Diepte t.o.v. MAAIVELD [m]

Diepte t.o.v. TAW [m]

207787

Belgium Lambert 72	X = 141517.6 m	Y = 221276.3 m
Datum ref: TAW	MV = +11.0 m	
Opg.: XMA	d.d. 14-feb-2022	
Get.:	d.d. 14-feb-2022	

Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3294
A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

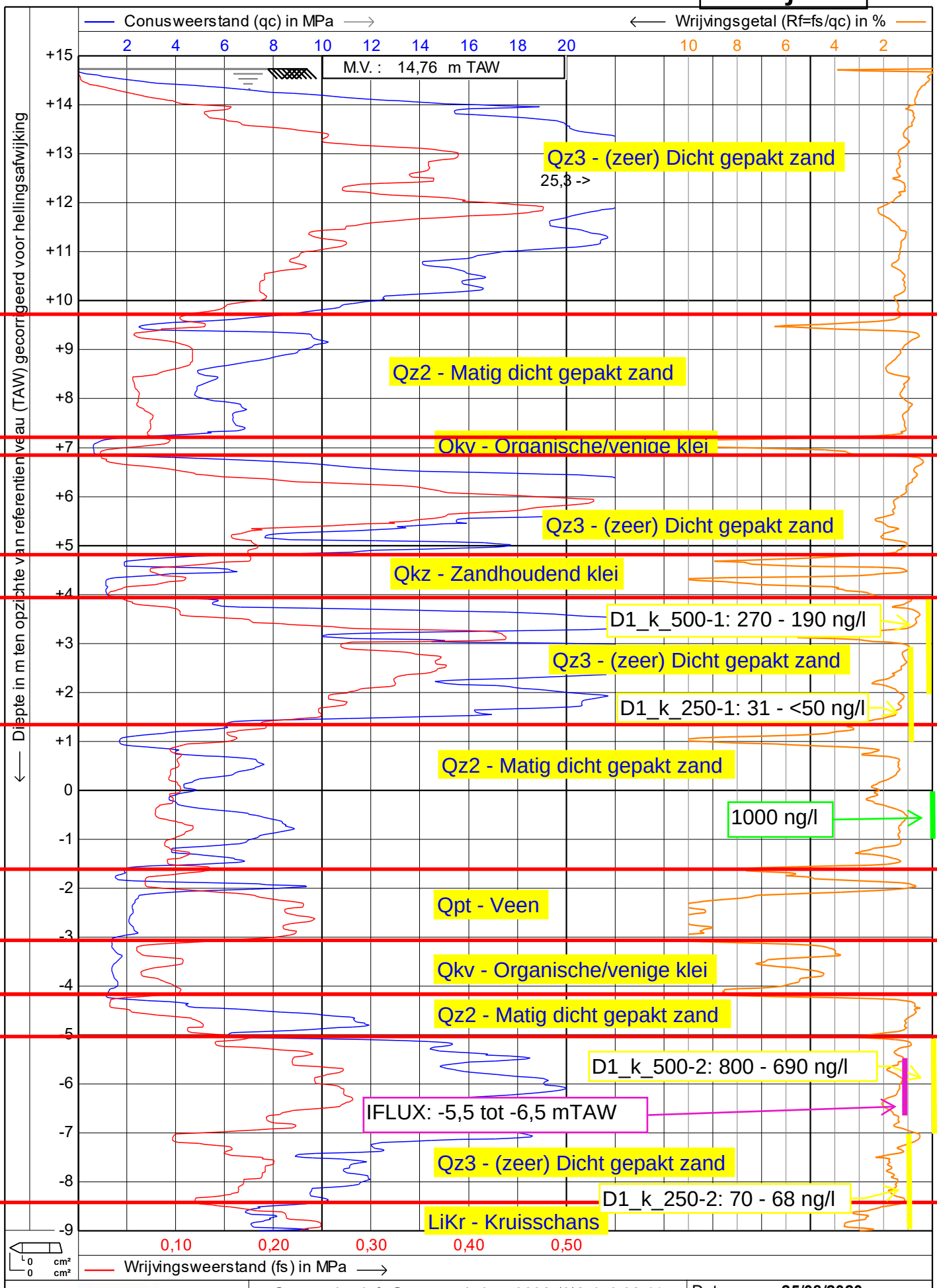
PORT OF ANTWERP - P016898 - CAM-001 - CPT CAMPAIGN

Opdr. 207787
Sond. KGO-19

FUGRO

/!\ nabij (maar theoretisch niet t.h.v.) een (opgevulde) geul

Nabij C3



GEOSONDA

Geosonda - info@geosonda.be - 0032-(0)2-479.32.41

Project : **ECA Tweede Getijdendok**

Locatie : **BEVEREN**

Positie : **0, 0 RD**

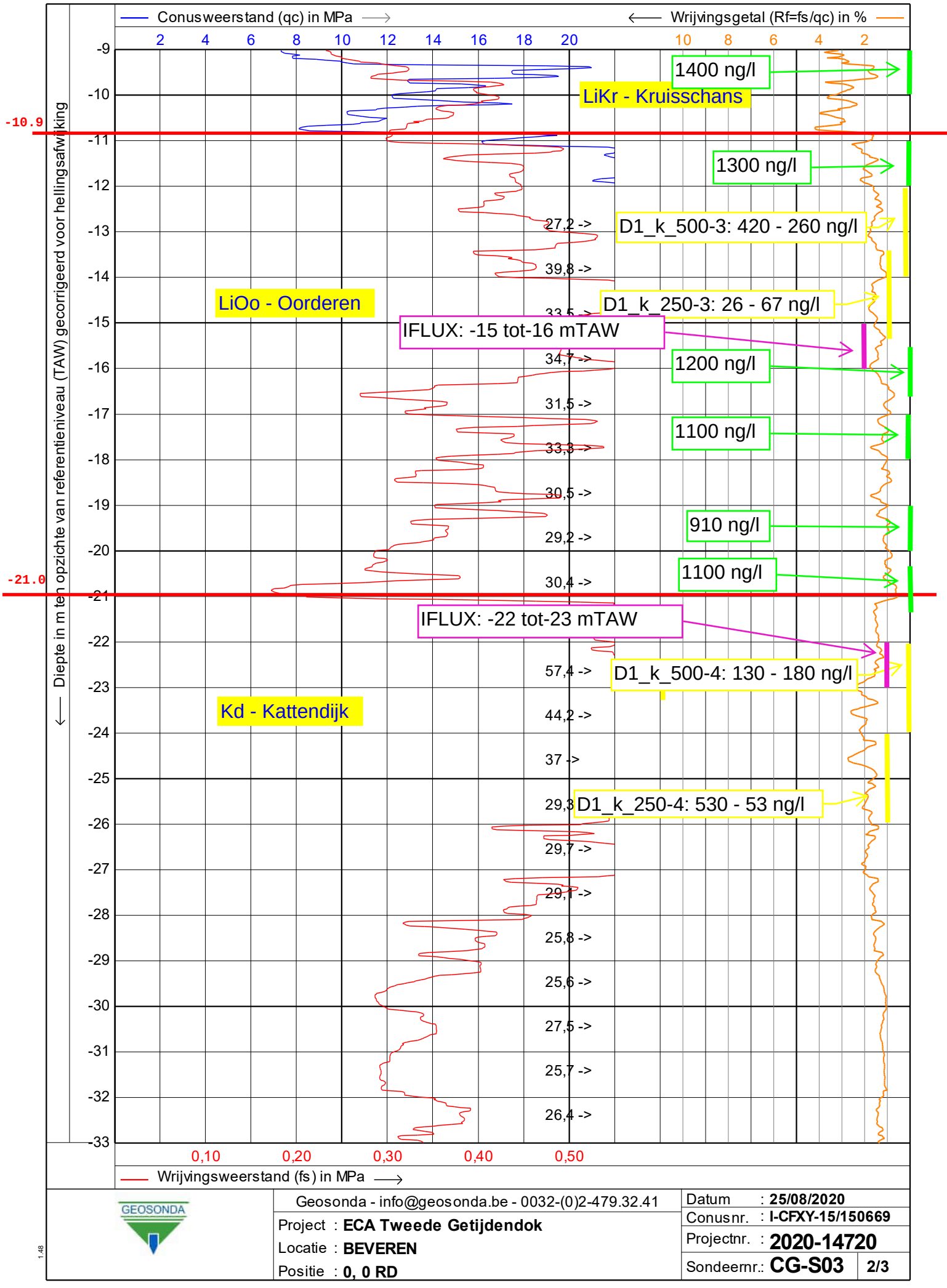
Datum : **25/08/2020**

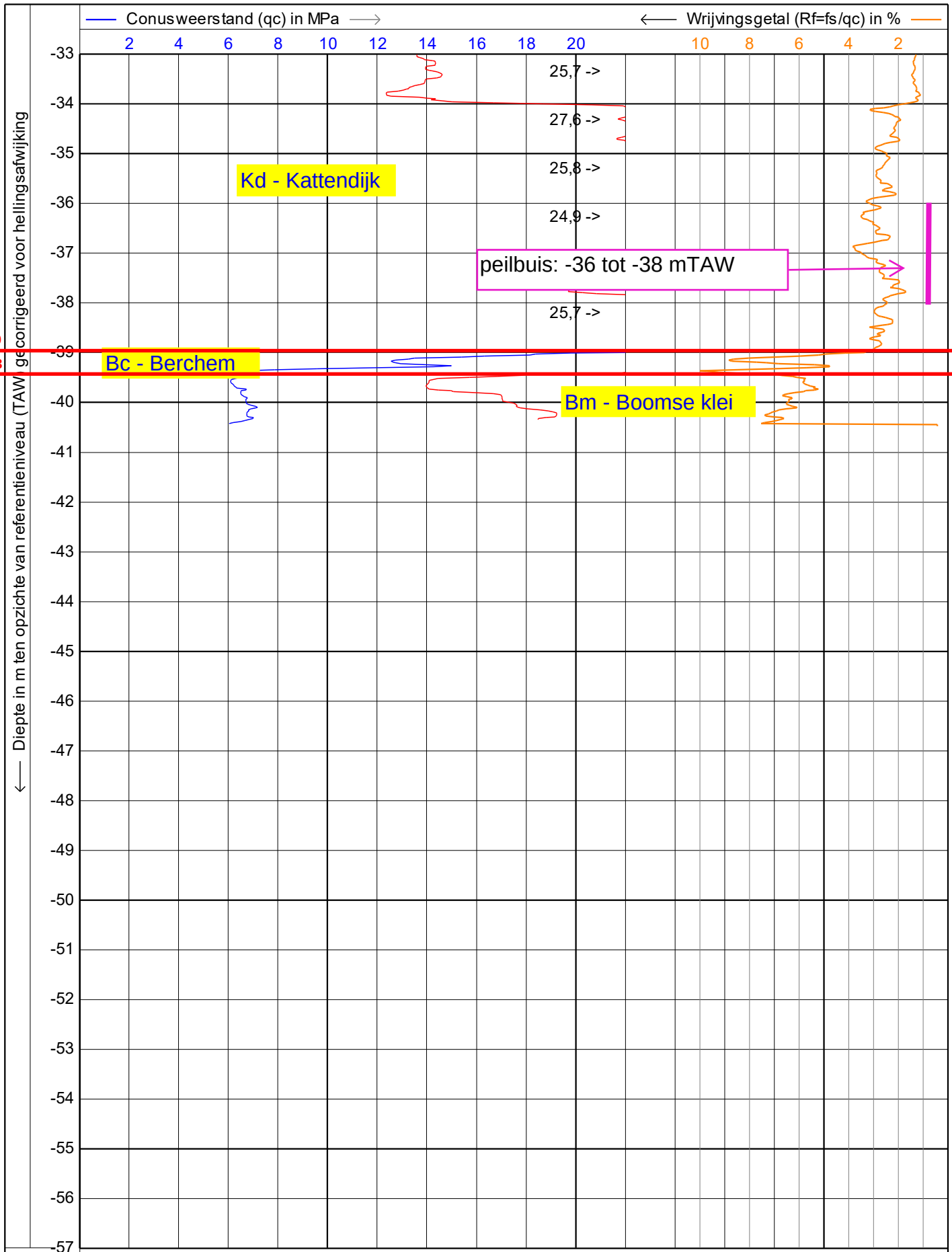
Conusnr. : **I-CFXY-15/150669**

Projectnr. : **2020-14720**

Sondeernr.: **CG-S03** 1/3

1.48

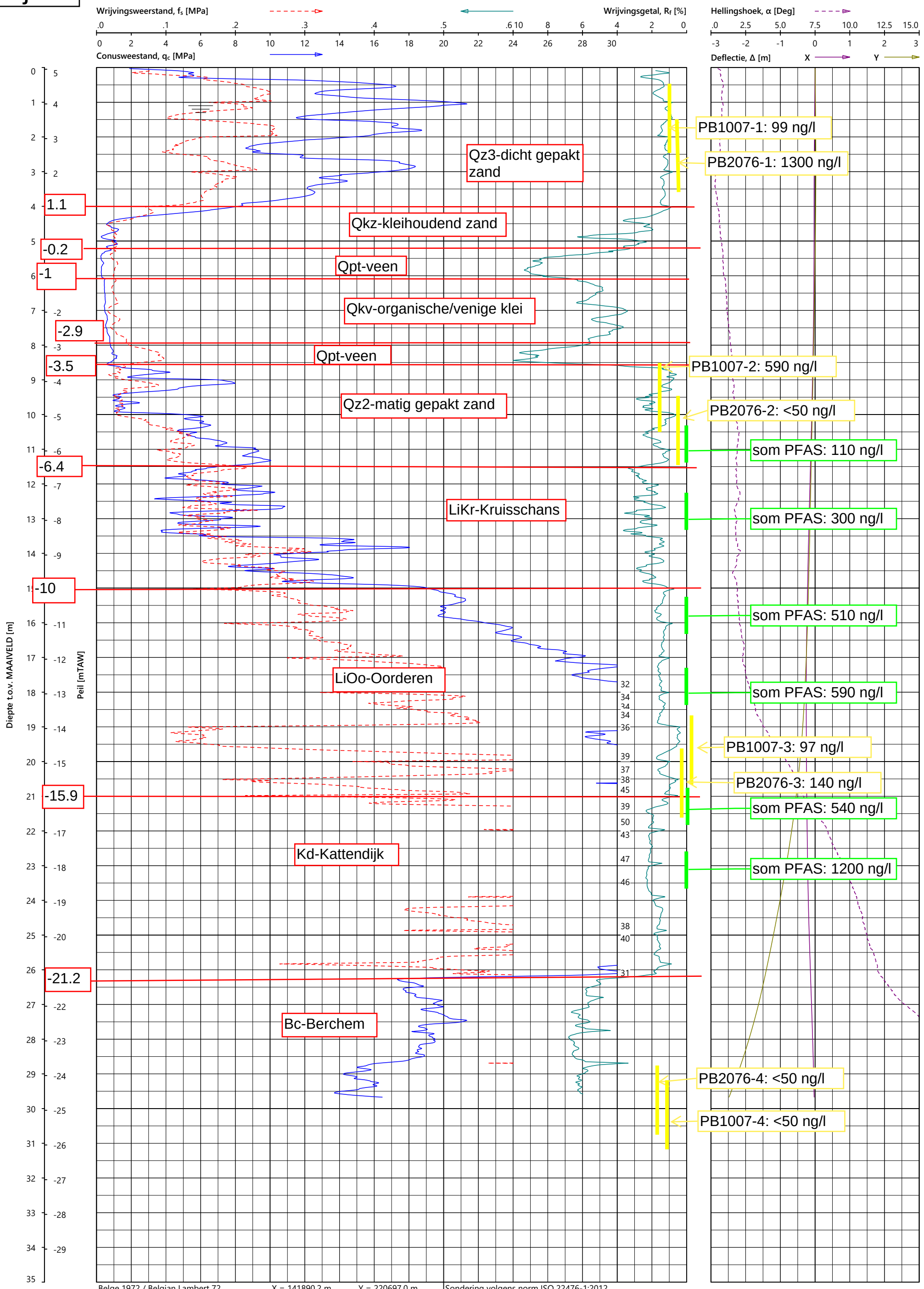

Conusweerstand (qc) in MPa
Wrijvingsgetal (Rf=fs/qc) in %
Diepte in m ten opzichte van referentieniveau (TAW) gecorrigeerd voor hellingsafwijking
Wrijvingsweerstand (fs) in MPa
1400 ng/l
LiKr - Kruisschans
-10.9
1300 ng/l
27,2 ->
D1_k_500-3: 420 - 260 ng/l
39,8 ->
LiOo - Oorderen
D1_k_250-3: 26 - 67 ng/l
IFLUX: -15 tot-16 mTAW
34,7 ->
1200 ng/l
31,5 ->
1100 ng/l
33,3 ->
30,5 ->
910 ng/l
29,2 ->
-21.0
30,4 ->
1100 ng/l
IFLUX: -22 tot-23 mTAW
57,4 ->
D1_k_500-4: 130 - 180 ng/l
Kd - Kattendijk
44,2 ->
37 ->
29,3
D1_k_250-4: 530 - 53 ng/l
29,7 ->
29,1 ->
25,8 ->
25,6 ->
27,5 ->
25,7 ->
26,4 ->
GEOSONDA
Geosonda - info@geosonda.be - 0032-(0)2-479.32.41
Project : ECA Tweede Getijdendok
Locatie : BEVEREN
Positie : 0, 0 RD
Datum : 25/08/2020
Conusnr. : I-CFXY-15/150669
Projectnr. : 2020-14720
Sondeernr.: CG-S03
2/3



GEOSONDA	Geosonda - info@geosonda.be - 0032-(0)2-479.32.41	Datum : **25/08/2020**
	Project : **ECA Tweede Getijdendok**	Conusnr. : **I-CFXY-15/150669**
	Locatie : **BEVEREN**	Projectnr. : **2020-14720**
	Positie : **0, 0 RD**	Sondeernr.: **CG-S03** 3/3

1.48

Nabij C4



GeoVisual 3.6.0 | CPT-Inclination-NL | 24-08-2022 16:30:20

207977

Belge 1972 / Belgian Lambert 72	X = 141890.2 m Y = 220697.0 m	Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Datum ref: Peil mTAW	MV = +5.0 m	Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Opg.: XMA	d.d. 16-aug-2022	Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3487
Get.: ABA	d.d. 20-apr-2022	A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Grondwaterstand [m-MV] : 1	Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] :	Sondeerapparaat : Track-Truck

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

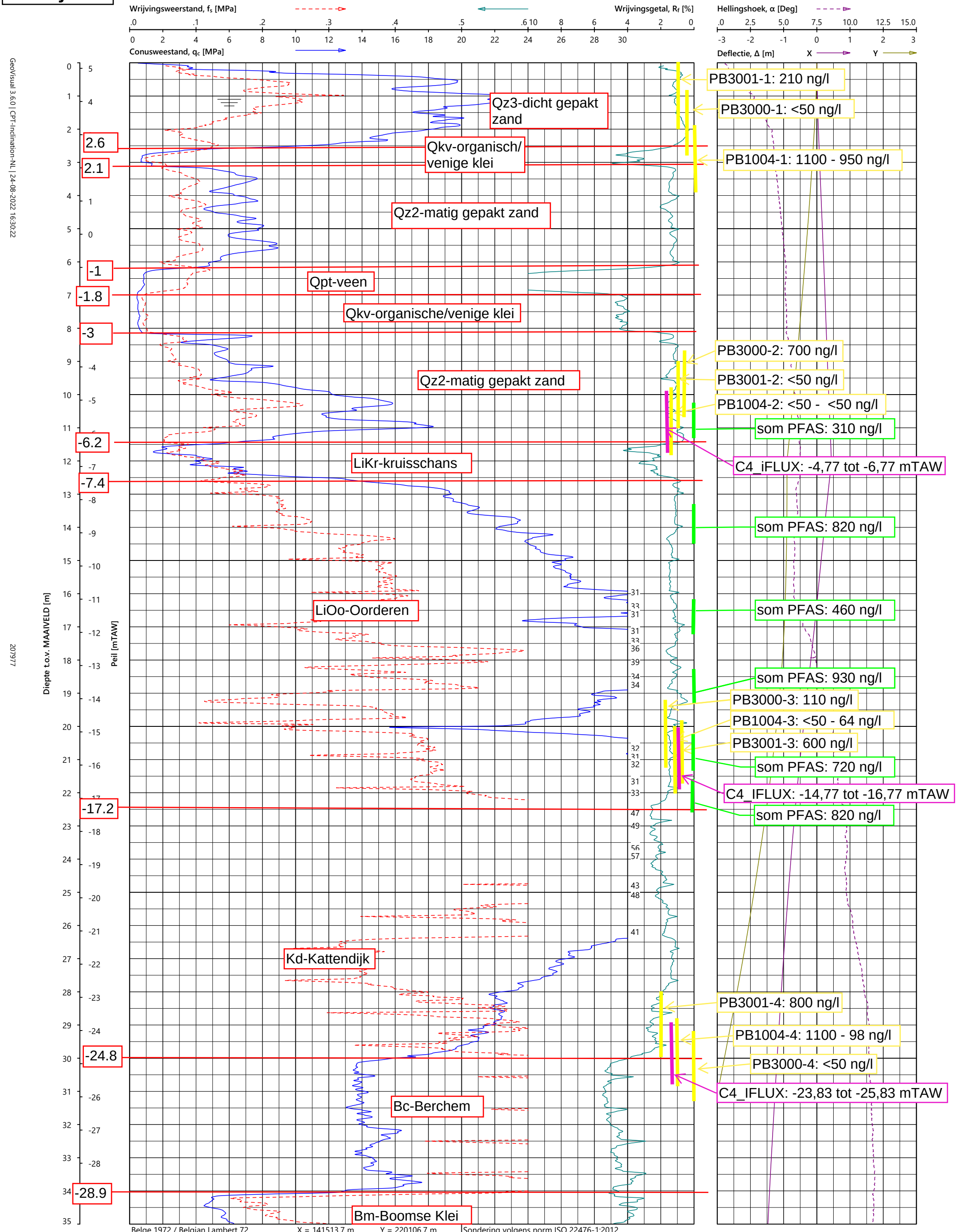
Opdr. 207977

CAM017

Sond. CPT-SG-009

CPT-SG-009 - 1

Nabij C5



GeoVisual 3.6.0 | CPT-Inclination-NL | 24-08-2022 16:30:22

207977

Belge 1972 / Belgian Lambert 72 | X = 141513.7 m | Y = 220106.7 m | Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Datum ref: Peil mTAW | MV = +5.2 m | Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Opg.: XMA | d.d. 17-aug-2022 | Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3487
Get.: ABA | d.d. 20-apr-2022 | A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Grondwaterstand [m-MV] : 1 | Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] : | Sondeerapparaat : Track-Truck

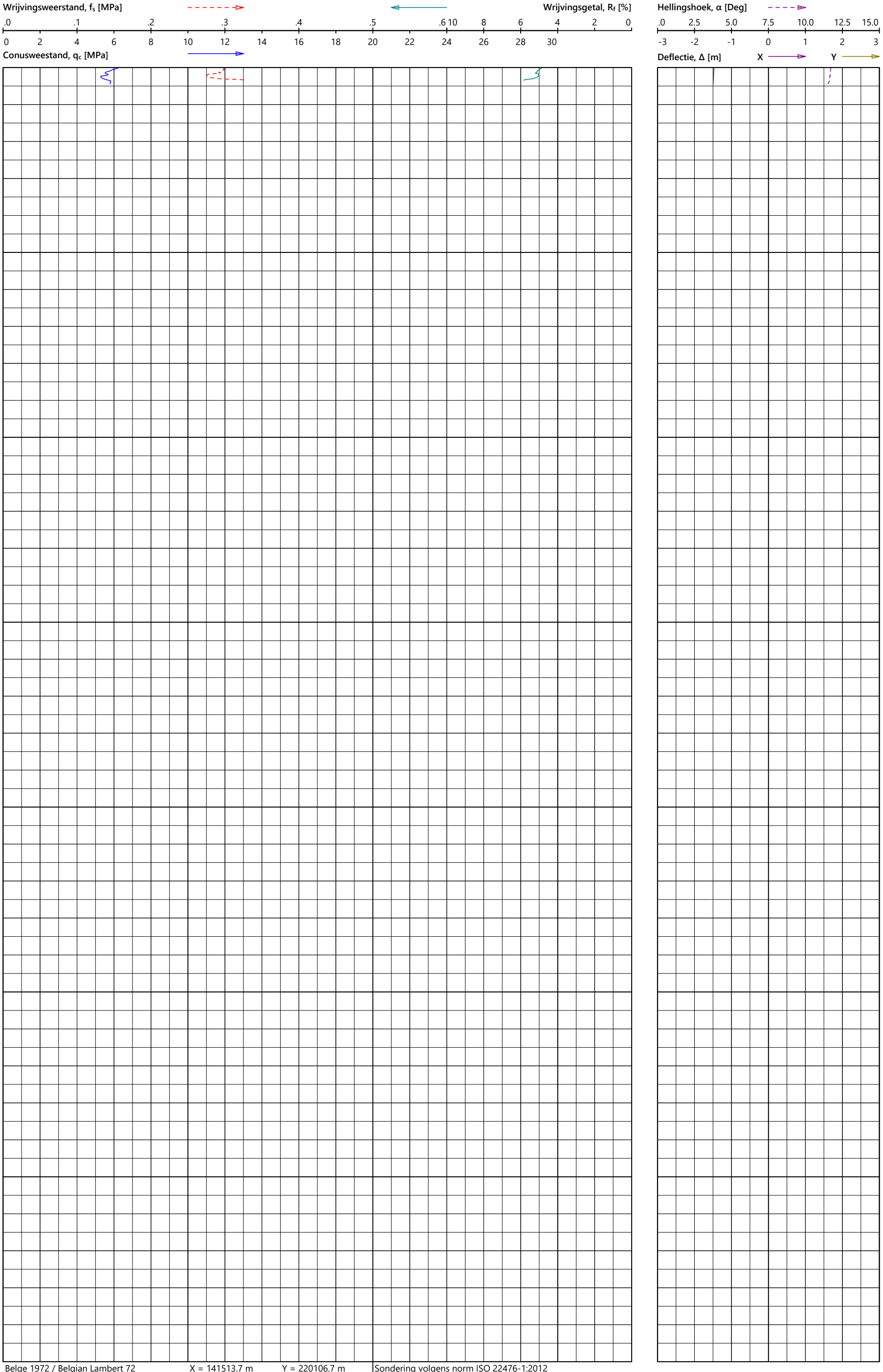
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

CAM017

Opdr. 207977

Sond. CPT-SG-002

CPT-SG-002 - 1



Belge 1972 / Belgian Lambert 72	X = 141513.7 m Y = 220106.7 m	Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Datum ref: Peil mTAW	MV = +5.2 m	Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Opg.: XMA	d.d. 17-aug-2022	Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3487
Get.: ABA	d.d. 20-apr-2022	A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Grondwaterstand [m-MV] : 1	Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] :	Sondeerapparaat : Track-Truck

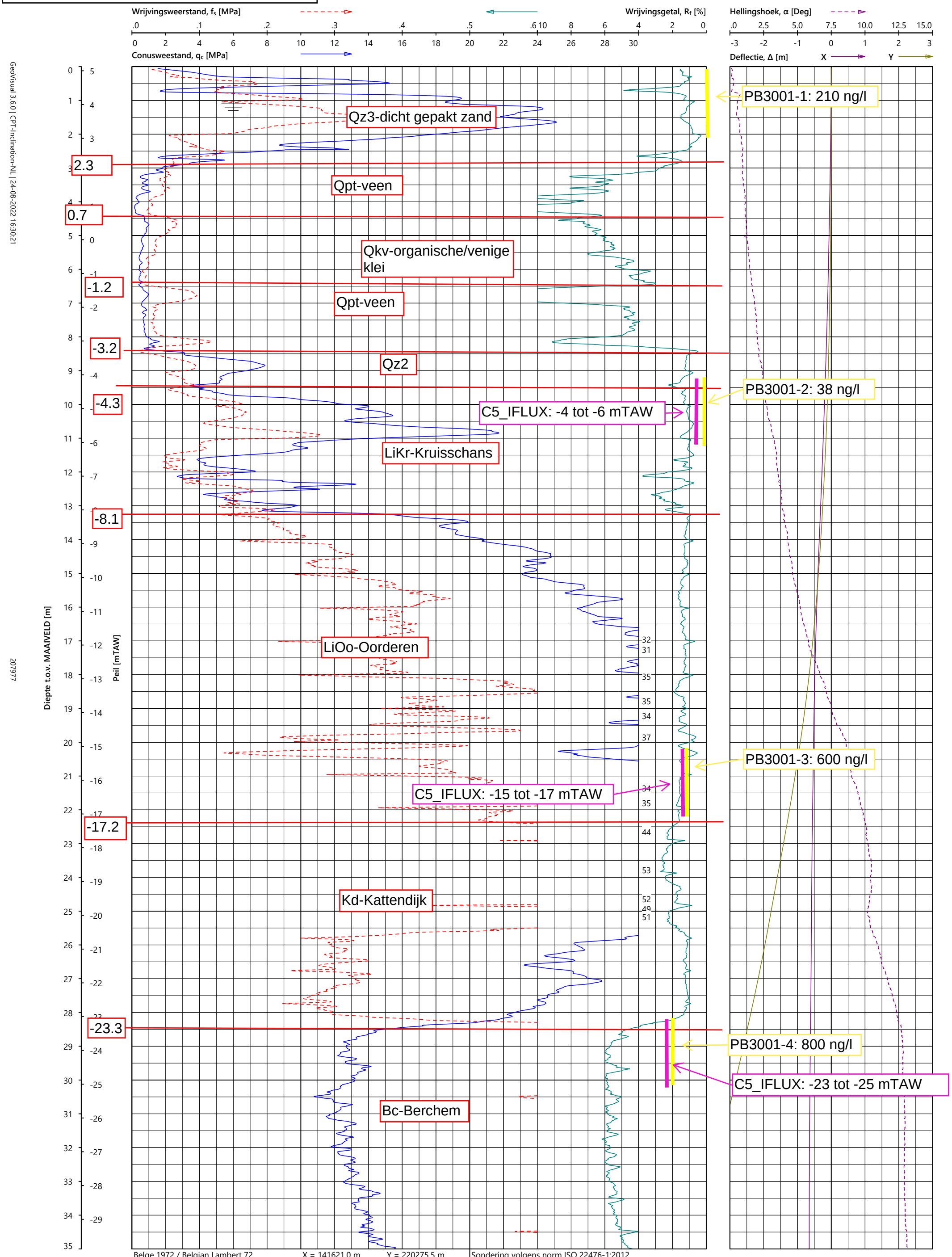
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

CAM017

Opdr. 207977

Sond. CPT-SG-002

Nabij C5_flux en PB3001



GeoVisual 3.6.0 | CPT-Inclination-NL | 24-08-2022 16:30:21

207977

Belge 1972 / Belgian Lambert 72	X = 141621.0 m	Y = 220275.5 m
Datum ref: Peil mTAW	MV = +5.1 m	
Opg.: XMA	d.d. 19-aug-2022	
Get.: ABA	d.d. 20-apr-2022	
Grondwaterstand [m-MV] : 1	Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] :	

Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3487
A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Sondeerapparaat : Track-Truck

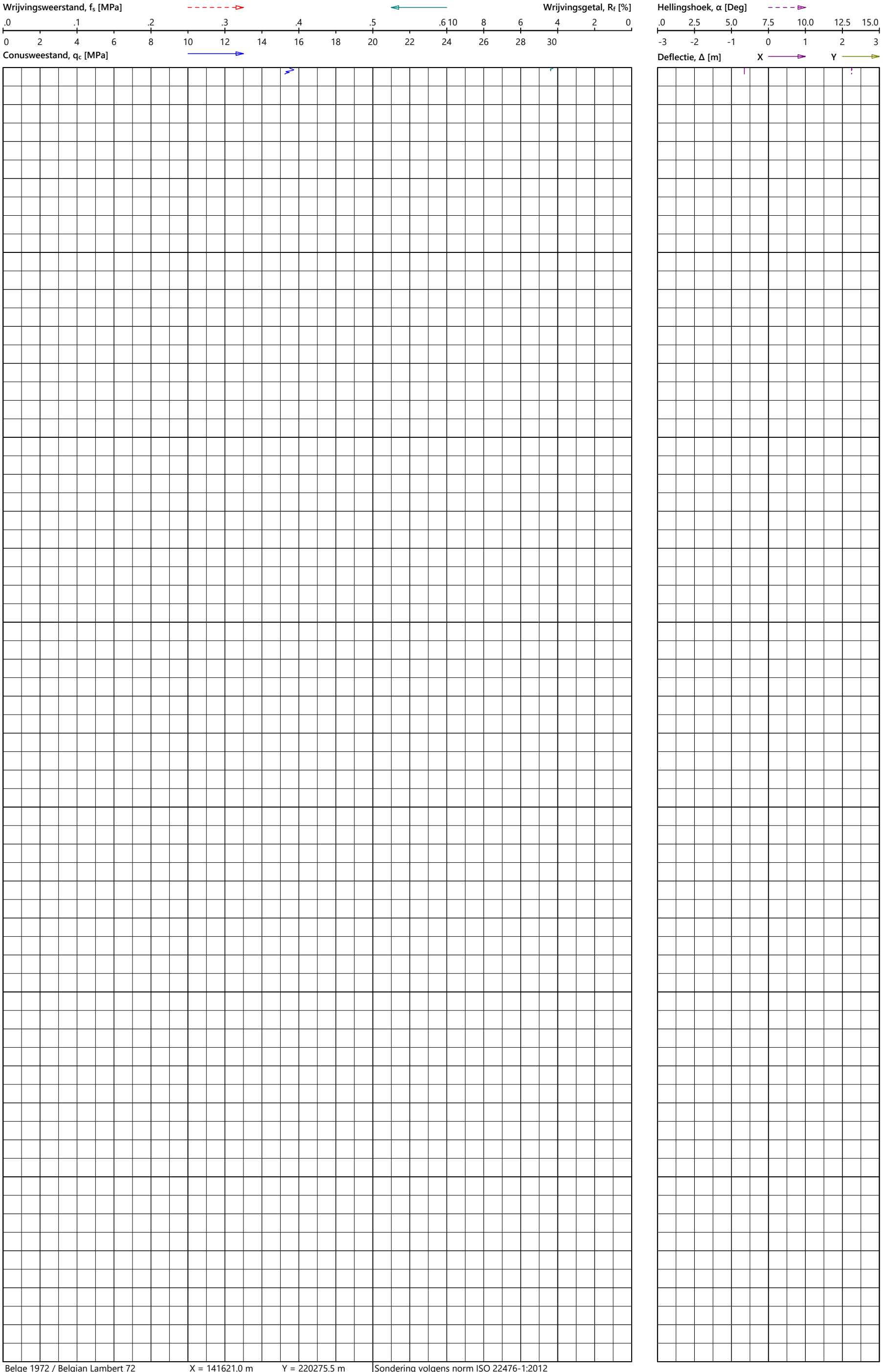
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

Opdr. 207977

CAM017

Sond. CPT-SG-004

CPT-SG-004 - 1



Belge 1972 / Belgian Lambert 72	X = 141621.0 m Y = 220275.5 m	Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Datum ref: Peil mTAW	MV = +5.1 m	Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Opg.: XMA	d.d. 19-aug-2022	Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3487
Get.: ABA	d.d. 20-apr-2022	A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Grondwaterstand [m-MV] : 1	Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] :	Sondeerapparaat : Track-Truck

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

CAM017

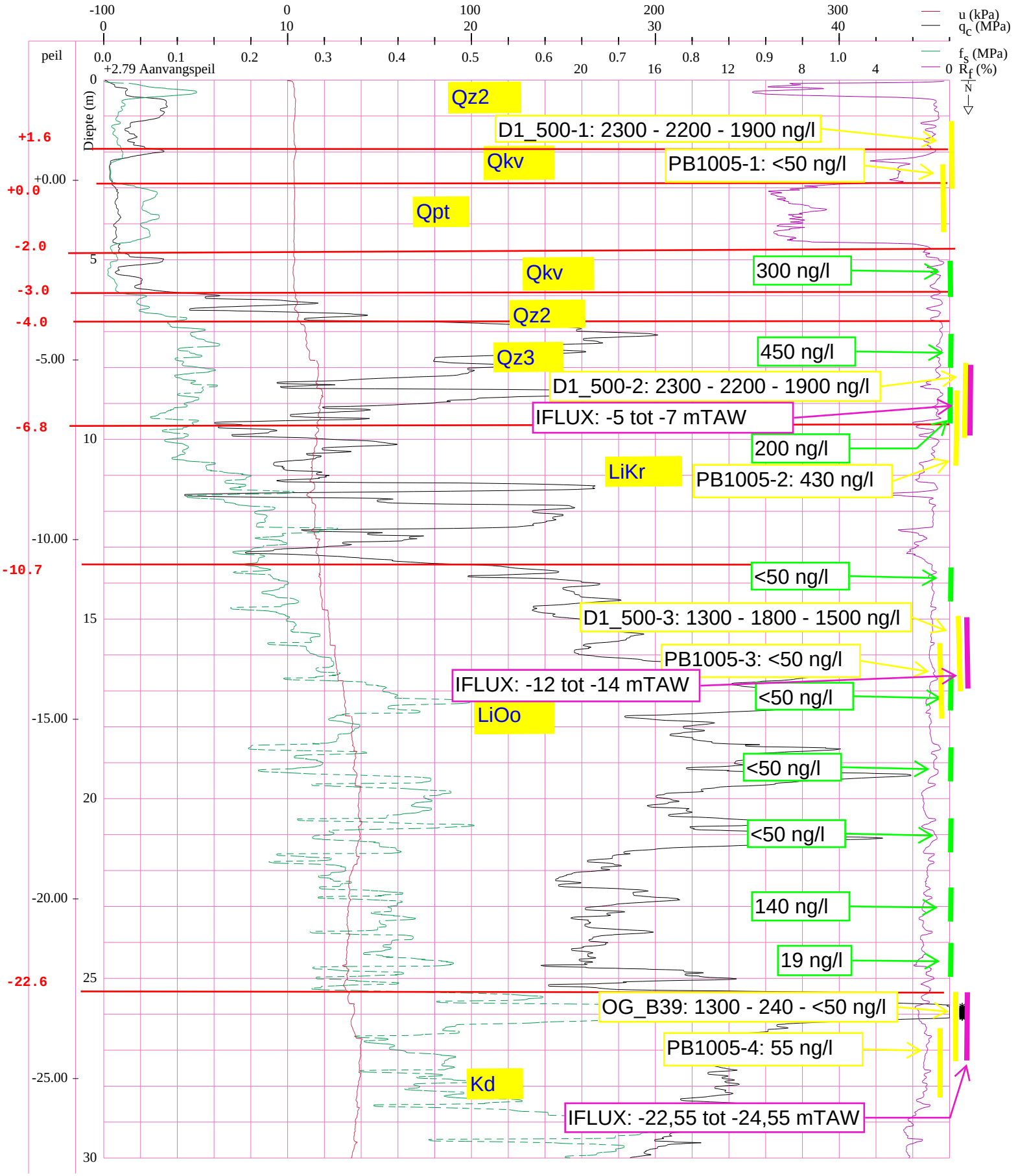
Opdr. 207977

Sond. CPT-SG-004

Sondering

Nabij C6

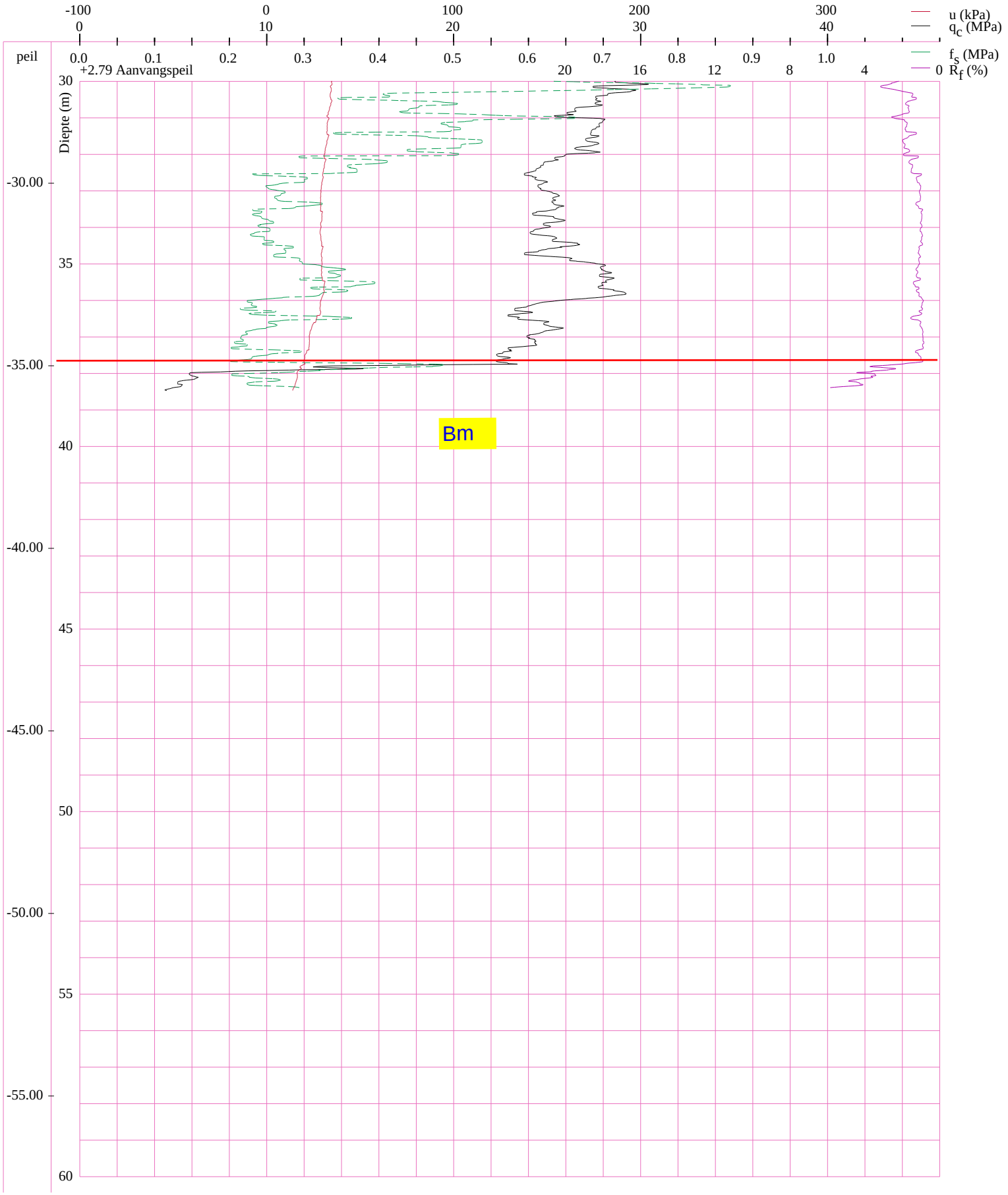
Proefnummer:	2020-14720_CD-S05	Aanvangsdatum:	28/10/2020	Norm:	EN-ISO 22476-1
X(Lambert):	141024.80	Sondeerapparaat:	200 kN	Toepassingsklasse:	-
Y(Lambert):	221297.00	Conus:	U	Uitvoeringsmethode:	continu elektrisch
Z (mTAW):	+2.79	Diepte (m):	0.01 tot 38.89		
Gemeente:	Beveren	Geen opmeting waterpeil.			
Uitvoerder:	GEOSONDA				



De gegevens worden enkel meegedeeld ter informatie. Het Vlaams Gewest kan niet aansprakelijk worden gesteld voor de gevolgen van welk gebruik dan ook.

Sondering

Proefnummer:	2020-14720_CD-S05	Aanvangsdatum:	28/10/2020	Norm:	EN-ISO 22476-1
X(Lambert):	141024.80	Sondeerapparaat:	200 kN	Toepassingsklasse:	-
Y(Lambert):	221297.00	Conus:	U	Uitvoeringsmethode:	continu elektrisch
Z (mTAW):	+2.79	Diepte (m):	0.01 tot 38.89		
Gemeente:	Beveren	Geen opmeting waterpeil.			
Uitvoerder:	GEOSONDA				



De gegevens worden enkel meegedeeld ter informatie. Het Vlaams Gewest kan niet aansprakelijk worden gesteld voor de gevolgen van welk gebruik dan ook.

Sondering

Algemene gegevens

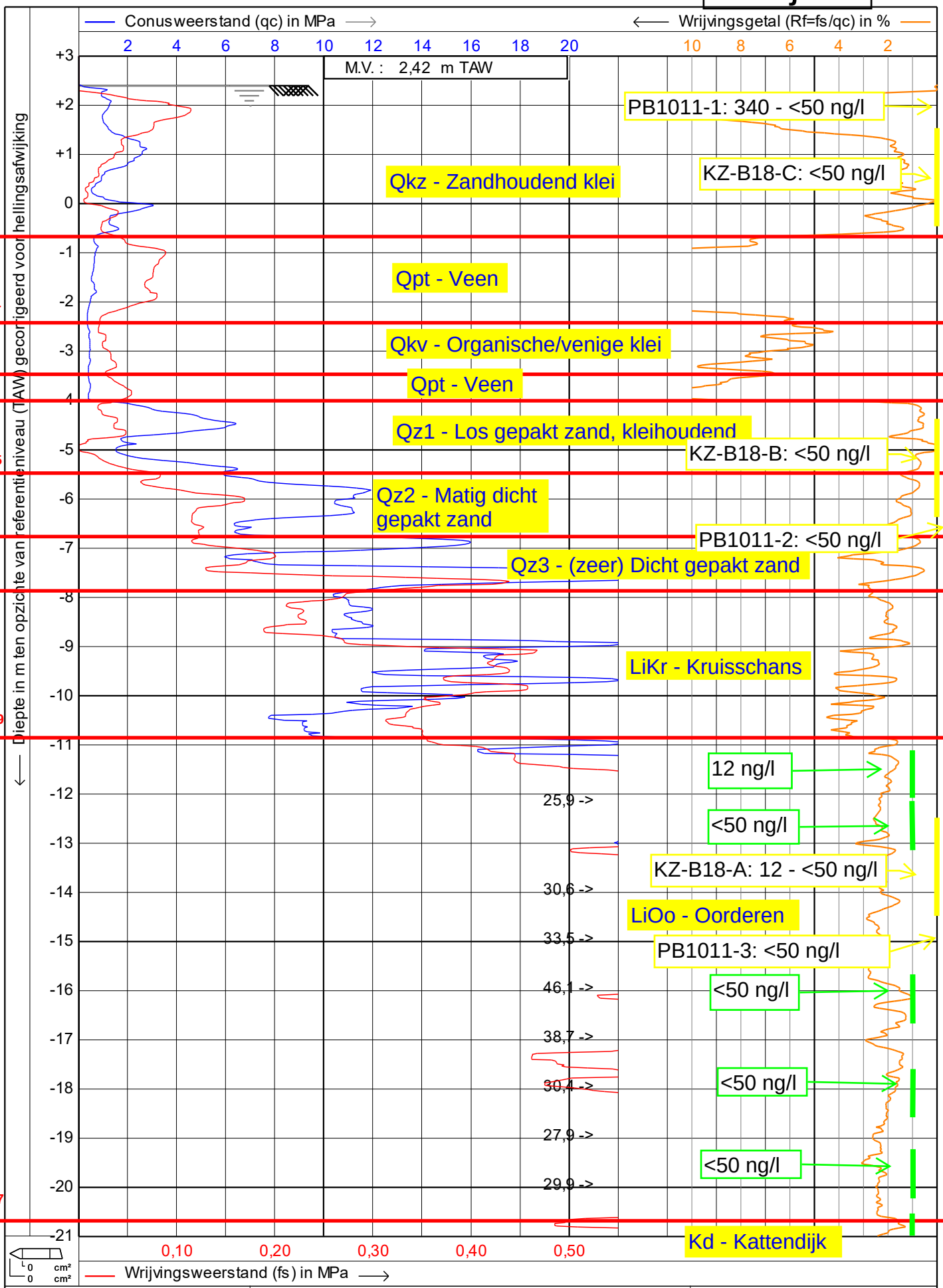
Opdrachtnummer:	ECA_grondonderzoek_algemeen
Proefnummer:	**2020-14720_CD-S05**
Datum uitvoering:	28/10/2020
Norm:	EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse:	-
Plaats:	BEVEREN
Lambertcoordinaten:	X=141024.8 - Y=221297.0
XY afkomstig van:	GEOSONDA
XY bepaald volgens:	XY_GPS - RTK FLEPOS (nk 2-3cm)
Aanvangspeil (mTAW):	2.79
Aanvangspeil afkomstig van:	GEOSONDA
Aanvangspeil bepaald volgens:	Z_GPS - RTK FLEPOS
Huidig maaiveld (DHMVII) (mTAW):	2.90
Uitvoeringsmethode:	continu elektrisch
Apparaat Type:	200 kN
Conus Type:	U
Filter locatie:	u2
Conus serienummer:	S10CFIIP.S19945
Conus calibratiedatum:	
Meetlichaam:	CFIP
Operator:	
Grondsoort aan de conus:	
Diepte* water:	Geen opmeting waterpeil
Datum opmeting waterpeil:	
Diepte* put:	
Sondeergat dichtgevallen op*:	
Diepte* plaatsen kleefvanger:	
Aantal buizen:	0
Opgemeten lengte:	
Uitgevoerd door:	GEOSONDA

(* : diepte werd niet gecorrigeerd met helling van de sondeerstang)

De gegevens worden enkel meegedeeld ter informatie. Het Vlaams Gewest kan niet aansprakelijk worden gesteld voor de gevolgen van welk gebruik dan ook.

/!\ nabij (maar theoretisch niet t.h.v.) een (opgevulde) geul

Nabij C7



GEOSONDA

Geosonda - info@geosonda.be - 0032-(0)2-479.32.41

Project : **ECA Tweede Getijdendok**

Locatie : **BEVEREN**

Positie : **0, 0 RD**

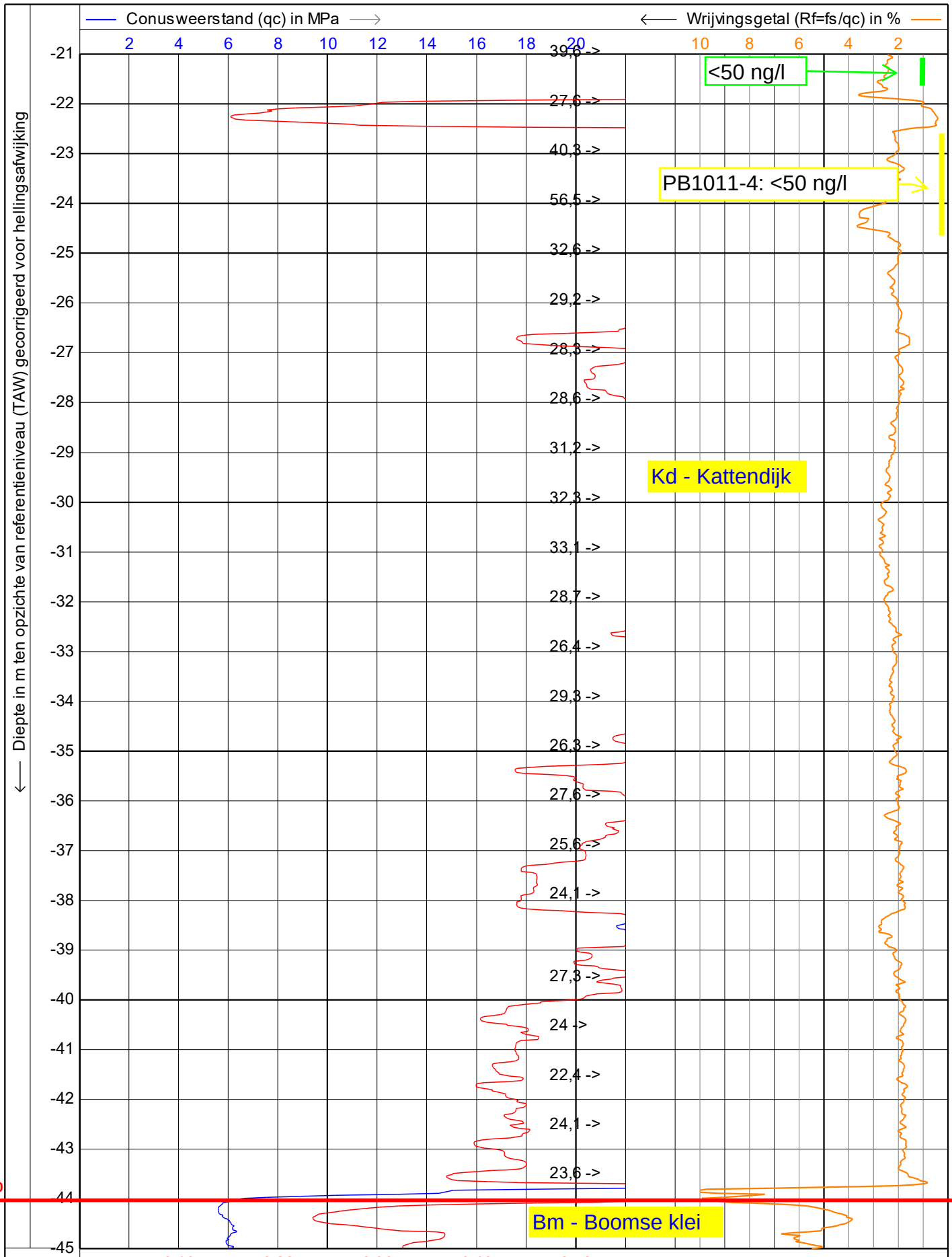
Datum : **8/09/2020**

Conusnr. : **I-CFXY-15/150669**

Projectnr. : **2020-14720**

Sondeernr.: **KZ-S18** 1/3

1.48



GEOSONDA

Geosonda - info@geosonda.be - 0032-(0)2-479.32.41

Project : **ECA Tweede Getijdendok**

Locatie : **BEVEREN**

Positie : **0, 0 RD**

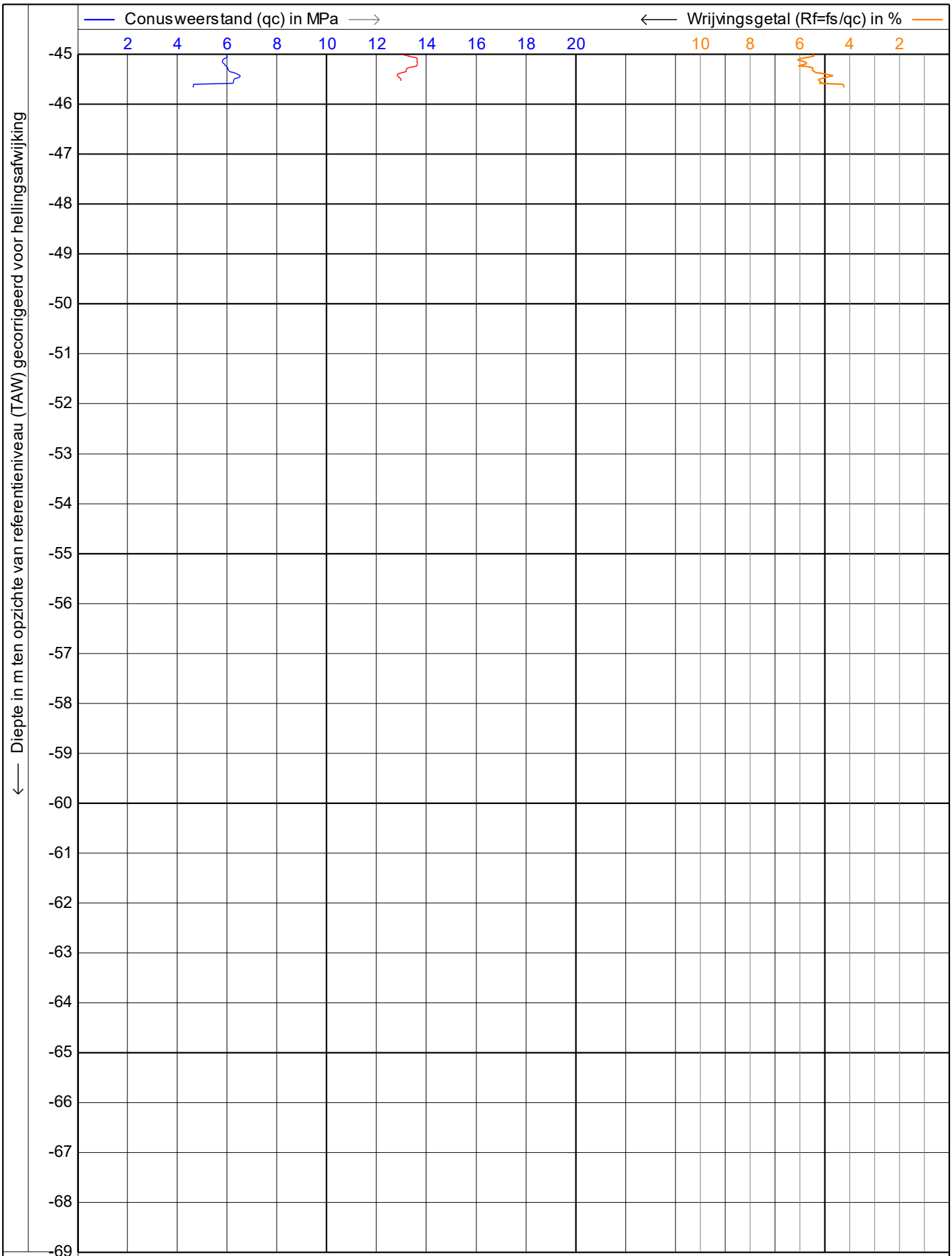
Datum : **8/09/2020**

Conusnr. : **I-CFXY-15/150669**

Projectnr. : **2020-14720**

Sondeernr.: **KZ-S18** 2/3

1.48



GEOSONDA

Geosonda - info@geosonda.be - 0032-(0)2-479.32.41

Project : **ECA Tweede Getijdendok**

Locatie : **BEVEREN**

Positie : **0, 0 RD**

Datum	: **8/09/2020**
Conusnr.	: **I-CFXY-15/150669**
Projectnr.	: **2020-14720**
Sondeernr.:	**KZ-S18** **3/3**

1.48

Bijlage 3: Kaarten



Legende

- CPT
- Multilevel Sampling
- Locatie IFlux

Locaties Multilevel sampling, Iflux en gebruikte CPT's

Projectnummer: P.016898	Datum: 12/06/2024	Opdrachtgever: Port of Antwerp	Formaat: A3
Projectnaam: Tweede Getijdendok			Schaal 1:9.000

0 135 270 540 m

N

TRACTEBEL ENGIE



Legende

Bijkomende onderzoeksverrichtingen

- Peilbuis

Veldwerk deel OBO

- peilbuis OBO

Veldwerk_deel BBO

- Peilbuis BBO
- Multilevel Sampling

Locaties Multilevel sampling/IFLUX en peilbuizen in de omgeving

Projectnummer: P.016898	Datum: 01/06/2024	Opdrachtgever: Port of Antwerp	Formaat: A3
Projectnaam: Tweede Getijdendok			Schaal 1:9.000

0 135 270 540 m

N

TRACTEBEL ENGIE



Legende

Bijkomende onderzoeksverrichtingen

- Peilbuis

Veldwerk deel OBO

- peilbuis OBO

Veldwerk_deel BBO

- Bestaande Peilbuis
- Peilbuis BBO
- Multilevel Sampling
- Locatie IFlux

Overzicht locaties IFLUX

Projectnummer: P.016898	Datum: 12/06/2024	Opdrachtgever: Port of Antwerp	Formaat: A3
Projectnaam: Tweede Getijdendok			Schaal 1:9.000

0 135 270 540 m

N

TRACTEBEL ENGIE

ABO Vlaanderen
Dhr. Sophian Ketels
Derbystraat 55
GENT
Belgium

Analysecertificaat

Datum: 23-09-2024

Hierbij ontvangt u de resultaten van het navolgende laboratoriumonderzoek.

Certificaatnummer/Versie	AR-421-2024-028297-01
Uw project/verslagnummer	38390
Uw projectnaam	ECA/CCL Blikken
Opdrachtnummer	421-2024-028297
Projectafspraak	ABO - B10854 Havenbedrijf Antwerpen
Ontvangst monster(s) op	18-09-2024
Uw Monsternemer	Simon Coppen
Startdatum analyse	18-09-2024
Datum einde analyse	23-09-2024
Validatiedatum	23-09-2024
Bijlage(n)	A

Accreditatie/Erkenning:
VL: VLAREL Erkenning

Nadere informatie over de toegepaste onderzoeksmethoden alsmede een classificatie van de meetonzekerheid staan vermeld in de laatst geldende versie van ons overzicht "Specificaties analysemethoden".

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd. De analyseresultaten hebben alleen betrekking op het door u aangeleverde monster.

Wij vertrouwen erop uw opdracht hiermee naar verwachting te hebben uitgevoerd. Mocht u naar aanleiding van dit analysecertificaat nog vragen hebben, verzoeken wij u contact op te nemen met de afdeling Customer Support.



Met vriendelijke groet,

Eurofins Analytico (Barneveld)

Ing. A. Veldhuizen
Technical Manager

	Analyse	Eenheid	1	2	3	4
	PerFluorKoolwaterstoffen(PFC)					
	WAC/IV/A/025					
VL	PFBA (Perfluor-n-butaanzuur)	ng/L	34	53	49	94
VL	PFPeA (Perfluor-n-pentaanzuur)	ng/L	< 10	11	< 10	32
VL	PFHxA (Perfluor-n-hexaanzuur)	ng/L	< 10	13	11	50
VL	PFHpA (Perfluor-n-heptaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFOA lineair (Perfluor-n-octaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	15	31
VL	PFOA totaal	ng/L	< 10	11	16	36
VL	PFNA (Perfluor-n-nonaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFDA (Perfluor-n-decaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFUnDA (Perfluor-n-undecaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFDoDA (Perfluor-n-dodecaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFTeDA (Perfluor-n-tetradecaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFHxDA (Perfluor-n-hexadecaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFBS (Perfluor-n-butaansulfonzuur)	ng/L	< 10	10	< 10	23
VL	PFPeS (Perfluor-n-pentaansulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFHxS lineair (Perfluor-n-hexaansulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	17
VL	PFHxS totaal	ng/L	< 10	< 10	< 10	19
VL	PFHpS (Perfluor-n-heptaansulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFOS lineair	ng/L	13	< 10	< 10	< 10
VL	PFOS totaal	ng/L	17	< 10	< 10	11
VL	PFNS (Perfluor-n-nonaansulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFDS (Perfluor-n-decaansulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFOSA lineair (Perfluor-n-octaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFOSA totaal	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	MePFOSA lineair (N-methylperfluor-n-octaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	MePFOSA totaal (N-methylperfluoroctaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	EtPFOSA lineair (N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	EtPFOSA totaal (N-ethylperfluoroctaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10

No.	Uw Monsteromschrijving	Monstermatrix	Uw bemonsterings - datum	Ons Monsternr.
1	C1-1	Grondwater Vlaanderen	17-09-2024	421-2024-00077973
2	C1-2	Grondwater Vlaanderen	17-09-2024	421-2024-00077974
3	C1-3	Grondwater Vlaanderen	17-09-2024	421-2024-00077975
4	C1-4	Grondwater Vlaanderen	17-09-2024	421-2024-00077976

VLAREL

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

	Analyse	Eenheid	1	2	3	4
	PerFluorKoolwaterstoffen(PFC)					
	WAC/IV/A/025					
VL	MePFOSAA (N-methylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	EtPFOSAA (N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	4:2 FTS (4:2 Fluortelomeersulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	6:2 FTS (6:2 Fluortelomeersulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	8:2 FTS (8:2 Fluortelomeersulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	8:2 diPAP (8:2 Fluortelomeerfosfaat diester)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	HFPO-DA/GenX (perfluor-2-propoxypropaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	DONA (4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFECHS (Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFBSA (Perfluor-n-butaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	MePFBSA (N-methylperfluor-n-butaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	MePFBSAA (N-methylperfluor-n-butaansulfonylamide azijnzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	11
VL	PFHxSA (Perfluor-n-hexaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFTrDA (Perfluor-n-tridecaanzuur)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	PFODA (Perfluor-n-octadecaanzuur)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	PFDoDS (Perfluor-n-dodecaansulfonzuur)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	PFUnDS (Perfluor-n-undecaansulfonzuur)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	PFTrDS (Perfluor-n-tridecaansulfonzuur)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	6:2 diPAP (6:2 fluortelomeerfosfaat diester)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	6:2/8:2 diPAP (6:2/8:2 Fluortelomeerfosfaat diester)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	10:2 FTS (10:2 Fluortelomeersulfonzuur)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]

VLAREL

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

Analyse	Eenheid	1	2	3	4
PerFluorKoolwaterstoffen(PFC)					
WAC/IV/A/025					
Som van gemeten kwantitatieve PFAS	ng/L	51	99	76	280
Som van EFSA PFAS	ng/L	17	11	16	65
Som van gemeten indicatieve PFAS	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50
Som 20 EU DWRL	ng/L	51	99	76	260
Som van gemeten PFAS	ng/L	51	99	76	280

No.	Uw Monsteromschrijving	Monstermatrix	Uw bemonsterings - datum	Ons Monsternr.
1	C1-1	Grondwater Vlaanderen	17-09-2024	421-2024-00077973
2	C1-2	Grondwater Vlaanderen	17-09-2024	421-2024-00077974
3	C1-3	Grondwater Vlaanderen	17-09-2024	421-2024-00077975
4	C1-4	Grondwater Vlaanderen	17-09-2024	421-2024-00077976

VLAREL

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

	Analyse	Eenheid	5	6	7	8
	PerFluorKoolwaterstoffen(PFC)					
	WAC/IV/A/025					
VL	PFBA (Perfluor-n-butaanzuur)	ng/L	33	28 [2)]	33	32
VL	PFPeA (Perfluor-n-pentaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	18	< 10
VL	PFHxA (Perfluor-n-hexaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFHpA (Perfluor-n-heptaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFOA lineair (Perfluor-n-octaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	14	< 10
VL	PFOA totaal	ng/L	11	< 10	15	< 10
VL	PFNA (Perfluor-n-nonaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFDA (Perfluor-n-decaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFUnDA (Perfluor-n-undecaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFDoDA (Perfluor-n-dodecaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFTeDA (Perfluor-n-tetradecaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFHxDA (Perfluor-n-hexadecaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFBS (Perfluor-n-butaansulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFPeS (Perfluor-n-pentaansulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFHxS lineair (Perfluor-n-hexaansulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFHxS totaal	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFHpS (Perfluor-n-heptaansulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFOS lineair	ng/L	< 10	14	27	< 10
VL	PFOS totaal	ng/L	< 10	19	40	< 10
VL	PFNS (Perfluor-n-nonaansulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFDS (Perfluor-n-decaansulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFOSA lineair (Perfluor-n-octaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFOSA totaal	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	MePFOSA lineair (N-methylperfluor-n-octaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	MePFOSA totaal (N-methylperfluoroctaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	EtPFOSA lineair (N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	EtPFOSA totaal (N-ethylperfluoroctaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10

No.	Uw Monsteromschrijving	Monstermatrix	Uw bemonsterings - datum	Ons Monsternr.
5	C2-1	Grondwater Vlaanderen	17-09-2024	421-2024-00077977
6	C2-2	Grondwater Vlaanderen	17-09-2024	421-2024-00077978
7	C2-3	Grondwater Vlaanderen	17-09-2024	421-2024-00077979
8	C2-4	Grondwater Vlaanderen	17-09-2024	421-2024-00077980

VLAREL

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

	Analyse	Eenheid	5	6	7	8
	PerFluorKoolwaterstoffen(PFC)					
	WAC/IV/A/025					
VL	MePFOSAA (N-methylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	EtPFOSAA (N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	4:2 FTS (4:2 Fluortelomeersulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	6:2 FTS (6:2 Fluortelomeersulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	8:2 FTS (8:2 Fluortelomeersulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	8:2 diPAP (8:2 Fluortelomeerfosfaat diester)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	HFPO-DA/GenX (perfluor-2-propoxypropaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	DONA (4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFECHS (Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFBSA (Perfluor-n-butaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	MePFBSA (N-methylperfluor-n-butaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	MePFBSAA (N-methylperfluor-n-butaansulfonylamide azijnzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFHxSA (Perfluor-n-hexaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFTrDA (Perfluor-n-tridecaanzuur)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	PFODA (Perfluor-n-octadecaanzuur)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	PFDoDS (Perfluor-n-dodecaansulfonzuur)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	PFUnDS (Perfluor-n-undecaansulfonzuur)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	PFTrDS (Perfluor-n-tridecaansulfonzuur)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	6:2 diPAP (6:2 fluortelomeerfosfaat diester)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	6:2/8:2 diPAP (6:2/8:2 Fluortelomeerfosfaat diester)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	10:2 FTS (10:2 Fluortelomeersulfonzuur)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]

VLAREL

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

Analyse	Eenheid	5	6	7	8
PerFluorKoolwaterstoffen(PFC)					
WAC/IV/A/025					
Som van gemeten kwantitatieve PFAS	ng/L	45	47	110	32
Som van EFSA PFAS	ng/L	11	19	55	< 10
Som van gemeten indicatieve PFAS	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50
Som 20 EU DWRL	ng/L	< 50	< 50	110	< 50
Som van gemeten PFAS	ng/L	< 50	< 50	110	< 50

No.	Uw Monsteromschrijving	Monstermatrix	Uw bemonsterings - datum	Ons Monsternr.
5	C2-1	Grondwater Vlaanderen	17-09-2024	421-2024-00077977
6	C2-2	Grondwater Vlaanderen	17-09-2024	421-2024-00077978
7	C2-3	Grondwater Vlaanderen	17-09-2024	421-2024-00077979
8	C2-4	Grondwater Vlaanderen	17-09-2024	421-2024-00077980

VLAREL

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

	Analyse	Eenheid	9	10	11	12
	PerFluorKoolwaterstoffen(PFC)					
	WAC/IV/A/025					
VL	PFBA (Perfluor-n-butaanzuur)	ng/L	65 [2)]	230	68	230
VL	PFPeA (Perfluor-n-pentaanzuur)	ng/L	15 [2)]	98	25	78
VL	PFHxA (Perfluor-n-hexaanzuur)	ng/L	18	140	34	140
VL	PFHpA (Perfluor-n-heptaanzuur)	ng/L	< 10	46	11	50
VL	PFOA lineair (Perfluor-n-octaanzuur)	ng/L	45	330	78	< 10
VL	PFOA totaal	ng/L	50	370	88	19
VL	PFNA (Perfluor-n-nonaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFDA (Perfluor-n-decaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFUnDA (Perfluor-n-undecaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFDoDA (Perfluor-n-dodecaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFTeDA (Perfluor-n-tetradecaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFHxDA (Perfluor-n-hexadecaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFBS (Perfluor-n-butaansulfonzuur)	ng/L	29	49	18	100
VL	PFPeS (Perfluor-n-pentaansulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	19
VL	PFHxS lineair (Perfluor-n-hexaansulfonzuur)	ng/L	14	98	19	< 10
VL	PFHxS totaal	ng/L	17	110	22	< 10
VL	PFHpS (Perfluor-n-heptaansulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFOS lineair	ng/L	14	< 10	< 10	< 10
VL	PFOS totaal	ng/L	54	< 10	10	< 10
VL	PFNS (Perfluor-n-nonaansulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFDS (Perfluor-n-decaansulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFOSA lineair (Perfluor-n-octaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFOSA totaal	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	MePFOSA lineair (N-methylperfluor-n-octaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10 [2)]
VL	MePFOSA totaal (N-methylperfluoroctaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10 [2)]
VL	EtPFOSA lineair (N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10 [2)]
VL	EtPFOSA totaal (N-ethylperfluoroctaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10 [2)]

No.	Uw Monsteromschrijving	Monstermatrix	Uw bemonsterings - datum	Ons Monsternr.
9	C3-1	Grondwater Vlaanderen	18-09-2024	421-2024-00077981
10	C3-2	Grondwater Vlaanderen	18-09-2024	421-2024-00077982
11	C3-3	Grondwater Vlaanderen	18-09-2024	421-2024-00077983
12	C3-4	Grondwater Vlaanderen	18-09-2024	421-2024-00077984

VLAREL

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

	Analyse	Eenheid	9	10	11	12
	PerFluorKoolwaterstoffen(PFC)					
	WAC/IV/A/025					
VL	MePFOSAA (N-methylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	EtPFOSAA (N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	4:2 FTS (4:2 Fluortelomeersulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	6:2 FTS (6:2 Fluortelomeersulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	8:2 FTS (8:2 Fluortelomeersulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	8:2 diPAP (8:2 Fluortelomeerfosfaat diester)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	HFPO-DA/GenX (perfluor-2-propoxypropaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	DONA (4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFECHS (Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFBSA (Perfluor-n-butaansulfonamide)	ng/L	11	17	< 10	39
VL	MePFBSA (N-methylperfluor-n-butaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	MePFBSAA (N-methylperfluor-n-butaansulfonylamide azijnzuur)	ng/L	10	15	< 10	32
VL	PFHxSA (Perfluor-n-hexaansulfonamide)	ng/L	< 10	< 10	< 10	< 10
VL	PFTrDA (Perfluor-n-tridecaanzuur)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	PFODA (Perfluor-n-octadecaanzuur)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	PFDoDS (Perfluor-n-dodecaansulfonzuur)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	PFUnDS (Perfluor-n-undecaansulfonzuur)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	PFTrDS (Perfluor-n-tridecaansulfonzuur)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	6:2 diPAP (6:2 fluortelomeerfosfaat diester)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	6:2/8:2 diPAP (6:2/8:2 Fluortelomeerfosfaat diester)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]
VL	10:2 FTS (10:2 Fluortelomeersulfonzuur)	ng/L	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]	< 50 [1)]

VLAREL

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

Analyse	Eenheid	9	10	11	12
PerFluorKoolwaterstoffen(PFC)					
WAC/IV/A/025					
Som van gemeten kwantitatieve PFAS	ng/L	270	1100	280	710
Som van EFSA PFAS	ng/L	120	490	120	19
Som van gemeten indicatieve PFAS	ng/L	< 50	< 50	< 50	< 50
Som 20 EU DWRL	ng/L	250	1000	280	640
Som van gemeten PFAS	ng/L	270	1100	280	710

No.	Uw Monsteromschrijving	Monstermatrix	Uw bemonsterings - datum	Ons Monsternr.
9	C3-1	Grondwater Vlaanderen	18-09-2024	421-2024-00077981
10	C3-2	Grondwater Vlaanderen	18-09-2024	421-2024-00077982
11	C3-3	Grondwater Vlaanderen	18-09-2024	421-2024-00077983
12	C3-4	Grondwater Vlaanderen	18-09-2024	421-2024-00077984

Vrijgegeven door: JFC9

VLAREL

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

Opmerkingen:

1) Component indicatief aangetoond.
2) Indicatieve waarden i.v.m. adsorptie van de Interne Standaard

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

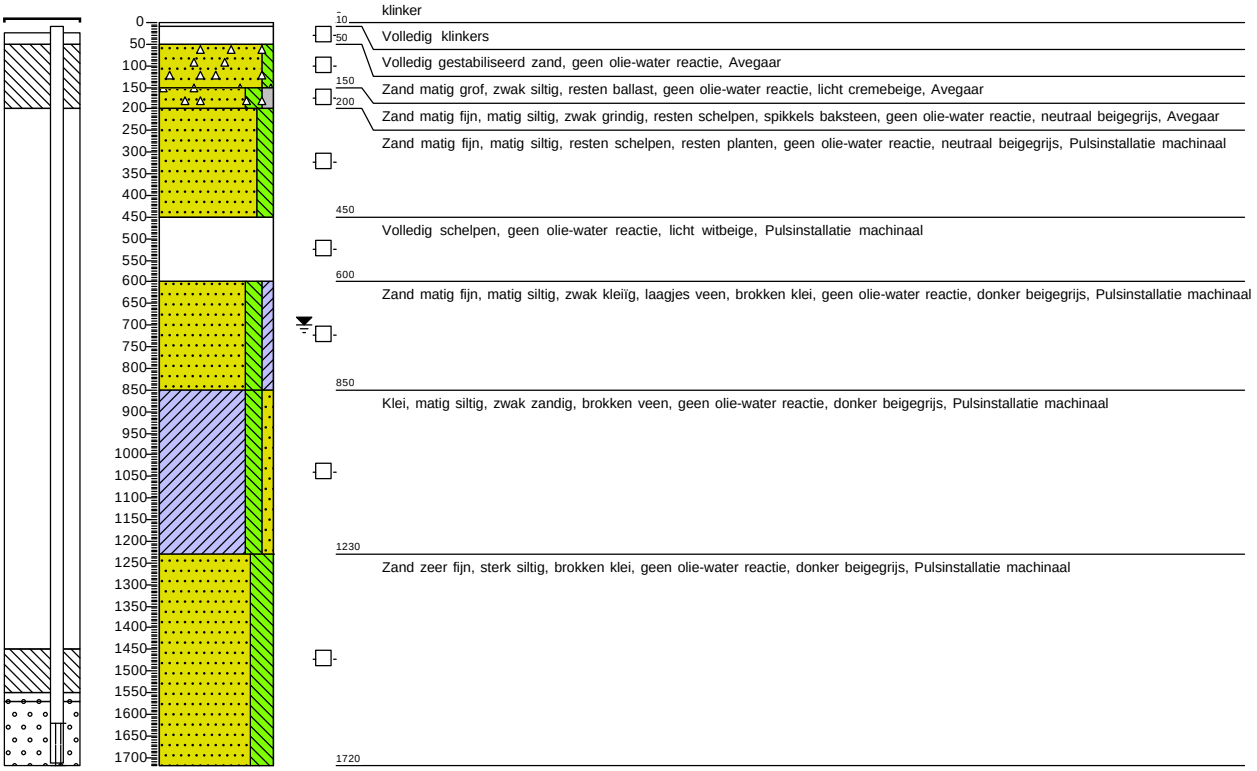
Appendix (A): met deelmonsterinformatie behorende bij analysecertificaat AR-421-2024-028297-01

Barcode	Boornr	Van	Tot	Uw bemonsterings - datum	Deelmonsteromschrijving
Ons Monsternr. 421-2024-00077973	**Uw Monsteromschrijving**	C1-1			
0880049535	C1-1			17-09-2024	1
0880049550	C1-1			17-09-2024	2
Ons Monsternr. 421-2024-00077974	**Uw Monsteromschrijving**	C1-2			
0880049507	C1-2			17-09-2024	2
0880049553	C1-2			17-09-2024	1
Ons Monsternr. 421-2024-00077975	**Uw Monsteromschrijving**	C1-3			
0880049551	C1-3			17-09-2024	1
0880049560	C1-3			17-09-2024	2
Ons Monsternr. 421-2024-00077976	**Uw Monsteromschrijving**	C1-4			
0880049563	C1-4			17-09-2024	2
0880049568	C1-4			17-09-2024	1
Ons Monsternr. 421-2024-00077977	**Uw Monsteromschrijving**	C2-1			
0880049516	C2-1			17-09-2024	1
0880049562	C2-1			17-09-2024	2
Ons Monsternr. 421-2024-00077978	**Uw Monsteromschrijving**	C2-2			
0880049565	C2-2			17-09-2024	2
0880049566	C2-2			17-09-2024	1
Ons Monsternr. 421-2024-00077979	**Uw Monsteromschrijving**	C2-3			
0880049534	C2-3			17-09-2024	2
0880049552	C2-3			17-09-2024	1
Ons Monsternr. 421-2024-00077980	**Uw Monsteromschrijving**	C2-4			
0880049557	C2-4			17-09-2024	2
0880049564	C2-4			17-09-2024	1
Ons Monsternr. 421-2024-00077981	**Uw Monsteromschrijving**	C3-1			
0880049544	C3-1			18-09-2024	2
0880049567	C3-1			18-09-2024	1
Ons Monsternr. 421-2024-00077982	**Uw Monsteromschrijving**	C3-2			
0880049525	C3-2			18-09-2024	1
0880049561	C3-2			18-09-2024	2
Ons Monsternr. 421-2024-00077983	**Uw Monsteromschrijving**	C3-3			
0880049543	C3-3			18-09-2024	2
0880049556	C3-3			18-09-2024	1

Barcode	Boornr	Van	Tot	Uw bemonsterings - datum	Deelmonsteromschrijving
Ons Monsternr. 421-2024-00077984	**Uw Monsteromschrijving**	C3-4			
0880049524	C3-4			18-09-2024	2
0880049533	C3-4			18-09-2024	1

Boring: C1-1

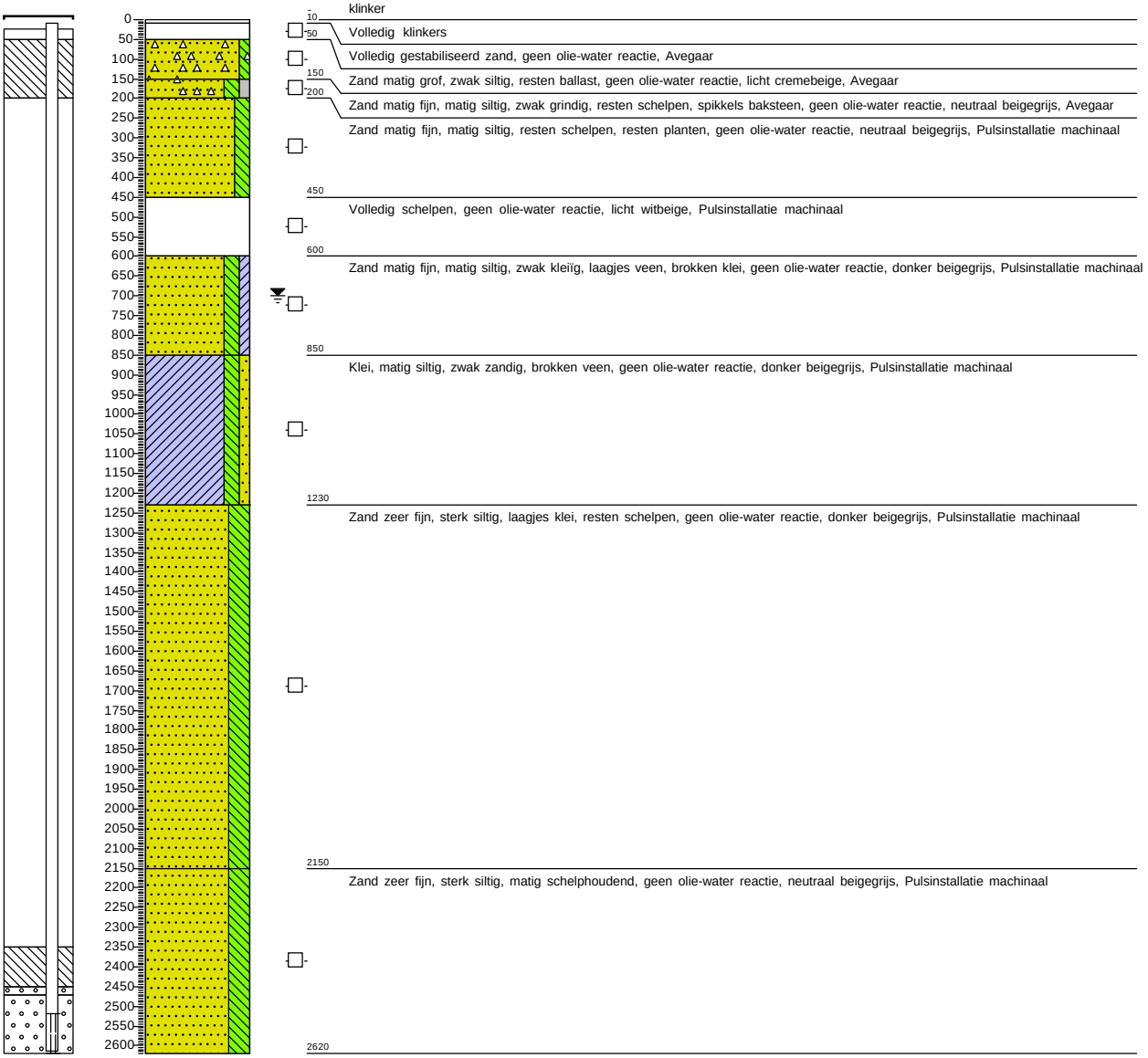
GWS: 700
Datum: 29-7-2024



Projectnaam: **Doorlatendheid onderzoek Blikken Beveren**
Projectcode: **24.0412**
Opdrachtgever: **ABO NV**

Boring: C1-2

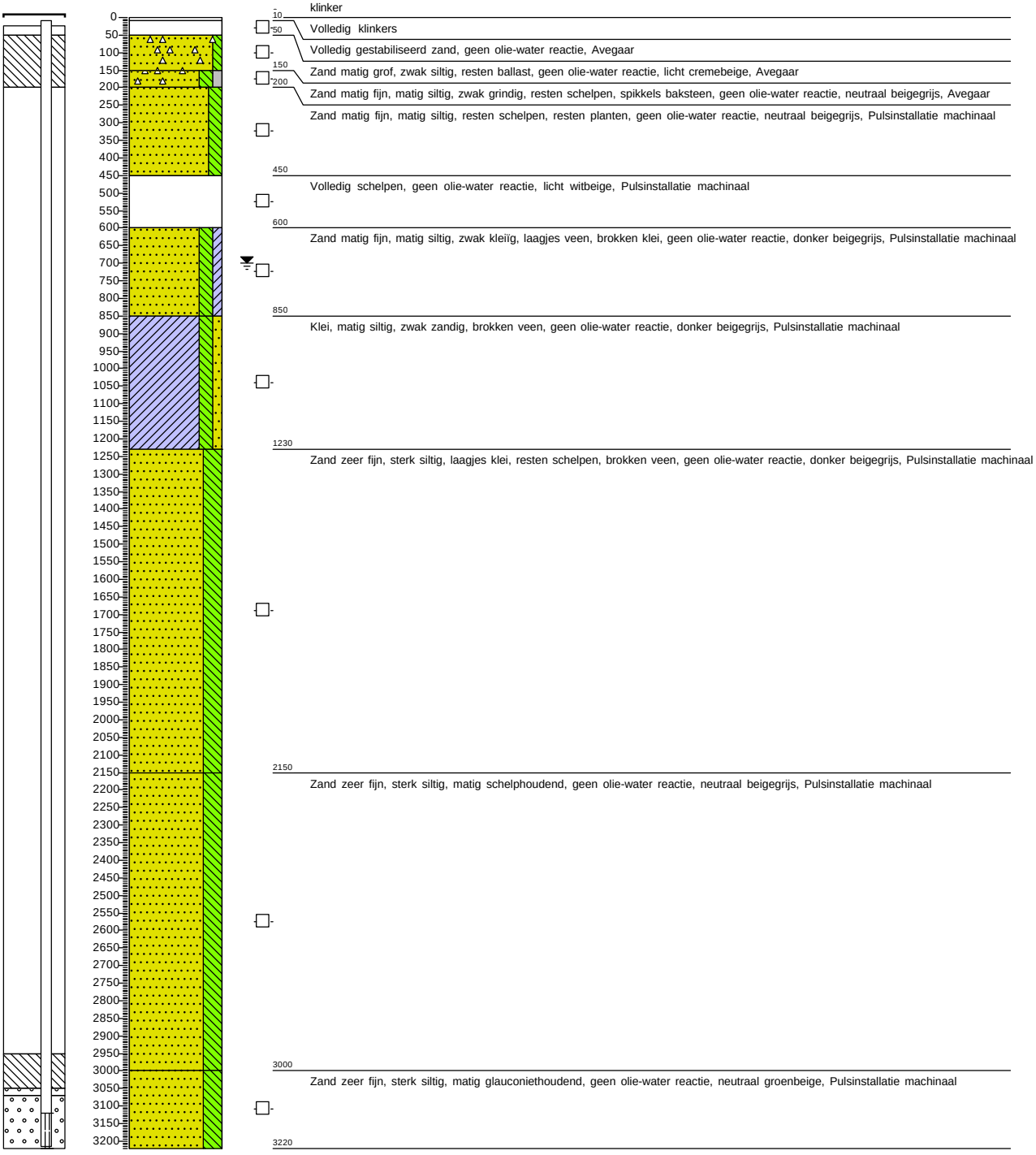
GWS: 700
Datum: 31-7-2024



Projectnaam: **Doorlatendheid onderzoek Blikken Beveren**
Projectcode: **24.0412**
Opdrachtgever: **ABO NV**

Boring: C1-3

GWS: 700
Datum: 5-8-2024

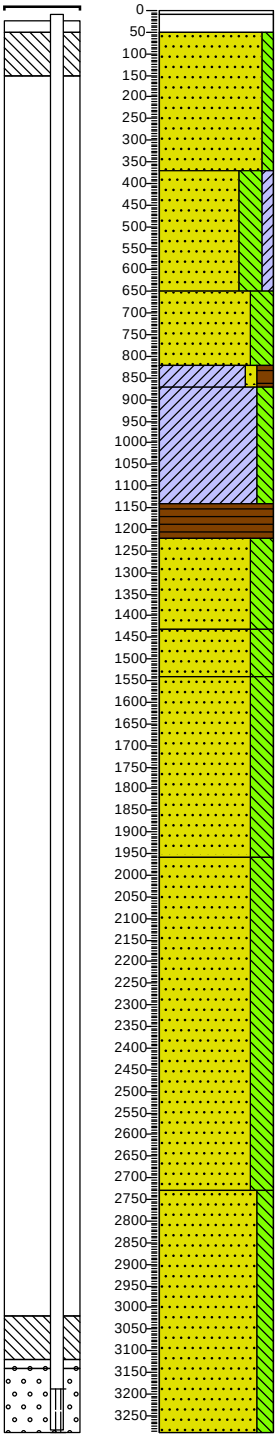


Projectnaam: **Doorlatendheid onderzoek Blikken Beveren**
Projectcode: **24.0412**
Opdrachtgever: **ABO NV**

Boring: C2-3

X: 141313,37
Y: 221013,69

GWS: 700
Datum: 6-8-2024



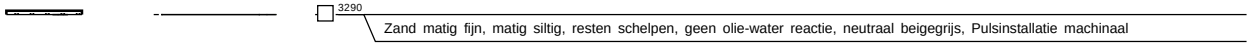
10	klinker
50	Volledig klinkers
	Sterk gestabiliseerd zandhoudend, sterk repachoudend, geen olie-water reactie, Avegaar
	Zand matig grof, zwak siltig, geen olie-water reactie, neutraal cremebeige, Avegaar
370	Zand zeer fijn, sterk siltig, zwak kleïg, resten schelpen, resten hout, brokken klei, geen olie-water reactie, donker beigegrijs, Pulsinstallatie machinaal
650	Zand zeer fijn, sterk siltig, sterk schelphoudend, geen olie-water reactie, donker grijsbeige, Pulsinstallatie machinaal
820	
870	Klei, zwak zandig, matig humeus, brokken veen, geen olie-water reactie, donker bruinbeige, Pulsinstallatie machinaal
	Klei, matig siltig, geen olie-water reactie, donker beigegrijs, Pulsinstallatie machinaal
1140	Veen, geen olie-water reactie, donkerbruin, Pulsinstallatie machinaal
1220	Zand zeer fijn, sterk siltig, geen olie-water reactie, neutraal beigecreme, Pulsinstallatie machinaal
1430	Zand zeer fijn, sterk siltig, matig glauconiethoudend, geen olie-water reactie, neutraal groencreme, Pulsinstallatie machinaal
1540	Zand matig fijn, sterk siltig, sterk schelphoudend, brokken klei, geen olie-water reactie, neutraal beigegrijs, Pulsinstallatie machinaal
1960	Zand zeer fijn, sterk siltig, veel schelpen, geen olie-water reactie, neutraal cremebeige, Pulsinstallatie machinaal
2730	Zand matig fijn, matig siltig, resten schelpen, geen olie-water reactie, neutraal beigegrijs, Pulsinstallatie machinaal
3289	

Projectnaam: **Doorlatendheid onderzoek Blikken Beveren**
Projectcode: **24.0412**
Opdrachtgever: **ABO NV**

Boring: C2-3

X: 141313,37
Y: 221013,69

GWS: 700
Datum: 6-8-2024



Projectnaam: **Doorlatendheid onderzoek Blikken Beveren**
Projectcode: **24.0412**
Opdrachtgever: **ABO NV**

Boring: C2-1

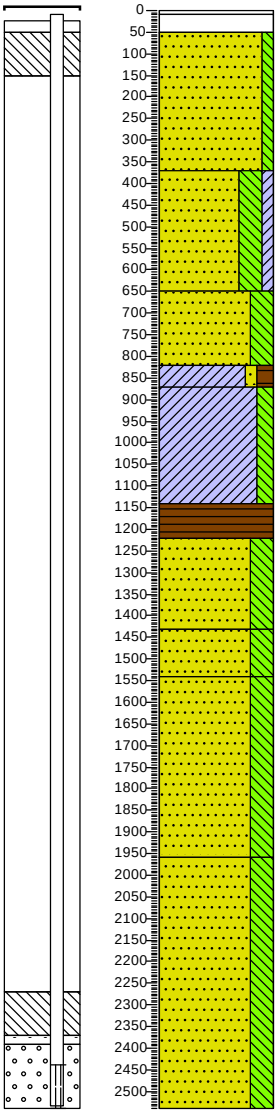
GWS: 700
Datum: 8-8-2024

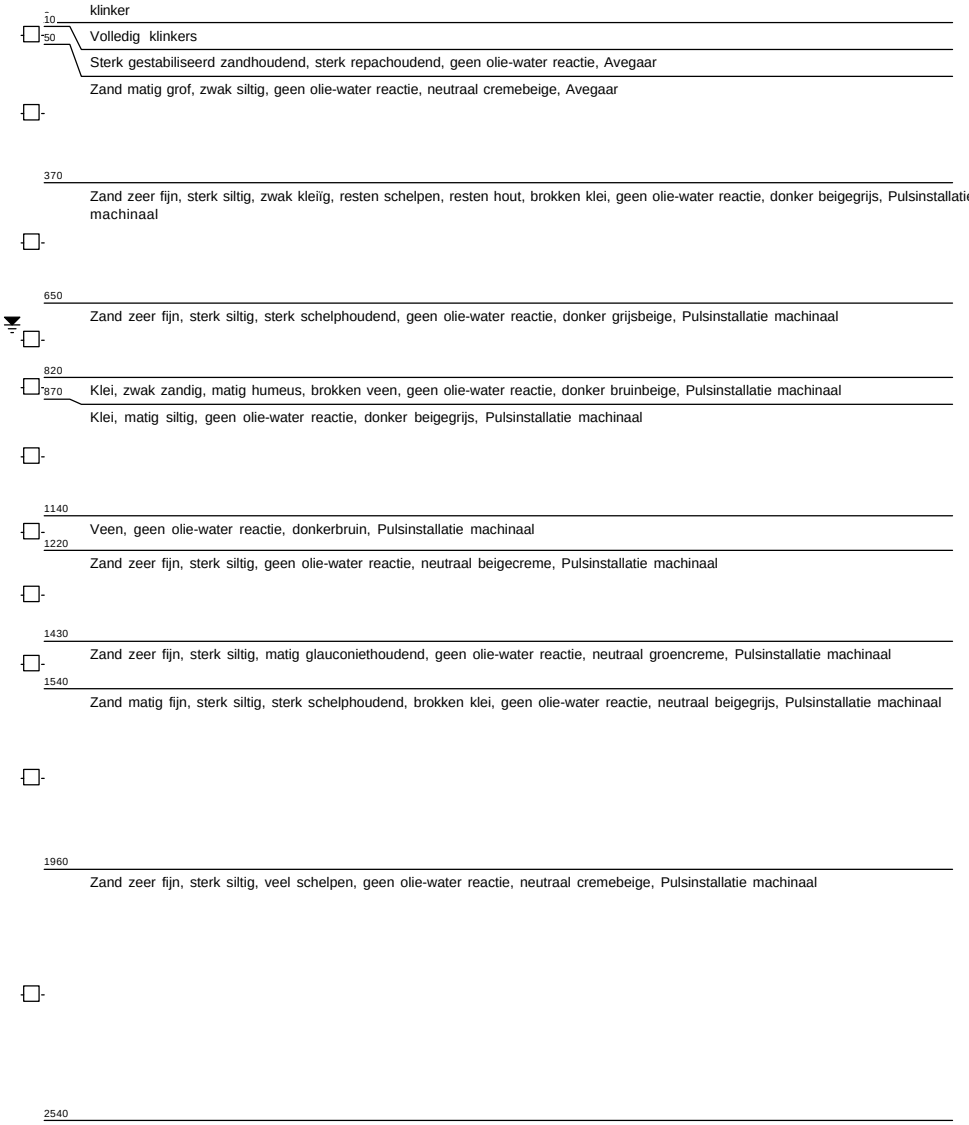


Projectnaam: **Doorlatendheid onderzoek Blikken Beveren**
Projectcode: **24.0412**
Opdrachtgever: **ABO NV**

Boring: C2-2

GWS: 700
Datum: 12-8-2024

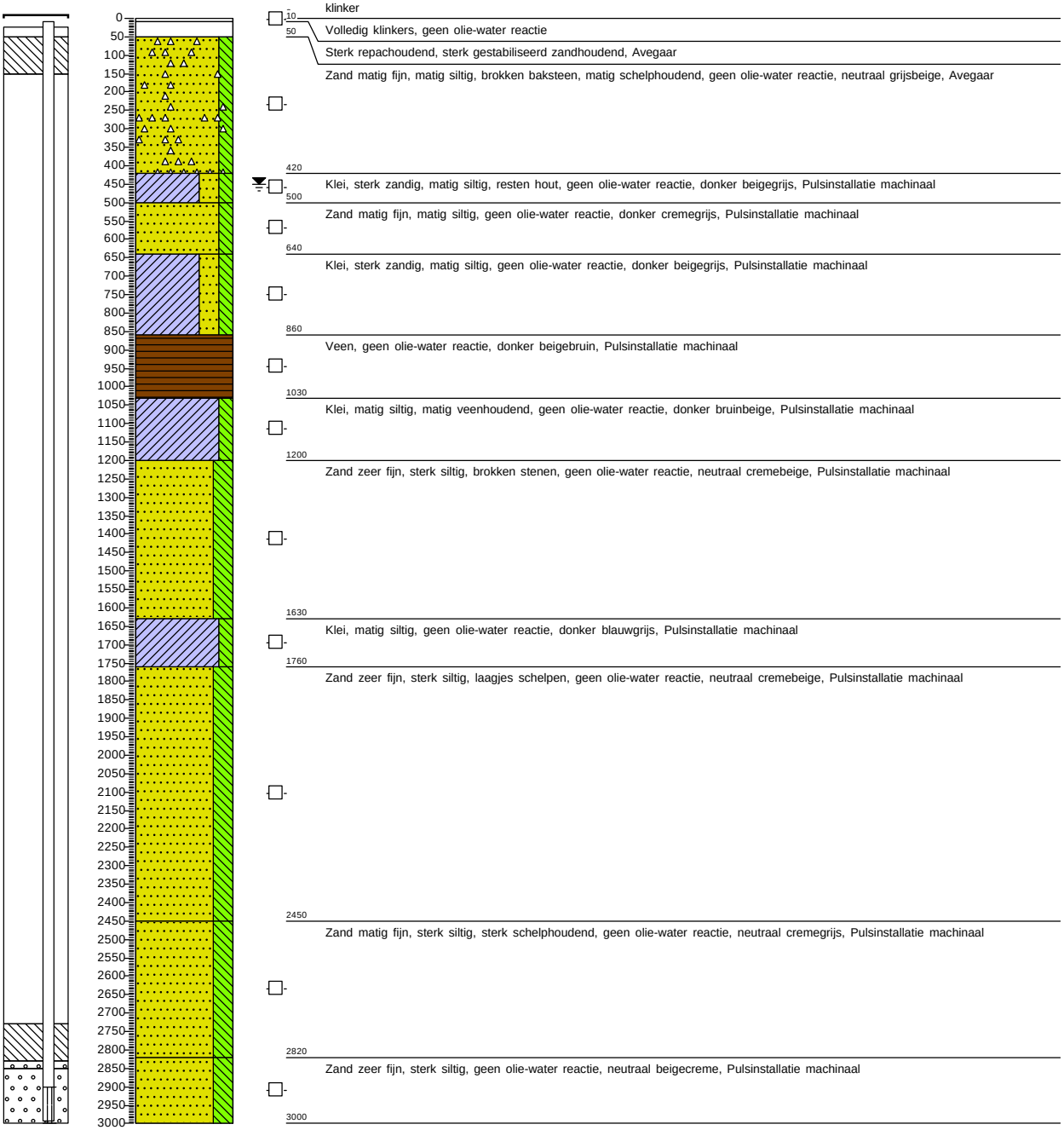




Projectnaam: **Doorlatendheid onderzoek Blikken Beveren**
Projectcode: **24.0412**
Opdrachtgever: **ABO NV**

Boring: C3-3

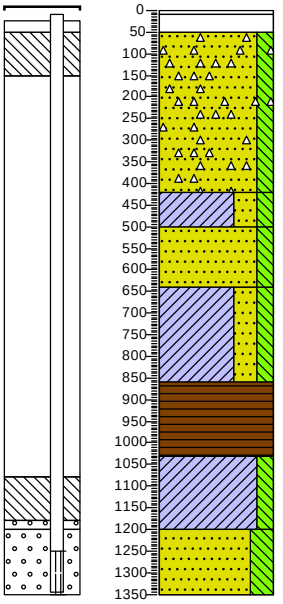
GWS: 450
Datum: 14-8-2024



Projectnaam: **Doorlatendheid onderzoek Blikken Beveren**
Projectcode: **24.0412**
Opdrachtgever: **ABO NV**

Boring: C3-1

GWS: 450
Datum: 16-8-2024



10 klinker

50 Volledig klinkers, geen olie-water reactie

Sterk repachoudend, sterk gestabiliseerd zandhoudend, Avegaar

Zand matig fijn, matig siltig, brokken baksteen, matig schelphoudend, geen olie-water reactie, neutraal grijsbeige, Avegaar

420

500 Klei, sterk zandig, matig siltig, resten hout, geen olie-water reactie, donker beigegrijs, Pulsinstallatie machinaal

Zand matig fijn, matig siltig, geen olie-water reactie, donker cremegrijs, Pulsinstallatie machinaal

640

Klei, sterk zandig, matig siltig, geen olie-water reactie, donker beigegrijs, Pulsinstallatie machinaal

860

Veen, geen olie-water reactie, donker beigebruin, Pulsinstallatie machinaal

1030

Klei, matig siltig, matig veenhoudend, geen olie-water reactie, donker bruinbeige, Pulsinstallatie machinaal

1200

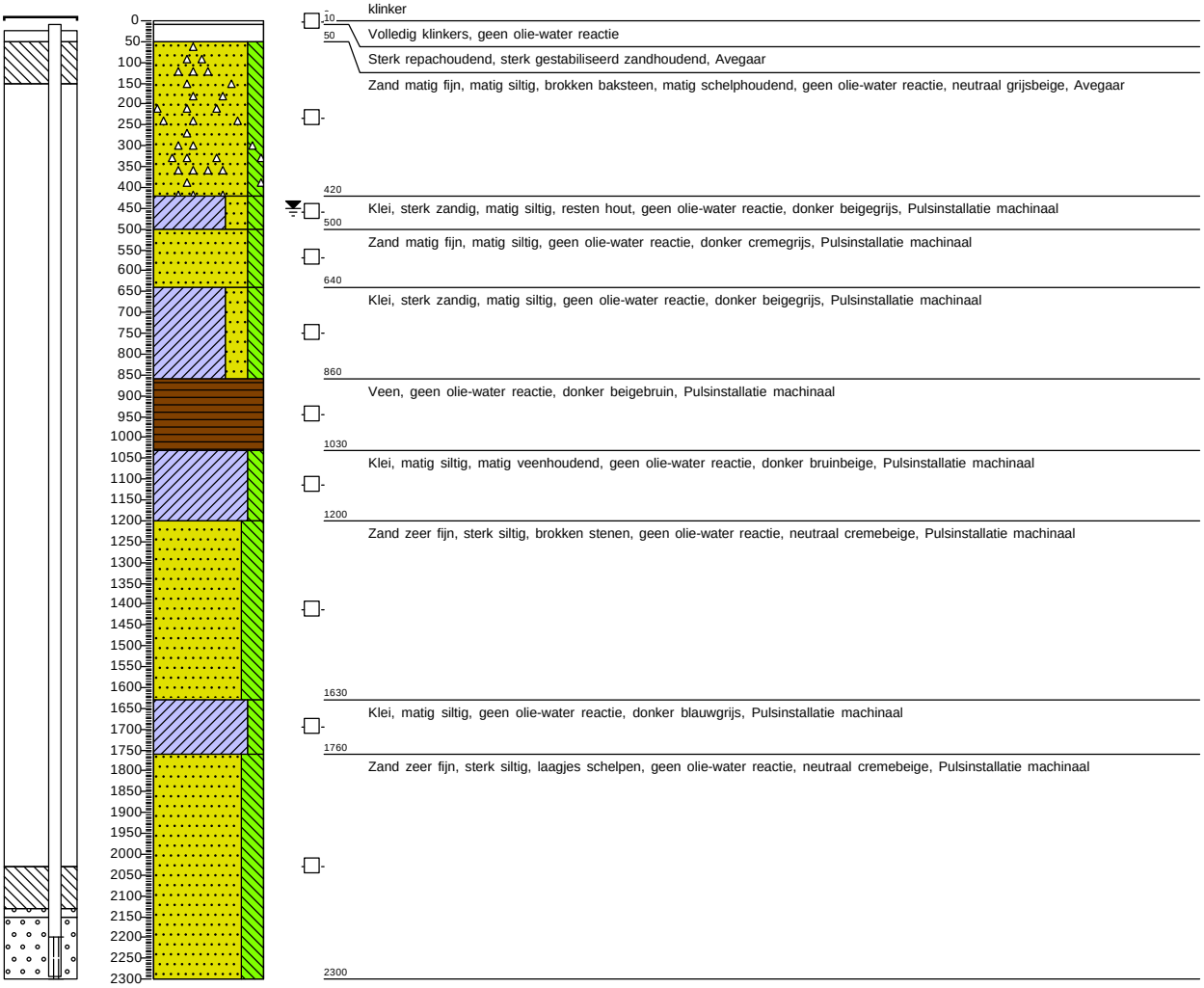
Zand zeer fijn, sterk siltig, brokken stenen, geen olie-water reactie, neutraal cremebeige, Pulsinstallatie machinaal

1350

Projectnaam: **Doorlatendheid onderzoek Blikken Beveren**
Projectcode: **24.0412**
Opdrachtgever: **ABO NV**

Boring: C3-2

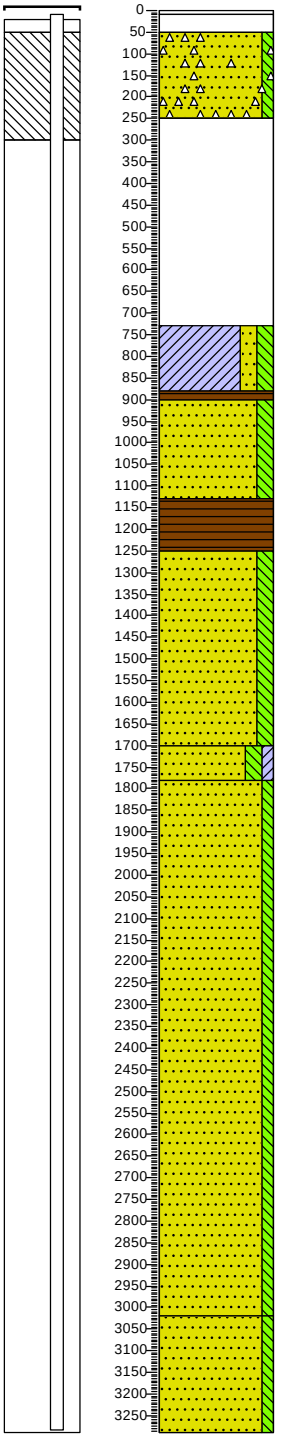
GWS: 450
Datum: 20-8-2024



Projectnaam: Doorlatendheid onderzoek Blikken Beveren
Projectcode: 24.0412
Opdrachtgever: ABO NV

Boring: C1-4

GWS: 700
Datum: 3-9-2024



klinker

10

Volledig klinkers

50

Volledig gestabiliseerd zand, geen olie-water reactie, Avegaar

Zand matig grof, zwak siltig, resten ballast, geen olie-water reactie, licht cremebeige, Voorgraven

250

Sterk schelphoudend, weinig zand, geen olie-water reactie, licht witbeige, Pulsinstallatie machinaal

730

Klei, matig zandig, matig siltig, matig schelphoudend, geen olie-water reactie, donker beigegrijs, Pulsinstallatie machinaal

880

900

Veen, geen olie-water reactie, donker beigebruin, Pulsinstallatie machinaal

Zand zeer fijn, matig siltig, matig schelphoudend, brokken klei, geen olie-water reactie, neutraal beigegrijs, Pulsinstallatie machinaal

1130

Veen, geen olie-water reactie, donker beigebruin, Pulsinstallatie machinaal

1250

Zand zeer fijn, matig siltig, geen olie-water reactie, neutraal beigegrijs, Pulsinstallatie machinaal

1700

Zand zeer fijn, matig siltig, zwak kleïig, geen olie-water reactie, donker beigegrijs, Pulsinstallatie machinaal

1780

Zand zeer fijn, zwak siltig, resten schelpen, geen olie-water reactie, neutraal grijsbeige, Pulsinstallatie machinaal

3020

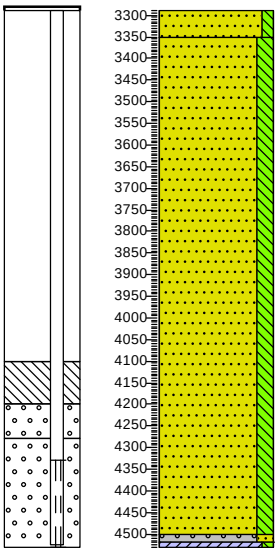
Zand zeer fijn, zwak siltig, matig glauconiethoudend, geen olie-water reactie, neutraal groengrijs, Pulsinstallatie machinaal

3289

Projectnaam: **Doorlatendheid onderzoek Blikken Beveren**
Projectcode: **24.0412**
Opdrachtgever: **ABO NV**

Boring: C1-4

GWS: 700
Datum: 3-9-2024



3289
3350
Zand zeer fijn, zwak siltig, matig glauconiethoudend, geen olie-water reactie, neutraal groengrijs, Pulsinstallatie machinaal

Zand matig fijn, matig siltig, matig zandsteenhoudend, sterk glauconiethoudend, geen olie-water reactie, donker grijsbeige, Pulsinstallatie machinaal

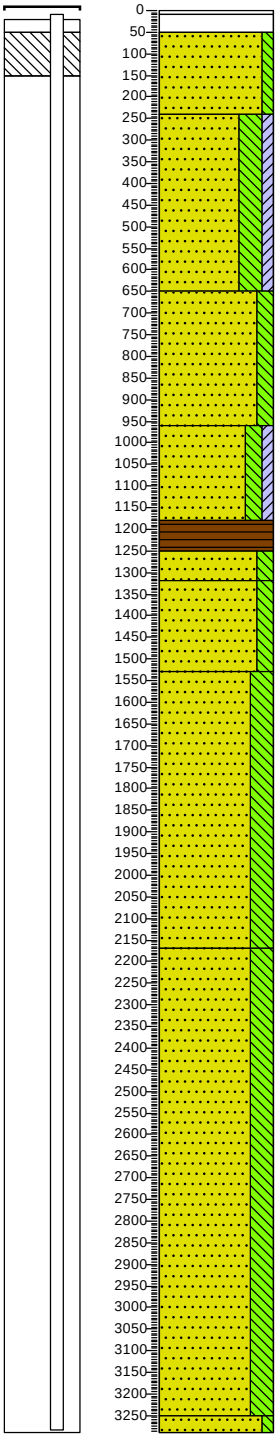
4500
4530
Grind, matig zandig, geen olie-water reactie, donker beigegrijs, Pulsinstallatie machinaal

Klei, zwak siltig, geen olie-water reactie, donker beigegrijs, Pulsinstallatie machinaal

Projectnaam: Doorlatendheid onderzoek Blikken Beveren
Projectcode: 24.0412
Opdrachtgever: ABO NV

Boring: C2-4

GWS: 700
Datum: 5-9-2024



10 klinker

50 Volledig klinkers

Sterk gestabiliseerd zandhoudend, sterk repachoudend, geen olie-water reactie, Avegaar

Zand matig grof, zwak siltig, geen olie-water reactie, neutraal cremebeige, Voorgraven

240

Zand zeer fijn, sterk siltig, zwak kleïg, resten schelpen, resten hout, brokken klei, geen olie-water reactie, donker beigegrijs, Pulsinstallatie machinaal

650

Zand matig fijn, matig siltig, sterk schelphoudend, geen olie-water reactie, donker grijsbeige, Pulsinstallatie machinaal

960

Zand zeer fijn, matig siltig, zwak kleïg, brokken klei, geen olie-water reactie, donker beigegrijs, Pulsinstallatie machinaal

1180

Veen, geen olie-water reactie, donker beigebruin, Pulsinstallatie machinaal

1250 Zand zeer fijn, matig siltig, matig glauconiethoudend, geen olie-water reactie, neutraal groencreme, Pulsinstallatie machinaal

1320 Zand zeer fijn, matig siltig, sterk schelphoudend, brokken klei, geen olie-water reactie, neutraal beigegrijs, Pulsinstallatie machinaal

1530

Zand zeer fijn, sterk siltig, veel schelpen, geen olie-water reactie, neutraal cremebeige, Pulsinstallatie machinaal

2170

Zand zeer fijn, sterk siltig, geen olie-water reactie, neutraal beigegrijs, Pulsinstallatie machinaal

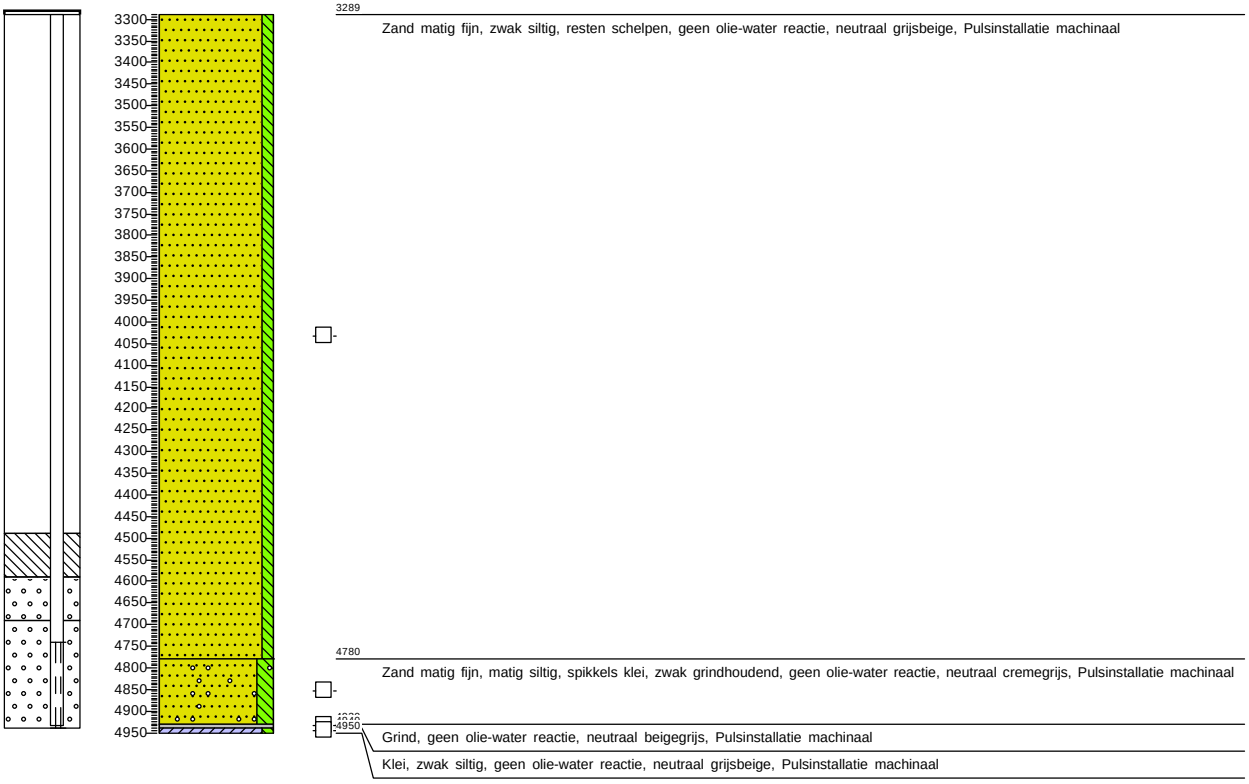
3250

3289 Zand matig fijn, zwak siltig, resten schelpen, geen olie-water reactie, neutraal grijsbeige, Pulsinstallatie machinaal

Projectnaam: **Doorlatendheid onderzoek Blikken Beveren**
Projectcode: **24.0412**
Opdrachtgever: **ABO NV**

Boring: C2-4

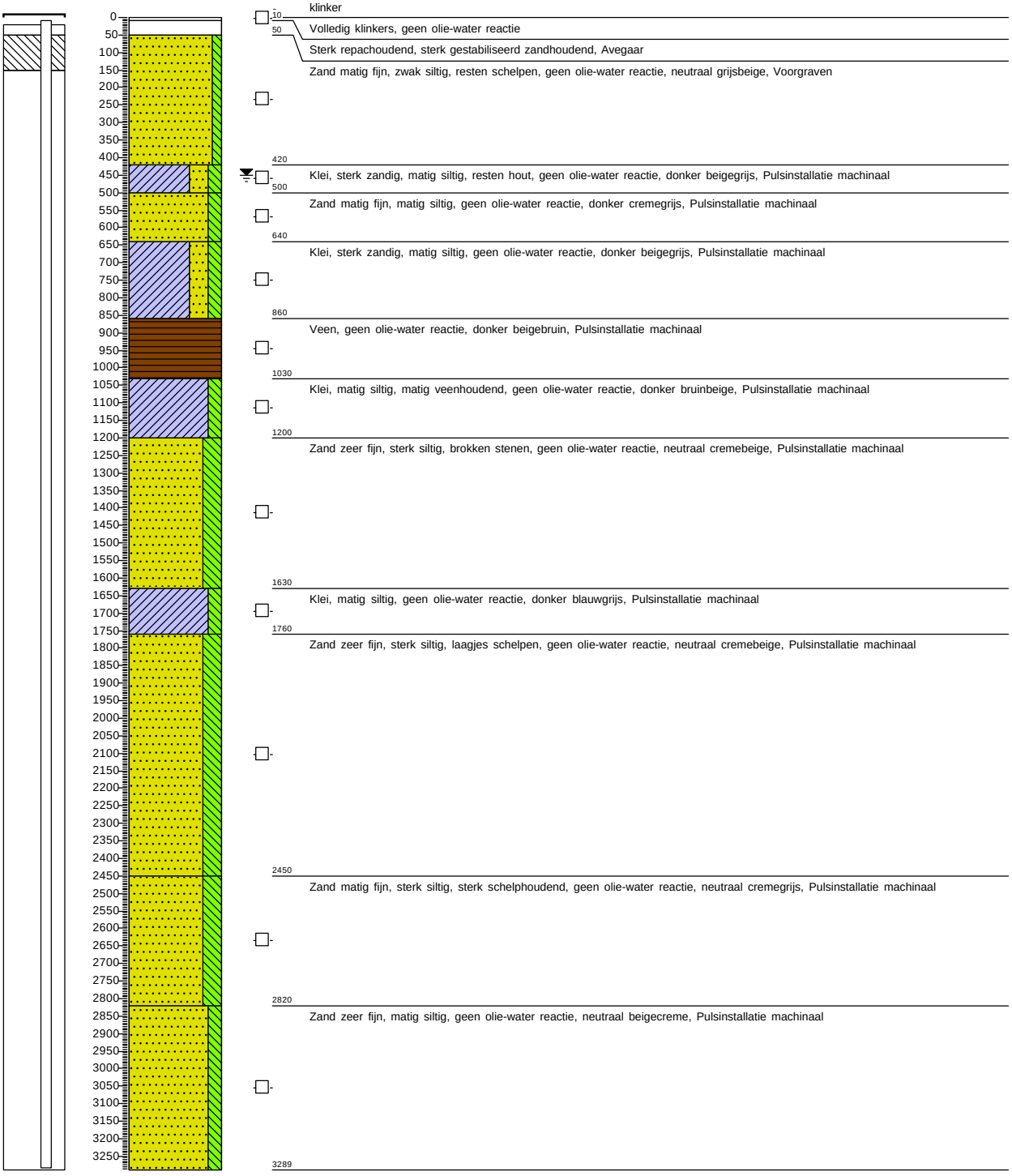
GWS: 700
Datum: 5-9-2024



Projectnaam: **Doorlatendheid onderzoek Blikken Beveren**
Projectcode: **24.0412**
Opdrachtgever: **ABO NV**

Boring: C3-4

GWS: 450
Datum: 10-9-2024



Projectnaam: **Doorlatendheid onderzoek Blikken Beveren**
Projectcode: **24.0412**
Opdrachtgever: **ABO NV**

Boring: C3-4

GWS: 450
Datum: 10-9-2024



Projectnaam: **Doorlatendheid onderzoek Blikken Beveren**
Projectcode: **24.0412**
Opdrachtgever: **ABO NV**

grind

- Grind, siltig
- Grind, zwak zandig
- Grind, matig zandig
- Grind, sterk zandig
- Grind, uiterst zandig

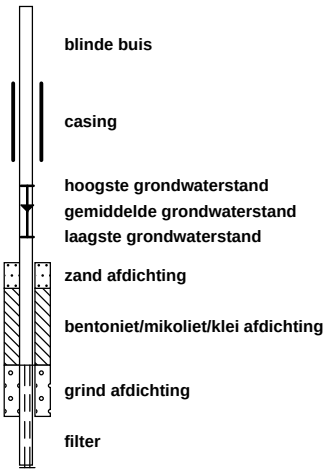
zand

- Zand, kleïig
- Zand, zwak siltig
- Zand, matig siltig
- Zand, sterk siltig
- Zand, uiterst siltig

veen

- Veen, mineraalarm
- Veen, zwak kleïig
- Veen, sterk kleïig
- Veen, zwak zandig
- Veen, sterk zandig

peilbuis



klei

- Klei, zwak siltig
- Klei, matig siltig
- Klei, sterk siltig
- Klei, uiterst siltig
- Klei, zwak zandig
- Klei, matig zandig
- Klei, sterk zandig

leem

- Leem, zwak zandig
- Leem, sterk zandig

overige toevoegingen

- zwak humeus
- matig humeus
- sterk humeus
- zwak grindig
- matig grindig
- sterk grindig

geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

olie

- geen olie-water reactie
- zwakke olie-water reactie
- matige olie-water reactie
- sterke olie-water reactie
- uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

- >0
- >1
- >10
- >100
- >1000
- >10000

monsters

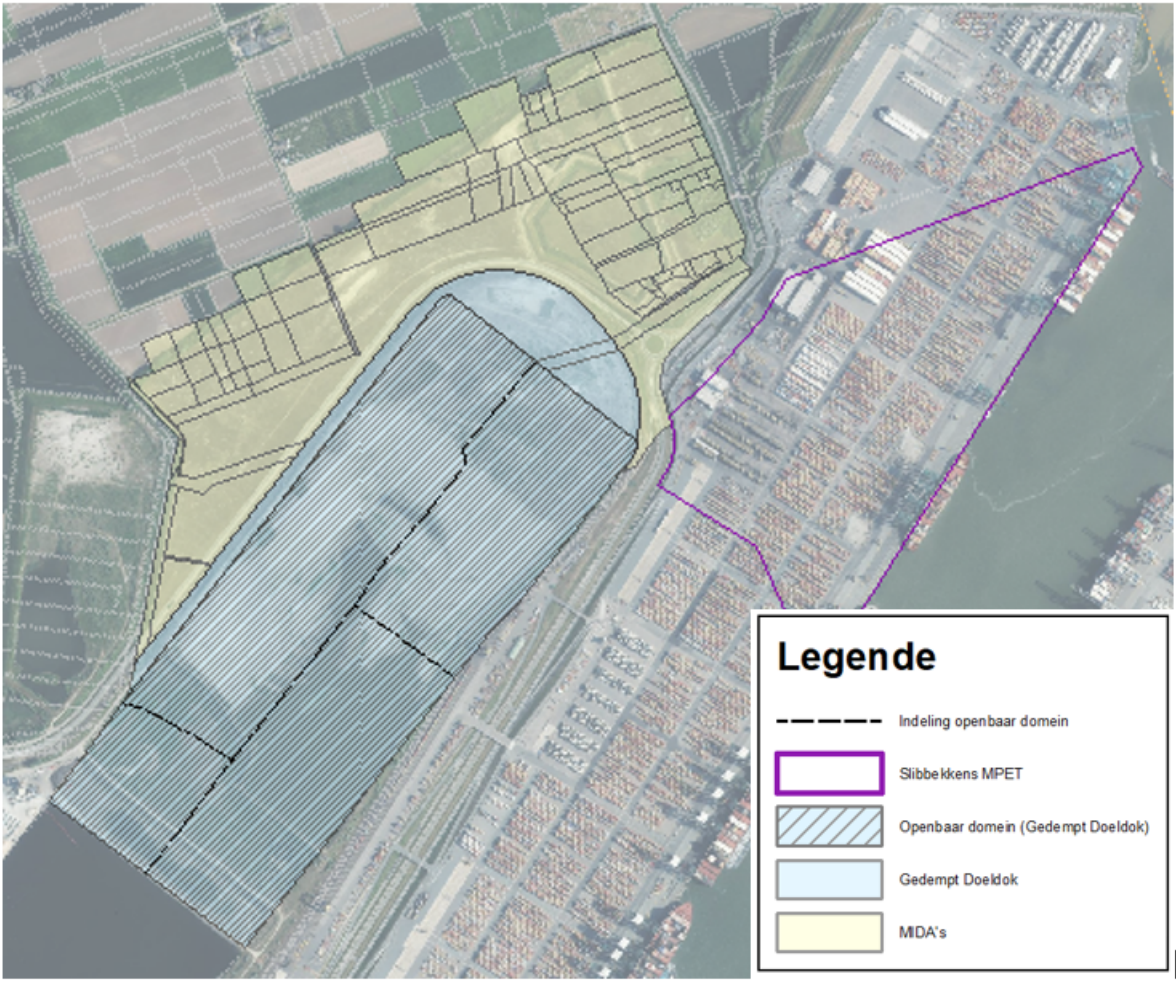
- geroerd monster
- ongeroerd monster
- volumering

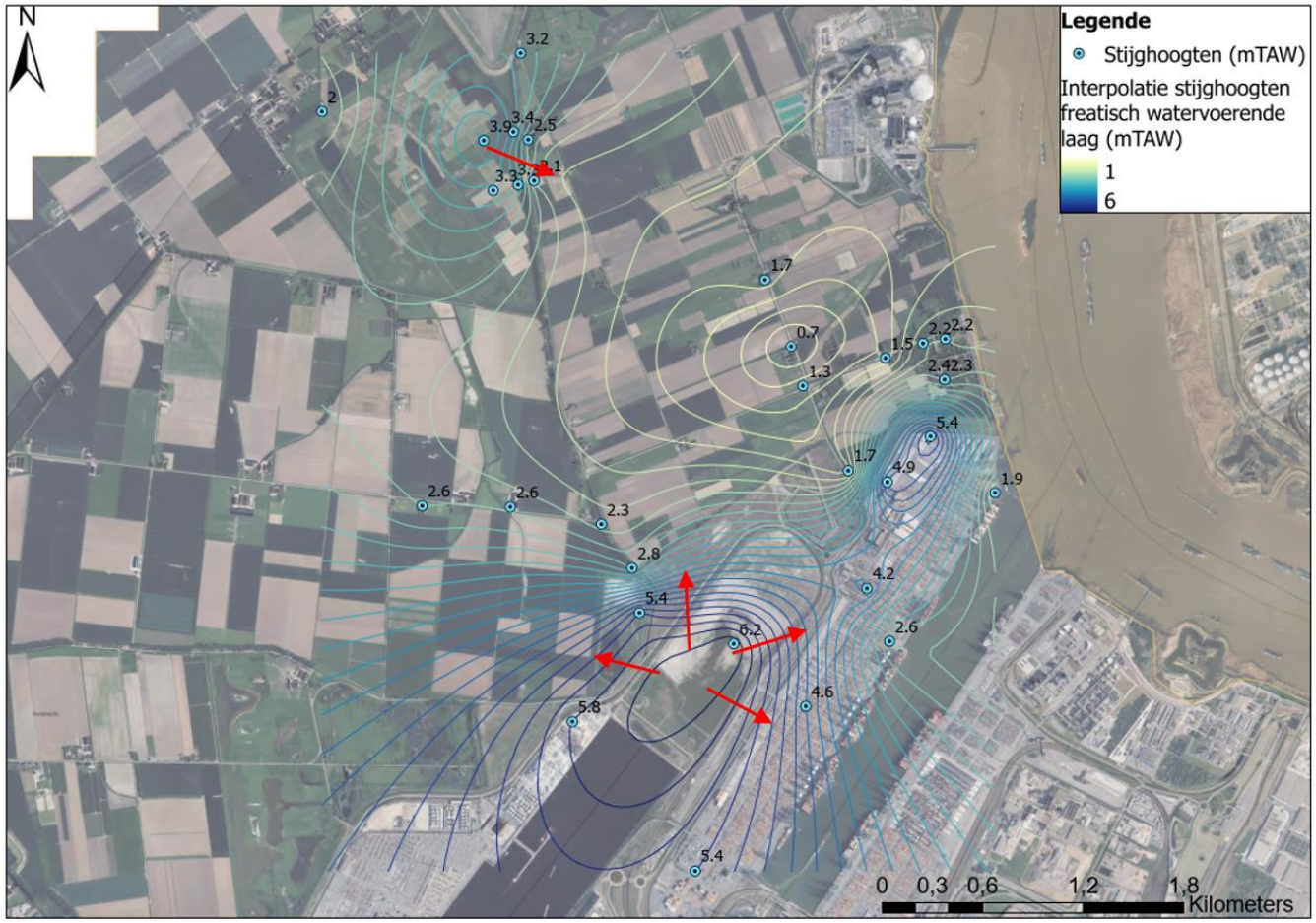
overig

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand
- slib
- water

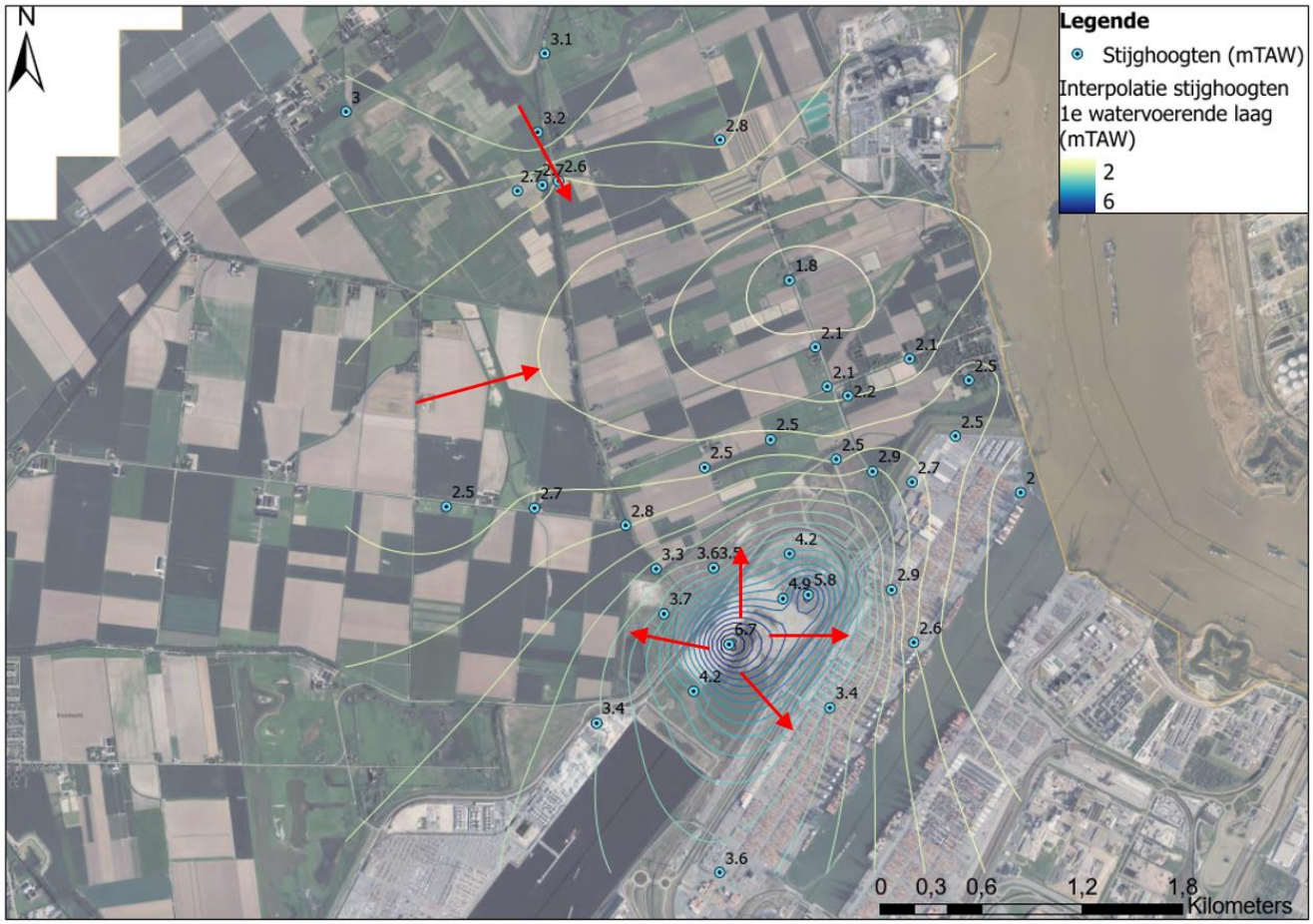
Projectnaam: Doorlatendheid onderzoek Blikken Beveren
Projectcode: 24.0412
Opdrachtgever: ABO NV

| Peilbuis | Peilbuis | Percent | X_coördinaat | Y_coördinaat | Z_coördinaat | Zone | BT_maxgeulDP | BT_nieuwBP | Top_filter_mtaw | Basis_filter_mtaw | Top_filter_mTAW | Basis_filter_mTAW | Verfrommelde pakket | Datum_staalname | Top_peilbuis_kw_maaiveld (m) | GWS_mtaw | T | pH | Ec | Zoutgt_mg/l | Omschrijving_boor | PFAS (ng/L) | PFOS_lineairisomeer | PFBS | PFNAA | PFHxA | PFHpA | PFOA_lineair | PFOA | PFNA | PFDcDA | PFUnDA | PFDoDA | PFTeDA | PFHxDA | PFBS | PFNAS | PFHxS_lineair | PFHpS | PFOS_lineair | PFOS | PFDS | 4:2FTS | 6:2FTS | 8:2FTS | PFOSA_lineair | PFOSA | MeFOSA_lineair | MeFOSA | EtFOSA_lineair | EtFOSA | NaFOSAA_lineair | NaFOSAA | 2C3HFDA | HFDOSA_Gen3 | DONA | PFECHS | PFBSA | MeFBSA | MeFBSAA | EtFBSAA | PFHxSA | PFAS_indicatief | PFTeDA | PFDoDA | PFUnDA | PFDoDS | PFHxDA | PFTrDS | 9CL-PF3ONS | 11CL-PF3OUDS | 4:2 FLUOTEN | 6:2 FLUOTEN | 8:2 FLUOTEN | PFHxDA | PFOSA | Som_PFAS | Som_gemeten_PFAS | Som_gemeten_kwantitatieve_PFAS | Som_PFAS_EFSA | Som_gemeten_indicatieve_PFAS | Som_PFAS_26_EU_DWRL | PFOA | PFOS |
|---|---|---

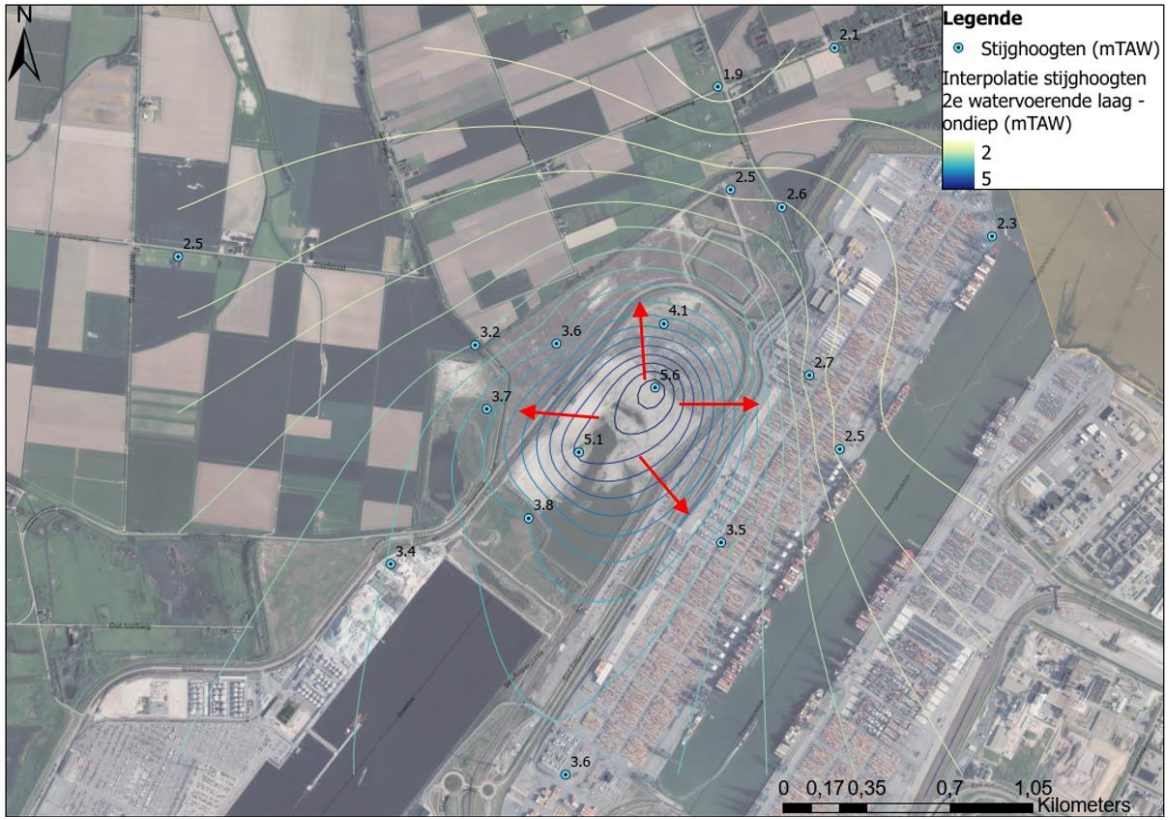

Legende
Indeling openbaar domein
Slibbekkens MPET
Openbaar domein (Gedempt Doeldok)
Gedempt Doeldok
MIDA's



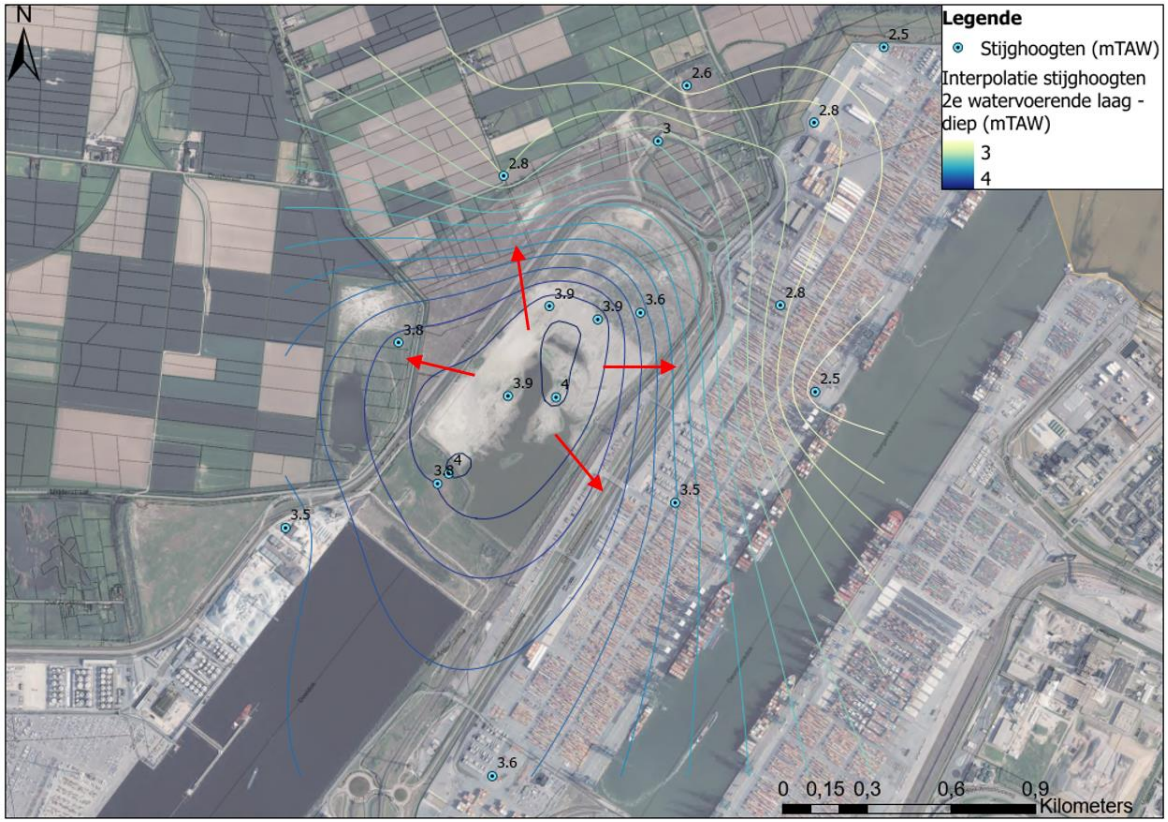
Figuur 1: Kriging interpolatie van gemiddelde stijghoogten mei 2024 (aangevuld met gemiddelde stijghoogten september 2024 voor de recent geplaatste divers) in de freatische watervoerende laag.



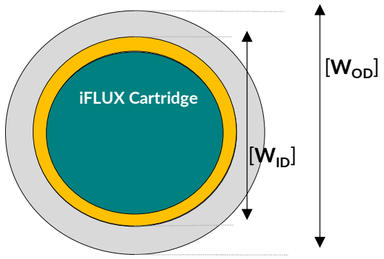
Figuur 2: Kriging interpolatie van gemiddelde stijghoogten mei 2024 (aangevuld met gemiddelde stijghoogten september 2024 voor de recent geplaatste divers) in de 1ste watervoerende laag.



Figuur 3: Kriging interpolatie van gemiddelde stijghoogten mei 2024 (aangevuld met gemiddelde stijghoogten september 2024 voor de recent geplaatste divers) in de 2e watervoerende laag (Ondiep).



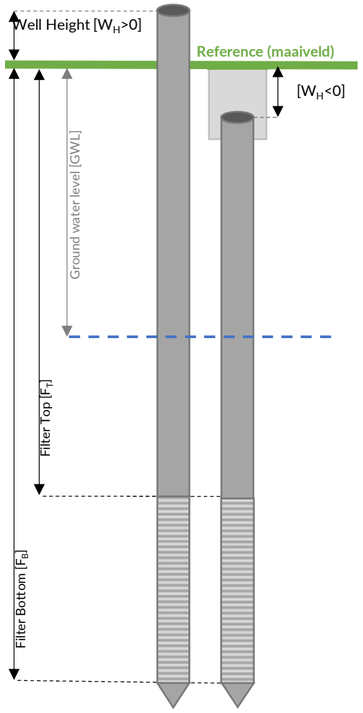
Figuur 4: Kriging interpolatie van gemiddelde stijghoogten mei 2024 (aangevuld met gemiddelde stijghoogten september 2024 voor de recent geplaatste divers) in de 2e watervoerende laag (Diep).



iFLUX Well Info Sheet

IMPORTANT: Accurate and up to date well information is of the highest importance to achieve a successful measuring campaign. Please make also sure that the correct reference is used for all specified lengths.

Client:	*POAB*
Contact:	*Dirk Reynders*
Site:	*Tweedegetijden dok*
Delivery:	*Installatie door iFLUX*

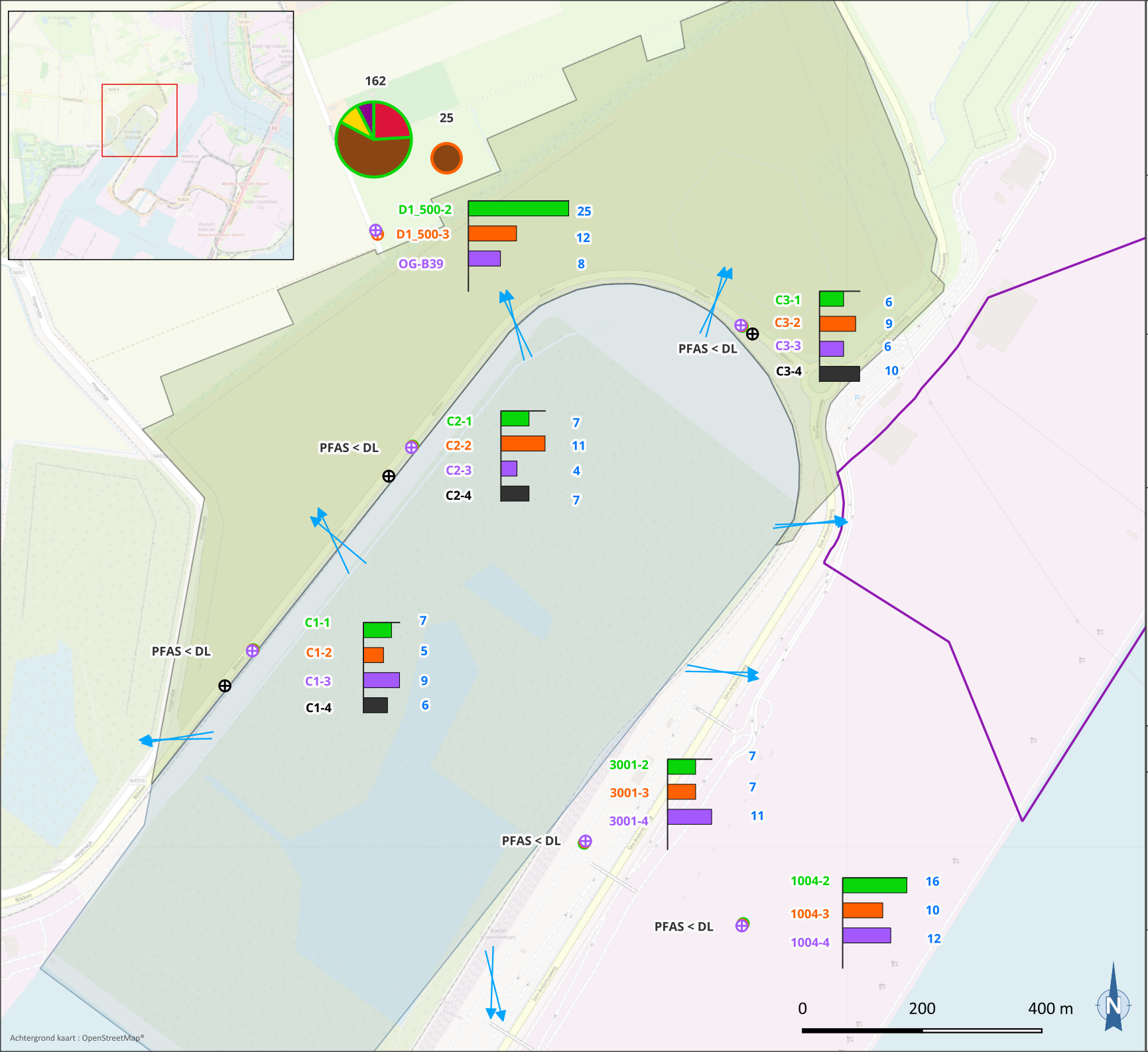


*For more explanation see iFLUX Required Well Information pdf.

	Info required for installation									Info required for α calculation				Contamination		Coordinates		
	[mm]	[mm]	[m-mv]	[m-mv]	[m-mv]	[m-TAW]	[m-TAW]	[m-mv]	[m-mv]	[mm]	[mm]	[m/s]	[m/s]		[µg/l]	System:	Lambert 72	
Well ID	W_{ID}	W_{OD}	W_h	F_{top}	F_{bottom}	F_{top}	F_{bottom}	GWL	PROPOSED installation depth	Slit size	Borehole diameter	K-value filter sand	K-value aquifer	Type	Concentration	X	Y	Z maaiveld (m-TAW)
PB_C1-1	51	63	-0,07	16,2	17,2	-5,4	-6,4		16,7	0,3	178	3,47E-03	1,74E-04	PFAS	650-740	141043,324	220672,184	10,8
PB_C1-2	51	63	-0,08	25,2	26,2	-14,3	-15,3		25,7	0,3	178	3,47E-03	5,21E-05	PFAS	700-1300	141042,591	220671,291	10,9
PB_C1-3	51	63	-0,15	31,2	32,2	-20,3	-21,3		31,7	0,3	178	3,47E-03	5,21E-05	PFAS	?	141041,723	220670,226	10,9
PB_C1-4	51	63	-0,1	43,3	45,3	-32,5	-34,5		44,5	0,3	178	3,47E-03	5,21E-05	PFAS	?	140995,8	220611,7	10,8
PB_C2-1	51	63	-0,14	16,4	17,4	-5,6	-6,6		16,9	0,3	178	3,47E-03	1,74E-04	PFAS	180	141309,831	221012,854	10,8
PB_C2-2	51	63	-0,16	24,4	25,4	-13,6	-14,6		24,9	0,3	178	3,47E-03	5,21E-05	PFAS	430	141308,772	221011,761	10,8
PB_C2-3	51	63	-0,07	31,9	32,9	-21,1	-22,1		32,4	0,3	178	3,47E-03	5,21E-05	PFAS	?	141307,675	221010,537	10,8
PB_C2-4	51	63	-0,1	47,4	49,4	-36,6	-38,6		48,6	0,3	178	3,47E-03	5,21E-05	PFAS	?	141270	220962,5	10,8
PB_C3-1	51	63	-0,18	12,5	13,5	-5	-6		13	0,3	178	3,47E-03	1,74E-04	PFAS	1000-1400	141861,013	221213,138	7,5
PB_C3-2	51	63	-0,13	22	23	-14,4	-15,4		22,5	0,3	178	3,47E-03	5,21E-05	PFAS	910-1300	141859,902	221214,21	7,6
PB_C3-3	51	63	-0,14	29	30	-21,4	-22,4		29,5	0,3	178	3,47E-03	5,21E-05	PFAS	1100	141858,634	221215,082	7,600
PB_C3-4	51	63	-0,1	41,3	43,3	-33,7	-35,7		42,5	0,3	178	3,47E-03	5,21E-05	PFAS	?	141878,2	221200,5	7,6
PB3001-2	51	63	-0,11	14,5	16,5	-4,0	-6,0		15,7	0,3	140	3,47E-03	1,74E-04	PFAS	310	141596,65	220348,34	10,5
PB3001-3	51	63	-0,07	25,5	27,5	-15,0	-17,0		26,7	0,3	140	3,47E-03	5,21E-05	PFAS	460-820	141597,97	220350,33	10,5
PB3001-4	51	63	-0,13	33,5	35,5	-23,0	-25,0		34,7	0,3	140	3,47E-03	5,21E-05	PFAS	?	141599,01	220351,95	10,5
PB1004-2	51	63	-0,08	14,0	16,0	-4,8	-6,8		15,2	0,3	140	3,47E-03	1,74E-04	PFAS	110-510	141862,71	220213,874	9,2
PB1004-3	51	63	-0,06	24,0	26,0	-14,8	-16,8		25,2	0,3	140	3,47E-03	5,21E-05	PFAS	540-1200	141861,35	220211,605	9,2
PB1004-4	51	63	-0,07	33,0	35,0	-23,8	-25,8		34,2	0,3	140	3,47E-03	5,21E-05	PFAS		141860,359	220210,089	9,2
D1_500-2	40	50	0,53	7,5	9,5	-5,1	-7,1		8,7	0,3	140	3,47E-03	1,74E-04	PFAS	200-450	141250,255	221369,508	2,4
D1_500-3	51	63	0,58	14,5	16,5	-12,1	-14,1		15,7	0,3	140	3,47E-03	5,21E-05	PFAS	<50	141.251,16	221.367,17	2,4
OG-B39	51	63	0,6	25,1	27,1	-22,7	-24,7		26,3	0,3	140	3,47E-03	5,21E-05	PFAS	?	141247,932	221374,146	2,4
												Op basis van Filterzand 1-1,6mm	Op basis van WVL					

3 Flux interpretatie kaart(en)

- Samenvattende kaart
- Resultaten van de 1ste watervoerende laag
- Resultaten van de 2de watervoerende laag ondiep
- Resultaten van de 2de watervoerende laag middeldiep
- Resultaten van de 2de watervoerende laag diep



Legenda

PFAS Bronnen:

- Gedempt Doeldok
- MIDA's
- Voormalige bekkens

Peilbuizen:

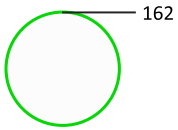
- 1ste WVP (-4 tot -7 mTAW)
- 2de WVP-O (-12 tot -17 mTAW)
- 2de WVP-MD (-20 tot -26 mTAW)
- 2de WVP-D (-33 tot -39 mTAW)

Grondwaterflux (cm³/cm²/d) :

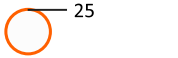
- 1ste WVP
- 2de WVP-Ondiep
- 2de WVP-Middeldiep
- 2de WVP-Diep

Massaflux PFAS (µg/m²/d) :

- 1ste WVP



- 2de WVP Ondiep



Gedetecteerde verbindingen:

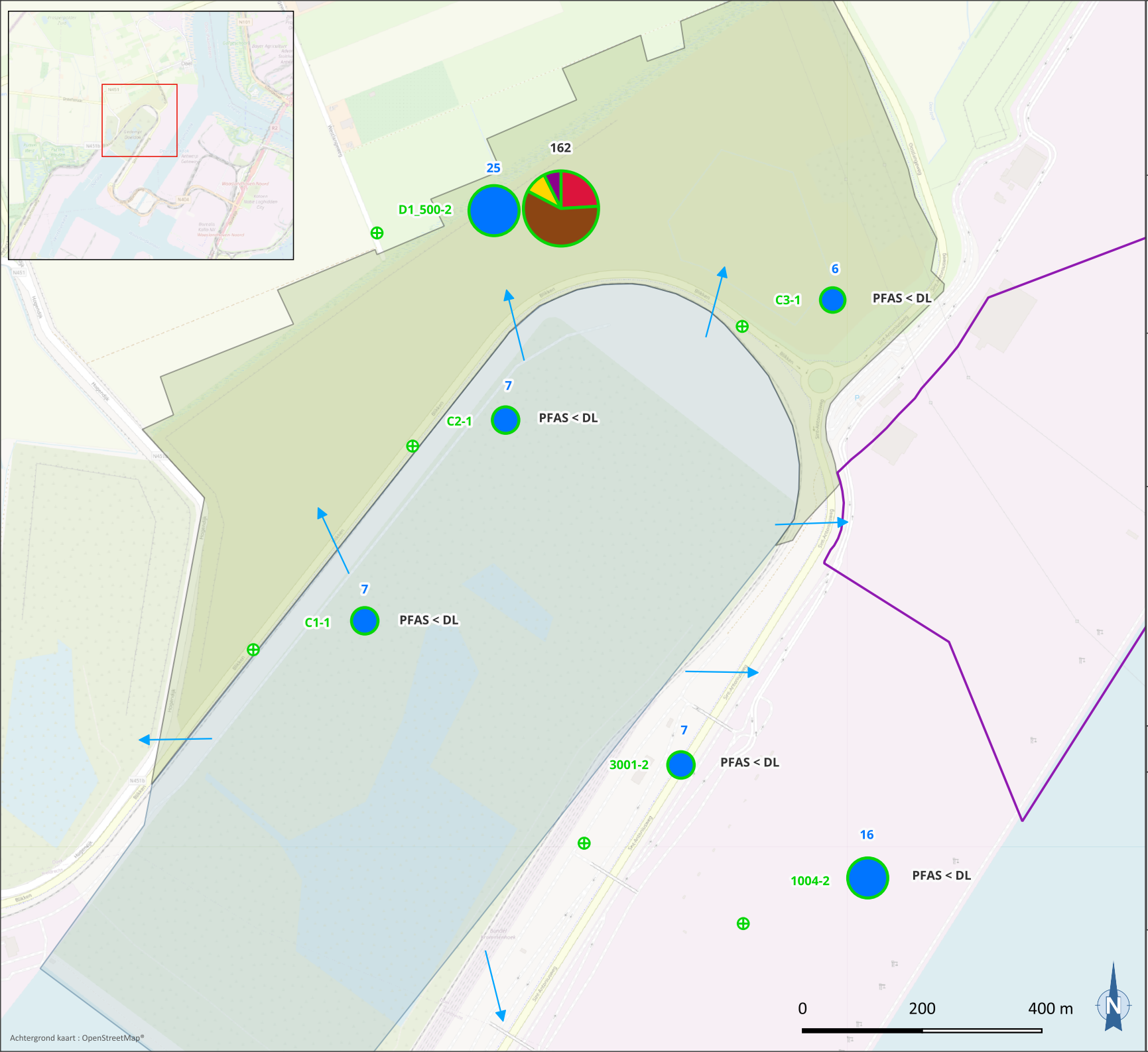
- PFBA
- PFHxA
- PFHpA
- PFBS

Project 24.0687 POAB Waaslandhaven

FLUXMETING RESULTATEN (Samenvatting) :
- Grondwater FLUX
- PFAS FLUX

BLOOTSTELLINGSTIJD :
- 38 dagen (20/09/2024 - 28/10/2024)

iFLUX



Legenda

PFAS Bronnen:

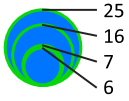
- Gedempt Doeldok
- MIDA's
- Voormalige bekkens

Peilbuizen:

- 1ste WVP (-4 tot -7 mTAW)

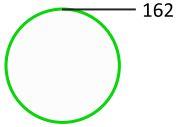
Grondwaterflux (cm³/cm²/d) :

- 1ste WVP



Massaflux PFAS (µg/m²/d) :

- 1ste WVP



Gedetecteerde verbindingen:

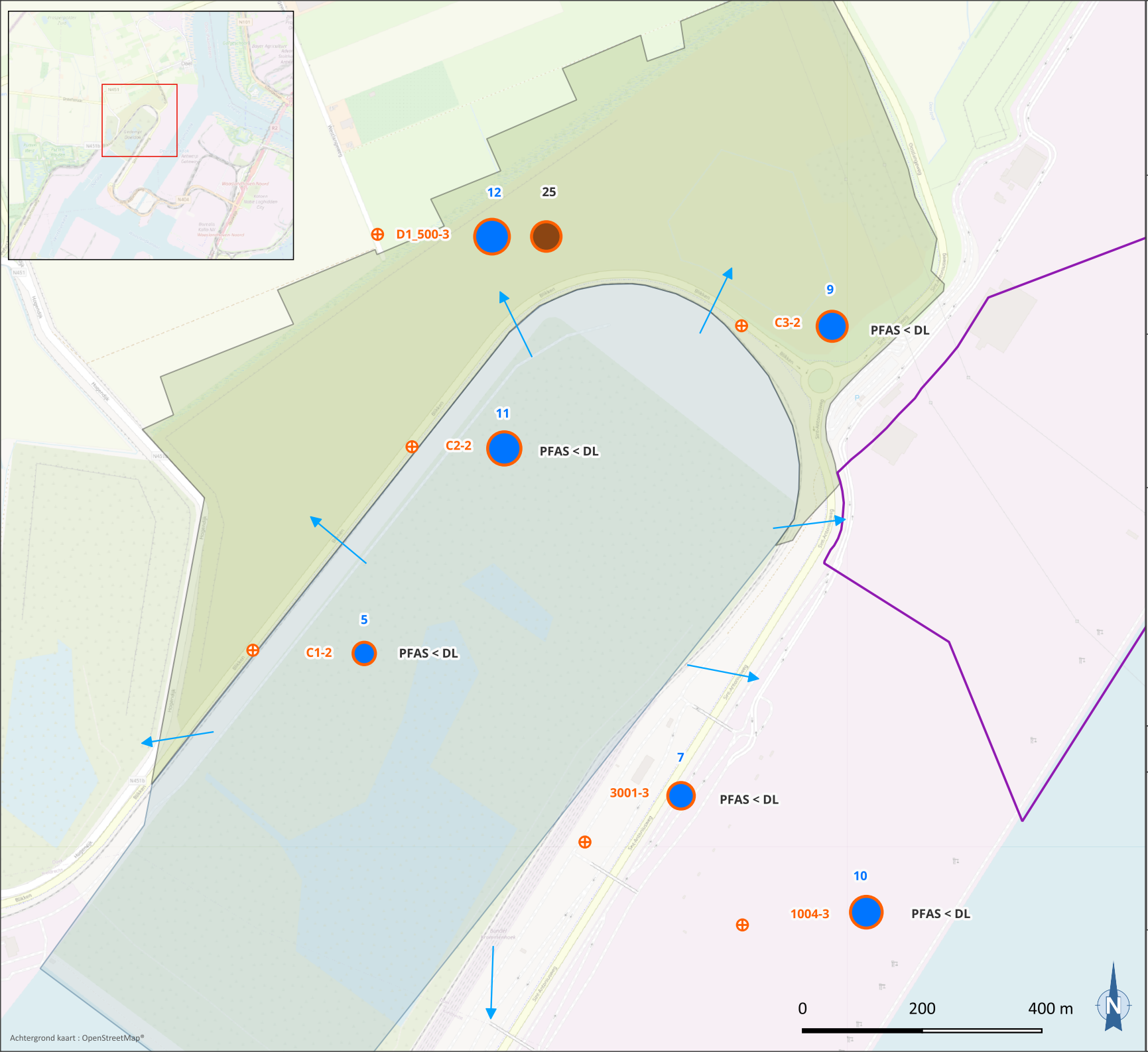
- PFBA
- PFHxA
- PFHpA
- PFBS

Project 24.0687 POAB Waaslandhaven

FLUXMETING RESULTATEN (1ste WVP) :
- Grondwater FLUX
- PFAS FLUX

BLOOTSTELLINGSTIJD :
- 38 dagen (20/09/2024 - 28/10/2024)

iFLUX



Legenda

PFAS Bronnen:

- Gedempt Doeldok
- MIDA's
- Voormalige bekkens

Peilbuizen:

- 2de WVP-O (-12 tot -17 mTAW)

Grondwaterflux (cm³/cm²/d) :

- 2de WVP Ondiep

12
9
7
5

Massaflux PFAS (µg/m²/d) :

- 2de WVP Ondiep

25

Gedetecteerde verbindingen:

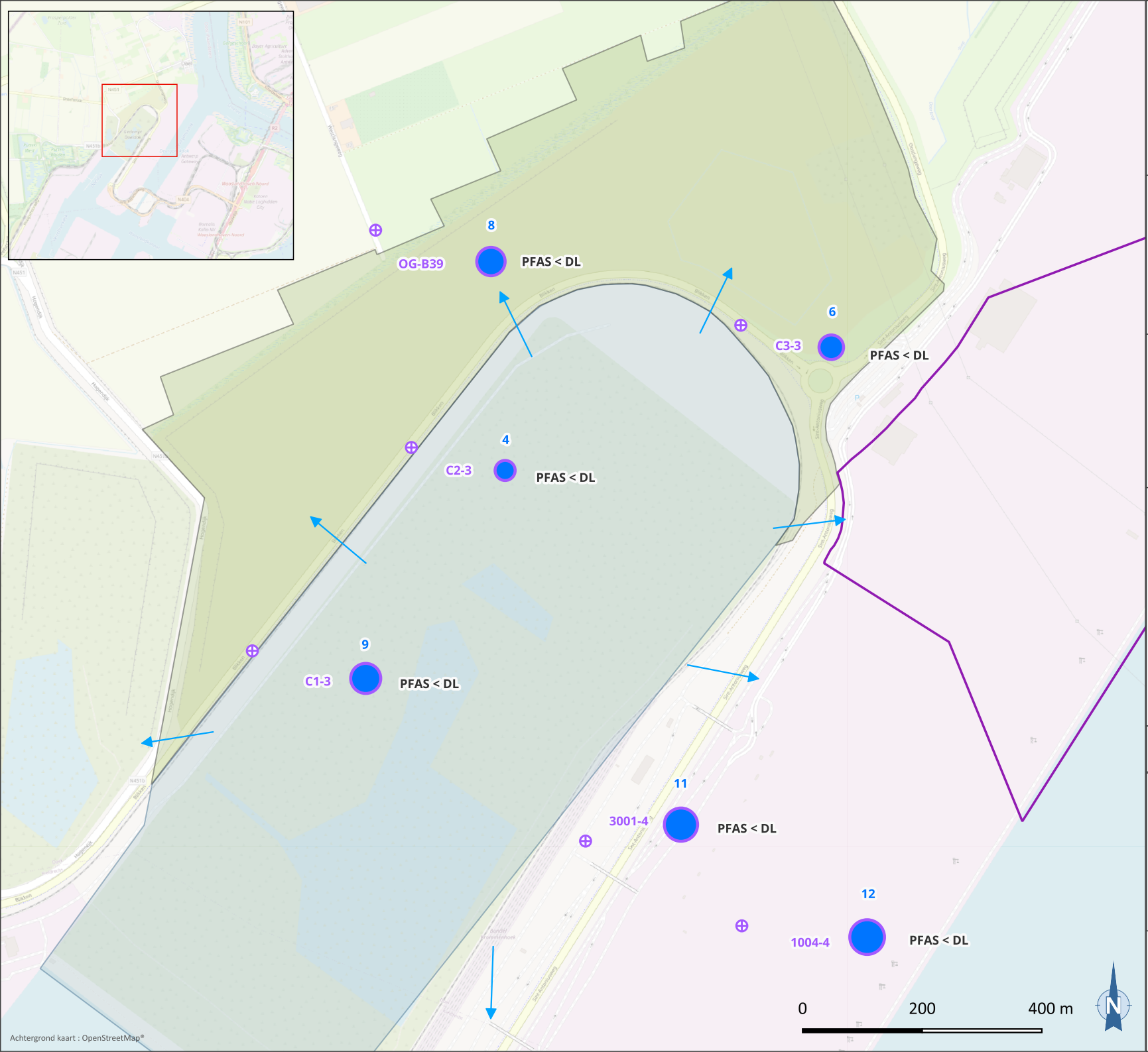
- PFHxA

Project 24.0687 POAB Waaslandhaven

FLUXMETING RESULTATEN (2de WVP O) :
- Grondwater FLUX
- PFAS FLUX

BLOOTSTELLINGSTIJD :
- 38 dagen (20/09/2024 - 28/10/2024)

iFLUX



Legenda

PFAS Bronnen:

- Gedempt Doeldok
- MIDA's
- Voormalige bekkens

Peilbuizen:

- 2de WVP-MD (-20 tot -26 mTAW)

Grondwaterflux (cm³/cm²/d) :

- 2de WVP Middeldiep

12
9
6
4

Massaflux PFAS (µg/m²/d) :

- 2de WVP Middeldiep

< detectie limiet

Gedetecteerde verbindingen:

- n.v.t.

Project 24.0687 POAB Waaslandhaven

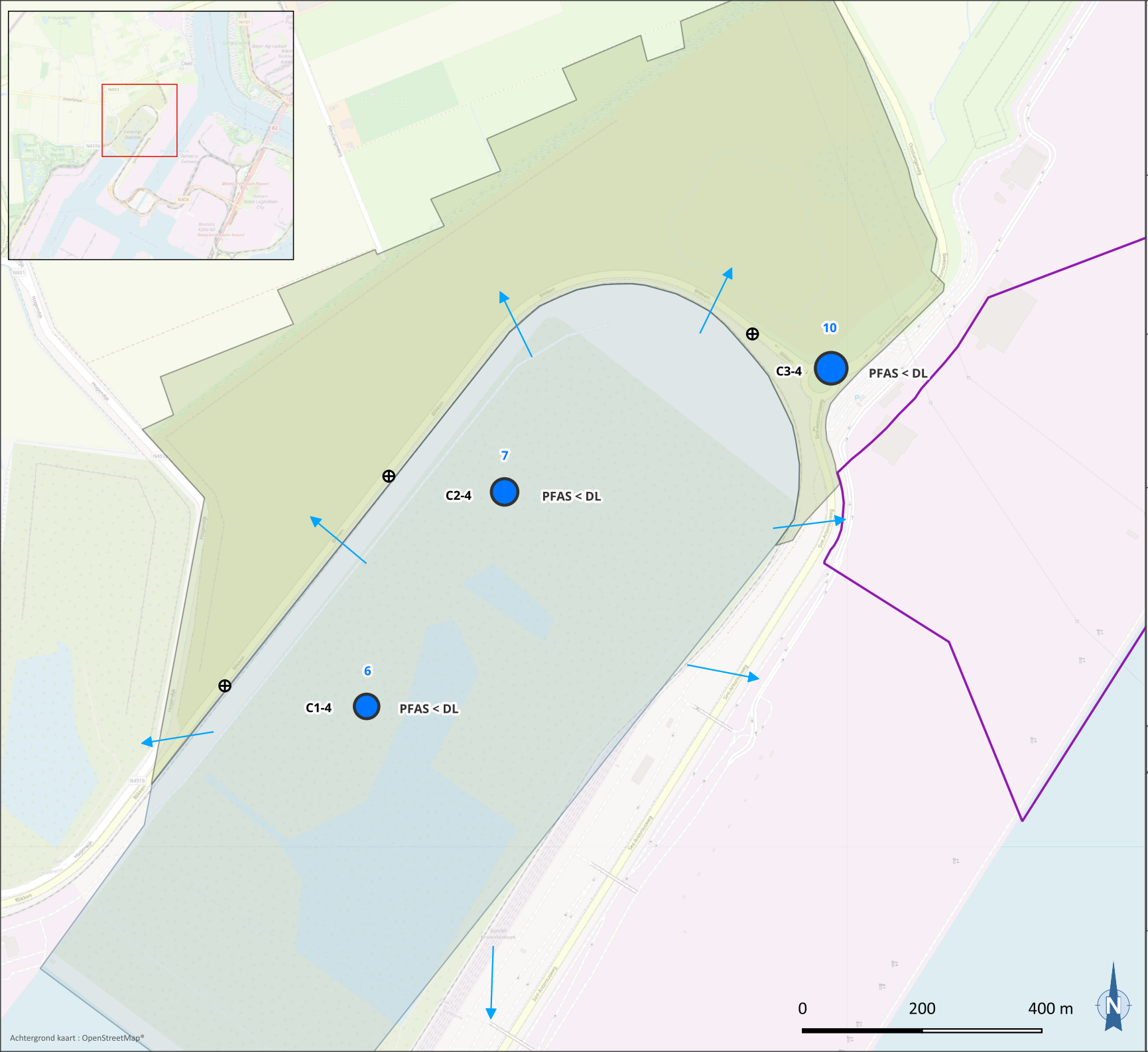
FLUXMETING RESULTATEN (2de WVP MD) :

- Grondwater FLUX
- PFAS FLUX

BLOOTSTELLINGSTIJD :

- 38 dagen (20/09/2024 - 28/10/2024)

iFLUX



Legenda

PFAS Bronnen:

- Gedempt Doeldok
- MIDA's
- Voormalige bekkens

Peilbuizen:

- ⊕ 2de WVP D (-33 tot -39 mTAW)

Grondwaterflux (cm³/cm²/d) :

- 2de WVP Diep

10
7
6

Massaflux PFAS (µg/m²/d) :

- 2de WVP Diep

< detectie limiet

Gedetecteerde verbindingen:

- n.v.t.

Project 24.0687 POAB Waaslandhaven

FLUXMETING RESULTATEN (2de WVP D) :

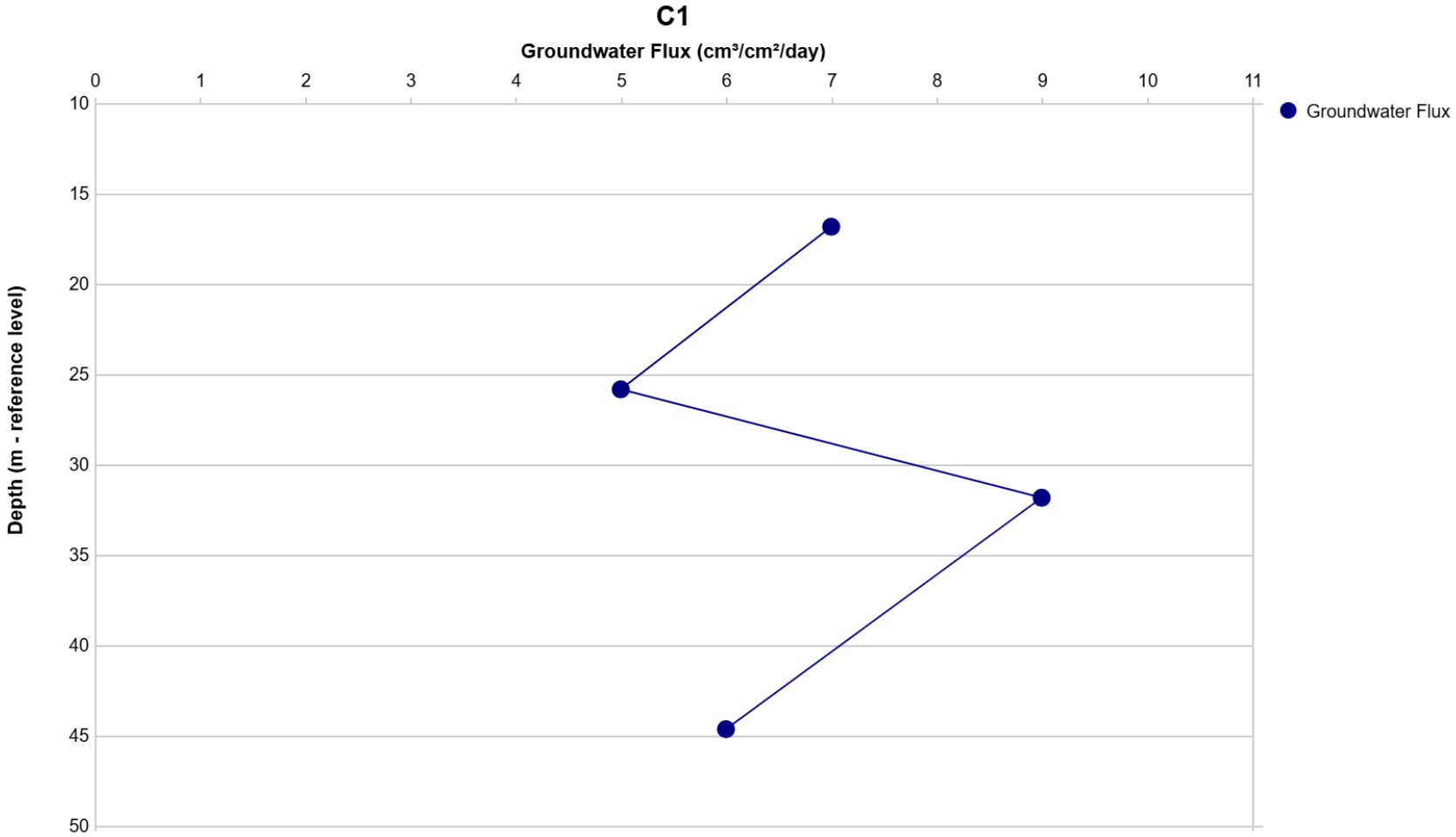
- Grondwater FLUX
- PFAS FLUX

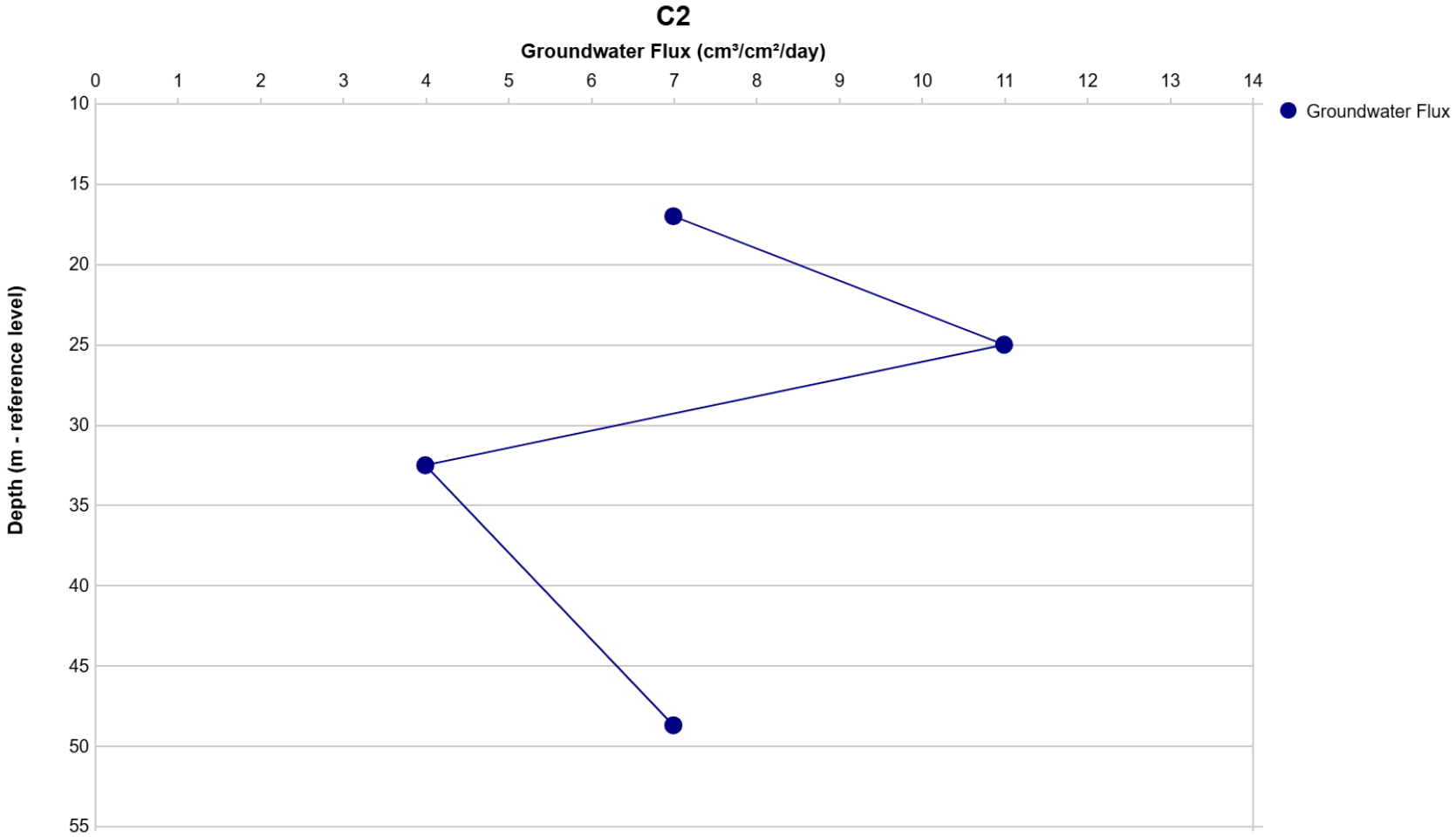
BLOOTSTELLINGSTIJD :

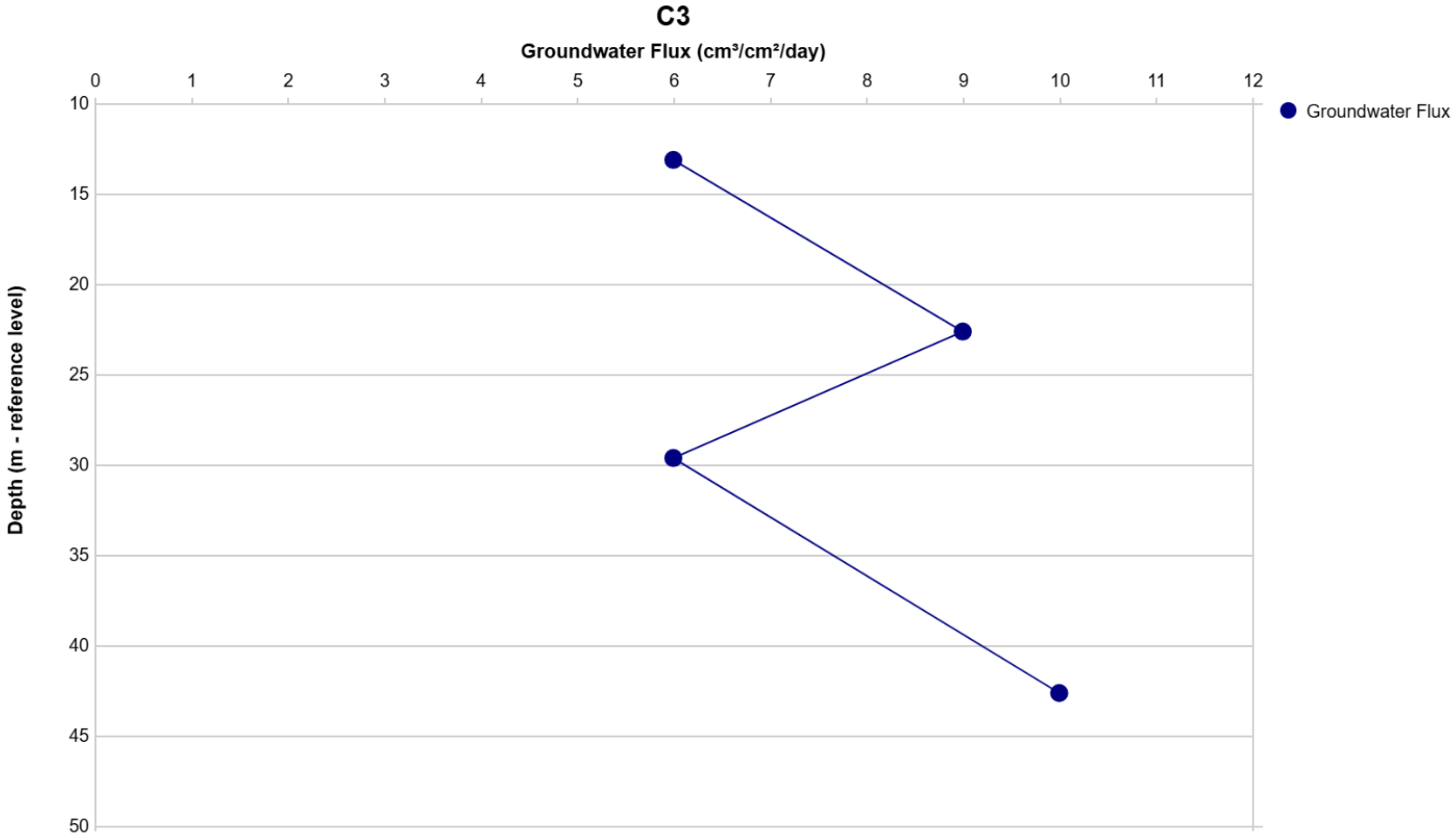
- 38 dagen (20/09/2024 - 28/10/2024)

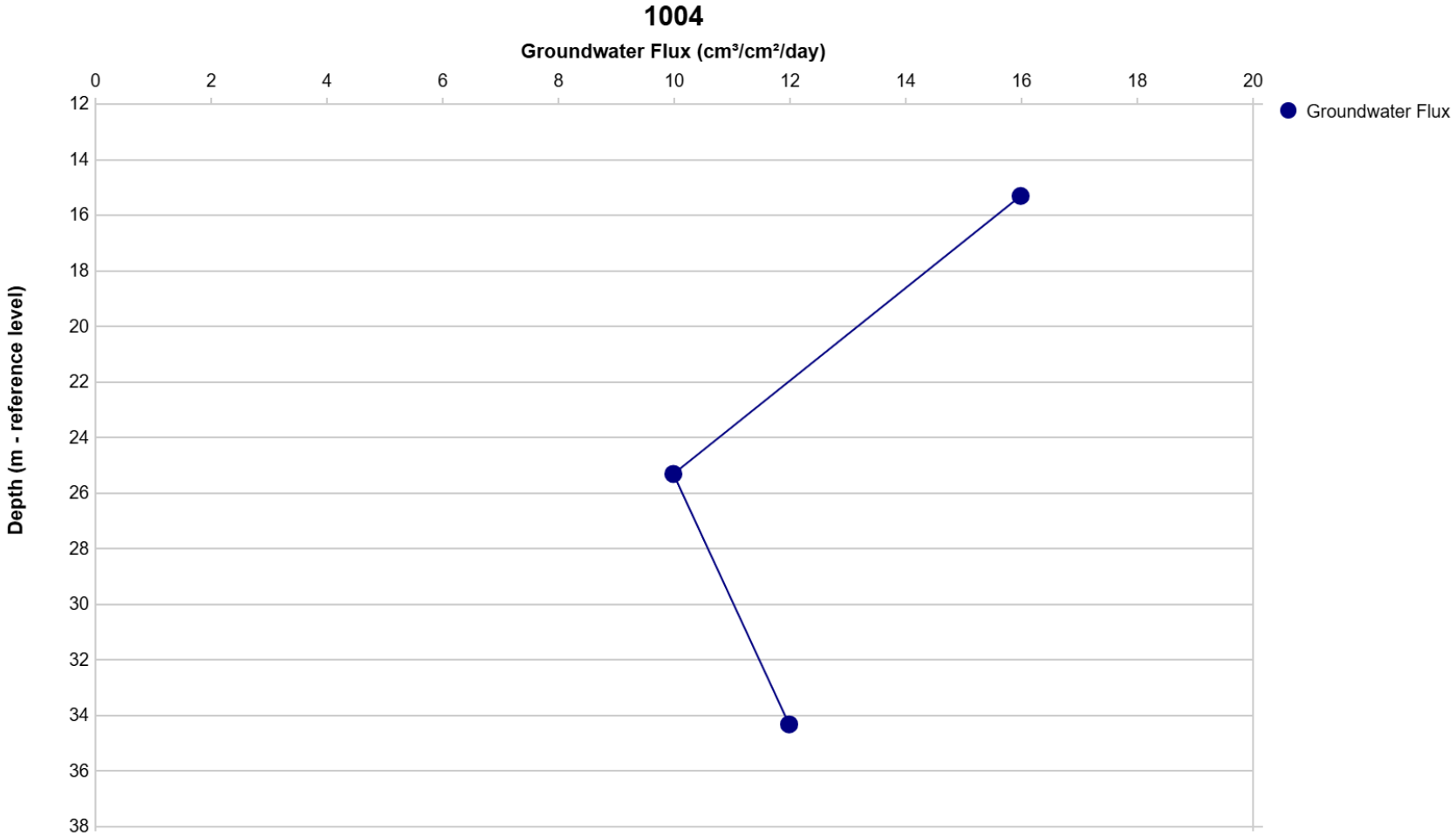
iFLUX

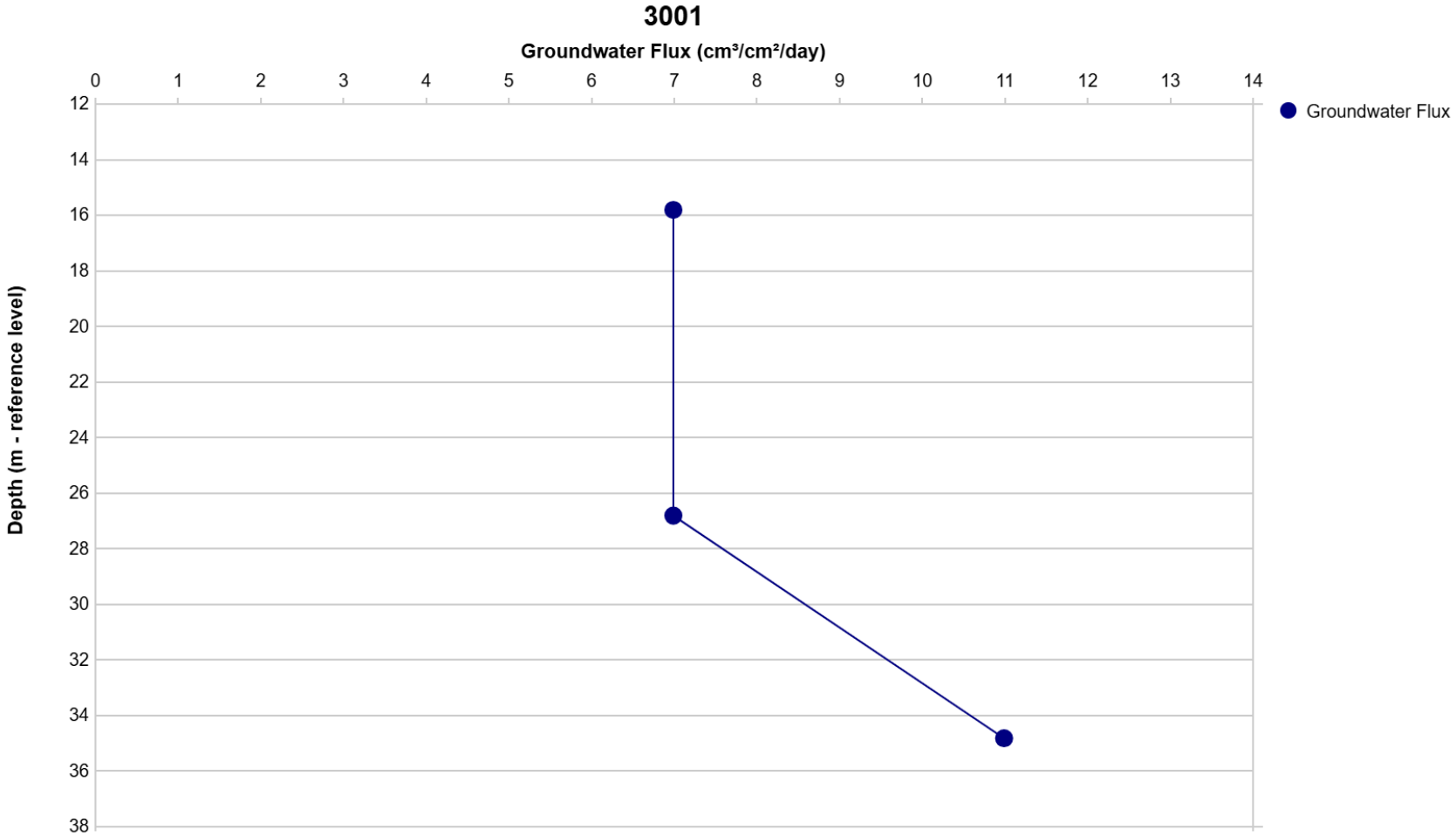
4 Flux interpretatie grafieken

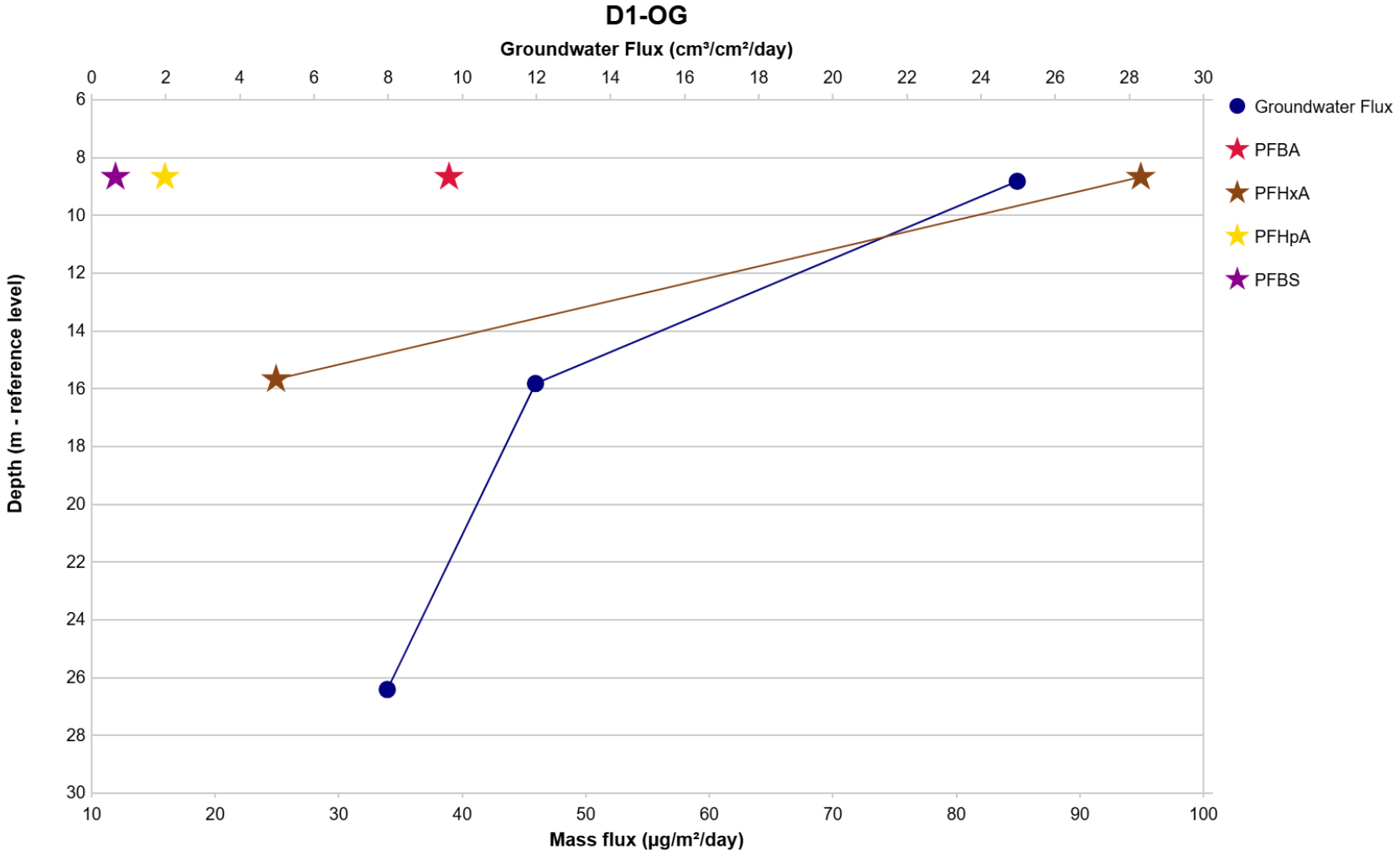

C1
Groundwater Flux (cm³/cm²/day)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
10
15
20
25
30
35
40
45
50
Depth (m - reference level)
Groundwater Flux


C2
Groundwater Flux (cm³/cm²/day)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
Depth (m - reference level)
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
Groundwater Flux


C3
Groundwater Flux (cm³/cm²/day)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
Depth (m - reference level)
10
15
20
25
30
35
40
45
50
Groundwater Flux


1004
Groundwater Flux (cm³/cm²/day)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
Depth (m - reference level)
Groundwater Flux


3001
Groundwater Flux (cm³/cm²/day)
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
Depth (m - reference level)
12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38
Groundwater Flux


D1-OG
Groundwater Flux (cm³/cm²/day)
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30
Depth (m - reference level)
6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
Mass flux (µg/m²/day)
Groundwater Flux
PFBA
PFHxA
PFHpA
PFBS

5 Installatieplan

iFLUX

Installatieplan

Veldwerk formulier

Port of Antwerp Waaslandhaven

№ 24.0687



Site informatie

Locatie:
Port of Antwerp-Bruges

Adres:
Port of Antwerp Bruges:

Locatie 1 (C4_FLUX en C5_FLUX):
MPET: Sint Antoniusweg te 9130 Doel
jeroen.geysen@antwerpterminalservices.be
Gsm :+32(0)478 24 87 19

Locatie 2 (C1_FLUX, C2_FLUX, C3_FLUX):
Blikken, Beveren

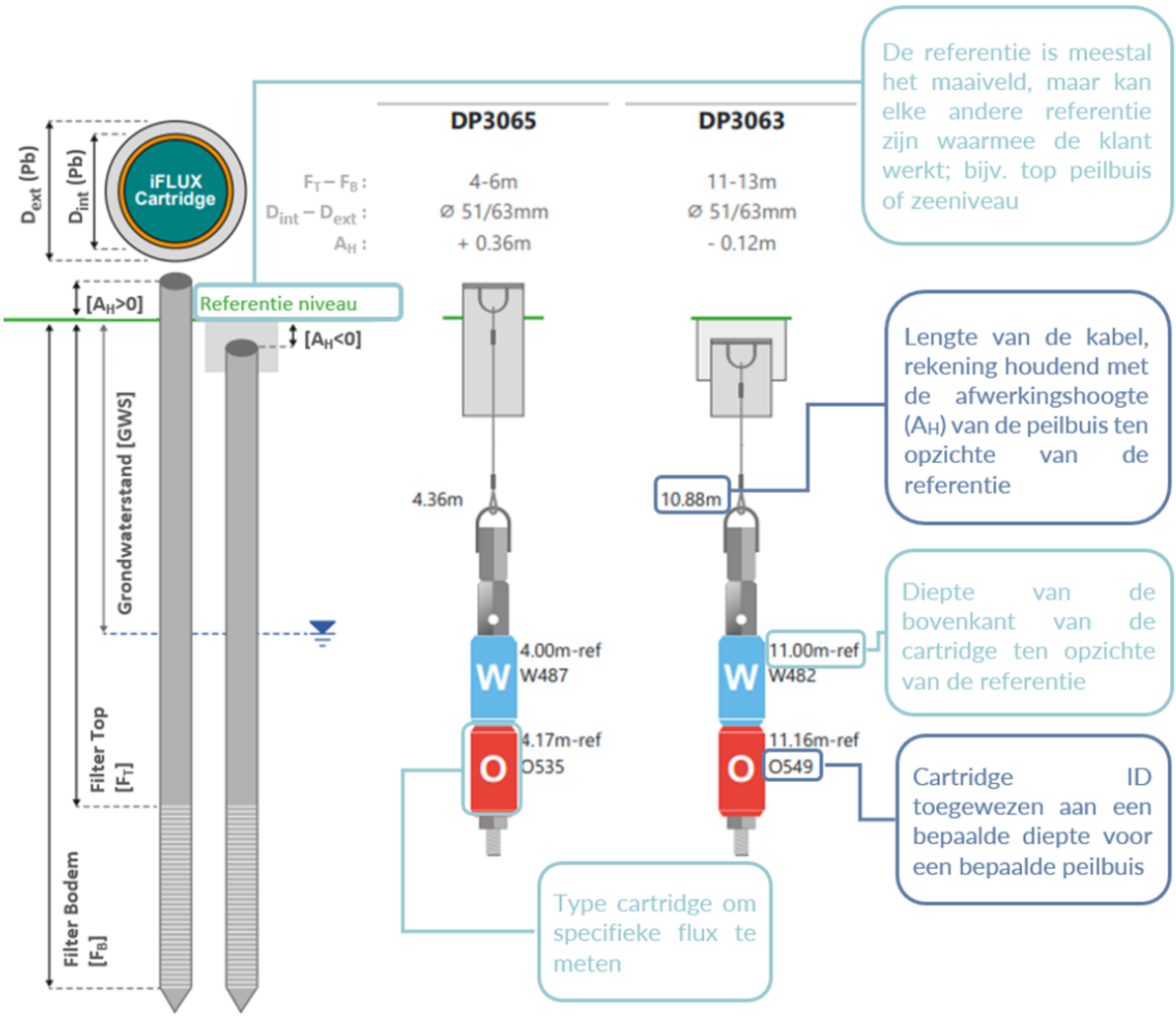
Locatie 3 (C6_FLUX):
Westlangeweg, Beveren

Contactinformatie:
Dirk Reynders (POAB):

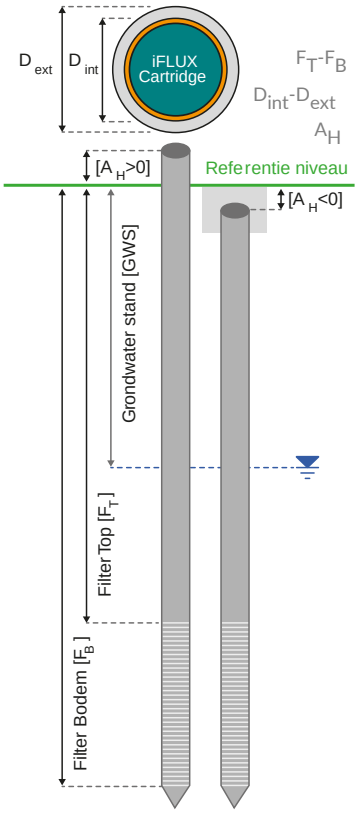
+32 (0)498 40 94 68
Dirk.Reynders@portofantwerpbruges.com

iFlux contactinformatie:
Erik Bosmans
Project Manager
+32 (0)471 90 41 12
Galileilaan 18, 2845 Niel, Belgium

Hoe het installatieplan te lezen

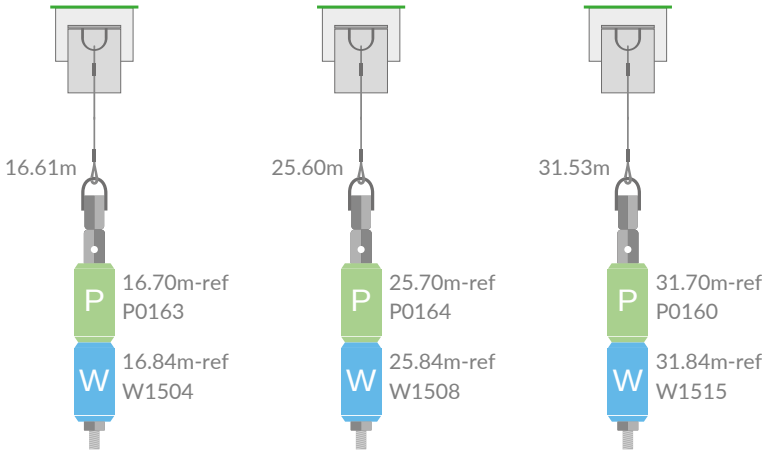


INSTALLATIE	Datum	2024-09-20 12:00	2024-09-20 12:00	2024-09-20 12:00
	GWS [m-top pb]	6.98	6.96	6.90
	FB controle [m-top pb]	☐ 17.13	☐ 26.12	☐ 32.05 .....
	AH controle [m-ref]	☐ 0.07	☐ 0.08	☐ 0.15 .....
OPHALING	(Laatste) datum	2024-10-28 12:00	2024-10-28 12:00	2024-10-28 12:00
	GWS [m-top pb]	7.01	6.99	6.94

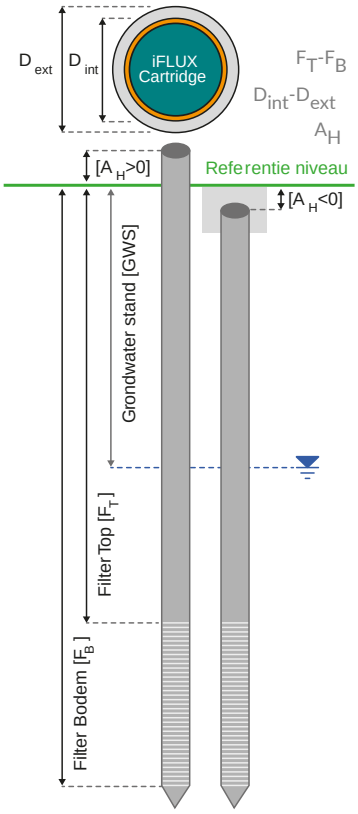


Indien de opgemeten afmetingen niet correct zijn, gelieve uw iFLUX project manager te contacteren.

PB_C1-1	PB_C1-2	PB_C1-3
16.2-17.2m-ref	25.2-26.2m-ref	31.2-32.2m-ref
Ø51-63mm	Ø51-63mm	Ø51-63mm
- 0.07m-ref	- 0.08m-ref	- 0.15m-ref



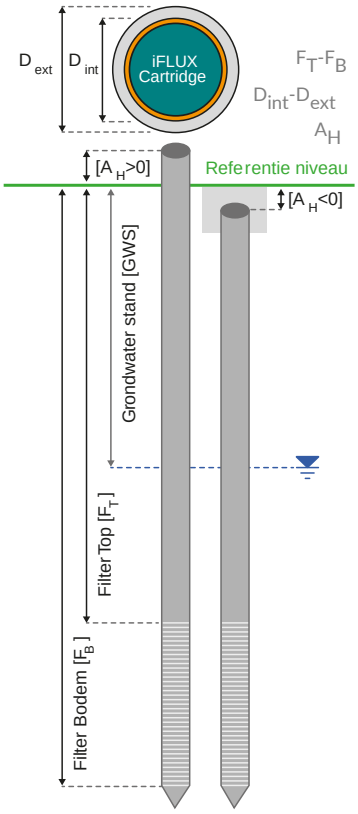
INSTALLATIE	Datum	2024-09-20 12:00	2024-09-20 12:00	2024-09-20 12:00
	GWS [m-top pb]	6.92	6.92	7.00
	FB controle [m-top pb]	☐ 45.25	☐ 17.26	☐ 25.24 .....
	AH controle [m-ref]	☐ 0.05	☐ 0.14	☐ 0.16 .....
OPHALING	(Laatste) datum	2024-10-28 12:00	2024-10-28 12:00	2024-10-28 12:00
	GWS [m-top pb]	6.95	6.98	7.05



PB_C1-4	PB_C2-1	PB_C2-2
43.3-45.3m-ref	16.4-17.4m-ref	24.4-25.4m-ref
Ø51-63mm	Ø51-63mm	Ø51-63mm
- 0.05m-ref	- 0.14m-ref	- 0.16m-ref
44.43m	16.74m	24.72m
P 44.50m-ref P0159	P 16.90m-ref P0170	P 24.90m-ref P0173
W 44.65m-ref W1505	W 17.04m-ref W1503	W 25.04m-ref W1514

Indien de opgemeten afmetingen niet correct zijn, gelieve uw iFLUX project manager te contacteren.

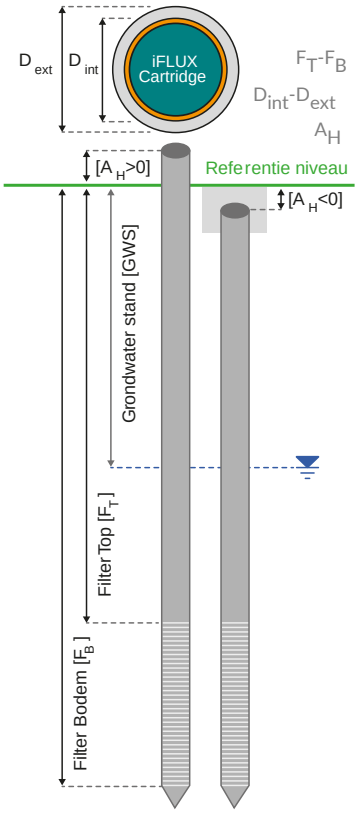
INSTALLATIE	Datum	2024-09-20 12:00	2024-09-20 12:00	2024-09-20 12:00
	GWS [m-top pb]	7.04	7.03	4.18
	FB controle [m-top pb]	☐ 32.83	☐ 49.28	☐ 13.32 .....
	AH controle [m-ref]	☐ 0.07	☐ 0.12	☐ 0.18 .....
OPHALING	(Laatste) datum	2024-10-28 12:00	2024-10-28 12:00	2024-10-28 12:00
	GWS [m-top pb]	7.08	7.08	4.19



PB_C2-3	PB_C2-4	PB_C3-1
31.9-32.9m-ref	47.4-49.4m-ref	12.5-13.5m-ref
Ø51-63mm	Ø51-63mm	Ø51-63mm
- 0.07m-ref	- 0.12m-ref	- 0.18m-ref
32.31m	48.46m	12.80m
P 32.40m-ref P0161	P 48.60m-ref P0168	P 13.00m-ref P0166
W 32.55m-ref W1509	W 48.74m-ref W1513	W 13.14m-ref W1516

Indien de opgemeten afmetingen niet correct zijn, gelieve uw iFLUX project manager te contacteren.

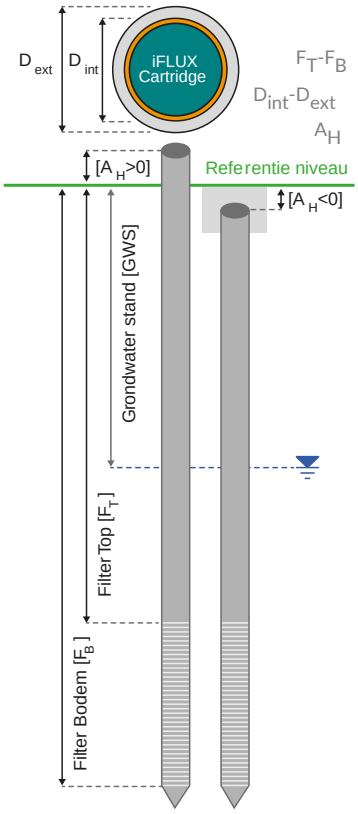
INSTALLATIE	Datum	2024-09-20 12:00	2024-09-20 12:00	2024-09-20 12:00
	GWS [m-top pb]	4.25	4.27	4.36
	FB controle [m-top pb]	☐ 22.87	☐ 29.86	☐ 43.19 .....
	AH controle [m-ref]	☐ 0.13	☐ 0.14	☐ 0.11 .....
OPHALING	(Laatste) datum	2024-10-28 12:00	2024-10-28 12:00	2024-10-28 12:00
	GWS [m-top pb]	4.25	4.26	4.35



PB_C3-2	PB_C3-3	PB_C3-4
22.0-23.0m-ref	29.0-30.0m-ref	41.3-43.3m-ref
Ø51-63mm	Ø51-63mm	Ø51-63mm
- 0.13m-ref	- 0.14m-ref	- 0.11m-ref
22.35m	29.34m	42.37m
P 22.50m-ref P0176	P 29.50m-ref P0167	P 42.50m-ref P0169
W 22.64m-ref W1511	W 29.64m-ref W1510	W 42.65m-ref W1518

Indien de opgemeten afmetingen niet correct zijn, gelieve uw iFLUX project manager te contacteren.

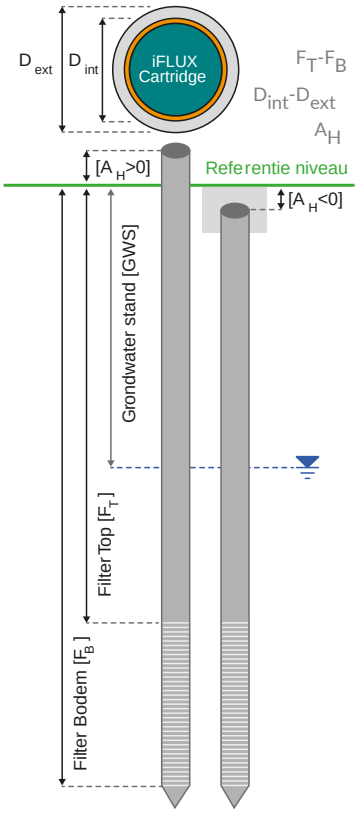
INSTALLATIE	Datum	2024-09-20 12:00	2024-09-20 12:00	2024-09-20 12:00
	GWS [m-top pb]	6.50	6.77	6.70
	FB controle [m-top pb]	☐ 16.39	☐ 27.43	☐ 35.37 .....
	AH controle [m-ref]	☐ 0.11	☐ 0.07	☐ 0.13 .....
OPHALING	(Laatste) datum	2024-10-28 12:00	2024-10-28 12:00	2024-10-28 12:00
	GWS [m-top pb]	6.54	6.78	6.72



Indien de opgemeten afmetingen niet correct zijn, gelieve uw iFLUX project manager te contacteren.

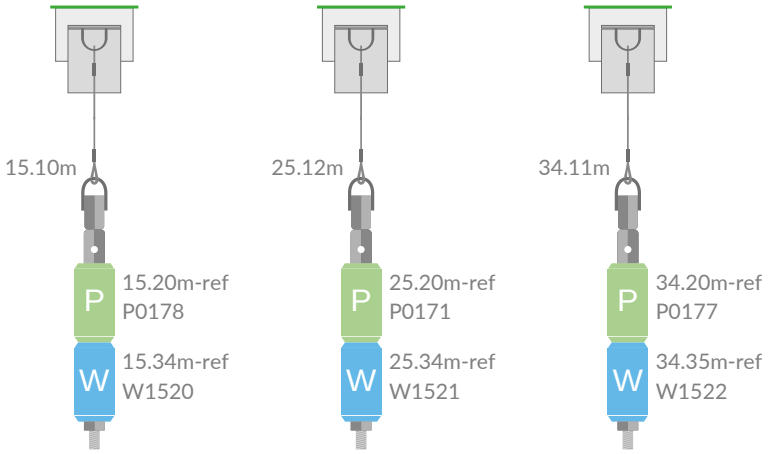
PB3001-2	PB3001-3	PB3001-4
14.5-16.5m-ref	25.5-27.5m-ref	33.5-35.5m-ref
Ø51-63mm	Ø51-63mm	Ø51-63mm
- 0.11m-ref	- 0.07m-ref	- 0.13m-ref
15.57m	26.61m	34.55m
P 15.70m-ref P0175	P 26.70m-ref P0172	P 34.70m-ref P0174
W 15.84m-ref W1519	W 26.84m-ref W1517	W 34.85m-ref W1512

INSTALLATIE	Datum	2024-09-20 12:00	2024-09-20 12:00	2024-09-20 12:00
	GWS [m-top pb]	5.75	5.74	5.72
	FB controle [m-top pb]	☐ 15.92	☐ 25.94	☐ 34.93 .....
	AH controle [m-ref]	☐ 0.08	☐ 0.06	☐ 0.07 .....
OPHALING	(Laatste) datum	2024-10-28 12:00	2024-10-28 12:00	2024-10-28 12:00
	GWS [m-top pb]	5.80	5.76	5.75

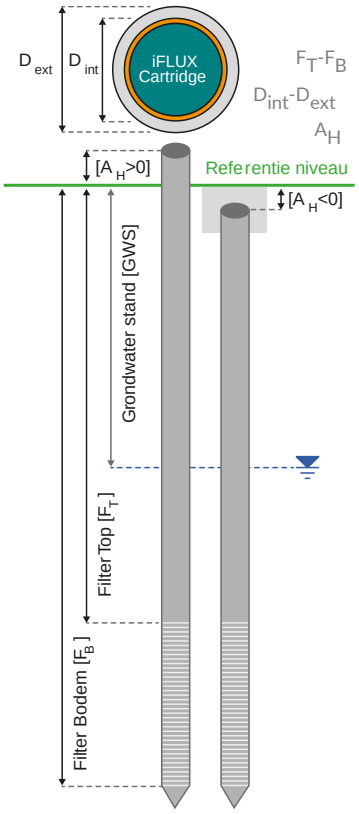


Indien de opgemeten afmetingen niet correct zijn, gelieve uw iFLUX project manager te contacteren.

PB1004-2	PB1004-3	PB1004-4
14.0-16.0m-ref	24.0-26.0m-ref	33.0-35.0m-ref
Ø51-63mm	Ø51-63mm	Ø51-63mm
- 0.08m-ref	- 0.06m-ref	- 0.07m-ref



INSTALLATIE	Datum	2024-09-20 12:00	2024-09-20 12:00	2024-09-20 12:00
	GWS [m-top pb]	0.30	0.36	0.30
	FB controle [m-top pb]	☐ 10.03	☐ 17.08	☐ 27.70 .....
	AH controle [m-ref]	☐ 0.53	☐ 0.58	☐ 0.60 .....
OPHALING	(Laatste) datum	2024-10-28 12:00	2024-10-28 12:00	2024-10-28 12:00
	GWS [m-top pb]	0.15	0.38	0.34



D1_500-2	D1_500-3	OG-B39
7.5-9.5m-ref	14.5-16.5m-ref	25.1-27.1m-ref
Ø40-50mm	Ø51-63mm	Ø51-63mm
+ 0.53m-ref	+ 0.58m-ref	+ 0.60m-ref
9.21m	16.26m	26.88m
P 8.70m-ref P0158	P 15.70m-ref P0165	P 26.30m-ref P0162
W 8.85m-ref W1502	W 15.85m-ref W1507	W 26.44m-ref W1506

Indien de opgemeten afmetingen niet correct zijn, gelieve uw iFLUX project manager te contacteren.

Notities tijdens installatie

Notities tijdens ophaling

6 Analysecertificaat

GP24-30022

ANALYSERAPPORT

LABORATORIUM

Laboratorium manager	Rudi Herman
Laboratorium	SGS Belgium NV Industries & Environment
Adres	Spoorstraat 12 Postbus 78 4430 AB 's-Gravenpolder
Telefoon	+31 (0) 88 214 62 00
Fax	+31 (0) 88 214 62 99
Email	nl.envi.cs@sgs.com
SGS referentie	GP24-30022
Aanvraag Ontvangen	28-10-2024
Gerapporteerd	26-11-2024

KLANT

Klant	iFlux BVBA
Adres	Galileilaan 15 B-2845 Niel België
Contactpersoon	Lab
Telefoon	
Fax	
Email	Lab@ifluxsampling.com
Project	**Standard project**
Klant Ref	***24.0687 Port of Antwerp Waaslandhaven***

ADDITIONELE OPDRACHT INFO

Monsternameverslag aanwezig	Niet aanwezig
Klant opdracht omschrijving	24.0687

MONSTER IDENTIFICATIE

GP24-30022.002	*W1502*
GP24-30022.003	*W1503*
GP24-30022.004	*W1504*
GP24-30022.005	*W1505*
GP24-30022.006	*W1506*
GP24-30022.007	*W1507*
GP24-30022.008	*W1508*
GP24-30022.009	*W1509*
GP24-30022.010	*W1510*
GP24-30022.011	*W1511*
GP24-30022.012	*W1512*
GP24-30022.013	*W1513*
GP24-30022.014	*W1514*
GP24-30022.015	*W1515*
GP24-30022.016	*W1516*
GP24-30022.017	*W1517*
GP24-30022.018	*W1518*
GP24-30022.019	*W1519*
GP24-30022.020	*W1520*
GP24-30022.021	*W1521*
GP24-30022.022	*W1522*
GP24-30022.023	*P0158*
GP24-30022.024	*P0159*
GP24-30022.025	*P0160*
GP24-30022.026	*P0161*
GP24-30022.027	*P0162*
GP24-30022.028	*P0163*
GP24-30022.029	*P0164*
GP24-30022.030	*P0165*
GP24-30022.031	*P0166*
GP24-30022.032	*P0167*
GP24-30022.033	*P0168*
GP24-30022.034	*P0169*
GP24-30022.035	*P0170*
GP24-30022.036	*P0171*
GP24-30022.037	*P0172*
GP24-30022.038	*P0173*
GP24-30022.039	*P0174*
GP24-30022.040	*P0175*
GP24-30022.041	*P0176*
GP24-30022.042	*P0177*
GP24-30022.043	*P0178*

OPMERKINGEN

De analyses gemarkeerd met een (A) zijn uitgevoerd op de SGS locatie: Polderdijkweg 16 te Antwerpen.

Het laboratorium beschikt over een erkenning voor de met een E gemarkeerde analyses.

GP24-30022

ANALYSERAPPORT

HANDTEKENINGEN



Rudi Herman
Lab Operations Manager

Behoudens andersluidende overeenkomst worden alle opdrachten en documenten uitgevoerd en uitgegeven op basis van onze algemene voorwaarden. Op eenvoudig verzoek worden deze voorwaarden opnieuw aan u toegezonden. De aandacht wordt gevestigd op de beperking van aansprakelijkheid, de vergoedings-en bevoegdheidskwesties bepaald door deze voorwaarden. Elke houder van dit document dient te weten dat de informatie vervat in dit document enkel de bevindingen van SGS op het ogenblik van haar tussenkomst en binnen de grenzen van de eventuele instructies van de opdrachtgever, bevat. De resultaten in dit verslag hebben alleen betrekking op de geteste of bemonsterde objecten. SGS is enkel aansprakelijk ten aanzien van haar opdrachtgever en dit document stelt de bij een handelstransactie betrokken partijen niet vrij van hun plicht al hun rechten en verplichtingen uit te oefenen voortspruitend uit de handelsdocumenten. Elke niet toegestane wijziging evenals de namaak of vervalsing van de inhoud of het uitzicht van dit document is onwettig en overtreders zullen vervolgd worden.
Indien het/de monster(s) waarop de resultaten van dit rapport betrekking hebben werd(en) genomen en/of aangeleverd door de klant of door een derde partij, voorgedragen door de klant dan zijn de analyseresultaten van toepassing op het monster zoals dit ontvangen werd. De door opdrachtgever verstrekte gegevens zijn cursief vermeld in het rapport. Deze gegevens kunnen van invloed zijn op de geldigheid van de gerapporteerde resultaten.
Prestatiekenmerken van geaccrediteerde verrichtingen zijn opvraagbaar. In de bijlage is informatie over de houdbaarheid en conserveringsaspecten van de aangeleverde monsters vermeld en wordt standaard commentaar over de uitgevoerde analyses/monsters weergegeven. Op het voorblad in het kader opmerkingen worden specifieke opmerkingen over de monsters/uitgevoerde analyses gerapporteerd.

GP24-30022

ANALYSERAPPORT

	Monsternummer	GP24-30022.002	GP24-30022.003	GP24-30022.004	GP24-30022.005
	Matrix	W	W	W	W
	Bemonsteringsdiepte				
	Bemonsterd door	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX
	Bemonsteringsdatum	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*
	Bemonsteringsplaats				
	Ontvangstdatum Monster	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024
Parameter	**Eenheid** **RG**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**
Traceralcoholen [GC-MS]					
Methanol	µg/g ds 20	<400 *	<400 *	<400 *	<400 *
Ethanol	µg/g ds 20	<400	<400	<400	<400
Isopropanol	µg/g ds 20	410	3600	3600	3600
tert-Butanol	µg/g ds 2.0	1600	4600	4900	4800
2,4-Dimethyl-3-pentanol	µg/g ds 2.0	1800	1700	1700	1700
Droge stof [Conform CMA 2/II/A.1]					
Droge stof	gew % -	46.7	50.1	47.4	43.1

GP24-30022

ANALYSERAPPORT

	Monsternummer	GP24-30022.006	GP24-30022.007	GP24-30022.008	GP24-30022.009	GP24-30022.010
	Matrix	W	W	W	W	W
	Bemonsteringsdiepte					
	Bemonsterd door	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX
	Bemonsteringsdatum	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*
	Bemonsteringsplaats					
	Ontvangstdatum Monster	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024
Parameter	**Eenheid**	**RG**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**
Traceralcoholen [GC-MS]							
Methanol	µg/g ds	20	<400 *	<400 *	<400 *	<400 *	<400 *
Ethanol	µg/g ds	20	<400	<400	<400	<400	<400
Isopropanol	µg/g ds	20	3200	1800	1500	960	3600
tert-Butanol	µg/g ds	2.0	4900	3800	4400	4500	5100
2,4-Dimethyl-3-pentanol	µg/g ds	2.0	1800	1800	1600	1600	1700
Droge stof [Conform CMA 2/II/A.1]							
Droge stof	gew %	-	52.8	49.0	49.7	44.8	43.3

GP24-30022

ANALYSERAPPORT

	Monsternummer	GP24-30022.011	GP24-30022.012	GP24-30022.013	GP24-30022.014	GP24-30022.015
	Matrix	W	W	W	W	W
	Bemonsteringsdiepte					
	Bemonsterd door	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX
	Bemonsteringsdatum	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*
	Bemonsteringsplaats					
	Ontvangstdatum Monster	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024
Parameter	**Eenheid**	**RG**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**
Traceralcoholen [GC-MS]							
Methanol	µg/g ds	20	<400 *	<400 *	<400 *	<400 *	<400 *
Ethanol	µg/g ds	20	<400	<400	<400	<400	<400
Isopropanol	µg/g ds	20	2700	2000	3500	2000	2600
tert-Butanol	µg/g ds	2.0	4700	3900	4900	5000	4100
2,4-Dimethyl-3-pentanol	µg/g ds	2.0	1700	1800	1800	1500	1500
Droge stof [Conform CMA 2/II/A.1]							
Droge stof	gew %	-	48.3	45.9	45.8	44.5	48.1

GP24-30022

ANALYSERAPPORT

	Monsternummer	GP24-30022.016	GP24-30022.017	GP24-30022.018	GP24-30022.019	GP24-30022.020
	Matrix	W	W	W	W	W
	Bemonsteringsdiepte					
	Bemonsterd door	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX
	Bemonsteringsdatum	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*
	Bemonsteringsplaats					
	Ontvangstdatum Monster	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024
Parameter	**Eenheid**	**RG**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**
Traceralcoholen [GC-MS]							
Methanol	µg/g ds	20	<400 *	<1000 *	<400 *	<400 *	<400 *
Ethanol	µg/g ds	20	<400	<1000	<400	<400	<400
Isopropanol	µg/g ds	20	3900	1700	2700	3600	1200
tert-Butanol	µg/g ds	2.0	4800	4800	3900	4600	3300
2,4-Dimethyl-3-pentanol	µg/g ds	2.0	1800	1900	1800	1800	1700
Droge stof [Conform CMA 2/II/A.1]							
Droge stof	gew %	-	46.1	42.5	45.1	46.6	49.3

GP24-30022

ANALYSERAPPORT

	Monsternummer	GP24-30022.021	GP24-30022.022	GP24-30022.023	GP24-30022.024	GP24-30022.025
	Matrix	W	W	F1	F1	F1
	Bemonsteringsdiepte					
	Bemonsterd door	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX
	Bemonsteringsdatum	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*
	Bemonsteringsplaats					
	Ontvangstdatum Monster	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024
Parameter	**Eenheid**	**RG**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**
Traceralcoholen [GC-MS]						
Methanol	µg/g ds	20	<400 *	<400 *		
Ethanol	µg/g ds	20	<400	<400		
Isopropanol	µg/g ds	20	2500	2000		
tert-Butanol	µg/g ds	2.0	4400	4100		
2,4-Dimethyl-3-pentanol	µg/g ds	2.0	1800	1900		
Droge stof [Conform CMA 2/II/A.1]						
Droge stof	gew %	-	47.8	45.0		
Bepaling van poly- en pergefluoreerde componenten (PFAS) [In house method] (A)						
Kwantitatieve lijst						
Perfluorbutaan zuur (PFBA)	µg/kg ds	20			73	<20	<20
Perfluorhexaan zuur (PFHxA)	µg/kg ds	20			180	<20	<20
Perfluorheptaan zuur (PFHpA)	µg/kg ds	20			31	<20	<20
Perfluoroctaan zuur (PFOA) (lineair)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
Perfluornonaan zuur (PFNA)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
Perfluordecaan zuur (PFDA)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
Perfluorundecaan zuur (PFUnDA)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
Perfluordodecaan zuur (PFDoDA)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
Perfluorotetradecaan zuur (PFTeDA)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
Perfluorhexadecaan zuur (PFHxDA)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
Perfluorbutaan sulfonzuur (PFBS)	µg/kg ds	20			23	<20	<20
Perfluorhexaan sulfonzuur (PFHxS) (lineair)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
Perfluoroheptaan sulfonzuur (PFHpS)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonzuur (PFOS) (lineair)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
Perfluornonaan sulfonzuur (PFNS)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
Perfluordecaan sulfonzuur (PFDS)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
4:2 Fluorotelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
8:2 Fluorotelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonamide (PFOSA) (lineair)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
N-ethylperfluorooctaan sulfonamide (EtPFOSA) (lineair)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
N-methylperfluorooctaan sulfonamidoazijnzuur (MePFOSAA)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
N-ethylperfluorooctaan sulfonamidoazijnzuur (EtPFOSAA)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
8:2 Fluorotelomeerfosfaat diester (8:2 DiPAP)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)propaanzuur (HFPO-DA)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
Perfluorohexaansulfonamide (PFHXSA)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
Perfluoroctaan zuur - som (PFOATotaal)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonzuur - som (PFOSTotaal)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonamide - som (PFOSATotaal)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
N-ethylperfluorooctaan sulfonamide (EtPFOSATotal)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
Perfluorhexaan sulfonzuur (PFHxSTotaal)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
6:2 Fluorotelomeersulfon zuur (6:2 FTS)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
Perfluortridecaan zuur (PFTrDA)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20
Perfluoroctadecaan zuur (PFODA)	µg/kg ds	20			<20	<20	<20

GP24-30022

ANALYSERAPPORT

	Monsternummer	GP24-30022.021	GP24-30022.022	GP24-30022.023	GP24-30022.024	GP24-30022.025
	Matrix	W	W	F1	F1	F1
	Bemonsteringsdiepte					
	Bemonsterd door	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX
	Bemonsteringsdatum	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*
	Bemonsteringsplaats					
	Ontvangstdatum Monster	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024
Parameter	**Eenheid**	**RG**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**
Bepaling van poly- en pergefluoreerde componenten (PFAS)	**[In house method] (A) (continued)**					
Perfluorundecaan sulfonzuur (PFUnDS)	µg/kg ds	20		<20	<20	<20
Perfluordodecaan sulfonzuur (PFDoDS)	µg/kg ds	20		<20	<20	<20
Perfluortridecaan sulfonzuur (PFTrDS)	µg/kg ds	20		<20	<20	<20
10:2 Fluorotelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	µg/kg ds	20		<20	<20	<20
6:2 Fluorotelomeerfosfaatdiester (6:2 DiPAP)	µg/kg ds	20		<20	<20	<20
6:2/8:2 Fluorotelomeerfosfaatdiester (6:2/8:2 DiPAP)	µg/kg ds	20		<20	<20	<20
9-Chlorohexadecafluoro-3-oxanonaan-1-sulfonaat (9Cl-PF3ONS) (F-53B Major)	µg/kg ds	20		<20	<20	<20
11-chlooreicosafluor-3-oxaundecaan-1-sulfonzuur (11Cl-PF3OUdS) (F-53B Minor)	µg/kg ds	20		<20	<20	<20
Indicatieve lijst						
Perfluoropentaan sulfonzuur (PFPeS)	µg/kg ds	20		<20	<20	<20
N-methylperfluorooctaan sulfonamide (MePFOSA) (lineair)	µg/kg ds	20		<20	<20	<20
4,8-Dioxa-3H-perfluorononaanzuur (DONA)	µg/kg ds	20		<20	<20	<20
Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	µg/kg ds	20		<20	<20	<20
Perfluorobutaansulfonamide (PFBSA)	µg/kg ds	20		<20	<20	<20
N-methylperfluorobutaan sulfonamide (MePFBSA)	µg/kg ds	20		<20	<20	<20
N-Methyl-perfluorobutanesulfonylamidoacetaat (MePFBSAA)	µg/kg ds	20		<20	<20	<20
N-methylperfluorooctaan sulfonamide (MePFOSATotaal)	µg/kg ds	20		<20	<20	<20
2H-Perfluoro-2-deceenzuur (FOUEA / 8:2 FTUCA)	µg/kg ds	20		<20	<20	<20

GP24-30022

ANALYSERAPPORT

	Monsternummer	GP24-30022.026	GP24-30022.027	GP24-30022.028	GP24-30022.029	GP24-30022.030
	Matrix	F1	F1	F1	F1	F1
	Bemonsteringsdiepte					
	Bemonsterd door	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX
	Bemonsteringsdatum	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*
	Bemonsteringsplaats					
	Ontvangstdatum Monster	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024
Parameter	**Eenheid**	**RG**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**
Bepaling van poly- en pergefluoreerde componenten (PFAS)	**[In house method] (A)**						
Kwantitatieve lijst							
Perfluorbutaan zuur (PFBA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorhexaan zuur (PFHxA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	35
Perfluorheptaan zuur (PFHpA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan zuur (PFOA) (lineair)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluornonaan zuur (PFNA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluordecaan zuur (PFDA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorundecaan zuur (PFUnDA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluordodecaan zuur (PFDoDA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorotetradecaan zuur (PFTeDA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorhexadecaan zuur (PFHxDA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorbutaan sulfonzuur (PFBS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorhexaan sulfonzuur (PFHxS) (lineair)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroheptaan sulfonzuur (PFHpS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonzuur (PFOS) (lineair)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluornonaan sulfonzuur (PFNS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluordecaan sulfonzuur (PFDS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
4:2 Fluorotelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
8:2 Fluorotelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonamide (PFOSA) (lineair)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-ethylperfluorooctaan sulfonamide (EtPFOSA) (lineair)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-methylperfluorooctaan sulfonamidoazijnzuur (MePFOSAA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-ethylperfluorooctaan sulfonamidoazijnzuur (EtPFOSAA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
8:2 Fluorotelomeerfosfaat diester (8:2 DiPAP)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)propaanzuur (HFPO-DA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorohexaansulfonamide (PFHXSA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan zuur - som (PFOATotaal)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonzuur - som (PFOSTotaal)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonamide - som (PFOSATotaal)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-ethylperfluorooctaan sulfonamide (EtPFOSATotal)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorhexaan sulfonzuur (PFHxSTotaal)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
6:2 Fluorotelomeersulfon zuur (6:2 FTS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluortridecaan zuur (PFTrDA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctadecaan zuur (PFODA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorundecaan sulfonzuur (PFUnDS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluordodecaan sulfonzuur (PFDoDS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluortridecaan sulfonzuur (PFTrDS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
10:2 Fluorotelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
6:2 Fluorotelomeerfosfaatdiester (6:2 DiPAP)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
6:2/8:2 Fluorotelomeerfosfaatdiester (6:2/8:2 DiPAP)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
9-Chlorohexadecafluoro-3-oxanonaan-1-sulfonaat (9Cl-PF3ONS) (F-53B Major)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
11-chlooreicosafluor-3-oxaundecaan-1-sulfonzuur (11Cl-PF3OUdS) (F-53B Minor)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20

GP24-30022

ANALYSERAPPORT

	Monsternummer	GP24-30022.026	GP24-30022.027	GP24-30022.028	GP24-30022.029	GP24-30022.030
	Matrix	F1	F1	F1	F1	F1
	Bemonsteringsdiepte					
	Bemonsterd door	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX
	Bemonsteringsdatum	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*
	Bemonsteringsplaats					
	Ontvangstdatum Monster	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024
Parameter	**Eenheid**	**RG**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**
Bepaling van poly- en pergefluoreerde componenten (PFAS)	**[In house method] (A) (continued)**						
Indicatieve lijst							
Perfluoropentaan sulfonzuur (PFPeS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-methylperfluorooctaan sulfonamide (MePFOSA) (lineair)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
4,8-Dioxa-3H-perfluorononaanzuur (DONA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorobutaansulfonamide (PFBSA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-methylperfluorobutaan sulfonamide (MePFBSA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-Methyl-perfluorobutanesulfonylamidoacetaat (MePFBSAA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-methylperfluorooctaan sulfonamide (MePFOSATotaal)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
2H-Perfluoro-2-deceenzuur (FOUEA / 8:2 FTUCA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20

GP24-30022

ANALYSERAPPORT

	Monsternummer	GP24-30022.031	GP24-30022.032	GP24-30022.033	GP24-30022.034	GP24-30022.035
	Matrix	F1	F1	F1	F1	F1
	Bemonsteringsdiepte					
	Bemonsterd door	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX
	Bemonsteringsdatum	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*
	Bemonsteringsplaats					
	Ontvangstdatum Monster	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024
Parameter	**Eenheid**	**RG**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**
Bepaling van poly- en pergefluoreerde componenten (PFAS)	**[In house method] (A)**						
Kwantitatieve lijst							
Perfluorbutaan zuur (PFBA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorhexaan zuur (PFHxA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorheptaan zuur (PFHpA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan zuur (PFOA) (lineair)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluornonaan zuur (PFNA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluordecaan zuur (PFDA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorundecaan zuur (PFUnDA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluordodecaan zuur (PFDoDA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorotetradecaan zuur (PFTeDA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorhexadecaan zuur (PFHxDA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorbutaan sulfonzuur (PFBS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorhexaan sulfonzuur (PFHxS) (lineair)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroheptaan sulfonzuur (PFHpS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonzuur (PFOS) (lineair)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluornonaan sulfonzuur (PFNS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluordecaan sulfonzuur (PFDS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
4:2 Fluorotelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
8:2 Fluorotelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonamide (PFOSA) (lineair)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-ethylperfluorooctaan sulfonamide (EtPFOSA) (lineair)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-methylperfluorooctaan sulfonamidoazijnzuur (MePFOSAA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-ethylperfluorooctaan sulfonamidoazijnzuur (EtPFOSAA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
8:2 Fluorotelomeerfosfaat diester (8:2 DiPAP)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)propaanzuur (HFPO-DA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorohexaansulfonamide (PFHXSA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan zuur - som (PFOATotaal)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonzuur - som (PFOSTotaal)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonamide - som (PFOSATotaal)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-ethylperfluorooctaan sulfonamide (EtPFOSATotal)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorhexaan sulfonzuur (PFHxSTotaal)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
6:2 Fluorotelomeersulfon zuur (6:2 FTS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluortridecaan zuur (PFTrDA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctadecaan zuur (PFODA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorundecaan sulfonzuur (PFUnDS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluordodecaan sulfonzuur (PFDoDS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluortridecaan sulfonzuur (PFTrDS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
10:2 Fluorotelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
6:2 Fluorotelomeerfosfaatdiester (6:2 DiPAP)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
6:2/8:2 Fluorotelomeerfosfaatdiester (6:2/8:2 DiPAP)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
9-Chlorohexadecafluoro-3-oxanonaan-1-sulfonaat (9Cl-PF3ONS) (F-53B Major)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
11-chlooreicosafluor-3-oxaundecaan-1-sulfonzuur (11Cl-PF3OUdS) (F-53B Minor)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20

GP24-30022

ANALYSERAPPORT

	Monsternummer	GP24-30022.031	GP24-30022.032	GP24-30022.033	GP24-30022.034	GP24-30022.035
	Matrix	F1	F1	F1	F1	F1
	Bemonsteringsdiepte					
	Bemonsterd door	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX
	Bemonsteringsdatum	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*
	Bemonsteringsplaats					
	Ontvangstdatum Monster	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024

Parameter	Eenheid	RG	Resultaat	Resultaat	Resultaat	Resultaat	Resultaat
Bepaling van poly- en pergefluoreerde componenten (PFAS)	**[In house method] (A) (continued)**						
Indicatieve lijst							
Perfluoropentaan sulfonzuur (PFPeS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-methylperfluorooctaan sulfonamide (MePFOSA) (lineair)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
4,8-Dioxa-3H-perfluorononaanzuur (DONA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorobutaansulfonamide (PFBSA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-methylperfluorobutaan sulfonamide (MePFBSA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-Methyl-perfluorobutanesulfonylamidoacetaat (MePFBSAA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-methylperfluorooctaan sulfonamide (MePFOSATotaal)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
2H-Perfluoro-2-deceenzuur (FOUEA / 8:2 FTUCA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20

GP24-30022

ANALYSERAPPORT

	Monsternummer	GP24-30022.036	GP24-30022.037	GP24-30022.038	GP24-30022.039	GP24-30022.040
	Matrix	F1	F1	F1	F1	F1
	Bemonsteringsdiepte					
	Bemonsterd door	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX
	Bemonsteringsdatum	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*
	Bemonsteringsplaats					
	Ontvangstdatum Monster	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024
Parameter	**Eenheid**	**RG**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**
Bepaling van poly- en pergefluoreerde componenten (PFAS)	**[In house method] (A)**						
Kwantitatieve lijst							
Perfluorbutaan zuur (PFBA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorhexaan zuur (PFHxA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorheptaan zuur (PFHpA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan zuur (PFOA) (lineair)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluornonaan zuur (PFNA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluordecaan zuur (PFDA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorundecaan zuur (PFUnDA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluordodecaan zuur (PFDoDA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorotetradecaan zuur (PFTeDA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorhexadecaan zuur (PFHxDA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorbutaan sulfonzuur (PFBS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorhexaan sulfonzuur (PFHxS) (lineair)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroheptaan sulfonzuur (PFHpS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonzuur (PFOS) (lineair)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluornonaan sulfonzuur (PFNS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluordecaan sulfonzuur (PFDS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
4:2 Fluorotelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
8:2 Fluorotelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonamide (PFOSA) (lineair)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-ethylperfluorooctaan sulfonamide (EtPFOSA) (lineair)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-methylperfluorooctaan sulfonamidoazijnzuur (MePFOSAA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-ethylperfluorooctaan sulfonamidoazijnzuur (EtPFOSAA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
8:2 Fluorotelomeerfosfaat diester (8:2 DiPAP)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)propaanzuur (HFPO-DA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorohexaansulfonamide (PFHXSA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan zuur - som (PFOATotaal)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonzuur - som (PFOSTotaal)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonamide - som (PFOSATotaal)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-ethylperfluorooctaan sulfonamide (EtPFOSATotal)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorhexaan sulfonzuur (PFHxSTotaal)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
6:2 Fluorotelomeersulfon zuur (6:2 FTS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluortridecaan zuur (PFTrDA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluoroctadecaan zuur (PFODA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorundecaan sulfonzuur (PFUnDS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluordodecaan sulfonzuur (PFDoDS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluortridecaan sulfonzuur (PFTrDS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
10:2 Fluorotelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
6:2 Fluorotelomeerfosfaatdiester (6:2 DiPAP)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
6:2/8:2 Fluorotelomeerfosfaatdiester (6:2/8:2 DiPAP)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
9-Chlorohexadecafluoro-3-oxanonaan-1-sulfonaat (9Cl-PF3ONS) (F-53B Major)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
11-chlooreicosafluor-3-oxaundecaan-1-sulfonzuur (11Cl-PF3OUdS) (F-53B Minor)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20

GP24-30022

ANALYSERAPPORT

	Monsternummer	GP24-30022.036	GP24-30022.037	GP24-30022.038	GP24-30022.039	GP24-30022.040
	Matrix	F1	F1	F1	F1	F1
	Bemonsteringsdiepte					
	Bemonsterd door	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX	iFLUX
	Bemonsteringsdatum	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*
	Bemonsteringsplaats					
	Ontvangstdatum Monster	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024
Parameter	**Eenheid**	**RG**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**
Bepaling van poly- en pergefluoreerde componenten (PFAS)	**[In house method] (A) (continued)**						
Indicatieve lijst							
Perfluoropentaan sulfonzuur (PFPeS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-methylperfluorooctaan sulfonamide (MePFOSA) (lineair)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
4,8-Dioxa-3H-perfluorononaanzuur (DONA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
Perfluorobutaansulfonamide (PFBSA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-methylperfluorobutaan sulfonamide (MePFBSA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-Methyl-perfluorobutanesulfonylamidoacetaat (MePFBSAA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
N-methylperfluorooctaan sulfonamide (MePFOSATotaal)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20
2H-Perfluoro-2-deceenzuur (FOUEA / 8:2 FTUCA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20	<20	<20

GP24-30022

ANALYSERAPPORT

	Monsternummer	GP24-30022.041	GP24-30022.042	GP24-30022.043
	Matrix	F1	F1	F1
	Bemonsteringsdiepte			
	Bemonsterd door	iFLUX	iFLUX	iFLUX
	Bemonsteringsdatum	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*
	Bemonsteringsplaats			
	Ontvangstdatum Monster	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024
Parameter	**Eenheid** **RG**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**
Bepaling van poly- en pergefluoreerde componenten (PFAS)	**[In house method] (A)**			
Kwantitatieve lijst				
Perfluorbutaan zuur (PFBA)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluorhexaan zuur (PFHxA)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluorheptaan zuur (PFHpA)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan zuur (PFOA) (lineair)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluornonaan zuur (PFNA)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluordecaan zuur (PFDA)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluorundecaan zuur (PFUnDA)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluordodecaan zuur (PFDoDA)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluorotetradecaan zuur (PFTeDA)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluorhexadecaan zuur (PFHxDA)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluorbutaan sulfonzuur (PFBS)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluorhexaan sulfonzuur (PFHxS) (lineair)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluoroheptaan sulfonzuur (PFHpS)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonzuur (PFOS) (lineair)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluornonaan sulfonzuur (PFNS)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluordecaan sulfonzuur (PFDS)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
4:2 Fluorotelomeersulfonzuur (4:2 FTS)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
8:2 Fluorotelomeersulfonzuur (8:2 FTS)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonamide (PFOSA) (lineair)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
N-ethylperfluorooctaan sulfonamide (EtPFOSA) (lineair)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
N-methylperfluorooctaan sulfonamidoazijnzuur (MePFOSAA)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
N-ethylperfluorooctaan sulfonamidoazijnzuur (EtPFOSAA)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
8:2 Fluorotelomeerfosfaat diester (8:2 DiPAP)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)propaanzuur (HFPO-DA)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluorohexaansulfonamide (PFHXSA)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan zuur - som (PFOATotaal)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonzuur - som (PFOSTotaal)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluoroctaan sulfonamide - som (PFOSATotaal)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
N-ethylperfluorooctaan sulfonamide (EtPFOSATotal)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluorhexaan sulfonzuur (PFHxSTotaal)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
6:2 Fluorotelomeersulfon zuur (6:2 FTS)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluortridecaan zuur (PFTrDA)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluoroctadecaan zuur (PFODA)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluorundecaan sulfonzuur (PFUnDS)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluordodecaan sulfonzuur (PFDoDS)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
Perfluortridecaan sulfonzuur (PFTrDS)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
10:2 Fluorotelomeersulfonzuur (10:2 FTS)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
6:2 Fluorotelomeerfosfaatdiester (6:2 DiPAP)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
6:2/8:2 Fluorotelomeerfosfaatdiester (6:2/8:2 DiPAP)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
9-Chlorohexadecafluoro-3-oxanonaan-1-sulfonaat (9Cl-PF3ONS) (F-53B Major)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20
11-chlooreicosafluor-3-oxaundecaan-1-sulfonzuur (11Cl-PF3OUdS) (F-53B Minor)	µg/kg ds 20	<20	<20	<20

GP24-30022

ANALYSERAPPORT

	Monsternummer	GP24-30022.041	GP24-30022.042	GP24-30022.043
	Matrix	F1	F1	F1
	Bemonsteringsdiepte			
	Bemonsterd door	iFLUX	iFLUX	iFLUX
	Bemonsteringsdatum	*28-10-2024*	*28-10-2024*	*28-10-2024*
	Bemonsteringsplaats			
	Ontvangstdatum Monster	29-10-2024	29-10-2024	29-10-2024
Parameter	**Eenheid**	**RG**	**Resultaat**	**Resultaat**	**Resultaat**
Bepaling van poly- en pergefluoreerde componenten (PFAS)	**[In house method] (A) (continued)**				
Indicatieve lijst					
Perfluoropentaan sulfonzuur (PFPeS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20
N-methylperfluorooctaan sulfonamide (MePFOSA) (lineair)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20
4,8-Dioxa-3H-perfluorononaanzuur (DONA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20
Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur (PFECHS)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20
Perfluorobutaansulfonamide (PFBSA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20
N-methylperfluorobutaan sulfonamide (MePFBSA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20
N-Methyl-perfluorobutanesulfonylamidoacetaat (MePFBSAA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20
N-methylperfluorooctaan sulfonamide (MePFOSATotaal)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20
2H-Perfluoro-2-deceenzuur (FOUEA / 8:2 FTUCA)	µg/kg ds	20	<20	<20	<20

HOUDBAARHEIDS- EN CONSERVERINGS OPMERKINGEN

Alle monsters zijn correct geconserveerd bij het laboratorium aangeleverd.

TECHNISCHE OPMERKINGEN

GP24-30022.002 - W1502:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.003 - W1503:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.004 - W1504:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.005 - W1505:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.006 - W1506:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.007 - W1507:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.008 - W1508:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.009 - W1509:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.010 - W1510:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.011 - W1511:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.012 - W1512:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.013 - W1513:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.014 - W1514:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.015 - W1515:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.016 - W1516:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.017 - W1517:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.018 - W1518:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.019 - W1519:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.020 - W1520:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.021 - W1521:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.
GP24-30022.022 - W1522:
Traceralcoholen: In verband met de matrix is (zijn) de rapportage grens(zen) verhoogd.

7 Ruwe analysedata van het laboratorium

PFAS																					
Peilbuis	D1_500-2	PB_C1-4	PB_C1-3	PB_C2-3	OG-B39	PB_C1-1	PB_C1-2	D1_500-3	PB_C3-1	PB_C3-3	PB_C2-4	PB_C3-4	PB_C2-1	PB1004-3	PB3001-3	PB_C2-2	PB3001-4	PB3001-2	PB_C3-2	PB1004-4	PB1004-2
Cartridge	P0158	P0159	P0160	P0161	P0162	P0163	P0164	P0165	P0166	P0167	P0168	P0169	P0170	P0171	P0172	P0173	P0174	P0175	P0176	P0177	P0178
	GP24-30022.001	GP24-30022.002	GP24-30022.003	GP24-30022.004	GP24-30022.005	GP24-30022.006	GP24-30022.007	GP24-30022.008	GP24-30022.009	GP24-30022.010	GP24-30022.011	GP24-30022.012	GP24-30022.013	GP24-30022.014	GP24-30022.015	GP24-30022.016	GP24-30022.017	GP24-30022.018	GP24-30022.019	GP24-30022.020	GP24-30022.021
	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)	Conc (ug/kgdb)
PFBA	72,92334	1,55645	2,84505	0,91856	1,68897	4,42753	2,72522	17,94659	2,13014	4,42439	2,50581	3,79493	1,60598	0,64789	3,12973	0,56514	4,70934	0,95536	6,4319	1,25666	2,50298
PFPeA	65,05224	0,76919	0,62814	0,30427	0,85858	1,72351	0,73048	13,41161	0,63543	1,21226	1,38881	1,6861	0,72934	0,42934	0,99922	0,25424	1,34646	0,29318	2,37776	0,58732	1,05329
PFHxA	185,11079	1,3165	0,80208	0,30172	1,4204	1,61273	1,28996	34,80865	0,69591	1,50948	2,18526	3,70351	0,879	0,4513	1,38103	0,25584	1,76592	0,2013	3,36534	0,86625	1,78528
PFHpA	31,02077	0,25079	0,35996	0,11583	0,29491	0,43606	0,38202	0,07264	0,2896	0,5416	0,39615	1,21803	0,55787	0,13083	0,27235	0,11854	0,51587	0,04168	1,05372	0,10595	0,46627
PFOA	11,54036	1,56921	3,06573	0,80487	1,48392	2,21336	2,50315	0,30564	2,04974	5,27026	1,56388	0,73719	4,92576	0,46007	1,60439	0,57127	1,62351	0,28116	13,1761	0,33619	2,39305
PFNA	0,40377	0,41841	0,66799	0,17095	0,02232	0,89499	1,01449	0,67422	0,03027	0,86451	0,03344	0,75793	1,17273	0,22142	0,20681	0,90145	0,62279	1,33686	0,57348	0,37117	1,13572
PFDA	0	0,01555	0,01309	0,0216	0,00753	0,01034	0,01408	0	0,0018	0,0151	0,02504	0,0179	0,00942	0,02683	0,01464	0,03609	0,00242	0,00443	0,00377	0,01036	0,00866
PFUnDA	0,03132	0	0	0,01892	0,01014	0,02089	0	0,02866	0,01351	0,01961	0,00613	0	0,00288	0,0495	0,04128	0,02732	0,01438	0,03262	0,0151	0,01052	0,01352
PFDoDA	0,01227	0	0,01898	0	0,02257	0	0	0	0	0,04304	0	0	0,01778	0	0	0	0	0	0	0	0
PFTrDA	0	0	0	0	0	0,00647	0,03003	0	0	0	0,00239	0	0,00552	0,02136	0	0,00951	0	0	0	0	0
PFTeDA	0,04587	0,18536	0	0,10224	0,03121	0,11134	0,08953	0,10156	0	0,07182	0,05667	0,12424	0,07454	0,11025	0,02108	0,04504	0,07401	0,07991	0,0961	0	0,11664
PFHxDA	0,06532	0,03659	0,01779	0,12224	0,22986	0,08077	0,05818	0,03848	0,05444	0,10539	0,16538	0,06668	0,02666	0,14442	0,11677	0,10772	0,1489	0,16001	0,19849	0,10494	0,35122
PFBS	23,01805	0,50902	0,95431	0,22373	0,43884	1,66947	0,87208	4,57561	0,63109	1,85578	1,02416	2,35028	0,91487	0,07712	0,87934	0,17773	1,60706	0,02221	1,24734	0,13174	0,79486
PFPeS	12,1368	0,08325	0,09597	0,02568	0,09471	0,10521	0,11549	0	0,07311	0,10388	0,14452	0,49372	0,10295	0	0,0689	0,02351	0,12251	0	0,22005	0,01466	0,10882
PFHxS	14,4669	0,49253	0,58018	0,13153	0,61406	0,41607	0,55915	0	0,5435	1,03875	0,88618	0	0,77923	0	0,22999	0	0	0	3,93447	0	0,58996
PFHpS	0,01233	0,01222	0,15987	0,02123	0,02199	0,02151	0,07925	0,01173	0,0404	0,14603	0,01575	0,01532	0,07467	0,01755	0,01979	0,01317	0,01137	0,01598	0,05281	0,01746	0,02433
PFOS	0,21961	0,23343	0,31505	0,81551	0,24834	0,33245	0,29699	0,14917	0,68762	0,43235	0,27307	0,18146	1,48856	0,21733	0,16497	0,90143	0,14827	0,23587	0,34438	0,1649	0,39635
PFNS	0	0,01065	0,01129	0,0094	0,01075	0	0	0,0117	0,00952	0,00963	0	0	0,01051	0,01395	0	0	0	0	0,0103	0,01029	0,01175
PFDS	0,03449	0,03304	0	0	0	0,03266	0,03252	0,03648	0	0	0	0	0	0,03662	0	0,03383	0,03365	0,03279	0,03399	0,03337	0
PFOSA	0	0	0	0,132	0,02088	0,02467	0	0,0188	0,01777	0,02154	0	0	0,04754	0,02239	0,02135	0,09253	0,01532	0,01916	0	0,01757	0,02459
4:2 FTS	0,02745	0,04975	0,03043	0,03323	0,04902	0,04716	0,04956	0,03489	0,03601	0,00703	0,0506	0,03251	0,02488	0,03676	0,04388	0,01005	0,08278	0,03373	0,0422	0,03086	0,0616
6:2 FTS	1,3908	1,26095	1,21571	1,19287	1,21186	1,23077	1,19215	1,17598	1,19192	1,17748	1,18059	1,15066	1,29283	1,41331	1,26284	1,14776	1,28841	1,20154	1,24039	1,28022	1,28502
8:2 FTS	0,0255	0,02062	0,02409	0,02249	0,03167	0,02773	0,01949	0,02929	0,02328	0,03549	0,02395	0,02751	0,03359	0,02021	0,01489	0,026	0,02006	0,02227	0,04121	0,02119	0,01612
10:2 FTS	0,07393	0,07589	0,06918	0,08165	0,0731	0,06417	0,07981	0,06144	0,07308	0,06164	0,07207	0,07542	0,08975	0,06746	0,07026	0,06802	0,07246	0,07397	0,07996	0,07292	0,06932
8:2 DiPAP	0,01113	0,00289	0	0,0012	0,00767	0,00761	0,32503	0,11558	0,03889	0,02201	0,02584	0,00598	0,00327	0,00736	0,00286	0,00792	0,01057	0,00679	0,00686	0,01587	0
HPFO-DA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ADONA	0,36812	0,85129	0,27258	0,3803	1,8918	0,47395	0,99946	0,77705	0,24398	1,0141	0,30823	0,65649	0,21911	0,97519	0,59296	0,30644	0,81235	0,40814	0,87679	1,0137	0,3016
PFECHS	0,01871	0,01834	0,02178	0,01733	0	0,01831	0,01817	0,01735	0,0194	0,02809	0,01713	0,01804	0,02382	0,01702	0,01891	0,01863	0,01771	0,01919	0	0,01741	0,01827
PFOcDA	0,06687	0,02203	0,07147	0	0,07084	0	0,15751	0,12868	0,0527	0	0,10755	0,08592	0,00536	0,02335	0,00503	0	0,02663	0,04022	0,01434	0	0,0111
PFDoDS	0	0,03742	0	0	0	0,03826	0,04749	0,03712	0	0	0,03814	0	0	0,03896	0,03802	0,03873	0,03764	0,04688	0,04204	0,0385	0
N-MeFOSA	0,00329	0,00633	0	0	0	0	0,01413	0	0	0	0	0	0,00232	0,00407	0	0	0	0	0	0	0
N-EtFOSA	0	0	0	0,00604	0	0	0,01439	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00404	0	0	0
N-MeFOSAA	0,01242	0,01557	0,01854	0,01504	0,01425	0,01366	0,03386	0,01907	0,01668	0	0,01226	0,01539	0,0171	0,01724	0,02557	0,01564	0,01362	0,01308	0,01143	0,01295	0,0162
N-EtFOSAA	0	0	0,01621	0,01357	0	0,01814	0,0453	0,0268	0	0	0,00565	0,00551	0,01324	0,00745	0,01172	0,00869	0	0,01196	0,00453	0,00667	0,00588
6:2 DiPAP	0	0	0	0	0	0	0,0371	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:2/8:2 diPAP	0	0	0	0	0	0	0,1696	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PFBSA	4,74474	0,16713	0,57554	0,09498	0,20414	0,83347	0,5185	0	0,3501	0,99639	0,28115	0,94106	0,79187	0,04698	0,47585	0,05155	1,20002	0	0,49602	0,02884	0,34449
PFHxSA	0,00528	0,0271	0,46721	0,0211	0,0221	0,06714	0,25429	0,00539	0,04746	0,37097	0,01134	0,0102	0,16634	0,00809	0,02132	0,02309	0,00576	0,00549	0,08108	0,00813	0,05405
BR-PFOA	8,21237	0,48148	0,18995	0,25009	0,23805	0,40162	0,28457	0,08431	0,36109	0,69705	0,26006	0,3352	0,54922	0,10858	0,25493	0,08464	0,37413	0,06115	1,44751	0,03563	0,38457
LIN-PFOA	3,32799	1,08773	2,87578	0,55478	1,24587	1,81174	2,21858	0,22133	1,68865	4,57321	1,30382	0,40199	4,37654	0,35149	1,34946	0,48663	1,24938	0,22001	11,72859	0,30056	2,00848
BR-PFOS	0,12593	0,08236	0,19737	0,19509	0,16977	0,1888	0,21255	0,07283	0,52207	0,30796	0,11416	0,06248	0,59616	0,13357	0,08172	0,17902	0,09115	0,14201	0,15965	0,06244	0,24938
LIN-PFOS	0,09388	0,15107	0,11768	0,62042	0,07857	0,14365	0,08444	0,07634	0,16555	0,12439	0,15891	0,11898	0,8924	0,08376	0,08325	0,72241	0,05712	0,09386	0,18473	0,10246	0,14697
N-MeFBSA	0,0139	0,02752	0,18719	0,0437	0,01894	0,18058	0,14679	0	0,21028	0,23695	0,02107	0,02233	0,74134	0,02212	0,08344	0,03589	0,01634	0,0157	0,12838	0,01454	0,0744
N-MeFBSAA	3,90085	0,28944	0,77296	0,05543	0,00777	0,67868	0,41592	0	0,49472	1,50805	0,31215	0,81117	0,20021	0	1,11935	0	1,97048	0,02326	0,58079	0	0,16245
PFUnDS	0,03444	0,03285	0	0,0299	0,0312	0	0,04372	0,03188	0,03335	0,03131	0	0,03417	0,03526	0,03371	0	0	0,03622	0	0,02976	0,03618	0
PFTrDS	0	0	0,03892	0	0,03634	0,04361	0,04418	0,03542	0,03796	0,04367	0,04313	0	0,03972	0,04503	0	0,03505	0	0,03493	0	0	0,04055
LIN-PFOSA	0	0	0	0,07794	0,01801	0,02317	0	0,01724	0,02181	0,01781	0	0	0,03759	0,01985	0,01981	0,04615	0,01373	0,0176	0	0,016	0,02182
BR-PFOSA	0	0	0	0,05406	0,00287	0,0015	0	0,00156	-0,00404	0,00373	0	0	0,00995	0,00254	0,00154	0,04638	0,00159	0,00156	0	0,00157	0,00277
LIN-PFHXS	1,60414	0,49166	0,57381	0,12852	0,48715	0,42859	0,55758	0	0,55587	1,05097	0,64029	0	0,77882	0	0,23251	0	0	0	3,37068	0	0,60027
LIN-N-EtFOSA	0	0	0	0,00438	0	0	0,00982	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00238	0	0	0
BR-N-EtFOSA	0	0	0	0,00166	0	0	0,00457	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00166	0	0	0
LIN-N-MeFOSA	0,00069	0,00375	0	0	0	0	0,01162	0	0	0	0	0	0	0,00148	0	0	0	0	0	0	0
BR-N-MeFOSA	0,0026	0,00258	0	0	0	0	0,00251	0	0	0	0	0	0,00232	0,00259	0	0	0	0	0	0	0

8 Resultaten en grafische weergave van de massafluxen en fluxgemiddelde concentraties op basis van de ruwe analysedata

1. Indicatieve massaflux berekend op basis van de ruwe analyseresultaten:

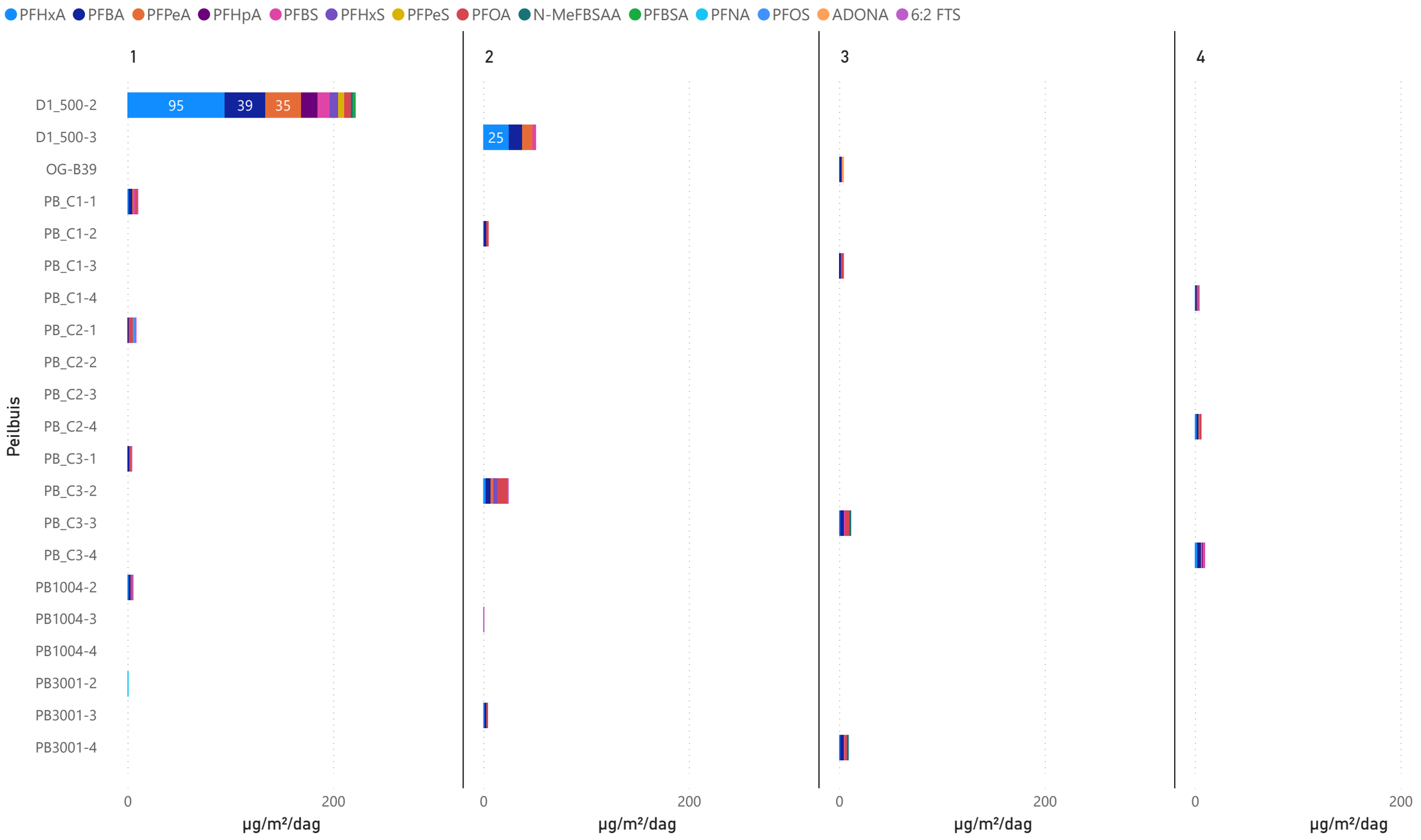
Peilbuis	Cartridge	Tijd (dagen)	Diepte tov TAW	ALPHA	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFTrDA	PFTeDA	PFHxDA	PFBS	PFPeS	PFHxS	PFHpS	PFOS	PFNS	PFDS	PFOSA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	10:2 FTS	8:2 DiPAP	HPFO-DA	ADONA	PFECHS	PFOcDA	PFDoDS	N-MeFOSA	N-EtFOSA	N-MeFOSAA	N-EtFOSAA	6:2 DiPAP	6:2/8:2 diPAP	PFBSA	PFHxSA	BR-PFOA	LIN-PFOA	BR-PFOS	LIN-PFOS	N-MeFBSA	N-MeFBSAA	PFUnDS	PFTrDS	LIN-PFOSA	BR-PFOSA	LIN-PFHXS	LIN-N-EtFOSA	BR-N-EtFOSA	LIN-N-MeFOSA	BR-N-MeFOSA
PB_C1-1	P0163	38	-5,9	0,37	3,6	1,4	1,3	<1	1,8	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,4	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PB_C1-2	P0164	38	-14,8	0,39	2,1	<1	1	<1	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,7	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PB_C1-3	P0165	38	-20,8	0,39	2,2	<1	<1	<1	2,4	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2,2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PB_C1-4	P0159	38	-33,8	0,39	1,2	<1	1	<1	1,2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PB_C2-1	P0170	38	-6,1	0,37	1,3	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	3,6	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PB_C2-2	P0173	38	-14,1	0,39	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PB_C2-3	P0161	38	-21,6	0,39	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PB_C2-4	P0168	38	-37,7	0,39	2	1,1	1,7	<1	4,1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,2	<1	<1	<1	<1	<1	1,1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	3,6	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PB_C3-1	P0166	38	-5,5	0,37	1,8	<1	<1	<1	1,7	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,4	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PB_C3-2	P0176	38	-14,9	0,39	5	1,9	2,6	<1	10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	3,1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,1	9,2	<1	<1	<1	<1	<1	2,6	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PB_C3-3	P0167	38	-22	0,39	3,5	1,1	1,2	<1	4,1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,4	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	3,6	<1	<1	<1	1,2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PB_C3-4	P0169	38	-35,5	0,39	3	1,3	2,9	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,8	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PB1004-2	P0178	38	-6,1	0,4	1,9	<1	1,4	<1	1,8	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,5	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PB1004-3	P0171	38	-16,1	0,42	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PB1004-4	P0177	38	-25,1	0,42	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PB3001-2	P0175	38	-5,2	0,4	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PB3001-3	P0172	38	-16,2	0,42	2,3	<1	1	<1	1,2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
PB3001-4	P0174	38	-24,2	0,42	3,4	1	1,3	<1	1,2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,4	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
D1_500-2	P0158	38	-6,3	0,39	39	35	98	16	6,1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	12	6,4	7,7	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2,5	<1	4,4	1,8	<1	<1	<1	2,1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
D1_500-3	P0165	38	-13,3	0,42	13	9,7	25	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	3,3	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
OG-B39	P0162	38	-23,9	0,42	1,2	<1	1	<1	1,1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	1,4	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

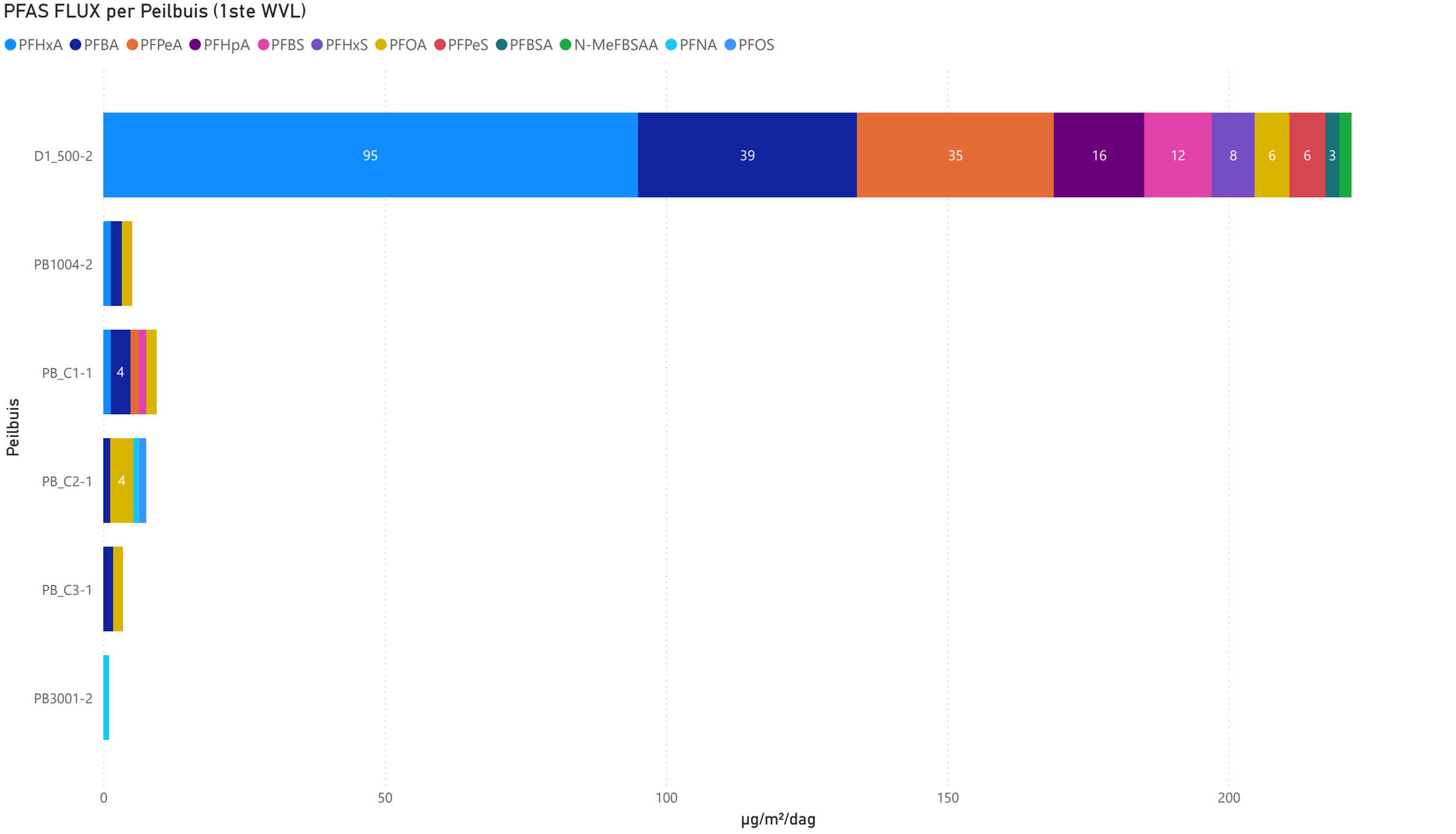
Parameter massaflux eenheid: µg/m²/dag
Diepte: m – ref niveau
<x = flux theoretische detectielimiet

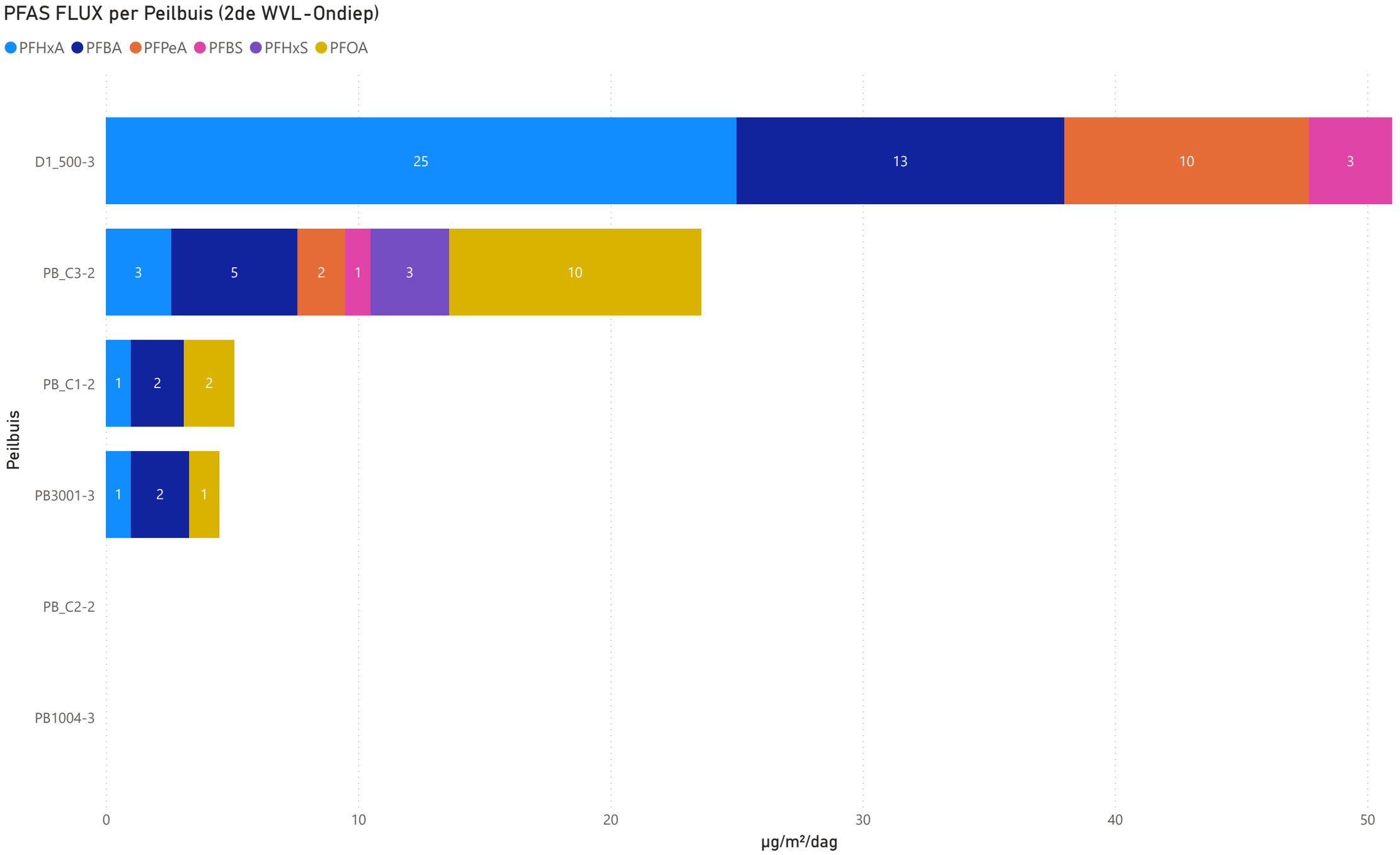
2. Indicatieve fluxgemiddelde concentraties berekend op basis van de ruwe analyseresultaten en de waterflux resultaten:

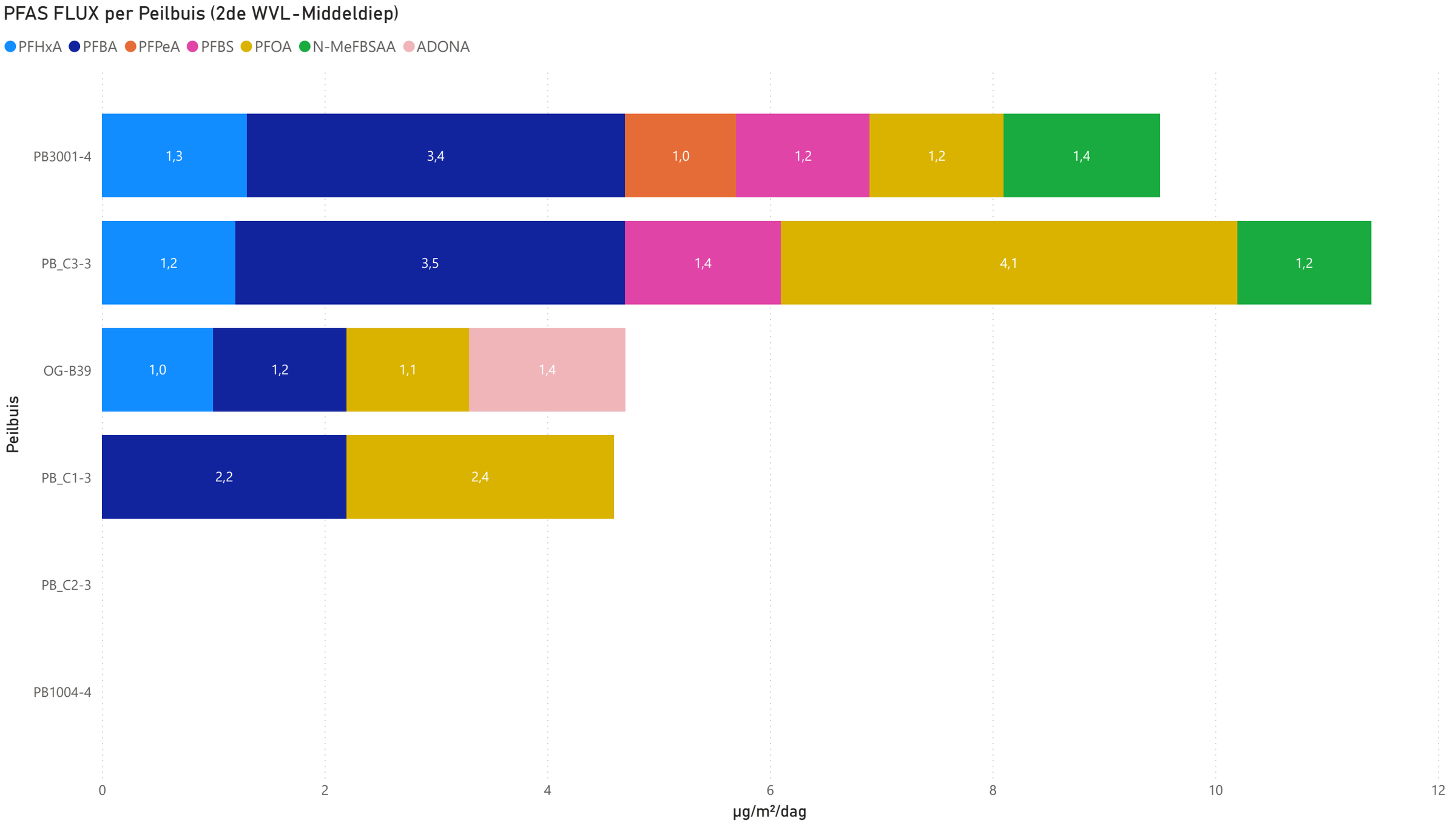
Peilbuis	Cartridge	Tijd (dagen)	Diepte tov TAW	Waterflux (m³/m²/dj)	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFTrDA	PFTeDA	PFHxDA	PFBS	PFPeS	PFHxS	PFHpS	PFOS	PFNS	PFDS	PFOSA	4:2 FTS	6:2 FTS	8:2 FTS	10:2 FTS	8:2 DiPAP	HPFO-DA	ADONA	PFECHS	PFOcDA	PFDoDS	N-MeFOSA	N-EtFOSA	N-MeFOSAA	N-EtFOSAA	6:2 DiPAP	6:2/8:2 diPAP	PFBSA	PFHxSA	BR-PFOA	LIN-PFOA	BR-PFOS	LIN-PFOS	N-MeFBSA	N-MeFBSAA	PFUnDS	PFTrDS	LIN-PFOSA	BR-PFOSA	LIN-PFHXS	LIN-N-EtFOSA	BR-N-EtFOSA	LIN-N-MeFOSA	BR-N-MeFOSA
PB_C1-1	P0163	38	-5,9	0,07	51	20	19	<14	26	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	20	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	21	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14
PB_C1-2	P0164	38	-14,8	0,05	42	<20	20	<20	46	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	34	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
PB_C1-3	P0160	38	-20,8	0,09	24	<11	<11	<11	27	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	24	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11
PB_C1-4	P0159	38	-33,8	0,06	20	<17	17	<17	26	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17
PB_C2-1	P0170	38	-6,1	0,07	19	<14	<14	<14	59	14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	17	<14	<14	<14	<14	16	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	51	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14
PB_C2-2	P0173	38	-14,1	0,11	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9
PB_C2-3	P0161	38	-21,6	0,04	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25
PB_C2-4	P0168	38	-37,7	0,07	29	16	24	<14	17	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14
PB_C3-1	P0166	38	-5,5	0,06	36	<17	<17	<17	26	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	23	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17
PB_C3-2	P0176	38	-14,9	0,09	56	21	29	<11	111	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	11	<11	34	<11	<11	<11	<11	<11	<11	13	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	102	<11	<11	<11	<11	<11	<11	<11	28	<11	<11	<11	<11	<11
PB_C3-3	P0167	38	-22	0,06	58	<17	20	<17	68	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	23	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	60	<17	<17	26	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17	<17
PB_C3-4	P0169	38	-35,5	0,1	26	13	29	<10	50	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	18	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
PB1004-2	P0178	38	-6,1	0,16	12	<6	8	<6	11	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	8	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6
PB1004-3	P0171	38	-16,1	0,1	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
PB1004-4	P0177	38	-25,1	0,12	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8
PB3001-2	P0175	38	-5,2	0,07	<14	<14	<14	14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14
PB3001-3	P0172	38	-16,2	0,07	33	<14	14	<14	17	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14	<14
PB3001-4	P0174	38	-24,2	0,11	31	8	12	<9	11	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	11	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	13	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9
D1_500-2	P0158	38	-6,3	0,25	156	140	392	64	24	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	48	26	31	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	<4	10	<4	18	7	<4	<4	<4	8	<4	<4	<4	<4	<4	<4
D1_500-3	P0165	38	-13,3	0,12	108	81	269	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	28	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8	<8
OG-B39	P0162	38	-23,9	0,08	15	<13	13	<13	14	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	18	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13	<13

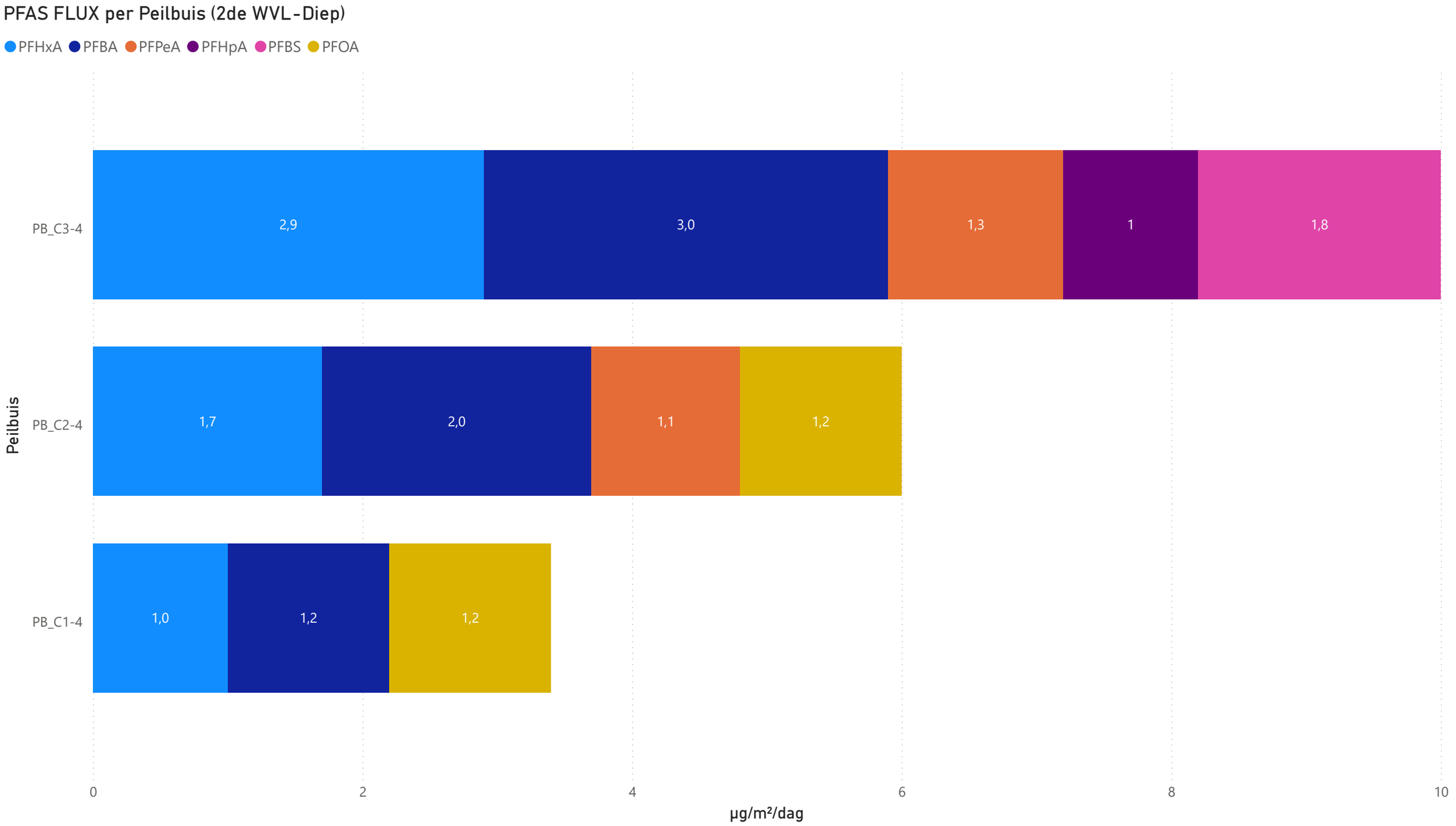
Parameter fluxgemiddelde concentratie eenheid: ng/l
Diepte: m – ref niveau
<x = fluxgemiddelde concentratie theoretische detectielimiet

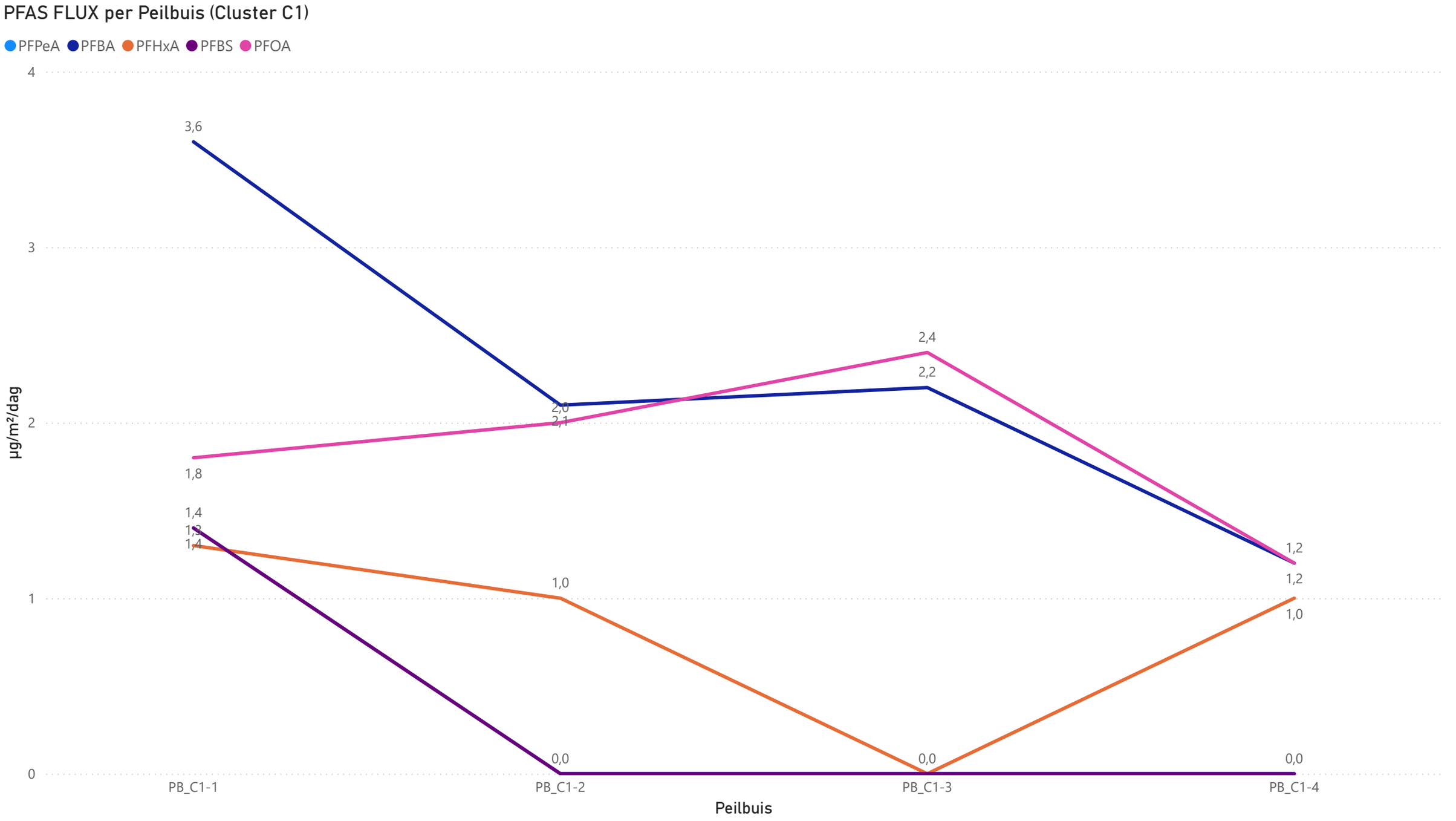

PFAS FLUX per Peilbuis en Laag
PFHxA
PFBA
PFPeA
PFHpA
PFBS
PFHxS
PFPeS
PFOA
N-MeFBSAA
PFBSA
PFNA
PFOS
ADONA
6:2 FTS
1
2
3
4
Peilbuis
D1_500-2
D1_500-3
OG-B39
PB_C1-1
PB_C1-2
PB_C1-3
PB_C1-4
PB_C2-1
PB_C2-2
PB_C2-3
PB_C2-4
PB_C3-1
PB_C3-2
PB_C3-3
PB_C3-4
PB1004-2
PB1004-3
PB1004-4
PB3001-2
PB3001-3
PB3001-4
95
39
35
25
0
200
µg/m²/dag

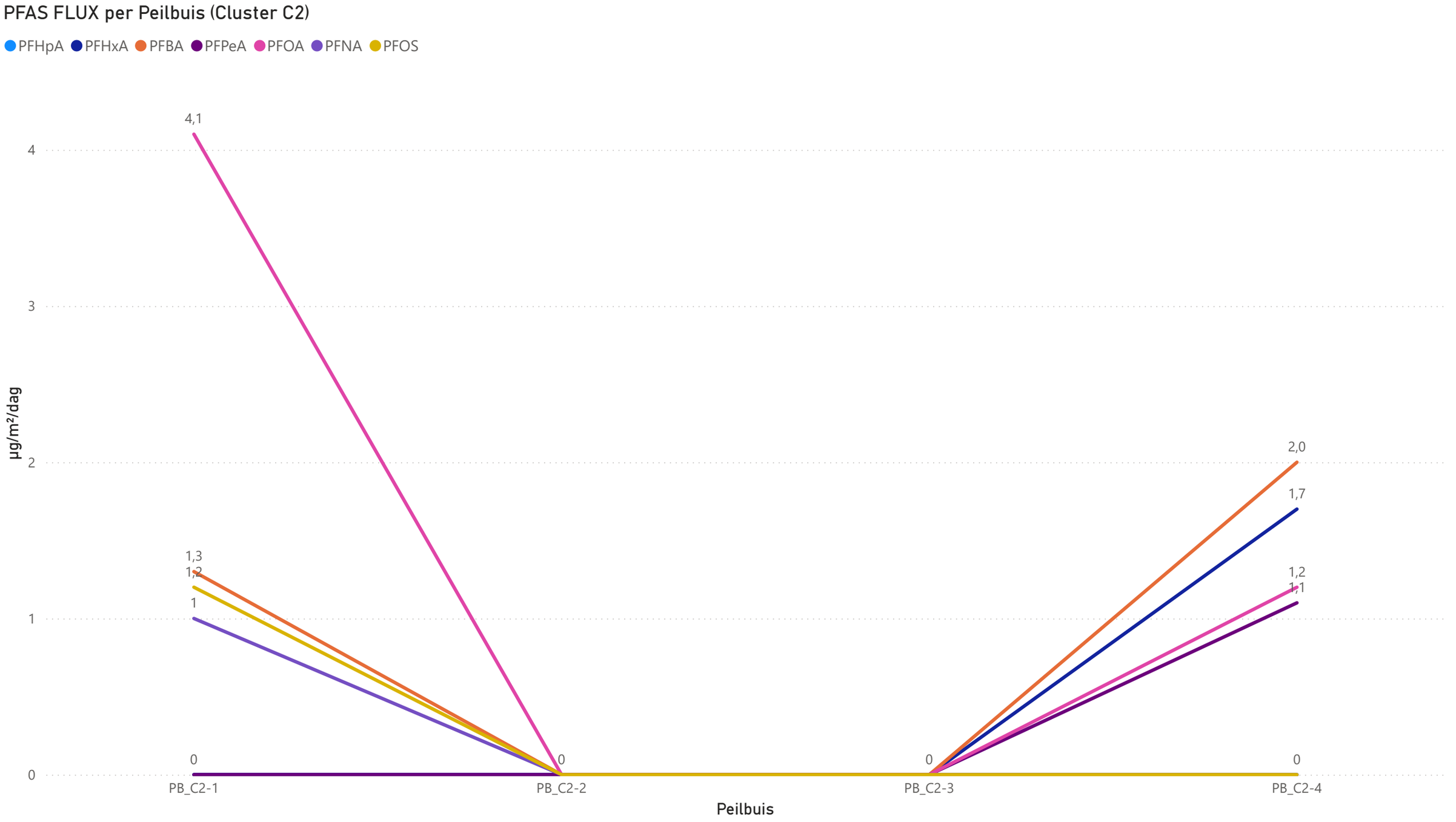

PFAS FLUX per Peilbuis (1ste WVL)
PFHxA
PFBA
PFPeA
PFHpA
PFBS
PFHxS
PFOA
PFPeS
PFBSA
N-MeFBSAA
PFNA
PFOS
D1_500-2
PB1004-2
PB_C1-1
PB_C2-1
PB_C3-1
PB3001-2
95
39
35
16
12
8
6
6
3
4
4
Peilbuis
0
50
100
150
200
µg/m²/dag

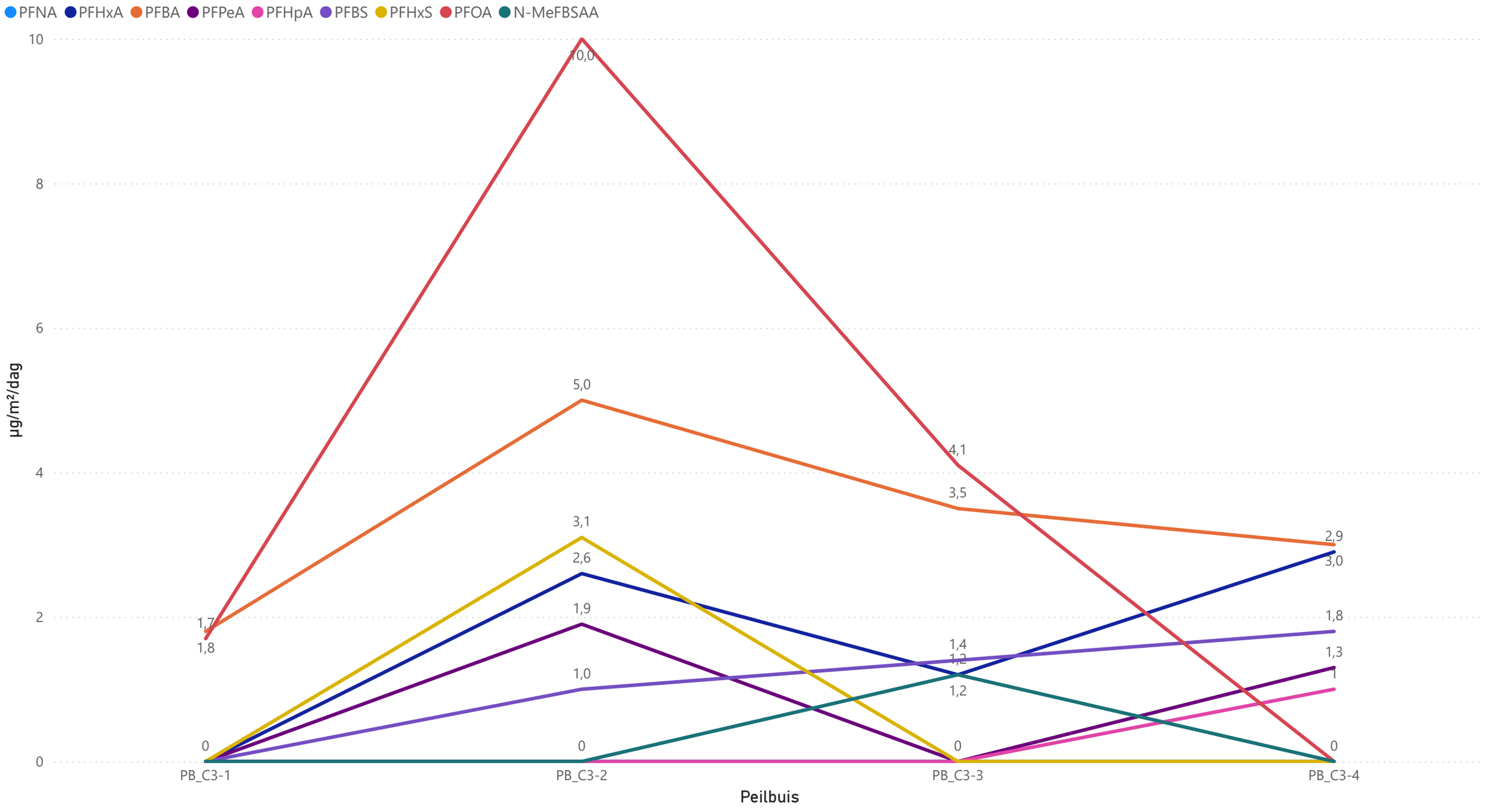

PFAS FLUX per Peilbuis (2de WVL - Ondiep)
PFHxA
PFBA
PFPeA
PFBS
PFHxS
PFOA
D1_500-3
PB_C3-2
PB_C1-2
PB3001-3
PB_C2-2
PB1004-3
Peilbuis
25
13
10
3
3
5
2
1
3
10
1
2
2
1
2
1
0
10
20
30
40
50
µg/m²/dag

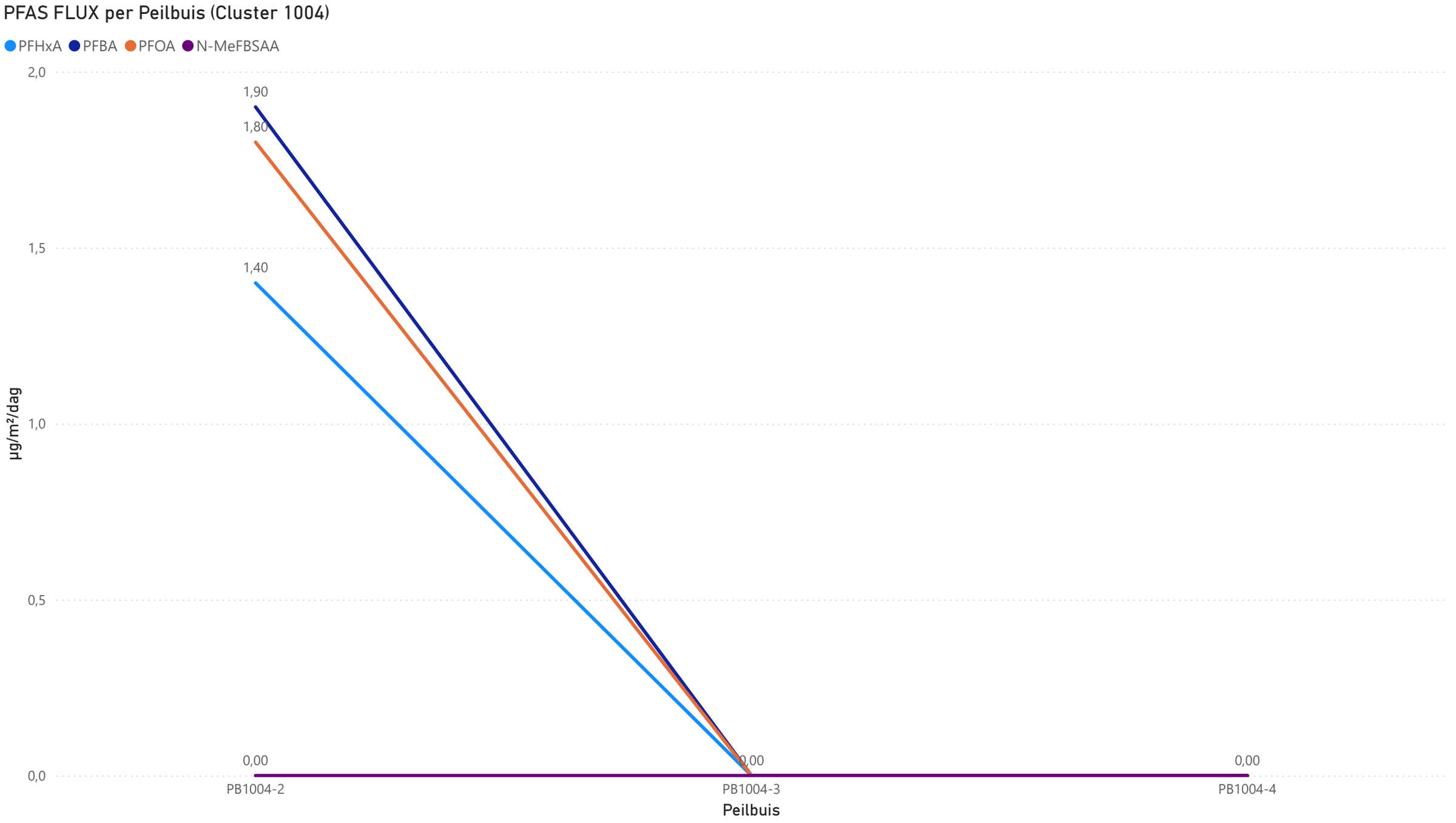

PFAS FLUX per Peilbuis (2de WVL - Middeldiep)
PFHxA
PFBA
PFPeA
PFBS
PFOA
N-MeFBSAA
ADONA
PB3001-4
1,3
3,4
1,0
1,2
1,2
1,4
PB_C3-3
1,2
3,5
1,4
4,1
1,2
OG-B39
1,0
1,2
1,1
1,4
PB_C1-3
2,2
2,4
PB_C2-3
PB1004-4
Peilbuis
0
2
4
6
8
10
12
µg/m²/dag

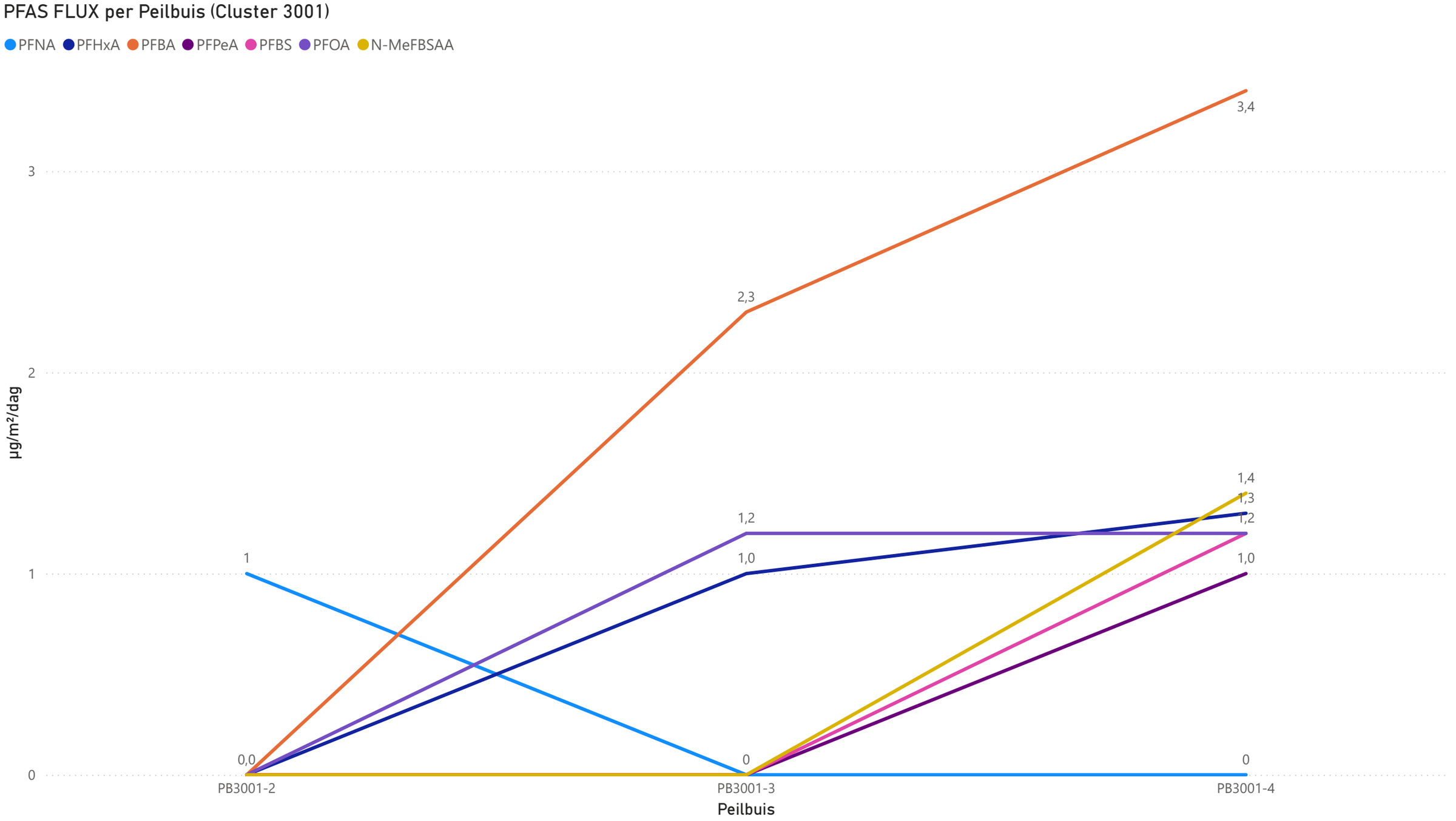

PFAS FLUX per Peilbuis (2de WVL - Diep)
PFHxA
PFBA
PFPeA
PFHpA
PFBS
PFOA
Peilbuis
PB_C3-4
PB_C2-4
PB_C1-4
2,9
3,0
1,3
1
1,8
1,7
2,0
1,1
1,2
1,0
1,2
1,2
0
2
4
6
8
10
µg/m²/dag

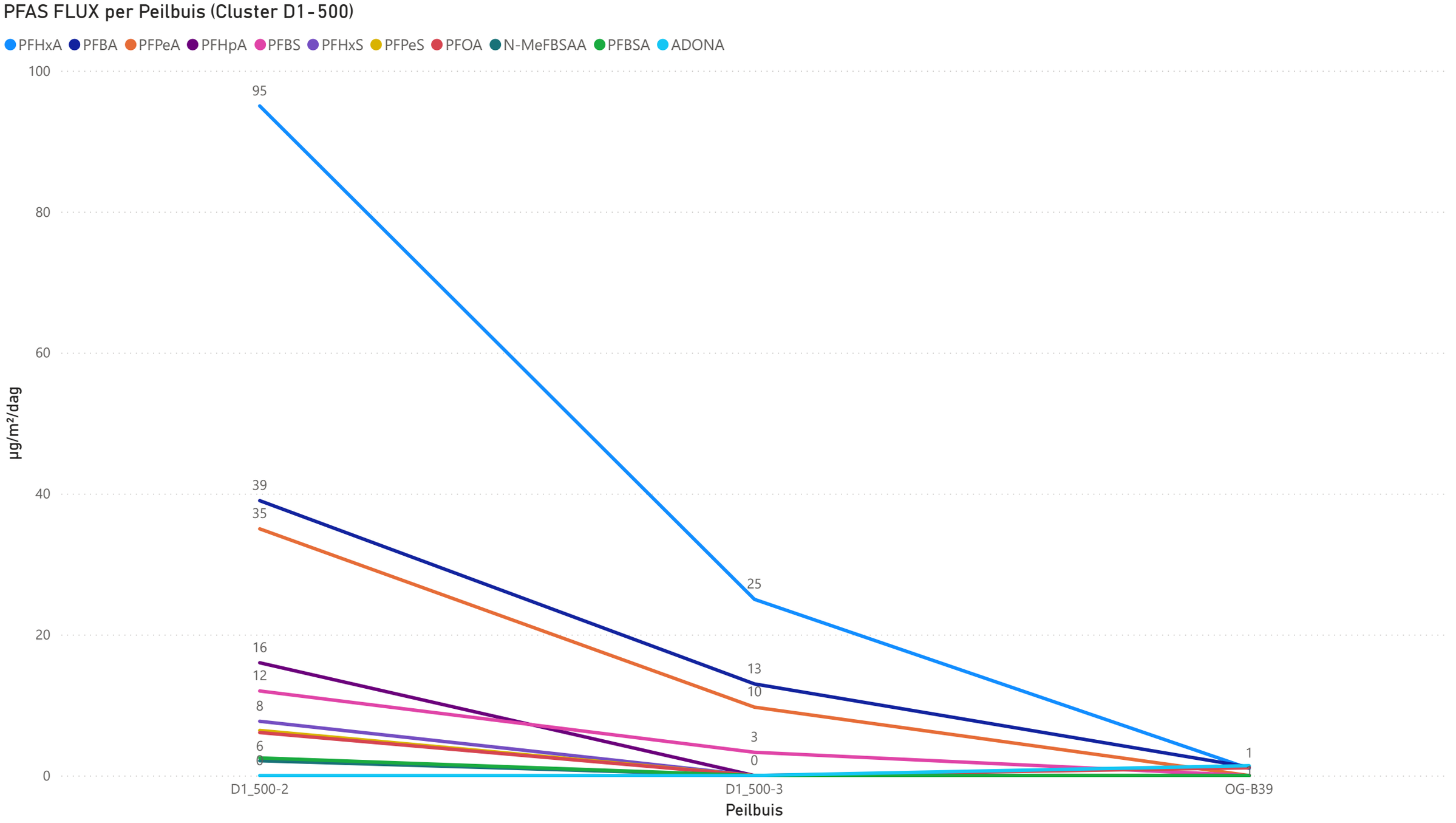

PFAS FLUX per Peilbuis (Cluster C1)
PFPeA
PFBA
PFHxA
PFBS
PFOA
4
3
2
1
0
µg/m²/dag
3,6
2,0
1,8
2,1
2,4
2,2
1,2
1,4
1,3
1,4
1,0
1,2
1,0
0,0
0,0
0,0
PB_C1-1
PB_C1-2
PB_C1-3
PB_C1-4
Peilbuis


PFAS FLUX per Peilbuis (Cluster C2)
PFHpA
PFHxA
PFBA
PFPeA
PFOA
PFNA
PFOS
µg/m²/dag
4
3
2
1
0
4,1
1,3
1,2
1
0
0
0
2,0
1,7
1,2
1,1
0
PB_C2-1
PB_C2-2
PB_C2-3
PB_C2-4
Peilbuis


PFAS FLUX per Peilbuis (Cluster C3)
PFNA
PFHxA
PFBA
PFPeA
PFHpA
PFBS
PFHxS
PFOA
N-MeFBSAA
10
8
6
4
2
0
µg/m²/dag
10,0
5,0
4,1
3,5
3,1
2,9
2,6
3,0
1,9
1,8
1,7
1,8
1,4
1,2
1,3
1,0
1,2
1
0
0
0
PB_C3-1
PB_C3-2
PB_C3-3
PB_C3-4
Peilbuis


PFAS FLUX per Peilbuis (Cluster 1004)
PFHxA
PFBA
PFOA
N-MeFBSAA
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
µg/m²/dag
1,90
1,80
1,40
0,00
0,00
0,00
PB1004-2
PB1004-3
PB1004-4
Peilbuis


PFAS FLUX per Peilbuis (Cluster 3001)
PFNA
PFHxA
PFBA
PFPeA
PFBS
PFOA
N-MeFBSAA
µg/m²/dag
3
2
1
0
3,4
2,3
1,4
1,3
1,2
1,2
1
1,0
1,0
0,0
0
0
PB3001-2
PB3001-3
PB3001-4
Peilbuis


PFAS FLUX per Peilbuis (Cluster D1-500)
PFHxA
PFBA
PFPeA
PFHpA
PFBS
PFHxS
PFPeS
PFOA
N-MeFBSAA
PFBSA
ADONA
100
80
60
40
20
0
µg/m²/dag
95
39
35
16
12
8
6
25
13
10
3
0
1
D1_500-2
D1_500-3
OG-B39
Peilbuis

Bijlage 4: Bemalingsstudie Tweede Getijdendok

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

BEMALINGSSTUDIE

Tweede Getijdendok

RAPPORT



TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Kantoor Gent
Esplanade Oscar Van de Voorde 1
9000 Gent – België
Tel. +32 9 240 09 11
www.tractebel.engie.com

DOSSIER NR.:	P.016898.0500
OPDRACHTGEVER:	PORT OF ANTWERP-BRUGES
OPSTELLER(S):	ELINE BEELEN
DATUM:	26-02-2026
REVISOR:	MAARTEN BEHIELS, MICHAEL BORREMANS

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

INHOUDSTAFEL

1. Inleiding 5

2. Methodologie 6

3. Voorstudie 6

3.1. Regionale geologie en hydrogeologie 6

3.2. Geologische lagen 11

3.2.1. Ophogingslaag 11
3.2.2. Klei-veencomplex 11
3.2.3. Tussenzanden 12
3.2.4. Lid van Kruisschans 13
3.2.5. Zanden onder Kruisschans 14
3.2.6. Formatie van Boom 14

3.3. Piezometrie en stromingsrichting 15

3.3.1. Freatische WVL 16
3.3.2. 1ste WVL 16
3.3.3. 2de WVL 17

3.4. Kwaliteit grondwater 19

3.4.1. Freatische WVL 19
3.4.2. 1ste WVL 21
3.4.3. 2de WVL 22

3.5. Topografie 24

3.6. Waterlopen 25

3.7. Te realiseren grondwaterverlaging 28

4. Berekening debiet en invloedsstraal 29

4.1. Opbouw grondwaterstromingsmodel 29

4.1.1. Software 29
4.1.2. Modellagen 29
4.1.3. Waterlopen 36
4.1.4. Grondwatervoeding 39
4.1.5. Damwanden 40
4.1.6. Bemalingen 43
4.1.7. Grid 44

4.2. Kalibratie en gevoeligheidsanalyse 44

4.2.1. Methode 44

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

4.2.2. Gevoeligheidsanalyse PEST 45
4.2.3. Finale set parameters 46
4.2.4. Overeenkomst gemeten en geobserveerde stijghoogtes 47

4.3. Resultaten 55

4.3.1. Bemalingsconcept 55
4.3.2. Debieten en invloedsstraal 56
4.3.3. Gevoeligheidsanalyse resultaten 59

5. Effecten op de omgeving 65

5.1. Lozingspunt 65

5.2. Zettingen 66

5.2.1. Methodologie 67
5.2.2. Resultaten 68
5.2.3. Conclusie 70

5.3. Opbarsten 70

5.3.1. Methodologie 70
5.3.2. Resultaten 72
5.3.3. Conclusie 72

5.4. Bijzondere beschermende gebieden en verzilt gebied 73

5.4.1. Groen, natuurontwikkelings-, park en bosgebied 73
5.4.2. Beschermde duingebieden 74
5.4.3. Speciale beschermingszones (Natura 2000) 74
5.4.4. Grondwaterwingebieden en beschermingszones 75
5.4.5. Biologische waarderingskaart 75
5.4.6. VEN en IVON gebied 79
5.4.7. Verziltingskaart 79
5.4.8. Cultuurhistorisch landschap, stads- of dorpsgezicht, monument of archeologische zone 79
5.4.9. Erfgoedlandschap 79
5.4.10. Bestaande grondwaterwinningen 80
5.4.11. Samenvatting 81

5.5. Grondwaterverontreinigingen PFAS-verkenner 82

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

5.6. Gekende grondwaterverontreinigingen in omgeving 82

5.6.1. Dossier 4079 84
5.6.2. Dossier 5798 84
5.6.3. Dossier 10360 85
5.6.4. Dossier 12566 86
5.6.5. Dossier 14804 87
5.6.6. Dossier 18136 87
5.6.7. Dossier 20359 88
5.6.8. Dossier 22800 88
5.6.9. Dossier 58564 89
5.6.10. Dossier 65123 89
5.6.11. Dossier 77513 91
5.6.12. Dossier 97983 91
5.6.13. Dossier 103794 92
5.6.14. Samenvatting 94

6. Milderende maatregelen en lozingsmaatregelen 95

6.1. Kwaliteit bemalingswater en lozingsnormen 95

6.1.1. Achtergrondwaardekaarten 95
6.1.2. Karakterisatie verwachte effluent 95
6.1.3. Lozingsnormen 101

6.2. Grondwaterzuiveringsinstallatie (GWZI) 103

6.3. Monitoring bemaling 104

7. Besluit 106

8. Referenties 107

9. Ondertekening 108

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

1. Inleiding

In opdracht van de Haven van Antwerpen-Brugge, MLSO en MOW wordt het Tweede Getijdendok in het havengebied Antwerpen aangelegd. Tractebel heeft een oriënterend bodemonderzoek, een beschrijvend bodemonderzoek en een bodemsaneringsproject opgesteld voor de PFAS verontreiniging in het vaste deel van de aarde en het grondwater. Voorliggende bemalingsstudie behandelt de tijdelijke grondwatertafelverlaging die nodig is voor de ontgraving van de bronzones in het kader van de uitvoering van de bodemsaneringswerken. Dit omvat het uitwerken van een bemalingsconcept, het simuleren van de debieten en de invloedszone waarbij eveneens de impact op de omgeving onderzocht wordt. Deze studie is opgesteld conform de “Richtlijnen bemalingen ter bescherming van het milieu” van de VMM (2021) en de “Technische richtlijn grondwaterhandelingen: grondwater onttrekkingen- en bemalingen” van de OVAM (2012).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

2. Methodologie

In de voorstudie (hoofdstuk 3) wordt een overzicht gegeven van de relevante gegevens nodig voor het opstellen van de bemalingsstudie. Voor enkele aannames die worden gemaakt in deze studie, is er ook een (visuele) validatie uitgevoerd op het terrein. Hiernaast werd gebruik gemaakt van de gegevens beschikbaar op DOV, op Geopunt en in de literatuur. Voor de bespreking van de piëzometrie wordt verwezen naar de manuele en divermetingen die werden uitgevoerd in peilbuizen gepositioneerd zowel binnen als buiten het projectgebied.

Op basis van de verzamelde gegevens in eerdere ontwerpstudies en in de voorstudie werd een grondwaterstromingsmodel opgesteld in GMS 10.8. In paragraaf 4.1 worden de aannames en input van het model besproken.

In het voortraject werden de hydraulische karakteristieken voor de verschillende geologische lagen onderzocht. Dit werd gedaan door beschikbare pompproeven en literatuurstudies opnieuw te bekijken en één van deze pompproeven, van de afdeling Geotechniek uitgevoerd 1996, opnieuw te interpreteren. Hiernaast werden de beschikbare grondonderzoeken opnieuw bekeken. Met deze evaluatie werd getracht een range te bepalen voor de hydraulische parameters, namelijk de horizontale doorlatendheid (en verticale anisotropie), per geologische laag die als startpunt dient voor de kalibratie van het model. De kalibratie van het model, toegelicht in paragraaf 4.2, bespreekt de wijzigingen in modelparameters die werden uitgevoerd om een zo goed mogelijke overeenkomst te bekomen tussen de gemeten stijghoogten op terrein en de gesimuleerde stijghoogten door het model. Ook wordt de overeenkomst tussen gemeten en gesimuleerde stijghoogten per watervoerende laag besproken. De kalibratie van het model heeft als doel een geoptimaliseerde set hydraulische parameters te verkrijgen, waarmee het model de grondwatertoestand in de werkelijkheid zo nauwkeurig mogelijk benadert.

Vervolgens worden de modelresultaten besproken in paragraaf 4.3, de effecten op de omgeving in hoofdstuk 5 en de milderende maatregelen in hoofdstuk 6.

3. Voorstudie

3.1. Regionale geologie en hydrogeologie

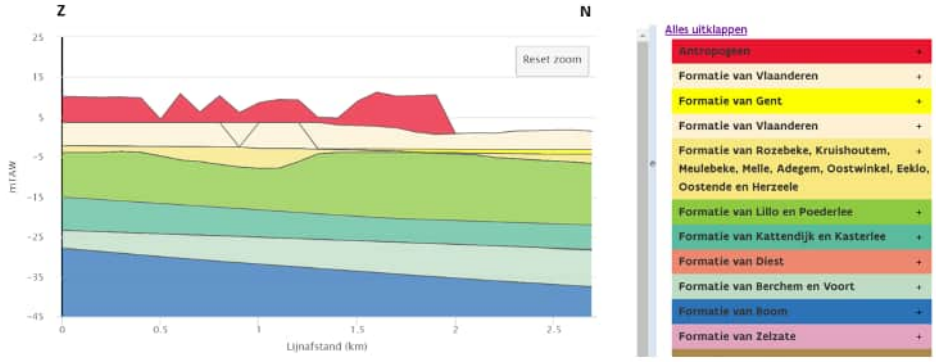
In deze paragraaf worden de lithostratigrafische eenheden besproken die voorkomen in de omgeving van het projectgebied. Bron van informatie is het boek ‘Geologie van Vlaanderen’ [1] en het geologisch 3D model geraadpleegd via de virtuele boring op DOV. De belangrijkste informatie werd bekomen d.m.v. twee virtuele doorsneden (Figuur 2 en Figuur 3).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

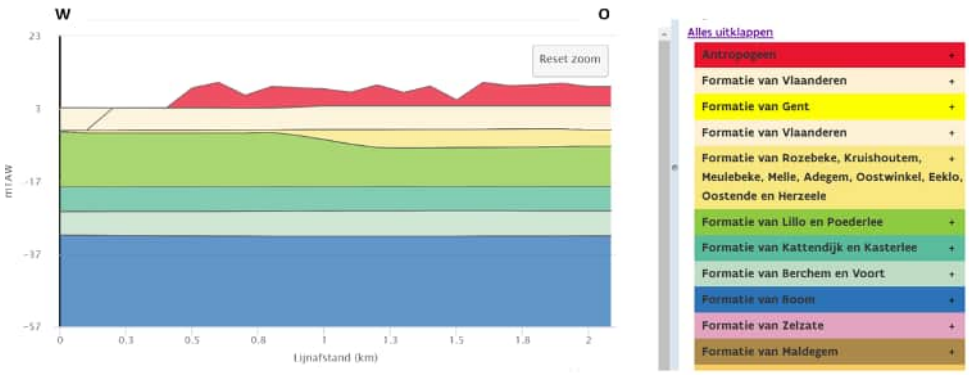
Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 1: Locatie virtuele doorsneden.



Figuur 2: Noord-Zuid doorsnede (A).



Figuur 3: Oost-West doorsnede (B).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Tabel 1 geeft een schematisch overzicht van de lithostratigrafische en hydrogeologische opbouw van de ondergrond. In de tabel wordt geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende Quartaire lithostratigrafische eenheden omdat in boringen en sonderingen het onderscheid op basis van lithologie niet altijd duidelijk is. Binnen de Quartaire afzettingen kan het klei-veen complex wel duidelijk onderscheiden worden van de onderliggende zandige laag die een zeer heterogene textuur bestaande uit fijn tot grof zand kent.

Volgende Quartaire formaties kunnen aangetroffen worden binnen het projectgebied:

- Formatie van Vlaanderen bestaande uit grof zand, fijn zand, klei en veen (H3Dv2 basiseenheid: Kleiige polderafzettingen (A0131) en Zandige Kreekruggen (A0132));
- Formatie van Gent bestaande uit eolische dekzanden (H3Dv2 basiseenheid: Zandige deklagen (A0151));
- Formatie van Rozebeke, Kruishoutem, Meulebeke, Melle, Adegem, Oostwinkel, Eeklo, Oostende, Herzeele, een fluviatiele afzetting, bestaande uit klei, zand en grind (H3Dv2-basiseenheid: Pleistocene afzettingen (A0170)).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

TABEL 1: OVERZICHT LITHOSTRATOGRAFIE EN HYDROGEOLOGIE

Niveau (mTAW)		Lithostratigrafie G3Dv3		Lithologie	Hydrogeologie v1		Hydrogeologie H3Dv2	
Van	Tot	Formatie	Lid		Code	Eenheden	Code	Eenheden
11*	2	Antropogeen	/	Heterogene zanden (ophogingslaag)	0100	Quartaire Aquifer systemen	A0110	Ophogingen
2	-3**	Quartair	/	Veen, organische klei, zandhoudende klei			A0131	Kleiige polderafzettingen
-3**	-4,4			Fijn tot grof zand			A0132	Zandige Kreekruggen
							A0151	Zandige deklagen
							A0170	Pleistocene afzettingen
-4,4	-9,7	Lillo	Merksem	Fijn tot middelmatig fijn, lichtkleiig, glauconiethoudend zand			A0223	Zanden van Zandvliet en Merksem
			Zandvliet		0230	Pleistoceen en Plioceen Aquifer		
-9,7	-12,8		Kruisschans	Fijn tot middelmatige zand dat zeer kleirijk is			A0224	Kleiig zand van Kruisschans
-12,8	-20,6		Oorderen	Fijn glauconiet- en kleihoudend zand	0250	Mioceen aquifersysteem	A0225	Zanden van Oorderen en Luchtbal
-20,6	-26,5	Kattendijk	/	Middelmatig tot fijn, licht kleihoudend glauconiethoudend zand			A0240	Kleiige zanden van Kattendijk en Kasterlee
-26,5	-35	Berchem	Antwerpen, Zonderschot en Kiel	Fijn tot middelmatig fijn sterk glauconiethoudend zand			A0254	Zanden van Berchem en Voort buiten de RDS
-35	-75	Boom	Putte	Vaste klei	0300	Boom aquitard	A0303	Klei van Putte

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

**Gemiddeld maaiveldpeil in de opgehoogde zone. In de polders wordt de gemiddelde maaiveldhoogte geschat op 2 mTAW.*

***In het Quartair worden zowel kleiige afzettingen teruggevonden als zandige afzettingen. Op welke diepte de overgang van kleiige afzettingen naar zandige afzettingen aangetroffen wordt varieert binnen het projectgebied. Algemeen kan gesteld worden dat de Quartaire afzettingen zich beperken tot een diepte van -4,4 mTAW en dat rond de -3 mTAW van kleiige sedimenten wordt overgegaan naar zandige sedimenten.*

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Er zijn drie watervoerende lagen onderscheidbaar:

- Freatisch watervoerende laag (freatische WVL) (boven klei-veencomplex); ter hoogte van de opgehoogde gebieden MIDA's, C59, Leefbaarheidsbuffer en MPET is er sprake van een zwevende watertafel. Ter hoogte van de polders kan er boven de klei-afzettingen een dunne zandige laag aanwezig zijn waar in beperkte mate een freatische watertafel aangetroffen wordt;
- 1ste watervoerende laag (1e WVL) omvat de zandige Quartaire afzettingen, waaronder de Zandige Kreekruggen, Zandige deklagen en Pleistocene afzettingen), het Lid van Merksem en het Lid van Zandvliet van de Formatie van Lillo. Het Lid van Merksem en het Lid van Zandvliet komen niet overal voor in het studiegebied;
- 2de watervoerende laag (2e WVL) omvat het Lid van Oorderen van de Formatie van Lillo en de Formaties van Kattendijk en Berchem. De 2de watervoerende laag is geprangd tussen Lid van Kruisschans en de Formatie van Boom.

3.2. Geologische lagen

3.2.1. Ophogingslaag

De freatische WVL is goed ontwikkeld in de opgehoogde zone binnen het projectgebied, maar zeer beperkt aanwezig in de polders. De opgehoogde zone bestaat uit heterogene zanden met een uiteenlopende textuur. Ter hoogte van de polders is de freatische watervoerende laag aanwezig daar waar boven de klei-afzettingen een zandigere laag aangetroffen wordt. De dikte van deze laag varieert binnen de polders, maar is over het algemeen zeer dun.

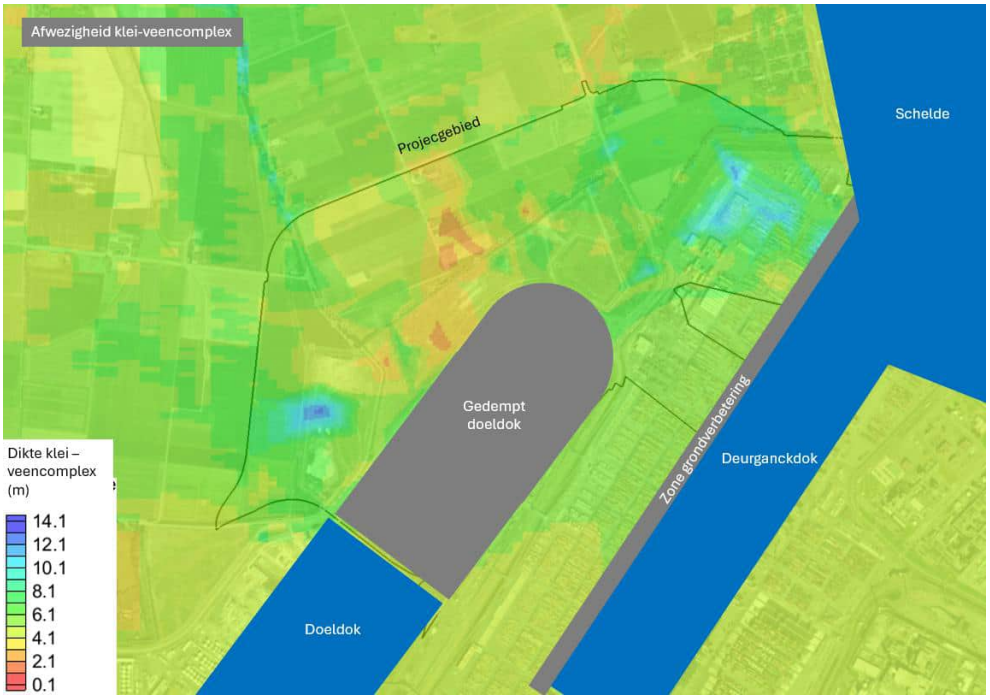
3.2.2. Klei-veencomplex

Het klei-veencomplex of de polderafzettingen worden hydrogeologisch beschouwd als een weinig doorlatende laag die de freatische WVL of de zwevende watertafel in het geval van ophoging, scheidt van de 1e WVL. De lithologische samenstelling van deze waterremmende laag varieert van veen tot organische klei. In sommige gevallen wordt op de overgang van de polderafzettingen naar de onderliggende zandige Quartaire afzetting ook zandhoudende klei tot kleihoudend zand aangetroffen. Over het algemeen kan gesteld worden dat het klei-veencomplex een sterk waterremmend effect heeft. Dit betekent dat grondwater zeer moeilijk kan migreren van de ophogingslaag naar de 1e WVL of omgekeerd.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Het klei-veen complex is niet overal aanwezig binnen het projectgebied en de dikte varieert lateraal zoals reeds door een aantal studies werd aangetoond. Figuur 4 toont de diktekaart van het klei-veencomplex dat is opgesteld op basis van het geotechnisch onderzoek (lagenmodel van Tractebel [2]) en HCOV-eenheden beschikbaar op DOV. Het klei-veencomplex is volledig afwezig ter hoogte van het gedempt Doeldok en ter hoogte van de kaaimuur van het Deurganckdok (zone grondverbetering). Hiernaast is het klei-veencomplex zeer dun ter hoogte van geulen in de polderklei die nadien opgevuld zijn met zandig materiaal. Ter hoogte van geulen opgevuld met kleiig materiaal kan het klei-veencomplex diktes tot 10 m bereiken. Over het algemeen heeft het klei-veencomplex een gemiddelde dikte van 4 à 6 m binnen het projectgebied met enkele zones waar deze laag dikker of dunner is.



Figuur 4: Diktekaart klei-veencomplex op basis van het lagenmodel van Tractebel en de HCOV-eenheden (DOV) gevisualiseerd in GMS.

3.2.3. Tussenzanden

De 1e gespannen laag, de 1e WVL, bestaat uit de Quartaire zandige afzettingen bestaande uit de Zandige Kreekruggen (A0132) en de Pleistocene afzettingen (A0170) in combinatie met de Zanden van Zandvliet en Merksem (A0223) van de Formatie van Lillo. De textuur en dikte van de tussenzanden varieert sterk in het projectgebied. Ter vereenvoudiging worden de tussenzanden beschouwd als één laag met één doorlatendheid. Dit is te verantwoorden omdat het om een pakket gaat met relatief beperkte dikte van 2 tot 6 meter.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

De zandlagen, behorende tot de Zandige Kreekruggen zijn vaak kleirijk en/of bevatten deze dunne veenlaagjes. De klei en/of veenaanrijking is niet voldoende om deze laag te classificeren als volwaardige klei en/of veenlaag. De Pleistocene afzettingen worden verwacht overheersend zandig te zijn. De zanden van Zandvliet en Merksem worden in de literatuur omschreven als 'fijn, licht kleiig, glauconiethoudend zand'. In de grondonderzoeken uitgevoerd in het kader van dit project worden deze zanden omschreven als middelmatig fijn tot matig grof die vaak kleiig of licht glauconiethoudend zijn. Voor de bepaling van de doorlatendheid van de tussenzanden kan aangenomen worden dat de tussenzanden overwegend matig grof zandig zijn. Mogelijks is dit een overschatting.

3.2.4. Lid van Kruisschans

Het Lid van Kruisschans is het kleiige deel van de mariene Formatie van Lillo. Het lid wordt in de literatuur gekenmerkt door een fijn tot middelmatig grijsgroen zand dat glauconiethoudend is en kleilenzen en soms kleilagen bevat. De dikte van de kleilaagjes varieert gemiddeld tussen 1 à 1,5 cm, maar kan oplopen tot 10 à 20 cm dikte. De mate van kleiaanrijking en/of bijmenging varieert sterk. De lithologische samenstelling van dit lid kan lokaal variëren van kleihoudend zand, kleiig zand tot kleihoudend zand in combinatie met zandrijke kleilaagjes of dikkere laagjes zandrijke klei.

Figuur 5 toont de diktekaart van het Lid van Kruisschans die is opgesteld op basis van het geotechnisch onderzoek (lagenmodel van Tractebel) en het hydrogeologisch 3D model beschikbaar op DOV. Het Lid van Kruisschans is volledig afwezig ter hoogte van het gedempt Doeldok en ter hoogte van de kaaimuur van het Deurganckdok (zone grondverbetering). Het lid heeft binnen het projectgebied een gemiddelde dikte van 2 tot 4 m. Ter hoogte van de C59 is het lid beduidend dunner met een gemiddelde dikte van 1 m.

Afhankelijk van het kleigehalte is deze laag meer of minder doorlatend. Over het algemeen kan gesteld worden dat het waterremmend effect van het Lid van Kruisschans binnen het projectgebied eerder beperkt is. Het verschil in stijghoogtes tussen de 1ste en 2de watervoerende laag kan tot 0,25 m oplopen. Deze gradiënt tussen de 1^{e} en 2^{e} watervoerende is het directe gevolg van de klei-aanrijking in het Lid van Kruisschans.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 5: Diktekaart Lid van Kruisschans op basis van het lagenmodel van Tractebel en het hydrogeologisch 3D model (DOV) gevisualiseerd in GMS.

3.2.5. Zanden onder Kruisschans

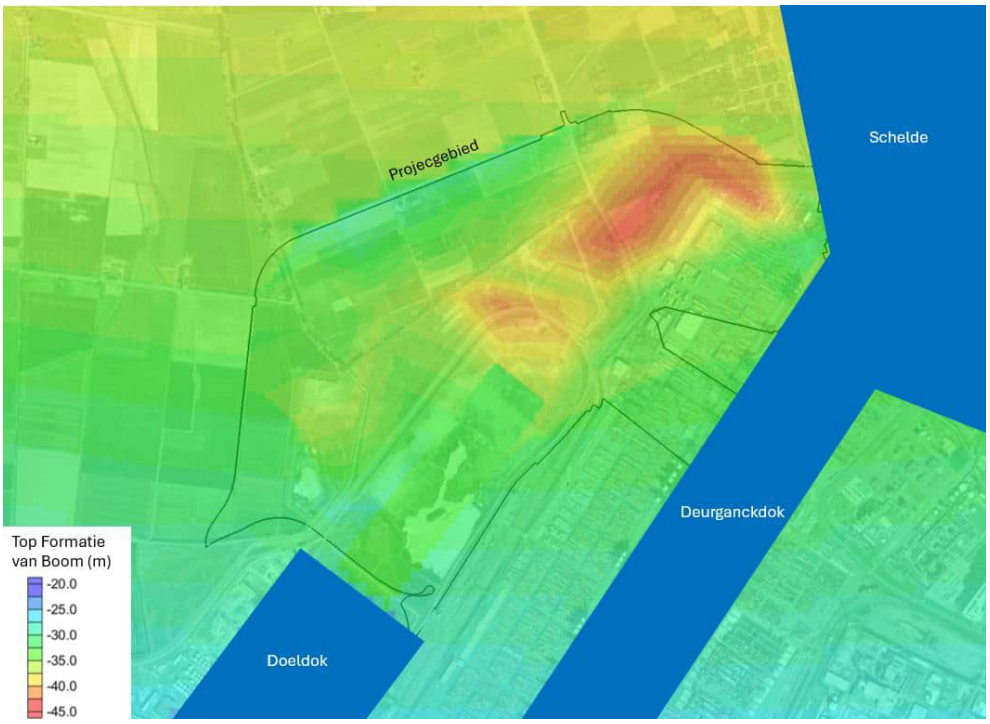
De 2e WVL bestaat uit de geologische lagen die zijn ingesloten tussen het Lid van Kruisschans en de Formatie van Boom, namelijk: Lid van Oorderen (LiOo) (deel van de Formatie van Lillo), Formatie van Kattendijk (Kd) en Formatie van Berchem (Bc). Deze lagen hebben een zeer gelijkaardige lithologische samenstelling. Er wordt overwegend matig fijn zand (lokaal wat grover) met een duidelijke klei-aanrijking aangetroffen. De klei-aanrijking kan zich uiten als bijmenging of in de aanwezigheid van kleilamellen en/of zandrijke kleibollen (kleiig matig-fijn zand met kleifilm). De geologische lagen onderscheiden zich voornamelijk door verschil in glauconietgehalte. Het glauconietgehalte is het hoogst in de Formatie van Berchem en het laagst in het Lid van Oorderen. Er is als het ware een graduele toename in glauconiet binnen dit zandpakket. Ter vereenvoudiging wordt geen onderscheid gemaakt tussen de doorlatendheid van de verschillende geologische lagen. De totale dikte varieert van 20 m tot plaatselijk meer dan 30 m dikte.

3.2.6. Formatie van Boom

De Formatie van Boom is een harde compacte, weinig plastische kleilaag die als ondoorlatend wordt beschouwd. De Boomse klei helt neerwaarts naar het noorden toe. Volgens DOV wordt ten zuiden van het projectgebied de top van de Boomse klei verwacht op een diepte van -28 mTAW. In het noorden van het projectgebied is dit dieper, namelijk op ca. -33 mTAW. Ter hoogte van het projectgebied is de top van Boomse klei bepaald op basis van de sonderingen. In de grondonderzoeken wordt de Boomse klei dieper aangetroffen dan verwacht t.o.v. de data beschikbaar op DOV. Dit resulteert in de diepere zone ter hoogte van de C59 en polders binnen het projectgebied van -40 tot -45 mTAW.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 6: Bovenkant van de Formatie van Boom op basis van het lagenmodel van Tractebel en de HCOV-eenheden (DOV) gevisualiseerd in GMS (in mTAW).

3.3. Piezometrie en stromingsrichting

Per watervoerende laag werd op basis van de piëzometrie een interpolatiekaart gemaakt van de stijghoogten. Hiervoor werden alle relevante divermetingen, beschikbaar op GISMO[1], ter hoogte van het projectgebied en in de nabije omgeving van het projectgebied, verzameld. Enkele divermetingen zijn niet bruikbaar aangezien er onrealistisch hoge stijghoogten worden gerapporteerd dewelke te wijten zijn aan het insijpelende regenwater doordat de peilbuizen slecht zijn afgesloten. Voor deze peilbuizen zijn er bijgevolg onvolledige meetreeksen en/of gehele meetreeksen niet bruikbaar. Deze worden niet weerhouden in de verdere evaluatie van de data.

Er zijn interpolatiekaarten opgesteld voor de gemiddelde stijghoogten van mei 2024, aangevuld met de gemiddelde stijghoogten van september 2024 voor de bijkomende divers die eind augustus 2024 geplaatst zijn. Door het werken met gemiddelde waarden kunnen meer datapunten gebruikt worden voor het opstellen van de interpolatiekaarten, waardoor er meer detail verkregen wordt. De trends die weergegeven worden in deze interpolatiekaarten zijn gelijkaardig als wanneer de interpolatiekaarten worden opgesteld voor de data van één vast tijdsmoment. Dit wordt gevisualiseerd in Bijlage 1 waar de interpolatiekaarten van de stijghoogten per watervoerende laag op 1 maart 2024 om 12u30 (één vast tijdsmoment) worden weergegeven. Hierdoor is het te verantwoorden te werken met gemiddelde waarden.

[1] GISMO is het platform voor de interne verwerking en visualisatie van geotechnische monitoringsdata. Dit wordtaangeboden door Geotechniek, een dienstverlener van het beleidsdomein Mobiliteit en Openbare werken (MOW) van de Vlaamse overheid.

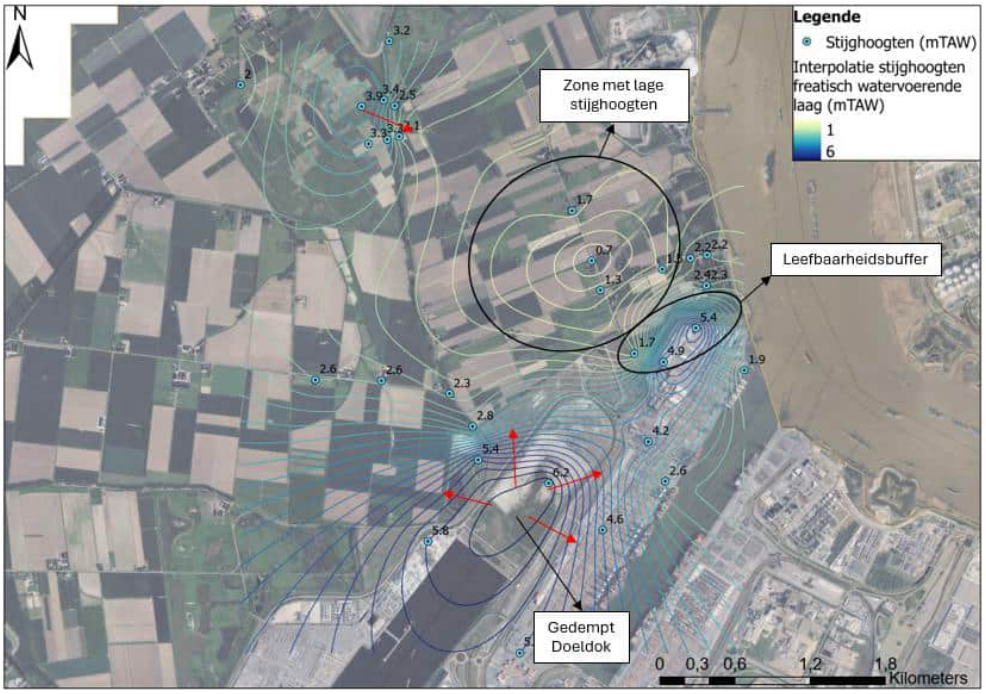
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Per watervoerende laag wordt een overzicht gegeven van de maximale en minimale stijghoogten om de seizoenale variatie beter in kaart te brengen. Er is een duidelijke invloed van de getijdenwerking van de Schelde. Deze invloed wordt het sterkst waargenomen in de diepere watervoerende lagen. In Bijlage 2 is een overzicht te vinden van de verschillende divers met karakteristieken.

3.3.1. Freatische WVL

In de **freatisch WVL/zwevende watertafel** worden de hoogste stijghoogten gemeten ter hoogte van het gedempt Doeldok met een gemiddelde waarde van +6 mTAW. Er bestaat veel variatie in stijghoogten in het gedempt Doeldok. Dit is te verklaren door het zeer heterogeen karakter van het opvulmateriaal dat lokaal sterk kleiig kan zijn. Ter hoogte van de leefbaarheidsbuffer worden hogere stijghoogten gemeten. Ten noorden van het projectgebied, in de polders, wordt een zone waargenomen met aanzienlijk lagere stijghoogten.



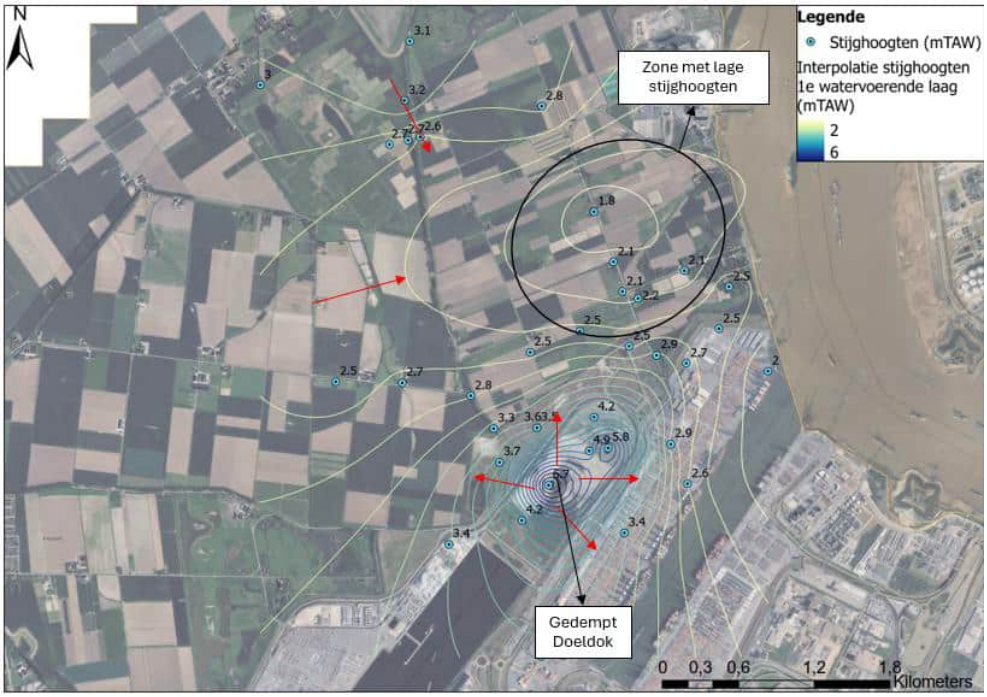
Figuur 7: Kriging interpolatie van gemiddelde stijghoogten mei 2024 (aangevuld met gemiddelde stijghoogten september 2024 voor de later geplaatste divers) in de freatische watervoerende laag. De rode peilen geven de stromingsrichting van het grondwater weer.

3.3.2. 1ste WVL

In de **1e WVL** worden de hoogste stijghoogten waargenomen in het gedempt Doeldok met een gemiddelde waarde van +5 mTAW. De horizontale stijghoogtegradiënt, weg van het gedempt Doeldok, is gelijkaardig naar de polders als naar MPET met een gemiddelde waarde van 0,0041 (m/m). Verder weg van het gedempt Doeldok wordt een gemiddelde stijghoogte van +2,5 mTAW gemeten zowel in de polders als op MPET aan de kaaimuur. Ten noorden van het projectgebied wordt een zone met lagere stijghoogten waargenomen met een gemiddelde waarde van +1,80 mTAW.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



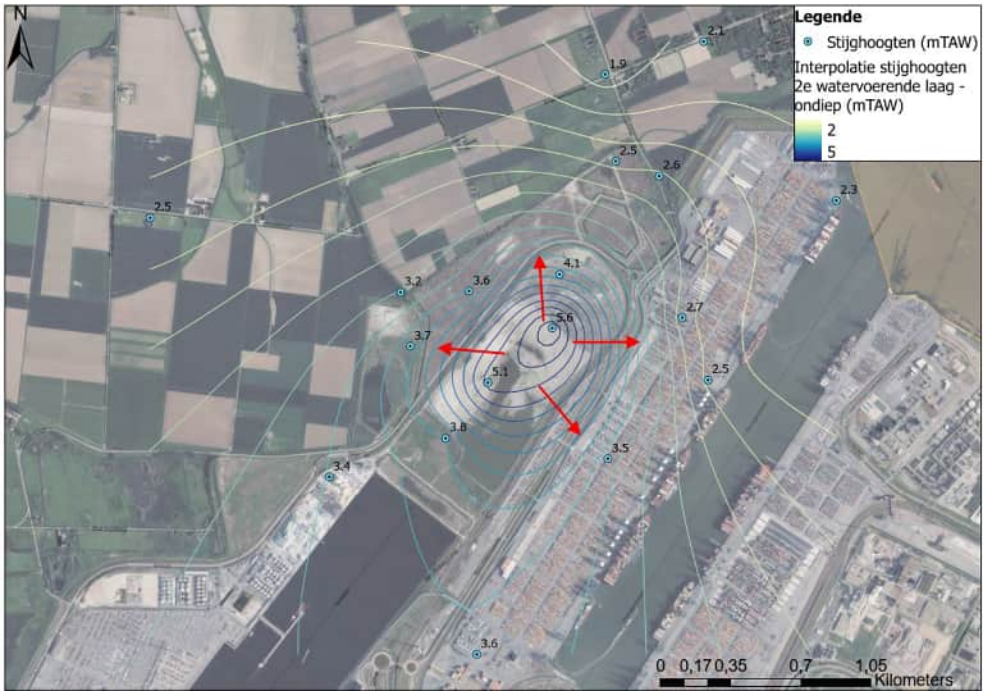
Figuur 8: Kriging interpolatie van gemiddelde stijghoogten mei 2024 (aangevuld met gemiddelde stijghoogten september 2024 voor de later geplaatste divers) in de 1ste watervoerende laag. De rode peilen geven de stromingsrichting van het grondwater weer.

3.3.3. 2de WVL

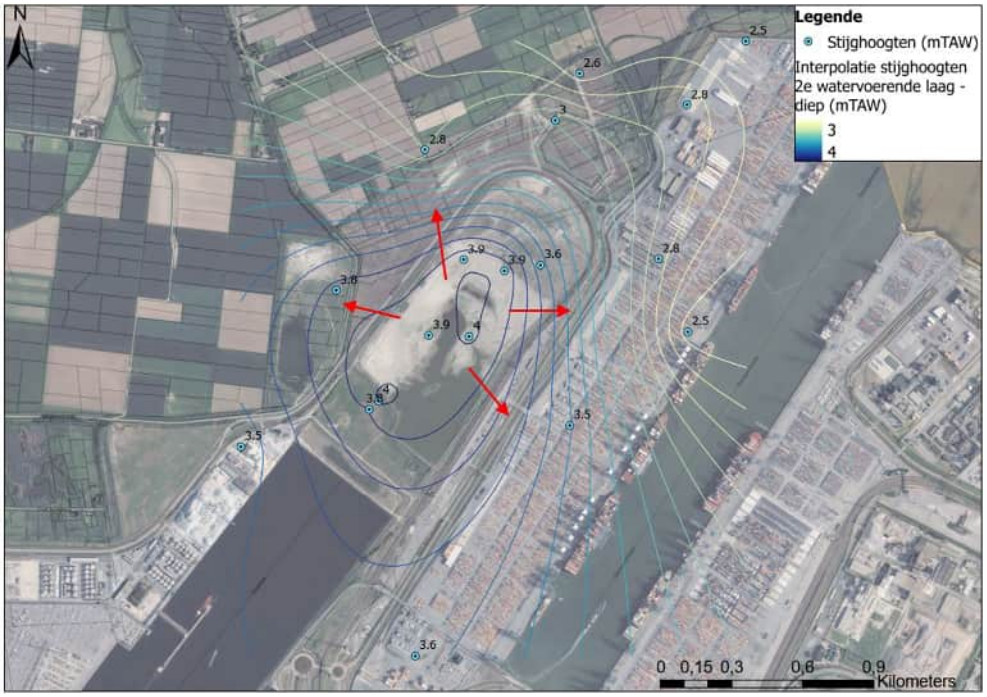
In de **2e WVL** worden de hoogste stijghoogten gemeten in het gedempt Doeldok. Bovendien is er ter hoogte van het gedempt Doeldok een stijghoogtegradiënt tussen de ondiepe en diepe peilbuizen in deze watervoerende laag met hogere stijghoogten in de ondiepe peilbuizen t.o.v. de diepe peilbuizen. Verder weg van het gedempt Doeldok wordt gezien dat in het merendeel van de peilbuisclusters de stijghoogten diep in 2de WVL systematisch enkele centimeters hoger zijn dan de stijghoogten ondiep in de 2de WVL. De horizontale stijghoogtegradiënt is gelijkaardig richting de polders als richting MPET met een gemiddelde waarde van 0,0019 m/m. Verder weg van het gedempt Doeldok zijn de gemiddelde stijghoogten +2,5 mTAW.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 9: Kriging interpolatie van gemiddelde stijghoogten mei 2024 (aangevuld met gemiddelde stijghoogten september 2024 voor de later geplaatste divers) in de 2e watervoerende laag (ondiep). De rode peilen geven de stromingsrichting van het grondwater weer.



Figuur 10: Kriging interpolatie van gemiddelde stijghoogten mei 2024 (aangevuld met gemiddelde stijghoogten september 2024 voor de later geplaatste divers) in de 2e watervoerende laag (diep). De rode peilen geven de stromingsrichting van het grondwater weer.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

3.4. Kwaliteit grondwater

In het kader van het project werden verschillende staalnamerondes georganiseerd waarbij stalen genomen zijn van de drie watervoerende lagen op verschillende locaties, zowel binnen de bemalingszone als erbuiten. Om een globaal beeld te krijgen van de te verwachte concentraties in het grondwater ter hoogte van het projectgebied en bijgevolg het bemalingswater, worden alle analyseresultaten uitgevoerd in het kader van dit project, onafhankelijk van hun locatie samengenomen. In deze paragraaf wordt per watervoerende laag een overzicht gegeven van de gemeten verontreinigingen en specifiek voor PFAS een overzichtstabel van de minimale, gemiddelde en maximale concentraties per individuele PFAS parameter en de somparameter. Enkel de parameters met concentraties boven de rapportagegrens worden weerhouden in de overzichtstabel. De minimale gerapporteerde concentratie is de rapportagegrens. Er kan geen uitspraak gedaan worden over de exacte concentratie voor deze metingen aangezien deze kleiner is dan de gehanteerde rapportagegrens. Het gemiddelde wordt berekend o.b.v. alle concentraties die boven de rapportagegrens gelegen zijn. Aangezien er geen rekening kan gehouden worden met de concentraties onder de rapportagegrens, is deze gemiddelde concentratie vermoedelijk een overschatting. De maximale concentratie is de hoogst gemeten concentratie. Tot slot wordt per watervoerende laag een overzicht gegeven van de fysicochemische kwaliteit van het grondwater op basis van veldmetingen. Voor de elektrische geleidbaarheid is in Bijlage 3 een overzicht beschikbaar met de meetpunten en respectievelijke elektrische geleidbaarheid per watervoerende laag.

3.4.1. Freatische WVL

In de freatische watervoerende laag zijn in totaal 201 stalen geanalyseerd. Voor deze stalen werden volgende veldmetingen gerapporteerd voor de pH, T en EC:

- Temperatuur (T in °C): Minimum: 3,5 – Gemiddelde: 12,8 – Maximum: 22,2;
- pH (-): Minimum: 6,0 – Gemiddelde: 7,1 – Maximum: 9,1;
- Elektrische geleidbaarheid (EC, µS/cm): Minimum: 63 – Gemiddelde: 5.221 – Maximum: 18.000 (drempelwaarde voor brak grondwater: 15.000 µS/cm).

Van de 201 stalen werden 20 stalen geanalyseerd op zware metalen, VOCl en minerale olie. Enkel voor arseen, chroom en zink werden concentraties gemeten boven de rapportagegrens met uitsluitend voor arseen verhogingen boven de bodemsaneringsnorm (20 µg/l) met concentraties tot maximaal 140 µg/l. Voor BTEX werden er slechts op één locatie lichte verhogingen gemeten, met concentraties onder de richtwaarden. Voor VOCl werden er geen verhogingen gemeten. Voor minerale olie (MO) werden er op 2 locaties verhogingen gemeten met voor MO (C10-C40) een maximale concentratie van 240 µg/l. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de PFAS-concentraties. Van de 201 stalen werden er 184 geanalyseerd op PFAS. In de laatste kolom wordt het aantal stalen weergegeven waarbij er concentraties boven de rapportagegrens zijn gemeten.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

TABEL 2: OVERZICHT MINIMALE, GEMIDDELDE EN MAXIMALE CONCENTRATIE PFAS-COMPONENTEN EN SOMPARAMETERS PFAS IN DE FREATISCHE WATERVOERENDE LAAG.

PFAS-component	Minimale concentratie (ng/l)	Gemiddelde concentratie (ng/l)	Maximale concentratie (ng/l)	Aantal met concentraties boven rapportagegrens
PFBA	<10	165	1600	149
PFPeA	<10	81	460	91
PFHxA	<10	148	1200	80
PFHpA	<10	74	470	42
PFOA_lineair	<10	84	600	81
PFOA	<50	125	770	54
PFNA	<10	13	37	7
PFDA	<10	10	27	4
PFTeDA	<10	/	21	1
PFBS	<10	46	820	118
PFPeS	<10	41	300	21
PFHxS_lineair	<10	82	930	39
PFHxS	<50	146	1190	23
PFHpS	<10	13	18	8
PFOS_lineair	<10	76	360	56
PFOS	<50	156	730	45
6/2FTS	<10	23	49	4
8/2FTS	<10	/	38	1
PFOSA_lineair	<10	12	16	9
EtPFOSA_lineair	<10	/	20	1
MePFOSAA	<10	35	130	16
EtPFOSAA	<10	60	360	27
8/2diPAP	<10	19	20	3
DONA	<10	/	8	1
PFBSA	<10	27	110	58
MePFBSA	<10	26	62	11
MePFBSAA	<10	31	210	27
PFHxSA	<10	23	50	14

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

PFAS-component	Minimale concentratie (ng/l)	Gemiddelde concentratie (ng/l)	Maximale concentratie (ng/l)	Aantal met concentraties boven rapportagegrens
PFPeDA	<50	/	28	1
Som_gemeten_PFAS	<50	540	6200	140
Som_PFAS_20_EU_DWRL	<50	506	6000	139

3.4.2. 1ste WVL

Voor de 1e watervoerende laag zijn er 176 stalen geanalyseerd. Voor deze stalen werden volgende veldmetingen gerapporteerd voor de pH, T en EC:

- Temperatuur (T in °C): Minimum: 3,4 – Gemiddelde: 12,5 – Maximum: 21,6;
- pH (-): Minimum: 6,2 – Gemiddelde: 7,0 – Maximum: 11,9;
- Elektrische geleidbaarheid (EC, µS/cm): Minimum: 133 – Gemiddelde: 5.435 – Maximum: 20.300 (drempelwaarde voor brak grondwater: 15.000 µS/cm).

Van de 176 stalen zijn 27 stalen geanalyseerd op zware metalen, BTEX, VOCl en minerale olie. Voor arseen en zink werden concentraties boven de bodemsaneringsnorm gemeten met maximale waarden voor arseen tot 90 µg/l en voor zink tot 360 µg/l. Voor chroom en nikkel werden slechts lichte verhogingen gemeten tot onder de richtwaarde. Voor BTEX werden er in enkele gevallen lichte verhogingen gemeten, onder de richtwaarde. Voor VOCl werden geen verhogingen gemeten. Voor minerale olie werd in één staal een concentratie boven de bodemsaneringsnorm voor MO (C10-C40) gemeten met een waarde van 860 µg/l.

In totaal werden 152 stalen geanalyseerd op PFAS. Een overzicht van de concentraties per individuele PFAS-component en van de somparameters is te vinden in onderstaande tabel. In de laatste kolom wordt het aantal stalen weergegeven waarbij er concentraties boven de rapportagegrens zijn gemeten.

TABEL 3: OVERZICHT MINIMALE, GEMIDDELDE EN MAXIMALE CONCENTRATIE PFAS-COMPONENTEN EN SOMPARAMETERS PFAS IN DE 1E WATERVOERENDE LAAG.

PFAS-component	Minimale concentratie (ng/l)	Gemiddelde concentratie (ng/l)	Maximale concentratie (ng/l)	Aantal met concentraties boven rapportagegrens
PFBA	<10	173	730	121
PFPeA	<10	77	410	88
PFHxA	<10	119	930	92
PFHpA	<10	32	180	63
PFOA_lineair	<10	64	280	77
PFOA	<50	79	370	64
PFNA	<10	/	13	1

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

PFAS-component	Minimale concentratie (ng/l)	Gemiddelde concentratie (ng/l)	Maximale concentratie (ng/l)	Aantal met concentraties boven rapportagegrens
PFBS	<10	60	220	94
PFPeS	<10	28	67	28
PFHxS_lineair	<10	67	660	52
PFHxS	<50	109	760	33
PFHpS	<10	12	20	3
PFOS_lineair	<10	33	140	55
PFOS	<50	61	310	42
6/2FTS	<10	72	270	8
MePFOSAA	<10	24	52	7
EtPFOSAA	<10	28	72	17
PFBSA	<10	33	110	72
MePFBSA	<10	26	49	16
MePFBSAA	<10	38	110	39
PFHxSA	<10	16	27	4
Som_gemeten_PFAS	<50	578	2300	110
Som_PFAS_20_EU_DWRL	<50	535	2300	109

3.4.3. 2de WVL

Voor de 2e watervoerende laag in zijn geheel, zonder onderscheid te maken tussen ondiepe en diepe peilbuizen in deze watervoerende laag, zijn er 299 stalen geanalyseerd. Voor deze stalen werden volgende veldmetingen gerapporteerd voor de pH, T en EC:

- Temperatuur (T in °C): Minimum: 2,8 – Gemiddelde: 12,7 – Maximum: 24,6;
- pH (-): Minimum: 5,2 – Gemiddelde: 7,0 – Maximum: 11,9;
- Elektrische geleidbaarheid (EC, µS/cm): Minimum: 118 – Gemiddelde: 7.094 – Maximum: 35.600 (drempelwaarde voor brak grondwater: 15.000 µS/cm).

Van de 299 stalen zijn 46 stalen geanalyseerd op zware metalen, BTEX, VOCl en minerale olie. Voor zware metalen werden concentraties boven de bodemsaneringsnorm gemeten voor arseen en zink met maximale waarden voor arseen tot 230 µg/l en voor zink tot 750 µg/l. Voor chroom en nikkel werden in enkele gevallen lichte verhogingen gemeten boven de rapportagegrens. Voor BTEX, VOCl en minerale olie werden in slechts enkele gevallen lichte verhogingen boven de rapportagegrens gemeten.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

In totaal werden 281 stalen geanalyseerd op PFAS. Een overzicht van de concentraties per individuele PFAS-component en van de somparameters is te vinden in onderstaande tabel. In de laatste kolom wordt het aantal stalen weergegeven waarbij er concentraties boven de rapportagegrens zijn gemeten.

TABEL 4: OVERZICHT MINIMALE, GEMIDDELDE EN MAXIMALE CONCENTRATIE PFAS-COMPONENTEN EN SOMPARAMETERS PFAS IN DE 2E WATERVOERENDE LAAG.

PFAS-component	Minimale concentratie (ng/l)	Gemiddelde concentratie (ng/l)	Maximale concentratie (ng/l)	Aantal met concentraties boven rapportagegrens
PFBA	<10	177	790	189
PFPeA	<10	73	400	152
PFHxA	<10	106	780	154
PFHpA	<10	29	260	89
PFOA_lineair	<10	73	420	122
PFOA	<50	93	540	98
PFBS	<10	69	270	127
PFPeS	<10	19	94	26
PFHxS_lineair	<10	41	240	68
PFHxS	<50	60	300	42
PFOS_lineair	<10	39	180	82
PFOS	<50	59	310	71
6/2FTS	<10	19	64	11
PFOSA_lineair	<10	10	13	4
PFOSA	<50	10	13	7
MePFOSAA	<10	20	94	14
EtPFOSAA	<10	33	280	33
8/2diPAP	<10	11	12	2
HFPODA_GenX	<10	12	12	1
DONA	<10	11	12	2
PFBSA	<10	40	140	85
MePFBSA	<10	23	48	28
MePFBSAA	<10	46	220	63
PFHxSA	<10	17	31	10
Som_gemeten_PFAS	<50	543	2500	180

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

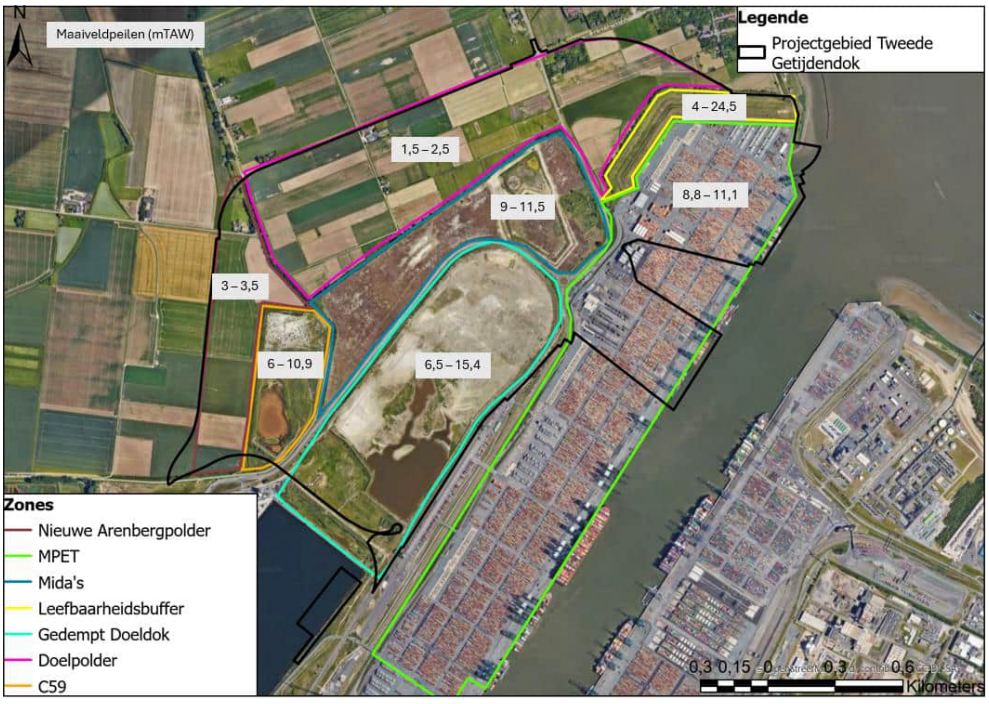
PFAS-component	Minimale concentratie (ng/l)	Gemiddelde concentratie (ng/l)	Maximale concentratie (ng/l)	Aantal met concentraties boven rapportagegrens
Som_PFAS_20_EU_DWRL	<50	509	2400	172

3.5. Topografie

Tabel 7 en Figuur 11 geeft een overzicht van de huidige maaiveldpeilen voor de verschillende zones binnen het projectgebied. Een plan van de huidige maaiveldpeilen binnen het projectgebied werd opgenomen in Bijlage 4.

TABEL 7: MAAIVELDPEIL PER ZONE

Zone	Huidig maaiveldpeil (mTAW)
C59	+6 tot +10,9
MIDA's	+9 tot +11,5
Gedempt Doeldok	+6,5 tot +15,4
MPET	+8,8 tot +11,1
Leefbaarheidsbuffer	+4 tot +24,5
Nieuw Arenbergpolder	+3 tot +3,5
Doelpolder	+1,5 tot +2,5



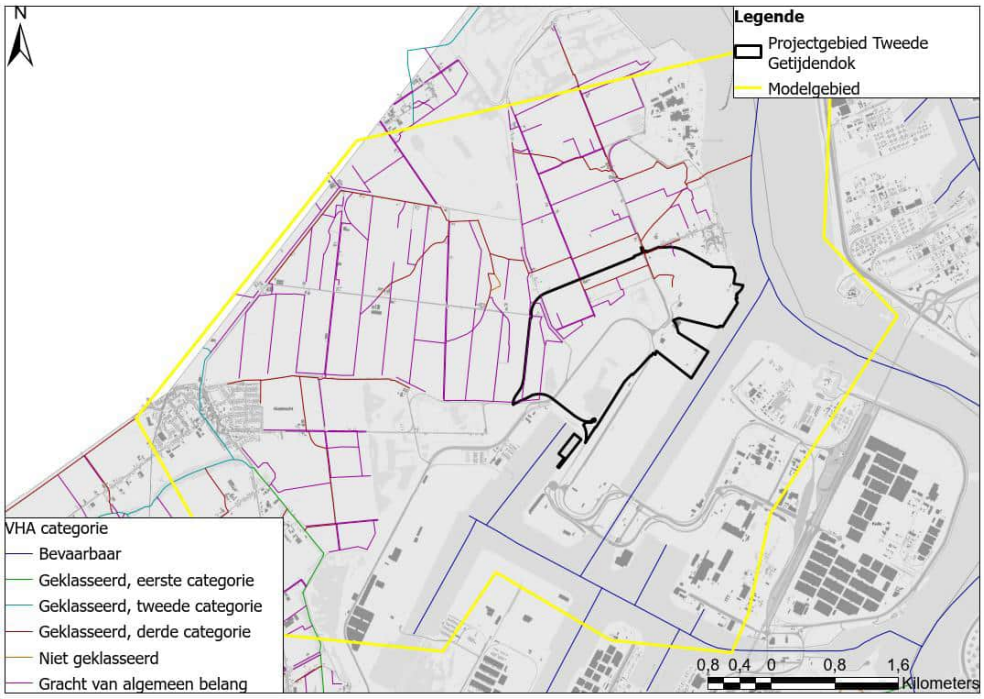
Figuur 11: Weergave van de verschillende deelgebieden binnen het projectgebied en de maaiveldpeilen.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

3.6. Waterlopen

Figuur 12 geeft een overzicht van de verschillende waterlopen volgens de Vlaamse Hydrografische Atlas (VHA) binnen het modelgebied van het grondwaterstromingsmodel.

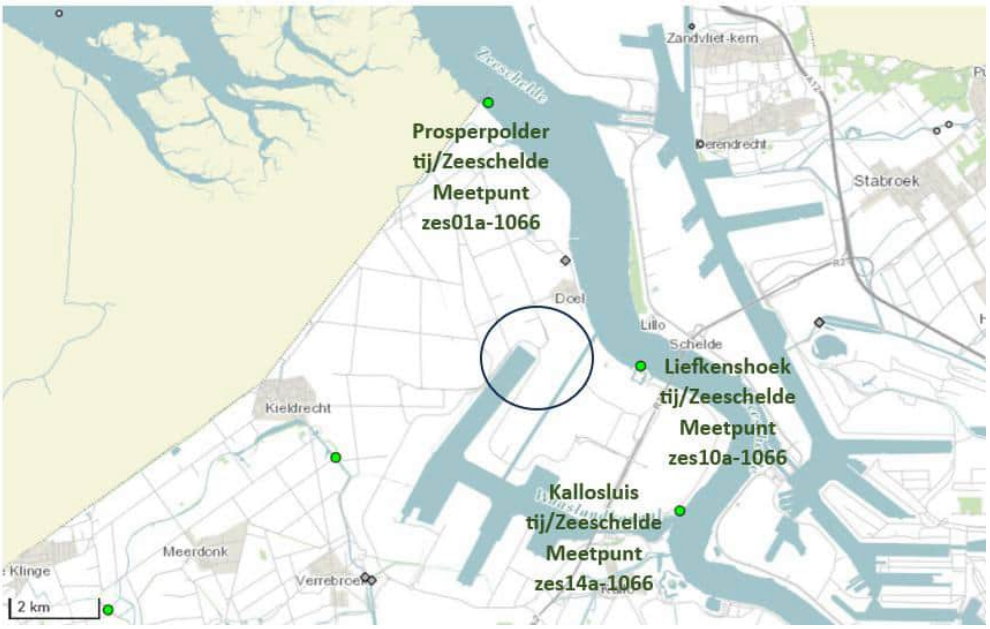


Figuur 12: Waterlopen binnen modelgebied GWM.

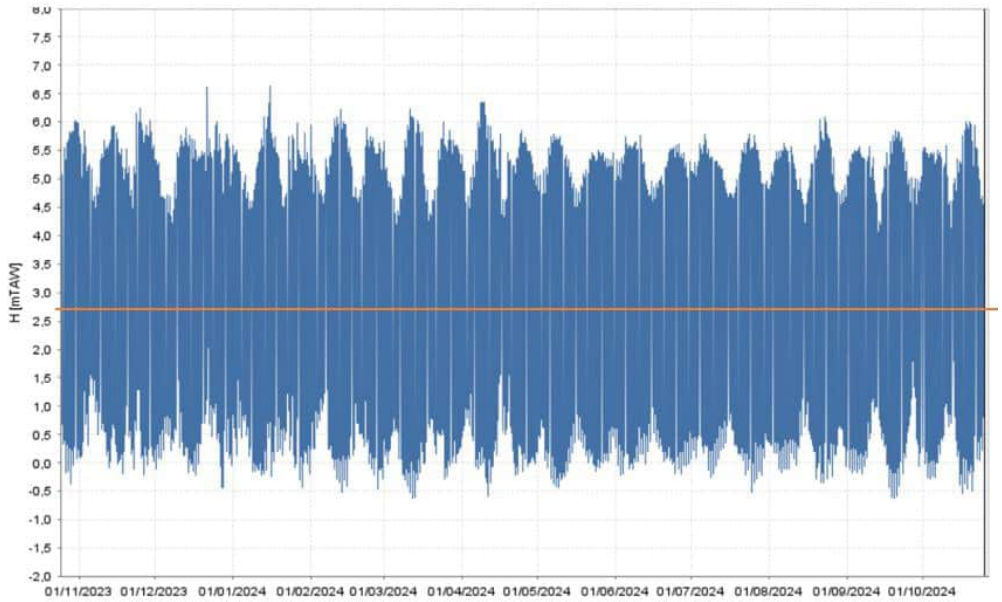
Volgende grote waterlichamen grenzen aan het projectgebied: **Schelde, Deurganckdok en Doeldok**. De Schelde en het Deurganckdok zijn waterlopen waarop een getij aanwezig is. De havendokken zoals het Doeldok en de Waaslandhaven zijn afgeschermd van het getij door de Kieldrechtsluis en de Kallosluis. Het waterpeil over een periode van 1 jaar werd geanalyseerd voor de geselecteerde meetpunten. Gezien de meetpunten zich allemaal in de Zeeschelde bevinden, kan eenzelfde verloop van het waterpeil worden vastgesteld. Het verloop van het waterpeil ter hoogte van het meetpunt Prosperpolder tij/Zeeschelde wordt weergeven in Figuur 14. Hierbij wordt een getijdenwerking van de Noordzee vastgesteld die varieert van ca. 6 mTAW tot ca. -0,5 mTAW. De gemiddelde waterstand is bijgevolg ca. 2,7 mTAW. De getijdenwerking en de gemiddelde waterstand is ook van toepassing op het Deurganckdok die rechtstreeks in verbinding staat met de Zeeschelde. Voor de Kieldrechtsluis, Waaslandhaven en het Doeldok is er geen meetpunt beschikbaar. Voor de dokken is het aangehouden waterpeil 3,50 mTAW +/- 0,2m.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 13: Oppervlaktewatermeetpunten in de Zeeschelde (bron: Waterinfo Vlaanderen).



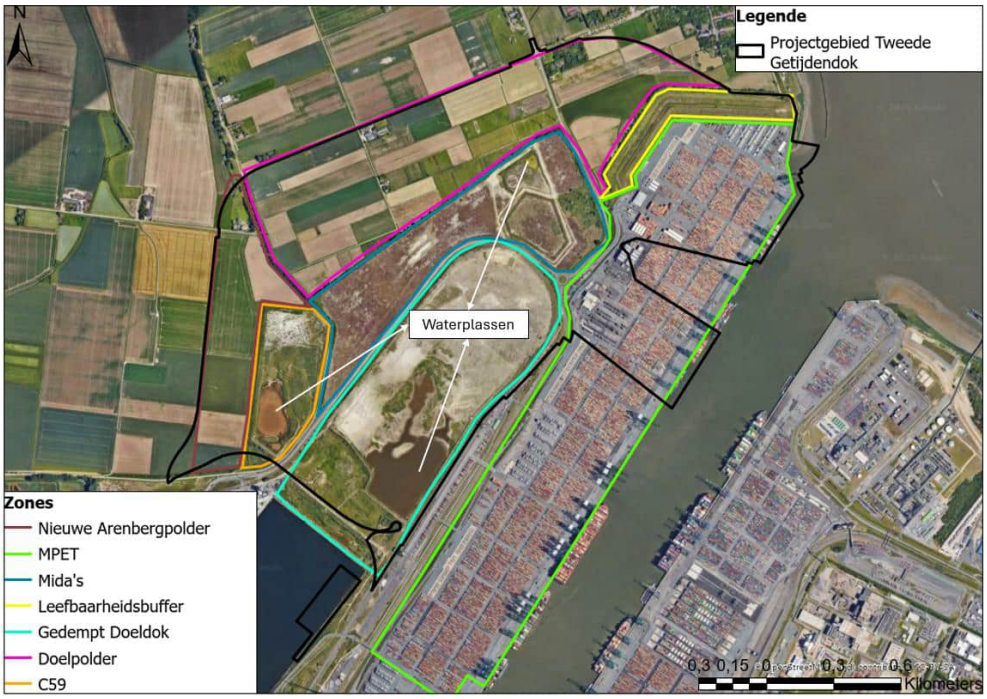
Figuur 14: Waterstand (mTAW) t.h.v. meetpunt Prosperpolder tij/Zeeschelde (zes01a-1066) over een periode van 1 jaar; oranje lijn: gemiddelde waterstand (bron: Waterinfo Vlaanderen).

In de polders komen verschillende polderwaterlopen voor. Dit zijn hoofdzakelijk niet-geklasseerde waterlopen en grachten van algemeen belang.

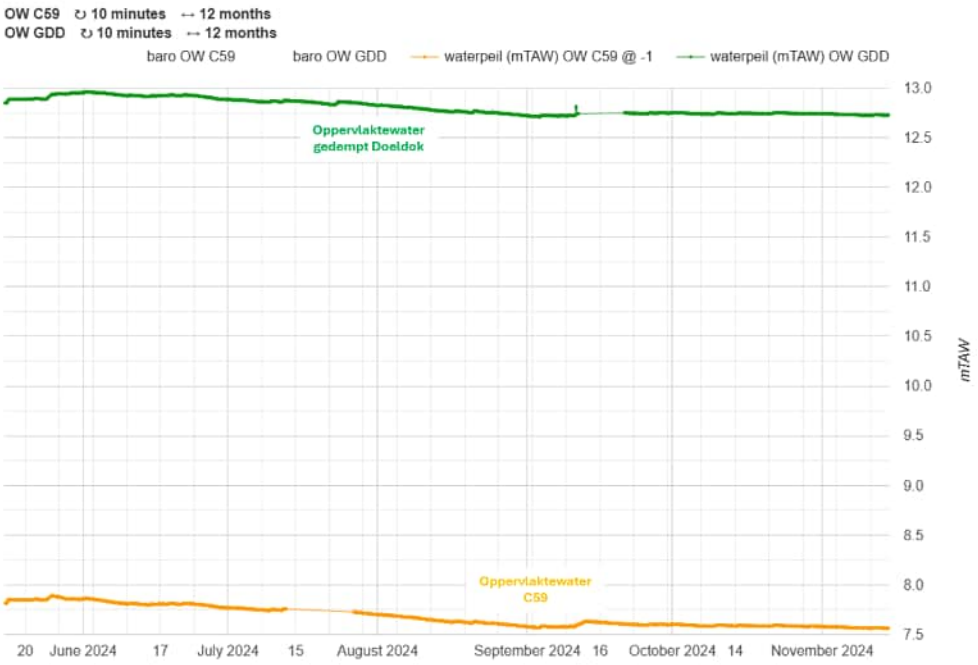
Ter hoogte van de zones C59, gedempt Doeldok en MIDA's worden **waterplassen** aangetroffen. Volgens de meetgegevens van het oppervlaktewater heeft de waterplas ter hoogte van het gedempt Doeldok een waterpeil dat schommelt tussen 12,5 en 13 mTAW. Voor de plas ter hoogte van de C59 schommelt het waterpeil tussen 7,5 en 8 mTAW. De fluctuatie in waterpeil wordt gevisualiseerd in Figuur 16.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 15: Waterplassen t.h.v. het gedempt Doeldok, C59 en Mida's.



Figuur 16: Waterpeil waterplassen thv het gedempt Doeldok (1) en C59 (2) voor juni 2024 t.e.m. november 2024.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

3.7. Te realiseren grondwaterverlaging

Om de ontgraving van de bronzones, binnen de contouren van het nieuw te realiseren dok, mogelijk te maken, dient bemaald te worden tot een diepte van -4 mTAW, een halve meter onder het uitgravingsniveau. De ontgravingen dienen afgestemd te worden op de realisatie van het project 'Tweede Getijdendok'. Deze werken worden uitgevoerd in verschillende uitvoeringsperiodes en zullen in totaal ca. 14 jaar in beslag nemen. De uitvoeringsperiodes zijn opgedeeld in 18 afzonderlijke perioden, waarbij voor elke periode telkens een inschatting wordt gemaakt van welke projectgerelateerde maatregelen gerealiseerd worden en welke saneringsmaatregelen uitgevoerd worden. Gedurende 12 perioden dient bemaald te worden. In totaal komt dit overeen met een bemalingsduur van 9,3 jaar. Een indicatief overzicht van de uitvoeringsperiodes met bemalingen is te vinden in Bijlage 5.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

4. Berekening debiet en invloedsstraal

4.1. Opbouw grondwaterstromingsmodel

4.1.1. Software

Het grondwatermodel werd opgesteld met GMS 10.8. Het “Groundwater Modeling System” (GMS) is een uitgebreide grafische gebruiksomgeving voor het simuleren van grondwaterstroming. Er wordt gebruik gemaakt van de MODFLOW code. MODFLOW-NWT is een Newtoniaanse beschrijving van de MODFLOW-2005 code die van toepassing is bij droogvallende cellen in geval van een onbegrensde aquifer. Deze methode is stabieler bij het berekenen van een bemaling aangezien hier tijdens de berekeningen op grote schaal cellen droogvallen.

De stroombanen worden berekend met de MODPATH code.

4.1.2. Modellagen

Tabel 5 omvat een overzicht van de geologie, lithologie en doorlatendheden van alle modellagen. Per modellaag wordt ook aangegeven welke dataset is gebruikt binnen en buiten het projectgebied om de boven- en onderzijde te bepalen. De grenzen van de geologische lagen binnen de projectzone worden overgenomen van het 3D-model opgesteld door Tractebel op basis van alle sonderingen en boringen. Een eerste versie van het model is opgebouwd in 2021-2022 in de software AUTOCAD CIVIL 3D. De modelopbouw is sindsdien geactualiseerd met resultaten van bijkomende sonderingscampagnes. Buiten het projectgebied is gebruik gemaakt van het regionaal H3DV2 model opgesteld door VITO. Volgende modellagen worden in het model onderscheiden:

- Modellaag 1 omvat de ophogingslaag bestaande uit een heterogeen pakket;
- Modellaag 2 omvat de Holocene klei- en veenlagen. Dit is een slecht doorlatende laag met een uiteenlopende lithologische samenstelling van veen tot organische klei. Op de overgang naar de onderliggende zandige laag wordt vaak zandhoudende klei tot kleihoudend zand aangetroffen;
- Modellaag 3 omvat de Quartaire zanden, het Lid van Merksem en het Lid van Zandvliet van de Formatie van Lillo. Aangezien het Lid van Merksem en het Lid van Zandvliet niet overal voorkomen worden deze samengenomen met de Quartaire zanden (Pleistocene zanden en zandige deklagen). Er wordt naar deze laag gerefereerd als de ‘tussenzanden’;
- Modellaag 4 omvat het Lid van Kruisschans van de Formatie van Lillo en is beduidend kleiiger dan boven- en onderliggende zandige lagen. De lithologische samenstelling kan lokaal sterk variëren van kleihoudend zand, kleiig zand tot kleihoudend zand in combinatie met zandrijke kleilaagjes of dikkere laagjes zandrijke klei;
- Modellaag 5 t.e.m. 9 omvat alle zandige afzettingen onder het Lid van Kruisschans tot de Formatie van Boom. Van boven naar onder omvat deze laag volgende geologische lagen: Lid van Oorderen (fijn zand en kleihoudend), Formatie van Kattendijk (middelmatig tot fijn zand) en Formatie van Berchem (fijne licht kleiige zanden).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

TABEL 5: MODELLAGEN BINNEN MODELGEBIED

Model laag	Lithostratigrafie		Lithologie	Range horizontale doorlatendheden (K_H) (m/d)	Range verticale aniso-tropie (VANI) (-)	Elastische berging (1/m)	Specifieke berging (-)	Niveau top modellagen	
	Formatie	Lid						Binnen projectgebied	Buiten projectgebied
1	-		Ophogingslaag	0,05 - 20	1-100	5,62E-04	0,32	01_BT (aangevuld met DHM)	DHM
2	Quartair (*)		Klei en veen (Holoceen)	0,0001 – 0,01	1-100	1,45E-04	0,2	03_Holoceen kleiig boven' (top)	A0130 - Polderafzettingen (top)
3			Fijn tot grof zand	5 - 25	1-100	6,40E-05	0,28	06_Tussenzanden' (top)	A0130 - Polderafzettingen (basis)
	Lillo (*)	Merksem	Fijn grijsgroen kalkrijk zand met schelpfragmenten						
		Zandvliet	Fijn licht glauconiethoudend zand, (ontkalkt facies van Ld Merksem)						
4		Kruisschans	Grijsgroene fijne tot middelmatige zand dat zeer kleirijk is (kleilenzen en cm-dunne lagen van zuivere klei) met schelpfragmenten en kleine schelpjes	0,01 - 2	1-100	5,10E-05	0,2	07_LiKr' (top)	A0224 - Kleiig zand van Kruisschans (top)
5 en 9		Oorderen	Grijsgroen tot grijsbruin fijn glauconiet- en kleihoudend zand met veel schelpen en schelpenbanken	3 - 6	1-100	4,60E-05	0,28	08_LiOo' (top)	A0225 - Zanden van Oorderen en luchtbal (top)
	Kattendijk	-	Groene tot grijsgroene middelmatig tot fijn glauconiethoudend zand, soms kleihoudend, minder schelpen dan Fm Lillo					09_Kd' (top)	A0240 - Kleiige zand van Kattendijk en Kasterlee (top)
	Berchem	-	Fijne donkergroen tot zwarte glauconietrijke, licht kleiige zanden met lokaal schelpen(banken)					10_Bc' (top)	A0254 - Zanden van Berchem en Voort buiten de Roerdalslenk (top)

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

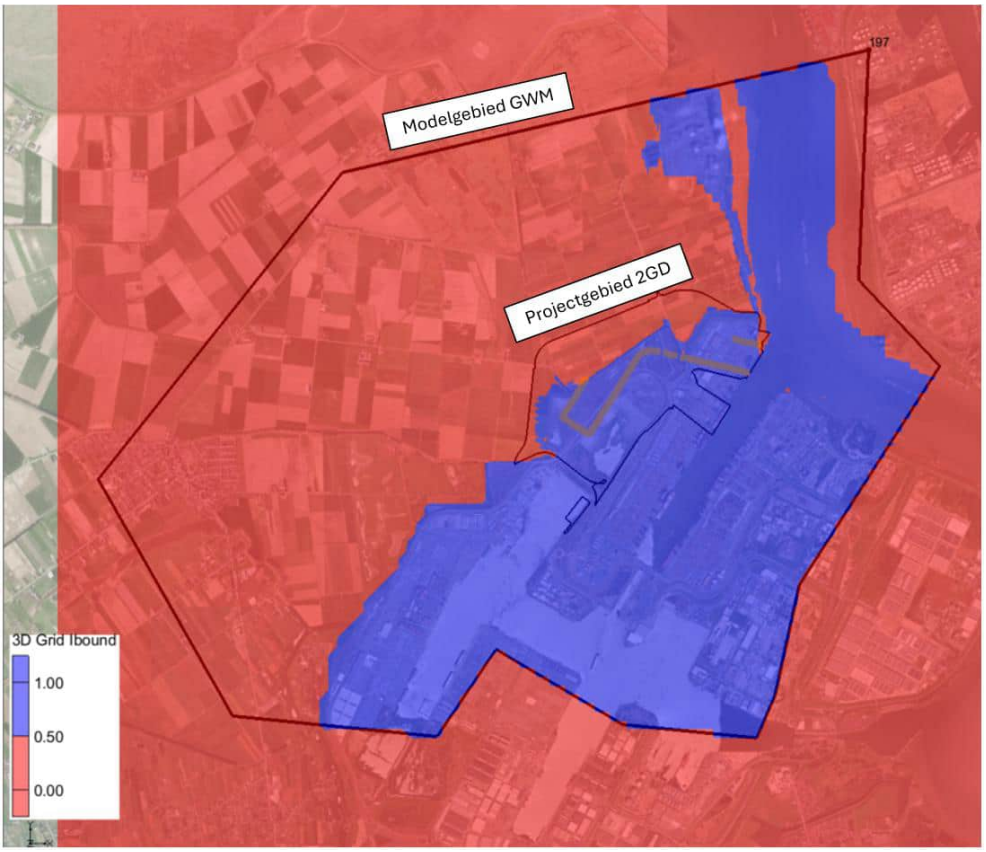
Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Model laag	Lithostratigrafie		Lithologie	Range horizontale doorlatendheden (K_H) (m/d)	Range verticale aniso-tropie (VANI) (-)	Elastische berging (1/m)	Specifieke berging (-)	Niveau top modellagen	
	Formatie	Lid						Binnen projectgebied	Buiten projectgebied
	Boom	-	Harde compacte klei	-	-	-	-	11_Bm' (top)	A0300 - Boom Aquitard (top)

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Modellaag 1, de ophogingslaag, is buiten het projectgebied, in de polders, niet of maar in beperkte mate aanwezig. Hier ligt de polderklei aan het maaiveld of zeer ondiep onder het maaiveld. Voor stabiliteitsredenen van het model is ervoor gekozen de ophogingslaag in polders te deactiveren aangezien het droogvallen van deze dunne modellaag in de polders zorgt voor convergentieproblemen. Wanneer de cellen in de ophogingslaag dunner zijn dan 30cm, worden deze gedeactiveerd.



Figuur 17: Inactieve cellen modellaag 1 (ophogingslaag).

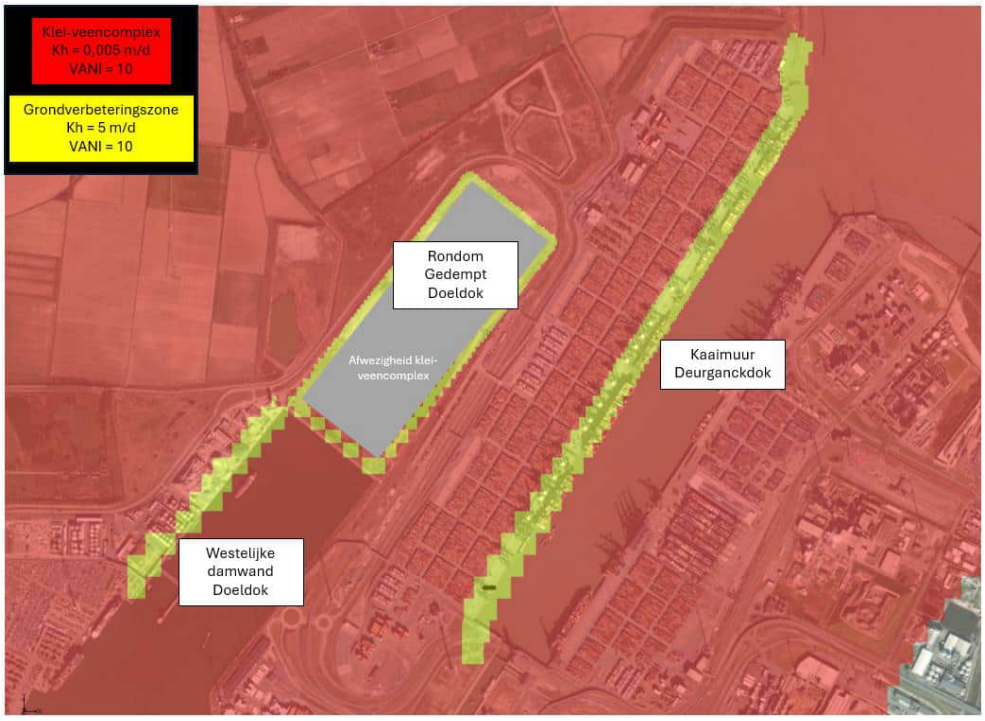
De initiële geologische opbouw in het **gedempt Doeldok** is verstoord tot een diepte van -14,5 mTAW (basis van het Doeldok) en plaatselijk zelfs -23 mTAW (slibcellen). Het Doeldok is destijds gedempt en opgevuld met antropogeen materiaal waardoor de ondergrond zeer heterogeen is. In het model wordt dit opvullingsmateriaal gesimuleerd met een horizontale doorlatendheid van 0,5 m/d (en verticale anisotropie 10). Op een diepte van -14,5 tot -23 mTAW bevinden zich de **slibcellen** in het gedempt Doeldok. In deze zone werden de zanden gebaggerd tot een diepte van ca. -23mTAW en terug opgevuld met slib. Het slib is afkomstig van de baggerwerken in de Beneden Zeeschelde. De slibcellen worden in het model gesimuleerd met een horizontale doorlatendheid van 0,01 m/d (en verticale anisotropie van 10).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

In verschillende zones binnen het projectgebied is er in het verleden een **grondverbetering** aangebracht. De voornaamste reden van deze grondverbetering is het vervangen van slappe grond met zandige sedimenten voor stabiliteitsredenen. De diepte tot waar de grondverbetering reikt is verschillend per zone. In het GWM wordt aan de grondverbeteringszone een horizontale doorlatendheid van 5 m/d gegeven (en een verticale anisotropie van 10). Deze doorlatendheid komt overeen met deze gehanteerd voor de ophogingslaag. De aanname is dat deze doorlatendheid representatief is voor het simuleren van het effect van deze grondverbetering op de grondwaterstroming. Er wordt geen verdere uitspraak gedaan over het materiaal dat gebruikt is voor deze grondverbetering. In kort wordt hieronder beschreven waar de grondverbeteringszones zich bevinden in het model:

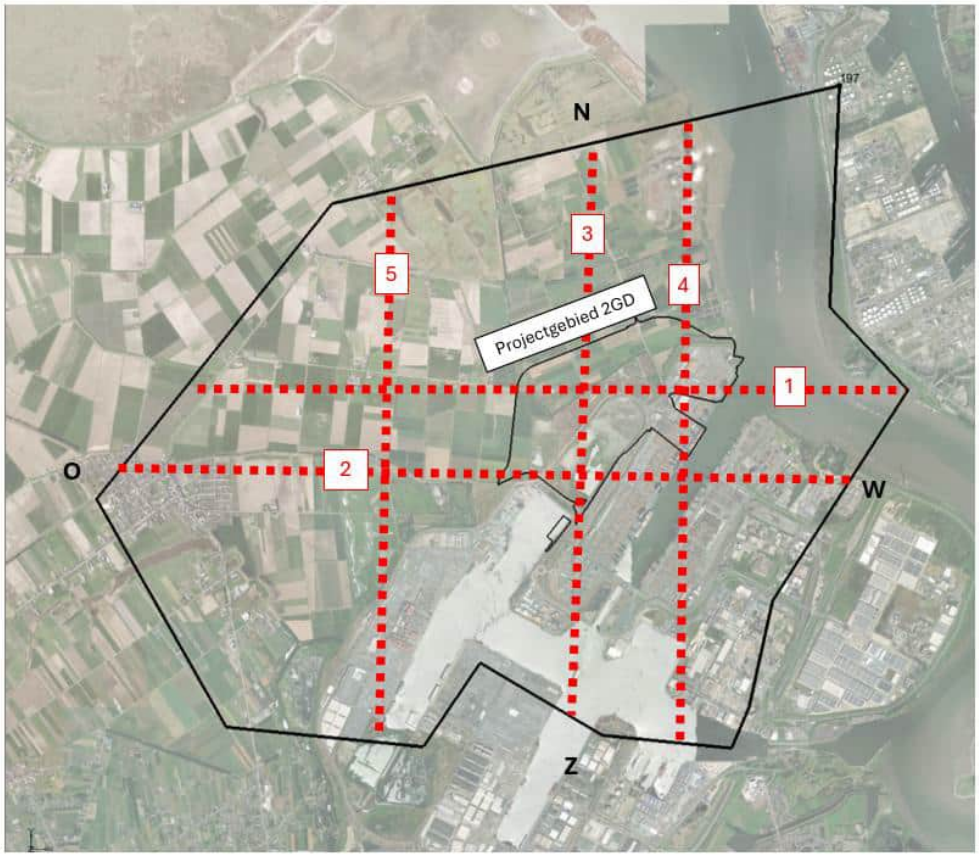
- Voor de aanleg van de westelijke damwand van het Doeldok werd een grondverbetering aangebracht tot een diepte van -5 mTAW;
- Voor de plaatsing van de kaaimuur van het Deurganckdok werd onder talud een grondverbetering tot een diepte van -18mTAW aangelegd;
- Rondom het gedempt Doeldok werd binnen een straal van 15m een grondverbeteringszone aangelegd tot net onder het klei-veencomplex.



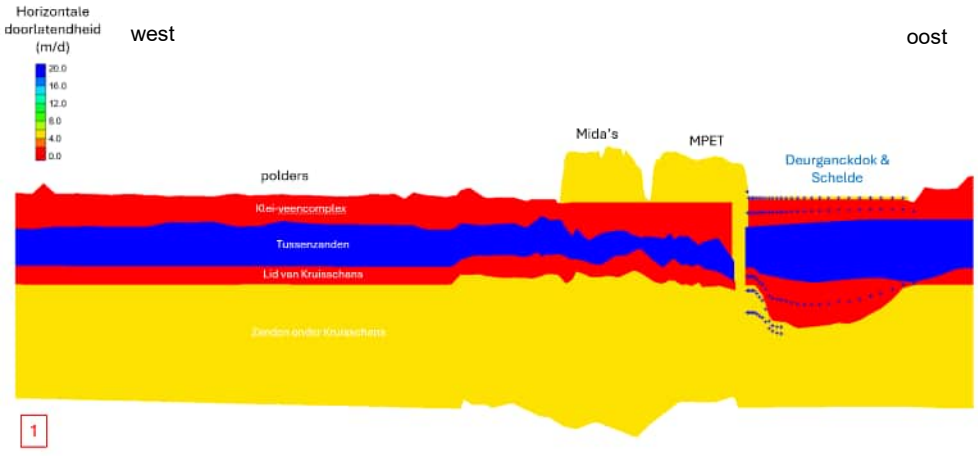
Figuur 18: Grondverbeterinszones.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

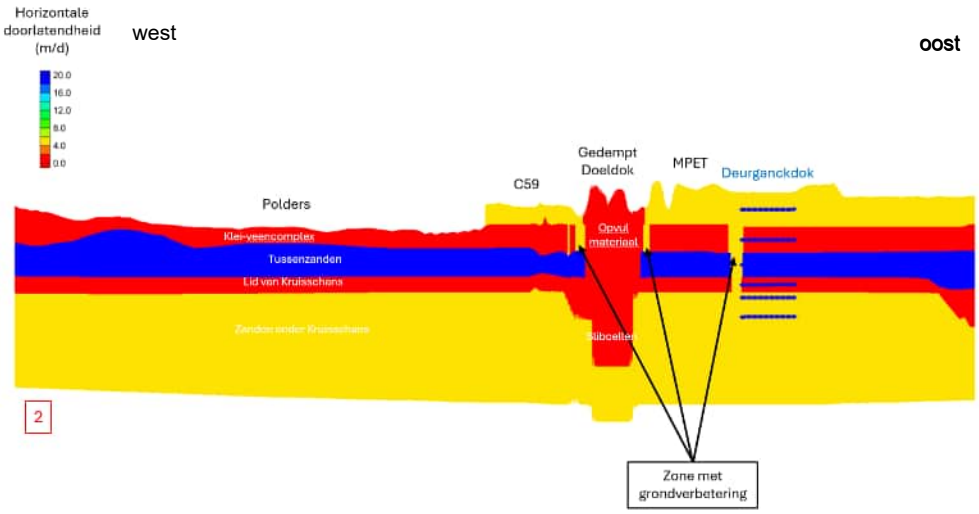


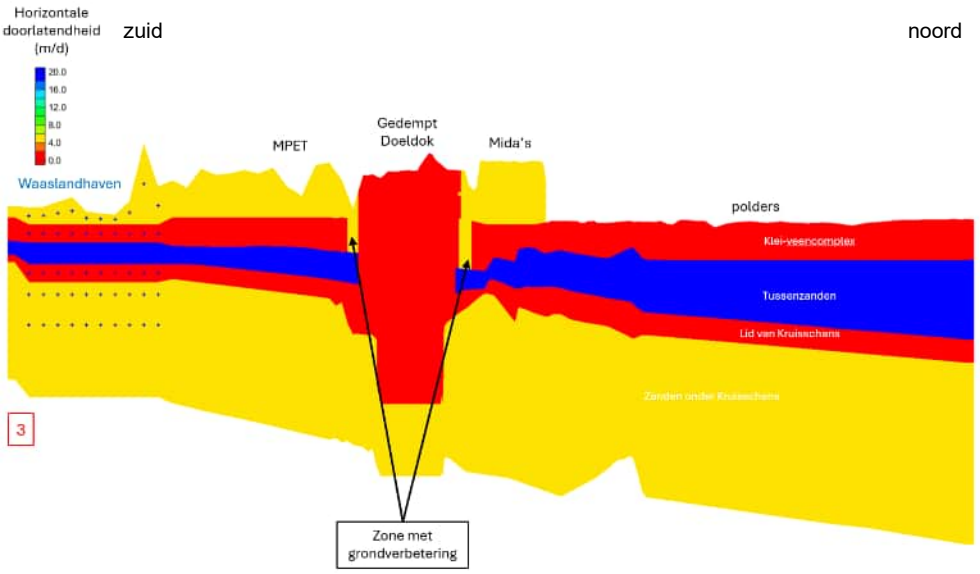
Figuur 19: Noord-zuid en Oost-west snedes.

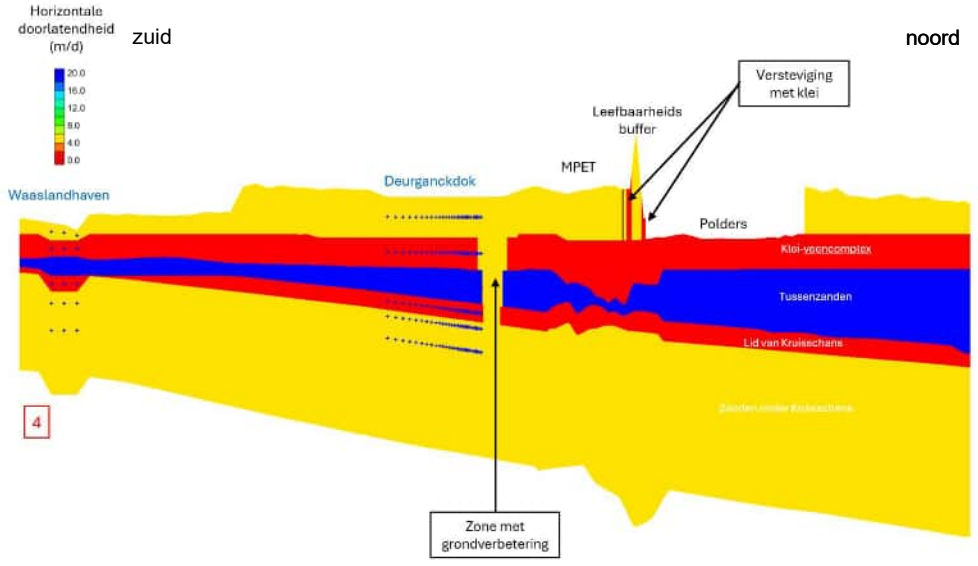


This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

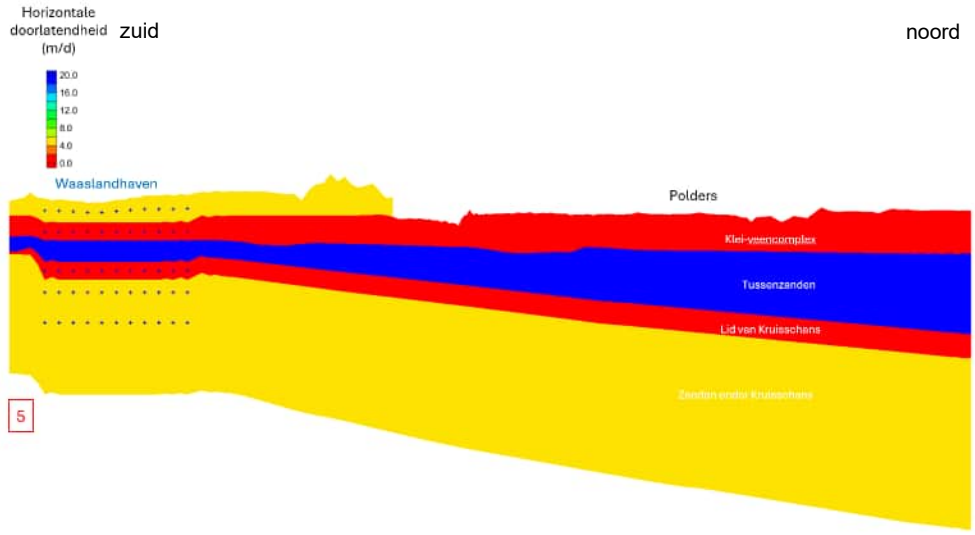






This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 20: Snedes in model met weergave van de horizontale doorlatendheid (m/d) van de verschillende modellagen. Weergave van locatie van de snedes op Figuur 19.

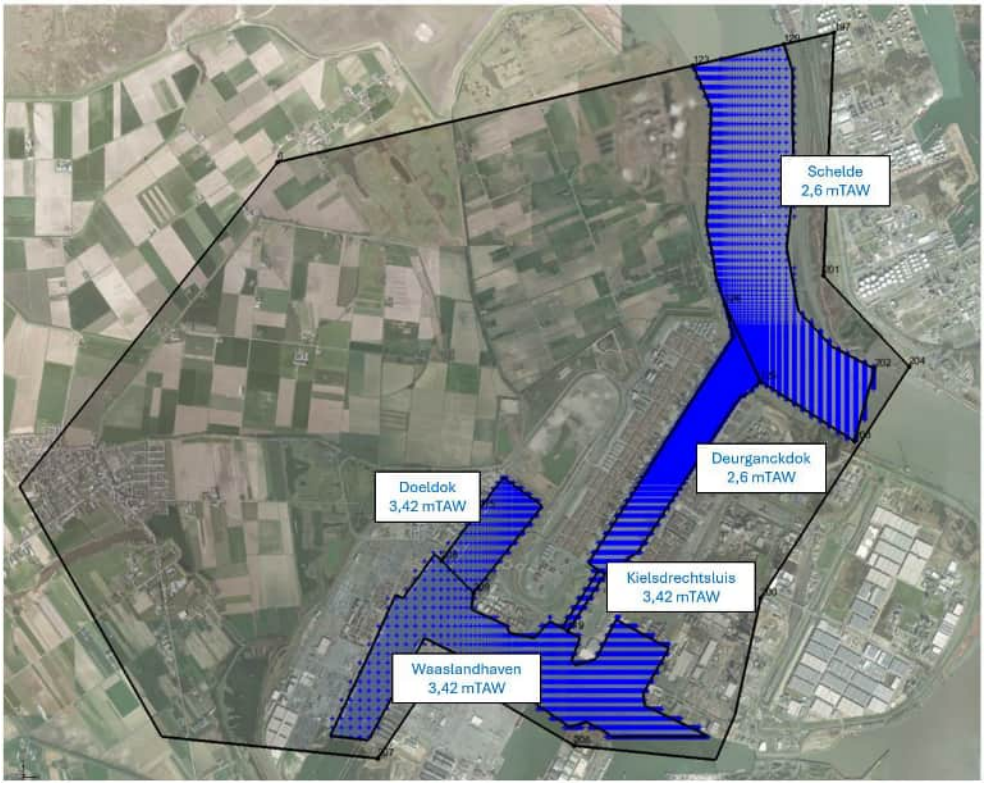
4.1.3. Waterlopen

4.1.3.1. Grote waterlopen en dokken

De waterlopen van de 1ste 2de en 3e categorie (volgens de Vlaamse Hydrografische Atlas) worden ingegeven als 'Rivier' randvoorwaarde. De **Schelde** is een waterloop met getijdewerking. Hiermee wordt geen rekening gehouden in het grondwatermodel. Er wordt gekozen te werken met een gemiddeld halftijhoogte van 2,6 mTAW voor de Schelde. De dokken in de Waaslandhaven zijn afgeschermd van het getij en daar bedraagt het gemodelleerde waterpeil 3,42 mTAW. De gemodelleerde waterlopen met respectievelijke waterpeilen worden weergegeven in Figuur 21.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 21: Gemiddeld waterpeil van de gesimuleerde grote waterlopen (Schelde en dokken).

De Schelde krijgt een weerstand van 10 dagen. De inschatting is dat er een sliblaag aanwezig is met dikte van 0,1 m en een doorlatendheid van 0,01 m/d. Voor de Kieldrechtsluis en de Waaslandhaven wordt een weerstand gekozen die de impact van de sliblaag en de kaaimuur samennemen. Ze worden gesimuleerd met een weerstand van 100 dagen (permeabiliteit 0,01 d^{-1}). De omwandingen van het Doeldok en het Deurganckdok worden apart gesimuleerd in het model. De weerstand van deze dokken wordt bijgevolg lager gekozen, namelijk op 0,4 dagen (permeabiliteit 2,5 d^{-1}) omdat deze enkel wordt bepaald door de sliblaag.

In latere perioden van de bemalingsstudie is het oppervlaktewater van het Tweede Getijdendok reeds gedeeltelijk aanwezig en wordt het water in het dok ook gesimuleerd. Er wordt aangenomen dat na de baggerwerken, er nog geen sliblaag aanwezig zal zijn in het dok. Het dok wordt gesimuleerd met een hoge permeabiliteit van 25 d^{-1}, of een weerstand van 0,04 dagen. Dit zou overeenkomen met een sliblaag met een dikte van 0,0004 m met een doorlatendheid van 0,01 m/d.

Een overzicht van modelparameters per waterloop is te vinden in Tabel 6.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

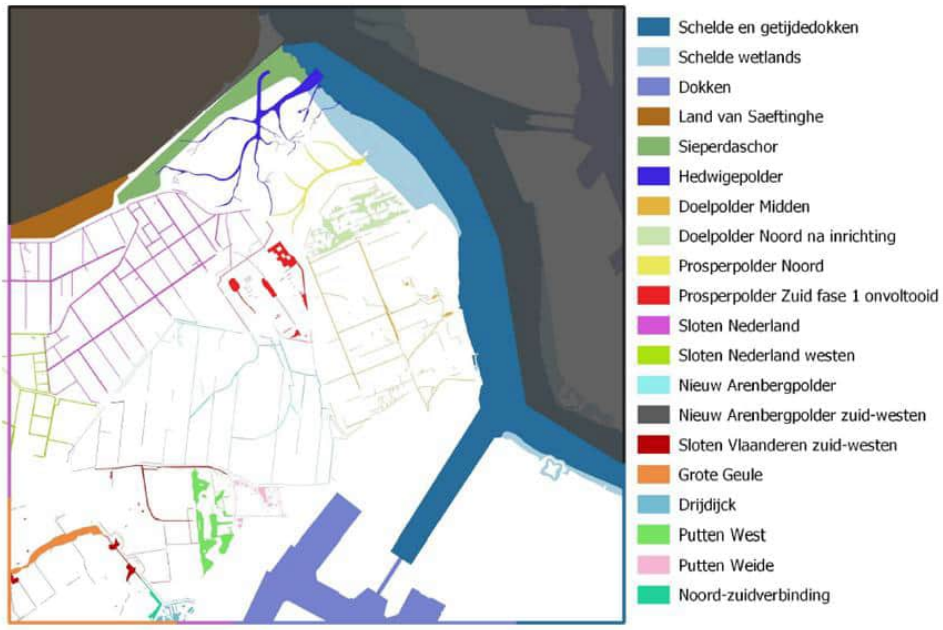
TABEL 6: MODELPARAMETERS VAN DE GESIMULEERDE WATERLOPEN.

Waterlopen	Waterpeil (mTAW)	Ondergrens (mTAW)	Gemiddelde diepte (m)	Permeabiliteit (d^{-1})	Weerstand (d)
Schelde	2,6	-13	15,6	0,1	10
Deurganckdok	2,6	-17	19,6	2,5	0,4
Kieldrechtsluis	3,42	-14	17,4	0,01*	100
Waaslandhaven	3,42	-14	17,4	0,01*	100
Doeldok	3,42	-14	17,4	2,5	0,4
Tweede Getijdendok	2,6	-17	19,6	25	0,04

*De permeabiliteit van de Kieldrechtsluis en de Waaslandhaven worden lager ingeschat omdat in deze parameter zowel het effect van de kaaimuur als de sliblaag in rekening wordt gebracht.

4.1.3.2. Grachten

De kleinere waterlopen in de opgehoogde zone en polderwaterlopen worden als ‘Drain’ randvoorwaarde in het model ingebracht. Het waterpeil in de grachten van de opgehoogde zone is afgeleid van het digitaal hoogte model (DHM). Het waterpeil in de poldergrachten is afgeleid uit de studie van SHIP waar de evolutie van de waterpeilen (mTAW) in kaart gebracht werd (Figuur 22, [3]). In beide gevallen wordt aangenomen dat de grachten gemiddeld 0,5 m diep zijn en een conductiviteit hebben van 1 d^{-1}.



Figuur 22: Waterpeilen in de poldergebieden ten noorden van de Havendokken op Linkeroever (Figuur uit nota SHIP, [3]).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 23: Gesimuleerde grachten.

4.1.3.3. Oppervlakkige drainage

In het volledige modelgebied wordt een gebiedsdekkende drainage of ‘seepage face’ toegepast op een diepte van 0,1 m onder het maaiveldpeil.

4.1.4. Grondwatervoeding

Het model wordt gevoed door infiltrerende neerslag. Figuur 24 toont visueel de verschillende zones met respectievelijke grondwatervoeding. Per zone werd in het statisch model de infiltrerende neerslag als volgt gekwantificeerd:

- Het havengebied is quasi volledig verhard. De infiltrerende neerslag is beperkt tot 37 mm/jaar (0,0001 m/d);
- Buiten het havengebied, in de polders, wordt de grondwatervoeding gekozen op ca. 183 mm/j (0,0005 m/d). In de polders bevinden zich enkele zones waar boven op het klei-veencomplex een zandige laag ligt. Ter hoogte van deze zones zal er in beperkte mate een freatische watervoerende laag aanwezig zijn waar er regenwater kan infiltreren. Voor de andere zones waar direct de klei en/of veen aangetroffen wordt, zal de grondwatervoeding zeer beperkt zijn waardoor het te verantwoorden is een lage grondwatervoeding te simuleren in deze zone;
- De waterlopen krijgen geen voeding;

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

- Ter hoogte van het gedempte Doeldok en de Mida's wordt de grondwatervoeding verhoogd tot 584 mm/jaar (0,0016 m/d). Deze zones zijn tot op heden volledig onverhard. Ze bestaan voornamelijk uit zandig materiaal en met nagenoeg geen afwateringsgrachten. Het is de inschatting dat het grootste gedeelte van de neerslag die hier valt zal infiltreren. Gemiddeld valt er 800 mm neerslag per jaar dus de grondwatervoeding door neerslag komt overeen met iets meer dan 70 %.



Figuur 24: Grondwatervoeding (mm/jaar).

Per bemalingsperiode wordt de grondwatervoeding ter hoogte van de bouwput verhoogd tot de maximale grondwatervoeding (584 mm/j). Het is de verwachting dat een aanzienlijk deel van het bemalingsdebiet afkomstig is van infiltrerende neerslag, waardoor deze parameter in rekening dient gebracht te worden.

4.1.5. Damwanden

Figuur 25 geeft een overzicht van de diepte en de hydraulische karakteristiek van wanden en kaaimuren die op dit moment reeds aanwezig zijn in het modelgebied. De hydraulische karakteristiek (HC) van de wanden wordt berekend door de doorlatendheden te delen door de equivalente dikte, standaard genomen op 1 m. Hieronder volgt een korte oplijsting van deze constructies met belangrijkste eigenschappen voor de bepaling van de hydraulische karakteristiek:

- De hydraulische doorlatendheid van de **kaaimuur van het Deurganckdok** wordt geschat op 10^{-7} m/s (weerstand: 116 d);

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

- Aan de **oostelijke zijde** van het Doeldok zit geen kaaimuur maar bevindt zich enkel het originele talud waaronder het **Doeldok** is uitgegraven. Dit talud is tussen 5,20 mTAW tot 4,30mTAW bekleed met betonnen platen met onderaan het talud een horizontaal stuk met ter plaatse gestort beton. Het onderwatertalud is tot een diepte van -0,05mTAW bekleed met gepenetreerde stortsteen en geotextiel verstevigd met houten palen. Er kan bijgevolg aangenomen worden dat de ondergrond tot deze diepte hierdoor minder doorlatend is t.o.v. het originele sediment op deze diepte in het projectgebied. Bijgevolg wordt voor deze constructie tot een diepte van ca. -0,05 mTAW een hydraulische barrière gesimuleerd met een doorlatendheid van 10^{-6} m/s (weerstand: 12 d);
- **Doeldokdam**, aan de **noordelijke zijde van het Doeldok**, is opgebouwd met geocontainers. Deze containers zijn gestapeld op het talud en lopen tot aan de slibcellen. Tussen deze blokken zijn voegen aanwezig. De Doeldam wordt gesimuleerd met een doorlatendheid van 10^{-5} m/s (weerstand: 1 d). Dit is een worst-case inschatting omdat het onduidelijk is wat de doorlatendheid is van deze constructie;
- Aan de **westelijke zijde van het Doeldok** bevindt zich een verankerde damwand tot -9,42 mTAW. Volgens richtlijnen bemaling kan voor deze wand gewerkt worden met een hydraulische doorlatendheid van > 10^{-7} m/s (weerstand: 116 d).



Figuur 25: Diepte gesimuleerde damwanden en hydraulische karakteristiek.

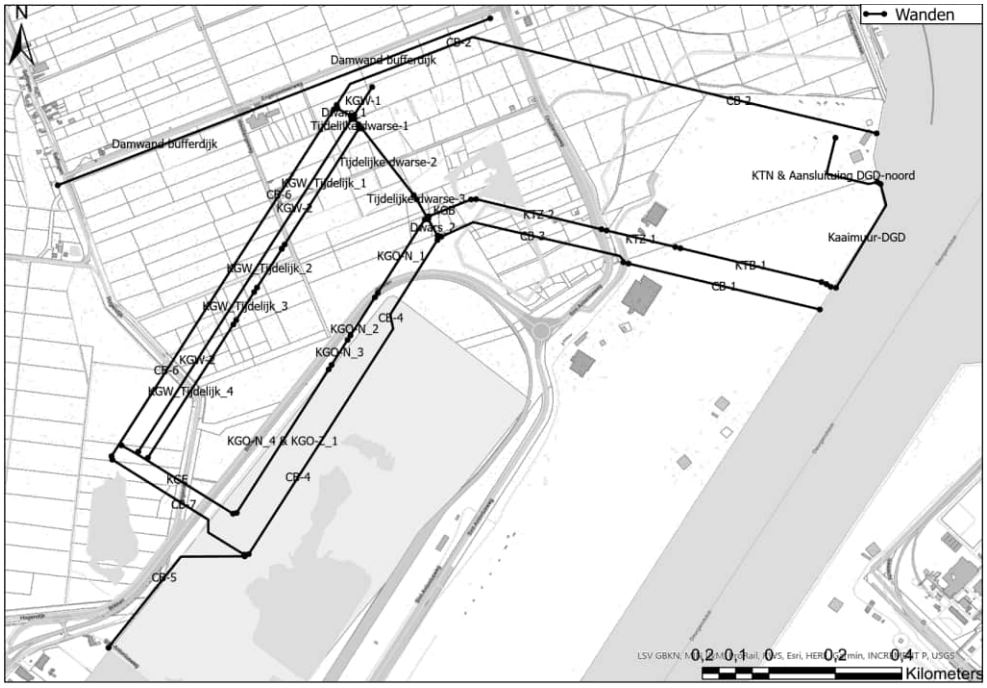
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Tijdens de werken zullen er cement-bentoniet wanden (CB-wanden), kaaimuren en damwanden worden aangelegd. Het merendeel van deze wanden zijn permanente wanden en blijven aanwezig na uitvoering van de werken en bemalingen. De damwanden zijn in enkele gevallen tijdelijk van aard. Volgende doorlatendheden worden per wand aangenomen:

- Cement-bentonietwand: 10^{-9} m/s (weerstand: 11.574 d);
- Kaaimuren: 10^{-7} m/s (weerstand: 116 d);
- Damwand: 10^{-7} m/s (weerstand: 116 d).

In onderstaande tabel is een overzicht te vinden van de karakteristieken per wand en periode van aanleg aangezien de wanden gefaseerd aangelegd zullen worden. In Figuur 26 wordt een overzicht gegeven van de individuele wanden.



Figuur 26: Overzicht wanden.

TABEL 7: OVERZICHT WANDEN MET KARAKTERISTIEKEN.

Wanden	Periode van aanleg	Type wand	Diepte wand (mTAW)	Hydraulische doorlatendheid (m/s)	Weerstand (d)
CB-1	P0	CB wand	Fm. Boom	1,00E-09	11.574
CB-2	P0	CB wand	Fm. Boom	1,00E-09	11.574
Damwand bufferdijk	P0	Damwand	-8	1,00E-07	116
Dwars_1	P0	Damwand	Fm. Boom	1,00E-07	116
Tijdelijke dwarse-1	P0	Damwand	Fm. Boom	1,00E-07	116
Tijdelijke dwarse-2	P0	Damwand	Fm. Boom	1,00E-07	116
KGW-1	P0	Kaaimuur	-18	1,00E-07	116

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Wanden	Periode van aanleg	Type wand	Diepte wand (mTAW)	Hydraulische doorlatendheid (m/s)	Weerstand (d)
CB-3	P1	CB wand	Fm. Boom	1,00E-09	11.574
Dwars_2	P1	Damwand	Fm. Boom	1,00E-07	116
Tijdelijke dwarse-3	P1	Damwand	Fm. Boom	1,00E-07	116
KTB-1	P1	Kaaimuur	-25	1,00E-07	116
KTN & Aansluituing DGD-noord	P1	Kaaimuur	-25	1,00E-07	116
CB-4	P2	CB wand	Fm. Boom	1,00E-09	11.574
CB-5	P2	CB wand	Fm. Boom	1,00E-09	11.574
KTZ-1	P2	Kaaimuur	-27	1,00E-07	116
KTZ-2	P3	Kaaimuur	-27	1,00E-07	116
CB-6	P4	CB wand	Fm. Boom	1,00E-09	11.574
CB-7	P4	CB wand	Fm. Boom	1,00E-09	11.574
KGB	P4	Kaaimuur	-25	1,00E-07	116
KGW_1 - Tijdelijk	P5a	Damwand	-15	1,00E-07	116
KGO-N_1	P5a	Kaaimuur	-27	1,00E-07	116
KTB-Aansluiting DGD-zuid	P5a	Kaaimuur	-25	1,00E-07	116
KGW_2 - Tijdelijke	P5b	Damwand	-15	1,00E-07	116
KGO-N_2	P5b	Kaaimuur	-27	1,00E-07	116
KGW_3 - Tijdelijke	P6a	Damwand	-15	1,00E-07	116
KGO-N_3	P6a	Kaaimuur	-27	1,00E-07	116
KGW_4 - Tijdelijke	P6b	Damwand	-15	1,00E-07	116
KGO-N_4 & KGO-Z_1	P6b	Kaaimuur	-27	1,00E-07	116
KGE	P7b	Kaaimuur	-19.5	1,00E-07	116
KGW-2	P10a	Kaaimuur	-27	1,00E-07	116

4.1.6. Bemalingen

De bemalingen worden gesimuleerd als polygonen met de ‘drain’ package. Deze drains worden zowel gesimuleerd in de tussenzanden als in de zanden onder het Lid van Kruisschans op een diepte van -4 mTAW.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

4.1.7. Grid

Het modelgrid bestaat uit 176 rijen en 232 kolommen. De basiscelgrootte is 20 m, de cellen worden progressief groter tot 100 m. In totaal omslaat het modelgebied een oppervlakte van 8,5 bij 7 km.

4.2. Kalibratie en gevoeligheidsanalyse

4.2.1. Methode

De kalibratie van het model werd uitgevoerd met ‘Automated Parameter Estimation’ (PEST). Deze methode zoekt via een invers model, vertrekkende van een initiële set aan modelparameters, naar de beste overeenkomst tussen gemeten en gesimuleerde stijghoogten. De initiële set modelparameters omvat de horizontale doorlatendheid (HK) en verticale anisotropie (VANI). In de PEST-analyse worden de waarden voor deze modelparameters gevarieerd. De finale set aan modelparameters is deze waarvoor de beste overeenkomst bekomen is tussen de gemeten en gesimuleerde stijghoogten.

Voor de kalibratie van het model worden de gemiddelde grondwaterpeilen van mei 2024 gebruikt. Deze metingen worden aangevuld met gemiddelde grondwaterpeilen voor september 2024 voor de later geplaatste peilbuizen. Voor enkele divers zijn zowel metingen beschikbaar voor mei en september 2024. De grondwaterpeilen liggen voor deze divers binnen dezelfde grootteorde, waardoor het aanvaardbaar is data van deze twee tijdsmomenten te vergelijken met elkaar.

In 4.2.4 wordt per watervoerende laag wordt een overzicht gegeven van de gemeten en gesimuleerde peilen. Voor de 2^{e} watervoerende laag wordt een onderscheid gemaakt tussen ondiepe en diepe peilbuizen. Het verschil tussen de gemeten en gesimuleerde grondwaterpeilen wordt als volgt weergegeven op de kaarten In 4.2.4:

- Groene foutenvlaggen: afwijking kleiner dan ± 0,5 m;
- Oranje foutenvlaggen: afwijking van ±- 0,5 tot ± 1,0 m;
- Rode foutenvlaggen: afwijkingen groter dan ± 1,0 m.

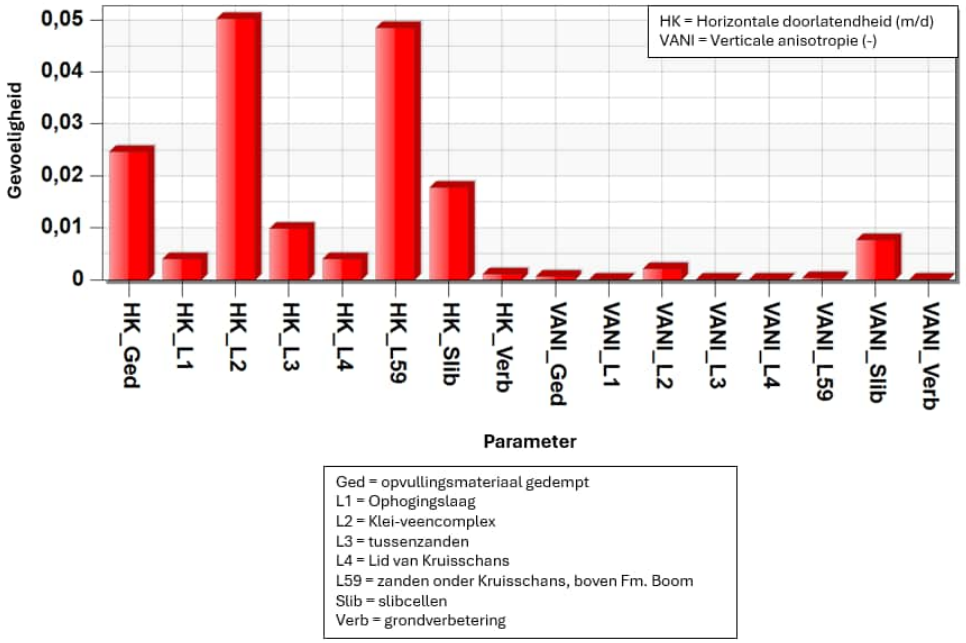
Tot slot wordt na de kalibratie, een gevoeligheidsanalayse uitgevoerd om de invloed van de verschillende modelparameters op de kalibratieresultaten in kaart te brengen.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

4.2.2. Gevoeligheidsanalyse PEST

Met behulp van PEST werd de horizontale doorlatendheid en de verticale anisotropie van de verschillende geologische lagen en opvullingsmateriaal van het gedempt Doeldok, de grondverbeteringszone en de slibcellen geoptimaliseerd. Voor dezelfde modelparameters is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd om de relatieve invloed van de individuele modelparameters op de kalibratieresultaten weer te geven (Figuur 27). Over het algemeen kan gesteld worden dat de horizontale doorlatendheid een gevoeligere parameter is dan de verticale anisotropie. De horizontale doorlatendheid van het klei-veencomplex en de zanden onder het Lid van Kruisschans zijn het gevoeligst. Hierna volgt de horizontale doorlatendheid van het gedempt Doeldok en de slibcellen.



Figuur 27: Resultaten gevoeligheidsanalyse waarbij de gevoeligheid van de verschillende parameters t.o.v. elkaar worden uitgezet.

Tabel 8 geeft een overzicht van de initiële en de geoptimaliseerde parameterset volgens PEST.

TABEL 8: OVERZICHT INITIËLE PARAMETERSET EN GEOPTIMALISEERDE PARAMETERSET NA PEST KALIBRATIE.

Geologische laag/zone	Horizontale doorlatendheid (m/d)		Verticale anisotropie (-)	
	Range	Geoptimaliseerde set	Range	Geoptimaliseerde set
Ophogingslaag	0,05-20	0,05	1-10	10
Klei-veencomplex	0,0001-0,01	0,004	1-10	10
Tussenzanden	5-25	5,9	1-10	10
Lid van Kruisschans	0,01-2	0,2	1-100	32,6

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Geologische laag/zone	Horizontale doorlatendheid (m/d)		Verticale anisotropie (-)	
	Range	Geoptimaliseerde set	Range	Geoptimaliseerde set
Zanden onder Kruisschans boven Fm. Boom	3-6	6	1-10	1
Opvullingsmateriaal gedempt doeldok	0,05-6	0,2	1-10	10
Slibcellen	0,0001-0,01	0,01	1-10	1
Grondverbeteringszone	1-30	30	1-10	1

4.2.3. Finale set parameters

Na bijkomend onderzoek van onder meer verspreidingssnelheid, verspreidingspatronen van PFAS en analyse van geotechnisch onderzoek, zijn de hydraulische karakteristieken van enkele lagen nog gewijzigd. De geoptimaliseerde set aan parameters is als volgt aangepast:

- Volgens het geotechnisch onderzoek is de **ophogingslaag** een heterogene laag, maar wel overheersend zandig. Volgens de PEST-analyse is de geoptimaliseerde horizontale doorlatendheid 0,05 m/d. Deze waarde werd opgelegd als ondergrens van de range aan mogelijke waarden. In de ophogingslaag worden een aantal stijghoogten sterk onderschat, waardoor men geneigd zou zijn de doorlatendheid van deze laag te verlagen om de gesimuleerde stijghoogten te verhogen. Echter is deze onderschatting mogelijks ook het gevolg van een grote heterogeniteit in deze laag waardoor het voorkomen van kleiigere lagen aanleiding kan geven tot hogere grondwaterstanden en/of hangwatertafels. Deze kleiigere lagen komen niet overal voor. Dit niveau van detail kan niet opgenomen worden in het model. Omwille van het overheersend heterogene zandig karakter, wordt geopteerd verder te werken met een horizontale doorlatendheid van 5 m/d, een gemiddelde doorlatendheid voor dit heterogeen pakket bestaande uit zeer fijne en grovere sedimenten;
- De verspreidingssnelheden volgens het GWM in de 1e WVL worden sterk onderschat t.o.v. de ingeschatte verspreidingssnelheid op basis van de historiek van de PFAS verontreiniging. De horizontale doorlatendheid van de **tussenzanden** wordt bijgevolg verhoogd tot de verspreidingssnelheden volgens het GWM meer in lijn liggen met de waarnemingen op het terrein. Er wordt verder gewerkt met een horizontale doorlatendheid van 20 m/d;
- Door de grote heterogeniteit van het **Lid van Kruisschans** zijn de hydraulische karakteristieken moeilijk te kwantificeren. De horizontale doorlatendheid (en verticale anisotropie) worden na het uitvoeren van de PEST-analyse toch nog gewijzigd naar 0,1 m/d en 10 en dit op basis van waarnemingen uit grondonderzoeken en ervaring uit voorgaande projecten;
- De doorlatendheid van de **zanden onder Kruisschans** wordt aangepast naar 5 m/d. Deze horizontale doorlatendheid geeft een betere overeenkomst tussen de geobserveerde en gesimuleerde stijghoogten voor de aangepaste set hydraulische parameters;

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

- Het **opvullingsmateriaal van het gedempt Doeldok** is zeer heterogeen en op sommige plaatsen duidelijk zandig. De geoptimaliseerde horizontale doorlatendheid wordt bijgevolg op basis van vastgestelde texturen en *expert judgement* verhoogd naar 0,5 m/d;
- Ter hoogte van de **grondverbeteringszone** werd zandig materiaal toegepast met een textuur die varieert van fijn tot middelmatig zand. Op basis van het geotechnisch onderzoek in deze zone wordt de geoptimaliseerd doorlatendheid verlaagd tot 5 m/d op basis van *expert judgement* omdat deze doorlatendheid meer aanleunt bij de verwachte doorlatendheid voor deze lithologische samenstelling;
- De verticale anisotropie is over het algemeen geen gevoelige parameter. Er wordt bijgevolg gekozen om geen onderscheid te maken tussen de waarde van deze parameter voor de verschillende geologische lagen/zones, maar voor alle lagen te werken met een waarde van 10.

TABEL 9: OVERZICHT FINALE PARAMETERSET.

Geologische laag/zone	Horizontale doorlatendheid (m/d)	Verticale anisotropie (-)
Ophogingslaag	5	10
Klei-veencomplex	0,005	10
Tussenzanden	20	10
Lid van Kruisschans	0,1	10
Zanden onder Kruisschans boven Fm. Boom	5	10
Opvullingsmateriaal gedempt doeldok	0,5	10
Slibcellen	0,01	10
Grondverbeteringszone	5	10

4.2.4. Overeenkomst gemeten en geobserveerde stijghoogtes

4.2.4.1. Freatische WVL

Binnen het projectgebied, ter hoogte van de MPET-terminal, is de overeenkomst tussen de geobserveerde en gesimuleerde waterpeilen in de freatische WVL goed, maar in de rest van de opgehoogde zone is het model minder accuraat:

- Ter hoogte van het gedempt Doeldok en de Mida's worden verschillende plassen aangetroffen op het terrein. In deze zones worden opvallend hogere stijghoogten gemeten dan in de rest van de opgehoogde zone (OG-B53-1, P2030-1 en PB1012-1). Het is gekend dat het opvulmateriaal van het gedempt Doeldok zeer heterogeen is met lokaal kleiigere zones. Dit verklaart vermoedelijk de waterplassen en dus ook de lokaal hogere stijghoogtes. Deze lokale variaties kunnen moeilijk opgenomen worden in het grondwatermodel waardoor hier dus grote afwijkingen vastgesteld worden;

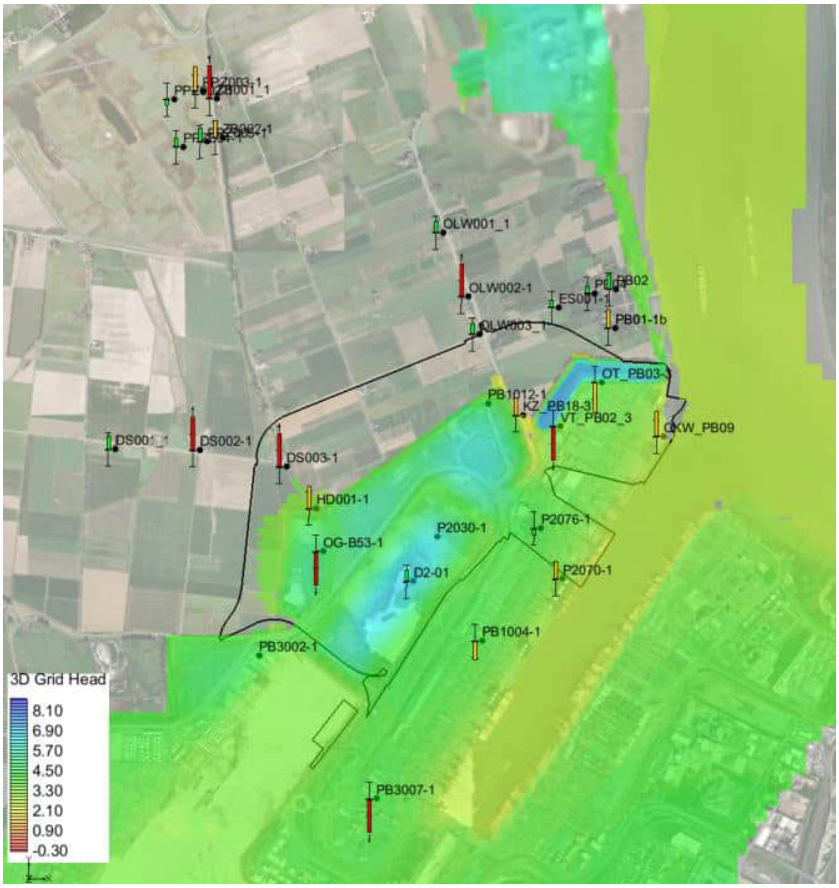
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

- Ter hoogte van de leefbaarheidsbuffer worden de stijghoogten sterk onderschat (OT_PB03-3 en VT_PB02-3). Vermoedelijk heeft deze onderschatting te maken met de opbouw van de leefbaarheidsbuffer. Ter hoogte van deze buffer is een steunmassief aangebracht in klei. Dit wordt gedeeltelijk gesimuleerd in het model, maar genereert niet het gewenste effect.

Buiten het projectgebied maar in het havengebied (PB3002-1 & PB3007-1) wordt de stijghoogte in de freatische WVL in twee peilbuizen sterk onderschat. In de polders is over het algemeen de overeenkomst tussen de geobserveerde en gesimuleerde stijghoogten goed met uitzondering van twee uitschieters (OLW002-1 en DS003-1).

Onderstaande figuur en tabel geven een overzicht van de geobserveerde en gesimuleerde stijghoogten in de freatische WVL en de afwijking tussen beide.



Figuur 28: Weergave van de locatie van de meetpunten en vergelijking van de geobserveerde met de gesimuleerde stijghoogtes in de freatische WVL.

TABEL 10: OVEREENKOMST TUSSEN GEMETEN EN GESIMULEERDE STIJGHOOGTES IN DE FREATISCHE WVL.

Meetpunt	Gemeten stijghoogte (mTAW)	Gesimuleerde stijghoogte (mTAW)	Afwijking (m)
CKW_PB09	1.92	2.66	-0.74
D2-01	6.18	6.31	-0.13
DS001_1	2.59	2.98	-0.39
DS002-1	2.55	3.14	-0.59

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

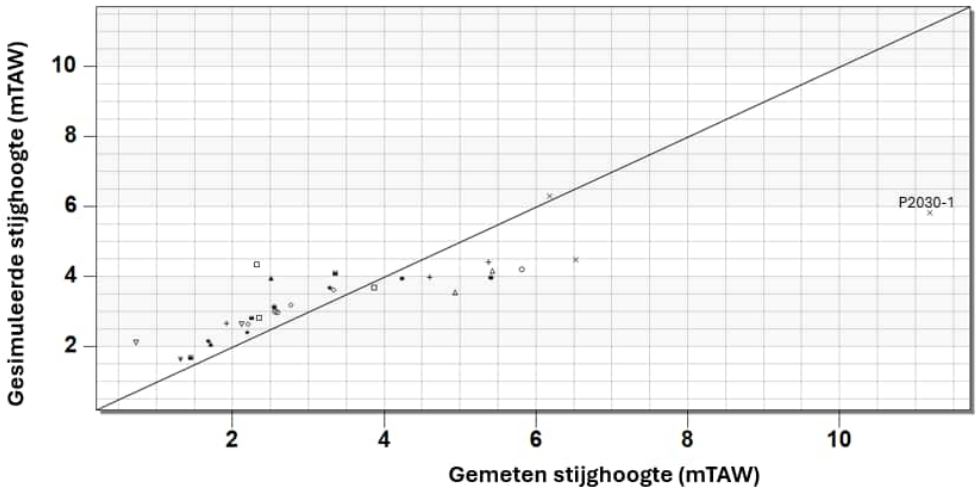
Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Meetpunt	Gemeten stijghoogte (mTAW)	Gesimuleerde stijghoogte (mTAW)	Afwijking (m)
DS003-1	2.32	4.35	-2.03
ES001-1	1.45	1.69	-0.24
HD001-1	2.77	3.20	-0.43
KZ_PB18-3	1.68	2.17	-0.50
OG-B53-1	5.43	4.17	1.25
OLW001_1	1.71	2.07	-0.36
OLW002-1	0.73	2.12	-1.39
OLW003_1	1.31	1.63	-0.32
OT_PB03-3	5.37	4.41	0.96
P2030-1	11.20	5.84	5.36
P2070-1	2.56	3.02	-0.45
P2076-1	4.24	3.95	0.28
PB01-1	2.36	2.83	-0.47
PB01-1b	2.25	2.83	-0.58
PB02	2.21	2.65	-0.45
PB04	2.20	2.42	-0.22
PB1004-1	4.60	3.98	0.62
PB1012-1	6.53	4.49	2.04
PB3002-1	5.81	4.21	1.60
PB3007-1	5.41	3.99	1.41
PPZ002-1	3.87	3.69	0.17
PPZ003-1	3.36	4.11	-0.75
PPZ004-1	3.33	3.61	-0.28
PPZ005-1	3.28	3.70	-0.42
VT_PB02_3	4.94	3.56	1.38
ZB001_1	2.51	3.97	-1.46
ZB002-1	2.12	2.64	-0.52

Op onderstaande figuur wordt de overeenkomst tussen de gemeten en gesimuleerde stijghoogtes grafisch weergegeven voor de freatische WVL. Hoe dichter het punt zich bij de lijn bevindt, hoe beter de overeenkomst tussen geobserveerde en gesimuleerde stijghoogte. Voor de lagere stijghoogten die typisch in de polders aangetroffen worden is er een relatief goede fit tot een lichte overschatting tussen de geobserveerde en gesimuleerde stijghoogten. De hogere geobserveerde stijghoogten die dan eerder voorkomen in de opgehoogde zones worden in het model onderschat.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

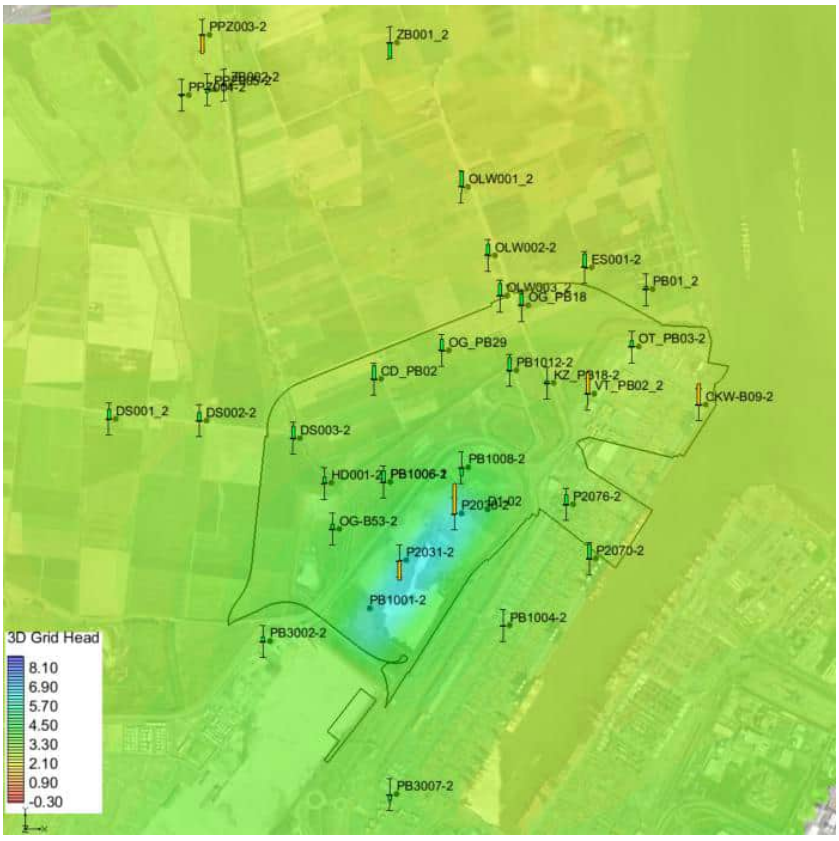
Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 29: Grafiek met weergave van de overeenkomst tussen gesimuleerde en gemeten stijghoogtes in de freatische WVL.

4.2.4.2. 1e WVL

Zowel binnen als buiten het projectgebied is er een goede overeenkomst tussen de geobserveerde en gesimuleerde stijghoogten in de 1ste WVL, met uitzondering van het gedempt Doeldok. Binnen het gedempt Doeldok schommelen de gemeten stijghoogten tussen 4,2 en 6,7 mTAW. Deze grote verschillen zijn vermoedelijk te wijten aan het lokaal kleiig karakter van het heterogeen materiaal waarmee het gedempt Doeldok is opgevuld.



Figuur 30: Weergave van de locatie van de meetpunten en vergelijking van de gemeten met de gesimuleerde stijghoogtes in de 1e WVL.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

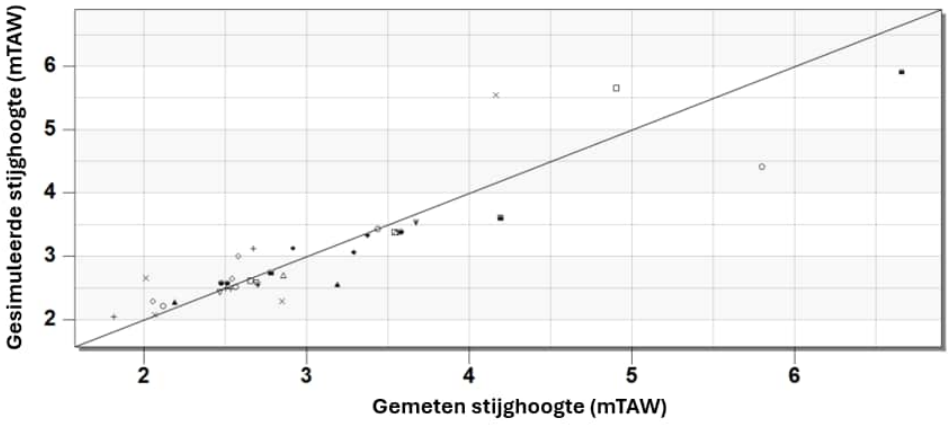
TABEL 11: OVEREENKOMST TUSSEN GEMETEN EN GESIMULEERDE STIJGHOOGTES IN DE 1E WVL.

Meetpunt	Gemeten stijghoogte (mTAW)	Gesimuleerde stijghoogte (mTAW)	Afwijking (m)
CD_PB02	2,53	2,49	0,04
CKW-B09-2	2,01	2,66	-0,64
D1-02	5,80	4,42	1,38
DS001_2	2,47	2,58	-0,11
DS002-2	2,65	2,61	0,04
DS003-2	2,78	2,74	0,04
ES001-2	2,06	2,29	-0,24
HD001-2	3,29	3,06	0,22
KZ_PB18-2	2,86	2,70	0,15
OG_PB18	2,19	2,28	-0,10
OG_PB29	2,47	2,43	0,04
OG-B53-2	3,67	3,53	0,14
OLW001_2	1,82	2,05	-0,23
OLW002-2	2,07	2,08	-0,01
OLW003_2	2,12	2,21	-0,10
OT_PB03-2	2,51	2,58	-0,07
P2030-2	4,90	5,66	-0,76
P2031-2	6,66	5,91	0,75
P2070-2	2,58	3,01	-0,43
P2076-2	2,92	3,13	-0,22
PB01_2	2,51	2,50	0,01
PB1001-2	4,16	5,55	-1,39
PB1004-2	3,44	3,43	0,01
PB1006-1	3,58	3,39	0,19
PB1006-2	3,54	3,38	0,16
PB1008-2	4,19	3,61	0,58
PB1012-2	2,54	2,65	-0,11
PB3002-2	3,38	3,33	0,04
PB3007-2	3,55	3,38	0,17
PPZ003-2	3,19	2,56	0,63
PPZ004-2	2,69	2,59	0,10
PPZ005-2	2,699	2,547738791	0,15
VT_PB02_2	2,672	3,12067914	-0,45
ZB001_2	2,848	2,292090893	0,56
ZB002-2	2,561	2,518725157	0,04

Op onderstaande figuur wordt de overeenkomst tussen de gemeten en gesimuleerde stijghoogtes in de 1ste WVL grafisch weergegeven. Over het algemeen is er een goede overeenkomst. Slechts een beperkt aantal peilbuizen worden sterk onderschat of overschat. Deze peilbuizen bevinden zich telkens in het gedempt Doeldok.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

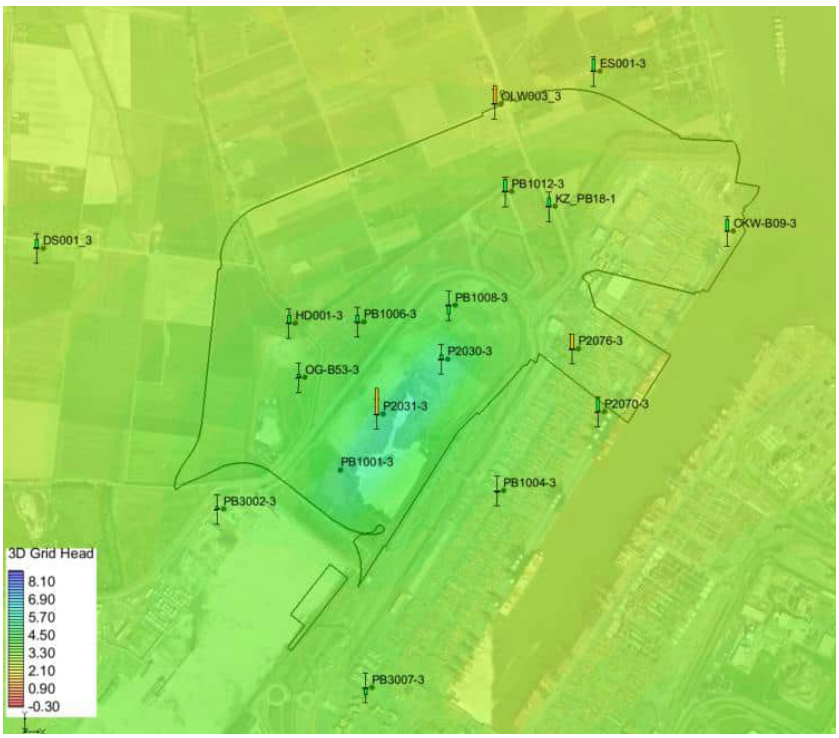
Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 31: Grafiek met weergave van de overeenkomst tussen gesimuleerde en gemeten stijghoogtes in de 1e WVL.

4.2.4.3. 2e WVL (ondiep)

De overeenkomst tussen de geobserveerde en gesimuleerde stijghoogten in de 2e WVL (ondiep), zowel binnen als buiten het projectgebied, is goed. Ter hoogte van het gedempt doeldok schommelen de gemeten stijghoogten tussen de 3,6 en 5,6 mTAW. Dit verschil is te wijten zijn aan het heterogene karakter van de slibcellen.



Figuur 32: Weergave van de locatie van de meetpunten en vergelijking van de gemeten met de gesimuleerde stijghoogtes in de 2e WVL (ondiep).

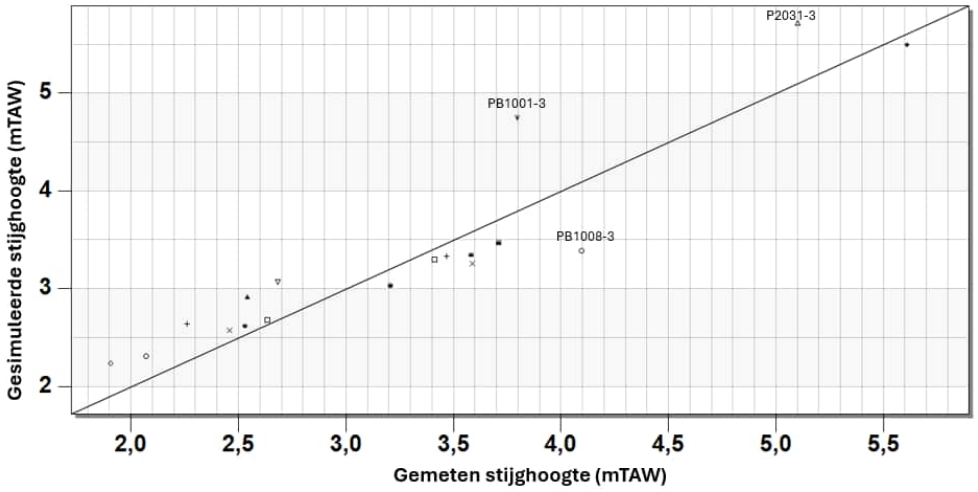
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

TABEL 12: OVEREENKOMST TUSSEN GEMETEN EN GESIMULEERDE STIJGHOOGTES IN DE 2E WVL (ONDIEP).

Meetpunt	Gemeten stijghoogte (mTAW)	Gesimuleerde stijghoogte (mTAW)	Afwijking (m)
CKW-B09-3	2.26	2.64	-0.38
DS001_3	2.46	2.57	-0.11
ES001-3	2.07	2.31	-0.24
HD001-3	3.21	3.03	0.18
KZ_PB18-1	2.64	2.68	-0.04
OG-B53-3	3.71	3.47	0.24
OLW003_3	1.91	2.23	-0.33
P2030-3	5.61	5.49	0.12
P2031-3	5.10	5.72	-0.62
P2070-3	2.54	2.92	-0.37
P2076-3	2.68	3.07	-0.38
PB1001-3	3.80	4.75	-0.95
PB1004-3	3.47	3.33	0.13
PB1006-3	3.59	3.26	0.33
PB1008-3	4.10	3.39	0.71
PB1012-3	2.53	2.62	-0.09
PB3002-3	3.41	3.30	0.11
PB3007-3	3.58	3.34	0.24

Op onderstaande figuur wordt de overeenkomst tussen de gemeten en gesimuleerde stijghoogtes in de 2de WVL (ondiep) grafisch weergegeven. Over het algemeen is er een goede overeenkomst tot een lichte overschatting tussen geobserveerde en gesimuleerde stijghoogten. De 3 uitschieters, waarvan 2 overschattingen en 1 onderschatting, bevinden zich telkens in het gedempt Doeldok.



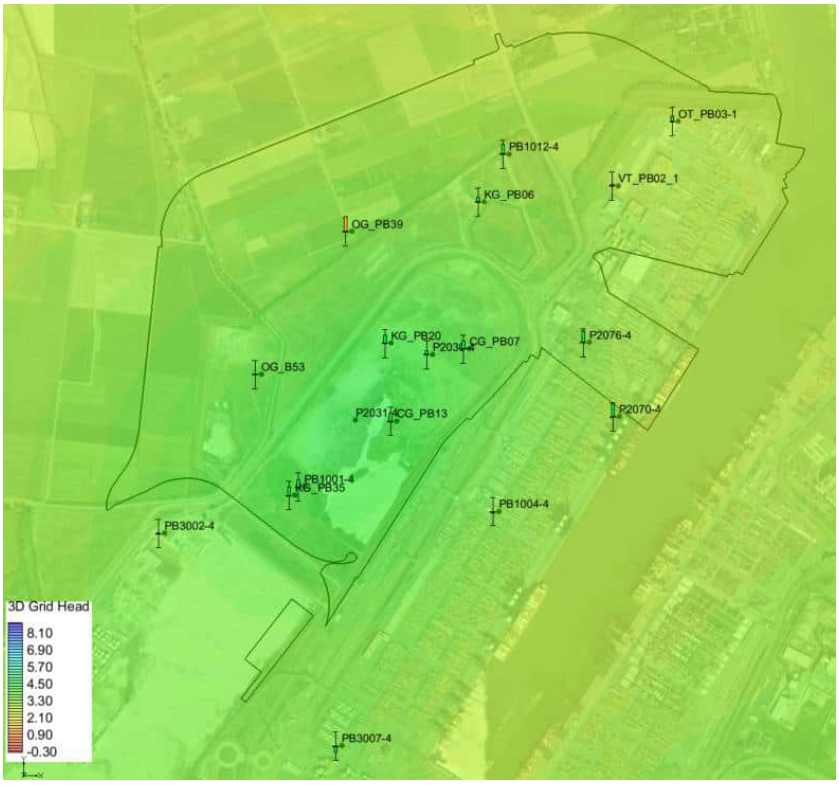
Figuur 33: Grafiek met weergave van de overeenkomst tussen gesimuleerde en gemeten stijghoogtes in de 2e WVL (ondiep).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

4.2.4.4. 2e WVL (diep)

De overeenkomst tussen de geobserveerde en gesimuleerde stijghoogten in de 2e WVL (diep), zowel binnen als buiten het projectgebied, is goed met uitzondering van 1 peilbuis ter hoogte van het gedempt Doeldok. Het grondwaterpeil in P2031-4 wordt sterk overschat.



Figuur 34: Weergave van de locatie van de meetpunten en vergelijking van de gemeten met de gesimuleerde stijghoogtes in de 2e WVL (diep).

TABEL 13: OVEREENKOMST TUSSEN GEMETEN EN GESIMULEERDE STIJGHOOGTES IN DE 2E WVL (DIEP).

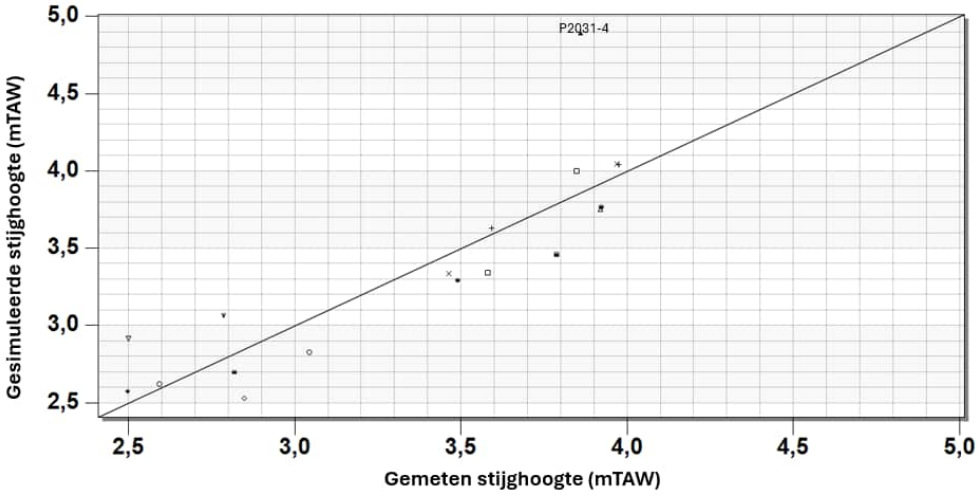
Meetpunt	Gemeten stijghoogte (mTAW)	Gesimuleerde stijghoogte (mTAW)	Afwijking (m)
CG_PB07	3.59	3.63	-0.04
CG_PB13	3.97	4.04	-0.07
KG_PB06	3.04	2.83	0.21
KG_PB20	3.92	3.77	0.16
KG_PB35	3.85	4.00	-0.15
OG_B53	3.79	3.46	0.33
OG_PB39	2.85	2.53	0.32
OT_PB03-1	2.50	2.58	-0.08
P2030-4	3.92	3.75	0.17
P2031-4	3.86	4.90	-1.04
P2070-4	2.50	2.91	-0.42
P2076-4	2.79	3.06	-0.28
PB1001-4	3.97	4.04	-0.07

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Meetpunt	Gemeten stijghoogte (mTAW)	Gesimuleerde stijghoogte (mTAW)	Afwijking (m)
PB1004-4	3.46	3.33	0.13
PB1012-4	2.59	2.62	-0.03
PB3002-4	3.49	3.30	0.19
PB3007-4	3.58	3.34	0.24
VT_PB02_1	2.82	2.70	0.12

Op onderstaande figuur wordt de overeenkomst tussen de gemeten en gesimuleerde stijghoogtes grafisch weergegeven in de 2de WVL (diep). De overeenkomst is goed, met uitzondering van één peilbuis die gelegen is in het gedempte Doeldok.



Figuur 35: Grafiek met weergave van de overeenkomst tussen gesimuleerde en gemeten stijghoogtes in de 2e WVL (diep).

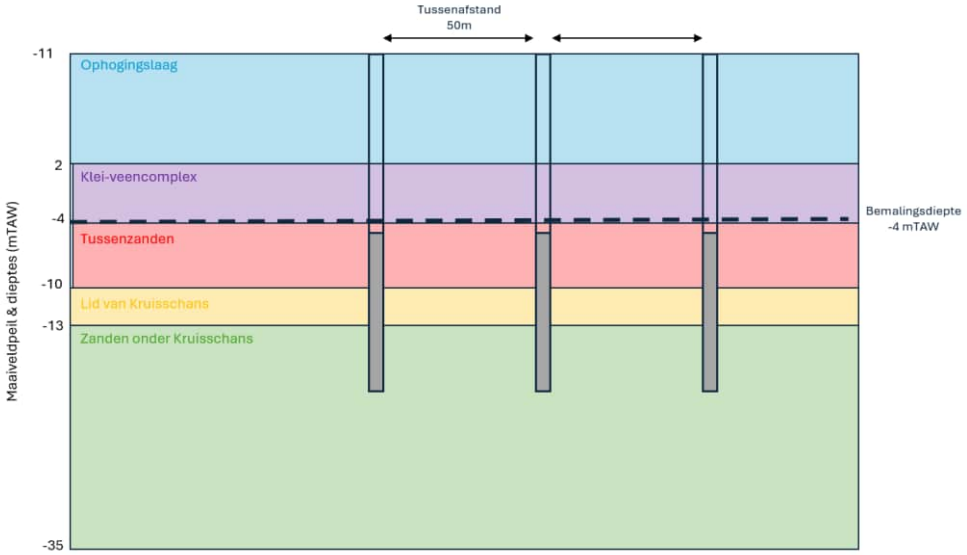
4.3. Resultaten

4.3.1. Bemalingsconcept

In de bemalingsnota worden een bemaling gesimuleerd tot -4 mTAW in de tussenzanden, het Lid van Kruisschans en in het bovenste gedeelte van de zanden onder Kruisschans. Dit resulteert in de grootste bemalingsdebieten en daardoor in conservatieve berekeningen. Een conceptuele weergave van dit bemalingsconcept is te vinden in Figuur 36. In de praktijk zullen dieptebronnen voorzien worden met filterstelling die zich uitstrekt van de tussenzanden tot en met het ondiepe gedeelte van de zanden onder Kruisschans. De tussenafstand van de dieptebronnen is 50 m. Hiernaast zal in de ophogingslaag een drainagesysteem geplaatst worden, bestaande uit drains met een tussenafstand van 50 m, om het water afkomstig van neerslag in de bouwput op te pompen. Het bemalingsconcept, bestaande uit drains en dieptefilters, zal meer in detail worden uitgewerkt in het detailed design van de bemaling in een latere fase van het project.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 36: Conceptueel schema dieptebronnen bemaling.

4.3.2. Debieten en invloedsstraal

De referentiesituatie is de huidige situatie, vóór aanvang van de werken. Voor het simuleren van de verschillende uitvoeringsperioden worden geen intermediaire perioden in rekening gebracht. De referentiesituatie voor aanvang van de werken is het startpunt voor het simuleren van elke uitvoeringsperiode. De bekomen invloedstralen en bemalingsdebiet per uitvoeringsperiode zijn bijgevolg een worst-case inschatting van de effecten op de omgeving en van het bemalingsdebiet per periode. Tabel 14 geeft een overzicht van de bemalingsduur, startdebiet, evenwichtsdebiet en totaal volume per uitvoeringsperiode. In Bijlage 5 is een overzicht te vinden waarbij per uitvoeringsperiode wordt aangegeven welke wanden gesimuleerd werden en waar de bemaling gesimuleerd werd. De debieten die berekend worden met het grondwaterstromingsmodel zijn degene die bereikt worden na optreden van de evenwichtssituatie. Er wordt bijgevolg gesimuleerd dat voor elke periode waarvoor een bemaling noodzakelijk is, vertrokken wordt van de stijghoogten in rust in de huidige situatie. Dit zou in de praktijk overeenkomen met een stopzetten van de bemaling tussen de verschillende uitvoeringsperioden waardoor de verlaging bij aanvang van een nieuwe uitvoeringsperioden opnieuw moet gerealiseerd worden vertrekkende van de rustpeilen. Dit is een eerder conservatieve aanname.

Er wordt in de huidige studie conform de gangbare praktijk verondersteld dat de opstartdebieten 2x hoger zijn en dat er een evenwicht optreedt na een periode van 7 dagen. Rekening houdend met de perioden waarvoor geen waterstandsverlaging vereist is, zal de totale duurtijd tijdens dewelke bemaald dient te worden naar schatting 9,3 jaar bedragen. Het is de verwachting dat er een totaalvolume van 12.308.480 m³ zal opgepompt worden.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

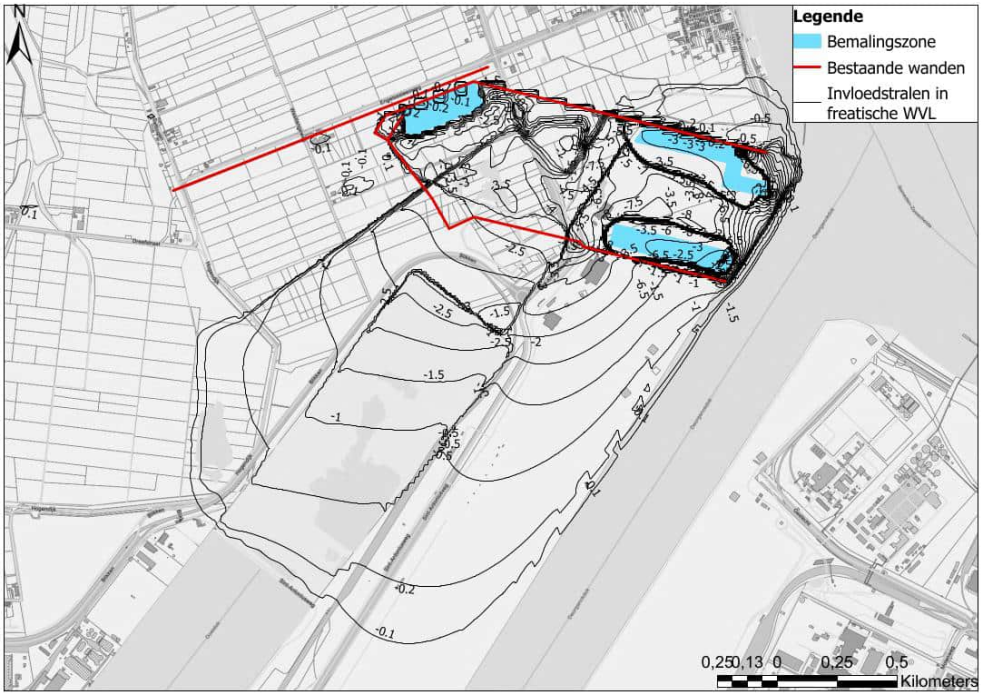
TABEL 14: OVERZICHT BEMALINGSDUUR, STARTDEBIET, EVENWICHTSDEBIET EN TOTAAL VOLUME PER PERIODE.

Periode	Bemalingsduur (dagen)	Startdebiet (m^3/d)	Evenwichtsdebiet (m^3/d)	Volume (m^3)
P0	360	0	0	0
P1	270	7.908	3.954	1.095.258
P2	270	7.254	3.627	1.004.679
P3	270	6.902	3.451	955.927
P4	360	7.046	3.523	1.292.941
P5a	180	7.664	3.832	716.584
P5b	90	8.592	4.296	416.712
P6a	90	2.590	1.295	125.615
P6b	360	3.770	1.885	691.795
P7a	270	3.770	1.885	522.145
P7b	360	3.744	1.872	687.024
P8a	180	0	0	0
P8b	360	0	0	0
P9a	360	0	0	0
P9b	360	0	0	0
P10a (deel 1)	405	11.782	5.891	2.427.092
P10a (deel 2)	405	11.518	5.759	2.372.708
P10b	270	0	0	0
P11 (Finale situatie)	/	0	0	0

Er wordt aangenomen dat de impact op de freatische WVL verder weg van de bemalingszone ten gevolge van de bemaling verwaarloosbaar is. Ter hoogte van de polders varieert de dikte van de freatische WVL sterk en kan deze dunner zijn dan 30cm. Bovendien bevindt zich hier een dik klei-veenpakket dat de 1e WVL afsluit van de beperkt ontwikkelde freatische WVL. Om deze reden is ervoor gekozen de freatische WVL in de polders in het grondwatermodel te deactiveren. Ter hoogte van de bemalingszone zal geen sprake meer zijn van een freatische WVL omdat de ophogingslaag volledig wordt weggegraven. Voor de volledigheid is in een vorige versie van het model, waarin de freatische WVL niet gedeactiveerd is in de polders, de bemaling van uitvoeringsperiode 1 gesimuleerd om de verlaging in de freatische WVL in de polders te evalueren (Figuur 37). Deze evaluatie toont aan dat de verlagingen in de freatische WVL in de polders voor deze uitvoeringsperiode kleiner zijn dan 5cm en bijgevolg verwaarloosbaar. Deze conclusie kan doorgetrokken worden naar de andere uitvoeringsperioden.

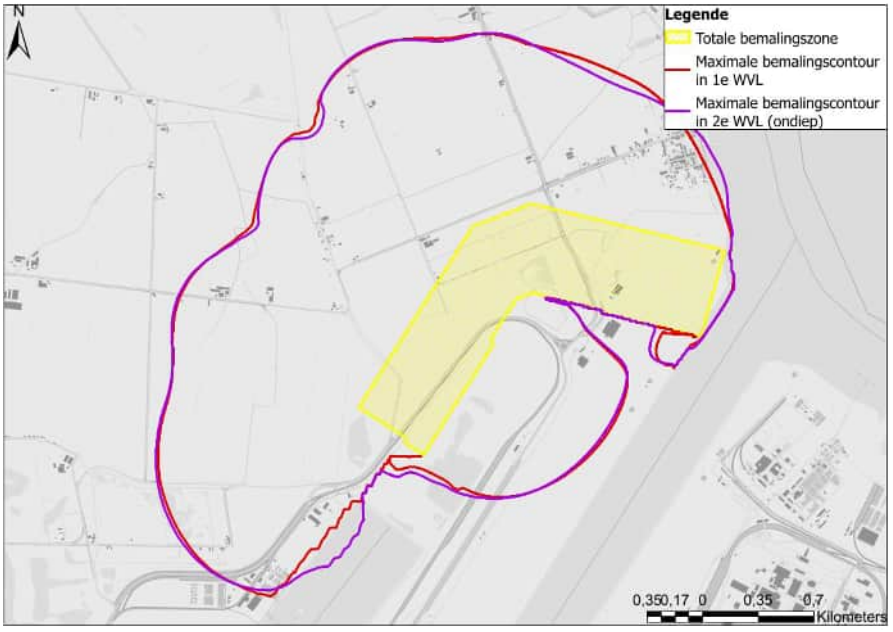
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 37: Verlaging in freatische watervoerende laag ten gevolge van bemaling in uitvoeringsperiode 1 met een oudere versie van het model.

De invloedstralen voor de 1e en 2e WVL (ondiep) zijn zeer gelijkaardig. Onderstaande figuur laat de cumulatieve invloedstralen zien voor de 1e en 2e WVL (ondiep). Deze contour per watervoerende laag is de combinatie van de 5cm verlagingscontouren voor de verschillende perioden. Deze zijn zeer gelijkaardig, waardoor in deze studie enkel verder gewerkt zal worden met cumulatieve invloedsstraal van de 1e WVL. In Bijlage 6 is er per periode voor de 1e WVL een kaart te vinden met de invloedstralen.



Figuur 38: Vergelijking van de cumulatieve (maximale) invloedsstraal in 1e WVL en 2e WVL (ondiep).

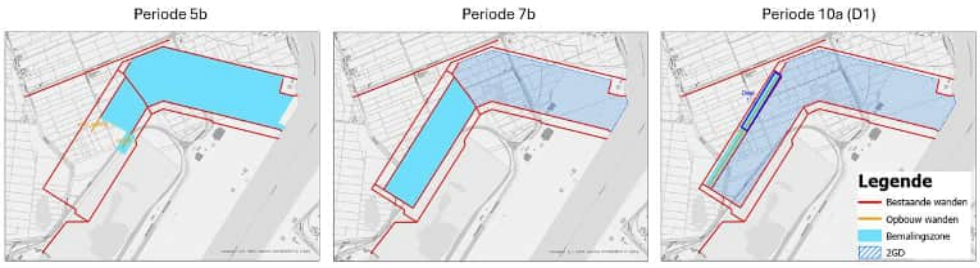
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

4.3.3. Gevoeligheidsanalyse resultaten

Ter controle van de resultaten worden een aantal gevoeligheidsanalysen uitgevoerd waarbij de impact van een bepaalde parameter op de bemalingsdebieten wordt onderzocht. De gevoeligheidsanalysen worden uitgevoerd op één of meerdere van de 3 perioden die hieronder worden vermeld. Voor elke periode wordt aangegeven waarom deze periode gekozen is voor het uitvoeren van de gevoeligheidsanalyse:

- Periode 5b: grootste bemalingszone (gesloten bouwput): volledige bemaling in 1e deel van het Tweede Getijdendok en bemaling in 2e deel van het Tweede Getijdendok;
- Periode 7b: grootste bemaling in 2e deel van het Tweede Getijdendok (gesloten bouwput);
- Periode 10a (D1): bemaling in halfopen bouwput vlak aan het Tweede Getijdendok dat gevuld is met oppervlaktewater.



Figuur 39: Uitvoeringsperiode 5b, 7b en 10a (D1).

4.3.3.1. Hydraulische parameters

De horizontale doorlatendheid (H_k) en de verticale anisotropie (VANI) worden per geologische laag gevarieerd binnen een betrouwbaarheidsinterval waarbinnen de waarden als aanvaardbaar worden geacht:

- Klei-veencomplex: H_K: 0,001-1 m/d & VANI: 1-100;
- Tussenzanden: H_K: 5-25 m/d & VANI: 1-100;
- Lid van Kruisschans: H_K: 5-25 m/d & VANI: 1-100;
- Zanden onder het Lid van Kruisschans: H_K: 1-10 m/d & VANI: 1-100.

4.3.3.1.1. Horizontale doorlatendheid

Tabel 15 toont de resultaten voor de gevoeligheidsanalyse van de horizontale doorlatendheden. Volgende conclusies kunnen hieruit getrokken worden:

- De doorlatendheid van het klei-veencomplex is een relatief gevoelige parameter. Indien deze laag niet even afsluitend is als verwacht, wordt ook grondwater van de freatische WVL aangetrokken. Het tegenovergestelde is ook waar: indien het klei-veencomplex meer afdichtend is dan de verwachting, zal het bemalingsdebiet beduidend lager zijn. De gehanteerde doorlatendheid is een realistische inschatting;

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

- De doorlatendheden van de tussenzanden en het Lid van Kruisschans hebben slechts een beperkte invloed op de debieten. De gehanteerde doorlatendheid van de tussenzanden in deze studie is aan de hoge kant. De doorlatendheid van het Lid van Kruisschans is een gemiddelde voor de doorlatendheid van een afzetting die soms iets zandiger is en soms iets kleiiger. Door de grote heterogeniteit is het moeilijk hierop een waarde te plakken;
- De doorlatendheid van de zanden onder het Lid van Kruisschans zijn bijzonder gevoelig voor de debieten, vermoedelijk omdat het zandpakket van deze watervoerende laag zeer dik is. Het is de verwachting dat de gemiddelde doorlatendheid van deze watervoerende laag 4 tot 5 m/d is. In deze studie wordt conservatief gerekend door een doorlatendheid van 5 m/d te hanteren.

TABEL 15: GEVOELIGHEIDSANALYSE HORZONTALE DOORLATENDHEID.

Periode	Klei-veencomplex Hk (m/d)	Tussenzanden Hk (m/d)	Lid van Kruisschans Hk (m/d)	Zanden onder Kruisschans Hk (m/d)	Debiet (m^3/d)	Afwijking tov referentie scenario (%)
Klei-veencomplex						
P5b	1	20	0,1	5	4934	14,9%
P5b	0,1	20	0,1	5	4928	14,7%
P5b	0,01	20	0,1	5	4774	11,1%
P5b	0,005	20	0,1	5	4296	0,0%
P5b	0,001	20	0,1	5	3651	-15,0%
Tussenzanden						
P5b	0,005	25	0,1	5	4328	0,7%
P5b	0,005	20	0,1	5	4296	0,0%
P5b	0,005	15	0,1	5	4255	-1,0%
P5b	0,005	10	0,1	5	4198	-2,3%
P5b	0,005	5	0,1	5	4105	-4,4%
Lid van Kruisschans						
P5b	0,005	20	3	5	4378	1,9%
P5b	0,005	20	2	5	4361	1,5%
P5b	0,005	20	1	5	4339	1,0%
P5b	0,005	20	0,5	5	4322	0,6%
P5b	0,005	20	0,1	5	4296	0,0%
P5b	0,005	20	0,05	5	4288	-0,2%
Zanden onder Kruisschans						
P5b	0,005	20	0,1	10	5616	30,7%
P5b	0,005	20	0,1	6	4481	4,3%
P5b	0,005	20	0,1	5	4296	0,0%
P5b	0,005	20	0,1	4,5	4129	-3,9%
P5b	0,005	20	0,1	4	3877	-9,8%
P5b	0,005	20	0,1	3	3561	-17,1%
P5b	0,005	20	0,1	1	2874	-33,1%

Rood gearceerde lijnen = scenario beschouwd in de bemalingsstudie (referentiesituatie);
Rood = waarde van parameter die gevarieerd wordt

4.3.3.1.2. Verticale anisotropie

Een hogere verticale anisotropie (VANI) gaat gepaard met lagere bemalingsdebieten. Tabel 16 geeft een overzicht van de gevoeligheidsanalyse van de verticale anisotropie.

Volgende conclusies kunnen hieruit getrokken worden:

- VANI van het klei-veencomplex heeft een relatief grote invloed op de debieten;
- VANI voor de tussenzanden en het Lid van Kruisschans is een weinig gevoelige parameter voor de bemalingsdebieten;

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

- VANI van de zanden onder het Lid van Kruisschans hebben de grootste impact op de bemalingsdebieten. Naarmate VANI kleiner is, is het bemalingsdebiet hoger.

Er is weinig geweten over de anisotropie van deze geologische lagen, waardoor er in deze studie geen onderscheid zal gemaakt worden in VANI tussen de verschillende geologische lagen.

TABEL 16: GEVOELIGHEIDSANALYSE VERTICALE ANISOTROPIE.

Periode	Klei-veen complex VANI (ML 2)	Tussenzanden VANI (ML 3)	Lid van Kruisschans VANI (ML 4)	Zanden onder Kruisschans VANI (ML 5)	Debiet (m^3/d)	Afwijking tov referentie scenario (%)
Klei-veencomplex						
P5b	100	10	10	10	3555	-17,2%
P5b	10	10	10	10	4296	0,0%
P5b	1	10	10	10	4921	14,5%
Tussenzanden						
P5b	10	100	10	10	4290	-0,1%
P5b	10	10	10	10	4296	0,0%
P5b	10	1	10	10	4297	0,0%
Lid van Kruisschans						
P5b	10	10	100	10	4278	-0,4%
P5b	10	10	10	10	4296	0,0%
P5b	10	10	1	10	4320	0,6%
Zanden onder Kruisschans						
P5b	10	10	10	100	3403	-20,8%
P5b	10	10	10	10	4296	0,0%
P5b	10	10	10	1	5051	17,6%

Rood gearceerde lijnen = scenario beschouwd in de bemalingsstudie (referentiesituatie);
Rood = waarde van parameter die gevarieerd wordt

4.3.3.2. Diepte bemalingsbronnen

In de bemalingsstudie wordt de bemaling gesimuleerd als een polygoon in de tussenzanden (ML 3), het Lid van Kruisschans (ML 4) en in het ondiepe deel van de zanden onder Kruisschans (ML 5). Aangezien er nog geen detailstudie is uitgevoerd voor de uitvoering van de bemaling is een mogelijke optimalisatie om enkel in de tussenzanden te bemalen. Tabel 17 toont de resultaten van deze gevoeligheidsanalyse. Het simuleren van de bemaling in de 3 lagen geeft de hoogste debieten en is daardoor de meest conservatieve methode om te rekenen. Het grootste effect wordt gezien bij F10a (D1). De reden hiervoor is dat er wordt bemaald in een open bouwput waarbij het dok zich slechts op beperkte afstand bevindt. Naarmate de bronnen zich dieper bevinden, is de grondwatervoeding afkomstig van het dok groter.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

TABEL 17: GEVOELIGHEIDSANALYSE DIEPTE BEMALINGSBRONNEN.

Periode	Filters in modellaag	Debiet (m^3/d)	Afwijking tov referentie scenario (%)
P5b	3-4-5	4296	0,0%
P5b	3	3785	-11,9%
P5b	4	3611	-15,9%
P5b	5	4058	-5,5%
P5b	3-4	3921	-8,7%
P5b	4-5	4114	-4,2%
P7b	3-4-5	1872	0,0%
P7b	3	1635	-12,7%
P7b	4	1689	-9,8%
P7b	5	1826	-2,5%
P7b	3-4	1716	-8,3%
P7b	4-5	1849	-1,2%
P10a (D1)	3-4-5	5891	0,0%
P10a (D1)	3	1754	-70,2%
P10a (D1)	4	2021	-65,7%
P10a (D1)	5	5521	-6,3%
P10a (D1)	3-4	2333	-60,4%
P10a (D1)	4-5	5644	-4,2%

Rood gearceerde lijnen = scenario beschouwd in de bemalingsstudie (referentiesituatie);
Rood = waarde van parameter die gevarieerd wordt

4.3.3.3. Doorlatendheid cement-bentoniet wand

De doorlatendheid van de cement-bentoniet wand (CB wand) is een gevoelige parameter zowel voor het bemalingsdebiet als voor de invloedsstraal. In deze studie worden de CB wanden gesimuleerd met een doorlatendheid van 10^{-9} m/s (weerstand: 11574 d), conform de maximaal toegelaten weerstand van de CB-wand volgens het BSP. In de 'Richtlijnen bemalingen ter bescherming van het milieu' [4] worden volgende karakteristieken vermeld voor een cementbentoniet diepwand:

- Dikte in de realiteit: 8cm – 80cm. De dikte is ook een bepalende factor voor de doorlatendheid van de wand;
- Doorlatendheid (k): 10^{-8} m/s, indien de permeabiliteit getest wordt op monsters < 10^{-9} m/s.

Voor de gevoeligheidsanalyse wordt de doorlatendheid van de CB-wand gevarieerd tussen 10^{-8} en 10^{-10} m/s. Voor deze gevoeligheidsanalyse wordt zowel gekeken naar de impact op het debiet als op de invloedsstraal. Het debiet is beduidend hoger indien de doorlatendheid van de CB-wand hoger is dan verwacht (10^{-8} m/s t.o.v. 10^{-9} m/s). De invloed van een lagere doorlatendheid van de CB-wand op het debiet is eerder beperkt (10^{-9} m/s t.o.v. 10^{-10} m/s). Het verschil in invloedstralen tussen de scenario's is ook beperkt (Figuur 40).

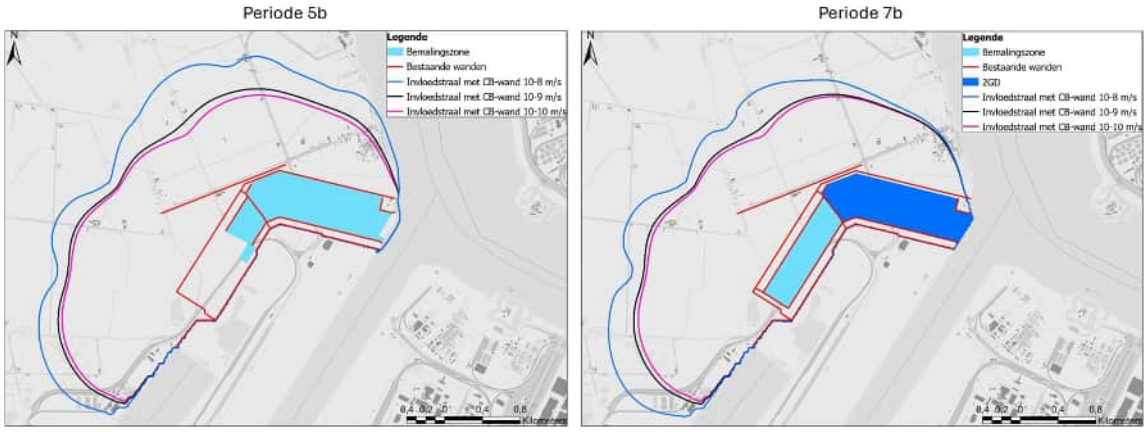
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

TABEL 18: GEVOELIGHEIDSANALYSE DOORLATENDHEID CB WAND.

Periode	Doorlatendheid CB-wand (m/s)	Weerstand CB-wand (d)	Doorlatendheid Kaaimuur (m/s)	Doorlatendheid Damwand (m/s)	Debiet (m^3/d)	Afwijking tov referentie scenario (%)
P5b	1,00E-08	1157	1,00E-07	1,00E-07	5243	22,0%
P5b	1,00E-09	11574	1,00E-07	1,00E-07	4296	0,0%
P5b	1,00E-10	115741	1,00E-07	1,00E-07	4172	-2,9%
P7b	1,00E-08	1157	1,00E-07	1,00E-07	2466	31,7%
P7b	1,00E-09	11574	1,00E-07	1,00E-07	1872	0,0%
P7b	1,00E-10	115741	1,00E-07	1,00E-07	1791	-4,3%

Rood gearceerde lijnen = scenario beschouwd in de bemalingsstudie (referentiesituatie);
Rood = waarde van parameter die gevarieerd wordt



Figuur 40: Invloedstralen bemaling Periode 5b (links) en Periode 7b (rechts) voor 3 scenario's met verschillende doorlatendheid voor de CB-wand.

4.3.3.4. Permeabiliteit Deurganckdok en Tweede Getijdendok

Voor het simuleren van de dokken wordt een aanname gedaan voor de permeabiliteit of *conductance* uitgedrukt in d^{-1} Deze permeabiliteit wordt gekozen op basis van de afwijking tussen het waterpeil in het dok en het grondwater. Een lage permeabiliteit betekent dat het waterlichaam en het grondwater weinig interageren. Dit uit zich in grote verschillen tussen het waterpeil in het waterlichaamen de grondwaterstanden.

Er wordt een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor de permeabiliteit van het Deurganckdok (DGD) en het Tweede Getijdendok (2GD) aangezien deze twee dokken vlak aan de bemaling gelegen zijn. Wanneer de permeabiliteit van deze dokken hoger is, wordt verwacht dat er meer water uit het dok wordt aangetrokken tijdens de bemaling.

Een ander manier om naar de permeabiliteit van de dokken te kijken is door deze waarde uit te drukken in een sliblaag met een bepaalde dikte die nodig is om zo'n weerstand te bieden. Hiervoor dient er een aanname gedaan te worden voor de doorlatendheid van de sliblaag. In deze nota wordt aangenomen dat de doorlatendheid van een sliblaag 0,01 m/d bedraagt.

De weerstand van het Deurganckdok blijkt een weinig gevoelige parameter voor het bemalingsdebiet. Enkel indien er een dikke sliblaag aanwezig is, is er een gunstig effect op het debiet. Er wordt in deze nota gerekend met een permeabiliteit van 2,5 d^{-1} hetgeen een conservatieve aanname is.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

TABEL 19: GEVOELIGHEIDSANALYSE PERMEABILITEIT DEURGANCKDOK.

Periode	Permeabiliteit DGD (1/d)	Weerstand DGD (d)	Dikte slib DGD (m)	Debiet (m^3/d)	Afwijking tov referentie (%)
P5b	0,01	100	1	3973	-7,5%
P5b	0,1	10	0,1	4191	-2,4%
P5b	0,25	4	0,04	4238	-1,4%
P5b	2,5	0,4	0,004	4296	0,0%
P5b	25	0,04	0,0004	4317	0,5%
P5b	50	0,02	0,0002	4321	0,6%

In het Tweede Getijdendok zal vlak na aanleg nog geen sliblaag aanwezig zijn, bijgevolg is de permeabiliteit van dit dok vlak na aanleg hoger. Met de tijd zal de permeabiliteit zeer geleidelijk afnemen wanneer er een sliblaag gevormd wordt. Het Tweede Getijdendok wordt in deze studie gesimuleerd met een permeabiliteit van 25 d^{-1}. Dit is een realistische inschatting met voldoende veiligheidsmarge.

TABEL 20: GEVOELIGHEIDSANALYSE PERMEABILITEIT TWEEDE GETIJDENDOK.

Periode	Permeabiliteit 2GD (1/d)	Weerstand 2GD (d)	Dikte slib 2GD (m)	Debiet (m^3/d)	Afwijking tov referentie (%)
P7b	0,01	1	1	1774	-5,2%
P7b	0,1	0,1	0,1	1838	-1,8%
P7b	0,25	0,04	0,04	1850	-1,2%
P7b	2,5	0,004	0,004	1866	-0,3%
P7b	25	0,0004	0,0004	1872	0,0%
P7b	50	0,0002	0,0002	1873	0,1%
P10a (D1)	0,01	1	1	4196	-28,8%
P10a (D1)	0,1	0,1	0,1	5185	-12,0%
P10a (D1)	0,25	0,04	0,04	5436	-7,7%
P10a (D1)	2,5	0,004	0,004	5759	-2,2%
P10a (D1)	25	0,0004	0,0004	5891	0,0%
P10a (D1)	50	0,0002	0,0002	5914	0,4%

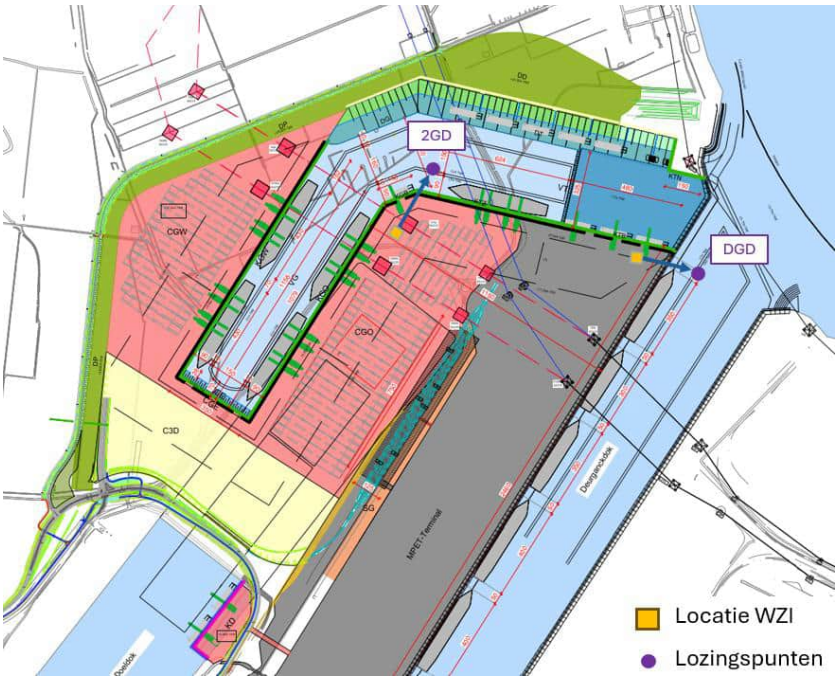
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

5. Effecten op de omgeving

5.1. Lozingspunt

Het lozingspunt wordt gekozen afhankelijk van de te overbruggen afstand. Er kunnen twee ontvangende waterlichamen onderscheiden worden: het Deurganckdok en het Tweede Getijdendok. Per waterlichaam worden er één lozingspunt gedefinieerd met bijhorende locaties waar de waterzuiveringsinstallatie wordt geplaatst. Dit wordt weergegeven in Figuur 41.



Figuur 41: Aanduiding van de geplande lozingspunten en locaties van de WZI's voor de bemalingswerken.

Voor de eerste perioden, tot en met periode 5b, zal er geloosd worden in het Deurganckdok. Vanaf periode 6a wordt er niet meer bemaald in het eerste deel van het Tweede Getijdendok. Tijdens deze periode wordt de bestaande kaaimuur van het Deurganckdok afgebroken, zodat het eerste deel van het Tweede Getijdendok zich vult met water. Er kan bijgevolg vanaf periode 6a geloosd worden op het eerste deel van het Tweede Getijdendok dat zich heeft gevuld met water.

Vanaf periode 8a wordt er niet meer bemaald, met uitzondering van periode 10a waar er zal bemaald worden voor het aanleggen van de westelijke kaaimuur van het Tweede Getijdendok. In deze periode wordt er ook geloosd op het Tweede Getijdendok.

Een overzicht van de voorziene lozingspunten per periode wordt weergegeven in onderstaande tabel:

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

TABEL 21: OVERZICHT VOORZIENE LOZINGSPUNT PER PERIODE.

Periode	Bemalingen	Lozingspunt
Periode 0	Neen	/
Periode 1	Ja	Deurganckdok
Periode 2	Ja	Deurganckdok
Periode 3	Ja	Deurganckdok
Periode 4	Ja	Deurganckdok
Periode 5a	Ja	Deurganckdok
Periode 5b	Ja	Deurganckdok
Periode 6a	Ja	Tweede Getijdendok
Periode 6b	Ja	Tweede Getijdendok
Periode 7a	Ja	Tweede Getijdendok
Periode 7b	Ja	Tweede Getijdendok
Periode 8a	Neen	/
Periode 8b	Neen	/
Periode 9a	Neen	/
Periode 9b	Neen	/
Periode 10a	Ja	Tweede Getijdendok
Periode 10b	Neen	/
Periode 11 (Finale situatie)	Neen	/

5.2. Zettingen

De bemalingen kunnen leiden tot een risico op zettingen in de omgeving van de werken, doordat het verlagen van het grondwaterpeil spanningsveranderingen veroorzaakt in de ondergrond. Deze veranderingen kunnen consolidatie van samendrukbare lagen zoals klei of veen teweegbrengen, wat resulteert in verticale verplaatsingen van het maaiveld. In deze bemalingsstudie wordt het risico op zettingen geëvalueerd binnen de invloedsstraal van de bemaling voor zettingsgevoelige constructies zoals infrastructuur, woningen en wegenis. Enkel ter hoogte van de MPET-terminal, het dorp Doel en Saftingen zijn er zettingsgevoelige constructies te vinden. Onderstaande figuren geven aan welke sonderingen zijn gebruikt voor de zettingsberekeningen voor deze zones.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 42: Locatie van de gehanteerde sonderingen en gecontroleerde zones.

5.2.1. Methodologie

De verwachte zettingen worden berekend op basis van vier sonderingen die uitgevoerd zijn in de omgeving van de wegenis en van de satelliet garage op de MPET terminal, twee sonderingen die uitgevoerd zijn ter hoogte van het dorp Doel en één sondering die uitgevoerd is ter hoogte van Saftingen. Deze sondering zijn:

- MPET: CPT-CGO-048, CPT-CGO-052, CPT-KTB-003, CPT-KTZ-011;
- Saftingen: CPT-DP-010;
- Dorp Doel: CPT-DD-018 & CPT-DD-021.

Deze sonderingen zijn ook te vinden in Bijlage 7. De zettingsberekeningen gebeuren volgens de theorie van Terzaghi en conform Richtlijnen bemaling (VMM) [4]:

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

$$s = \sum_{j=0}^{n} \frac{1}{C_j} \Delta h_j \left(\frac{\sigma'_{z,i} + \Delta\sigma'_{z,i}}{\sigma'_{z,i}} \right)$$

Waarbij:

- s is de zetting ten gevolgde van de grondwaterverlaging;
- C_j is de samendrukkingsconstante;
- q_c is de conusweerstand;
- σ' is de effectieve korrelspanning;
- Δσ' is de spanningstoename ten gevolge van de grondwaterverlaging;

De samendrukkingsconstante (C_j) wordt berekend door middel van de coëfficiënt α, conusweerstand (q_c) en σ'_v en per laag met dikte van 0,2m. Volgende waarden worden aangenomen voor coëfficiënt:

$$C = \frac{\alpha \cdot q_c}{\sigma'}$$

De laagindeling van de gehanteerde sonderingen werd reeds uitgevoerd en zijn conform EN1997-1:2005: Eurocode 7 - Geotechnisch ontwerp – Deel 1: Algemene regels. (+AC:2009).

De zettingen worden berekend tot een diepte (invloedsdiepte) waar de samendrukking significant is. Voor zettingen ten gevolge van bemalingen is dit de diepte tot waar de toename in effectieve spanning $\Delta\sigma'$ meer dan 10% van de totale effectieve spanning σ' bedraagt.

5.2.2. Resultaten

De uitgevoerde berekeningen berusten op volgende aannames:

- Het maatgevend grondwaterpeil wordt per sondering gelijkgesteld aan de stijghoogte van de freatisch watervoerende laag ter hoogte van de locatie die gecontroleerd wordt. Een overzicht van de maatgevende grondwaterpeilen per locatie wordt weergegeven in onderstaande tabel;
- Voor de grondwaterverlaging ten gevolge van de bemaling worden er per periode en per locatie verschillende verlagingen gehanteerd. Een overzicht de verwachte grondtafelverlaging per periode en per locatie wordt weergegeven door onderstaande tabel.

TABEL 22: OVERZICHT STIJGHOOGTEN EN GRONWATERVERLAGINGEN PER BEMALINGSPERIODE EN LOCATIE

Periode [-]	Locatie [-]	Stijghoogte freatische watervoerende laag [mTAW]	Grondwaterverlaging [m]
P1 & P2	MPET	4,9	-0,05
P1 & P2	Wegenis	3,5	-0,2
P3 tot P10	MPET	4,9	0
P3 tot P10	Wegenis	3,5	0
P1 tot P10	Doel	2,4	-0,1

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Periode [-]	Locatie [-]	Stijghoogte freatische watervoerende laag [mTAW]	Grondwaterverlaging [m]
P1 tot P10	Saftingen	2.6	-0.2

De resultaten van de berekeningen worden weergegeven in Tabel 23. Deze tabel geeft een overzicht van de totale zettingen ten gevolge van de grondwaterverlaging per bemalingsperiode en per locatie. Aan deze tabel is ook een overzicht toegevoegd van de gehanteerde sonderingen en gecontroleerde zones. Zoals opgemerkt kan worden, worden sonderingen gekozen die nabij de gevoelige zones liggen om een nauwkeurige inschatting te kunnen maken van de zettingen.

TABEL 23: DE BEREKENDE ZETTINGEN TEN GEVOLGE VAN DE GRONDWATERVERLAGING PER PERIODE EN SONDERING.

Periode [-]	Locatie [-]	Sondering [-]	Grondwaterverlaging [m]	Totale zetting [mm]
P1 & P2	MPET	CPT-KTB-003	-0,05	0
		CPT-KTZ-011	-0,05	0,02
		CPT-CGO-052	-0,05	0,01
	Wegenis	CPT-CGO-052	-0,2	0,01
		CPT-CGO-048	-0,2	0,01
P3 tot P10	MPET	CPT-KTB-003	-0	0
		CPT-KTZ-011	-0	0
		CPT-CGO-052	-0	0
	Wegenis	CPT-CGO-052	-0	0
		CPT-CGO-048	-0	0
P1 tot P10	Doel	CPT-DD-018	-0,2	0,08
		CPT-DD-021	-0,2	0,07
	Saftingen	CPT-DP-010	-0,2	2,52

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

5.2.3. Conclusie

Uit de resultaten van de verschillende bemalingsperiodes was enkel tijdens bemalingsperiode 1 en 2 een verlaging van de grondwatertafel op te merken ter hoogte van de wegenis en de MPET garage. De totale zettingen ten gevolge van deze watertafelverlagingen liggen tussen de 0,01 en 0,02 mm. Deze zettingen zijn bijgevolg verwaarloosbaar. Dit komt doordat de toename in effectieve spanning $\Delta\sigma'$ nauwelijks meer is dan 10% van de totale effectieve spanning σ'. Tijdens de overige perioden is er geen invloed op te merken en treden er bijgevolg ook geen zettingen op. Voor Doel en Saftingen is er over alle bemalingsperiodes een watertafelverlaging merkbaar. De totale zettingen ten gevolge van de maatgevende watertafelverlagingen liggen tussen de 0,08 en 2,52 mm. De richtwaarden van de maximaal te aanvaarden zettingen (absolute zettingen) zijn vastgesteld op 20 mm volgens de richtlijn bemalingen ter bescherming van het milieu (2021) [4].

Het is niet nodig differentiële zettingen te berekenen aangezien er ter hoogte van de bestaande structuren slechts verwaarloosbare zettingen optreden (maximaal 2,52 mm). Bijgevolg dient niet gecontroleerd te worden of de hellingshoek van de zettingscurve tussen 2 punten op 5m van elkaar kleiner is dan 1/700 aangezien de grenswaarde van 7 mm niet bereikt wordt. Er kan dus geconcludeerd worden dat de geplande bemalingen niet zullen leiden tot het optreden van beschadigingen aan infrastructuur, woningen of wegenis in de omgeving van de bemalingswerken. In Bijlage 7 zijn ook de rekenbladen van de zettingsberekeningen per sondering terug te vinden.

5.3. Opbarsten

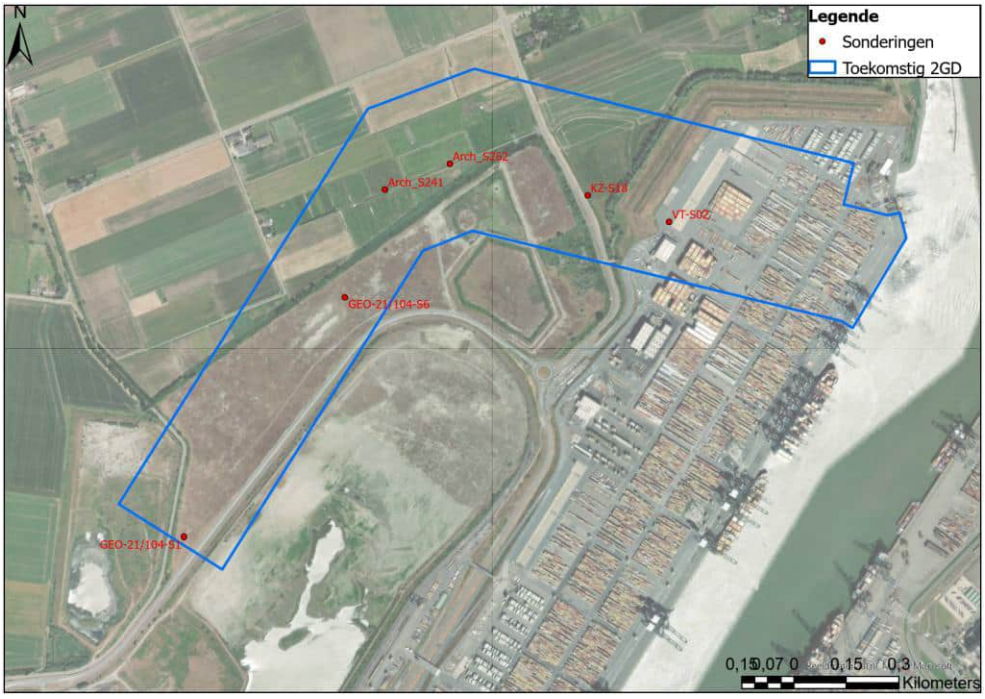
Opbarsten of *uplift* ook wel gekend als het opdrijven van grond, is een vorm van hydraulische grondbreuk ten gevolge van wateroverspanningen in de onderliggende watervoerende laag. Specifiek wordt er op zoek gegaan naar de dikte van het grondpakket dat aanwezig moet zijn, voor er gestart wordt met bemalen, zonder dat de grond onder de veenlaag zal opdrijven. Deze controle bepaald met andere woorden tot welke diepte er vanuit stabiliteitsoverwegingen afgegraven mag worden zonder dat de bemaling van de watervoerende laag onder het veen opgestart moet worden.

5.3.1. Methodologie

Uplift wordt berekend en gecontroleerd op basis van zes sonderingen die uitgevoerd zijn binnen het tracé van het toekomstige Tweede Getijdendok (Figuur 42). Deze sonderingen zijn te vinden in Bijlage 8.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 43: Locatie gehanteerde sonderingen voor berekening van het opbarstrisico.

Deze berekeningen worden uitgevoerd volgens Eurocode 7 cf. ref. [5]. Hierbij wordt gebruik gemaakt van volgende formules:

$$V_{dst,d} \leq G_{stb,d} + R_d$$

Waarin:

$$V_{dst,d} = G_{dst} \cdot \gamma_{G;dst} + Q_{dst} \cdot \gamma_{Q;dst}$$

$$G_{stb,d} = G_{stb} \cdot \gamma_{G;stb}$$

Hierin is:

- G_{dst} de blijvende destabiliserende belasting uitgedrukt in kN;
- Q_{dst} de veranderlijke destabiliserende belasting uitgedrukt in kN;
- G_{stb} de blijvende gunstige (stabiliserende) belasting uitgedrukt in kN;
- $\gamma_{G;dst}$ de partiële factor voor de blijvende destabiliserende belasting;
- $\gamma_{Q;dst}$ de partiële factor voor de veranderlijke destabiliserende belasting;
- $\gamma_{G;stb}$ de partiële factor voor de blijvende stabiliserende belasting.

Voor de partiële belastingsfactoren die gehanteerd worden wordt verwezen naar Tabel 24. Deze tabel geeft een overzicht van alle gunstige en ongunstige belastingsfactoren die van toepassing zijn:

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

TABEL 24: PARTIËLE BELASTINGSFACTORE VOOR DE *UPLIFT* CONTROLE

Belasting [-]		Symbool [-]	Factor [-]
Blijvend	Ongunstig	$\gamma_{G;dst}$	1,0
	Gunstig	$\gamma_{G;stb}$	0,9
Veranderlijk	Ongunstig	$\gamma_{Q;dst}$	1,1

5.3.2. Resultaten

De uitgevoerde *uplift* berekeningen berusten op volgende aannames:

- De (eerste) watervoerende laag bevindt zich onder het klei-veen complex. Hiervoor wordt er een peil aangenomen van -4mTAW;
- Voor de watervoerende laag onder het veen wordt gerekend met een stijghoogte van het water van +3,50mTAW;
- Voor het grondwater wordt gerekend met een eigengewicht van 10,25kN/m³.

De resultaten worden weergegeven in Tabel 25. Hierin worden de belangrijkste resultaten samengevat.

TABEL 25: OVERZICHT RESULTATEN UPLIFT BEREKENINGEN

Sondering [-]	Maaiveld [mTAW]	Maximale diepte uitgraving [mTAW]
GEO-21/04-S1	10,43	1,36
GEO-21/04-S6	11,11	1,42
S241	1,51	1,51(*)
S262	1,77	1,77(*)
KZ-S18	2,42	1,65
VT-S02	10,57	1,48

(*) Bij sonderingen S241 en S262 is er in de huidige situatie reeds onvoldoende veiligheid mbt uplift. Ter hoogte van deze sonderingen is geen afgraving mogelijk zonder het uitvoeren van een spanningsbemaling.

5.3.3. Conclusie

Aan de hand van de *uplift* berekeningen kunnen volgende conclusie getrokken worden:

- De sonderingen S004-15-S241 en S004-15-S262 bevinden zich in de polder in een zone waar het huidige maaiveld ca. +1,50 à 2,00 mTAW bedraagt. Voor deze sonderingen vinden we dat de *uplift* eis in de huidige toestand niet voldaan is waardoor de grond in deze zones zou kunnen opdrijven. Dit is echter niet het geval. De aangenomen randvoorwaarden zijn eerder conservatief. Wel kan geconcludeerd worden dat in deze zone geen uitgravingen mogelijk zijn zonder het uitvoeren van een spanningsbemaling;

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

- Voor de overige sonderingen is er in de huidige situatie voldoende veiligheid voor uplift en kan er tot een zekere diepte worden uitgegraven zonder spanningsbemaling. Uit de berekeningen volgt dat er een grondpakket voorhanden moet zijn dat varieert tussen 5,36 en 5,65 m bovenop de grondlaag onder het veen zonder dat er *uplift* optreedt wanneer er nog niet bemaald wordt. Dit komt overeen met een uitgravingspeil van 1,36 tot 1,65 mTAW. Dit peil komt overeen met het huidig polderpeil. Voor de verdere afgraving naar -4mTAW dient de bemaling van de watervoerende laag onder de veenlaag opgestart te worden.

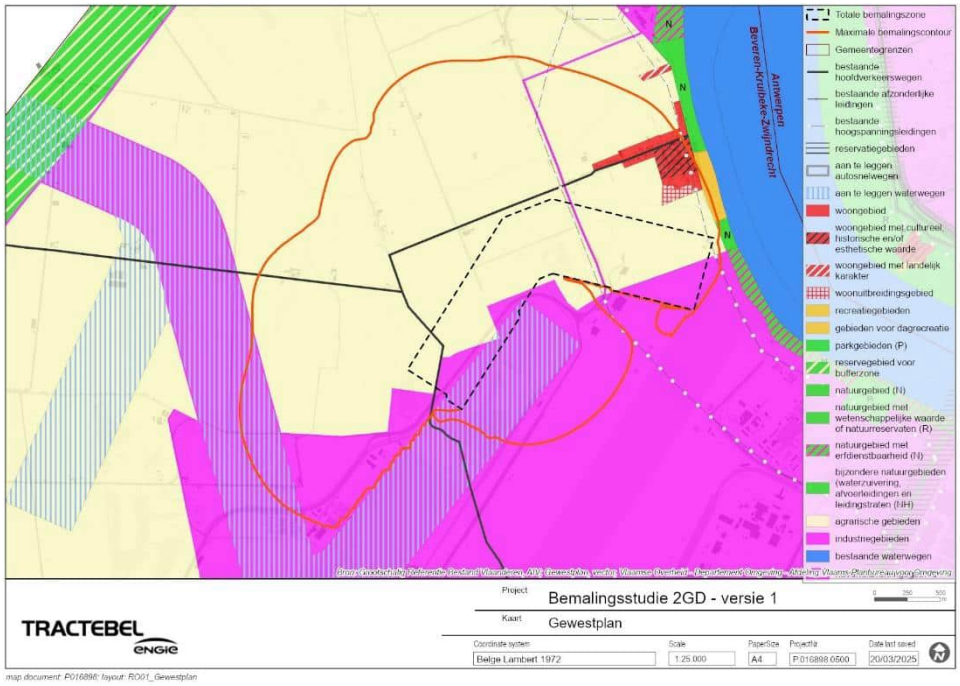
Algemeen kan er geconcludeerd worden dat *uplift* vermeden kan worden voor het opstarten van de bemaling van het watervoerende pakket onder het veen door niet dieper af te graven dan het huidig polderpeil (±1,8mTAW). Om dieper uit te graven tot -4mTAW is het opstarten van de bemaling vereist. Bijlage 8 bevat de rekenbladen van de *uplift* berekeningen per sondering.

5.4. Bijzondere beschermende gebieden en verzilt gebied

De effecten op de omgeving worden besproken voor de maximale invloedsstraal in de 1e WVL. De invloedsstraal in de 1e en ondiepe 2e WVL zijn zeer gelijkaardig, waardoor het volstaat te werken met de invloedsstraal van de 1e WVL voor het verdere verloop van de bemalingsstudie.

5.4.1. Groen, natuurontwikkelings-, park en bosgebied

Op het gewestplan in Figuur 44 is te zien dat de bemalingswerken hoofdzakelijk worden uitgevoerd in agrarisch gebied en gedeeltelijk in industriegebied.

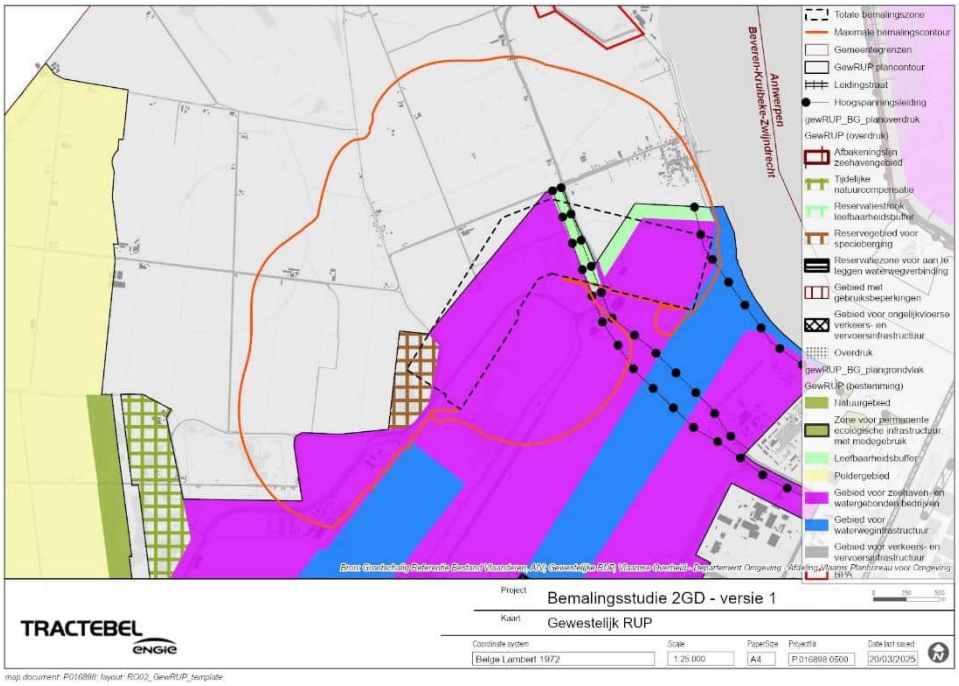


Figuur 44: Gewestplan met maximale bemalingszone (RO01).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Volgens het Gewestelijk RUP ‘Waaslandhaven fase 1 en omgeving’ bevindt een deel van de onderzoekslocatie zich in een zone voor zeehaven en watergebonden bedrijven (art. 1) en bevindt het oostelijke deel van de bemalingszone zich in een reservegebied voor specieberging (art. 17). Ten noorden van de containerterminal bevindt zich een Leefbaarheidsbuffer (art. 14) die naar het westen overloopt in een reservezone voor een Leefbaarheidsbuffer type 2 (art. 15).



Figuur 45: Gewestelijk RUP met maximale bemalingszone (RO02).

Heden zijn er reeds plannen voor de realisatie van een nieuw dok, namelijk het ‘Tweede Getijdendok’. De realisatie van dit dok kadert binnen het projectbesluit CCL dat een onderdeel vormt van het complex project ECA. Naar aanleiding van het projectbesluit CCL is er tevens een nieuw GRUP in opmaak. Het nieuwe GRUP zal pas in voege treden samen met het projectbesluit CCL, en bijgevolg samen met de realisatie van het Tweede Getijdendok.

5.4.2. Beschermde duingebieden

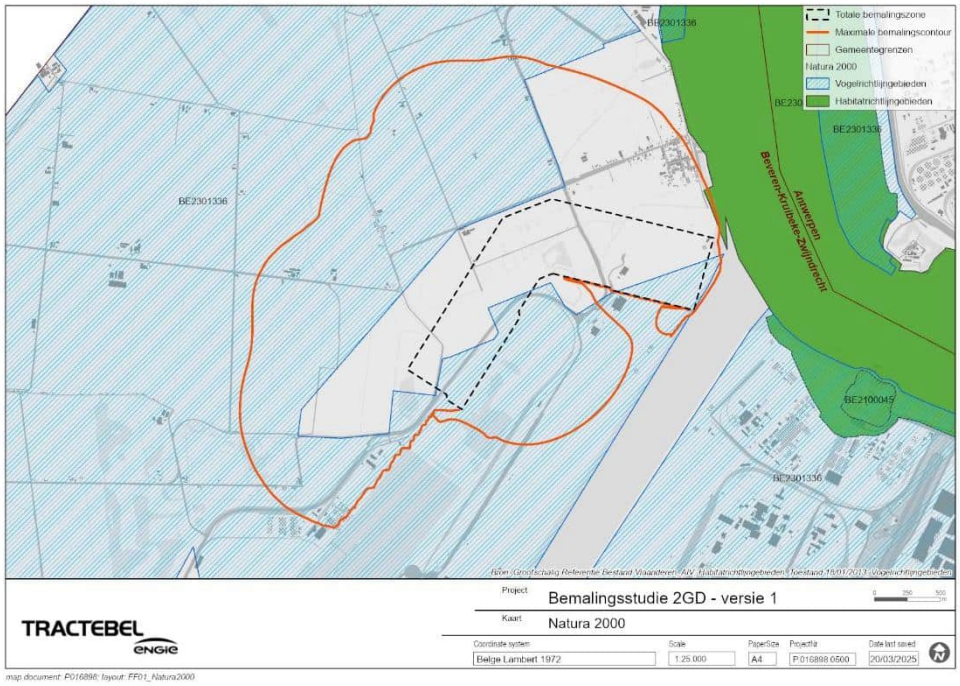
De bemaling wordt niet uitgevoerd in een beschermd duingebied.

5.4.3. Speciale beschermingszones (Natura 2000)

De invloedsstraal van de bemaling reikt net tot in een habitatrichtlijngebied ‘Schelde- en Durme-estuarium van de Nederlandse grens tot Gent’ (BE2300006). De Schelde werkt als hydraulische barrière, waardoor wordt verwacht dat de impact van de bemaling stopt aan de Schelde. Hiernaast reikt de invloedsstraal tot in vogelrichtlijngebied ‘Schorren en polders van de Beneden-Schelde’ (BE2301336). Aangezien de impact van de bemaling op de freatisch watervoerende laag verwaarloosbaar is, zal het vogelrichtlijngebied geen effect ondervinden van de bemaling. Deze conclusie is ook terug te vinden in het MER.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 46: Natura 2000 (FF01).

5.4.4. Grondwaterwingebieden en beschermingszones

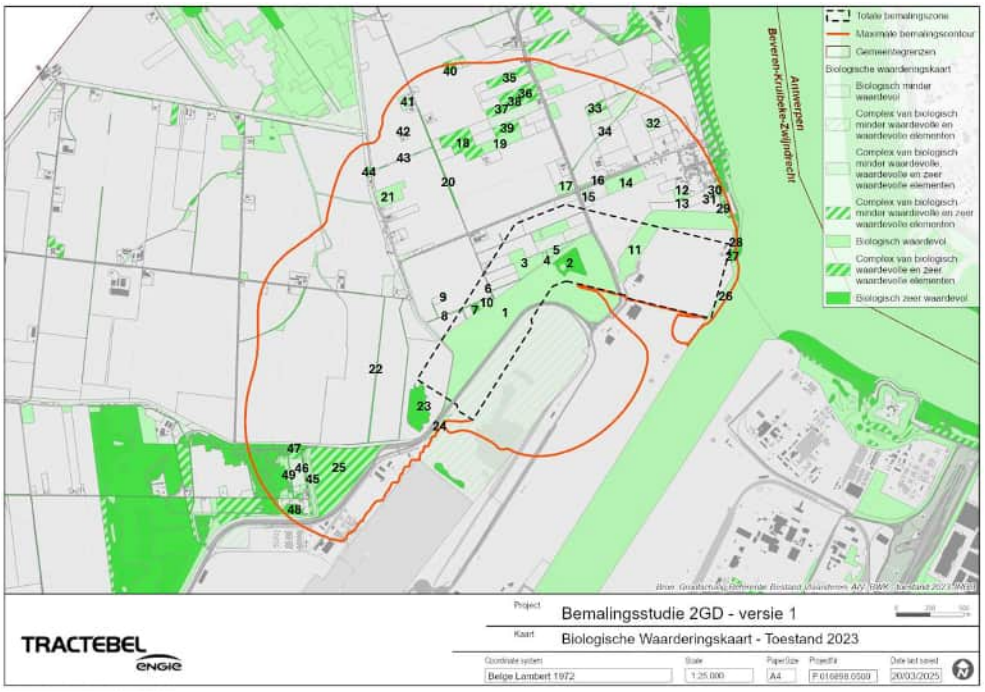
De invloedsstraal van de bemaling reikt niet tot in grondwaterwingebieden en beschermingszones.

5.4.5. Biologische waarderingskaart

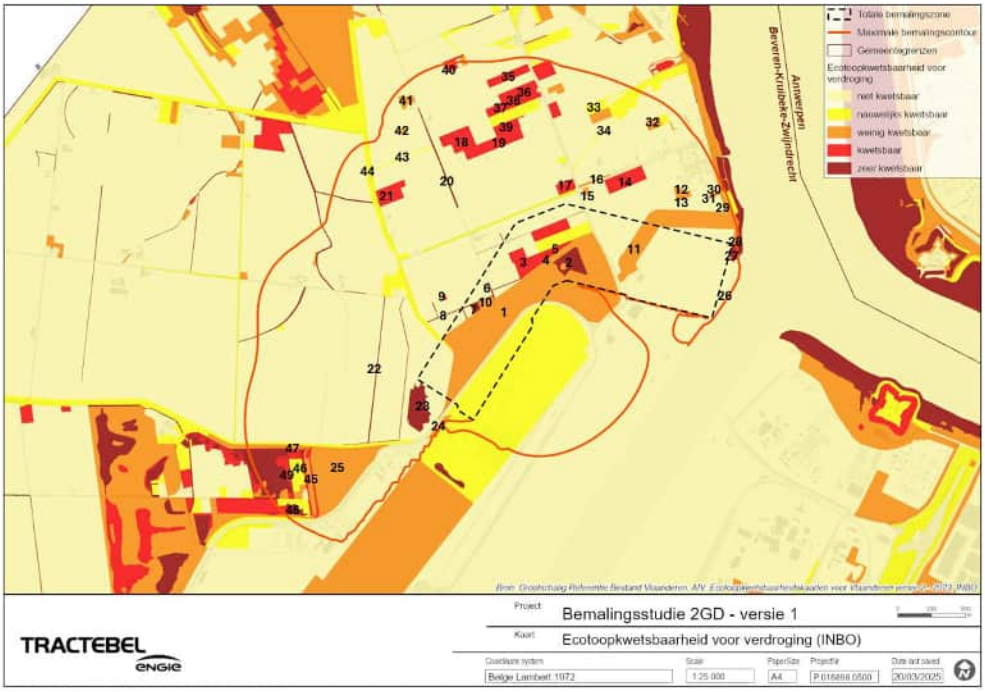
Op basis van de biologische waarderingskaart worden verschillende waardevolle en zeer waardevolle zones gedefinieerd die binnen de invloedsstraal van de bemaling vallen. Op Figuur 47 en Figuur 48 worden deze zones met cijfers aangeduid op de Biologische waarderingskaart en de Ecotoopkwetsbaarheidskaart. Volgens de ecotoopkwetsbaarheidskaart voor verdroging zijn een aantal van deze zones kwetsbaar of zeer kwetsbaar. Een overzicht van deze zones is te vinden in Tabel 26. De impact van de bemaling op deze zones is verwaarloosbaar aangezien er geen effect in de freatische watervoerende laag verwacht wordt van de bemaling.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 47: Biologische waarderingskaart (FF05).



Figuur 48: Ecotoopkwetsbaarheid voor verdroging (FF27).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

TABEL 26: OVERZICHT VAN DE ZONES BINNEN DE INVLOEDSSTRAAL VAN DE BEMALING DIE KWETSBAAR TOT ZEER KWETSBAAR ZIJN VOOR VERDROGING.

Nummer	Legende BWK (kort)	BWK	Vegetatietype	Kwetsbaar voor verdroging
2	z	biologisch zeer waardevol	"eutroof water	Zeer kwetsbaar
3	w	biologisch waardevol	soortenrijk permanent cultuurgrasland (met uitgesproken microreliëf)	Kwetsbaar
4	z	biologisch zeer waardevol	"rietland en andere vegetaties van het rietverbond	Zeer kwetsbaar
5	w	biologisch waardevol	"Weilandcomplex met veel sloten en/of microreliëf	Kwetsbaar
6	z	biologisch zeer waardevol	bermen, perceelsranden, ... met rietland en andere vegetaties van het rietverbond"	Zeer kwetsbaar
7	z	biologisch zeer waardevol	bermen, perceelsranden, ... met rietland en andere vegetaties van het rietverbond	Zeer kwetsbaar
8	z	biologisch zeer waardevol	rietland en andere vegetaties van het rietverbond	Zeer kwetsbaar
9	z	biologisch zeer waardevol	bermen, perceelsranden, ... met rietland en andere vegetaties van het rietverbond	Kwetsbaar
13	z	biologisch zeer waardevol	"rietland en andere vegetaties van het rietverbond	Zeer kwetsbaar
14	w	biologisch waardevol	bermen, perceelsranden, ... met verruigd grasland	Kwetsbaar
17	w	biologisch waardevol	bomenrij met dominantie van (al dan niet geknotte) wilg (Salix sp.)"	Kwetsbaar
18	wz	complex van biologisch waardevolle en zeer waardevolle elementen	veedrinkpoel	Kwetsbaar
19	w	biologisch waardevol	Weilandcomplex met veel sloten en/of microreliëf	Kwetsbaar
20	z	biologisch zeer waardevol	Weilandcomplex met veel sloten en/of microreliëf	Zeer kwetsbaar
21	w	biologisch waardevol	"Weilandcomplex met veel sloten en/of microreliëf	Kwetsbaar
22	z	biologisch zeer waardevol	veedrinkpoel	Zeer kwetsbaar
23	z	biologisch zeer waardevol	bomenrij met dominantie van (al dan niet geknotte) wilg (Salix sp.)	Zeer kwetsbaar
27	z	biologisch zeer waardevol	"Weilandcomplex met veel sloten en/of microreliëf	Zeer kwetsbaar

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Nummer	Legende BWK (kort)	BWK	Vegetatietype	Kwetsbaar voor verdroging
28	z	biologisch zeer waardevol	bermen, perceelsranden, ... met brak tot zilt moeras met heen	Zeer kwetsbaar
35	wz	complex van biologisch waardevolle en zeer waardevolle elementen	bermen, perceelsranden, ... met rietland en andere vegetaties van het rietverbond	Kwetsbaar
36	wz	complex van biologisch waardevolle en zeer waardevolle elementen	bomenrij met dominantie van (al dan niet geknotte) wilg (Salix sp.)	Kwetsbaar
37	wz	complex van biologisch waardevolle en zeer waardevolle elementen	bermen, perceelsranden, ... met rietland en andere vegetaties van het rietverbond	Kwetsbaar
38	z	"biologisch zeer waardevol	Weilandcomplex met veel sloten en/of microreliëf	Zeer kwetsbaar
39	wz	complex van biologisch waardevolle en zeer waardevolle elementen	bermen, perceelsranden, ... met rietland en andere vegetaties van het rietverbond	Kwetsbaar
40	wz	complex van biologisch waardevolle en zeer waardevolle elementen	"eutroof water	Kwetsbaar
45	w	biologisch waardevol	slik	Kwetsbaar
46	wz	complex van biologisch waardevolle en zeer waardevolle elementen	slik	Kwetsbaar
47	wz	complex van biologisch waardevolle en zeer waardevolle elementen	"weilandcomplex met veel sloten en/of microreliëf	Kwetsbaar
48	z	biologisch zeer waardevol	bermen, perceelsranden, ... met rietland en andere vegetaties van het rietverbond	Zeer kwetsbaar
49	z	biologisch zeer waardevol	"weilandcomplex met veel sloten en/of microreliëf	Zeer kwetsbaar

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

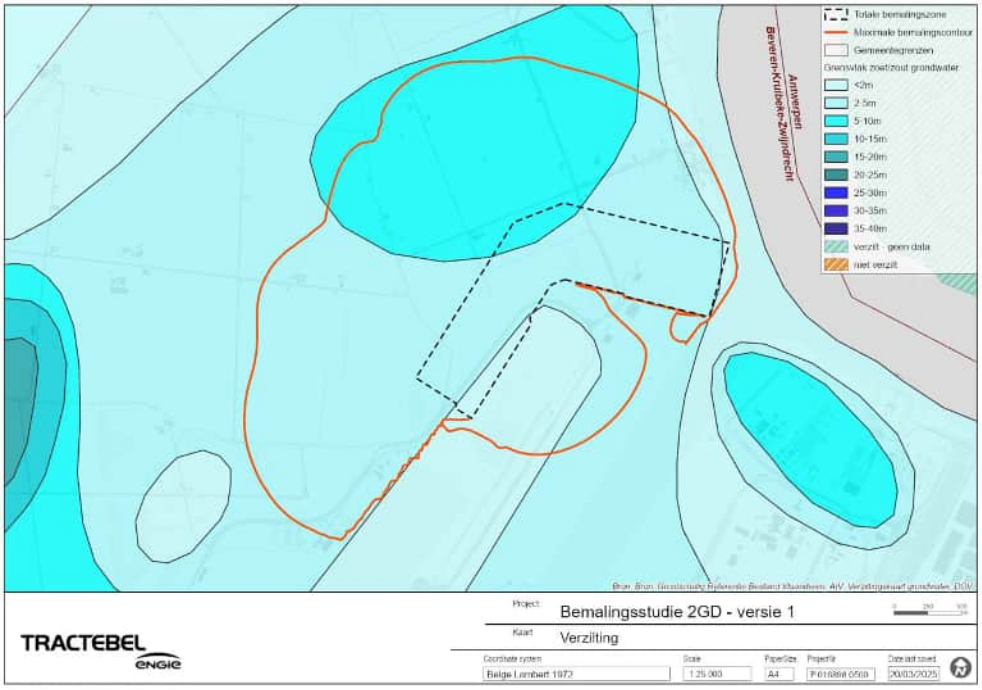
Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

5.4.6. VEN en IVON gebied

De invloedsstraal reikt niet tot in VEN en IVON gebied.

5.4.7. Verziltingskaart

Zoals te zien is in Figuur 49, wordt de bemaling uitgevoerd in verzilt gebied. Ter hoogte van de bemalingszone wordt het grensvlak tussen zoet/zout grondwater zeer ondiep aangetroffen, namelijk op een diepte van 2-5 m-mv. Volgens het MER is de impact op wijziging op het zoet-zout evenwicht in de omgeving tijdens de werken verwaarloosbaar aangezien de bemaling wordt uitgevoerd binnen CB-wanden.



Figuur 49: Verziltingskaart.

5.4.8. Cultuurhistorisch landschap, stads- of dorpsgezicht, monument of archeologische zone

De invloedsstraal reikt niet tot beschermde landschappen, stads- of dorpsgezichten, monumenten of archeologische zones.

5.4.9. Erfgoedlandschap

De invloedsstraal reikt niet tot in erfgoedlandschap.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

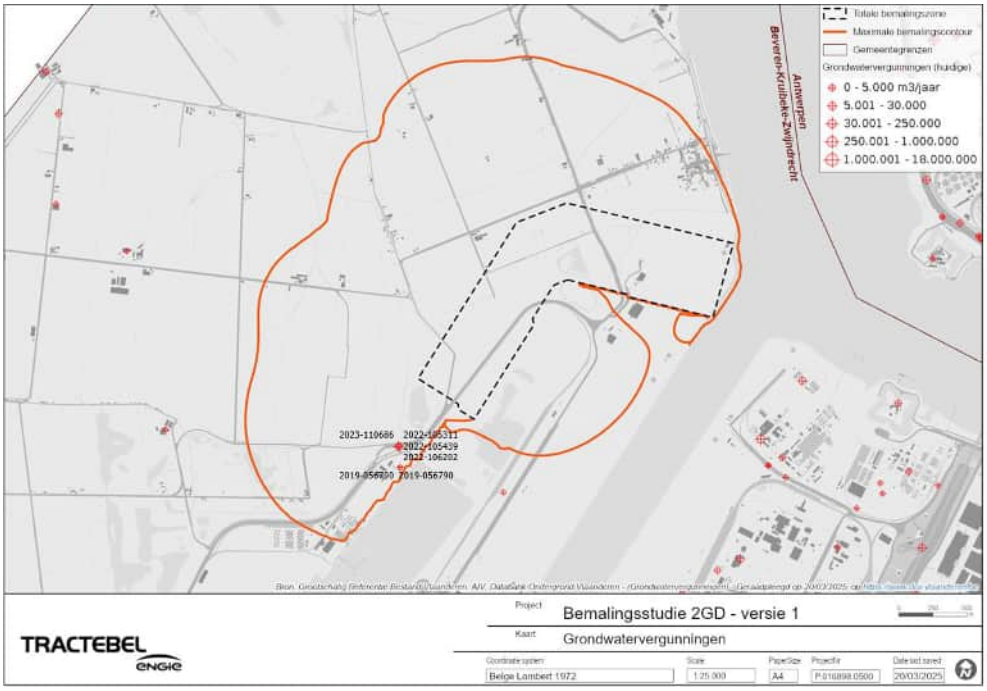
Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

5.4.10. Bestaande grondwaterwinningen

Er vallen bestaande grondwaterwinningen binnen de invloedsstraal van de bemaling (Figuur 50). Tabel 27 bevat hierover meer informatie. Het merendeel van deze ingedeelde inrichtingen winnen grondwater uit de freatische aquifer, boven de kleilaag. Er kan aangenomen worden dat de bemaling deze grondwaterwinningen niet zal beïnvloeden. Er is slechts één winning die grondwater onttrekt in één van de aquiferlagen waarbinnen bemaald wordt, namelijk 2022-106202. Volgens de vergunde diepte in het Kempens Aquifersysteem (A0200). De verlaging ter hoogte van deze winning is maximaal 0,35 m. Deze verlaging is verwaarloosbaar.

TABEL 27: GEGEVENS VAN DE GRONDWATERWINNINGEN BINNEN DE INVLOEDSSTRAAL VAN DE BEMALING.

Installatie	Vlaremrubriek	Vergund jaardebiet (m^3/jaar)	Aquifer (vergunning)	Vergunde diepte (m)
2023-110686	53.8.2	3.600	0100 - Quartaire aquifersystemen	2,5
2022-105311	53.2.2.b)1	35.280	0000 - Onbekend	3
2022-105439	53.2.2.a)	1.052	0100 - Quartaire aquifersystemen	5,4
2022-106202	53.2.2.a)	1.848	0000 – Onbekend	38
2019-056790	53.5.1	3.600	0100 - Quartaire aquifersystemen	2,5



Figuur 50: Vergunde grondwaterwinningen.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

5.4.11. Samenvatting

De impact op bijzondere beschermde gebieden en verzilt gebied worden samengevat in Tabel 28.

TABEL 28: SAMENVATTING VAN DE IMPACT OP BIJZONDERE BESCHERMDE GEBIEDEN EN VERZILT GEBIED.

Sectie	Duiding
Groen, natuurontwikkelings-, park en bosgebied (Gewestplan RO01)	De bemaling valt niet binnen groen, natuurontwikkelings-, park- of bosgebied
Beschermde duingebieden	Niet van toepassing
Speciale beschermingszones (Natura 2000, FF01)	Eén vogelrichtlijngebied is gelegen binnen de invloedsstraal. De impact op de freatische watervoerende laag ten gevolge van de bemaling is verwaarloosbaar, waardoor er geen impact verwacht wordt op het vogelrichtlijngebied.
Grondwaterwingebieden en beschermingszones (WA04)	Niet van toepassing
Biologische waarderingskaart (FF04) en Ecotoopkwetsbaarheidskaart voor verdroging (INBO)	Aantal kwetsbare tot zeer kwetsbare zones voor verdroging gelegen binnen invloedsstraal. De impact op de freatische watervoerende laag ten gevolge van de bemaling is verwaarloosbaar, waardoor er geen impact verwacht wordt op deze gebieden.
VEN en IVON gebied (FF02)	Niet van toepassing
Verziltingskaart (BO10)	Er wordt bemaald in een verzilte zone. De impact op wijziging op het zoet-zout evenwicht in de omgeving tijdens de werken is verwaarloosbaar aangezien de bemaling wordt uitgevoerd binnen CB-wanden en daardoor het aantrekken van grondwater buiten de bouwput zeer beperkt is.
Cultuurhistorisch landschap, stads- of dorpsgezicht, monument of archeologische zone (LA02)	Niet van toepassing
Erfgoedlandschap (LA04)	Niet van toepassing
Vergunde grondwaterwinningen (WA22)	Er is één grondwaterwinning binnen de invloedsstraal gelegen die grondwater onttrekt uit één van de aquiferlagen waarin de bemaling zal plaatsvinden. De verlaging ten gevolge van de bemaling op deze winning is verwaarloosbaar.

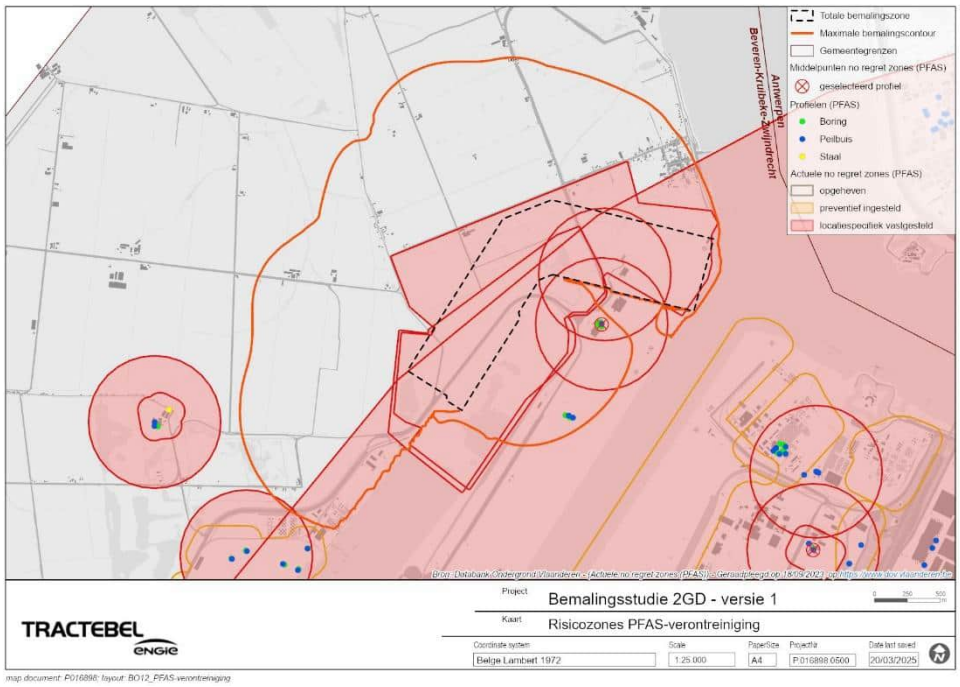
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

5.5. Grondwaterverontreinigingen PFAS-verkenner

Op 15 mei 2025 worden er 4 verschillende no-regret zones aangetroffen binnen de invloedsstraal van de bemaling. Twee dossiers hebben beperkingen op het grondwatergebruik:

- Dossier 97983 (Sint-Antoniusweg te Beveren): begrenzing van 500m vanaf profiel, geldig vanaf 17/07/2023;
- Dossier 4079 (Doeldok te Beveren): ingetekend gebied, geldig vanaf 29/05/2023.



Figuur 51: Actuele no regret zone (PFAS) (Raadplegingsdatum: 2025-05-15).

5.6. Gekende grondwaterverontreinigingen in omgeving

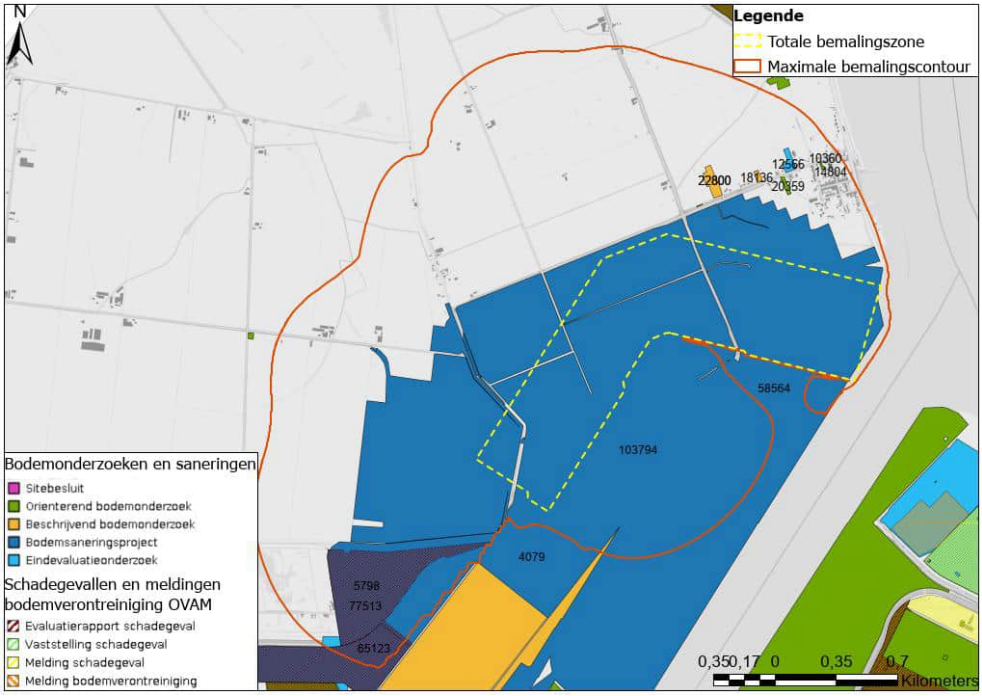
De bodemonderzoeken die binnen de invloedsstraal van de bemaling liggen worden weergegeven in Figuur 52 (raadplegingsdatum: 18/06/2025). De bodemonderzoeken werden eerst gescreend om na te gaan of er relevante grondwaterverontreinigingen aanwezig zijn. Waar relevant werd het betreffende bodemonderzoek opgevraagd bij de OVAM. De resultaten van deze screening worden toegevoegd in Bijlage 9. De relevante uittreksels van deze bodemonderzoeken zitten in Bijlage 10.

Met behulp van de MODPATH module in het grondwatermodel wordt waar nodig nagegaan wat de impact van de bemaling is op de grondwaterverontreiniging. Deze methode wordt toegepast als er sprake is van een lokale grondwaterverontreiniging zonder regionaal karakter. Er wordt geëvalueerd wat de verplaatsing van de verontreiniging is en/of deze in de bemalingsbronnen terechtkomt. Er wordt gesproken van een significante verplaatsing indien de

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

verplaatsing ten gevolge van de bemaling dubbel zo groot is als de verplaatsing verwacht in rust voor eenzelfde periode. De verplaatsing wordt geëvalueerd voor de 1e WVL, enerzijds omdat de bemalingsbronnen zich o.a. in deze watervoerende laag bevinden en aangezien de doorlatendheid in de 1e WVL hoger is dan in de 2e WVL, waardoor de gesimuleerde verplaatsing voor de deeltjes groter is. Indien niet geweten is op welke diepte de verontreiniging zich bevindt, wordt conservatief aangenomen dat deze voorkomt in deze watervoerende laag. De verplaatsing van een deeltje wordt telkens geëvalueerd voor de totale bemalingsduur, namelijk 111 maanden (3300 dagen), aangezien worst-case wordt aangenomen dat een deeltje gedurende de volledige bemalingsduur invloed van de bemaling zal ondervinden. De verplaatsing wordt geëvalueerd voor uitvoeringsperiode 5b of 7b, afhankelijk van de locatie van de verontreiniging, omdat tijdens deze twee periodes de grootste zones bemaald worden. Per periode Per type verontreiniging wordt een retardatiefactor in rekening gebracht aangezien die rekening houdt met de mobiliteit van de bewuste verontreiniging in het grondwater. De berekeningen van de retardatiefactor per OVAM-dossier en verontreinigingsparameter, zijn te vinden in Bijlage 11.



Figuur 52: OVAM dossiers binnen de invloedszone van de bemaling (Raadplegingsdatum: 2025-06-18).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

5.6.1. Dossier 4079

Ter hoogte van dit dossier zijn er enkel OBO's en OBBO's. Het laatste bodemonderzoek dat van toepassing is op de percelen gelegen binnen de invloedsstraal van de bemaling dateert van 2006. Dit OBO is opgesteld naar aanleiding van de onderwaterslibcellen in het Doeldok en Waaslandkanaal. De berging van de slibcellen is gestopt sinds 2001 en op moment van het opstellen van het bodemonderzoek werd reeds een gedeelte van het Doeldok gedempt. In het onderzoek worden hoge concentraties gerapporteerd van de anionen (chloride, sulfaten, …) en kationen (natrium, kalium, calcium, magnesium, ammonium, …). Ook worden verhogingen van Kjeldhal stikstof gemeten. Deze verhogingen zijn gerelateerd aan de verzilting van het grondwater en bijgevolg van natuurlijke oorsprong. In dit onderzoek is het grondwater enkel geanalyseerd op metalen, minerale olie, somparameter organohalogeen verbindingen (EOX) en anorganische verbindingen. PFAS is destijds niet gemeten, waardoor geen uitspraak kan gedaan worden over de aanwezigheid van PFAS ter hoogte van dit dossier. Volgens dit OBO dient er niet overgegaan te worden tot een beschrijvend bodemonderzoek

5.6.2. Dossier 5798

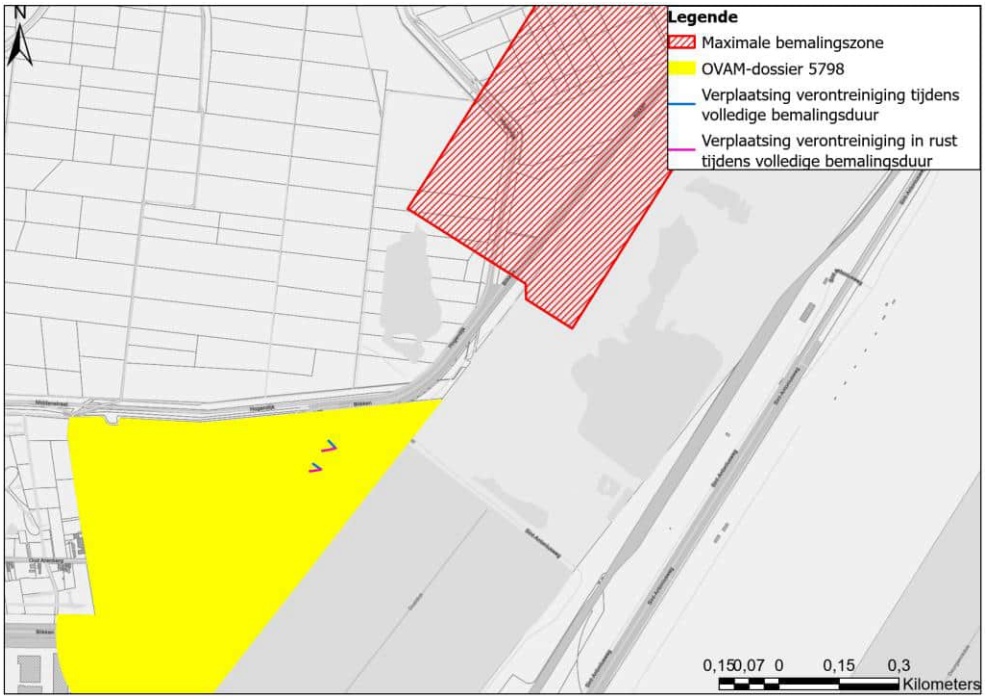
Ter hoogte van dit dossier heeft in 1998 een sanering plaatsgevonden voor de verwijdering van minerale olie. Het EEO dateert van 2000. Hierna vonden er enkel OBO's plaats. Volgende grondwaterverontreinigingen worden teruggevonden binnen de invloedsstraal van de bemaling:

- Concentraties xyleen boven de richtwaarde in twee peilbuizen. Deze verontreiniging wordt beschouwd als nieuwe verontreiniging omdat wordt aangenomen dat deze wordt veroorzaakt door de activiteiten op de site sinds 2001;
- Concentraties arseen boven de bodemsaneringsnorm, beschouwd als een historische verontreiniging omdat wordt aangenomen dat deze wordt veroorzaakt door de kwaliteit van het ophogingsmateriaal;
- Concentraties koper boven de richtwaarde, beschouwd als een historische verontreiniging omdat deze gelinkt kunnen worden met eerdere activiteiten;
- Verhoogde geleidbaarheden ten gevolge van de ligging van de site in verzilt gebied.

Er is geen noodzaak voor verder onderzoek en/of sanering. De regionale verontreiniging met arseen, koper en de verhoogde geleidbaarheden dienen niet geëvalueerd te worden aangezien dit een regionaal fenomeen is te wijten aan het ophogingsmateriaal en de ligging van de site. Voor de volledigheid wordt de verontreiniging met xyleen geëvalueerd met behulp van particle tracking vanaf de twee peilbuizen waarvoor verhogingen van de richtwaarde worden gemeten. De verplaatsing van een grondwaterdeeltje wordt geëvalueerd voor een duur van 111 maanden. Een retardatiefactor van 4,5 wordt in rekening gebracht. Zoals gevisualiseerd in Figuur 53, treedt er geen significante verplaatsing op ten gevolge van de bemaling.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



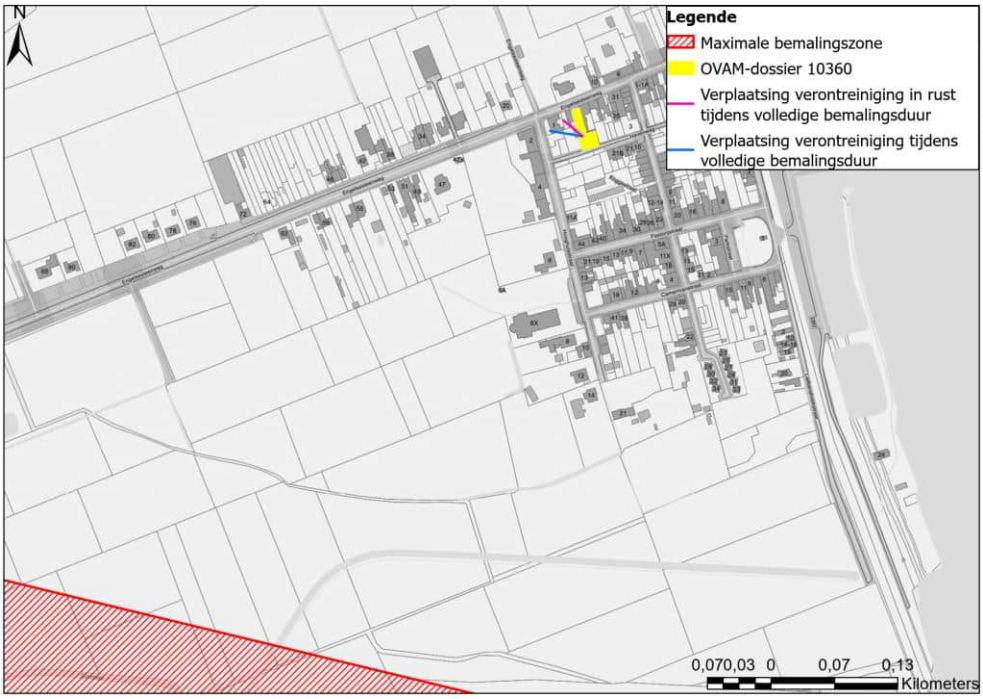
Figuur 53: Verplaatsing verontreiniging OVAM-dossier 5798 voor volledige bemalingsduur (111 maanden) met bretardatiefactor van 4,5, representatief voor xyleen. De bemaling wordt gesimuleerd voor uitvoeringsperiode 7b.

5.6.3. Dossier 10360

Het enige bodemonderzoek dat werd uitgevoerd op deze site is een OBO dat dateert van 1999. De verdachte stoffen die worden vermeld zijn minerale olie en BTEX. Er is slechts één PB ter hoogte van dit dossier bekend. Ter volledigheid wordt een particle tracking uitgevoerd vanaf deze PB voor de meest mobiele parameter, namelijk BTEX. De verplaatsing van een grondwaterdeeltje wordt geëvalueerd voor een duur van 111 maanden. Er wordt een retardatiefactor van 3 in rekening gebracht, representatief voor benzeen. Zoals gevisualiseerd in Figuur 54, wordt er geen significante verplaatsing waargenomen ten gevolge van de bemaling t.o.v. het scenario in rust.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 54: Verplaatsing verontreiniging OVAM-dossier 10360 tijdens volledige bemalingsduur (111 maanden) met retardatiefactor van 3, representatief voor benzeen. De bemaling wordt gesimuleerd voor uitvoeringsperiode 5b.

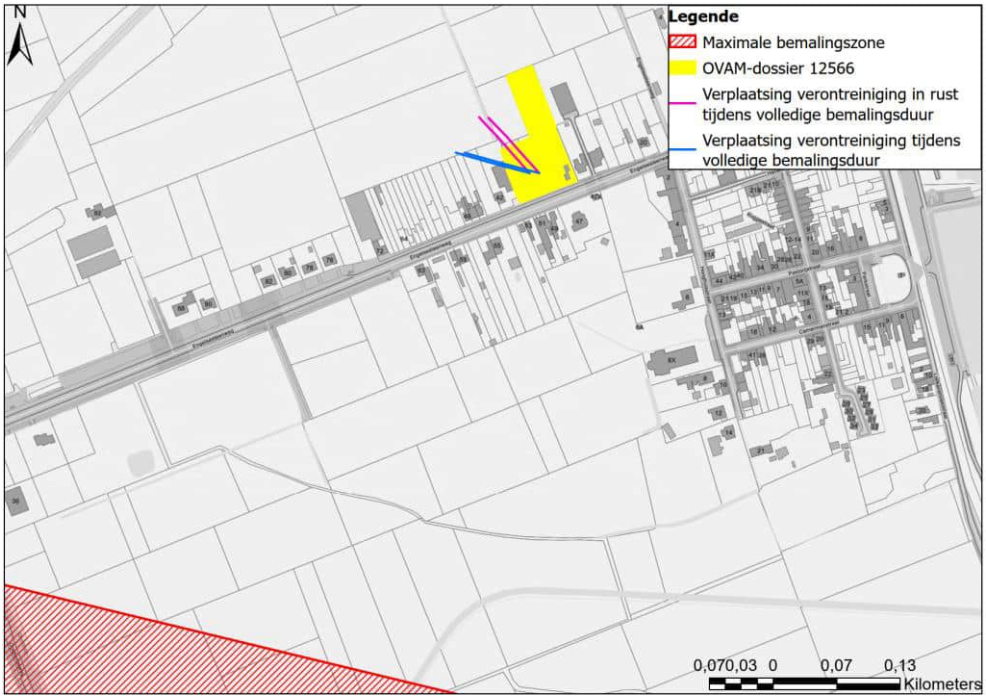
5.6.4. Dossier 12566

Ter hoogte van dossier 12566 is een bodemsanering uitgevoerd in 2002-2005 vanwege een verontreiniging met minerale olie, benzeen en MTBE in zowel het vaste deel van de bodem als het grondwater. In 2003 werden twee ondergrondse tanks opgegraven en verwijderd. Na twee jaar monitoring is gebleken dat er bij het pompstation een restverontreiniging in het grondwater aanwezig is die bestaat uit minerale olie, benzeen en MTBE. De restverontreiniging valt onder de terugsaneerwaarden, maar de bodemsaneringsnorm voor MTBE en benzeen wordt nog overschreden. Omdat deze restverontreiniging geen risico vormt en er geen significante verdere verspreiding plaatsvindt, wordt aan de saneringsdoelstelling voldaan. Uit de monitoring blijkt dat er een stabiele eindsituatie is bereikt en aanvullende nazorg niet nodig is. Volgens het eindevaluatieonderzoek zijn de restverontreinigingen verspreid in de freatische en eerste watervoerende laag. Er zijn geen bijkomende bodemonderzoeken uitgevoerd na het EEO van 2005.

Er wordt een particle tracking uitgevoerd voor de meest mobiele parameter, MTBE vanaf de contouren van de afgeperkte zone. Er wordt een retardatiefactor van 1,2 in rekening gebracht. De verplaatsing van de verontreiniging wordt geëvalueerd voor de totale bemalingsduur, namelijk 111 maanden. Zoals gevisualiseerd in Figuur 55, wordt er vastgesteld dat er geen significante verplaatsing verwacht wordt van de verontreiniging ten gevolge van de bemalingen.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 55: Verplaatsing verontreiniging OVAM-dossier 12566 tijdens volledige bemalingsduur (111 maanden) met retardatiefactor van 1,2, representatief voor MTBE. De bemaling wordt gesimuleerd voor uitvoeringsperiode 5b.

5.6.5. Dossier 14804

Ter hoogte van dit dossier vond 1 OBO plaats in 2001 waarin minerale olie als verdachte stof wordt aangegeven. Het dossier ligt vlakbij dossier 10360 gelegen waarvoor eerder een particle tracking is uitgevoerd voor een mobielere parameter die ter hoogte van dit dossier verwacht wordt. Er wordt geen significante verplaatsing verwacht van de verontreinigingen ter hoogte van dossier 10360; dezelfde conclusie wordt doorgetrokken naar dossier 14804.

5.6.6. Dossier 18136

Op deze site werden tot op heden OBO's en één BBO uitgevoerd. Het laatste bodemonderzoek is een BBO en dateert van 2014. Volgens het OBO van 2012 en het BBO van 2014 is er een gemengde bodemverontreiniging die deels als historisch beschouwd wordt met minerale olie, benzo(a)pyreen en naftaleen in het vaste deel van de aarde en minerale olie in het grondwater. De verontreiniging is ontstaan rond 1992 door morsing bij het vullen van de ondergrondse tanks. Het valt niet uit te sluiten dat een gedeelte van de verontreiniging na 1995 is ontstaan, waardoor de verontreiniging wordt beschouwd als gemengd historisch. De verontreiniging met minerale olie heeft zijn bron in de kleilaag, met lagere concentraties onder de kleilaag, dus in de 1ste watervoerende laag. Het hoofdbestandeel van de minerale olie zijn C12-C20 ketens. Hiernaast worden hoge concentraties aan arseen gemeten in het grondwater met concentraties tot 209 µg/l. In de bodemonderzoeken wordt buiten in de analysecertificaten, niets vermeld over de arseenverontreiniging in het grondwater. Volgens de onderzoeken is er geen noodzaak voor verder onderzoek en/of sanering.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Er wordt een particle tracking uitgevoerd voor de minerale olie verontreiniging (C12-C20). Hiervoor wordt een retardatiefactor van 62,9 in rekening gebracht. De verwachte verplaatsing voor de volledige bemalingsduur voor het scenario in rust bedraagt slechts 1,3m. De verwachte verplaatsing ten gevolge van de bemaling bedraagt 1,2m. Er wordt bijgevolg geen significante verplaatsing verwacht.

5.6.7. Dossier 20359

Ter hoogte van dit dossier heeft er slechts één bodemonderzoek plaatsgevonden, namelijk een OBO in 2003. Het terrein is verdacht op de aanwezigheid van een verontreiniging met minerale olie en BTEX. Dit dossier is vlakbij dossier 18136 en 12566 gelegen. Voor deze dossiers wordt geen significante verplaatsing verwacht ten gevolge van de bemaling. Hetzelfde kan aangenomen worden voor dossier 20359.

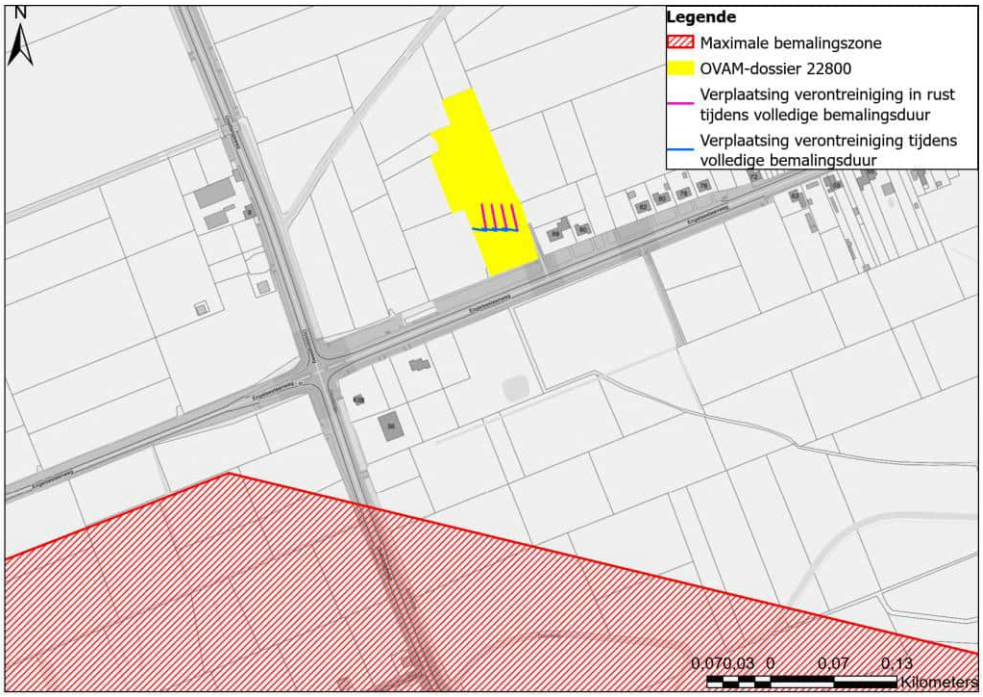
5.6.8. Dossier 22800

Ter hoogte van dossier 22800 bevindt zich een grondwaterverontreiniging met minerale olie, benzeen en arseen. In 2003 is een OBO uitgevoerd, waaruit bleek dat een BBO nodig was. Volgens het BBO van 2005 zijn verhoogde concentraties in het grondwater boven de bodemsaneringsnorm (BSN) gemeten voor minerale olie, benzeen en arseen in peilbuis PB3 op perceel 607b. De verontreiniging met minerale olie wordt beschouwd als historisch. Een verhoogde concentratie aan benzeen wordt slechts in één peilbuis gemeten en wijst bijgevolg niet op een ernstige verontreiniging. De verontreiniging aan arseen werd niet verder onderzocht. Voor de verontreiniging met minerale olie, benzeen en arseen bestaat geen noodzaak voor saneringsmaatregelen, omdat er geen verspreidings- of ecologisch risico uitgaat.

Er wordt een particle tracking uitgevoerd voor de meest mobiele parameter die geen regionale verontreiniging is, namelijk benzeen. De verplaatsing van de verontreiniging wordt geëvalueerd voor de totale bemalingsduur, namelijk 111 maanden. Er wordt een retardatiefactor van 3 in rekening gebracht. Zoals gevisualiseerd in Figuur 56, treedt er geen significante verplaatsing op ten gevolge van de bemaling.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 56: Verplaatsing verontreiniging OVAM-dossier 22800 tijdens volledige bemalingsduur (111 maanden) met retardatiefactor van 3, representatief voor benzeen. De bemaling wordt gesimuleerd voor uitvoeringsperiode 5b.

5.6.9. Dossier 58564

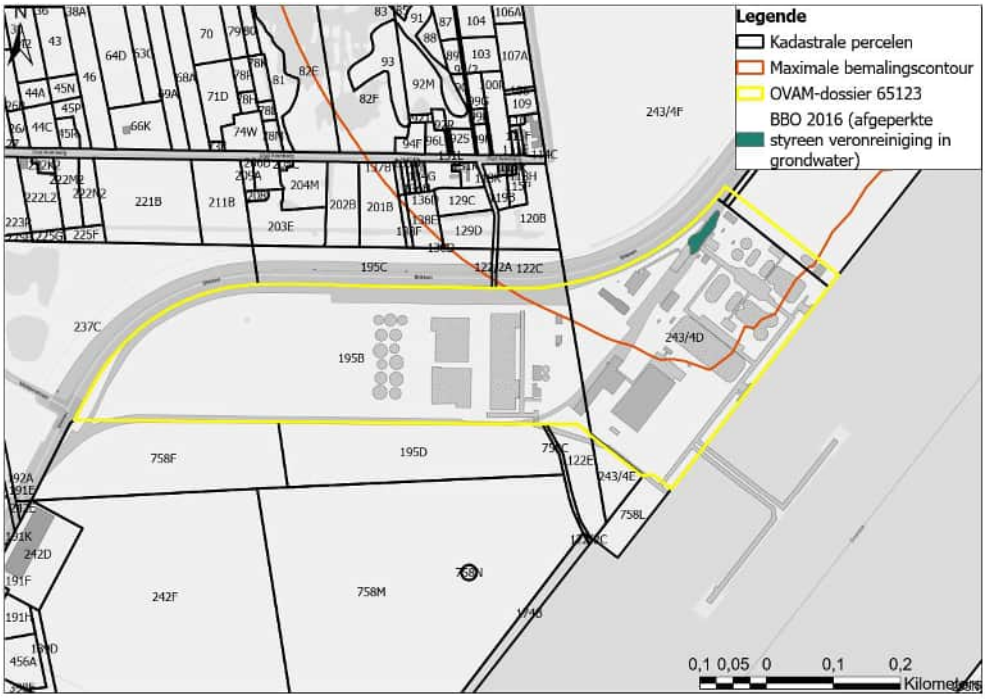
Ter hoogte van dit dossier hebben enkel OBO's plaatsgevonden. Het laatste OBO dateert van 2017. Er worden verhoogde concentraties gemeten aan arseen in het grondwater (tot 56 µg/l). Gezien de aanwezigheid van verzilt grondwater, worden deze verhogingen van natuurlijke oorsprong beschouwd. Er is geen noodzaak voor verder onderzoek en/of sanering. Aangezien het een regionale verontreiniging betreft, dient er geen particle tracking uitgevoerd te worden.

5.6.10. Dossier 65123

Kadastrale percelen 243/4F, 243/4D en 195B, gelegen binnen OVAM-dossier 65123 zijn volledig of gedeeltelijk binnen de invloedszone van de bemaling gelegen. Ter hoogte van deze percelen zijn er in het verleden verschillende schadegevallen gemeld en bodemonderzoeken uitgevoerd. Tijdens één van deze schadegevallen is er 2,5 m³ styreen vrijgekomen in de onverharde zone tussen de sporen. Voor dit schadegeval is in 2016 een BBO opgesteld. In dit BBO is er o.a. een bodemverontreiniging met styreen en ethylbenzeen in het grondwater afgeperkt ter hoogte van het spoorlaadstation die zich destijds hier bevond. In 2017 is hiervoor een bodemsaneringsproject opgestart waarbij door het intermitterend onttrekken van grondwater en het bovengronds zuiveren van het opgepompte water de verontreiniging in het grondwater gesaneerd wordt.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 57: Contour OVAM-dossier 65123 met afgeperkte styreen verontreiniging in het grondwater volgens het BBO van 2016. De afgeperkte verontreiniging met ethylbenzeen is niet beschikbaar op Mistral (Raadplegingsdatum: 2025-06-18).

Er zijn reeds 3 tussentijdse rapporten (TTR) opgesteld. Het laatste TTR dateert van februari 2024. Uit de monitoring van de grondwaterkwaliteit blijkt dat de natuurlijke afbraak verder doorgaat, de saneringsdoelstellingen van styreen zijn gehaald maar deze voor ethylbenzeen nog niet. De verontreiniging met ethylbenzeen bevindt zuidelijker van de bemalingszone t.o.v. de grondwaterverontreinigingen van OVAM-dossier 5798, m.a.w. verder van de bemalingszone. Volgens de particle tracking voor dossier 5798 is er geen significante verplaatsing en geen risico op het aanzuigen van de verontreiniging. Dezelfde conclusie wordt doorgetrokken naar dossier 65123.

Het laatste onderzoek binnen dit OVAM-dossier betreft een OBOx, opgesteld in januari 2025. In dit onderzoek is er PFAS vastgesteld op kadastraal perceel 243/4D en 195B. Deze PFAS-verontreiniging heeft vermoedelijk meerdere oorzaken en bijdragers:

- Het toepassen van blusschuim in verschillende zones (verplichte testen blusschuimsysteem of onvrijwillige activatie ervan, lekkage van de ondergrondse blusschuimleidingen,…);
- Het voorkomen van PFAS in de grondbrij/baggerspecie die gebruikt werd bij het aanvullen en ophogen van de onderzoekslocatie in het kader van de ontwikkeling tot havengebied;
- Verspreiding via atmosferische depositie vanuit externe bronnen binnen het havengebied of verspreiding via grondwater van grond- en grondwaterverontreinigingen op omliggende terreinen.

Voor deze PFAS-verontreiniging is een BBO noodzakelijk. Deze is op heden nog niet beschikbaar.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

5.6.11. Dossier 77513

Dit dossier betreft een schadegeval opgesteld voor een ongeval op een spooroverweg in de straat Blikken te Beveren. Hierbij is een geladen vrachtwagen aangereden door een trein. Een deel van de asfalt is op de spoorwegbedding terecht gekomen en langsheen de spoorweg is brandstof gelekt. De zintuiglijke verontreiniging is weggegraven. Het eindevaluatieverslag toont aan dat er geen bodemverontreiniging meer aanwezig is in het vaste deel van de aarde. Er was nooit sprake van een grondwaterverontreiniging.

5.6.12. Dossier 97983

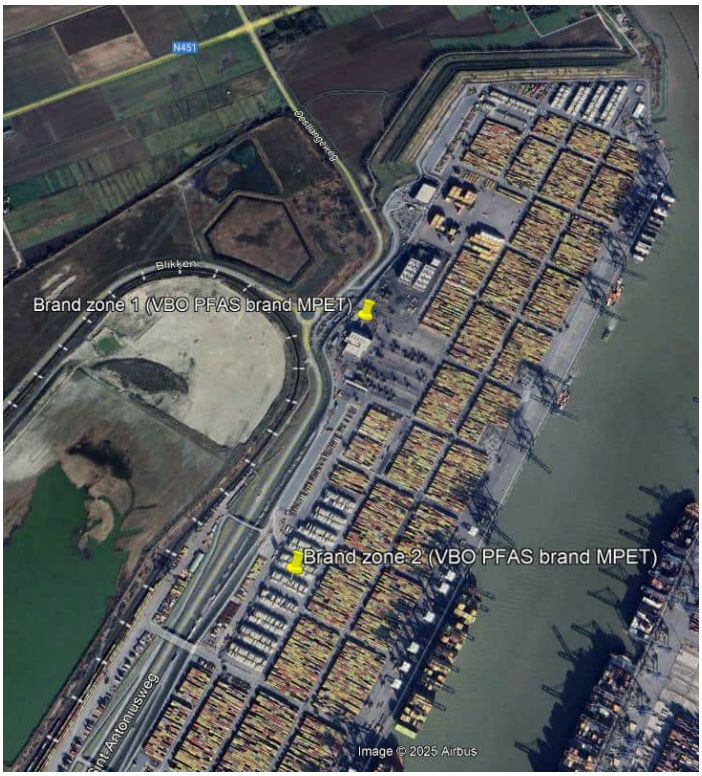
Ter hoogte van de MPET terminal is er in 2022 een verkennend bodemonderzoek PFAS opgesteld naar aanleiding van de inventarisatie van mogelijke PFAS-verontreinigingen in Vlaanderen in opdracht van de OVAM (Aanvangsbevel PFAS – “97983 Beveren (Doel) - Brand MPET_ aanvangsbevel VBOI”- d.d. 23/05/2022), Het onderzoek beperkt zich dus tot bepaalde zones op de MPET-terminal, dewelke gelegen zijn binnen de invloedsstraal van de bemaling. Twee gedefinieerde zones (zone 1 en 2) zijn aanwezig op het onderzoeksperceel 151E. De locatie van deze zones zijn te vinden in Figuur 58.

In het grondwater bedroeg de max. gemeten concentratie 520 ng/l (*PFOS*). Rond beide zones werd de toetsingswaarden ‘bodemsaneringsnorm’ overschreden voor de som PFAS 20 EU DWRL en voor de som van gemeten PFAS. De hoogste somconcentratie van gemeten PFAS bedroeg 1.757 ng/l. Een beschrijvend bodemonderzoek is noodzakelijk voor de verontreiniging met PFAS in het grondwater. Dit beschrijvend bodemonderzoek heeft geen betrekking op de onderzoeken van OVAM-dossier 103794 die uitgevoerd zijn in het kader van het project ‘Tweede Getijdendok’ en niet de MPET-terminal.

Er dienen milderende maatregelen getroffen te worden voor de PFAS verontreiniging die afkomstig is van dit dossier.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 58: Locaties branden op MPET uit het verkennend bodemonderzoek PFAS d.d. 23/12/2022; zone 1 en 2.

5.6.13. Dossier 103794

Dit dossier bevindt zich in de deelzones MIDA's, gedempt Doeldok en deel van de zone van MPET die gelegen zijn binnen de invloedsstraal van de bemaling. Volgend het Oriënterend Bodemonderzoek 'Tweede Getijdendok, Blikken z.n. te 9130 Beveren', uitgevoerd door Tractebel op 23.05.2024, kunnen volgende verontreinigingen aangetroffen worden in het grondwater:

- MIDA'S: Concentraties boven de toetsingswaarde 'bodemsaneringsnorm' voor de som van gemeten PFAS en voor de som 20 PFAS in het grondwater van de zwevende watertafel. Deze verontreinigingen zijn beide nieuw van aard aangezien ze gerelateerd zijn aan de ophoging van de MIDA's (aangevangen tussen 2002 en 2006). Er zijn ook concentraties boven de toetsingswaarde 'bodemsaneringsnorm' vastgesteld voor de som van gemeten PFAS en voor de som 20 PFAS in het grondwater van de 1ste en 2de watervoerende laag. Deze verontreiniging is gemengd, overwegend nieuw (68,5%) van aard aangezien de verontreiniging met PFAS enerzijds gerelateerd is aan de slibcellen die in de periode 1988 - 1999 gerealiseerd zijn en anderzijds aan het materiaal waarmee het Doeldok in de periode 2006 – 2016 gedempt werd;
- Gedempt Doeldok: concentraties boven de toetsingswaarde 'bodemsaneringsnorm' voor de som van gemeten PFAS en voor de som 20 PFAS in het grondwater t.h.v. peilbuizen met verschillende filterdieptes. De verontreinigingen zijn gemengd, overwegend nieuw (68,5%) van aard aangezien de verontreiniging met PFAS enerzijds gerelateerd is aan de slibcellen die in de periode 1988 - 1999 gerealiseerd zijn en anderzijds aan het materiaal waarmee het Doeldok in de periode 2006 – 2016 gedempt werd;

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

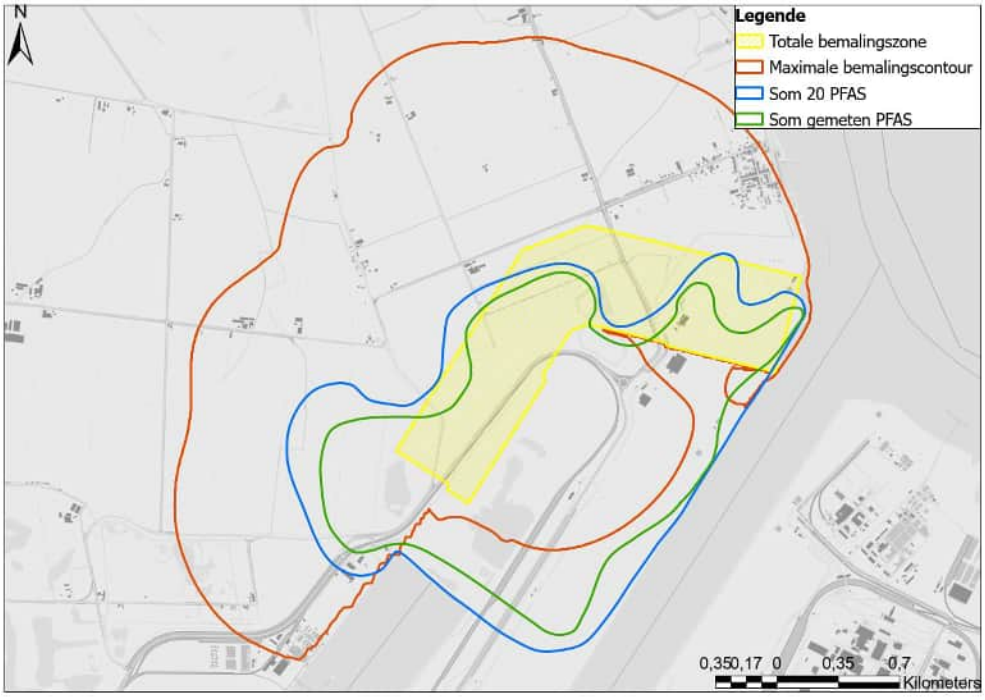
Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

- MPET: concentraties boven de toetsingswaarde ‘bodemsaneringsnorm’ voor de som van gemeten PFAS en voor de som 20 PFAS in het grondwater van de zwevende watertafel. Deze verontreinigingen zijn gemengd, overwegend historisch (77%) van aard aangezien de verontreiniging met PFAS gerelateerd is aan de lagunerings- en slibbekkens waarvan aangenomen wordt dat ze aanwezig waren van 1972 tot 2002. Verder werden er concentraties boven de toetsingswaarde ‘bodemsaneringsnorm’ vastgesteld voor de som van gemeten PFAS en voor de som 20 PFAS in het grondwater van de 1ste en 2de watervoerende laag. De verontreiniging is gemengd, overwegend nieuw (68,5%) van aard aangezien de verontreiniging met PFAS enerzijds gerelateerd is aan de slibcellen die in de periode 1988 - 1999 gerealiseerd zijn en anderzijds aan het materiaal waarmee het Doeldok in de periode 2006 – 2016 gedempt werd.

Volgend op dit OBO, is een BBO opgesteld door Tractebel in 2025. Hierin worden meerdere bronzones afgebakend:

- De voormalige lagunerings- en slibbekkens t.h.v. de huidige MPET-terminal;
- Het ophogingsmateriaal van de MIDA’s;
- De opvulling van de slibcellen met onderhoudsbaggerslib, gelegen in het voormalige Doeldok;
- Opvullingsmateriaal van het gedempt Doeldok.

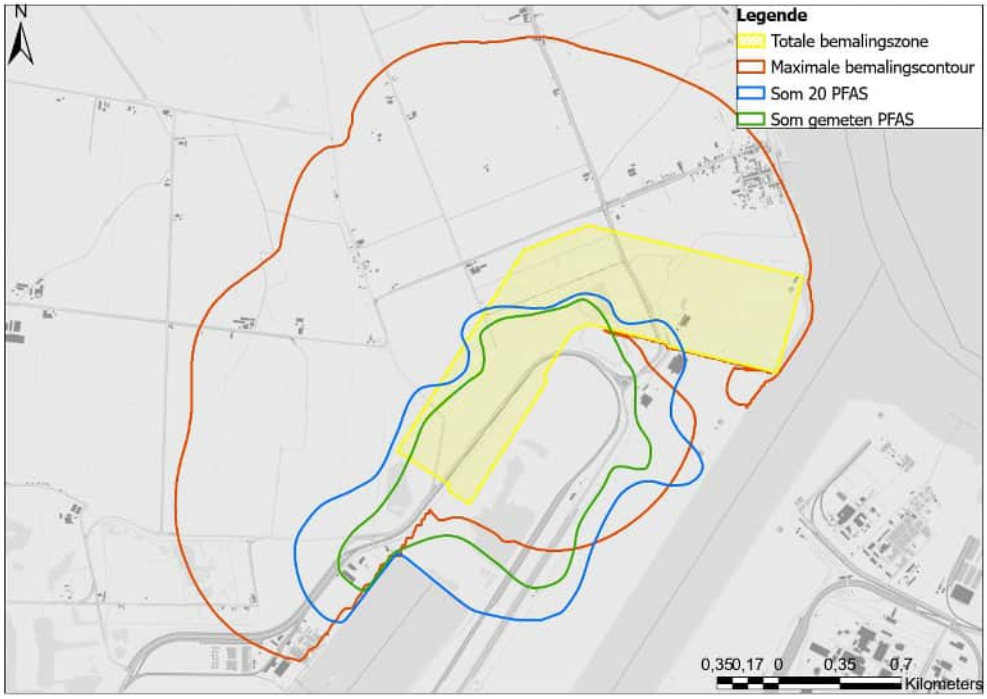
Ook zijn o.a. de grondwaterverontreiniging aan PFAS in de verschillende watervoerende lagen afgeperkt. Onderstaande figuren toont de locatie van de bemaling t.o.v. de afgeperkte PFAS-verontreinigingen in het grondwater voor de 1e WVL en 2e WVL (ondiep), in welke watervoerende lagen de bemaling zal plaatsvinden.



Figuur 59: Afperkingen som gemeten PFAS en som 20 PFAS in het grondwater van de 1e WVL volgens het BBO van 2025.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 60: Afperkingen som gemeten PFAS en som 20 PFAS in het grondwater van de ondiepe 2e WVL volgens het BBO van 2025.

De bemalingen zullen grotendeels plaatsvinden binnen de verontreinigingscontouren, waardoor verwacht wordt dat het bemalingswater verontreinigd zal zijn. Deze bemalingsstudie kadert binnen het BSP dat volgt op deze onderzoeken. Er worden milderende maatregelen getroffen om de impact van PFAS-verontreiniging en de interactie met de bemalingen te beperken. Daarbij wordt zowel de verspreiding van PFAS beperkt als de concentratie ervan in het bemalingswater gereduceerd.

5.6.14. Samenvatting

In verschillende OVAM-dossiers worden regionale verhogingen met arseen (en koper) vermeld. Meer specifiek betreft dit OVAM-dossiers: 5798, 18136, 22800, 58564. Hiervoor dienen milderende maatregelen getroffen te worden.

In OVAM-dossier 65123, 97983 en 103794 worden o.a. PFAS-verontreinigingen in het grondwater aangetroffen. De bemalingszone overlapt volledig of gedeeltelijk deze zones. Er dienen milderende maatregelen getroffen te worden voor PFAS.

Voor andere parameters, naast de zware metalen en PFAS, die vermeld werden in een OVAM-dossier, wordt door middel van particle tracking geëvalueerd wat de verplaatsing is ten gevolge van de bemaling. Er wordt gesproken van een significante verplaatsing indien de verplaatsing 2 keer groter is dan deze in rust. Er worden geen significante verplaatsingen van de gekende grondwaterverontreinigingen verwacht.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

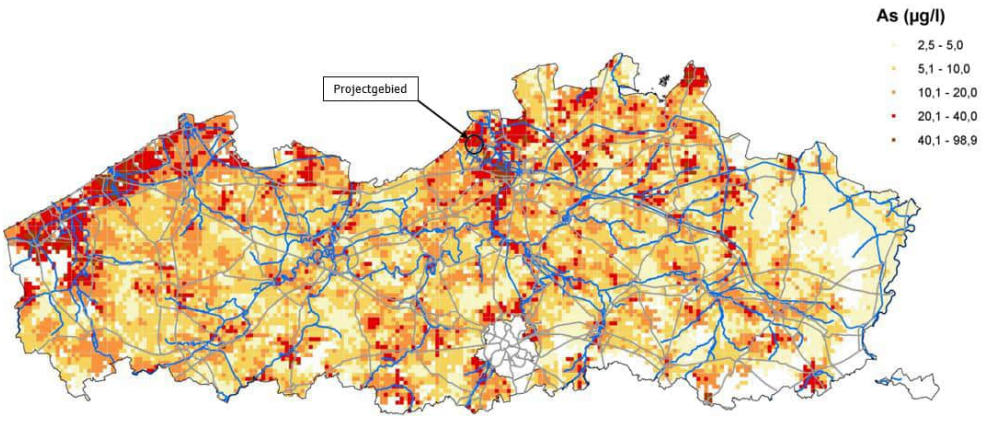
6. Milderende maatregelen en lozingsmaatregelen

Ten gevolge van de verontreinging met PFAS (en de aanwezige aanrijkingen met zware metalen en barium) in het grondwater zal er een waterzuiveringsinstallatie ingezet dienen te worden om het bemalingswater te zuiveren alvorens tot lozing over te gaan.

6.1. Kwaliteit bemalingswater en lozingsnormen

6.1.1. Achtergrondwaardekaarten

Voor arseen worden volgende achtergrondwaarden in het grondwater verwacht ter hoogte van het projectgebied: 20,1-98,9 µg/l.



Figuur 61: Achtergrondwaardekaart Arseen (µg/l).

6.1.2. Karakterisatie verwachte effluent

6.1.2.1. Pilootproef op gedempt Doeldok

Ter hoogte van het gedempt Doeldok werd in het kader van het conform verklaard BSP pilootproef reeds een pompproef uitgevoerd. Tijdens deze proef is het bemalingswater voor de zuivering op 8 tijdsmomenten opgemeten. In het effluent werden geen concentraties boven de rapportagegrenzen gemeten voor de individuele PFAS componenten. Voor de zware metalen werden na de zuivering nog lichte verhogingen gemeten, weliswaar onder het indelingscriterium gelegen met uitzondering van barium. Een overzicht van de PFAS-concentraties voor de individuele PFAS-componenten en de somparameters in het influent is te vinden in Tabel 29. In Tabel 30 worden de analyseresultaten van de zware metalen samengevat.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

TABEL 29: OVERZICHT MINIMALE, GEMIDDELDE EN MAXIMALE CONCENTRATIE PFAS-COMPONENTEN EN SOMPARAMETERS PFAS IN INFLUENT POMPPROEF OP LOCATIE F.

PFAS-component	Minimale concentratie (ng/l)	Gemiddelde concentratie (ng/l)	Maximale concentratie (ng/l)
PFBA	220	355	460
PFBS	71	119	150
PFPeA	51	83	100
PFHxA	81	121	140
PFHxS_lineair	21	24	29
PFHxS_totaal	21	29	37
PFHpA	26	28	30
PFOA_lineair	66	114	210
PFOA_totaal	79	137	250
PFOS_vertakt	25	31	40
PFOS_lineair	28	48	60
PFOS_totaal	44	75	94
PFBSA	38	47	89
MePFBSA	<20	/	21
MePFBSAA	25	72	150
PFHxSA	<20	/	27
PFHxS_vertakt	<20	/	21
Som_gemeten_PFAS	600	1011	1100
Som_PFAS_20_EU_DWRL	600	888	1000

TABEL 30: OVERZICHT MINIMALE, GEMIDDELDE EN MAXIMALE CONCENTRATIE ZWARE METALEN IN INFLUENT POMPPROEF OP HET GEDEMPT DOELDOK.

Zware metalen	Eenheid	Minimale concentratie	Gemiddelde concentratie	Maximale concentratie
As	µg/L	26	41	47
Ba	µg/L	96	123	130
Zn	µg/L	16	36	92
Ca	mg/L	320	343	370
Mg	mg/L	240	254	280

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Zware metalen	Eenheid	Minimale concentratie	Gemiddelde concentratie	Maximale concentratie
Mn	mg/L	1	1,6	1,7
Fe	mg/L	22	35	43

6.1.2.2. BBT-evaluatie voor verwijdering van PFAS-componenten uit bedrijfsafvalwater en bemalingswater

Op basis van de VITO BBT-studie van september 2023[2] en de ontwerp-studie van 2025 kan besloten worden dat een waterzuivering met minstens twee actief koolfilters de best beschikbare techniek is voor de zuivering van grote debieten bedrijfsafvalwater en/of bemalingswater dat verontreinigd is met PFAS. Uit deze studies blijkt immers dat het mogelijk is om voor de meeste PFAS-verbindingen een voldoende hoog verwijderingsrendement te bekomen door de plaatsing van minstens twee in serie geplaatste actief koolfilters. Voor PFBA wordt echter vastgesteld dat het verwijderingsrendement beduidend lager is.

Rekening houdend met dit gegeven, met de hoge geleidbaarheid van het bedrijfsafvalwater/bemalingswater en de bijzondere financiële inspanningen die geleverd moeten worden voor het verwijderen van de parameter PFBA uit het bedrijfsafvalwater/bemalingswater, wordt voor PFBA een technisch-economisch haalbare lozingsnorm van 50 ng/l voorgesteld. Hieronder worden een aantal paragrafen uit de VITO BBT-studies opgelijst die dit onderbouwen.

- BBT-studie september 2023, pagina 70:
  Actief kool heeft een hogere affiniteit voor lange keten PFAS dan voor korte keten PFAS omdat er meer hydrofobe interacties mogelijk zijn met de langere gefluoreerde koolstofketen. Hierdoor neemt de effectiviteit van de verwijdering van PFAS af naarmate de keten korter is (C8 > C4), *maar ook precursoren worden vaak minder efficiënt afgescheiden (vb. HFPO-DA) (Liu et al., 2022a; Meegoda et al., 2020; Input leden BC, 2022). Hierdoor kan in de praktijk voor lange keten PFAS verwijderingsefficiënties bekomen worden van >90% tot tegen 100% (onder de huidige aanpakken voor concentraties van 20 ng/l voor de PFAS en 50 ng/l voor de indicatieve PFAS), maar* ***voor korte keten PFAS kunnen zeer variabele rendementen bekomen worden van <50% - 99%*** *(Input leden BC, 2023; Roest et al., 2021). Elke individuele PFAS heeft een andere adsorptiecapaciteit op GAC (granulair actief kool) en corresponderende doorbraaktijden (ITRC, 2020). Concreet betekent dit dat voor korte keten PFAS en sommige precursoren minder bedvolumes behandeld kunnen worden dan voor lange keten PFAS om doorbraak optredend (Ross et al., 2018; Westreich et al., 2018 Kempisty et al., 2022). Figuur 13 geeft een overzicht van het aantal bedvolumes waarna doorbraak optreedt van verschillende PFAS in drinkwater. Bij grondwater via een bepaald type GAC met 13 & 26 min EBCT (empty bed contact time) in filters op grote schaal. De meeste korte keten PFAS kan deels opgevangen worden door de standtijd in te korten en werken met een*

[2] Beste Beschikbare Technieken (BBT) voor de zuivering van met PFAS belast bedrijfsafvalwater en bemalingswater, VITO, december 2023.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

langere EBCT (Arcadis, 2021). Daarnaast wordt de adsorptie van PFAS beïnvloed door de aard van de functionele groep. Over het algemeen worden PFSA's en PFASA's (perfluoralkylsulfonamide) beter geadsorbeerd dan hun corresponderende PFCA's (ITRC, 2020; Gagliano et al., 2021; Liu et al., 2021). In de meeste gevallen treedt er doorbraak op van PFBA, PFPeA en PFBS (Input leden BC, 2022). Indien de opgelegde norm voor PFAS dezelfde zijn als PFBA dient de zuiveringsproces gestuurd te worden op PFBA omdat deze de eerste doorbraak zal kennen. Indien de opgelegde norm voor parameters zoals PFOS of PFOA zou overschreden worden is de kans groot dat er andere korte keten PFAS doorgebroken zijn (Input leden BC, 2022). Indien de waterbehandeling gestuurd wordt op een parameter die eerst zal doorbreken kunnen in sommige situaties korte keten PFAS incl. PFBA eveneens met een hoog rendement verwijderd worden tot 99 of waar nodig zelfs 99,9% (Input leden BC, 2023).

- BBT-studie september 2023, pagina 72:
  Over het algemeen zouden door toepassing van actief kool concentraties lager dan 0,1 µg/l voor individuele PFAS gehaald moeten kunnen worden, maar dit vereist mogelijk meerdere filters in serie (Input leden BC, 2022; Riegel et al., 2020). Echter dient dit voor elke specifieke situatie bevestigd te worden door de karakterisatie van het specifieke te behandelen bedrijfsafvalwater/bemalingswater en eventueel aanvullende labo-/piloottesten, rekening houdende met het type PFAS, de influent concentraties, en de aard van de matrix.
  - *In cases waar de matrix weinig complex is en er hoofdzakelijk lange keten PFAS aanwezig zijn, kunnen effluent concentraties onder de huidige rapportagegrens van 20 ng/l voor de kwantitatieve PFAS en 50 ng/l voor de indicatieve PFAS gerealiseerd worden;*
  - *In andere cases waar de matrix complex is en waar voornamelijk korte keten PFAS aanwezig zijn, kan het moeilijk zijn om voor alle PFAS onder 0,1 µg/l te geraken binnen technisch en economisch haalbare grenzen.* ***Zeker in het geval van de parameter PFBA blijkt dit moeilijk realiseerbaar*** *(zie ook verder). In verschillende cases werd waargenomen dat er reeds na minder dan een week doorbraak kan optreden voor PFBA na het wisselen van de actief kool filters (Input leden BC, 2022);*
- BBT-studie september 2023, pagina 132:
  In de praktijk kunnen lange keten PFAS efficiënter verwijderd worden dan korte keten PFAS:
  - *Lange keten PFAS: >90% tot 100% (onder de huidige rapportagegrens van 20 ng/l voor de kwantitatieve PFAS en 50 ng/l voor de indicatieve PFAS);*
  - ***Korte keten PFAS: variabele rendementen van <50% - 99,9% afhankelijk van de aard van de matrix.***

Indien de waterbehandeling correct gestuurd wordt op de PFAS-parameter die eerst zal doorbreken, kunnen in sommige situaties korte keten PFAS incl. PFBA met een hoog rendement verwijderd worden tot 99% of waar nodig zelfs 99,9%.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Technisch gezien kan GAC zorgen voor de verwijdering van PFAS tot onder de huidige rapportagegrenzen van 20 ng/l voor de kwantitatieve PFAS en 50 ng/l voor de indicatieve PFAS in bedrijfsafvalwater en bemalingswater zolang er voldoende filters in serie worden geplaatst. ***Echter in de praktijk zal dit niet voor alle situaties haalbaar zijn gezien in bepaalde gevallen een (zeer) hoge hoeveelheid GAC nodig is, o.a. voor:***

- ***bedrijfsafvalwater/bemalingswater met complexe matrices en hoge PFAS-concentraties;***
- ***bedrijfsafvalwater/bemalingswater met hoge concentraties korte keten PFAS zoals PFBA omdat hier snel doorbraak zal optreden.***

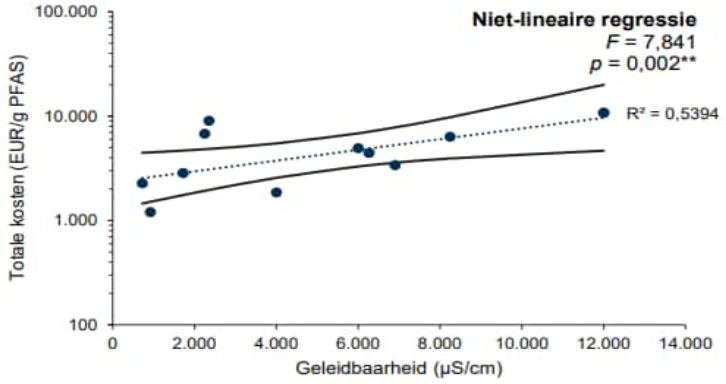
- BBT-studie september 2023, pagina 144, case 5 zuivering van met PFAS belast bemalingswater met hoog debiet
  *De meeste PFAS worden via deze waterbehandelingsstap verwijderd tot concentraties < 20 ng/l, met uitzondering van PFBA en enkele andere PFAS, zoals PFPeA, PFOS, en 6:2 FTS, die in de metingen boven de rapportagegrens van 20 ng/l vertoonden. De verwijderingsrendementen voor PFBA lagen tussen 20 – 43%, terwijl de andere PFAS verwijderd werden met rendementen die > 99,6%. Enkel indien influentconcentraties hoog waren, konden de meeste PFAS tot onder de huidige rapportagegrenzen verwijderd worden****. PFBA en korte keten PFAS vertoonden lagere verwijderingsefficiënties omdat minder goed verwijderd werden of reeds lage influentconcentraties vertoonden.***

- BBT-ontwerpstudie 2025, pagina 28
  Figuur 17 geeft het verband weer tussen de gemiddelde geleidbaarheid (µS/cm) en de totale kosten (EUR/g PFAS) voor 12 bemalingen uit de bevraging. Op basis van niet-lineaire regressie kan aangetoond worden dat er een statistisch significant verband (F = 7,841; p = 0,002) bestaat tussen de geleidbaarheid en de totale kosten in EUR/g PFAS. Dit bevestigt het negatieve effect dat hoge geleidbaarheden kunnen hebben op PFAS-verwijderding bij toepassing van GAC (alle 12 zuiveringen paste uitsluitend GAC toe) en bijgevolg verklaart dit de hogere totale kosten voor PFAS-verwijdering. De zwarte lijnen in Figuur 17 tonen opnieuw het 95% betrouwbaarheidsinterval waarbinnen de totale kosten kunnen ingeschat worden op basis van de geleidbaarheid in het bemalingswater.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Aanbeveling: *Om deze impact correcter te kunnen inschatten is het aanbevolen om bijkomende gegevens te verzamelen voor bemalingswater met hoge geleidbaarheden (>6.000 µS/cm).*



Figuur 17: Relatie tussen de gemiddelde geleidbaarheid van het bemalingswater en de totale kosten voor PFAS-verwijdering (EUR/g PFAS) voor 12 zuiveringen uit de bevraging. De trendlijn doorheen deze data wordt voorgesteld door de stippellijn en de R² geeft de determinatiecoëfficiënt van de niet-lineaire regressie weer. De volle, zwarte lijnen stellen het 95% betrouwbaarheidsinterval van dit verband voor. De waarden op verticale as worden voorgesteld op een logaritmische schaal.

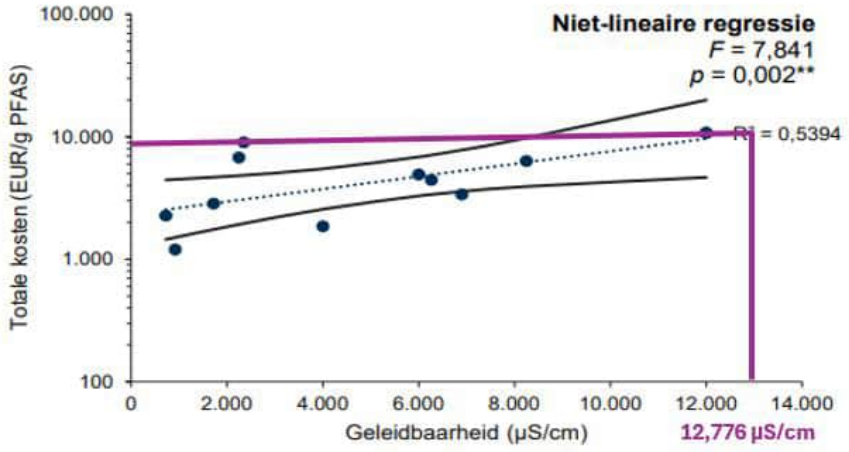
Op basis van de gegevens van de bemalingen met hoge geleidbaarheden werd duidelijk dat verwijdering van voornamelijk korte keten PFAS minder effectief gebeurt, met in het bijzonder PFBA. *Met andere woorden zal in deze gevallen de doorbraak van korte keten PFAS sneller optreden in vergelijking met bemalingswaters met lagere geleidbaarheden. In het geval van de bemaling met geleidbaarheden rond 12.000 µS/cm werd PFBA nagenoeg niet verwijderd uit het bemalingswater. Na een filterwissel zal de concentratie van PFBA onder de huidige rapportagegrens blijven, maar na relatief korte tijd zal de effluentconcentratie terug beginnen toenemen tot nagenoeg de influentconcentratie. Indien de influentconcentratie ongeveer in de buurt ligt van de lozingsnorm vormt dit geen groot probleem, maar in situaties waar de influentconcentraties aanzienlijk hoger zijn dan de lozingsnorm zal dit snellere filterwissels vereisen en bijgevolg resulteren in hoge kosten.*

- **In het kader van de pilootproef (zie §6.1.2.1) werd de kwaliteit van het influent gekarakteriseerd t.h.v. het gedempt Doeldok. De geleidbaarheid van het influent werd tijdens drie meetrondes bepaald en bedroeg in elke meetronde 11.000 µS/cm.** Tevens werd ook een pilootproef uitgevoerd ter hoogte van de polders. In deze zone werd de geleidbaarheid gedurende 17 meetrondes opgevolgd, waarbij de geleidbaarheid minstens 6.300 µS/cm bedroeg. De maximale geleidbaarheid was gelijk aan 15.000 µS/cm. **De gemiddelde geleidbaarheid van de pilootproef in de Polders bedroeg 12.776 µS/cm.**

  Wanneer deze geleidbaarheid geplot wordt op Figuur 17 van de BBT studie van 2025, wordt duidelijk dat de totale kosten voor PFAS-zuivering in het water sterk oplopen, namelijk tot bijna €10.000/g PFAS. Bijgevolg wordt voor PFBA een technisch-economisch haalbare lozingsnorm voorgesteld van 50 ng/l.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Figuur 62: Plot gemiddelde geleleidbaarheid op basis van pompproef op Figuur 17 van de BB-studie van 2025.

- BBT-ontwerpstudie 2025, pagina 31:
  Conclusie
  De parameters geleidbaarheid en chloride concentratie in het bemalingswater hebben een significante invloed op de totale kosten voor PFAS-verwijdering uit bemalingswater. Hoge waarden kunnen aanleiding geven tot hogere totale kosten. Op basis van de huidige gegevens is het onduidelijk of er nog andere parameters zijn in het Vlaams bemalingswater die een significante invloed kunnen uitoefenen op de totale kosten voor PFAS-verwijdering. Bijkomende informatieverzameling is nodig om dit verder te kunnen inschatten.

  Geleidbaarheid en chloride concentratie kunnen aangewend worden om de aard van de impact van de matrix op PFAS-verwijdering in te schatten. ***Dit kan mogelijk mee in rekening gebracht worden bij het opleggen van lozingsnormen of toekomstige regelgeving voor PFAS-verwijdering uit bemalingswater.*** *In het beste geval kunnen er drempels opgesteld worden waardoor een onderscheid in weinig complexe en complexe matrices mogelijk is, waarvoor mogelijk andere lozingsnormen kunnen gelden.*

6.1.3. Lozingsnormen

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de voorgestelde lozingsnormen. Voor barium en zink wordt 5 x IC aangevraagd.

Naast barium en zink is ook arseen van nature verhoogd aanwezig in het grondwater. Er wordt geen verhoogde lozingsnorm aangevraagd voor arseen. De waterzuiveringsinstallatie, zoals verder beschreven in §6.2, laat immers toe om arseen te zuiveren tot onder het indelingscriterium zijnde max. 5 µg/l waardoor er geen verhoogde lozingsnorm dient aangevraagd te worden.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

TABEL 31: LOZINGSMAATREGELEN

Parameter	Verhoogde / aangevraagde lozingsnorm oppervlaktewater	Overschrijdingsfactor indelingscriterium
PFAS individueel	Kwantitatieve PFAS uit WAC/IV/A/025 = 20 ng/l Indicatieve PFAS uit WAC/IV/A/025 = 50 ng/l Individuele PFAS worden volgens de meetmethode WAC/IV/A/025 geanalyseerd)	-
TFA	4 µg/l	-
PFBA	50 ng/l	-
Zink	1000 µg/l	5 x IC
Barium	350 µg/l	5 x IC

Er is gebruik gemaakt van de Wezertool om de impact van de lozing te evalueren voor de parameters met voorgestelde lozingsnormen boven het indelingscriterium / de milieukwaliteitsnorm, zijnde PFOS, barium (Ba) en zink (Zn). Het advies voor het lozen van deze parameters is te vinden in (Tabel 32). In Bijlage 12 wordt een samenvatting van de input en output van de Wezertool weergegeven. Het advies voor de voorgestelde lozingsnormen is voor zink en barium gunstig aangezien de lozing niet zorgt voor een achteruitgang van de kwaliteit van het waterlichaam. Lozen van PFOS met concentraties gelijk aan de lozingsnorm (20 ng/l) geeft een ongunstig resultaat. Voor de onderbouwing van de lozingsnormen met betrekking tot PFOS wordt verwezen naar het deelhoofdstuk ‘Kaderrichtlijn Water’ van het MER.

TABEL 32: AANGEVRAAGDE VERHOOGDE LOZINGSNORMEN MET BIJHOREND ADVIES VAN DE WEZERTOOL.

Parameter	Concentratie lozing	Situatie	Advies
Zink	1.000 µg/l	Toetswaarde zonder nieuwe lozing en met nieuwe lozing na volledige verdunning gehaald. Lozing zorgt niet voor achteruitgang. Bereken de mengzone en beoordeel de kwaliteit op het eind van het waterlichaam om te bepalen of de lozing bijdraagt tot het niet halen van de doelstellingen.	Beoordeel of de dimensies van de mengzone aanvaardbaar zijn en de kwaliteit op het einde van het waterlichaam OK is (inclusief de bijdrage van de lozing).
Barium	350 µg/l	Toetswaarde zonder nieuwe lozing en met nieuwe lozing na volledige verdunning gehaald. Lozing zorgt niet voor achteruitgang. Bereken de mengzone en beoordeel de kwaliteit op het eind van het waterlichaam om te bepalen of de lozing bijdraagt tot het niet halen van de doelstellingen.	Beoordeel of de dimensies van de mengzone aanvaardbaar zijn en de kwaliteit op het einde van het waterlichaam OK is (inclusief de bijdrage van de lozing).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Parameter	Concentratie lozing	Situatie	Advies
PFOS	20 ng/l	Toetswaarde zonder nieuwe lozing niet gehaald (klasse niet goed) en met nieuwe lozing niet gehaald. Lozing zorgt voor achteruitgang. De lozing draagt bij tot het niet halen van de doelstellingen.	Ongunstig

6.2. Grondwaterzuiveringsinstallatie (GWZI)

Het opgepompte grondwater (bemalingswater), evenals het percolerend hemelwater van de verontreinigde W-TOP's, het water van de wielwasinstallaties en percolaatwater van de saneringsbergingen (bedrijfsafvalwater) is mogelijks verontreinigd met PFAS. Bovendien worden in het grondwater (van nature) verhoogde concentraties aan arseen, barium en zink vastgesteld. Het grondwater dient alvorens lozing gezuiverd te worden zodat voldaan wordt aan de voorgestelde lozingsnormen.

De waterzuiveringsinstallaties moeten uitgerust zijn met de verschillende onderdelen die kunnen instaan voor de zuivering van PFAS en zware metalen en moeten bijgevolg elk minstens volgende onderdelen bevatten:

- **Buffertanks**: voor tijdelijke opslag van in- en effluentwater, vuil water of slib;
- **In de voorbehandeling** worden voornamelijk zwevende stoffen en ijzer, verwijderd maar ook bijvoorbeeld mangaan en calcium. Het opgeloste tweewaardig ijzer wordt geoxideerd door beluchting in een buffer en slaat neer in de vorm van driewaardig ijzer al dan niet met toepassing van een pH-correctie. Deze ijzervlokken worden verwijderd met een zandfilter. Bij hoge gehaltes aan zwevende stoffen moet vóór de zandfilter een bezinktank, lamellenfilter of gelijkaardig alternatief voorzien worden om het slib af te scheiden. Het slib dient ontwaterd te worden met oog op berging in saneringsberging. Dit kan bijvoorbeeld door middel van een ontwateringscontainer, kamerfilterpers of gelijkwaardig alternatief;
- **Additieven**: bij hoge ijzergehaltes kan bijkomend ook precipitatie, coagulatie en flocculatie voorzien worden door dosering van geschikte additieven zoals bijvoorbeeld kalkmelk ($Ca(OH)_2$) of FeCl3 in combinatie met een correctie van de pH met bijvoorbeeld natronloog (NaOH);
- **Waterzijdig actief koolfilter:** PFAS wordt verwijderd door het water over een gepakte kolom gevuld met actief kool te leiden. Er wordt minstens voorzien in twee in serie geschakelde actief koolfilters. In functie van de verontreinigingssituatie kan een derde in serie geschakelde actief koolfilter noodzakelijk zijn;
- **Automatische alarmering** via een telefoon- of computerlijn die automatisch de verantwoordelijke van de opdrachtnemer voor onderhoud en herstellingen van de in-situ WZI zal alarmeren wanneer de goede werking van de in-situ WZI in het gedrang komt of dreigt te komen. In het geval van een storing dient de opdrachtnemer automatisch te worden verwittigd.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Verder dienen volgende onderdelen zeker voorzien te worden:

- Terugslagklep met afsluiters in de aanvoerleiding van de grondwaterzuiveringsinstallatie;
- Gekeurde debietsmeter voor water in de aanvoerleiding;
- Monsternamepunten voor het water aan de in- en effluentzijde.

Volgende parameters dienen door het systeem te worden geregistreerd:

- Het onttrekkingsdebiet in de aanvoerleiding;
- Het totaal onttrokken debiet;
- Het tijdsstip van de storing, het tijdsstip van in gebruik name na de storing, de tijdsduur van en het aantal storingen.

Voor de dimensionering van de GWZI per uitvoeringsperiode wordt in studie rekening gehouden dat bij opstart van de bemaling de debieten 2x hoger zijn dan het evenwichtsdebiet dat werd verkregen door de simulaties. Het opstartdebiet wordt in grote mate bepaald door de snelheid waarmee de gewenste grondwaterverlaging dient gerealiseerd te worden. De opstartdebieten zijn hoger wanneer een snelle verlaging vereist is. Indien de verlaging geleidelijk kan gebeuren, wordt het opstartdebiet beperkt waardoor de benodigde capaciteit van de GWZI kleiner is.

Afhankelijk van het debiet worden een aantal straten voorzien die telkens bestaan uit 2 actief koolfilters in serie met telkens een derde als back-up. De capaciteit per straat en per filtertoren is te bepalen door de aannemer met als randvoorwaarde dat al het verontreinigde grondwater kan gezuiverd worden. De nodige maximale capaciteit van de zuiveringsinstallatie voor het bemalingswater wordt momenteel geschat op 11.782 m³/d (ca. 490 m³/u), wat het maximaal opstartdebiet is voor uitvoeringsperiode 10a (D1). Naar verwachting is deze zuiveringscapaciteit enkel vereist bij de opstart van deze periode. Het hoogste evenwichtsdebiet, ook van periode 10a (D1) bedraagt 5.891 m³/d (245 m³/u).

6.3. Monitoring bemaling

De monitoring van de bemaling is een combinatie van de monitoringsmaatregelen beschreven in het MER en het BSP die van toepassing zijn op de bemaling. In het MER wordt tijdens de aanlegfase volgende maatregelen getroffen:

- Opvolgen van stijghoogtes in het studiegebied en omgeving (met name in de polders) ter controle van de werking van de waterkerende wanden;
- Opvolgen van het onttrokken grondwater i.f.v. zuivering en lozingsvoorwaarden in de verschillende deelzones;
- Opvolgen van de grondwaterpeilen net buiten de CB-wand ter controle van de goede uitvoering.

In het BSP worden volgende maatregelen getroffen:

- Een terreincontrole dient uitgevoerd te worden ter controle van de goede werking van de installaties;
- De onttrokken en/of aangevoerde debieten (influent) en hoeveelheden dienen opgevolgd en geregistreerd te worden per waterzuiveringsinstallatie;

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

- De lozingsdebieten en hergebruikdebieten (effluent) en hun hoeveelheden dienen opgevolgd en geregistreerd te worden per waterzuiveringsinstallatie;
- De samenstelling van het influent dient wekelijks gecontroleerd te worden per waterzuivingsinstallatie;
- De samenstelling van het effluent na de eerste actief koolfilter dient wekelijks gecontroleerd te worden per waterzuivingsinstallatie;
- De samenstelling van het effluent dient wekelijks gecontroleerd te worden per waterzuivingsinstallatie;
- Maandelijkse opvolging van zettingen.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

7. Besluit

In opdracht van de Haven van Antwerpen-Brugge, MLSO en MOW wordt het Tweede Getijdendok in het havengebied Antwerpen aangelegd. Voor de ontgraving van de bronzones in het kader van de voor de uitvoering van de bodemsaneringswerken, dient bemaald te worden tot een peil van -4 mTAW. Hiervoor zal bemaald worden in zowel de 1ste als 2de watervoerende laag die gescheiden wordt door het Lid van Kruisschans. De bemalingen zullen gefaseerd verlopen waarbij per periode de bemalingszone wordt uitgebreid dan wel verplaatst. De effectieve bemalingen zullen naar schatting 9,3 jaar in beslag nemen. Er zal uitsluitend bemaald worden in een gesloten bouwput omgeven door cement-bentoniet wanden die tot in de Formatie van Boom reiken.

Het maximale dagdebiet, het opstartdebiet, wordt geraamd op 11.782 m³/d en het totale opgepompte volume op 12.308.480 m³. Het bemalingswater zal geloosd worden in het Deurganckdok tijdens de eerste perioden en in het Tweede Getijdendok tijdens de latere perioden.

Het risico op zettingen werd geëvalueerd voor nabijgelegen wegenis, gebouwen (satellietgarage MPET) en naburige bewoning. Er worden geen of slechts verwaarloosbare zettingen verwacht. Ter volledigheid werd ook de *uplift* geëvalueerd, de diepte tot waar afgegraven kan worden zonder dat er bemaald dient te worden. Er kan geconcludeerd worden dat *uplift* vermeden kan worden voor het opstarten van de bemaling van het watervoerende pakket onder het veen door niet verder af te graven dan het huidig polderpeil (±1,8mTAW). Om dieper uit te graven tot -4mTAW is het opstarten van de bemaling vereist.

De invloedsstraal van de bemaling reikt tot in Natura 2000 gebied, één vogelrichtlijngebied en één habitatrichtlijngebied en een aantal kwetsbare tot zeer kwetsbare zones voor verdroging volgens de biologische waarderingskaart en ecotoopkwetsbaarheidskaart. Het effect van de bemaling op deze zones is verwaarloosbaar aangezien er geen impact van de bemaling op de freatische watervoerende laag in de omgeving verwacht wordt. Hiernaast zijn zowel de bemalingszone als de invloedsstraal van de bemaling gelegen in verzilt gebied waarbij de zoet/zout-scheiding zeer ondiep wordt aangetroffen. De impact van de bemaling op het zoet-zout evenwicht in de omgeving is verwaarloosbaar.

Er vallen actuele PFAS no-regret zones met beperkingen op het grondwatergebruik en OVAM-dossiers met grondwaterverontreinigingen binnen de invloedsstraal. Echter, treedt er geen significante verplaatsing op van de gekende grondwaterverontreiniging, naast PFAS, ten gevolge van de bemaling.

Het bemalingswater zal tijdens de volledige duur van de werken verregaand gezuiverd worden op PFAS alvorens geloosd te worden. Hiervoor kan een zandfilter in combinatie met verschillende straten actief koolfilters voorzien worden op de site. De zandfilter zal ook arseen uit het bemalingswater zuiveren. Er wordt daarnaast aangeraden verhoogde lozingsnormen aan te vragen voor barium en voor de zware metalen waarvoor verhogingen verwacht worden, namelijk zink. Voor arseen wordt geen verhoogde lozingsnorm aangevraagd aangezien hier voldaan kan worden aan het indelingscriterium.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

8. Referenties

[1] Borremans Michael, Geologie van Vlaanderen. Academia Press, Gent (2015). ISBN 978-90-382-2433-6.

[2] Tractebel. Lagenmodel.

[3] SHIP (2022). Nota complex project extra container capaciteit Antwerpse Haven, Grondwatermodellering voor M.E.R. water – Opzet en kalibratie van het regionaal Grondwatermodel. In opdracht van Departement Mobiliteit en Openbare werken afdeling Maritieme Toegang, Port of Antwerp en Maatschappij Linkeroever.

[4] VMM. Richtlijnen bemalingen ter bescherming van het milieu.

[5] EN1997-1:2005: Eurocode 7 - Geotechnisch ontwerp – Deel 1: Algemene regels. (+AC:2009)

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

9. Ondertekening

TABEL 33: ONDERTEKENINGSTABEL.

Naam van de auteur	Eline Beelen 26/02/2026	**Signed by:** Eline Beelen 34FFE8D44BF7498...
Naam van de revisor	Maarten Behiels 26/02/2026	**Ondertekend door:** Maarten Behiels AE709CD4710C4F6...
Naam van de revisor	Michael Borremans 26/02/2026	**Signed by:** Michael Borremans 3446BB75C7734F0...

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

BEMALINGSSTUDIE

Tweede Getijdendok

BIJLAGES



TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Kantoor Gent
Esplanade Oscar Van de Voorde 1
9000 Gent – België
Tel. +32 9 240 09 11
www.tractebel.engie.com

DOSSIER NR.:	P.016898.0500
OPDRACHTGEVER:	PORT OF ANTWERP-BRUGES
OPSTELLERS:	ELINE BEELEN
DATUM:	26-02-2026
REVISOR:	MAARTEN BEHIELS, MICHAEL BORREMANS

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Overzicht bijlagen

Bijlage 1: Interpolatie stijghoogten vast tijdsmoment

Bijlage 2: Overzicht divers met karakteristieken

Bijlage 3: Elektrische geleidbaarheden

Bijlage 4: Maaiveldpeilen in huidige toestand

Bijlage 5: Overzicht bemalingswerken per uitvoeringsperiode

Bijlage 6: Invloedstralen bemaling in de 1e wvl per periode

Bijlage 7: Rekenbladen zettingsberekeningen

Bijlage 8: Rekenbladen Uplift berekeningen

Bijlage 9: Screening bodemonderzoeken mistral webloket OVAM

Bijlage 10: Uittreksels van relevante bodemonderzoeken

Bijlage 11: Retardatiefactoren

Bijlage 12: Wezertool

Bijlage 13: Uitvoeringsplan bemalingswerken

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

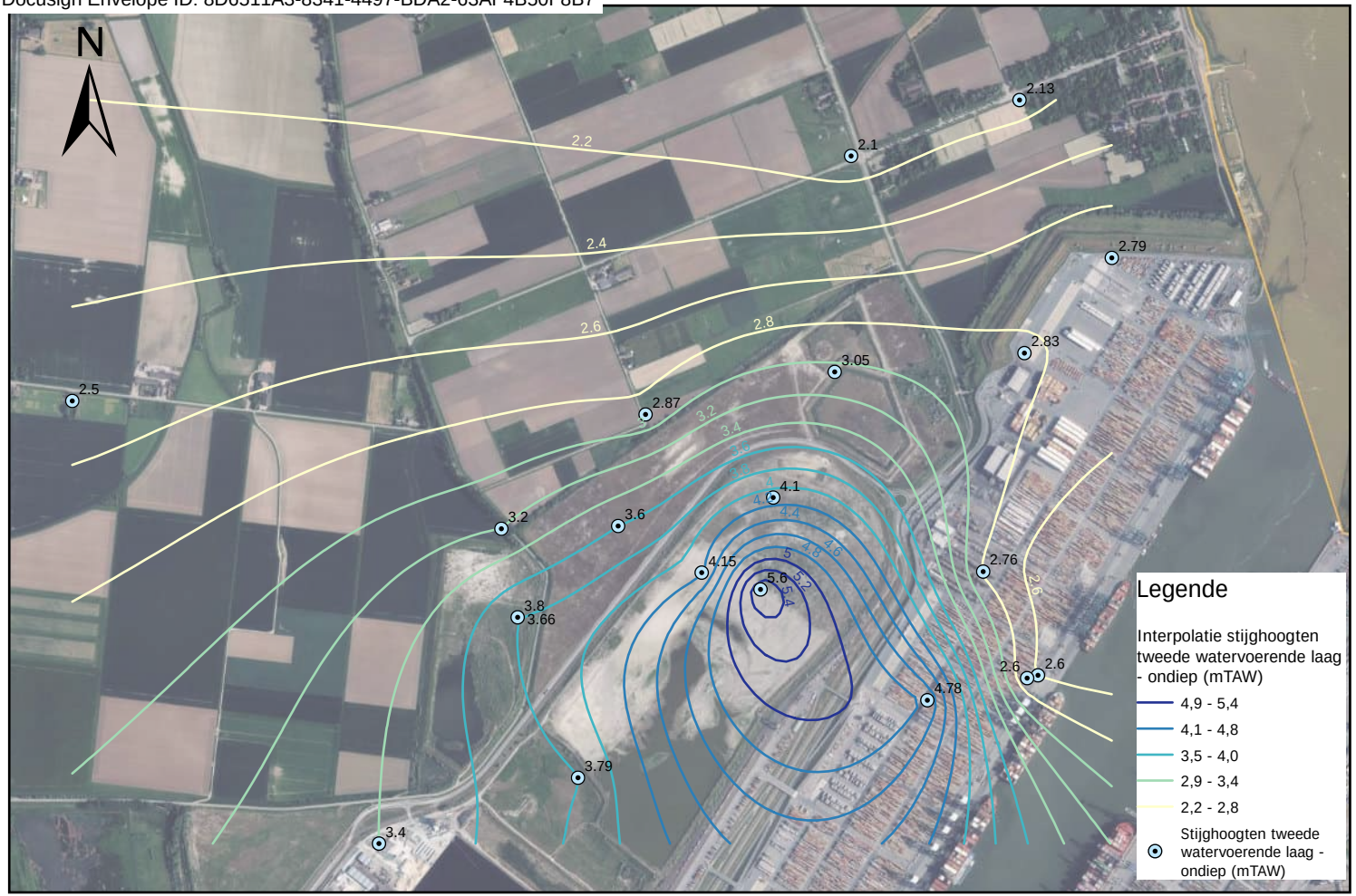
Bijlage 1: Interpolatie stijghoogten vast tijdsmoment

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

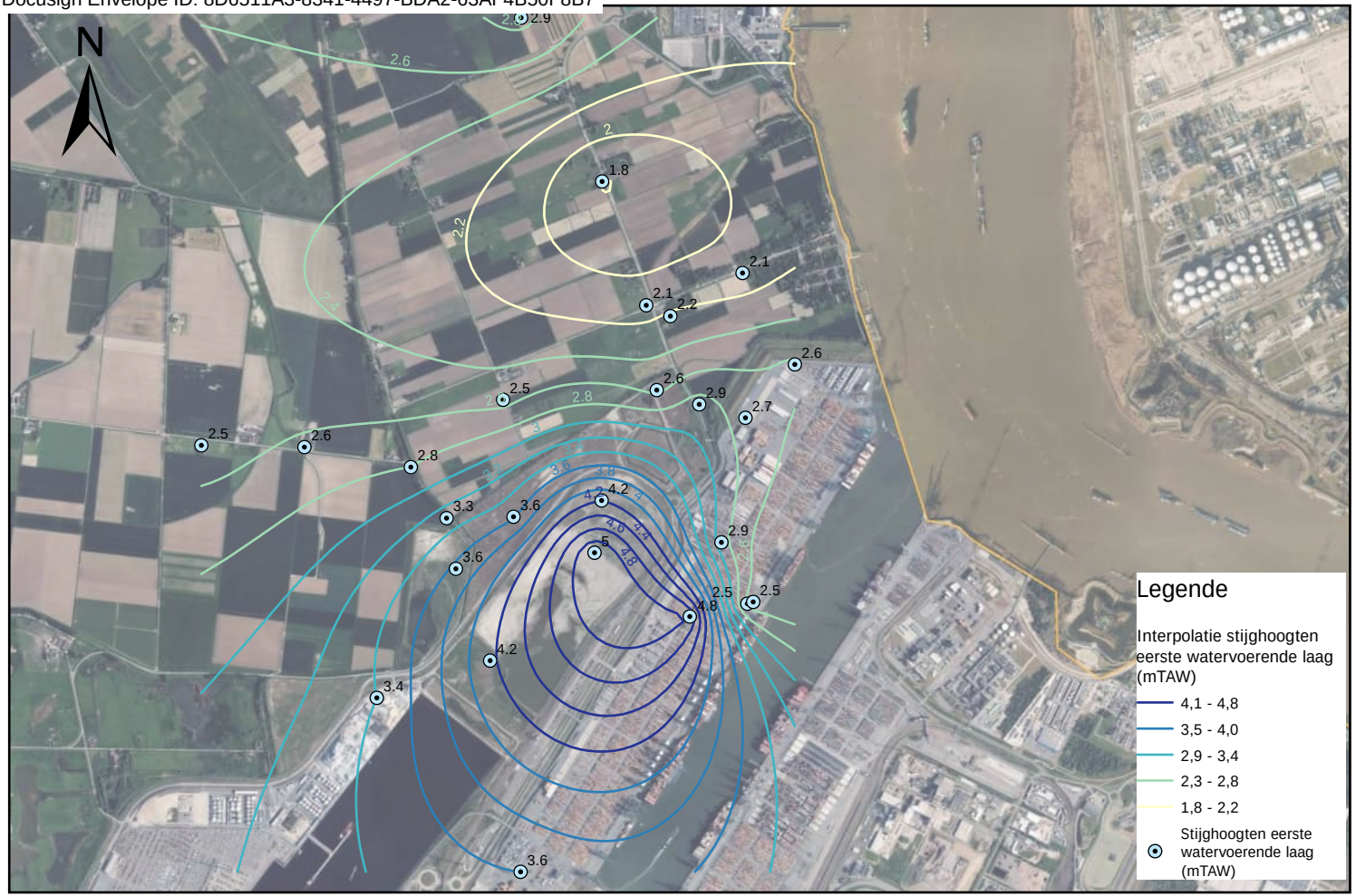
Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



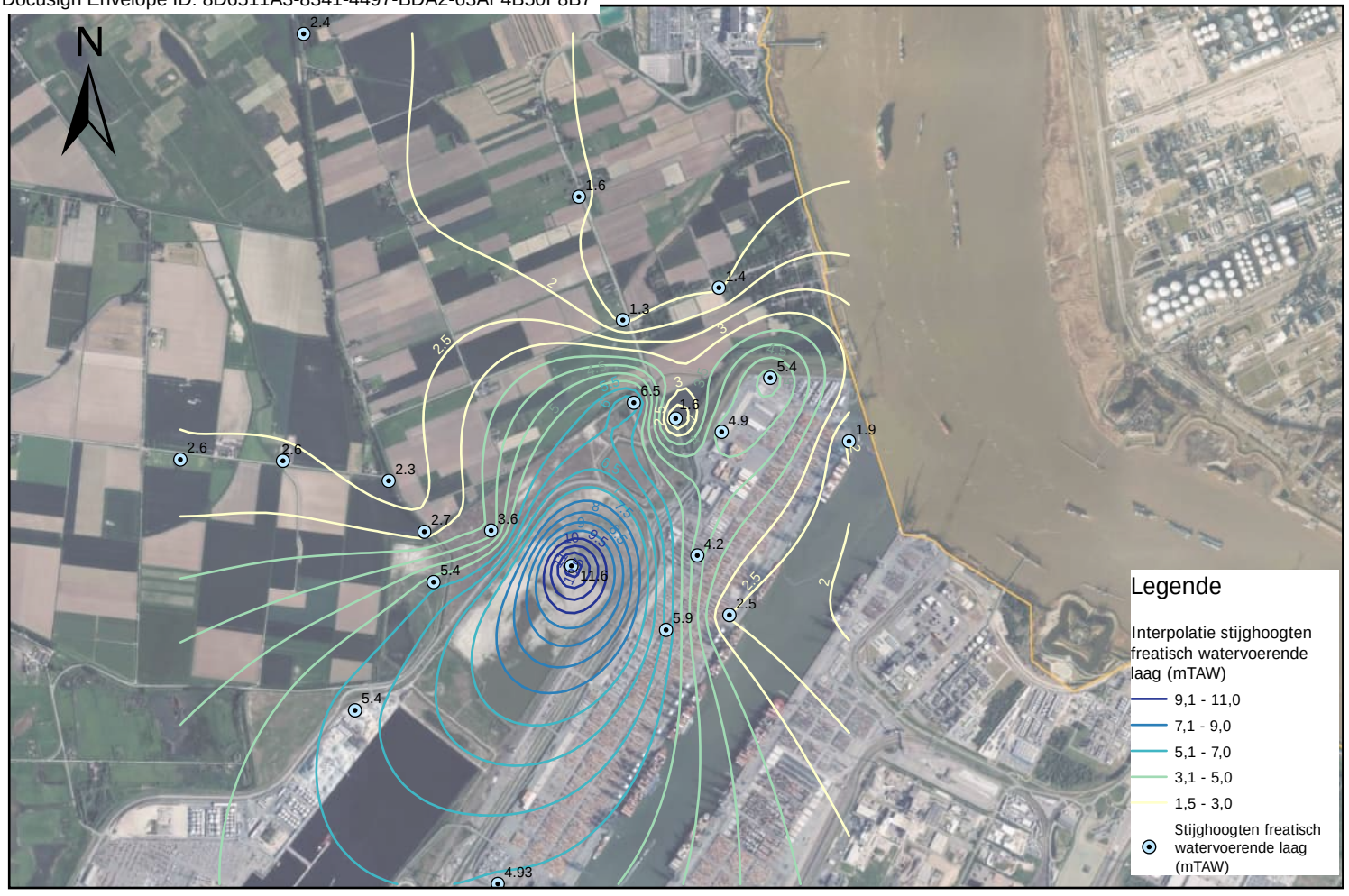
Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Bijlage 2: Overzicht divers met karakteristieken

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Peilbuis	Diepte filter		Minimale grondwaterstand mei en september 2024 (mTAW)	Maximale grondwaterstand mei en september 2024 (mTAW)	Gemiddelde grondwaterstand mei en september 2024 (mTAW)	Gemiddelde grondwaterstand mei en september 2024 (m-mv)
	Van (m-mv)	Tot (m-mv)				
Freatische WVL / Zwevende watertafel						
CKW_PB09	-1,70	-3,70	1,75	2,01	1,92	6,88
D2-01	3,00	1,00	6,03	6,40	6,18	5,72
DN001-1	2,31	-0,69	3,04	3,26	3,15	0,16
DPZ001	0,91	-1,09	0,76	1,42	1,16	0,26
DPZ002	1,25	-0,95	0,83	1,50	1,22	0,33
DPZ004	1,51	-0,69	1,08	1,26	1,18	0,63
DS001_1	1,40	-0,60	2,29	2,78	2,59	0,81
DS002-1	1,79	-0,21	2,39	2,64	2,55	1,24
DS003-1	1,87	-1,13	2,17	2,40	2,32	1,55
ES001-1	-0,20	-1,20	1,11	1,65	1,45	0,35
HD001-1	1,80	-0,20	2,64	2,83	2,77	1,53
KZ_PB18-3	-0,09	-1,09	1,56	1,75	1,68	0,74
OG-B53-1	0,90	-1,10	5,33	5,53	5,43	3,08
OLW001_1	-0,20	-1,20	1,42	1,93	1,71	0,59
OLW002-1	1,44	-1,56	0,58	0,83	0,73	1,41
OLW003_1	-1,80	-2,80	1,15	1,45	1,31	0,39
OT_PB03-3	2,89	0,89	5,32	5,41	5,37	5,52
P2030-1	8,60	6,60	11,16	11,66	11,20	2,41
P2070-1	1,24	-0,77	2,34	2,65	2,56	6,64
P2076-1	3,70	1,70	4,12	4,28	4,24	5,42
PB01-1	2,35	1,85	2,05	2,66	2,36	0,49
PB01-1b	0,91	-0,09	2,08	2,45	2,25	0,66
PB02	0,61	-0,39	1,97	2,39	2,21	0,40
PB04	0,67	-0,33	1,98	2,35	2,20	0,47
PB1004-1	4,20	2,20	4,45	4,64	4,60	4,59
PB1012-1	2,10	0,10	6,43	6,59	6,53	3,87
PB3002-1	4,59	2,59	5,61	5,99	5,81	0,29
PB3007-1	5,03	3,03	5,28	5,48	5,41	5,10
PPZ001-1	1,61	-0,86	1,82	2,01	1,95	1,16
PPZ002-1	2,77	-0,23	3,42	4,16	3,87	0,40
PPZ003-1	2,05	-0,95	3,18	3,48	3,36	0,19

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Peilbuis	Diepte filter		Minimale grondwaterstand mei en september 2024 (mTAW)	Maximale grondwaterstand mei en september 2024 (mTAW)	Gemiddelde grondwaterstand mei en september 2024 (mTAW)	Gemiddelde grondwaterstand mei en september 2024 (m-mv)
	Van (m-mv)	Tot (m-mv)				
PPZ004-1	2,75	-0,25	3,10	3,44	3,33	0,92
PPZ005-1	1,60	-1,40	3,24	3,32	3,28	-0,18
VT_PB02_3	2,96	0,96	4,87	5,00	4,94	5,52
ZB001_1	1,00	0,00	2,29	2,57	2,51	0,49
ZB002-1	1,56	-1,44	2,04	2,20	2,12	0,94
1e WVL						
CD_PB02	-6,20	-8,20	2,44	2,58	2,53	-0,23
CKW-B09-2	-5,20	-7,20	1,95	2,08	2,01	6,79
D1-02	-4,47	-6,47	5,76	5,85	5,80	7,23
DN001-2	-2,39	-5,39	2,89	3,18	3,08	0,24
DPZ006	-2,97	-4,77	0,75	0,92	0,82	0,41
DS001_2	-4,60	-6,60	2,30	2,56	2,47	0,93
DS002-2	-2,50	-5,50	2,44	2,70	2,65	1,15
DS003-2	-3,41	-6,41	2,69	2,86	2,78	1,11
ES001-2	-5,20	-6,20	1,90	2,14	2,06	-0,26
HD001-2	-2,70	-4,70	3,20	3,34	3,29	1,01
KZ_PB18-2	-5,59	-7,59	2,67	3,01	2,86	-0,44
OG_PB18	-8,60	-10,60	2,08	2,32	2,19	0,21
OG_PB29	-8,30	-10,30	2,38	2,58	2,47	-0,77
OG-B53-2	-6,35	-8,35	3,55	3,70	3,67	4,83
OLW001_2	-6,70	-7,70	1,68	1,94	1,82	0,49
OLW002-2	-4.50	-7.50	1,97	2,15	2.07	0.43
OLW003_2	-8.30	-10.30	2,00	2,20	2.12	-0.42
OT_PB03-2	-5.11	-7.11	2,25	2,77	2.51	8.38
P2030-2	-5.40	-7.40	4,84	5,15	4.90	8.38
P2031-2	-6.97	-8.97	6,63	6,78	6.66	5.34
P2070-2	-4.72	-6.72	2,37	2,73	2.58	6.62
P2076-2	-4.30	-6.30	2,60	3,08	2.92	6.60
PB01_2	-5.01	-6.01	2,04	2,83	2.51	0.49
PB1001-2	-9.75	-11.75	3,99	4,25	4.16	4.59
PB1004-2	-4.81	-6.81	3,22	3,61	3.44	5.76
PB1006-1	-2.70	-4.70	3,47	3,65	3.58	7.22

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Peilbuis	Diepte filter		Minimale grondwaterstand mei en september 2024 (mTAW)	Maximale grondwaterstand mei en september 2024 (mTAW)	Gemiddelde grondwaterstand mei en september 2024 (mTAW)	Gemiddelde grondwaterstand mei en september 2024 (m-mv)
	Van (m-mv)	Tot (m-mv)				
PB1006-2	-4.70	-6.70	3,43	3,61	3.54	7.26
PB1008-2	-7.51	-9.51	4,18	4,20	4.19	9.29
PB1012-2	-6.90	-8.90	2,40	2,67	2.54	7.86
PB3002-2	-4.85	-6.85	3,29	3,41	3.38	2.73
PB3007-2	-2.95	-4.95	3,50	3,66	3.55	6.95
PPZ001bis-2	-5.01		2,80	3,13	2.96	0.08
PPZ002-2	-6.22	-9.52	2,91	3,33	3.14	1.14
PPZ003-2	-6.47	-9.47	3,04	3,28	3.19	0.34
PPZ004-2	-5.03	-8.13	2,56	2,79	2.69	1.58
PPZ005-2	-6.91	-9.81	2,59	2,80	2.70	0.39
VT_PB02_2	-7.03	-9.03	2,45	2,83	2.67	7.80
ZB001_2	-8.50	-10.50	2,74	2,96	2.85	0.15
ZB002-2	-6.44	-9.44	2,44	2,65	2.56	0.50
2e WVL (ondiep)						
CKW-B09-3	-15.20	-17.20	1,99	2,43	2.26	6.54
DS001_3	-12.60	-14.60	2,32	2,54	2.46	0.94
ES001-3	-17.20	-18.20	1,92	2,19	2.07	-0.27
HD001-3	-8.70	-10.70	3,26	3,26	3.21	1.09
KZ_PB18-1	-13.59	-15.59	2,44	2,80	2.64	-0.22
OG-B53-3	-12.10	-14.10	3,58	3,80	3.71	4.79
OLW003_3	-18.30	-19.30	1,83	1,98	1.91	-0.21
P2030-3	-12.40	-14.40	5,51	5,90	5.61	8.03
P2031-3	-14.00	-16.00	5,04	5,13	5.10	6.90
P2070-3	-14.72	-16.72	2,32	2,84	2.54	6.66
P2076-3	-14.30	-16.30	2,42	2,98	2.68	6.85
PB1001-3	-16.76	-18.76	3,70	3,85	3.80	4.94
PB1004-3	-14.84	-16.84	3,23	3,61	3.47	5.73
PB1006-3	-13.20	-15.20	3,48	3,66	3.59	7.21
PB1008-3	-14.51	-16.51	4,08	4,11	4.10	9.39
PB1012-3	-14.90	-16.90	2,39	2,67	2.53	7.87
PB3002-3	-11.85	-13.85	3,32	3,47	3.41	2.69
PB3007-3	-13.93	-15.93	3,45	3,68	3.58	6.92

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Peilbuis	Diepte filter		Minimale grondwaterstand mei en september 2024 (mTAW)	Maximale grondwaterstand mei en september 2024 (mTAW)	Gemiddelde grondwaterstand mei en september 2024 (mTAW)	Gemiddelde grondwaterstand mei en september 2024 (m-mv)
	Van (m-mv)	Tot (m-mv)				
2e WVL (Diep)						
CG_PB07	-26.40	-28.40	3,45	3,74	3.59	9.44
CG_PB13	-24.60	-26.60	3,86	4,06	3.97	7.93
KG_PB06	-22.34	-24.34	2,89	3,17	3.04	9.12
KG_PB20	-22.56	-24.56	3,79	4,00	3.92	10.02
KG_PB35	-24.19	-26.19	3,78	3,94	3.85	2.96
OG_B53	-28.00	-30.00	3,69	3,85	3.79	4.72
OG_PB39	-22.60	-24.60	2,77	2,92	2.85	-0.45
OT_PB03-1	-24.58	-26.58	2,29	2,74	2.50	8.42
P2030-4	-26.37	-28.37	3,84	4,15	3.92	9.72
P2031-4	-20.00	-22.00	3,809	3,904	3.86	8.14
P2070-4	-19.73	-21.73	2,388	2,59	2.50	6.70
P2076-4	-22.20	-24.20	2,48	3,01	2.79	6.78
PB1001-4	-26.72	-28.72	3,87	4,04	3.97	4.81
PB1004-4	-23.78	-25.78	3,341	3,574	3.46	5.73
PB1012-4	-24.10	-26.10	2,445	2,722	2.59	7.81
PB3002-4	-21.37	-23.37	3,39	3,55	3.49	2.61
PB3007-4	-20.86	-22.86	3,46	3,69	3.58	6.92
VT_PB02_1	-22.57	-24.57	2,57	2,97	2.82	7.62

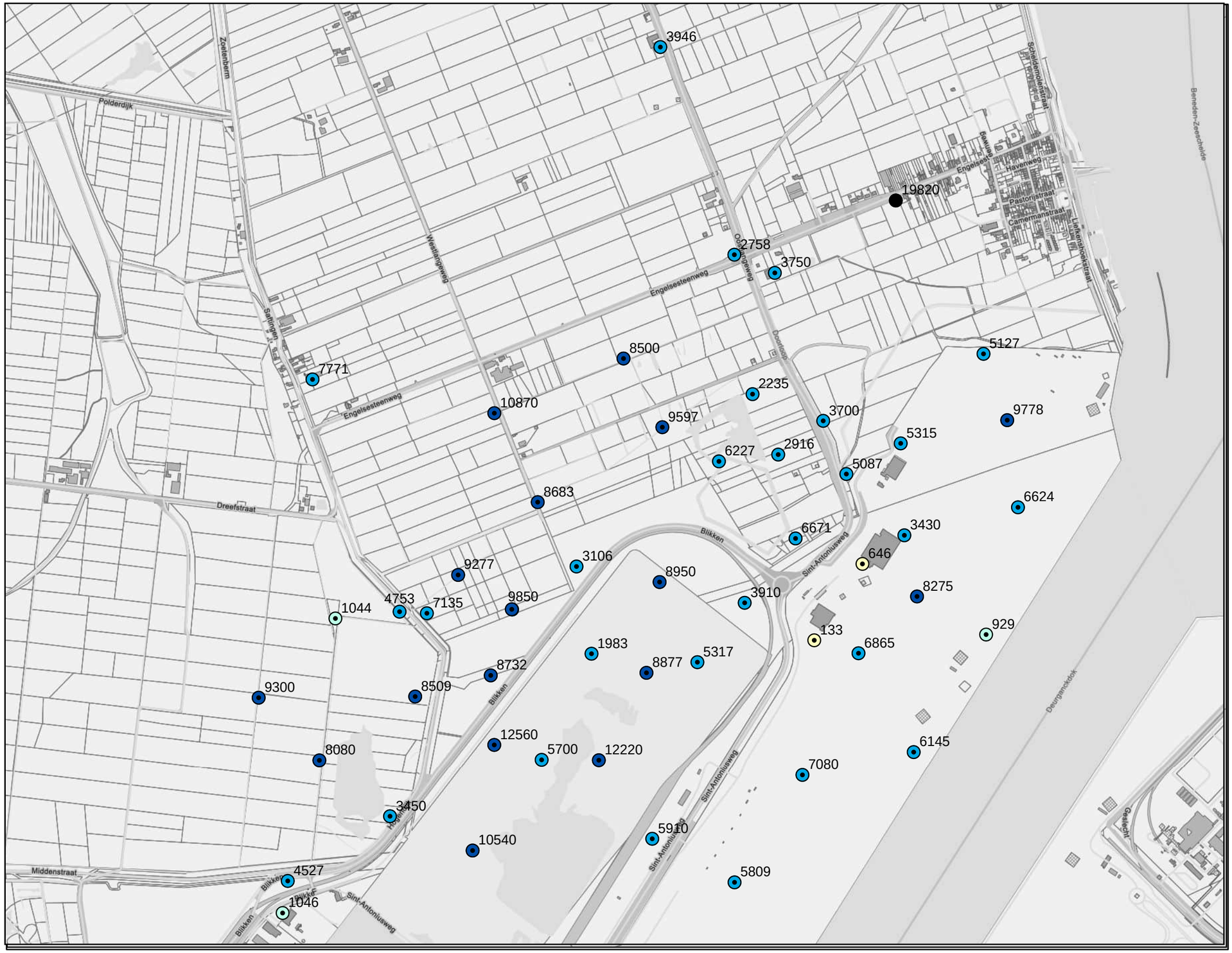
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Bijlage 3: Elektrische geleidbaarheden

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



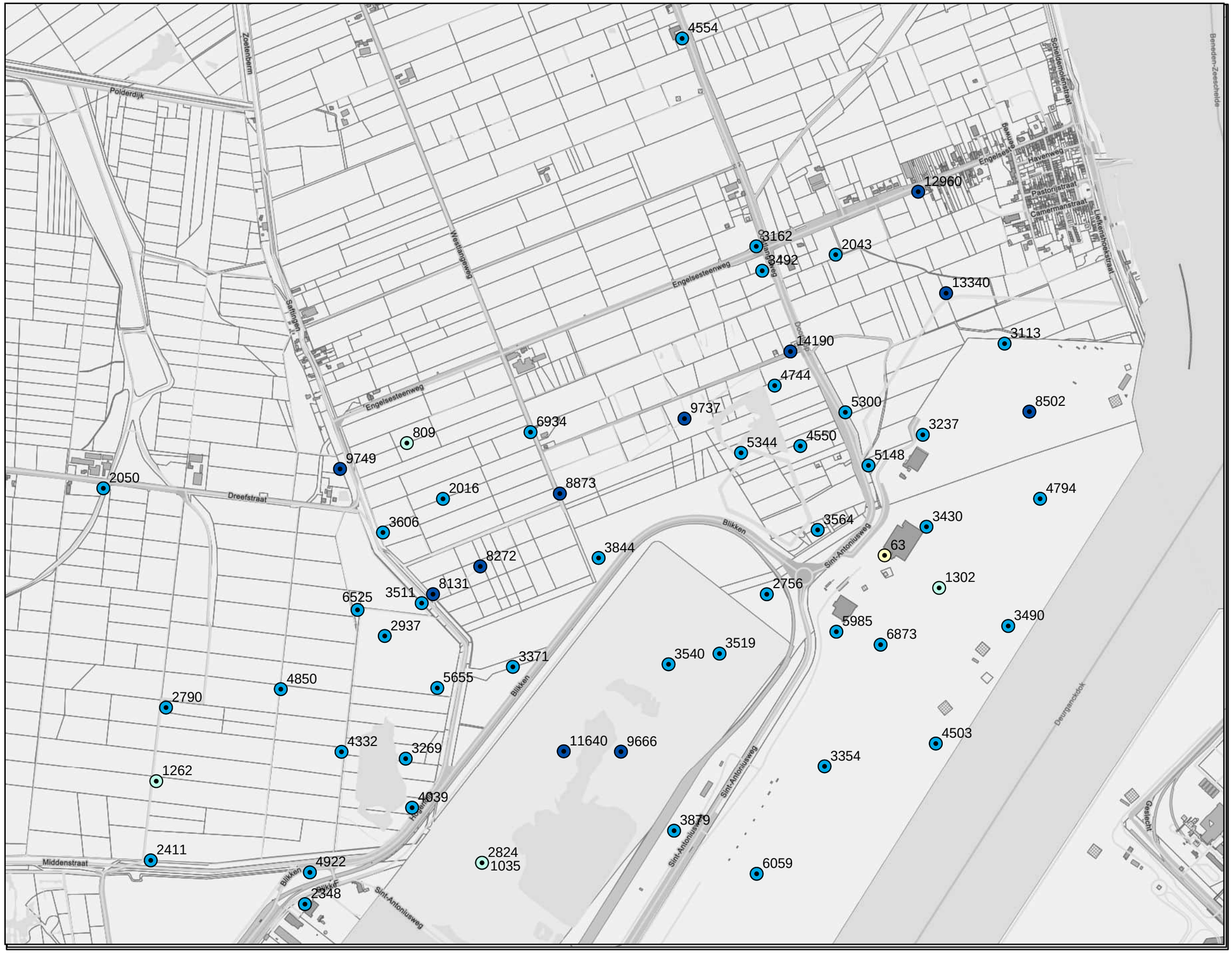
Legende

Geleidbaarheid eerste watervoerende laag (µS/cm).

- 133 - 800 (Zoet water)
- 801 - 1700 (zeer licht brak water)
- 1701 - 8000 (licht brak water)
- 8001 - 15000 (medium brak water)
- 15001 - 20000 (brak water)

Titel: Geleidbaarheid in de eerste watervoerende laag.			Formaat: A3	N
Projectnummer: P.016898	Datum: 10/06/2024	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges + Vlaamse Overheid, Departement Mobiliteit & Openbare Werken, Maritieme Toegang + Maatschappij Linkerscheldeoever	0 5 10 20 Meter	
Projectnaam: pompproeven Tweede Getijdendok				

TRACTEBEL ENGIE



Legende

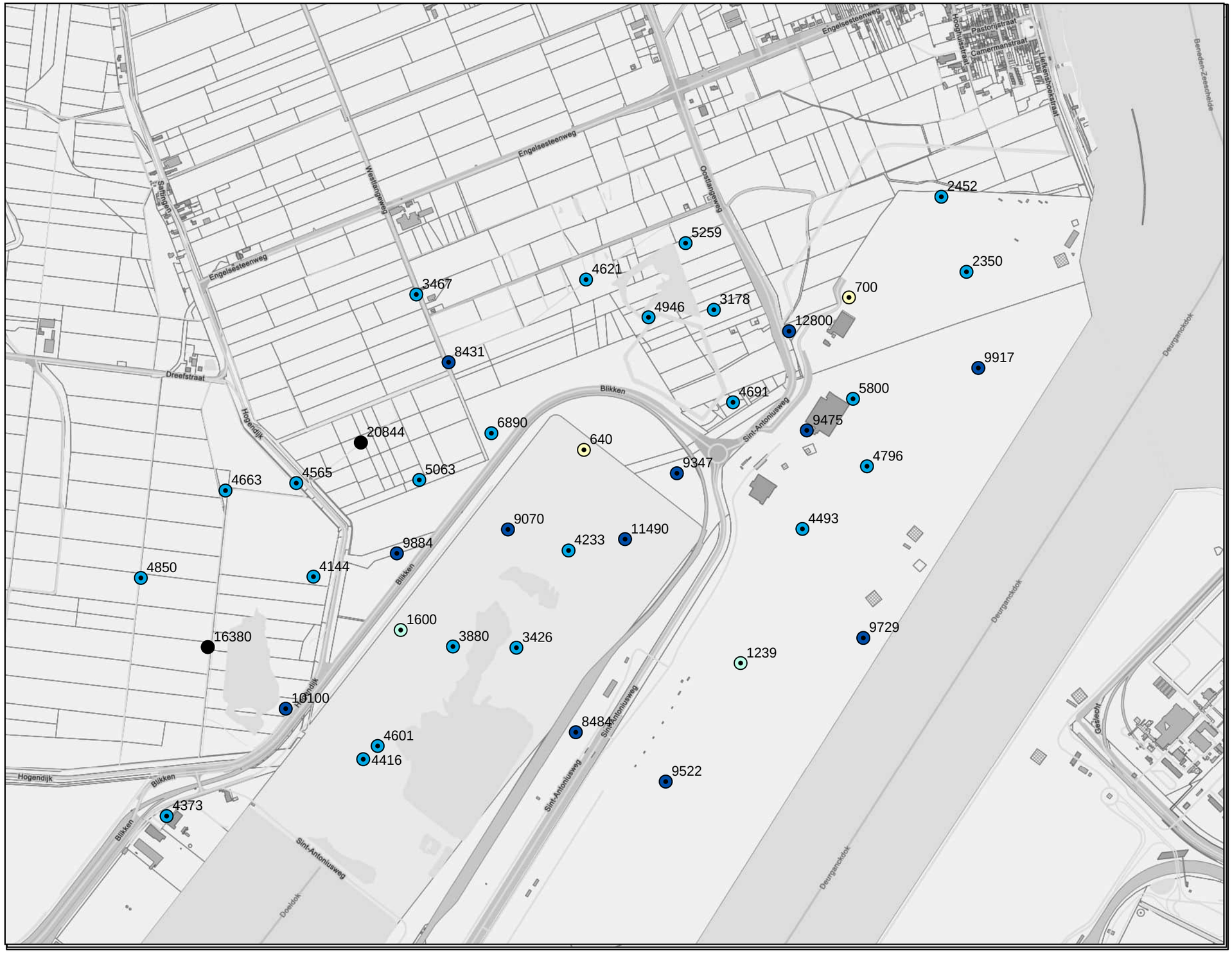
geleidbaarheid freatisch watervoerende laag (µS/cm).

- 63 - 800 (Zoet water)
- 801 - 1700 (zeer licht brak water)
- 1701 - 8000 (licht brak water)
- 8001 - 15000 (medium brak water)

Titel: Geleidbaarheid in de freatisch watervoerende laag.			Formaat: A3
Projectnummer: P.016898	Datum: 10/06/2024	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges + Vlaamse Overheid, Departement Mobiliteit & Openbare Werken, Maritieme Toegang + Maatschappij Linkerscheldeoever	N
Projectnaam: pompproeven Tweede Getijdendok			0 5 10 20 Meter

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

geleidbaarheid tweede watervoerende laag - diep (µS/cm)

- 180 - 800 (Zoet water)
- 801 - 1700 (zeer licht brak water)
- 1701 - 8000 (licht brak water)
- 8001 - 15000 (medium brak water)
- 15001 - 30000 (brak water)

Titel: Geleidbaarheid in de tweede watervoerende laag - ondiep.

Formaat: A3

Projectnummer: P.016898

Datum: 10/06/2024

Projectnaam: pompproeven Tweede Getijdendok

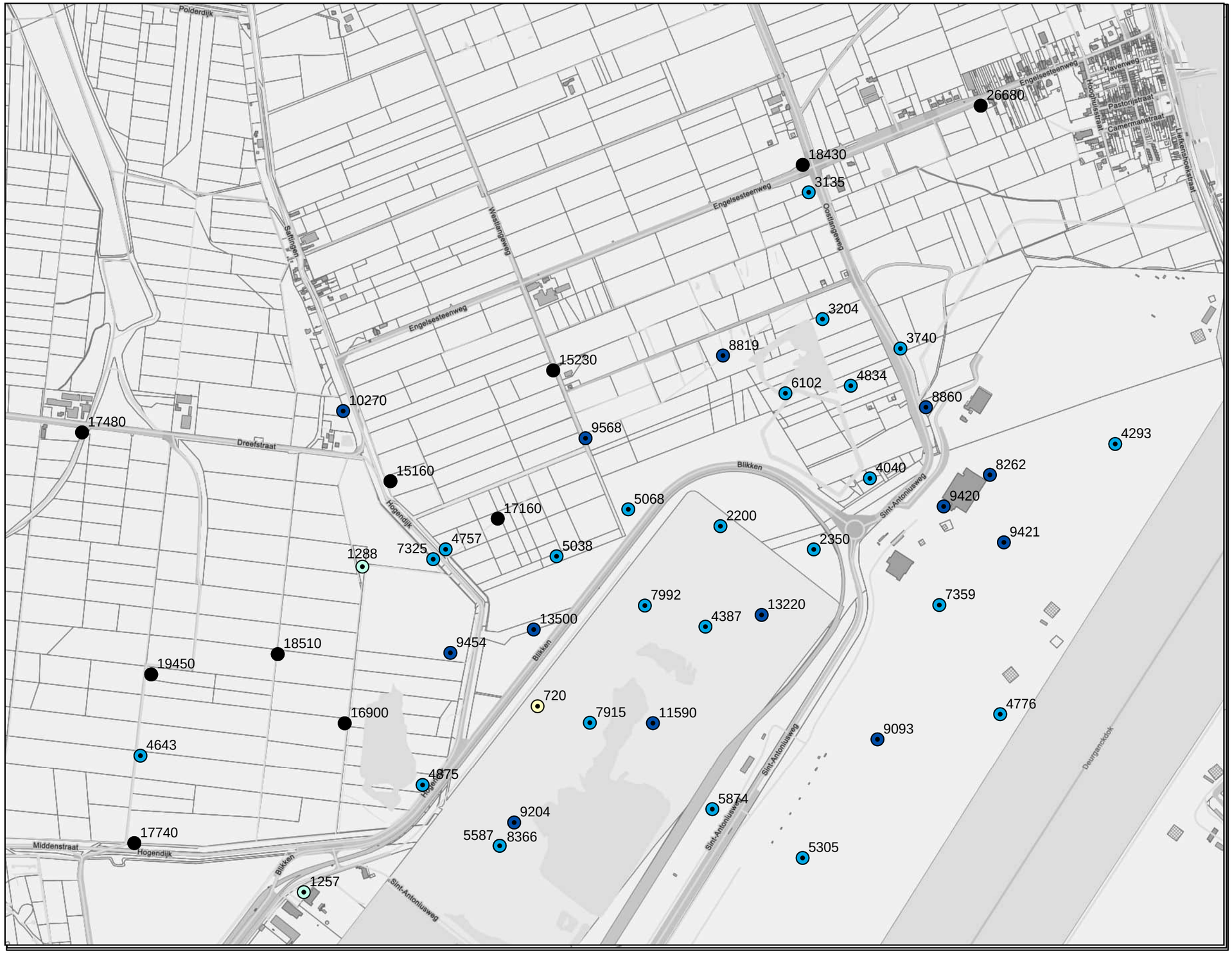
Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges + Vlaamse Overheid, Departement Mobiliteit & Openbare Werken, Maritieme Toegang + Maatschappij Linkerscheldeoever

N

0 5 10 20 Meter

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

geleidbaarheid tweede watervoerende laag - ondiep (µS/cm)

- 180 - 800 (Zoet water)
- 801 - 1700 (zeer licht brak water)
- 1701 - 8000 (licht brak water)
- 8001 - 15000 (medium brak water)
- 15001 - 30000 (brak water)

Titel: Geleidbaarheid in de tweede watervoerende laag - diep.			Formaat: A3	N
Projectnummer: P.016898	Datum: 10/06/2024	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges + Vlaamse Overheid, Departement Mobiliteit & Openbare Werken, Maritieme Toegang + Maatschappij Linkerscheldeoever	0 5 10 20 Meter	
Projectnaam: pompproeven Tweede Getijdendok				

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Bijlage 4: Maaiveldpeilen in huidige toestand

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Nota :
Peilen in m TAW
Coördinaten in Lambert 72

0 100 250 500m

TRACTEBEL ENGIE

Tractebel Engineering N.V. Esplanadestraat 1 8400 Oostende

Port of Antwerp

Havenhuis Zaha Hadidplein 1 2030 Antwerpen

Ontwerpstudie Tweede Getijdendok
Schetsontwerp

Grondplan bestaande maaiveldpeilen

Rev	Datum	Get	Wijziging
0	29/01/2021	FVH	Eerste uitgave
A	01/04/2021	DPK	Update
B	27/05/2021	DPK	Toevoegen variante Duplex

Opgemaakt door:
TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Expl. Oscar Van De Voorde 1
B-9000 Gent
Tel. +32 249 09 11
Fax. +32 9 240 09 00

Gezien en voorgesteld:

TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Esplanadestraat 1
B-8400 Oostende
Tel.: +32 59 34 03 60
Fax.: +32 59 34 03 99

9000 Gent
Expl. Oscar Van de Voorde 1
Tel.: +32 9 249 09 11

2018 Antwerpen
Leopold de Waelplaat 66
Tel.: +32 3 270 92 92

3000 Hasselt
Egelbeo3,23
Tel.: +32 11 28 86 00

5000 Namen
Boulevard de Merckem 60
Tel.: +32 81 58 42 02

MAATSCHAPPELIJKE ZETEL : SIMON BOLIVARLAAN 34-36 B-1000 BRUSSEL

Datum	29/01/2021
Tekenaar	FVH
Gecontroleerd	DRB
Gezien	CBO
Referentie	P016898-TEK-A-1001_B_IFA.dwg
Brontekening	
Bestelnummer	B10724-2
Totaal aantal plannen	1/1
Status	IFA
Schaal	1:3333
Formaat	1180x840
Projectie	
Plannummer	TEK-A-1001_B

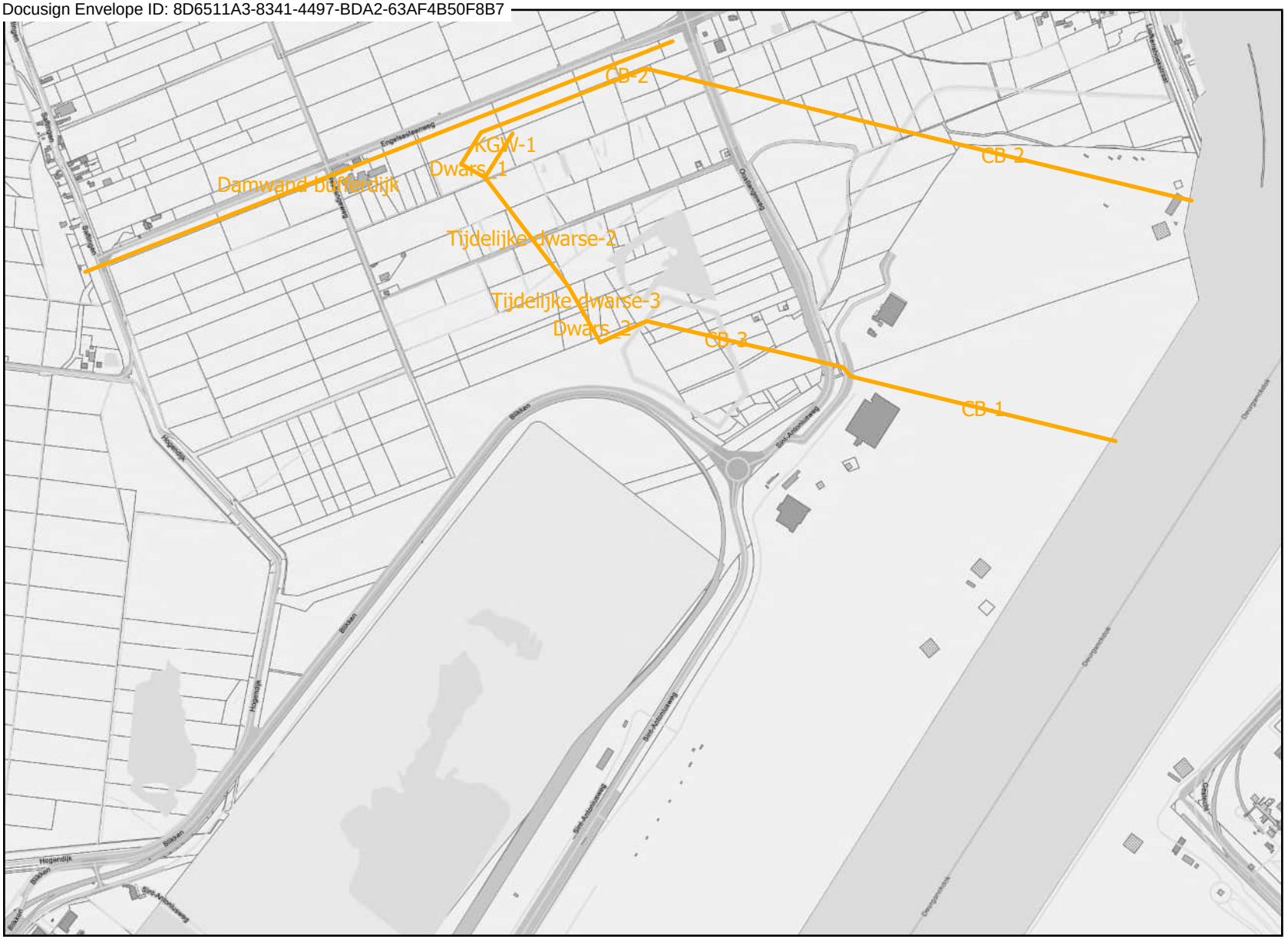
\\d10.tes.local\SESAME1\BUSINFRA&ENV\IN13\PROJECTS\P016898_PO4Z\DOC\DCAD\SDCAD\SD_Produit\P016898-TEK-A-1001_B_IFA.dwg
Afgedrukt door Dave Vranken op datum 27 mei 2021 08:46:00

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Bijlage 5: Overzicht bemalingswerken per uitvoeringsperiode

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

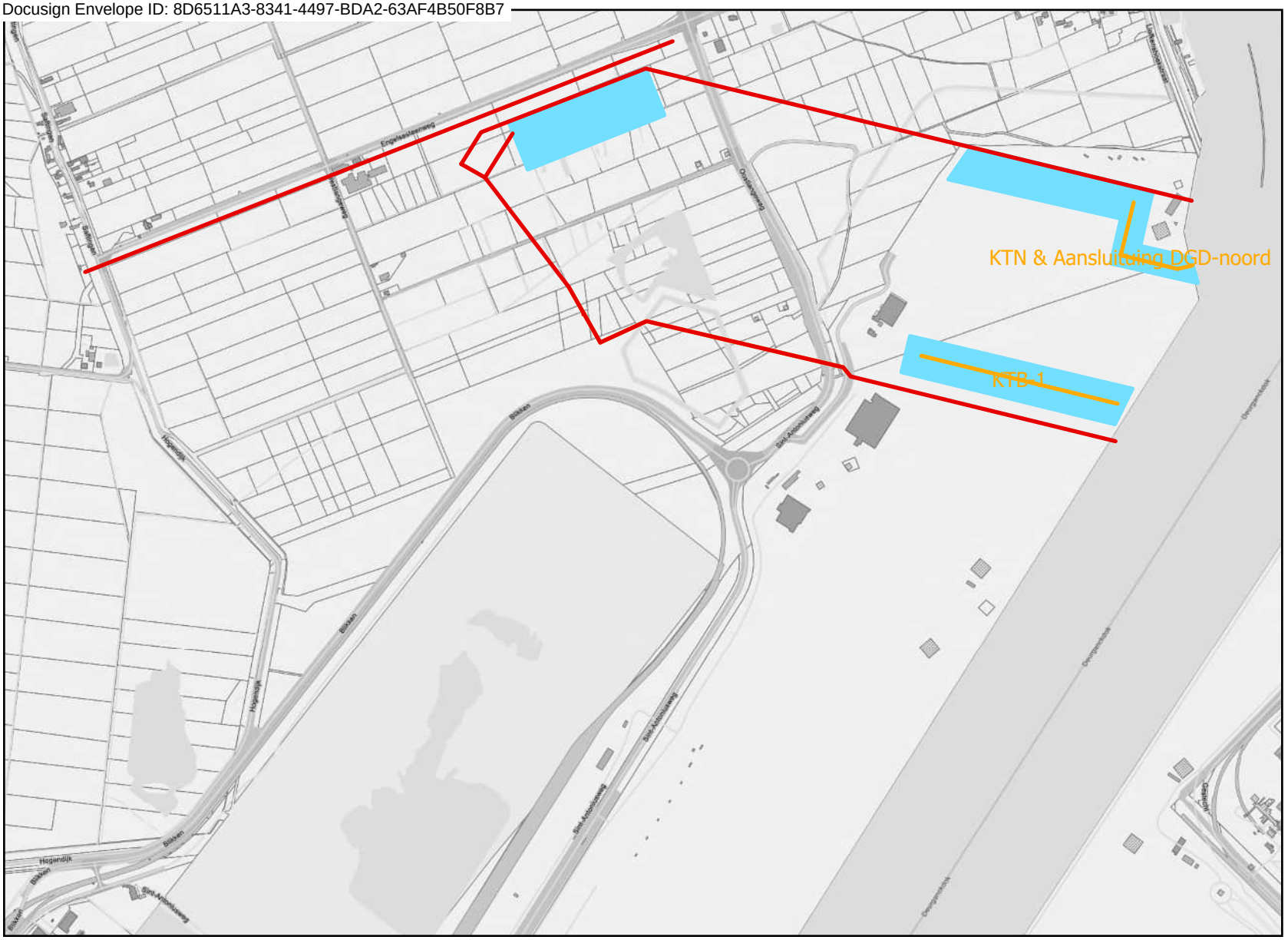
- Opbouw wanden

Bemalingswerken - Periode 0

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 20/03/2025	Schaal 1:13.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 195 390 780 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

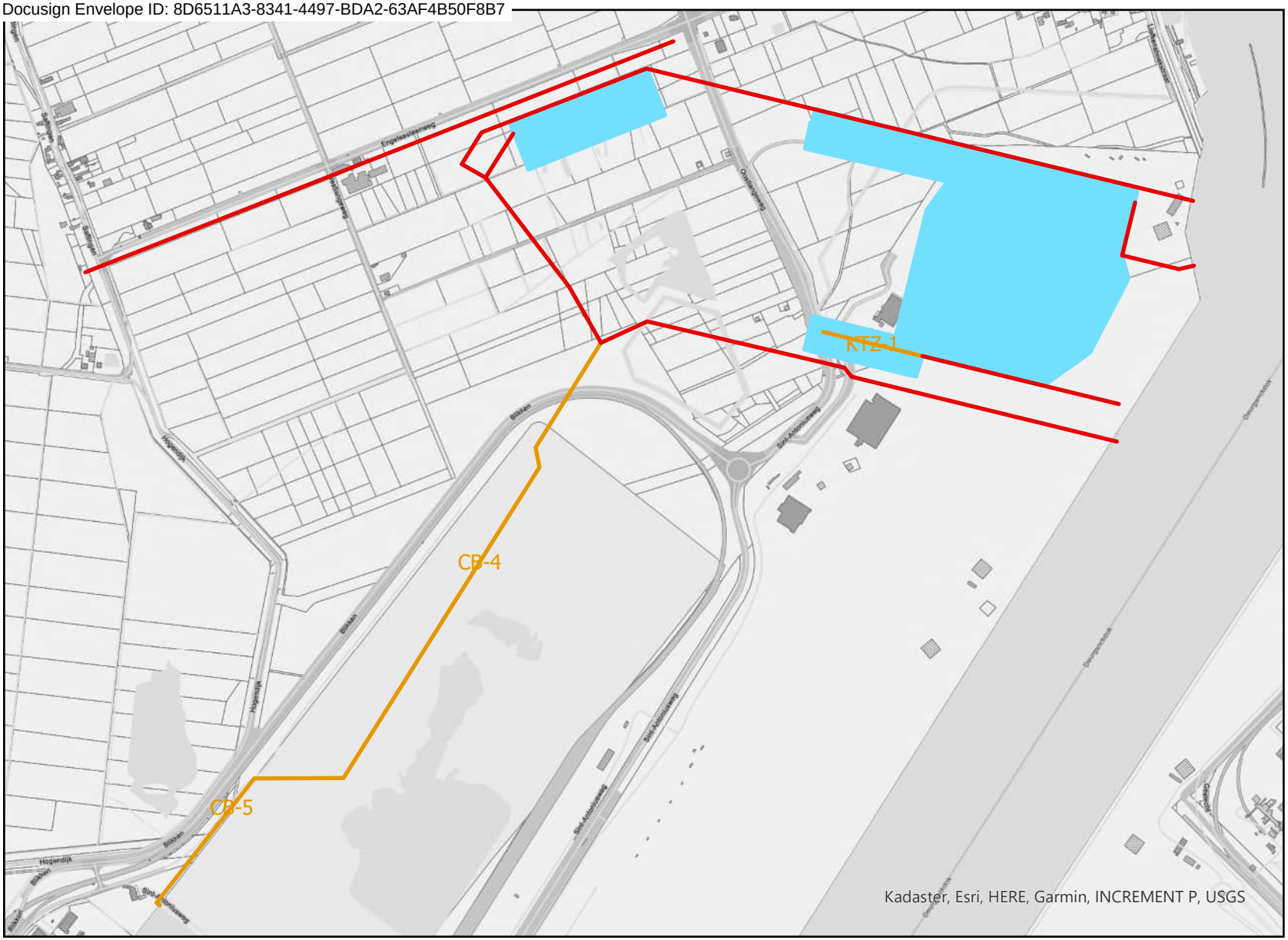
- Bestaande wanden
- Opbouw wanden
- Bemalingszone

Bemalingswerken - Periode 1

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 20/03/2025	Schaal 1:13.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 195 390 780 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

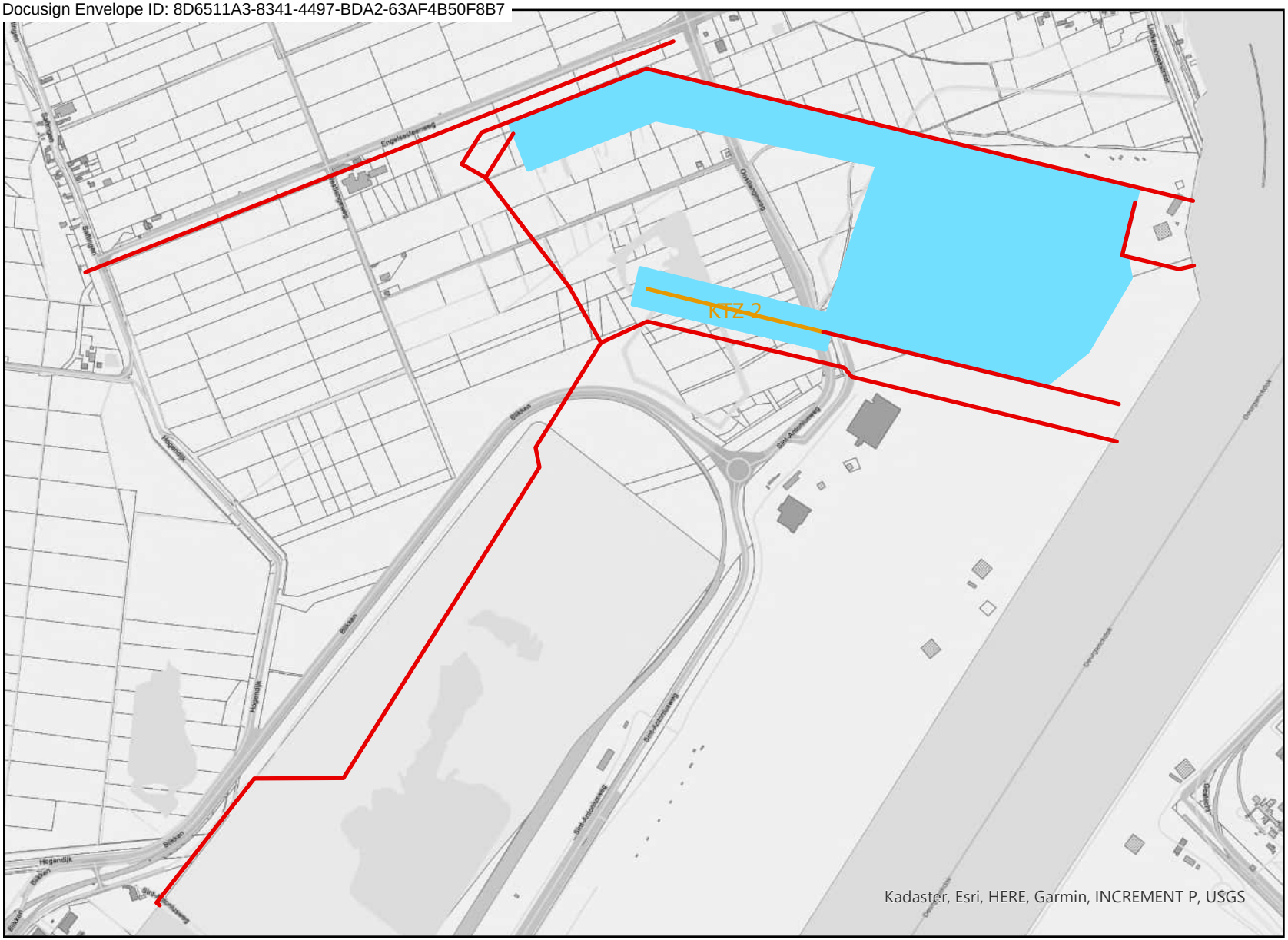
- Bestaande wanden
- Opbouw wanden
- Bemalingszone

Bemalingswerken - Periode 2

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 21/01/2025	Schaal 1:13.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 195 390 780 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

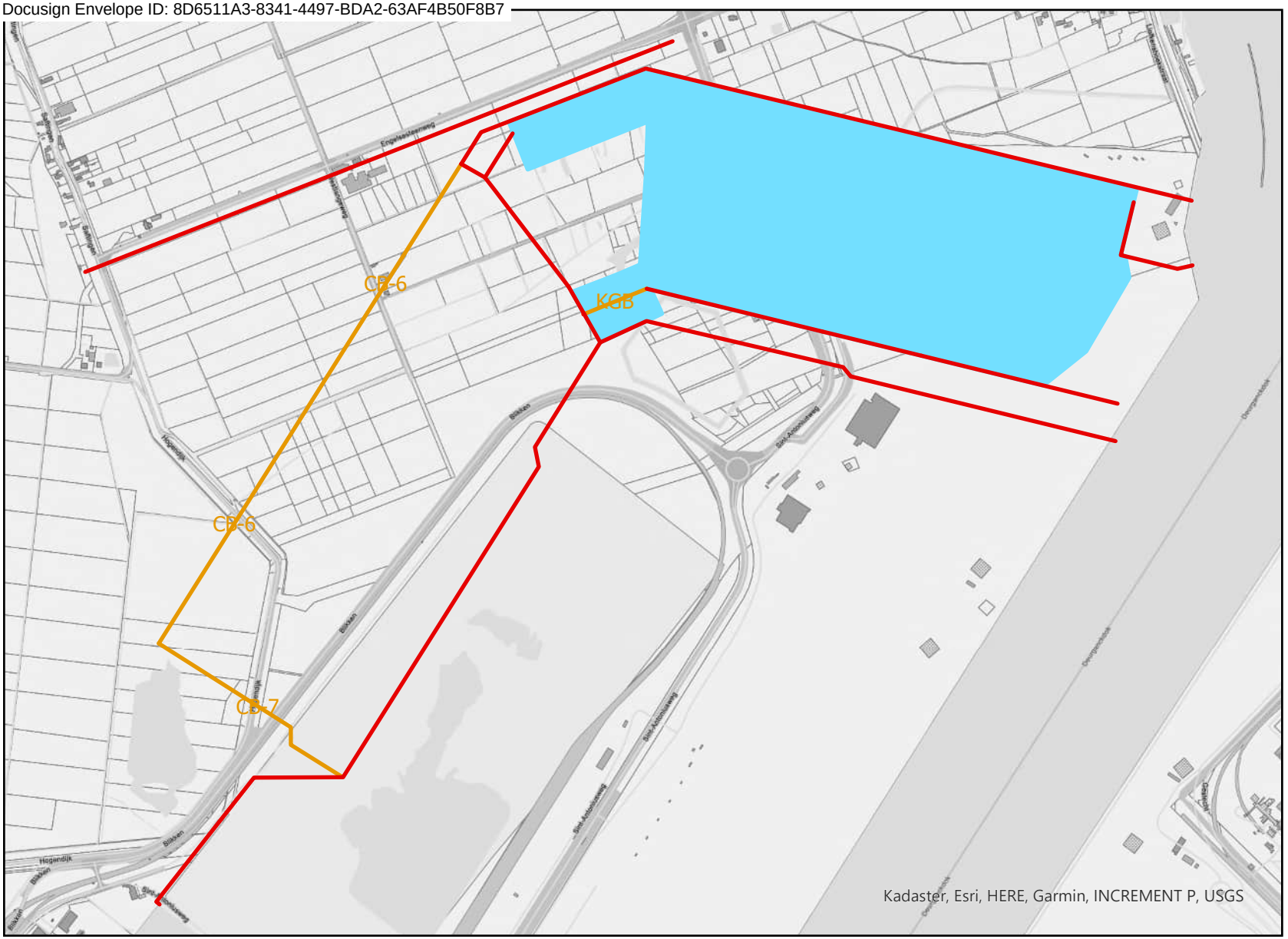
- Bestaande wanden
- Opbouw wanden
- Bemalingszone

Bemalingswerken - Periode 3

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 21/01/2025	Schaal 1:13.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 195 390 780 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

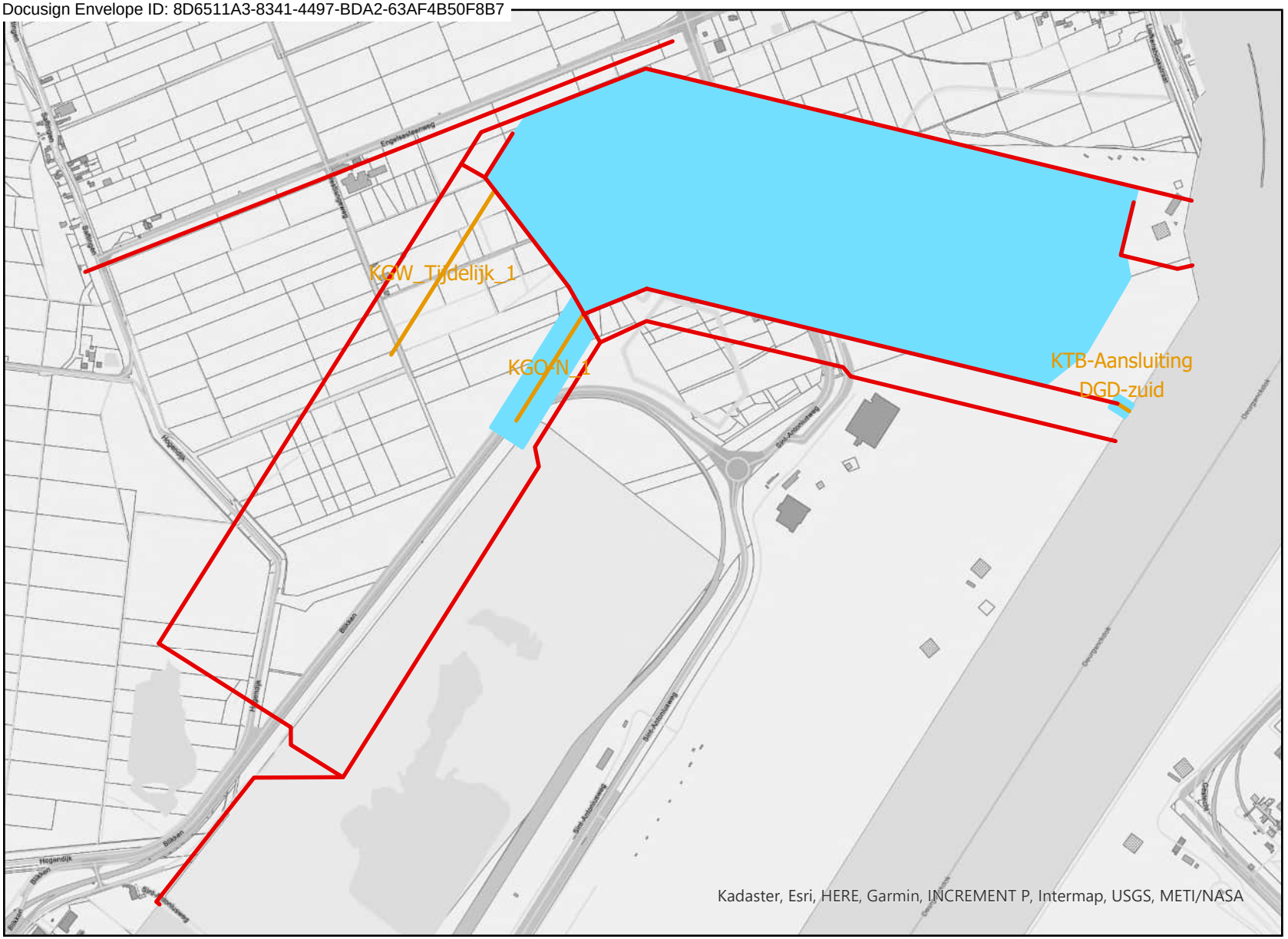
- Bestaande wanden
- Opbouw wanden
- Bemalingszone

Bemalingswerken - Periode 4

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 21/01/2025	Schaal 1:13.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 195 390 780 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

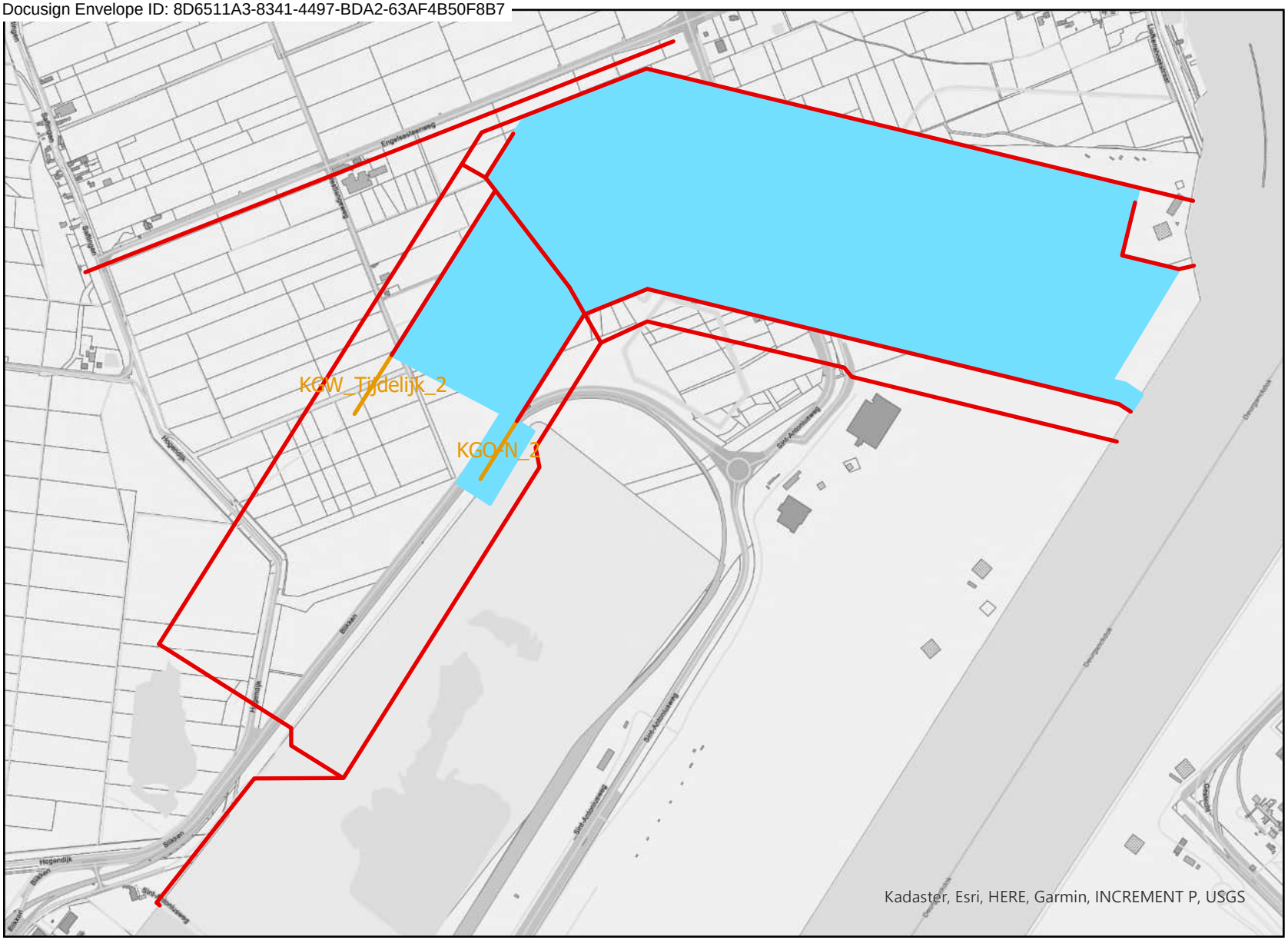
- Bestaande wanden
- Opbouw wanden
- Bemalingszone

Bemalingswerken - Periode 5a

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 21/01/2025	Schaal 1:13.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 195 390 780 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

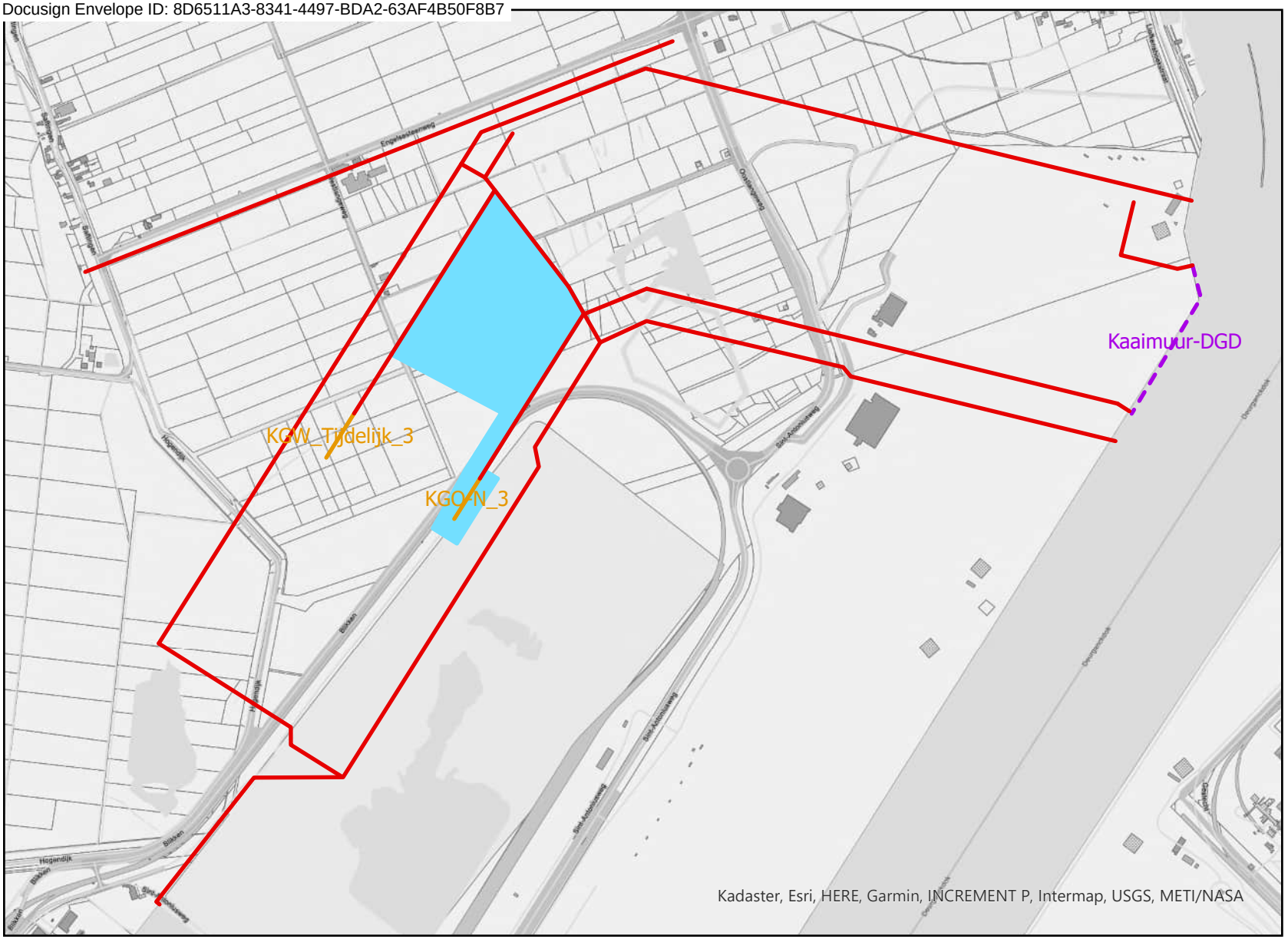
- Bestaande wanden
- Opbouw wanden
- Bemalingszone

Bemalingswerken - Periode 5b

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 21/01/2025	Schaal 1:13.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 195 390 780 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

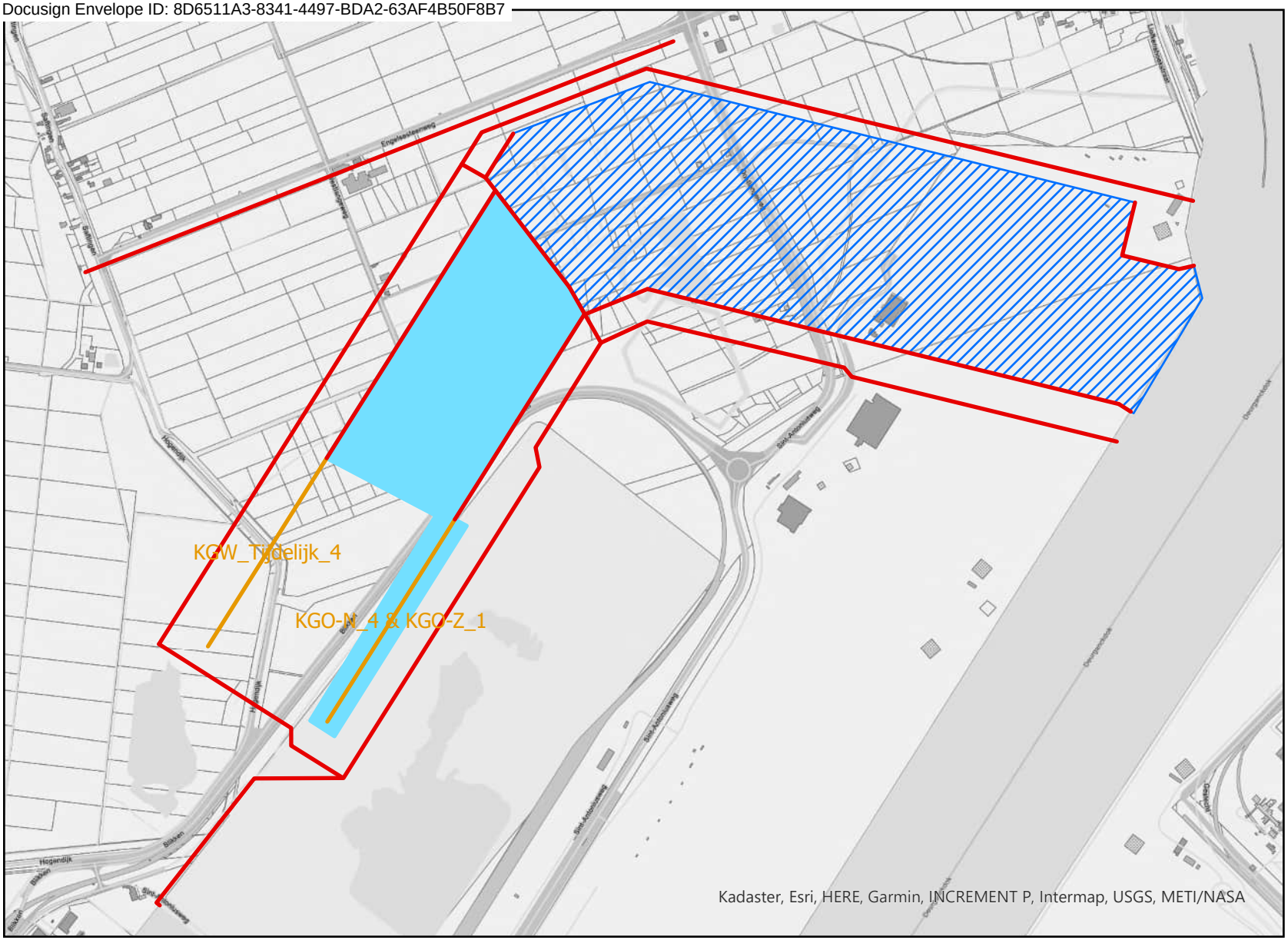
- Bestaande wanden
- Opbouw wanden
- Afbraak wanden
- Bemalingszone

Bemalingswerken - Periode 6a

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 21/01/2025	Schaal 1:13.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 195 390 780 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

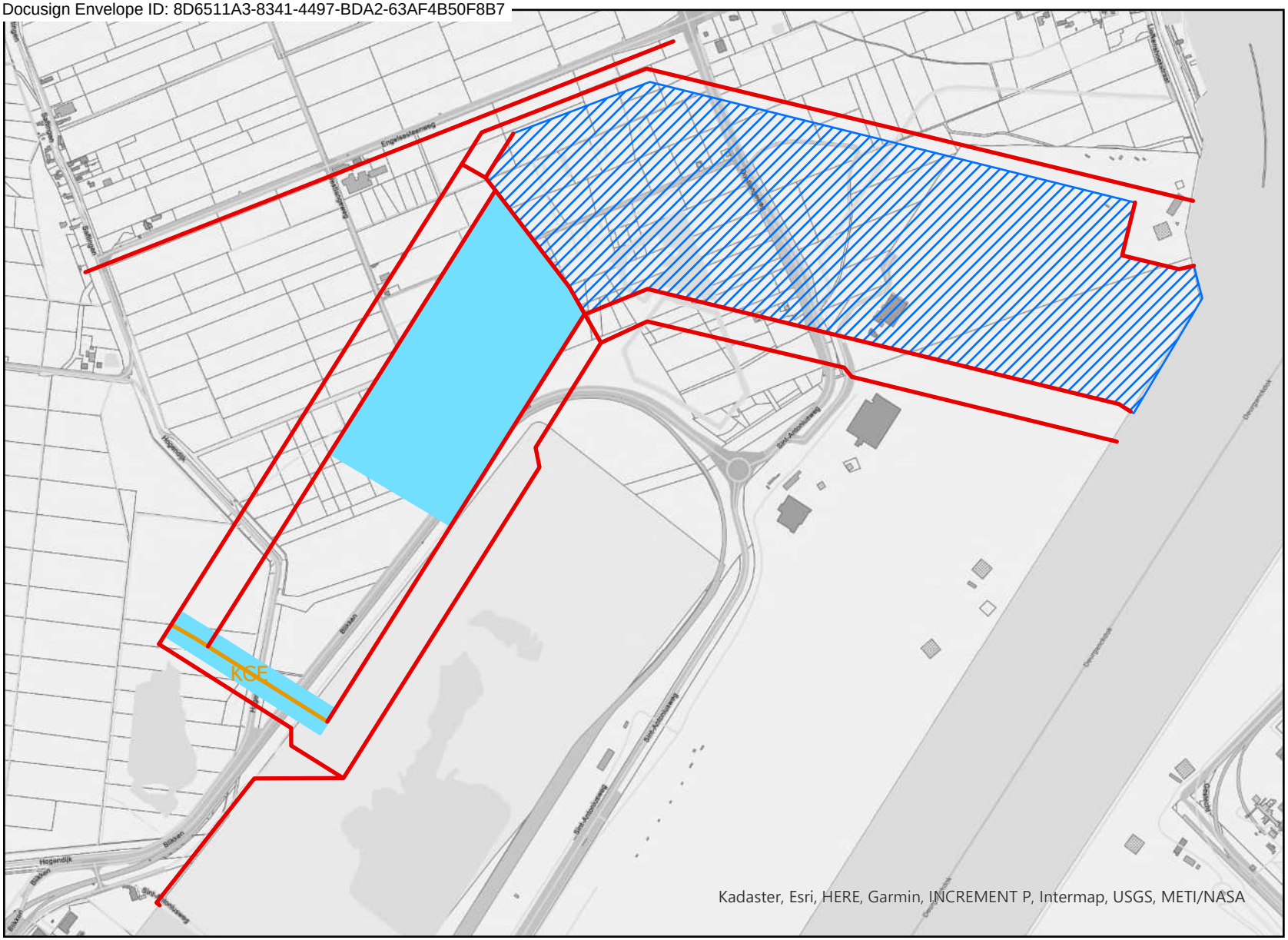
- Bestaande wanden
- Opbouw wanden
- Bemalingszone
- 2GD

Bemalingswerken - Periode 6b

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 21/01/2025	Schaal 1:13.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 195 390 780 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

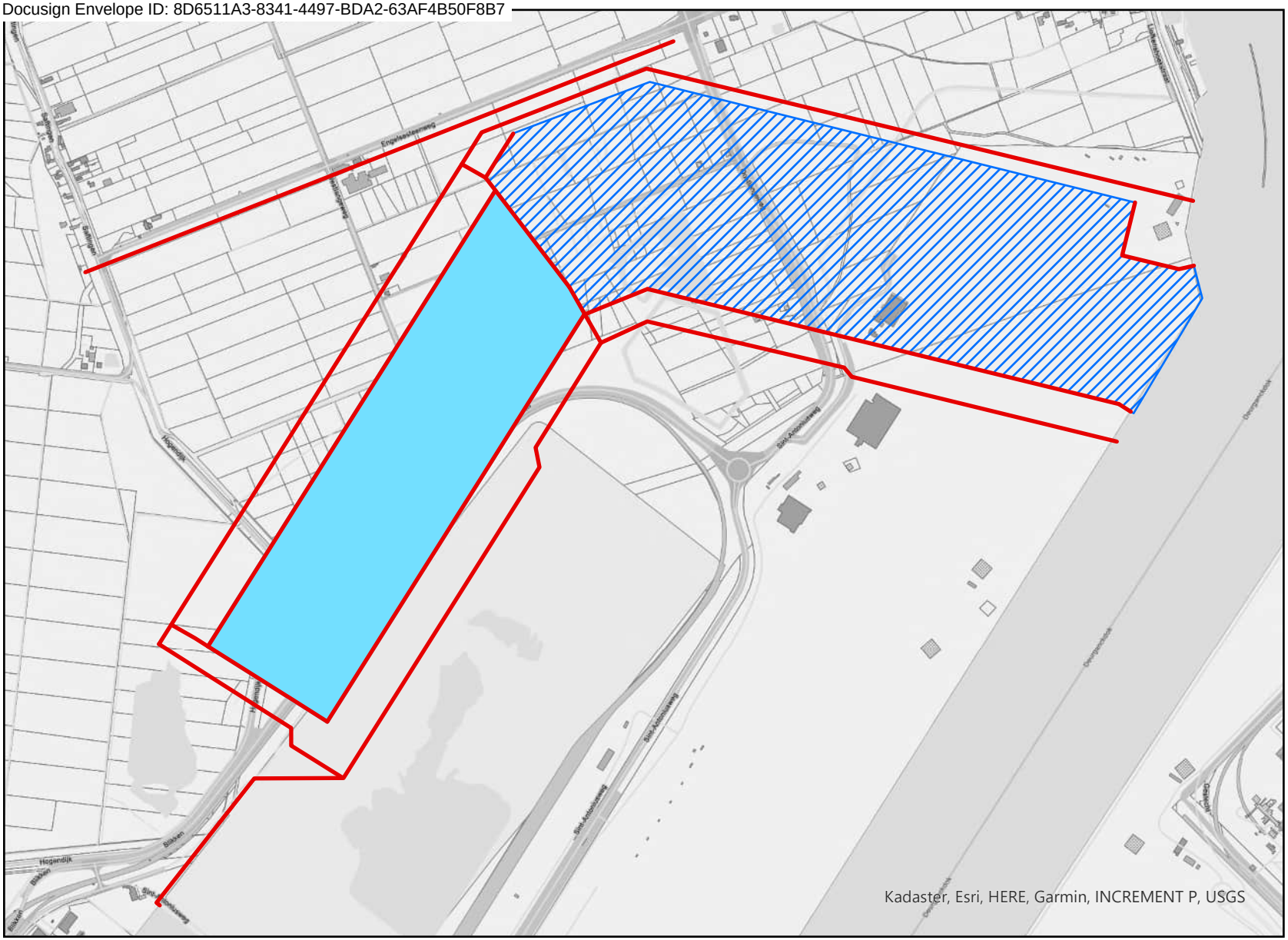
- Bestaande wanden
- Opbouw wanden
- Bemalingszone
- 2GD

Bemalingswerken - Periode 7a

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 21/01/2025	Schaal 1:13.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 195 390 780 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

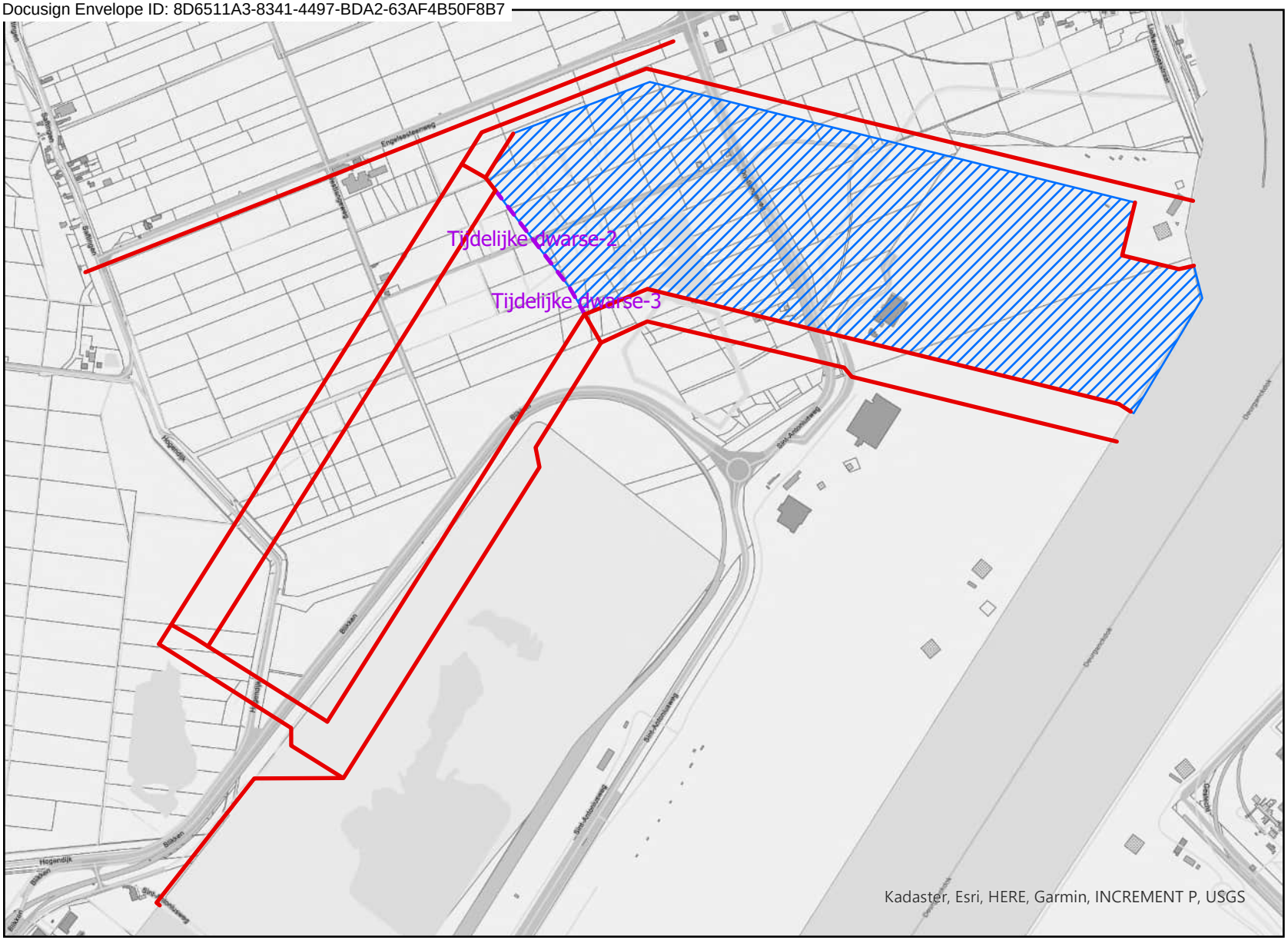
- Bestaande wanden
- Bemalingszone
- 2GD

Bemalingswerken - Periode 7b

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 21/01/2025	Schaal 1:13.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 195 390 780 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

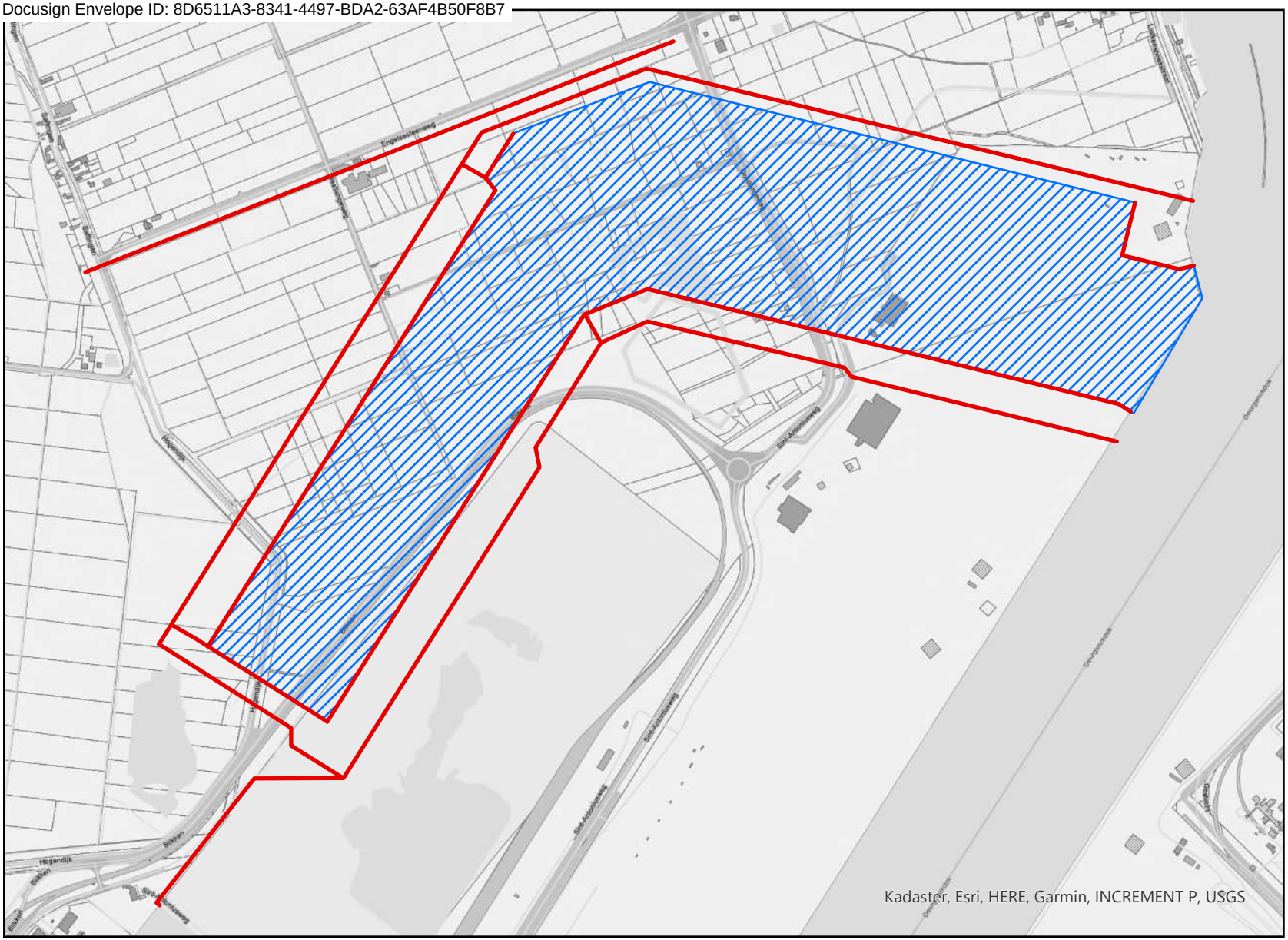
- Bestaande wanden
- Afbraak wanden
- 2GD

Bemalingswerken - Periode 8a

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 21/01/2025	Schaal 1:13.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 195 390 780 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

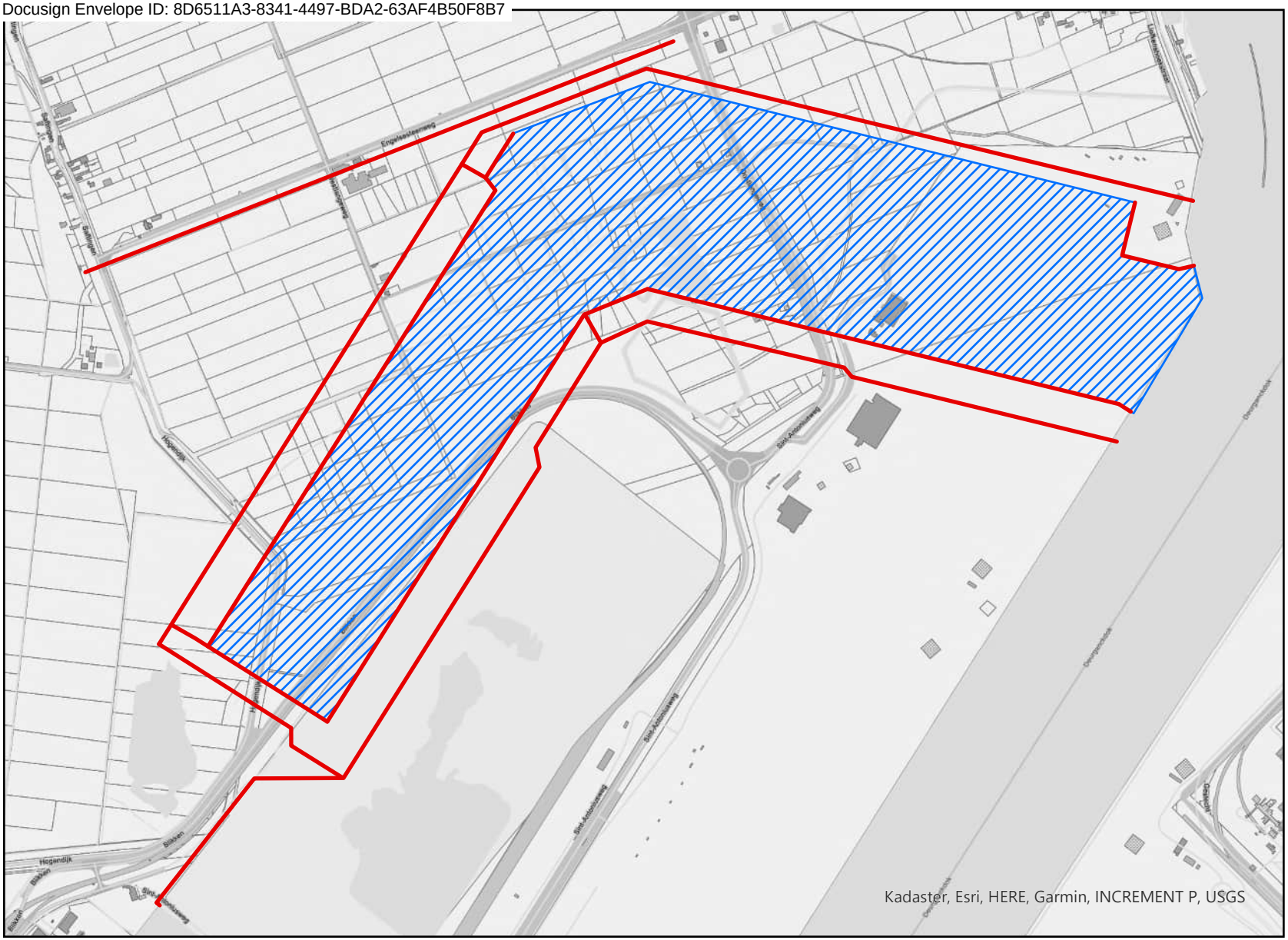
- Bestaande wanden
- 2GD

Bemalingswerken - Periode 8b

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 21/01/2025	Schaal 1:13.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 195 390 780 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

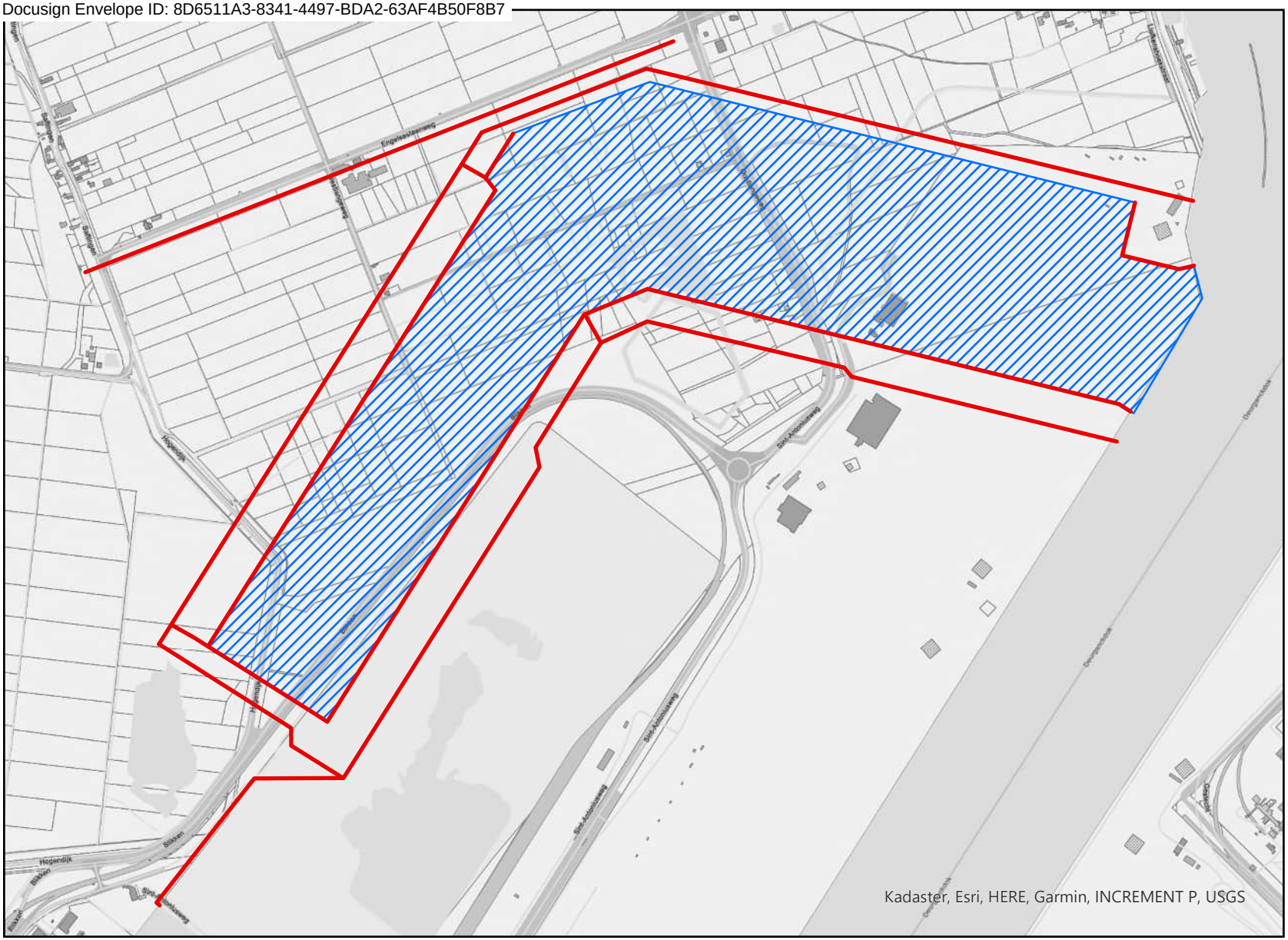
- Bestaande wanden
- 2GD

Bemalingswerken - Periode 9a

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 21/01/2025	Schaal 1:13.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 195 390 780 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

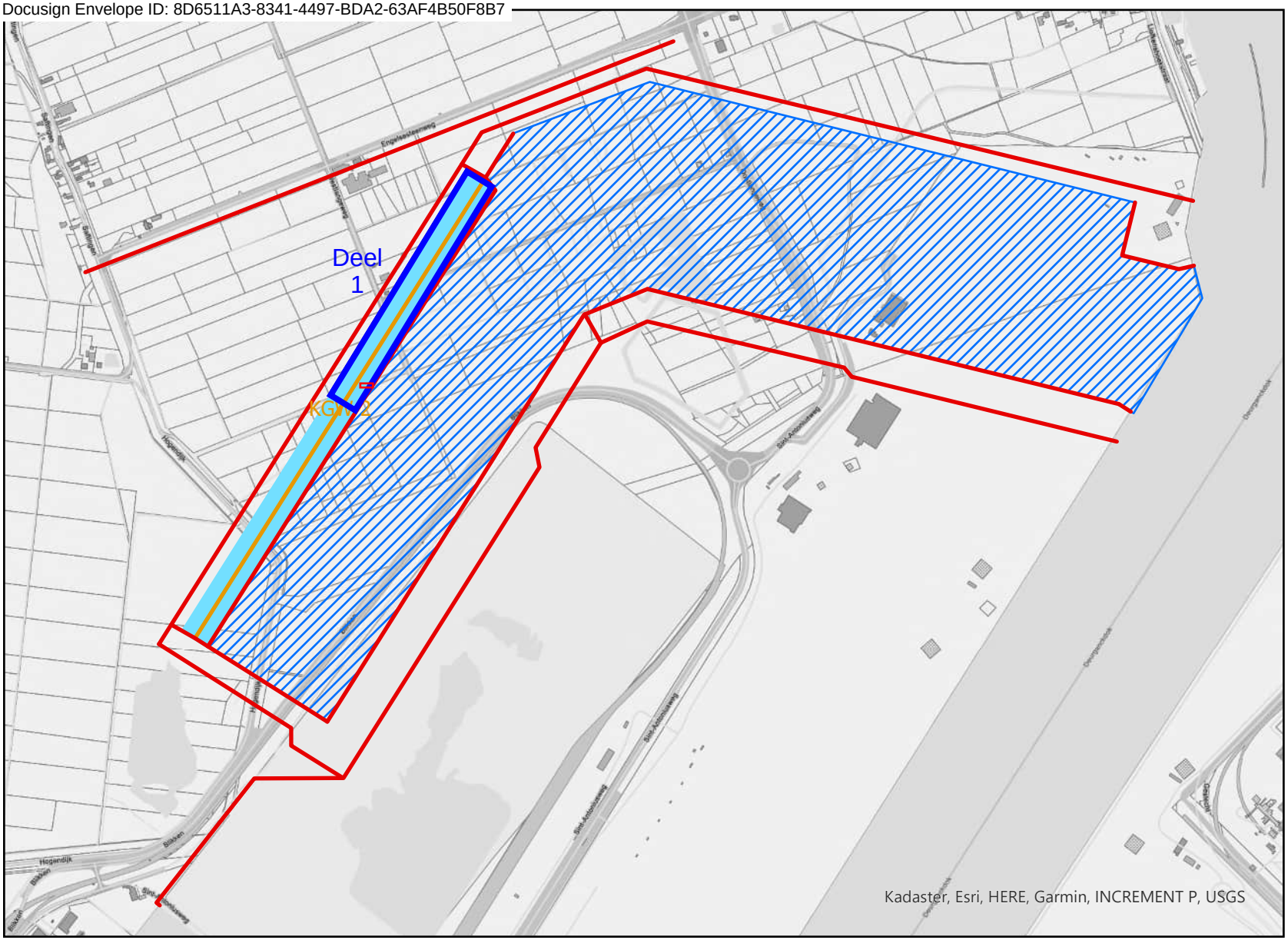
- Bestaande wanden
- 2GD

Bemalingswerken - Periode 9b

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 21/01/2025	Schaal 1:13.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 195 390 780 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

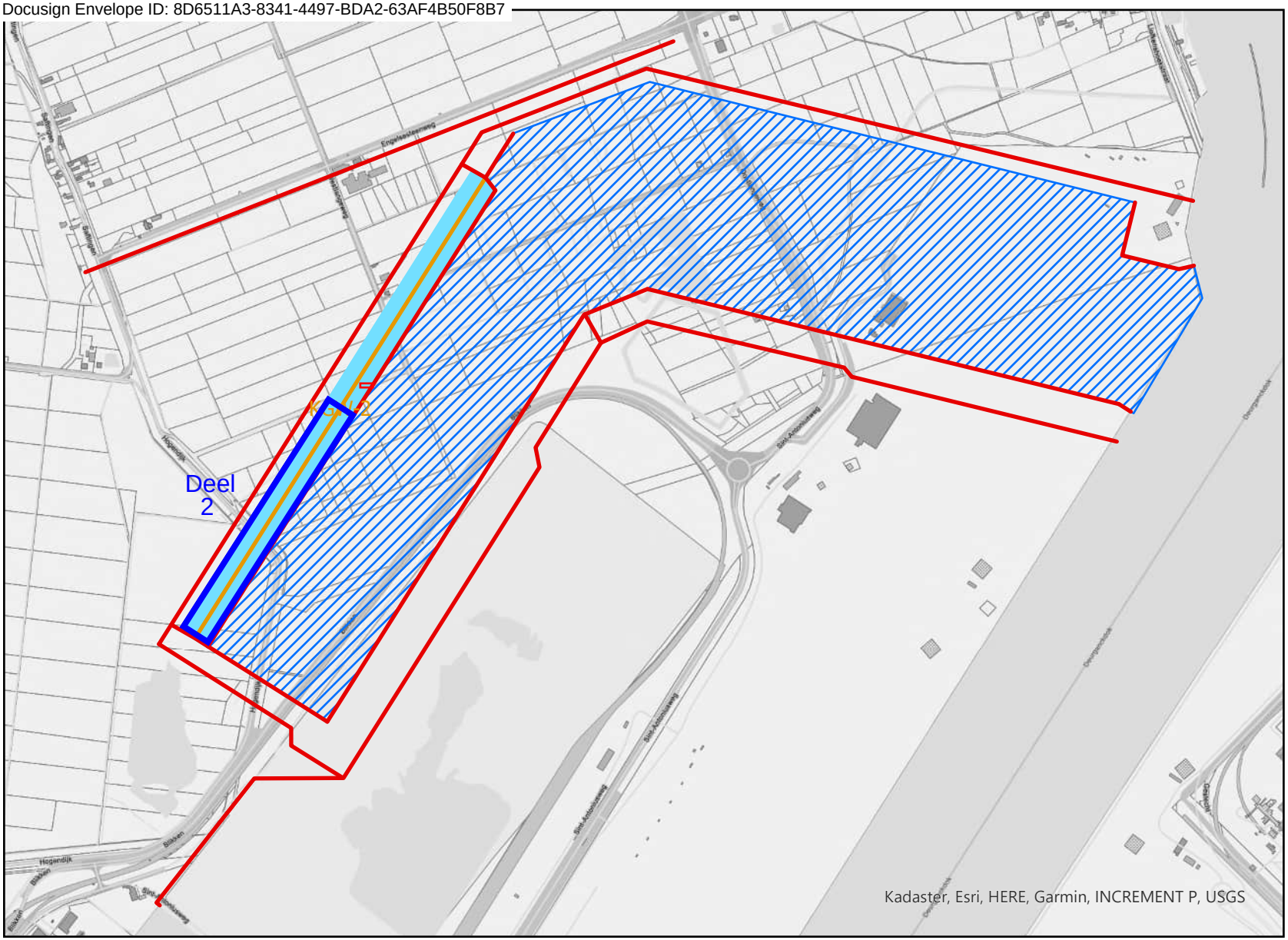
- Bestaande wanden
- Opbouw wanden
- Bemalingszone
- 2GD

Bemalingswerken - Periode 10a (Deel 1)

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 21/01/2025	Schaal 1:13.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 195 390 780 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

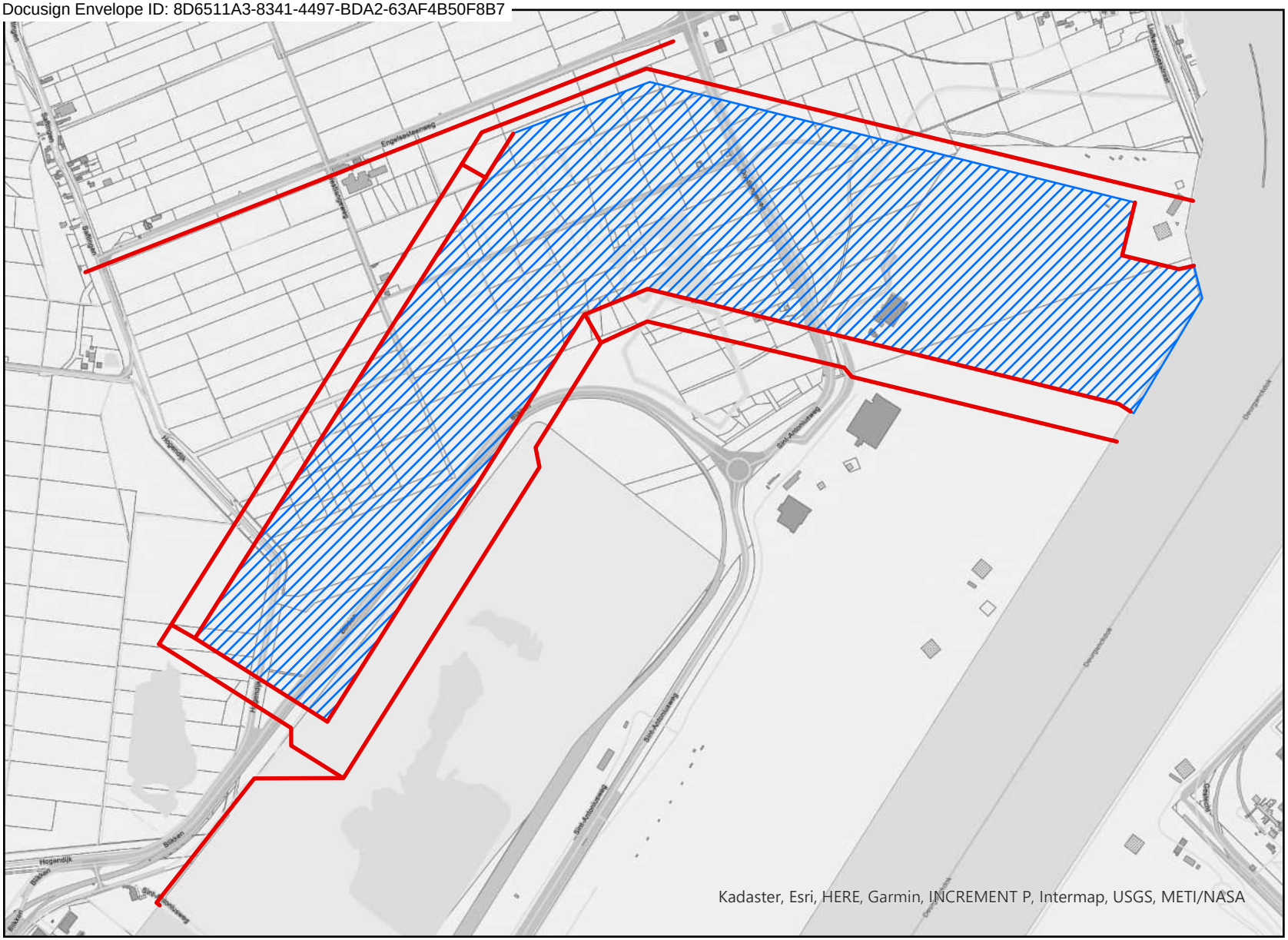
- Bestaande wanden
- Opbouw wanden
- Bemalingszone
- 2GD

Bemalingswerken - Periode 10a (Deel 2)

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 21/01/2025	Schaal 1:13.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 195 390 780 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

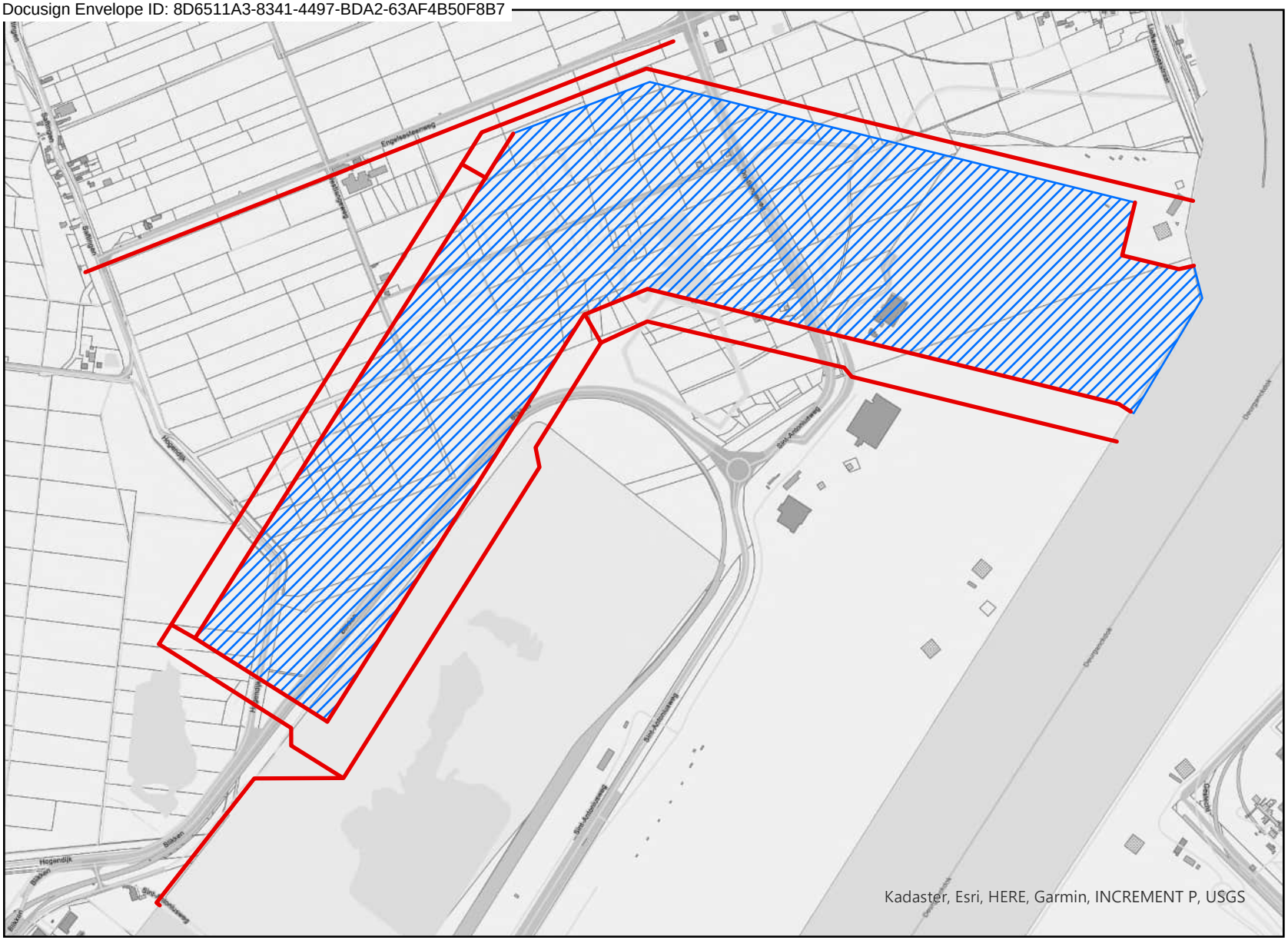
- Bestaande wanden
- 2GD

Bemalingswerken - Periode 10b

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 21/01/2025	Schaal 1:13.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 195 390 780 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

- Bestaande wanden
- 2GD

Bemalingswerken - Periode 11

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 21/01/2025	Schaal 1:13.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 195 390 780 m	

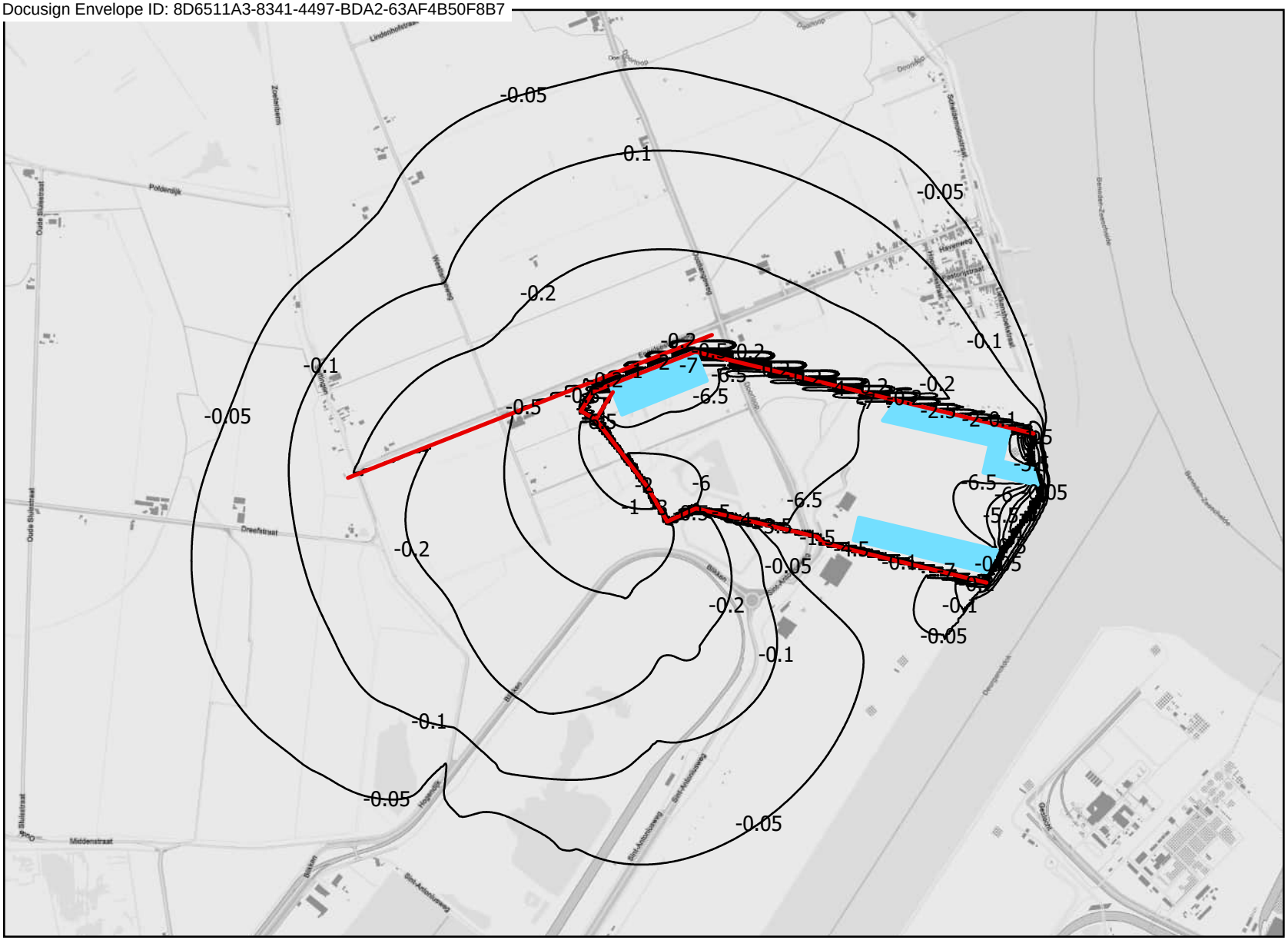
TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Bijlage 6: Invloedstralen bemaling in de 1e wvl per periode

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

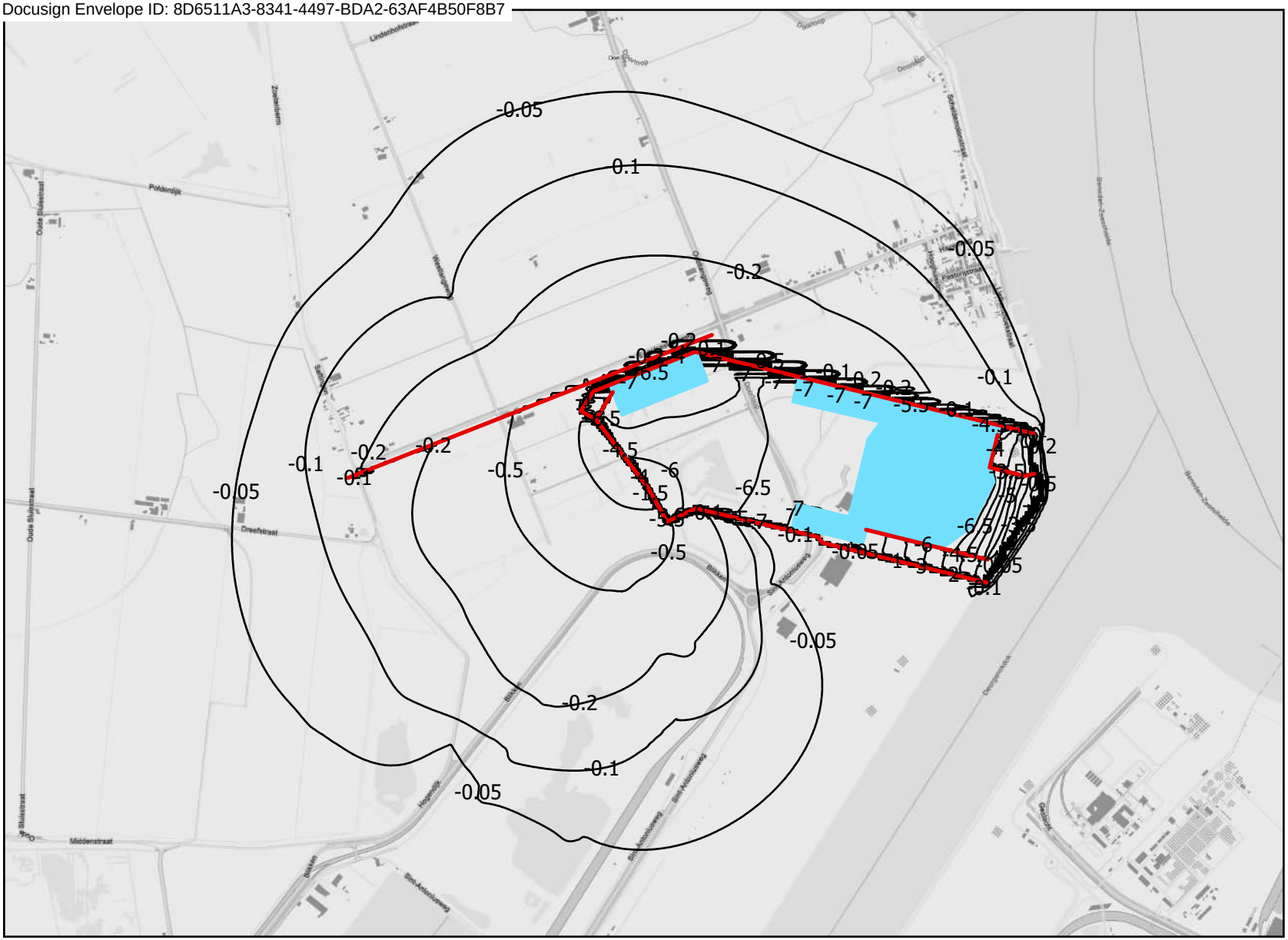
- Bemalingszone
- Bestaande wanden
- Invloedstralen

Invloedsstralen bemalingswerken - Periode 1

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 24/03/2025	Schaal 1:21.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 310 620 1.240 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

- Bemalingszone
- Bestaande wanden
- Invloedstralen

Invloedsstralen bemalingswerken - Periode 2

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 24/03/2025	Schaal 1:21.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 310 620 1.240 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

- Bemalingszone
- Bestaande wanden
- Invloedstralen

Invloedsstralen bemalingswerken - Periode 3

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 24/03/2025	Schaal 1:23.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 337,5 675 1.350 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

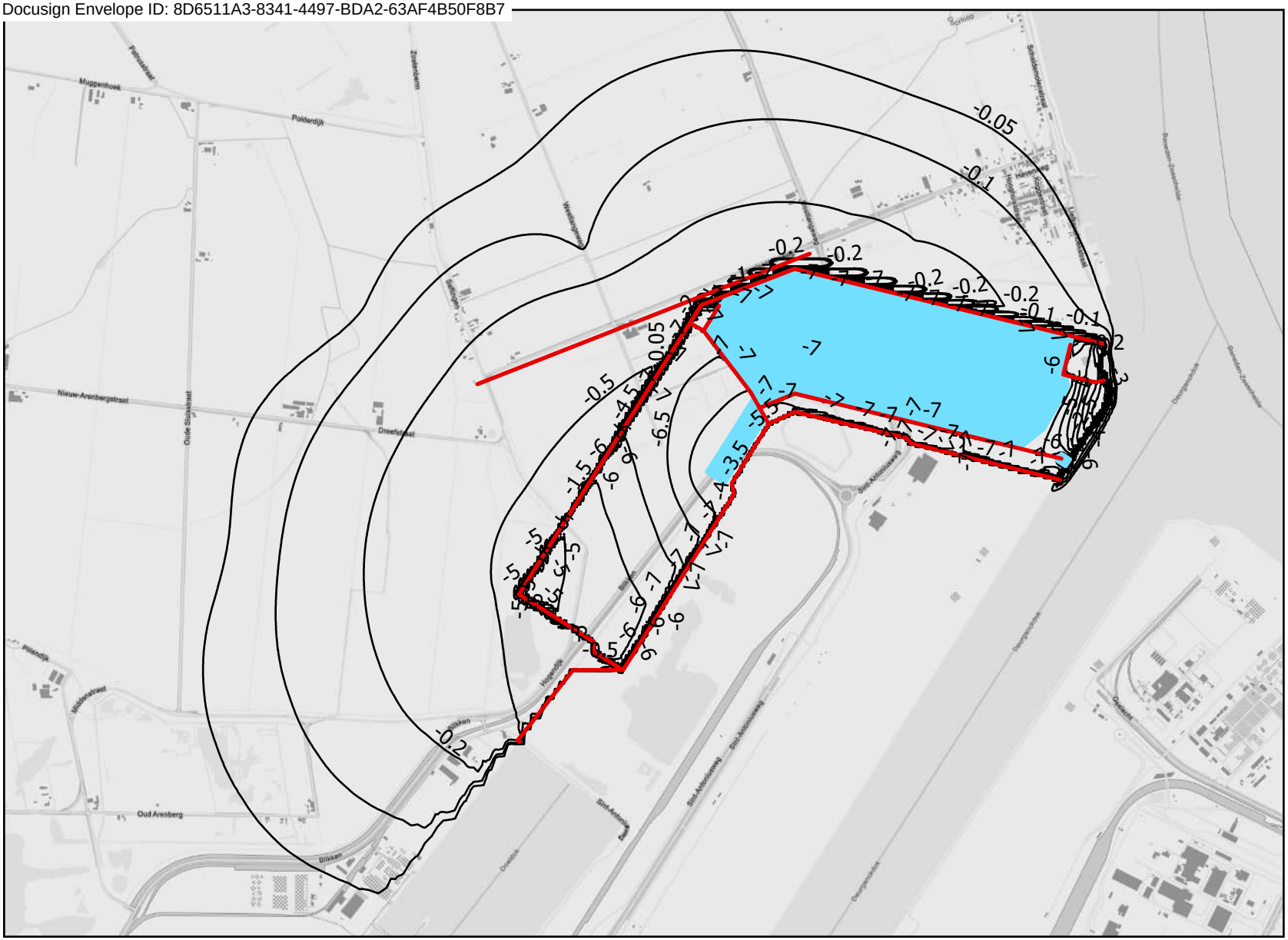
- Bemalingszone
- Bestaande wanden
- Invloedstralen

Invloedsstralen bemalingswerken - Periode 4

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 24/03/2025	Schaal 1:23.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 337,5 675 1.350 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

- Bemalingszone
- Bestaande wanden
- Invloedstralen

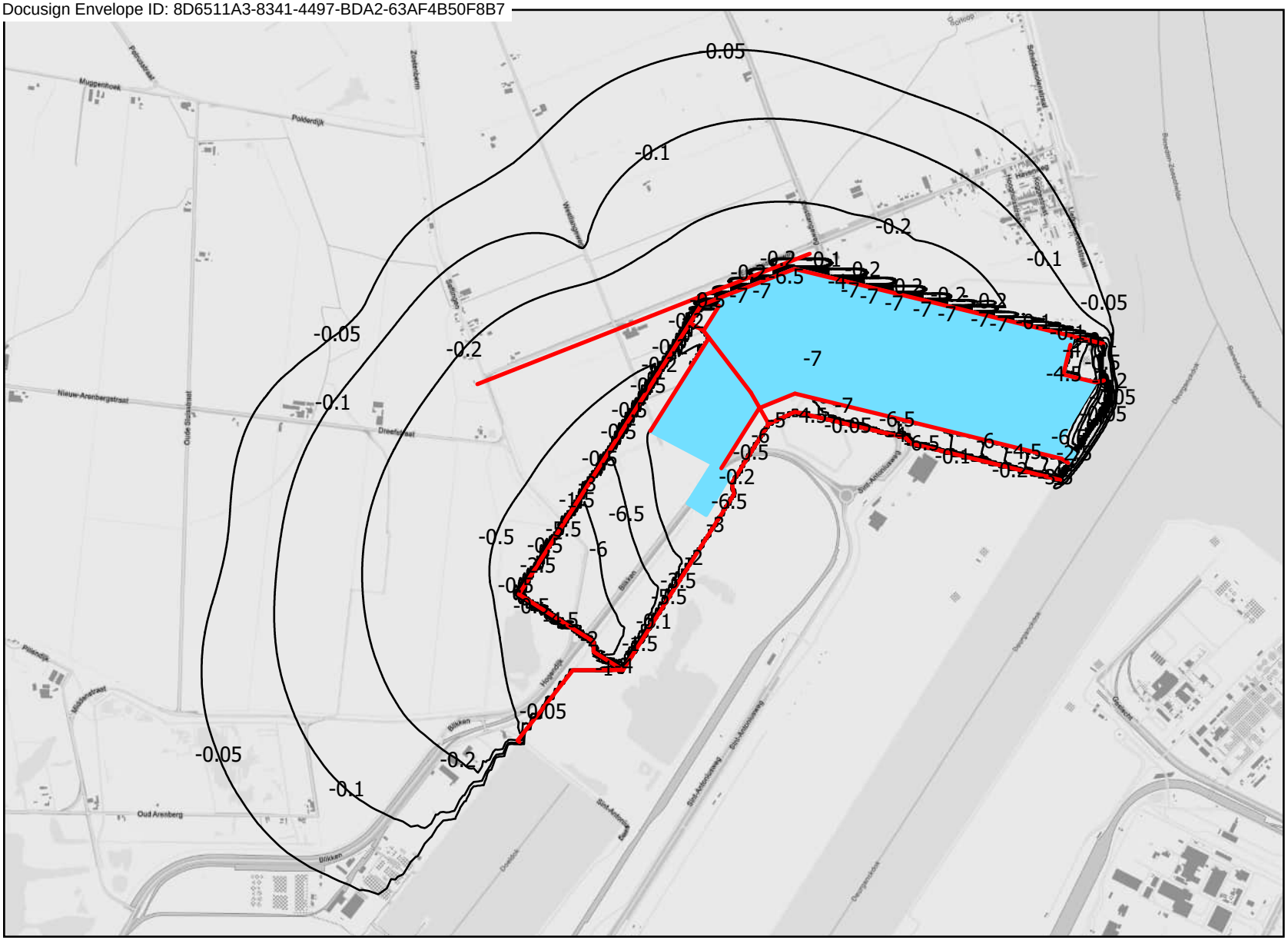
Invloedsstralen bemalingswerken - Periode 5a

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 24/03/2025	Schaal 1:23.000	Formaat: AA
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 337,5 675 1.350 m	

N

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

- Bemalingszone
- Bestaande wanden
- Invloedstralen

Invloedsstralen bemalingswerken - Periode 5b

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 24/03/2025	Schaal 1:23.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 337,5 675 1.350 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

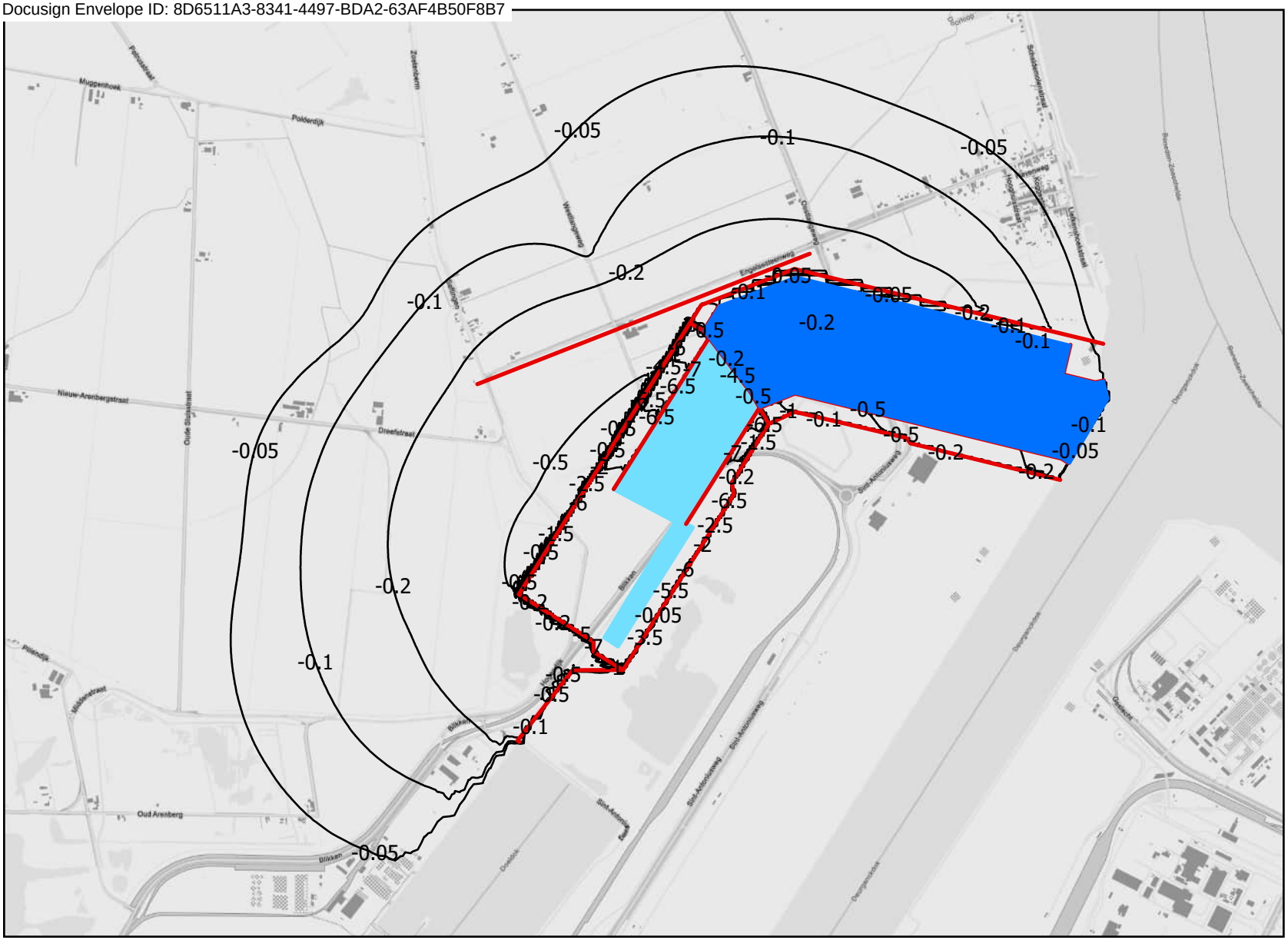
- Bemalingszone
- Bestaande wanden
- Invloedstralen

Invloedsstralen bemalingswerken - Periode 6a

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 24/03/2025	Schaal 1:23.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 337,5 675 1.350 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

- Bemalingszone
- 2GD
- Bestaande wanden
- Invloedstralen

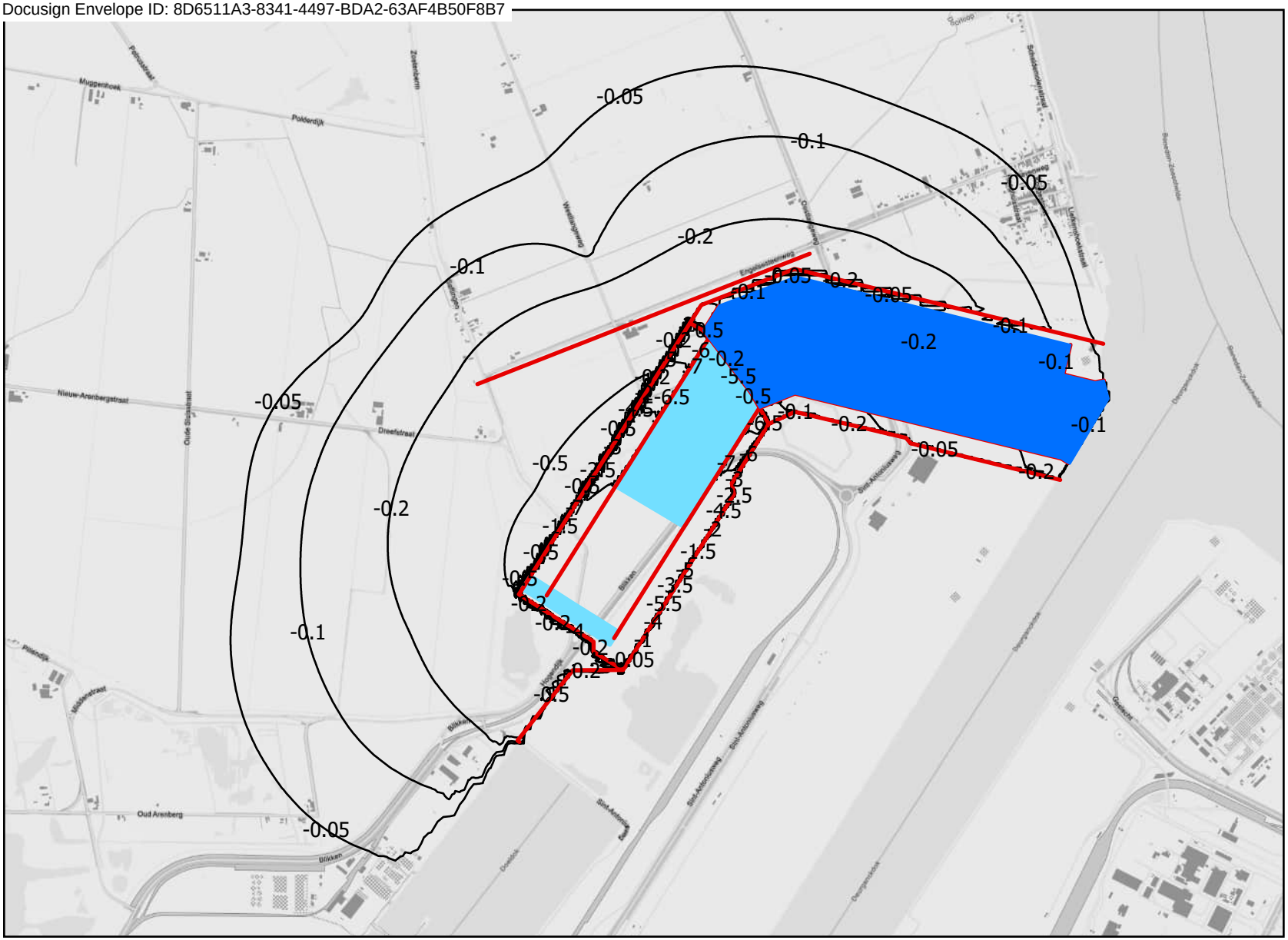
Invloedsstralen bemalingswerken - Periode 6b

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 24/03/2025	Schaal 1:23.000	Formaat: AA
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 337,5 675 1.350 m	

N

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

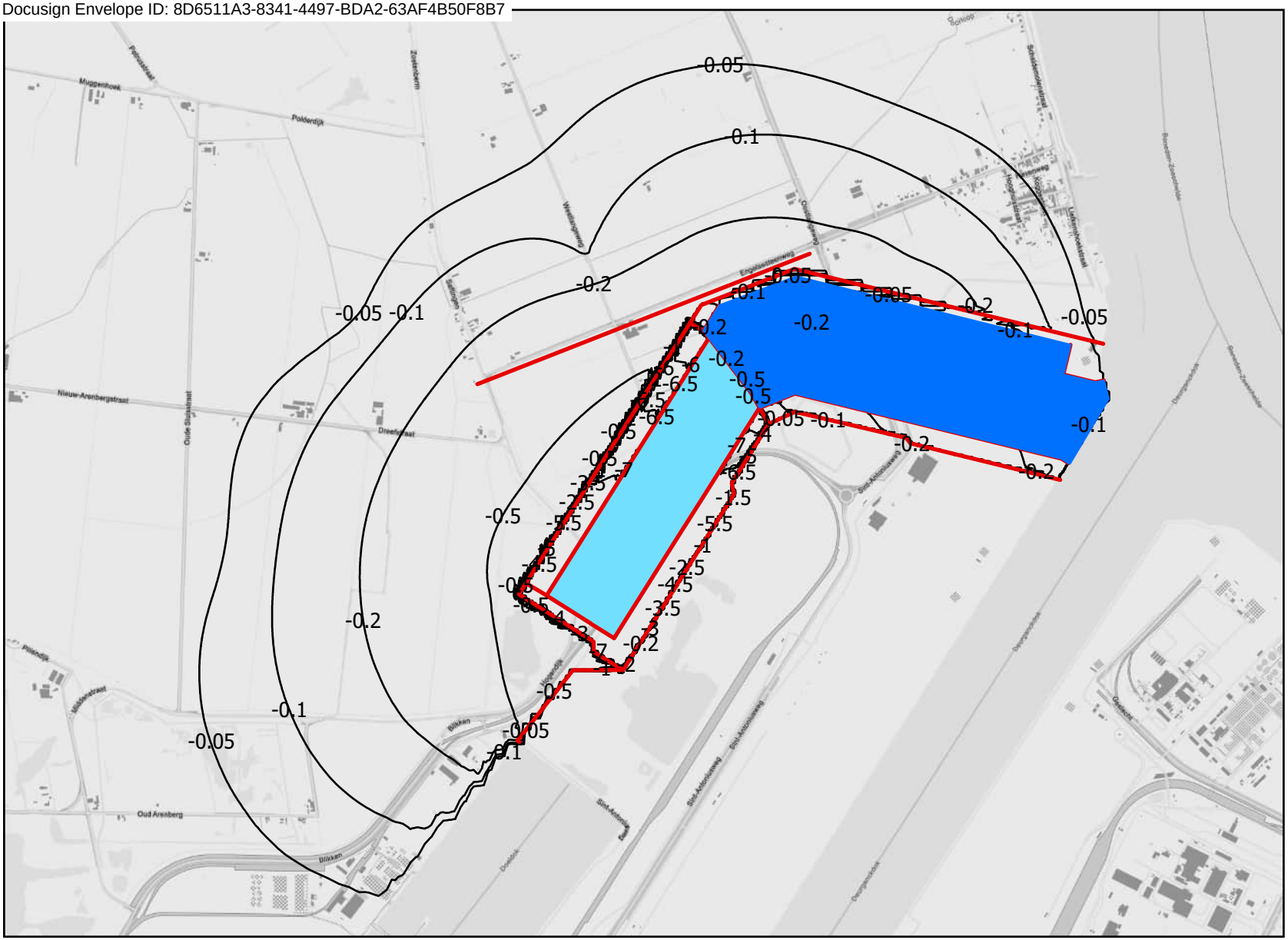
- Bemalingszone
- 2GD
- Bestaande wanden
- Invloedstralen

Invloedsstralen bemalingswerken - Periode 7a

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 24/03/2025	Schaal 1:23.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 337,5 675 1.350 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

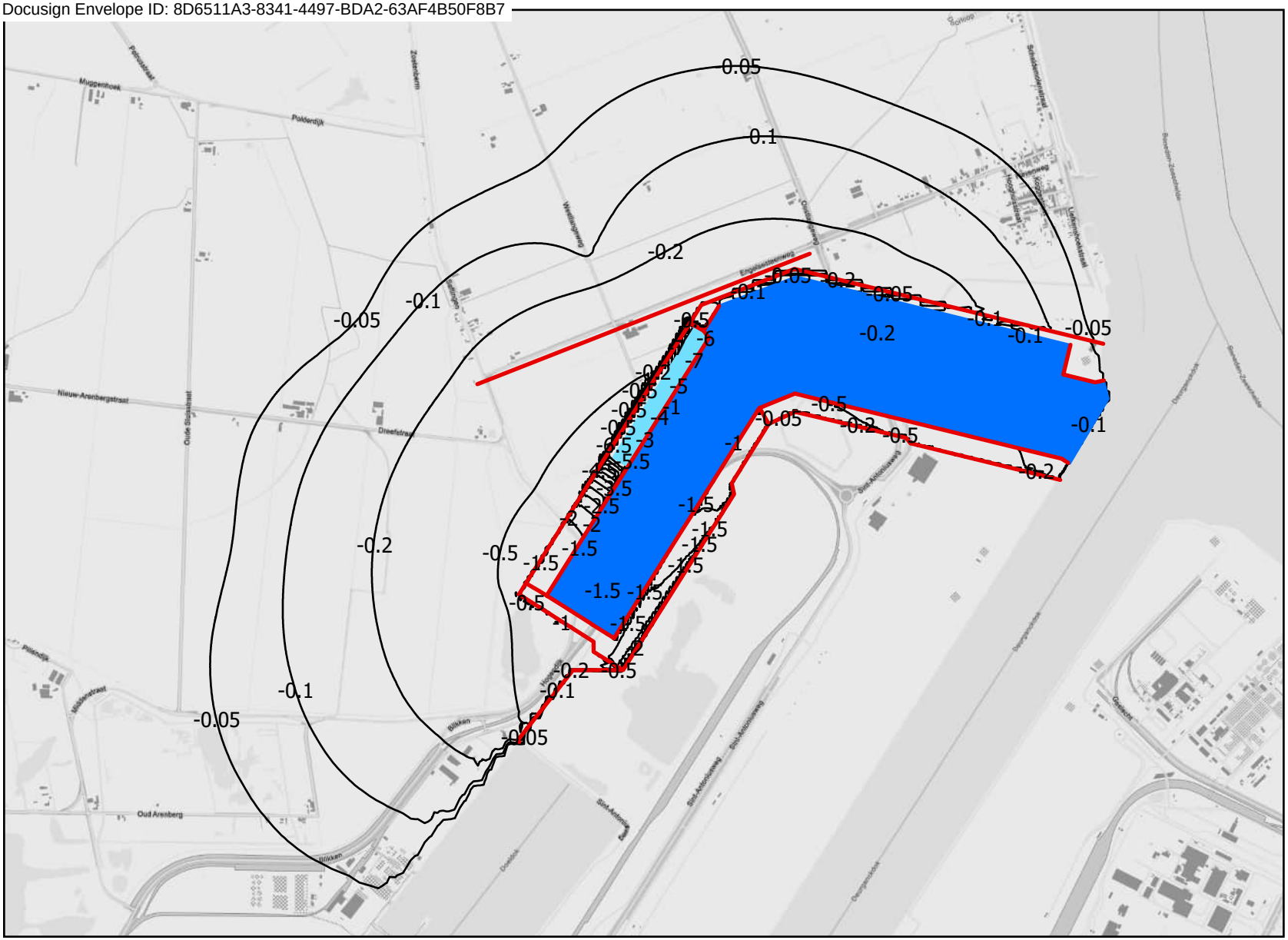
- Bemalingszone
- 2GD
- Bestaande wanden
- Invloedstralen

Invloedsstralen bemalingswerken - Periode 7a

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 24/03/2025	Schaal 1:23.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 337,5 675 1.350 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

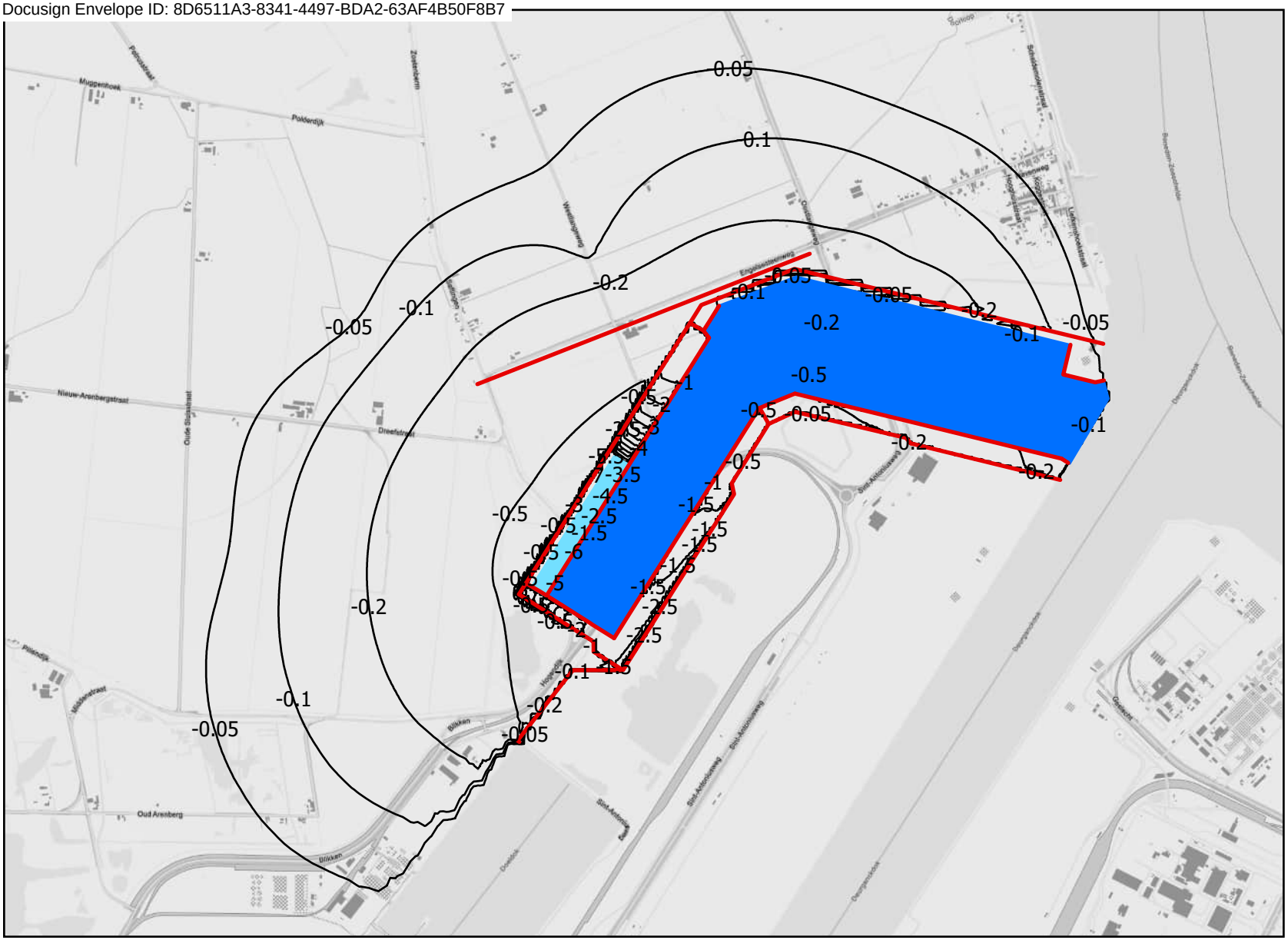
- Bemalingszone
- 2GD
- Bestaande wanden
- Invloedstralen

Invloedsstralen bemalingswerken - Periode 10a (D1)

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 24/03/2025	Schaal 1:23.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 337,5 675 1.350 m	

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Legende

- Bemalingszone
- 2GD
- Bestaande wanden
- Invloedstralen

Invloedsstralen bemalingswerken - Periode 10a (D2)

Projectnummer: P.016898.5000	Datum: 24/03/2025	Schaal 1:23.000 Formaat: AA	N
Projectnaam: Tweede Getijdendok	Opdrachtgever: Port of Antwerp-Bruges	0 337,5 675 1.350 m	

TRACTEBEL ENGIE

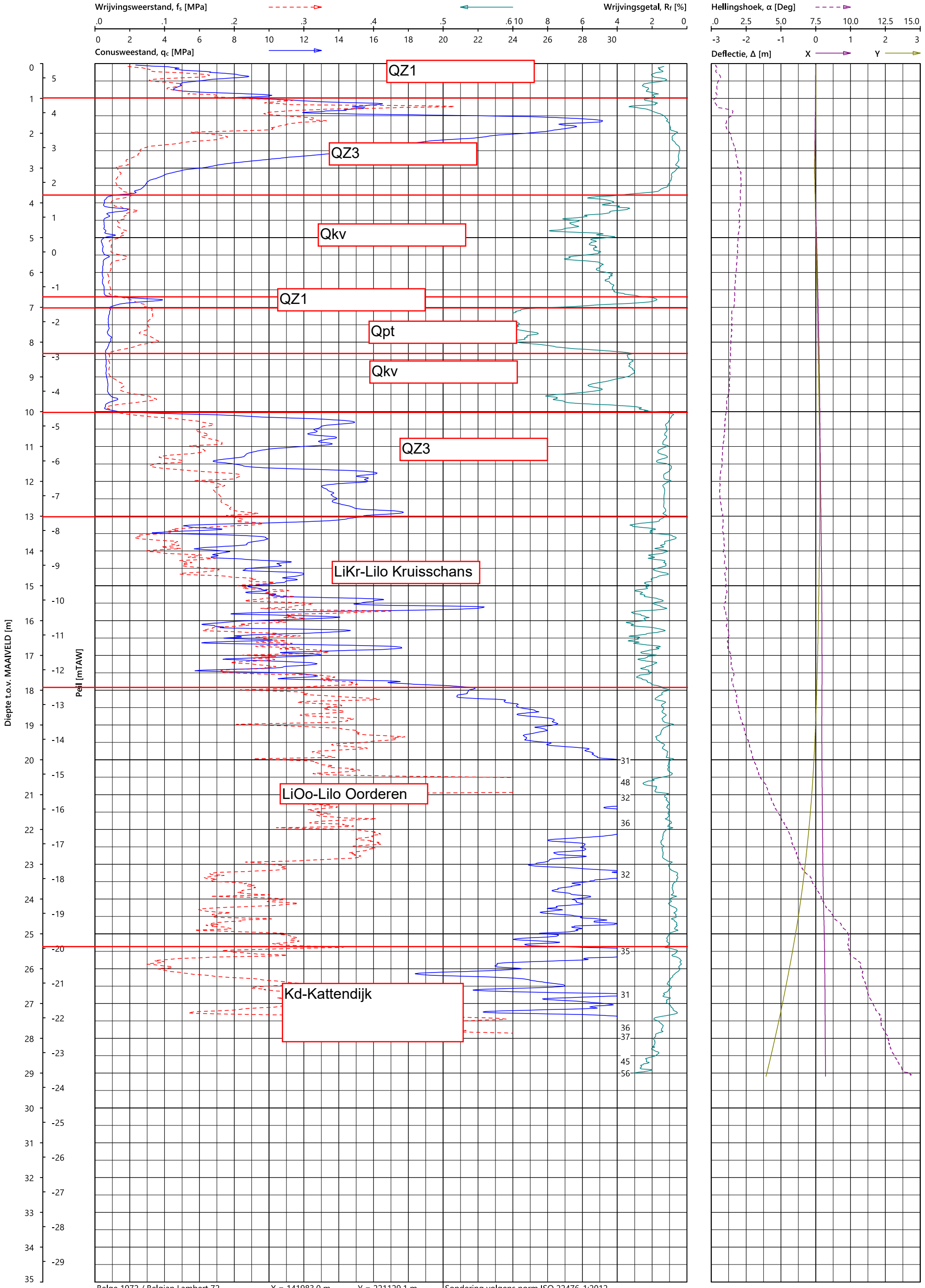
Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Bijlage 7: Rekenbladen zettingsberekeningen

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

GeoVisual 3.10.1 | DOV-TAW-NOGWL | 23-05-2023 10:58:02



Belge 1972 / Belgian Lambert 72	X = 141983.0 m	Y = 221129.1 m
Datum ref: Peil mTAW	MV = +5.4 m	
Opg.: XMA	d.d. 08-aug-2022	
Get.: ABA	d.d. 20-apr-2022	
Grondwaterstand [m-MV] :	Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] :	

Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3487
A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Sondeerapparaat : Track-Truck

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

Opdr. 209380

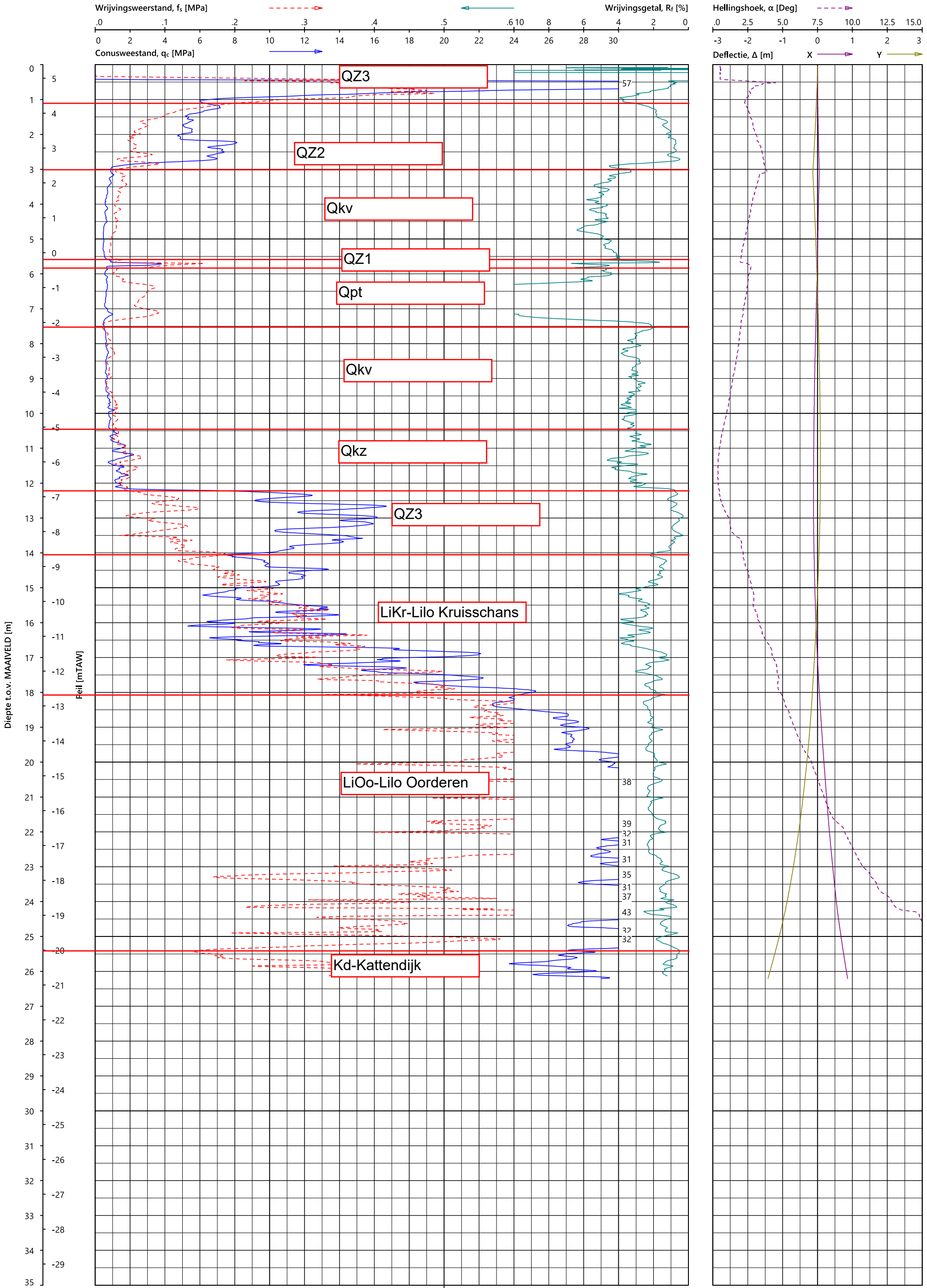
CAM008 CPTE

Sond. CPT-CGO-048

209380 PORT OF ANTWERP - P016898 - CAM-008 - CPT CAMPAIGN

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

GeoVisual 3.10.1 | DOV-TAW-NOGWL | 23-05-2023 10:58:15



Belge 1972 / Belgian Lambert 72	X = 142173.6 m Y = 221227.1 m	Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Datum ref: Peil mTAW	MV = +5.4 m	Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Opg.: XMA	d.d. 30-aug-2022	Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3487
Get.: ABA	d.d. 20-apr-2022	A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Grondwaterstand [m-MV] :	Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] :	Sondeerapparaat : Track-Truck

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

Opdr. 209380

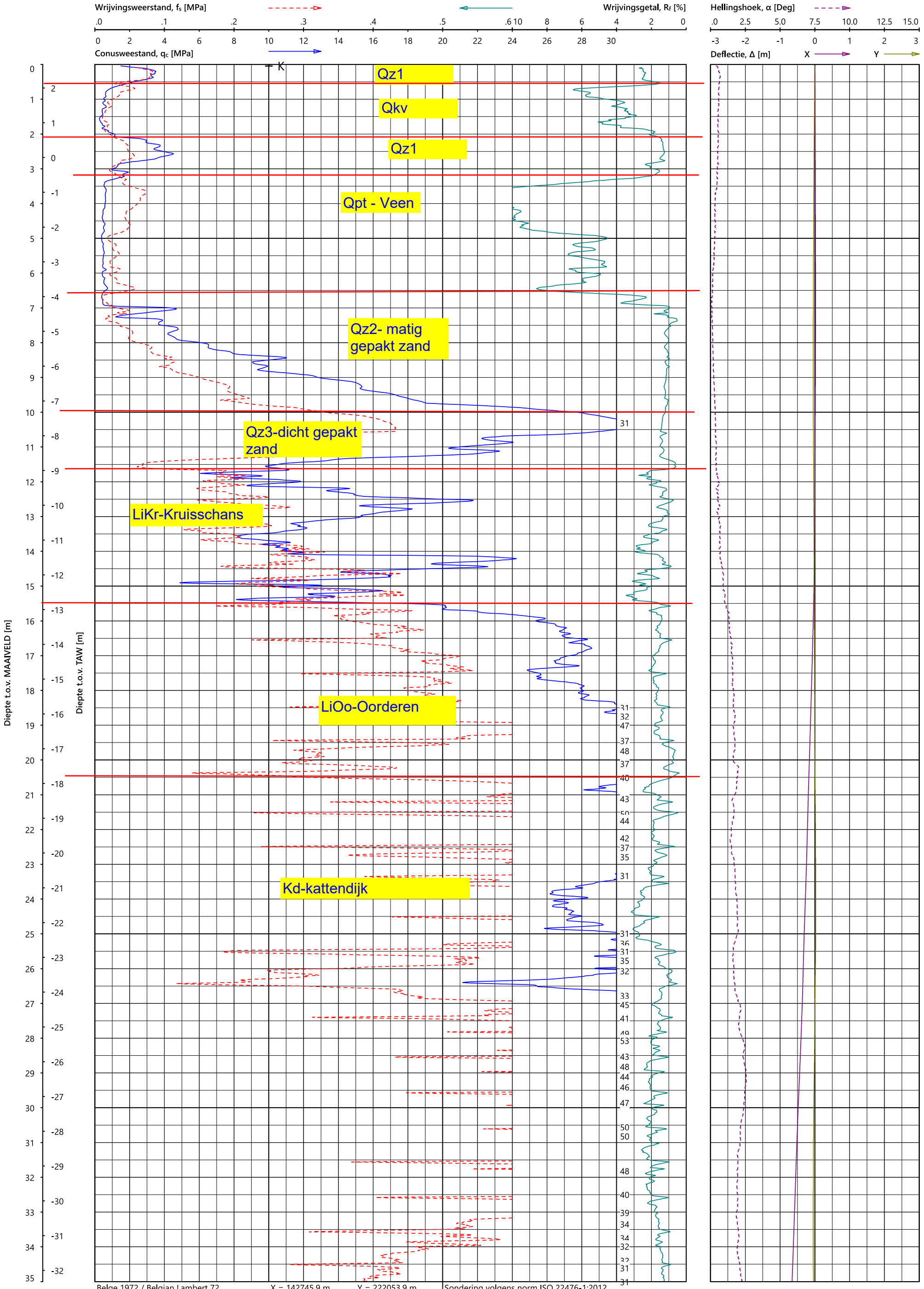
Sond. CPT-CGO-052

CAM008 CPTE

209380 PORT OF ANTWERP - P016898 - CAM-008 - CPT CAMPAIGN

FUGRO

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Belge 1972 / Belgian Lambert 72	X = 142745.9 m Y = 222053.9 m	Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Datum ref: TAW	MV = +2.7 m	Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Opg.: JPL	d.d. 26-apr-2022	Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3294
Get.: TDH	d.d. 20-mei-2022	A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Grondwaterstand [m-MV] : -	Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] : 1,70	Sondeerapparaat : Rupstoestel 20 T - CPTE 200 kN continu

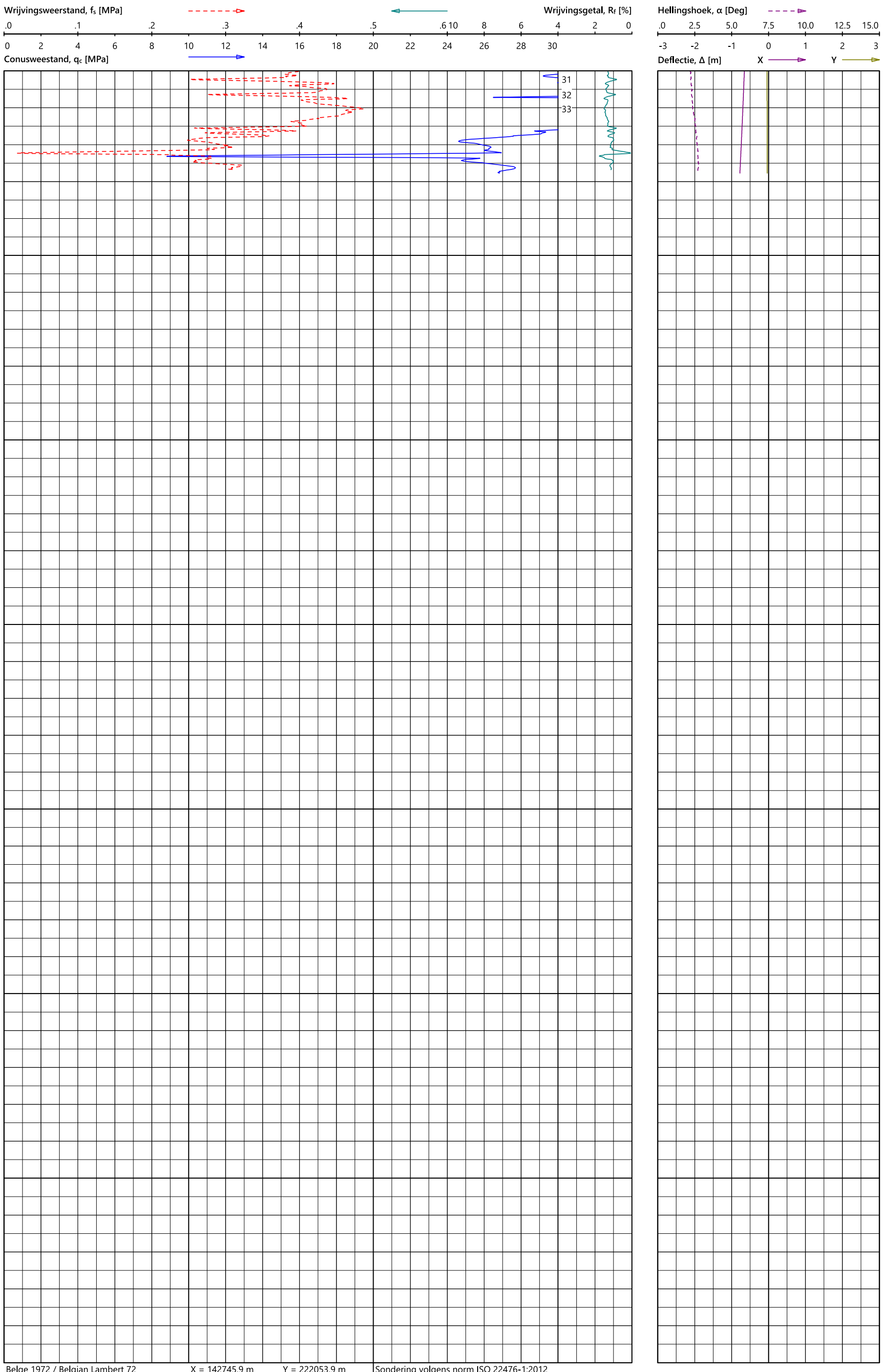
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PORT OF ANTWERP - PO16898 - CAM-004 - CPT CAMPAIGN

Opdr. 207794

Sond. DD-18

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Belge 1972 / Belgian Lambert 72	X = 142745.9 m Y = 222053.9 m	Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Datum ref: TAW	MV = +2.7 m	Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Opg.: JPL	d.d. 26-apr-2022	Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3294
Get.: TDH	d.d. 20-mei-2022	A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Grondwaterstand [m-MV] : -	Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] : 1,70	Sondeerapparaat : Rupstoestel 20 T - CPTE 200 kN continu

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PORT OF ANTWERP - PO16898 - CAM-004 - CPT CAMPAIGN

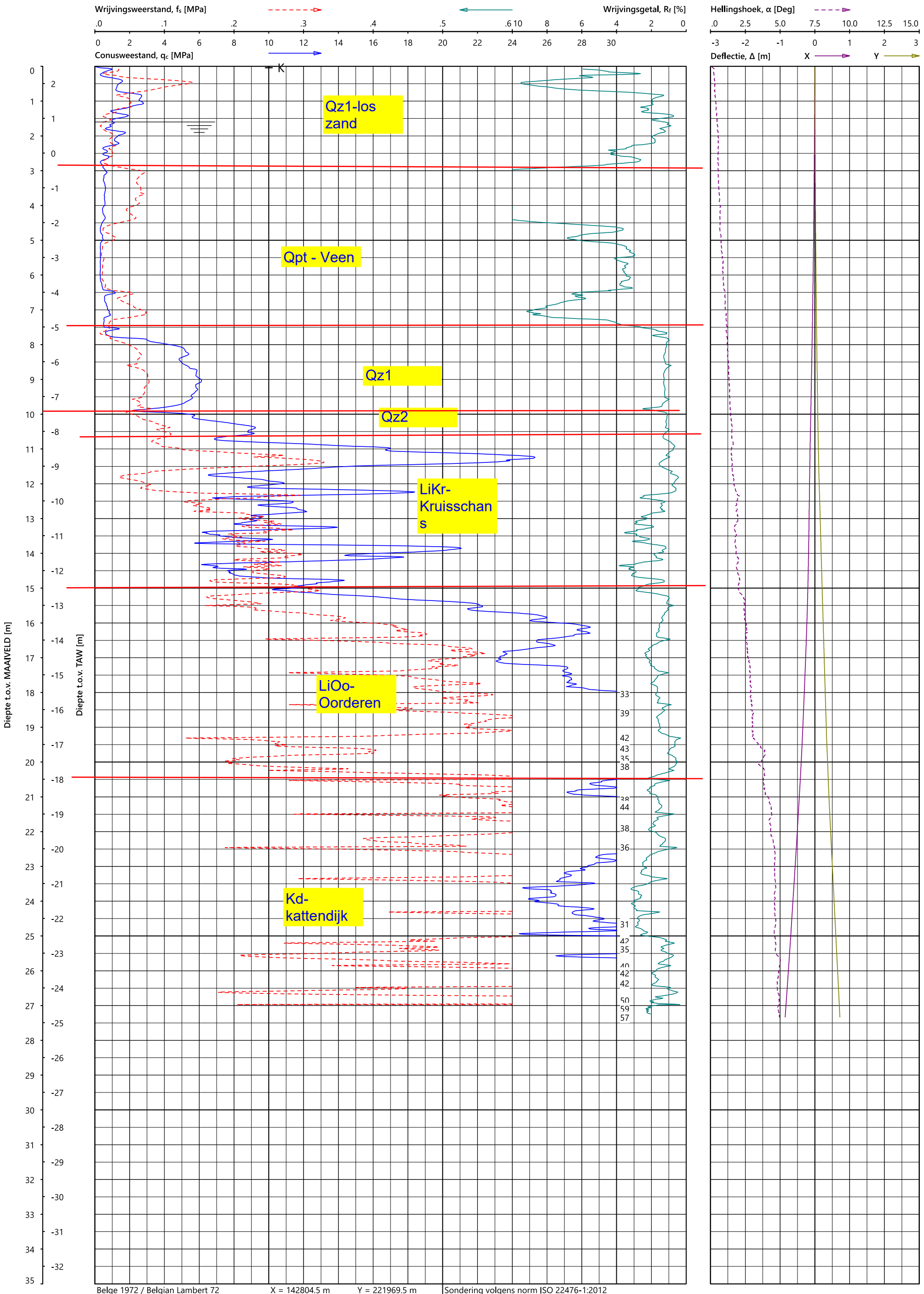
Opdr. 207794

Sond. DD-18

FUGRO

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

GeoVisual 3.5.0 | CPT-Inclination-NL | 25-05-2022 11:11:50



207794

Belge 1972 / Belgian Lambert 72	X = 142804.5 m Y = 221969.5 m	Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Datum ref: TAW	MV = +2.5 m	Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Opg.: JPL	d.d. 28-apr-2022	Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3294
Get.: TDH	d.d. 20-mei-2022	A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Grondwaterstand [m-MV] : 1.6	Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] : -	Sondeerapparaat : Rupstoestel 20 T - CPTE 200 kN continu

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

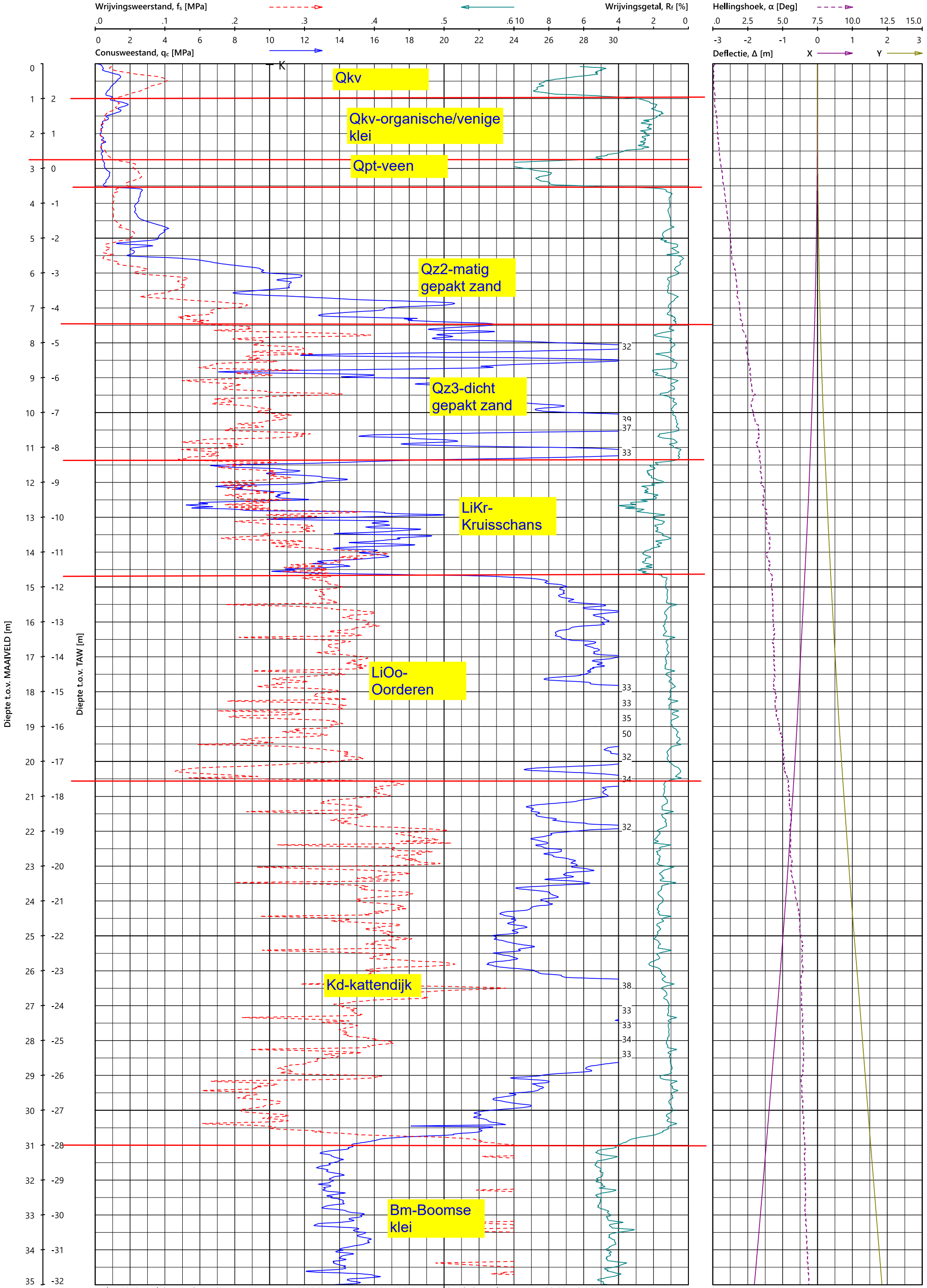
Opdr. 207794

PORT OF ANTWERP - PO16898 - CAM-004 - CPT CAMPAIGN

Sond. DD-21

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

GeoVisual 3.5.0 | CPT-Inclination-NL | 25-05-2022 14:48:04



207794

Belge 1972 / Belgian Lambert 72 | X = 140632.3 m | Y = 221559.2 m | Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Datum ref: TAW | MV = +3.0 m | Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Opg.: jpl | d.d. 05-apr-2022 | Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3294
Get.: TDH | d.d. 20-mei-2022 | A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Grondwaterstand [m-MV] : - | Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] : 1,00 | Sondeerapparaat : Rupstoestel 20 T - CPTE 200 kN continu

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

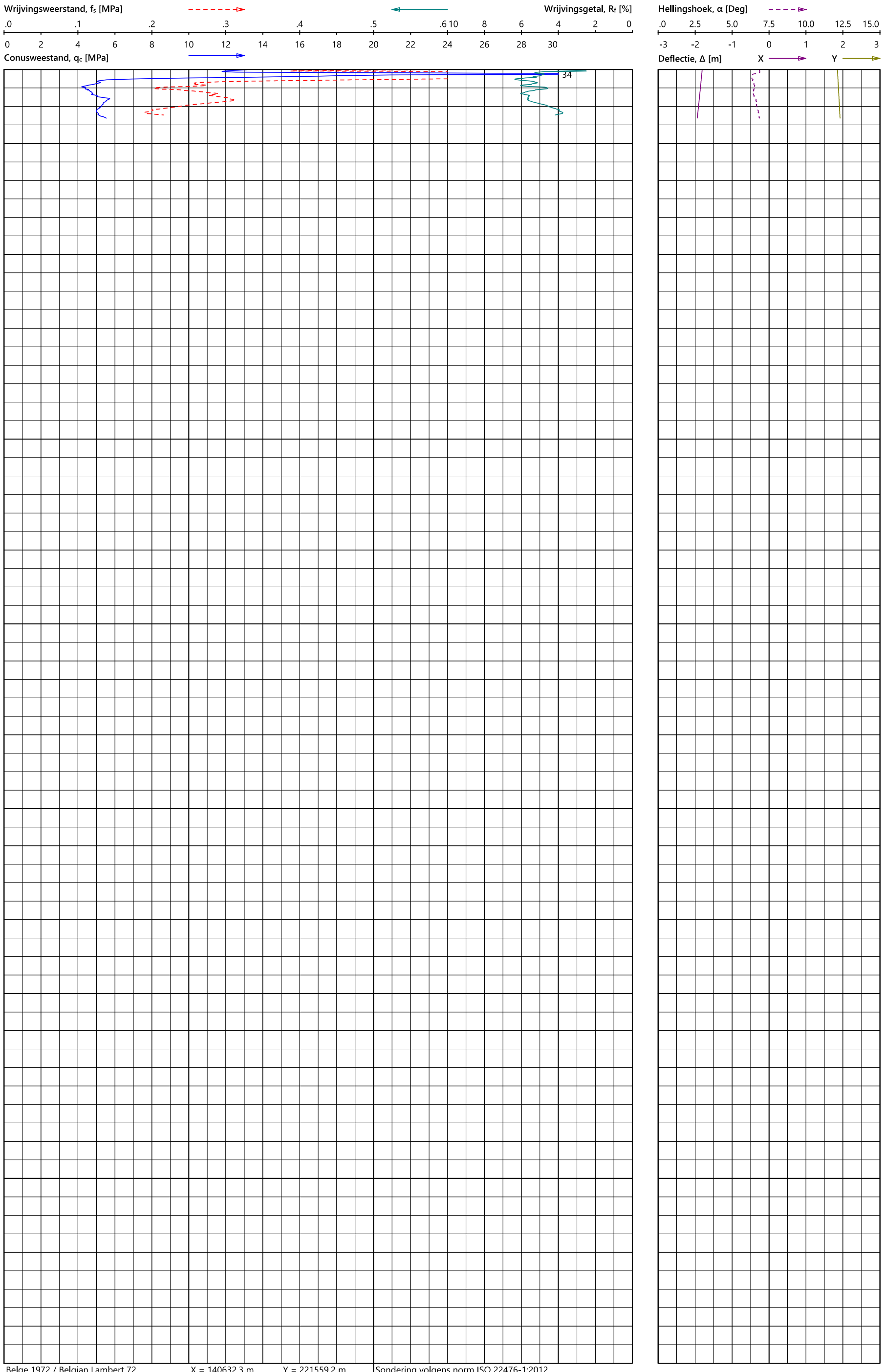
PORT OF ANTWERP - P016898 - CAM-004 - CPT CAMPAIN

Opdr. 207794

Sond. DP-10

DP-10 - 1

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



207794

Belge 1972 / Belgian Lambert 72	X = 140632.3 m Y = 221559.2 m	Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Datum ref: TAW	MV = +3.0 m	Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Opg.: jpl	d.d. 05-apr-2022	Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3294
Get.: TDH	d.d. 20-mei-2022	A_c = 1510 mm^2 ; A_s = 19895 mm^2
Grondwaterstand [m-MV] : -	Sondeergat dichtgevallen op [m-MV] : 1,00	Sondeerapparaat : Rupstoestel 20 T - CPTE 200 kN continu

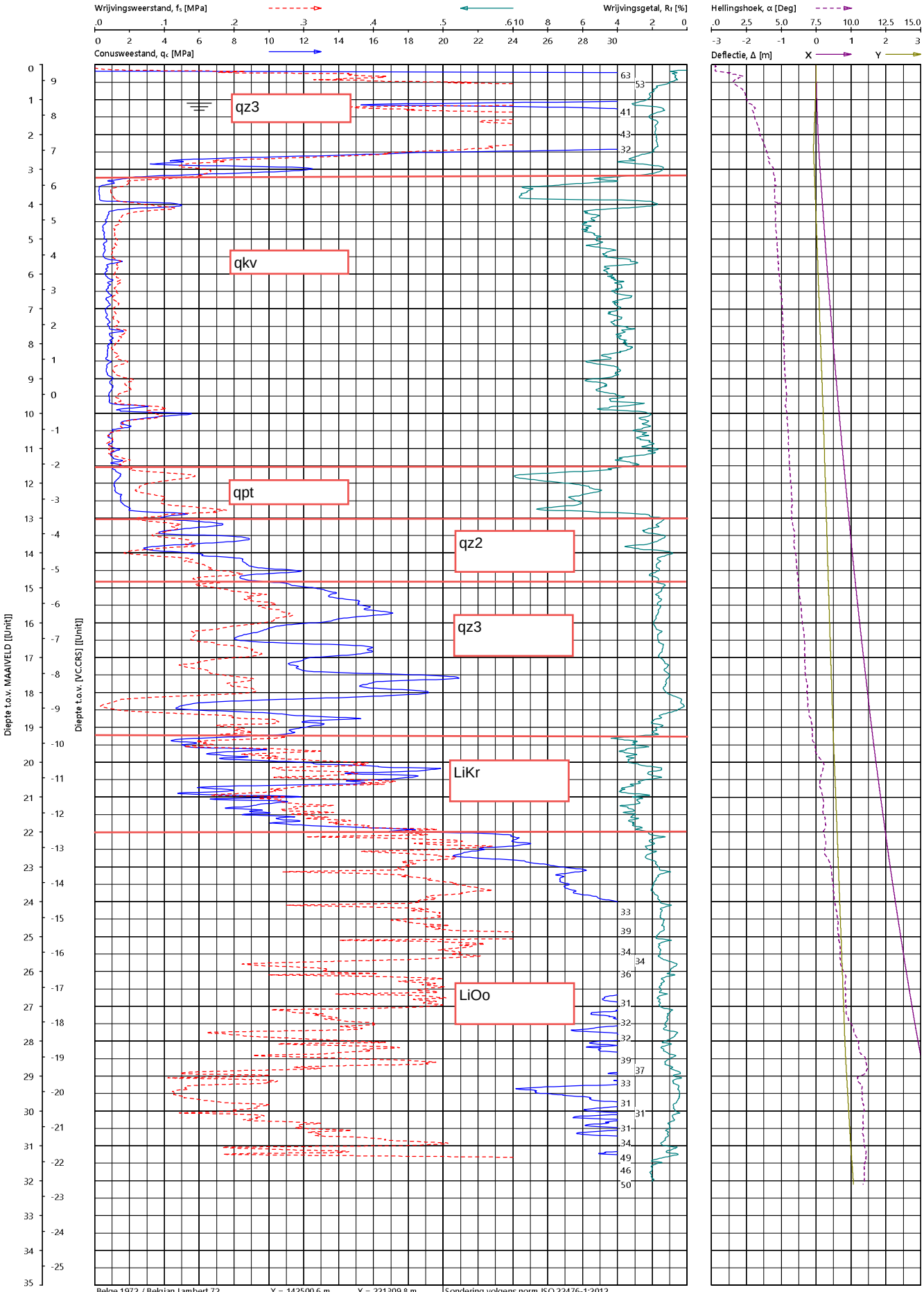
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PORT OF ANTWERP - P016898 - CAM-004 - CPT CAMPAIN

Opdr. 207794

Sond. DP-10

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



GeoVisual 4.1.1 | CPT-Inclination-NL | 17-11-2023 09:26:10

220940

CPT-KTB-003 - 16

Belge 1972 / Belgian Lambert 72	X = 142500.6 m	Y = 221309.8 m
Datum ref: NAP height	MV = +9.5 m	
Opg.: V. GRINIS	d.d. 27-okt-2022	
Get.:	d.d. 27-okt-2022	

Sondering volgens norm ISO 22476-1:2012
Toepassingsklasse 2. Testtype TE1
Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3488
A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

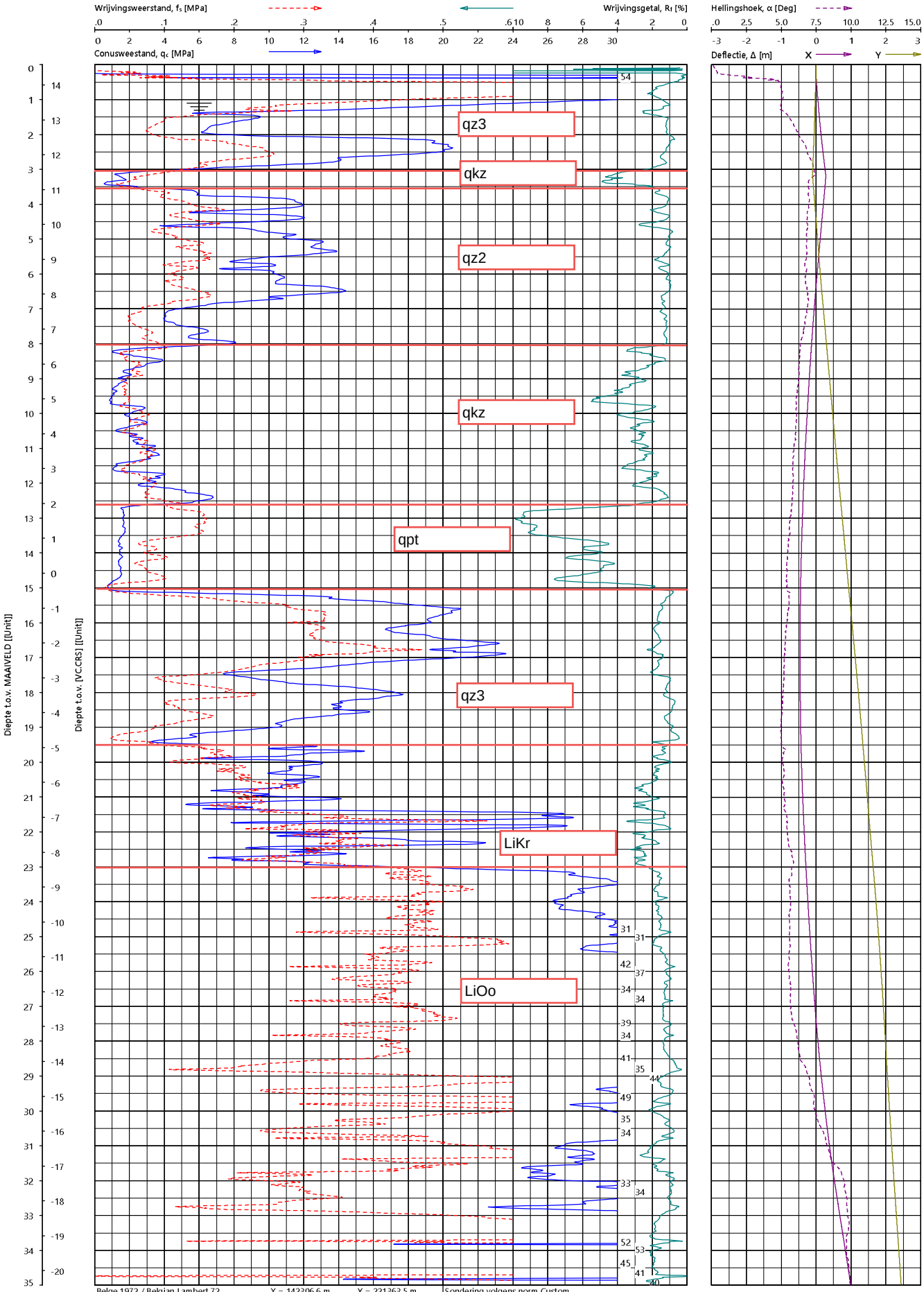
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

220940 HAVEN VAN ANTWERPEN - CAM011

Opdr. 220940
Sond. CPT-KTB-003

FUGRO

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Belge 1972 / Belgian Lambert 72 | X = 142306.6 m | Y = 221363.5 m
Datum ref: NAP height | MV = +14.6 m
Opg.: KHA | d.d. 18-okt-2022
Get.: | d.d. 18-okt-2022

Sondering volgens norm Custom
Toepassingsklasse Custom. Testtype
Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3488
A_c = 1510 mm^2; A_s = 19895 mm^2

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

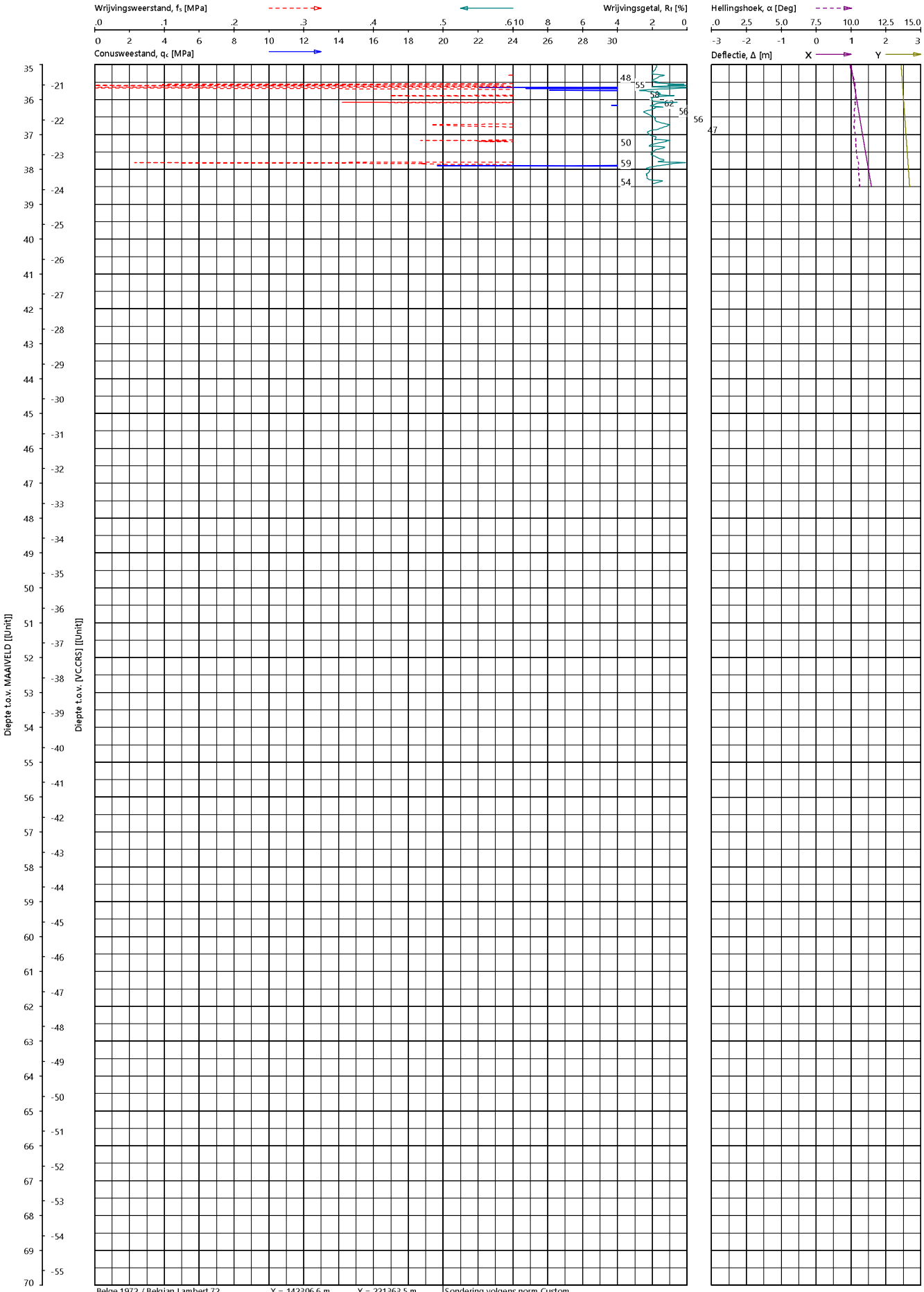
220940 HAVEN VAN ANTWERPEN - CAM011

Opdr. 220940
Sond. CPT-KTZ-011

FUGRO

GeoVisual 4.1.1 | CPT-Inclination-NL | 17-11-2023 09:26:46
220940
CPT-KTZ-011 - 48

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Belge 1972 / Belgian Lambert 72	X = 142306.6 m	Y = 221363.5 m
Datum ref: NAP height	MV = +14.6 m	
Opg.: KHA	d.d. 18-okt-2022	
Get.:	d.d. 18-okt-2022	

Sondering volgens norm Custom
Toepassingsklasse Custom. Testtype
Conustype: CP15-CF75SN2 s/n: 1701-3488
A_c = 1510 mm^2; A_s = 19895 mm^2

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

220940 HAVEN VAN ANTWERPEN - CAM011

Opdr. 220940
Sond. CPT-KTZ-011

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Project P.016898.0500 2GD 31/03/2025
Deel Zettingen 2GD CPT nr. CPT-KTB-003 CPT NR CPT-KTB-003

Zettingsberekening enkel ten gevolge van grondwaterverlaging

Berekening van zettingen volgens formule:

$$s = \sum_{j=0}^{n} \frac{1}{C_j} \Delta h_j \ln\left(\frac{\sigma'_{z,i} + \Delta\sigma'_{z,i}}{\sigma'_{z,i}}\right) \qquad C = \alpha \frac{q_c}{\sigma'_v}$$

Berekening van samendrukkingsmodulus (C) volgens WTCB richtlijnen Bemalingen (2009)

INPUT

Grondwater referentipeil TAW

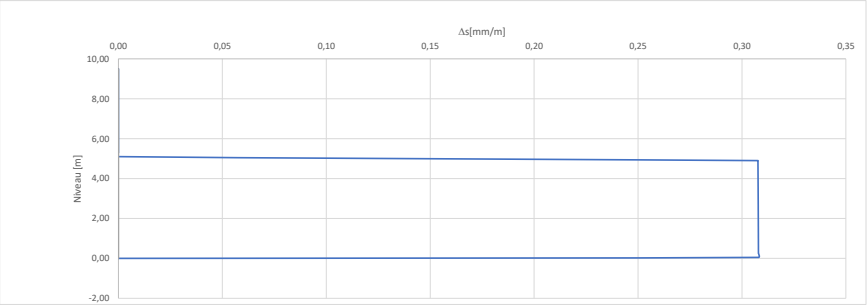
Initieel grondwater	**4,90**	m		
Grondwater na verlaging	**4,85**	m		
Berekening eindigen op	**0,00**	m	Watertafelverlaging:	-0,05 m
of als spanningstoename <	**10%**		Duur watertafelverlaging	**30,00** dagen

Grondgelaagdheid

Laag [-]	BK [m]	Grondype [-]		γ_{nat} [kN/m³]	γ_{droog} [kN/m³]	q_c [MPa]	k_z [m/s]	d [m]	w [-]	α, C [-]	c_v [m²/s]	Enkelvoudige of dubbelzijde drainage [-]	Hdr [m]
1	9,50	QZ3	3,0	20,0	18,0	17,50				3,0			
2	6,30	Qkv	3,0	16,0	16,0	0,54				3,0			
3	-2,00	Qpt	0,7	12,0	12,0	0,70				0,7			
4	-3,50	Qz2	4,0	19,0	17,0	6,75				4,0			
5	-5,40	Qz3	3,0	20,0	18,0	17,50				3,0			
6	-9,70	LiKr	3,5	20,0	18,0	14,14				3,5			
7	-12,50	LiOo	3,0	20,0	18,0	30,96				3,0			
8	-22,00	LiOo	3,0	20,0	18,0	30,96				3,0			
9			-	-	-					-			
10			-	-	-					-			

ZETTINGEN

Totale zetting **s = 0,02 mm** **S_t = ######### mm**



Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Project P.016898.0500 2GD 31/03/2025
Deel Zettingen 2GD CPT nr. CPT-KTB-003 CPT NR CPT-KTB-003

ZETTINGEN PER LAAG Laagdikte **Dikte :** 0,2 m

laag	BK	Grondtype	Materiaal	Type	qc	w	dikte	γ_{nat}	γ_{droog}	C	$\sigma'_{z,0}$	$\sigma'_{z,0,cum}$	$\sigma'_{z,1}$	$\sigma'_{z,1,cum}$	$\Delta\sigma'_z$	Δs	$\Delta s/m$	$(\sigma'_z + \Delta_p)/\sigma'z$	Printen
[-]	[mTAW]	[-]	[-]	[-]	[Mpa]	[-]	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[mm]	[mm/m]	[mm/m]	
1	9,50	7	QZ3	3	17,5	0	0,20	20	18	14583	3,6	3,6	3,6	3,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
2	9,30	7	QZ3	3	17,5	0	0,20	20	18	7292	3,6	7,2	3,6	7,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
3	9,10	7	QZ3	3	17,5	0	0,20	20	18	4861	3,6	10,8	3,6	10,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
4	8,90	7	QZ3	3	17,5	0	0,20	20	18	3646	3,6	14,4	3,6	14,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
5	8,70	7	QZ3	3	17,5	0	0,20	20	18	2917	3,6	18,0	3,6	18,0	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
6	8,50	7	QZ3	3	17,5	0	0,20	20	18	2431	3,6	21,6	3,6	21,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
7	8,30	7	QZ3	3	17,5	0	0,20	20	18	2083	3,6	25,2	3,6	25,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
8	8,10	7	QZ3	3	17,5	0	0,20	20	18	1823	3,6	28,8	3,6	28,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
9	7,90	7	QZ3	3	17,5	0	0,20	20	18	1620	3,6	32,4	3,6	32,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
10	7,70	7	QZ3	3	17,5	0	0,20	20	18	1458	3,6	36,0	3,6	36,0	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
11	7,50	7	QZ3	3	17,5	0	0,20	20	18	1326	3,6	39,6	3,6	39,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
12	7,30	7	QZ3	3	17,5	0	0,20	20	18	1215	3,6	43,2	3,6	43,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
13	7,10	7	QZ3	3	17,5	0	0,20	20	18	1122	3,6	46,8	3,6	46,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
14	6,90	7	QZ3	3	17,5	0	0,20	20	18	1042	3,6	50,4	3,6	50,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
15	6,70	7	QZ3	3	17,5	0	0,20	20	18	972	3,6	54,0	3,6	54,0	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
16	6,50	7	QZ3	3	17,5	0	0,20	20	18	911	3,6	57,6	3,6	57,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
17	6,30	7	QZ3	3	17,5	0	0,00	20	18	911	6E-14	57,6	6,39E-14	57,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
18	6,30	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	27	3,2	60,8	3,2	60,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
19	6,10	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	25	3,2	64,0	3,2	64,0	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
20	5,90	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	24	3,2	67,2	3,2	67,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
21	5,70	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	23	3,2	70,4	3,2	70,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
22	5,50	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	22	3,2	73,6	3,2	73,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
23	5,30	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	21	3,2	76,8	3,2	76,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
24	5,10	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	20	3,2	80,0	3,2	80,0	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
25	4,90	3	Qkv	3	0,54	0	0,05	16	16	20	0,3	80,3	0,8	80,8	0,5	0,015	0,31	0,62%	1
26	4,85	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	20	1,2	81,5	1,2	82,0	0,5	0,062	0,31	0,61%	0
27	4,65	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	20	1,2	82,7	1,2	83,2	0,5	0,062	0,31	0,60%	0
28	4,45	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	19	1,2	83,9	1,2	84,4	0,5	0,062	0,31	0,60%	0
29	4,25	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	19	1,2	85,1	1,2	85,6	0,5	0,062	0,31	0,59%	0
30	4,05	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	19	1,2	86,3	1,2	86,8	0,5	0,062	0,31	0,58%	0
31	3,85	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	19	1,2	87,5	1,2	88,0	0,5	0,062	0,31	0,57%	0
32	3,65	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	18	1,2	88,7	1,2	89,2	0,5	0,062	0,31	0,56%	0
33	3,45	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	18	1,2	89,9	1,2	90,4	0,5	0,062	0,31	0,56%	0
34	3,25	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	18	1,2	91,1	1,2	91,6	0,5	0,062	0,31	0,55%	0
35	3,05	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	18	1,2	92,3	1,2	92,8	0,5	0,062	0,31	0,54%	0
36	2,85	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	17	1,2	93,5	1,2	94,0	0,5	0,062	0,31	0,53%	0
37	2,65	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	17	1,2	94,7	1,2	95,2	0,5	0,062	0,31	0,53%	0
38	2,45	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	17	1,2	95,9	1,2	96,4	0,5	0,062	0,31	0,52%	0
39	2,25	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	17	1,2	97,1	1,2	97,6	0,5	0,062	0,31	0,51%	0
40	2,05	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	16	1,2	98,3	1,2	98,8	0,5	0,062	0,31	0,51%	0
41	1,85	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	16	1,2	99,5	1,2	100,0	0,5	0,062	0,31	0,50%	0
42	1,65	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	16	1,2	100,7	1,2	101,2	0,5	0,062	0,31	0,50%	0
43	1,45	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	16	1,2	101,9	1,2	102,4	0,5	0,062	0,31	0,49%	0
44	1,25	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	16	1,2	103,1	1,2	103,6	0,5	0,062	0,31	0,48%	0
45	1,05	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	16	1,2	104,3	1,2	104,8	0,5	0,062	0,31	0,48%	0
46	0,85	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	15	1,2	105,5	1,2	106,0	0,5	0,062	0,31	0,47%	0
47	0,65	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	15	1,2	106,7	1,2	107,2	0,5	0,062	0,31	0,47%	0
48	0,45	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	15	1,2	107,9	1,2	108,4	0,5	0,062	0,31	0,46%	0
49	0,25	3	Qkv	3	0,54	0	0,20	16	16	15	1,2	109,1	1,2	109,6	0,5	0,062	0,31	0,46%	0
50	0,05	3	Qkv	3	0,54	0	0,05	16	16	15	0,3	109,4	0,3	109,9	0,5	0,015	0,31	0,46%	0
51	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
52	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
53	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
54	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
55	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
56	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
57	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
58	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
59	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
60	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
61	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
62	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
63	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
64	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
65	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
66	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
67	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
68	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
69	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
70	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
71	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
72	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
73	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
74	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
75	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
76	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
77	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
78	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
79	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
80	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
81	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
82	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
83	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
84	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
85	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
86	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
87	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
88	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
89	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
90	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
91	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
92	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
93	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
94	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
95	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
96	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
97	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
98	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0
99	0,00	3	Qkv	3	0,54	0	0,00	16	16	15	0	109,4	0	109,9	0,5	0,000	0,00	0,46%	0

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Project P.016898.0500 2GD 31/03/2025
Deel Zettingen 2GD CPT nr. CPT-KTZ-011 CPT NR CPT-KTZ-011

Zettingsberekening enkel ten gevolge van grondwaterverlaging

Berekening van zettingen volgens formule:

$$s = \sum_{j=0}^{n} \frac{1}{C_j} \Delta h_j \ln\left(\frac{\sigma'_{z,i} + \Delta\sigma'_{z,i}}{\sigma'_{z,i}}\right) \qquad C = \alpha \frac{q_c}{\sigma'_v}$$

Berekening van samendrukkingsmodulus (C) volgens WTCB richtlijnen Bemalingen (2009)

INPUT

Grondwater referentipeil TAW
Initieel grondwater **4,90** m
Grondwater na verlaging **4,85** m
Berekening eindigen op **0,00** m
of als spanningstoename < **10%**

Watertafelverlaging: -0,05 m
Duur watertafelverlaging **30,00** dagen

Grondgelaagdheid

Laag [-]	BK [m]	Grondype [-]		γ_{nat} [kN/m³]	γ_{droog} [kN/m³]	q_c [MPa]	k_z [m/s]	d [m]	w [-]	α, C [-]	c_v [m²/s]	Enkelvoudige of dubbelzijde drainage [-]	Hdr [m]
1	11,00	Qz2		19,0	17,0	6,75				4,0			
2	6,50	Qkz		17,0	17,0	1,48				2,0			
3	2,00	Qpt		12,0	12,0	0,70				0,7			
4	-0,50	Qz3		20,0	18,0	17,50				3,0			
5	-5,00	LiKr		20,0	18,0	14,14				3,5			
6	-8,50	LiOo		20,0	18,0	30,96				3,0			
7	-23,00	LiOo		20,0	18,0	30,96				3,0			
8				-	-	-				-			
9			-	-	-					-			
10			-	-	-					-			

ZETTINGEN

Totale zetting **s = 0,01 mm** **S_t = ######### mm**



Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Project P.016898.0500 2GD 31/03/2025
Deel Zettingen 2GD CPT nr. CPT-KTZ-011 CPT NR CPT-KTZ-011

ZETTINGEN PER LAAG Laagdikte **Dikte :** 0,2 m

laag	BK	Grondtype	Materiaal	Type	qc	w	dikte	γ_{nat}	γ_{droog}	C	$\sigma'_{z,0}$	$\sigma'_{z,0,cum}$	$\sigma'_{z,1}$	$\sigma'_{z,1,cum}$	$\Delta\sigma'_z$	Δs	$\Delta s/m$	$(\sigma'_z + \Delta_p)/\sigma'z$	Printen
[-]	[mTAW]	[-]	[-]	[-]	[Mpa]	[-]	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[mm]	[mm/m]	[mm/m]	
1	11,00	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	7941	3,4	3,4	3,4	3,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
2	10,80	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	3971	3,4	6,8	3,4	6,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
3	10,60	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	2647	3,4	10,2	3,4	10,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
4	10,40	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	1985	3,4	13,6	3,4	13,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
5	10,20	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	1588	3,4	17,0	3,4	17,0	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
6	10,00	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	1324	3,4	20,4	3,4	20,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
7	9,80	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	1134	3,4	23,8	3,4	23,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
8	9,60	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	993	3,4	27,2	3,4	27,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
9	9,40	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	882	3,4	30,6	3,4	30,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
10	9,20	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	794	3,4	34,0	3,4	34,0	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
11	9,00	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	722	3,4	37,4	3,4	37,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
12	8,80	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	662	3,4	40,8	3,4	40,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
13	8,60	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	611	3,4	44,2	3,4	44,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
14	8,40	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	567	3,4	47,6	3,4	47,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
15	8,20	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	529	3,4	51,0	3,4	51,0	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
16	8,00	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	496	3,4	54,4	3,4	54,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
17	7,80	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	467	3,4	57,8	3,4	57,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
18	7,60	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	441	3,4	61,2	3,4	61,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
19	7,40	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	418	3,4	64,6	3,4	64,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
20	7,20	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	397	3,4	68,0	3,4	68,0	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
21	7,00	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	378	3,4	71,4	3,4	71,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
22	6,80	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	361	3,4	74,8	3,4	74,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
23	6,60	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	353	1,7	76,5	1,7	76,5	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
24	6,50	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	37	3,4	79,9	3,4	79,9	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
25	6,30	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	36	3,4	83,3	3,4	83,3	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
26	6,10	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	34	3,4	86,7	3,4	86,7	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
27	5,90	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	33	3,4	90,1	3,4	90,1	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
28	5,70	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	32	3,4	93,5	3,4	93,5	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
29	5,50	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	31	3,4	96,9	3,4	96,9	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
30	5,30	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	30	3,4	100,3	3,4	100,3	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
31	5,10	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	29	3,4	103,7	3,4	103,7	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
32	4,90	3	Qkz	0	1,48	0	0,05	17	17	28	0,35	104,1	0,85	104,6	0,5	0,008	0,17	0,48%	1
33	4,85	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	28	1,4	105,5	1,4	106,0	0,5	0,034	0,17	0,47%	0
34	4,65	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	28	1,4	106,9	1,4	107,4	0,5	0,034	0,17	0,47%	0
35	4,45	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	27	1,4	108,3	1,4	108,8	0,5	0,034	0,17	0,46%	0
36	4,25	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	27	1,4	109,7	1,4	110,2	0,5	0,034	0,17	0,46%	0
37	4,05	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	27	1,4	111,1	1,4	111,6	0,5	0,034	0,17	0,45%	0
38	3,85	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	26	1,4	112,5	1,4	113,0	0,5	0,034	0,17	0,44%	0
39	3,65	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	26	1,4	113,9	1,4	114,4	0,5	0,034	0,17	0,44%	0
40	3,45	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	26	1,4	115,3	1,4	115,8	0,5	0,034	0,17	0,43%	0
41	3,25	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	25	1,4	116,7	1,4	117,2	0,5	0,034	0,17	0,43%	0
42	3,05	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	25	1,4	118,1	1,4	118,6	0,5	0,034	0,17	0,42%	0
43	2,85	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	25	1,4	119,5	1,4	120,0	0,5	0,034	0,17	0,42%	0
44	2,65	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	24	1,4	120,9	1,4	121,4	0,5	0,034	0,17	0,41%	0
45	2,45	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	24	1,4	122,3	1,4	122,8	0,5	0,034	0,17	0,41%	0
46	2,25	3	Qkz	0	1,48	0	0,20	17	17	24	1,4	123,7	1,4	124,2	0,5	0,034	0,17	0,40%	0
47	2,05	3	Qkz	0	1,48	0	0,05	17	17	24	0,35	124,0	0,35	124,5	0,5	0,008	0,17	0,40%	0
48	2,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,20	12	12	4	0,4	124,4	0,4	124,9	0,5	0,204	1,02	0,40%	0
49	1,80	1	Qpt	0	0,7	0	0,20	12	12	4	0,4	124,8	0,4	125,3	0,5	0,204	1,02	0,40%	0
50	1,60	1	Qpt	0	0,7	0	0,20	12	12	4	0,4	125,2	0,4	125,7	0,5	0,204	1,02	0,40%	0
51	1,40	1	Qpt	0	0,7	0	0,20	12	12	4	0,4	125,6	0,4	126,1	0,5	0,204	1,02	0,40%	0
52	1,20	1	Qpt	0	0,7	0	0,20	12	12	4	0,4	126,0	0,4	126,5	0,5	0,204	1,02	0,40%	0
53	1,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,20	12	12	4	0,4	126,4	0,4	126,9	0,5	0,204	1,02	0,40%	0
54	0,80	1	Qpt	0	0,7	0	0,20	12	12	4	0,4	126,8	0,4	127,3	0,5	0,204	1,02	0,39%	0
55	0,60	1	Qpt	0	0,7	0	0,20	12	12	4	0,4	127,2	0,4	127,7	0,5	0,204	1,02	0,39%	0
56	0,40	1	Qpt	0	0,7	0	0,20	12	12	4	0,4	127,6	0,4	128,1	0,5	0,204	1,02	0,39%	0
57	0,20	1	Qpt	0	0,7	0	0,20	12	12	4	0,4	128,0	0,4	128,5	0,5	0,204	1,02	0,39%	0
58	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	6E-16	128,0	5,55E-16	128,5	0,5	0,000	1,02	0,39%	0
59	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
60	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
61	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
62	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
63	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
64	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
65	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
66	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
67	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
68	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
69	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
70	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
71	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
72	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
73	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
74	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
75	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
76	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
77	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
78	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
79	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
80	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
81	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
82	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
83	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
84	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
85	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
86	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
87	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
88	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
89	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
90	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
91	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
92	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
93	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
94	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
95	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
96	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
97	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
98	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
99	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
100	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
101	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
102	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
103	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
104	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
105	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
106	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
107	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
108	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
109	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
110	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
111	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
112	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Project	P.016898.0500 2GD							CPT nr.	CPT-KTZ-011	CPT NR	CPT-KTZ-011			31/03/2025				
Deel	Zettingen 2GD																	
113	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0
114	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	4	0	128,0	0	128,5	0,5	0,000	0,00	0,39%	0

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Project P.016898.0500 2GD 31/03/2025
Deel Zettingen 2GD CPT nr. CPT-CGO-052 CPT NR CPT-CGO-052

Zettingsberekening enkel ten gevolge van grondwaterverlaging

Berekening van zettingen volgens formule:

$$s = \sum_{j=0}^{n} \frac{1}{C_j} \Delta h_j \ln\left(\frac{\sigma'_{z,i} + \Delta\sigma'_{z,i}}{\sigma'_{z,i}}\right) \qquad C = \alpha \frac{q_c}{\sigma'_v}$$

Berekening van samendrukkingsmodulus (C) volgens WTCB richtlijnen Bemalingen (2009)

INPUT

Grondwater referentipeil TAW
Initieel grondwater **4,90** m
Grondwater na verlaging **4,85** m
Berekening eindigen op **0,00** m
of als spanningstoename < **10%**

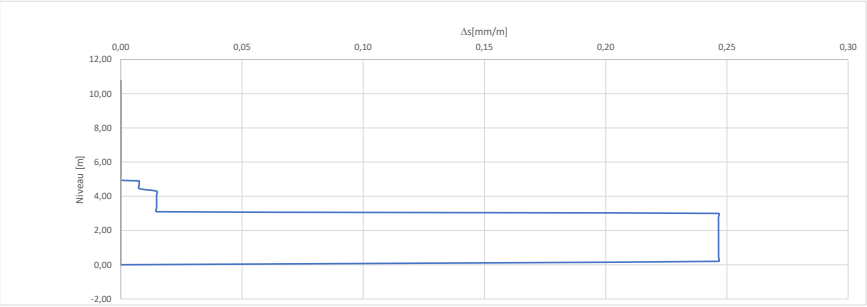
Watertafelverlaging: -0,05 m
Duur watertafelverlaging **30,00** dagen

Grondgelaagdheid .

Laag [-]	BK [m]	Grondype [-]		γ_{nat} [kN/m³]	γ_{droog} [kN/m³]	q_c [MPa]	k_z [m/s]	d [m]	w [-]	α, C [-]	c_v [m²/s]	Enkelvoudige of dubbelzijde drainage [-]	Hdr [m]
1	10,75	Qz3		20,0	18,0	17,50				3,0			
2	4,30	Qz2		19,0	17,0	6,75				4,0			
3	3,00	Qkv		16,0	16,0	0,54				3,0			
4	-0,20	Qz1		18,0	16,0	2,93				2,5			
5	-0,40	Qpt		12,0	12,0	0,70				0,7			
6	-2,10	Qkv		16,0	16,0	0,54				3,0			
7	-5,00	Qkz		17,0	17,0	1,48				2,0			
8	-6,80	Qz3		20,0	18,0	17,50				3,0			
9	-8,50	LiKr		20,0	18,0	14,14				3,5			
10	-12,60	LiOo		20,0	18,0	30,96				3,0			
11	-20,00	Kd		20,0	18,0	36,07				3,0			

ZETTINGEN

Totale zetting **s = 0,00 mm** **S_t = ######### mm**



Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Project P.016898.0500 2GD 31/03/2025
Deel Zettingen 2GD CPT nr. CPT-CGO-052 CPT NR CPT-CGO-052

ZETTINGEN PER LAAG Laagdikte **Dikte :** 0,2 m

laag	BK	Grondtype	Materiaal	Type	qc	w	dikte	γ_{nat}	γ_{droog}	C	$\sigma'_{z,0}$	$\sigma'_{z,0,cum}$	$\sigma'_{z,1}$	$\sigma'_{z,1,cum}$	$\Delta\sigma'_z$	Δs	$\Delta s/m$	$(\sigma'_z + \Delta_p)/\sigma'z$	Printen
[-]	[mTAW]	[-]	[-]	[-]	[Mpa]	[-]	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[mm]	[mm/m]	[mm/m]	
1	10,75	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	14583	3,6	3,6	3,6	3,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
2	10,55	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	7292	3,6	7,2	3,6	7,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
3	10,35	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	4861	3,6	10,8	3,6	10,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
4	10,15	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	3646	3,6	14,4	3,6	14,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
5	9,95	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	2917	3,6	18,0	3,6	18,0	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
6	9,75	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	2431	3,6	21,6	3,6	21,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
7	9,55	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	2083	3,6	25,2	3,6	25,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
8	9,35	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	1823	3,6	28,8	3,6	28,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
9	9,15	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	1620	3,6	32,4	3,6	32,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
10	8,95	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	1458	3,6	36,0	3,6	36,0	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
11	8,75	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	1326	3,6	39,6	3,6	39,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
12	8,55	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	1215	3,6	43,2	3,6	43,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
13	8,35	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	1122	3,6	46,8	3,6	46,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
14	8,15	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	1042	3,6	50,4	3,6	50,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
15	7,95	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	972	3,6	54,0	3,6	54,0	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
16	7,75	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	911	3,6	57,6	3,6	57,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
17	7,55	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	858	3,6	61,2	3,6	61,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
18	7,35	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	810	3,6	64,8	3,6	64,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
19	7,15	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	768	3,6	68,4	3,6	68,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
20	6,95	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	729	3,6	72,0	3,6	72,0	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
21	6,75	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	694	3,6	75,6	3,6	75,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
22	6,55	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	663	3,6	79,2	3,6	79,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
23	6,35	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	634	3,6	82,8	3,6	82,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
24	6,15	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	608	3,6	86,4	3,6	86,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
25	5,95	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	583	3,6	90,0	3,6	90,0	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
26	5,75	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	561	3,6	93,6	3,6	93,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
27	5,55	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	540	3,6	97,2	3,6	97,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
28	5,35	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	521	3,6	100,8	3,6	100,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
29	5,15	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	503	3,6	104,4	3,6	104,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
30	4,95	6	Qz3	0	17,5	0	0,05	20	18	499	0,9	105,3	0,9	105,3	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
31	4,90	6	Qz3	0	17,5	0	0,05	20	18	496	0,5	105,8	0,9	106,2	0,4	0,000	0,01	0,38%	1
32	4,85	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	487	2	107,8	2	108,2	0,4	0,002	0,01	0,37%	0
33	4,65	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	478	2	109,8	2	110,2	0,4	0,002	0,01	0,36%	0
34	4,45	6	Qz3	0	17,5	0	0,15	20	18	472	1,5	111,3	1,5	111,7	0,4	0,001	0,01	0,36%	0
35	4,30	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	239	1,8	113,1	1,8	113,5	0,4	0,003	0,01	0,35%	0
36	4,10	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	235	1,8	114,9	1,8	115,3	0,4	0,003	0,01	0,35%	0
37	3,90	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	231	1,8	116,7	1,8	117,1	0,4	0,003	0,01	0,34%	0
38	3,70	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	228	1,8	118,5	1,8	118,9	0,4	0,003	0,01	0,34%	0
39	3,50	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	224	1,8	120,3	1,8	120,7	0,4	0,003	0,01	0,33%	0
40	3,30	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	221	1,8	122,1	1,8	122,5	0,4	0,003	0,01	0,33%	0
41	3,10	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	220	0,9	123,0	0,9	123,4	0,4	0,001	0,01	0,33%	0
42	3,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	13	1,2	124,2	1,2	124,6	0,4	0,049	0,25	0,32%	0
43	2,80	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	13	1,2	125,4	1,2	125,8	0,4	0,049	0,25	0,32%	0
44	2,60	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	13	1,2	126,6	1,2	127,0	0,4	0,049	0,25	0,32%	0
45	2,40	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	13	1,2	127,8	1,2	128,2	0,4	0,049	0,25	0,31%	0
46	2,20	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	13	1,2	129,0	1,2	129,4	0,4	0,049	0,25	0,31%	0
47	2,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	12	1,2	130,2	1,2	130,6	0,4	0,049	0,25	0,31%	0
48	1,80	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	12	1,2	131,4	1,2	131,8	0,4	0,049	0,25	0,30%	0
49	1,60	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	12	1,2	132,6	1,2	133,0	0,4	0,049	0,25	0,30%	0
50	1,40	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	12	1,2	133,8	1,2	134,2	0,4	0,049	0,25	0,30%	0
51	1,20	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	12	1,2	135,0	1,2	135,4	0,4	0,049	0,25	0,30%	0
52	1,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	12	1,2	136,2	1,2	136,6	0,4	0,049	0,25	0,29%	0
53	0,80	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	12	1,2	137,4	1,2	137,8	0,4	0,049	0,25	0,29%	0
54	0,60	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	12	1,2	138,6	1,2	139,0	0,4	0,049	0,25	0,29%	0
55	0,40	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	12	1,2	139,8	1,2	140,2	0,4	0,049	0,25	0,29%	0
56	0,20	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	11	1,2	141,0	1,2	141,4	0,4	0,049	0,25	0,28%	0
57	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
58	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
59	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
60	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
61	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
62	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
63	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
64	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
65	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
66	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
67	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
68	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
69	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
70	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
71	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
72	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
73	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
74	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
75	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
76	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
77	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
78	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
79	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
80	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
81	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
82	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
83	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
84	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
85	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
86	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
87	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
88	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
89	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
90	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
91	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
92	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
93	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
94	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
95	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
96	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
97	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
98	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
99	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
100	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
101	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
102	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
103	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
104	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
105	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
106	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
107	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
108	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
109	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0
110	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	11	0	141,0	0	141,4	0,4	0,000	0,00	0,28%	0

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Project P.016898.0500 2GD 31/03/2025
Deel Zettingen 2GD CPT nr. CPT-CGO-048 CPT NR CPT-CGO-048

Zettingsberekening enkel ten gevolge van grondwaterverlaging

Berekening van zettingen volgens formule:

$$s = \sum_{j=0}^{n} \frac{1}{C_j} \Delta h_j \ln\left(\frac{\sigma'_{z,i} + \Delta\sigma'_{z,i}}{\sigma'_{z,i}}\right) \qquad C = \alpha \frac{q_c}{\sigma'_v}$$

Berekening van samendrukkingsmodulus (C) volgens WTCB richtlijnen Bemalingen (2009)

INPUT

Grondwater referentipeil TAW
Initieel grondwater **3,50** m
Grondwater na verlaging **3,30** m
Berekening eindigen op **0,00** m
of als spanningstoename < **10%**

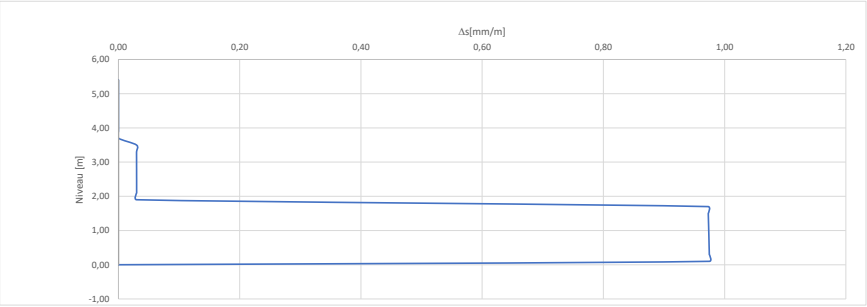
Watertafelverlaging: -0,20 m
Duur watertafelverlaging **30,00** dagen

Grondgelaagdheid .

Laag [-]	BK [m]	Grondtype [-]		γ_{nat} [kN/m³]	γ_{droog} [kN/m³]	q_c [MPa]	k_z [m/s]	d [m]	w [-]	α, C [-]	c_v [m²/s]	Enkelvoudige of dubbelzijde drainage [-]	Hdr [m]
1	5,40	Qz1		18,0	16,0	2,93				2,5			
2	4,50	Qz3		20,0	18,0	17,50				3,0			
3	1,70	Qkv		16,0	16,0	0,54				3,0			
4	-1,30	Qz1		18,0	16,0	2,93				2,5			
5	-1,50	Qpt		12,0	12,0	0,70				0,7			
6	-2,90	Qkv		16,0	16,0	0,54				3,0			
7	-4,50	Qz3		20,0	18,0	17,50				3,0			
8	-7,50	LiKr		20,0	18,0	14,14				3,5			
9	-12,40	LiOo		20,0	18,0	30,96				3,0			
10	-20,00	Kd		20,0	18,0	36,07				3,0			
11				-	-	-				-			

ZETTINGEN

Totale zetting **s = 0,01 mm** **S_t = ######### mm**



Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Project P.016898.0500 2GD 31/03/2025
Deel Zettingen 2GD CPT nr. CPT-CGO-048 CPT NR CPT-CGO-048

ZETTINGEN PER LAAG Laagdikte **Dikte :** 0,2 m

laag	BK	Grondtype	Materiaal	Type	qc	w	dikte	γ_{nat}	γ_{droog}	C	$\sigma'_{z,0}$	$\sigma'_{z,0,cum}$	$\sigma'_{z,1}$	$\sigma'_{z,1,cum}$	$\Delta\sigma'_z$	Δs	$\Delta s/m$	$(\sigma'_z + \Delta_p)/\sigma'z$	Printen
[-]	[mTAW]	[-]	[-]	[-]	[Mpa]	[-]	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[mm]	[mm/m]	[mm/m]	
1	5,40	4	Qz1	0	2,93	0	0,20	18	16	2289	3,2	3,2	3,2	3,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
2	5,20	4	Qz1	0	2,93	0	0,20	18	16	1145	3,2	6,4	3,2	6,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
3	5,00	4	Qz1	0	2,93	0	0,20	18	16	763	3,2	9,6	3,2	9,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
4	4,80	4	Qz1	0	2,93	0	0,20	18	16	572	3,2	12,8	3,2	12,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
5	4,60	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	509	1,6	14,4	1,6	14,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
6	4,50	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	2917	3,6	18,0	3,6	18,0	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
7	4,30	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	2431	3,6	21,6	3,6	21,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
8	4,10	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	2083	3,6	25,2	3,6	25,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
9	3,90	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	1823	3,6	28,8	3,6	28,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
10	3,70	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	1620	3,6	32,4	3,6	32,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
11	3,50	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	1526	2	34,4	3,6	36,0	1,6	0,006	0,03	4,65%	1
12	3,30	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	1442	2	36,4	2	38,0	1,6	0,006	0,03	4,40%	0
13	3,10	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	1367	2	38,4	2	40,0	1,6	0,006	0,03	4,17%	0
14	2,90	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	1300	2	40,4	2	42,0	1,6	0,006	0,03	3,96%	0
15	2,70	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	1238	2	42,4	2	44,0	1,6	0,006	0,03	3,77%	0
16	2,50	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	1182	2	44,4	2	46,0	1,6	0,006	0,03	3,60%	0
17	2,30	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	1131	2	46,4	2	48,0	1,6	0,006	0,03	3,45%	0
18	2,10	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	1085	2	48,4	2	50,0	1,6	0,006	0,03	3,31%	0
19	1,90	6	Qz3	0	17,5	0	0,20	20	18	1042	2	50,4	2	52,0	1,6	0,006	0,03	3,17%	0
20	1,70	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	31	1,2	51,6	1,2	53,2	1,6	0,195	0,97	3,10%	0
21	1,50	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	31	1,2	52,8	1,2	54,4	1,6	0,195	0,97	3,03%	0
22	1,30	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	30	1,2	54,0	1,2	55,6	1,6	0,195	0,97	2,96%	0
23	1,10	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	29	1,2	55,2	1,2	56,8	1,6	0,195	0,97	2,90%	0
24	0,90	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	29	1,2	56,4	1,2	58,0	1,6	0,195	0,97	2,84%	0
25	0,70	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	28	1,2	57,6	1,2	59,2	1,6	0,195	0,97	2,78%	0
26	0,50	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	28	1,2	58,8	1,2	60,4	1,6	0,195	0,97	2,72%	0
27	0,30	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	27	1,2	60,0	1,2	61,6	1,6	0,195	0,97	2,67%	0
28	0,10	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	27	0,6	60,6	0,6	62,2	1,6	0,097	0,97	2,64%	0
29	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
30	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
31	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
32	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
33	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
34	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
35	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
36	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
37	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
38	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
39	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
40	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
41	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
42	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
43	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
44	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
45	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
46	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
47	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
48	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
49	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
50	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
51	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
52	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
53	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
54	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
55	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
56	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
57	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
58	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
59	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
60	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
61	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
62	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
63	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
64	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
65	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
66	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
67	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
68	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
69	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
70	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
71	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
72	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
73	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
74	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
75	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
76	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
77	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
78	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
79	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
80	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
81	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
82	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
83	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
84	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
85	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
86	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
87	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
88	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
89	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
90	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
91	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
92	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
93	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
94	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0
95	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	27	0	60,6	0	62,2	1,6	0,000	0,00	2,64%	0

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Project P.016898.0500 2GD 31/03/2025
Deel Zettingen 2GD CPT nr. CPT-CGO-052 CPT NR CPT-CGO-052

Zettingsberekening enkel ten gevolge van grondwaterverlaging

Berekening van zettingen volgens formule:

$$s = \sum_{j=0}^{n} \frac{1}{C_j} \Delta h_j \ln\left(\frac{\sigma'_{z,i} + \Delta\sigma'_{z,i}}{\sigma'_{z,i}}\right) \qquad C = \alpha \frac{q_c}{\sigma'_v}$$

Berekening van samendrukkingsmodulus (C) volgens WTCB richtlijnen Bemalingen (2009)

INPUT

Grondwater referentipeil TAW

Initieel grondwater	**3,50**	m		
Grondwater na verlaging	**3,30**	m		
Berekening eindigen op	**0,00**	m	Watertafelverlaging:	-0,20 m
of als spanningstoename <	**10%**		Duur watertafelverlaging	**30,00** dagen

Grondgelaagdheid .

Laag [-]	BK [m]	Grondype [-]		γ_{nat} [kN/m³]	γ_{droog} [kN/m³]	q_c [MPa]	k_z [m/s]	d [m]	w [-]	α, C [-]	c_v [m²/s]	Enkelvoudige of dubbelzijde drainage [-]	Hdr [m]
1	5,40	QZ3		20,0	18,0	17,50				3,0			
2	4,30	Qz2		19,0	17,0	6,75				4,0			
3	3,00	Qkv		16,0	16,0	0,54				3,0			
4	-0,20	Qz1		18,0	16,0	2,93				2,5			
5	-0,40	Qpt		12,0	12,0	0,70				0,7			
6	-2,10	Qkv		16,0	16,0	0,54				3,0			
7	-5,00	Qkz		17,0	17,0	1,48				2,0			
8	-6,80	Qz3		20,0	18,0	17,50				3,0			
9	-8,50	LiKr		20,0	18,0	14,14				3,5			
10	-12,60	LiOo		20,0	18,0	30,96				3,0			
11	-20,00	Kd		20,0	18,0	36,07				3,0			

ZETTINGEN

Totale zetting **s = 0,01 mm** **S_t = ######### mm**



Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Project P.016898.0500 2GD 31/03/2025
Deel Zettingen 2GD CPT nr. CPT-CGO-052 CPT NR CPT-CGO-052

ZETTINGEN PER LAAG Laagdikte **Dikte :** 0,2 m

laag	BK	Grondtype	Materiaal	Type	qc	w	dikte	γ_{nat}	γ_{droog}	C	$\sigma'_{z,0}$	$\sigma'_{z,0,cum}$	$\sigma'_{z,1}$	$\sigma'_{z,1,cum}$	$\Delta\sigma'_z$	Δs	$\Delta s/m$	$(\sigma'_z + \Delta_p)/\sigma'z$	Printen
[-]	[mTAW]	[-]	[-]	[-]	[Mpa]	[-]	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[mm]	[mm/m]	[mm/m]	
1	5,40	6	QZ3	0	17,5	0	0,20	20	18	14583	3,6	3,6	3,6	3,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
2	5,20	6	QZ3	0	17,5	0	0,20	20	18	7292	3,6	7,2	3,6	7,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
3	5,00	6	QZ3	0	17,5	0	0,20	20	18	4861	3,6	10,8	3,6	10,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
4	4,80	6	QZ3	0	17,5	0	0,20	20	18	3646	3,6	14,4	3,6	14,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
5	4,60	6	QZ3	0	17,5	0	0,20	20	18	2917	3,6	18,0	3,6	18,0	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
6	4,40	6	QZ3	0	17,5	0	0,10	20	18	2652	1,8	19,8	1,8	19,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
7	4,30	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	1164	3,4	23,2	3,4	23,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
8	4,10	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	1015	3,4	26,6	3,4	26,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
9	3,90	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	900	3,4	30,0	3,4	30,0	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
10	3,70	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	808	3,4	33,4	3,4	33,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
11	3,50	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	767	1,8	35,2	3,4	36,8	1,6	0,012	0,06	4,55%	1
12	3,30	5	Qz2	0	6,75	0	0,20	19	17	730	1,8	37,0	1,8	38,6	1,6	0,012	0,06	4,32%	0
13	3,10	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	712	0,9	37,9	0,9	39,5	1,6	0,006	0,06	4,22%	0
14	3,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	41	1,2	39,1	1,2	40,7	1,6	0,194	0,97	4,09%	0
15	2,80	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	40	1,2	40,3	1,2	41,9	1,6	0,194	0,97	3,97%	0
16	2,60	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	39	1,2	41,5	1,2	43,1	1,6	0,194	0,97	3,86%	0
17	2,40	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	38	1,2	42,7	1,2	44,3	1,6	0,194	0,97	3,75%	0
18	2,20	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	37	1,2	43,9	1,2	45,5	1,6	0,194	0,97	3,64%	0
19	2,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	36	1,2	45,1	1,2	46,7	1,6	0,194	0,97	3,55%	0
20	1,80	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	35	1,2	46,3	1,2	47,9	1,6	0,194	0,97	3,46%	0
21	1,60	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	34	1,2	47,5	1,2	49,1	1,6	0,194	0,97	3,37%	0
22	1,40	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	33	1,2	48,7	1,2	50,3	1,6	0,194	0,97	3,29%	0
23	1,20	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	32	1,2	49,9	1,2	51,5	1,6	0,194	0,97	3,21%	0
24	1,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	32	1,2	51,1	1,2	52,7	1,6	0,195	0,97	3,13%	0
25	0,80	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	31	1,2	52,3	1,2	53,9	1,6	0,195	0,97	3,06%	0
26	0,60	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	30	1,2	53,5	1,2	55,1	1,6	0,195	0,97	2,99%	0
27	0,40	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	30	1,2	54,7	1,2	56,3	1,6	0,195	0,97	2,93%	0
28	0,20	2	Qkv	0	0,54	0	0,20	16	16	29	1,2	55,9	1,2	57,5	1,6	0,195	0,97	2,86%	0
29	0,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,00	16	16	29	0	55,9	0	57,5	1,6	0,000	0,00	2,86%	0

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Project P.016898.0500 2GD 31/03/2025
Deel Zettingen 2GD CPT nr. CPT-DP-10 CPT NR CPT-DP-10

Zettingsberekening enkel ten gevolge van grondwaterverlaging

Berekening van zettingen volgens formule:

$$s = \sum_{j=0}^{n} \frac{1}{C_j} \Delta h_j \ln\left(\frac{\sigma'_{z,i} + \Delta\sigma'_{z,i}}{\sigma'_{z,i}}\right) \qquad C = \alpha \frac{q_c}{\sigma'_v}$$

Berekening van samendrukkingsmodulus (C) volgens WTCB richtlijnen Bemalingen (2009)

INPUT

Grondwater referentiepeil TAW
Initieel grondwater **2,40** m
Grondwater na verlaging **2,30** m
Berekening eindigen op **-5,00** m
of als spanningstoename < **10%**

Watertafelverlaging: -0,10 m
Duur watertafelverlaging **30,00** dagen

Grondgelaagdheid .

Laag [-]	BK [m]	Grondype [-]		γ_{nat} [kN/m³]	γ_{droog} [kN/m³]	q_c [MPa]	k_z [m/s]	d	w [-]	α, C [-]	c_v [m²/s]	Enkelvoudige of dubbelzijde drainage [-]	Hdr [m]
1	2,70	Qz1		18,0	16,0	2,93				2,5			
2	2,10	Qkv		16,0	16,0	0,54				3,0			
3	0,50	Qz1		18,0	16,0	2,93				2,5			
4	-0,50	Qpt		12,0	12,0	0,70				0,7			
5	-3,90	Qz2		19,0	17,0	6,75				4,0			
6	-7,30	Qz3		20,0	18,0	17,50				3,0			
7	-9,00	LiKr		20,0	18,0	14,14				3,5			
8	-12,80	LiOo		20,0	18,0	30,96				3,0			
9	-18,60	Kd		20,0	18,0	36,07				3,0			
10				-	-	-				-			
11				-	-	-				-			

ZETTINGEN

Totale zetting **s = 0,08 mm** **S_t = ######### mm**



Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Project P.016898.0500 2GD 31/03/2025
Deel Zettingen 2GD CPT nr. CPT-DP-10 CPT NR CPT-DP-10

ZETTINGEN PER LAAG Laagdikte **Dikte :** 0,1 m

laag	BK	Grondtype	Materiaal	Type	qc	w	dikte	γ_{nat}	γ_{droog}	C	$\sigma'_{z,0}$	$\sigma'_{z,0,cum}$	$\sigma'_{z,1}$	$\sigma'_{z,1,cum}$	$\Delta\sigma'_z$	Δs	$\Delta s/m$	$(\sigma'_z + \Delta_p)/\sigma'z$	Printen
[-]	[mTAW]	[-]	[-]	[-]	[Mpa]	[-]	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[mm]	[mm/m]	[mm/m]	
1	2,70	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	4578	1,6	1,6	1,6	1,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
2	2,60	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	2289	1,6	3,2	1,6	3,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
3	2,50	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	1526	1,6	4,8	1,6	4,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
4	2,40	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	1308	0,8	5,6	1,6	6,4	0,8	0,010	0,10	14,29%	1
5	2,30	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	1145	0,8	6,4	0,8	7,2	0,8	0,010	0,10	12,50%	1
6	2,20	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	1017	0,8	7,2	0,8	8,0	0,8	0,010	0,10	11,11%	1
7	2,10	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	208	0,6	7,8	0,6	8,6	0,8	0,047	0,47	10,26%	1
8	2,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	193	0,6	8,4	0,6	9,2	0,8	0,047	0,47	9,52%	0
9	1,90	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	180	0,6	9,0	0,6	9,8	0,8	0,047	0,47	8,89%	0
10	1,80	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	169	0,6	9,6	0,6	10,4	0,8	0,047	0,47	8,33%	0
11	1,70	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	159	0,6	10,2	0,6	11,0	0,8	0,048	0,48	7,84%	0
12	1,60	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	150	0,6	10,8	0,6	11,6	0,8	0,048	0,48	7,41%	0
13	1,50	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	142	0,6	11,4	0,6	12,2	0,8	0,048	0,48	7,02%	0
14	1,40	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	135	0,6	12,0	0,6	12,8	0,8	0,048	0,48	6,67%	0
15	1,30	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	129	0,6	12,6	0,6	13,4	0,8	0,048	0,48	6,35%	0
16	1,20	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	123	0,6	13,2	0,6	14,0	0,8	0,048	0,48	6,06%	0
17	1,10	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	117	0,6	13,8	0,6	14,6	0,8	0,048	0,48	5,80%	0
18	1,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	113	0,6	14,4	0,6	15,2	0,8	0,048	0,48	5,56%	0
19	0,90	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	108	0,6	15,0	0,6	15,8	0,8	0,048	0,48	5,33%	0
20	0,80	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	104	0,6	15,6	0,6	16,4	0,8	0,048	0,48	5,13%	0
21	0,70	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	100	0,6	16,2	0,6	17,0	0,8	0,048	0,48	4,94%	0
22	0,60	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	96	0,6	16,8	0,6	17,6	0,8	0,048	0,48	4,76%	0
23	0,50	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	416	0,8	17,6	0,8	18,4	0,8	0,011	0,11	4,55%	0
24	0,40	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	398	0,8	18,4	0,8	19,2	0,8	0,011	0,11	4,35%	0
25	0,30	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	382	0,8	19,2	0,8	20,0	0,8	0,011	0,11	4,17%	0
26	0,20	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	366	0,8	20,0	0,8	20,8	0,8	0,011	0,11	4,00%	0
27	0,10	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	352	0,8	20,8	0,8	21,6	0,8	0,011	0,11	3,85%	0
28	0,00	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	339	0,8	21,6	0,8	22,4	0,8	0,011	0,11	3,70%	0
29	-0,10	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	327	0,8	22,4	0,8	23,2	0,8	0,011	0,11	3,57%	0
30	-0,20	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	316	0,8	23,2	0,8	24,0	0,8	0,011	0,11	3,45%	0
31	-0,30	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	305	0,8	24,0	0,8	24,8	0,8	0,011	0,11	3,33%	0
32	-0,40	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	295	0,8	24,8	0,8	25,6	0,8	0,011	0,11	3,23%	0
33	-0,50	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	20	0,2	25,0	0,2	25,8	0,8	0,161	1,61	3,20%	0
34	-0,60	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	19	0,2	25,2	0,2	26,0	0,8	0,161	1,61	3,17%	0
35	-0,70	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	19	0,2	25,4	0,2	26,2	0,8	0,161	1,61	3,15%	0
36	-0,80	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	19	0,2	25,6	0,2	26,4	0,8	0,161	1,61	3,13%	0
37	-0,90	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	19	0,2	25,8	0,2	26,6	0,8	0,161	1,61	3,10%	0
38	-1,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	19	0,2	26,0	0,2	26,8	0,8	0,161	1,61	3,08%	0
39	-1,10	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	19	0,2	26,2	0,2	27,0	0,8	0,161	1,61	3,05%	0
40	-1,20	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	19	0,2	26,4	0,2	27,2	0,8	0,161	1,61	3,03%	0
41	-1,30	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	18	0,2	26,6	0,2	27,4	0,8	0,161	1,61	3,01%	0
42	-1,40	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	18	0,2	26,8	0,2	27,6	0,8	0,161	1,61	2,99%	0
43	-1,50	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	18	0,2	27,0	0,2	27,8	0,8	0,161	1,61	2,96%	0
44	-1,60	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	18	0,2	27,2	0,2	28,0	0,8	0,161	1,61	2,94%	0
45	-1,70	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	18	0,2	27,4	0,2	28,2	0,8	0,161	1,61	2,92%	0
46	-1,80	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	18	0,2	27,6	0,2	28,4	0,8	0,161	1,61	2,90%	0
47	-1,90	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	18	0,2	27,8	0,2	28,6	0,8	0,161	1,61	2,88%	0
48	-2,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	18	0,2	28,0	0,2	28,8	0,8	0,161	1,61	2,86%	0
49	-2,10	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	17	0,2	28,2	0,2	29,0	0,8	0,161	1,61	2,84%	0
50	-2,20	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	17	0,2	28,4	0,2	29,2	0,8	0,161	1,61	2,82%	0
51	-2,30	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	17	0,2	28,6	0,2	29,4	0,8	0,161	1,61	2,80%	0
52	-2,40	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	17	0,2	28,8	0,2	29,6	0,8	0,161	1,61	2,78%	0
53	-2,50	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	17	0,2	29,0	0,2	29,8	0,8	0,161	1,61	2,76%	0
54	-2,60	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	17	0,2	29,2	0,2	30,0	0,8	0,161	1,61	2,74%	0
55	-2,70	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	17	0,2	29,4	0,2	30,2	0,8	0,161	1,61	2,72%	0
56	-2,80	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	17	0,2	29,6	0,2	30,4	0,8	0,161	1,61	2,70%	0
57	-2,90	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	16	0,2	29,8	0,2	30,6	0,8	0,161	1,61	2,68%	0
58	-3,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	16	0,2	30,0	0,2	30,8	0,8	0,161	1,61	2,67%	0
59	-3,10	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	16	0,2	30,2	0,2	31,0	0,8	0,161	1,61	2,65%	0
60	-3,20	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	16	0,2	30,4	0,2	31,2	0,8	0,161	1,61	2,63%	0
61	-3,30	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	16	0,2	30,6	0,2	31,4	0,8	0,161	1,61	2,61%	0
62	-3,40	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	16	0,2	30,8	0,2	31,6	0,8	0,161	1,61	2,60%	0
63	-3,50	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	16	0,2	31,0	0,2	31,8	0,8	0,161	1,61	2,58%	0
64	-3,60	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	16	0,2	31,2	0,2	32,0	0,8	0,161	1,61	2,56%	0
65	-3,70	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	16	0,2	31,4	0,2	32,2	0,8	0,161	1,61	2,55%	0
66	-3,80	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	16	0,2	31,6	0,2	32,4	0,8	0,161	1,61	2,53%	0
67	-3,90	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	831	0,9	32,5	0,9	33,3	0,8	0,003	0,03	2,46%	0
68	-4,00	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	808	0,9	33,4	0,9	34,2	0,8	0,003	0,03	2,40%	0
69	-4,10	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	787	0,9	34,3	0,9	35,1	0,8	0,003	0,03	2,33%	0
70	-4,20	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	767	0,9	35,2	0,9	36,0	0,8	0,003	0,03	2,27%	0
71	-4,30	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	748	0,9	36,1	0,9	36,9	0,8	0,003	0,03	2,22%	0
72	-4,40	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	730	0,9	37,0	0,9	37,8	0,8	0,003	0,03	2,16%	0
73	-4,50	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	712	0,9	37,9	0,9	38,7	0,8	0,003	0,03	2,11%	0
74	-4,60	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	696	0,9	38,8	0,9	39,6	0,8	0,003	0,03	2,06%	0
75	-4,70	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	680	0,9	39,7	0,9	40,5	0,8	0,003	0,03	2,02%	0
76	-4,80	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	665	0,9	40,6	0,9	41,4	0,8	0,003	0,03	1,97%	0
77	-4,90	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	651	0,9	41,5	0,9	42,3	0,8	0,003	0,03	1,93%	0
78	-5,00	5	Qz2	0	6,75	0	0,00	19	17	651	2E-14	41,5	1,6E-14	42,3	0,8	0,000	0,00	1,93%	0

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Project P.016898.0500 2GD 31/03/2025
Deel Zettingen 2GD CPT nr. CPT-DD-21 CPT NR CPT-DD-21

Zettingsberekening enkel ten gevolge van grondwaterverlaging

Berekening van zettingen volgens formule:

$$s = \sum_{j=0}^{n} \frac{1}{C_j} \Delta h_j \ln\left(\frac{\sigma'_{z,i} + \Delta\sigma'_{z,i}}{\sigma'_{z,i}}\right) \qquad C = \alpha \frac{q_c}{\sigma'_v}$$

Berekening van samendrukkingsmodulus (C) volgens WTCB richtlijnen Bemalingen (2009)

INPUT

Grondwater referentiepeil TAW
Initieel grondwater **2,40** m
Grondwater na verlaging **2,30** m
Berekening eindigen op **-5,00** m
of als spanningstoename < **10%**

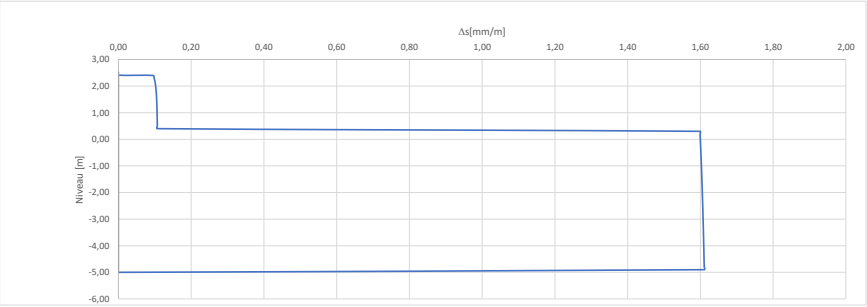
Watertafelverlaging: -0,10 m
Duur watertafelverlaging **30,00** dagen

Grondgelaagdheid .

Laag [-]	BK [m]	Grondtype [-]		γ_{nat} [kN/m³]	γ_{droog} [kN/m³]	q_c [MPa]	k_z [m/s]	d [m]	w [-]	α, C [-]	c_v [m²/s]	Enkelvoudige of dubbelzijde drainage [-]	Hdr [m]
1	2,51	Qz1		18,0	16,0	2,93				2,5			
2	0,30	Qpt		12,0	12,0	0,70				0,7			
3	-5,00	Qz1		18,0	16,0	2,93				2,5			
4	-7,40	Qz2		19,0	17,0	6,75				4,0			
5	-8,20	LiKr		20,0	18,0	14,14				3,5			
6	-12,50	LiOo		20,0	18,0	30,96				3,0			
7	-18,00	Kd		20,0	18,0	36,07				3,0			
8						-				-			
9				-	-	-				-			
10				-	-	-				-			
11				-	-	-				-			

ZETTINGEN

Totale zetting **s = 0,07 mm** **S_t = ######### mm**



Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Project P.016898.0500 2GD
Deel Zettingen 2GD

CPT nr. CPT-DD-21 CPT NR CPT-DD-21 31/03/2025

ZETTINGEN PER LAAG Laagdikte **Dikte :** 0,1 m

laag	BK	Grondtype	Materiaal	Type	qc	w	dikte	γ_{nat}	γ_{droog}	C	$\sigma'_{z,0}$	$\sigma'_{z,0,cum}$	$\sigma'_{z,1}$	$\sigma'_{z,1,cum}$	$\Delta\sigma'_z$	Δs	$\Delta s/m$	$(\sigma'_z + \Delta_p)/\sigma'z$	Printen
[-]	[mTAW]	[-]	[-]	[-]	[Mpa]	[-]	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[mm]	[mm/m]	[mm/m]	
1	2,51	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	4578	1,6	1,6	1,6	1,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
2	2,41	4	Qz1	0	2,93	0	0,01	18	16	4162	0,16	1,8	0,16	1,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
3	2,40	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	2861	0,8	2,6	1,6	3,4	0,8	0,010	0,10	31,25%	1
4	2,30	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	2180	0,8	3,4	0,8	4,2	0,8	0,010	0,10	23,81%	1
5	2,20	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	1761	0,8	4,2	0,8	5,0	0,8	0,010	0,10	19,23%	1
6	2,10	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	1477	0,8	5,0	0,8	5,8	0,8	0,010	0,10	16,13%	1
7	2,00	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	1272	0,8	5,8	0,8	6,6	0,8	0,010	0,10	13,89%	1
8	1,90	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	1117	0,8	6,6	0,8	7,4	0,8	0,010	0,10	12,20%	1
9	1,80	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	995	0,8	7,4	0,8	8,2	0,8	0,010	0,10	10,87%	1
10	1,70	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	898	0,8	8,2	0,8	9,0	0,8	0,010	0,10	9,80%	0
11	1,60	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	818	0,8	9,0	0,8	9,8	0,8	0,010	0,10	8,93%	0
12	1,50	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	751	0,8	9,8	0,8	10,6	0,8	0,010	0,10	8,20%	0
13	1,40	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	694	0,8	10,6	0,8	11,4	0,8	0,011	0,11	7,58%	0
14	1,30	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	645	0,8	11,4	0,8	12,2	0,8	0,011	0,11	7,04%	0
15	1,20	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	602	0,8	12,2	0,8	13,0	0,8	0,011	0,11	6,58%	0
16	1,10	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	565	0,8	13,0	0,8	13,8	0,8	0,011	0,11	6,17%	0
17	1,00	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	532	0,8	13,8	0,8	14,6	0,8	0,011	0,11	5,81%	0
18	0,90	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	503	0,8	14,6	0,8	15,4	0,8	0,011	0,11	5,49%	0
19	0,80	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	477	0,8	15,4	0,8	16,2	0,8	0,011	0,11	5,21%	0
20	0,70	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	453	0,8	16,2	0,8	17,0	0,8	0,011	0,11	4,95%	0
21	0,60	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	432	0,8	17,0	0,8	17,8	0,8	0,011	0,11	4,72%	0
22	0,50	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	412	0,8	17,8	0,8	18,6	0,8	0,011	0,11	4,50%	0
23	0,40	4	Qz1	0	2,93	0	0,10	18	16	395	0,8	18,6	0,8	19,4	0,8	0,011	0,11	4,31%	0
24	0,30	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	26	0,2	18,8	0,2	19,6	0,8	0,160	1,60	4,26%	0
25	0,20	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	26	0,2	19,0	0,2	19,8	0,8	0,160	1,60	4,22%	0
26	0,10	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	26	0,2	19,2	0,2	20,0	0,8	0,160	1,60	4,18%	0
27	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	25	0,2	19,4	0,2	20,2	0,8	0,160	1,60	4,13%	0
28	-0,10	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	25	0,2	19,6	0,2	20,4	0,8	0,160	1,60	4,09%	0
29	-0,20	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	25	0,2	19,8	0,2	20,6	0,8	0,160	1,60	4,05%	0
30	-0,30	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	25	0,2	20,0	0,2	20,8	0,8	0,160	1,60	4,01%	0
31	-0,40	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	24	0,2	20,2	0,2	21,0	0,8	0,160	1,60	3,97%	0
32	-0,50	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	24	0,2	20,4	0,2	21,2	0,8	0,160	1,60	3,93%	0
33	-0,60	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	24	0,2	20,6	0,2	21,4	0,8	0,160	1,60	3,89%	0
34	-0,70	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	24	0,2	20,8	0,2	21,6	0,8	0,160	1,60	3,85%	0
35	-0,80	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	23	0,2	21,0	0,2	21,8	0,8	0,160	1,60	3,82%	0
36	-0,90	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	23	0,2	21,2	0,2	22,0	0,8	0,160	1,60	3,78%	0
37	-1,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	23	0,2	21,4	0,2	22,2	0,8	0,160	1,60	3,75%	0
38	-1,10	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	23	0,2	21,6	0,2	22,4	0,8	0,160	1,60	3,71%	0
39	-1,20	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	23	0,2	21,8	0,2	22,6	0,8	0,160	1,60	3,68%	0
40	-1,30	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	22	0,2	22,0	0,2	22,8	0,8	0,160	1,60	3,64%	0
41	-1,40	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	22	0,2	22,2	0,2	23,0	0,8	0,160	1,60	3,61%	0
42	-1,50	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	22	0,2	22,4	0,2	23,2	0,8	0,160	1,60	3,58%	0
43	-1,60	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	22	0,2	22,6	0,2	23,4	0,8	0,160	1,60	3,55%	0
44	-1,70	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	22	0,2	22,8	0,2	23,6	0,8	0,160	1,60	3,51%	0
45	-1,80	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	21	0,2	23,0	0,2	23,8	0,8	0,160	1,60	3,48%	0
46	-1,90	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	21	0,2	23,2	0,2	24,0	0,8	0,161	1,61	3,45%	0
47	-2,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	21	0,2	23,4	0,2	24,2	0,8	0,161	1,61	3,42%	0
48	-2,10	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	21	0,2	23,6	0,2	24,4	0,8	0,161	1,61	3,40%	0
49	-2,20	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	21	0,2	23,8	0,2	24,6	0,8	0,161	1,61	3,37%	0
50	-2,30	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	20	0,2	24,0	0,2	24,8	0,8	0,161	1,61	3,34%	0
51	-2,40	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	20	0,2	24,2	0,2	25,0	0,8	0,161	1,61	3,31%	0
52	-2,50	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	20	0,2	24,4	0,2	25,2	0,8	0,161	1,61	3,28%	0
53	-2,60	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	20	0,2	24,6	0,2	25,4	0,8	0,161	1,61	3,26%	0
54	-2,70	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	20	0,2	24,8	0,2	25,6	0,8	0,161	1,61	3,23%	0
55	-2,80	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	20	0,2	25,0	0,2	25,8	0,8	0,161	1,61	3,21%	0
56	-2,90	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	19	0,2	25,2	0,2	26,0	0,8	0,161	1,61	3,18%	0
57	-3,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	19	0,2	25,4	0,2	26,2	0,8	0,161	1,61	3,15%	0
58	-3,10	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	19	0,2	25,6	0,2	26,4	0,8	0,161	1,61	3,13%	0
59	-3,20	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	19	0,2	25,8	0,2	26,6	0,8	0,161	1,61	3,11%	0
60	-3,30	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	19	0,2	26,0	0,2	26,8	0,8	0,161	1,61	3,08%	0
61	-3,40	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	19	0,2	26,2	0,2	27,0	0,8	0,161	1,61	3,06%	0
62	-3,50	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	19	0,2	26,4	0,2	27,2	0,8	0,161	1,61	3,03%	0
63	-3,60	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	18	0,2	26,6	0,2	27,4	0,8	0,161	1,61	3,01%	0
64	-3,70	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	18	0,2	26,8	0,2	27,6	0,8	0,161	1,61	2,99%	0
65	-3,80	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	18	0,2	27,0	0,2	27,8	0,8	0,161	1,61	2,97%	0
66	-3,90	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	18	0,2	27,2	0,2	28,0	0,8	0,161	1,61	2,95%	0
67	-4,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	18	0,2	27,4	0,2	28,2	0,8	0,161	1,61	2,92%	0
68	-4,10	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	18	0,2	27,6	0,2	28,4	0,8	0,161	1,61	2,90%	0
69	-4,20	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	18	0,2	27,8	0,2	28,6	0,8	0,161	1,61	2,88%	0
70	-4,30	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	18	0,2	28,0	0,2	28,8	0,8	0,161	1,61	2,86%	0
71	-4,40	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	17	0,2	28,2	0,2	29,0	0,8	0,161	1,61	2,84%	0
72	-4,50	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	17	0,2	28,4	0,2	29,2	0,8	0,161	1,61	2,82%	0
73	-4,60	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	17	0,2	28,6	0,2	29,4	0,8	0,161	1,61	2,80%	0
74	-4,70	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	17	0,2	28,8	0,2	29,6	0,8	0,161	1,61	2,78%	0
75	-4,80	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	17	0,2	29,0	0,2	29,8	0,8	0,161	1,61	2,76%	0
76	-4,90	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	17	0,2	29,2	0,2	30,0	0,8	0,161	1,61	2,74%	0
77	-5,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,00	12	12	17	4E-15	29,2	3,55E-15	30,0	0,8	0,000	0,00	2,74%	0

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Project P.016898.0500 2GD 31/03/2025
Deel Zettingen 2GD CPT nr. CPT-DP-10 CPT NR CPT-DP-10

Zettingsberekening enkel ten gevolge van grondwaterverlaging

Berekening van zettingen volgens formule:

$$s = \sum_{j=0}^{n} \frac{1}{C_j} \Delta h_j \ln\left(\frac{\sigma'_{z,i} + \Delta\sigma'_{z,i}}{\sigma'_{z,i}}\right) \qquad C = \alpha \frac{q_c}{\sigma'_v}$$

Berekening van samendrukkingsmodulus (C) volgens WTCB richtlijnen Bemalingen (2009)

INPUT

Grondwater referentiepeil TAW
Initieel grondwater **2,60** m
Grondwater na verlaging **2,40** m
Berekening eindigen op **-5,00** m
of als spanningstoename < **10%**

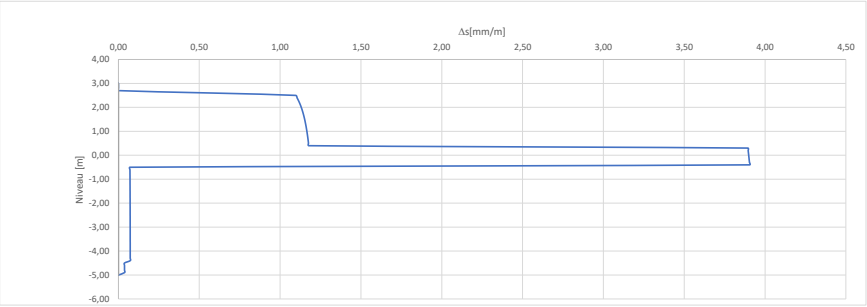
Watertafelverlaging: -0,20 m
Duur watertafelverlaging **30,00** dagen

Grondgelaagdheid .

Laag [-]	BK [m]	Grondype [-]		γ_{nat} [kN/m³]	γ_{droog} [kN/m³]	q_c [MPa]	k_z [m/s]	d [m]	w [-]	α, C [-]	c_v [m²/s]	Enkelvoudige of dubbelzijde drainage [-]	Hdr [m]
1	3,00	Qkv		16,0	16,0	0,54		3,50		3,0	0,00E+00		############
2	0,30	Qpt		12,0	12,0	0,70		4,80		0,7	0,00E+00		############
3	-0,50	Qz2		19,0	17,0	6,75		0,00		4,0	0,00E+00		############
4	-4,50	Qz3		20,0	18,0	17,50		0,00		3,0	0,00E+00		############
5	-8,40	LiKr		20,0	18,0	14,14		-		3,5	0,00E+00		#WAARDE!
6	-11,70	LiOo		20,0	18,0	30,96		-		3,0	0,00E+00		#WAARDE!
7	-17,50	Kd		20,0	18,0	36,07		-17,50		3,0	0,00E+00		############
8	-28,00	Bm		19,0	19,0	5,54		-28,00		1,5	0,00E+00		############
9				-	-	-		0,00		-	-		############
10				-	-	-		0,00		-	-		############
11				-	-	-		0,00		-	-		############

ZETTINGEN

Totale zetting **s = 2,46 mm** **S_t = ######### mm**



Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Project P.016898.0500 2GD 31/03/2025
Deel Zettingen 2GD CPT nr. CPT-DP-10 CPT NR CPT-DP-10

ZETTINGEN PER LAAG Laagdikte **Dikte :** 0,1 m

laag	BK	Grondtype	Materiaal	Type	qc	w	dikte	γ_{nat}	γ_{droog}	C	$\sigma'_{z,0}$	$\sigma'_{z,0,cum}$	$\sigma'_{z,1}$	$\sigma'_{z,1,cum}$	$\Delta\sigma'_z$	Δs	$\Delta s/m$	$(\sigma'_z + \Delta_p)/\sigma'z$	Printen
[-]	[mTAW]	[-]	[-]	[-]	[Mpa]	[-]	[m]	[kN/m³]	[kN/m³]	[-]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[kN/m²]	[mm]	[mm/m]	[mm/m]	
1	3,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	1013	1,6	1,6	1,6	1,6	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
2	2,90	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	506	1,6	3,2	1,6	3,2	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
3	2,80	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	338	1,6	4,8	1,6	4,8	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
4	2,70	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	253	1,6	6,4	1,6	6,4	0,0	0,000	0,00	0,00%	1
5	2,60	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	231	0,6	7,0	1,6	8,0	1,0	0,058	0,58	14,29%	1
6	2,50	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	213	0,6	7,6	1,6	9,6	2,0	0,110	1,10	26,32%	1
7	2,40	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	198	0,6	8,2	0,6	10,2	2,0	0,110	1,10	24,39%	1
8	2,30	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	184	0,6	8,8	0,6	10,8	2,0	0,111	1,11	22,73%	1
9	2,20	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	172	0,6	9,4	0,6	11,4	2,0	0,112	1,12	21,28%	1
10	2,10	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	162	0,6	10,0	0,6	12,0	2,0	0,113	1,13	20,00%	1
11	2,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	153	0,6	10,6	0,6	12,6	2,0	0,113	1,13	18,87%	1
12	1,90	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	145	0,6	11,2	0,6	13,2	2,0	0,114	1,14	17,86%	1
13	1,80	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	137	0,6	11,8	0,6	13,8	2,0	0,114	1,14	16,95%	1
14	1,70	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	131	0,6	12,4	0,6	14,4	2,0	0,114	1,14	16,13%	1
15	1,60	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	125	0,6	13,0	0,6	15,0	2,0	0,115	1,15	15,38%	1
16	1,50	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	119	0,6	13,6	0,6	15,6	2,0	0,115	1,15	14,71%	1
17	1,40	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	114	0,6	14,2	0,6	16,2	2,0	0,116	1,16	14,08%	1
18	1,30	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	109	0,6	14,8	0,6	16,8	2,0	0,116	1,16	13,51%	1
19	1,20	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	105	0,6	15,4	0,6	17,4	2,0	0,116	1,16	12,99%	1
20	1,10	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	101	0,6	16,0	0,6	18,0	2,0	0,116	1,16	12,50%	1
21	1,00	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	98	0,6	16,6	0,6	18,6	2,0	0,117	1,17	12,05%	1
22	0,90	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	94	0,6	17,2	0,6	19,2	2,0	0,117	1,17	11,63%	1
23	0,80	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	91	0,6	17,8	0,6	19,8	2,0	0,117	1,17	11,24%	1
24	0,70	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	88	0,6	18,4	0,6	20,4	2,0	0,117	1,17	10,87%	1
25	0,60	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	85	0,6	19,0	0,6	21,0	2,0	0,117	1,17	10,53%	1
26	0,50	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	83	0,6	19,6	0,6	21,6	2,0	0,118	1,18	10,20%	1
27	0,40	2	Qkv	0	0,54	0	0,10	16	16	80	0,6	20,2	0,6	22,2	2,0	0,118	1,18	9,90%	0
28	0,30	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	24	0,2	20,4	0,2	22,4	2,0	0,389	3,89	9,80%	0
29	0,20	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	24	0,2	20,6	0,2	22,6	2,0	0,390	3,90	9,71%	0
30	0,10	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	24	0,2	20,8	0,2	22,8	2,0	0,390	3,90	9,62%	0
31	0,00	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	23	0,2	21,0	0,2	23,0	2,0	0,390	3,90	9,52%	0
32	-0,10	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	23	0,2	21,2	0,2	23,2	2,0	0,390	3,90	9,43%	0
33	-0,20	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	23	0,2	21,4	0,2	23,4	2,0	0,390	3,90	9,35%	0
34	-0,30	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	23	0,2	21,6	0,2	23,6	2,0	0,390	3,90	9,26%	0
35	-0,40	1	Qpt	0	0,7	0	0,10	12	12	22	0,2	21,8	0,2	23,8	2,0	0,391	3,91	9,17%	0
36	-0,50	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	1189	0,9	22,7	0,9	24,7	2,0	0,007	0,07	8,81%	0
37	-0,60	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	1144	0,9	23,6	0,9	25,6	2,0	0,007	0,07	8,47%	0
38	-0,70	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	1102	0,9	24,5	0,9	26,5	2,0	0,007	0,07	8,16%	0
39	-0,80	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	1063	0,9	25,4	0,9	27,4	2,0	0,007	0,07	7,87%	0
40	-0,90	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	1027	0,9	26,3	0,9	28,3	2,0	0,007	0,07	7,60%	0
41	-1,00	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	993	0,9	27,2	0,9	29,2	2,0	0,007	0,07	7,35%	0
42	-1,10	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	961	0,9	28,1	0,9	30,1	2,0	0,007	0,07	7,12%	0
43	-1,20	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	931	0,9	29,0	0,9	31,0	2,0	0,007	0,07	6,90%	0
44	-1,30	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	903	0,9	29,9	0,9	31,9	2,0	0,007	0,07	6,69%	0
45	-1,40	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	877	0,9	30,8	0,9	32,8	2,0	0,007	0,07	6,49%	0
46	-1,50	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	852	0,9	31,7	0,9	33,7	2,0	0,007	0,07	6,31%	0
47	-1,60	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	828	0,9	32,6	0,9	34,6	2,0	0,007	0,07	6,13%	0
48	-1,70	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	806	0,9	33,5	0,9	35,5	2,0	0,007	0,07	5,97%	0
49	-1,80	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	785	0,9	34,4	0,9	36,4	2,0	0,007	0,07	5,81%	0
50	-1,90	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	765	0,9	35,3	0,9	37,3	2,0	0,007	0,07	5,67%	0
51	-2,00	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	746	0,9	36,2	0,9	38,2	2,0	0,007	0,07	5,52%	0
52	-2,10	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	728	0,9	37,1	0,9	39,1	2,0	0,007	0,07	5,39%	0
53	-2,20	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	711	0,9	38,0	0,9	40,0	2,0	0,007	0,07	5,26%	0
54	-2,30	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	694	0,9	38,9	0,9	40,9	2,0	0,007	0,07	5,14%	0
55	-2,40	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	678	0,9	39,8	0,9	41,8	2,0	0,007	0,07	5,03%	0
56	-2,50	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	663	0,9	40,7	0,9	42,7	2,0	0,007	0,07	4,91%	0
57	-2,60	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	649	0,9	41,6	0,9	43,6	2,0	0,007	0,07	4,81%	0
58	-2,70	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	635	0,9	42,5	0,9	44,5	2,0	0,007	0,07	4,71%	0
59	-2,80	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	622	0,9	43,4	0,9	45,4	2,0	0,007	0,07	4,61%	0
60	-2,90	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	609	0,9	44,3	0,9	46,3	2,0	0,007	0,07	4,51%	0
61	-3,00	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	597	0,9	45,2	0,9	47,2	2,0	0,007	0,07	4,42%	0
62	-3,10	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	586	0,9	46,1	0,9	48,1	2,0	0,007	0,07	4,34%	0
63	-3,20	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	574	0,9	47,0	0,9	49,0	2,0	0,007	0,07	4,26%	0
64	-3,30	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	564	0,9	47,9	0,9	49,9	2,0	0,007	0,07	4,18%	0
65	-3,40	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	553	0,9	48,8	0,9	50,8	2,0	0,007	0,07	4,10%	0
66	-3,50	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	543	0,9	49,7	0,9	51,7	2,0	0,007	0,07	4,02%	0
67	-3,60	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	534	0,9	50,6	0,9	52,6	2,0	0,007	0,07	3,95%	0
68	-3,70	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	524	0,9	51,5	0,9	53,5	2,0	0,007	0,07	3,88%	0
69	-3,80	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	515	0,9	52,4	0,9	54,4	2,0	0,007	0,07	3,82%	0
70	-3,90	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	507	0,9	53,3	0,9	55,3	2,0	0,007	0,07	3,75%	0
71	-4,00	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	498	0,9	54,2	0,9	56,2	2,0	0,007	0,07	3,69%	0
72	-4,10	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	490	0,9	55,1	0,9	57,1	2,0	0,007	0,07	3,63%	0
73	-4,20	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	482	0,9	56,0	0,9	58,0	2,0	0,007	0,07	3,57%	0
74	-4,30	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	475	0,9	56,9	0,9	58,9	2,0	0,007	0,07	3,51%	0
75	-4,40	5	Qz2	0	6,75	0	0,10	19	17	467	0,9	57,8	0,9	59,8	2,0	0,007	0,07	3,46%	0
76	-4,50	6	Qz3	0	17,5	0	0,10	20	18	893	1	58,8	1	60,8	2,0	0,004	0,04	3,40%	0
77	-4,60	6	Qz3	0	17,5	0	0,10	20	18	878	1	59,8	1	61,8	2,0	0,004	0,04	3,34%	0
78	-4,70	6	Qz3	0	17,5	0	0,10	20	18	863	1	60,8	1	62,8	2,0	0,004	0,04	3,29%	0
79	-4,80	6	Qz3	0	17,5	0	0,10	20	18	850	1	61,8	1	63,8	2,0	0,004	0,04	3,24%	0
80	-4,90	6	Qz3	0	17,5	0	0,10	20	18	836	1	62,8	1	64,8	2,0	0,004	0,04	3,18%	0
81	-5,00	6	Qz3	0	17,5	0	0,00	20	18	836	2E-14	62,8	1,78E-14	64,8	2,0	0,000	0,00	3,18%	0

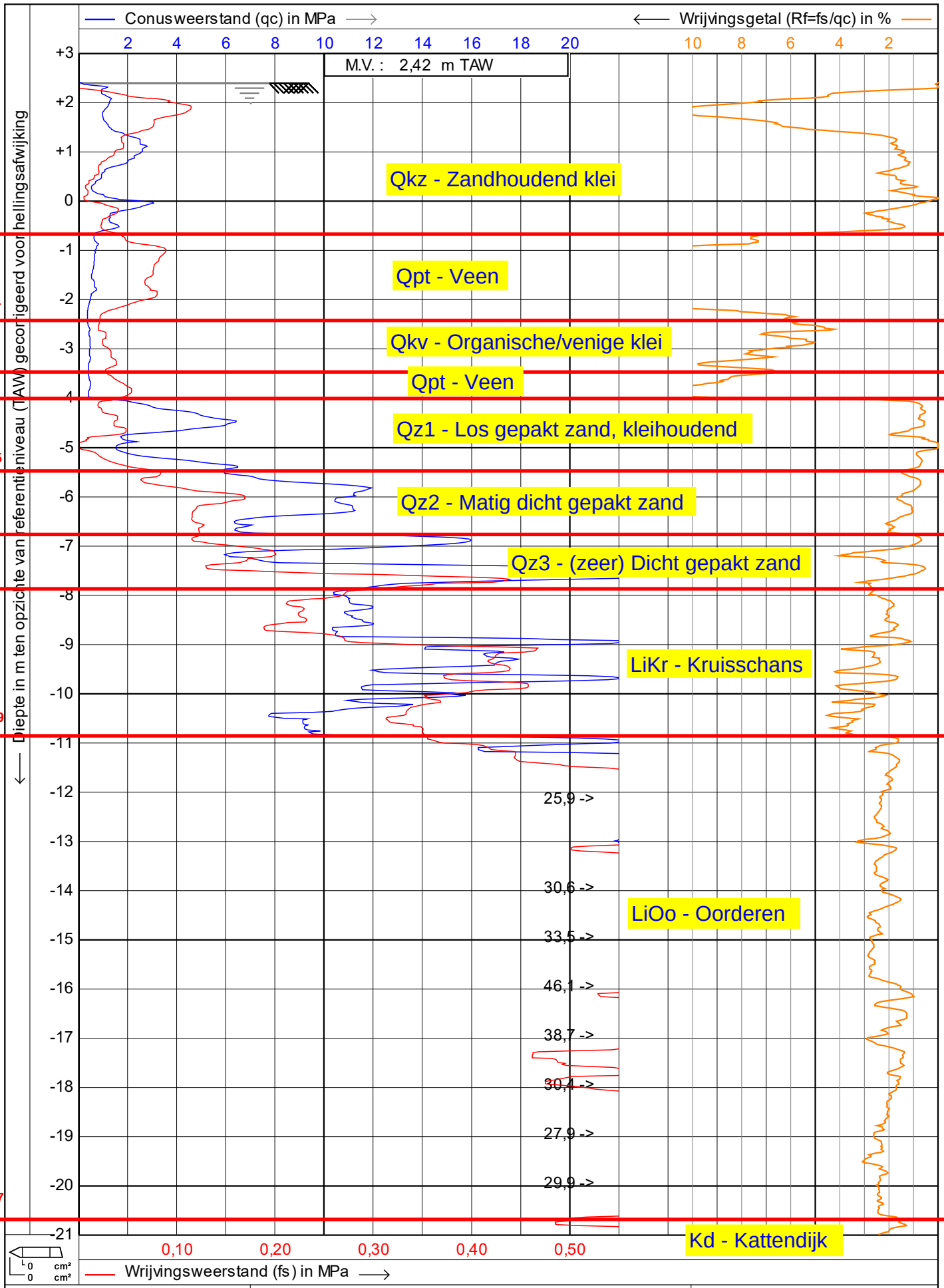
TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Bijlage 8: Rekenbladen Uplift berekeningen

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

/!\ nabij (maar theoretisch niet t.h.v.) een (opgevulde) geul



GEOSONDA

Geosonda - info@geosonda.be - 0032-(0)2-479.32.41

Project : **ECA Tweede Getijdendok**

Locatie : **BEVEREN**

Positie : **0, 0 RD**

Datum : **8/09/2020**

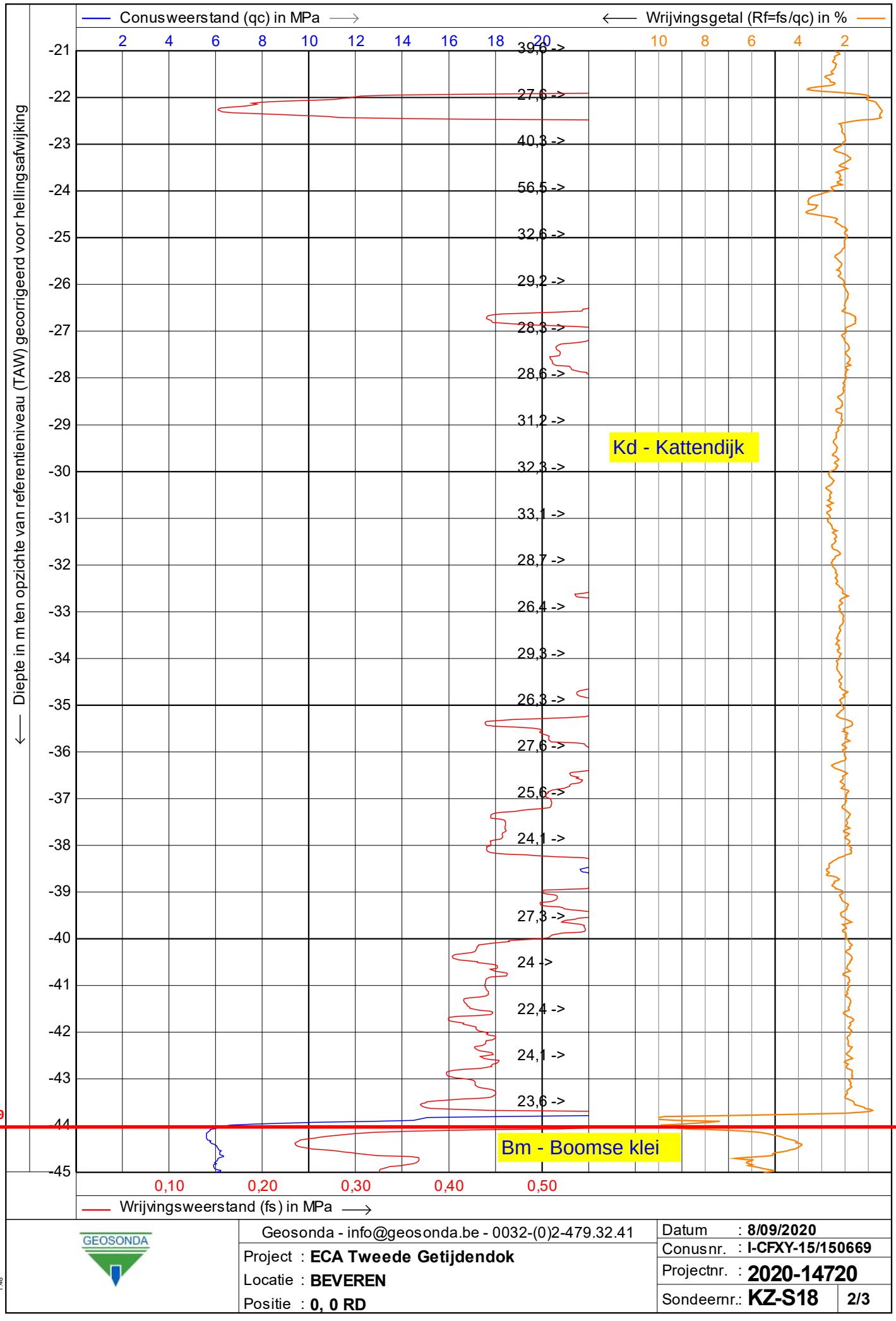
Conusnr. : **I-CFXY-15/150669**

Projectnr. : **2020-14720**

Sondeernr.: **KZ-S18** 1/3

1.48

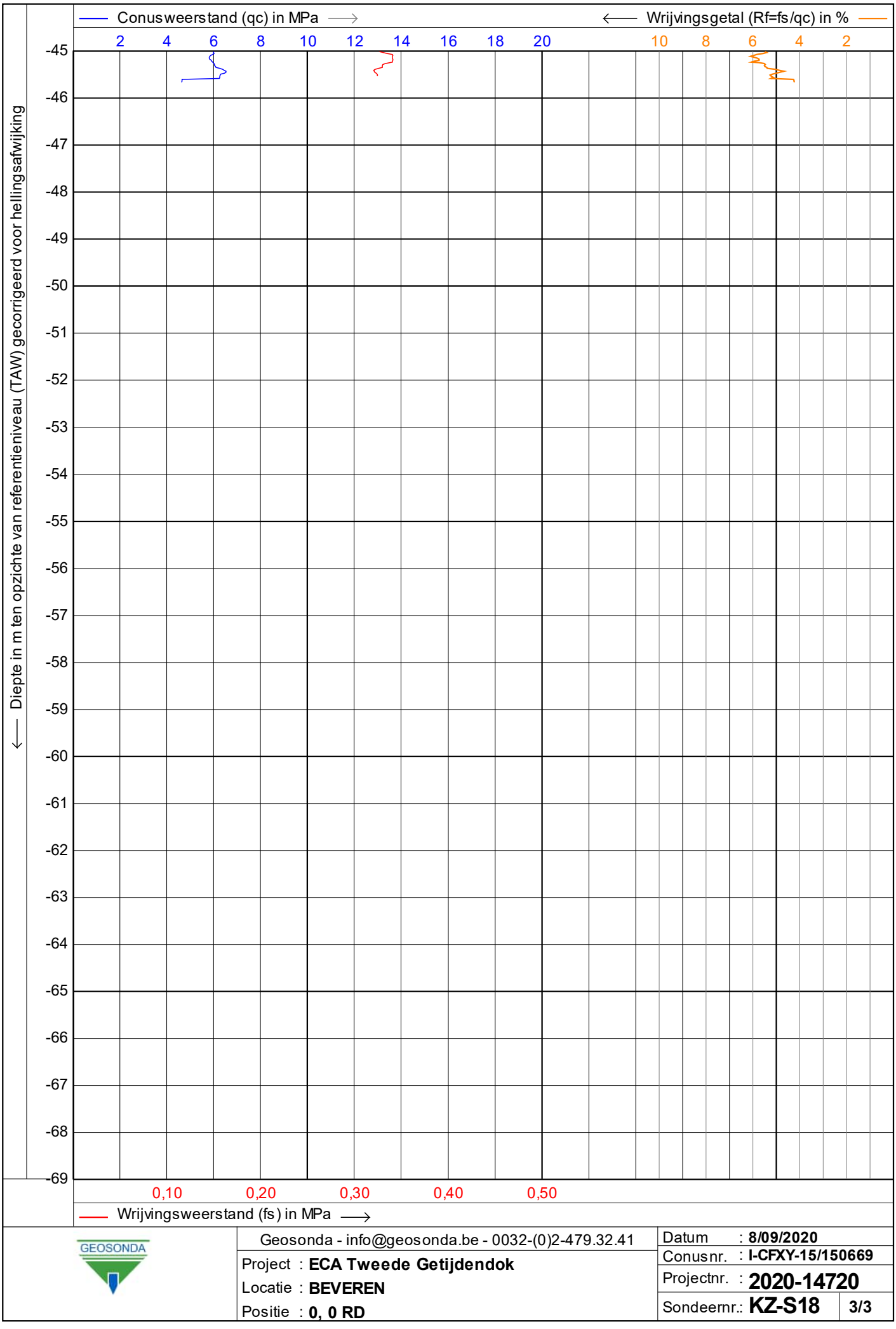
Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



GEOSONDA	Geosonda - info@geosonda.be - 0032-(0)2-479.32.41	Datum : **8/09/2020**
	Project : **ECA Tweede Getijdendok**	Conusnr. : **I-CFXY-15/150669**
	Locatie : **BEVEREN**	Projectnr. : **2020-14720**
	Positie : **0, 0 RD**	Sondeernr.: **KZ-S18** 2/3

1.48

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



GEOSONDA

Geosonda - info@geosonda.be - 0032-(0)2-479.32.41

Project : **ECA Tweede Getijdendok**

Locatie : **BEVEREN**

Positie : **0, 0 RD**

Datum : **8/09/2020**

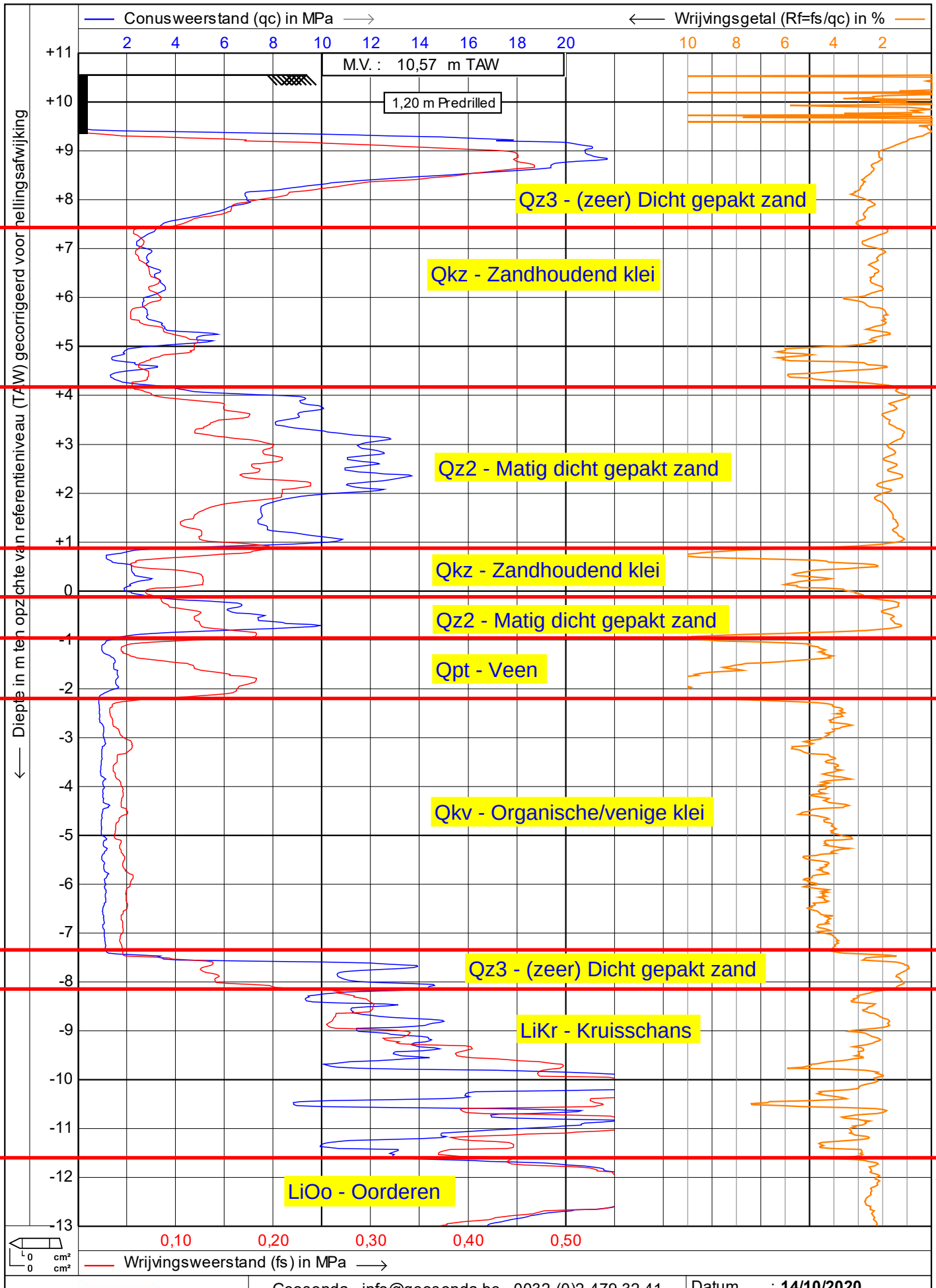
Conusnr. : **I-CFXY-15/150669**

Projectnr. : **2020-14720**

Sondeernr.: **KZ-S18** **3/3**

1.48

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



GEOSONDA

Geosonda - info@geosonda.be - 0032-(0)2-479.32.41

Project : **ECA Tweede Getijdendok**

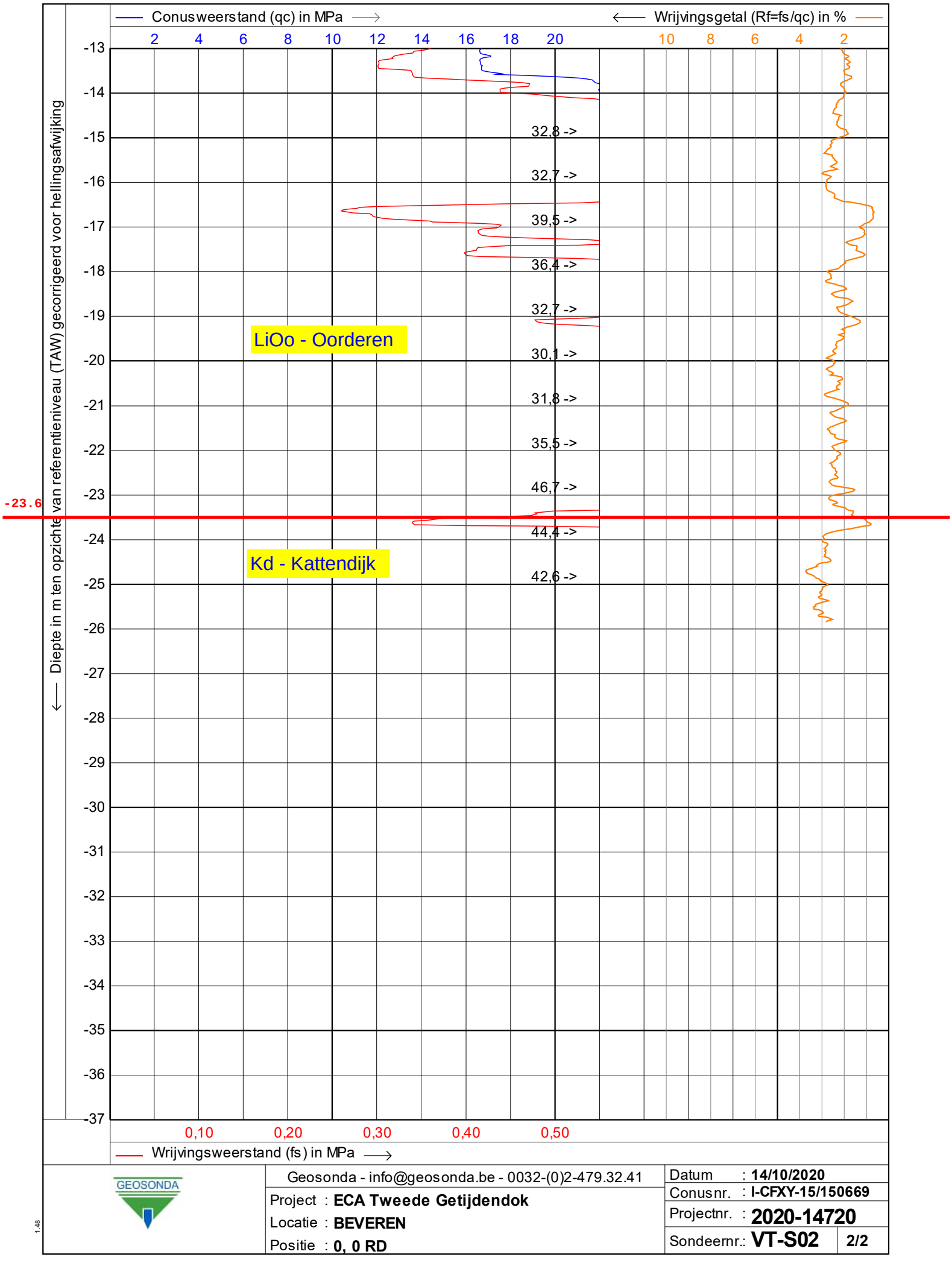
Locatie : **BEVEREN**

Positie : **0, 0 RD**

Datum	: **14/10/2020**
Conusnr.	: **I-CFXY-15/150669**
Projectnr.	: **2020-14720**
Sondeernr.:	**VT-S02** 1/2

1.48

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



GEOSONDA

Geosonda - info@geosonda.be - 0032-(0)2-479.32.41

Project : **ECA Tweede Getijdendok**

Locatie : **BEVEREN**

Positie : **0, 0 RD**

Datum : **14/10/2020**

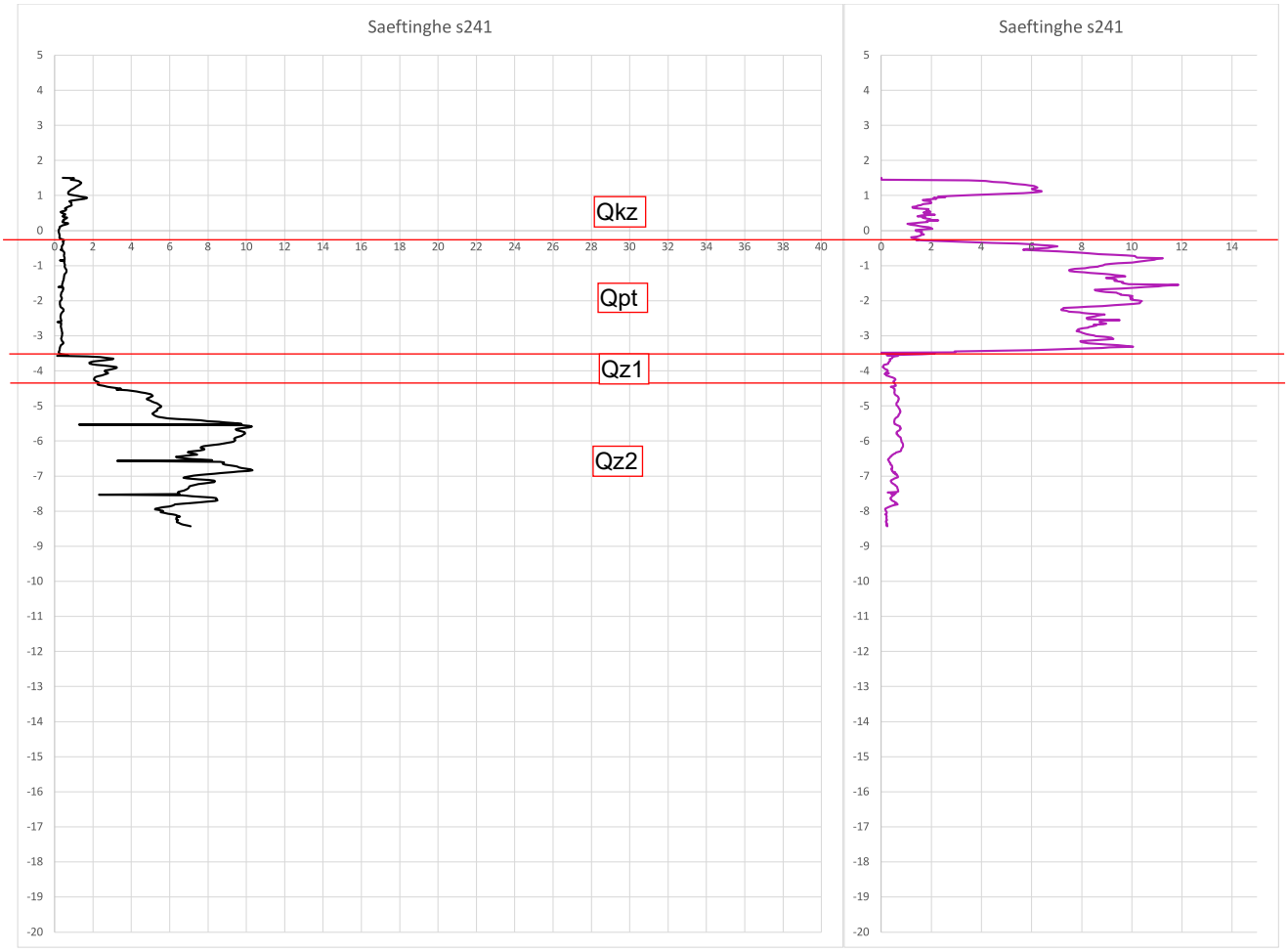
Conusnr. : **I-CFXY-15/150669**

Projectnr. : **2020-14720**

Sondeernr.: **VT-S02** **2/2**

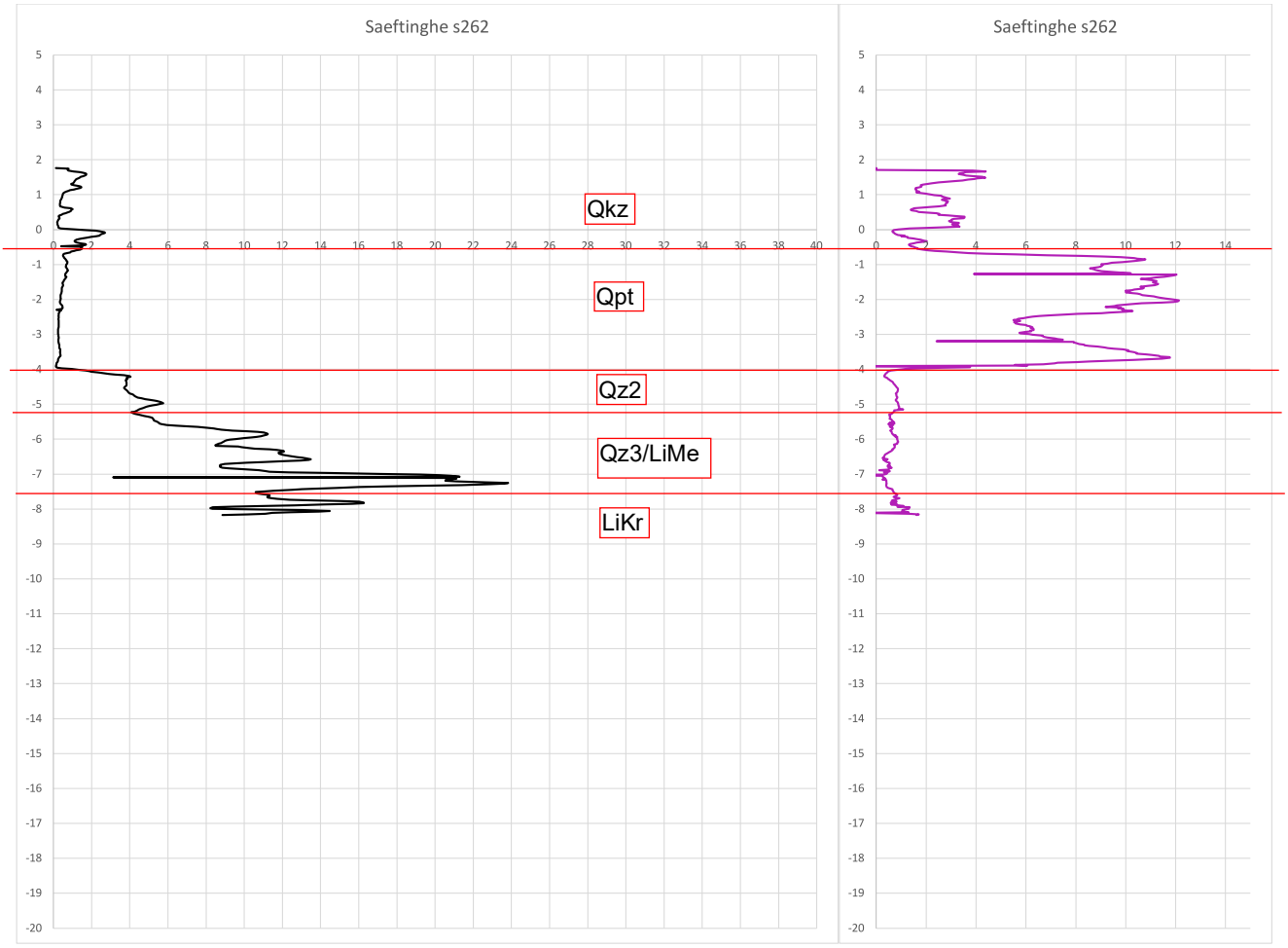
1.48

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



X 141536.3
Y 221644.8
Z 1.51 mTAW

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



X 141721.5
Y 221718
Z 1.768 mTAW

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

SONDERING (CPT-E)

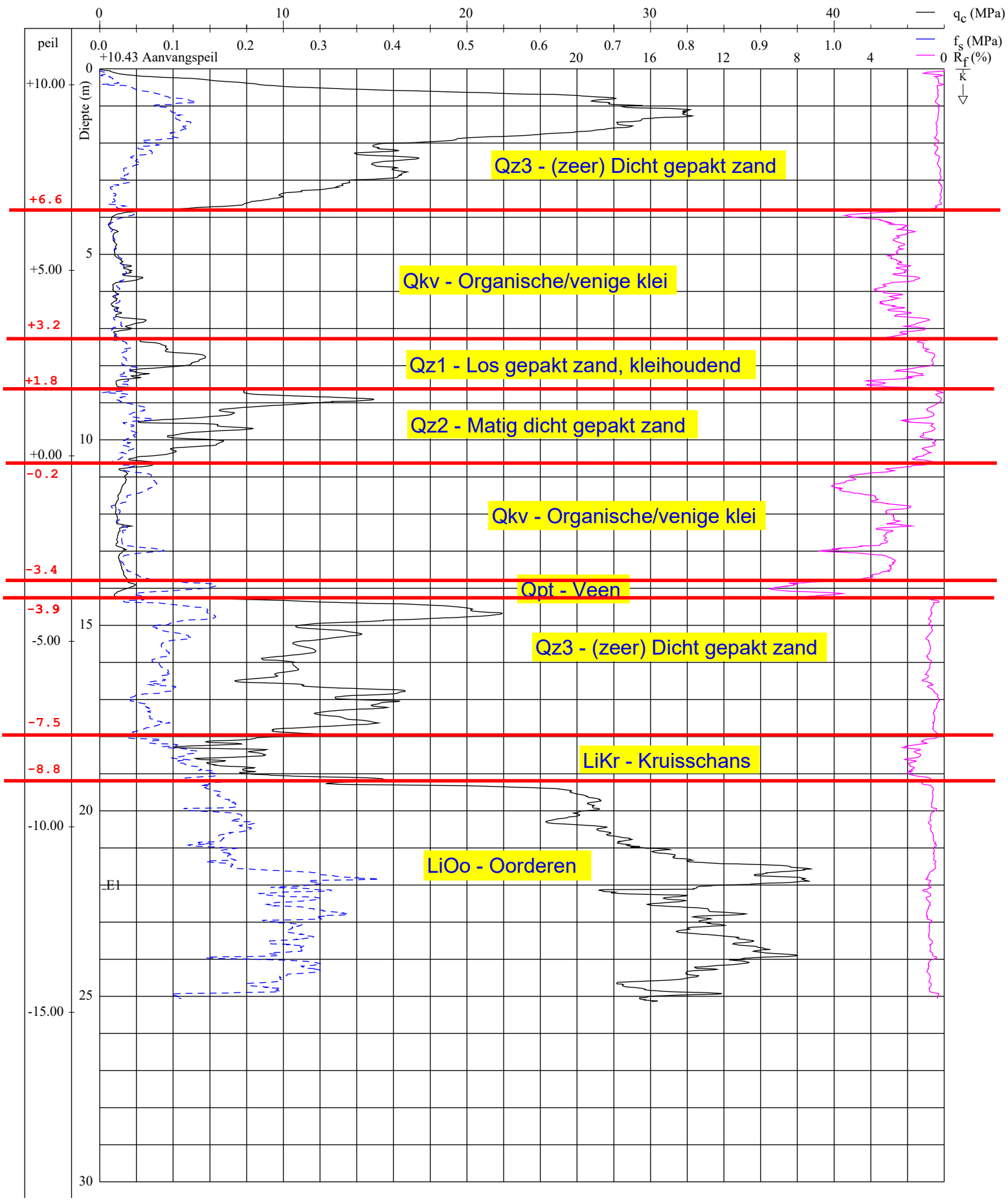
Dossier	Datum	BEVEREN	Proef
GEO-21/104	**17/12/2021**	**x=140960.71 y=220652.08 z=+10.43**	**S1**

Apparaat : 200 kN -TE1

Conus : E

Uitgevoerd door: Labo Devlieger - Van Vooren
NBN EN ISO 22476-1; Toepassingsklasse 2
Conus: S10CFII.S19953 ;

Water op : 2.40 m (peil +8.03)



Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Algemene gegevens

Dossiernummer:	GEO-21/104
Proefnummer:	S1
Datum uitvoering:	17/12/2021
Norm:	NBN EN ISO 22476-1
Toepassingsklasse:	2
Plaats:	Beveren
Lambertcoordinaten:	X=140960.7 - Y=220652.1
XY afkomstig van:	Labo Devlieger - Van Vooren
XY bepaald volgens:	XY_GPS - RTK FLEPOS (nk 2-3cm)
Aanvangspeil (mTAW):	10.43
Aanvangspeil afkomstig van:	Labo Devlieger - Van Vooren
Aanvangspeil bepaald volgens:	Z_GPS - RTK FLEPOS (model hBG18)
Huidig maaiveld (DHMVII) (mTAW):	10.56
Uitvoeringsmethode:	continu elektrisch (TE1)
Apparaat Type:	200 kN
Conus Type:	E
Conus serienummer:	S10CFII.S19953
Conus calibratiedatum:	
Meetlichaam:	CFI
Operator:	
Grondsoort aan de conus:	
Diepte* water:	2.40 m (tov het aanvangspeil)
Datum opmeting waterpeil:	
Diepte* put:	
Sondeergat dichtgevallen op*:	
Diepte* plaatsen kleefvanger:	0.00 m (tov het aanvangspeil)
Aantal buizen:	0
Opgemeten lengte:	25.18 m
Uitgevoerd door:	Labo Devlieger - Van Vooren

(* : diepte werd niet gecorrigeerd met helling van de sondeerstang)

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

SONDERING (CPT-E)

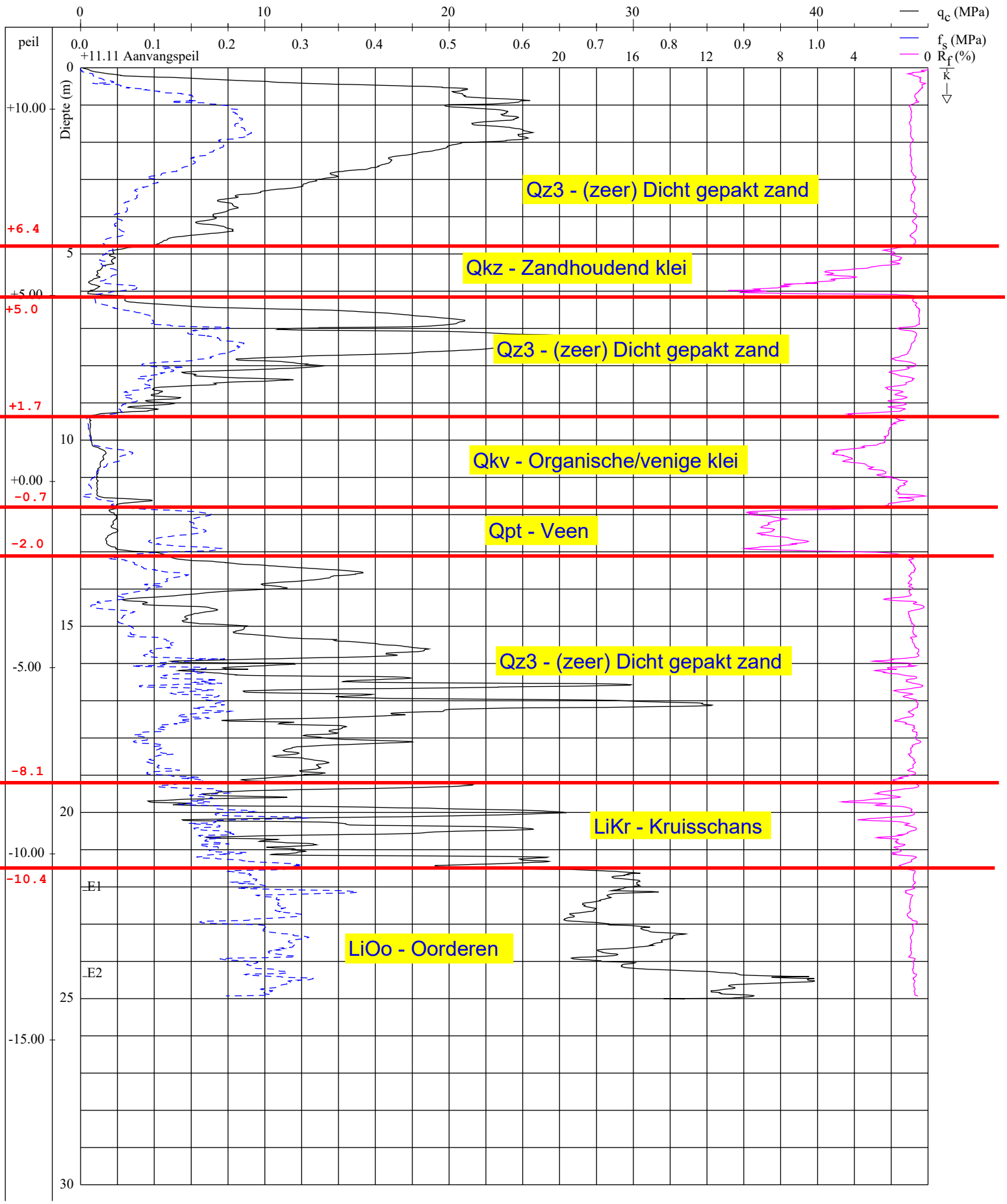
Dossier	Datum	BEVEREN	Proef
GEO-21/104	**17/12/2021**	**x=141421.03 y=221336.80 z=+11.11**	**S6**

Apparaat : 200 kN -TE1

Conus : E

Uitgevoerd door: Labo Devlieger - Van Vooren
NBN EN ISO 22476-1; Toepassingsklasse 2
Conus: S10CFII.S19953 ;

Water op : 3.50 m (peil +7.61)



Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Algemene gegevens

Dossiernummer:	GEO-21/104
Proefnummer:	S6
Datum uitvoering:	17/12/2021
Norm:	NBN EN ISO 22476-1
Toepassingsklasse:	2
Plaats:	Beveren
Lambertcoordinaten:	X=141421.0 - Y=221336.8
XY afkomstig van:	Labo Devlieger - Van Vooren
XY bepaald volgens:	XY_GPS - RTK FLEPOS (nk 2-3cm)
Aanvangspeil (mTAW):	11.11
Aanvangspeil afkomstig van:	Labo Devlieger - Van Vooren
Aanvangspeil bepaald volgens:	Z_GPS - RTK FLEPOS (model hBG18)
Huidig maaiveld (DHMVII) (mTAW):	11.14
Uitvoeringsmethode:	continu elektrisch (TE1)
Apparaat Type:	200 kN
Conus Type:	E
Conus serienummer:	S10CFII.S19953
Conus calibratiedatum:	
Meetlichaam:	CFI
Operator:	
Grondsoort aan de conus:	
Diepte* water:	3.50 m (tov het aanvangspeil)
Datum opmeting waterpeil:	
Diepte* put:	
Sondeergat dichtgevallen op*:	
Diepte* plaatsen kleefvanger:	0.00 m (tov het aanvangspeil)
Aantal buizen:	0
Opgemeten lengte:	25.00 m
Uitgevoerd door:	Labo Devlieger - Van Vooren

(* : diepte werd niet gecorrigeerd met helling van de sondeerstang)

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Sondering GEO-21/04-S1

Grondparameters		
Niveau freatisch watervoerende laag boven veen	5,00	[mTAW]
Niveau freatisch watervoerende laag nieuwe aanvulling	6,00	[mTAW]
Niveau watervoerende laag onder veen	3,50	[mTAW]
Niveau bemaling	-4,00	[mTAW]
Volumieke gewicht water γ_w	10,25	[kN/m^3]

Materiaaleigenschappen grondlagen			
Eerste grondlaag	Type: Qz3		
	Bovenkant laag	10,43	[mTAW]
	Onderkant laag	6,60	[mTAW]
	Dikte laag	3,83	
	Volumiek gewicht droog	18	[kN/m^3]
	Volumiek gewicht nat	20	[kN/m^3]
Tweede grondlaag	Type: Qkv		
	Bovenkant laag	6,60	[mTAW]
	Onderkant laag	3,20	[mTAW]
	Dikte laag	3,40	[m]
	Volumiek gewicht droog	16	[kN/m^3]
	Volumiek gewicht nat	16	[kN/m^3]
Derde grondlaag	Type: Qz1		
	Bovenkant laag	3,20	[mTAW]
	Onderkant laag	1,80	[mTAW]
	Dikte laag	1,40	[m]
	Volumiek gewicht droog	16	[kN/m^3]
	Volumiek gewicht nat	18	[kN/m^3]
Vierde grondlaag	Type: Qz2		
	Bovenkant laag	1,80	[mTAW]
	Onderkant laag	-0,20	[mTAW]
	Dikte laag	2,00	[m]
	Benodigde dikte	1,56	[m]
	Volumiek gewicht droog	17	[kN/m^3]
	Volumiek gewicht nat	19	[kN/m^3]
Vijfde grondlaag	Type: Qkv		
	Bovenkant laag	-0,20	[mTAW]
	Onderkant laag	-3,40	[mTAW]
	Dikte laag	3,20	[m]
	Volumiek gewicht droog	16	[kN/m^3]
	Volumiek gewicht nat	16	[kN/m^3]
Zesde grondlaag	Type: Qpt		
	Bovenkant laag	-3,40	[mTAW]
	Onderkant laag	-3,90	[mTAW]
	Dikte laag	0,50	[m]
	Volumiek gewicht droog	12	[kN/m^3]
	Volumiek gewicht nat	12	[kN/m^3]
Zevende grondlaag	Type: Qz3		
	Bovenkant laag	-3,90	[mTAW]
	Onderkant laag	-7,50	[mTAW]
	Dikte laag voor bemaling	0,10	[m]
	Volumiek gewicht droog	18	[kN/m^3]
	Volumiek gewicht nat	20	[kN/m^3]

Berekeningen		
Destabliserend		
$V_{dst;k}$ grondwater	76,9	[kN/m^2]
$y_{g;gst}$	1	[-]
$V_{dst;d}$	76,9	[kN/m^2]
Stabiliserend		
$G_{stb;k}$ grond (drooggewicht)	85,4	[kN/m^2]
$y_{g;st}$	0,9	[-]
$G_{stb;d}$	76,9	[kN/m^2]
Controle		
Vdst;d < Gstb;d + Rstb,d	OK	[-]

Resultaat		
Dikte benodigd grondpaket	5,36	[m]
Maximale diepte uitgraving	9,07	[m]
Hoogte maaiveld	10,43	[mTAW]
Diepte uigraving	1,36	[mTAW]

Sondering GEO-21/04-S6

Grondparameters		
Niveau freatisch watervoerende laag boven veen	5,00	[mTAW]
Niveau freatisch watervoerende laag nieuwe aanvulling	6,00	[mTAW]
Niveau watervoerende laag onder veen	3,50	[mTAW]
Niveau bemaling	-4,00	[mTAW]
Volumieke gewicht water γ_w	10,25	[kN/m^3]

Materiaaleigenschappen grondlagen			
Eerste grondlaag	Type: Qz3		
	Bovenkant laag	11,11	[mTAW]
	Onderkant laag	6,40	[mTAW]
	Dikte laag	4,71	[m]
	Volumiek gewicht droog	18	[kN/m^3]
	Volumiek gewicht nat	20	[kN/m^3]
Tweede grondlaag	Type: Qkz		
	Bovenkant laag	6,40	[mTAW]
	Onderkant laag	5,00	[mTAW]
	Dikte laag	1,40	[m]
	Volumiek gewicht droog	17	[kN/m^3]
	Volumiek gewicht nat	17	[kN/m^3]
Derde grondlaag	Type: Qz3		
	Bovenkant laag	5,00	[mTAW]
	Onderkant laag	1,70	[mTAW]
	Dikte laag	3,30	[m]
	Volumiek gewicht droog	18	[kN/m^3]
	Volumiek gewicht nat	20	[kN/m^3]
Vierde grondlaag	Type: Qkv		
	Bovenkant laag	1,70	[mTAW]
	Onderkant laag	-0,70	[mTAW]
	Dikte laag	2,40	[m]
	Benodigde dikte	2,12	[m]
	Volumiek gewicht droog	16	[kN/m^3]
	Volumiek gewicht nat	16	[kN/m^3]
Vijfde grondlaag	Type: Qpt		
	Bovenkant laag	-0,70	[mTAW]
	Onderkant laag	-2,00	[mTAW]
	Dikte laag	1,30	[m]
	Volumiek gewicht droog	12	[kN/m^3]
	Volumiek gewicht nat	12	[kN/m^3]
Zesde grondlaag	Type: Qz3		
	Bovenkant laag	-2,00	[mTAW]
	Onderkant laag	-8,10	[mTAW]
	Dikte laag voor bemaling	2,00	[m]
	Volumiek gewicht droog	18	[kN/m^3]
	Volumiek gewicht nat	20	[kN/m^3]

Berekeningen		
Destabliserend		
$V_{dst;k}$ grondwater	76,9	[kN/m^2]
$y_{g;gst}$	1	[-]
$V_{dst;d}$	76,9	[kN/m^2]
Stabiliserend		
$G_{stb;k}$ grond (drooggewicht)	85,4	[kN/m^2]
$y_{g;st}$	0,9	[-]
$G_{stb;d}$	76,9	[kN/m^2]
Controle		
Vdst;d < Gstb;d + Rstb,d	OK	[-]

Resultaat		
Dikte benodigd grondpaket	5,42	[m]
Maximale diepte uitgraving	9,69	[m]
Hoogte maaiveld	11,11	[mTAW]
Diepte uigraving	1,42	[mTAW]

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Sondering S004-15-S241 (Arch-S241)

Grondparameters		
Niveau freatisch watervoerende laag boven veen	5,00	[mTAW]
Niveau freatisch watervoerende laag nieuwe aanvulling	6,00	[mTAW]
Niveau watervoerende laag onder veen	3,50	[mTAW]
Niveau bemaling	-4,00	[mTAW]
Volumieke gewicht water γ_w	10,25	[kN/m^3]

Materiaaleigenschappen grondlagen		
	Type: Qkz	
Bovenkant laag	1,51	[mTAW]
Onderkant laag	-0,20	[mTAW]
Dikte laag	1,71	[m]
Volumiek gewicht droog	17	[kN/m^3]
Volumiek gewicht nat	17	[kN/m^3]
	Type: Qpt	
Bovenkant laag	-0,20	[mTAW]
Onderkant laag	-3,50	[mTAW]
Dikte laag	3,30	[m]
Volumiek gewicht droog	12	[kN/m^3]
Volumiek gewicht nat	12	[kN/m^3]
	Type: Qz1	
Bovenkant laag	-3,50	[mTAW]
Onderkant laag	-4,30	[mTAW]
Dikte laag	0,80	[m]
Dikte laag voor bemaling	0,50	[m]
Volumiek gewicht droog	16	[kN/m^3]
Volumiek gewicht nat	18	[kN/m^3]

Eerste grondlaag

Tweede grondlaag

Derde grondlaag

Berekeningen		
Destabliserend		
$V_{dst;k}$ grondwater	76,9	[kN/m^2]
$\gamma_{g;gst}$	1	[-]
$V_{dst;d}$	76,9	[kN/m^2]
Stabiliserend		
$G_{stb;k}$ grond (drooggewicht)	76,7	[kN/m^2]
$\gamma_{g;st}$	0,9	[-]
$G_{stb;d}$	69,0	[kN/m^2]
Controle		
Vdst;d < Gstb;d + Rstb,d	NOK	[-]

Resultaat		
Dikte benodigd grondpaket	5,51	[m]
Maximale diepte uitgraving	0,00	[m]
Hoogte maaiveld	1,51	[mTAW]
Diepte uigraving	1,51	[mTAW]

Sondering S004-15-S262 (Arch-S262)

Grondparameters		
Niveau freatisch watervoerende laag boven veen	5,00	[mTAW]
Niveau freatisch watervoerende laag nieuwe aanvulling	6,00	[mTAW]
Niveau watervoerende laag onder veen	3,50	[mTAW]
Niveau bemaling	-4,00	[mTAW]
Volumieke gewicht water γ_w	10,25	[kN/m^3]

Materiaaleigenschappen grondlagen		
	Type: Qkz	
Bovenkant laag	1,77	[mTAW]
Onderkant laag	-0,50	[mTAW]
Dikte laag	2,27	[m]
Volumiek gewicht droog	17	[kN/m^3]
Volumiek gewicht nat	17	[kN/m^3]
	Type: Qpt	
Bovenkant laag	-0,50	[mTAW]
Onderkant laag	-4,00	[mTAW]
Dikte laag	3,50	[m]
Volumiek gewicht droog	12	[kN/m^3]
Volumiek gewicht nat	12	[kN/m^3]

Eerste grondlaag

Tweede grondlaag

Berekeningen		
Destabliserend		
$V_{dst;k}$ grondwater	76,9	[kN/m^2]
$\gamma_{g;gst}$	1	[-]
$V_{dst;d}$	76,9	[kN/m^2]
Stabiliserend		
$G_{stb;k}$ grond (drooggewicht)	80,6	[kN/m^2]
$\gamma_{g;st}$	0,9	[-]
$G_{stb;d}$	72,5	[kN/m^2]
Controle		
Vdst;d < Gstb;d + Rstb,d	NOK	[-]

Resultaat		
Dikte benodigd grondpaket	#VERW!	[m]
Maximale diepte uitgraving	#VERW!	[m]
Hoogte maaiveld	1,77	[mTAW]
Diepte uigraving	#VERW!	[mTAW]

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Sondering 2020-14720-KZ-S18

Grondparameters		
Niveau freatisch watervoerende laag boven veen	5,00	[mTAW]
Niveau freatisch watervoerende laag nieuwe aanvulling	6,00	[mTAW]
Niveau watervoerende laag onder veen	3,50	[mTAW]
Niveau bemaling	-4,00	[mTAW]
Volumieke gewicht water γ_w	10,25	[kN/m^3]

Materiaaleigenschappen grondlagen		
Type: Qkz		
Bovenkant laag	2,42	[mTAW]
Onderkant laag	-0,60	[mTAW]
Dikte laag	3,02	[m]
Benodigde dikte	2,75	[m]
Volumiek gewicht droog	17	[kN/m^3]
Volumiek gewicht nat	17	[kN/m^3]
Type: Qpt		
Bovenkant laag	-0,60	[mTAW]
Onderkant laag	-2,40	[mTAW]
Dikte laag	1,80	[m]
Volumiek gewicht droog	12	[kN/m^3]
Volumiek gewicht nat	12	[kN/m^3]
Type: Qkv		
Bovenkant laag	-2,40	[mTAW]
Onderkant laag	-4,00	[mTAW]
Dikte laag	1,60	[m]
Volumiek gewicht droog	16	[kN/m^3]
Volumiek gewicht nat	16	[kN/m^3]

Berekeningen		
Destabliserend		
$V_{dst;k}$ grondwater	76,9	[kN/m^2]
$y_{g;gst}$	1	[-]
$V_{dst;d}$	76,9	[kN/m^2]
Stabiliserend		
$G_{stb;k}$ grond (drooggewicht)	85,4	[kN/m^2]
$y_{g;st}$	0,9	[-]
$G_{stb;d}$	76,9	[kN/m^2]
Controle		
Vdst;d < Gstb;d + Rstb,d	OK	[-]

Resultaat		
Dikte benodigd grondpaket	5,65	[m]
Maximale diepte uitgraving	0,77	[m]
Hoogte maaiveld	2,42	[mTAW]
Diepte uigraving	1,65	[mTAW]

Sondering 2020-14720_VT-S02

Grondparameters		
Niveau freatisch watervoerende laag boven veen	5,00	[mTAW]
Niveau freatisch watervoerende laag nieuwe aanvulling	6,00	[mTAW]
Niveau watervoerende laag onder veen	3,50	[mTAW]
Niveau bemaling	-4,00	[mTAW]
Volumieke gewicht water γ_w	10,25	[kN/m^3]

Materiaaleigenschappen grondlagen		
Type: Qz3		
Bovenkant laag	10,57	[mTAW]
Onderkant laag	7,40	[mTAW]
Dikte laag	3,17	
Volumiek gewicht droog	18	[kN/m^3]
Volumiek gewicht nat	20	[kN/m^3]
Type: Qkz		
Bovenkant laag	7,40	[mTAW]
Onderkant laag	4,20	[mTAW]
Dikte laag	3,20	[m]
Volumiek gewicht droog	17	[kN/m^3]
Volumiek gewicht nat	17	[kN/m^3]
Type: Qz2		
Bovenkant laag	4,20	[mTAW]
Onderkant laag	0,90	[mTAW]
Dikte laag	3,30	[m]
Benodigde dikte	0,58	[m]
Volumiek gewicht droog	17	[kN/m^3]
Volumiek gewicht nat	19	[kN/m^3]
Type: Qkz		
Bovenkant laag	0,90	[mTAW]
Onderkant laag	-0,10	[mTAW]
Dikte laag	1,00	[m]
Volumiek gewicht droog	17	[kN/m^3]
Volumiek gewicht nat	17	[kN/m^3]
Type: Qz2		
Bovenkant laag	-0,10	[mTAW]
Onderkant laag	-1,00	[mTAW]
Dikte laag	0,90	[m]
Volumiek gewicht droog	17	[kN/m^3]
Volumiek gewicht nat	19	[kN/m^3]
Type: Qpt		
Bovenkant laag	-1,00	[mTAW]
Onderkant laag	-2,20	[mTAW]
Dikte laag voor bemaling	1,20	[m]
Volumiek gewicht droog	12	[kN/m^3]
Volumiek gewicht nat	12	[kN/m^3]
Type: Qkv		
Bovenkant laag	-2,20	[mTAW]
Onderkant laag	-7,40	[mTAW]
Dikte laag voor bemaling	1,80	[m]
Volumiek gewicht droog	16	[kN/m^3]
Volumiek gewicht nat	16	[kN/m^3]

Berekeningen		
Destabliserend		
$V_{dst;k}$ grondwater	76,9	[kN/m^2]
$y_{g;gst}$	1	[-]
$V_{dst;d}$	76,9	[kN/m^2]
Stabiliserend		
$G_{stb;k}$ grond (drooggewicht)	85,4	[kN/m^2]
$y_{g;st}$	0,9	[-]
$G_{stb;d}$	76,9	[kN/m^2]
Controle		
Vdst;d < Gstb;d + Rstb,d	OK	[-]

Resultaat		
Dikte benodigd grondpaket	5,48	[m]
Maximale diepte uitgraving	9,09	[m]
Hoogte maaiveld	10,57	[mTAW]
Diepte uigraving	1,48	[mTAW]

Eerste grondlaag

Tweede grondlaag

Derde grondlaag

Eerste grondlaag

Tweede grondlaag

Derde grondlaag

Vierde grondlaag

Vijfde grondlaag

Zesde grondlaag

Zevende grondlaag

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Bijlage 9: Screening bodemonderzoeken mistral webloket OVAM

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Type onderzoek	Datum onderzoek	Titel	Auteur	Status	Verdachte stoffen	Huidige & vroegere activiteiten en/of besluit deskundige
Dossiernummer OVAM: 4079						
OBO	24.12.1996	Kallo-Beveren-4e Havendok-Kaaien Oriënterend Onderzoek	Geotest NV	Niet Goedgekeurd	/	sinds circa 1986 in concessie aan BST
OBO	25.08.1999	Oriënterend Bodemonderzoek Bedrijfsterreinen Belgian Scrap Terminal (Bst) NV Haven 1201 Kallo - Rapport Pmfv99078oo + Aanvulling (Dd. 26.10.1999)	Bodemkundige Dienst van België VZW	Goedgekeurd	- zware metalen; - minerale olie; - PAK's.	Huidige activiteiten: Opslag- en verwerking van schroot en shredder Vroegere activiteiten: geen Perceel 195 C : - geen overschrijdingen van de BSN, wel van de agwn voor minerale olie, zware metalen, PAK's; - aanwezigheid van PCB's; - overschrijding van de grondwatersaneringsnorm voor arseen en benzeen; - verhoogd chloride-gehalte.
BBO	06.12.1999	Beschrijvend Bodemonderzoek Bedrijfsterreinen Belgian Scrap Terminal (Bst) NV Haven 1201 Kallo (Rapport Pmfv99306).	Bodemkundige Dienst van België VZW	Onbekend (migratie)	- zware metalen; - minerale olie; - PAK's.	Huidige activiteiten: Opslag- en verwerking van schroot en shredder Vroegere activiteiten: geen
OBO	20.01.2006	Uitvoering van een Oriënterend Bodemonderzoek, Onderwaterslibcellen Doeldok en Waaslandkanaal.	Ecorem NV	Goedgekeurd	Parameters van het grondwater meetnet celleproject (grondwater+sap-pakket grond)	/
OBO	30.06.2006	Oriënterend Bodemonderzoek, Belgian Scrap Terminal N.V., Land van Waasland 4, Haven 1201, 9120 Kallo (Beveren-Waas).	AIB-Vinçotte Ecosafer NV	Conform	SAP-pakketten en BTEX	/
OBO	01.10.2013	Oriënterend bodemonderzoek, Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen; Land van Waaslaan, Haven 1201, 3120 Kallo (Beveren-Waas) Concessie Belgian Scrap Terminal; Eindrapport + aanvullingen dd. 10.07.2014	Ecorem NV	Niet Goedgekeurd	/	De activiteiten van de firma Belgian Scrap Terminal zijn gestart in 1986. In 1990 bestonden de activiteiten van de firma Belgian Scrap Terminal (BST) enkel uit de opslag van schroot. In 1990 en 1993 werden deze activiteiten uitgebreid met respectievelijk een shredderinstallatie en een schrootschaar. In 2001 werd de benzineopslagput buiten gebruik gesteld (gelegen op grenzende percelen die reeds eigendom zijn van het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen en niet verder tot dit oriënterend bodemonderzoek behoren) en in 2002 werden de garage, de depollutiehal en de waterzuiveringsinstallatie in gebruik genomen (buiten huidige onderzoekslocatie). In 2005 werd de brandstofverdeeltank met gasolie buiten gebruik gesteld (eveneens buiten huidige onderzoekslocatie). Ter hoogte van de huidige onderzoekslocatie bevinden zich opslagplaatsen voor shedderschroot (ca. 2.750 m²) en een opslagplaats voor schroot bestemd voor de schrootschaar (ca. 5.700 m²). De verwerking van het schroot dat via de haven wordt aangevoerd gebeurt met een hydraulische schrootschaar (1250 ton hydraulische kracht, baklengte 8 m) of met een shredderinstallatie (2.500 pk of 1838 kW). Het voormateriaal voor de schrootschaar bestaat hoofdzakelijk uit industrieel schroot, met name grote stukken (dikte 4 tot 10 mm en lengte tot 6 m), zoals spoorwegstaven, stukken scheepsromp… Dit voormateriaal wordt samengeperst en verknipt met een guillotineschaar. Het afgewerkte materiaal wordt opgeslagen ter hoogte van de kaden. Het voormateriaal voor de shedderinstallatie bestaat hoofdzakelijk uit autopakketten en lichte materialen, waaronder voornamelijk huishoudelijk schroot. De dikte van deze materialen varieert van 3 tot 5 mm. Deze materialen worden voor de installatie gestort. Hoewel de aangevoerde materialen in principe reeds shredklaar dienen te zijn, d.w.z. ontdaan van alle vloeistoffen, batterijen… gebeurt aan de ingang nog een voorinspectie op aanwezigheid van vloeistoffen, gasflessen, batterijen… Wanneer nodig kunnen vloeistoffen nog afgetapt worden, dit gebeurt in de depollutiestraat of in de garage. Vroeger werden deze vloeistoffen afgetapt ter hoogte van de benzineopvang, deze installatie is echter buiten gebruik gesteld. Ter hoogte van de te onderzoeken percelen wordt enkel het materiaal opgeslagen. De verwerking gebeurt in de naastliggende percelen. Dit oriënterend bodemonderzoek werd uitgevoerd in het kader van een overdracht. Er werden eerder bodemonderzoeken uitgevoerd op de onderzoekslocatie. Er werd nog geen bodemsanering uitgevoerd op de onderzoekslocatie. De onderzoekslocatie heeft een oppervlakte van 25.664m² en is gelegen in industriegebied. Op de onderzoekslocatie bevindt er zich en schrootverwerkend bedrijf, Belgian Scrap Terminal. Het schroot wordt in grote stukken aangevoerd en wordt met de schrootschaar of de shredderinstallatie in kleinere stukken verdeeld en nadien afgevoerd. Ter hoogte van perceel 191F is er een spoor aanwezig en wordt er geen schroot opgeslagen. De bodemsaneringsdeskundige heeft stalen genomen van grond en grondwater verspreid over de onderzoekslocatie en ter hoogte van: - zone 6: opslag van shredderschroot - zone 10: opslag van schrootschaar - zone 11: opslag van schroot Percelen 250B; 250D en 250E: O-zin: Na analyse van de stalen zijn er geen concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor het vaste deel van de aarde. Op basis van de analyses van het grondwater, is er geen reden om aan te nemen dat het vaste deel van de aarde verontreinigd is. Bijgevolg moet er geen beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd worden. Percelen 194A, 197A, 198A en 199A: P-zin: Na analyse van de stalen zijn concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor zware metalen, PAK's en minerale olie in het vaste deel van de aarde. De bodemsaneringsnorm wordt voor de parameter nikkel in het grondwater overschreden. Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als een historische verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door ophoging van het terrein met materiaal, ten tijde van 1981-1983. Uit het oriënterend bodemonderzoek blijkt dat er geen duidelijke aanwijzing is dat de verhoogde concentraties een ernstige bedreiging vormen voor mens of milieu. Bijgevolg moet er geen beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd worden. Er zijn geen voorzorgsmaatregelen noodzakelijk. Ten gevolge van de huidige en voormalige inrichtingen op het terrein wordt er niet geloosd op het oppervlaktewater. Deze verontreiniging is volledig te wijten aan de inrichtingen ter hoogte van de onderzoekslocatie. Dit kadastraal perceel kent geen asbestrisico.
OBO	10.07.2014	Aanvulling oriënterend bodemonderzoek, Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen; Land van Waaslaan, Haven 1201, 3120 Kallo (Beveren-Waas) Concessie Belgian Scrap Terminal; Eindrapport	Ecorem NV	Goedgekeurd	/	De activiteiten van de firma Belgian Scrap Terminal zijn gestart in 1986. In 1990 bestonden de activiteiten van de firma Belgian Scrap Terminal (BST) enkel uit de opslag van schroot. In 1990 en 1993 werden deze activiteiten uitgebreid met respectievelijk een shredderinstallatie en een schrootschaar. In 2001 werd de bezineopslagput buiten gebruik gesteld en in 2002 werden de garage, de depollutiehal en de waterzuiveringsinstallatie in gebruik genomen. In 2005 werd de brandstoftank met gasolie buiten gebruik gesteld. Ter hoogte van de huidige onderzoekslocatie bevinden zicht opslagplaatsen voor shedderschroot (ca. 2.750 m²) en een opslagplaats voor schroot bestemd voor de schrootschaar (ca. 5.700 m²). De verwerking van het schroot dat via de haven wordt aangevoerd gebeurt met een hydraulische schrootschaar of met een shedderinstallatie. Het voormateriaal voor de schrootschaar bestaat hoofdzakelijk uit industrieel schroot, met name grote stukken, zoals spoorwegstaven, stukken scheepsromp... Dit voormateriaal wordt samengeperst en verknipt met een guilotineschaar. Het afgewerkt materiaal wordt opgeslagen ter hoogte van de kaden. Het voormateriaal voor de shedderinstallatie bestaat hoofdzakelijk uit autopakketten en lichte materialen, waaronder voornamelijk huishoudelijk schroot. De dikte van deze materialen varieert van 3 tot 5 mm. Deze materialen worden voor de installatie gestort. Hoewel de aangevoerde materialen in principe reeds shredklaar dienen te zijn, d.w.z. ontdaan van alle vloeistoffen, batterijen... gebeurt aan de ingang nog een voorinspectie op aanwezigheid van vloeistoffen, gasflessen, batterijen... Wanneer nodig kunnen vloeistoffen nog afgetapt worden, dit gebeurt ter hoogte van de benzineopvang, deze installatie is echter buiten gebruik gesteld. Percelen 194A, 197A, 198A, 199A, 250B, 250D en 250E. P-zin: Na analyse van de stalen zijn concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor zware metalen, PAK's en minerale olie in het vaste deel van de aarde. De bodemsaneringsnorm wordt voor de parameters nikkel en cis+trans-1,2-dichloretheen in het grondwater overschreden. Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als een historisch verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door ophoging van het terrein met materiaal, ten tijde van 1981-1983.

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Type onderzoek	Datum onderzoek	Titel	Auteur	Status	Verdachte stoffen	Huidige & vroegere activiteiten en/of besluit deskundige
OBBO	06.04.2021	Oriënterend en beschrijvend bodemonderzoek Land van Waaslaan 4+, 9120 Beveren	BOVA ENVIRO+ NV	Goedgekeurd	MO, BTEX, MTBE, ZM	Ter hoogte van het onderzoeksterrein wordt een schrootverwerkend bedrijf geëxploiteerd (1986-heden). Het schroot wordt in grote stukken aangevoerd en wordt met de schrootschaar of de shredderinstallatie in kleinere stukken verdeeld en nadien afgevoerd. Deel oriënterend bodemonderzoek Er worden/werden verhoogde concentraties vastgesteld voor zware metalen, PAK en minerale olie in het vaste deel van de aarde en met VOCl en nikkel in het grondwater. De verontreiniging wordt beschouwd als zijnde historisch van aard daar zij gerelateerd wordt aan de ophoging in 1981 tot 1983. Er wordt een gemengd overwegend nieuwe verontreiniging vastgesteld met MTBE in het grondwater ter hoogte van de schrootopslag (zone 1). Deze verontreiniging wordt beschouwd als zijnde gemengd overwegend nieuw gezien deze gelinkt wordt met de schrootopslag sinds 1986 tot heden. Er wordt een verhoogde concentratie vastgesteld voor MTBE in het grondwater. De verontreiniging wordt beschouwd als zijnde historisch van aard daar zij gerelateerd wordt aan de ophoging in 1981 tot 1983. Er werden verhoogde concentraties vastgesteld voor PCB in het vaste deel van de aarde. De verontreiniging wordt beschouwd als zijnde historisch van aard daar het terrein reeds verhard is sinds 1993. Er worden/werden verhoogde concentraties vastgesteld met VOCl in het grondwater. De verontreiniging wordt beschouwd als zijnde historisch van aard daar de verontreiniging vermoedelijk reeds aanwezig voor de beton werd aangebracht. Deze werd ook reeds vastgesteld in het bodemonderzoek dd 1999. Het verharde deel van alle onderzochte percelen wordt als asbestverdacht beschouwd. Beschrijvend bodemonderzoek noodzakelijk voor PCB in de bodem en VOCl in het grondwater. Deel beschrijvend bodemonderzoek Na hertoetsing werd de norm niet overschreden. 80% van de norm wordt wel overschreden ter hoogte van boring B2017 (0,3-0,5 m-mv). Ter hoogte van een bijkomende horizont (1-1,5 m-mv) wordt de detectielimiet niet overschreden. Hetzelfde geldt voor het grondwater (P213). Na uitvoering van een DAEB blijkt verder onderzoek en/of sanering is dan ook niet noodzakelijk. Globaal gezien kan gesteld worden dat er geen ernstige bedreiging uitgaat van de bodemverontreiniging met VOCl en er geen sanering noodzakelijk is. Gebruiksadviezen: GA2a Uitvoering bemaling i.k.v. bouwwerken GA3d Herontwikkeling met wijziging terreingebruik: afbraak gebouw en nieuwbouw met andere karakteristieken (diepte kelder, …) of andere bouwzone
Dossiernummer OVAM: 5798						
KP	01.01.1900	Kwaliteitsplan	Soresma NV	Goedgekeurd	/	/
OBO	12.01.1998	Oriënterend Bodemonderzoek Terrein Doeldok Kaaimuur 1748, Werf Voor de Berging van de M.S. Paranagua	Ecolas NV	Goedgekeurd	naftaleen, minerale olie en NaOH	Huidige activiteiten: berging van het wrak van de m.s. Paranagua tot 02/12/97 Vroegere activiteiten: braakliggend besluit per perceel
OBO	12.01.1998	Oriënterend Bodemonderzoek Terrein Doeldok Kaaimuur 1748, Werf Voor de Berging van de M.S. Paranagua	Ecolas NV	Goedgekeurd	naftaleen, minerale olie en NaOH	Huidige activiteiten: berging van het wrak van de m.s. Paranagua tot 02/12/97 Vroegere activiteiten: braakliggend besluit per perceel
BBO	12.06.1998	Beschrijvend Bodemonderzoek Terrein Doeldok Kaaimuur 1748, Werf Voor de Berging van de M.S. Paranagua - Eindrapport Afbakening Nieuwe Verontreiniging	Ecolas NV	Conform	naftaleen, minerale olie en NaOH	Huidige activiteiten: berging van het wrak van de m.s. Paranagua tot 02/12/97 Vroegere activiteiten: braakliggend Op het terrein worden twee zones (bekken 3 en bekken 4) vastgesteld waar zowel het vaste deel van de bodem als het grondwater gekenmerkt worden door een "nieuwe" verontreiniging. Rond bekken 3 : verontreiniging met naftaleen in vaste deel en verontreiniging van NaOH in grondwater. Op het terrein wordt eveneens een verontreiniging met minerale olie aangetroffen in zowel vaste deel van de bodem als in grondwater -> grotendeels historisch. Rond bekken 4 : verontreiniging met naftaleen in zowel vaste deel van de bodem als het grondwater en een verontreiniging van NaOH in grondwater.
BBO	29.06.1998	Beschrijvend Bodemonderzoek Terrein Doeldok Kaaimuur 1748-1750, Eindrapport : Afbakening Historische Verontreiniging.	Ecolas NV	Conform	naftaleen, minerale olie en NaOH	Huidige activiteiten: berging van het wrak van de m.s. Paranagua tot 02/12/97 Vroegere activiteiten: braakliggend Dit onderzoek is een aanvulling op het B.BO dat reeds werd uitgevoerd op het deelterrein langsheen kaaimuur 1748 van het Doeldok in het kader van de afbakening van de nieuwe verontreiniging ontstaan tijdens de berging van het wrak van het m.s. Paranagua. Langsheen de kaaimuur 1748 en 1750 van het Doeldok is zowel de bodem als grondwater verontreinigd met minerale olie. Een belangrijk deel van de verontreiniging is vermoedelijk historisch van oorsprong. T.h.v. de bekkens 3 en 4 van het deelterrein werd een nieuwe verontreiniging met NaOH en Naftaleen aangetroffen met overschrijding van de SN, zodat een sanering op basis van deze parameters noodzakelijk is.
BSP	20.11.1998	Bodemsaneringsproject Terrein Doeldok Kaaimuur 1748, Werf Voor de Berging van de M.S. Paranagua	Ecolas NV	Conform	/	/
OBO	26.07.2000	Eindevaluatieverslag Sanering Overslagkade 1748 Doeldok te Beveren	Soresma NV	Goedgekeurd	naftaleen, NaOH en minerale olie	/
EEO	05.09.2000	Eindevaluatieverslag sanering Overslagkade 1748 Doeldok te Beveren met aangepast besluit van 06.09.2000	Soresma NV	Goedgekeurd	/	/
OBO	29.03.2006	Oriënterend Bodemonderzoek Terrein gelegen aan de Oud Arenberg te Doel (06/A0667).	Laboratorium Van Vooren NV	Goedgekeurd	Minerale olie, PAK	Huidige activiteiten: betoncentrale

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Type onderzoek	Datum onderzoek	Titel	Auteur	Status	Verdachte stoffen	Huidige & vroegere activiteiten en/of besluit deskundige
OBO	01.10.2013	Oriënterend bodemonderzoek, Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpn, Oud Areberg en Blikken 'zonder nummer', 9130 Beveren (Doel), Concessie Van Wellen	Ecorem NV	Niet Goedgekeurd		Aannemingen Van Wellen is een asfaltcentrale. Hier vindt de verwerking en opslag plaats van bouwgrondstoffen. Oorspronkelijk was de inrichting op de kadastrale percelen 243/3A en 243/5A een onderdeel van de NV Van Wellen. Deze werd in 2004 opgesplitst in 3 afzonderlijke entiteiten en overgenomen door drie aparte NV's: - De asfaltcentrale door de NV Wase Betoncentrale - De asfaltcentrale door de NV Aannemingen Van Wellen - De steenslagbehandeling door de NV Antwerp Stone Terminal Dit had als gevolg dat een deel van het perceel 243/5A wordt toegevoegd aan de asfaltcentrale NV Aannemingen Van Wellen. Tot op heden is er niets geweten over eventuele schadegevallen of calamiteiten. Op **perceel 243/3A** wordt momenteel een asfaltcentrale geëxploiteerd met bijhorende opslag van bitumen, stookolie en bitumenemulsie. De vergunde stroomgenerator is niet aanwezig. Op **perceel 243/4A** bevindt zich momenteel een breek- en zeefinstallatie voor het breken en scheiden van betonpuin. Dit oriënterend bodemonderzoek werd uitgevoerd in het kader van een overdracht grond. Er werden niet eerder bodemonderzoeken uitgevoerd op de onderzoekslocatie. Er werd nog geen bodemsanering uitgevoerd op de onderzoekslocatie. Volgens het gewestplan is de onderzoekslocatie gelegen in Industriegebied. Het terrein wordt momenteel gebruikt als asfaltbetoncentrale. De bodemsaneringsdeskundige heeft stalen genomen van grond en grondwater verspreid over de onderzoekslocatie en ter hoogte van: - bovengrondse opslag van emulsie - bovengrondse opslag van dieselolie - bovengrondse opslag van gevaarlijke producten - bovengrondse opslag van stookolie - bovengrondse opslag van bitumen - asfaltcentrale - opslag en behandeling inerte en niet-gevaarlijke afvalstoffen (betonpuin) Er zijn geen hiaten in de kennis van dit oriënterend bodemonderzoek die een uitspraak binnen het decretaal kader niet mogelijk maken. De bodemsaneringsdeskundige komt voor de betrokken percelen tot het volgende besluit: **243/03A**: P-zin Na analyse van de stalen zijn concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor minerale olie, benzo(a)pyreen en zink in het vaste deel van de aarde ter hoogte van het perceel 243/3A. Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als een nieuwe verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door de aanvoer van aanvulmateriaal bij de ingebruikname van het terrein in 2001. Uit het oriënterend bodemonderzoek blijkt dat er geen duidelijke aanwijzing is dat de verhoogde concentraties een ernstige bedreiging vormen voor mens of milieu. Bijgevolg moet er geen beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd worden. Dit kadastraal perceel kent geen asbestrisico.
OBO	01.10.2013	Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen; Blikken, Haven 1662, 9130 Beveren (Kallo); Concessie ITC Rubis Terminal Antwerp NV	Ecorem NV	Niet Goedgekeurd		Volgens het gewestplan is de onderzoekslocatie gelegen in industriegebied. Het terrein wordt momenteel gebruikt als op- en overslag van chemicaliën. Sinds 2008 wordt de terminal uitgebaat door ITC Rubis, de werkzaamheden zijn gestart in 2010. Het terrein werd tussen 1975 en 1991 opgehoogd met grond van de uitgraving/uitdieping van het Doeldok. Dit oriënterend bodemonderzoek werd uitgevoerd in het kader van een overdracht. Er werden niet eerder bodemonderzoeken uitgevoerd op de onderzoekslocatie. Er werd nog geen bodemsanering uitgevoerd op de onderzoekslocatie. De bodemsaneringsdeskundige heeft stalen genomen van grond en grondwater verspreid over de onderzoekslocatie en ter hoogte van de verdachte zones (met aanwezige potentiële verontreinigingsbronnen): - Werkplaats met noodstroomgenerator, stoomketel; - Ondergrondse dieseltank; - Opslag van afvalstoffen in ingekuipte zone; - Ondergrondse afvalwaterbuffer; - Ondergrondse olie-water afscheider; - Tankenpark; - Ondergrondse septische put en IBA; - 3 laad- en losplaatsen voor chemicaliën. **Perceel 243/04A**: P-zin Na analyse van de stalen zijn concentraties boven de 80% waarde van de bodemsaneringsnorm voor de parameter zink vastgesteld en werden er overschrijdingen van de richtwaarde vastgesteld voor zink en PAK's in het vaste deel van de aarde. Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als een historische verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door de ophoging van het terrein met baggergrond afkomstig uit het Doeldok, ten tijde van 1975-1991. Uit het oriënterend bodemonderzoek blijkt dat er geen duidelijke aanwijzing is dat de verhoogde concentraties een ernstige bedreiging vormen voor mens of milieu. Bijgevolg moet er geen beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd worden. **Perceel 243/05A**: O-zin Na analyse van de stalen zijn er geen concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor het vaste deel van de aarde. Op basis van de analyses van het grondwater, is er geen reden om aan te nemen dat het vaste deel van de aarde verontreinigd is. Bijgevolg moet er geen beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd worden. **Perceel 122B**: O-zin Na analyse van de stalen zijn er geen concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor het vaste deel van de aarde. Op basis van de analyses van het grondwater, is er geen reden om aan te nemen dat het vaste deel van de aarde verontreinigd is. Bijgevolg moet er geen beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd worden. **Perceel 243/02B** Gezien er sinds het voorgaande oriënterend bodemonderzoek ter hoogte van het kadastraal perceel 243/02B geen risico-activiteiten hebben plaats gevonden. Werd dit perceel niet verder onderzocht. Bijgevolg kan er geen uitspraak gedaan worden met betrekking tot de verontreinigingstoestand van dit perceel.
OBO	02.10.2013	Oriënterend bodemonderzoek, Oud Arenberg zonder nummer, 9130 Beveren (Doel), Concessie NV Holcim (België)	Ecorem NV	Niet Goedgekeurd		Op het terrein is de betoncentrale NV Holcim (België) gevestigd. Sinds 2001 worden activiteiten uitgebaat door nv Van Wellen. Sinds september 2004 werden de activiteiten overgenomen door de NV Wase Betoncentrale. Sinds 2006 werden de activiteiten overgenomen door NV Holcim (België). Dit oriënterend bodemonderzoek werd uitgevoerd in het kader van een overdracht. Er werden eerder bodemonderzoeken uitgevoerd op de onderzoekslocatie. Er werd nog geen bodemsanering uitgevoerd op de onderzoekslocatie. Volgens het gewestplan is de onderzoekslocatie gelegen in industriegebied. Het terrein wordt momenteel gebruikt als betoncentrale. Voorheen werd het terrein gebruikt als betoncentrale. Dit heeft als gevolg dat het terrein mogelijk verontreinigd is met volgende stoffen: zware metalen, BTEX, minerale olie en PAK's in de grond en zware metalen, BTEX, minerale olie en PAK's in het grondwater. De bodemsaneringsdeskundige heeft stalen genomen van grond en grondwater ter hoogte van bovengrondse (buitengebruik) en ondergrondse dieseltanks en verdeelpompen, bovengrondse opslag olie in vaten op lekbak en opslag van additieven. Er zijn geen hiaten in de kennis van dit oriënterend bodemonderzoek die een uitspraak binnen het decretaal kader niet mogelijk maken. De bodemsaneringsdeskundige komt voor de betrokken percelen tot het volgende besluit: **Perceel 209A2**: P-zin Na analyse van de stalen zijn concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor benzo(a)pyreen in het vaste deel van de aarde ter hoogte van de opslag van additieven. Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als een nieuwe verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door het gebruikte aanvulmateriaal bij de aanleg van de verharding in 2001. Uit het oriënterend bodemonderzoek blijkt dat er geen duidelijke aanwijzing is dat de verhoogde concentraties een ernstige bedreiging vormen voor mens of milieu. Bijgevolg moet er geen beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd worden. Er zijn geen voorzorgsmaatregelen noodzakelijk. Dit kadastraal perceel kent geen asbestrisico.

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Type onderzoek	Datum onderzoek	Titel	Auteur	Status	Verdachte stoffen	Huidige & vroegere activiteiten en/of besluit deskundige
OBO	02.10.2013	Oriënterend bodemonderzoek - Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen - Oud Arenberg en Blikken, 9130 Beveren (Doel) - Concessie Antwerp Stone Terminal	Ecorem NV	Niet Goedgekeurd		Antwerp Stone Terminal is een steenslagcentrale. Hier vindt de verwerking en opslag plaats van bouwgrondstoffen. De stenen worden vanuit de groeves in Noorwegen en Schotland door zelflossende bulkcarriers naar Antwerpen gebracht. Vanuit de haven van Antwerpen kunnen de bouwgrondstoffen per binnenvaartschip, trein of vrachtwagen gedistribueerd worden nar de klanten. Dit oriënterend bodemonderzoek werd uitgevoerd in het kader van een overdracht. Er werden niet eerder decretale bodemonderzoeken uitgevoerd op de onderzoekslocatie. Er werd nog geen bodemsanering uitgevoerd op de onderzoekslocatie. Antwerp Stone Terminal is een steenslagcentrale. Hier vindt de verwerking en opslag plaats van bouwgrondstoffen. De stenen worden vanuit de groeves in Noorwegen en Schotland door zelflossende bulkcarriers naar Antwerpen gebracht. Vanuit de haven van Antwerpen kunnen de bouwgrondstoffen per binnenvaartschip, trein of vrachtwagen gedistribueerd worden nar de klanten. De bodemsaneringsdeskundige heeft stalen genomen van grond en grondwater verspreid over de onderzoekslocatie en ter hoogte van: - zone 1: dieselolie opslag (dubbelwandige tank) - zone 2: opslag van gevaarlijke stoffen (container) **Perceel 243A3** (gedeelte concessie AST): O-zin: Na analyse van de stalen zijn er geen concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor het vaste deel van de aarde. Op basis van de analyses van het grondwater, is er geen reden om aan te nemen dat het vaste deel van de aarde verontreinigd is. Bijgevolg moet er geen beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd worden. Dit kadastraal perceel kent geen asbestrisico. **Perceel 243A5** (gedeelte concessie AST): O-zin: Na analyse van de stalen zijn er geen concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor het vaste deel van de aarde. Op basis van de analyses van het grondwater, is er geen reden om aan te nemen dat het vaste deel van de aarde verontreinigd is. Bijgevolg moet er geen beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd worden. Dit kadastraal perceel kent geen asbestrisico.
OBO	09.07.2014	Aanvulling oriënterend bodemonderzoek; Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen; Blikken, Haven 1662, 9130 Beveren (Kallo); Concessie ITC Rubis Terminal Antwerp NV; Eindrapport	Ecorem NV	Goedgekeurd		Sinds 2008 heeft ITC Rubis Terminal Antwerp NV de grond in concessie. De werkzaamheden zijn gestart in oktober 2010. Het terrein is verhoogd met baggergrond van de aanleg van het Doeldok tussen 1975 en 1991. De onderzoekslocatie is gelegen in industriegebied. De onderzoekslocatie is grotendeels verhard. Momenteel worden de activiteiten enkel uitgevoerd op het verharde gedeelte. ITC Rubis Terminal Antwerp NV zal in de toekomst de site nog verder uitbouwen op het onverharde gedeelte. Wanner het GRUP 1" fase Waaslandhave in acht wordt genomen kan er vastgesteld worden dat de terreinen rondom het te onderzoeken terrein gelegen zijn binnen ' gebied voor zeehaven- en watergebonden bedrijven'. De onderzoekslocatie is omgeven door industriegebied. Ten noorden en ten westen bevindt zich havenuitbreidingsgebied op resp. ca. 500m en ca. 1200m van de onderzoekslocatie. Voorbij het havenuitbreidingsgebied bevindt zich reservegebied voor bufferzone ten westen op ca. 2800m van de concessie. het dichtstbijzijnde woongebied woongebied bevindt zich ten noordwesten van de concessie op ca. 3200m Ten zuiden, zuidoosten, grenst het terrein aan het Doeldok. De onderzoekslocatie grenst aan Antwerpen Stone terminal aan de oostelijke kant van zijn concessiegrens. **Perceel 243/04D:** P-zin: Na analyse van de stalen zijn concentraties boven de 80% waarde van de bodemsaneringsnorm voor de parameter zink vastgesteld en werden er overschrijdingen van de richtwaarde vastgesteld voor zink en PAK's in het vaste deel van de aarde. Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als een historische verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door de ophoging van het terrein met baggergrond afkomst uit het Doeldok, ten tijde van 1975-1991. **Perceel 243/05A:** O-zin: Na analyse van de stalen zijn er geen concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor het vaste deel van de aarde. Op basis van de analyses van het grondwater, is er geen reden om aan te nemen dat het vaste deel van de aarde verontreinigd is.
OBO	09.07.2014	Aanvulling oriënterend bodemonderzoek; Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen; Oud Arenberg en Blikken, 9130 Beveren (Doel); Concessie Antwerp Stone Terminal; Eindrapport	Ecorem NV	Goedgekeurd		De voormalige activiteiten, inrichtingen en potentiële verontreinigingsbronnen op de concessie van Van Wellen worden besproken in het rapport met ecoremref. B01/2183/017.005.R5. De activiteiten van de concessie ICT Rubis Antwerp terminal die zich op perceel 243/05A bevinden worden besproken in het rapport met ecoremref. B01/2183/019.003.R2. In 2005 is de opbouw van Antwerp Stone Terminal opgestart. Voorheen was het terrein in gebruik door Van Wellen. Antwerp Stone Terminal is een steenslagcentrale. Hier vindt de verwerking en opslag plaats van bouwgrondstoffen. De stenen worden vanuit de groeves in Noorwegen en Schotland door zelflossende bulkcarriers naar Antwerpen gebracht. Vanuit de haven van Antwerpen kunnen bouwgrondstoffen per binnenvaartschip, trein of vrachtwagen gedistribueerd worden naar de klanten. **Perceel 243/03A:** P-zin: Na analyse van de stalen zijn concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor minerale olie, benzo(a) pyreen en zink in het vaste deel van de aarde ter hoogte van het perceel 243/03A. Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als een nieuwe verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door de aanvoer van aanvulmateriaal bij de ingebruikname van het terrein in 2001. **Perceel 243/05A:** O-zin: Na analyse van de stalen zijn er geen concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor het vaste deel van de aarde. Op basis van de analyses van het grondwater, is er geen reden om aan te nemen dat het vaste deel van de aarde is verontreinigd is.
OBO	10.07.2014	Aanvulling oriënterend bodemonderzoek;Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen; Oud Areberg en Blikken 'zonder nummer', 9130 Beveren (Doel), Concessie Van Wellen; Eindrapport	Ecorem NV	Goedgekeurd		Aannemingen Van Wellen is een asfaltcentrale. Hier vindt de verwerking en opslag plaats van bouwgrondstoffen. Oorspronkelijk was de inrichting op de kadastrale percelen 243/03A en 243/05A een onderdeel van de NV Van Wellen. Deze werd in 2004 opgesplits in 3 afzonderlijke entiteiten en overgenomen door drie aparte NV's: - De asfaltcentrale door de NV Wase Betoncentrale,- De asfaltcentrale door de NV Aannemingen Van Wellen, - De steenslagbehandeling door de NV Antwerp Stone Terminale. De verdeling van het terrein in de concessie van deze 3 NV's gebeurde niet volledig volgens de kadastrale perceelgrenzen. De concessie Van Wellen is gelegen op het grootste deel van perceel 243/03A, een klein gedeelte van perceel 243/05A en het volledig perceel 243/4C. De concessie Antwerp Stone Terminal omvat een klein gedeelte van perceel 243/03A en bijna het volledig perceel 243/05A. Een klein gedeel van perceel 243/05A, langs de zuiwestgrens, behoort ten slotte de concessie van ITC Rubis Terminal Antwerp NV. Deze concessie werden onderzocht in de rapporten met ecoremref. B01/2183/017.006.R4 en B01/2183/019.003.R2. Voor een gedetailleerde beschrijving van de historiek en analyseresultaten van perceel 243/05A wordt dan ook verwezen naar deze rapporten. Tot op heden is er niets geweten over eventuele schadegevallen of calamiteiten. **Perceel 243/03A:** P-zin: Na analyse van de stalen zijn concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor minerale olie, benzo(a)pyreen en zink in het vaste deel van de aarde ter hoogte van het perceel 243/03A. Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als een nieuw verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door de aanvoer van aanvulmateriaal bij de ingebruikname van het terrein in 2001. **Perceel 243/05A:** O-zin: Na analyse van de stalen zijn er geen concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor het vaste deel van de aarde. Op basis van de analyses van het grondwater, is er geen reden om aan te nemen dat het vaste deel van de aarde verontreinigd is.
OBO	10.07.2014	Aanvulling oriënterend bodemonderzoek: Oud Arenberg zonder nummer, 9130 Beveren (Doel); Concessie NV Holcim (België); Eindrapport	Ecorem NV	Goedgekeurd		Op het terrein is momenteel de betoncentrale NV Holcim (België) gevestigd. Sinds 2001 werden deze activiteiten uitgebaat door NV Van Wellen. In september 2004 werden de activiteiten uitgebaat door NV Van Wellen. In september 2004 werden de activiteiten overgenomen door de NV Wase Betoncentrale. Sinds 2006 werden de activiteiten overgenomen door NV Holcim (België). IN 2001 werd een verharding aangelegd op een deel van het terrein. Centraal op het terrein bevindt zich de betoncentrale. Deze bestaat uit 6 silo's voor beton en twee overdekte vulpunten voor vrachtwagens. De grondstoffen wroden aangevoerd via laadtrechters en een weeg- en transportband. Achter de betonsilo's bevindt zich een opslaglokaal voor additieven. Ten noordwesten van de betoncentrale bevindt zich een loods. Hierin bevinden zich enerzijds burelen en een laboratorium, anderzijds wordt een deel van de loods gebruikt voor het stallen van werkvoertuigen. Aan de noordoostelijk wand bevinden zich twee bovengrondse dieseltanks en twee brandstofverdeelpompen. Deze bevinden zich op een vloeistofdichte betonvloer. De tanks worden momenteel niet meer gebruikt. Ten noordoosten van de loods bevinden zich twee ondergrondse dubbelwandige dieseltanks. Verder worden in de loods ook nog additieven in gesloten verpakking en enkel vaten olie op lekbakken opgeslagen. Het centraal gedeelte van het terrein, tussen de loods en de betoncentrale is verhard met beton met eronder een folie. Door deze bodembeschermende maatregel konden hier geen boringen worden uitgevoerd. Het water dat op deze verharding terecht komt wordt via een afvoergoot naar bezinkingsbekken geleid. Ten noordwesten van de loods bevindt zich een weegbrug voor vrachtwagens. De overige ruimte op het terrein wordt grotendeels ingenomen door de opslag van zand en grind in open lucht. **Perceel 209/02A:** P-zin: Na analyse van de stalen zijn concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor benzo(a-pyreen in het vaste deel van de aarde ter hoogte van de opslag van additieven. Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als een nieuwe verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door het gebruikte aanvulmateriaal bij de aanleg van de verharding in 2001. In het voorgaande onderzoek werden concentraties boven de bodemsaneringsnorm vastgesteld voor minerale olie in het vaste deel van de aarde. Deze verhoogde concentratie werd beschouwd als een historisch puntverontreiniging.

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Type onderzoek	Datum onderzoek	Titel	Auteur	Status	Verdachte stoffen	Huidige & vroegere activiteiten en/of besluit deskundige
OBO	09.04.2018	Oriënterend bodemonderzoek Aannemingen Van Wellen nv - Oud Arenberg en Blikken - 9120 Beveren	Bouwen & Milieu NV	Goedgekeurd	minerale olie, pak's, parameters sap	Op perceel 243/03 A is de 'oude' asfaltcentrale gevestigd. Op dit terrein bevindt zich een kantoorgebouw met aanpalend een werkplaats, waarachter de bovengrondse emulsieopslag gebeurt, een bovengrondse dieseltank staat/stond met pomp/slang, olieopslag in kleine vaten gebeurt. Verderop het terrein bevindt zich de asfaltcentrale, en een opslagzone met een bitumentank en een stookolietank. Voor het overige gebeurt op de site de opslag van asfaltgranulaten, het vermalen van de grovere stukken asfalt. Perceel 243/04 C gebeurde van ca. 2002 tot begin 2017 de opslag van betonpuin. Er bevond zich tevens een breek- en zeefinstallatie voor het breken en scheiden van dit betonpuin. Vervolgens is men gestart met de bouw van een nieuwe asfaltcentrale. Deze is sinds begin 2018 aan het operatief in een proef-/opstartfase. Op de site bevindt zich de asfalt-installatie met een bitumenpark (ingekuipt), evenals opslagzones voor enerzijds asfaltgranulaten en anderzijds voor steenslag, zand, …. Perceel Beveren, 7de afdeling, Sectie E, nummer **243/03 A: P** P-zin: Na analyse v/d stalen zijn concentraties boven de RW vastgesteld voor zware metalen, pak's en minerale olie in het vaste deel van de aarde in de ophogingslaag. Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als een nieuwe verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door de steenslaglaag die werd aangebracht voor de start van de activiteiten in 2001. Na analyse van de stalen zijn concentraties boven de RW vastgesteld voor koper in het grondwater ter hoogte van PB1010. Tevens worden verhoogde geleidbaarheden vastgesteld. Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als een historische verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij niet gelinkt kunnen worden aan de activiteiten. De geleidbaarheid is te wijten aan de ligging van de site in verzilt gebied. Uit het OBO blijkt dat er geen duidelijke aanwijzing is dat de verhoogde concentraties een ernstige bodemverontreiniging vormen voor mens of milieu. Bijgevolg moet er geen BBO uitgevoerd worden. Perceel Beveren, 7de afdeling, Sectie E, nummer **243/04 C: P** P-zin: Na analyse van de stalen zijn concentraties boven de RW vastgesteld voor zware metalen, pak's, minerale olie en pH in het vaste deel van de aarde in de ophogingslaag. Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als een nieuwe verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door de steenslaglaag die werd aangebracht voor de start van de activiteiten in 2001. Na analyse van de stalen zijn verhoogde geleidbaarheden vastgesteld. Deze verhoogde waardes worden beschouwd als een historische verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij niet gelinkt kunnen worden aan de activiteiten, maar te wijten zijn aan de ligging van de site in verzilt gebied. Uit het OBO blijkt dat er geen duidelijke aanwijzing is dat de verhoogde concentraties een ernstige bodemverontreiniging vormen voor mens of milieu. Bijgevolg moet er geen BBO uitgevoerd worden. Voor beide percelen geldt: Op basis van de 'Code van goede praktijk voor oriënterend bodemonderzoek, beschrijvend bodemonderzoek en risicoanalyse voor asbestverontreiniging' kent dit kadastraal perceel geen asbestrisico. De percelen ○ zijn braakliggend ○ zijn onderbenut (minstens 50% niet benut) ○ het betreft een gebouw dat leegstaat
OBO	03.09.2019	Oriënterend bodemonderzoek, Holcim (BELGIE), Oud Arenberg z.n. en Hogendijk 13, 9130 te Beveren	Sertius NV	Goedgekeurd	Deze activiteiten hebben als gevolg dat het terrein mogelijk verontreinigd is met volgende stoffen: minerale olie, zware metalen, BTEXS, ammoniakale stikstof, formaldehyde, detergenten en semi-vluchtige verbindingen.	Volgens het gewestplan is de onderzoekslocatie gelegen in industriegebied. Sinds 2001 komt op de onderzoekslocatie een betoncentrale voor. Besluit kadastraal **perceel 209/02 A**: P-zin Na analyse van de stalen zijn concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor xyleen in het grondwater ter hoogte van peilbuizen P14001 en P19001. Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als een nieuwe verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door de activiteiten op de onderzoekslocatie sinds 2001. Uit het oriënterend en beschrijvend bodemonderzoek blijkt dat er geen duidelijke aanwijzing is dat de verhoogde concentraties een ernstige bodemverontreiniging vormen voor mens of milieu. Bijgevolg moet er geen beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd worden. Na analyse van de stalen is een concentratie boven de bodemsaneringsnorm vastgesteld voor arseen in het grondwater ter hoogte van peilbuis P19001. Deze concentratie wordt beschouwd als een historische verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door de kwaliteit van de ophooglaag aangebracht tijdens de aanleg van het doeldok in de jaren '70. Er werd tevens een verhoogde conentratie voor arseen in het grondwater vastgesteld tijdens het oriënterend bodemonderzoek van 2014. Uit het oriënterend en beschrijvend bodemonderzoek blijkt dat er geen duidelijke aanwijzing is dat de verhoogde concentraties een ernstige bodemverontreiniging vormen voor mens of milieu. Bijgevolg moet er geen beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd worden. Er zijn geen veiligheids- of voorzorgsmaatregelen noodzakelijk. Ten gevolge van de voormalige en huidige inrichtingen op het terrein werd of wordt er geloosd op het oppervlaktewater. Het lozingspunt werd niet onderzocht gezien de lozing gebeurt in het Doeldok. De verontreiniging is gedeeltelijk te wijten aan de inrichtingen ter hoogte van de onderzoekslocatie. Op basis van het 'Stappenplan bodemonderzoek asbest' is dit kadastraal asbestverdacht. Gezien er een steen- en bakpuinhoudende laag van ongekende herkomst voorkomt ondeer de verharding en er geen stalen en analysen werden uitgevoerd, dient deze laag als potentieel asbesthoudend beschouwd te worden. Uitgaande van het worst-case scenario gaat er van een asbestverontreiniging die voldoende afgedekt is en blijft geen risico uit. Er wordt aan deze grond een asbestlabel toegekend. Het perceel is niet braakliggend en niet onderbenut. Het betreft geen gebouw dat leegstaat.
Dossiernummer OVAM: 10360						
OBO	17.11.1999	Oriënterend Bodemonderzoek Maes-Cant, Engelsesteenweg 41 en 41+ - te 9130 Beveren-Doel	Geologica NV	Goedgekeurd	minerale olie en BTEX	**Huidige activiteiten:** sinds 30/9/1980 - tot ?: autoherstelwerkplaats 1998: spill van diesel thv verdeelpompen **Vroegere activiteiten:** voor 1980: boerderij
Dossiernummer OVAM: 12566						
OBO	23.08.2000	Oriënterend Bodemonderzoek, Weemaes-Van Mullem, Engelsesteenweg 34, 9120 Beveren (Doel). (005135/A2107)	Geologica NV	Goedgekeurd	minerale olie en BTEX	geen informatie
OBO	23.08.2000	Oriënterend Bodemonderzoek, Weemaes-Van Mullem, Engelsesteenweg 34, 9120 Beveren (Doel). (005135/A2107)	Geologica NV	Goedgekeurd	minerale olie en BTEX	geen informatie
BBO	19.10.2001	Beschrijvend Bodemonderzoek van het Terrein van Weemaes - van Mullem, gelegen te 9130 Doel (Beveren), Engelsesteenweg 34 (Bbo 01.05.483).	Beweca VZW	Conform	Minerale olie, BTEX en MTBE	geen informatie
BBO	13.03.2002	Beschrijvend Bodemonderzoek van het Terrein van Weemaes - van Mullem, gelegen te 9130 Doel (Beveren), Engelsesteenweg 34.	Beweca VZW	Conform	Minerale olie, BTEX	geen informatie
BBO	21.06.2002	Beschrijvend Bodemonderzoek van het Terrein van Weemaes - van Mullem, gelegen te 9130 Doel (Beveren), Engelsesteenweg 34.□	Beweca VZW	Conform	minerale olie en BTEX	geen informatie
BSP	11.09.2002	Bodemsaneringsproject Weemaes-Van Mullem, Engelsesteenweg 34 - Beveren-Waas (Doel)	Beweca VZW	Onvolledig	geen informatie	geen informatie
BSP	25.11.2002	Bodemsaneringsproject Weemaes-Van Mullem, Engelsesteenweg 34 - Beveren-Waas (Doel)	Beweca VZW	Conform	geen informatie	geen informatie

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Type onderzoek	Datum onderzoek	Titel	Auteur	Status	Verdachte stoffen	Huidige & vroegere activiteiten en/of besluit deskundige
TTR	11.08.2003	Tussentijdse rapportage bodemsaneringswerken Weemaes-Van Mullem	Beweca VZW	Goedgekeurd	geen informatie	geen informatie
KP	11.08.2003	Kwaliteitsplan	Beweca VZW	Goedgekeurd	geen informatie	geen informatie
OBO	28.08.2003	Oriënterend Bodemonderzoek van het Terrein van Weemaes - van Mullem, gelegen te 9130 Beveren-Waas (Doel), Engelsesteenweg 34	Beweca VZW	Goedgekeurd	lood, zink, minerale olie, PAK, BTEX, MTBE	geen informatie
TTR	11.06.2004	Tussentijdse rapportering bodemsaneringswerken Weemaes - Van Mullem, Engelsesteenweg 34	Beweca VZW	Goedgekeurd	geen informatie	geen informatie
EEO	20.07.2005	Eindevaluatieonderzoek Weemaes - Van Mullem Engelsesteenweg 34	Beweca VZW	Goedgekeurd	MO, benzeen, MTBE	In de periode van 17 tot en met 20 juni 2003 werden twee ondergrondse tanks ontgraven en verwijderd. Na twee jaar monitoring blijkt dat ter hoogte van het pompstation een restverontreiniging aanwezig is in het grondwater, bestaande uit minerale olie, benzeen en voornamelijk MTBE. Aangezien deze restverontreiniging geen risico inhoudt en er geen beduidende verdere verspreiding optreedt, wordt aan de saneringsdoelstelling voldaan. Op basis van de monitoring blijkt dat een stabiele eindsituatie werd bereikt. Bijgevolg werd beslist het eindevaluatieonderzoek op te stellen. Gezien de stabiele eindtoestand is bijkomende nazorg niet noodzakelijk. Besluit: BESLUIT KADASTRAAL PERCEEL Beveren, 7° AFP., Sectie A, perceel 572 C4: Op basis van de uitgevoerde monitoringscampagne blijkt dat in het grondwater in deze zone (peilput P7) nog een restverontreiniging aanwezig is met aromaten en MTBE. De **restverontreiniging voldoet aan de terugsaneerwaarden, maar de bodemsaneringsnorm voor MTBE en benzeen wordt nog overschreden.** De aanwezige restverontreiniging op het terrein vormt geen ernstige bedreiging. Aangezien voldaan wordt aan de terugsaneerwaarden en aangezien de restverontreiniging geen risico inhoudt, wordt geen verdere sanering van het terrein noodzakelijk geacht. De bodemsanering kan als afgerond beschouwd worden. De verontreiniging die zich in de voormalige garagewerkplaats bevond, werd door deze sanering niet verwijderd. Het terrein dient opgenomen te worden in het register van verontreinigde gronden. BESLUIT KADASTRAAL PERCEEL Beveren, 7? ATP., Sectie B, perceel 572 P2 Op dit kadastraal perceel werden geen bodemsaneringswerken uitgevoerd. De verontreinigingstoestand van het grondwater wordt opgevolgd in het monitoringsprogramma. Op basis van de uitgevoerde analyses blijkt dat er geen toename optreedt, van de verontreinigingsgraad in het grondwater ter hoogte van dit perceel. De vooropgestelde terugsaneerwaarden voor de pluim van de verontreiniging worden, twee jaar na de sanering van hei bronperceel, nog steeds niét overschreden. Op basis van de uitgevoerde grondwateranalyses kan besloten worden dat op dit perceel een beperkte overschrijding van de bodemsaneringsnorm voor minerale olie optreedt. Voor de aromaten en MTBE wordt geen overschrijding van 80 % BSN waargenomen. De aanwezige restverontreiniging op het terrein vormt geen ernstige bedreiging. Aangezien voldaan wordt aan de terugsaneerwaarden en aangezien de restverontreiniging geen risico inhoudt, wordt geen verdere sanering van het terrein noodzakelijk geacht. De bodemsanering kan als afgerond beschouwd worden. Het terrein dient opgenomen te worden in het register van verontreinigde gronden BESLUIT KADASTRAAL PERCEEL Beveren, 7° AFD., Sectie B, perceel 572 Z2 Op dit kadastraal perceel werden geen bodemsaneringswerken uitgevoerd. De verontreinigingstoestand van het grondwater wordt opgevolgd in het monitoringsprogramma. Op basis van de uitgevoerde analyses blijkt dat er geen toename optreedt van de verontreinigingsgraad in het grondwater ter hoogte van dit perceel. De vooropgestelde terugsaneerwaarden voor de pluim van de verontreiniging worden, twee jaar na de sanering van het bronperceel, nog steeds niet overschreden. Op basis van de uitgevoerde grondwateranalyses kan besloten worden dat op dit perceel geen overschrijding van 80 % BSN wordt waargenomen voor de parameters minerale olie, BTEX en MTBE. Voor **minerale olie** wordt een beperkt verhoogde concentratie waargenomen. De aanwezige restverontreiniging op het terrein vormt geen ernstige bedreiging. Aangezien voldaan wordt aan de terugsaneerwaarden en aangezien de restverontreiniging geen risico inhoudt, wordt geen verdere sanering van het terrein noodzakelijk geacht. BESLUIT KADASTRAAL PERCEEL Beveren, 7° AFD., Sectie B, perceel 572H2 Op dit kadastraal perceel werden geen bodemsaneringswerken uitgevoerd. De verontreinigingstoestand van het grondwater wordt opgevolgd in het monitoringsprogramma. Op basis van de uitgevoerde analyses blijkt dat er geen toename optreedt van de verontreinigingsgraad in het grondwater ter hoogte van dit perceel. De vooropgestelde terugsaneerwaarden voor de pluim van de verontreiniging worden, twee jaar na de sanering van het bronperceel
Dossiernummer OVAM: 14804						
OBO	28.06.2001	Oriënterend Bodemonderzoek Vissersstraat - Engelsesteenweg 9130 Doel. (104038008/Kvb) + Aanvulling Dd. 12.07.2001	Soresma NV	Goedgekeurd	minerale olie	Geen informatie
Dossiernummer OVAM: 18136						
OBO	28.05.2002	Oriënterend Bodemonderzoek te Beveren - Doel, Engelsesteenweg 72 (Projectnummer: E02/066)	Abesim BV	Goedgekeurd	minerale olie, PAK, zware metalen	**Huidige & vroegere activiteiten:** Opslagplaats voor vloeistof Voormalige ondergrondse tanks van diesel Werkplaats voor het nazicht, het herstellen en het onderhouden van motorvoertuigen Voormalige smeerput, Brandstofverdeelinstallaties voor motorvoertuigen
OBO	12.11.2012	Oriënterend Bodemonderzoek - actualisatie ikv overdracht, Engelse Steenweg 72, 9130 Beveren - Doel	Abesim BV	Goedgekeurd	minerale olie, PAK, benzeen	**Huidige & vroegere activiteite**n: dieseltank van 30.000 l +1.000 l, smeerput, pompeneiland - ondergrondse tank van 10.000 l diesel, sinds 20 jaar niet meer in gebruik - ondergrondse tank van 5.000 l diesel, sinds 20 jaar niet meer in gebruik **Besluit:** Er is sprake van aanwijzingen van een historische verontreiniging met minerale olie, benzo(a)pyreen en naftaleen in de grond en met minerale olie in het grondwater. Tevens is er in deze zone sprake van aanwijzingen van een nieuwe verontreiniging met monochloorbenzeen in het grondwater. Er wordt besloten dat er geen duidelijke aanwijzing van een ernstige bodemverontreiniging is met PAK en monochloorbenzeen en bijgevolg de uitvoering van een beschrijvend onderzoek niet noodzakelijk is voor deze parameters. Er besloten dat er een duidelijke aanwijzing voor een ernstige bodemverontreiniging is tengevolge van een aanwijzing van grondverontreiniging met minerale olie is en bijgevolg de uitvoering van een beschrijvend onderzoek noodzakelijk is.

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Type onderzoek	Datum onderzoek	Titel	Auteur	Status	Verdachte stoffen	Huidige & vroegere activiteiten en/of besluit deskundige
BBO	07.02.2014	Beschrijvend bodemonderzoek - NV Autocars Van Mullem - Engelsesteenweg 72, 8130 Doel	Abesim BV	Conform	minerale olie	Risicoactiviteiten: Bovengrondse tanks van 30.000 l diesel en 1.000 l motorolie Huidig en voormalige smeerput Voormalig pompeiland Huidige verdeelslang Twee voormalige ondergrondse dieseltanks 10.000 l en 5.000 l, sinds 20 jaar niet meer in gebruik **Besluit:** kadastraal perceel 585G4: (P) Er komt een niet-onderscheidbare gemengde bodemverontreiniging die als een historische bodemverontreiniging wordt behandeld voor met minerale olie in het vaste deel van de bodem en in het grondwater ter hoogte van de oprit en de werkplaats. De verontreiniging is ontstaan op dit perceel. De richtwaarde wordt overschreden voor één of meerdere genormeerde parameters maar er is voor het vaste deel van de aarde geen noodzaak tot bodemsanering en/of op basis van de analyses van het grondwater zijn er duidelijke aanwijzingen dat de richtwaarden voor het vaste deel van de aarde worden overschreden maar er is geen noodzaak tot bodemsanering.
Dossiernummer OVAM: 20359						
OBO	02.01.2003	Oriënterend Bodemonderzoek Engelsesteenweg 55 te Beveren	Soresma NV	Goedgekeurd	Minerale olie, BTEX	geen informatie
Dossiernummer OVAM: 22800						
OBO	24.02.2004	Oriënterend Bodemonderzoek in het Kader van Onteigening, Engelsesteenweg 92, 9130 Beveren - Doel (E03/196)	Abesim BV	Goedgekeurd	Minerale olie, zware metalen, PAK	Gemengde bodemverontreiniging met minerale olie in de grond en met minerale olie, benzeen en arseen in het grondwater. Historische verontreiniging van het vaste deel van de bodem met PAK. Voor de verhoogde concentraties met PAK is geen beschrijvend bodemonderzoek nodig. Er is een beschrijvend bodemonderzoek nodig voor de parameters minerale olie in het vaste deel van de bodem en voor minerale olie, benzeen en arseen in het grondwater Concentraties grondwater PB3, Perceel 607b: - Minerale olie: max.1400 µg/l (2,8 x BSN) - Benzeen: max 12 µg/l (1,2 x BSN)
BBO	16.06.2005	Beschrijvend Bodemonderzoek Hertens Lv, Engelsesteenweg 92 te 9130 Beveren-Doel (E04/409) + Aanvulling D.D. 10.10.2005.	Abesim BV	Conform	Minerale olie, arseen, benzeen in het grondwater	Het terrein werd tot 1980 gebruikt voor de uitoefening van landbouwwerkzaamheden. Vanaf 1980 tot 1996 waren er ook werkzaamheden zoals loonwerk en grondtransport. Sinds 1996 wordt dit terrein gebruikt voor landbouw. De verontreiniging met minerale olie wordt beschouwd als historisch, als gevolg van de overvullingen die tussen 1991 en 1993 plaatsvonden. Het perceel dient opgenomen te worden in het register van verontreinigde gronden omwille van de verontreiniging met minerale olie en arseen. Het feit dat de verhoogde waarden arseen te wijten zijn aan de aangwezigheid van minerale olie en niet een door de exploitatie veroorzaakte verontreiniging met arseen werd dit niet verder onderzocht. Concentratie minerale olie: PB 106: 26000 µg/l (0,05-3,05 m-mv) PB 104: 8100 µg/l (4,5-5,5 m-mv) PB 3: 140000 µg/l (0,3-3,2 m-mv) PB 207: <50 µg/l (8,7-9,7 m-mv) Voor deze hostorische verontreiniging worden saneringsmaatregelen niet noodzakelijk geacht daar deze verontreiniging geen ernstige bedreiging inhoudt.
Dossiernummer OVAM: 58564						
OBO	18.09.2013	Oriënterend bodemonderzoek; Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen, Haven 1742, Sint-Antoniusweg, 9130 Beveren (Doel), concessie PSA, Eindrapport	Ecorem NV	Goedgekeurd	/	Sinds 2005 wordt de Deurganckterminal uitgebaat door PSA. De Terminal werd door PSA opgebouwd op terreinen de in een periode daarvoor werden opgehoogd met grond en baggergrond van de uitgraving/uitdieping van het Deurganckdok. De terminal beschikt vanaf eind 2008 over een kaailengte van 1.780m. PSA Antwerpen, namelijk de Deurganckterminal, is gelegen in de haven van Antwerpen voor de sluizen en is actief in containerbehandeling. Tot op heden is er niets geweten over eventuele schadegevallen of calamiteiten. Dit oriënterend bodemonderzoek werd uitgevoerd in het kader van een overdracht. Er werden eerder bodemonderzoeken uitgevoerd op de onderzoekslocatie. Er werd nog geen bodemsanering uitgevoerd op de onderzoekslocatie. Volgens het gewestplan en GRUP 1e fase is de onderzoekslocatie gelegen in industriegebied. Sinds 2005 wordt de Deurganckterminal uitgebaat door PSA. De Terminal werd door PSA opgebouwd op terreinen de in een periode daarvoor werden opgehoogd met grond en baggergrond van de uitgraving/uitdieping van het Deurganckdok. De terminal beschikt vanaf eind 2008 over een kaailengte van 1.780m. Het terrein wordt momenteel grotendeels gebruikt voor containerbehandeling. Een ander deel is braakliggend. De bodemsaneringsdeskundige heeft stalen genomen van grond en grondwater verspreid over de onderzoekslocatie en ter hoogte van: 1.satelliet garagegebouw 2.opslag van stookolie en afvalolie in vaste tanks 3.opslag van: transmissie-olie, olie 85W140, hydrauliekolie, olie 80W90, koelolie, motorolie in vaste tanks 4.opslag van mazout in 3 bovengrondse tanks 5.opslag van stookolie 6.opslag van stookolie in vaste tanks 7.uitvegen en uitspoelen van lege containers **Perceel 151E**: P- zin: Na analyse van de stalen zijn concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor arseen, chroom, cadmium, zink, lood, benzo(b)fluorantheen, benzo(k)fluorantheen, benzo(a)pyeen en indeno(123-cd)pyreen in het vaste deel van de aarde. Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als een nieuwe verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door het ophoogmateriaal afkomstig van het Deurganckdok, ten tijde van 2002. Zo wordt de verontreiniging in het vaste deel van de aarde aanzien als nieuwe bodemverontreiniging. Uit het oriënterend bodemonderzoek blijkt dat er geen duidelijke aanwijzing is dat de verhoogde concentraties een ernstige bedreiging vormen voor mens of milieu. Bijgevolg moet er geen beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd worden. Er zijn geen voorzorgsmaatregelen noodzakelijk. **Perceel104R**: O-zin: Na analyse van de stalen zijn er geen concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor het vaste deel van de aarde. Op basis van de analyses van het grondwater, is er geen reden om aan te nemen dat het vaste deel van de aarde verontreinigd is. Bijgevolg moet er geen beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd worden.

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Type onderzoek	Datum onderzoek	Titel	Auteur	Status	Verdachte stoffen	Huidige & vroegere activiteiten en/of besluit deskundige
OBOx	29.09.2016	Exploitatie-onderzoek PSA DGD BC NV : tankplaats satellietgarage Q1742, Deurganck Terminal K1742, Sint-Antoniusweg te 9130 Beveren (Doel)	Universoil BV	Conform	/	tankplaats satellietgarage Q1742 Perceel Periode Activiteiten Letter persoon VLAREM rubriek VLAREBO code Potentiële bron Verdachte stoffen **151E** 2005 braakliggend - - - - - **151E** 2006 - heden Tankplaats satellietgarage C, D 17.3.6.2.b O Bovengrondse mazouttanks 2 x 50.000l, 1x 18.000 l, 1 x 38.000 l mazout 17.3.9.3. B Meer dan drie verdeelslangen mazout Besluit deel kadastraal **perceel 151E** – deel exploitatie tankstation satellietgarage O-zin: Na analyse van de stalen zijn er geen concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor het vaste deel van de aarde. Op basis van de analyses van het grondwater, is er geen reden om aan te nemen dat het vaste deel van de aarde verontreinigd is. Voor geen enkele niet-genormeerde parameter is er noodzaak tot een beschrijvend bodemonderzoek. Voor dit kadastraal perceel is er geen duidelijke aanwijzing dat asbest in de bodem als verdachte stof dient weerhouden te worden. Er werd dan ook geen gericht bodemonderzoek uitgevoerd naar eventuele asbestverontreiniging. Ten gevolge van de huidige en voormalige inrichtingen op het terrein wordt er geloosd op het oppervlaktewater. Gezien er geloosd wordt via een koolwaterstofafscheider werd het lozingspunt niet onderzocht. Dit kadastraal perceel kent geen asbestrisico. Het perceel 0 : is braakliggend, vanaf 0 : is onderbenut (minstens 50% niet benut), vanaf 0 : het betreft een gebouw dat leegstaat vanaf
OBO	06.03.2017	Oriënterend bodemonderzoek MSC PSA Europe Termnial nv, Deurganckterminal K1742, Sint-Antoniusweg te 9130 Beveren (Doel)	Universoil BV	Conform	Arseen	**Huidige activiteiten:** Tot 2005 braakliggend, 2005 - heden Containerterminal **Besluit:** Besluit kadastraal **perceel 151E** **P-zin:** Er werd een overschrijding van de 80% bodemsaneringsnorm aangetroffen voor arseen in het grondwater. Gezien de aanwezigheid van verzilt grondwater worden deze verhoogde concentraties van natuurlijke oorsprong beschouwd. Een beschrijvend bodemonderzoek is niet noodzakelijk.
Dossiernummer OVAM: 65123						
OBO	24.10.2014	Oriënterend Bodemonderzoek Blikken, Haven te Doel	Haskoning Belgium NV	Goedgekeurd	Ontbreekt	Het terrein is momenteel hoofdzakelijk braakliggend. Een klein gedeelte wordt gebruikt als contractor area sinds 2010. Dit heeft als gevolg dat het terrein mogelijk verontreinigd is met volgende stoffen: standaard analyse pakket. Besluit kadastraal perceel 195 B O-zin: Na analyse van de stalen zijn er geen concentraties boven de richtwaarde vastgesteld voor het vaste deel van de aarde. Op basis van de analyses van het grondwater, is er geen reden om aan te nemen dat het vaste deel van de aarde verontreinigd is. Ten gevolge van de huidige en voormalige inrichtingen op het terrein wordt/werd er niet geloosd op het oppervlaktewater. Dit kadastraal perceel kent geen asbestrisico. Het perceel Is braakliggend, historisch gezien Is onderbenut (minstens 50% niet benut), vanaf 2010 Het betreft een gebouw dat leegstaat vanaf DATUM Voor het besluit in verband met de noodzaak tot verder onderzoek voor de parameter arseen, verwijst de bodemsaneringsdeskundige naar de studie 'Extract van het rapport, Opstellen gebiedsdekkende kaarten voor zware metalen in het grondwater, betreffende gehanteerde werkwijze en resultaten voor de achtergrondwaardenkaarten' die in april 2007 werd opgemaakt door Soresma in opdracht van de OVAM
MSCHADE	05.06.2015	Beveren - Blikken, Haven 1662: lek ondergrondse leiding	ITC Rubis Terminal Antwerp NV	Afgehandeld	Ontbreekt	Ontbreekt
MSCHADE	09.11.2015	Beveren (Doel), Blikken - Haven 1662 - breuk in toevoerleiding	ITC Rubis Terminal Antwerp NV	Afgehandeld	Ontbreekt	Ontbreekt

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Type onderzoek	Datum onderzoek	Titel	Auteur	Status	Verdachte stoffen	Huidige & vroegere activiteiten en/of besluit deskundige
EVRSCH	12.02.2016	Evaluatierapport na schadegeval ITC Rubis Terminal Antwerpen, Haven 1662, Blikken 9130 BEVEREN	Sertius NV	Afgehandeld	Ontbreekt	Besluit kadastraal perceel: 243 D 4: Uit dit evaluatierapport is gebleken dat na de maatregelen, genomen in het kader van de zorgvuldigheidsplicht, er geen bodemverontreiniging tot stand is gekomen en er geen verdere maatregelen noodzakelijk zijn. O-zin: Na analyses van de stalen is er geen reden om aan te nemen dat er nog een bodemverontreiniging op dit perceel. Besluit ter hoogte van het schadegeval van de blusschuimleiding: Na de uitvoering van de maatregelen is er geen reden meer om aan te nemen dat er ter hoogte van het lek in de blusschuimleiding nog een verontreiniging aanwezig is die de richtwaarden overschrijdt. Er is geen noodzaak tot een beschrijvend bodemonderzoek. O-zin: Na analyses van de stalen is er geen reden meer om aan te nemen dat er nog een bodemverontreiniging is op dit perceel met overschrijding van de richtwaarde voor semi-vluchtige componenten en polaire solventen in het vaste deel van de aarde en in het grondwater. Er dienen geen voorzorgs- of veiligheidsmaatregelen getroffen te worden De bodemsaneringsdeskundige catalogeert de voorliggende bodemverontreiniging niet als een geval van milieuschade.
MSCHADE	13.05.2016	Beveren, Blikken, Haven 1662 - ongeval met voertuig lekkage van diesel	ITC Rubis Terminal Antwerp	Aanvaard	Ontbreekt	Ontbreekt
BBO	20.09.2016	Beschrijvend bodemonderzoek - ITC Rubis Terminal Antwerp nv - Beveren	Sertius NV	conform	2.1.1 zware metalen, minerale olie, BTEX, VOCl, PAK 3.6.3.2° zware metalen, minerale olie, BTEX, VOCl, PAK 7.1.3° zware metalen, minerale olie, BTEX, VOCl, PAK 12.1.2° minerale olie 17.2.2 minerale olie, methanol, dimethylsulfaat, tolueendiisocyanaat, BTEX, VOCl, PAK, zware metalen 17.2.2 minerale olie, methanol, dimethylsulfaat, tolueendiisocyanaat, BTEX, VOCl, PAK, zware metalen 17.2.2 minerale olie, methanol, dimethylsulfaat, tolueendiisocyanaat, BTEX, VOCl, PAK, zware metalen 17.3.2.3° zware metalen, minerale olie, BTEX, VOCl, PAK 17.3.2.3° zware metalen, minerale olie, BTEX, VOCl, PAK 17.3.3.3° zware metalen, minerale olie, BTEX, VOCl, PAK 17.3.3.3° zware metalen, minerale olie, BTEX, VOCl, PAK 17.3.6.3° zware metalen, minerale olie, BTEX, VOCl, PAK 17.3.6.3°	Dit beschrijvend bodemonderzoek werd uitgevoerd in het kader van een schadegeval. De onderzoekslocatie is gelegen in industriegebied. Het terrein wordt momenteel gebruikt voor de op- en overslag van brandstoffen, gassen en chemicaliën. Dit beschrijvend bodemonderzoek is een volledig beschrijvend bodemonderzoek. De bodemsaneringsdeskundige komt tot de volgende besluiten: 12.1.1 Besluit verontreiniging met styreen Er komt een nieuwe bodemverontreiniging voor met styreen in de grond en styreen en ethylbenzeen in het grondwater. De verontreiniging wordt als nieuw beschouwd omdat zij veroorzaakt is door het schadegeval met styreen van 5 november 2015. Aan de hand van de analyseresultaten en organoleptische waarnemingen kan het verontreinigd volume grond ingeschat worden op 1 451 m³ en het verontreinigd volume grondwater op 1 180 m³. Bij evaluatie van de ernst van de bodemverontreiniging is gebleken dat er van de nieuwe bodemverontreiniging geen humaan toxicologisch risico en geen ecotoxicologisch risico uitgaat. Er wordt een ernstige bedreiging vastgesteld. Er wordt geen drijflaag vastgesteld. Globaal gezien kan gesteld worden dat er een ernstige bedreiging uitgaat van de bodemverontreiniging en er een sanering noodzakelijk is. De sanering is beperkt urgent. Er zijn geen hiaten in het onderzoek. 12.1.2 Besluit perceel 243/04 D: Q-zin Er komt een nieuwe bodemverontreiniging voor met styreen in de grond en styreen en ethylbenzeen in het grondwater ter hoogte van het spoorlaadstation. De verontreiniging is ontstaan op dit perceel. De vastgestelde bodemverontreiniging geeft aanleiding tot bodemsanering.
MSCHADE	05.10.2016	Beveren, Blikken, Haven 1662 - breuk in ondergrondse ringleiding van schuimconcentraat	ITC Rubis Terminal Antwerp	Aanvaard	Ontbreekt	Ontbreekt
MSCHADE	24.11.2016	Beveren, Blikken, Haven 1662 - te vroeg openen van afsluiter	ITC Rubis Terminal Antwerp	Afgehandeld	Ontbreekt	Ontbreekt
EVRSCH	06.02.2017	Evaluatierapport na schadegeval Ongeval met voertuig lekkage van diesel ITC Rubis Terminal Antwerp Blikken - Haven 1662 9130 BEVEREN	Sertius NV	Afgehandeld		Besluit (kadastraal perceel 195 B): Uit dit evaluatierapport is gebleken dat na de maatregelen, genomen in het kader van de zorgvuldigheidsplicht, er geen bodemverontreiniging tot stand is gekomen en er geen verdere maatregelen noodzakelijk zijn. O-zin: Er is geen reden om aan te nemen dat er een bodemverontreiniging is op dit perceel. Er dienen geen voorzorgs- of veiligheidsmaatregelen getroffen te worden De bodemsaneringsdeskundige catalogeert de voorliggende bodemverontreiniging niet als een geval van milieuschade.
EVRSCH	08.03.2017	Evaluatierapport na schadegeval Breuk in ondergrondse ringleiding van schuimconcentraat ITC Rubis Haven 1662 - Blikken 9130 BEVEREN	Sertius NV	Afgehandeld	Blusschuimconcentraat Towalex Arc (Restverontreiniging na schadegeval) in vaste deel van de aarde	De bodemsaneringsdeskundige komt met betrekking tot het schadegeval tot de volgende besluiten: Besluit kadastraal perceel: 195 B: Na de uitvoering van de maatregelen is er ter hoogte van het valvehuis nog een verontreiniging aanwezig waarvoor de toetsingswaarde wordt overschreden. De verontreiniging is ontstaan op dit perceel. De restverontreiniging kan niet volgens het Batneec-principe worden verwijderd. Er is geen noodzaak tot een beschrijvend bodemonderzoek. Er zijn voor dit perceel gebruiksadviezen van toepassing. Bij een wijziging het gebruik van het perceel of de terreininrichting of bij graven in gronden dient voor dit perceel rekening gehouden te worden met volgende gebruiksadviezen: - GA1a, ter hoogte van het valvehuis - GA3a, ter hoogte van het valvehuis - GA3d, ter hoogte van het valvehuis - GA3f, ter hoogte van het valvehuis Er dienen geen voorzorgs- of veiligheidsmaatregelen getroffen te worden. De bodemsaneringsdeskundige catalogeert de voorliggende bodemverontreiniging niet als een geval van milieuschade.

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Type onderzoek	Datum onderzoek	Titel	Auteur	Status	Verdachte stoffen	Huidige & vroegere activiteiten en/of besluit deskundige
BSP	18.04.2017	Bodemsaneringsproject - ITC Rubis Terminal Antwerp nv - Beveren	Sertius NV	Conform	Ontbreekt	Op het terrein van ITC Rubis Terminal Antwerp gelegen Blikken z/n (Haven 1662) te Beveren is er ten gevolge van een calamiteit een bodemverontreiniging ontstaan naast het laadstation voor treinwagons. Tijdens het laden van een spoorwagon met styreen is de wagon in beweging gekomen waardoor de vulleiding werd afgescheurd en er ca. 2,5 m³ styreen uit de wagon is gelopen op de onverharde zone tussen de sporen. Ondanks verschillende sanerings- en voorzorgsmaatregelen is er ter hoogte van het laadstation nog sprake van een nieuwe verontreiniging met BTEXS in de grond en in het grondwater waarvoor verdere maatregelen noodzakelijk zijn. Dit omwille van het risico op een verdere verspreiding van de verontreiniging. Er is geen risico op ecologische of humane blootstelling. Perceel 234/04 D: De verontreiniging wordt gesaneerd door het intermitterend onttrekken van verontreinigd grondwater en het bovengronds zuiveren van het opgepompte water. Er wordt een saneringsduur van maximaal 2 jaar verwacht. Het onttrokken grondwater wordt gezuiverd in een grondwaterzuiveringsinstallatie alvorens te lozen in het Doeldok.
EVRSCH	18.05.2017	Evaluatierapport na schadegeval Met xylenen beladen spoelwater ITC Rubis Haven 1662 - Blikken 9130 BEVEREN	Sertius NV	Afgehandeld		Besluit (kadastraal perceel: 245 D4): Uit dit evaluatierapport is gebleken dat na de maatregelen, genomen in het kader van de zorgvuldigheidsplicht, er geen bodemverontreiniging tot stand is gekomen en er geen verdere maatregelen noodzakelijk zijn. Na analyses van de stalen is er geen reden om aan te nemen dat er een bodemverontreiniging is op dit perceel. Besluit ter hoogte van het schadegeval spoelwater: Na de uitvoering van de maatregelen is er geen reden meer om aan te nemen dat er ter hoogte van het incident nabij de bluswatertanks nog een verontreiniging aanwezig is die de richtwaarde overschrijdt. Er is geen noodzaak tot een beschrijvend bodemonderzoek. Na analyses van de stalen is er geen reden meer om aan te nemen dat er nog een bodemverontreiniging is op dit perceel met overschrijding van de richtwaarde voor BTEX in het vaste deel van de aarde. Er dienen geen voorzorgs- of veiligheidsmaatregelen getroffen te worden De bodemsaneringsdeskundige catalogeert de voorliggende bodemverontreiniging niet als een geval van milieuschade .
KP	22.08.2017	Kwaliteitsplan - ITC Rubis Terminal Antwerp nv - Blikken – Haven 1662 te 9130 Beveren	Sertius NV	Goedgekeurd		
MSCHADE	13.10.2017	Beveren, Blikken zn, Haven 1662 - breuk in ondergrondse leiding	ITC Rubis Terminal Antwerp	Afgehandeld		
EVRSCH	23.04.2018	Breuk in ondergrondse leiding, ITC Rubis Terminal Antwerp Haven 1662 - Blikken 9130 BEVEREN	Sertius NV	Afgehandeld		Op 12 oktober 2017 werd op het terrein van ITC Rubis terminal Antwerp, gelegen Blikken – Haven 1662 te Beveren (Kieldrecht) en kadastraal gekend als Beveren 7 afdeling 6 / sectie B / nr. 195 B, een schadegeval vastgesteld en aan de OVAM gemeld op 13 oktober 2017. Op een ondergrondse ringleiding met blusschuimconcentraat werden drukverliezen vastgesteld. Gezien de lekkende leiding een ringleiding zonder afsluiters betrof, werd in eerste instantie besloten de leiding te sectioneren. De leiding werd op vier plaatsen onderbroken en voorzien van afsluiters. De vier leidingdelen werden onder druk geplaatst om zo eventuele lekken op te sporen. Na opsporen van het lek werd de verontreiniging ontgraven en ter verwerking afgevoerd. Ter controle werden grondstalen genomen. Er werd geen verontreiniging meer vastgesteld in het vaste deel van de aarde. Ter hoogte van het schadegeval werd een controlepeilbuis geplaatst om de kwaliteit van het grondwater na te gaan. Er werd geen verontreiniging vastgesteld in het grondwater ter hoogte van het schadegeval. Er zijn geen verdere acties noodzakelijk. Er is geen sprake van een restverontreiniging. Er is geen noodzaak tot het formuleren van gebruiksadviezen. Bodemsaneringsdeskundige catalogeert de voorliggende bodemverontreiniging niet als een geval van milieuschade .
BBO	01.06.2018	Beschrijvend Bodemonderzoek ITC Rubis Terminal Antwerp NV Haven 1662 - Blikken, 9130 Beveren	Sertius NV	Goedgekeurd		Er werd een beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd naar een verontreiniging ontstaan op het terrein gelegen Blikken – Haven 1662 te Beveren en kadastraal gekend als Beveren 6e afdeling sectie B nummer 195 B. Er werd een nieuwe verontreiniging met minerale olie in de grond vastgesteld naar aanleiding van een brandstoflek met een dieselaggregaat dat heeft plaatsgevonden in het voorjaar 2016. Het dieselaggregaat stond in functie van de bouw van het nieuwe tankenpark opgesteld. Aan de hand van de analyseresultaten en organoleptische waarnemingen is het totaal volume verontreinigde grond geraamd op ca 11,3 m³. De grondverontreiniging met minerale olie werd in het kader van onderhavig beschrijvend bodemonderzoek volledig ontgraven (ca. 12.5 m³). Er komt geen restverontreiniging meer voor. Er zijn geen voorzorgsmaatregelen, veiligheidsmaatregelen of gebruiksbeperkingen van toepassing. Er zijn geen gebruiksadviezen van toepassing in de zone.
TTR	03.01.2019	Eerste tussentijdsrapport ITC Rubis Terminal Antwerp nv, Blikken-Haven 1662 te Beveren	Sertius NV	Goedgekeurd		
MSCHADE	12.03.2020	Beveren, Blikken, Haven 1662 - lek hydraulische olie	ITC Rubis Terminal Antwerp	Aanvaard		
EVRSCH	08.05.2020	Evaluatierapport na schadegeval, Lek hydraulische olie, ITC Rubis Terminal Antwerp nv te Blikken - Haven 1662, 9130 Beveren	Sertius NV	Afgehandeld	Ontbreekt	Besluit kadastraal perceel: 234/04 D: Na uitvoering van de maatregelen ten gevolge van het schadegeval is er geen reden meer om aan te nemen dat er ter hoogte van het lek met hydraulische olie een verontreiniging met minerale olie aanwezig is die de toetsingswaarde overschrijdt. Er is geen noodzaak tot een beschrijvend bodemonderzoek. Er dienen geen voorzorgs- of veiligheidsmaatregelen getroffen te worden. De bodemsaneringsdeskundige catalogeert de voorliggende bodemverontreiniging niet als een geval van milieuschade .
TTR	11.05.2020	Tweede tussentijds rapport ITC Rubis Terminal Antwerp nv - periode 1 november 2018-29 februari 2020, Blikken (Haven 1662) te Beveren	Sertius NV	Goedgekeurd		BESLUIT Op het terrein van ITC Rubis Terminal Antwerp gelegen Blikken z/n (Haven 1662) te Beveren is er ten gevolge van een calamiteit een nieuwe bodemverontreiniging met BTEXS ontstaan naast het laadstation voor treinwagons. Ondanks verschillende sanerings- en voorzorgsmaatregelen in het kader van de procedure schadegeval bleken verdere maatregelen noodzakelijk. Dit omwille van het risico op een verdere verspreiding van de verontreiniging. Er is geen risico op ecologische of humane blootstelling. Perceel 234/04 D Na het akkoord van de OVAM met het eerste tussentijds rapport werd de Pump & Treat, die reeds liep sinds april 2016, stopgezet op 15 februari 2019. Er werd overgeschakeld op een monitoring van de natuurlijke afbraak. Uit de monitoringsresultaten blijkt dat er voldoende potentieel voor natuurlijke afbraak aanwezig is. De monitoring wordt verdergezet gedurende maximaal 4 jaar of tot de saneringsdoelstellingen tijdens twee opeenvolgende monitoringsrondes behaald zijn. De saneringsdoelstellingen zijn nog niet behaald.
BBO	07.01.2021	Beschrijvend bodemonderzoek, ITC Rubis Terminal Antwerp nv, lek blusschuim te Blikken-Haven 1662 9130 Beveren	Sertius NV	Goedgekeurd	Vaste deel van aarde: Glycolen	Er komt een nieuwe bodemverontreiniging voor met glycolen blusschuim in de grond ontstaan ten gevolge van een lek in de lasmof van de ondergrondse blusschuimleiding. Aan de hand van de analyseresultaten is het verontreinigd volume grond geraamd op 1,12 m³. De grondverontreiniging met glycolen werd in het kader van onderhavig beschrijvend bodemonderzoek ontgraven. Er komt een restverontreiniging voor onder de funderingsvoet van een leidingbrug. Er is geen duidelijke aanwijzing voor een ernstige bodemverontreiniging. Er is geen noodzaak tot opmaak van een bodemsaneringsproject. De volgende gebruiksadviezen van toepassing: - GA1: In het kader van de regeling grondverzet zullen er beperkingen zijn tot het gebruik van de uitgegraven bodem. Bij graven in de bodem is het aangewezen om maatregelen te nemen om de blootstelling aan de verontreiniging te voorkomen.
MSCHADE	24.02.2021	Beveren, Blikken, Haven 1662 - automatische valve van de schuimtoevoer laat schuim door	ITC Rubis Terminal Antwerp	Aanvaard	*Niet bekeken*	*Niet bekeken*
MSCHADE	14.04.2021	Beveren, Blikken, Haven 1662 - lekkage van natronloog	ITC Rubis Terminal Antwerp	Afgehandeld		

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Type onderzoek	Datum onderzoek	Titel	Auteur	Status	Verdachte stoffen	Huidige & vroegere activiteiten en/of besluit deskundige
EVRSCH	19.05.2021	Evaluatierapport na schadegeval, Automatische valve van de schuimtoevoer laat schuim door, ITC Rubis Terminal Antwerp nv, Blikken – Haven 1662 in 9130 Beveren	Sertius NV	Afgehandeld	Ontbreekt	Besluit kadastraal perceel: 234/04 D: Na uitvoering van de maatregelen ten gevolge van het schadegeval is er geen reden meer om aan te nemen dat er ter hoogte van het lek met blusschuim een verontreiniging met glycolen aanwezig is die de toetsingswaarde overschrijdt. Er is geen noodzaak tot een beschrijvend bodemonderzoek. Er dienen geen voorzorgs- of veiligheidsmaatregelen getroffen te worden.
EVRSCH	22.09.2021	Evaluatierapport na schadegeval, spill natronloog, ITC Rubis Terminal Antwerp nv, Blikken - Haven 1662 in Beveren	Sertius NV	Afgehandeld	Ontbreekt	Besluit kadastraal perceel: 234/04 D: Na uitvoering van de maatregelen ten gevolge van het schadegeval is er geen reden meer om aan te nemen dat er ter hoogte van het schadegeval een pH aanwezig is die afwijkt van de toetsingswaarde. Er is geen noodzaak tot een beschrijvend bodemonderzoek. Er dienen geen voorzorgs- of veiligheidsmaatregelen getroffen te worden.
VSCHADE	09.11.2022	Vaststelling schadegeval, Beveren (Doel), Blikken - falen van een thermal relief valve	Sertius NV	Afgehandeld	Ontbreekt	Ontbreekt
EVRSCH	28.04.2023	Evaluatierapport na schadegeval spill TDI, ITC Rubis Terminal Antwerp NV, Haven, Blikken1662 in Beveren	Sertius NV	Afgehandeld	Ontbreekt	Besluit kadastraal perceel: 243/04 D: Na de uitvoering van de maatregelen is er ten gevolge van het schadegeval geen reden meer om aan te nemen dat ter hoogte van het schadegeval nog een verontreiniging met tolueendiisocyanaat aanwezig is. Er is geen noodzaak tot een beschrijvend bodemonderzoek. Er dienen geen voorzorgs- of veiligheidsmaatregelen getroffen te worden.
TTR	20.02.2024	Derde tussentijds rapport, Periode 1 maart 2020 - 16 maart 2023, ITC Rubis Terminal Antwerp nv, Blikken - Haven 1662 in Beveren	Sertius NV	Goedgekeurd	Ontbreekt	BESLUIT Op het terrein van ITC Rubis Terminal Antwerp gelegen Blikken z/n (Haven 1662) te Beveren is er ten gevolge van een calamiteit een nieuwe bodemverontreiniging met BTEXS ontstaan naast het laadstation voor treinwagons. Ondanks verschillende saterings- en voorzorgsmaatregelen in het kader van de procedure schadegeval bleken verdere maatregelen noodzakelijk. Dit omwille van het risico op een verdere verspreiding van de verontreiniging. Er is geen risico op ecologische of humane blootstelling. Perceel 234/04 D Uit de monitoring van de grondwaterkwaliteit blijkt dat de natuurlijke afbraak verder doorgaat. Voor styreen werden de saneringsdoelstellingen behaald maar nog niet voor ethylbenzeen in het grondwater.
OBOx	21.01.2025	Oriënterend bodemonderzoek - exploitatieonderzoek - Op- en overslag van chemicaliën - Blikken 1662 Beveren-Kruibeke-Zwijndrecht	Sertius NV	Goedgekeurd		Verspreid over de onderzoekslocatie worden verschillende PFAS-verontreinigingen in grond en grondwater vastgesteld. Deze verontreinigingen kunnen meerdere oorzaken en meerdere veroorzakers/bijdragers hebben: - Het toepassen van blusschuim in verschillende zones (verplichte testen blusschuimsysteem of onvrijwillige activatie ervan, lekkage van de ondergrondse blusschuimleidingen,…) - Het voorkomen van PFAS in de grondbrij/baggerspecie die gebruikt werd bij het aanvullen en ophogen van de onderzoekslocatie in het kader van de ontwikkeling tot havengebied - Verspreiding via atmosferische depositie vanuit externe bronnen binnen het havengebied of verspreiding via grondwater van grond- en grondwaterverontreinigingen op omliggende terreinen. Conform §5.2 van de standaardprocedure voor een oriënterend bodemonderzoek dient in het exploitatieonderzoek voor elke verontreinigingsvlek de meest waarschijnlijke bron of de bron die het meest heeft bijgedragen tot de verontreiniging aangeduid te worden. Dit is het toepassen van blusschuim in verschillende zones. Deel kadastraal perceel 243/04 D – Q-zin PFAS-verontreinigingen – BBO nodig BBO nodig: - som PFAS in de grond ter hoogte van de noordkant van tankpark TP1. - som PFAS en PFOA in de grond ter hoogte van de zuidkant van tankpark TP1. - som PFAS in de grond ter hoogte van de weg tussen tankpark TP1 en TP2. - som PFAS in de grond ter hoogte de zuidkant van tankpark TP2. - som PFAS VMM-20 en som PFAS in het grondwater verspreid over het onderzochte deel van het perceel. Andere verontreinigingen – geen BBO nodig - ethylbenzeen in het grondwater ter hoogte de noordkant van tankpark TP2. - een verhoogde pH vastgesteld in het grondwater ter hoogte de noordkant van TP2. Deel kadastraal perceel 195 B – Q-zin PFAS-verontreinigingen BBO nodig - som PFAS en PFOS in de grond ter hoogte van de zuidkant van tankpark TP5. - som PFAS VMM-20 en som PFAS in het grondwater verspreid over het onderzochte deel van het perceel. Geen BBO nodig - som PFAS in de grond ter hoogte van de noordkant van tankpark TP5.
Dossiernummer OVAM: 77513						
EVRSCH	10.03.2017	EVALUATIERAPPORT SCHADEGEVAL INFRABEL BLIKKEN TE 9120 BEVEREN WAAS	Envirosoil NV	Afgehandeld	/	Uit dit evaluatierapport is gebleken dat, na de maatregelen genomen in het kader van de zorgvuldigheidsplicht, er geen bodemverontreiniging tot stand is gekomen en er geen verdere maatregelen noodzakelijk zijn. O-zin Na analyses van de stalen is er geen reden om aan te nemen dat er een bodemverontreiniging is op dit perceel. De bodemsaneringsdeskundige catalogeert de voorliggende bodemverontreiniging niet als een geval van milieuschade. Er werd 40,56 ton steenslag ballast ontgraven en afgevoerd voor verwerking naar SUES Soil Remidiation
Dossiernummer OVAM: 103794						
OBO	23.05.2024	Oriënterend bodemonderzoek, Tweede Getijdendok, Blikken z.n. te 9130 Beveren	Tractebel Engineering nv	Goedgekeurd	PFAS	**Huidige & vroegere activiteiten:** Deelzones MIDA's, Gedempt Doeldok. Stopzetting van risico-activiteiten **Besluit:** In het grondwater van de freatisch watervoerende laag worden overschrijdingen van de toetsingswaarde 'bodemsaneringsnorm' vastgesteld voor de som van gemeten PFAS en de som 20 PFAS. Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als nieuwe verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door de ophoging van de MIDA's die aangevangen werd tussen 2002 en 2006. Op basis van het oriënterend bodemonderzoek blijkt dat er een duidelijke aanwijzing is dat de verhoogde concentraties aan PFAS in het grondwater een ernstige bodemverontreiniging vormen voor mens of milieu. Bijgevolg moet er een beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd worden. In het grondwater van de 1ste en 2de watervoerende laag worden overschrijdingen van de toetsingswaarde 'bodemsaneringsnorm' vastgesteld voor de som van gemeten PFAS en de som 20 PFAS. Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als gemengd, overwegend nieuwe (68,5%) verontreiniging omdat aangenomen wordt dat de verontreiniging met PFAS enerzijds gerelateerd is aan de slibcellen die in de periode 1988 - 1999 gerealiseerd zijn en anderzijds aan het materiaal waarmee het Doeldok in de periode 2006 – 2016 gedempt werd. Op basis van het oriënterend bodemonderzoek blijkt dat er een duidelijke aanwijzing is dat de verhoogde concentraties aan PFAS in het grondwater een ernstige bodemverontreiniging vormen voor mens of milieu. Bijgevolg moet er een beschrijvend bodemonderzoek uitgevoerd worden. Het terrein is niet asbestverdacht. Het terrein is PFAS-verdacht. Er zijn geen veiligheidsmaatregelen of voorzorgsmaatregelen noodzakelijk. Er zijn geen gebruiksadviezen of gebruiksbeperkingen van toepassing.

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

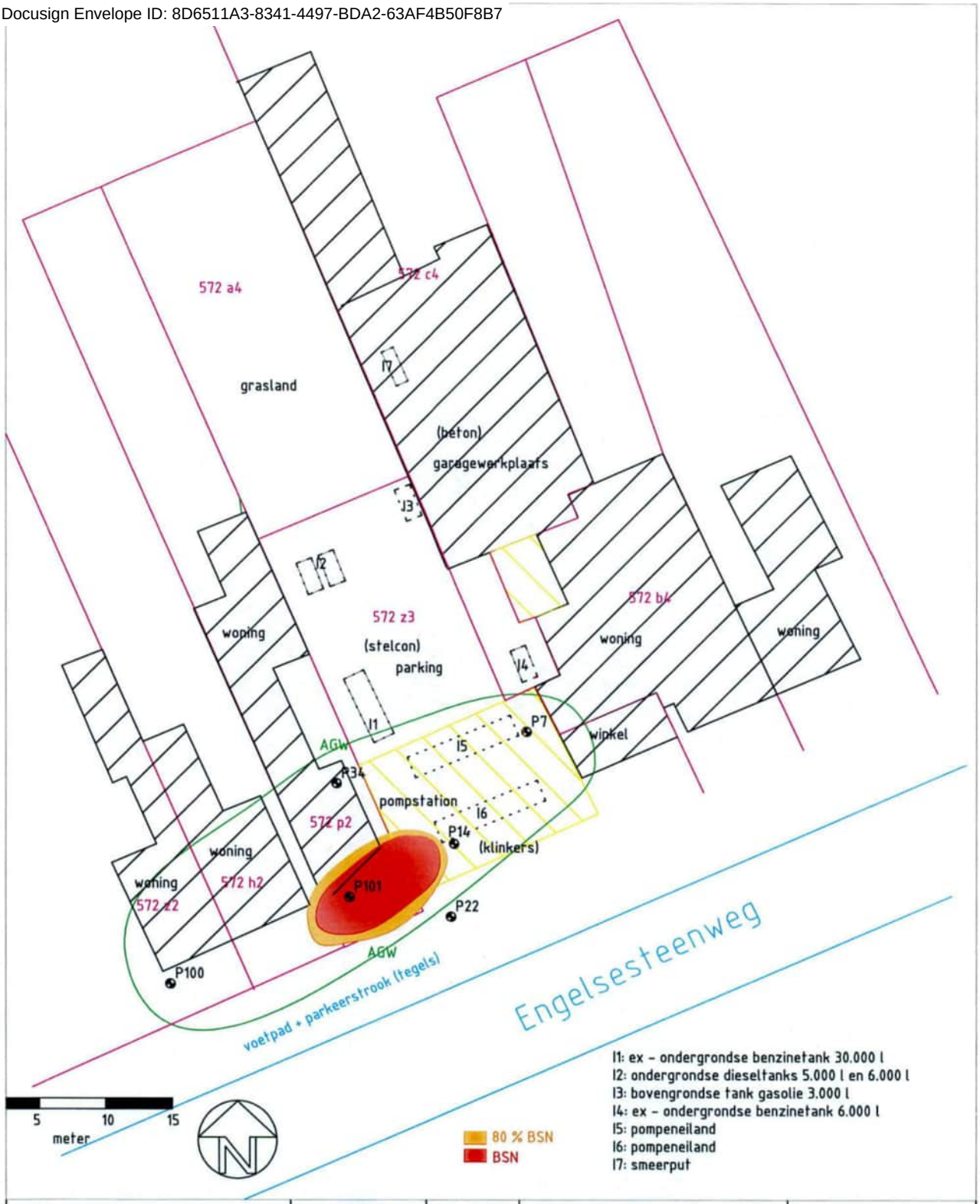
Type onderzoek	Datum onderzoek	Titel	Auteur	Status	Verdachte stoffen	Huidige & vroegere activiteiten en/of besluit deskundige
BSP	04.06.2024	Bodemsaneringsproject, Pilootproef, Tweede getijdendok, Blikken z.n. te 9130 Beveren	Tractebel Engineering nv	Conform	/	Voor de bouw van het Tweede Getijdendok zal er bemaald worden in de ophogingslaag (waar aanwezig) en in de eerste watervoerende laag. Afhankelijk van de doorlatendheid van het Lid van Kruisschans, zal er ook bemaald worden in de tweede watervoerende laag om het opbarstrisico weg te nemen. De terreinen zijn verontreinigd met PFAS in het vaste deel van de aarde en in het grondwater. De grondwaterverontreiniging bevindt zich in de ophogingslaag, eerste en tweede watervoerende laag. De omvang van de verontreiniging valt ongeveer samen met de ophogingslaag. Er wordt voorgesteld via de uitvoering van pompproeven op beperkte schaal volgende zaken na te gaan: • Meten van de PFAS concentraties in het bemalingswater voor de dimensionering van de grondwaterzuiveringsinstallatie voor de full-scale bemaling; • De evaluatie van hydraulische parameters voor de kalibratie van het grondwaterstromingsmodel. Er werden in het verleden een aantal pompproeven uitgevoerd waarbij er sterk variërende doorlatendheden werden toegekend aan het lid van Kruisschans. Sommige pompproeven werden buiten het projectgebied uitgevoerd. Gezien de horizontale anisotropie van het Lid van Kruisschans, worden de hydraulische parameters geherevalueerd op drie locaties binnen het projectgebied; • Het uittesten van de haalbaarheid van retourbemaling aangezien dit een mogelijke mitigerende maatregel kan zijn om verspreiding van verontreiniging onder invloed van de bemaling tegen te gaan. Er wordt ten eerste nagegaan of de beluchting van het ijzerrijke bemalingswater tijdens de grondwaterzuivering clogging van de filters veroorzaakt indien het geretourneerd wordt. Ten tweede wordt nagegaan wat de efficiëntie is van retourbemaling, aangezien de eerste en tweede watervoerende laag sterk onder druk staan. Er worden pilootproeven uitgevoerd op drie verschillende locaties met debieten tot max. 20 m^3/u. Afhankelijk van de locatie zal er gedurende twee weken gepompt worden in de ophogingslaag, eerste of tweede watervoerende laag. Het water wordt, na zuivering, geloosd op oppervlaktewater. Er zal tevens gedurende twee maand een pompproef plaatsvinden met een debiet van 8 m^3/u in de eerste en tweede watervoerende laag, waarbij alles terug geretourneerd wordt. Er worden op de drie locaties clusters van monitoringspeilbuizen geplaatst in de relevante watervoerende lagen op een afstand van 10, 20, 30 en 40m. De peilbuizen worden in twee richtingen, loodrecht op elkaar, geplaatst om horizontale anisotropie mee in kaart te brengen. De monitoringscampagne omvat het opvolgen van de stijghoogten met behulp van divers en de het opvolgen van de PFAS concentraties in de peilbuizen en in het in- en effluent van de GWZI. Bij de retourbemaling wordt additioneel het debiet per injectieput gemonitord en wordt er een drukmeter geplaatst. De pompproeven zullen naar schatting 8,5 maanden in beslag nemen.
KP	18.11.2024	Kwaliteitsplan, Pilootproef, Tweede getijdendok, Blikken z.n. te 9130 Beveren	Tractebel Engineering nv	Goedgekeurd	/	/
BSP	04.06.2024	Bodemsaneringsproject, Pilootproef, Tweede getijdendok, Blikken z.n. te 9130 Beveren	Tractebel Engineering nv	Volledig en ontvankelijk		
Besluit: Op basis van het oriënterend bodemonderzoek blijkt dat er een duidelijke aanwijzing is dat de verhoogde concentraties aan PFAS in het grondwater een ernstige bodemverontreiniging vormen voor mens of milieu						

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Bijlage 10: Uittreksels van relevante bodemonderzoeken

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



BECEWA VZW Venecoweg 17 9810 NAZARETH				becewa		dossier: 05.07.764 / Blad 1/1
						Restverontreiniging grondwater
01	Overzicht	03/04/01	VJ		Datum / Naam	Weemaes - Van Mullem Engelsesteenweg 34 9130 DOEL
02	Bodemsanering	03/04/01	VJ	Tek.	01/07/03 PROBO	
				Contr.	VJ	
	LEGENDE			Goedk.	ABO	
	Gebouw					
	Luifel					minerale olie
	Kadastrale grens					
Nr.	Omschrijving	Datum	Naam			

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



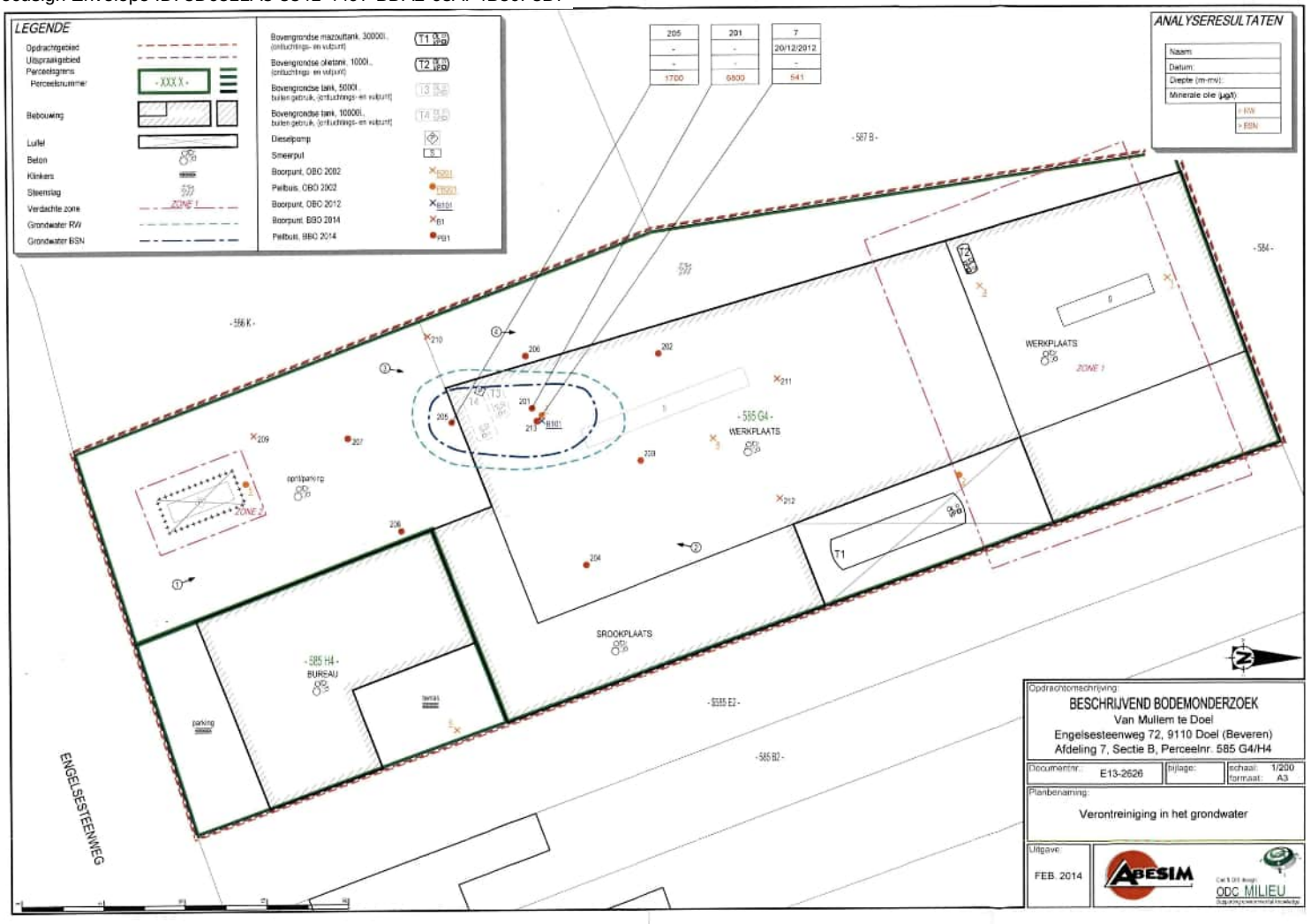
BECEWA VZW Venecoweg 17 9810 NAZARETH				becewa		dossier: 05.07.764 / Blad 1/1
						Restverontreiniging grondwater
01	Overzicht	03/04/01	VJ		Datum	Naam
02	Bodemsanering	03/04/01	VJ	Tek.	01/07/03	PROBO
				Contr.		VJ
	LEGENDE			Goedk.		ABO
	Gebouw					Weemaes - Van Mullem Engelsesteenweg 34 9130 DOEL
	Luifel					
	Kadastrale grens					MTBE
Nr.	Omschrijving	Datum	Naam			

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

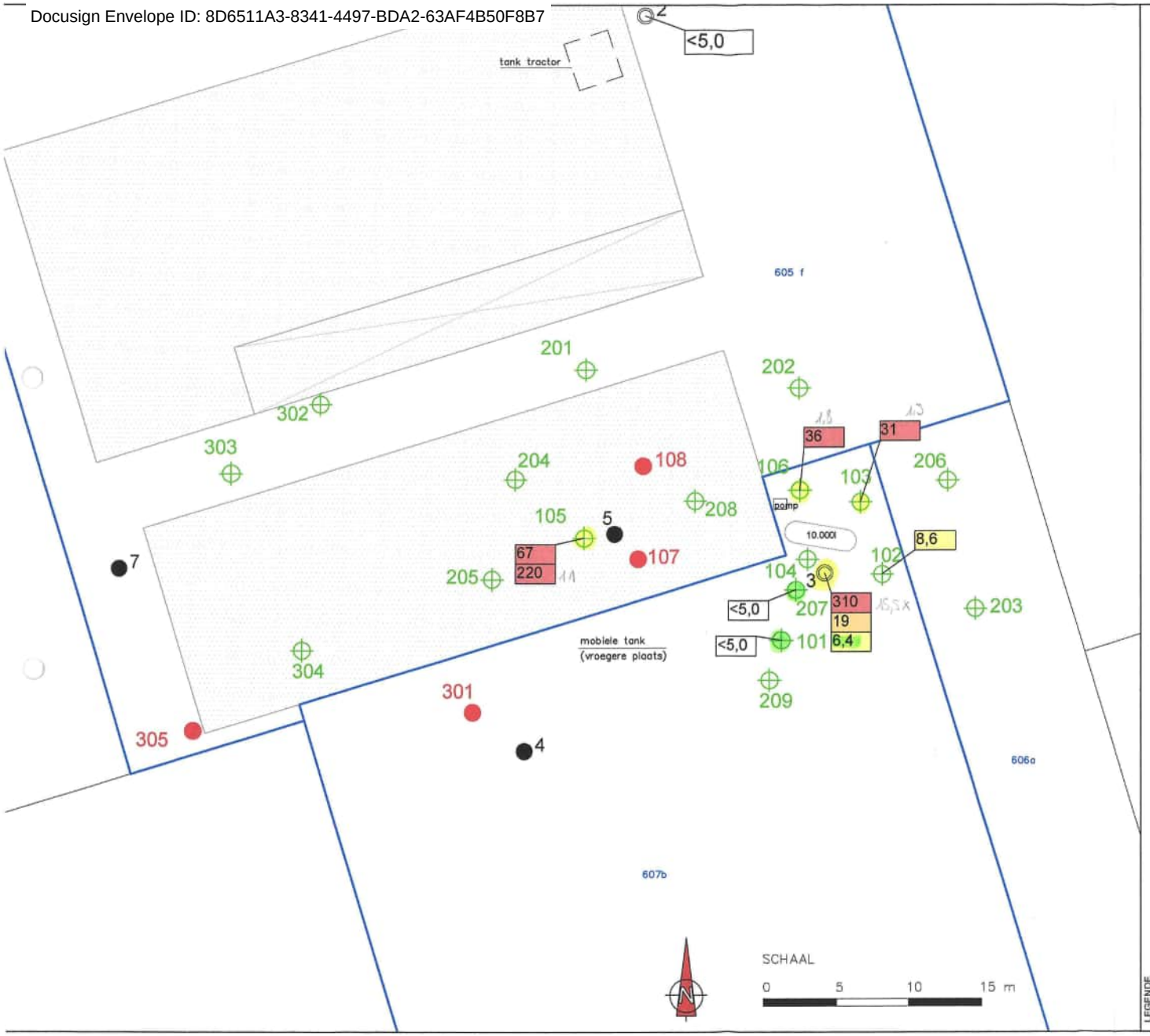


BECEWA VZW Venecoweg 17 9810 NAZARETH				becewa		dossier: 05.07.764 / Blad 1/1
						Restverontreiniging grondwater
01	Overzicht	03/04/01	VJ		Datum / Naam	Weemaes - Van Mullem Engelsesteenweg 34 9130 DOEL
02	Bodemsanering	03/04/01	VJ	Tek.	01/07/03 PROBO	
				Contr.	VJ	
	LEGENDE			Goedk.	ABO	
	Gebouw					
	Luifel					benzeen
	Kadastrale grens					
Nr.	Omschrijving	Datum	Naam			

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



LEGENDE

244b Onderzoekslocatie
Gebouwen
Perceelsgrens

5 Abeslm boring
6 Abeslm peilbuis
Ondergrondse tank

8 Bestaande boring
9 Bestaande peilbuis

Richt. grondwaterstroming indicatief
Overschrijding BSN
Overschrijding 80 % BSN
Overschrijding achtergrondwaarde
Geen overschrijding

HERTSENS LV
Engelsesteenweg 92
9130 BEVEREN

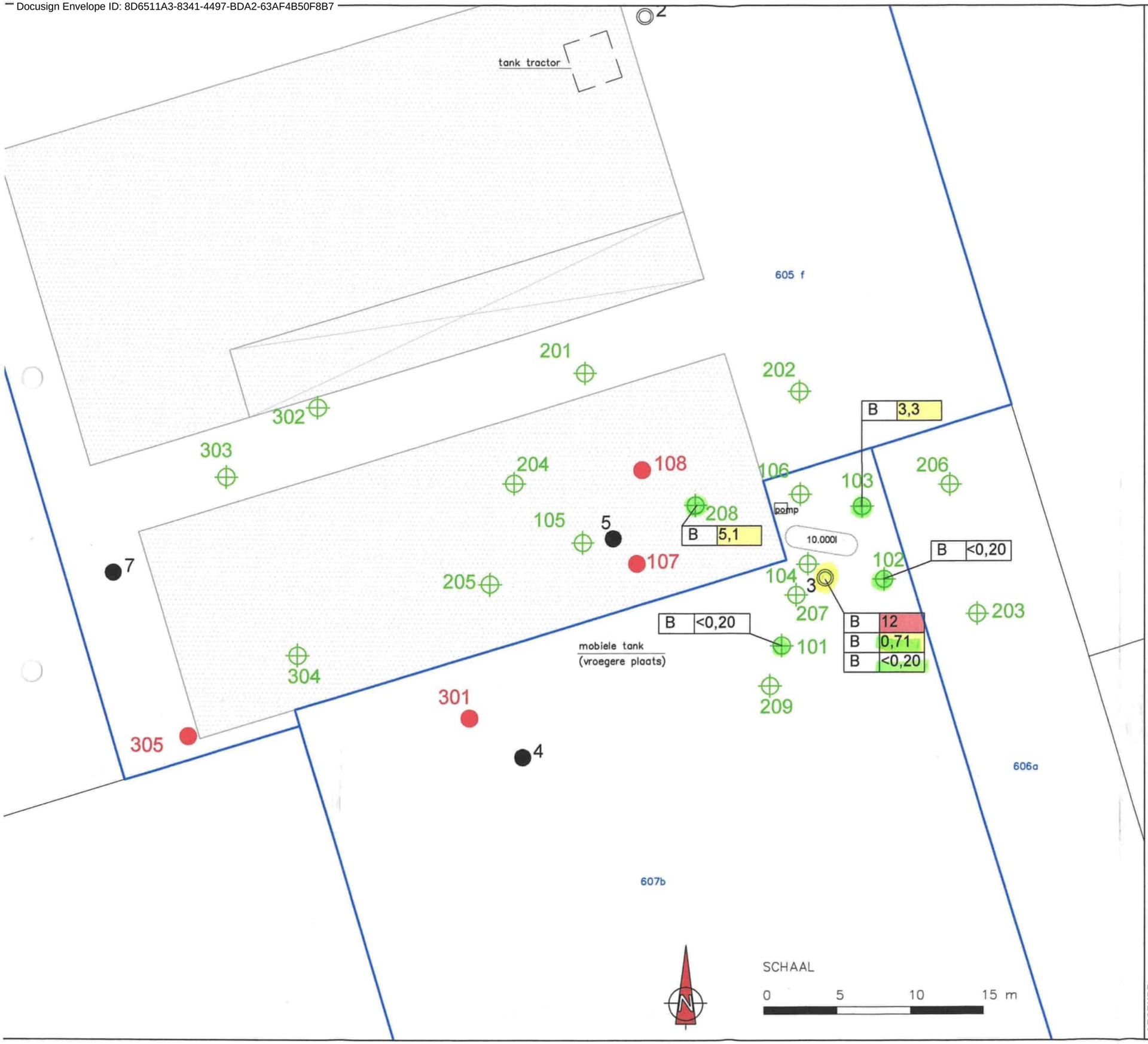
Detailplan met aanduiding van de concentratie aan arseen in het grondwater (µg/l)

Datum : 16 06 2005
Tek. nr : 8
Project nr : E04/409
Schaal : zie plan

Ontwerp : Chris Pijpaert
Ingenieur : Ilse Claessens

Studiebureau ABEcint Studia In Mores
Grote Steenweg Zuid 19
B-9052 Zwijnaarde
Tel: 09/248.03.75
Fax: 09/248.03.76

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



LEGENDE

- 244b Onderzoekslocatie
- Gebouwen
- Perceelsgrens
- Ondergrondse tank
- 5 Abesim boring
- 6 Abesim peilbuis
- 8 Bestaande boring
- 9 Bestaande peilbuis
- Richt. grondwaterstroming indicatief
- Overschrijding BSN
- Overschrijding 80 % BSN
- Overschrijding achtergrondwaarde
- Geen overschrijding

Detailplan met aanduiding van de concentratie aan benzeen in het grondwater (µg/l) Afmeer bevestigd

HERTSENS LV
Engelsesteenweg 92
9130 BEVEREN

Datum : 16 06 2005
Tek. nr : 7
Project nr : E04/409
Schaal : zie plan
Ontwerp : Chris Pijpaert
Ingenieur : Ilse Claessens

ABESIM MILIEU BODEM
Studiebureau ABEunt Studia In Mores
Grote Steenweg Zuid 19
B-9052 Zwijnaarde
Tel: 09/248.03.75
Fax: 09/248.03.76

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



LEGENDE

- 244b Onderzoekslocatie
- Gebouwen
- Perceelsgrens
- Ondergrondse tank
- Richt. grondwaterstroming indicatief
- Overschrijding BSN
- Overschrijding 80 % BSN
- Overschrijding achtergrondwaarde
- Geen overschrijding
- 5 Abesim boring
- 6 Abesim peilbuis
- 8 Bestaande boring
- 9 Bestaande peilbuis

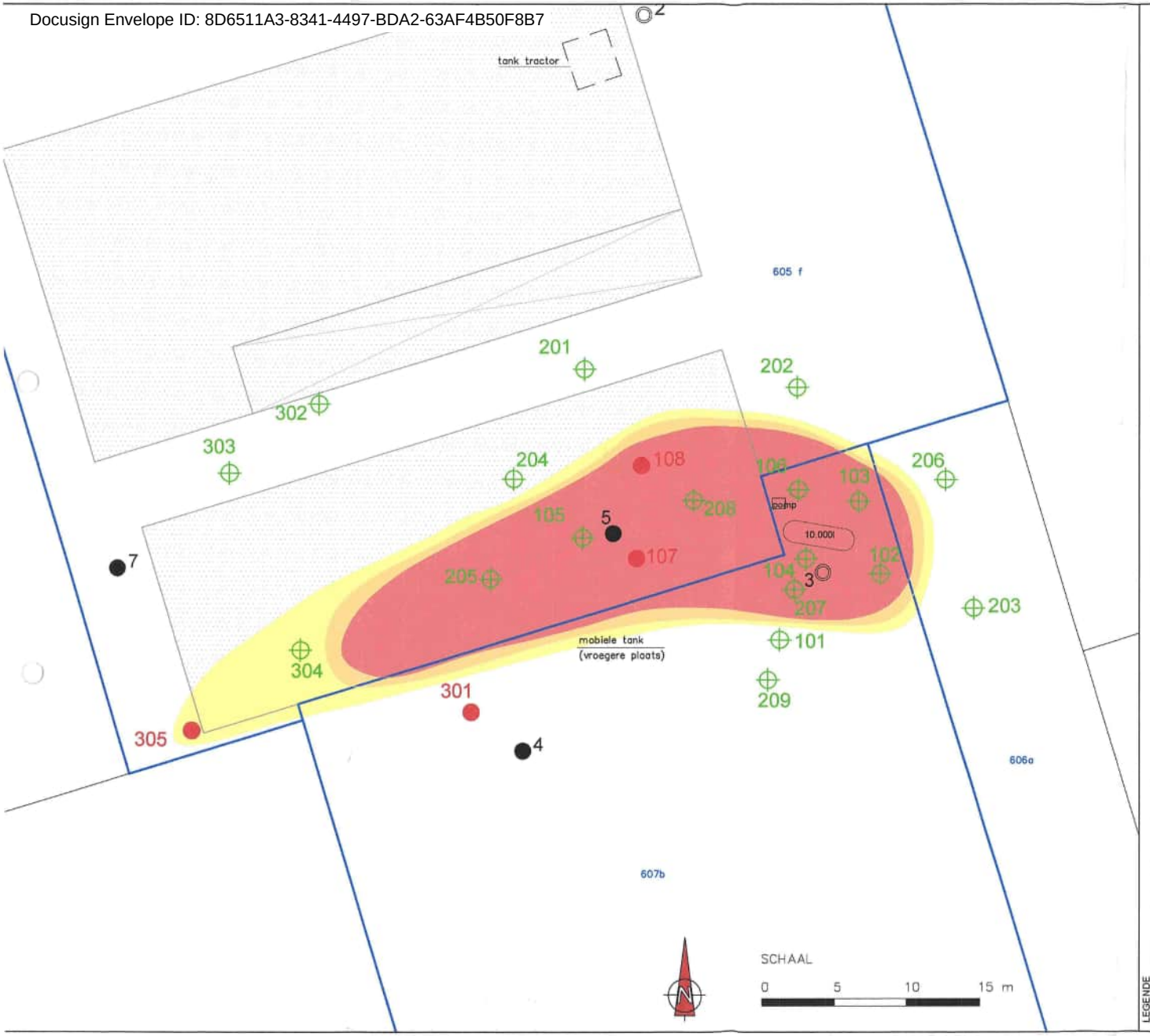
Detailplan met aanduiding van de concentratie aan minerale olie in het grondwater (µg/l)

HERTSENS LV
Engelsesteenweg 92
9130 BEVEREN

Datum : 16 06 2005
Tek. nr : 5
Project nr : E04/409
Schaal : zie plan
Ontwerp : Chris Pijpaert
Ingenieur : Ilse Claessens

ABESIM MILIEU BODEM
Studiebureau ABEunt Studia In Mores
Grote Steenweg Zuid 19
B-9052 Zwijnaarde
Tel: 09/248.03.75
Fax: 09/248.03.76

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



LEGENDE

244b Onderzoekslocatie
Gebouwen
Perceelsgrens

Abesim boring
Abesim peilbuis
Ondergrondse tank
Bestaande boring
Bestaande peilbuis

Richt. grondwaterstroming indicatief
Overschrijding BSN
Overschrijding 80 % BSN
Overschrijding achtergrondwaarde
Geen overschrijding

Detailplan met aanduiding van de concentratie aan minerale olie in het grondwater

HERTSENS LV
Engelsesteenweg 92
9130 BEVEREN

Datum : 16 06 2005
Tek. nr : 6
Project nr : E04/409
Schaal : zie plan

Ontwerp : Chris Pijpaert
Ingenieur : Ilse Claessens

Studiebureau ABEuint Studia in Moree
Grote Steenweg Zuid 19
B-9052 Zwijnaarde
Tel: 09/248.03.75
Fax: 09/248.03.76

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Bijlage 11: Retardatiefactoren

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

BEREKENING VAN DE RETARDATIECOËFFCIËNT	
PROJECT:	2GD
DATUM:	21/03/2025
OVAM DOSSIER:	5798
PARAMETER:	Xyleen (o-xyleen, want laagste Log Koc)

RETARDATIEFACTOR

$R = 1 + (\rho * k_d / V)$

$K_d = K_{oc} * f_{oc}$

$f_{oc} = 0{,}58 * f_{om}$

Symbool	Omschrijving	Waarde	Eenheid
ρ	Dichtheid	1,7	kg/dm³
pH		6,9	
k_d	Verdelingscoëfficiënt bodem/grondwater	0,82	dm³/kg
K_{oc}	Verdelingscoëfficiënt organische koolstof/water	141,3	dm³/kg
f_{oc}	fractie organische koolstof	0,006	
f_{om}	fractie organische stof	1,0%	
V	Vochtigheidsgraad	0,4	

R	Retardatiefactor	4,5	

Referentie Kd waarde:	S-Risk stoffenfiches – deel 2: BTEX, styreen en trimethylbenzenen. Studie uitgevoerd in opdracht van OVAM 2014/MRG/R/40 November 2013

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

BEREKENING VAN DE RETARDATIECOËFFCIËNT	
PROJECT:	Tweede Getijdendok
DATUM:	21/03/2025
OVAM DOSSIER:	10360
PARAMETER:	BTEX (meest mobiele paramater: benzeen)

RETARDATIEFACTOR

$R = 1 + (\rho * k_d / V)$

$K_d = K_{oc} * f_{oc}$

$f_{oc} = 0{,}58 * f_{om}$

Symbool	Omschrijving	Waarde	Eenheid
ρ	Dichtheid	1,7	kg/dm³
pH		6,9	
k_d	Verdelingscoëfficiënt bodem/grondwater	0,46	dm³/kg
K_{oc}	Verdelingscoëfficiënt organische koolstof/water	79,4	dm³/kg
f_{oc}	fractie organische koolstof	0,006	
f_{om}	fractie organische stof	1,0%	
V	Vochtigheidsgraad	0,4	

R	Retardatiefactor	3,0	

Referentie Kd waarde:	S-Risk stoffenfiches – deel 2: BTEX, styreen en trimethylbenzenen. Studie uitgevoerd in opdracht van OVAM 2014/MRG/R/40 November 2013

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

BEREKENING VAN DE RETARDATIECOËFFCIËNT	
PROJECT:	Tweede Getijdendok
DATUM:	21/03/2025
OVAM DOSSIER:	10360
PARAMETER:	Minerale olie (meest mobiel fractie: alifaten EC > 6-8)

RETARDATIEFACTOR

$R = 1 + (\rho * k_d / V)$

$K_d = K_{oc} * f_{oc}$

$f_{oc} = 0{,}58 * f_{om}$

Symbool	Omschrijving	Waarde	Eenheid
ρ	Dichtheid	1,7	kg/dm³
pH		6,9	
k_d	Verdelingscoëfficiënt bodem/grondwater	4,61	dm³/kg
K_{oc}	Verdelingscoëfficiënt organische koolstof/water	794,3	dm³/kg
f_{oc}	fractie organische koolstof	0,006	
f_{om}	fractie organische stof	1,0%	
V	Vochtigheidsgraad	0,4	

R	Retardatiefactor	20,6	

Referentie Kd waarde:	S-Risk stoffenfiches – deel 2: BTEX, styreen en trimethylbenzenen. Studie uitgevoerd in opdracht van OVAM 2014/MRG/R/40 November 2013

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

BEREKENING VAN DE RETARDATIECOËFFCIËNT	
PROJECT:	Tweede Getijdendok
DATUM:	21/03/2025
OVAM DOSSIER:	12566
PARAMETER:	BTEX (meest mobiele paramater: benzeen)

RETARDATIEFACTOR

$R = 1 + (\rho * k_d / V)$

$K_d = K_{oc} * f_{oc}$

$f_{oc} = 0{,}58 * f_{om}$

Symbool	Omschrijving	Waarde	Eenheid
ρ	Dichtheid	1,7	kg/dm³
pH		6,9	
k_d	Verdelingscoëfficiënt bodem/grondwater	0,46	dm³/kg
K_{oc}	Verdelingscoëfficiënt organische koolstof/water	79,4	dm³/kg
f_{oc}	fractie organische koolstof	0,006	
f_{om}	fractie organische stof	1,0%	
V	Vochtigheidsgraad	0,4	

R	Retardatiefactor	3,0	

Referentie Kd waarde:	S-Risk stoffenfiches – deel 2: BTEX, styreen en trimethylbenzenen. Studie uitgevoerd in opdracht van OVAM 2014/MRG/R/40 November 2013

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

BEREKENING VAN DE RETARDATIECOËFFCIËNT	
PROJECT:	Tweede Getijdendok
DATUM:	21/03/2025
OVAM DOSSIER:	12566
PARAMETER:	Minerale olie (meest mobiel fractie: alifaten EC > 6-8)

RETARDATIEFACTOR

$R = 1 + (\rho * k_d / V)$

$K_d = K_{oc} * f_{oc}$

$f_{oc} = 0{,}58 * f_{om}$

Symbool	Omschrijving	Waarde	Eenheid
ρ	Dichtheid	1,7	kg/dm³
pH		6,9	
k_d	Verdelingscoëfficiënt bodem/grondwater	4,61	dm³/kg
K_{oc}	Verdelingscoëfficiënt organische koolstof/water	794,3	dm³/kg
f_{oc}	fractie organische koolstof	0,006	
f_{om}	fractie organische stof	1,0%	
V	Vochtigheidsgraad	0,4	

R	Retardatiefactor	20,6	

Referentie Kd waarde:	S-Risk stoffenfiches – deel 2: BTEX, styreen en trimethylbenzenen. Studie uitgevoerd in opdracht van OVAM 2014/MRG/R/40 November 2013

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

BEREKENING VAN DE RETARDATIECOËFFCIËNT	
PROJECT:	Tweede Getijdendok
DATUM:	21/03/2025
OVAM DOSSIER:	12566
PARAMETER:	MTBE

RETARDATIEFACTOR

$R = 1 + (\rho * k_d / V)$

$K_d = K_{oc} * f_{oc}$

$f_{oc} = 0{,}58 * f_{om}$

Symbool	Omschrijving	Waarde	Eenheid
ρ	Dichtheid	1,7	kg/dm³
pH		6,9	
k_d	Verdelingscoëfficiënt bodem/grondwater	0,04	dm³/kg
K_{oc}	Verdelingscoëfficiënt organische koolstof/water	6,9	dm³/kg
f_{oc}	fractie organische koolstof	0,006	
f_{om}	fractie organische stof	1,0%	
V	Vochtigheidsgraad	0,4	

R	Retardatiefactor	1,2	

Referentie Kd waarde:	S-Risk stoffenfiches – deel 2: BTEX, styreen en trimethylbenzenen. Studie uitgevoerd in opdracht van OVAM 2014/MRG/R/40 November 2013

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

BEREKENING VAN DE RETARDATIECOËFFCIËNT	
PROJECT:	Tweede Getijdendok
DATUM:	21/03/2025
OVAM DOSSIER:	18136
PARAMETER:	Minerale olie (C12-C20) (meest mobiele component: Aromaten EC > 10-12)

RETARDATIEFACTOR

$R = 1 + (\rho * k_d / V)$

$K_d = K_{oc} * f_{oc}$

$f_{oc} = 0{,}58 * f_{om}$

Symbool	Omschrijving	Waarde	Eenheid
ρ	Dichtheid	1,7	kg/dm³
pH		6,9	
k_d	Verdelingscoëfficiënt bodem/grondwater	14,57	dm³/kg
K_{oc}	Verdelingscoëfficiënt organische koolstof/water	2511,9	dm³/kg
f_{oc}	fractie organische koolstof	0,006	
f_{om}	fractie organische stof	1,0%	
V	Vochtigheidsgraad	0,4	

R	Retardatiefactor	62,9	

Referentie Kd waarde:	S-Risk stoffenfiches – deel 2: BTEX, styreen en trimethylbenzenen. Studie uitgevoerd in opdracht van OVAM 2014/MRG/R/40 November 2013

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Bijlage 12: Wezertool

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Samenvatting Wezer-stappenplan

Stap 1 – Voortoets

- Klasse: 1
- Debiet: 14517 m³/d
- Lozend op: OW
- Aanvraagtype: Nieuwe lozing

Stap 3 – Plaats impact

- Te beoordelen waterlichaam: ZEESCHELDE IV - VL17_43
- Q10: 46,7 m³/s
- Qgem: 96,9 m³/s
- Lengte: 5000 m
- Breedte: 650 m
- Diepte: 6 m

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Stap 5 - 7 Aanvaardbaar

Jaargemiddelde impact

Parameter	Concentratie lozing	Eenheid	Toets-waarde (ZG/JG)	C SOW (ZG/JG)	Klasse SOW (ZG/JG)	C SAW (ZG/JG)	Klasse SAW (ZG/JG)	Gemiddelde bijdrage lozing (%)	Situatie	Advies
Barium, totaal	350.00	µg/L	70	39.17	Goed	39.71	Goed	0.865480%	Toetswaarde zonder nieuwe lozing en met nieuwe lozing na volledige verdunning gehaald. Lozing zorgt niet voor achteruitgang. Bereken de mengzone en beoordeel de kwaliteit op het eind van het waterlichaam om te bepalen of de lozing bijdraagt tot het niet halen van de doelstellingen.	Beoordeel of de dimensies van de mengzone aanvaardbaar zijn en de kwaliteit op het einde van het waterlichaam OK is (inclusief de bijdrage van de lozing).
Zink, totaal	1,000.00	µg/L	200	56.62	Goed	58.25	Goed	0.865480%	Toetswaarde zonder nieuwe lozing en met nieuwe lozing na volledige verdunning gehaald. Lozing zorgt niet voor achteruitgang. Bereken de mengzone en beoordeel de kwaliteit op het eind van het waterlichaam om te bepalen of de lozing bijdraagt tot het niet halen van de doelstellingen.	Beoordeel of de dimensies van de mengzone aanvaardbaar zijn en de kwaliteit op het einde van het waterlichaam OK is (inclusief de bijdrage van de lozing).
perfluoroctaansulfonzuur (PFOS)	20.00	ng/L	0.13	17.8	Niet goed	17.80	Niet goed	26.630000%	Toetswaarde zonder nieuwe lozing niet gehaald (klasse niet goed) en met nieuwe lozing niet gehaald. Lozing zorgt voor achteruitgang. De lozing draagt bij tot het niet halen van de doelstellingen.	Ongunstig

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Maximale impact

Parameter	Concentratie lozing	Eenheid	Toets-waarde (90%iel/ MAX)	C SOW (90%iel/ MAX)	Klasse SOW (90%iel/MAX)	C SAW (90%iel/ MAX)	Klasse SAW (90%iel/MAX)	Maximale bijdrage lozing (%)	Situatie	Advies
perfluoroctaansulfonzuur (PFOS)	20.00	ng/L	7200	21	Goed	21.00	Goed	0.000996%	Toetswaarde zonder nieuwe lozing en met nieuwe lozing na volledige verdunning gehaald. Lozing zorgt niet voor achteruitgang. Bereken de mengzone en beoordeel de kwaliteit op het eind van het waterlichaam om te bepalen of de lozing bijdraagt tot het niet halen van de doelstellingen.	Beoordeel of de dimensies van de mengzone aanvaardbaar zijn en de kwaliteit op het einde van het waterlichaam OK is (inclusief de bijdrage van de lozing).

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Stap 5 - 7 Mengzones

Chronische mengzone (CMZ)

Maximaal aanvaardbare lengte: 500 m

Maximaal aanvaardbare breedte: 216,67 m

Parameter	Concentratie lozing	Eenheid	Lengte CMZ (m)	Breedte CMZ (m)
Barium, totaal	350.00	µg/L	46.41	5.38
Zink, totaal	1,000.00	µg/L	17.52	3.31

Acute mengzone (AMZ)

Maximaal aanvaardbare lengte: 50 m

Maximaal aanvaardbare breedte: 216,67 m

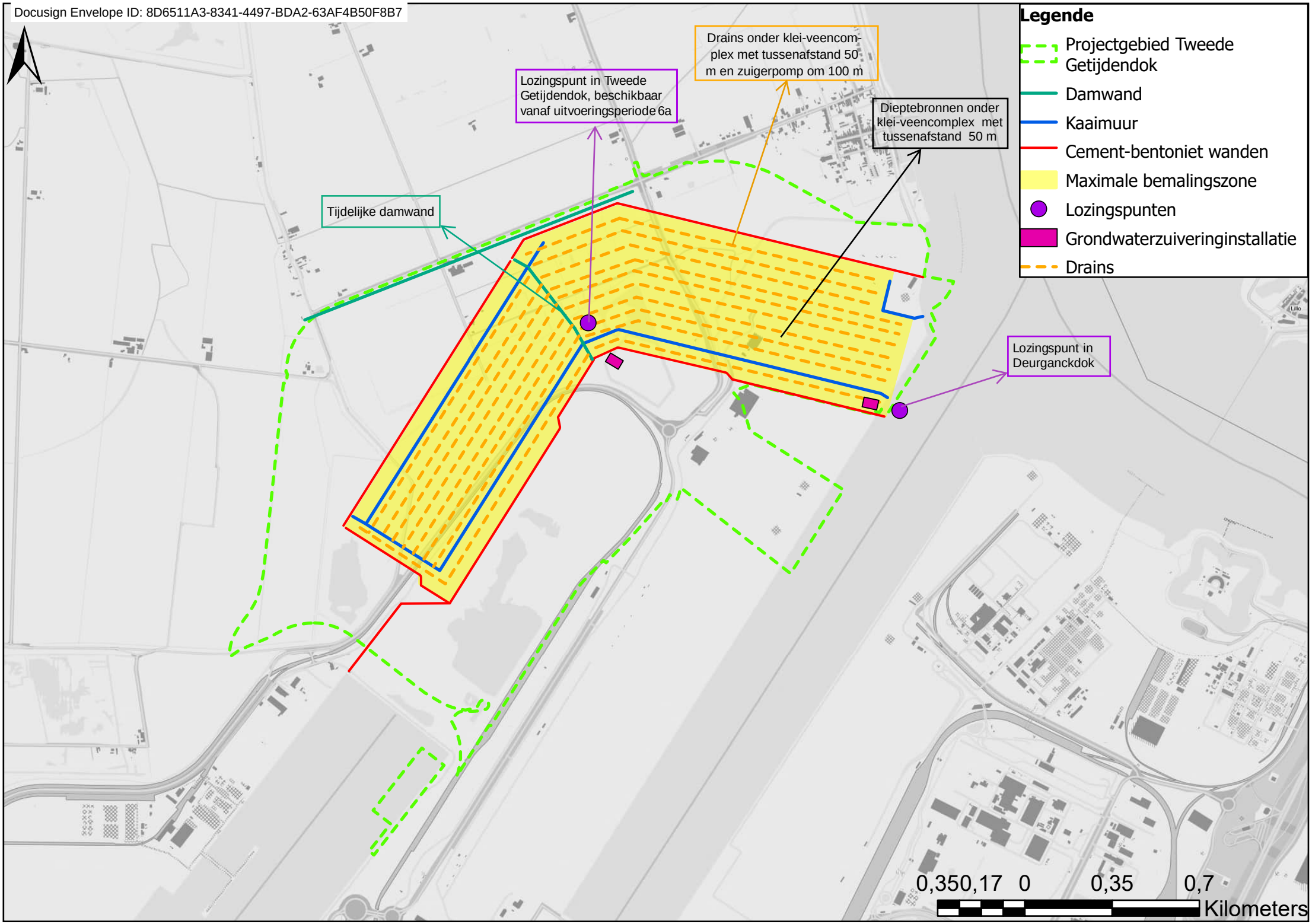
Parameter	Concentratie lozing	Eenheid	Lengte AMZ (m)	Breedte AMZ (m)
perfluoroctaansulfonzuur (PFOS)	20.00	ng/L	0.00	0.00

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7

Bijlage 13: Uitvoeringsplan bemalingswerken

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 8D6511A3-8341-4497-BDA2-63AF4B50F8B7



Bijlage 5: Ontwerpnota dijken

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TRACTEBEL ENGINEERING S.A.

KANTOOR GENT
Esplanade Oscar Van de Voorde 1
9000 Gent – BELGIË
tel. +32 9 240 09 11 – fax +32 9 240 09 00
engineering-be@tractebel.engie.com
tractebel-engie.com

TECHNISCH RAPPORT

Onze ref.: P016898_2GD_RAP-D-2202

Klant:	Port of Antwerp
Contactpersoon:	Kristof Guldentops
Tel.:	+32 3 229 71 06
Email:	Kristof.Guldentops@portofantwerp.com
Project:	Ontwerpstudie Tweede Getijdendok
Onderwerp:	Voorontwerp dijk zone West CL
Revisie:	A
Status:	IFA
Opmerkingen:	[Comments]

REV.	DD/MM/YY	STAT.	OPGESTELD	GEVERIFIEERD	GOEDGEKEURD
A	17/03/23	IFA	CBO	DRB	DRB
00	07/10/22	IFA	CBO	DRB	DRB

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

DOCUMENT IDENTIFICATIE

Project: Ontwerpstudie Tweede Getijdendok

Klant: Port of Antwerp

Onderwerp: Voorontwerp dijk zone West CL

Nr.: P016898_2GD_RAP-D-2202_A

Status: IFA

Pad: \\d10.tes.local\SESAME\1BUS\INFRA&ENV\IN13\PROJECTS\P016898_POA2GD\5WRK\52 Voorontwerp\02 Dijken\04 notas\P016898_2GD_RAP-D-2202_A_VO dijk West_CL 230308_BSP.docx

OPGESTELD	GEVERIFIEERD	VALIDATED
Naam: **Cathy Boone** Handtekening:	Naam: **Dries Ballieu** Handtekening:	Naam: **Dries Ballieu** Handtekening:

DOCUMENT HISTORIE

REV.	WIJZIGINGEN
00	Eerste uitgave
A	Opmerkingen PoA

ABSTRACT

Deze nota omschrijft het voorontwerp van de dijken in de zone West_CL.

INHOUDSTAFEL

1. INLEIDING 5

2. REFERENTIES 6

2.1. Normen en richtlijnen 6

2.2. Documenten 6

2.2.1. Project gebonden documenten 6
2.2.2. Niet project gebonden documenten 6

3. AFKORTINGEN EN SYMBOLEN 7

4. MODELGEVENS 8

4.1. Ligging zone West CL 8

4.2. Geometrie 8

4.3. Waterstanden 12

4.3.1. Bouwfase 12
4.3.2. Finale toestand 12

4.4. Belastingen 13

4.4.1. Variabele lasten 13

4.5. Model 13

4.6. Toetsingscriteria 13

4.6.1. UGT-F 13
4.6.2. GGT 14

5. INPUT MODEL – INCL. COMPENSATIE ZETTINGEN 15

5.1. Fasering 15

5.1.1. Westelijke ontsluiting 15
5.1.2. Toepassing grondverbetering 15
5.1.3. Opbouw dijk tot +6.00 mTAW 16

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.1.4. Ophoging concessie tot +3.00 mTAW 19
5.1.5. Opbouw dijk tot +7.00 mTAW 19
5.1.6. Ophoging concessie tot +4.50 mTAW 20
5.1.7. Opbouw dijk tot +8.50 mTAW 20
5.1.8. Ophoging concessie tot +6.00 mTAW 21
5.1.9. Opbouw dijk tot +18.00 mTAW 21
5.1.10. Ophoging concessie tot +11.00 mTAW 23

5.2. Veiligheidsfactoren 24

5.2.1. Overzicht24
5.2.2. Grafieken 25
5.2.3. Glijvlakken 28
5.2.4. Zandmeevoerende wellen (piping) 32

5.3. Zettingen en verplaatsingen 33

5.3.1. Ogenblikkelijke zettingen en verplaatsingen (tot in laatste uitvoeringsfase) 34
5.3.2. Langetermijnszettingen en -verplaatsingen 36
5.3.3. Plaxis vs. Terzaghi 38

5.4. Inwendige krachten 43

5.4.1. Damwand 43
5.4.2. Geotextielen 46

BIJLAGE 1. GEOMETRIE - SNEDE WEST-CL VOLGENS [5] 53

BIJLAGE 2. TOETSING DAMPLANK VOLGENS EN1993-5 54

2-A SITUATIE MMAX 54

2-B SITUATIE MMAX2 55

2-C SITUATIE NMAX 56

2-D SITUATIE QMAX 57

FIGUREN

Figuur 1-1: Basisoptie (‘boemerang’) en ‘elleboog’-optimalisaties A en B 5
Figuur 1-2: Duplexalternatief 5
Figuur 4-1: Inrichtingsvariant – Duplex – indeling dijken volgens zone [4] 8
Figuur 5-1: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 3a tem 7a 25
Figuur 5-2: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 9^{e} tem 13a 26
Figuur 5-3: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 13^{e} tem 15a 26
Figuur 5-4: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 15c (finaal) 27
Figuur 5-5: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 16a (finaal drained) vs. fase 15c (finaal) 27

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Figuur 5-6: Vervormingen dijk na 5 jaar consolidatie (fase 15c)..... 33
Figuur 5-7: Restzettingen tpv dijk tijdens laatste consolidatiefase (fase 15c) (schaal: max. 8 cm zetting tpv concessie)..... 33
Figuur 5-8: Verloop zettingen tpv kruin (punt D) en tenen van dijk 34
Figuur 5-9: Ogenblikkelijke vervormingen na aanleg en consolidatie wegberm 34
Figuur 5-10: Ogenblikkelijke zettingen na aanleg en consolidatie wegberm..... 35
Figuur 5-11: Ogenblikkelijke zettingen einde uitvoeringsfase – fase 15a 35
Figuur 5-12: Langetermijnszettingen – fase 15c..... 36
Figuur 5-13: Referentiepeil verplaatsingen op funderingsaanzet van wegberm (snede AA*)37
Figuur 5-14: Zettingen – na realisatie wegberm, 32 jaar na realisatie wegberm zonder dijk en 32 jaar na realisatie wegberm met dijk..... 37
Figuur 5-15: Horizontale verplaatsingen – na realisatie wegberm, 32 jaar na realisatie wegberm zonder dijk en 32 jaar na realisatie wegberm met dijk..... 37
Figuur 5-16: Extra verplaatsingen – dijk vs. berm (consolidatie)..... 38
Figuur 5-17: Effectieve spanningen s'yy – fase 15c 38
Figuur 5-18: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15c - Plaxis 39
Figuur 5-19: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15c - Terzaghi..... 40
Figuur 5-20: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15c – Plaxis vs. Terzaghi 41
Figuur 5-21: Vervormingen damwand na 5 jaar consolidatie (fase 15c) 42
Figuur 5-22: Vervormingen damwand na 5 jaar consolidatie (fase 15c) 43
Figuur 5-23: Momenten in damwand na 5 jaar consolidatie (fase 15c)..... 44
Figuur 5-24: Dwarskrachten in damwand na 5 jaar consolidatie (fase 15c)..... 44
Figuur 5-25: Normaalkrachten in damwand na 5 jaar consolidatie (fase 15c) 45

TABELLEN

Tabel 3-1: Afkorting algemeen 7
Tabel 3-2: Waterpeilen getij 7
Tabel 4-1: Lagenopbouw - zone West-CL - conservatief gemiddelde sondering - geotechnisch ontwerp [4]..... 11
Tabel 4-2: Grondparameters in de ophogings- aanvullingsmaterialen (1/2) [2] 11
Tabel 4-3: Grondwaterstanden – ontwerp dijken 12
Tabel 4-4: Waterstanden niet-tijgebonden dijken per faalmechanisme [2] 12
Tabel 5-1: Veiligheidsfactoren – dijk met damplanken en geotextielen – incl overhoogtes.. 24
Tabel 5-2: Ogenblikkelijke verplaatsingen en zettingen einde uitvoeringsfase – fase 15a... 35
Tabel 5-3: Langetermijnszettingen en -verplaatsingen einde uitvoeringsfase – fase 15a 36
Tabel 5-4: zettingen Plaxis vs. Terzaghi – fase 15c 41
Tabel 5-5: Inwendige krachten in damwand 45
Tabel 5-6: Damwand – eigenschappen voor en na corrosie 46
Tabel 5-7: Inwendige krachten in geotextiel (N: trekkracht gemeten in finale toestand; Nmax: omhullende trekkracht)..... 46

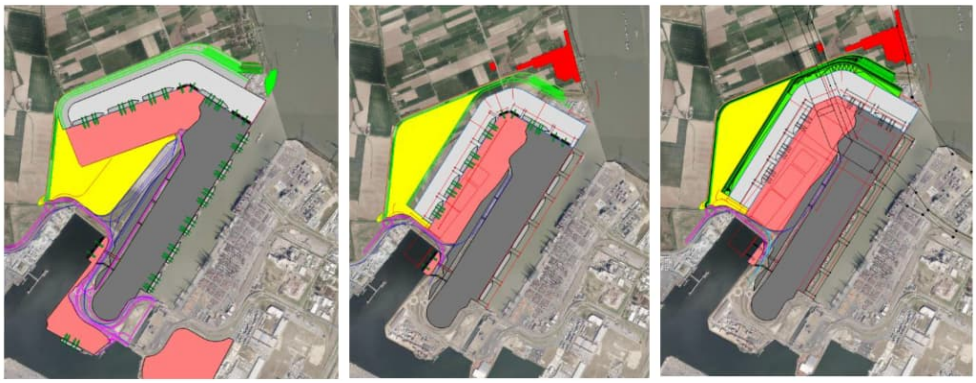
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

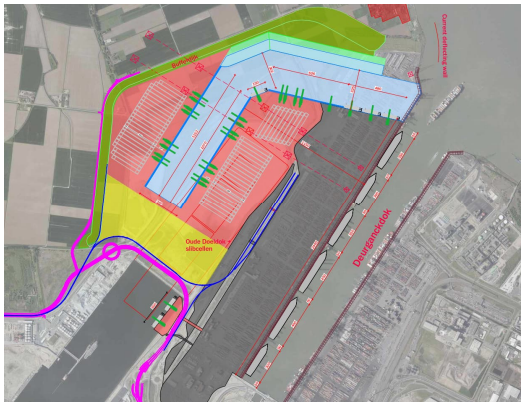
1. INLEIDING

Op 31 januari 2020 stelde de Vlaamse Regering het Voorkeursbesluit van het complex project ‘Realisatie van extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen’ (CP ECA) definitief vast en rondde hiermee de onderzoeksfase conform het decreet complexe projecten af. De Vlaamse Regering identificeerde twee mogelijke inrichtingsalternatieven voor het Tweede Getijdendok: alternatief ‘Boemerang’ en alternatief ‘Winkelhaak’.

Na recente inspraakrondes is door de Port of Antwerp nog een derde variant toegevoegd, nl. ‘Duplex’ met commerciële kades langs beide zijden van het dok zoals op Figuur 1-2 te zien is. Dit alternatief sluit meer ten noorden aan met het Deurganckdok dan de eerder bekeken alternatieven en laat afmeren mogelijk aan beide zijden van het dokuiteinde.



Figuur 1-1: Basisoptie (‘boemerang’) en ‘elleboog’-optimalisaties A en B



Figuur 1-2: Duplexalternatief

In deze nota wordt het voorontwerp van de dijken in de zone West CL bestudeerd. De randvoorwaarden zijn gebaseerd op deze vastgelegd in de algemene beschrijvende nota [2] en de specifieke beschrijving voor de dijken [4].

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

2. REFERENTIES

2.1. Normen en richtlijnen

[1] NBN EN 1993-5 ANB: Eurocode 3 - Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 5: Palen en damwanden - Nationale Bijlage

2.2. Documenten

2.2.1. Project gebonden documenten

2.2.1.1. NOTA'S EN RAPPORTEN

[2] P016898_2GD_RAP-A-0010_D Globale randvoorwaardennota

[3] P016898_2GD_RAP-A-2005_0 Uitvoeringsplanning Voorontwerp

[4] P016898_2GD_RAP-D-2201_A Randvoorwaarden dijkontwerp

2.2.1.2. TEKENINGEN

[5] P016898_2GD_TEK-D-2202_0_ Typesneden bufferdijk – snede West-CL en West-CH

2.2.2. Niet project gebonden documenten

2.2.2.1. NOTA'S EN RAPPORTEN

nihil

2.2.2.2. TEKENINGEN

nihil

2.2.2.3. OVERIGE BRONNEN

nihil

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

3. AFKORTINGEN EN SYMBOLEN

Tabel 3-1: Afkorting algemeen

Bc	Formatie van Berchem
Bm	Formatie van Boom
Kd	Formatie van Kattendijk
C59	reservezone voor specieberging, ten noorden van Doeldok dam
GWM	Grondwatermodel
Li	Formatie van Lillo
LiKr	lid van Kruisschans
LiMe	lid van Merksem
LiOo	lid van Oorderen
MIDA	zone voor specieberging, ten noorden van Doeldok
MPET	MSC PSA European Terminal
MV	maaiveld
NID	Noordelijk InsteekDok
Q_{z1}	Quartair/antropogeen zand - Los gepakt zand
Q_{z2}	Quartair/antropogeen zand - Matig dicht gepakt zand
Q_{z3}	Quartair/antropogeen zand - (Zeer) Dicht gepakt zand
2GD	Tweede GetijdenDok

Tabel 3-2: Waterpeilen getij

EHW	Extreem Hoog Water
HHW	Hoogste Hoog Water
GHWS	Gemiddeld Hoog Water Springtij
GHW	Gemiddeld Hoog Water
GLW	Gemiddeld Laag Water
GLWS	Gemiddeld Laag Water Springtij
LLW	Laagste Laag Water
ELW	Extreem Laag Water

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

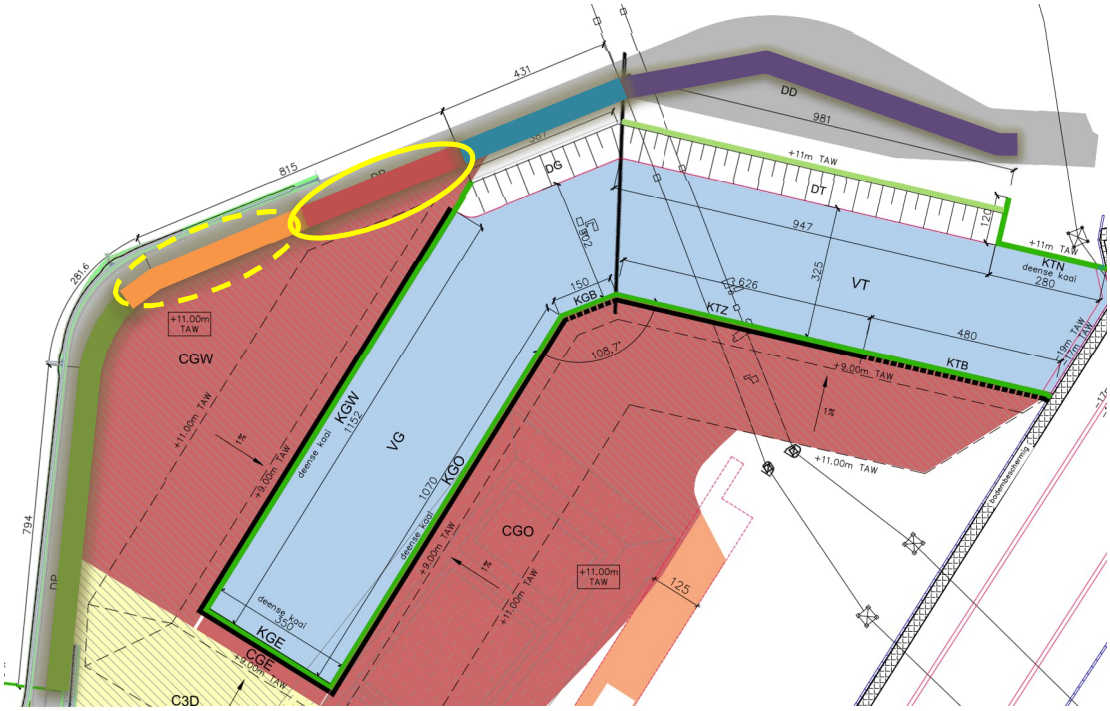
4. MODELGEVENS

De randvoorwaarden uit [4] zijn van toepassing en worden nader gespecifieerd, waar nodig, in onderstaande paragrafen.

4.1. Ligging zone West CL

Het ontworpen typeprofiel van de dijk is gelegen in zone West CL. Deze zone sluit in het zuiden aan op de concessie CGW en is in het noorden omsloten door de nieuwe Engelsesteenweg, verder ook wegberm genoemd.

In onderstaande figuur is deze zone gemarkeerd in gele volle contourlijn. Binnen de gele gestreepte contourlijn loopt de Engelsesteenweg op naar een hoger peil en liggen de dijkprofielen tussen het typeprofiel West CL en West CH (groene lijn in de figuur).



Figuur 4-1: Inrichtingsvariant – Duplex – indeling dijken volgens zone [4]

4.2. Geometrie

Het Plaxismodel start met de geometrie gegeven in snede West-CL van [5] (tevens in BIJLAGE 1). Ten gevolge van de stabiliteitscontroles kunnen bepaalde elementen wijzigen.

De dijk wordt gerealiseerd parallel met de Engelsesteenweg. Ten zuiden van de Engelsesteenweg ter plaatse van en in de directe omgeving van de dijk,

- worden alle bestaande bovengrondse elementen verwijderd
- worden alle elementen verwijderd welke in de zone van een uitgraving voor de dijk liggen;

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- worden alle elementen verwijderd gelegen ter plaatse van en in de directe omgeving (<1m van as van de damwand) van een damwand;
- worden alle lijnvormige elementen die niet parallel met de dijk verlopen en die aanleiding kunnen geven tot een verhoging van de kwel onder de dijk verwijderd
- worden alle bestaande en nieuwe putten gevuld met kleihoudende grond.

Onder de dijk mogen geen kanalen in zandhoudend materiaal ontstaan die verbinding maken tussen de beide tenen van de dijk. Zij kunnen aanleiding geven tot een verhoging van de kwelstroom onder de dijk.

Dijk met kruinbreedte 3m op +18 mTAW en standaard taludhellingen van 10/4 met,

- Banketten op +8 mTAW en +13 mTAW aan polderzijde met breedte 3m.
- Aan polderzijde voorzien van een dijkgracht met bodem op +0.80 mTAW en breedte 1m en taluds 6/4 (polderzijde) en 8/4 (dijkzijde). Tussen de gracht en de dijk is een banket voorzien van 1m breedte op +1.80 mTAW.
- Damwand op 3.3m van de rand van de gracht:
  - tussen +1.70 mTAW en -9.5 mTAW
  - type AZ28-700
  - Staalkwaliteit S 355 GP
  - Levensduur 100 jaar
  - Eigenschappen gecorrodeerde sectie:
    - EA = 3.515 106 kN/m
    - EI = 112.6 10^3 kNm²/m
    - M_{pl} = 1074 kNm/m
    - N_{pl} = 6529 kN/m
- Geotextielen:
  - Stijfheid EA: 1200 kN/m
  - Elastoplastisch gedrag: Np = 110kN/m
  - Levensduur 100 jaar
- Geotextielen aan polderzijde: lengte vs. peil:
  - 47m op +2 mTAW
  - 45m op +3.5 mTAW
  - 43.5m op +4.5 mTAW
  - 41m op +7 mTAW
  - 35m op +9.5 mTAW
  - 10m op +11 mTAW
- Geotextielen aan havenzijde: lengte vs. peil:
  - 10m op +13.5 mTAW
- Grondlagenopbouw volgens conservatief gemiddelde sondering Arch_S237 [4] (zie onderstaande tabel)
- Aanvulling (zie eigenschappen in [2])
  - dijk tot +13.5 mTAW in zand_12 (Qz1+Qz2)
  - dijk boven +13.5 mTAW in zand_2 (Qz2, Qz3)
  - kern van de dijk met (zandhoudende) klei (Qkz, Qkv)
  - Afdek van de dijk is te voorzien in teelaarde of leemhoudend/kleinhoudend materiaal. Dit is niet voorzien in het model.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- Ophoging van de concessie tot +11 mTAW

De stabiliteit van de wegberm maakt geen onderdeel uit van onderhavige studie. Deze is te beschouwen als bestaande toestand. De effecten van de aanleg van de dijk op de berm zijn wel onderdeel van de studie.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Tabel 4-1: Lagenopbouw - zone West-CL - conservatief gemiddelde sondering - geotechnisch ontwerp [4]

	toppeil [mTAW]	bodempeil [mTAW]	laagdikte [m]
ANTR_Qz3	1.743	1.743	0
ANTR_Qz1-Qz2	1.743	1.743	0
Qkv,1	1.743	0.8	0.943
Qkz	0.8	0.5	0.3
Qpt_act	0.5	-1.7	2.2
Qkv,2	-1.7	-3.2	1.5
Qz1	-3.2	-3.2	0
Qz2	-3.2	-7.3	4.1
Qz3	-7.3	-9.8	2.5
LiKr	-9.8	-13.3	3.5
LiOo	-13.3	-25	11.7
Kd	-25	-29.5	4.5
Bc	-29.5	-31.2	1.7
Bm	-31.2		

Tabel 4-2: Grondparameters in de ophogings- aanvullingsmaterialen (1/2) [2]

Materiaal	**Oorsprong volgens [74]**	**$\gamma_{boven\ FO}$ [kN/m³]**	**$\gamma_{onder\ FO}$ [kN/m³]**	**c' [kPa]**	**φ [°]**	**Ψ [°]**	**k_v [m/s]**	**k_h [m/s]**
Veen	Qpt	12	12	2	15	0	1.0E-09	1.0E-09
(Zandhoudend) klei	Qkz, Qkv	17	17	4	22	0	1.0E-09	1.0E-09
Zand_1	Qz1	16	18	0	25	0	1.0E-05	1.0E-05
Zand_2	Qz2, Qz3	17	19	0	30	0	1.0E-04	1.0E-04
Zand_12(*)	Qz1 + Qz2	17	19	0	27	0	1.0E-04	1.0E-04

(*) In de voorontwerpberekeningen van de verschillende structuren zal het nog niet steeds duidelijk zijn welk materiaal in welke fase beschikbaar is. In de bovenste lagen (materiaal hoofdzakelijk beschikbaar voor de dijken) blijkt ook hoofdzakelijk een mengeling van Qz1 en Qz2 beschikbaar te zijn. Daarom wordt een ophoogmateriaal met gemiddelde karakteristieken gedefinieerd.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

4.3. Waterstanden

4.3.1. Bouwfase

Tabel 4-3: Grondwaterstanden – ontwerp dijken

Laag [-]	Stijghoogte polders [mTAW]	Stijghoogte opgehoogde terreinen [mTAW]
Q_{top}	+1.1 mTAW)	+1.1 tot +6.00 mTAW (*)
Qkv Qpt	Interpolatie	Interpolatie
Qz2 LiKr LiOo Kd	+2.3 mTAW	+2.3 mTAW
Bm	+2.6 mTAW	+2.6 mTAW

(*) Toename waterpeil in ophogingen

4.3.2. Finale toestand

Tabel 4-4: Waterstanden niet-tijgebonden dijken per faalmechanisme [2]

Faalmechanisme	**landzijde**	**havenzijde**
Macro/microstabiliteit:		
• **Talud dokzijde**	GWM gemiddeld peil	Zie Tabel 4-3
• **Talud landzijde**	GWM gemiddeld peil	Zie Tabel 4-3
Macro/microstabiliteit alternatief (**):		
• **Talud dokzijde**	maaiveld peil	Zie Tabel 4-3
• **Talud landzijde**	maaiveld peil	Zie Tabel 4-3
Zandmeevoerende wellen (piping):		
• **Nazicht grondbreuk**	-	-
• **Bepaling kwelweglengte**	-	-
Zettingen	GWM gemiddeld peil	Zie Tabel 4-3

(*) GWM = Grondwatermodel

(**) Van toepassing indien geen gegevens uit het grondwatermodel voorhanden is

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

4.4. Belastingen

4.4.1. Variabele lasten

4.4.1.1. BG9 VERKEERSBELASTING

Een uniform verdeelde belasting van 20 kN/m² is van toepassing over een breedte van 2,5 m te plaatsen op meest nadelige positie van de berm. Voor dijkberekeningen is de meest nadelige positie van de berm gelegen ter plaatse van het lager gelegen talud.

4.5. Model

De dijkstabiliteit wordt gecontroleerd mbv Plaxis 2D.

Zowel de tussentijdse fasen als de finale toestand werden gemodelleerd.

De initiële fase wordt gemodelleerd volgens de K0-procedure. Vervolgens wordt de bestaande toestand gemodelleerd volgens een plastische berekening waarbij de vervormingen worden bepaald volgens een gedraineerde toestand en waarbij eerdere vervormingen en kleine rekken worden gereset.

Iedere volgende fase wordt gemodelleerd volgens:

- Ongedraineerde materialen (type A – stijfheden en weerstanden bepaald volgens effectieve karakteristieken)
- Consolidatieberekening
- Grondwaterspanningen bepaald volgens een stationaire waterstand en hydraulisch opgelegde randvoorwaarden (op rand van model en/of maaiveldpeil)
- Tijdsinterval bepaald volgens beschikbaarheden van materialen en minimaal noodzakelijke consolidatieperiodes opdat de volgende fase kan gerealiseerd worden onder stabiele omstandigheden

De stabiliteit wordt gecontroleerd door het toepassen van een Msf-reductie op de weerstand van de grond.

4.6. Toetsingscriteria

4.6.1. UGT-F

De methodieken zijn beschreven in de randvoorwaardennota van de dijken [4] en worden hier nader toegepast.

4.6.1.1. MACRO/MICROSTABILITEIT

De stabiliteit wordt gecontroleerd mbv Plaxis 2D. De minimale veiligheidsfactoren bedragen:

- voor een finale toestand (gedraineerd): 1,25;
- voor iedere tussentijdse fase (niet-gedraineerde toestand): 1,1
- voor de landwaartse grachtwanden: 1,15 – op voorwaarde dat de bekomen glijvlakken niet door het dijklichaam gaan en dat de weg naast de gracht slechts een dienstweg is.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

4.6.1.2. ZANDMEEVOERENDE WELLEN (PIPING)

De kwelweglengte wordt gecontroleerd met de methode van Lane (zie [4]).

4.6.2. GGT

De methodieken zijn beschreven in de randvoorwaardennota van de dijken [4] en worden hier nader toegepast.

De zettingen worden bepaald over een termijn van maximum 30 jaar of tot einde van de consolidatie.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5. INPUT MODEL – INCL. COMPENSATIE ZETTINGEN

5.1. Fasering

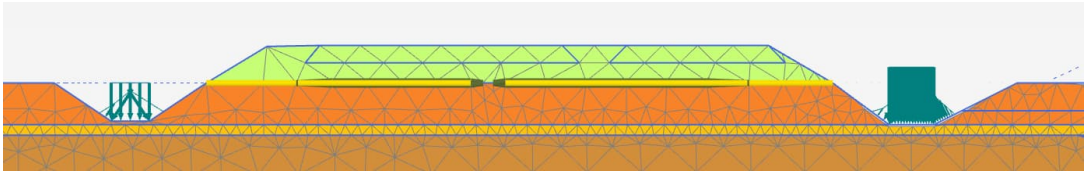
De dijk wordt gefaseerd opgebouwd over een periode van 7 à 8 jaar. Deze fasering is meegenomen in het rekenmodel. De belangrijkste fases zijn hieronder opgenomen.

5.1.1. Westelijke ontsluiting

5.1.1.1. WEGOPBOUW

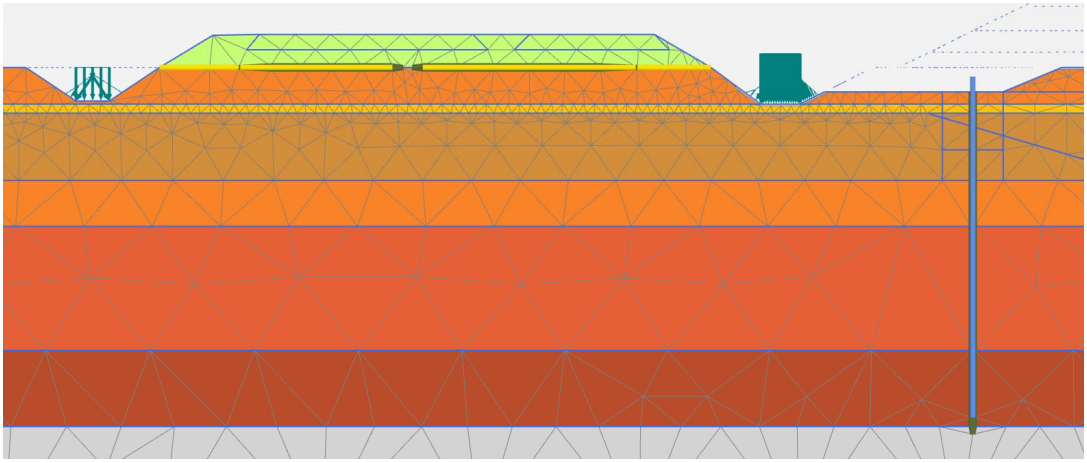
Opbouw van de wegberm met zand en geotextielen.

Het ontwerp van de wegberm maakt onderdeel uit van de studie van SBE. Gezien de wegberm een onderdeel uitmaakt van de bestaande toestand voorafgaand aan de bouw van de dijken, wordt in het plaxis reeds een geometrie voorzien die sterk aanleunt tegen de gewenste layout van de wegberm. In detailontwerp wordt deze geometrie aangepast naar het ontwerp van SBE.



5.1.2. Toepassing grondverbetering

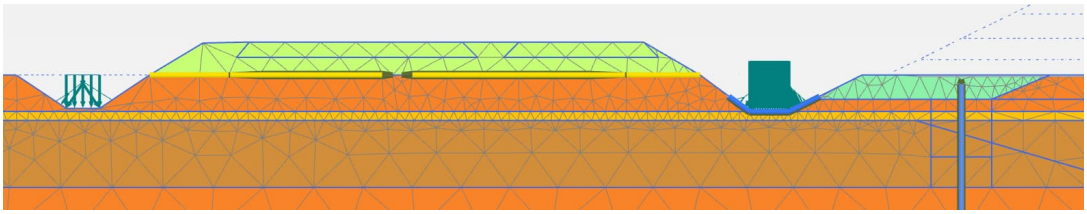
5.1.2.1. PLAATSEN DAMWAND



Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.1.2.2. HERSTEL TERREIN

Tijdens de berekening werden aan de passieve zijde van de damwand (kant gracht) minder gunstige verplaatsingen gevonden. Om die reden werd de aanwezige grond tussen damwand en gracht vervangen door Qz1Qz2.



5.1.3. Opbouw dijk tot +6.00 mTAW

De dijk wordt gefaseerd opgebouwd startende met de steunbermen in zand aan de randen van de dijk en nadien de opvulling van de ruimte ertussen met Qkz, Qkv. Waar nodig werd een geotextiel gelegd. Deze is niet alleen noodzakelijk in de huidige opbouwfase maar zal in een latere fase, mede door zijn lengte, eveneens dienst doen als grondverbetering.

Gezien hun relatief dichte ligging tegen de veen(houdende) lagen dienen de eerste grondlagen aangelegd te worden in relatief dunne lagen (ca. 1m) om bezwijken te voorkomen.

In deze fase treden nog geen wijzigen op in FO (en onderliggende watervoerende lagen). De randvoorwaarden beschreven in [4] zijn van toepassing.

De opbouw van de dijk tot +6.00 mTAW bestaat uit lagen opgebouwd volgens:

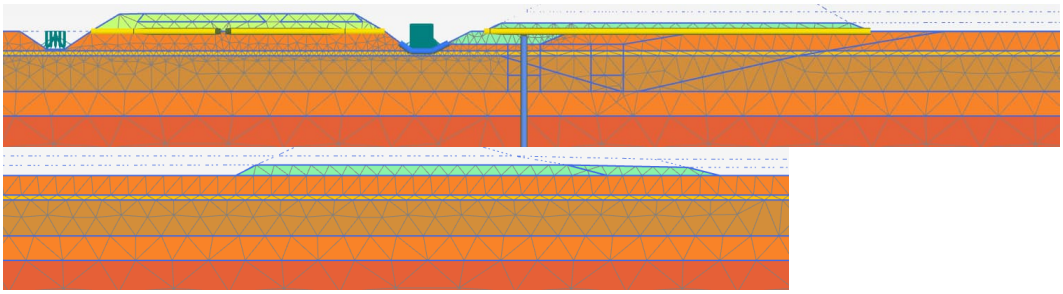
- 1.5m met steunberm Qz1Qz2 en opvulling Qkz, Qkv
- 1m zandlaag Qz1Qz2
- 1.5m met steunberm en opvulling Qkz, Qkv.

5.1.3.1. DIJK OP 2.5 – DEEL 1 AFDEK + GEOTEXTIEL

Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 48m lengte
- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 0.5m
  - breedte ca. 22m.
  - materiaal: Qz1Qz2

Aan havenzijde wordt de steunberm 10m breder uitgevoerd ikv stabiliteitsproblemen bij verdere opbouw.

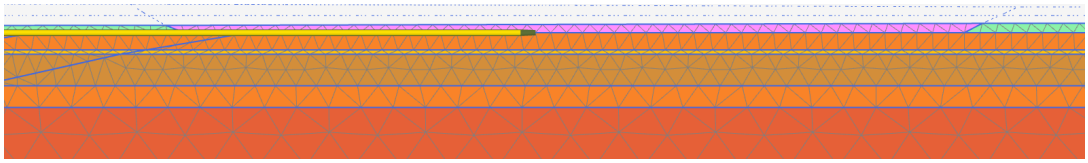


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.1.3.2. DIJK OP 2.5 – DEEL 2 (KERN)

Opbouw:

- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 0.5m
  - breedte ca. 57m.
  - materiaal: Qkz, Qkv

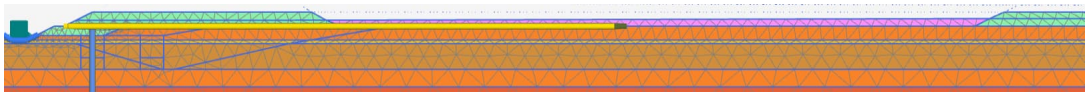


5.1.3.3. DIJK OP 3.0 – DEEL 1 AFDEK

Opbouw:

- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 0.65m
  - breedte ca. 20m.
  - materiaal: Qz1Qz2

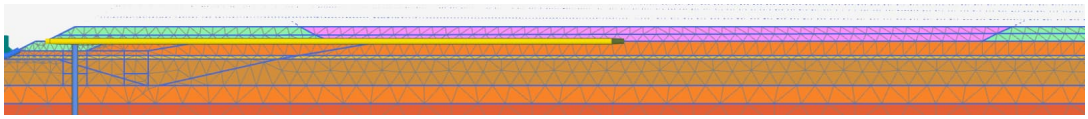
Aan havenzijde wordt de steunberm 10m breder uitgevoerd ikv stabiliteitsproblemen bij verdere opbouw.



5.1.3.4. DIJK OP 3.0 – DEEL 2 (KERN)

Opbouw:

- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 0.65m
  - breedte ca. 58m.
  - materiaal: Qkz, Qkv



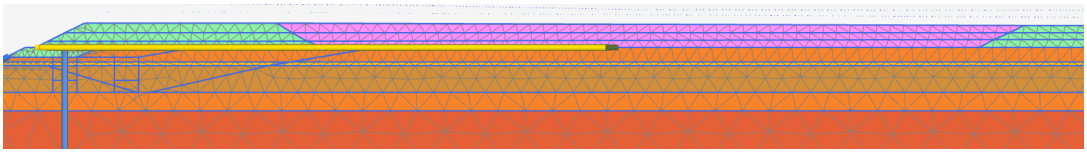
5.1.3.5. DIJK OP 3.5 (AFDEK+KERN)

Opbouw:

- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 0.8m
  - breedte ca. 17m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 0.8m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

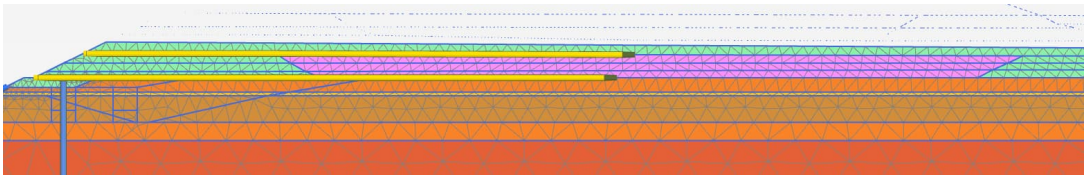
- breedte ca. 61m.
- materiaal: Qkz, Qkv



5.1.3.6. DIJK OP 4.0 + GEOTEXTIEL

Opbouw:

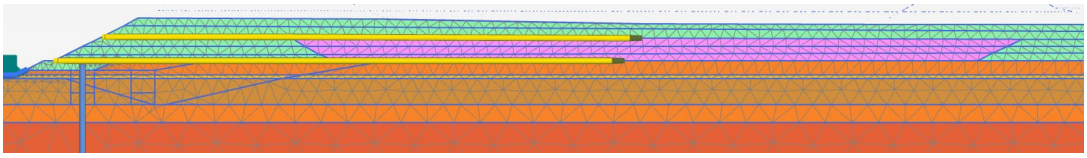
- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 45m lengte
- Aanleg grondlaag met
  - dikte 0.8m
  - breedte ca. 88m.
  - materiaal: Qz1Qz2



5.1.3.7. DIJK OP 4.5

Opbouw:

- Aanleg grondlaag met
  - dikte 0.7m
  - breedte ca. 85m.
  - materiaal: Qz1Qz2

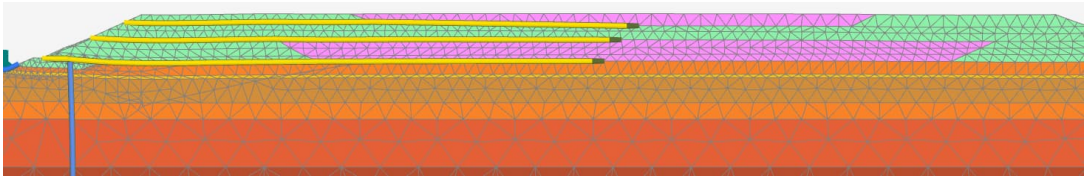


5.1.3.8. DIJK OP 5.25 +GEOTEXTIEL

Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 43m lengte
- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 0.7m
  - breedte ca. 19m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 0.7m
  - breedte ca. 44m.
  - materiaal: Qkz, Qkv

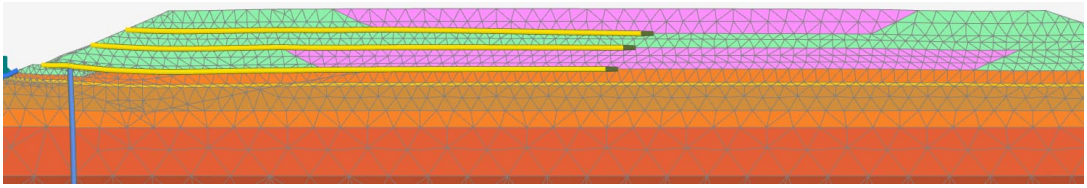
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



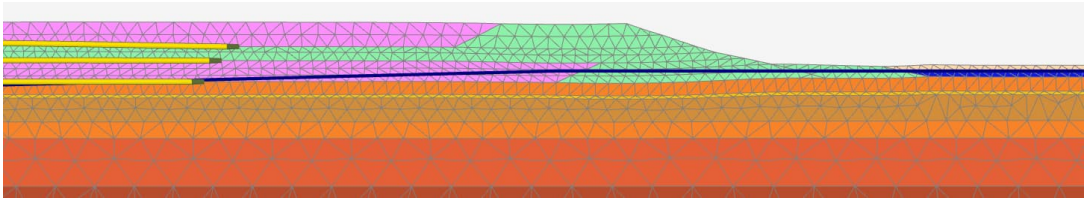
5.1.3.9. DIJK OP 6.0

Opbouw:

- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 1.0m
  - breedte ca. 16m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 1.0m
  - breedte ca. 47m.
  - materiaal: Qkz, Qkv



5.1.4. Ophoging concessie tot +3.00 mTAW



5.1.5. Opbouw dijk tot +7.00 mTAW

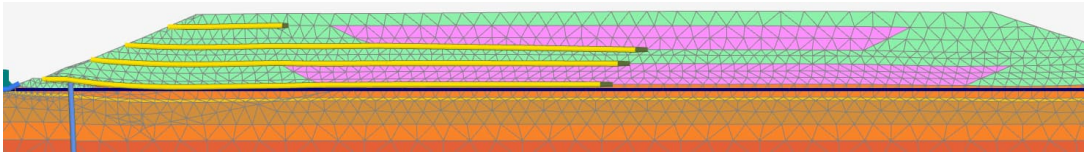
De dijk wordt opgehoogd met 1 m zand Qz1Qz2.

5.1.5.1. DIJK OP 7.0

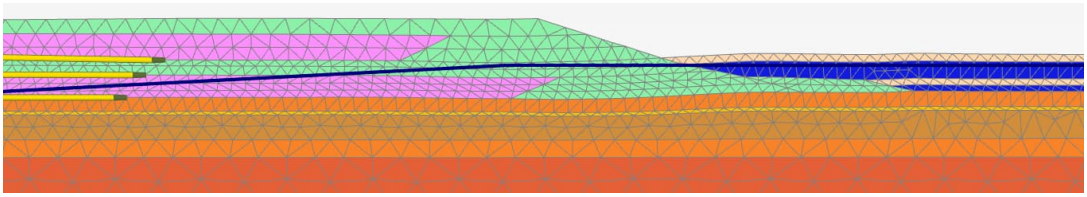
Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 10m lengte
- Aanleg grondlaag met
  - dikte 1.0m
  - breedte ca. 70m.
  - materiaal: Qz1Qz2

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



5.1.6. Ophoging concessie tot +4.50 mTAW



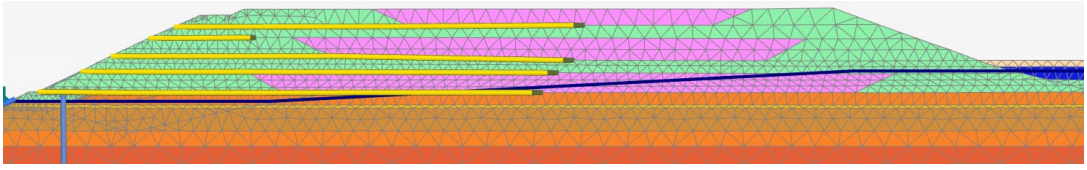
5.1.7. Opbouw dijk tot +8.50 mTAW

De dijk wordt opgehoogd met 1.5 m zand Qz1Qz2 voor de steunbermen en een interne aanvulling uit Qkz, Qkv.

5.1.7.1. DIJK OP 8.5

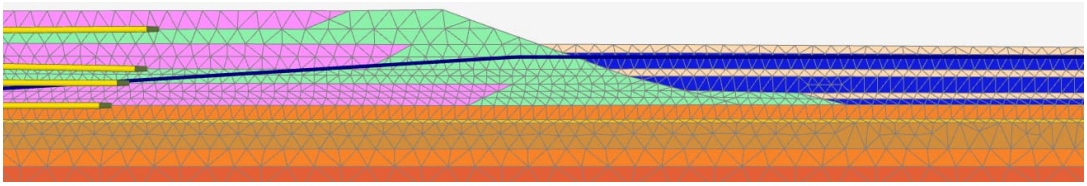
Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 32m lengte
- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 1.6m
  - breedte ca. 19m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 1.6m
  - breedte ca. 33m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Voorland: +4.0 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie



Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.1.8. Ophoging concessie tot +6.00 mTAW

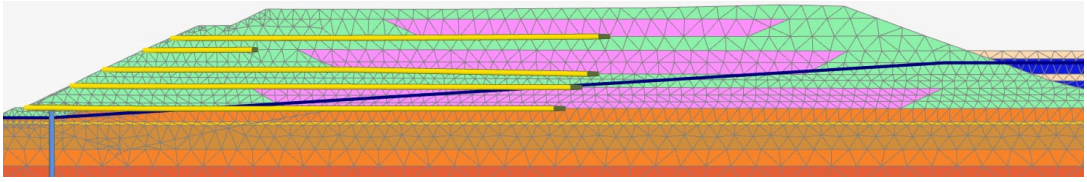


5.1.9. Opbouw dijk tot +18.00 mTAW

Verdere opbouw van de dijk tot +18.00 mTAW bestaat uit: 1m zandlaag Qz1Qz2 + 1.5m met steunberm en opvulling + 1m zandlaag Qz1Qz2 + 1.5m met steunberm en opvulling + 4.5m zandlaag Qz2 of Qz3.

5.1.9.1. DIJK OP 9.5

- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 10m lengte
- Aanleg grondlaag met
  - dikte 0.9m
  - breedte ca. 54m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Voorland: +6.0 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie



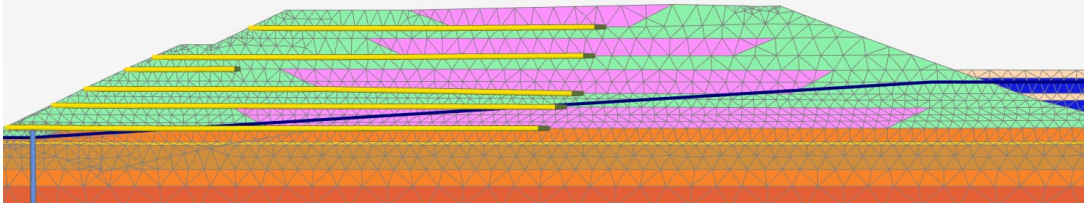
5.1.9.2. DIJK OP 11.0

Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 31m lengte
- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 1.6m
  - breedte ca. 14m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 1.6m
  - breedte ca. 20m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Voorland: +6.0 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

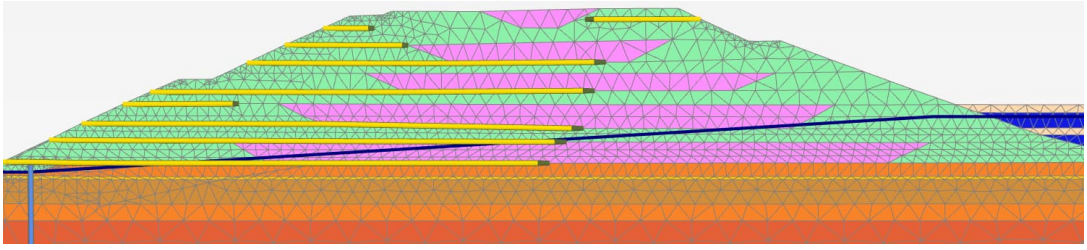
- Dijk: lineaire interpolatie



5.1.9.3. DIJK OP 13.5

Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 10m lengte
- Aanleg grondlaag met
  - dikte 1.2m
  - breedte ca. 44m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 4m lengte
- Aanleg geotextiel aan havenzijde met ca. 10m lengte
- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 1.6m
  - breedte ca. 14m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 1.6m
  - breedte ca. 7m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Voorland: +6.0 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie



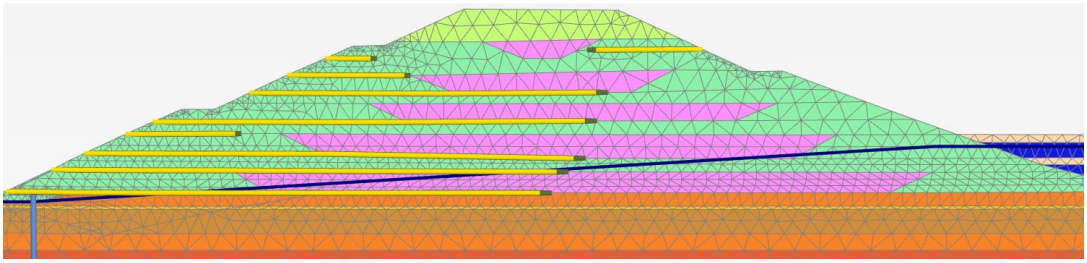
5.1.9.4. DIJK OP 15.5

Opbouw:

- Aanleg grondlaag met
  - dikte 2.7m
  - breedte ca. 19m.
  - materiaal: Qz2,Qz3

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

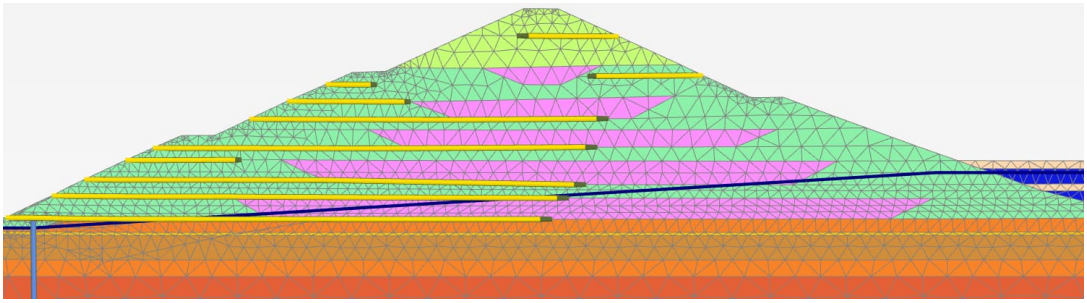
- FO:
  - Voorland: +6.0 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie



5.1.9.5. DIJK OP 18.0

Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan havenzijde met ca. 10m lengte
- Aanleg grondlaag met
  - dikte 2.4m
  - breedte ca. 8m.
  - materiaal: Qz2,Qz3
- FO:
  - Voorland: +6.0 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie

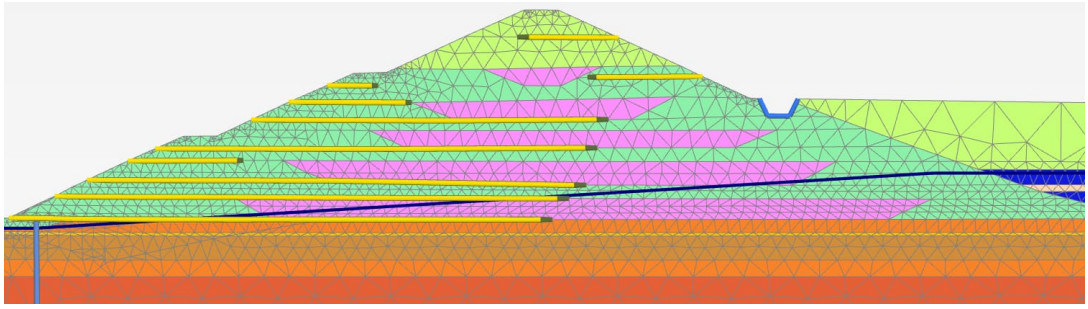


5.1.10. Ophoging concessie tot +11.00 mTAW

5.1.10.1. VOORLAND OP 11.0

Het concessieterrein wordt afgewerkt tot +11 mTAW.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



5.2. Veiligheidsfactoren

5.2.1. Overzicht

De veiligheden zijn bepalend vlak na realisatie van o.a. een ophoging. Enkel voor die fases wordt een veiligheid weergegeven. Waar een berm is afgerond wordt eveneens een veiligheid bepaald voor een belaste berm.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de bekomen veiligheden. In tijdelijke toestand wordt overal een minimale veiligheid van 1.1 gehaald. In finale toestand wordt een veiligheid 1.25 gehaald.

Tabel 5-1: Veiligheidsfactoren – dijk met damplanken en geotextielen – incl overhoogtes

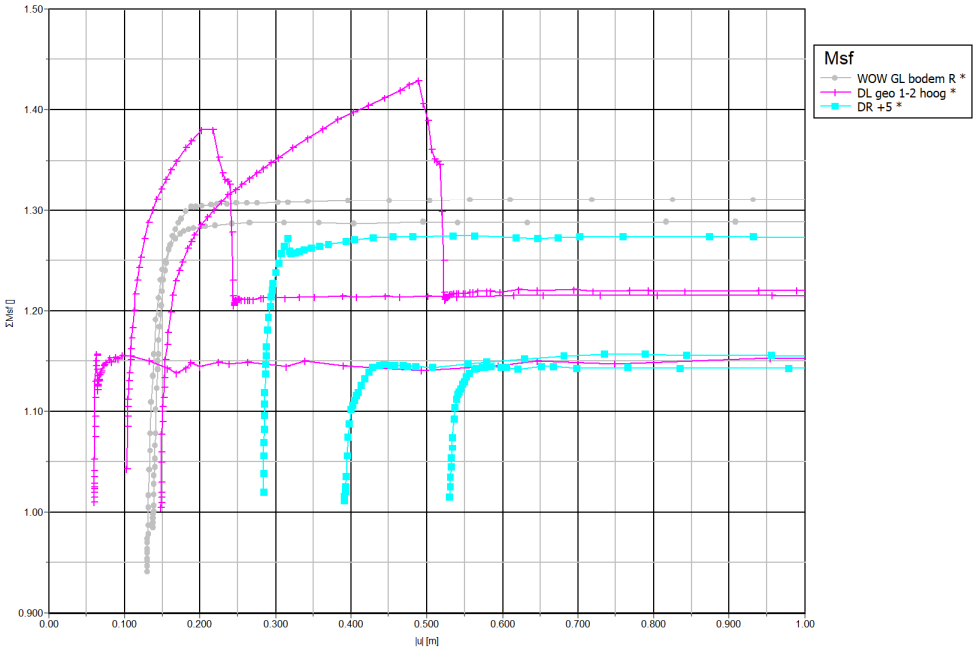
	ΣMsf	*opm glijvlak*	*Ref grafiek*
03 a SC_dijk 2.5 afdek	1.29	talud WOW kant polder	WOW GL bodem R
03 e SC_dijk 3.0 afdek	1.313	talud WOW kant polder	WOW GL bodem R
03 i SC_dijk 3.5 afdek	1.142	kant polder, intern talud	DL geo 1-2 hoog
04 a SC_dijk 4	1.213	talud dijk kant polder lokaal	DL geo 1-2 hoog
04 c SC_dijk 4.5	1.221	talud dijk kant polder lokaal	DL geo 1-2 hoog
05 a SC_dijk 5.25 afdek	1.272	berm kant haven, globaal	DR +5
05 e SC_dijk 6 afdek	1.156	berm kant haven, intern talud	DR +5
07 a SC_dijk 7 afdek	1.143	berm kant haven, globaal	DR +5
09 a SC_dijk 8.5 afdek	1.243	kant polder, intern talud	NA
09 e LO_dijk 8.5	1.131	talud dijk kant polder lokaal	DL geo 5-6 laag
11 a SC_dijk 9.5 zand	1.119	talud dijk kant polder lokaal	DL geo 5-6 hoog
12 a SC_dijk 11 afdek	1.453	talud WOW kant haven	WOW GR bodem R
12 e LO_dijk11 last	1.132	talud dijk kant polder lokaal	DL geo 5-6 hoog
13 a SC_dijk 13.5 afdek	1.416	berm kant haven, lokal	DR +10
13 e LO_dijk 13.5 last	1.221	talud dijk kant polder lokaal	DL geo 8-9 laag
14 a SC_dijk 15.5	1.115	berm kant haven, lokal	DR geo 7-8
14 e LO_dijk 18 last	1.251	talud dijk kant polder, globaal	Kruin L
15 a SC_concessie 11	1.203	talud dijk kant polder, lokaal	DL tss geo 6-7
15 c CON_5 jaar na finaal	1.274	talud dijk kant haven, lokaal	DR tss geo 8-9
16 a SC_DRAINED	1.275		

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.2.2. Grafieken

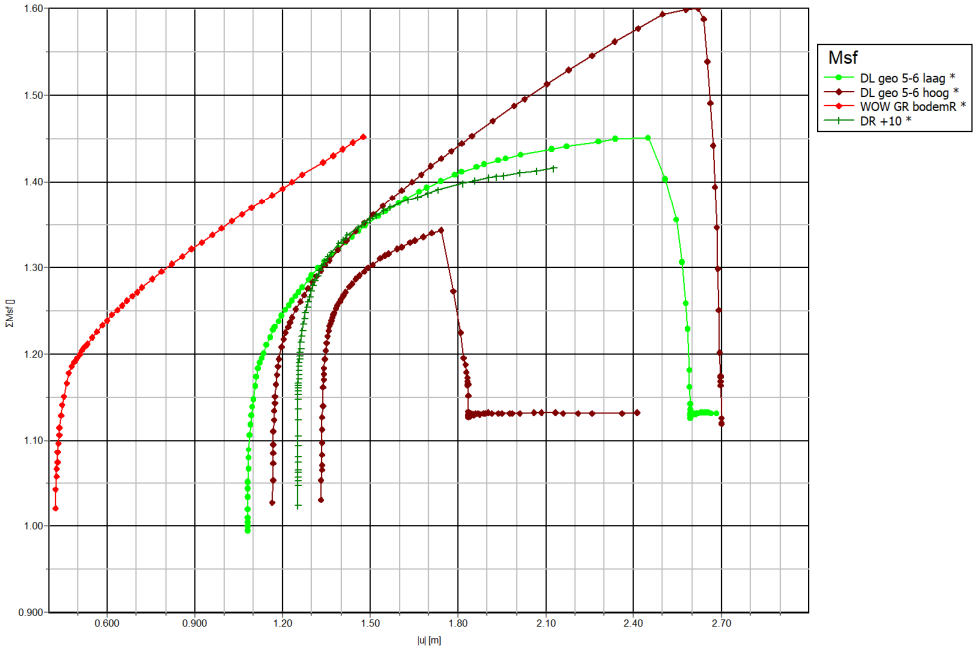
Onderstaande grafieken geven het verloop van de factor Msf in functie van de verplaatsingen. De verplaatsingen worden bepaald in de punten gelegen binnen het bekomen glijvlak. Per kleur wordt een nieuw meetpunt weergegeven. Het verband tussen de grafieken en bovenstaande tabel is gegeven in de rechterkolom van de tabel. De veiligheid wordt bepaald als de laatste meetwaarde (Msf) in een punt per fase na het bekomen van een (quasi) horizontale tak in de curve. De glijvlakken per fase worden weergegeven in volgende paragraaf.

De val in de curves hebben te maken met het plots interfereren met een geotextiel in de berekening.

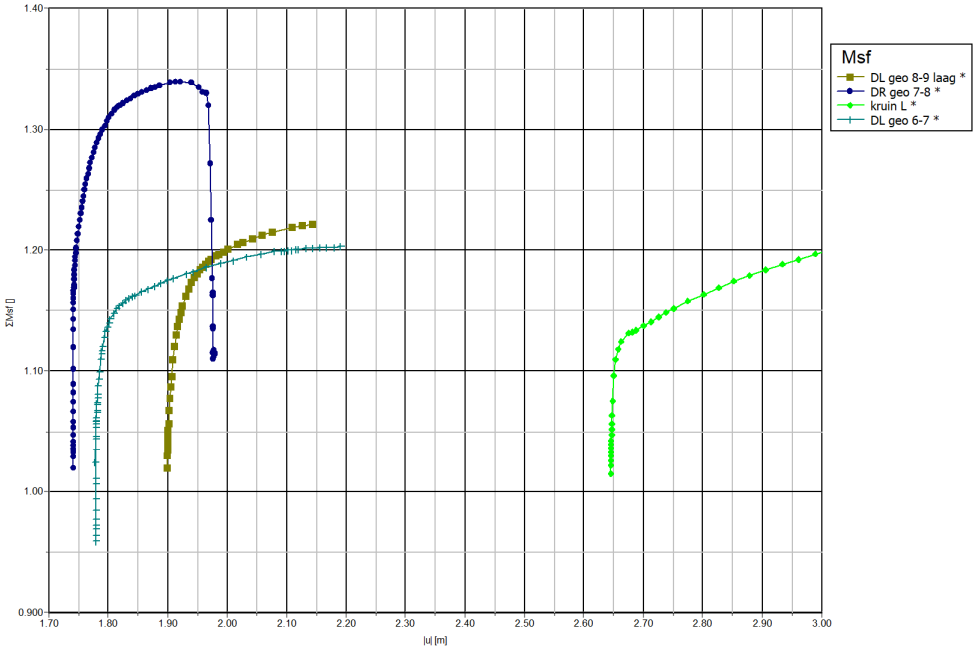


Figuur 5-1: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 3a tem 7a

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

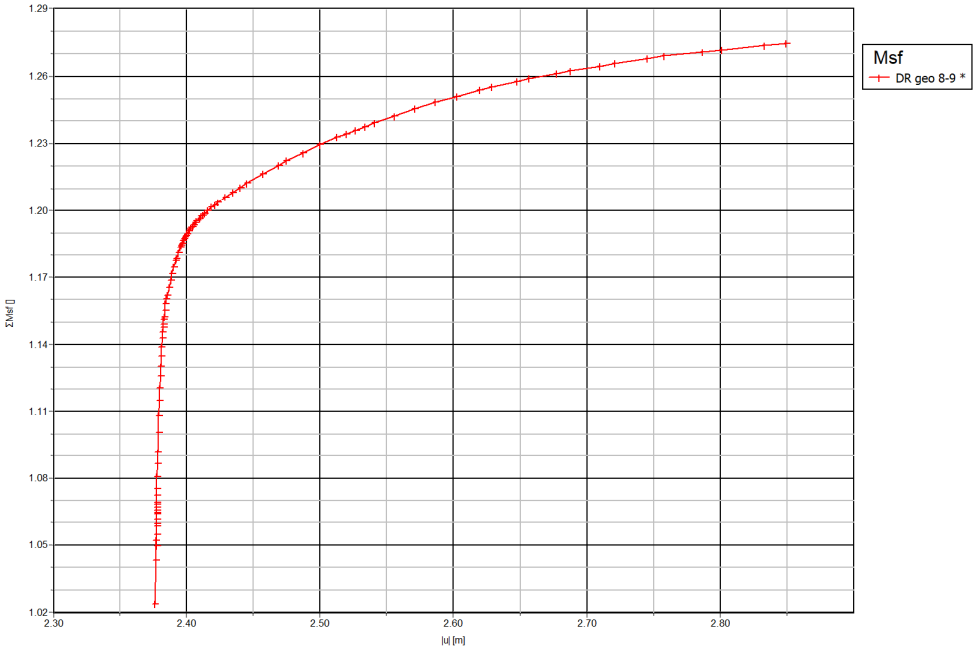


Figuur 5-2: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 9e tem 13a

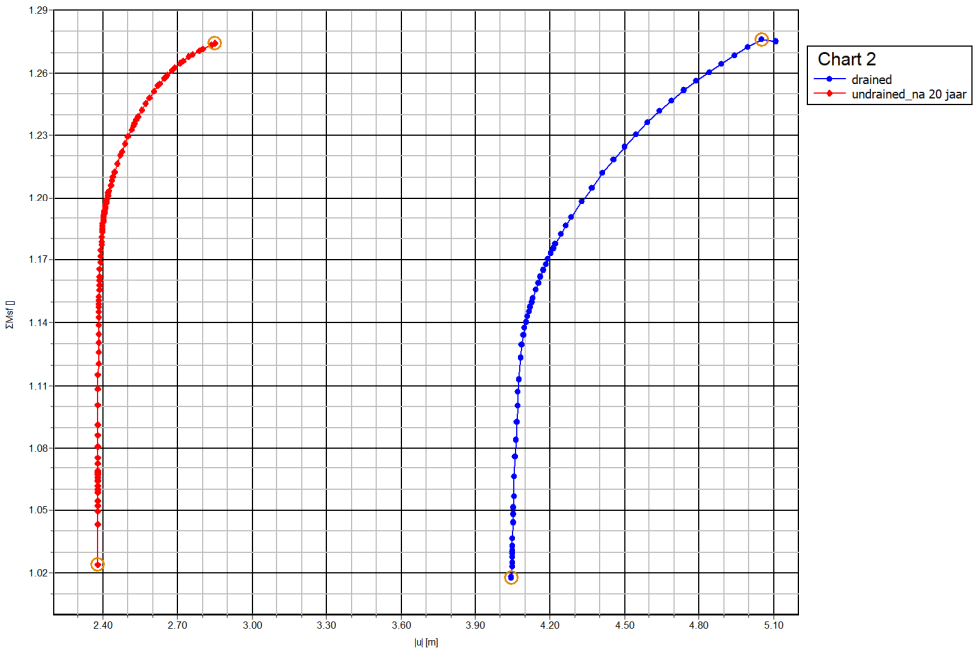


Figuur 5-3: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 13e tem 15a

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-4: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 15c (finaal)

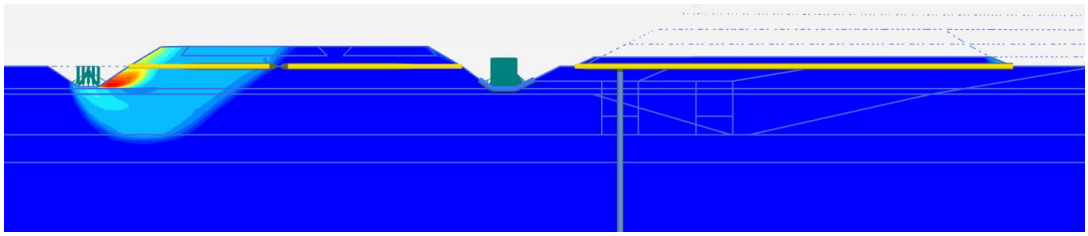


Figuur 5-5: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 16a (finaal drained) vs. fase 15c (finaal)

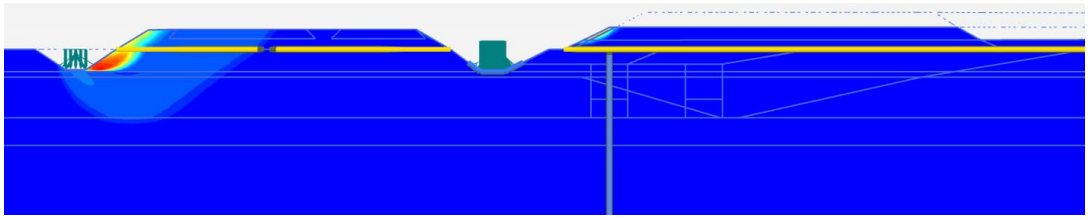
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.2.3. Glijvlakken

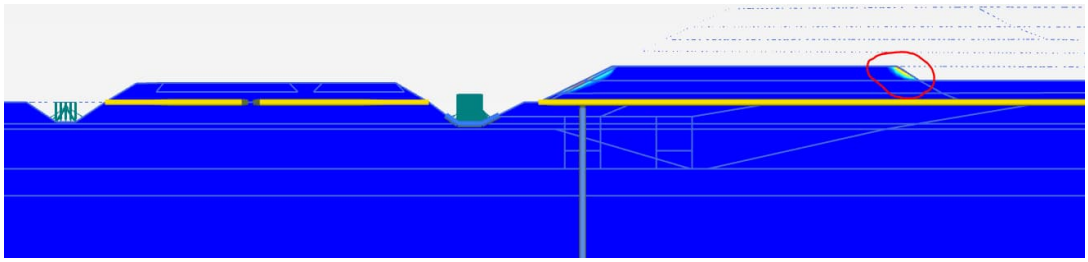
5.2.3.1. 03 A SC_DIJK 2.5 AFDEK



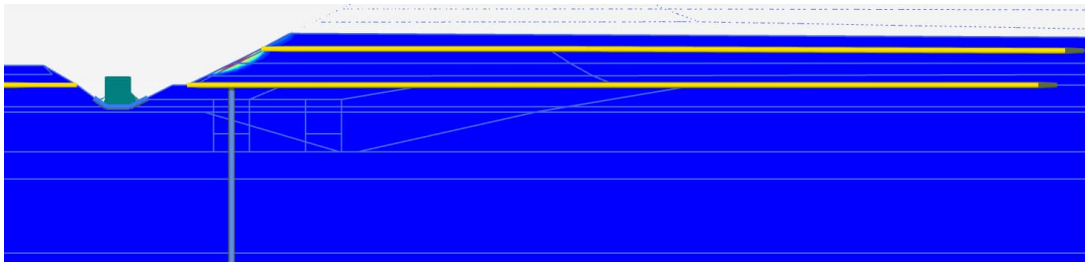
5.2.3.2. 03 E SC_DIJK 3.0 AFDEK



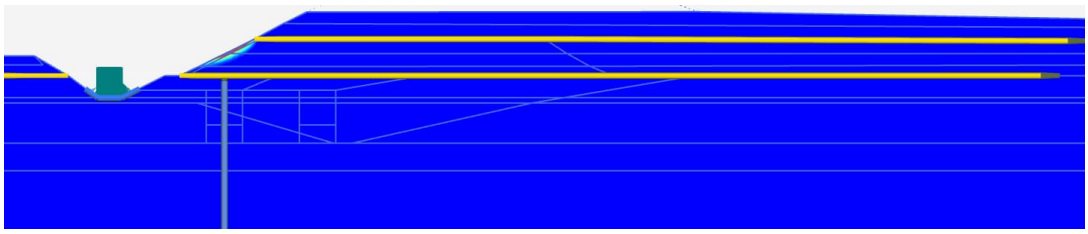
5.2.3.3. 03 I SC_DIJK 3.5 AFDEK



5.2.3.4. 04 A SC_DIJK 4

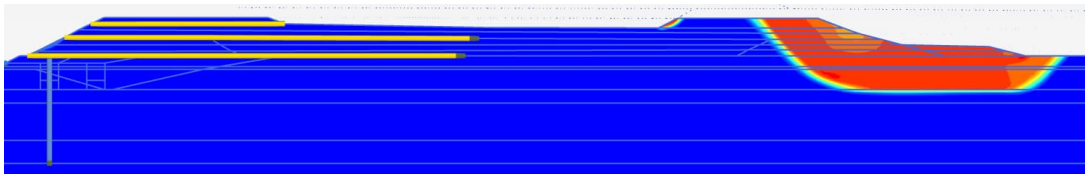


5.2.3.5. 04 C SC_DIJK 4.5

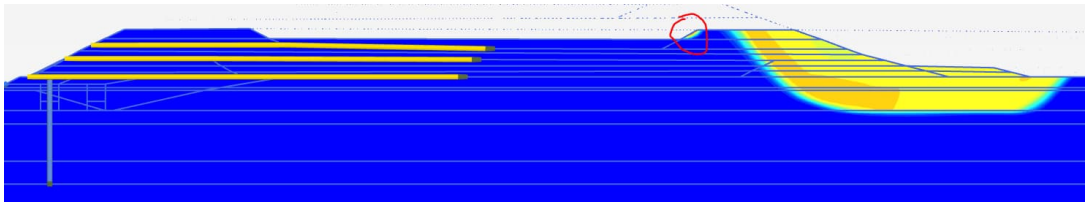


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

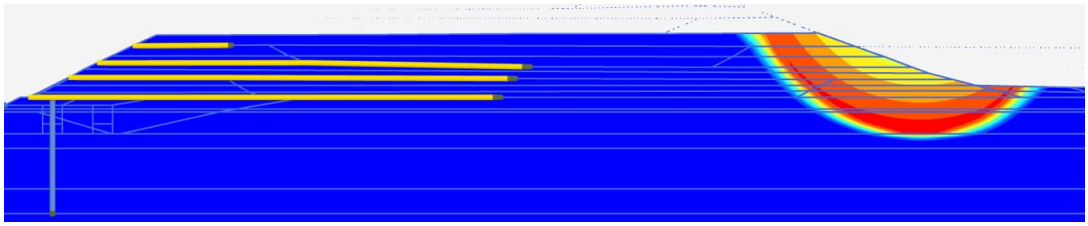
5.2.3.6. 05 A SC_DIJK 5.25 AFDEK



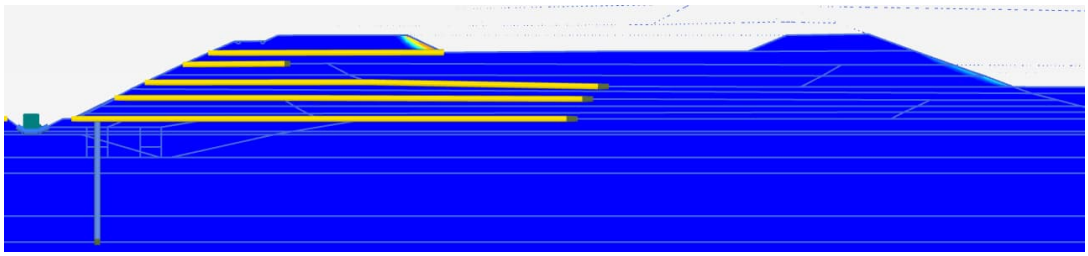
5.2.3.7. 05 E SC_DIJK 6 AFDEK



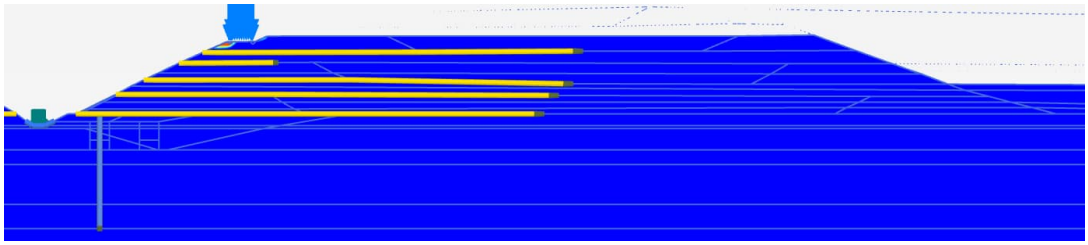
5.2.3.8. 07 A SC_DIJK 7 AFDEK



5.2.3.9. 09 A SC_DIJK 8.5 AFDEK

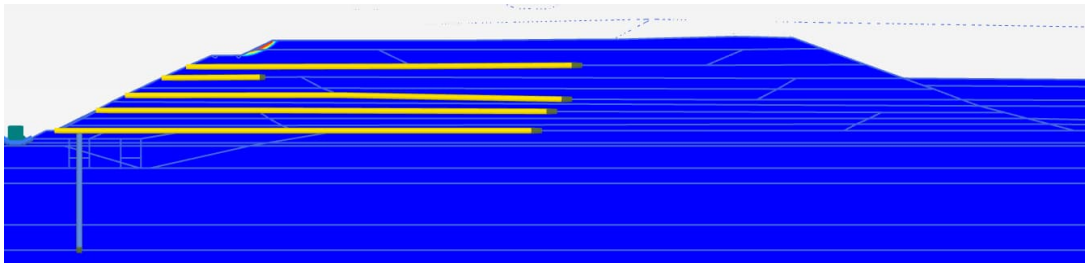


5.2.3.10. 09 E LO_DIJK 8.5

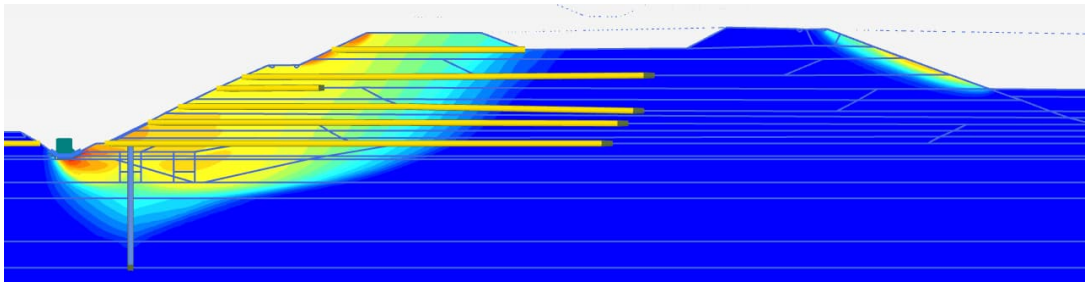


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

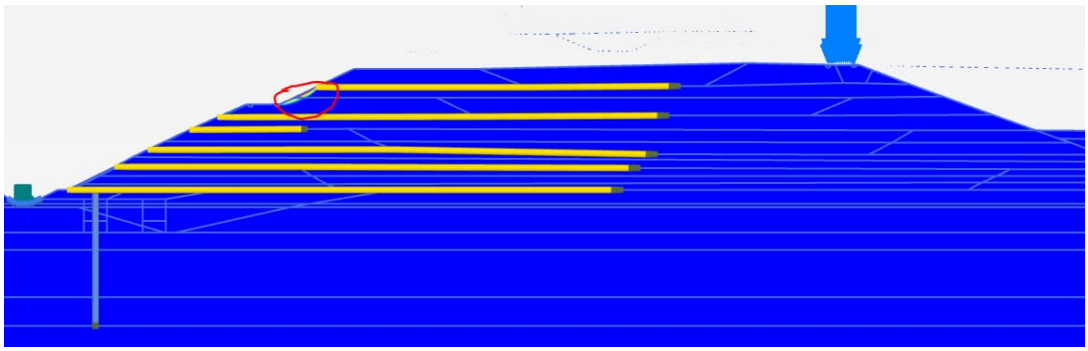
5.2.3.11.11 A SC_DIJK 9.5 ZAND



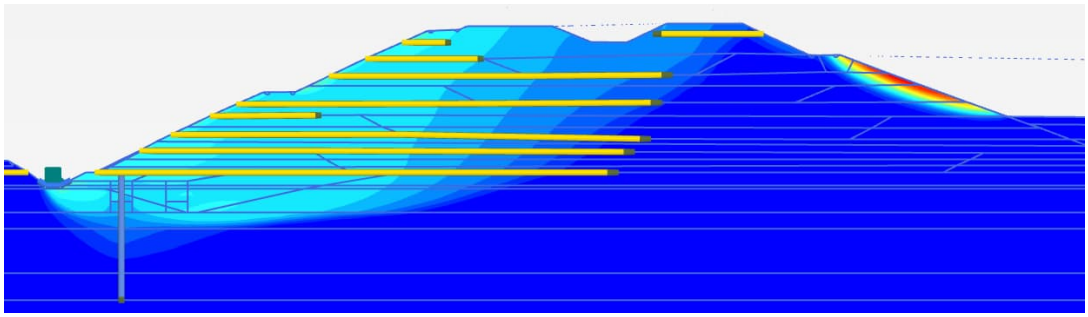
5.2.3.12.12 A SC_DIJK 11 AFDEK



5.2.3.13.12 E LO_DIJK11 LAST

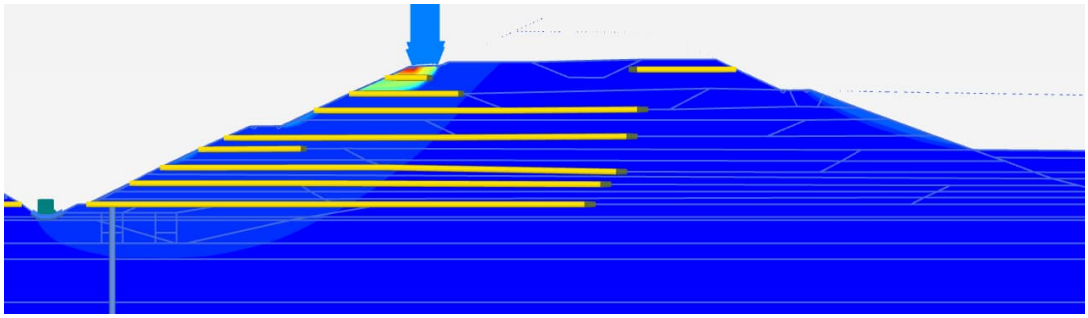


5.2.3.14.13 A SC_DIJK 13.5 AFDEK

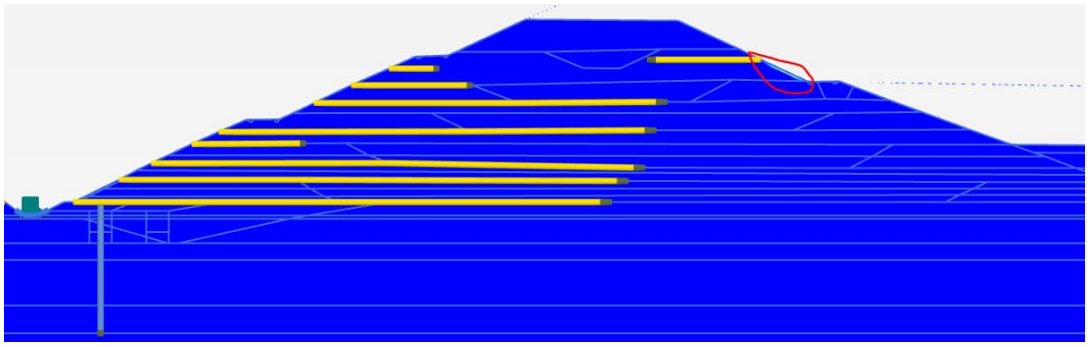


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

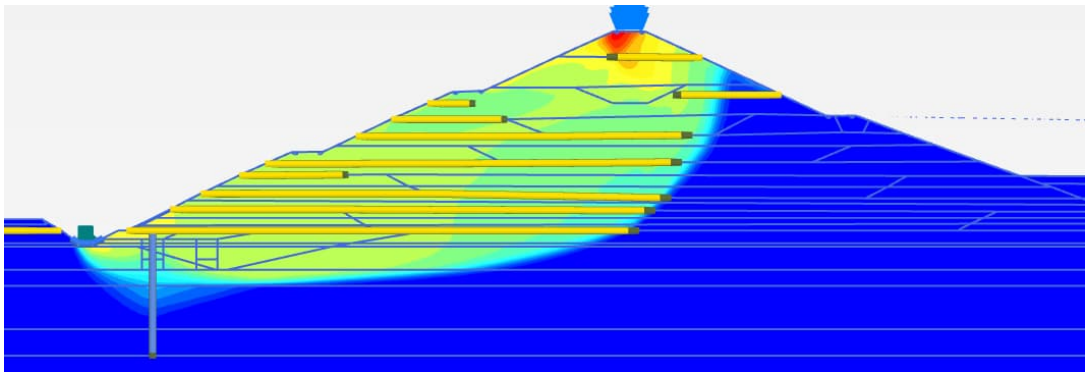
5.2.3.15.13 E LO_DIJK13.5 LAST



5.2.3.16.14 A SC_DIJK 15.5

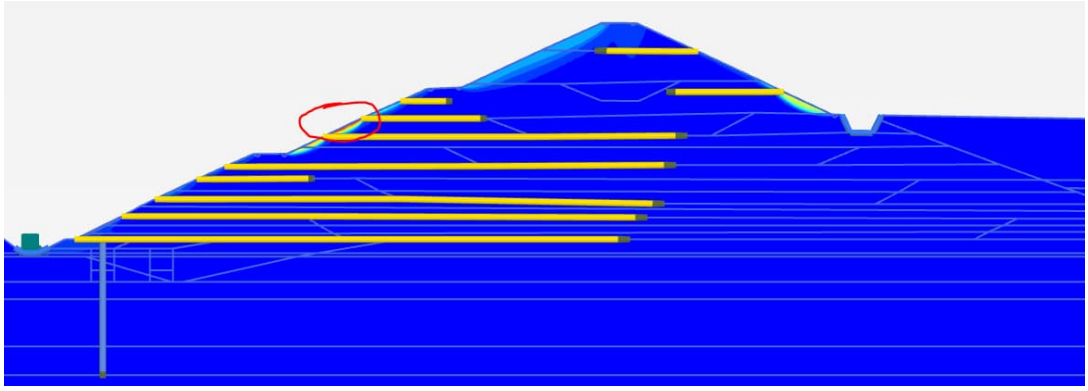


5.2.3.17.14 E LO_DIJK18 LAST

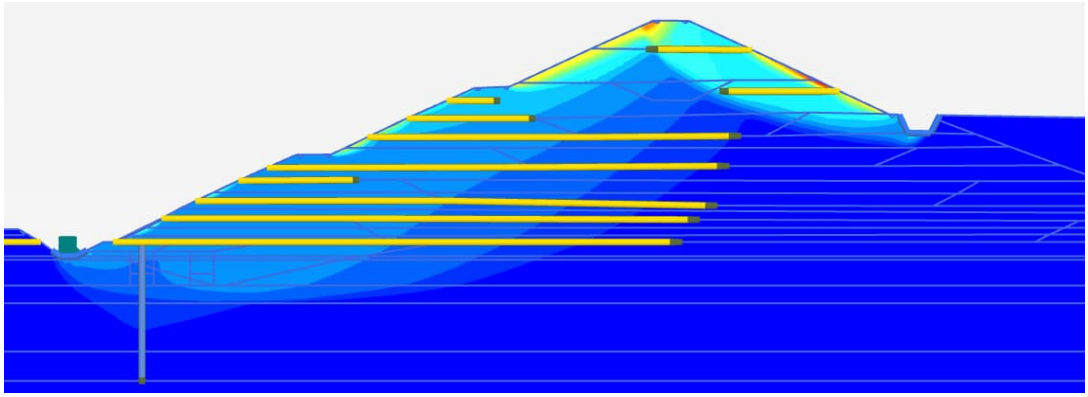


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

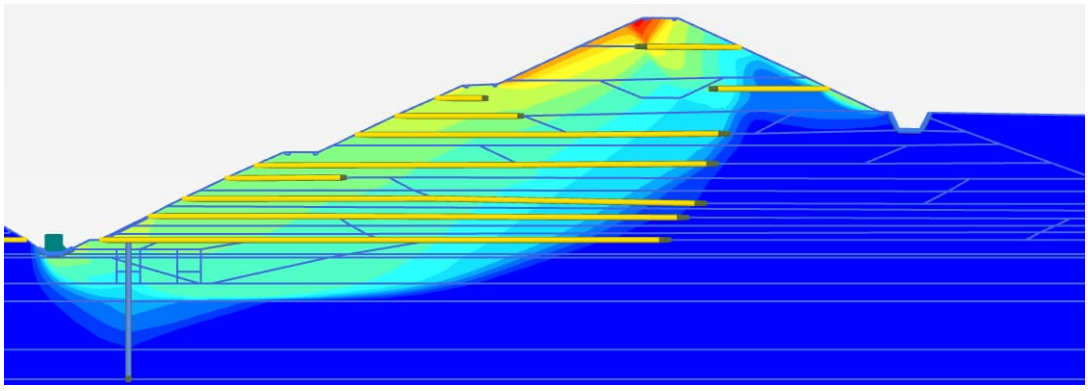
5.2.3.18.15 A SC_CONCESSIE 11



5.2.3.19.15 C CON_5 JAAR NA FINAAL



5.2.3.20.16 A DRAINED



5.2.4. Zandmeevoerende wellen (piping)

De kwelweglengte wordt gecontroleerd met de methode van Lane (zie [4]) met als randvoorwaarde voor de finale toestand:

- Opwaarts waterpeil: +6 mTAW
- Afwaarts waterpeil: +1.1 mTAW
- Diepte damplank onder waterpeil: 10.6m
- Horizontale lengte: 90m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

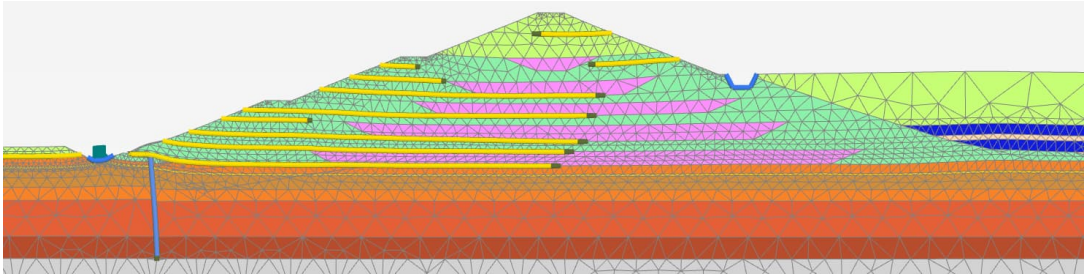
- Materiaal: Very fine sand (mica) - Moderately fine sand (quartz)

Volgens de formule van Lane wordt een maximaal toegelaten verhang gevonden van 5.8m. Hiermee wordt een veiligheid van 1.18 bekomen (>1)

5.3. Zettingen en verplaatsingen

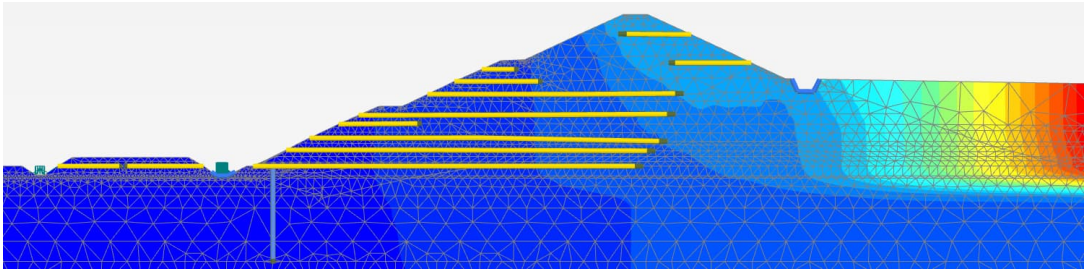
Alle zettingen en verplaatsingen worden gemeten vanaf de aanleg van de wegberm (WOW).

Onderstaande figuur geeft het vervormde model na 5 jaar consolidatie (fase 15c).



Figuur 5-6: Vervormingen dijk na 5 jaar consolidatie (fase 15c)

Tijdens de consolidatiefase treden voornamelijk vervormingen op in de zone van de concessieterreinen.



Figuur 5-7: Restzettingen tpv dijk tijdens laatste consolidatiefase (fase 15c) (schaal: max. 8 cm zetting tpv concessie)

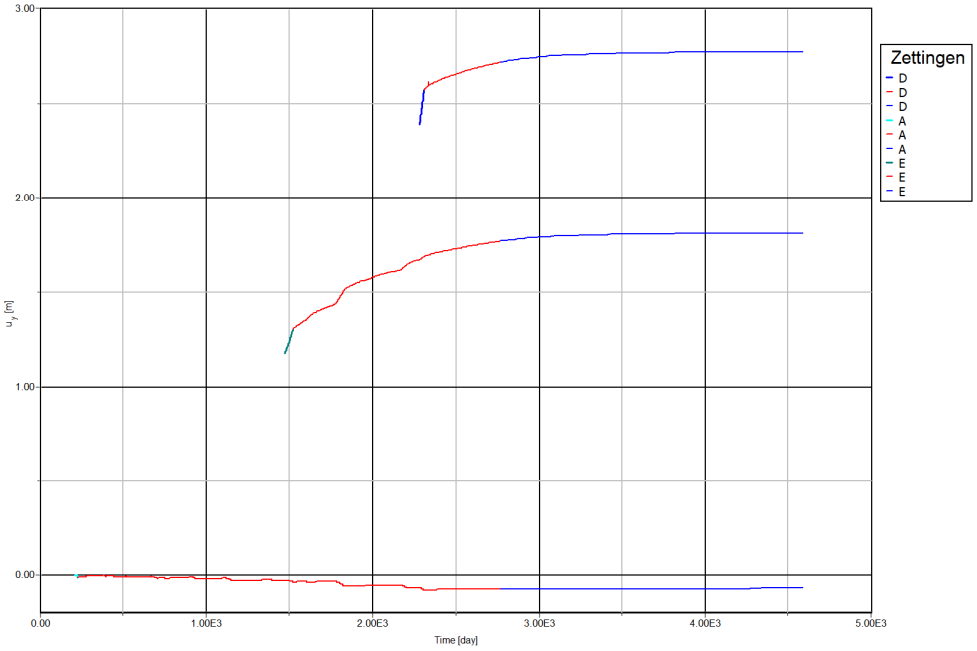
Onderstaande grafiek geeft het verloop van de zettingen (verticale verplaatsingen) weer in functie van de tijd. De zettingen werden bepaald (voor verduidelijking van de punten: zie verdere figuren):

- Op de kruin (punt D)
- Ter plaatse van de berm tussen dijk en gracht aan polderzijde (punt A)
- Ter plaatse van de berm tussen gracht en dijk aan havenzijde (punt E)

Ieder verloop werd ingedeeld in 3 subfases:

- In dik en in willekeurige kleur: realisatiefase (resp. ophoging tot kruinpeil, herstel bermpeil aan gracht, ophoging dijk tot +11 mTAW)
- In rood: realisatie dijk + concessieterrein
- In blauw: consolidatie na ophoging concessie tot +11 mTAW (=langetermijnszetting)

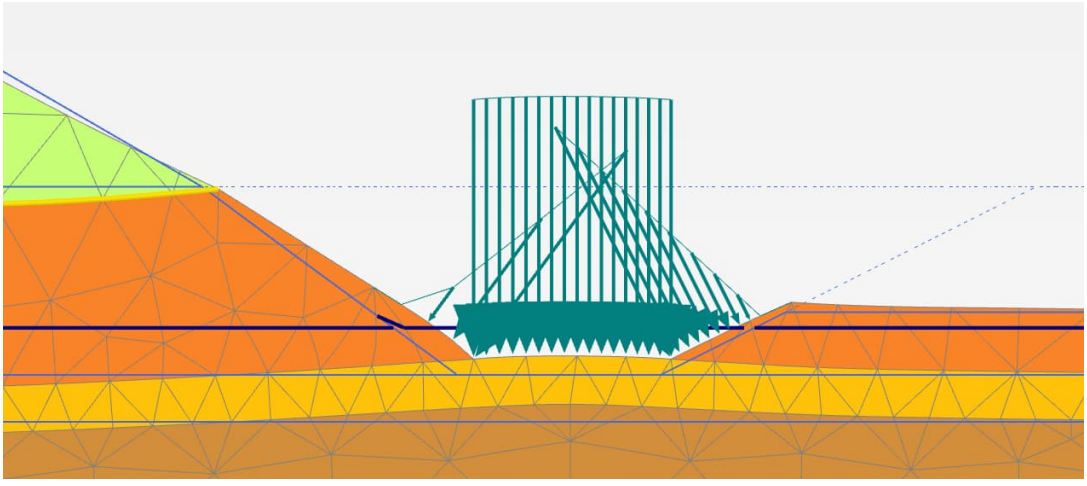
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-8: Verloop zettingen tpv kruin (punt D) en tenen van dijk

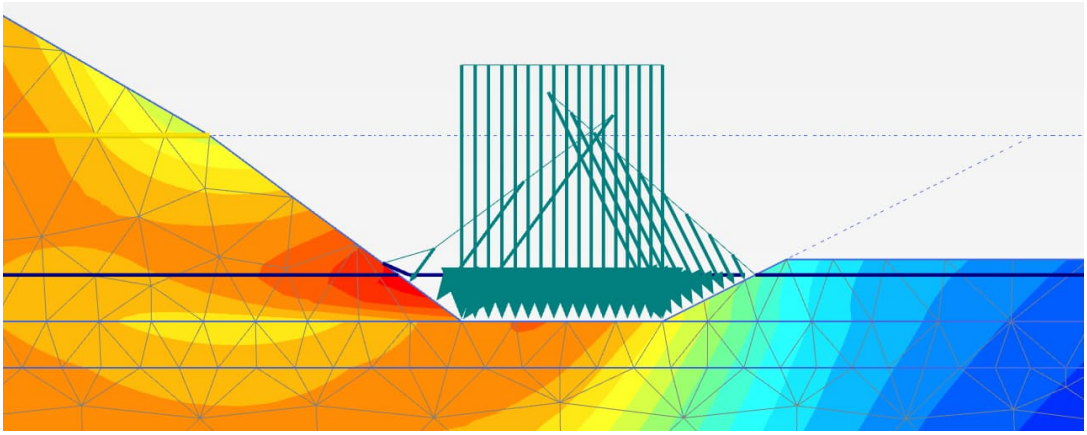
5.3.1. Ogenblikkelijke zettingen en verplaatsingen (tot in laatste uitvoeringsfase)

Ten gevolge van de realisatie van de wegberm WOW worden reeds zettingen bekomen van 17.6 cm. De gracht perst zich op over ca. 15cm, de talud naast de wegberm verplaatst zich lokaal over ca. 17cm. Deze zettingen treden niet op ten gevolge van de aanleg van de dijk.



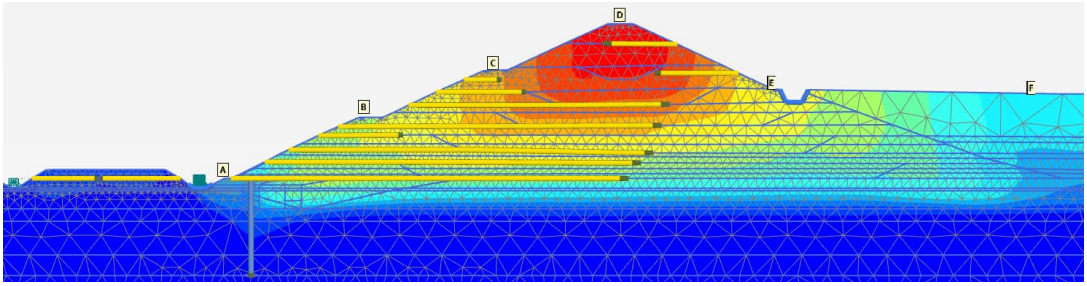
Figuur 5-9: Ogenblikkelijke vervormingen na aanleg en consolidatie wegberm

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-10: Ogenblikkelijke zettingen na aanleg en consolidatie wegberm

Na ophoging van het concessieterrein tot +11 mTAW (fase 15 a) wordt een totale verplaatsing van 2.75m gevonden ter hoogte van de kruin van de dijk. Hiervan is 2.73m gevonden als zetting.



Figuur 5-11: Ogenblikkelijke zettingen einde uitvoeringsfase – fase 15a

Tabel 5-2: Ogenblikkelijke verplaatsingen en zettingen einde uitvoeringsfase – fase 15a

Locatie	Tot. verplaatsing [m]	Hor. verpl. [m]	Zetting [m]
A	0.64	-0.63	-0.12
B	1.59	-0.83	1.35
C	2.16	-0.58	2.09
D	2.75	-0.32	2.73
E	1.77	0.11	1.77
F	0.84	0.37	0.74

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

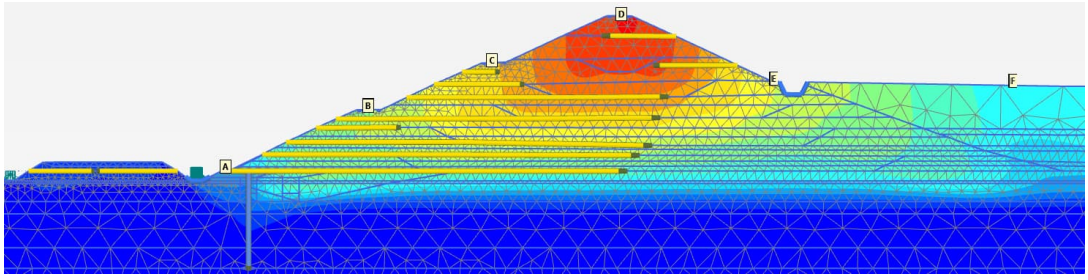
5.3.2. Langetermijnzettingen en -verplaatsingen

5.3.2.1. DIJK ZETTINGEN.

Na 5 jaar consolidatie (i.e. op 31/08/2037 of binnen Q1-Y14 - Q3-Y14, of ca. 11.5 jaar na de start van de voorbereidende werken aan de dijk) nemen de verplaatsingen toe met ca. 6cm tot 2.81m, eveneens in de kruin.

Dit betekent dat de dijken dienen opgeleverd te worden met een overhoogte van 6 cm op de kruin.

Figuur 5-8 geeft aan dat de zettingen na 5 jaar reeds stabiliseren. De benodigde overhoogte blijft ver beneden de maximaal toegelaten overhoogte (i.e. 75 cm, zie [4]). Een nazichtsberekening van de situatie 20 jaar na aanleg van de dijk resulteert in een totale verplaatsing van 2.81m, dus analoog aan de verplaatsingen na 5 jaar consolidatie.



Figuur 5-12: Langetermijnzettingen – fase 15c

Tabel 5-3: Langetermijnzettingen en -verplaatsingen einde uitvoeringsfase – fase 15a

Locatie	Verplaatsing [m]	Hor. verpl. [m]	Zetting [m]	Overhoogte [m]
A	0.65	-0.63	-0.11	-
B	1.58	-0.82	1.36	0.01
C	2.13	-0.56	2.13	0.04
D	2.80	-0.28	2.78	0.05
E	1.82	0.18	1.80	0.03
F	1.07	0.42	0.97	0.23

5.3.2.2. INVLOED DIJK OP WEGBERM

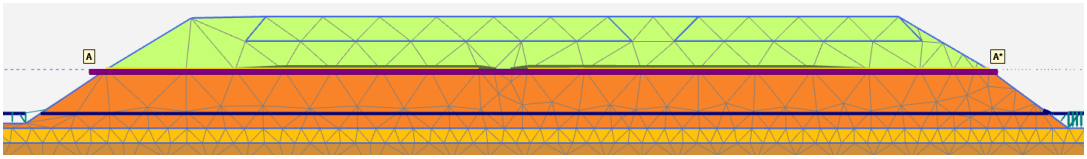
De invloed van de bouw van de dijk op de naastgelegen bermweg wordt bestudeerd aan de hand van de simulaties volgend op de bouw van de bermweg:

- Bouw van de dijk + 25 jaar consolidatie (totale duurtijd = 32 jaar)
- Consolidatie van de wegberm over 32 jaar

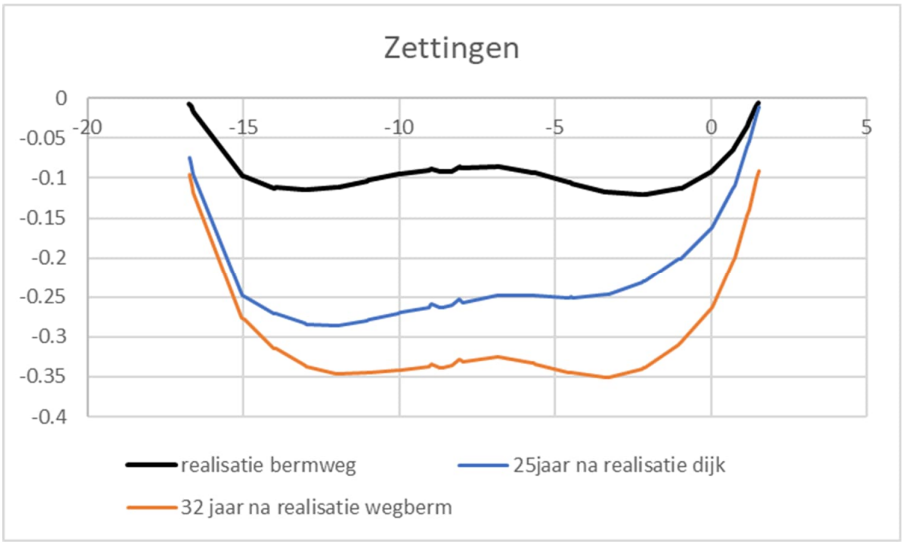
De verplaatsingen op het einde van beide simulaties treden op op een zelfde ogenblik, maar onder verschillende situaties: met en zonder bufferdijk.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

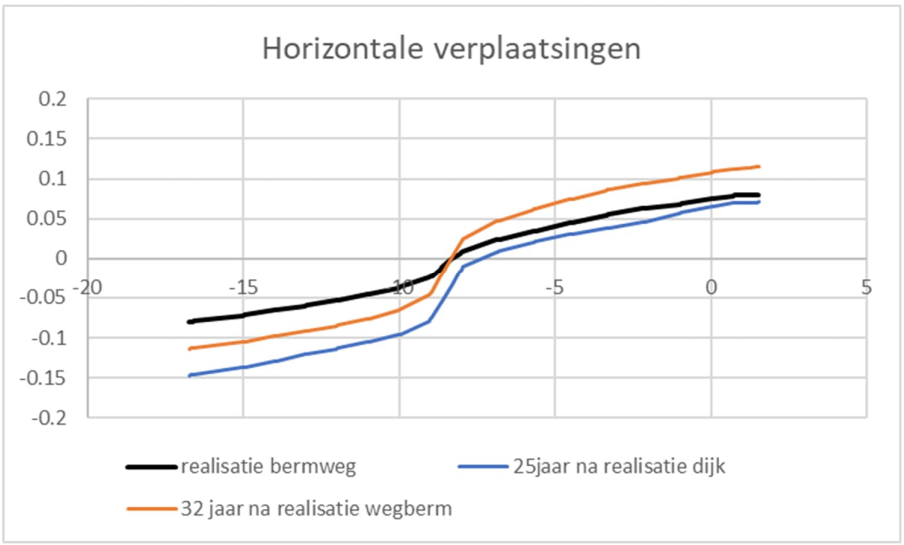
Alle verplaatsingen worden bepaald ter plaatse van de wegberm op een peil +1.95 mTAW (= bodempeil grachten; zie onderstaande figuur).



Figuur 5-13: Referentiepeil verplaatsingen op funderingsaanzet van wegberm (snede AA*)



Figuur 5-14: Zettingen – na realisatie wegberm, 32 jaar na realisatie wegberm zonder dijk en 32 jaar na realisatie wegberm met dijk



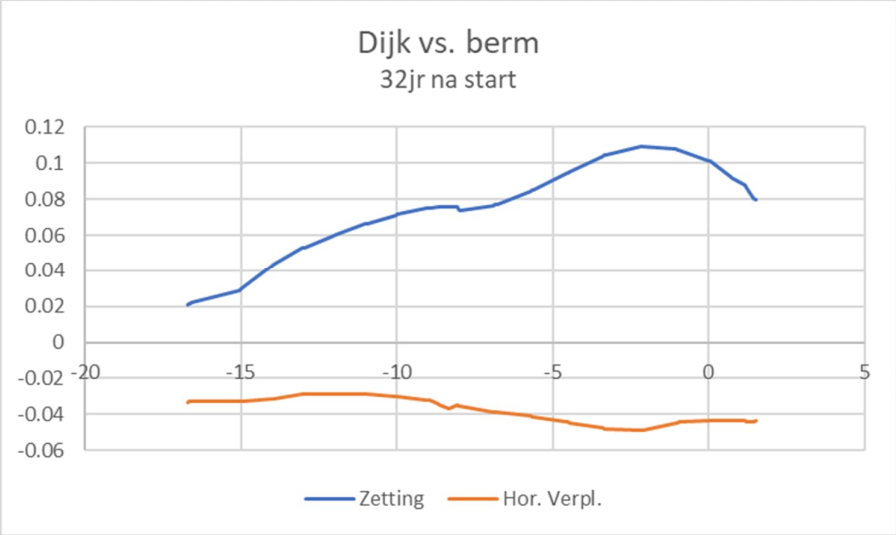
Figuur 5-15: Horizontale verplaatsingen – na realisatie wegberm, 32 jaar na realisatie wegberm zonder dijk en 32 jaar na realisatie wegberm met dijk

Algemeen kan worden gesteld dat de wegberm minder zettingen ondervindt bij realisatie van een naastliggende dijk. Dit kan worden verklaard door de weerstand tegen oppersen van de

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

veenlaag ter plaatse van de dijk. De wegberm zal ook minder zetten in de zone gelegen aan de dijkzijde waar dit zonder dijk een gelijkmatige zetting vertoont. De horizontale verplaatsingen bevestigen dit. Zonder dijk zal de berm in beide richtingen evenveel verplaatsen, waar met dijk een algemene verplaatsing van gemiddeld 4cm geeft weg van de dijk.

Onderstaande figuur heeft het verschil weer tussen beide verplaatsingen voor de 2 eindsituaties. Deze curves bevestigen bovenstaande conclusies.

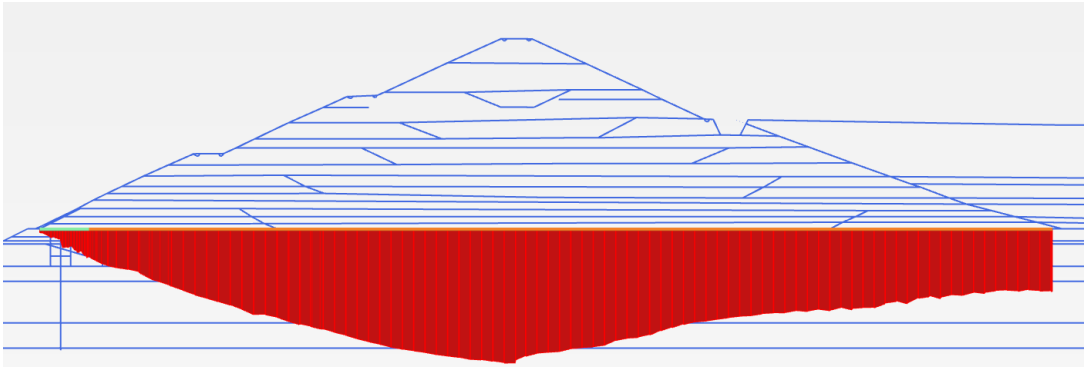


Figuur 5-16: Extra verplaatsingen – dijk vs. berm (consolidatie)

5.3.3. Plaxis vs. Terzaghi

Onderstaande tabel geeft een vergelijking tussen de berekende zettingen op MV peil door Plaxis na 5 jaar consolidatie en de zettingen bepaald door de methode Terzaghi.

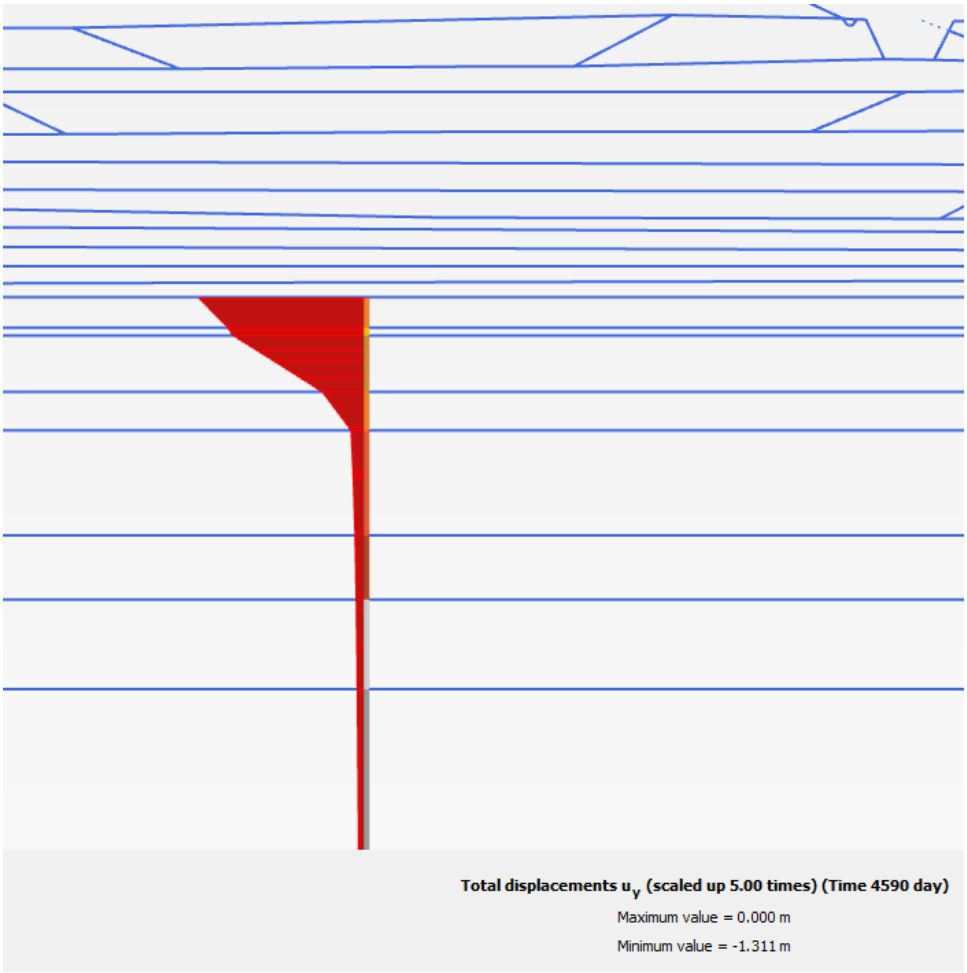
De lasten ten gevolge van de bouw van de dijk werden bepaald door de bekomen effectieve spanningen uit het model over de breedte van 100m dijk (van teen aan polderzijde tot 100m havenzijde, dit is ongeveer de teen van de dijk op oorspronkelijk maaiveldpeil) gelijkmatig te spreiden over de 100m dijk. Er wordt een gemiddelde spanning gevonden van 167 kN/m². Ter plaatse van de concessie wordt een gemiddelde spanning gevonden van 123.5 kN/m².



Figuur 5-17: Effectieve spanningen s'yy – fase 15c

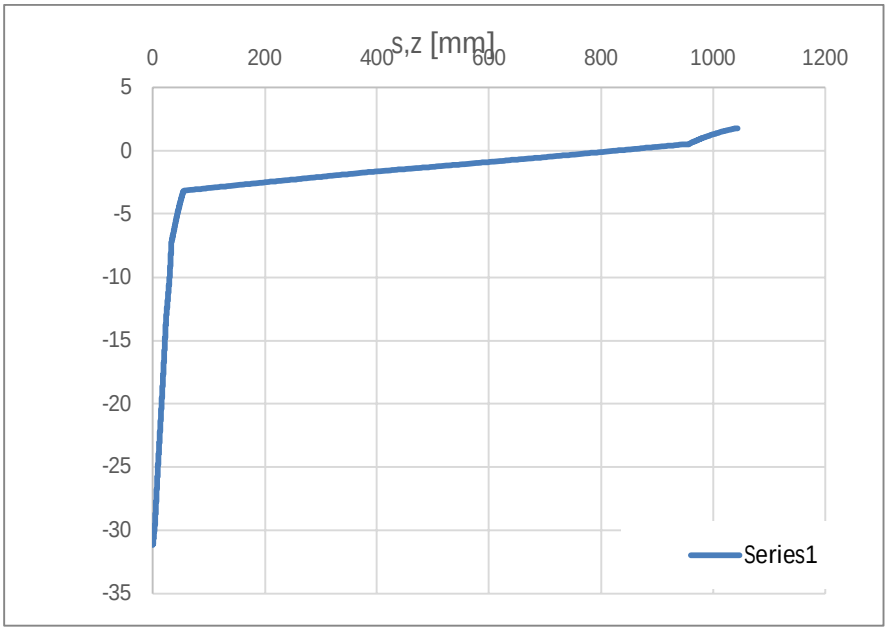
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Op de as van de dijk treden zettingen voornamelijk op in de bovenste lagen. Volgens Plaxis wordt een zetting van 1.3m gevonden waar dit volgens Terzaghi 1.69m is. De zettingen in de Boomse klei werden volgens Terzaghi niet mee beschouwd. Plaxis berekent aan de top van de Boomse klei een zetting van 4.5cm. Methode Terzaghi overschrijdt aldus de Plaxis zettingen met 34.5 cm.



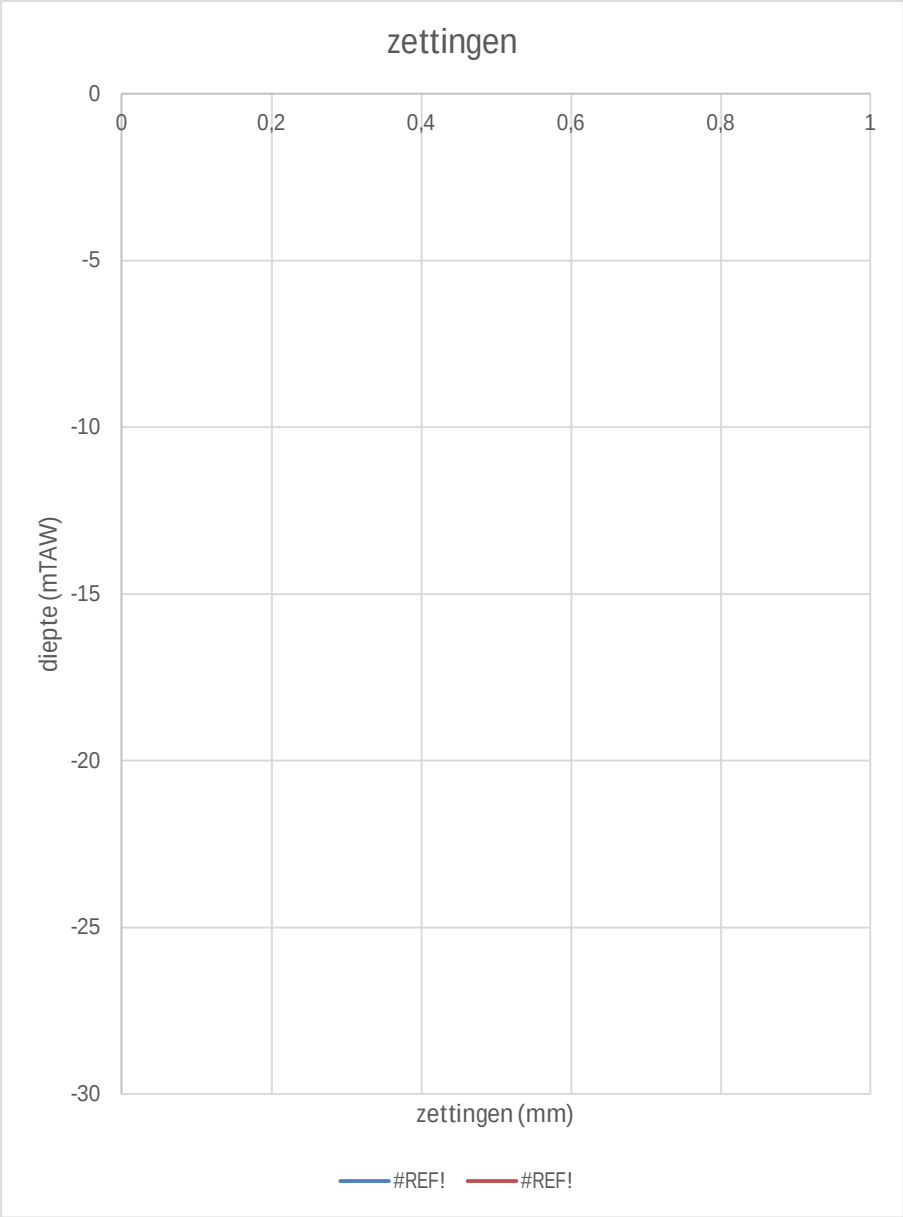
Figuur 5-18: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15c - Plaxis

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-19: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15c - Terzaghi

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-20: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15c – Plaxis vs. Terzaghi

Tabel 5-4: zettingen Plaxis vs. Terzaghi – fase 15c

Locatie	Zetting Plaxis [m]	Δp [kN/m²]	Zetting Terzaghi [m]
As van dijk (i.e. centraal onder de kruin	1.3	167	1.69
Concessie tpv teen dijk havenzijde op +2 mTAW	0.7	123.5	1.47

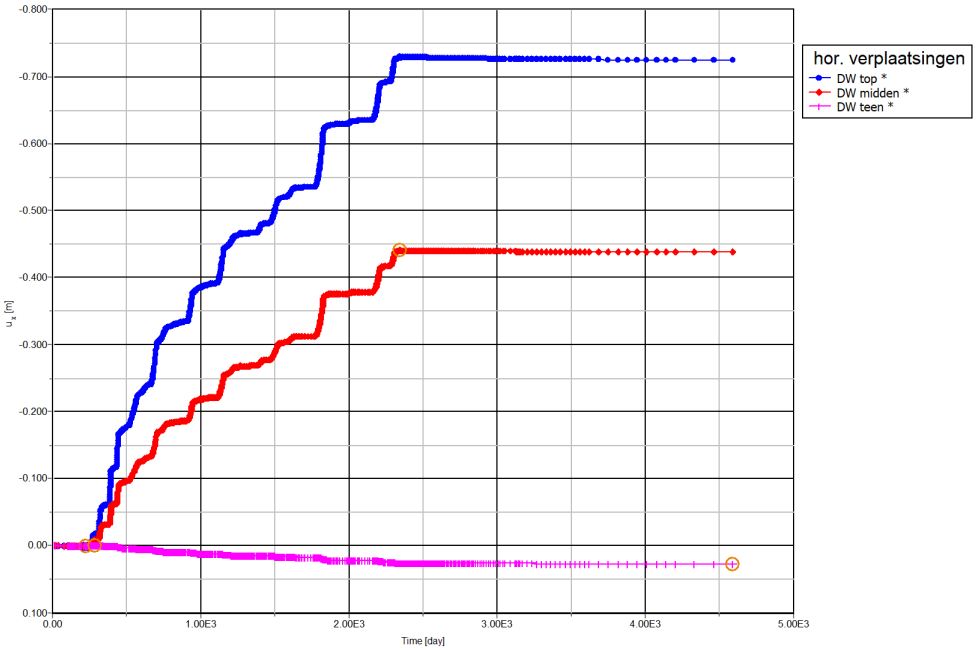
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

De zettingen treden vooral op in de veenlaag. Daar zijn ook de grootste verschillen terug te vinden tussen beide modellen (grootteorde 70cm Plaxis vs. 120 cm Terzaghi). In Plaxis wordt de zetting voornamelijk beïnvloed door de Emodulus (E50,ref = 1400 kN/m²) waar dit bij Terzaghi wordt beïnvloed door de parameter alpha. Deze werd vastgelegd op 0.7. Ingeval de veenlaag minder water zou bevatten, zou alpha 1.5 bedragen en reduceren de zettingen zich tot 1.04 m. De veenlaag veroorzaakt aldus een reductie aan zettingen met 65 cm. Deze analyse dient verder opgevolgd te worden na optimalisatie van de parameters van het veen. De analoge opmerking is van toepassing op de concessiezone aan de teen van de dijk.

Onderstaande figuren geven de verplaatsing van de damwand weer in tijd en volgens diepte:

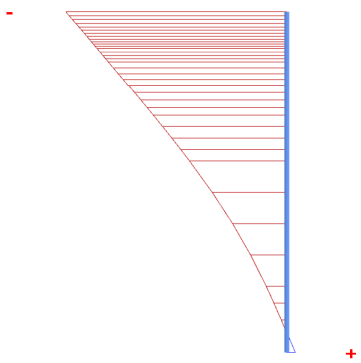
- DW top – top van damwand (+1.7 mTAW)
- DW midden – tpv onderkant veenlaag (-1.7 mTAW)
- DW teen – teen van damwand (-9.5 mTAW)

Het rotatiepunt wordt gevonden op ca. -8.83 mTAW. Gezien de damwand aan beide kanten omgeven is door grond en niet functioneert als waterkerend scherm, worden geen eisen gesteld aan de verplaatsingen van de wand.



Figuur 5-21: Vervormingen damwand na 5 jaar consolidatie (fase 15c)

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Total displacements u_x (scaled up 10.0 times) (Time 4590 day)

Maximum value = 0.02769 m (Element 23 at Node 55900)

Minimum value = -0.7245 m (Element 6 at Node 27730)

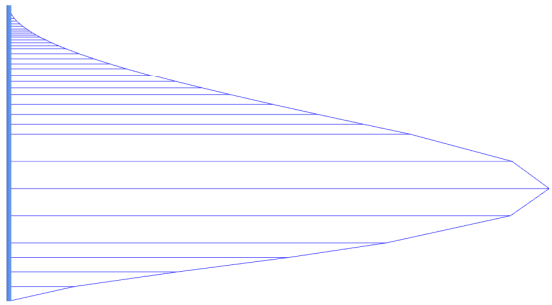
Figuur 5-22: Vervormingen damwand na 5 jaar consolidatie (fase 15c)

5.4. Inwendige krachten

5.4.1. Damwand

Onderstaande figuren geven een overzicht van de inwendige krachten in de damwand na 5 jaar consolidatie.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

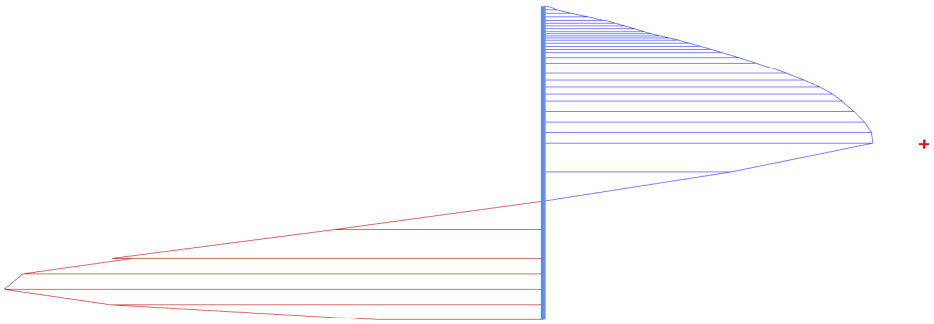


Bending moments M (scaled up 0.0200 times) (Time 4590 day)

Maximum value = 1022 kN m/m (Element 22 at Node 49178)

Minimum value = -0.01421*10^{-12} kN m/m (Element 23 at Node 55900)

Figuur 5-23: Momenten in damwand na 5 jaar consolidatie (fase 15c)



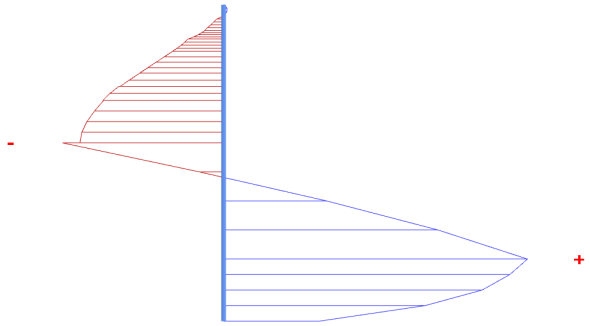
Shear forces Q (scaled up 0.0500 times) (Time 4590 day)

Maximum value = 234.9 kN/m (Element 21 at Node 49176)

Minimum value = -384.4 kN/m (Element 23 at Node 52614)

Figuur 5-24: Dwarskrachten in damwand na 5 jaar consolidatie (fase 15c)

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Axial forces N (scaled up 0.100 times) (Time 4590 day)

Maximum value = 107.7 kN/m (Element 23 at Node 52612)

Minimum value = -57.04 kN/m (Element 22 at Node 49176)

Figuur 5-25: Normaalkrachten in damwand na 5 jaar consolidatie (fase 15c)

De maximale inwendige krachten worden bepaald over alle fasen en de volledige lengte van de damwand.

Tabel 5-5: Inwendige krachten in damwand

Situatie	Peil [mTAW]	M [kNm/m]	Q [kN/m]	N [kN/m]
Mmax	-5.25	1047	28	50
Mmax2	-6.275	978	151	89
Nmax	-7.3	746	312	121
Qmax	-8.4	337	406	99

De gemodelleerde damwand voldoet aan volgende karakteristieken:

- Voorbeeldprofiel: AZ 28-700
- Staalkwaliteit S 355 GP
- fy = 390 MPa
- levensduur 100jr
- dikteverlies door corrosie (volgens NBN EN 1993-5) voor ongestoorde natuurlijke gronden met en zonder grondwater: 2x 1.2mm

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Tabel 5-6: Damwand – eigenschappen voor en na corrosie

		initieel	gecorrodeerd
W_{el}	cm³/m	2760	2340
W_{pl}	cm³/m	3273	2755
I	cm⁴/m	63620	53630
A	cm²/m	200.2	167.4
t_f	Mm	13.20	10.80
t_w	mm	13.20	10.80

Voor alle bovenstaande situaties is voldaan aan de toetsing van de gecorrodeerde sectie van de damplank volgens EN1993-5 [1]. De resultaten zijn beschreven in BIJLAGE 1.

5.4.2. Geotextielen

Onderstaande figuren geven de trekkrachten in de geotextielen weer in de finale toestand, na 5 jaar consolidatie. Er worden 2 lijnen weergegeven:

- Blauwe lijn = trekkracht in finale toestand, na 5 jaar consolidatie
- Gele arcering = omhullende van de trekkracht over alle fasen

De geotextielen worden weergegeven volgens hun peilen gemeten op de helft van hun lengte, na finale toestand en afgerond op 10cm.

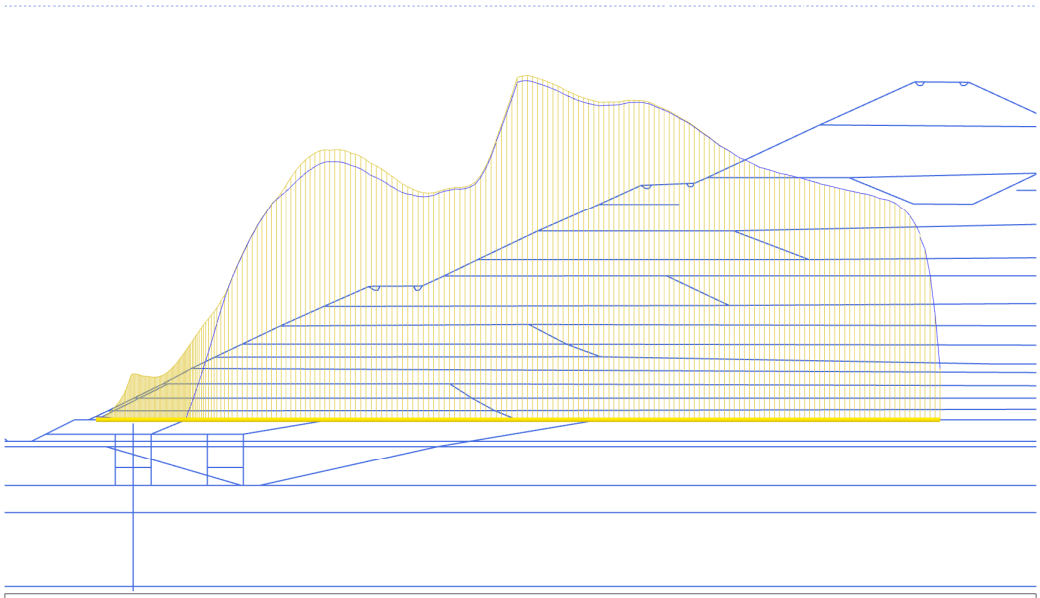
Tabel 5-7: Inwendige krachten in geotextiel (N: trekkracht gemeten in finale toestand; Nmax: omhullende trekkracht)

Peil geotextiel [mTAW]	N [kNm/m]	Nmax [kN/m]
+0.80	13.75	38.31
+2.40	34.67	34.74
+3.90	33.24	33.24
+5.90	2.66	2.66
+6.40	30.79	30.79
+8.70	24.79	24.80
+10.50	4.16	4.17
+12.00	3.16	3.16
+12.40	9.29	9.29
+15.60	2.19	2.24

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

De trekkrachten blijven beperkt. Afhankelijk van het gekozen geotextiel en de naadverbindingen (indien van toepassing) kan een geschikt geotextiel worden gevonden.

5.4.2.1. GEOTEXTIEL +0.80 MTAW



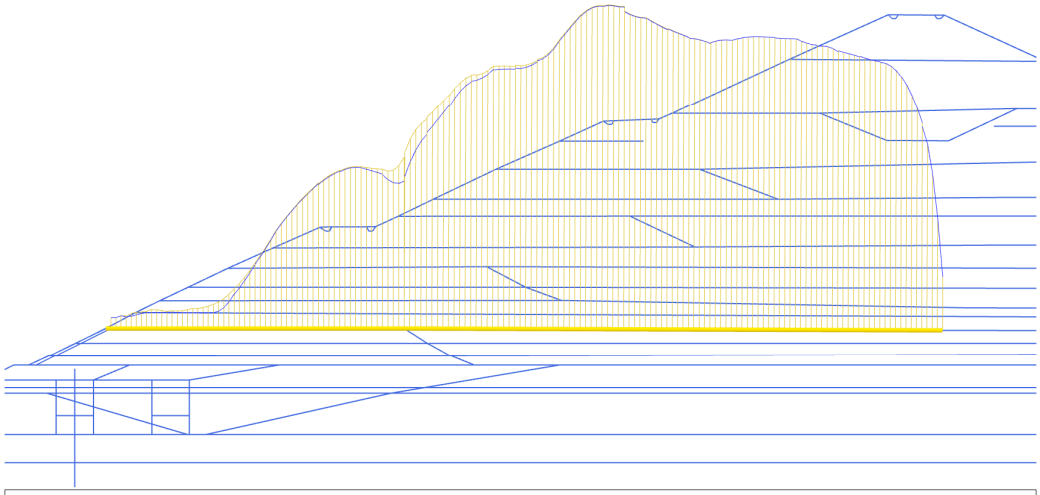
Envelope of Axial forces N (scaled up 0.500 times) (Time 4590 day)

Maximum value = 38.31 kN/m (Element 228 at Node 25375)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.4.2.2. GEOTEXTIEL +2.40 MTAW

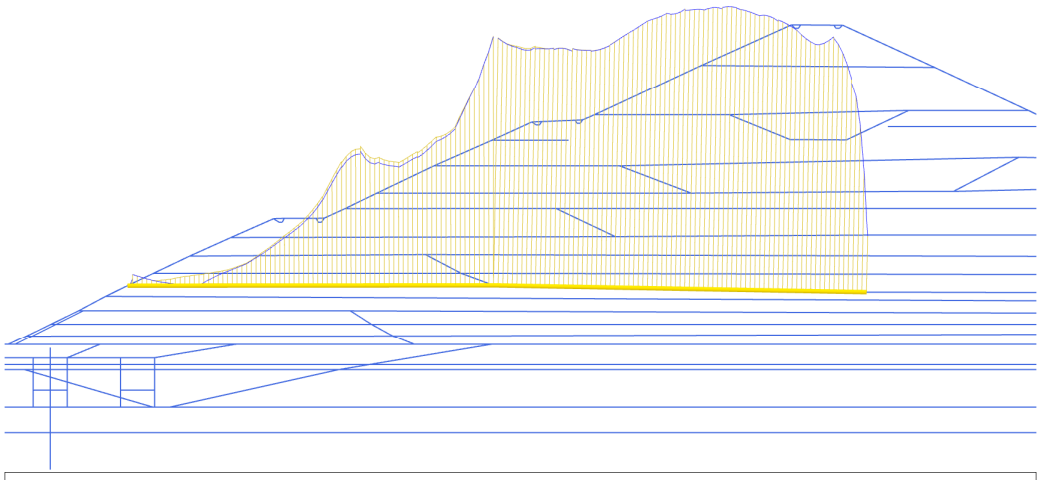


Envelope of Axial forces N (scaled up 0.500 times) (Time 4590 day)

Maximum value = 34.74 kN/m (Element 157 at Node 10900)

Minimum value = 0.000 kN/m

5.4.2.3. GEOTEXTIEL +3.90 MTAW



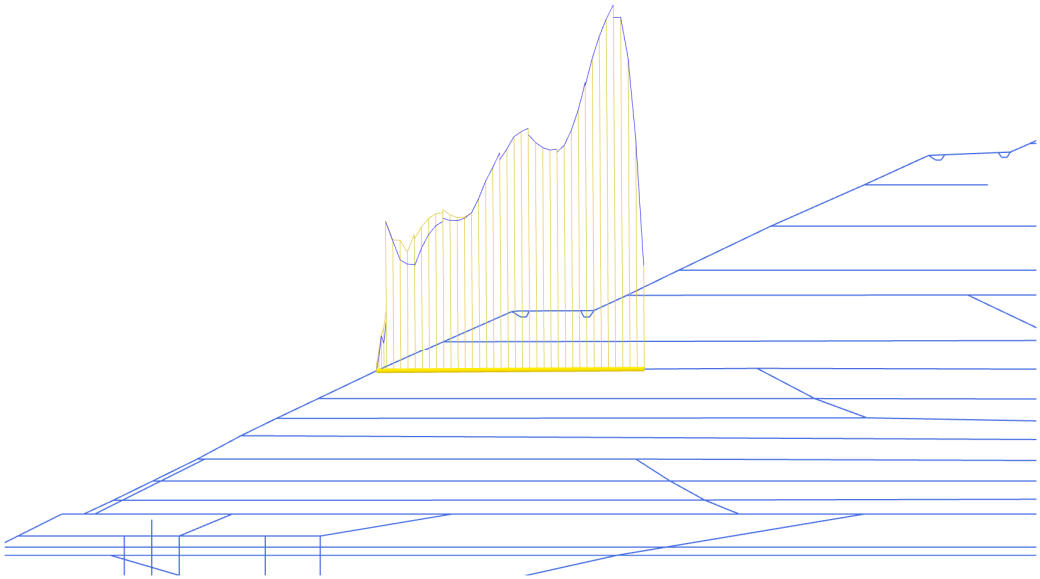
Envelope of Axial forces N (scaled up 0.500 times) (Time 4590 day)

Maximum value = 33.24 kN/m (Element 125 at Node 6999)

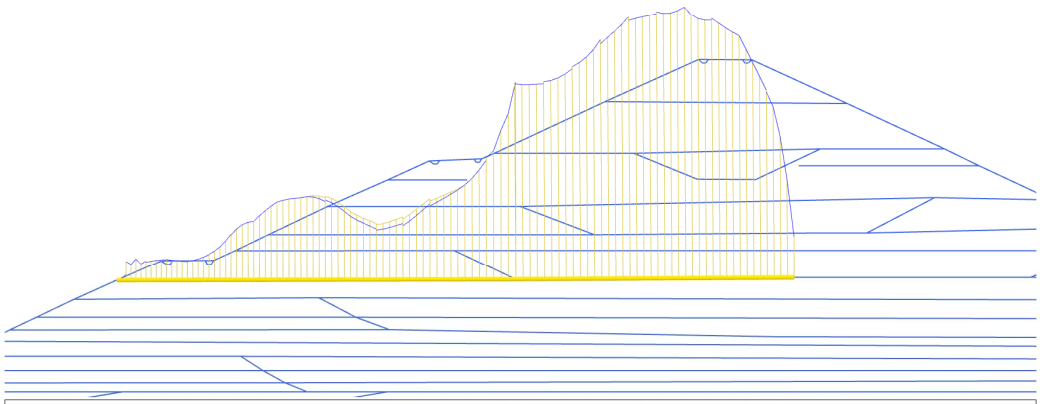
Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.4.2.4. GEOTEXTIEL +5.90 MTAW



5.4.2.5. GEOTEXTIEL +6.40 MTAW



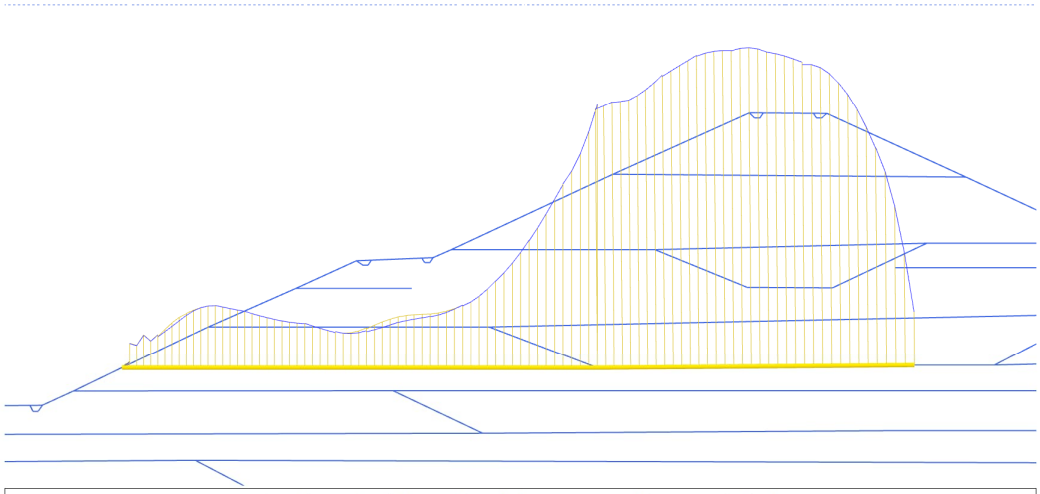
Envelope of Axial forces N (scaled up 0.500 times) (Time 4590 day)

Maximum value = 30.79 kN/m (Element 62 at Node 5383)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.4.2.6. GEOTEXTIEL +8.70 MTAW

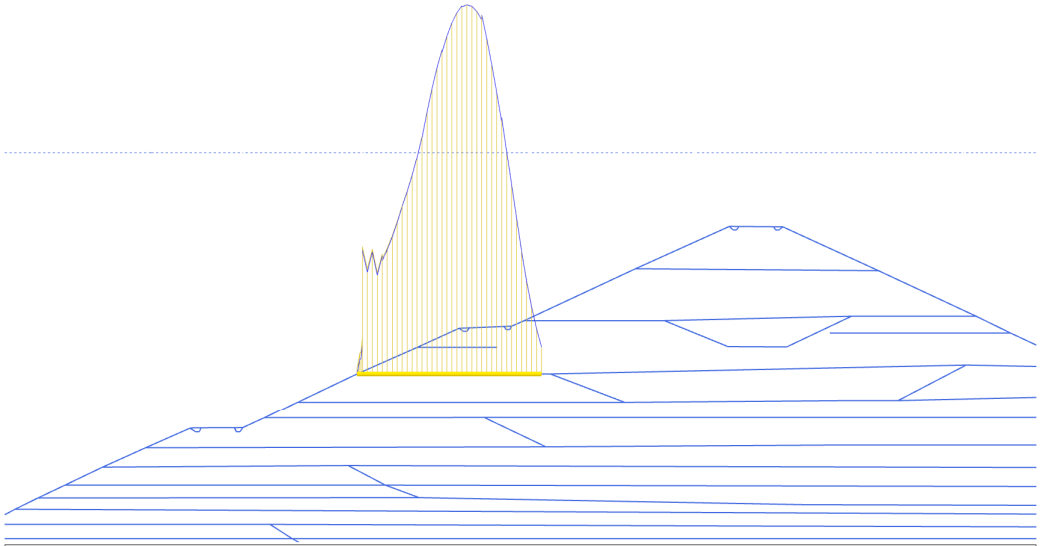


Envelope of Axial forces N (scaled up 0.500 times) (Time 4590 day)

Maximum value = 24.80 kN/m (Element 35 at Node 3730)

Minimum value = 0.000 kN/m

5.4.2.7. GEOTEXTIEL +10.50 MTAW



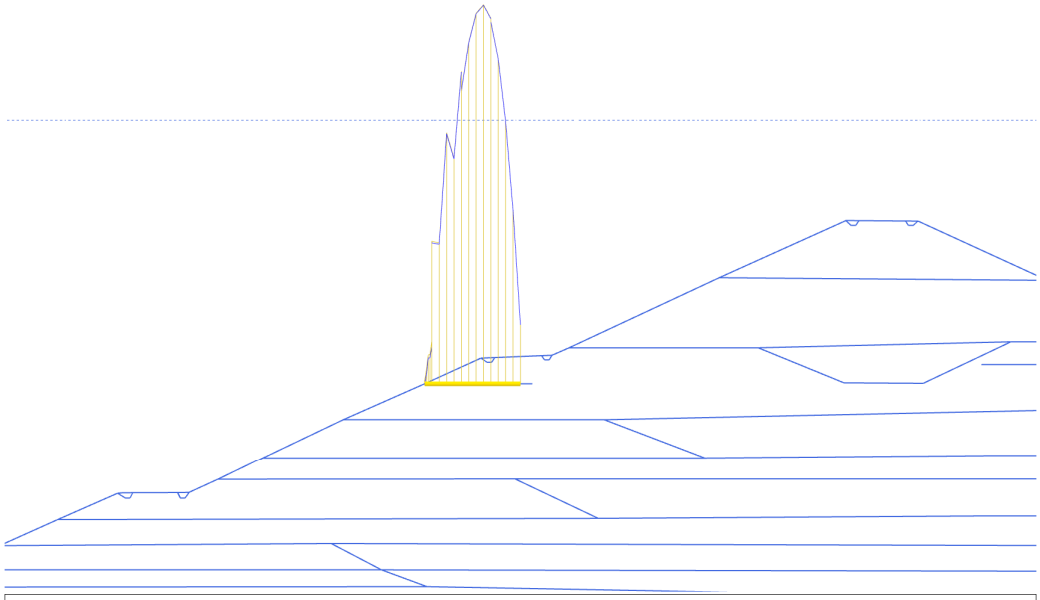
Envelope of Axial forces N (scaled up 5.00 times) (Time 4590 day)

Maximum value = 4.166 kN/m (Element 27 at Node 273)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.4.2.8. GEOTEXTIEL +12.00 MTAW

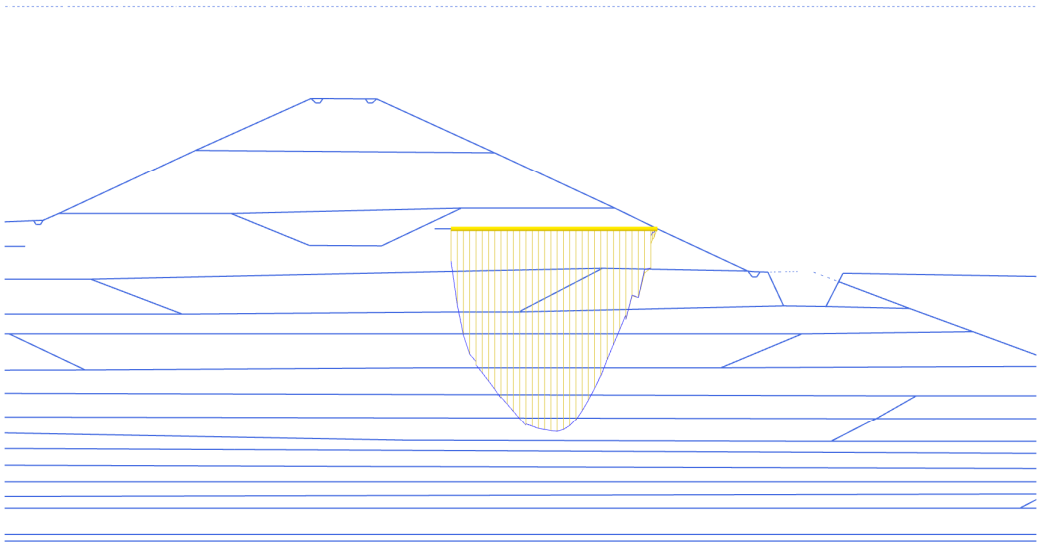


Envelope of Axial forces N (scaled up 5.00 times) (Time 4590 day)

Maximum value = 3.160 kN/m (Element 19 at Node 2061)

Minimum value = 0.000 kN/m

5.4.2.9. GEOTEXTIEL +12.40 MTAW (HAVENZIJDE)



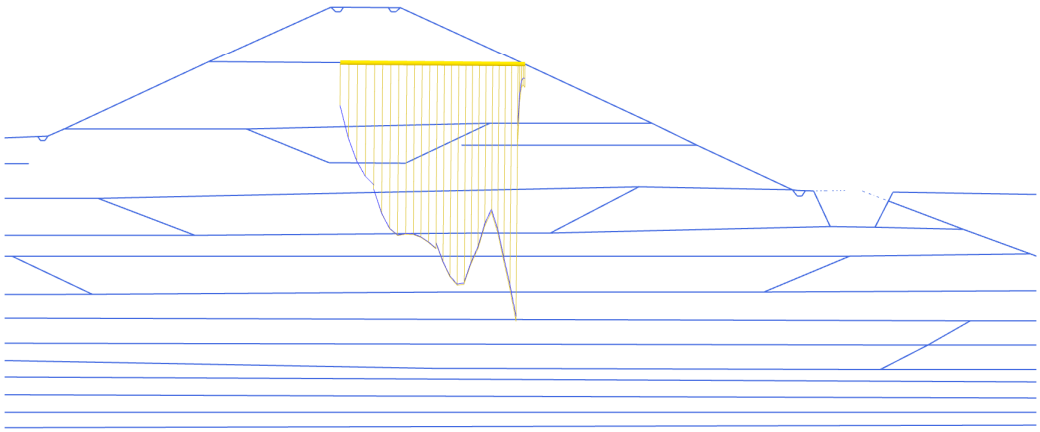
Envelope of Axial forces N (scaled up 1.00 times) (Time 4590 day)

Maximum value = 9.287 kN/m (Element 11 at Node 9467)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.4.2.10. GEOTEXTIEL +15.60 MTAW (HAVENZIJDE)



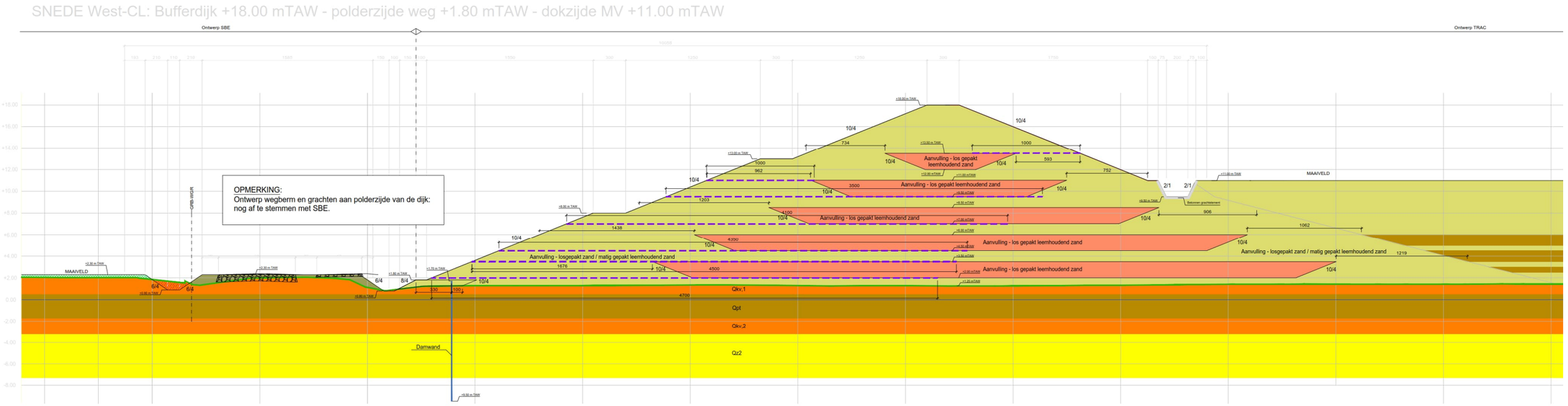
Envelope of Axial forces N (scaled up 5.00 times) (Time 4590 day)

Maximum value = 2.235 kN/m (Element 1 at Node 14715)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

BIJLAGE 1. GEOMETRIE - SNEDE WEST-CL VOLGENS [5]



LEGENDE

- breuksteenbestorting, LMA 40/200
- vette grond
- Qkv
- Qpt
- Qz1, Qz2
- Aanvulling - matig gepakt zand (inw. wrijving +- 30°)
- Aanvulling - losgepakt zand / matig gepakt leemhoudend zand (inw. wrijving +- 27°)
- Aanvulling - los gepakt leemhoudend zand (inw. wrijving +- 25°)
- Uitgraving: mechanisch / hydraulisch
- Opvulling
- Geotextiel

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

BIJLAGE 2. TOETSING DAMPLANK VOLGENS EN1993-5

2-A SITUATIE MMAX

Moment	MEd	1047	kNm/m
Dwarskracht	VEd	28	kN/m
Normaalkracht	NEd	50	kN/m
wateroverdruk	w	0	m
kniklengte	l	10.53	m

Buiging en dwarskracht volgens EN 1993-5:2007, par. 5.2.2			
Zuivere buiging			
$M_{c,Rd}$	1161.92	kNm/m	
M_{Ed}	**<**	**$M_{c,Rd}$**	OK
Afschuiving in lijfplaat en buiging			
Av	0.00849	mm²/m	
$V_{pl,Rd}$	1740	kN/m	
V_{Ed}	**<**	**$V_{pl,Rd}$**	OK
V_{Ed}	**<**	**0,5 $V_{pl,Rd}$**	OK
--> geen reductie Mc,Rd			
Plooien lijf door afschuiving		als:	$c/t_w > 72\,\varepsilon$
(c/tw)/ε	51.05	<72	
--> weerstand tegen plooien door afschuiving niet toets			
Buiging, dwarskracht en normaalkracht volgens EN 1993-5:2007, par. 5.2.3			
Knik			
N_{cr}	10025	kN/m	
$N_{Ed/Ncr}$	**<**	**0.04**	OK
--> geen knik in beschouwing			
$N_{pl,Rd}$	5937	kN/m	
Buiging en normaalkracht			
$N_{Ed}/N_{pl,Rd}$	**0.0**	**<1**	OK
--> effect normaalkracht niet in beschouwing			
Buiging+Normaalkracht+Afschuiving			
--> geen reductie			

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

2-B SITUATIE MMAX2

Moment	MEd	978	kNm/m
Dwarskracht	VEd	151	kN/m
Normaalkracht	NEd	89	kN/m
wateroverdruk	w	0	m
kniklengte	l	10.53	m

Buiging en dwarskracht volgens EN 1993-5:2007, par. 5.2.2			
Zuivere buiging			
$M_{c,Rd}$	1161.92	kNm/m	
M_{Ed}	**<**	**$M_{c,Rd}$**	OK
Afschuiving in lijfplaat en buiging			
Av	0.00849	mm²/m	
$V_{pl,Rd}$	1740	kN/m	
V_{Ed}	**<**	**$V_{pl,Rd}$**	OK
V_{Ed}	**<**	**0,5 $V_{pl,Rd}$**	OK
--> geen reductie Mc,Rd			
Plooien lijf door afschuiving		als:	$c/t_w > 72\,\varepsilon$
(c/tw)/ε	51.05	<72	
--> weerstand tegen plooien door afschuiving niet toets			
Buiging, dwarskracht en normaalkracht volgens EN 1993-5:2007, par. 5.2.3			
Knik			
N_{cr}	10025	kN/m	
$N_{Ed/Ncr}$	**<**	**0.04**	OK
--> geen knik in beschouwing			
$N_{pl,Rd}$	5937	kN/m	
Buiging en normaalkracht			
$N_{Ed}/N_{pl,Rd}$	**0.0**	**<1**	OK
--> effect normaalkracht niet in beschouwing			
Buiging+Normaalkracht+Afschuiving			
--> geen reductie			

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

2-C SITUATIE NMAX

Moment	MEd	746	kNm/m
Dwarskracht	VEd	312	kN/m
Normaalkracht	NEd	121	kN/m
wateroverdruk	w	0	m
kniklengte	l	10.53	m

Buiging en dwarskracht volgens EN 1993-5:2007, par. 5.2.2			
Zuivere buiging			
$M_{c,Rd}$	1161.92	kNm/m	
M_{Ed}	**<**	**$M_{c,Rd}$**	OK
Afschuiving in lijfplaat en buiging			
Av	0.00849	mm²/m	
$V_{pl,Rd}$	1740	kN/m	
V_{Ed}	**<**	**$V_{pl,Rd}$**	OK
V_{Ed}	**<**	**0,5 $V_{pl,Rd}$**	OK
--> geen reductie Mc,Rd			
Plooien lijf door afschuiving		als:	$c/t_w > 72\,\varepsilon$
(c/tw)/ε	51.05	<72	
--> weerstand tegen plooien door afschuiving niet toets			
Buiging, dwarskracht en normaalkracht volgens EN 1993-5:2007, par. 5.2.3			
Knik			
N_{cr}	10025	kN/m	
$N_{Ed/Ncr}$	**<**	**0.04**	OK
--> geen knik in beschouwing			
$N_{pl,Rd}$	5937	kN/m	
Buiging en normaalkracht			
$N_{Ed}/N_{pl,Rd}$	**0.0**	**<1**	OK
--> effect normaalkracht niet in beschouwing			
Buiging+Normaalkracht+Afschuiving			
--> geen reductie			

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

2-D SITUATIE QMAX

Moment	MEd	337	kNm/m
Dwarskracht	VEd	406	kN/m
Normaalkracht	NEd	99	kN/m
wateroverdruk	w	0	m
kniklengte	l	10.53	m

Buiging en dwarskracht volgens EN 1993-5:2007, par. 5.2.2			
Zuivere buiging			
$M_{c,Rd}$	1161.92	kNm/m	
M_{Ed}	**<**	**$M_{c,Rd}$**	OK
Afschuiving in lijfplaat en buiging			
Av	0.00849	mm²/m	
$V_{pl,Rd}$	1740	kN/m	
V_{Ed}	**<**	**$V_{pl,Rd}$**	OK
V_{Ed}	**<**	**0,5 $V_{pl,Rd}$**	OK
--> geen reductie Mc,Rd			
Plooien lijf door afschuiving		als:	$c/t_w > 72\,\varepsilon$
(c/tw)/ε	51.05	<72	
--> weerstand tegen plooien door afschuiving niet toets			
Buiging, dwarskracht en normaalkracht volgens EN 1993-5:2007, par. 5.2.3			
Knik			
N_{cr}	10025	kN/m	
$N_{Ed/Ncr}$	**<**	**0.04**	OK
--> geen knik in beschouwing			
$N_{pl,Rd}$	5937	kN/m	
Buiging en normaalkracht			
$N_{Ed}/N_{pl,Rd}$	**0.0**	**<1**	OK
--> effect normaalkracht niet in beschouwing			
Buiging+Normaalkracht+Afschuiving			
--> geen reductie			

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

TRACTEBEL ENGINEERING S.A.

KANTOOR GENT
Esplanade Oscar Van de Voorde 1
9000 Gent – BELGIË
tel. +32 9 240 09 11 – fax +32 9 240 09 00
engineering-be@tractebel.engie.com
tractebel-engie.com

TECHNISCH RAPPORT

Onze ref.: P016898_2GD_RAP-D-2203

Klant:	Port of Antwerp
Contactpersoon:	Kristof Guldentops
Tel.:	+32 3 229 71 06
Email:	Kristof.Guldentops@portofantwerp.com
Project:	Ontwerpstudie Tweede Getijdendok
Onderwerp:	Voorontwerp dijk zone West CH
Revisie:	0
Status:	IFA
Opmerkingen:	[Comments]

REV.	DD/MM/YY	STAT.	OPGESTELD	GEVERIFIEERD	GOEDGEKEURD
00	20/12/23	IFA	CBO	DRB	DRB

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

DOCUMENT IDENTIFICATIE

Project: Ontwerpstudie Tweede Getijdendok

Klant: Port of Antwerp

Onderwerp: Voorontwerp dijk zone West CH

Nr.: P016898_2GD_RAP-D-2203_0

Status: IFA

Pad: \\d10.tes.local\SESAME\1BUS\INFRA&ENV\IN13\PROJECTS\P016898_POA2GD\5WRK\52 Voorontwerp\02 Dijken\04 notas\P016898_2GD_RAP-D-2203_0_VO dijk West_CH 231220_BSP.docx

OPGESTELD	GEVERIFIEERD	VALIDATED
Naam: **Cathy Boone** Handtekening:	Naam: **Dries Ballieu** Handtekening:	Naam: **Dries Ballieu** Handtekening:

DOCUMENT HISTORIE

REV.	WIJZIGINGEN
00	Eerste uitgave

ABSTRACT

Deze nota omschrijft het voorontwerp van de dijken in de zone West_CH.

INHOUDSTAFEL

1. INLEIDING 4

2. REFERENTIES 5

2.1. Normen en richtlijnen 5

2.2. Documenten 5

2.2.1. Project gebonden documenten 5
2.2.2. Niet project gebonden documenten 5

3. AFKORTINGEN EN SYMBOLEN 6

4. MODELGEVENS 7

4.1. Ligging zone West CH 7

4.2. Geometrie 7

4.3. Waterstanden 10

4.3.1. Bouwfase 10
4.3.2. Finale toestand 10

4.4. Belastingen 11

4.4.1. Variabele lasten 11

4.5. Model 11

4.6. Toetsingscriteria 11

4.6.1. UGT-F 11
4.6.2. GGT 12

5. INPUT MODEL – INCL. COMPENSATIE ZETTINGEN 13

5.1. Fasering 13

5.2. Opbouw 13

5.2.1. Westelijke ontsluiting 13

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.2.2. Toepassing grondverbetering 13
5.2.3. Opbouw dijk tot +7.00 mTAW 13
5.2.4. Ophoging concessie tot +3.00 mTAW 16
5.2.5. Opbouw dijk tot +8.00 mTAW 16
5.2.6. Ophoging concessie tot +5.00 mTAW 16
5.2.7. Opbouw dijk tot +8.50 mTAW 16
5.2.8. Ophoging concessie tot +7.00 mTAW 17
5.2.9. Opbouw dijk tot +18.00 mTAW 17
5.2.10. Ophoging concessie tot +11.00 mTAW 20

5.3. Veiligheidsfactoren 21

5.3.1. Overzicht21
5.3.2. Grafieken 23
5.3.3. Glijvlakken 26
5.3.4. Zandmeevoerende wellen (piping) 44

5.4. Zettingen en verplaatsingen 44

5.4.1. Ogenblikkelijke zettingen en verplaatsingen (tot in laatste uitvoeringsfase) 46
5.4.2. Langetermijnszettingen en -verplaatsingen 47
5.4.3. Plaxis vs. Terzaghi 50

5.5. Inwendige krachten 54

5.5.1. Geotextielen 54

BIJLAGE 1. GEOMETRIE - SNEDE WEST-CH VOLGENS [5] 61

FIGUREN

Figuur 1-1: Basisoptie (‘boemerang’) en ‘elleboog’-optimalisaties A en B 4
Figuur 1-2: Duplexalternatief 4
Figuur 4-1: Inrichtingsvariant – Duplex – indeling dijken volgens zone [4] 7
Figuur 5-1: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 1 – punt 14843 23
Figuur 5-2: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 3+4 – punt 10875 24
Figuur 5-3: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 5b tem 10a – punten 33058 + 47082 24
Figuur 5-4: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 7c+9c+10b tem 12d – punten 4819+5671+24363 25
Figuur 5-5: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 12e tem 15d – punten 13406+14418+15145 25
Figuur 5-6: Vervormingen dijk na 5 jaar consolidatie (fase 15d) 44
Figuur 5-7: Restzettingen tpv dijk tijdens laatste consolidatiefase (fase 15d) (schaal: max. 6 cm zetting tpv concessie) 45
Figuur 5-8: Verloop zettingen tpv kruin (punt D) en tenen van dijk (A en E) 45
Figuur 5-9: Ogenblikkelijke vervormingen na aanleg en consolidatie wegberm 46
Figuur 5-10: Ogenblikkelijke zettingen na aanleg en consolidatie wegberm 46

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Figuur 5-11: Ogenblikkelijke zettingen einde uitvoeringsfase – fase 15b 47
Figuur 5-12: Langetermijnszettingen – fase 15d..... 47
Figuur 5-13: Referentiepeil verplaatsingen op funderingsaanzet van wegberm (snede AA*)48
Figuur 5-14: Zettingen – na realisatie wegberm, 11 jaar na realisatie wegberm zonder dijk en 11 jaar na realisatie wegberm met dijk..... 49
Figuur 5-15: Horizontale verplaatsingen – na realisatie wegberm, 11 jaar na realisatie wegberm zonder dijk en 11 jaar na realisatie wegberm met dijk..... 49
Figuur 5-16: Extra verplaatsingen – dijk vs. berm (consolidatie)..... 50
Figuur 5-17: Effectieve spanningen s'yy – fase 15d 50
Figuur 5-18: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15d - Plaxis 51
Figuur 5-19: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15d - Terzaghi 52
Figuur 5-20: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15d – Plaxis vs. Terzaghi 52
Figuur 5-21: Effectieve spanningen s'yy – fase 15d – optimalisatie spanningen..... 53
Figuur 5-22: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15d – Plaxis vs. Terzaghi – optimalisatie spanningen 54

TABELLEN

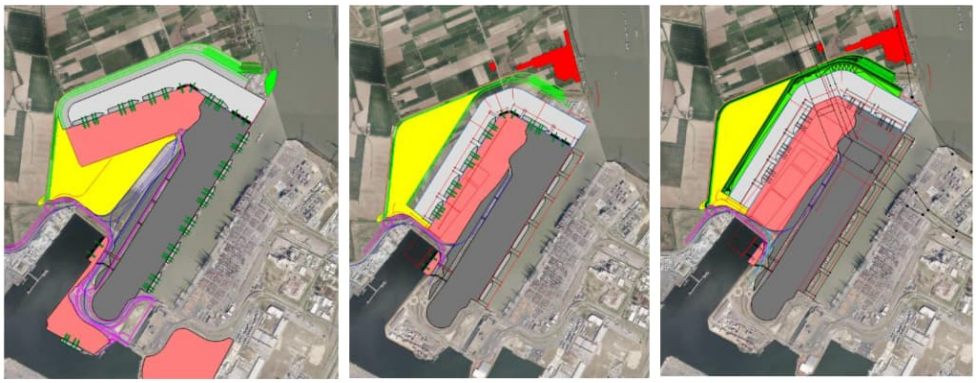
Tabel 3-1: Afkorting algemeen 6
Tabel 3-2: Waterpeilen getij 6
Tabel 4-1: Lagenopbouw - zone West-CH - conservatief gemiddelde sondering - geotechnisch ontwerp [4].....9
Tabel 4-2: Grondparameters in de ophogings- aanvullingsmaterialen (1/2) [2].....9
Tabel 4-3: Grondwaterstanden – ontwerp dijken 10
Tabel 4-4: Waterstanden niet-tijgebonden dijken per faalmechanisme [2] 10
Tabel 5-2: Veiligheidsfactoren – dijk met geotextielen – incl overhoogtes – deel 1..... 21
Tabel 5-3: Veiligheidsfactoren – dijk met geotextielen – incl overhoogtes – deel 2..... 22
Tabel 5-4: Ogenblikkelijke verplaatsingen en zettingen einde uitvoeringsfase – fase 15b... 47
Tabel 5-5: Langetermijnszettingen en -verplaatsingen einde uitvoeringsfase – fase 15a 47
Tabel 5-6: zettingen Plaxis vs. Terzaghi – fase 15d 52
Tabel 5-7: Inwendige krachten in geotextiel (N: trekkracht gemeten in finale toestand; Nmax: omhullende trekkracht)..... 54

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

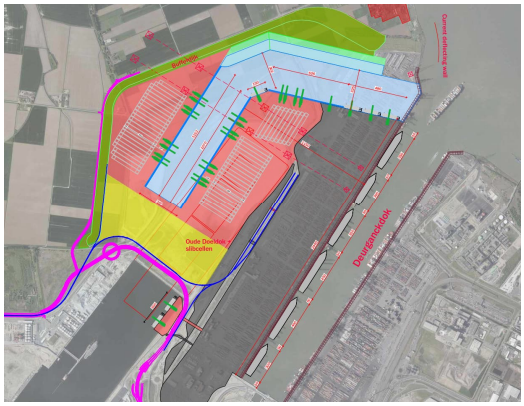
1. INLEIDING

Op 31 januari 2020 stelde de Vlaamse Regering het Voorkeursbesluit van het complex project ‘Realisatie van extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen’ (CP ECA) definitief vast en rondde hiermee de onderzoeksfase conform het decreet complexe projecten af. De Vlaamse Regering identificeerde twee mogelijke inrichtingsalternatieven voor het Tweede Getijdendok: alternatief ‘Boemerang’ en alternatief ‘Winkelhaak’.

Na recente inspraakrondes is door de Port of Antwerp nog een derde variant toegevoegd, nl. ‘Duplex’ met commerciële kades langs beide zijden van het dok zoals op Figuur 1-2 te zien is. Dit alternatief sluit meer ten noorden aan met het Deurganckdok dan de eerder bekeken alternatieven en laat afmeren mogelijk aan beide zijden van het dokuiteinde.



Figuur 1-1: Basisoptie (‘boemerang’) en ‘elleboog’-optimalisaties A en B



Figuur 1-2: Duplexalternatief

In deze nota wordt het voorontwerp van de dijken in de zone West CH bestudeerd. De randvoorwaarden zijn gebaseerd op deze vastgelegd in de algemene beschrijvende nota [2] en de specifieke beschrijving voor de dijken [4].

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

2. REFERENTIES

2.1. Normen en richtlijnen

[1] NBN EN 1993-5 ANB: Eurocode 3 - Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 5: Palen en damwanden - Nationale Bijlage

2.2. Documenten

2.2.1. Project gebonden documenten

2.2.1.1. NOTA'S EN RAPPORTEN

[2] P016898_2GD_RAP-A-0010_D Globale randvoorwaardennota

[3] P016898_2GD_RAP-A-2005_0 Uitvoeringsplanning Voorontwerp

[4] P016898_2GD_RAP-D-2201_A Randvoorwaarden dijkontwerp

2.2.1.2. TEKENINGEN

[5] P016898_2GD_TEK-D-2202_0_ Typesneden bufferdijk – snede West-CL en West-CH

2.2.2. Niet project gebonden documenten

2.2.2.1. NOTA'S EN RAPPORTEN

nihil

2.2.2.2. TEKENINGEN

nihil

2.2.2.3. OVERIGE BRONNEN

nihil

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

3. AFKORTINGEN EN SYMBOLEN

Tabel 3-1: Afkorting algemeen

Bc	Formatie van Berchem
Bm	Formatie van Boom
Kd	Formatie van Kattendijk
C59	reservezone voor specieberging, ten noorden van Doeldok dam
GWM	Grondwatermodel
Li	Formatie van Lillo
LiKr	lid van Kruisschans
LiMe	lid van Merksem
LiOo	lid van Oorderen
MIDA	zone voor specieberging, ten noorden van Doeldok
MPET	MSC PSA European Terminal
MV	maaiveld
NID	Noordelijk InsteekDok
Q_{z1}	Quartair/antropogeen zand - Los gepakt zand
Q_{z2}	Quartair/antropogeen zand - Matig dicht gepakt zand
Q_{z3}	Quartair/antropogeen zand - (Zeer) Dicht gepakt zand
2GD	Tweede GetijdenDok

Tabel 3-2: Waterpeilen getij

EHW	Extreem Hoog Water
HHW	Hoogste Hoog Water
GHWS	Gemiddeld Hoog Water Springtij
GHW	Gemiddeld Hoog Water
GLW	Gemiddeld Laag Water
GLWS	Gemiddeld Laag Water Springtij
LLW	Laagste Laag Water
ELW	Extreem Laag Water

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

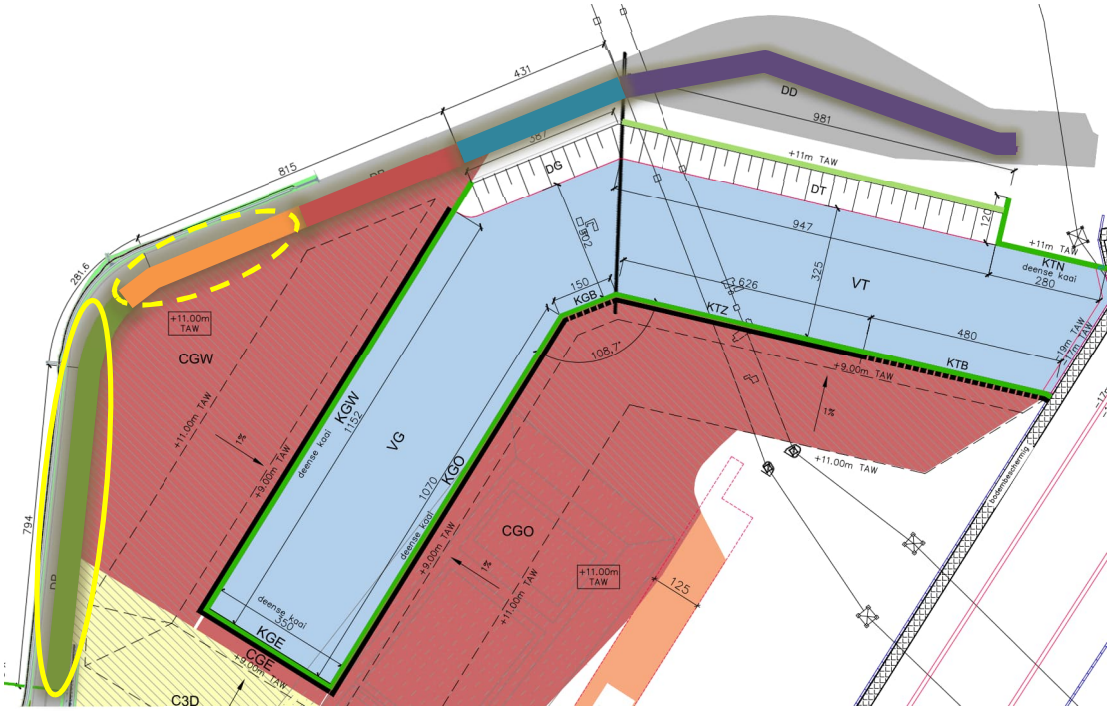
4. MODELGEVENS

De randvoorwaarden uit [4] zijn van toepassing en worden nader gespecifieerd, waar nodig, in onderstaande paragrafen.

4.1. Ligging zone West CH

Het ontworpen typeprofiel van de dijk is gelegen in zone West CH. Deze zone sluit in het zuiden aan op de belevingsheuvel, maakt in het noorden een bocht ter plaatse van het kruispunt Dreefstraat/Engelsesteenweg en sluit in het oosten aan op de concessie CGW.

In onderstaande figuur is deze zone gemarkeerd in gele volle contourlijn. Binnen de gele gestreepte contourlijn loopt de Engelsesteenweg op naar een lager peil en liggen de dijkprofielen tussen het typeprofiel West CL (rode lijn in de figuur) en West CH.



Figuur 4-1: Inrichtingsvariant – Duplex – indeling dijken volgens zone [4]

4.2. Geometrie

Het Plaxismodel start met de geometrie gegeven in snede West-CH van [5] (tevens in BIJLAGE 1). Ten gevolge van de stabiliteitscontroles kunnen bepaalde elementen wijzigen.

De dijk wordt gerealiseerd nagenoeg parallel met de Hogendijk. Ter plaatse van de footprint van de dijk en in de directe omgeving van de dijk,

- worden alle bestaande bovengrondse elementen verwijderd
- worden alle elementen verwijderd welke in de zone van een uitgraving voor de dijk liggen;

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- worden alle elementen verwijderd gelegen ter plaatse van en in de directe omgeving (<1m van as van de damwand) van een damwand;
- worden alle lijnvormige elementen die niet parallel met de dijk verlopen en die aanleiding kunnen geven tot een verhoging van de kwel onder de dijk verwijderd
- worden alle bestaande en nieuwe putten gevuld met kleihoudende grond.

Onder de dijk mogen geen kanalen in zandhoudend materiaal ontstaan die verbinding maken tussen de beide tenen van de dijk. Zij kunnen aanleiding geven tot een verhoging van de kwelstroom onder de dijk.

Dijk met kruinbreedte 3m op +18 mTAW en standaard taludhellingen van 10/4 met,

- Banketten op +8 mTAW en +13 mTAW aan polderzijde met breedte 3m.
- Aan polderzijde voorzien van een dijkgracht met bodem op +5.00 mTAW en breedte 1m en taluds 6/4 (polderzijde) en 8/4 (dijkzijde). Tussen de gracht en de dijk is een banket voorzien van 1m breedte op +6.50 mTAW.
- Geotextielen:
  - Stijfheid EA: 1200 kN/m
  - Elastoplastisch gedrag: Np = 110kN/m
  - Levensduur 100 jaar
- Geotextielen aan polderzijde: lengte vs. peil:
  - 41.5m op +5.3 mTAW
  - 19m op +6.25 mTAW
  - 39.5m op +7.1 mTAW
  - 39.5m op +7.6 mTAW
  - 18.5m op +8.4 mTAW
  - 11.5m op +6.0 mTAW
  - 31.5m op +10.5 mTAW
  - 11m op +11.5 mTAW
- Geotextielen aan havenzijde: lengte vs. peil:
  - 7.5m op +12.0 mTAW
  - 8m op +14.5 mTAW
- Grondlagenopbouw volgens conservatief gemiddelde sondering GEO-20/015-S72 [4] (zie onderstaande tabel)
- Aanvulling (zie eigenschappen in [2])
  - dijk tot +11.5 mTAW in zand_12 (Qz1+Qz2)
  - dijk boven +11.5 mTAW in zand_2 (Qz2, Qz3)
  - kern van de dijk met (zandhoudende) klei (Qkz, Qkv)
  - Afdek van de dijk is te voorzien in teelaarde of leemhoudend/kleinhoudend materiaal. Dit is niet voorzien in het model.
- Ophoging van de concessie tot +11 mTAW,

De stabiliteit van de wegberm maakt geen onderdeel uit van onderhavige studie. Deze is te beschouwen als bestaande toestand. De effecten van de aanleg van de dijk op de berm zijn wel onderdeel van de studie.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Tabel 4-1: Lagenopbouw - zone West-CH - conservatief gemiddelde sondering - geotechnisch ontwerp [4]

	toppeil [mTAW]	bodempeil [mTAW]	laagdikte [m]
ANTR_Qz3	3.57	3.57	0
ANTR_Qz1-Qz2	3.57	3.57	0
Qkv,1	3.57	2	1.57
Qkz	2	-0.5	2.5
Qpt_act	-0.5	-2.6	2.1
Qkv,2	-2.6	-2.6	0
Qz1	-2.6	-2.6	0
Qz2	-2.6	-7.1	4.5
Qz3	-7.1	-7.1	0
LiKr	-7.1	-7.9	0.8
LiOo	-7.9	-18.7	10.8
Kd	-18.7	-30.2	11.5
Bc	-30.2	-33.4	3.2
Bm	-33.4		

Tabel 4-2: Grondparameters in de ophogings- aanvullingsmaterialen (1/2) [2]

Materiaal	Oorsprong volgens [74]	$\gamma_{boven\ FO}$ [kN/m³]	$\gamma_{onder\ FO}$ [kN/m³]	c' [kPa]	φ [°]	Ψ [°]	k_v [m/s]	k_h [m/s]
Veen	Qpt	12	12	2	15	0	1.0E-09	1.0E-09
(Zandhoudend) klei	Qkz, Qkv	17	17	4	22	0	1.0E-09	1.0E-09
Zand_1	Qz1	16	18	0	25	0	1.0E-05	1.0E-05
Zand_2	Qz2, Qz3	17	19	0	30	0	1.0E-04	1.0E-04
Zand_12(*)	Qz1 + Qz2	17	19	0	27	0	1.0E-04	1.0E-04

(*) In de voorontwerpberekeningen van de verschillende structuren zal het nog niet steeds duidelijk zijn welk materiaal in welke fase beschikbaar is. In de bovenste lagen (materiaal hoofdzakelijk beschikbaar voor de dijken) blijkt ook hoofdzakelijk een mengeling van Qz1 en Qz2 beschikbaar te zijn. Daarom wordt een ophoogmateriaal met gemiddelde karakteristieken gedefinieerd.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

4.3. Waterstanden

4.3.1. Bouwfase

Tabel 4-3: Grondwaterstanden – ontwerp dijken

Laag [-]	Stijghoogte polders [mTAW]	Stijghoogte opgehoogde terreinen [mTAW]
Q_{top}	+2.2 mTAW)	+2.2 tot +6.00 mTAW (*)
Qkv Qpt	Interpolatie	Interpolatie
Qz2 LiKr LiOo Kd	+2.6 mTAW	+2.6 mTAW
Bm	+2.9 mTAW	+2.9 mTAW

(*) Toename waterpeil in veen

4.3.2. Finale toestand

Tabel 4-4: Waterstanden niet-tijgebonden dijken per faalmechanisme [2]

Faalmechanisme	**landzijde**	**havenzijde**
Macro/microstabiliteit:		
• **Talud dokzijde**	GWM gemiddeld peil	Zie Tabel 4-3
• **Talud landzijde**	GWM gemiddeld peil	Zie Tabel 4-3
Macro/microstabiliteit alternatief (**):		
• **Talud dokzijde**	maaiveld peil	Zie Tabel 4-3
• **Talud landzijde**	maaiveld peil	Zie Tabel 4-3
Zandmeevoerende wellen (piping):		
• **Nazicht grondbreuk**	-	-
• **Bepaling kwelweglengte**	-	-
Zettingen	GWM gemiddeld peil	Zie Tabel 4-3

(*) GWM = Grondwatermodel

(**) Van toepassing indien geen gegevens uit het grondwatermodel voorhanden is

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

4.4. Belastingen

4.4.1. Variabele lasten

4.4.1.1. BG9 VERKEERSBELASTING

Een uniform verdeelde belasting van 20 kN/m² is van toepassing over een breedte van 2,5 m te plaatsen op meest nadelige positie van de berm. Voor dijkberekeningen is de meest nadelige positie van de berm gelegen ter plaatse van het lager gelegen talud.

4.5. Model

De dijkstabiliteit wordt gecontroleerd mbv Plaxis 2D.

Zowel de tussentijdse fasen als de finale toestand werden gemodelleerd.

De initiële fase wordt gemodelleerd volgens de K0-procedure. Vervolgens wordt de bestaande toestand gemodelleerd volgens een plastische berekening waarbij de vervormingen worden bepaald volgens een gedraineerde toestand en waarbij eerdere vervormingen en kleine rekken worden gereset.

Iedere volgende fase wordt gemodelleerd volgens:

- Ongedraineerde materialen (type A – stijfheden en weerstanden bepaald volgens effectieve karakteristieken)
- Consolidatieberekening
- Grondwaterspanningen bepaald volgens een stationaire waterstand en hydraulisch opgelegde randvoorwaarden (op rand van model en/of maaiveldpeil)
- Tijdsinterval bepaald volgens beschikbaarheden van materialen en minimaal noodzakelijke consolidatieperiodes opdat de volgende fase kan gerealiseerd worden onder stabiele omstandigheden

De stabiliteit wordt gecontroleerd door het toepassen van een Msf-reductie op de weerstand van de grond.

4.6. Toetsingscriteria

4.6.1. UGT-F

De methodieken zijn beschreven in de randvoorwaardennota van de dijken [4] en worden hier nader toegepast.

4.6.1.1. MACRO/MICROSTABILITEIT

De stabiliteit wordt gecontroleerd mbv Plaxis 2D. De minimale veiligheidsfactoren bedragen:

- voor een finale toestand (gedraineerd): 1,25;
- voor iedere tussentijdse fase (niet-gedraineerde toestand): 1,1
- voor de landwaartse grachtwanden: 1,15 – op voorwaarde dat de bekomen glijvlakken niet door het dijklichaam gaan en dat de weg naast de gracht slechts een dienstweg is.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

4.6.1.2. ZANDMEEVOERENDE WELLEN (PIPING)

De kwelweglengte wordt gecontroleerd met de methode van Lane (zie [4]).

4.6.2. GGT

De methodieken zijn beschreven in de randvoorwaardennota van de dijken [4] en worden hier nader toegepast.

De zettingen worden bepaald over een termijn van maximum 30 jaar of tot einde van de consolidatie.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5. INPUT MODEL – INCL. COMPENSATIE ZETTINGEN

5.1. Fasering

De dijk wordt gefaseerd opgebouwd over een periode van 7 à 8 jaar. Deze fasering is meegenomen in het rekenmodel. De belangrijkste fases zijn hieronder opgenomen.

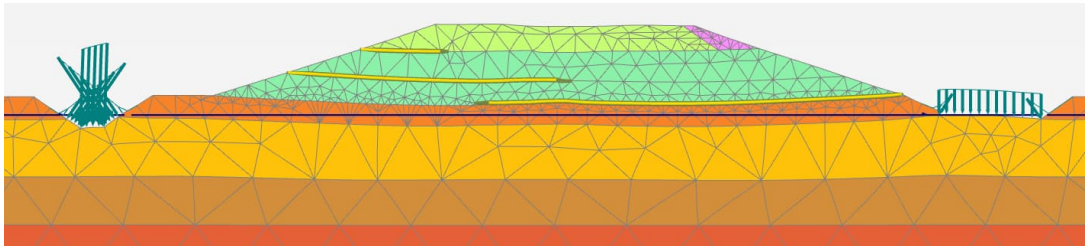
5.2. Opbouw

5.2.1. Westelijke ontsluiting

5.2.1.1. WEGOPBOUW

Opbouw van de wegberm met zand en geotextielen.

Het ontwerp van de wegberm maakt onderdeel uit van de studie van SBE. Gezien de wegberm een onderdeel uitmaakt van de bestaande toestand voorafgaand aan de bouw van de dijken, wordt in het plaxis model reeds een geometrie voorzien die sterk aanleunt tegen de gewenste layout van de wegberm. In detailontwerp wordt deze geometrie aangepast naar het ontwerp van SBE.



5.2.2. Toepassing grondverbetering

Aan polderzijde wordt voor deze snede geen grondverbetering voorzien.

5.2.3. Opbouw dijk tot +7.00 mTAW

De dijk wordt gefaseerd opgebouwd startende met de steunbermen in zand aan de randen van de dijk en nadien de opvulling van de ruimte ertussen met Qkz, Qkv. Waar nodig werd een geotextiel gelegd. Deze is niet alleen noodzakelijk in de huidige opbouwfase maar zal in een latere fase, mede door zijn lengte, eveneens dienst doen als grondverbetering.

Gezien hun relatief dichte ligging tegen de veen(houdende) lagen dienen de eerste grondlagen aangelegd te worden in relatief dunne lagen (ca. 1m) om bezwijken te voorkomen.

In deze fase treden nog geen wijzigingen op in FO (en onderliggende watervoerende lagen). De randvoorwaarden beschreven in [4] zijn van toepassing.

De opbouw van de dijk tot +7.00 mTAW bestaat uit lagen opgebouwd volgens:

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

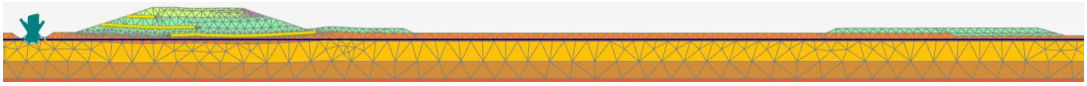
- 1.5m met steunberm Qz1Qz2 en opvulling Qkz, Qkv
- 1m zandlaag Qz1Qz2
- 1.5m met steunberm en opvulling Qkz, Qkv.

5.2.3.1. DIJK OP 3.5 – DEEL 1 AFDEK

Opbouw:

- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 0.5m
  - breedte ca. 12m.
  - materiaal: Qz1Qz2

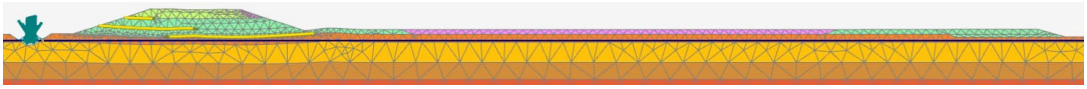
Aan havenzijde wordt de steunberm 10m breder uitgevoerd ikv stabiliteitsproblemen bij verdere opbouw.



5.2.3.2. DIJK OP 3.5 – DEEL 2 (KERN)

Opbouw:

- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 0.5m
  - breedte ca. 54m.
  - materiaal: Qkz, Qkv

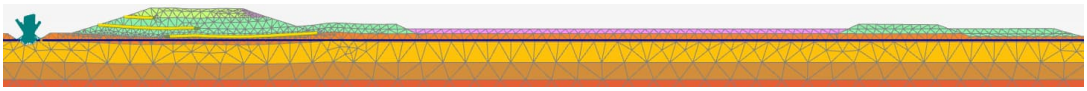


5.2.3.3. DIJK OP 4.0 – DEEL 1 AFDEK

Opbouw:

- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 0.6m
  - breedte ca. 12m.
  - materiaal: Qz1Qz2

Aan havenzijde wordt de steunberm 10m breder uitgevoerd ikv stabiliteitsproblemen bij verdere opbouw.



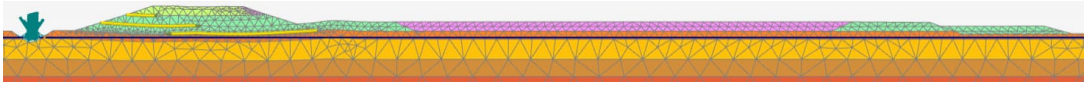
5.2.3.4. DIJK OP 4.0 – DEEL 2 (KERN)

Opbouw:

- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 0.6m
  - breedte ca. 56m.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

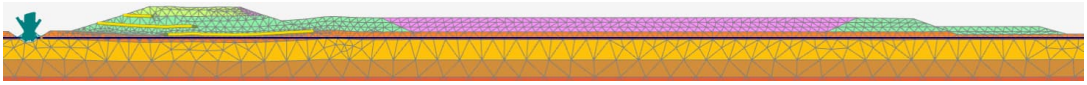
- materiaal: Qkz, Qkv



5.2.3.5. DIJK OP 4.5 (AFDEK+KERN)

Opbouw:

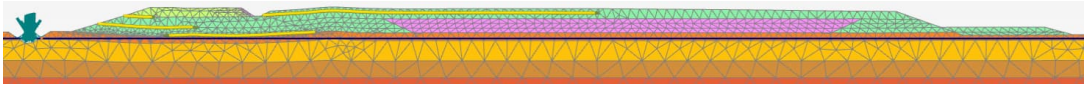
- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 0.6m
  - breedte ca. 12m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 0.6m
  - breedte ca. 59m.
  - materiaal: Qkz, Qkv



5.2.3.6. DIJK OP 5.5 + GEOTEXTIEL

Opbouw:

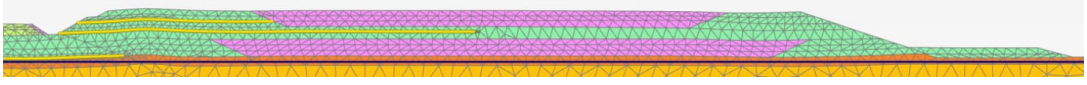
- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 41m lengte
- Aanleg grondlaag met
  - dikte 1.25m
  - breedte ca. 80m.
  - materiaal: Qz1Qz2



5.2.3.7. DIJK OP 7 + GEOTEXTIEL

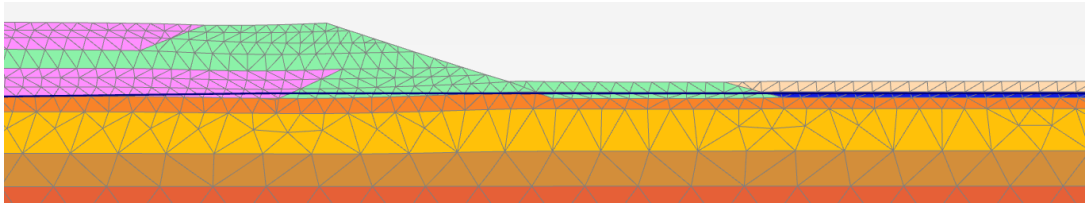
Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 20m lengte
- Aanleg grondlaag met
  - dikte 0.6m
  - breedte ca. 70m.
  - materiaal: Qz1Qz2



Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.2.4. Ophoging concessie tot +3.00 mTAW



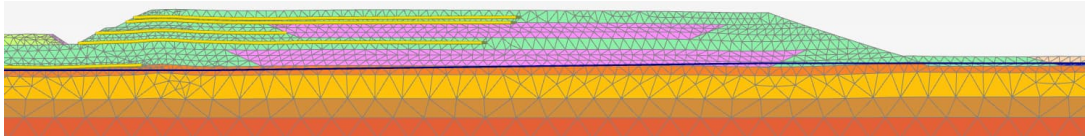
5.2.5. Opbouw dijk tot +8.00 mTAW

De dijk wordt opgehoogd met 1 m zand Qz1Qz2.

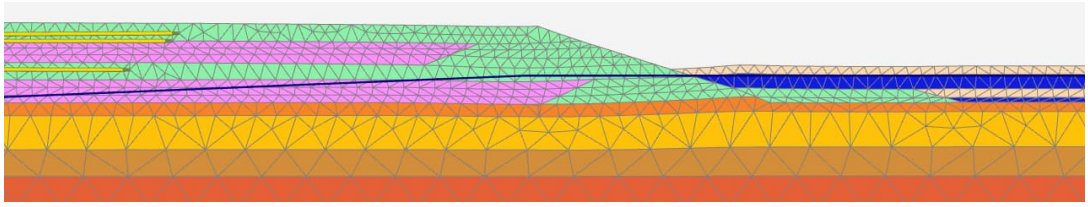
5.2.5.1. DIJK OP 8.0

Opbouw:

- Aanleg geotextielen aan polderzijde met ca. 40m lengte
- Aanleg grondlaag met
  - dikte 1.0m
  - breedte ca. 64m.
  - materiaal: Qz1Qz2



5.2.6. Ophoging concessie tot +5.00 mTAW



5.2.7. Opbouw dijk tot +8.50 mTAW

De dijk wordt opgehoogd met 1.5 m zand Qz1Qz2 voor de steunbermen en een interne aanvulling uit Qkz, Qkv.

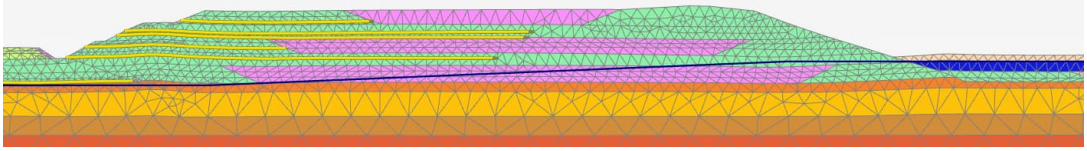
5.2.7.1. DIJK OP 8.5

Opbouw:

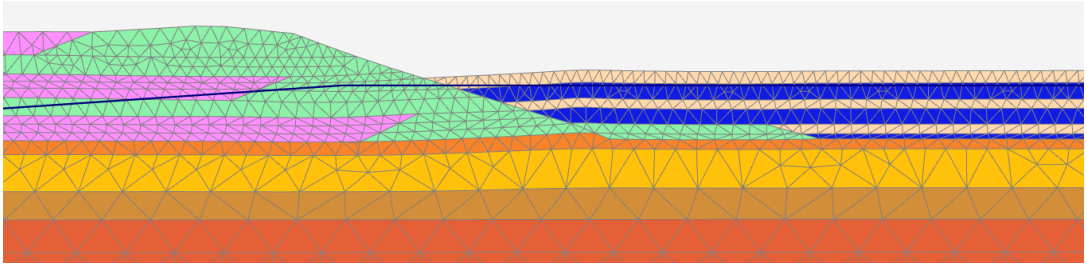
- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 18m lengte
- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 1.4m
  - breedte ca. 18m.
  - materiaal: Qz1Qz2

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 1.4m
  - breedte ca. 27m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Voorland: +4.5 mTAW
  - Polder: +2.2 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie



5.2.8. Ophoging concessie tot +7.00 mTAW



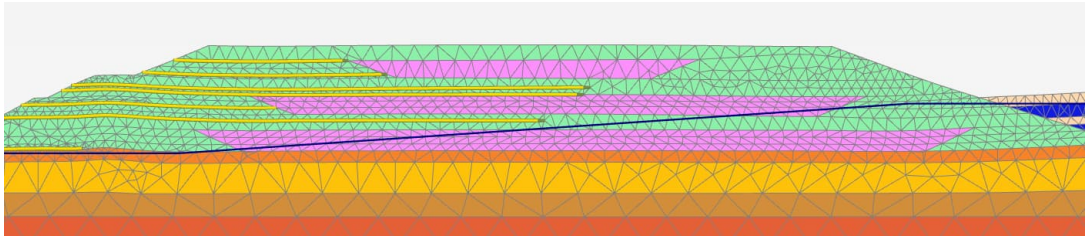
5.2.9. Opbouw dijk tot +18.00 mTAW

Verdere opbouw van de dijk tot +18.00 mTAW bestaat uit: 1m zandlaag Qz1Qz2 + 1.5m met steunberm en opvulling + 1m zandlaag Qz1Qz2 + 1.5m met steunberm en opvulling + 4m zandlaag Qz2 of Qz3.

5.2.9.1. DIJK OP 10.5

- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 13m lengte
- Aanleg grondlaag met
  - dikte 1.1m
  - breedte ca. 49m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Voorland: +6.0 mTAW
  - Polder: +2.2 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie

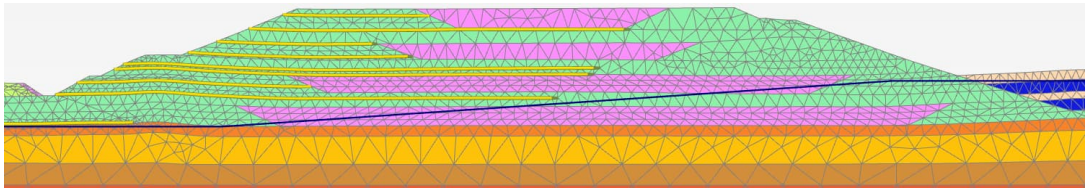
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



5.2.9.2. DIJK OP 12.0

Opbouw:

- Aanleg geotextielen aan polderzijde met ca. 31m en ca. 12m lengte
- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 1.7m
  - breedte ca. 10m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 1.7m
  - breedte ca. 21m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Voorland: +6.0 mTAW
  - Polder: +2.2 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie



5.2.9.3. DIJK OP 13.5

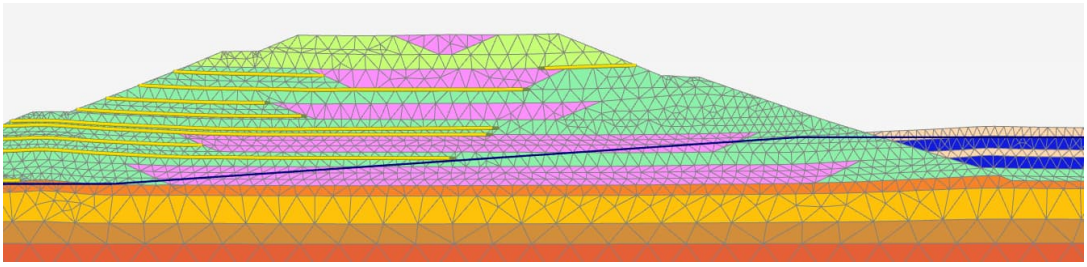
Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan havenzijde met ca. 8m lengte
- Aanleg grondlaag met
  - dikte 1.3m
  - breedte ca. 31m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 1.5m
  - breedte ca. 8m en 5m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 1.5m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- breedte ca. 9m.
- materiaal: Qkz, Qkv

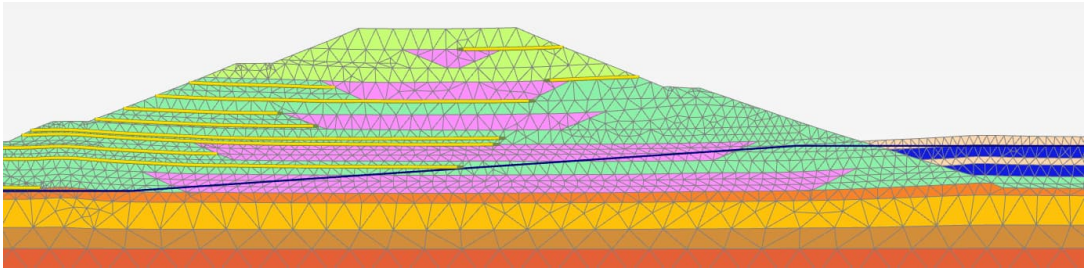
- FO:
  - Voorland: +6.0 mTAW
  - Polder: +2.2 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie



5.2.9.4. DIJK OP 15.5

Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan havenzijde met ca. 8m lengte
- Aanleg grondlaag met
  - dikte 1.7m
  - breedte ca. 14m.
  - materiaal: Qz2,Qz3
- FO:
  - Voorland: +6.0 mTAW
  - Polder: +2.2 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie



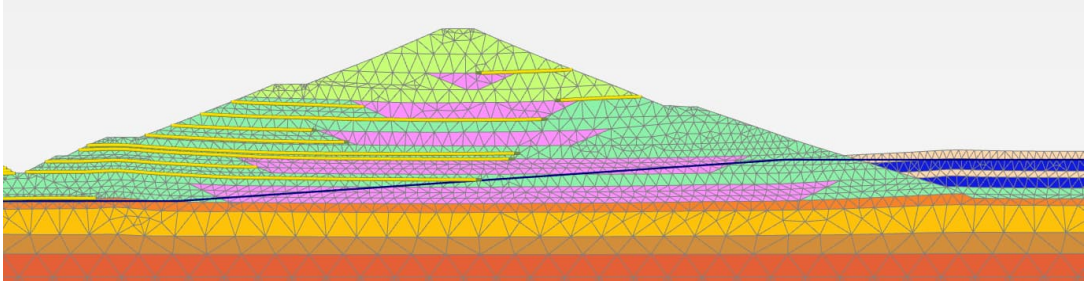
5.2.9.5. DIJK OP 18.0

Opbouw:

- Aanleg grondlaag met
  - dikte 2.3m
  - breedte ca. 3m.
  - materiaal: Qz2,Qz3
- FO:
  - Voorland: +6.0 mTAW
  - Polder: +2.2 mTAW

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- Dijk: lineaire interpolatie



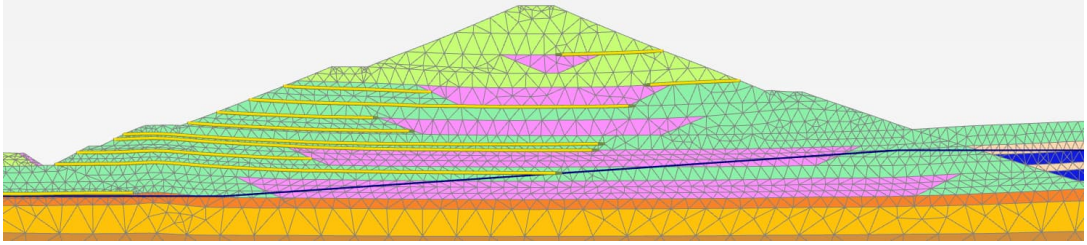
5.2.10. Ophoging concessie tot +11.00 mTAW

5.2.10.1. VOORLAND OP 8.0

Het concessieterrein wordt afgewerkt tot ca +8 mTAW.

Opbouw:

- Ophoging voorland (havenzijde) met
  - dikte 1.7m
  - materiaal: Qz2,Qz3
- FO:
  - Voorland: +6.0 mTAW
  - Polder: +2.2 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie



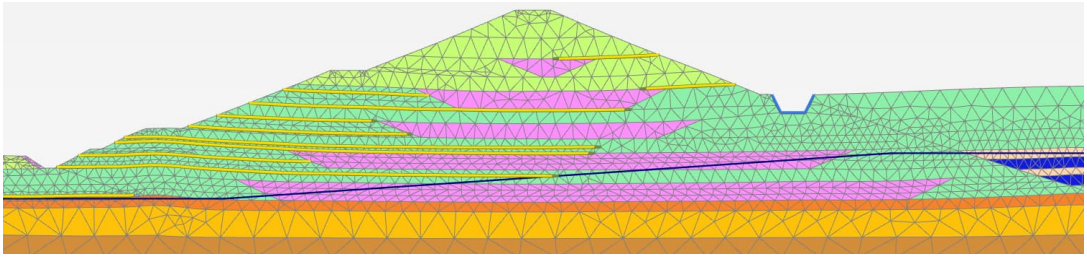
5.2.10.2. VOORLAND OP 11.0

Het concessieterrein wordt afgewerkt tot ca +11 mTAW.

Opbouw:

- Ophoging voorland (havenzijde) met
  - dikte 3m
  - materiaal: Qz2,Qz3
- FO:
  - Voorland: +6.0 mTAW
  - Polder: +2.2 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



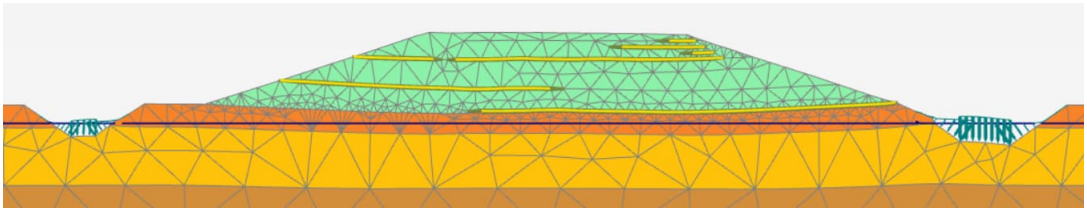
5.3. Veiligheidsfactoren

5.3.1. Overzicht

De veiligheden zijn bepalend vlak na realisatie van o.a. een ophoging. Waar een berm is afgerond wordt eveneens een veiligheid bepaald voor een belaste berm.

Bij nazicht van de bovenstaande opbouw en fasering blijkt dat tijdens de opbouw van de dijk de glijvlakken zich vooral voordoen in het talud van de wegberm. Dit levert echter geen bijkomende informatie over de opbouw van de dijk.

Om de dijk zelf te evalueren werd tevens een aangepast model opgemaakt waarbij het talud van de wegberm lokaal werd verstevigd met geotextielen (zie onderstaande figuur).



Onderstaande tabel geeft een overzicht van de bekomen veiligheden voor beide modellen. De minimale veiligheid tussen beide modellen wordt in vet aangeduid. Waar het verschil beperkt blijft tot 0.005 wordt geen aanduiding weergegeven.

In tijdelijke toestand wordt overal een minimale veiligheid van 1.1 gehaald. In finale toestand wordt een veiligheid 1.25 gehaald.

Tabel 5-1: Veiligheidsfactoren – dijk met geotextielen – incl overhoogtes – deel 1

	ΣMsf	*opm glijvlak*	*ΣMsf*	*opm glijvlak*	*Ref grafiek*
	Basismodel		Aangepast model		
01 a SC_NDS realisatie +4.0	1.338	wegberm O	1.338	wegberm O	14843
01 b SC_NDS realisatie +6.0	1.183	wegberm O	1.176	wegberm O	14843
01 c SC_NDS realisatie +5.0	1.12	wegberm W	1.131	wegberm O	14843
01 d CON_NDS realisatie +6.0	1.133	wegberm O	1.149	wegberm O	14843
03 a SC_dijk 3.5 afdek	1.179	wegberm W	1.223	wegberm W	10875
03 b CON_dijk 3.5 afdek	1.196	wegberm W	1.241	wegberm W	10875
03 c SC_dijk 3.5 kern	1.204	wegberm W	1.251	wegberm W	10875
03 d CON_dijk +3.5 kern	1.225	wegberm W	1.273	wegberm W	10875
03 e SC_dijk 4.0 afdek	1.234	wegberm W	1.284	wegberm W	10875

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

03 f CON_dijk 4.0 afdek	1.243	wegberm W	1.295	wegberm W	10875
03 g SC_dijk 4.0 kern	1.247	wegberm W	1.298	wegberm W	10875
03 h CON_dijk 4.0 kern	1.283	wegberm W	1.336	wegberm W	10875
03 i SC_dijk 4.5 afdek	1.294	wegberm W	1.351	wegberm W	10875
03 j CON_dijk 4.5 afdek	1.303	wegberm W	1.361	wegberm W	10875
03 k SC_dijk 4.5 kern	1.306	wegberm W	1.365	wegberm W	10875
03 l CON_dijk 4.5 kern	1.355	wegberm W	1.417	wegberm W	10875
04 a SC_dijk 5.5	1.366	gracht W	1.436	wegberm W	10875
04 b CON_dijk 5.5	1.4	gracht W	1.471	wegberm W	10875
05 a SC_dijk 7.0 afdek	1.235	talud O, intern	1.234	talud O, intern	33058
05 b CON_dijk 7.0 afdek	1.269	gracht W	1.268	talud O	47082
05 c SC_dijk 7.0 kern	1.29	gracht W	1.289	talud O	47082
05 d CON_dijk 7.0 kern	1.311	gracht W	1.31	talud O	47082
06 a SC_haven 3.0 veen	1.334	gracht W	1.332	talud O	47082
06 b CON_haven 3.0 veen	1.343	gracht W	1.344	talud O	47082
06 c SC_haven 3.5 zand	1.343	gracht W	1.341	talud O	47082
06 d CON_haven 3.5 zand	1.363	gracht W	1.361	talud O	47082
07 a SC_dijk 8.0 afdek	1.224	talud O	1.222	talud O	47082
07 b CON_dijk 8.0 afdek	1.245	gracht W	1.242	talud O	47082
07 c LO_dijk 8.0 afdek	1.139	gracht W	1.148	talud W	4819

Tabel 5-2: Veiligheidsfactoren – dijk met geotextielen – incl overhoogtes – deel 2

	ΣMsf	*opm glijvlak*	*ΣMsf*	*opm glijvlak*	*Ref grafiek*
	Basismodel		Aangepast model		
08 a SC_haven 4.5 veen	1.329	gracht W	1.327	talud O	47082
08 b CON_haven 4.5 veen	1.327	gracht W	1.327	talud O	47082
08 c SC_haven 5.0 zand	1.111	gracht W	1.249	talud O	33058
08 d CON_haven 5.0 zand	1.114	gracht W	1.264	talud O	33058
09 a SC_dijk 9.5 afdek	1.195	gracht W	1.224	talud O	33058
09 b CON_dijk 9.5 afdek	1.099	gracht W	1.259	talud O	33058
09 c SC_dijk 9.5 kern	1.115	gracht W	1.309	talud W	5671
09 d CON_dijk 9.5 kern	1.111	gracht W	1.256	talud O	33058
10 a SC_haven 6.0 veen	1.109	gracht W	1.206	talud O	33058
10 b CON_haven 6.0 veen	1.107	gracht W	1.235	talud O	24363
10 c SC_haven 6.5 zand	1.104	gracht W	1.193	talud O	24363
10 d CON_haven 6.5 zand	1.107	gracht W	1.186	talud O	24363
11 a SC_dijk 10.5 zand	1.185	talud O	1.18	talud O	24363
11 b CON_dijk 10.5 zand	1.185	gracht W	1.177	talud O	24363
12 a SC_dijk 12.0 afdek	1.171	talud O	1.174	talud O	24363
12 b CON_dijk 12.0 afdek	1.19	talud O	1.196	talud O	24363
12 c SC_dijk 12.0 kern	1.183	talud O	1.184	talud O	24363
12 d CON_dijk 12.0 kern	1.175	talud O	1.171	talud O	24363
12 e LO_dijk12.0 last	1.168	talud O	1.168	talud O	13406
13 a SC_dijk 13.5 afdek	1.174	talud O	1.173	talud O	13406

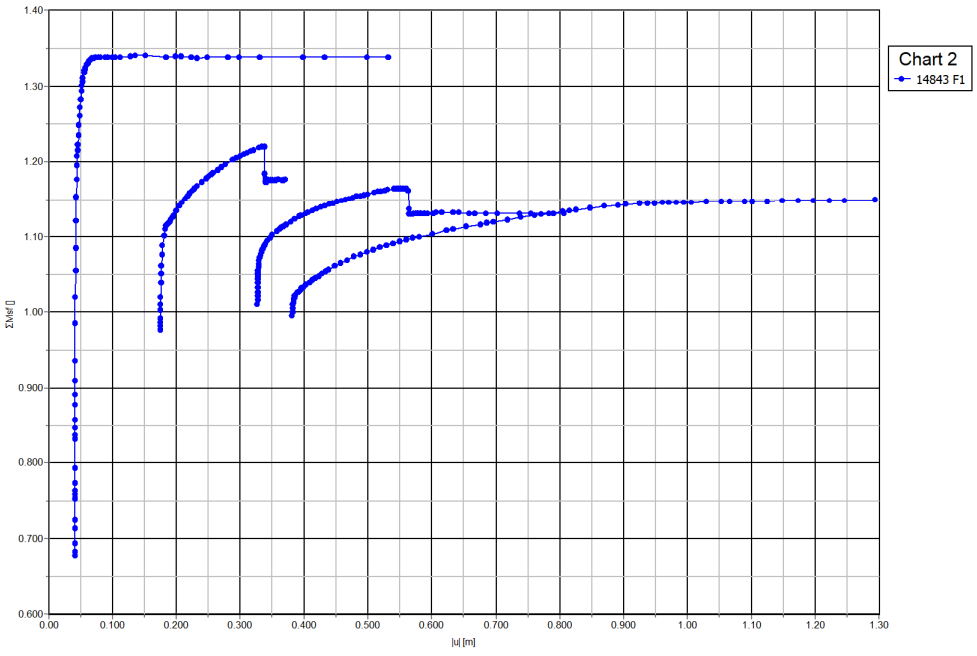
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

13 b CON_dijk 13.5 afdek	1.145	talud O	1.145	talud O	13406
13 c SC_dijk 13.5 kern	1.162	talud O	1.155	talud O	13406
13 d CON_dijk 13.5 kern	1.146	talud O	1.146	talud O	13406
13 e LO_dijk 13.5 last	1.157	talud O	1.154	talud O	13406
14 a SC_dijk 15.5	1.168	talud O	1.168	talud O	13406
14 b CON_dijk 15.5	1.161	talud O	1.158	talud O	13406
14 c SC_dijk 18	1.316	talud W	1.367	talud O	14418
14 d CON_dijk 18 dub	1.219	talud O	1.366	talud O	13406
14 e LO_dijk 18 last	1.337	talud W	1.336	talud O	14418
15 d CON_5 jaar na finaal	1.287	gracht haven	1.282	gracht haven	15145

5.3.2. Grafieken

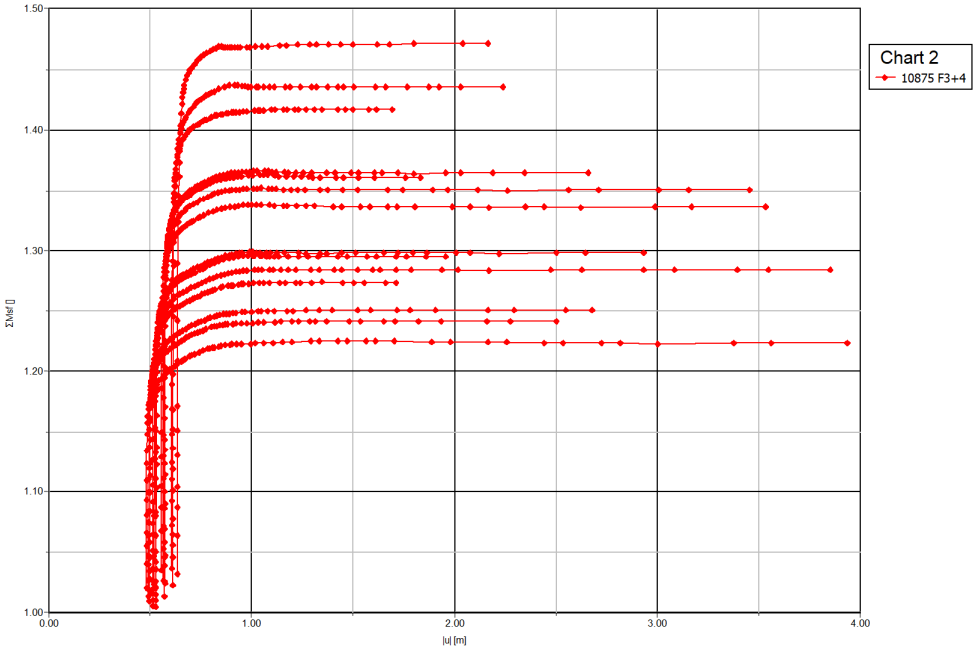
Onderstaande grafieken geven het verloop van de factor Msf in functie van de verplaatsingen. De verplaatsingen worden bepaald in de punten gelegen binnen het bekomen glijvlak. Per kleur wordt een nieuw meetpunt weergegeven. Het verband tussen de grafieken en bovenstaande tabel is gegeven in de rechterkolom van de tabel. De veiligheid wordt bepaald als de laatste meetwaarde (Msf) in een punt per fase na het bekomen van een (quasi) horizontale tak in de curve. De glijvlakken per fase worden weergegeven in volgende paragraaf.

De val in de curves hebben te maken met het plots interfereren met een geotextiel in de berekening.

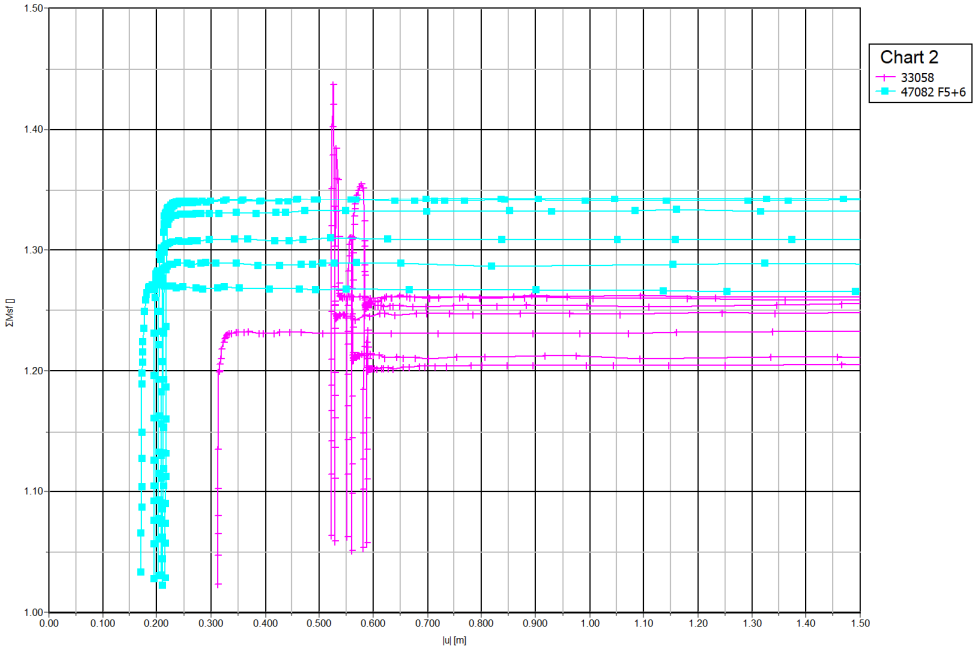


Figuur 5-1: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 1 – punt 14843

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

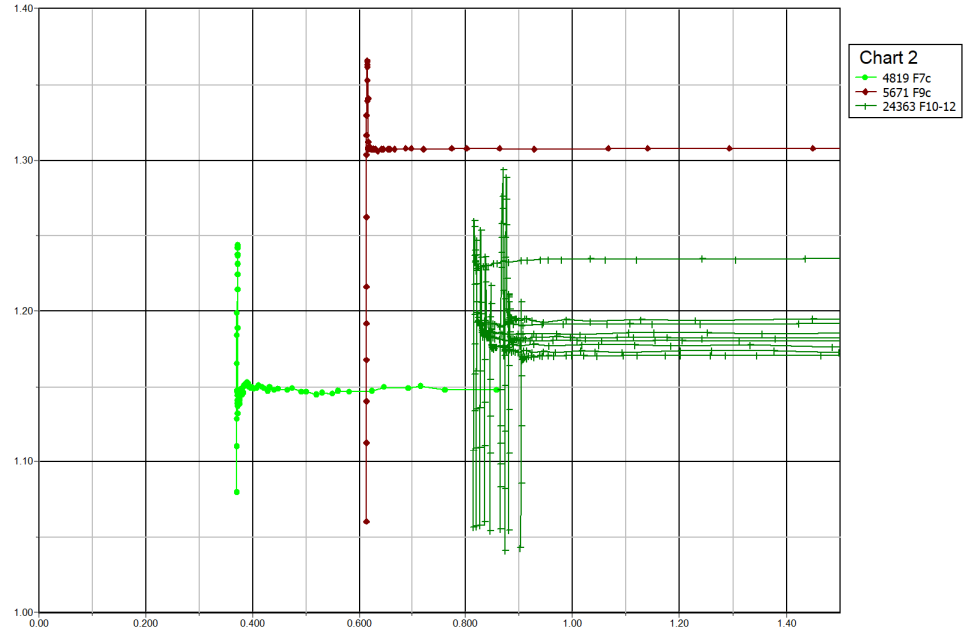


Figuur 5-2: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 3+4 – punt 10875

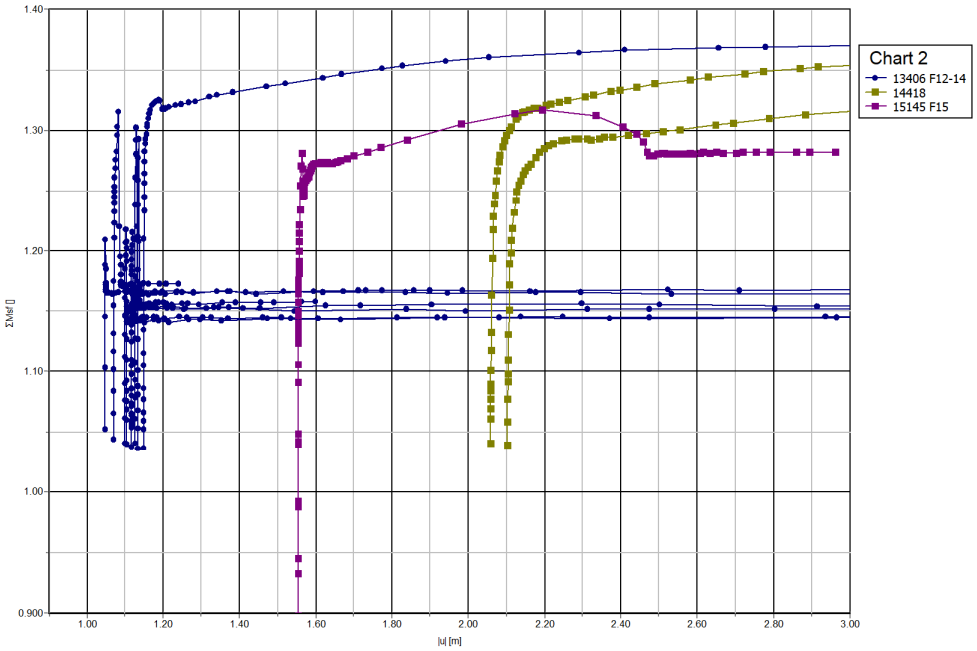


Figuur 5-3: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 5b tem 10a – punten 33058 + 47082

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-4: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 7c+9c+10b tem 12d – punten 4819+5671+24363



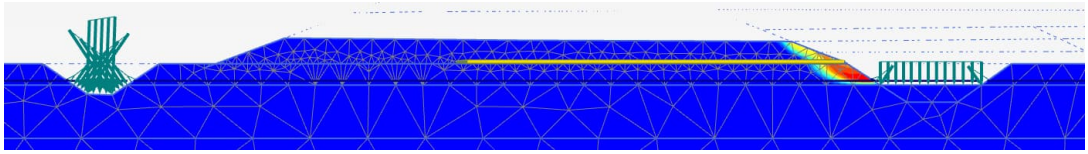
Figuur 5-5: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 12e tem 15d – punten 13406+14418+15145

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

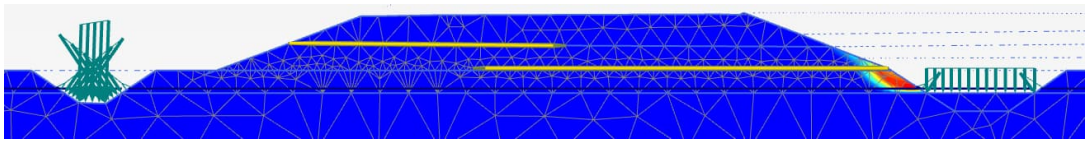
5.3.3. Glijvlakken

5.3.3.1. BASISMODEL

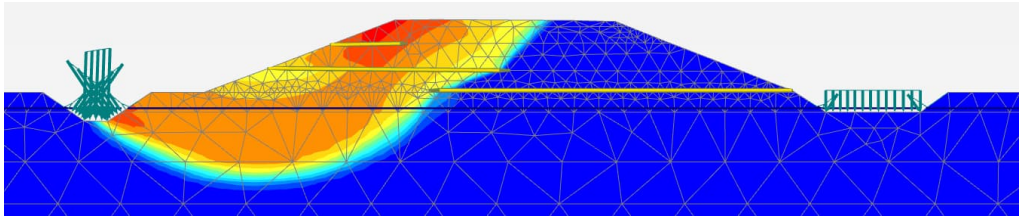
5.3.3.1.1. 01 a SC_NDS realisatie +4.0



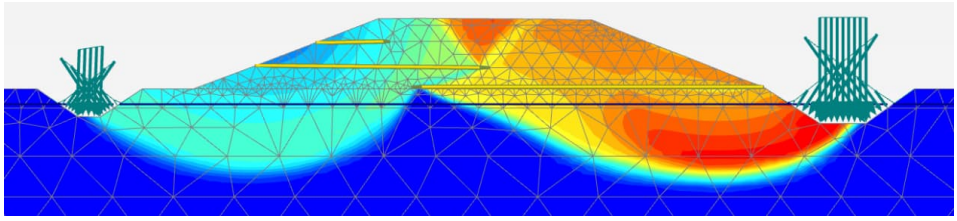
5.3.3.1.2. 01 b SC_NDS realisatie +5.0



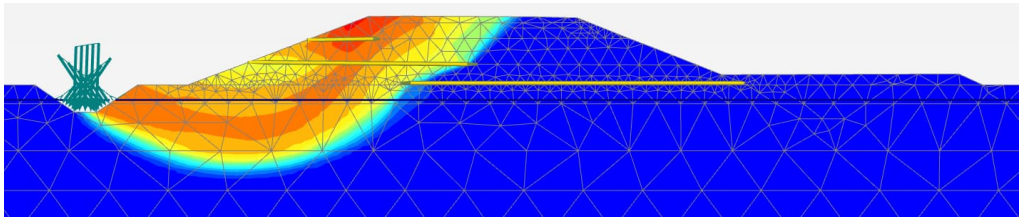
5.3.3.1.3. 01 c SC_NDS realisatie +6.0



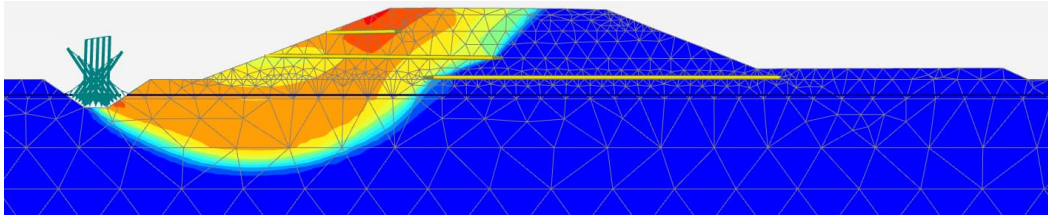
5.3.3.1.4. 01 d CON_NDS realisatie +6.0



5.3.3.1.5. 03 a SC_dijk 3.5 afdek

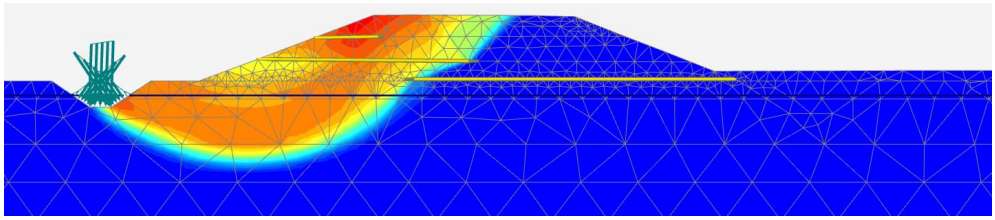


5.3.3.1.6. 03 b CON_dijk 3.5 afdek

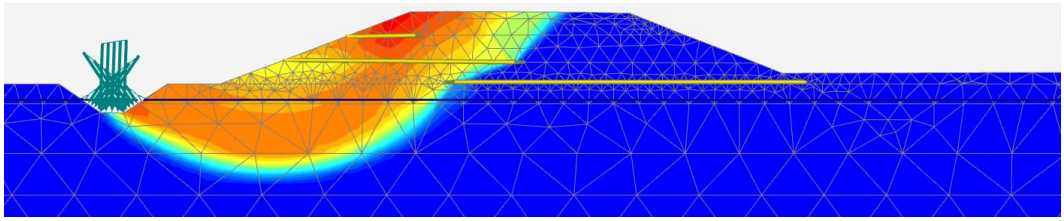


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

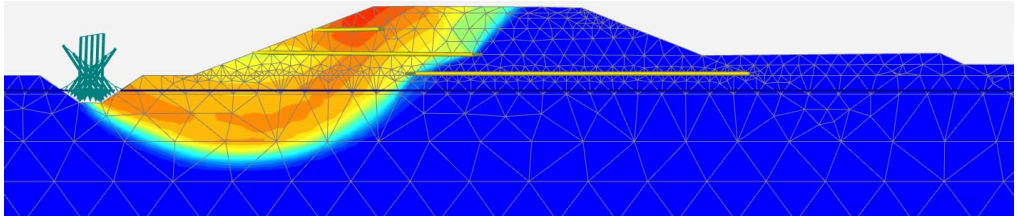
5.3.3.1.7. 03 c SC_dijk 3.5 kern



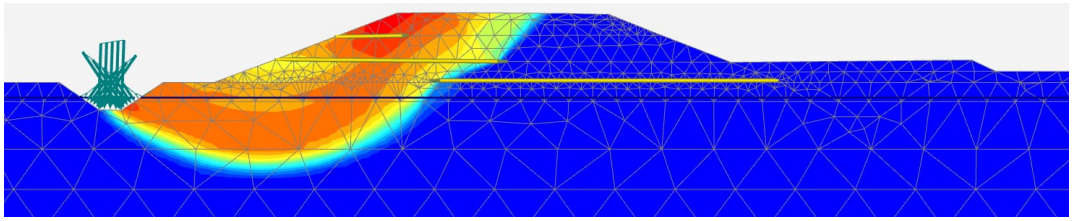
5.3.3.1.8. 03 d CON_dijk +3.5 kern



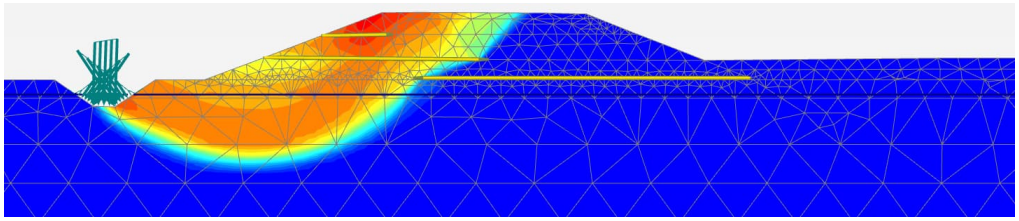
5.3.3.1.9. 03 e SC_dijk 4.0 afdek



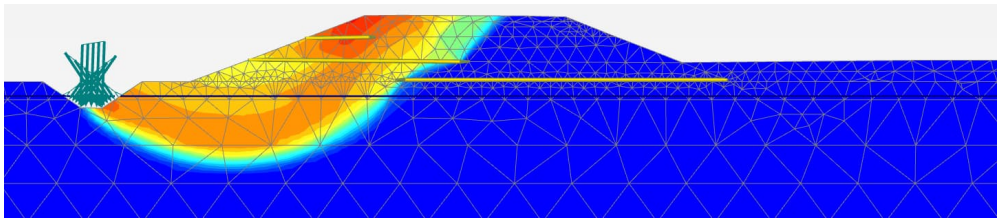
5.3.3.1.10. 03 f CON_dijk 4.0 afdek



5.3.3.1.11. 03 g SC_dijk 4.0 kern

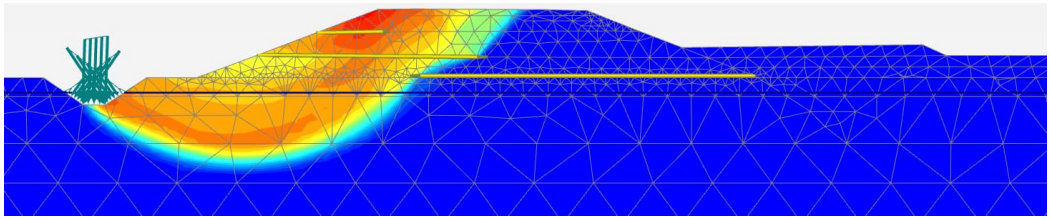


5.3.3.1.12. 03 h CON_dijk 4.0 kern

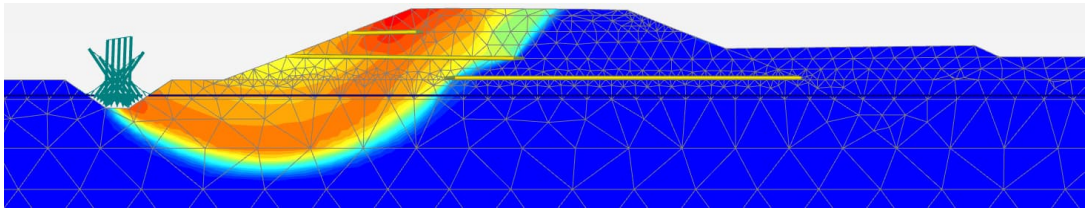


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

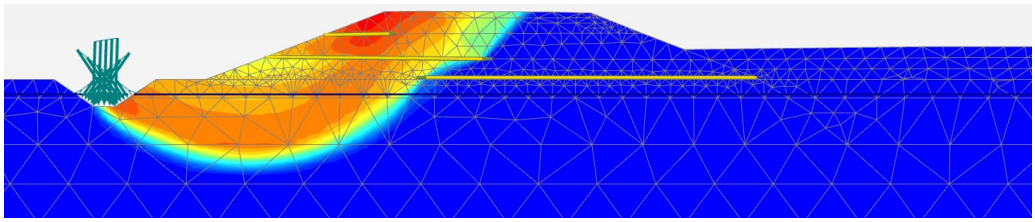
5.3.3.1.13. 03 i SC_dijk 4.5 afdek



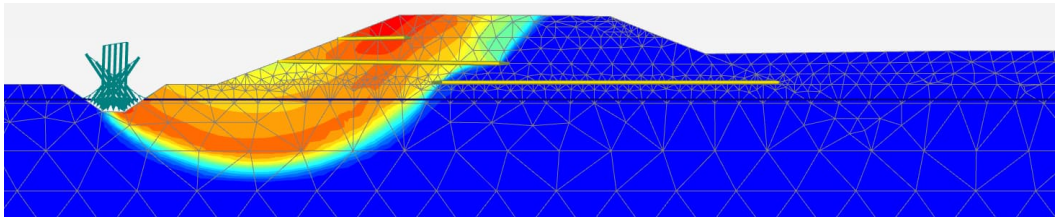
5.3.3.1.14. 03 j CON_dijk 4.5 afdek



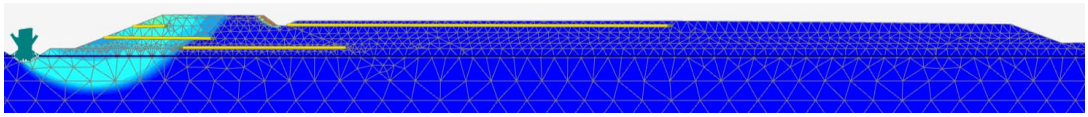
5.3.3.1.15. 03 k SC_dijk 4.5 kern



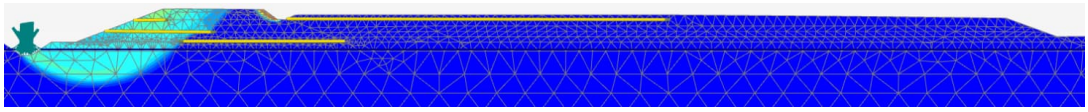
5.3.3.1.16. 03 l CON_dijk 4.5 kern



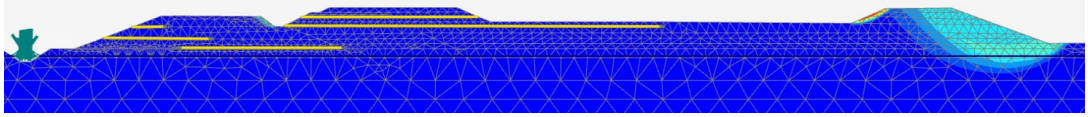
5.3.3.1.17. 04 a SC_dijk 5.5



5.3.3.1.18. 04 b CON_dijk 5.5

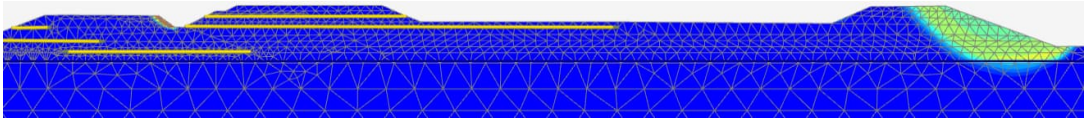


5.3.3.1.19. 05 a SC_dijk 7.0 afdek

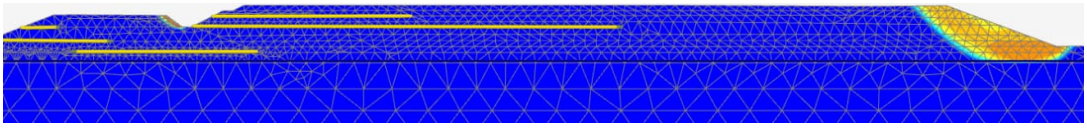


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

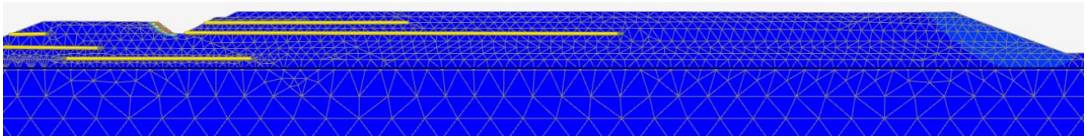
5.3.3.1.20. 05 b CON_dijk 7.0 afdek



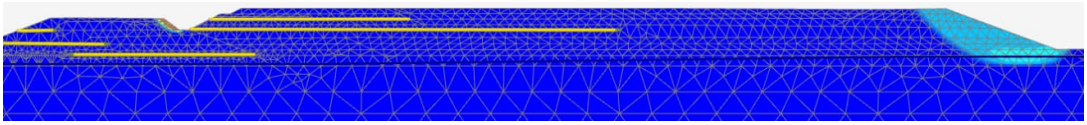
5.3.3.1.21. 05 c SC_dijk 7.0 kern



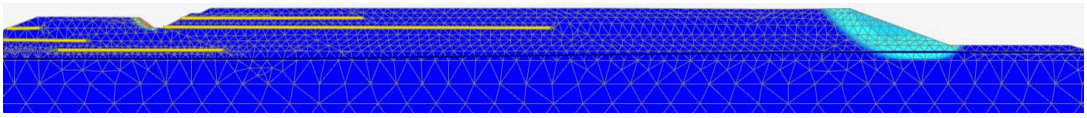
5.3.3.1.22. 05 d CON_dijk 7.0 kern



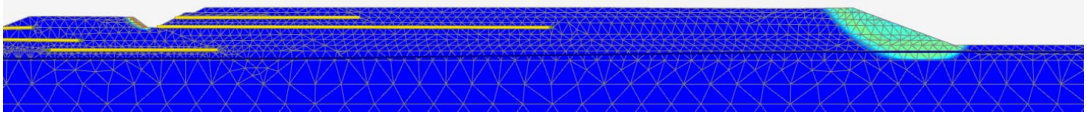
5.3.3.1.23. 06 a SC_haven 3.0 veen



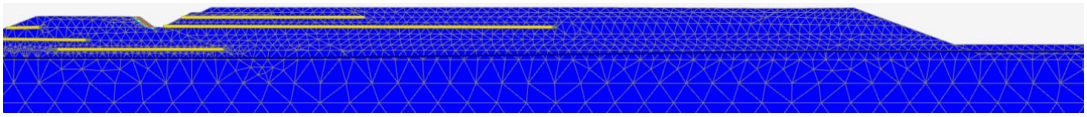
5.3.3.1.24. 06 b CON_haven 3.0 veen



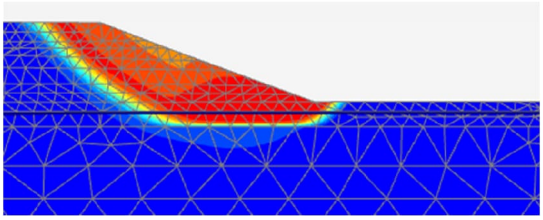
5.3.3.1.25. 06 c SC_haven 3.5 zand



5.3.3.1.26. 06 d CON_haven 3.5 zand

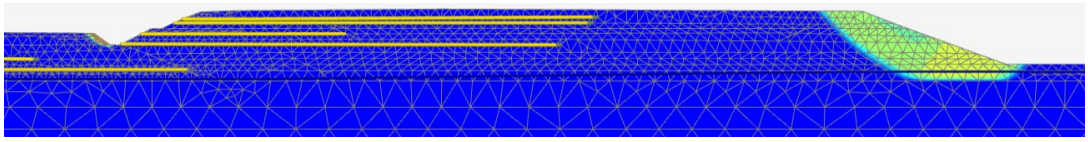


5.3.3.1.27. 07 a SC_dijk 8.0 afdek

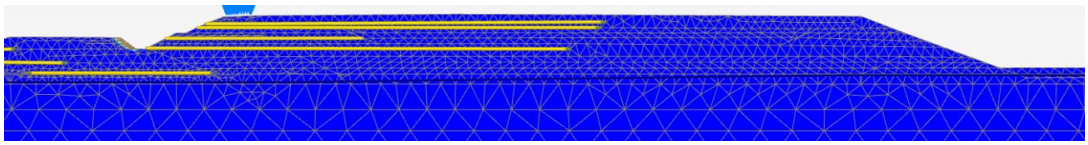


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

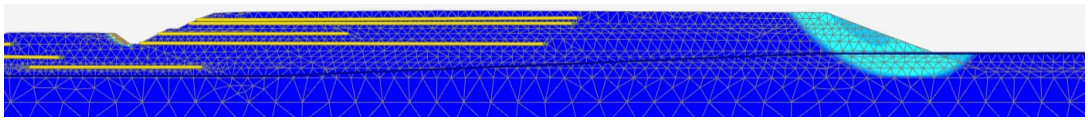
5.3.3.1.28. 07 b CON_dijk 8.0 afdek



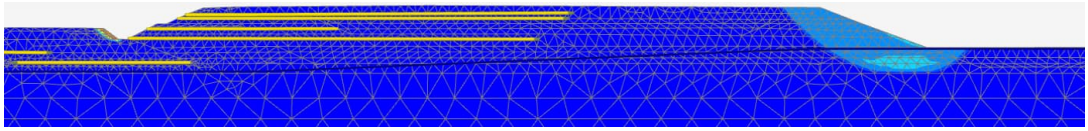
5.3.3.1.29. 07 c LO_dijk 8.0 afdek



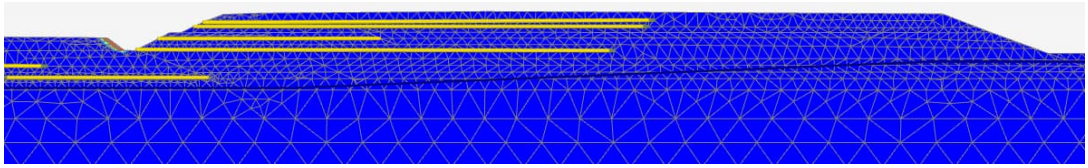
5.3.3.1.30. 08 a SC_haven 4.5 veen



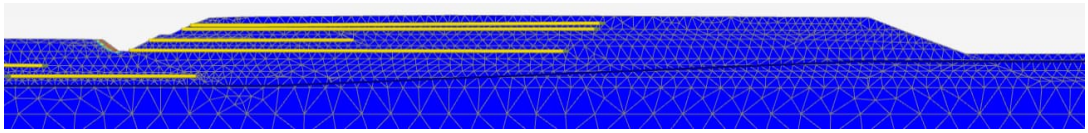
5.3.3.1.31. 08 b CON_haven 4.5 veen



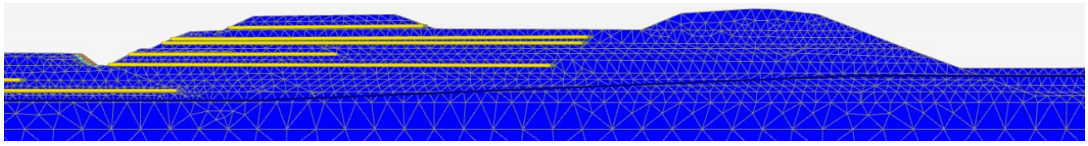
5.3.3.1.32. 08 c SC_haven 5.0 zand



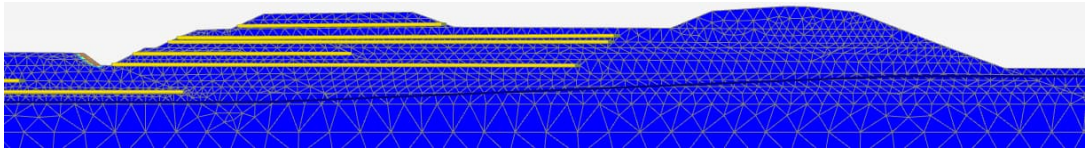
5.3.3.1.33. 08 d CON_haven 5.0 zand



5.3.3.1.34. 09 a SC_dijk 9.5 afdek

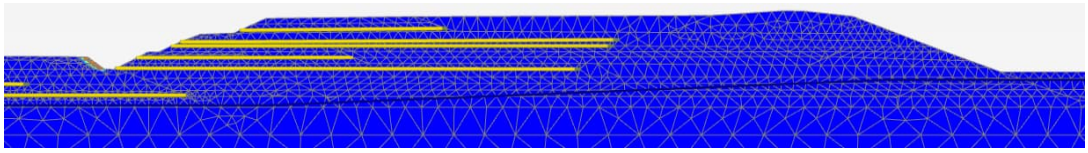


5.3.3.1.35. 09 b CON_dijk 9.5 afdek

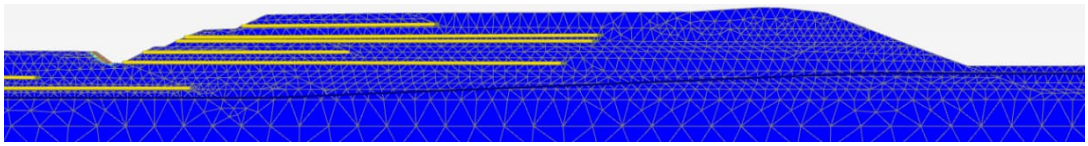


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

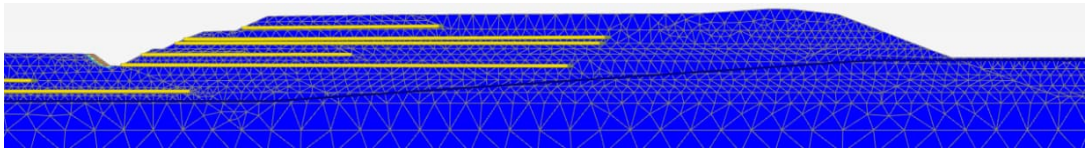
5.3.3.1.36. 09 c SC_dijk 9.5 kern



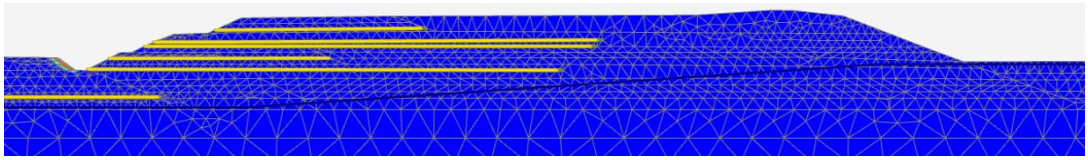
5.3.3.1.37. 09 d CON_dijk 9.5 kern



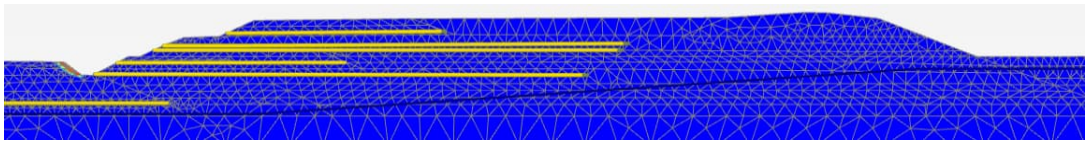
5.3.3.1.38. 10 a SC_haven 6.0 veen



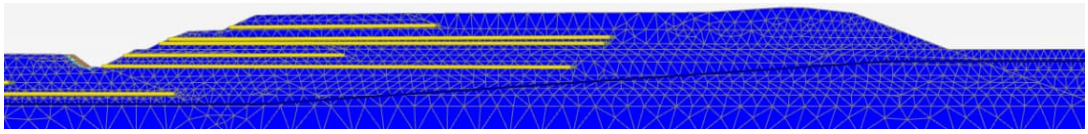
5.3.3.1.39. 10 b CON_haven 6.0 veen



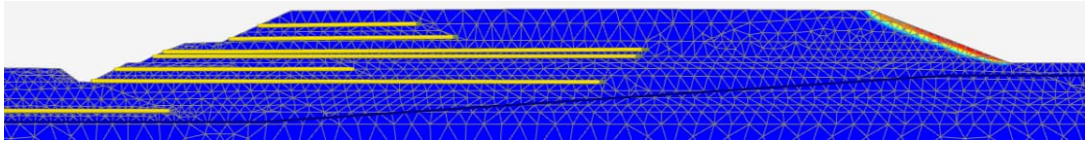
5.3.3.1.40. 10 c SC_haven 6.5 zand



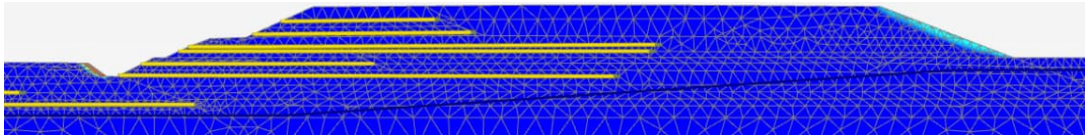
5.3.3.1.41. 10 d CON_haven 6.5 zand



5.3.3.1.42. 11 a SC_dijk 10.5 zand

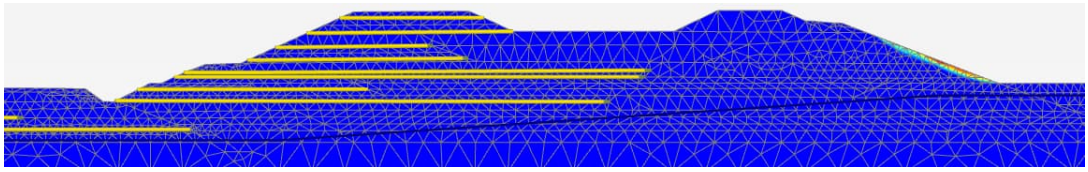


5.3.3.1.43. 11 b CON_dijk 10.5 zand

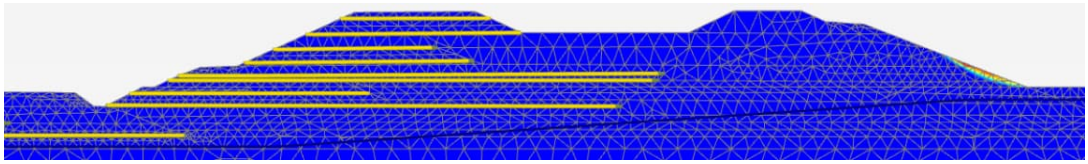


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

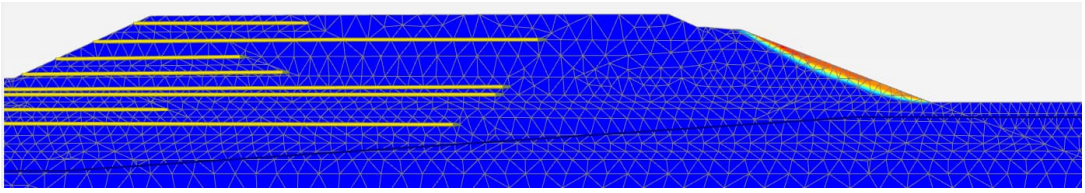
5.3.3.1.44. 12 a SC_dijk 12.0 afdek



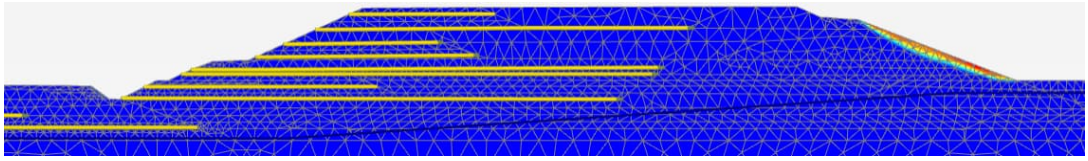
5.3.3.1.45. 12 b CON_dijk 12.0 afdek



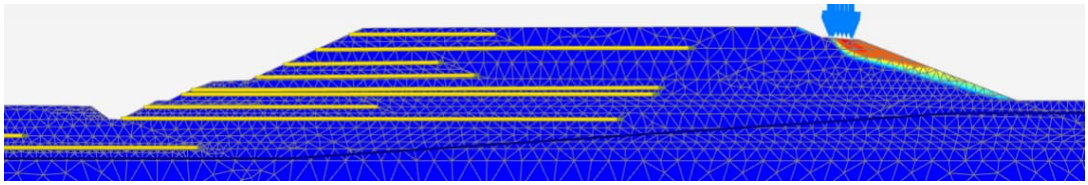
5.3.3.1.46. 12 c SC_dijk 12.0 kern



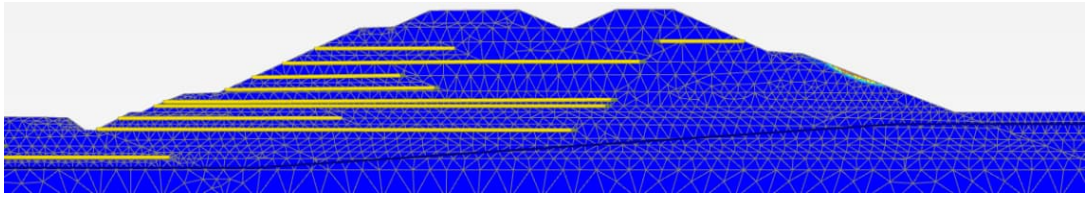
5.3.3.1.47. 12 d CON_dijk 12.0 kern



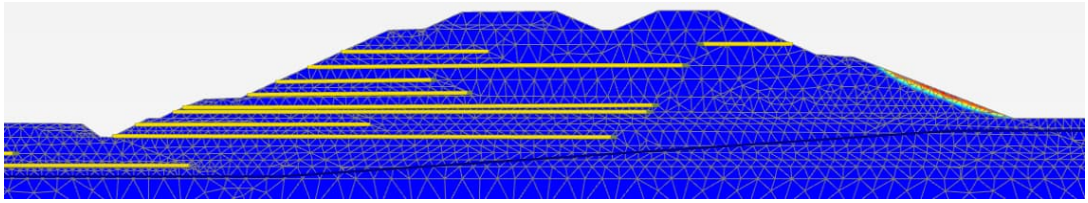
5.3.3.1.48. 12 e LO_dijk12.0 last



5.3.3.1.49. 13 a SC_dijk 13.5 afdek

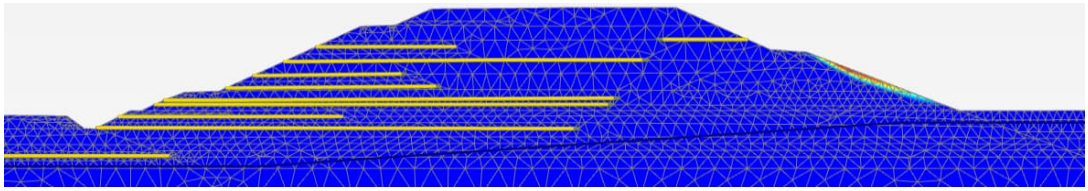


5.3.3.1.50. 13 b CON_dijk 13.5 afdek

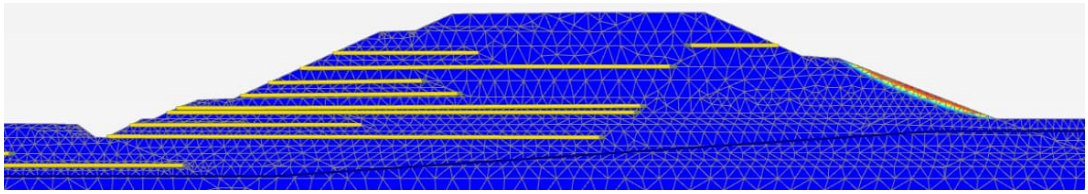


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

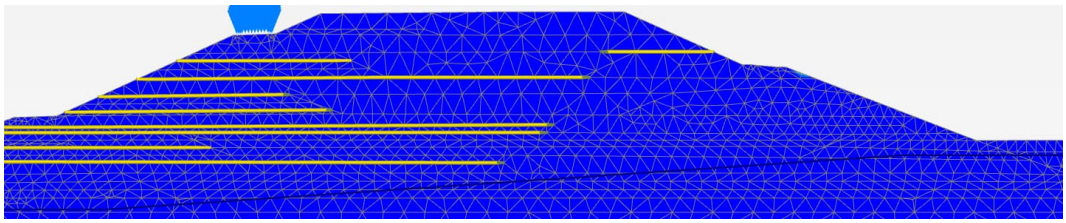
5.3.3.1.51. 13 c SC_dijk 13.5 kern



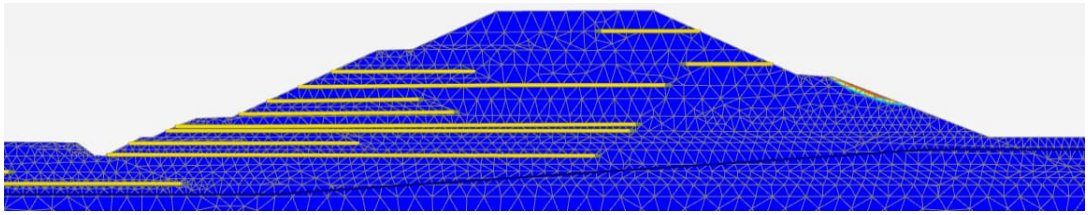
5.3.3.1.52. 13 d CON_dijk 13.5 kern



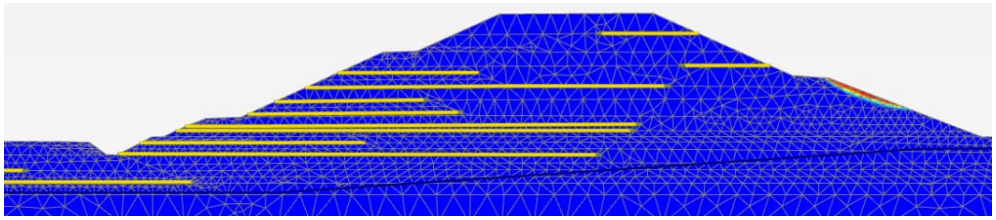
5.3.3.1.53. 13 e LO_dijk 13.5 last



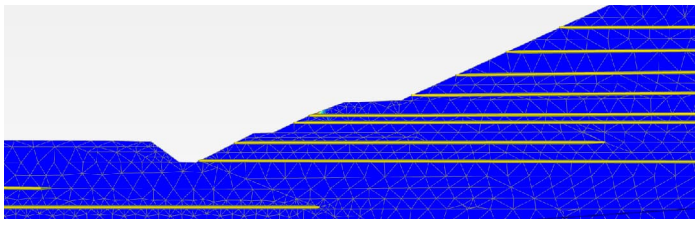
5.3.3.1.54. 14 a SC_dijk 15.5



5.3.3.1.55. 14 b CON_dijk 15.5

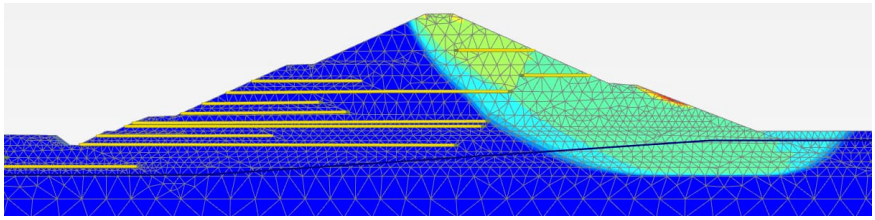


5.3.3.1.56. 14 c SC_dijk 18

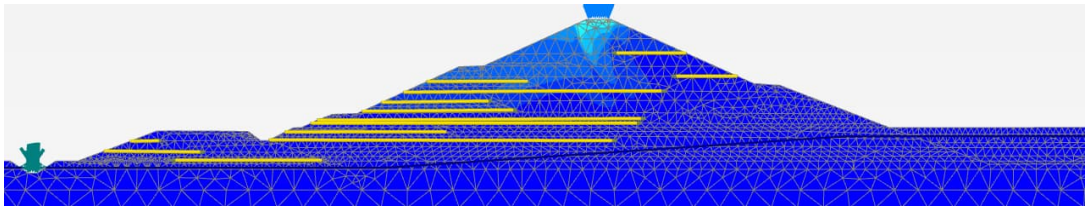


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

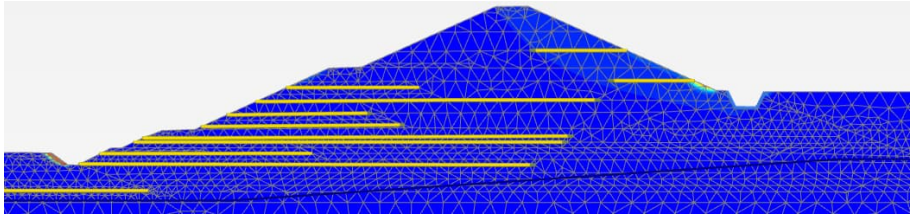
5.3.3.1.57. 14 d CON_dijk 18 dub



5.3.3.1.58. 14 e LO_dijk 18 last

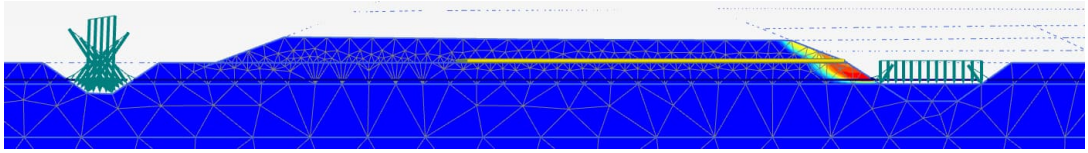


5.3.3.1.59. 15 d CON_5 jaar na finaal

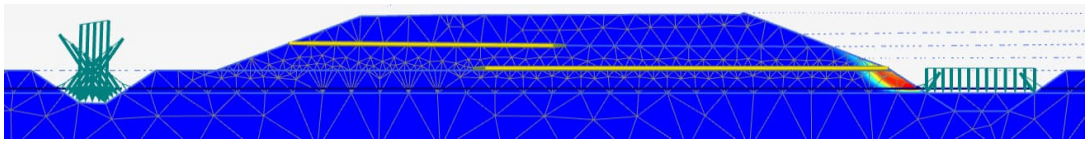


5.3.3.2. AANGEPAST MODEL WEGBERM

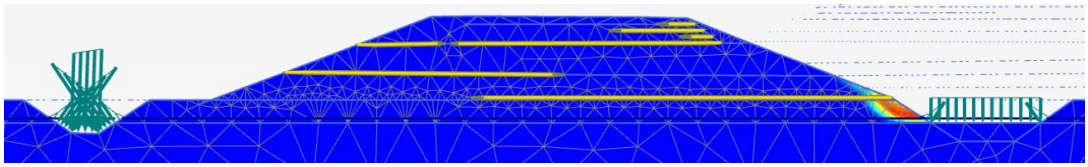
5.3.3.2.1. 01 a SC_NDS realisatie +4.0



5.3.3.2.2. 01 b SC_NDS realisatie +5.0

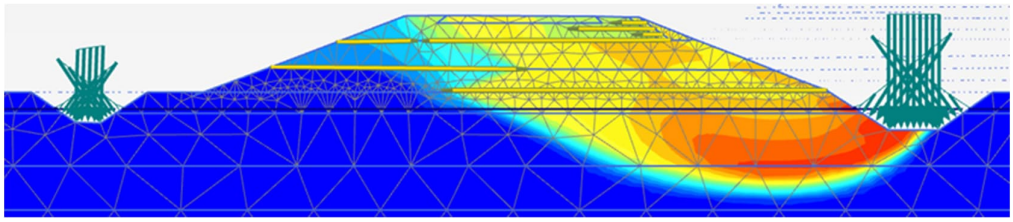


5.3.3.2.3. 01 c SC_NDS realisatie +6.0

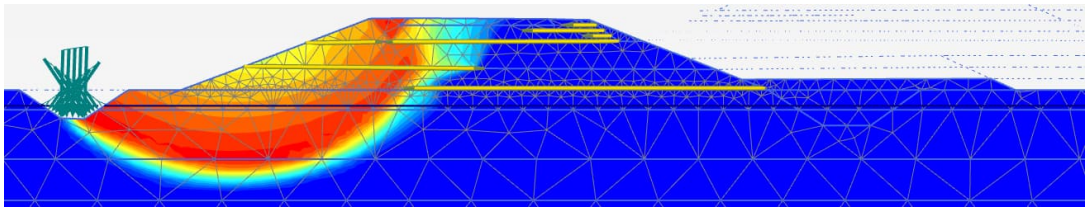


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

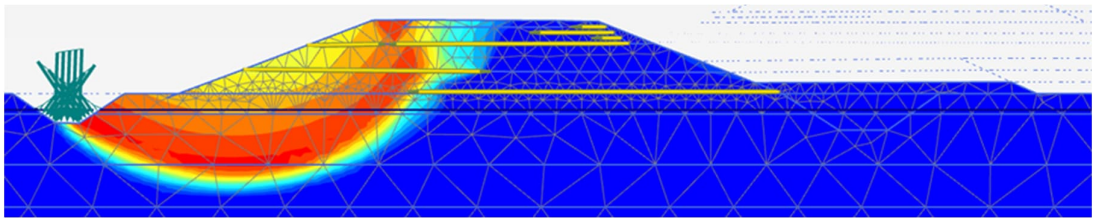
5.3.3.2.4. 01 d CON_NDS realisatie +6.0



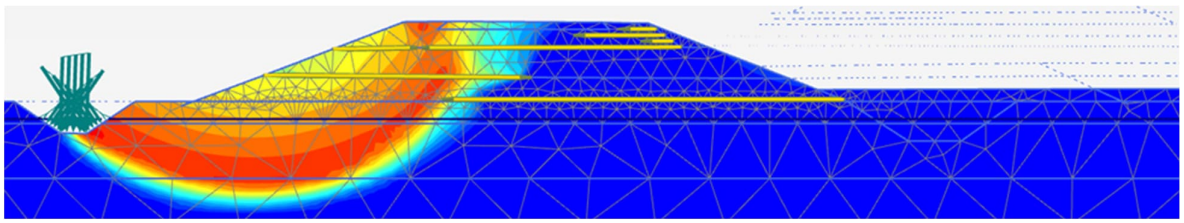
5.3.3.2.5. 03 a SC_dijk 3.5 afdek



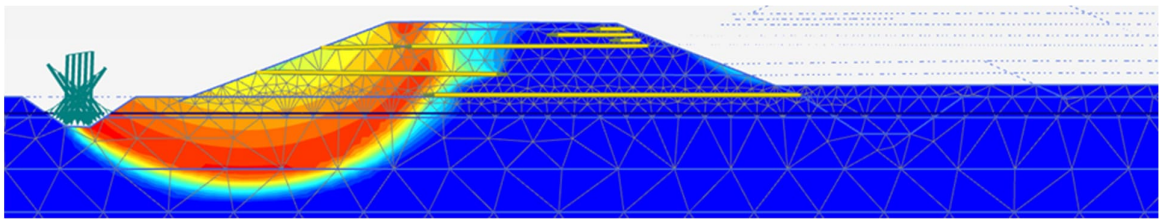
5.3.3.2.6. 03 b CON_dijk 3.5 afdek



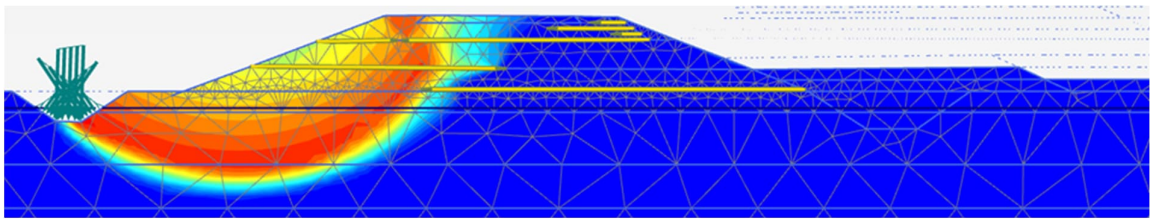
5.3.3.2.7. 03 c SC_dijk 3.5 kern



5.3.3.2.8. 03 d CON_dijk +3.5 kern

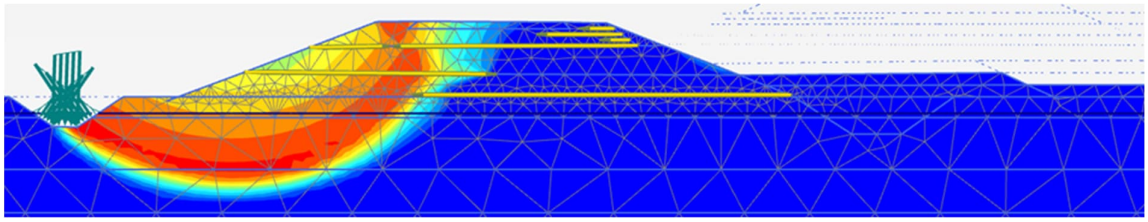


5.3.3.2.9. 03 e SC_dijk 4.0 afdek

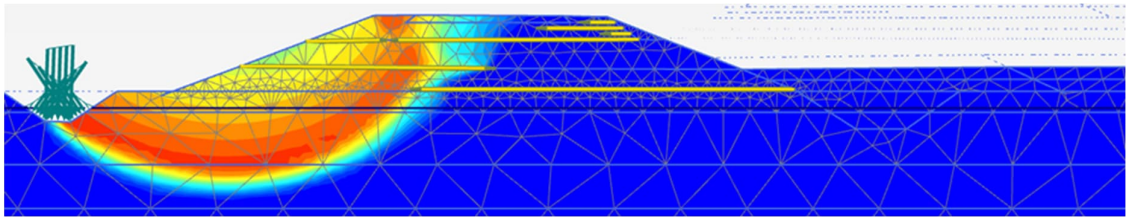


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

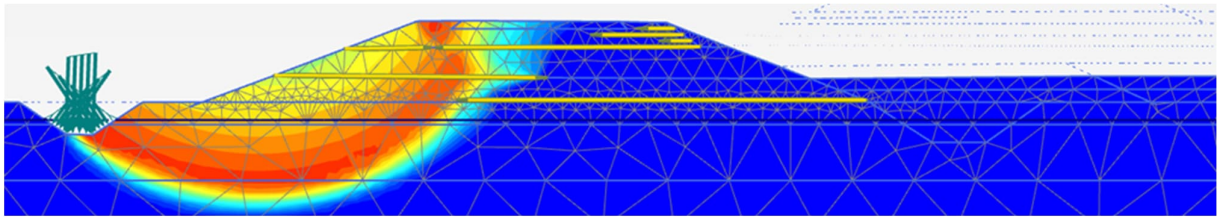
5.3.3.2.10. 03 f CON_dijk 4.0 afdek



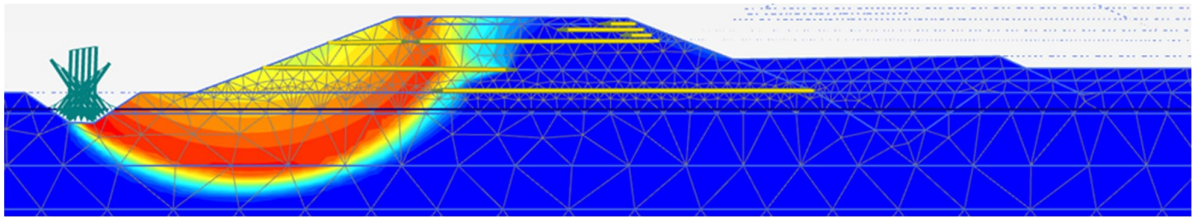
5.3.3.2.11. 03 g SC_dijk 4.0 kern



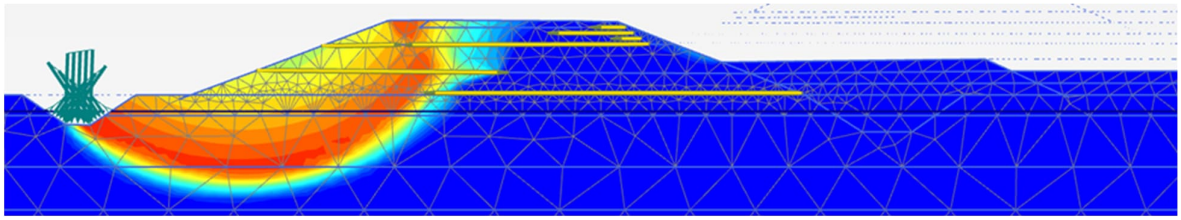
5.3.3.2.12. 03 h CON_dijk 4.0 kern



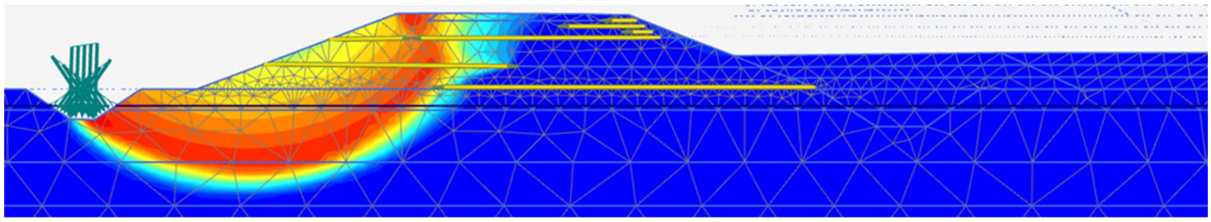
5.3.3.2.13. 03 i SC_dijk 4.5 afdek



5.3.3.2.14. 03 j CON_dijk 4.5 afdek

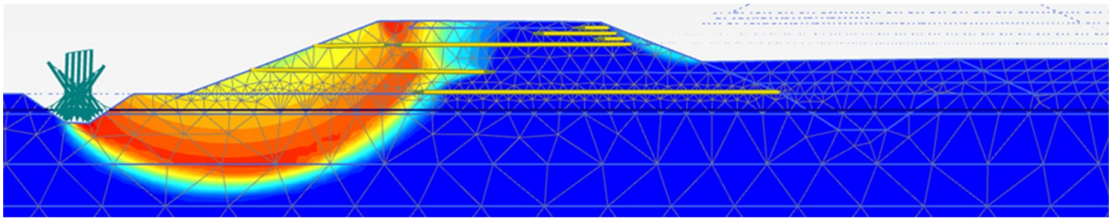


5.3.3.2.15. 03 k SC_dijk 4.5 kern

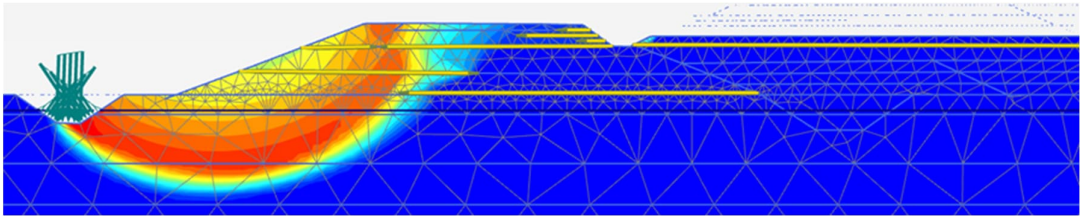


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

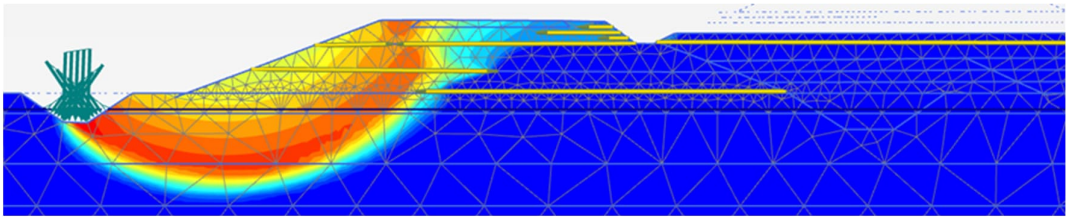
5.3.3.2.16. 03 l CON_dijk 4.5 kern



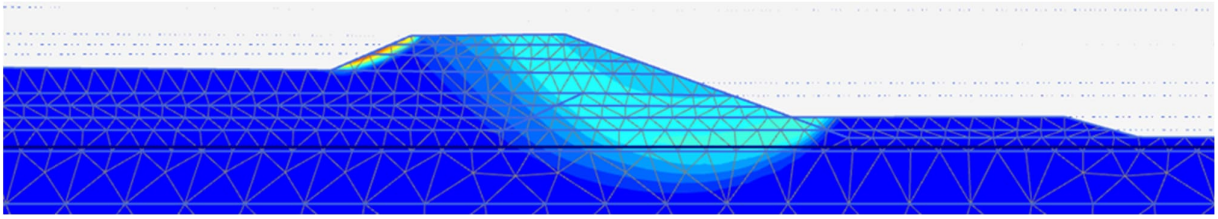
5.3.3.2.17. 04 a SC_dijk 5.5



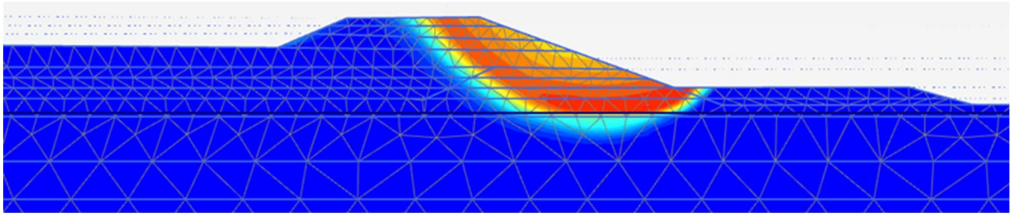
5.3.3.2.18. 04 b CON_dijk 5.5



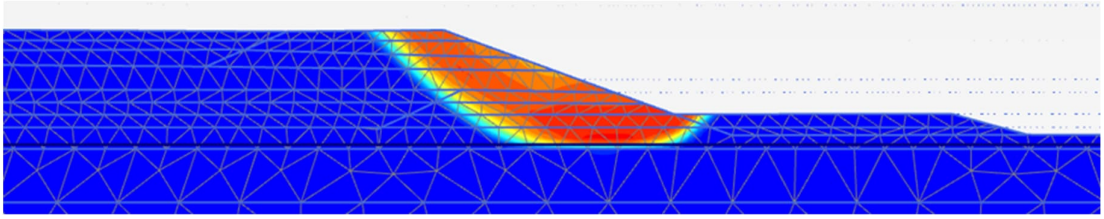
5.3.3.2.19. 05 a SC_dijk 7.0 afdek



5.3.3.2.20. 05 b CON_dijk 7.0 afdek

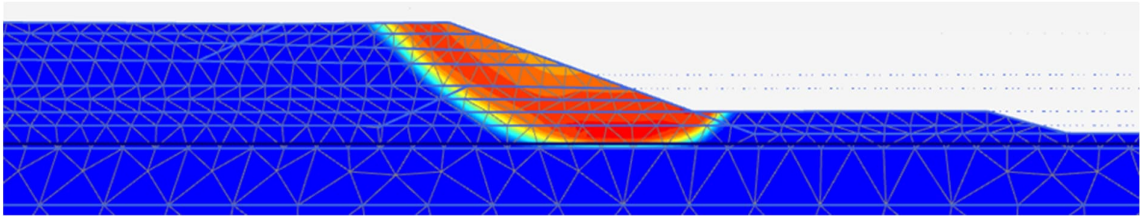


5.3.3.2.21. 05 c SC_dijk 7.0 kern

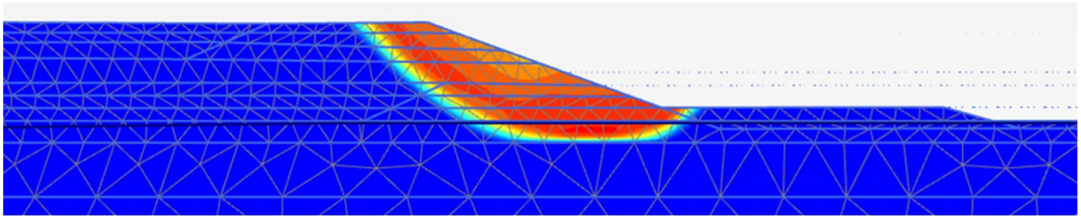


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

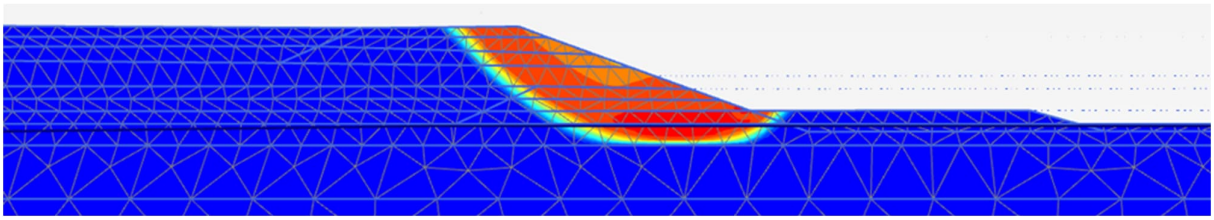
5.3.3.2.22. 05 d CON_dijk 7.0 kern



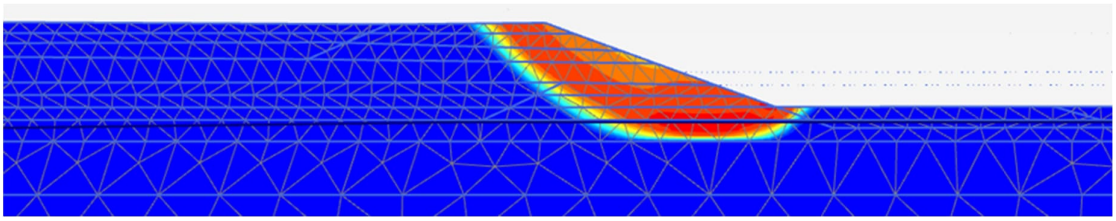
5.3.3.2.23. 06 a SC_haven 3.0 veen



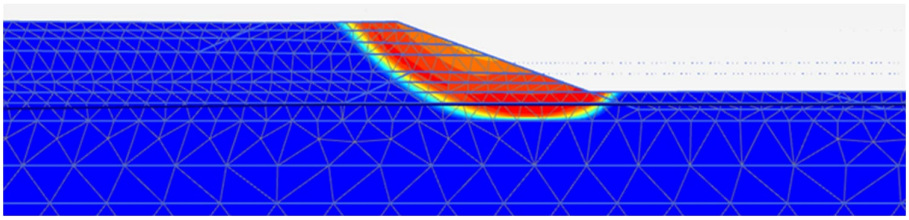
5.3.3.2.24. 06 b CON_haven 3.0 veen



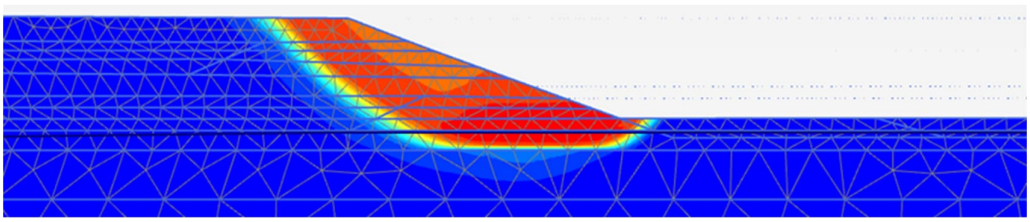
5.3.3.2.25. 06 c SC_haven 3.5 zand



5.3.3.2.26. 06 d CON_haven 3.5 zand

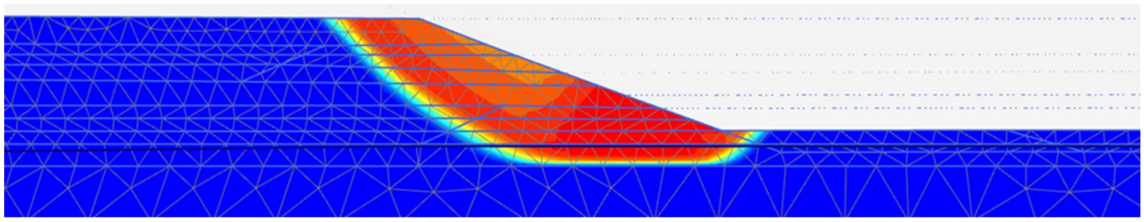


5.3.3.2.27. 07 a SC_dijk 8.0 afdek

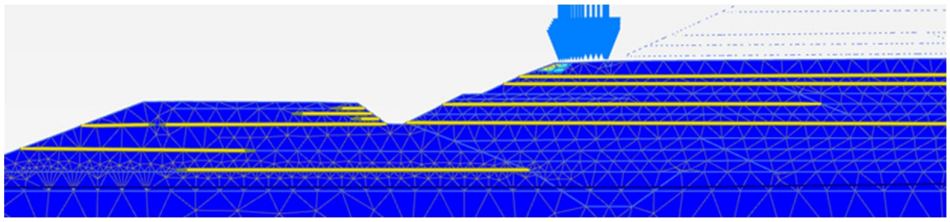


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

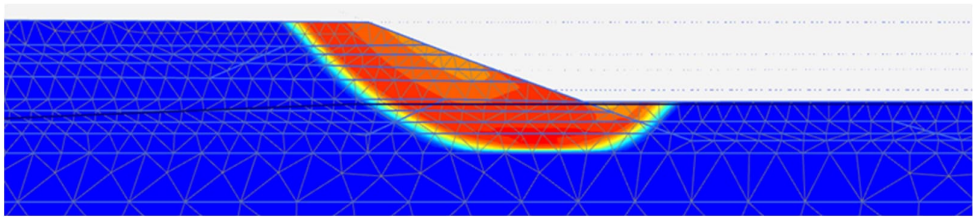
5.3.3.2.28. 07 b CON_dijk 8.0 afdek



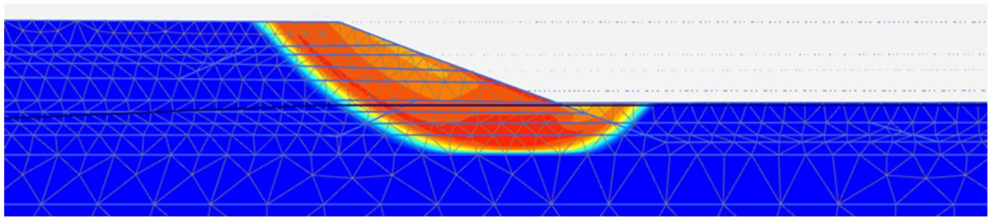
5.3.3.2.29. 07 c LO_dijk 8.0 afdek



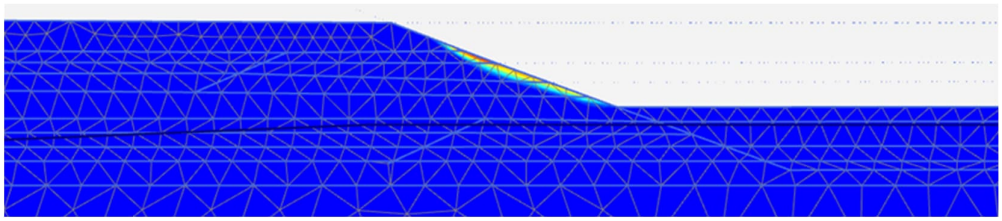
5.3.3.2.30. 08 a SC_haven 4.5 veen



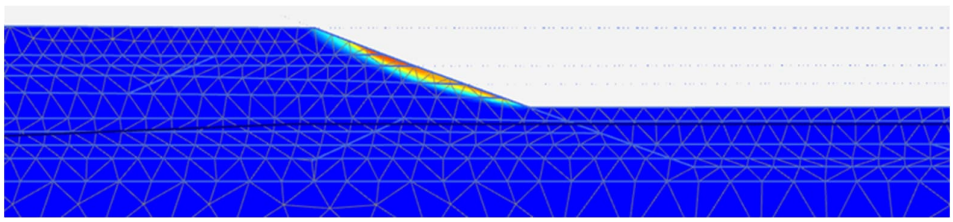
5.3.3.2.31. 08 b CON_haven 4.5 veen



5.3.3.2.32. 08 c SC_haven 5.0 zand

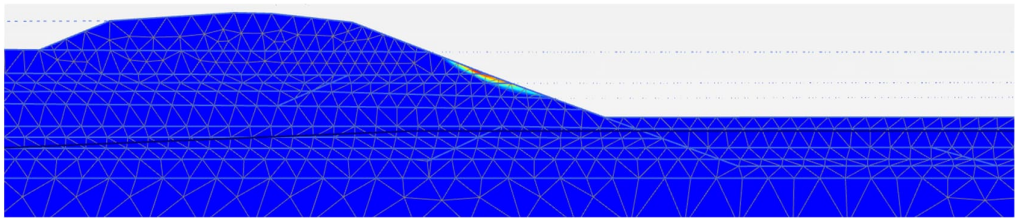


5.3.3.2.33. 08 d CON_haven 5.0 zand

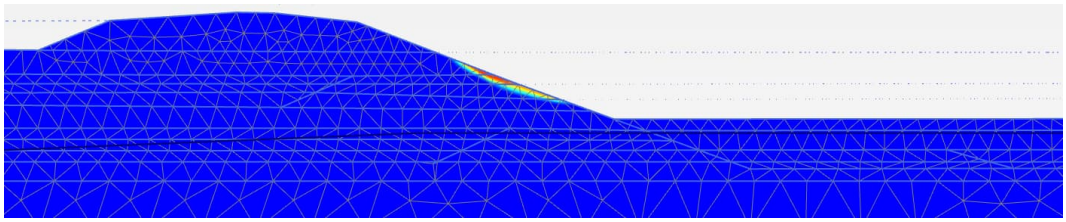


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

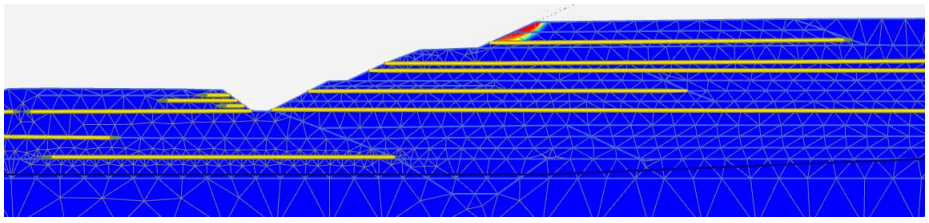
5.3.3.2.34. 09 a SC_dijk 9.5 afdek



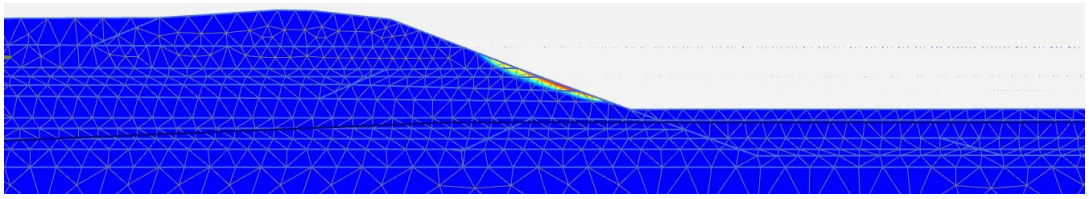
5.3.3.2.35. 09 b CON_dijk 9.5 afdek



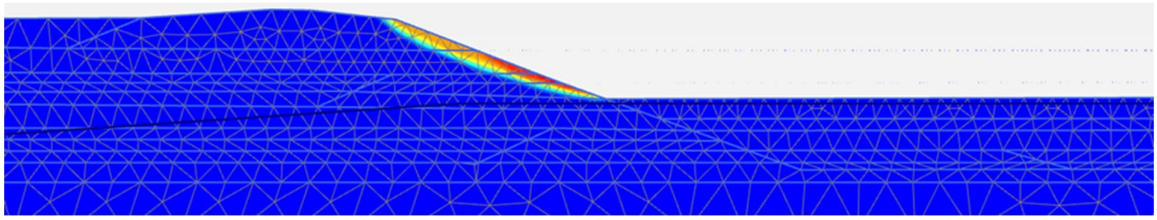
5.3.3.2.36. 09 c SC_dijk 9.5 kern



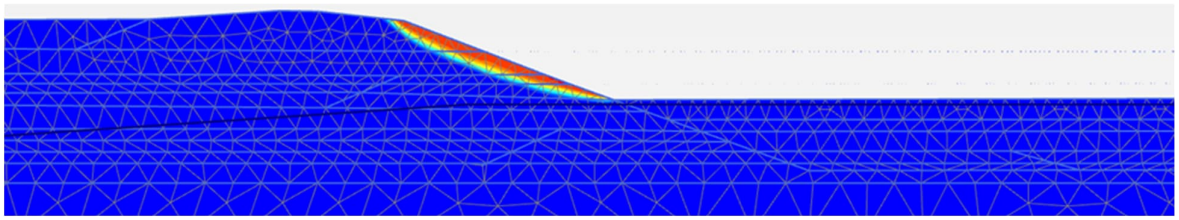
5.3.3.2.37. 09 d CON_dijk 9.5 kern



5.3.3.2.38. 10 a SC_haven 6.0 veen

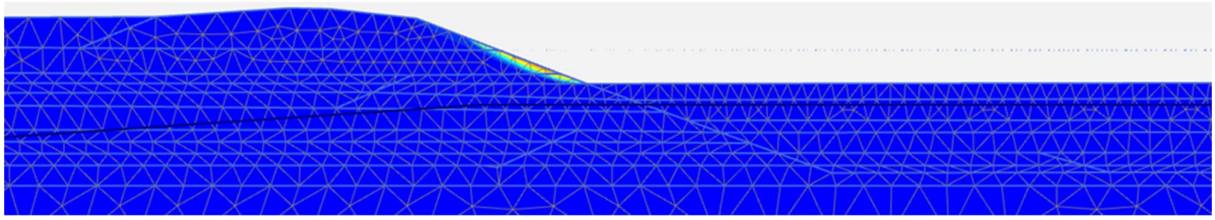


5.3.3.2.39. 10 b CON_haven 6.0 veen

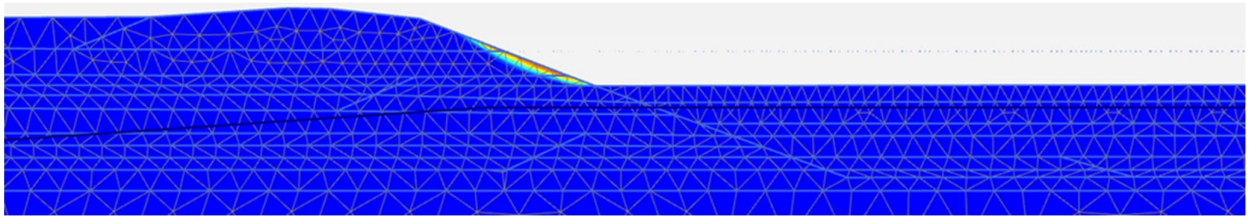


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

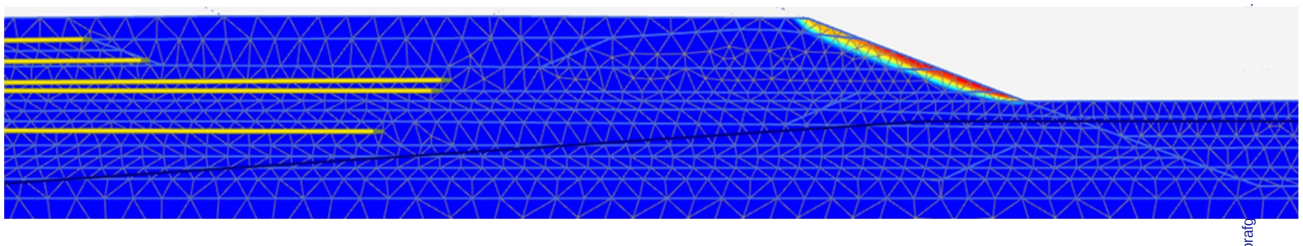
5.3.3.2.40. 10 c SC_haven 6.5 zand



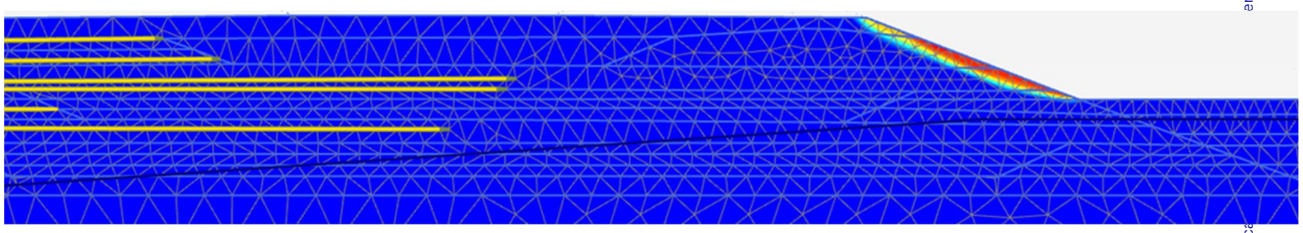
5.3.3.2.41. 10 d CON_haven 6.5 zand



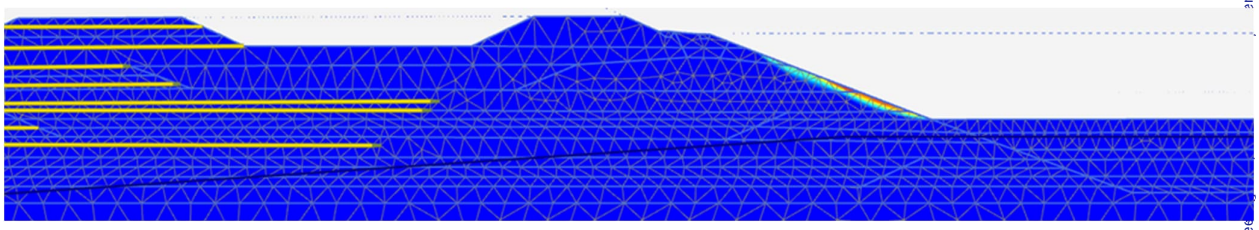
5.3.3.2.42. 11 a SC_dijk 10.5 zand



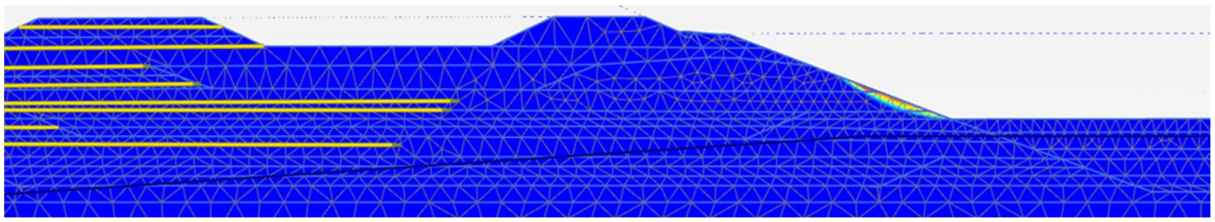
5.3.3.2.43. 11 b CON_dijk 10.5 zand



5.3.3.2.44. 12 a SC_dijk 12.0 afdek

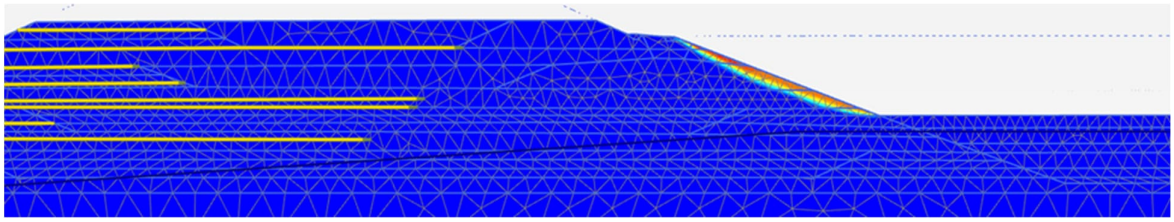


5.3.3.2.45. 12 b CON_dijk 12.0 afdek

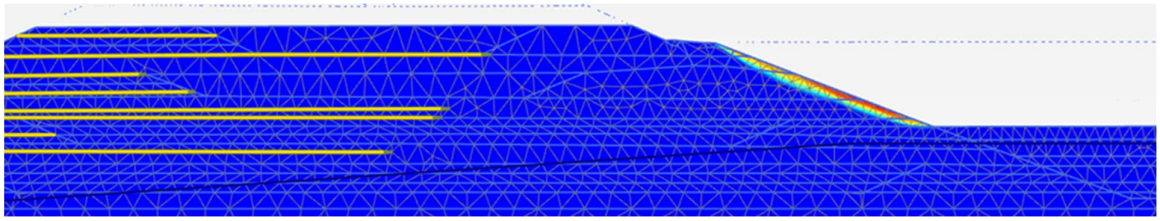


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering, publicatie, vermenigvuldiging of verspreiding ervan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming is verboden.

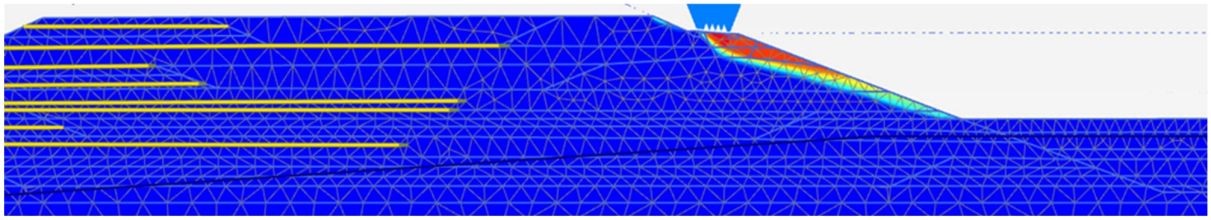
5.3.3.2.46. 12 c SC_dijk 12.0 kern



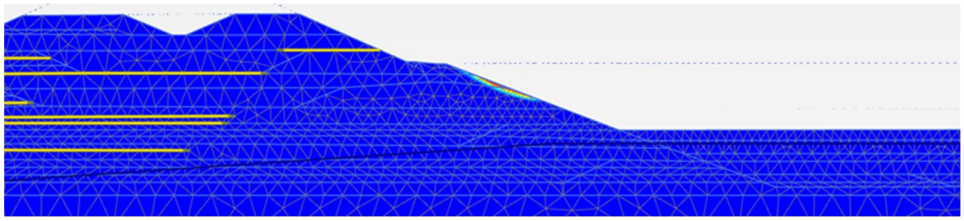
5.3.3.2.47. 12 d CON_dijk 12.0 kern



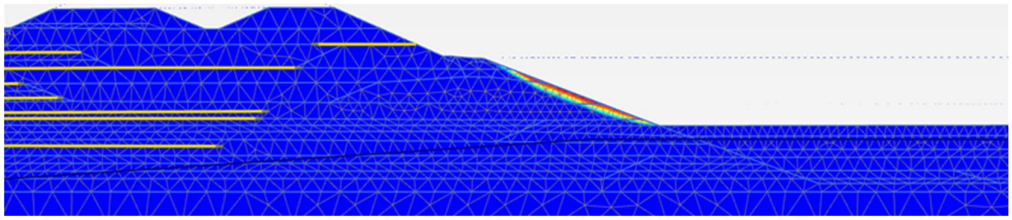
5.3.3.2.48. 12 e LO_dijk12.0 last



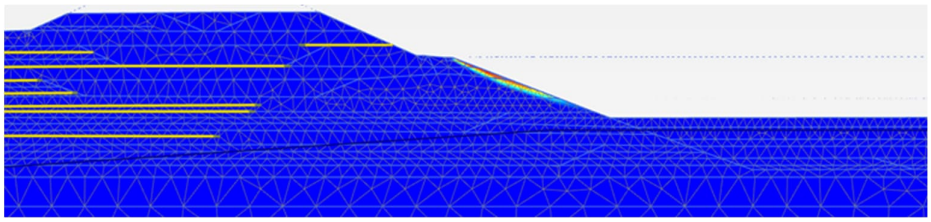
5.3.3.2.49. 13 a SC_dijk 13.5 afdek



5.3.3.2.50. 13 b CON_dijk 13.5 afdek

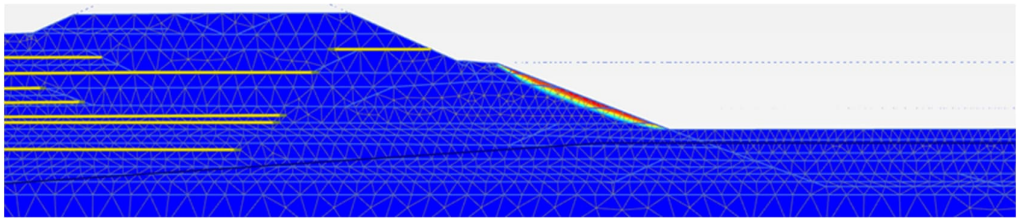


5.3.3.2.51. 13 c SC_dijk 13.5 kern

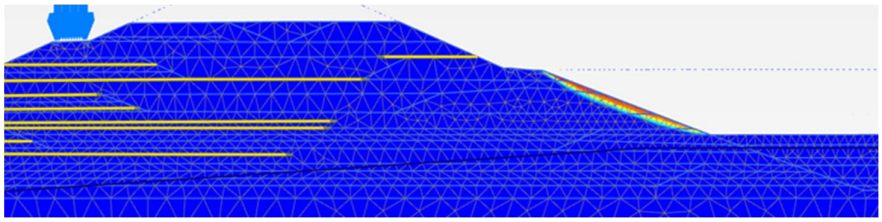


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

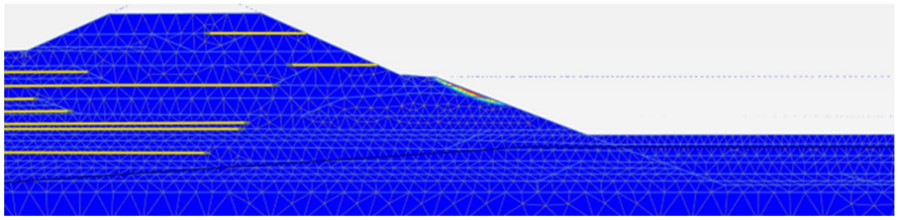
5.3.3.2.52. 13 d CON_dijk 13.5 kern



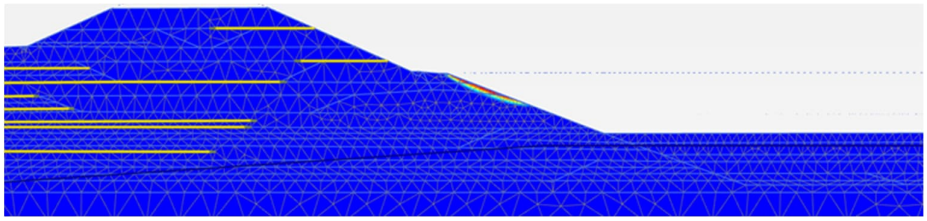
5.3.3.2.53. 13 e LO_dijk 13.5 last



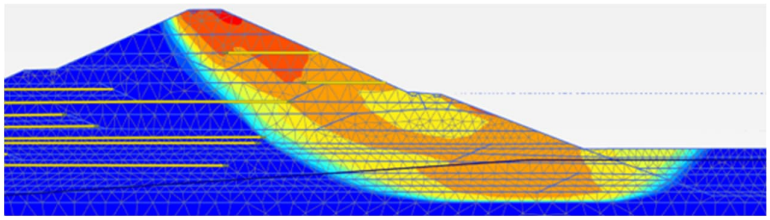
5.3.3.2.54. 14 a SC_dijk 15.5



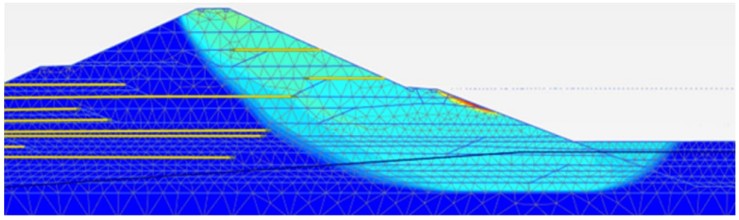
5.3.3.2.55. 14 b CON_dijk 15.5



5.3.3.2.56. 14 c SC_dijk 18

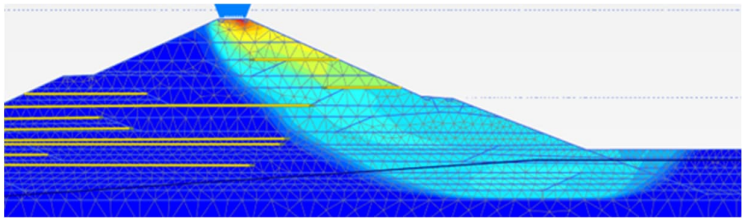


5.3.3.2.57. 14 d CON_dijk 18 dub

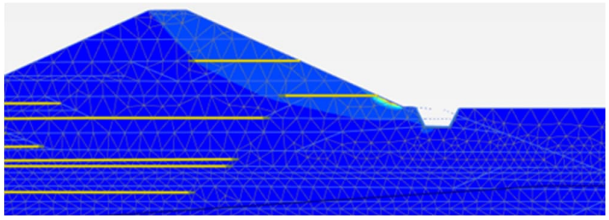


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.3.3.2.58. 14 e LO_dijk 18 last



5.3.3.2.59. 15 d CON_5 jaar na finaal



5.3.4. Zandmeevoerende wellen (piping)

De kwelweglengte wordt gecontroleerd met de methode van Lane (zie [4]) met als randvoorwaarde voor de finale toestand:

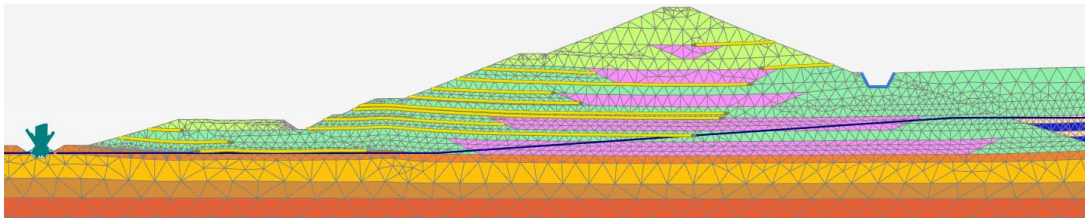
- Opwaarts waterpeil: +6 mTAW
- Afwaarts waterpeil: +2.2 mTAW
- Horizontale lengte: 90m
- Materiaal: Very fine sand (mica) - Moderately fine sand (quartz)

Volgens de formule van Lane wordt een maximaal toegelaten verhang gevonden van 4.3m. Hiermee wordt een veiligheid van 1.13 bekomen (>1)

5.4. Zettingen en verplaatsingen

Alle zettingen en verplaatsingen worden gemeten vanaf de aanleg van de wegberm (WOW).

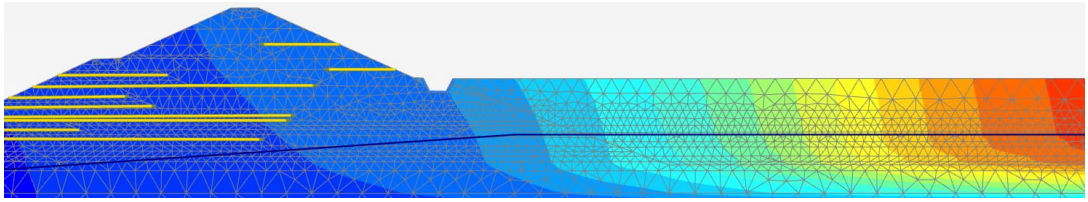
Onderstaande figuur geeft het vervormde model na 5 jaar consolidatie (fase 15d).



Figuur 5-6: Vervormingen dijk na 5 jaar consolidatie (fase 15d)

Tijdens de consolidatiefase treden voornamelijk vervormingen op in de zone van de concessieterreinen.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



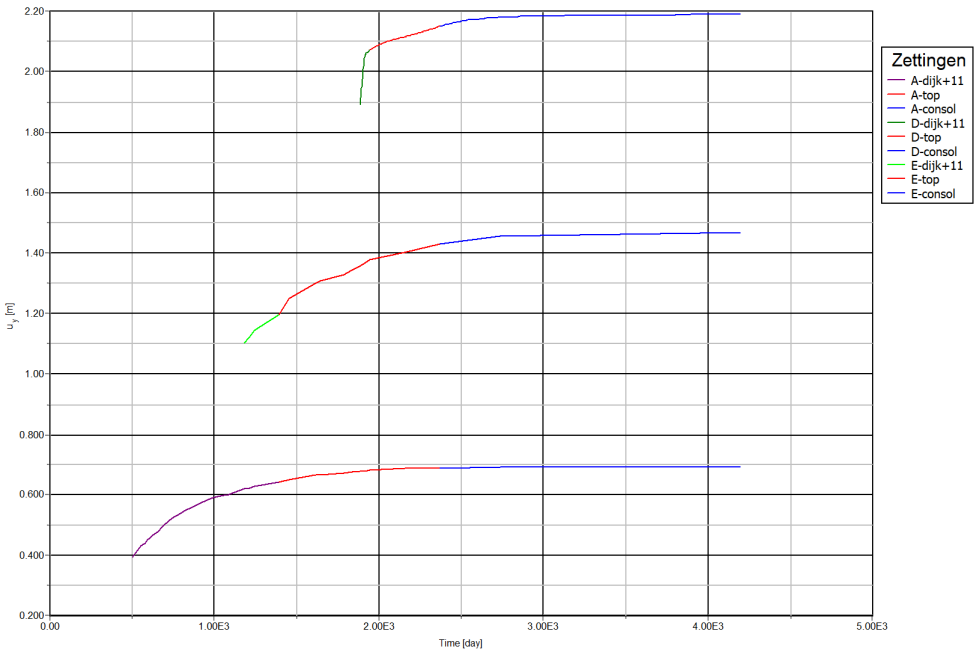
Figuur 5-7: Restzettingen tpv dijk tijdens laatste consolidatiefase (fase 15d) (schaal: max. 6 cm zetting tpv concessie)

Onderstaande grafiek geeft het verloop van de zettingen (verticale verplaatsingen) weer in functie van de tijd. De zettingen werden bepaald (voor verduidelijking van de punten: zie verdere figuren):

- Op de kruin (punt D)
- Ter plaatse van de berm tussen dijk en gracht aan polderzijde (punt A)
- Ter plaatse van de berm tussen gracht en dijk aan havenzijde (punt E)

Ieder verloop werd ingedeeld in 3 subfases:

- In dik en in willekeurige kleur: realisatiefase (punt D: ophoging tot kruinpeil, punten A en E: ophoging dijk tot +11 mTAW)
- In rood: realisatie dijk + concessieterrein
- In blauw: consolidatie na ophoging concessie tot +11 mTAW (=langetermijnszetting)

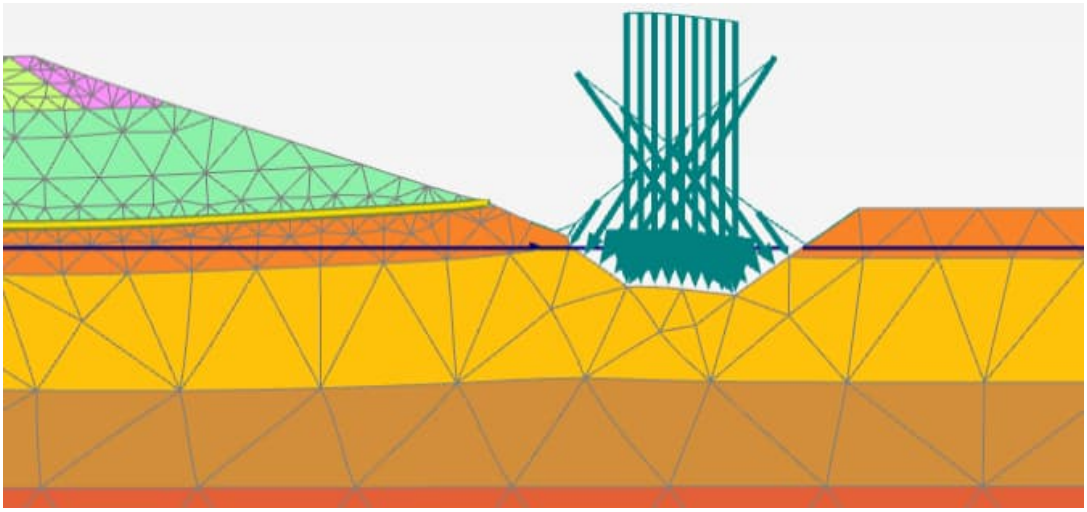


Figuur 5-8: Verloop zettingen tpv kruin (punt D) en tenen van dijk (A en E)

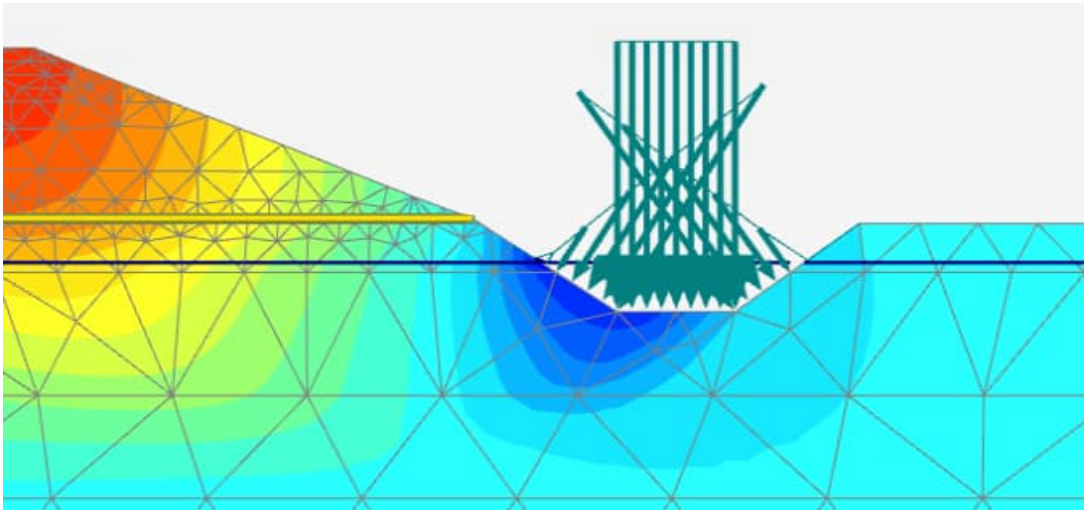
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.4.1. Ogenblikkelijke zettingen en verplaatsingen (tot in laatste uitvoeringsfase)

Ten gevolge van de realisatie van de wegberm WOW worden reeds zettingen bekomen van 61 cm. De gracht perst zich op over ca. 15cm, de talud naast de wegberm verplaatst zich lokaal over ca. 15cm. Deze zettingen treden niet op ten gevolge van de aanleg van de dijk.



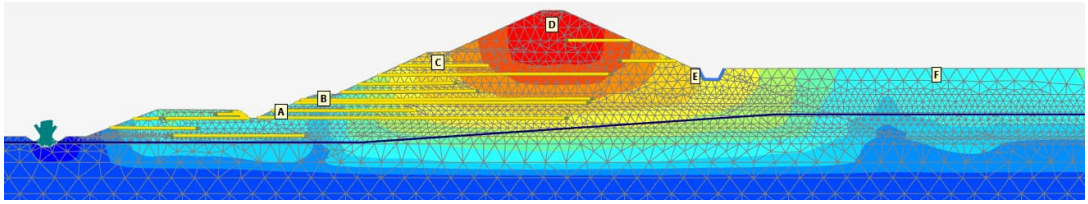
Figuur 5-9: Ogenblikkelijke vervormingen na aanleg en consolidatie wegberm



Figuur 5-10: Ogenblikkelijke zettingen na aanleg en consolidatie wegberm

Na ophoging van het concessieterrein tot +11 mTAW (fase 15 b) wordt een totale verplaatsing van 2.16m gevonden ter hoogte van de kruin van de dijk. Dit is integraal te wijten aan de zetting van de kruin.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-11: Ogenblikkelijke zettingen einde uitvoeringsfase – fase 15b

Tabel 5-3: Ogenblikkelijke verplaatsingen en zettingen einde uitvoeringsfase – fase 15b

Locatie	Tot. verplaatsing [m]	Hor. verpl. [m]	Zetting [m]
A	0.7	-0.12	0.69
B	0.66	-0.19	0.63
C	1.54	-0.06	1.54
D	2.15	0.04	2.15
E	1.45	0.2	1.43
F	0.79	0.27	0.74

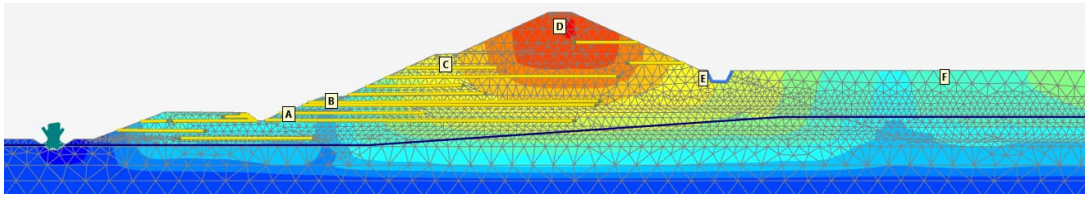
5.4.2. Langetermijnzettingen en -verplaatsingen

5.4.2.1. DIJK ZETTINGEN.

Na 5 jaar consolidatie (i.e. op 31/08/2037 of binnen Q1-Y14 - Q3-Y14, of ca. 11.5 jaar na de start van de voorbereidende werken aan de dijk) nemen de verplaatsingen toe met ca. 4cm tot 2.2m, eveneens in de kruin.

Dit betekent dat de dijken dienen opgeleverd te worden met een overhoogte van 4 cm op de kruin.

Figuur 5-8 geeft aan dat de zettingen na 5 jaar reeds stabiliseren of gestabiliseerd zijn. De benodigde overhoogte blijft ver beneden de maximaal toegelaten overhoogte (i.e. 75 cm, zie [4]).



Figuur 5-12: Langetermijnzettingen – fase 15d

Tabel 5-4: Langetermijnzettingen en -verplaatsingen einde uitvoeringsfase – fase 15a

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Locatie	Verplaatsing [m]	Hor. verpl. [m]	Zetting [m]	Overhoogte [m]
A	0.7	-0.11	0.69	-
B	0.66	-0.18	0.64	0.01
C	1.55	-0.05	1.55	0.01
D	2.2	0.07	2.19	0.04
E	1.49	0.25	1.47	0.04
F	0.97	0.32	0.91	0.17

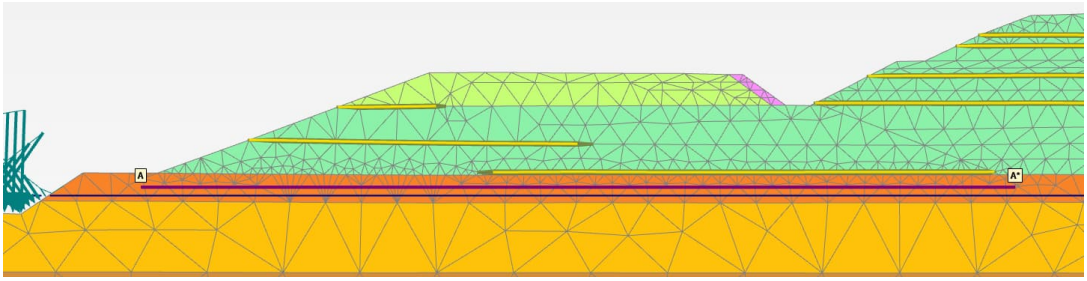
5.4.2.2. INVLOED DIJK OP WEGBERM

De invloed van de bouw van de dijk op de naastgelegen bermweg wordt bestudeerd aan de hand van de simulaties volgend op de bouw van de bermweg:

- Bouw van de dijk + 5 jaar consolidatie (totale duurtijd = ca. 11 jaar)
- Consolidatie van de wegberm over 11 jaar

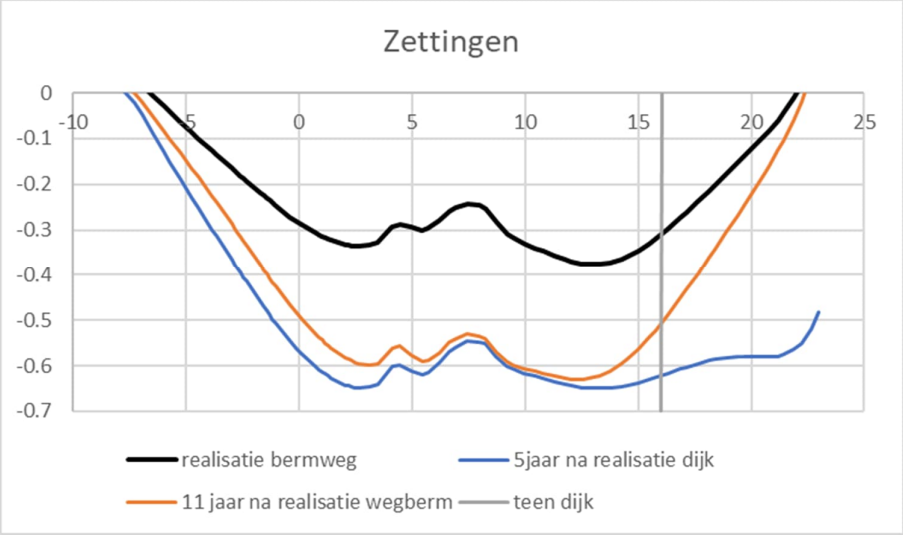
De verplaatsingen op het einde van beide simulaties treden op op een zelfde ogenblik, maar onder verschillende situaties: met en zonder bufferdijk.

Alle verplaatsingen worden bepaald ter plaatse van de wegberm op een peil +2.5 mTAW (= ca. maaiveldpeil; zie onderstaande figuur). De verticale grijze lijn duidt op de ligging van de dijkgracht. Vanaf dat punt wordt ten opzichte van de wegberm een dijkophoging gerealiseerd.

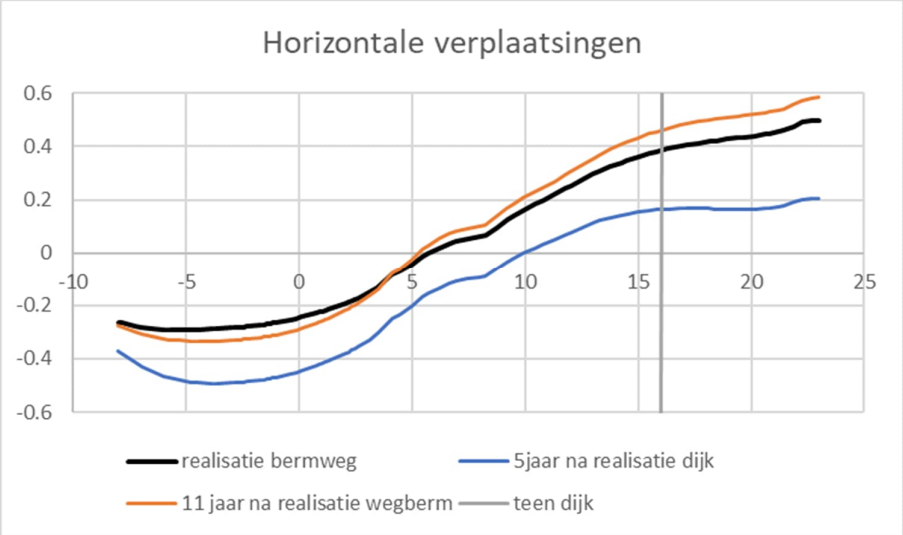


Figuur 5-13: Referentiepeil verplaatsingen op funderingsaanzet van wegberm (snede AA*)

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-14: Zettingen – na realisatie wegberm, 11 jaar na realisatie wegberm zonder dijk en 11 jaar na realisatie wegberm met dijk



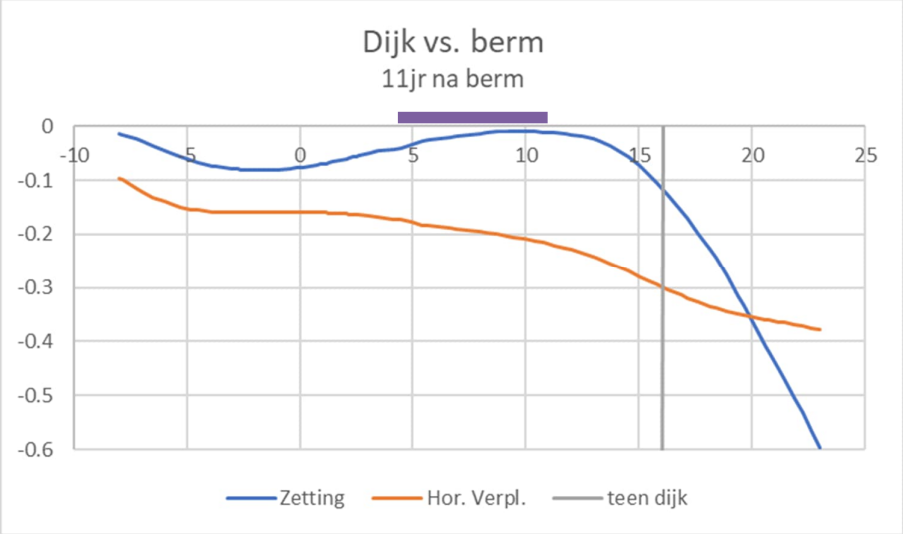
Figuur 5-15: Horizontale verplaatsingen – na realisatie wegberm, 11 jaar na realisatie wegberm zonder dijk en 11 jaar na realisatie wegberm met dijk

Algemeen kan worden gesteld dat de wegberm beperkte zettingen zal ondervinden bij realisatie van een naastliggende dijk. Afwijkingen hiervan worden gevonden op de zone waar de dijk boven de teen van de wegberm wordt gebouwd, dus rechts van de dijkgracht.

De extra zettingen treden vooral op aan beide taluds van de berm, grootteorde 10cm. Op kruinpeil van de berm is het verschil tussen beide simulaties nagenoeg 0. Dit kan worden verklaard door de weerstand tegen wegpersen van de slappere lagen ter plaatse van de dijk. De horizontale verplaatsingen bevestigen dit. Zonder dijk zal de berm in beide richtingen evenveel verplaatsen, waar met dijk een algemene verplaatsing van gemiddeld 20cm geeft weg van de dijk.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Onderstaande figuur heeft het verschil weer tussen beide verplaatsingen voor de 2 eindsituaties. Deze curves bevestigen bovenstaande conclusies. De horizontale lijn geeft de ligging weer van de verharding.

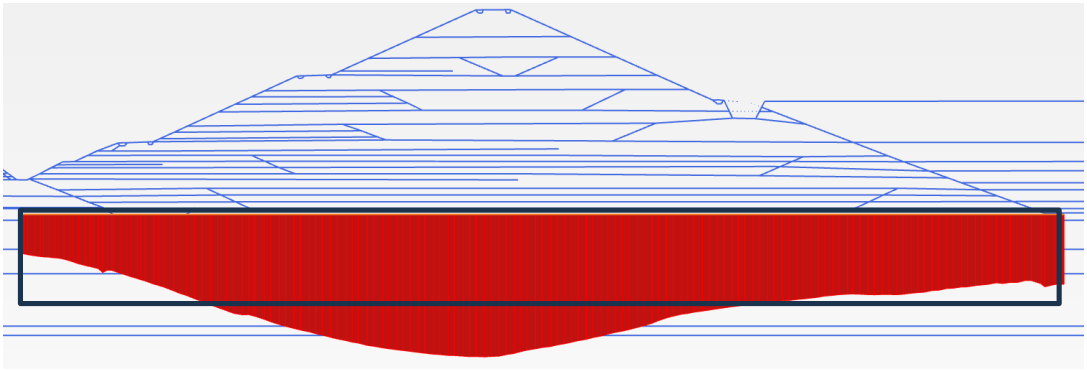


Figuur 5-16: Extra verplaatsingen – dijk vs. berm (consolidatie)

5.4.3. Plaxis vs. Terzaghi

Onderstaande tabel geeft een vergelijking tussen de berekende zettingen op MV peil door Plaxis na 5 jaar consolidatie en de zettingen bepaald door de methode Terzaghi.

De lasten ten gevolge van de bouw van de dijk werden bepaald door de bekomen effectieve spanningen uit het model over de breedte van 90m dijk (van gracht aan polderzijde tot 90m havenzijde, dit is ongeveer de teen van de dijk op oorspronkelijk maaiveldpeil) gelijkmatig te spreiden over de 90m dijk. Er wordt een gemiddelde spanning gevonden van 160 kN/m². Ter plaatse van de concessie wordt een gemiddelde spanning gevonden van 131.5 kN/m². De bovenbelasting wordt volgens de methode Terzaghi gemodelleerd over de breedte van 90m en een last van 160 kN/m². Hierdoor wordt de piek in de gronddrukken niet gevoeld.



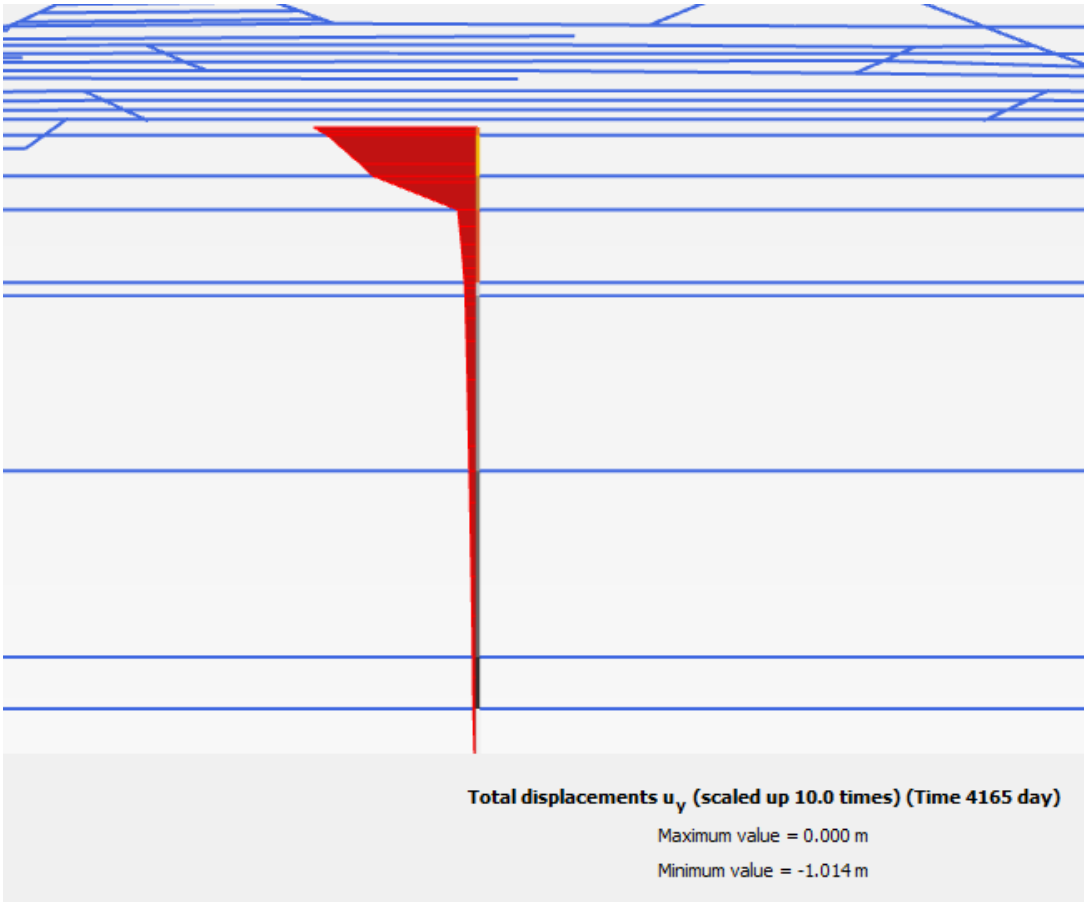
Figuur 5-17: Effectieve spanningen s'yy – fase 15d

Op de as van de dijk treden zettingen voornamelijk op in de bovenste lagen. Volgens Plaxis wordt een zetting van 1.0m gevonden waar dit volgens Terzaghi 0.41m is. De zettingen in de

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

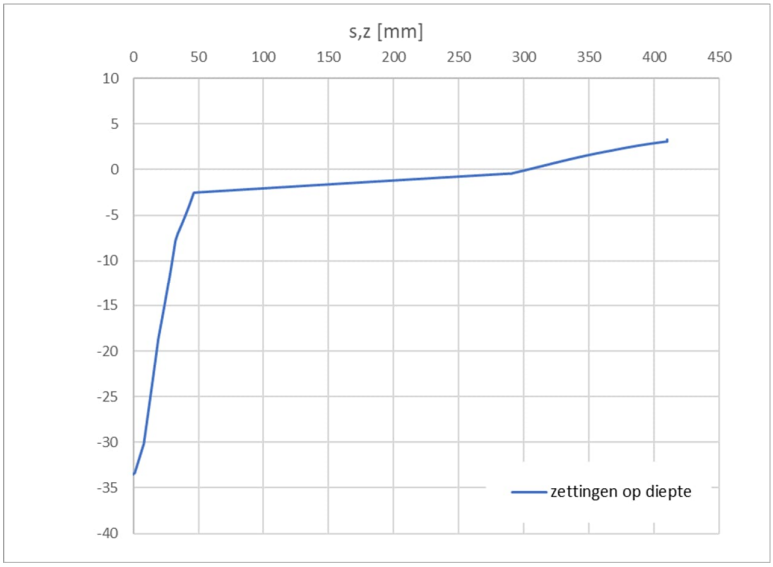
Boomse klei werden volgens Terzaghi niet mee beschouwd. Wordt dit wel gedaan, dan wordt een zetting van 0.59m gevonden. Plaxis overschrijdt aldus de zettingen volgens methode Terzaghi met 59 cm.

Plaxis berekent aan de top van de Boomse klei een zetting van 2.8cm. Volgens methode Terzaghi wordt op dit punt een zetting van 18.2cm berekend. Methode Terzaghi overschrijdt aldus de Plaxis zettingen met 34.5 cm.

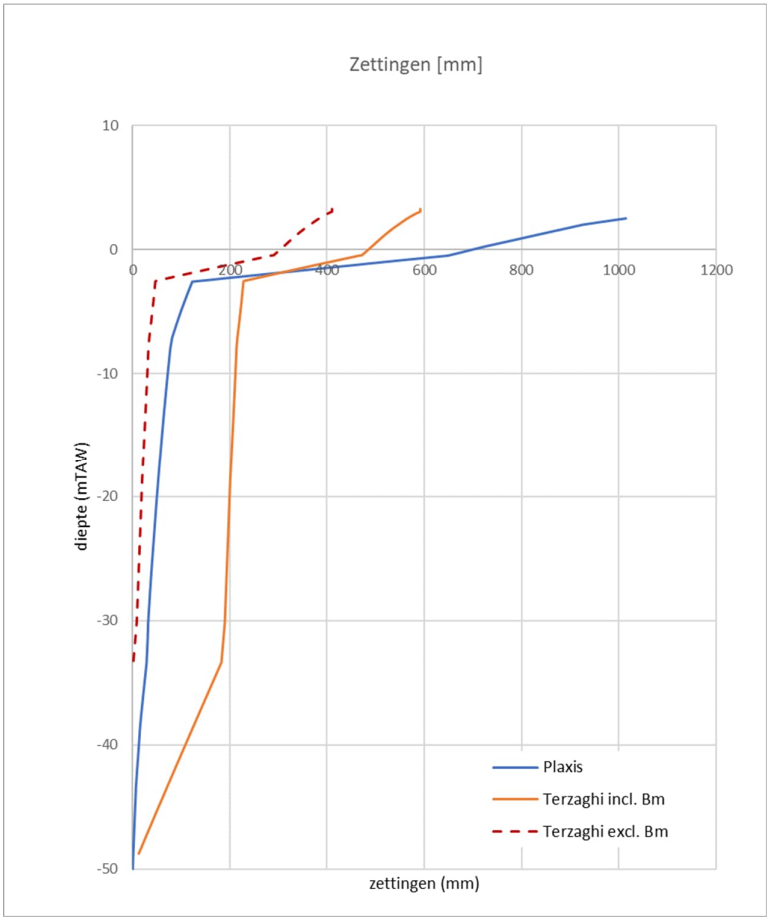


Figuur 5-18: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15d - Plaxis

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-19: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15d - Terzaghi



Figuur 5-20: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15d – Plaxis vs. Terzaghi

Tabel 5-5: zettingen Plaxis vs. Terzaghi – fase 15d

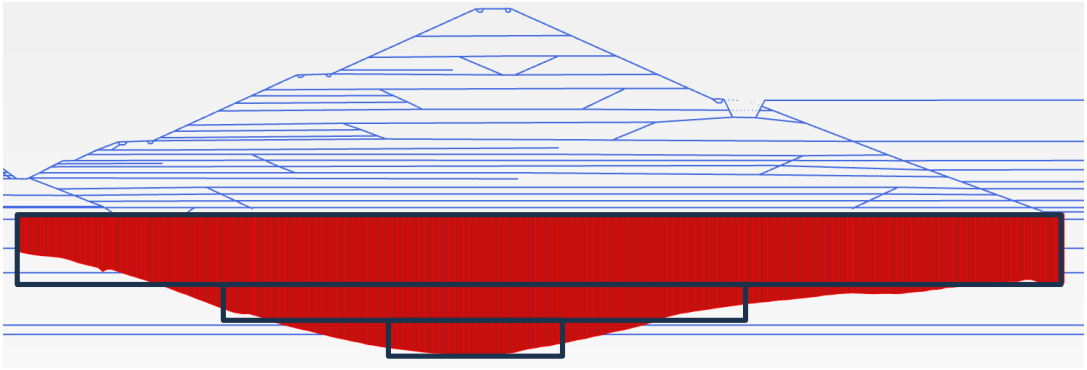
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Locatie	Zetting Plaxis [m]	Δp [kN/m²]	Zetting Terzaghi [m]
As van dijk (i.e. centraal onder de kruin	1.0	160	0.59
Concessie tpv teen dijk havenzijde op +2 mTAW	0.5	130	0.51

Plaxis bekomt aldus, na een consolidatie van 5 jaar na de eindtoestand, minder zettingen aan top van de Boomse klei. In de toplagen daarentegen, worden meer zettingen bekomen. In Plaxis wordt de zetting voornamelijk beïnvloed door de Emodulus (E50,ref = 1400 kN/m²) waar dit bij Terzaghi wordt beïnvloed door de parameter alpha en de samendrukkingsconstanten.

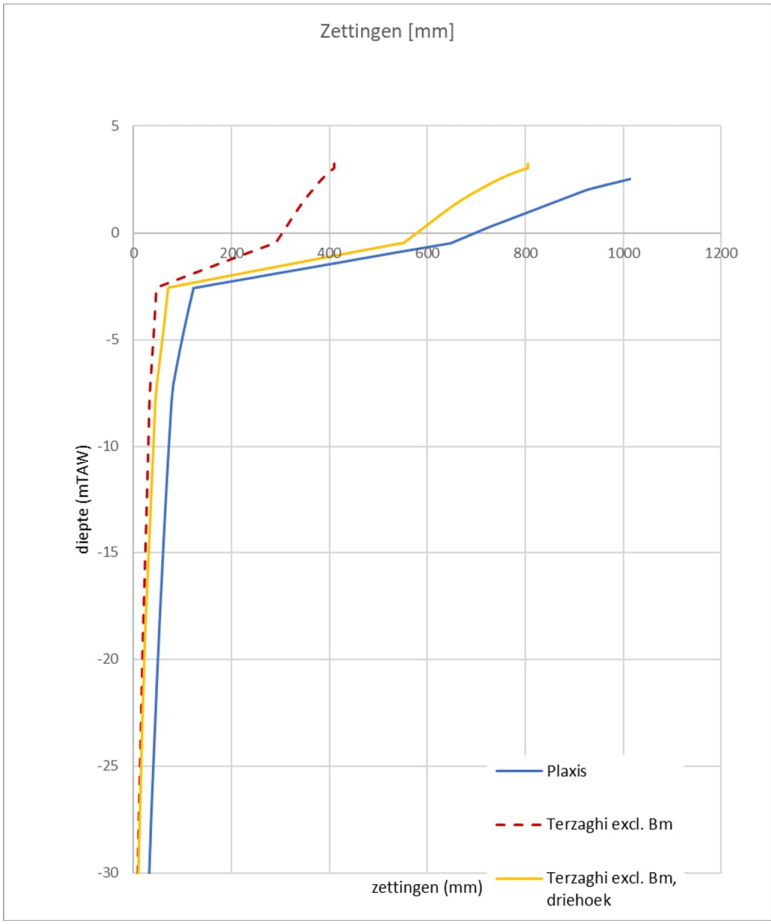
Een kleine wijziging in deze parameters geeft reeds een aanzienlijke wijziging in de zettingen. De bovenbelasting wordt daarenboven benaderd ingegeven als een gelijkmatig verdeelde belasting, waar dit eerder een piek vertoont ter plaatse van de kruin en reduceert naar 66 of 120 kN/m² naar de tenen. Anderzijds houdt Plaxis rekening met 2D-effecten: in de bovenste lagen wordt tevens grond horizontaal weggeduwd.

Een betere benadering van de terreinlasten volgens onderstaand beeld resulteert in hogere zettingen (0.80m, Boomse klei buiten beschouwing gelaten). Dit ten opzichte van de eerder bekomen 0.4m.



Figuur 5-21: Effectieve spanningen s'yy – fase 15d – optimalisatie spanningen

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-22: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15d – Plaxis vs. Terzaghi – optimalisatie spanningen

5.5. Inwendige krachten

5.5.1. Geotextielen

Onderstaande figuren geven de trekkrachten in de geotextielen weer in de finale toestand, na 5 jaar consolidatie. Er worden 2 lijnen weergegeven:

- Blauwe lijn = trekkracht in finale toestand, na 5 jaar consolidatie
- Gele arcering = omhullende van de trekkracht over alle fasen

De geotextielen worden weergegeven volgens hun peilen gemeten op de helft van hun lengte, na finale toestand en afgerond op 10cm.

Tabel 5-6: Inwendige krachten in geotextiel (N: trekkracht gemeten in finale toestand; Nmax: omhullende trekkracht)

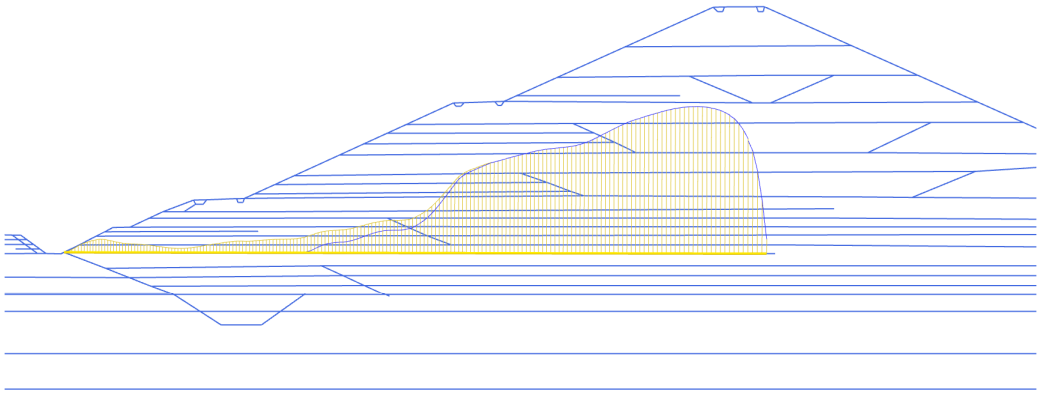
Peil geotextiel [mTAW]	N [kNm/m]	Nmax [kN/m]

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

+5.50	17.40	17.40
+6.50	2.60	2.60
+7.50	18.50	18.50
+8.00	21.40	21.40
+9.00	30.79	30.79
+10.0	3.90	4.50
+11.50	16.80	16.80
+12.50	3.30	3.30
+13.00	3.20	3.20
+16.00	4.70	4.70

De trekkrachten blijven beperkt. Afhankelijk van het gekozen geotextiel en de naadverbindingen (indien van toepassing) kan een geschikt geotextiel worden gevonden.

5.5.1.1. GEOTEXTIEL +5.50 MTAW



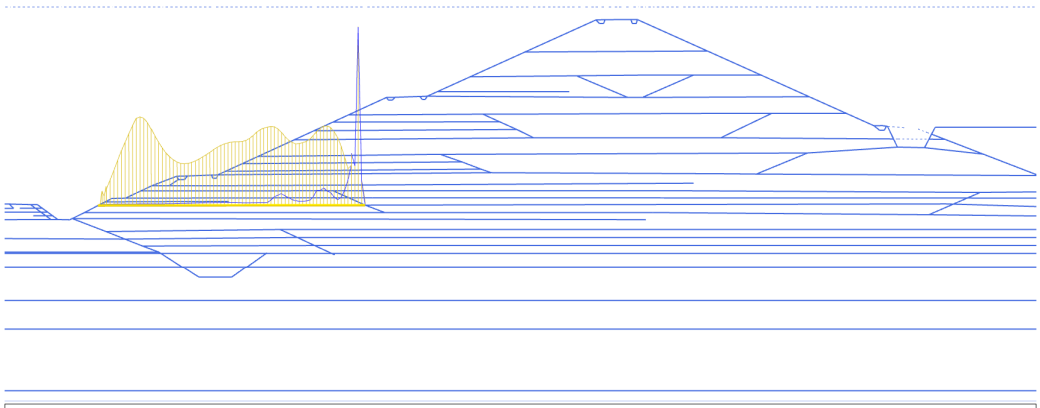
Envelope of Axial forces N (scaled up 0.500 times) (Time 4195 day)

Maximum value = 17.41 kN/m (Element 250 at Node 19087)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.5.1.2. GEOTEXTIEL +6.50 MTAW

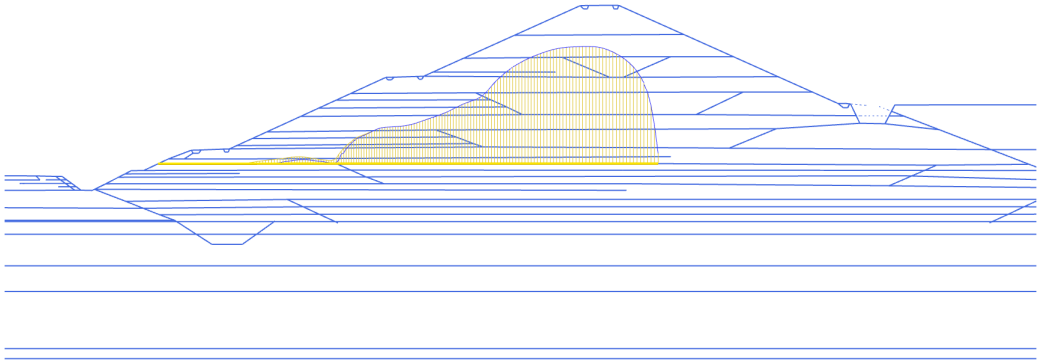


Envelope of Axial forces N (scaled up 5.00 times) (Time 4195 day)

Maximum value = 2.608 kN/m (Element 194 at Node 11831)

Minimum value = 0.000 kN/m

5.5.1.3. GEOTEXTIEL +7.50 MTAW



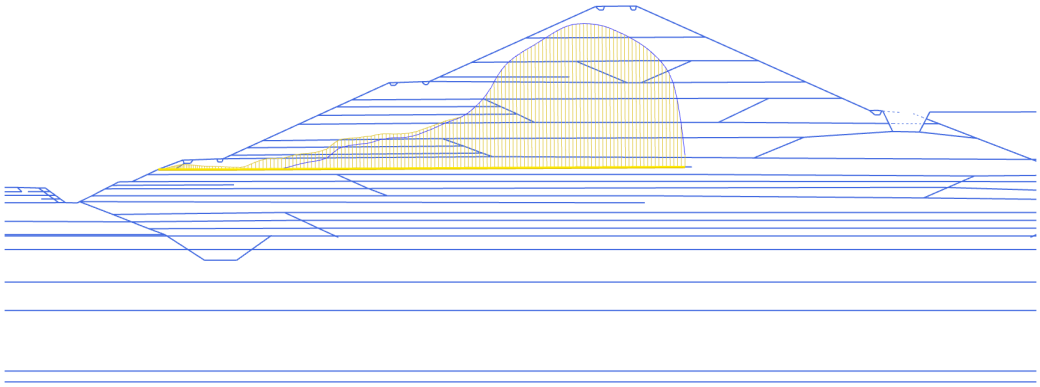
Envelope of Axial forces N (scaled up 0.500 times) (Time 4195 day)

Maximum value = 18.51 kN/m (Element 148 at Node 11519)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.5.1.4. GEOTEXTIEL +8.00 MTAW

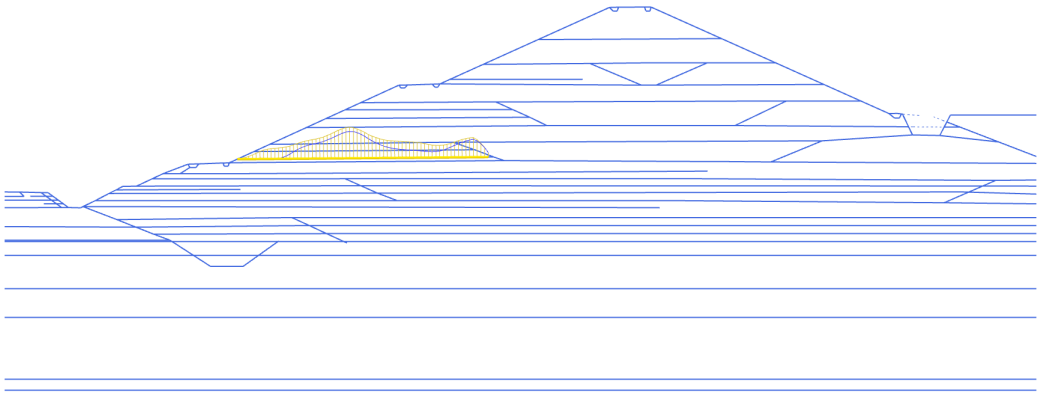


Envelope of Axial forces N (scaled up 0.500 times) (Time 4195 day)

Maximum value = 21.40 kN/m (Element 109 at Node 7570)

Minimum value = 0.000 kN/m

5.5.1.5. GEOTEXTIEL +9.00 MTAW



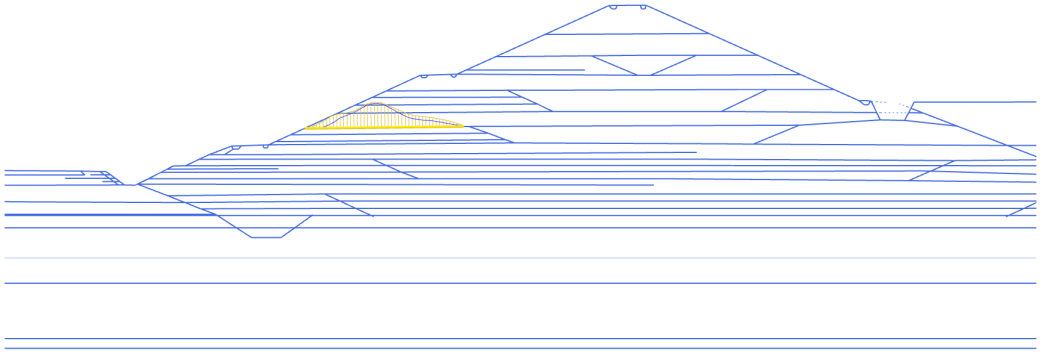
Envelope of Axial forces N (scaled up 0.500 times) (Time 4195 day)

Maximum value = 4.506 kN/m (Element 75 at Node 713)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.5.1.6. GEOTEXTIEL +10.00 MTAW

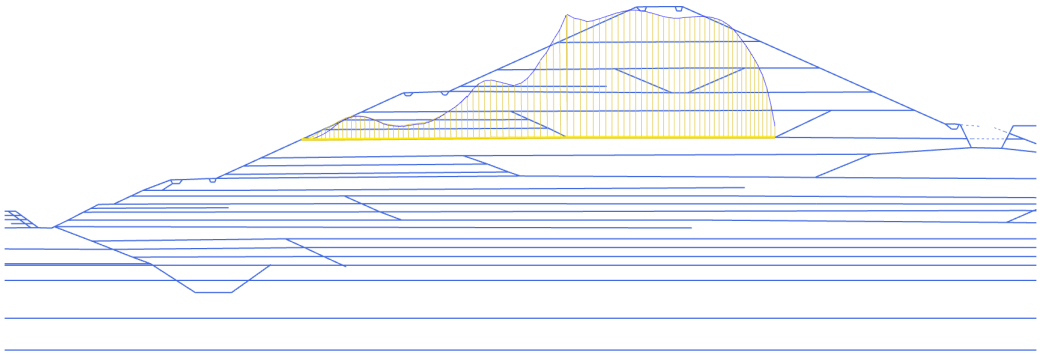


Envelope of Axial forces N (scaled up 0.500 times) (Time 4195 day)

Maximum value = 4.118 kN/m (Element 61 at Node 1223)

Minimum value = 0.000 kN/m

5.5.1.7. GEOTEXTIEL +11.50 MTAW



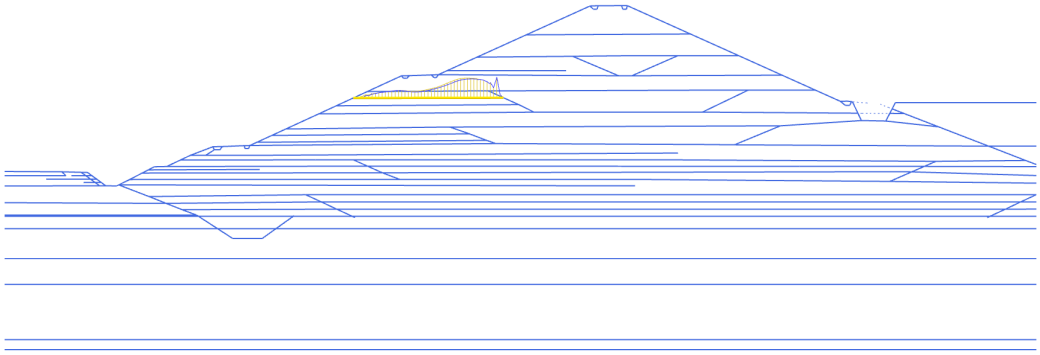
Envelope of Axial forces N (scaled up 0.500 times) (Time 4195 day)

Maximum value = 16.81 kN/m (Element 36 at Node 4366)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.5.1.8. GEOTEXTIEL +12.50 MTAW

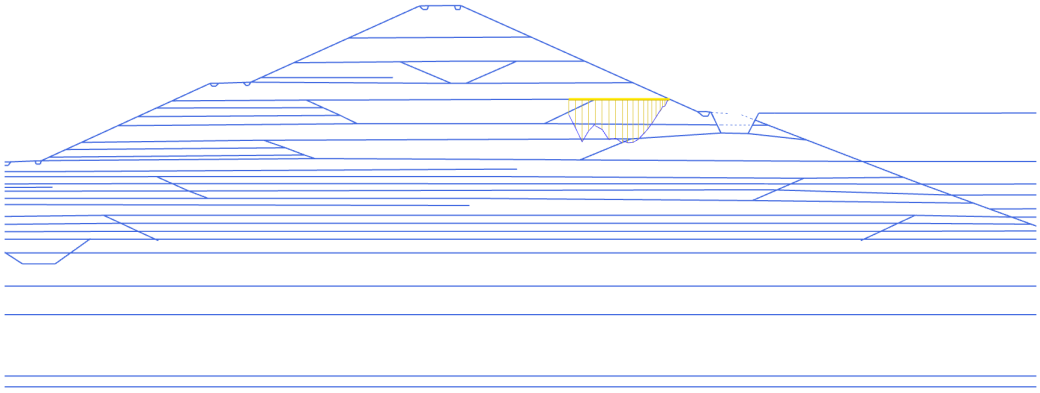


Envelope of Axial forces N (scaled up 0.500 times) (Time 4195 day)

Maximum value = 3.329 kN/m (Element 32 at Node 791)

Minimum value = 0.000 kN/m

5.5.1.9. GEOTEXTIEL +13.00 MTAW (HAVENZIJDE)



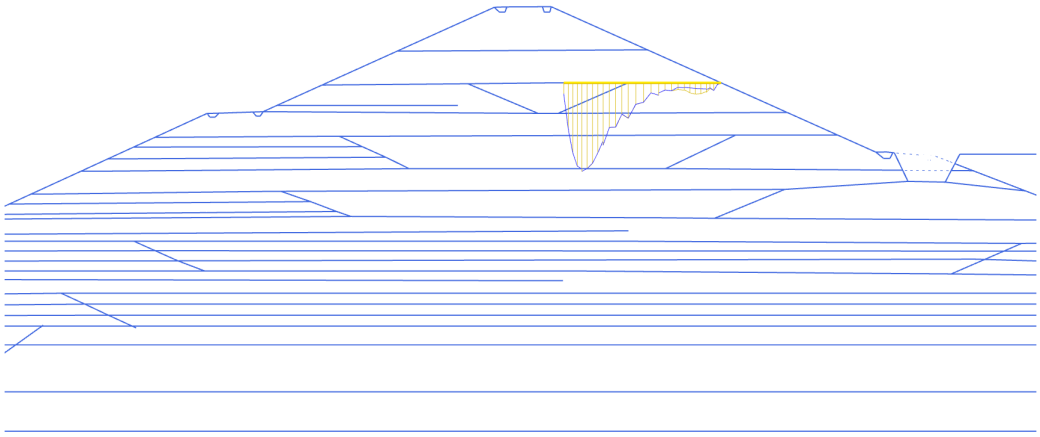
Envelope of Axial forces N (scaled up 1.00 times) (Time 4195 day)

Maximum value = 3.211 kN/m (Element 20 at Node 12579)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.5.1.10. GEOTEXTIEL +16.00 MTAW (HAVENZIJDE)



Envelope of Axial forces N (scaled up 1.00 times) (Time 4195 day)

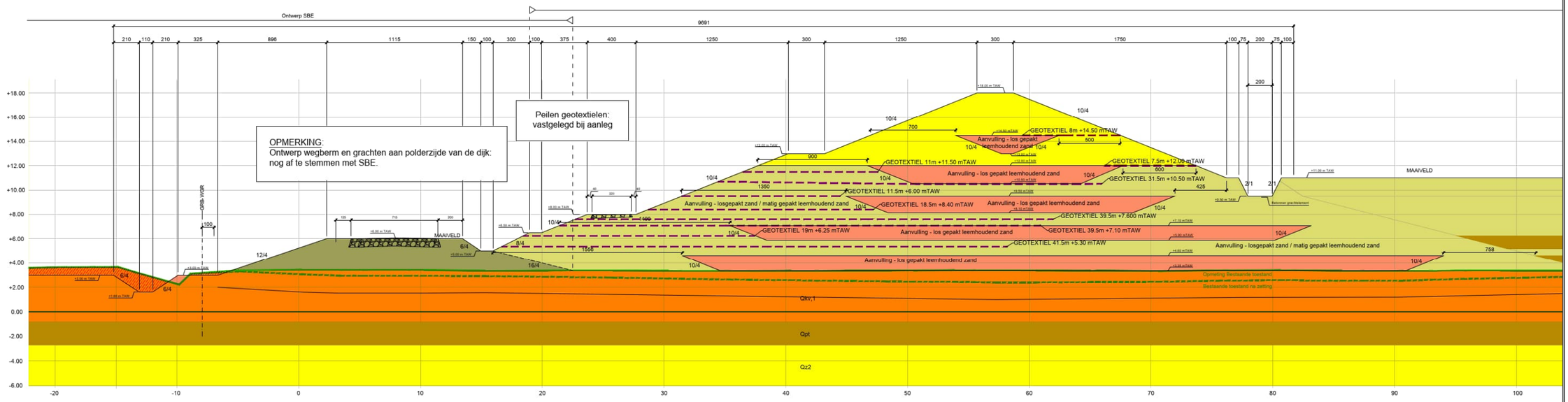
Maximum value = 4.729 kN/m (Element 2 at Node 9366)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

BIJLAGE 1. GEOMETRIE - SNEDE WEST-CH VOLGENS [5]

SNEDE A: West-CH-dreefstraat: Bufferdijk +18.00 mTAW - polderzijde weg +6.00 mTAW // Dreefstraat - dokzijde MV +11.00 mTAW



LEGENDE

- breuksteenbestorting, LMA 40/200
- vette grond
- Qkv
- Qpt
- Qz1, Qz2
- Aanvulling - matig gepakt zand (inw. wrijving +- 30°)
- Aanvulling - losgepakt zand / matig gepakt leemhoudend zand (inw. wrijving +- 27°)
- Aanvulling - los gepakt leemhoudend zand (inw. wrijving +- 25°)
- Uitgraving: mechanisch / hydraulisch
- Opvulling
- Geotextiel

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

TRACTEBEL ENGINEERING S.A.

KANTOOR GENT
Esplanade Oscar Van de Voorde 1
9000 Gent – BELGIË
tel. +32 9 240 09 11 – fax +32 9 240 09 00
engineering-be@tractebel.engie.com
tractebel-engie.com

TECHNISCH RAPPORT

Onze ref.: P016898_2GD_RAP-D-2204

Klant:	Port of Antwerp
Contactpersoon:	Kristof Guldentops
Tel.:	+32 3 229 71 06
Email:	Kristof.Guldentops@portofantwerp.com
Project:	Ontwerpstudie Tweede Getijdendok
Onderwerp:	Voorontwerp dijk zone West dok
Revisie:	0
Status:	IFA
Opmerkingen:	[Comments]

REV.	DD/MM/YY	STAT.	OPGESTELD	GEVERIFIEERD	GOEDGEKEURD
00	16/11/23	IFA	CBO	DRB	DRB

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

DOCUMENT IDENTIFICATIE

Project: Ontwerpstudie Tweede Getijdendok

Klant: Port of Antwerp

Onderwerp: Voorontwerp dijk zone West dok

Nr.: P016898_2GD_RAP-D-2204_0

Status: IFA

Pad: \\d10.tes.local\SESAME\1BUS\INFRA&ENV\IN13\PROJECTS\P016898_POA2GD\5WRK\52 Voorontwerp\02 Dijken\04 notas\P016898_2GD_RAP-D-2204_0_VO dijk West_dok 231116_BSP.docx

OPGESTELD	GEVERIFIEERD	VALIDATED
Naam: **Cathy Boone** Handtekening:	Naam: **Dries Ballieu** Handtekening:	Naam: **Dries Ballieu** Handtekening:

DOCUMENT HISTORIE

REV.	WIJZIGINGEN
00	Eerste uitgave

ABSTRACT

Deze nota omschrijft het voorontwerp van de dijken in de zone West_dok.

INHOUDSTAFEL

1. INLEIDING 5

2. REFERENTIES 6

2.1. Normen en richtlijnen 6

2.2. Documenten 6

2.2.1. Project gebonden documenten 6
2.2.2. Niet project gebonden documenten 6

3. AFKORTINGEN EN SYMBOLEN 7

4. MODELGEVENS 8

4.1. Ligging zone West dok 8

4.2. Geometrie 8

4.3. Waterstanden 12

4.3.1. Bouwfase 12
4.3.2. Finale toestand 12

4.4. Belastingen 13

4.4.1. Variabele lasten 13

4.5. Model 13

4.6. Toetsingscriteria 14

4.6.1. UGT-F 14
4.6.2. GGT 14

5. INPUT MODEL 15

5.1. Fasering 15

5.2. Opbouw 15

5.2.1. Westelijke ontsluiting 15

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.2.2. Toepassing grondverbetering 16
5.2.3. Opbouw dijk tot +5.25 mTAW 18
5.2.4. Afgraven dok 22
5.2.5. Opbouw dijk tot +7.00 mTAW 23
5.2.6. Opbouw taludbekleding tot +6.0 mTAW 24
5.2.7. Baggeren dok - tussenzanden 25
5.2.8. Opbouw dijk tot +8.50 mTAW 26
5.2.9. Baggeren dok - LiKr 26
5.2.10. Opbouw dijk tot +9.50 mTAW 27
5.2.11. Baggeren dok - LiOo 27
5.2.12. Opbouw dijk tot +11.0 mTAW 28
5.2.13. Opbouw dijk tot +18.00 mTAW 29
5.2.14. Getijdewerking 31

5.3. Veiligheidsfactoren 32

5.3.1. Overzicht32
5.3.2. Grafieken 33
5.3.3. Glijvlakken 35
5.3.4. Zandmeevoerende wellen (piping) 40

5.4. Zettingen en verplaatsingen 40

5.4.1. Ogenblikkelijke zettingen en verplaatsingen (tot in laatste uitvoeringsfase) 41
5.4.2. Langetermijnszettingen en -verplaatsingen 43
5.4.3. Plaxis vs. Terzaghi 46

5.5. Inwendige krachten 50

5.5.1. Damwand 50
5.5.2. Geotextielen 53

BIJLAGE 1. GEOMETRIE - SNEDE WEST-DOK VOLGENS [5] 60

BIJLAGE 2. TOETSING DAMPLANK VOLGENS EN1993-5 61

2-A SITUATIE MMAX 61

2-B SITUATIE MMAX2 62

2-C SITUATIE NMAX 63

2-D SITUATIE QMAX 64

FIGUREN

Figuur 1-1: Basisoptie (‘boemerang’) en ‘elleboog’-optimalisaties A en B 5
Figuur 1-2: Duplexalternatief 5

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Figuur 4-1: Inrichtingsvariant – Duplex – indeling dijken volgens zone [4].....8
Figuur 4-2: Maatgevende tijkrommen Liefkenshoek ([4]) 13
Figuur 5-1: Opbouw grondverbetering dokzijde tov finale dijkprofiel..... 17
Figuur 5-2: Maatgevende tijkromme MWeA Liefkenshoek ([4]) 32
Figuur 5-3: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 03 a, 03 e, 03 i, 04 a, 04c, 05 en 06 b 33
Figuur 5-4: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 07 e, 09 a, 09 e, 11 a, 12 a, 12 e, 13 a en 13 e..... 34
Figuur 5-5: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 14 a, 15 a en 16 h 34
Figuur 5-6: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 15c (finaal) vs 17 a (finaal drained) 35
Figuur 5-7: Vervormingen dijk na 5 jaar consolidatie (fase 15c)..... 40
Figuur 5-8: Restzettingen tpv dijk tijdens laatste consolidatiefase (fase 15c) (schaal: max. 5 mm zetting tpv kruin) 40
Figuur 5-9: Verloop zettingen tpv kruin (punt D) en tenen van dijk 41
Figuur 5-10: Ogenblikkelijke vervormingen na aanleg en consolidatie wegberm 42
Figuur 5-11: Ogenblikkelijke zettingen na aanleg en consolidatie wegberm (8.9 cm zetting tot 3.8 cm oppersen)..... 42
Figuur 5-12: Zettingen einde uitvoeringsfase – fase 15a..... 42
Figuur 5-13: Langetermijnszettingen – fase 15c..... 43
Figuur 5-14: Referentiepeil verplaatsingen op funderingsaanzet van wegberm (snede AA*)44
Figuur 5-15: Zettingen – na realisatie wegberm, 32 jaar na realisatie wegberm zonder dijk en 32 jaar na realisatie wegberm met dijk..... 44
Figuur 5-16: Horizontale verplaatsingen – na realisatie wegberm, 32 jaar na realisatie wegberm zonder dijk en 32 jaar na realisatie wegberm met dijk..... 45
Figuur 5-17: Extra verplaatsingen – dijk vs. berm (consolidatie)..... 45
Figuur 5-18: Effectieve spanningen s'yy – fase 15c 46
Figuur 5-19: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15c - Plaxis 47
Figuur 5-20: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15c – Terzaghi..... 48
Figuur 5-21: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15c – Plaxis vs. Terzaghi 48
Figuur 5-22: Optimalisatie terreinlasten tbv zettingsberekeningen – fase 15c..... 49
Figuur 5-23: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15c – Plaxis vs. Terzaghi vs. optimalisatie 50
Figuur 5-26: Momenten in damwand na 5 jaar consolidatie (fase 15c)..... 51
Figuur 5-27: Dwarskrachten in damwand na 5 jaar consolidatie (fase 15c)..... 51
Figuur 5-28: Normaalkrachten in damwand na 5 jaar consolidatie (fase 15c) 52

TABELLEN

Tabel 3-1: Afkorting algemeen 7
Tabel 3-2: Waterpeilen getij 7
Tabel 4-1: Lagenopbouw - zone West-dok - conservatief gemiddelde sondering - geotechnisch ontwerp [4] 11
Tabel 4-2: Grondparameters in de ophogings- aanvullingsmaterialen (1/2) [2] 11
Tabel 4-3: Grondwaterstanden – ontwerp dijken 12
Tabel 4-4: Waterstanden niet-tijgebonden dijken per faalmechanisme [4] 12

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

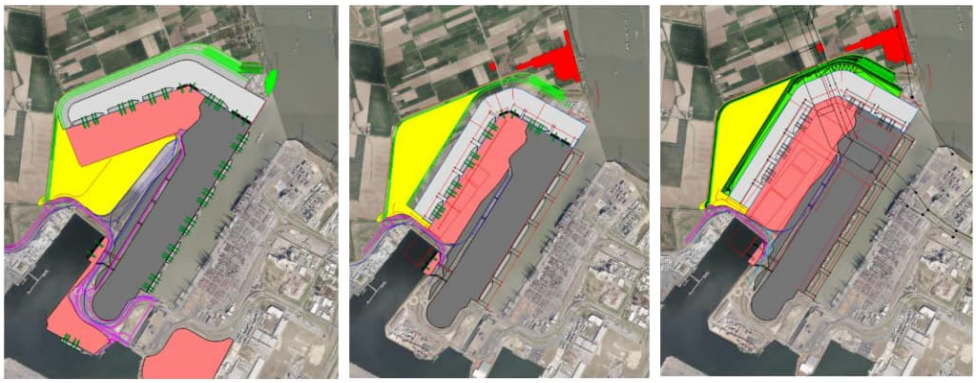
Tabel 5-2: Veiligheidsfactoren – dijk met damplanken en geotextielen – incl overhoogtes .. 32
Tabel 5-3: Verplaatsingen en zettingen einde uitvoeringsfase – fase 15a 42
Tabel 5-4: Langetermijnszettingen en -verplaatsingen 5 jaar na einde uitvoeringsfase – fase 15c 43
Tabel 5-5: Zettingen Plaxis vs. Terzaghi – fase 15c 49
Tabel 5-6: Inwendige krachten in damwand (fase 15c) 52
Tabel 5-7: Inwendige krachten in damwand (fase 15d - FIC) 52
Tabel 5-8: Damwand – eigenschappen voor en na corrosie 53
Tabel 5-9: Inwendige krachten in geotextiel (N: trekkracht gemeten in finale toestand; Nmax: omhullende trekkracht) 53

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

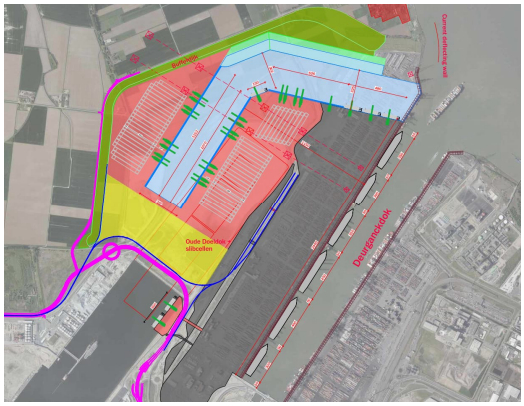
1. INLEIDING

Op 31 januari 2020 stelde de Vlaamse Regering het Voorkeursbesluit van het complex project ‘Realisatie van extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen’ (CP ECA) definitief vast en rondde hiermee de onderzoeksfase conform het decreet complexe projecten af. De Vlaamse Regering identificeerde twee mogelijke inrichtingsalternatieven voor het Tweede Getijdendok: alternatief ‘Boemerang’ en alternatief ‘Winkelhaak’.

Na recente inspraakrondes is door de Port of Antwerp nog een derde variant toegevoegd, nl. ‘Duplex’ met commerciële kades langs beide zijden van het dok zoals op Figuur 1-2 te zien is. Dit alternatief sluit meer ten noorden aan met het Deurganckdok dan de eerder bekeken alternatieven en laat afmeren mogelijk aan beide zijden van het dokuiteinde.



Figuur 1-1: Basisoptie (‘boemerang’) en ‘elleboog’-optimalisaties A en B



Figuur 1-2: Duplexalternatief

In deze nota wordt het voorontwerp van de dijken in de zone West dok bestudeerd. De randvoorwaarden zijn gebaseerd op deze vastgelegd in de algemene beschrijvende nota [2] en de specifieke beschrijving voor de dijken [4].

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

2. REFERENTIES

2.1. Normen en richtlijnen

[1] NBN EN 1993-5 ANB: Eurocode 3 - Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 5: Palen en damwanden - Nationale Bijlage

2.2. Documenten

2.2.1. Project gebonden documenten

2.2.1.1. NOTA'S EN RAPPORTEN

[2] P016898_2GD_RAP-A-0010_D Globale randvoorwaardennota

[3] P016898_2GD_RAP-A-2005_0 Uitvoeringsplanning Voorontwerp

[4] P016898_2GD_RAP-D-2201_A Randvoorwaarden dijkontwerp

2.2.1.2. TEKENINGEN

[5] P016898_2GD_TEK-D-2201_0_ Typesneden bufferdijk – snede Oost en West dok

2.2.2. Niet project gebonden documenten

2.2.2.1. NOTA'S EN RAPPORTEN

nihil

2.2.2.2. TEKENINGEN

nihil

2.2.2.3. OVERIGE BRONNEN

nihil

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

3. AFKORTINGEN EN SYMBOLEN

Tabel 3-1: Afkorting algemeen

Bc	Formatie van Berchem
Bm	Formatie van Boom
Kd	Formatie van Kattendijk
C59	reservezone voor specieberging, ten noorden van Doeldok dam
GWM	Grondwatermodel
Li	Formatie van Lillo
LiKr	lid van Kruisschans
LiMe	lid van Merksem
LiOo	lid van Oorderen
MIDA	zone voor specieberging, ten noorden van Doeldok
MPET	MSC PSA European Terminal
MV	maaiveld
NID	Noordelijk InsteekDok
Q_{z1}	Quartair/antropogeen zand - Los gepakt zand
Q_{z2}	Quartair/antropogeen zand - Matig dicht gepakt zand
Q_{z3}	Quartair/antropogeen zand - (Zeer) Dicht gepakt zand
2GD	Tweede GetijdenDok

Tabel 3-2: Waterpeilen getij

EHW	Extreem Hoog Water
HHW	Hoogste Hoog Water
GHWS	Gemiddeld Hoog Water Springtij
GHW	Gemiddeld Hoog Water
GLW	Gemiddeld Laag Water
GLWS	Gemiddeld Laag Water Springtij
LLW	Laagste Laag Water
ELW	Extreem Laag Water

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

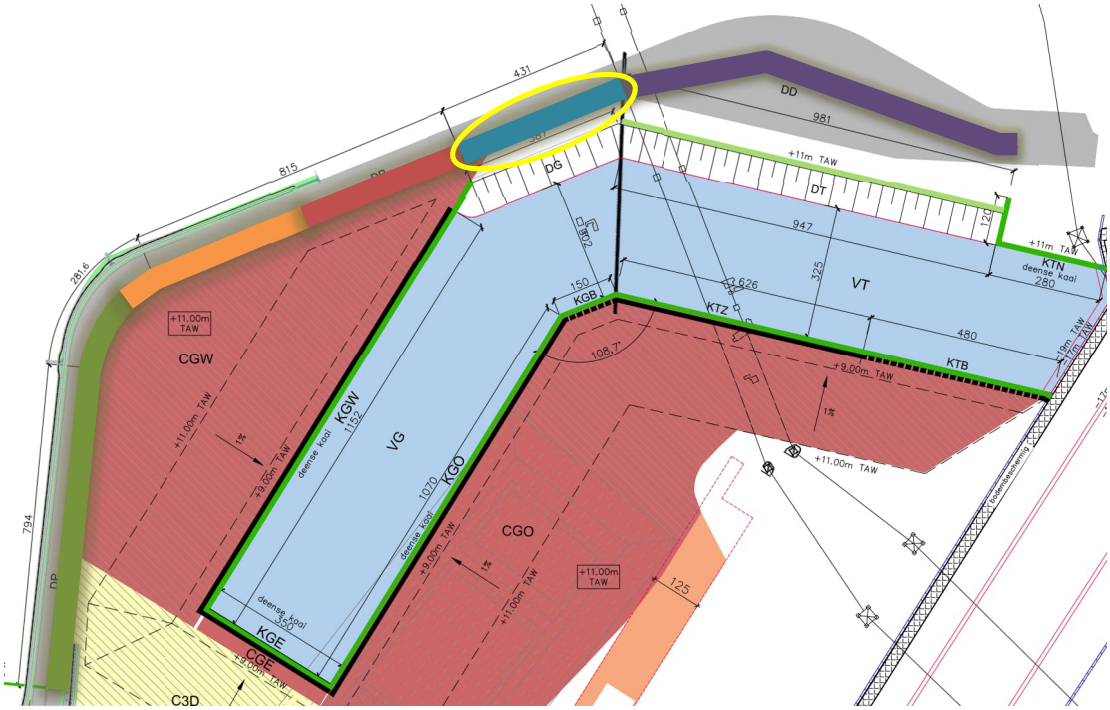
4. MODELGEVENS

De randvoorwaarden uit [4] zijn van toepassing en worden nader gespecifieerd, waar nodig, in onderstaande paragrafen.

4.1. Ligging zone West dok

Het ontworpen typeprofiel van de dijk is gelegen in zone West dok. Deze zone sluit in het zuiden aan op de knik in het dok en is in het noorden omsloten door de nieuwe Engelsesteenweg, verder ook wegberm genoemd.

In onderstaande figuur is deze zone gemarkeerd in gele volle contourlijn.



Figuur 4-1: Inrichtingsvariant – Duplex – indeling dijken volgens zone [4]

4.2. Geometrie

Het Plaxismodel start met de geometrie gegeven in snede West-dok van [5] (tevens in BIJLAGE 1). Ten gevolge van de stabiliteitscontroles kunnen bepaalde elementen wijzigen.

De dijk wordt gerealiseerd parallel met de Engelsesteenweg. Ten zuiden van de Engelsesteenweg ter plaatse van en in de directe omgeving van de dijk,

- worden alle bestaande bovengrondse elementen verwijderd
- worden alle elementen verwijderd welke in de zone van een uitgraving voor de dijk liggen;
- worden alle elementen verwijderd gelegen ter plaatse van en in de directe omgeving (<1m van as van de damwand) van een damwand;

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- worden alle lijnvormige elementen die niet parallel met de dijk verlopen en die aanleiding kunnen geven tot een verhoging van de kwel onder de dijk verwijderd
- worden alle bestaande en nieuwe putten gevuld met kleihoudende grond.

Onder de dijk mogen geen kanalen in zandhoudend materiaal ontstaan die verbinding maken tussen de beide tenen van de dijk. Zij kunnen aanleiding geven tot een verhoging van de kwelstroom onder de dijk.

Dijk met kruinbreedte 3m op +18 mTAW en standaard taludhellingen van 10/4 met,

- Banketten op +8 mTAW en +13 mTAW aan polderzijde met breedte 3m.
- Aan polderzijde voorzien van een dijkgracht met bodem op +0.80 mTAW en bodembreedte 1m en taluds 6/4 (polderzijde) en 8/4 (dijkzijde). Tussen de gracht en de dijk is een banket voorzien van 1m breedte op +1.80 mTAW.
- Damwand op 3.3m van de rand van de gracht:
  - tussen +1.70 mTAW en -10 mTAW
  - type AZ28-700
  - Staalkwaliteit S 355 GP
  - Levensduur 100 jaar
  - Eigenschappen gecorrodeerde sectie:
    - EA = 3.515 106 kN/m
    - EI = 112.6 10^3 kNm²/m
    - M_{pl} = 1074 kNm/m
    - N_{pl} = 6529 kN/m
- Geotextielen:
  - Stijfheid EA: 1200 kN/m
  - Elastoplastisch gedrag: Np = 110kN/m
  - Levensduur 100 jaar
- Geotextielen aan polderzijde: lengte vs. peil:
  - 47.5m op +2 mTAW
  - 45m op +3.8 mTAW
  - 43.5m op +5.25 mTAW
  - 10m op +6.6 mTAW
  - 39.5m op +7.5 mTAW
  - 30m op +9.8 mTAW
  - 10m op +11.15 mTAW
  - 8m op +12.3 mTAW
- Geotextielen aan havenzijde: lengte vs. peil:
  - 10m op +13.0 mTAW
  - 10m op +15.5 mTAW
- Grondlagenopbouw volgens conservatief gemiddelde sondering ST19/044_MZ-S29 [4] (zie onderstaande tabel)
- Aanvulling (zie eigenschappen in [2])
  - dijk tot +13.5 mTAW in zand_12 (Qz1+Qz2)
  - dijk boven +13.5 mTAW in zand_2 (Qz2, Qz3)
  - kern van de dijk met (zandhoudende) klei (Qkz, Qkv)

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

    - Afdek van de dijk is te voorzien in teelaarde of leemhoudend/kleinhoudend materiaal. Dit is niet voorzien in het model.

- Uitgraving dok tot -19.0 mTAW onder helling 16/4.
- Dijkbekleding in vette grond tussen -4.0 mTAW (ie. onderkant Qkv) tot +12.0 mTAW. Dikte van de vette grondlaag:
    - 0.6m aan te houden onder berm op +11.0 mTAW tot toppeil bekleding;
    - 2m aan te houden onder berm op +6.0 mTAW tot onderpeil bekleding;
    - Lineair verloop tussen bermen op +6.0 mTAW en +11.0 mTAW
- Steenbestorting tussen -3.0 mTAW en +8.0 mTAW, bestaande uit:
    - Breuksteenbestorting LMA 40/200, dikte 68cm
    - Filterlaag CP 45/180, dikte 32cm
    - geotextiel

De stabiliteit van de wegberm maakt geen onderdeel uit van onderhavige studie. Deze is te beschouwen als bestaande toestand. De effecten van de aanleg van de dijk op de berm zijn wel onderdeel van de studie.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Tabel 4-1: Lagenopbouw - zone West-dok - conservatief gemiddelde sondering - geotechnisch ontwerp [4]

	toppeil [mTAW]	bodempeil [mTAW]	laagdikte [m]
ANTR_Qz3	1.92	1.92	0
ANTR_Qz1-Qz2	1.92	1.92	0
Qkv,1	1.92	0.6	1.32
Qkz	0.6	0	0.6
Qpt_act	0	-1.7	1.7
Qkv,2	-1.7	-4	2.3
Qz1	-4	-4	0
Qz2	-4	-7.2	3.2
Qz3	-7.2	-10.8	3.6
LiKr	-10.8	-14.8	4
LiOo	-14.8	-25.8	11
Kd	-25.8	-31.1	5.3
Bc	-31.1	-31.1	0
Bm	-31.1		

Tabel 4-2: Grondparameters in de ophogings- aanvullingsmaterialen (1/2) [2]

Materiaal	Oorsprong volgens [74]	$\gamma_{boven\ FO}$ [kN/m³]	$\gamma_{onder\ FO}$ [kN/m³]	c' [kPa]	φ [°]	Ψ [°]	k_v [m/s]	k_h [m/s]
Veen	Qpt	12	12	2	15	0	1.0E-09	1.0E-09
(Zandhoudend) klei	Qkz, Qkv	17	17	4	22	0	1.0E-09	1.0E-09
Zand_1	Qz1	16	18	0	25	0	1.0E-05	1.0E-05
Zand_2	Qz2, Qz3	17	19	0	30	0	1.0E-04	1.0E-04
Zand_12(*)	Qz1 + Qz2	17	19	0	27	0	1.0E-04	1.0E-04

(*) In de voorontwerpberekeningen van de verschillende structuren zal het nog niet steeds duidelijk zijn welk materiaal in welke fase beschikbaar is. In de bovenste lagen (materiaal hoofdzakelijk beschikbaar voor de dijken) blijkt ook hoofdzakelijk een mengeling van Qz1 en Qz2 beschikbaar te zijn. Daarom wordt een ophoogmateriaal met gemiddelde karakteristieken gedefinieerd.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

4.3. Waterstanden

4.3.1. Bouwfase

Tabel 4-3: Grondwaterstanden – ontwerp dijken

Laag [-]	Stijghoogte polders [mTAW]
Q_{top}	+1.1 mTAW)
Qkv Qpt	Interpolatie
Qz2 LiKr LiOo Kd	+2.0 mTAW
Bm	+2.3 mTAW

4.3.2. Finale toestand

Tabel 4-4: Waterstanden niet-tijgebonden dijken per faalmechanisme [4]

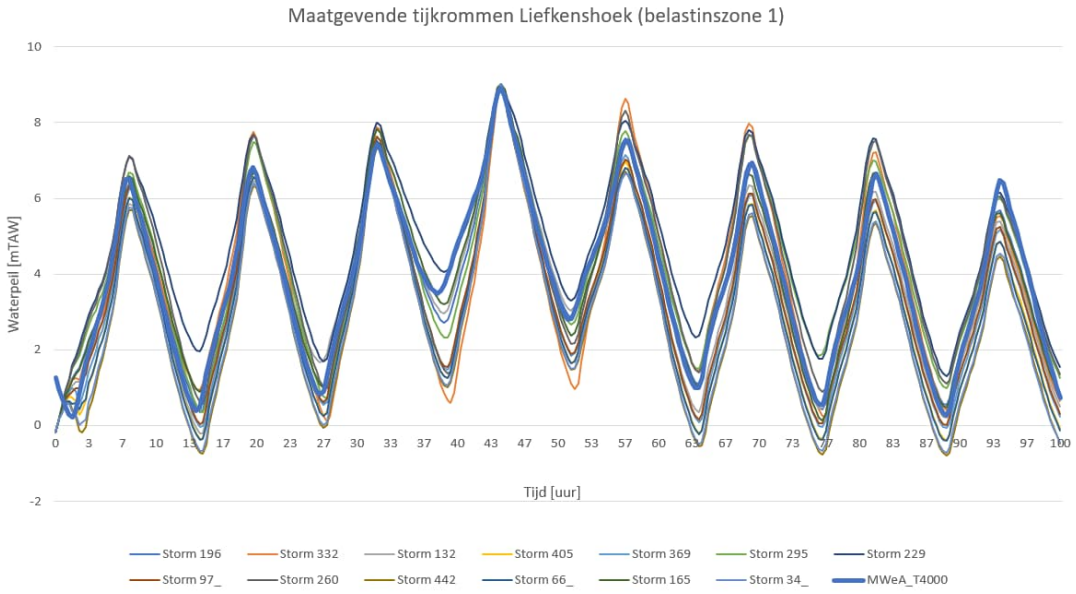
Faalmechanisme	**landzijde**	**havenzijde**
Macro/microstabiliteit:		
• **Talud dokzijde**	GWM gemiddeld peil	GHW (+6.05 mTAW) GLW (+0.09 mTAW)
• **Talud landzijde**	GWM gemiddeld peil	storm MWeA_T4000
Macro/microstabiliteit alternatief (**):		
• **Talud dokzijde**	maaiveld peil	GHW (+6.05 mTAW) GLW (+0.09 mTAW)
• **Talud landzijde**	maaiveld peil	storm MWeA_T4000
Zandmeevoerende wellen (piping):		
• **Nazicht grondbreuk**	GWM gemiddeld peil	storm MWeA_T4000
• **Bepaling kwelweglengte**	MVpeil – 0.5m	EHW (+9.75 mTAW)
Zettingen	GWM gemiddeld peil	+3.5 mTAW

(*) GWM = Grondwatermodel

(**) Van toepassing indien geen gegevens uit het grondwatermodel voorhanden is

Het getij wordt beschreven door de storm MWeA_T4000 (zie [4]) en beschrijft een verloop als in onderstaande grafiek.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 4-2: Maatgevende tijkrommen Liefkenshoek ([4])

4.4. Belastingen

4.4.1. Variabele lasten

4.4.1.1. BG9 VERKEERSBELASTING

Een uniform verdeelde belasting van 20 kN/m² is van toepassing over een breedte van 2,5 m te plaatsen op meest nadelige positie van de berm. Voor dijkberekeningen is de meest nadelige positie van de berm gelegen ter plaatse van het lager gelegen talud.

4.5. Model

De dijkstabiliteit wordt gecontroleerd mbv Plaxis 2D.

Zowel de tussentijdse fasen als de finale toestand werden gemodelleerd.

De initiële fase wordt gemodelleerd volgens de K0-procedure. Vervolgens wordt de bestaande toestand gemodelleerd volgens een plastische berekening waarbij de vervormingen worden bepaald volgens een gedraineerde toestand en waarbij eerdere vervormingen en kleine rekken worden gereset.

Iedere volgende fase wordt gemodelleerd volgens:

- Ongedraineerde materialen (type A – stijfheden en weerstanden bepaald volgens effectieve karakteristieken)
- Consolidatieberekening
- Grondwaterspanningen bepaald volgens een stationaire waterstand en hydraulisch opgelegde randvoorwaarden (op rand van model en/of maaiveldpeil)

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- Tijdsinterval bepaald volgens beschikbaarheden van materialen en minimaal noodzakelijke consolidatieperiodes opdat de volgende fase kan gerealiseerd worden onder stabiele omstandigheden

De stabiliteit wordt gecontroleerd door het toepassen van een Msf-reductie op de weerstand van de grond.

4.6. Toetsingscriteria

4.6.1. UGT-F

De methodieken zijn beschreven in de randvoorwaardennota van de dijken [4] en worden hier nader toegepast.

4.6.1.1. MACRO/MICROSTABILITEIT

De stabiliteit wordt gecontroleerd mbv Plaxis 2D. De minimale veiligheidsfactoren bedragen:

- voor een finale toestand (gedraineerd): 1,25;
- voor iedere tussentijdse fase (niet-gedraineerde toestand): 1,1
- voor de landwaartse grachtwanden: 1,15 – op voorwaarde dat de bekomen glijvlakken niet door het dijklichaam gaan en dat de weg naast de gracht slechts een dienstweg is.

4.6.1.2. ZANDMEEVOERENDE WELLEN (PIPING)

De kwelweglengte wordt gecontroleerd met de methode van Lane (zie [4]).

4.6.2. GGT

De methodieken zijn beschreven in de randvoorwaardennota van de dijken [4] en worden hier nader toegepast.

De zettingen worden bepaald over een termijn van maximum 30 jaar of tot einde van de consolidatie.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5. INPUT MODEL

5.1. Fasering

De dijk wordt gefaseerd opgebouwd over een periode van 7 à 8 jaar. Deze fasering is meegenomen in het rekenmodel. De belangrijkste fases zijn hieronder opgenomen.

5.2. Opbouw

Peilen vermeld in onderhavige paragraaf zijn theoretische peilen. Tenzij anders vermeld.

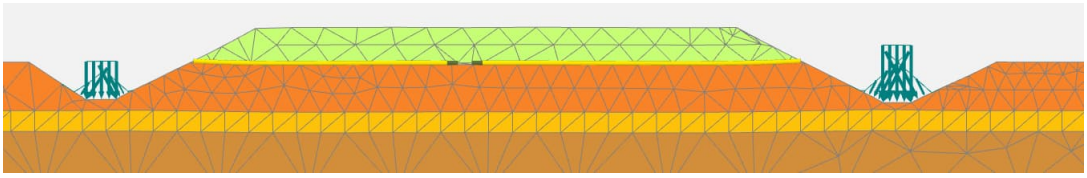
De ogenblikkelijke peilen worden vermeld als OP-peilen, i.e. peilen bepaald tijdens de uitvoering van de werken na optreden van ogenblikkelijke zettingen.

5.2.1. Westelijke ontsluiting

5.2.1.1. WEGOPBOUW

Opbouw van de wegberm met zand en geotextielen.

Het ontwerp van de wegberm maakt onderdeel uit van de studie van SBE. Gezien de wegberm een onderdeel uitmaakt van de bestaande toestand voorafgaand aan de bouw van de dijken, wordt in het plaxis reeds een geometrie voorzien die sterk aanleunt tegen de gewenste layout van de wegberm. In detailontwerp wordt deze geometrie aangepast naar het ontwerp van SBE.

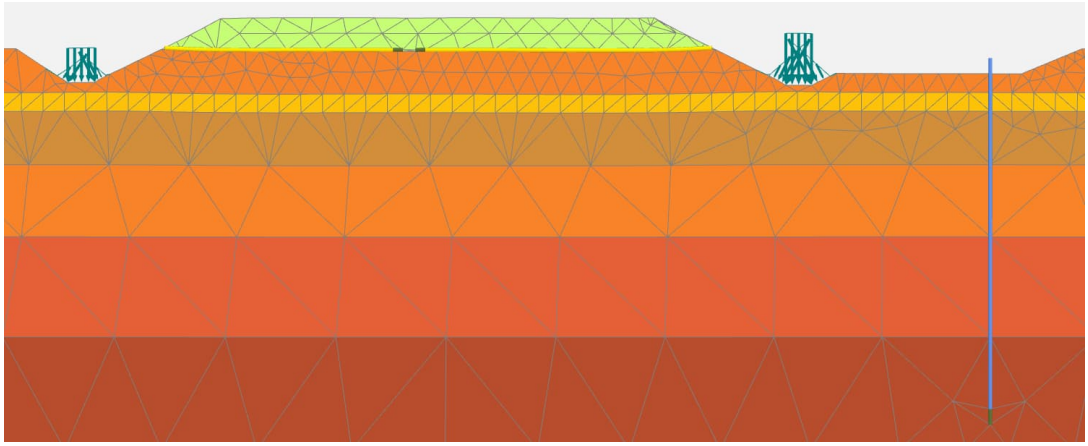


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.2.2. Toepassing grondverbetering

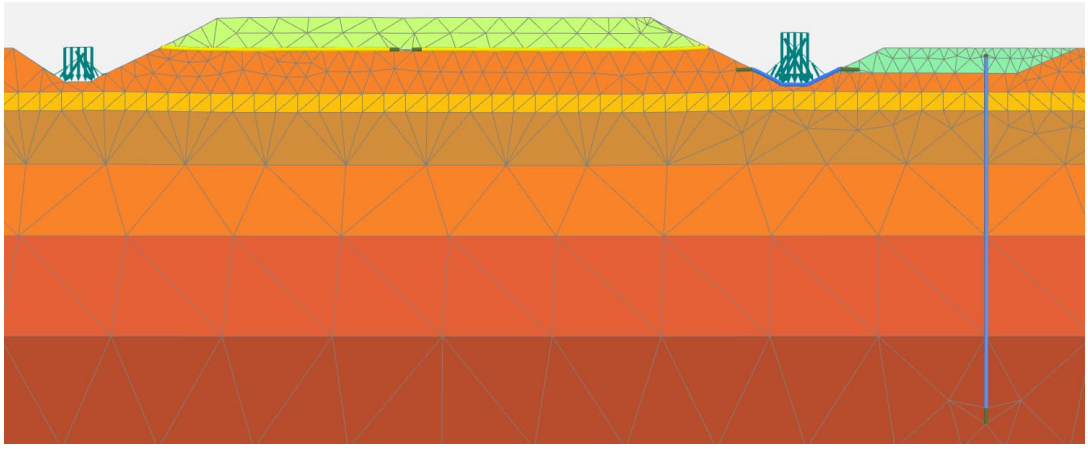
5.2.2.1. AAN LANDZIJDE

5.2.2.1.1. Plaatsen damwand



5.2.2.1.2. Herstel terrein

Tijdens de berekening werden aan de passieve zijde van de damwand (kant gracht) minder gunstige verplaatsingen gevonden. Om die reden werd de aanwezige grond tussen damwand en gracht vervangen door Qz1Qz2.



5.2.2.2. AAN DOKZIJDE

5.2.2.2.1. Laagsgewijze uitgraven zone grondvervanging

Zonder maatregelen aan dokzijde zullen, bij realisatie van het talud, de slappe lagen weggeperst worden uit de dijk. Dit kan vermeden worden door voorafgaand aan het bouw van de dijk, de afdek en de taludbescherming te realiseren. De uitgraving wordt voorzien tot onderzijde van de laag Qkv (-4 mTAW).

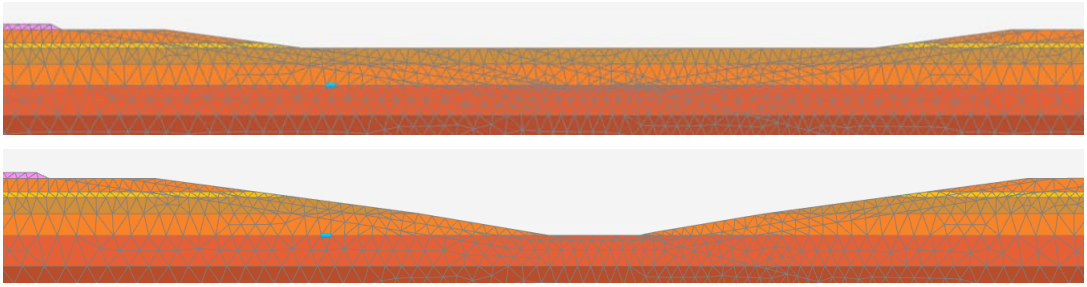
Gezien de benodigde helling voor het ondervlak van de afdek in klei onvoldoende stabiel is bij uitgraving, wordt uitgegraven onder een flauwer talud:

- 30/4 in de veenlaag en de bovenliggende zones
- 24/4 in de zone onder de veenlaag (i.e. tussen -1.7 en -4.0 mTAW)

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Het waterpeil wordt tijdelijk en lokaal verlaagd tot onderkant uitgraving door middel van een bemaling tussen de zone van de uitgraving en de teen van de toekomstige dijk (op huidig maaiveld bepaald).

De slappe grond (met uitzondering van de veenlaag) wordt gebruikt als aanvulling in de kern van de dijk.

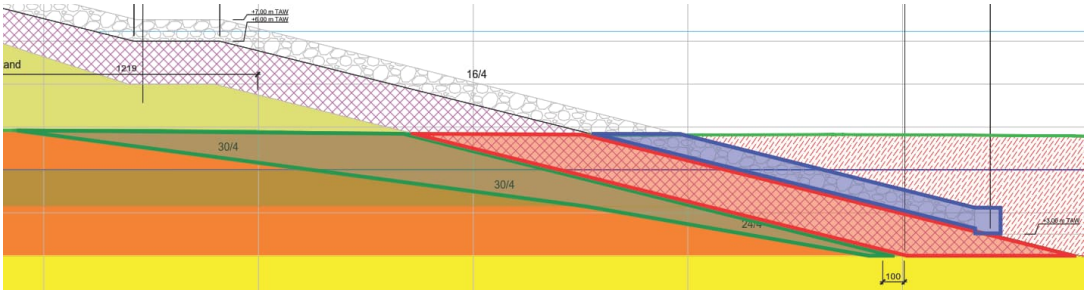


5.2.2.2.2. Laagsgewijze aanvullen zone grondvervanging

De aanvulling wordt gerealiseerd met (zandhoudende) klei, Qkz of Qkv. De afdek heeft een dikte van 2m en wordt gerealiseerd in klei; de tussenliggende laag heeft een variabele dikte en wordt met zandhoudende klei uitgevoerd. De grondverbetering wordt uitgevoerd tot huidig maaiveldpeil.

Onderstaande figuur geeft de verschillende lagen weer in de finale dijkopbouw, met van buiten naar binnen (rechts naar links):

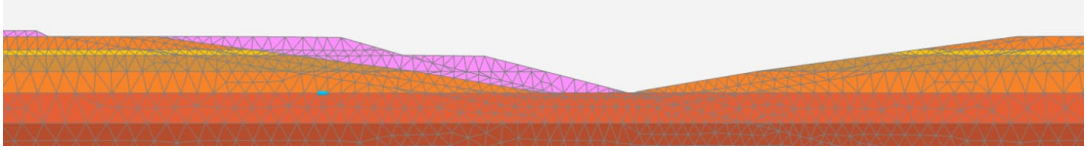
- Blauw: stortstenen
- Rood: afdek in klei (vette grond)
- Groen: aanvulling in zandhoudende klei



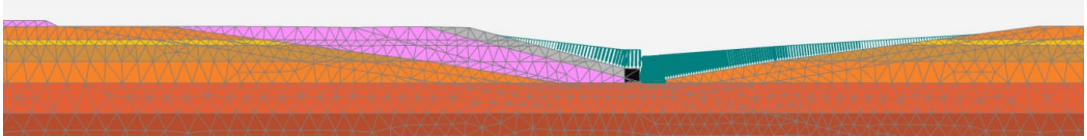
Figuur 5-1: Opbouw grondverbetering dokzijde tov finale dijkprofiel

In Plaxis werd dit als volgt gemodelleerd:

- Aanvulling tussenlaag + onderste deel afdek



- Bovenste deel afdek + stortstenen + herstel waterpeil (1e watervoerende laag +2.0 mTAW)



Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.2.3. Opbouw dijk tot +5.25 mTAW

De dijk wordt gefaseerd opgebouwd startende met de steunbermen in zand aan de randen van de dijk en nadien de opvulling van de ruimte ertussen met Qkz, Qkv. Waar nodig werd een geotextiel gelegd. Deze is niet alleen noodzakelijk in de huidige opbouwfase maar zal in een latere fase, mede door zijn lengte, eveneens dienst doen als grondverbetering.

Gezien hun relatief dichte ligging tegen de veen(houdende) lagen dienen de eerste grondlagen aangelegd te worden in relatief dunne lagen (ca. 1m) om bezwijken te voorkomen.

In deze fase treden nog geen wijzigen op in FO (en onderliggende watervoerende lagen). De randvoorwaarden beschreven in [4] zijn van toepassing.

De opbouw van de dijk tot +5.25 mTAW bestaat uit lagen opgebouwd volgens:

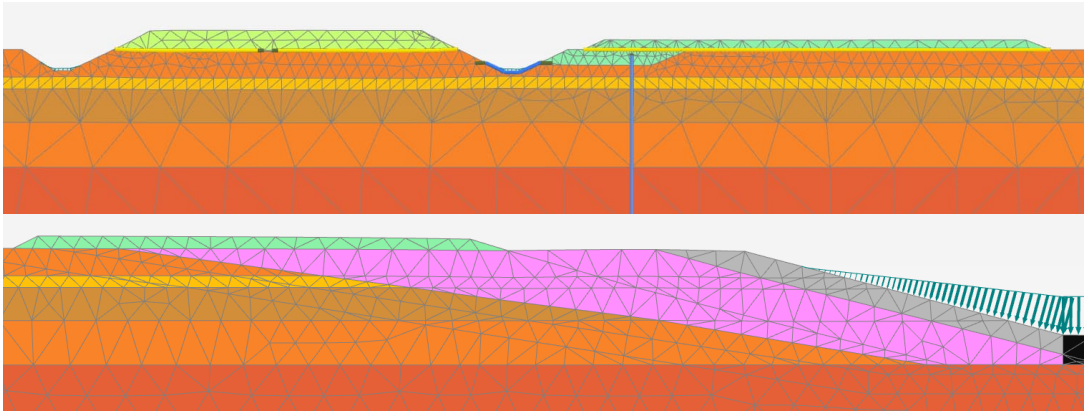
- 1.5m met steunberm Qz1Qz2 en opvulling Qkz, Qkv
- 1m zandlaag Qz1Qz2
- 1.5m met steunberm en opvulling Qkz, Qkv.

5.2.3.1. DIJK OP 2.5 – DEEL 1 AFDEK + GEOTEXTIEL

Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 47m lengte
- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 0.5m
  - toppeil OP +2.5 mTAW
  - breedte ca. 22m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +1.1 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: +1.1 mTAW

Landwaarts vs. dokwaarts:

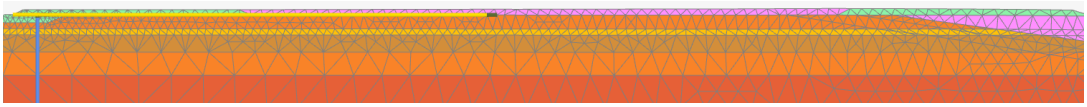


5.2.3.2. DIJK OP 2.5 – DEEL 2 (KERN)

Opbouw:

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

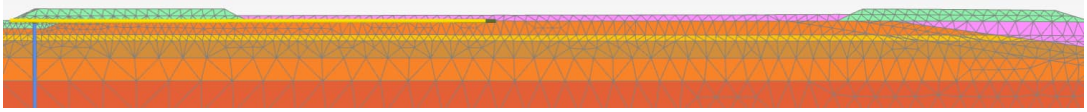
- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 0.5m
  - toppeil OP +2.5 mTAW
  - breedte ca. 61m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Dok: +1.1 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: +1.1 mTAW



5.2.3.3. DIJK OP 3.0 – DEEL 1 AFDEK

Opbouw:

- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 0.70m
  - toppeil OP +3.15 mTAW
  - breedte ca. 20m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +1.1 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: +1.1 mTAW

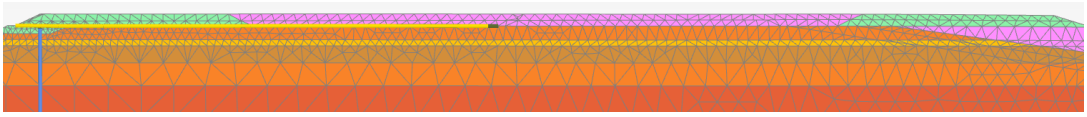


5.2.3.4. DIJK OP 3.0 – DEEL 2 (KERN)

Opbouw:

- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 0.70m
  - toppeil OP +3.15 mTAW
  - breedte ca. 63m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Dok: +1.1 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: +1.1 mTAW

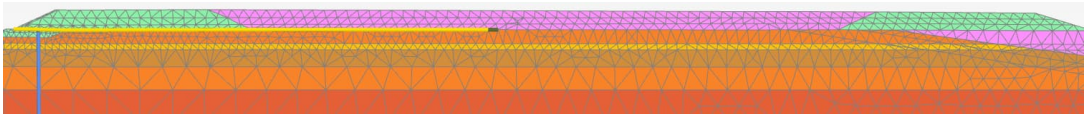
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



5.2.3.5. DIJK OP 3.5 (AFDEK+KERN)

Opbouw, opeenvolgend:

- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 0.8m
  - toppeil OP +3.9 mTAW
  - breedte ca. 17m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 0.8m
  - toppeil OP +3.9 mTAW
  - breedte ca. 65m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Dok: +1.1 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: +1.1 mTAW

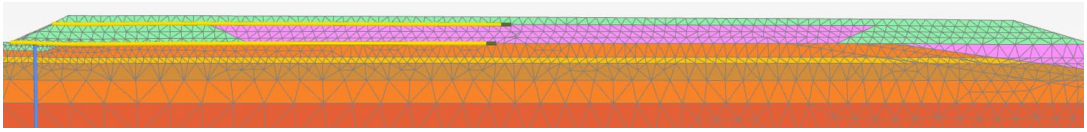


5.2.3.6. DIJK OP 4.0 + GEOTEXTIEL

Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 45m lengte
- Aanleg grondlaag met
  - dikte 0.85m
  - toppeil OP +4.65 mTAW
  - breedte ca. 96m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +1.1 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: +1.1 mTAW

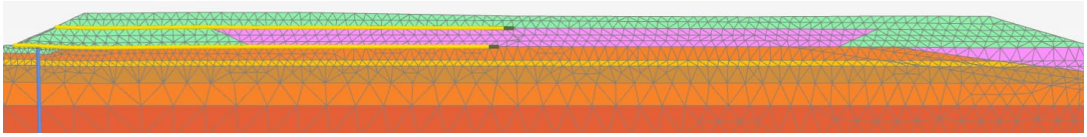
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



5.2.3.7. DIJK OP 4.5

Opbouw:

- Aanleg grondlaag met
  - dikte 0.65m
  - toppeil OP +5.25 mTAW
  - breedte ca. 92m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +1.1 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: +1.1 mTAW

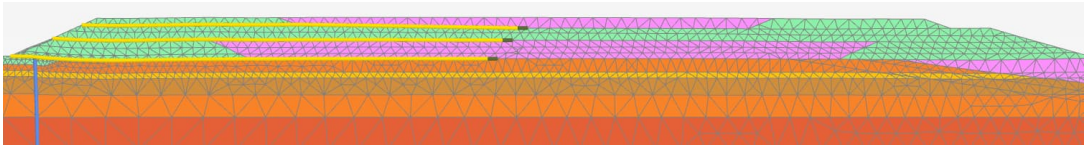


5.2.3.8. DIJK OP 5.25 +GEOTEXTIEL

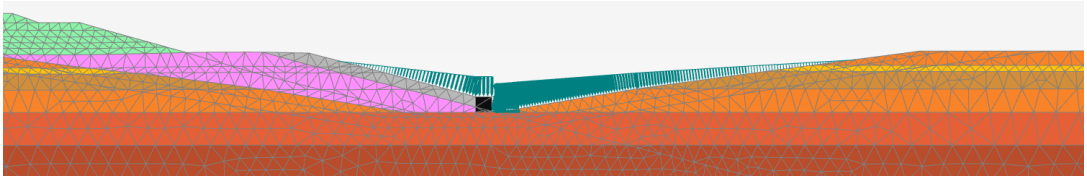
Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 43m lengte
- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 0.7m
  - toppeil OP +5.8 mTAW
  - breedte ca. 19m (aan dokzijde: 17m breedte + realisatie berm van 4m).
  - materiaal: Qz1Qz2
- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 0.7m
  - toppeil OP +5.8 mTAW
  - breedte ca. 48m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Dok: +1.1 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: +1.1 mTAW

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Aan dokzijde wordt onderstaande opbouw gevonden:



5.2.4. Afgraven dok

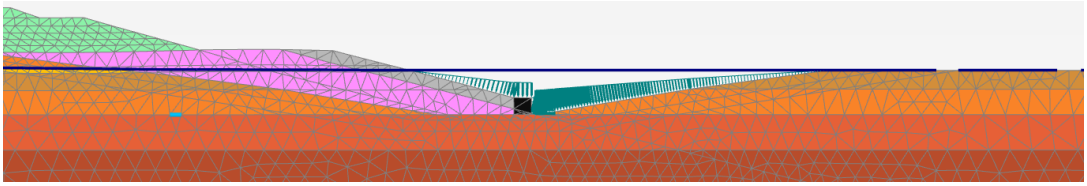
5.2.4.1. AFGRAVEN KLEI IN DOK TOT 0.0 MTAW

Volgende lagen worden afgegraven dokwaarts van de grondverbetering:

- Qkv (tot +0.6 mTAW)
- Qkz (tot 0.0 mTAW)

Het grondwaterpeil wordt in het dok verlaagd tot 0.0 mTAW:

- Dok: 0.0 mTAW
- Polder: +1.1 mTAW
- Dijk: lineaire interpolatie over afdeklaag

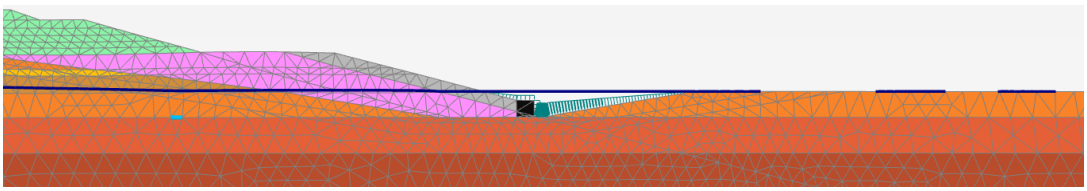


5.2.4.2. AFGRAVEN VEEN IN DOK TOT -1.7 MTAW

De veenlaag wordt afgegraven dokwaarts van de grondverbetering.

Het grondwaterpeil wordt in het dok verlaagd tot -1.7 mTAW.

- Dok: -1.7 mTAW
- Polder: +1.1 mTAW
- Dijk: lineaire interpolatie over afdeklaag



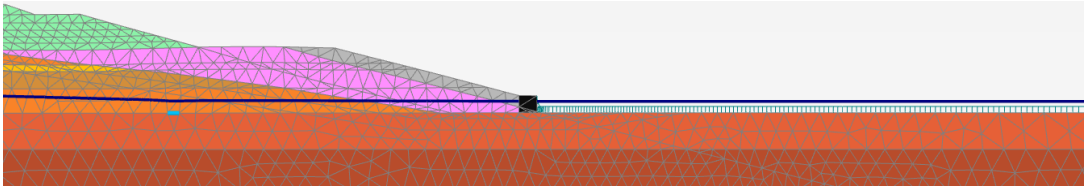
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.2.4.3. AFGRAVEN KLEI IN DOK TOT -4.0 MTAW

De lager gelegen kleilaag wordt afgegraven dokwaarts van de grondverbetering tot -4.0 mTAW.

Het grondwaterpeil wordt in het dok verlaagd tot -3.0 mTAW:

- Dok: -3.0 mTAW
- Polder: +1.1 mTAW
- Dijk: lineaire interpolatie over afdeklaag

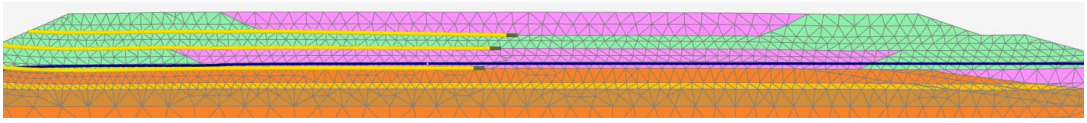


5.2.5. Opbouw dijk tot +7.00 mTAW

5.2.5.1. DIJK OP 6.0

Opbouw:

- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 1.0m
  - toppeil OP +6.7 mTAW
  - breedte ca. 16m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 1.0m
  - toppeil OP +6.7 mTAW
  - breedte ca. 51m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Dok: +2.0 mTAW (1^{e} watervoerende laag)
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie over afdeklaag



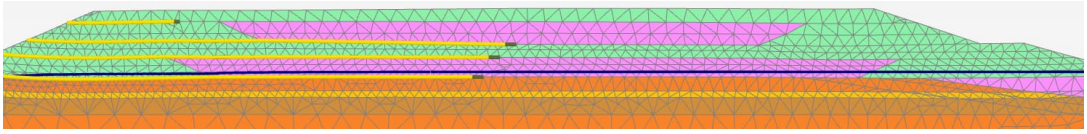
5.2.5.2. DIJK OP 7.0

Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 10m lengte

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- Aanleg grondlaag met
  - dikte 1.1m
  - toppeil OP +7.7 mTAW
  - breedte ca. 74m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +2.0 mTAW (1e watervoerende laag)
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie over afdeklaag



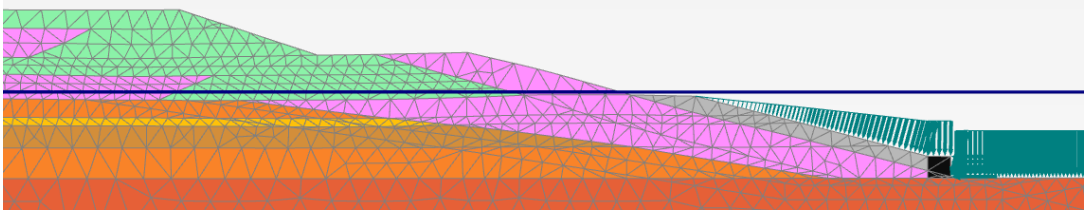
5.2.6. Opbouw taludbekleding tot +6.0 mTAW

Het talud aan dokzijde wordt verder afgewerkt met vette grond tot +6.0 m TAW.

5.2.6.1. VETTE GROND TOT +4.0

Opbouw:

- Afdek talud met
  - dikte 2m
  - toppeil OP +4.7 mTAW
  - materiaal: Qkv
- FO:
  - Dok: +2.0 mTAW (1e watervoerende laag)
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie over afdeklaag



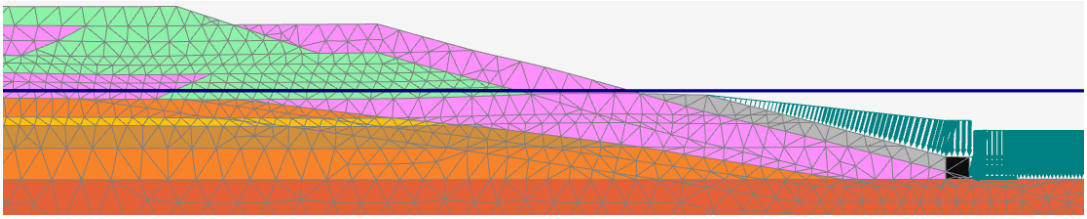
5.2.6.2. VETTE GROND TOT +6.0

Opbouw:

- Ophoging voorland (havenzijde) met
  - dikte 2.0m
  - toppeil OP +6.5 mTAW
  - materiaal: Qkv

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- FO:
  - Dok: +2.0 mTAW (1e watervoerende laag)
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie over afdeklaag



5.2.7. Baggeren dok - tussenzanden

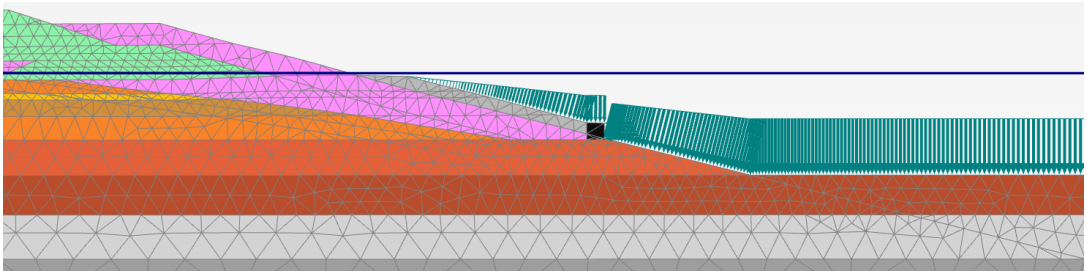
5.2.7.1. BAGGEREN TUSSENZANDEN ONDIEP (TOT -7.2 MTAW)

Volgende lagen worden afgegraven in het dok:

- Qz2 (tot -7.2 mTAW)

Het waterpeil in het dok wordt niet verlaagd:

- Dok: +2.0 mTAW
- Polder: +1.1 mTAW
- Dijk: lineaire interpolatie over afdeklaag



5.2.7.2. BAGGEREN TUSSENZANDEN DIEP (TOT -10.8 MTAW)

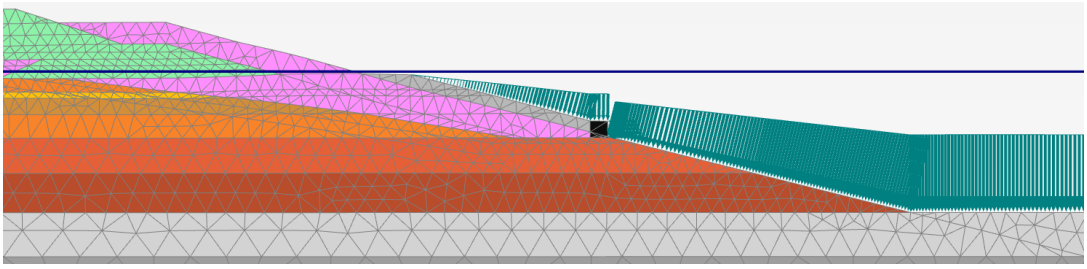
Volgende lagen worden afgegraven in het dok:

- Qz3 (tot -10.8 mTAW)

Het waterpeil in het dok wordt niet verlaagd:

- Dok: +2.0 mTAW
- Polder: +1.1 mTAW
- Dijk: lineaire interpolatie over afdeklaag

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

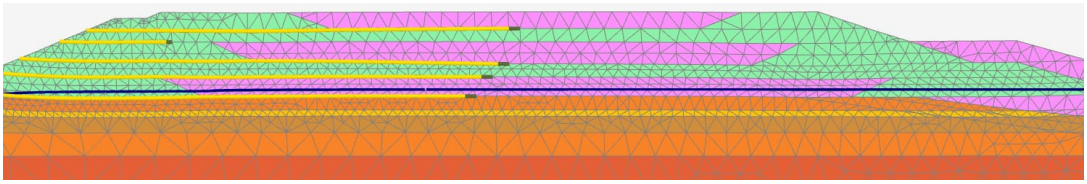


5.2.8. Opbouw dijk tot +8.50 mTAW

De dijk wordt opgehoogd met ca. 1.5 m zand Qz1Qz2 voor de steunbermen en een interne aanvulling uit Qkz, Qkv.

Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 32m lengte
- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 1.7m
  - toppeil OP +9.0 mTAW
  - breedte ca. 14.5m (aan landzijde: 14.5m breedte + realisatie berm van 3m).
  - materiaal: Qz1Qz2
- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 1.7m
  - toppeil OP +9.0 mTAW
  - breedte ca. 37m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Dok: +2.0 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie over afdeklaag



5.2.9. Baggeren dok - LiKr

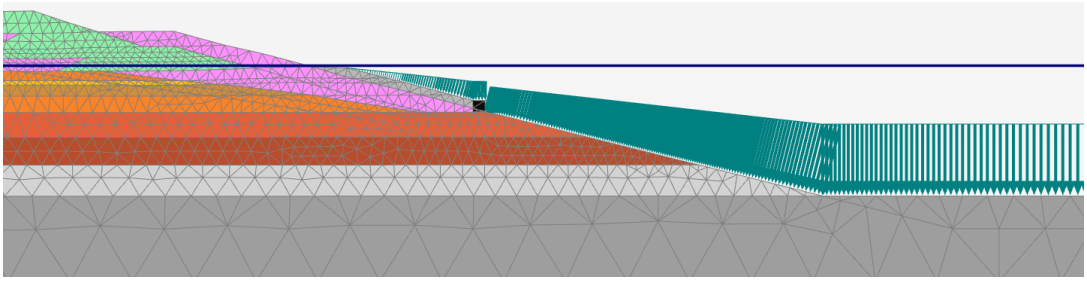
Volgende lagen worden afgegraven in het dok:

- LiKr (tot -14.8 mTAW)

Het waterpeil in het dok wordt niet verlaagd:

- Dok: +2.0 mTAW
- Polder: +1.1 mTAW
- Dijk: lineaire interpolatie over afdeklaag

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

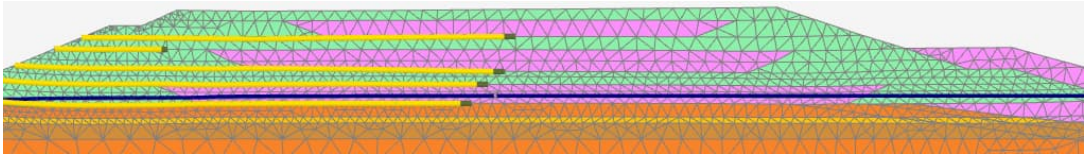


5.2.10. Opbouw dijk tot +9.50 mTAW

De dijk wordt opgehoogd met ca. 1 m zand Qz1Qz2.

Opbouw:

- Aanleg grondlaag met
  - dikte 1.7m
  - toppeil OP +9.8 mTAW
  - breedte ca. 57m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +2.0 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie over afdeklaag



5.2.11. Baggeren dok - LiOo

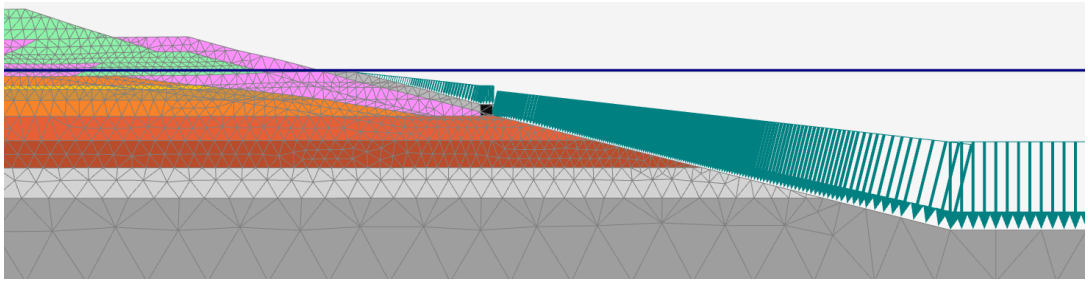
Volgende lagen worden afgegraven in het dok:

- LiOo (tot -19 mTAW)

Het waterpeil in het dok wordt niet verlaagd:

- Dok: +2.0 mTAW
- Polder: +1.1 mTAW
- Dijk: lineaire interpolatie over afdeklaag

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



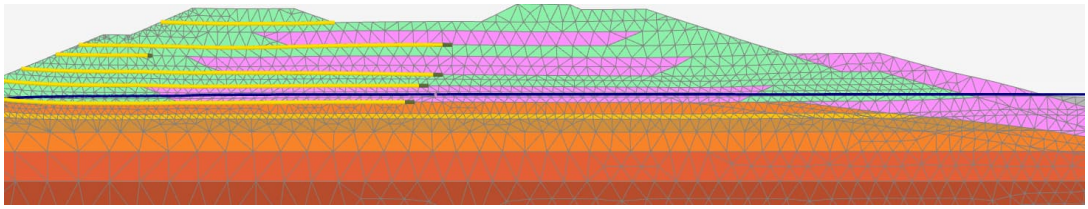
5.2.12. Opbouw dijk tot +11.0 mTAW

5.2.12.1. DIJK OP 11.0 – DEEL 1 AFDEK + GEOTEXTIEL

De dijk wordt opgehoogd met ca. 1.5 m zand Qz1Qz2 voor de steunbermen en een interne aanvulling uit Qkz, Qkv.

Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 35m lengte
- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 2.3m
  - toppeil OP +11.15 mTAW
  - breedte ca. 14m (aan dokzijde: 16m breedte + aanzet berm van 7m).
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +2.0 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie over afdeklaag



5.2.12.2. DIJK OP 11.0 – DEEL 2 KERN + VETTE GROND

De dijk wordt opgehoogd met een interne aanvulling en een afdeklaag (vette grond) uit Qkz, Qkv.

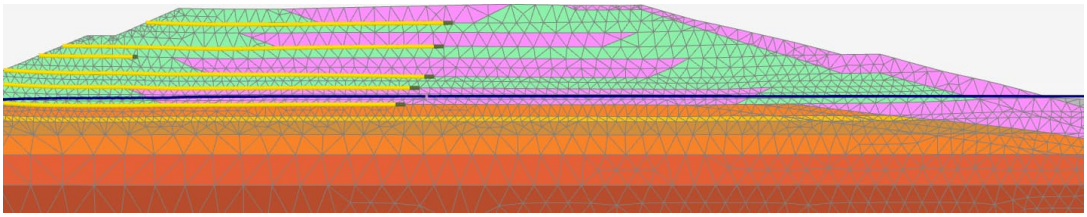
Opbouw:

- Aanleg afdek aan dokzijde van de dijk met
  - dikte variabel tussen 0.6m (top) en 2.0m (teen)
  - toppeil OP +11.15 mTAW
  - materiaal: Qkv
- Opvulling zone tussen steunbermen met

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- dikte 2.3m
- toppeil OP +11.15 mTAW
- breedte ca. 20m.
- materiaal: Qkz, Qkv

- FO:
  - Dok: +2.0 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie over afdeklaag



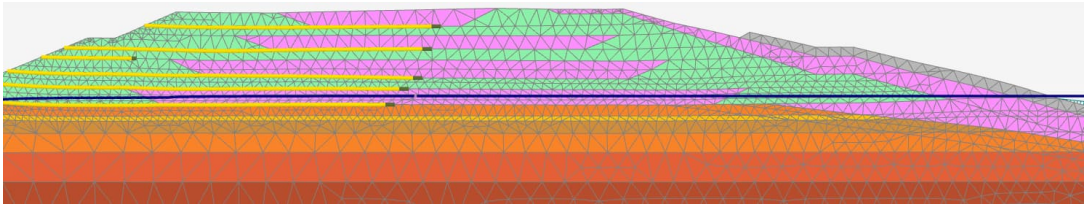
5.2.12.3. DIJK OP 11.0 – DEEL 3 STORTSTENEN

De dijk wordt afgewerkt met de taludbescherming.

Opbouw:

- Aanleg afdek aan dokzijde van de dijk met
  - dikte 1.0m
  - toppeil OP +8.8 mTAW
  - materiaal: stortstenen

- FO:
  - Dok: +2.0 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie over afdeklaag



5.2.13. Opbouw dijk tot +18.00 mTAW

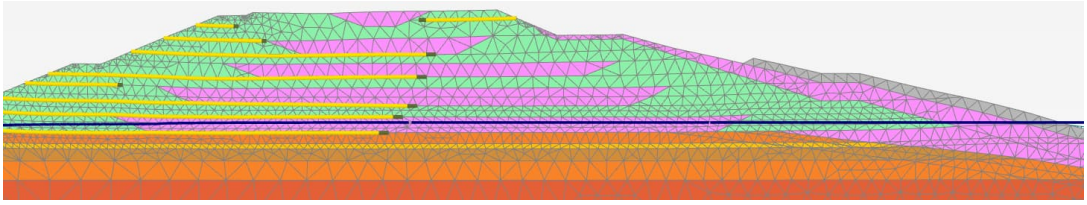
Verdere opbouw van de dijk tot +18.00 mTAW bestaat uit: 1m zandlaag Qz1Qz2 + 1.5m met steunberm en opvulling + 1m zandlaag Qz1Qz2 + 1.5m met steunberm en opvulling + 4.5m zandlaag Qz2 of Qz3.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.2.13.1. DIJK OP 13.5

Opbouw:

- Aanleg grondlaag met
  - dikte 1.6m
  - toppeil OP +12.25 mTAW
  - breedte ca. 47m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 4m lengte (OP +12.25 mTAW)
- Aanleg geotextiel aan dokzijde met ca. 10m lengte (OP +13.0 mTAW)
- Aanleg steunbermen met
  - dikte 1.6m
  - toppeil OP +13.7 mTAW
  - breedte ca. 11m (aan polderzijde: 14m breedte + realisatie berm van 3m).
  - materiaal: Qz1Qz2
- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 1.6m
  - toppeil OP +13.7 mTAW
  - breedte ca. 7m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Dok: +2.0 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie over afdeklaag

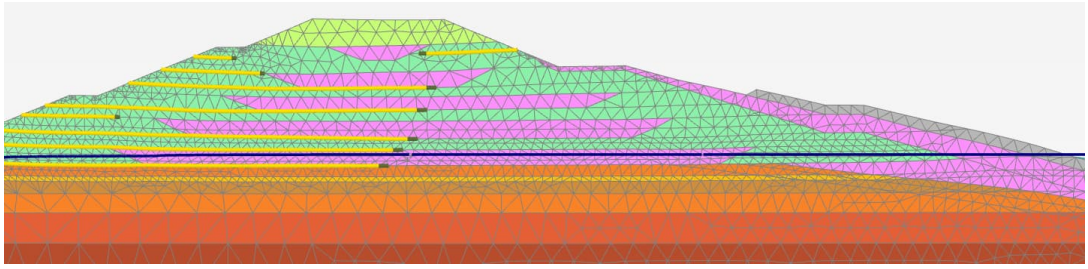


5.2.13.2. DIJK OP 15.5

Opbouw:

- Aanleg grondlaag met
  - dikte 3.2m
  - toppeil OP +16.0 mTAW
  - breedte ca. 19m.
  - materiaal: Qz2,Qz3
- FO:
  - Dok: +2.0 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie over afdeklaag

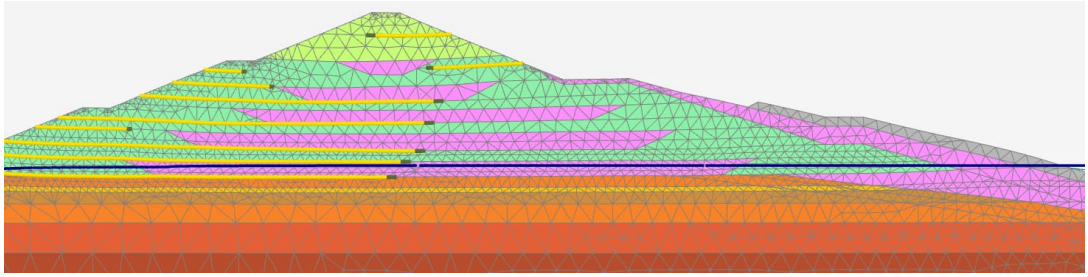
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



5.2.13.3. DIJK OP 18.0

Opbouw:

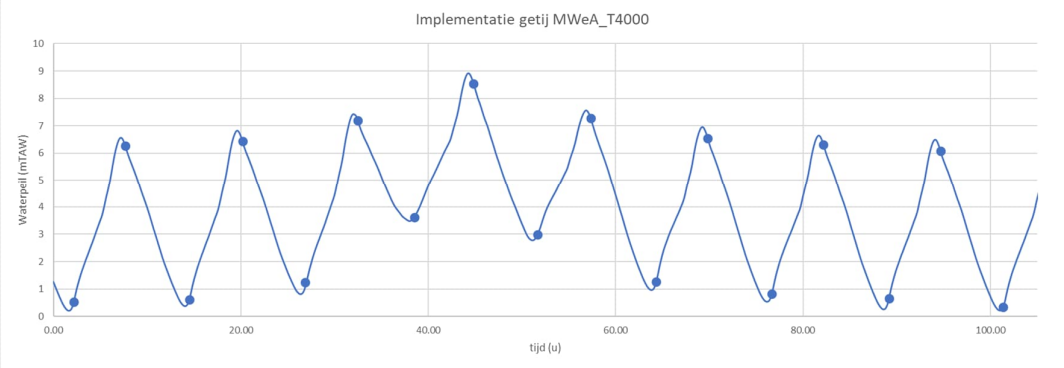
- Aanleg geotextiel aan dokzijde met ca. 8m lengte
- Aanleg grondlaag met
  - dikte 2.4m
  - toppeil OP +18.2 mTAW
  - breedte ca. 17m.
  - materiaal: Qz2,Qz3
- FO:
  - Dok: +2.0 mTAW
  - Polder: +1.1 mTAW
  - Dijk: lineaire interpolatie over afdeklaag



5.2.14. Getijdewerking

Na de finale uitvoeringsfase is de dijk onderhevig aan het getij (MWeA_T4000). Op het model worden 8 cycli gemodelleerd. Er worden 17 deelfasen gemodelleerd (onder fase 16) waarbinnen telkens een tak van het getij wordt geïmplementeerd. Onderstaande figuur toont het gemodelleerde getij met daarin telkens de momenten waarop resultaten worden ingelezen (bollen in grafiek).

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-2: Maatgevende tijkromme MWeA Liefkenshoek ([4])

5.3. Veiligheidsfactoren

5.3.1. Overzicht

De veiligheden zijn bepalend vlak na realisatie van o.a. een ophoging. Enkel voor die fases wordt een veiligheid weergegeven. Waar een berm is afgewerkt wordt eveneens een veiligheid bepaald voor een belaste berm.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de bekomen veiligheden. In tijdelijke toestand wordt overal een minimale veiligheid van 1.1 gehaald. In finale toestand wordt een veiligheid 1.25 gehaald.

Tabel 5-1: Veiligheidsfactoren – dijk met damplanken en geotextielen – incl overhoogtes

	***Σ**Msf*	*opm glijvlak*	*Ref grafiek (meetpunt)*
03 a SC_dijk 2.5 afdek	1.187	talud WOW kant polder	13909
03 e SC_dijk 3.0 afdek	1.194	talud dijk kant polder lokaal	13909
03 i SC_dijk 3.5 afdek	1.15	talud dijk kant polder lokaal	21423
04 a SC_dijk 4	1.131	talud dijk kant polder lokaal	25957
04 c SC_dijk 4.5	1.227	talud dijk kant polder lokaal	25957
05 a SC_dijk 5.25 afdek	1.248	talud dijk kant polder lokaal	21423
06 b CON_afgraven haven klei	1.238	talud dijk kant polder lokaal	21423
07 e SC_dijk 7 afdek	1.313	talud dijk kant haven globaal	52978
09 a SC_dijk 8.5 afdek	1.275	talud dijkgracht kant polder lokaal	23535
09 e LO_dijk 8.5	1.366	talud dijk kant polder lokaal	34787
11 a SC_dijk 9.5 zand	1.156	talud dijk kant polder lokaal	32610
12 a SC_dijk 11 afdek	1.131	talud dijk kant polder lokaal	32610
12 e LO_dijk11 last	1.328	talud dijk kant polder lokaal	32610
13 a SC_dijk 13.5 afdek	1.389	talud dijk kant polder globaal	32610
13 e LO_dijk 13.5 last	1.417	talud dijk kant polder lokaal	32610
14 a SC_dijk 15.5	1.34	talud dijk kant polder globaal	9458

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

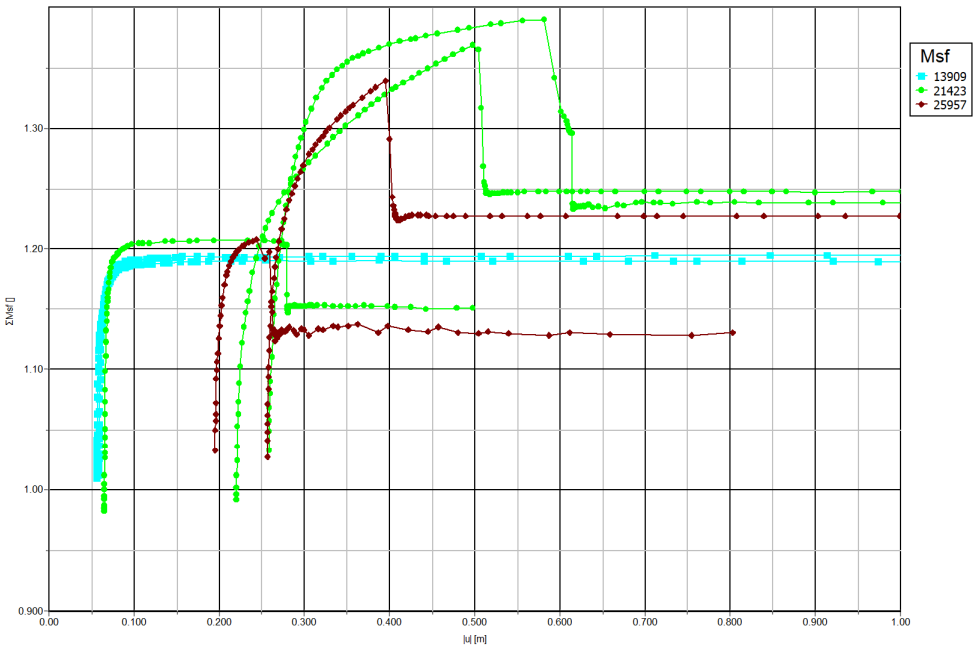
14 e LO_dijk 18 last	1.275	kruin dijk kant polder	49105
15 a SC_concessie 11	1.332	talud dijk kant polder globaal	9458
15 c CON_5 jaar na finaal	1.337	talud dijk kant polder globaal	9458
16 h SC_MWeA_T4000_HW8 (*)	1.346	talud dijkgracht kant polder lokaal	9458
17 a SC_DRAINED	1.277	poldergracht	13909

(*) de meeste nadelige toestand doet zich voor vlak na de hoogste piek in de curve

5.3.2. Grafieken

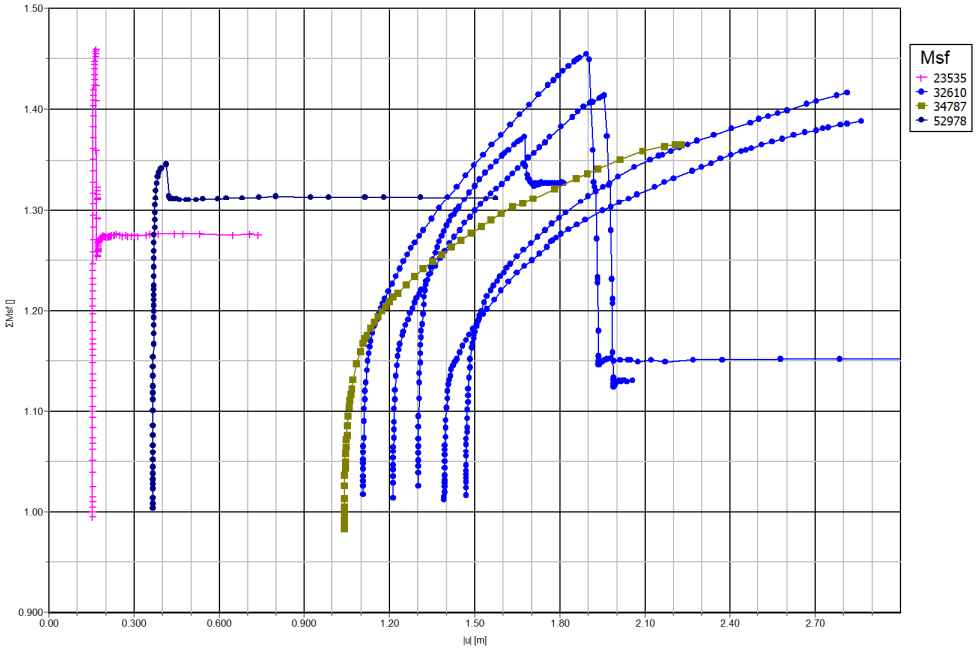
Onderstaande grafieken geven het verloop van de factor Msf in functie van de verplaatsingen. De verplaatsingen worden bepaald in de punten gelegen binnen het bekomen glijvlak. Per kleur wordt een nieuw meetpunt weergegeven. Het verband tussen de grafieken en bovenstaande tabel is gegeven in de rechterkolom van de tabel. De veiligheid wordt bepaald als de laatste meetwaarde (Msf) in een punt per fase na het bekomen van een (quasi) horizontale tak in de curve. De glijvlakken per fase worden weergegeven in volgende paragraaf.

De val in de curves hebben te maken met het plots interfereren met een geotextiel in de berekening.

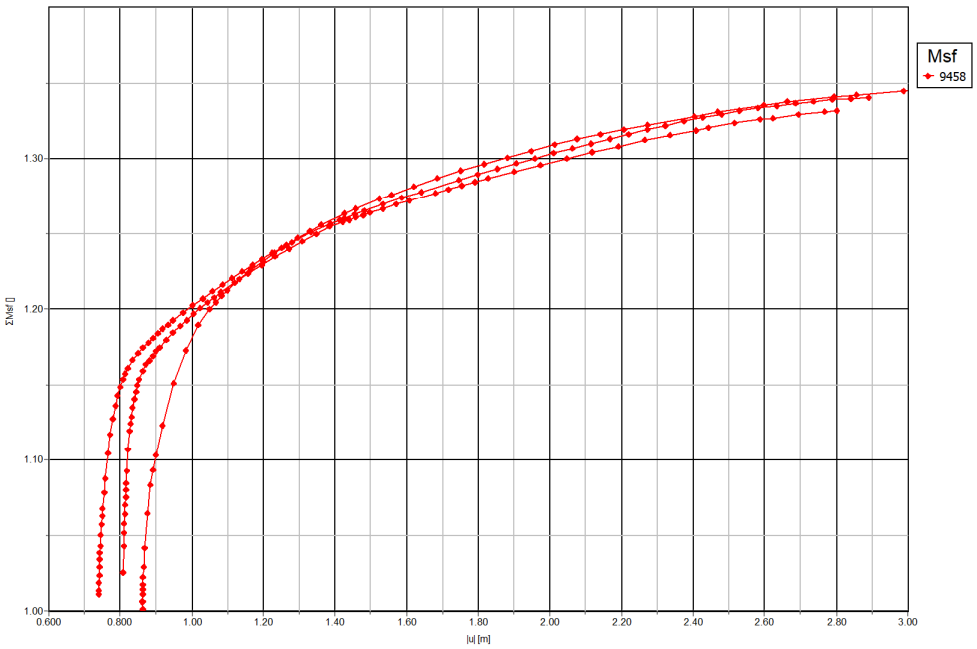


Figuur 5-3: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 03 a, 03 e, 03 i, 04 a, 04c, 05 en 06 b

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

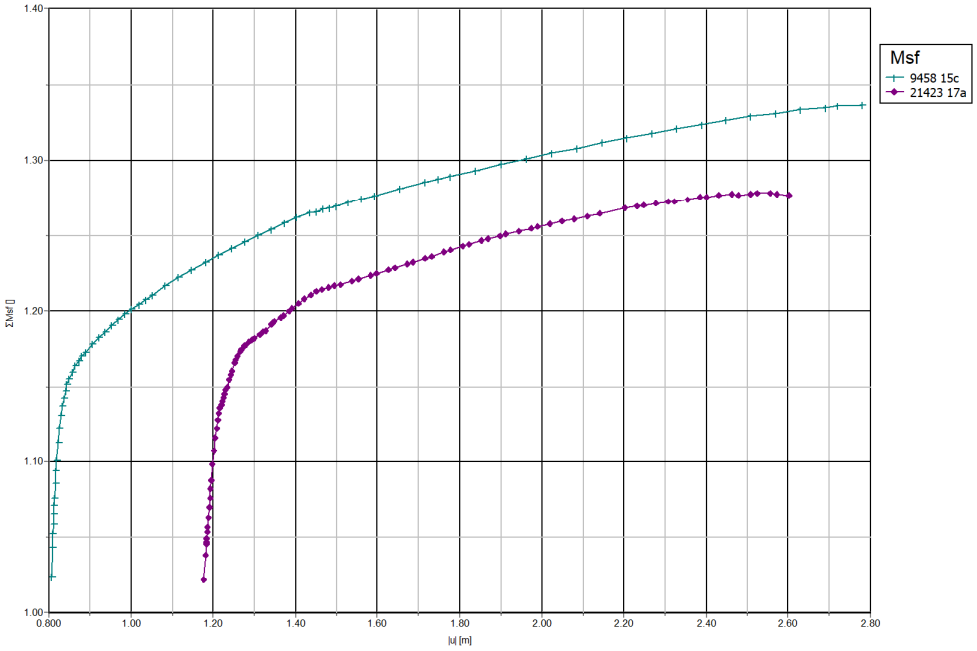


Figuur 5-4: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 07 e, 09 a, 09 e, 11 a, 12 a, 12 e, 13 a en 13 e



Figuur 5-5: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 14 a, 15 a en 16 h

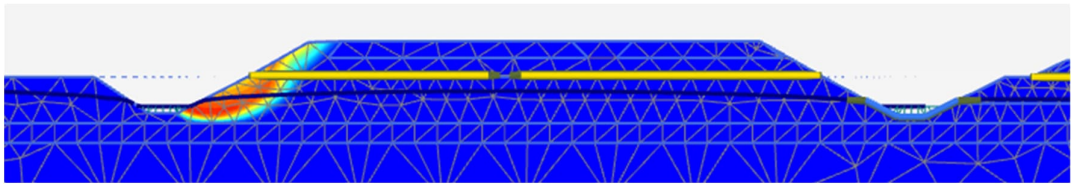
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



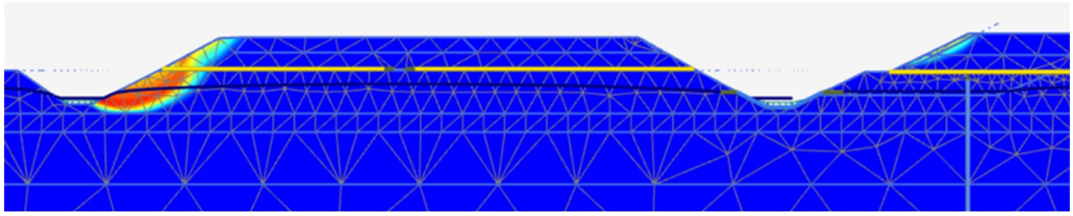
Figuur 5-6: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 15c (finaal) vs 17 a (finaal drained)

5.3.3. Glijvlakken

5.3.3.1. 03 A SC_DIJK 2.5 AFDEK

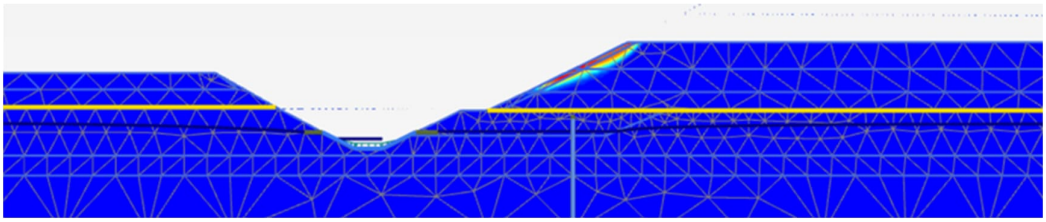


5.3.3.2. 03 E SC_DIJK 3.0 AFDEK

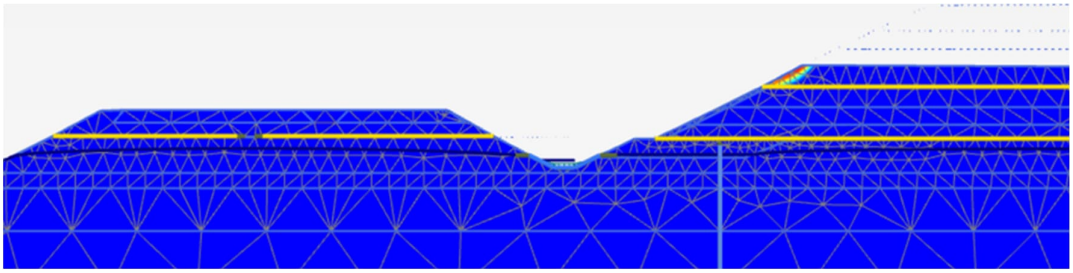


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

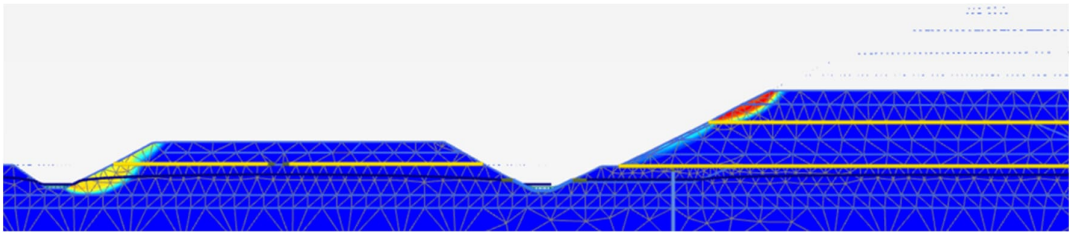
5.3.3.3. 03 I SC_DIJK 3.5 AFDEK



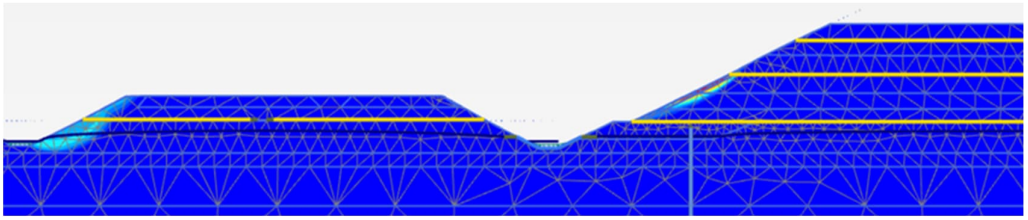
5.3.3.4. 04 A SC_DIJK 4



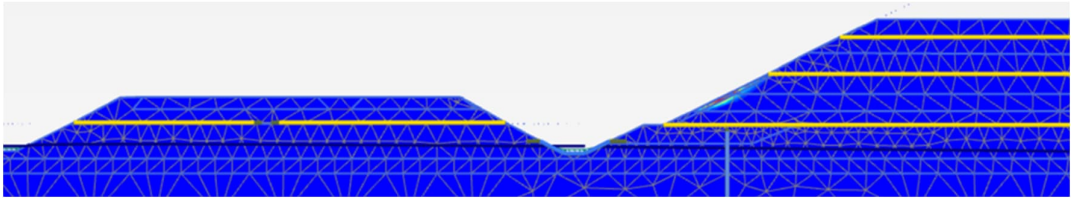
5.3.3.5. 04 C SC_DIJK 4.5



5.3.3.6. 05 A SC_DIJK 5.25 AFDEK

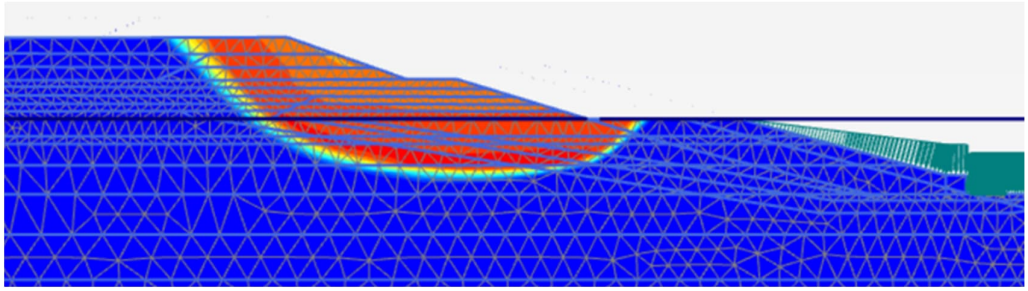


5.3.3.7. 06 B CON_AFGRAVEN HAVEN KLEI

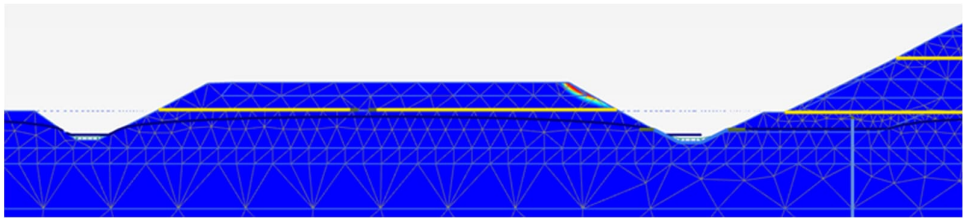


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

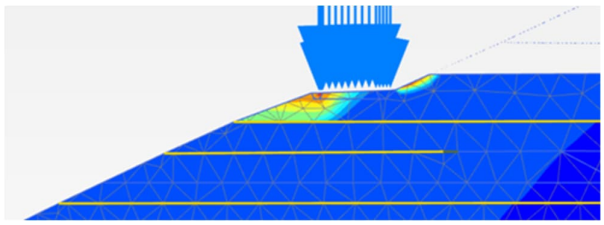
5.3.3.8. 07 E SC_DIJK 7 AFDEK



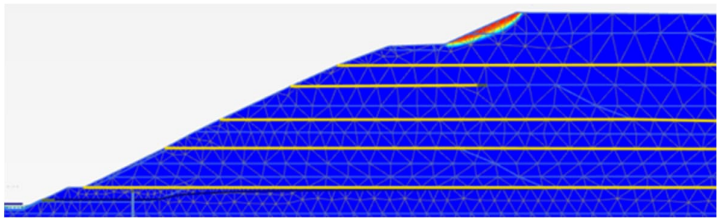
5.3.3.9. 09 A SC_DIJK 8.5 AFDEK



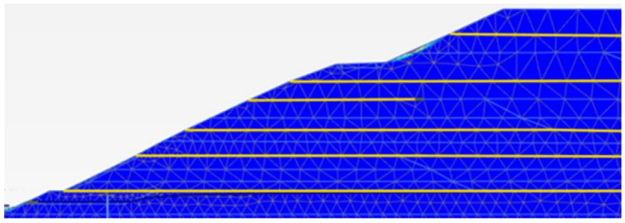
5.3.3.10.09 E LO_DIJK 8.5



5.3.3.11.11 A SC_DIJK 9.5 ZAND

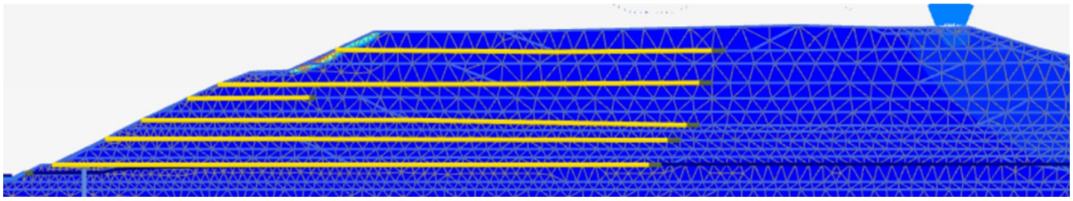


5.3.3.12.12 A SC_DIJK 11 AFDEK

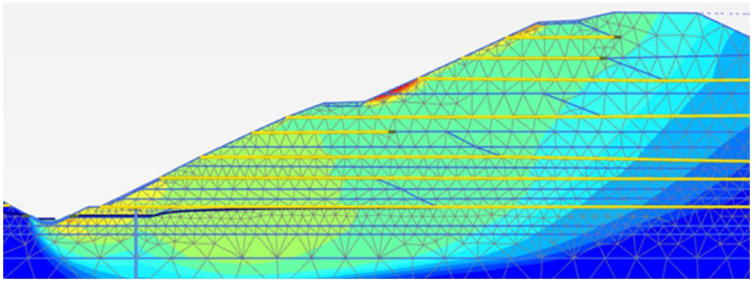


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

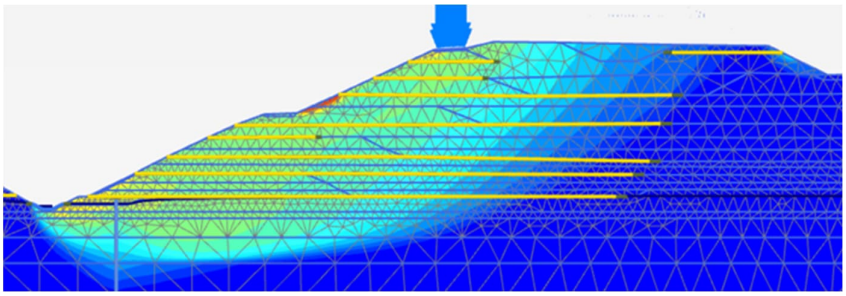
5.3.3.13.12 E LO_DIJK11 LAST



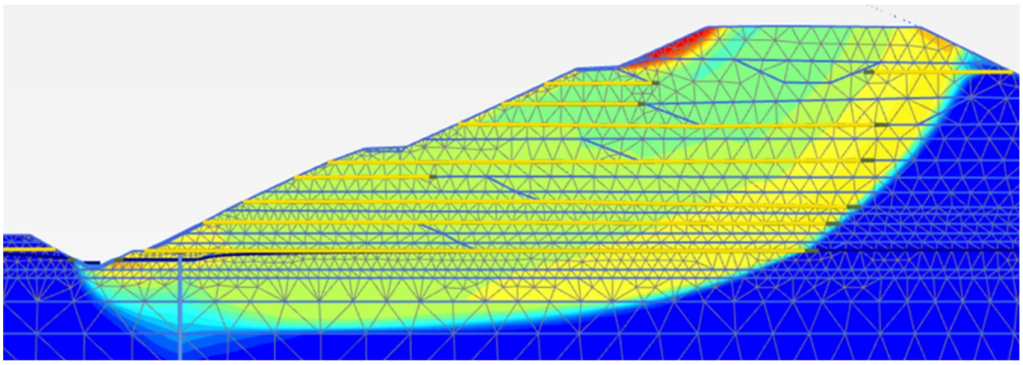
5.3.3.14.13 A SC_DIJK 13.5 AFDEK



5.3.3.15.13 E LO_DIJK13.5 LAST

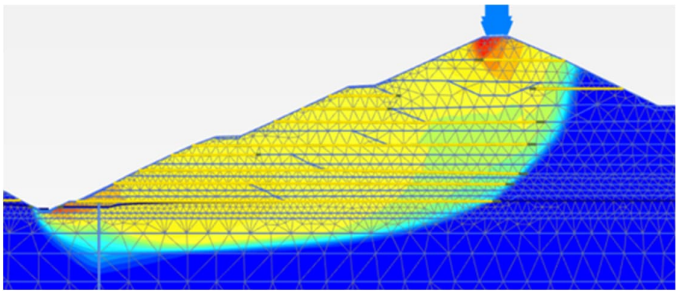


5.3.3.16.14 A SC_DIJK 15.5

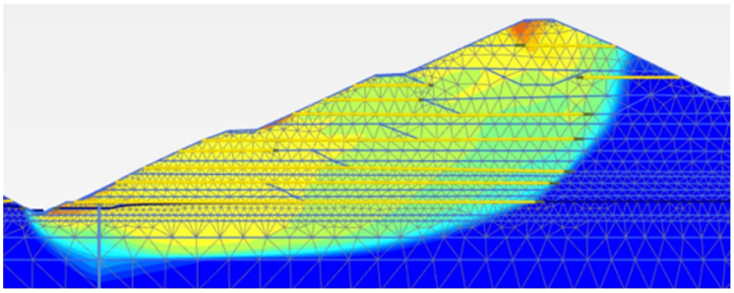


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

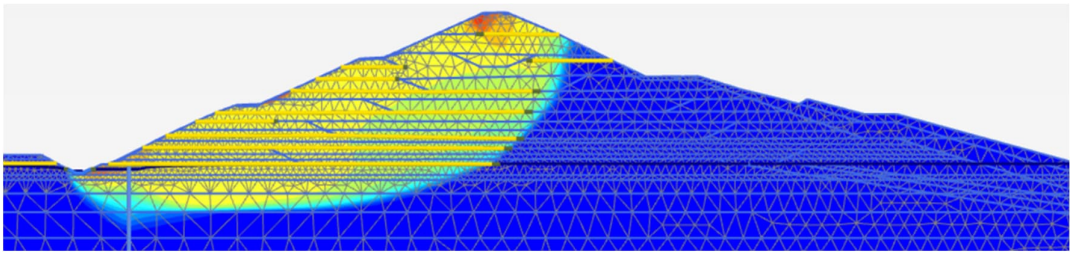
5.3.3.17.14 E LO_DIJK18 LAST



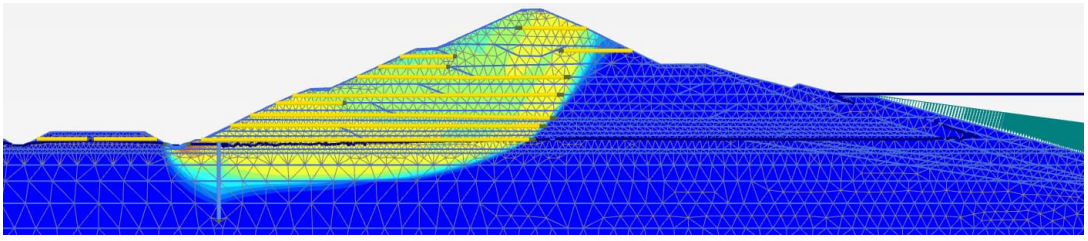
5.3.3.18.15 A CON_1 JAAR 2 MND



5.3.3.19.15 C CON_5 JAAR NA FINAAL

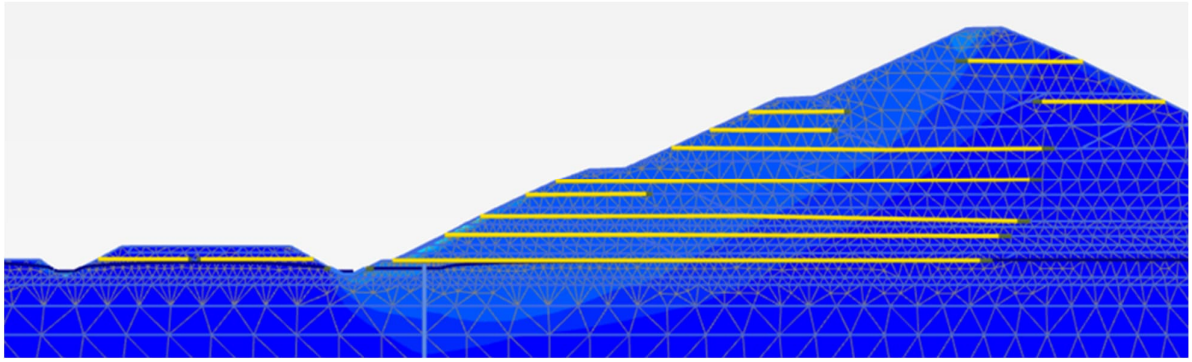


5.3.3.20.16 H SC_MWEA_T4000_HW8



Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.3.3.21.17 A DRAINED



5.3.4. Zandmeevoerende wellen (piping)

De kwelweglengte wordt gecontroleerd met de methode van Lane (zie [4]) met als randvoorwaarde voor de finale toestand:

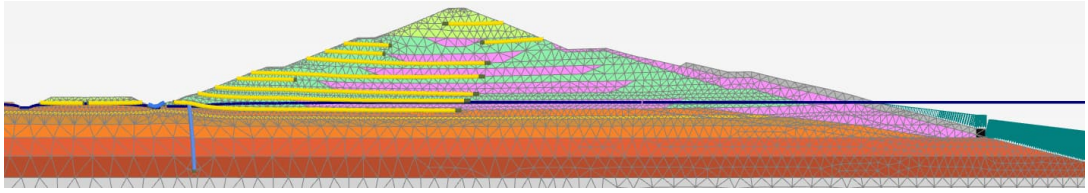
- Opwaarts waterpeil: +9.75 mTAW
- Afwaarts waterpeil: +1.5 mTAW
- Diepte damplank onder waterpeil: 11.5m
- Horizontale lengte: 140m
- Materiaal: Very fine sand (mica) - Moderately fine sand (quartz)

Volgens de formule van Lane wordt een maximaal toegelaten verhang gevonden van 8.3m. Hiermee wordt een veiligheid van 1.01 bekomen (>1)

5.4. Zettingen en verplaatsingen

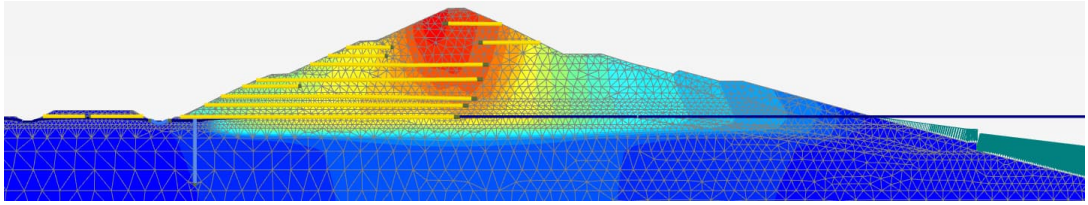
Alle zettingen en verplaatsingen worden gemeten vanaf de aanleg van de wegberm (WOW).

Onderstaande figuur geeft het vervormde model na 5 jaar consolidatie (fase 15c).



Figuur 5-7: Vervormingen dijk na 5 jaar consolidatie (fase 15c)

Tijdens de consolidatiefase treden nog voornamelijk vervormingen op in de zone van de kruin.



Figuur 5-8: Restzettingen tpv dijk tijdens laatste consolidatiefase (fase 15c) (schaal: max. 5 mm zetting tpv kruin)

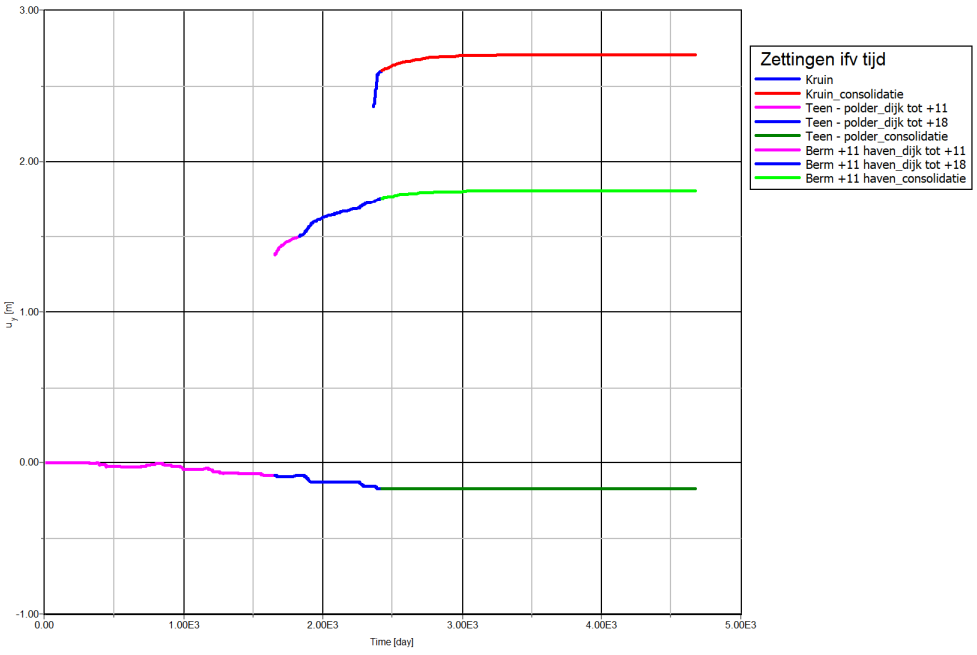
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Onderstaande grafiek geeft het verloop van de zettingen (verticale verplaatsingen) weer in functie van de tijd. De zettingen werden bepaald (voor verduidelijking van de punten: zie verdere figuren):

- Op de kruin (punt D)48869
- Ter plaatse van de berm/teen tussen dijk en gracht aan polderzijde (punt A)11441
- Ter plaatse van de berm op +11 aan havenzijde (punt E)52166

Ieder verloop werd ingedeeld in 3 subfases:

- In fuchsia: realisatiefase (resp. ophoging tot +11, baggeren dok)
- In blauw: realisatie dijk tot +18
- In willekeurige kleur (volgens meetpunt): consolidatie na ophoging concessie tot +18 mTAW (=langetermijnszetting)

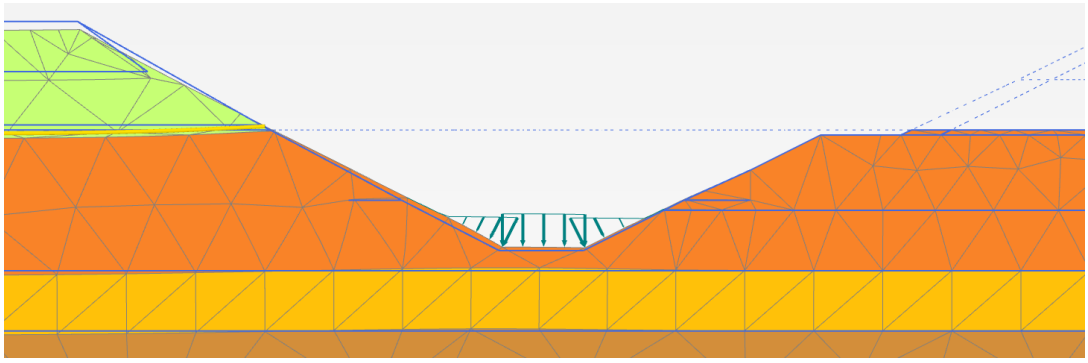


Figuur 5-9: Verloop zettingen tpv kruin (punt D) en tenen van dijk

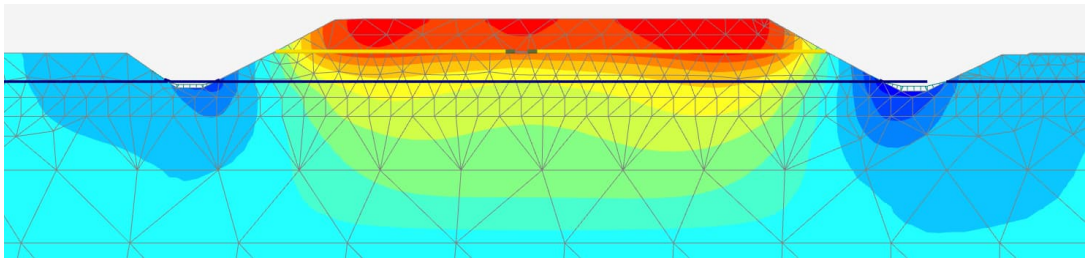
5.4.1. Ogenblikkelijke zettingen en verplaatsingen (tot in laatste uitvoeringsfase)

Ten gevolge van de realisatie van de wegberm WOW worden reeds zettingen bekomen van 8.9 cm. De gracht perst zich op over ca. 3.4cm, de talud naast de wegberm verplaatst zich lokaal over ca. 8.4cm. Deze zettingen treden niet op ten gevolge van de aanleg van de dijk.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

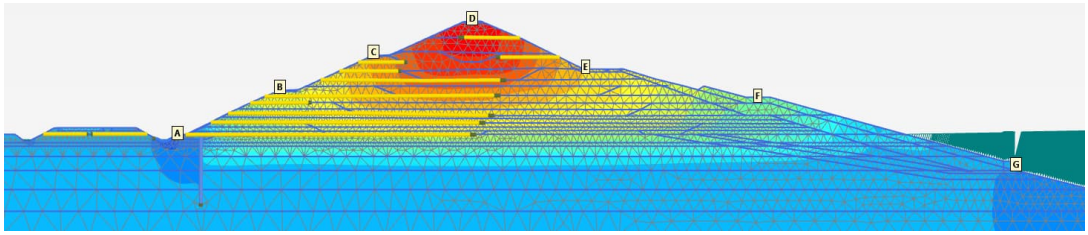


Figuur 5-10: Ogenblikkelijke vervormingen na aanleg en consolidatie wegberm



Figuur 5-11: Ogenblikkelijke zettingen na aanleg en consolidatie wegberm (8.9 cm zetting tot 3.8 cm oppersen)

Na ophoging van de dijk tot +18 mTAW (fase 15 a) wordt een totale verplaatsing van 2.72m gevonden ter hoogte van de kruin van de dijk. Hiervan is 2.69m gevonden als zetting.



Figuur 5-12: Zettingen einde uitvoeringsfase – fase 15a

Tabel 5-2: Verplaatsingen en zettingen einde uitvoeringsfase – fase 15a

Locatie	Tot. verplaatsing [m]	Hor. verpl. [m]	Zetting [m]
A	0.81	-0.79	-0.17
B	1.54	-0.83	1.3
C	2.12	-0.57	2.05
D	2.72	-0.37	2.69
E	1.8	0.09	1.8

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

F	1.15	0.58	1
G	0.06	0.06	0.01

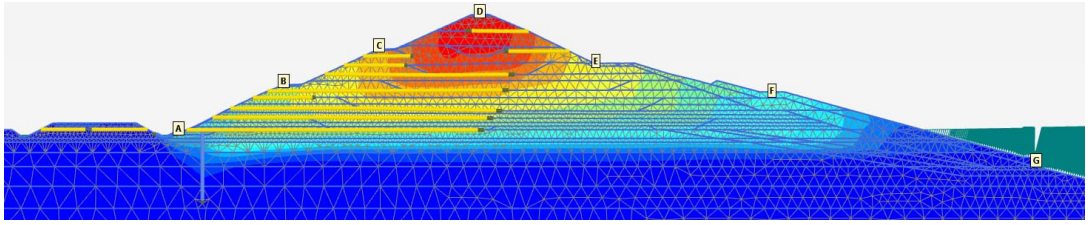
5.4.2. Langetermijnzettingen en -verplaatsingen

5.4.2.1. DIJK ZETTINGEN.

Na 5 jaar consolidatie (i.e. op 31/08/2037 of binnen Q1-Y14 - Q3-Y14, of ca. 11.5 jaar na de start van de voorbereidende werken aan de dijk) nemen de verplaatsingen toe met ca. 1.7cm tot 2.73m, eveneens gemeten in de kruin.

Dit betekent dat de dijken dienen opgeleverd te worden met een overhoogte van 2 cm op de kruin.

Figuur 5-9 geeft aan dat de zettingen na 5 jaar reeds stabiliseren. De benodigde overhoogte blijft ver beneden de maximaal toegelaten overhoogte (i.e. 75 cm, zie [4]). Een nazichtsberekening van de situatie 20 jaar na aanleg van de dijk resulteert in een totale verplaatsing van 2.73m, dus analoog aan de verplaatsingen na 5 jaar consolidatie.



Figuur 5-13: Langetermijnzettingen – fase 15c

Tabel 5-3: Langetermijnzettingen en -verplaatsingen 5 jaar na einde uitvoeringsfase – fase 15c

Locatie	Verplaatsing [m]	Hor. verpl. [m]	Zetting [m]	Overhoogte [m]
A	0.81	-0.79	-0.17	-
B	1.55	-0.84	1.31	0.01
C	2.13	-0.57	2.06	0.01
D	2.73	-0.37	2.71	0.02
E	1.81	0.09	1.81	0.01
F	1.16	0.58	1	-
G	0.06	0.06	0.01	-

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

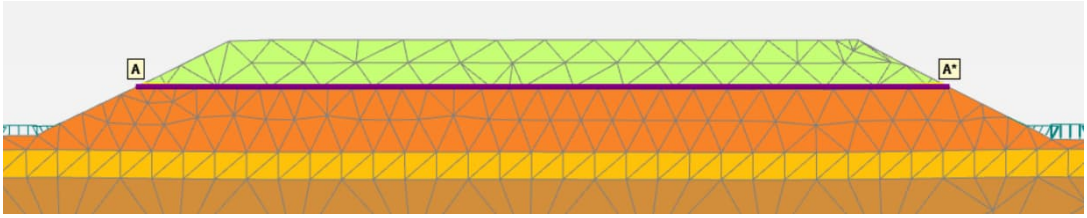
5.4.2.2. INVLOED DIJK OP WEGBERM

De invloed van de bouw van de dijk op de naastgelegen bermweg wordt bestudeerd aan de hand van de simulaties volgend op de bouw van de bermweg:

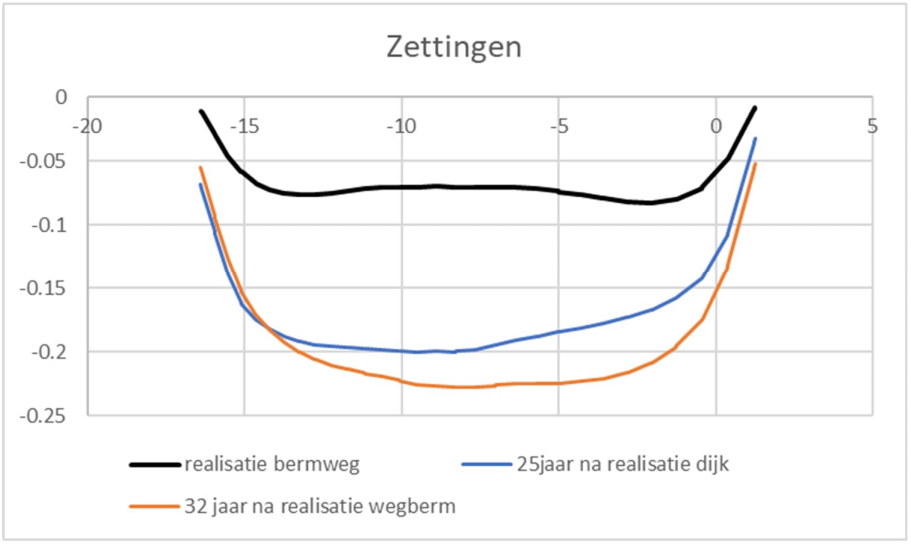
- Bouw van de dijk + 25 jaar consolidatie (totale duurtijd = 32 jaar)
- Consolidatie van de wegberm over 32 jaar

De verplaatsingen op het einde van beide simulaties treden op op een zelfde ogenblik, maar onder verschillende situaties: met en zonder bufferdijk.

Alle verplaatsingen worden bepaald ter plaatse van de wegberm op een peil +1.95 mTAW (= bodempeil grachten; zie onderstaande figuur).

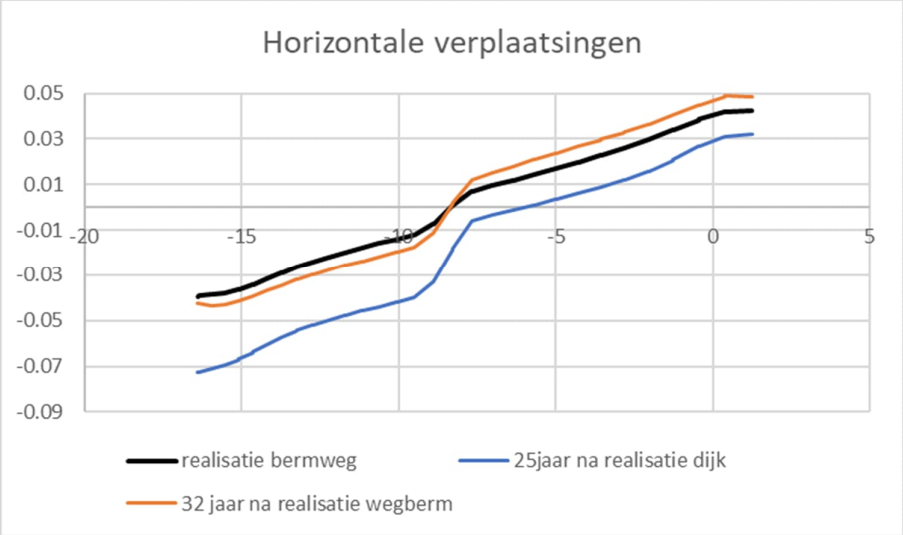


Figuur 5-14: Referentiepeil verplaatsingen op funderingsaanzet van wegberm (snede AA*)



Figuur 5-15: Zettingen – na realisatie wegberm, 32 jaar na realisatie wegberm zonder dijk en 32 jaar na realisatie wegberm met dijk

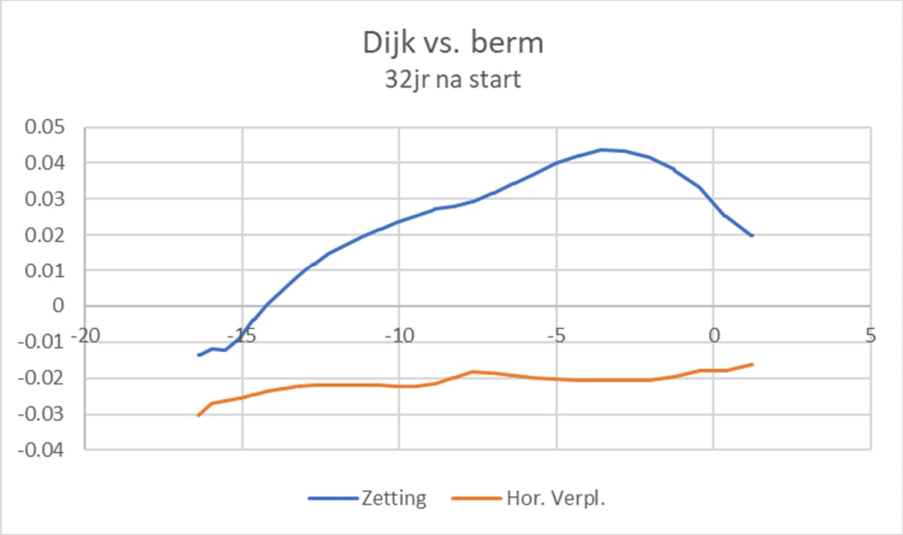
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-16: Horizontale verplaatsingen – na realisatie wegberm, 32 jaar na realisatie wegberm zonder dijk en 32 jaar na realisatie wegberm met dijk

Algemeen kan worden gesteld dat de wegberm minder zettingen ondervindt bij realisatie van een naastliggende dijk. Dit kan worden verklaard door de weerstand tegen oppersen van de veenlaag ter plaatse van de dijk. De wegberm zal ook minder zetten in de zone gelegen aan de dijkzijde waar dit zonder dijk een gelijkmatige zetting vertoont. De horizontale verplaatsingen bevestigen dit. Zonder dijk zal de berm in beide richtingen evenveel verplaatsen, waar met dijk een algemene verplaatsing van gemiddeld 2cm geeft weg van de dijk.

Onderstaande figuur heeft het verschil weer tussen beide verplaatsingen voor de 2 eindsituaties. Deze curves bevestigen bovenstaande conclusies.



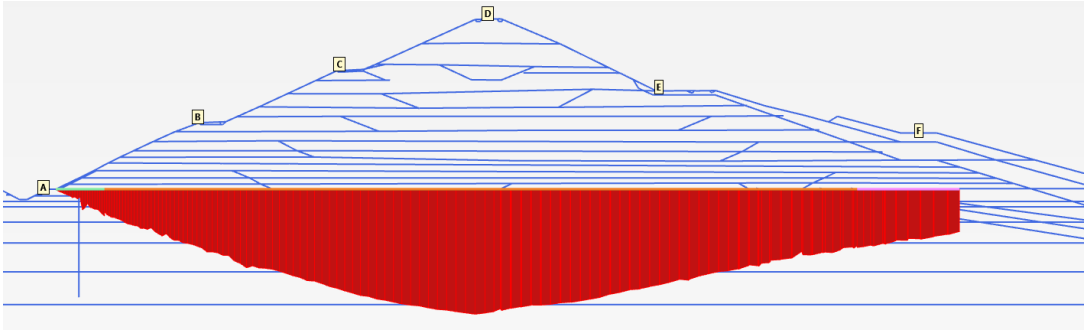
Figuur 5-17: Extra verplaatsingen – dijk vs. berm (consolidatie)

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.4.3. Plaxis vs. Terzaghi

Onderstaande tabel geeft een vergelijking tussen de berekende zettingen op MV peil door Plaxis na 5 jaar consolidatie en de zettingen bepaald door de methode Terzaghi.

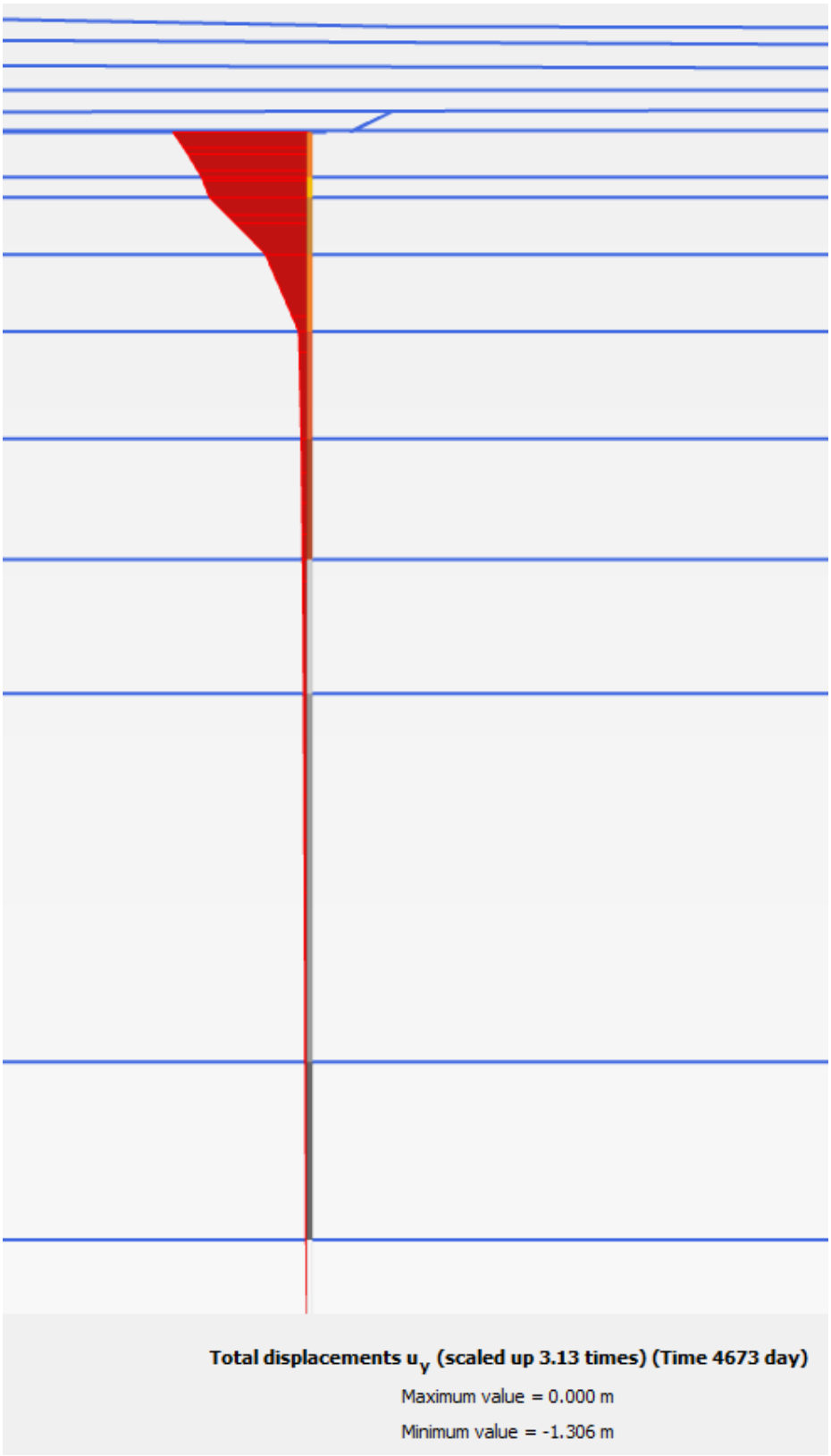
De lasten ten gevolge van de bouw van de dijk werden bepaald door de bekomen effectieve spanningen uit het model over de breedte van 100m dijk (van teen aan polderzijde tot 100m richting havenzijde, dit is ongeveer de rand van de dijkberm in stortsteen) gelijkmatig te spreiden over de 100m dijk. Er wordt een gemiddelde spanning gevonden van 160 kN/m². Ter plaatse van de dijkberm in stortsteen wordt een gemiddelde spanning gevonden van 105 kN/m².



Figuur 5-18: Effectieve spanningen s'yy – fase 15c

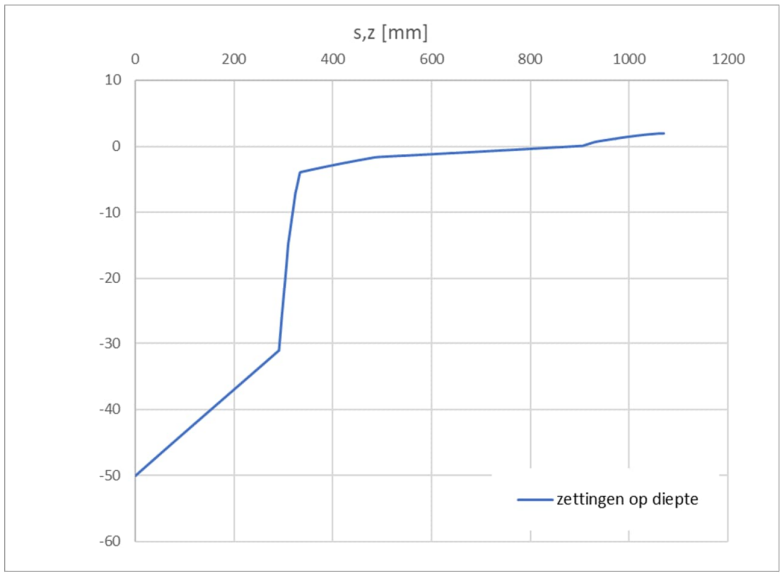
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.4.3.1. KRUIN

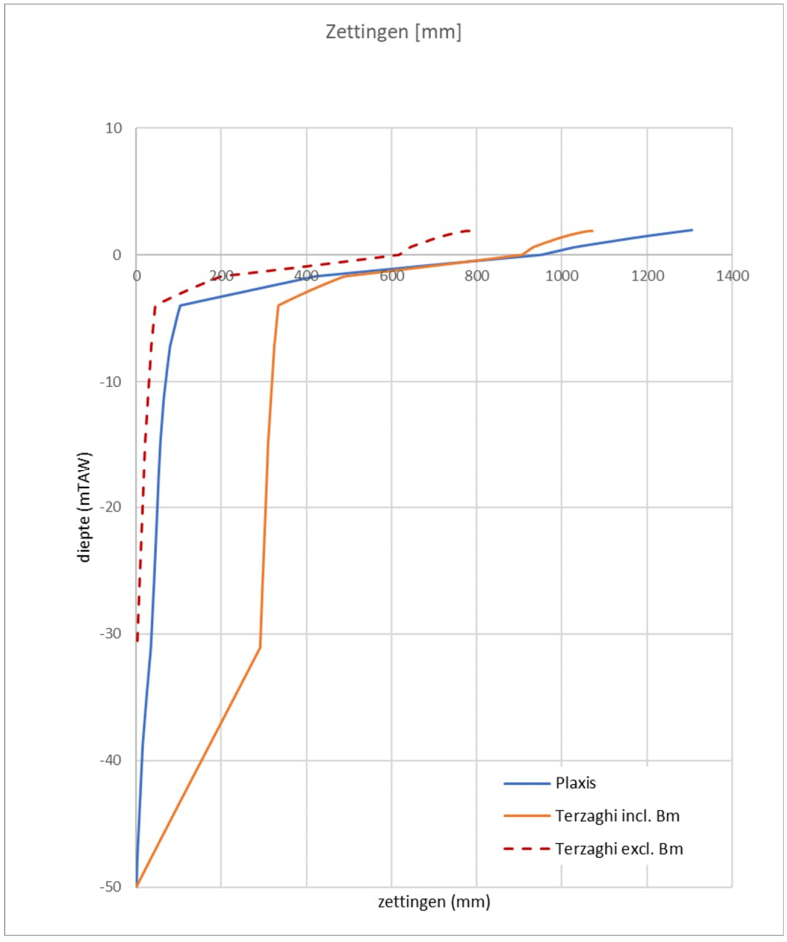


Figuur 5-19: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15c - Plaxis

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-20: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15c – Terzaghi



Figuur 5-21: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15c – Plaxis vs. Terzaghi

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

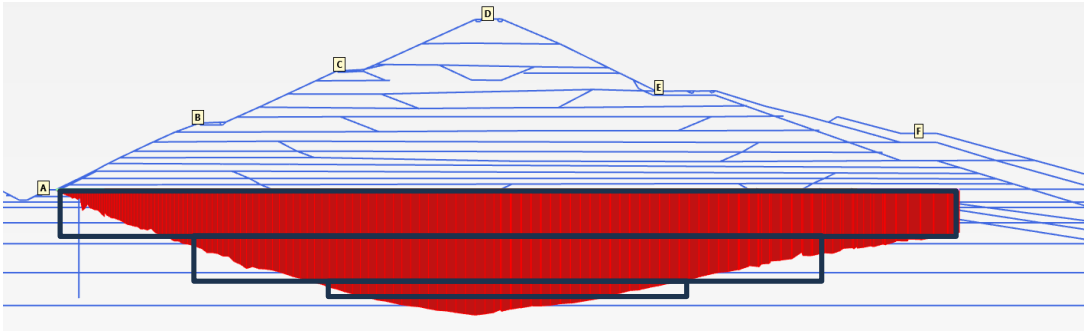
Tabel 5-4: Zettingen Plaxis vs. Terzaghi – fase 15c

Locatie	Zetting Plaxis [m]	Δp [kN/m²]	Zetting Terzaghi [m]
As van dijk (i.e. centraal onder de kruin)	1.3	160	1.07
Concessie tpv teen dijk havenzijde op +2 mTAW	0.7	123.5	1.47

Op de as van de dijk treden zettingen voornamelijk op in de bovenste lagen en in de Boomse klei. Volgens Plaxis wordt een zetting van 1.3m gevonden waar dit volgens Terzaghi 1.07m is. Aan de top van de Boomse klei werden volgens Terzaghi 0.29m zettingen gevonden. Plaxis berekent aan de top van de Boomse klei een zetting van 0.03m.

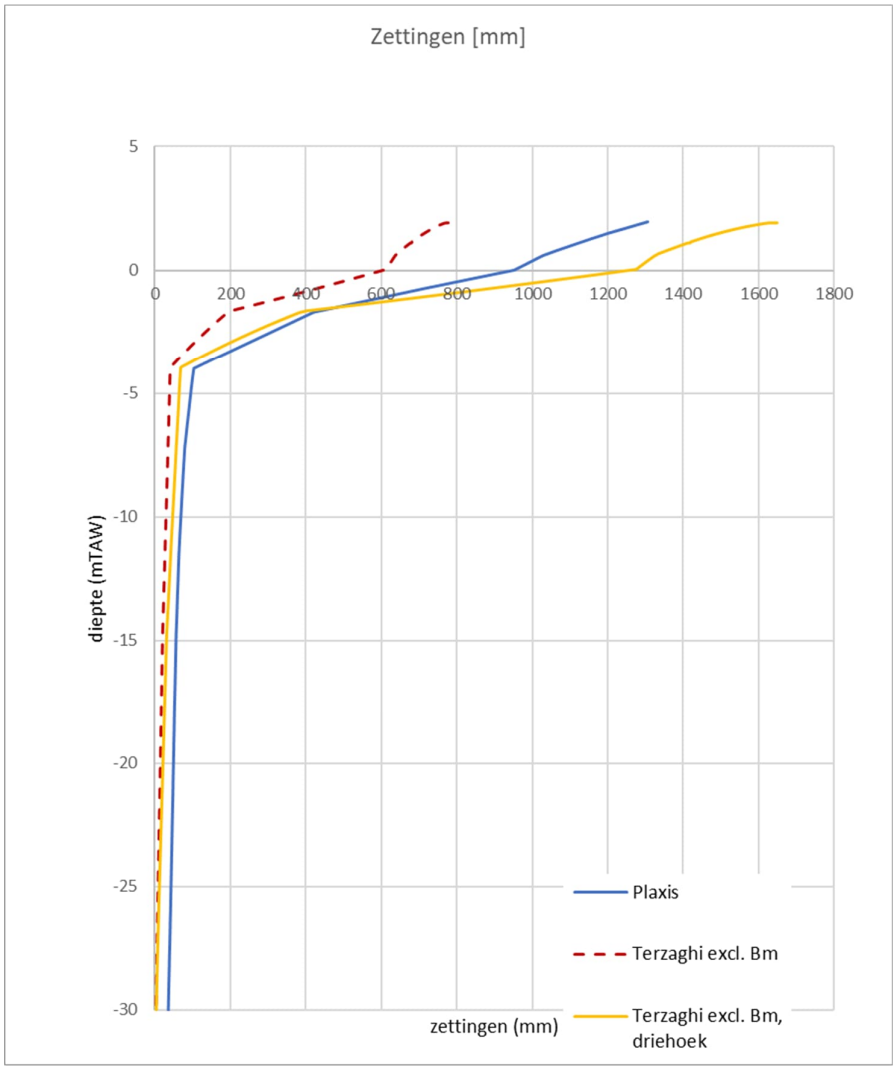
Plaxis bekomt aldus, na een consolidatie van 5 jaar na de eindtoestand, minder zettingen aan top van de Boomse klei. In de toplagen daarentegen, worden meer zettingen bekomen. In Plaxis wordt de zetting voornamelijk beïnvloed door de Emodulus (E50,ref = 1400 kN/m²) waar dit bij Terzaghi wordt beïnvloed door de parameter alpha en de samendrukkingsconstanten. Een kleine wijziging in deze parameters geeft reeds een aanzienlijke wijziging in de zettingen. De bovenbelasting wordt daarenboven benaderd ingegeven als een gelijkmatig verdeelde belasting, waar dit eerder een piek vertoont ter plaatse van de kruin en reduceert naar 0 of 100 kN/m² naar de tenen. Anderzijds houdt Plaxis rekening met 2D-effecten: in de bovenste lagen wordt tevens grond horizontaal weggeduwd.

Een betere benadering van de terreinlasten volgens het beeld in Figuur 5-22 resulteert in hogere zettingen (1.65m, Boomse klei buiten beschouwing gelaten).



Figuur 5-22: Optimalisatie terreinlasten tbv zettingsberekeningen – fase 15c

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



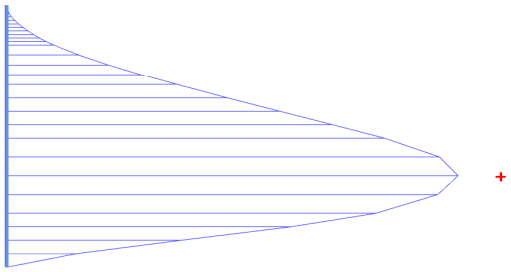
Figuur 5-23: Zettingen tpv as van de dijk – fase 15c – Plaxis vs. Terzaghi vs. optimalisatie

5.5. Inwendige krachten

5.5.1. Damwand

Onderstaande figuren geven een overzicht van de inwendige krachten in de damwand na 5 jaar consolidatie.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

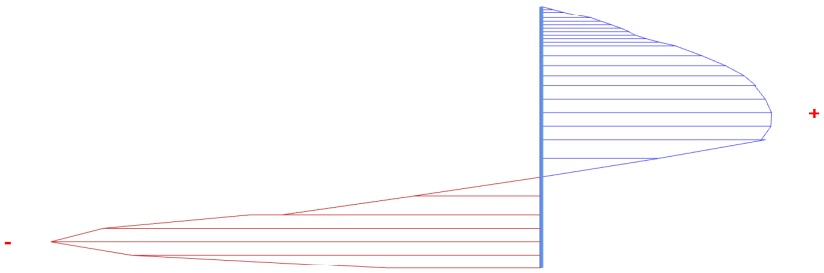


Bending moments M (scaled up 0.0200 times) (Time 4673 day)

Maximum value = 963.7 kN m/m (Element 11 at Node 32956)

Minimum value = $-7.133*10^{-15}$ kN m/m (Element 1 at Node 8733)

Figuur 5-24: Momenten in damwand na 5 jaar consolidatie (fase 15c)



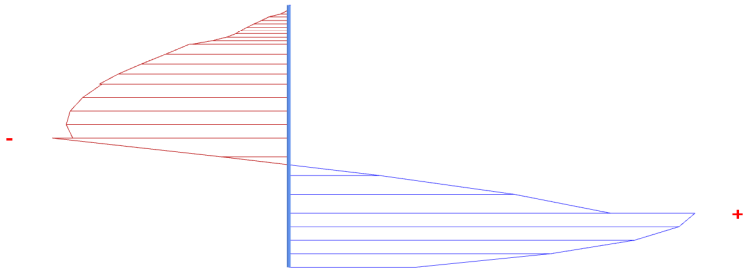
Shear forces Q (scaled up 0.0500 times) (Time 4673 day)

Maximum value = 196.6 kN/m (Element 10 at Node 28360)

Minimum value = -418.9 kN/m (Element 12 at Node 37716)

Figuur 5-25: Dwarskrachten in damwand na 5 jaar consolidatie (fase 15c)

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Axial forces N (scaled up 0.200 times) (Time 4673 day)

Maximum value = 86.72 kN/m (Element 12 at Node 37714)

Minimum value = -50.49 kN/m (Element 11 at Node 32954)

Figuur 5-26: Normaalkrachten in damwand na 5 jaar consolidatie (fase 15c)

De maximale inwendige krachten worden bepaald over alle fasen en de volledige lengte van de damwand.

Tabel 5-5: Inwendige krachten in damwand (fase 15c)

Situatie	Peil [mTAW]	M [kNm/m]	Q [kN/m]	N [kN/m]
Mmax	-5.6	**964**	1	20
Mmax2	-4.8	**924**	100	-14
Nmax	-7.2	788	248	**87**
Qmax	-8.35	373	**419**	74

Tabel 5-6: Inwendige krachten in damwand (fase 15d - FIC)

Situatie	Peil [mTAW]	M [kNm/m]	Q [kN/m]	N [kN/m]
Mmax	-7.2	**1064**	112	20
Mmax2	-6.4	**1021**	85	87
Nmax	-7.8	936	409	**141**

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Qmax	-4.0	586	**255**	18

De gemodelleerde damwand voldoet aan volgende karakteristieken:

- Voorbeeldprofiel: AZ 28-700
- Staalkwaliteit S 355 GP
- fy = 390 MPa
- levensduur 100jr
- dikteverlies door corrosie (volgens NBN EN 1993-5) voor ongestoorde natuurlijke gronden met en zonder grondwater: 2x 1.2mm

Tabel 5-7: Damwand – eigenschappen voor en na corrosie

		initieel	**gecorrodeerd**
W_{el}	cm^3/m	2760	2340
W_{pl}	cm^3/m	3273	2755
I	cm^4/m	63620	53630
A	cm^2/m	200.2	167.4
t_f	Mm	13.20	10.80
t_w	mm	13.20	10.80

Voor alle bovenstaande situaties is voldaan aan de toetsing van de gecorrodeerde sectie van de damplank volgens EN1993-5 [1]. De resultaten zijn beschreven in BIJLAGE 1.

5.5.2. Geotextielen

Onderstaande figuren geven de trekkrachten in de geotextielen weer in de finale toestand, na 5 jaar consolidatie. Er worden 2 lijnen weergegeven:

- Blauwe lijn = trekkracht in finale toestand, na 5 jaar consolidatie
- Gele arcering = omhullende van de trekkracht over alle fasen

De geotextielen worden weergegeven volgens hun peilen gemeten op de helft van hun lengte, na finale toestand en afgerond op 10cm.

Tabel 5-8: Inwendige krachten in geotextiel (N: trekkracht gemeten in finale toestand; Nmax: omhullende trekkracht)

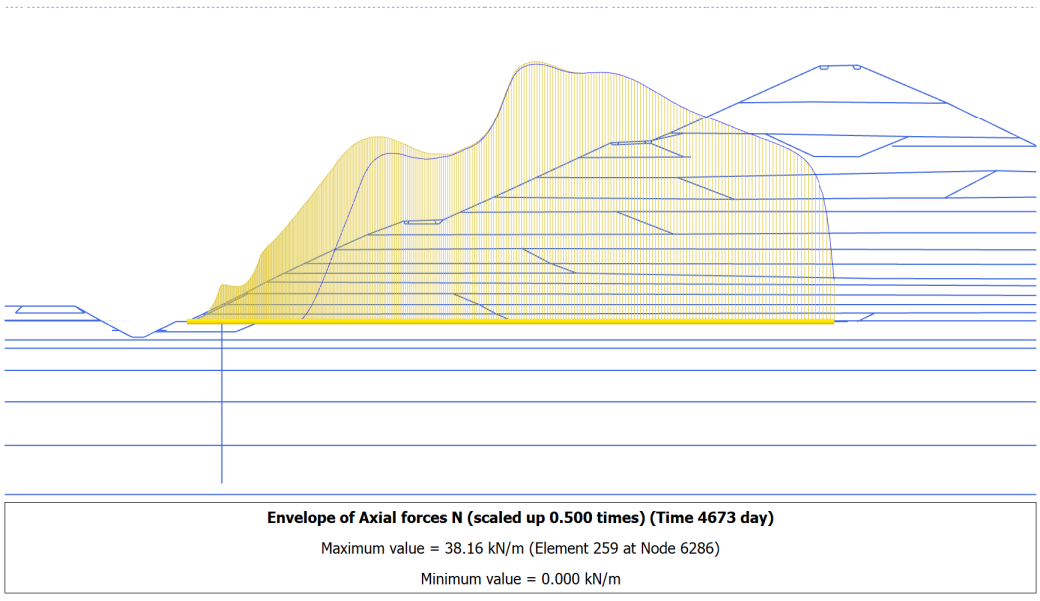
Peil geotextiel [mTAW]	**N [kNm/m]**	**Nmax [kN/m]**
+0.60	37.82	38.16
+2.50	35.62	35.62
+3.80	33.73	33.73
+5.60	2.63	2.63

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

+6.50	28.99	28.99
+8.50	21.14	21.14
+10.00	3.86	3.93
+11.30	3.28	3.31
+12.40	9.12	9.27
+14.30	1.0	1.31

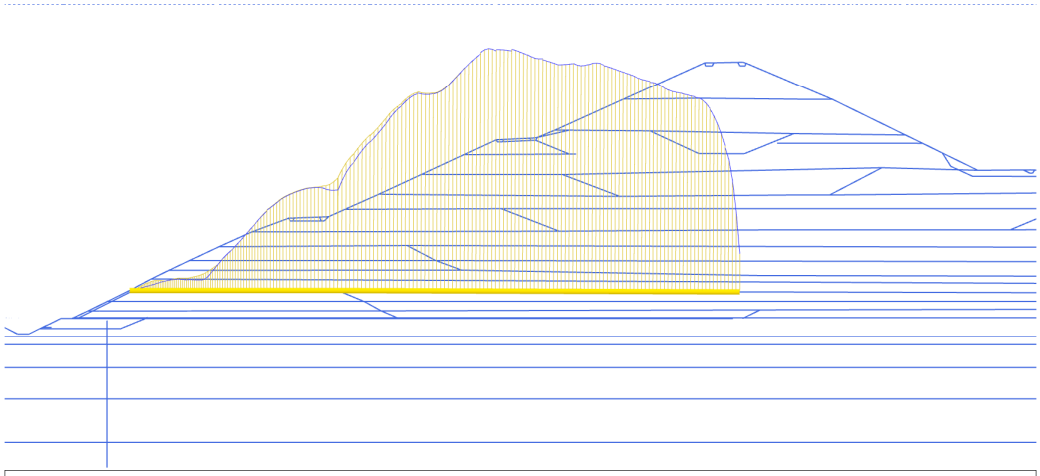
De trekkrachten blijven beperkt. Afhankelijk van het gekozen geotextiel en de naadverbindingen (indien van toepassing) kan een geschikt geotextiel worden gevonden.

5.5.2.1. GEOTEXTIEL +0.60 MTAW



Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.5.2.2. GEOTEXTIEL +2.50 MTAW

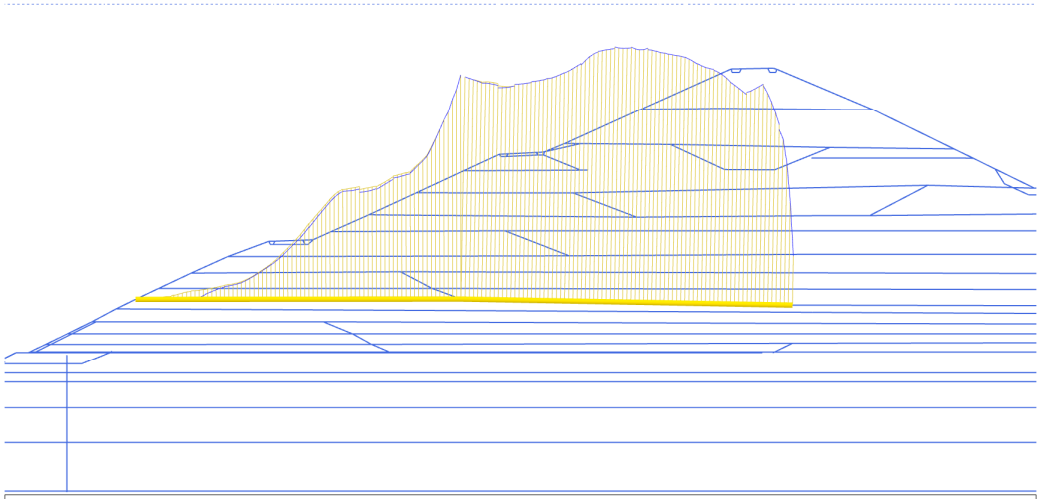


Envelope of Axial forces N (scaled up 0.500 times) (Time 4673 day)

Maximum value = 35.62 kN/m (Element 166 at Node 330)

Minimum value = 0.000 kN/m

5.5.2.3. GEOTEXTIEL +3.80 MTAW



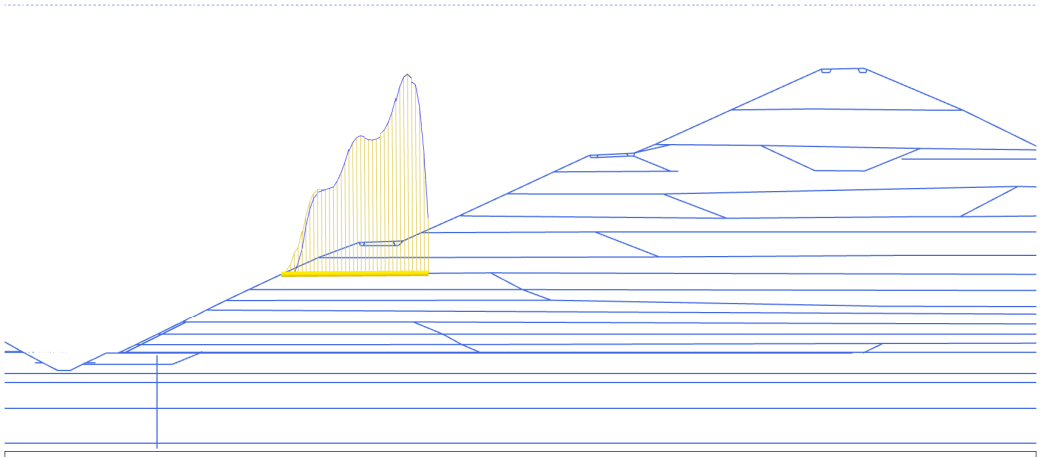
Envelope of Axial forces N (scaled up 0.500 times) (Time 4673 day)

Maximum value = 33.73 kN/m (Element 125 at Node 302)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.5.2.4. GEOTEXTIEL +5.60 MTAW

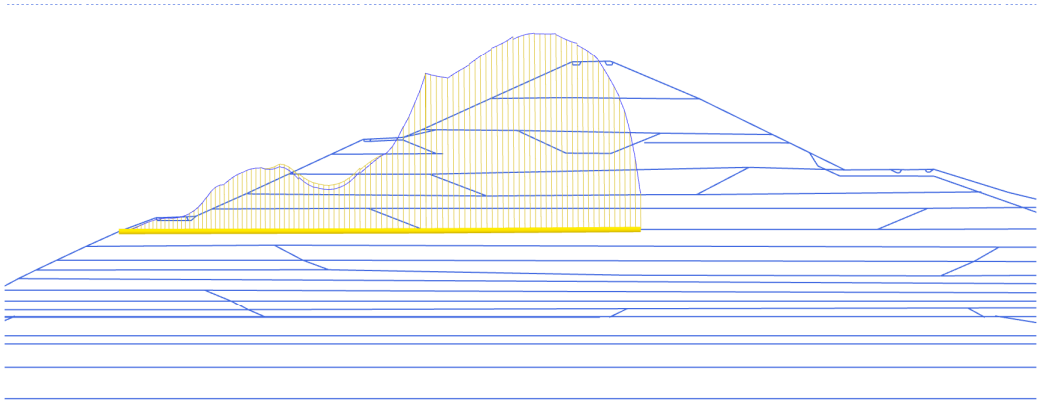


Envelope of Axial forces N (scaled up 5.00 times) (Time 4673 day)

Maximum value = 2.634 kN/m (Element 92 at Node 4239)

Minimum value = 0.000 kN/m

5.5.2.5. GEOTEXTIEL +6.50 MTAW



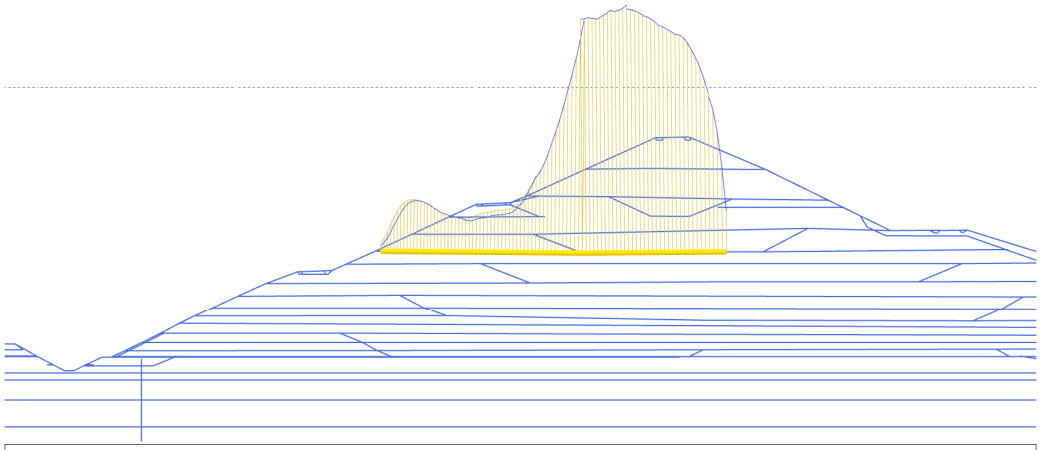
Envelope of Axial forces N (scaled up 0.500 times) (Time 4673 day)

Maximum value = 28.99 kN/m (Element 62 at Node 4106)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.5.2.6. GEOTEXTIEL +8.50 MTAW

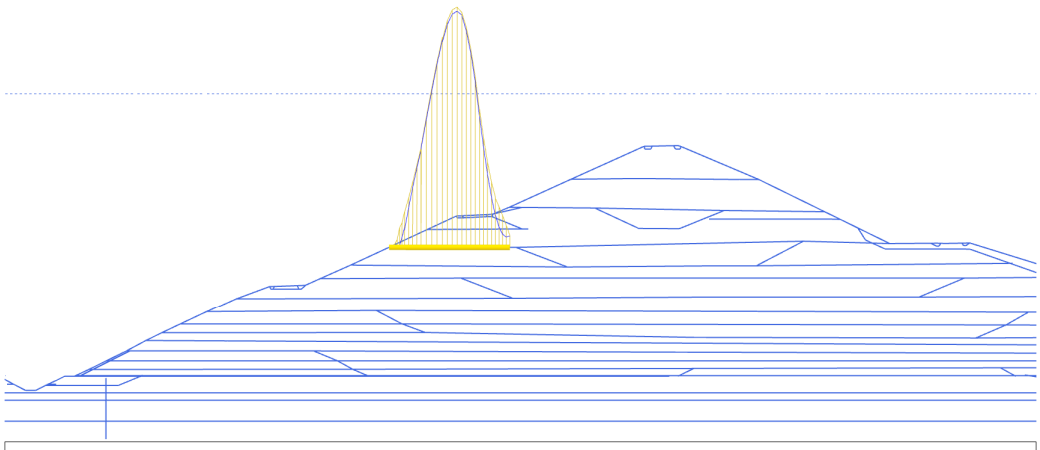


Envelope of Axial forces N (scaled up 1.00 times) (Time 4673 day)

Maximum value = 21.14 kN/m (Element 51 at Node 8144)

Minimum value = 0.000 kN/m

5.5.2.7. GEOTEXTIEL +10.00 MTAW



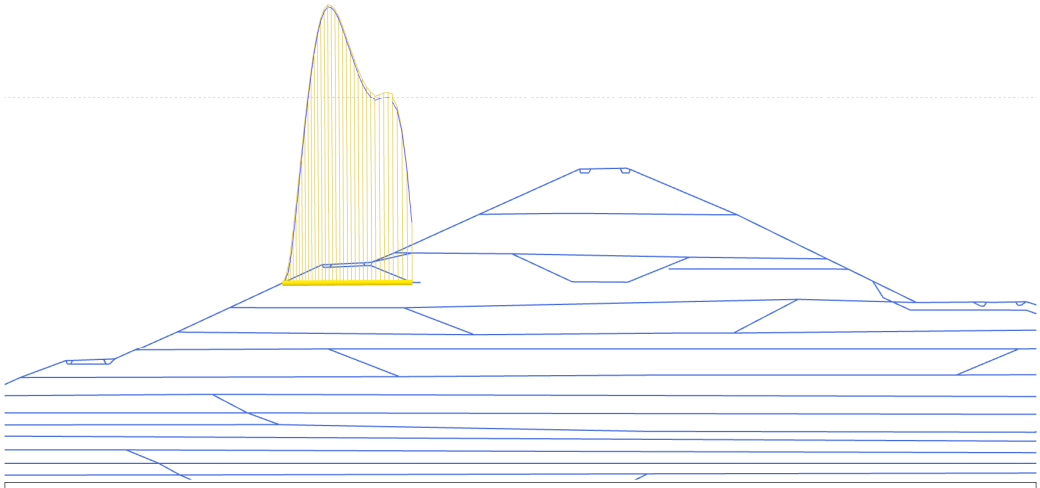
Envelope of Axial forces N (scaled up 5.00 times) (Time 4673 day)

Maximum value = 3.926 kN/m (Element 30 at Node 10028)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.5.2.8. GEOTEXTIEL +11.30 MTAW

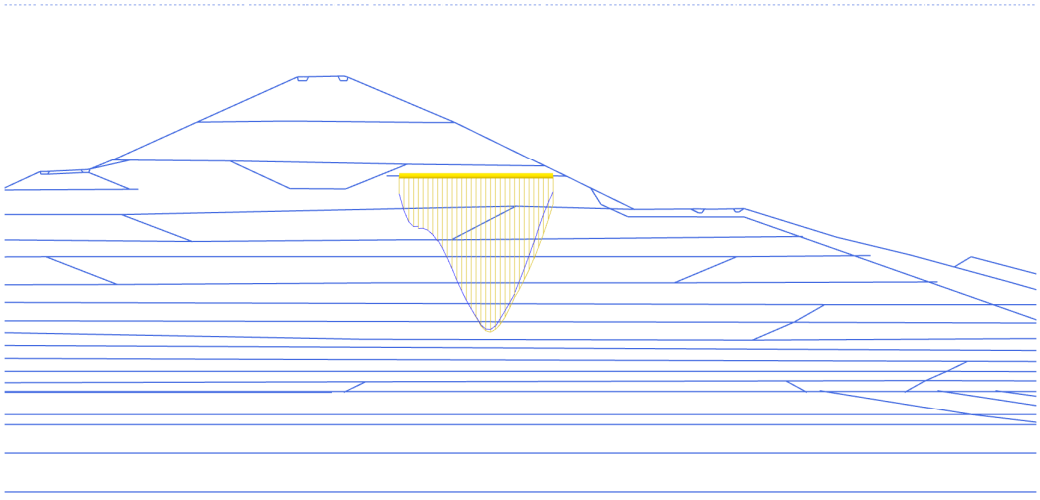


Envelope of Axial forces N (scaled up 5.00 times) (Time 4673 day)

Maximum value = 3.309 kN/m (Element 20 at Node 22134)

Minimum value = 0.000 kN/m

5.5.2.9. GEOTEXTIEL +12.40 MTAW (HAVENZIJDE)



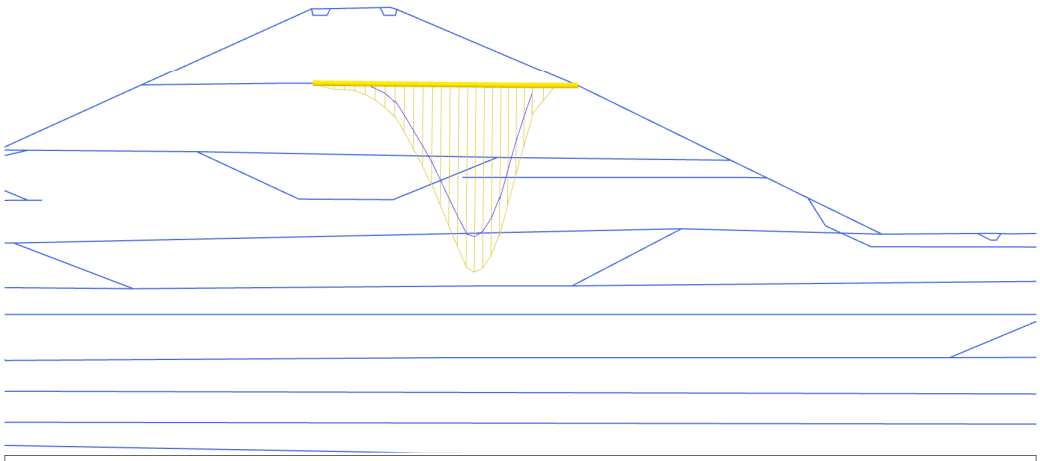
Envelope of Axial forces N (scaled up 1.00 times) (Time 4673 day)

Maximum value = 9.274 kN/m (Element 11 at Node 41447)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.5.2.10. GEOTEXTIEL +14.30 MTAW (HAVENZIJDE)



Envelope of Axial forces N (scaled up 5.00 times) (Time 4673 day)

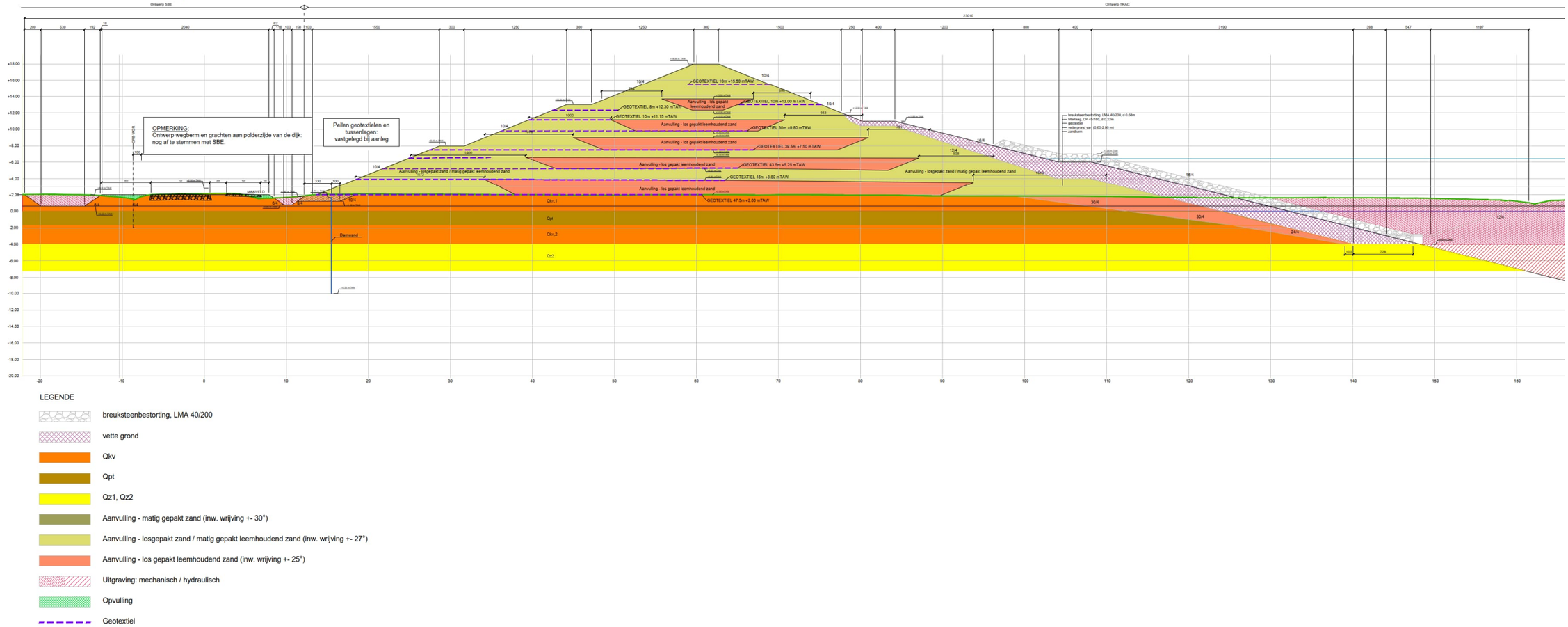
Maximum value = 1.313 kN/m (Element 2 at Node 43035)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

BIJLAGE 1. GEOMETRIE - SNEDE WEST-DOK VOLGENS [5]

SNEDE D: West-dok: Bufferdijk op +18.00 mTAWTAW tpv dok



LEGENDE

- breuksteenbestorting, LMA 40/200
- vette grond
- Qkv
- Qpt
- Qz1, Qz2
- Aanvulling - matig gepakt zand (inw. wrijving +- 30°)
- Aanvulling - losgepakt zand / matig gepakt leemhoudend zand (inw. wrijving +- 27°)
- Aanvulling - los gepakt leemhoudend zand (inw. wrijving +- 25°)
- Uitgraving: mechanisch / hydraulisch
- Opvulling
- Geotextiel

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

BIJLAGE 2. TOETSING DAMPLANK VOLGENS EN1993-5

2-A SITUATIE MMAX

Moment	MEd	1064	kNm/m
Dwarskracht	VEd	112	kN/m
Normaalkracht	NEd	20	kN/m
wateroverdruk	w	0	m
kniklengte	l	8.75	m

Buiging en dwarskracht volgens EN 1993-5:2007, par. 5.2.2			
Zuivere buiging			
$M_{c,Rd}$	1161.92	kNm/m	
M_{Ed}	**<**	**$M_{c,Rd}$**	OK
Afschuiving in lijfplaat en buiging			
Av	0.00849	mm²/m	
$V_{pl,Rd}$	1740	kN/m	
V_{Ed}	**<**	**$V_{pl,Rd}$**	OK
V_{Ed}	**<**	**0,5 $V_{pl,Rd}$**	OK
--> geen reductie Mc,Rd			
Plooien lijf door afschuiving		als:	$c/t_w > 72\,\varepsilon$
(c/tw)/ε	51.05	<72	
--> weerstand tegen plooien door afschuiving niet toets			
Buiging, dwarskracht en normaalkracht volgens EN 1993-5:2007, par. 5.2.3			
Knik			
N_{cr}	14518	kN/m	
$N_{Ed/Ncr}$	**<**	**0.04**	OK
--> geen knik in beschouwing			
$N_{pl,Rd}$	5943	kN/m	
Buiging en normaalkracht			
$N_{Ed}/N_{pl,Rd}$	**0.0**	**<1**	OK
--> effect normaalkracht niet in beschouwing			
Buiging+Normaalkracht+Afschuiving			
--> geen reductie			

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

2-B SITUATIE MMAX2

Moment	MEd	1021	kNm/m
Dwarskracht	VEd	85	kN/m
Normaalkracht	NEd	87	kN/m
wateroverdruk	w	0	m
kniklengte	l	8.75	m

Buiging en dwarskracht volgens EN 1993-5:2007, par. 5.2.2			
Zuivere buiging			
$M_{c,Rd}$	1161.92	kNm/m	
M_{Ed}	**<**	**$M_{c,Rd}$**	OK
Afschuiving in lijfplaat en buiging			
Av	0.00849	mm²/m	
$V_{pl,Rd}$	1740	kN/m	
V_{Ed}	**<**	**$V_{pl,Rd}$**	OK
V_{Ed}	**<**	**0,5 $V_{pl,Rd}$**	OK
--> geen reductie Mc,Rd			
Plooien lijf door afschuiving		als:	$c/t_w > 72\,\varepsilon$
(c/tw)/ε	51.05	<72	
--> weerstand tegen plooien door afschuiving niet toets			
Buiging, dwarskracht en normaalkracht volgens EN 1993-5:2007, par. 5.2.3			
Knik			
N_{cr}	14518	kN/m	
$N_{Ed/Ncr}$	**<**	**0.04**	OK
--> geen knik in beschouwing			
$N_{pl,Rd}$	5943	kN/m	
Buiging en normaalkracht			
$N_{Ed}/N_{pl,Rd}$	**0.0**	**<1**	OK
--> effect normaalkracht niet in beschouwing			
Buiging+Normaalkracht+Afschuiving			
--> geen reductie			

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

2-C SITUATIE NMAX

Moment	MEd	936	kNm/m
Dwarskracht	VEd	409	kN/m
Normaalkracht	NEd	141	kN/m
wateroverdruk	w	0	m
kniklengte	l	8.75	m

Buiging en dwarskracht volgens EN 1993-5:2007, par. 5.2.2			
Zuivere buiging			
$M_{c,Rd}$	1161.92	kNm/m	
M_{Ed}	**<**	**$M_{c,Rd}$**	OK
Afschuiving in lijfplaat en buiging			
Av	0.00849	mm²/m	
$V_{pl,Rd}$	1740	kN/m	
V_{Ed}	**<**	**$V_{pl,Rd}$**	OK
V_{Ed}	**<**	**0,5 $V_{pl,Rd}$**	OK
--> geen reductie Mc,Rd			
Plooien lijf door afschuiving		als:	$c/t_w > 72\,\varepsilon$
(c/tw)/ε	51.05	<72	
--> weerstand tegen plooien door afschuiving niet toets			
Buiging, dwarskracht en normaalkracht volgens EN 1993-5:2007, par. 5.2.3			
Knik			
N_{cr}	14518	kN/m	
$N_{Ed/Ncr}$	**<**	**0.04**	OK
--> geen knik in beschouwing			
$N_{pl,Rd}$	5943	kN/m	
Buiging en normaalkracht			
$N_{Ed}/N_{pl,Rd}$	**0.0**	**<1**	OK
--> effect normaalkracht niet in beschouwing			
Buiging+Normaalkracht+Afschuiving			
--> geen reductie			

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

2-D SITUATIE QMAX

Moment	MEd	586	kNm/m
Dwarskracht	VEd	255	kN/m
Normaalkracht	NEd	18	kN/m
wateroverdruk	w	0	m
kniklengte	l	8.75	m

Buiging en dwarskracht volgens EN 1993-5:2007, par. 5.2.2			
Zuivere buiging			
$M_{c,Rd}$	1161.92	kNm/m	
M_{Ed}	**<**	**$M_{c,Rd}$**	OK
Afschuiving in lijfplaat en buiging			
Av	0.00849	mm²/m	
$V_{pl,Rd}$	1740	kN/m	
V_{Ed}	**<**	**$V_{pl,Rd}$**	OK
V_{Ed}	**<**	**0,5 $V_{pl,Rd}$**	OK
--> geen reductie Mc,Rd			
Plooien lijf door afschuiving		als: $c/t_w > 72\,\varepsilon$	
(c/tw)/ε	51.05	<72	
--> weerstand tegen plooien door afschuiving niet toets			
Buiging, dwarskracht en normaalkracht volgens EN 1993-5:2007, par. 5.2.3			
Knik			
N_{cr}	14518	kN/m	
$N_{Ed/Ncr}$	**<**	**0.04**	OK
--> geen knik in beschouwing			
$N_{pl,Rd}$	5943	kN/m	
Buiging en normaalkracht			
$N_{Ed}/N_{pl,Rd}$	**0.0**	**<1**	OK
--> effect normaalkracht niet in beschouwing			
Buiging+Normaalkracht+Afschuiving			
--> geen reductie			

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

TRACTEBEL ENGINEERING S.A.

KANTOOR GENT
Esplanade Oscar Van de Voorde 1
9000 Gent – BELGIË
tel. +32 9 240 09 11 – fax +32 9 240 09 00
engineering-be@tractebel.engie.com
tractebel-engie.com

TECHNISCH RAPPORT

Onze ref.: P016898_2GD_RAP-D-2205

Klant:	Port of Antwerp
Contactpersoon:	Kristof Guldentops
Tel.:	+32 3 229 71 06
Email:	Kristof.Guldentops@portofantwerp.com
Project:	Ontwerpstudie Tweede Getijdendok
Onderwerp:	Voorontwerp dijk zone Oost
Revisie:	0
Status:	IFA
Opmerkingen:	[Comments]

REV.	DD/MM/YY	STAT.	OPGESTELD	GEVERIFIEERD	GOEDGEKEURD
00	14/02/24	IFA	CBO	DRB	DRB

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

DOCUMENT IDENTIFICATIE

Project: Ontwerpstudie Tweede Getijdendok

Klant: Port of Antwerp

Onderwerp: Voorontwerp dijk zone Oost

Nr.: P016898_2GD_RAP-D-2205_0

Status: IFA

Pad: \\d10.tes.local\SESAME\1BUS\INFRA&ENV\IN13\PROJECTS\P016898_POA2GD\5WRK\52 Voorontwerp\02 Dijken\04 notas\P016898_2GD_RAP-D-2205_0_VO dijk Oost 231220.docx

OPGESTELD	GEVERIFIEERD	VALIDATED
Naam: **Cathy Boone** Handtekening:	Naam: **Dries Ballieu** Handtekening:	Naam: **Dries Ballieu** Handtekening:

DOCUMENT HISTORIE

REV.	WIJZIGINGEN
00	Eerste uitgave

ABSTRACT

Deze nota omschrijft het voorontwerp van de dijken in de zone Oost.

INHOUDSTAFEL

1. INLEIDING 5

2. REFERENTIES 6

2.1. Normen en richtlijnen 6

2.2. Documenten 6

2.2.1. Project gebonden documenten 6
2.2.2. Niet project gebonden documenten 6

3. AFKORTINGEN EN SYMBOLEN 7

4. MODELGEVENS 8

4.1. Ligging zone Oost dok 8

4.2. Geometrie 8

4.3. Waterstanden 13

4.3.1. Bouwfase 13
4.3.2. Finale toestand 13

4.4. Belastingen 14

4.4.1. Variabele lasten 14

4.5. Model 14

4.6. Toetsingscriteria 15

4.6.1. UGT-F 15
4.6.2. GGT 15

5. INPUT MODEL 16

5.1. Fasering 16

5.2. Opbouw 16

5.2.1. Voorbereiding noordelijke dijk 16

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.2.2. Grondverbetering zuidelijk talud + bouw noordelijke dijk 16
5.2.3. Opbouw noordelijke dijk tot +5.25 mTAW 19
5.2.4. Afgraven dok 26
5.2.5. Opbouw dijk tot +7.00 mTAW 28
5.2.6. Opbouw taludbekleding tot +6.0 mTAW 30
5.2.7. Baggeren dok - tussenzanden 31
5.2.8. Opbouw dijk tot +8.50 mTAW 32
5.2.9. Baggeren dok - LiKr 33
5.2.10. Opbouw dijk tot +9.50 mTAW 33
5.2.11. Baggeren dok - LiOo 34
5.2.12. Opbouw dijk tot +11.0 mTAW 35
5.2.13. Opbouw dijk tot +18.00 mTAW 37
5.2.14. Opbouw dijk tot +24.50 mTAW 41
5.2.15. Getijdewerking 43

5.3. Veiligheidsfactoren 44

5.3.1. Overzicht44
5.3.2. Grafieken 45
5.3.3. Glijvlakken 47
5.3.4. Zandmeevoerende wellen (piping) 50

5.4. Zettingen en verplaatsingen 51

5.4.1. Ogenblikkelijke zettingen en verplaatsingen (tot in laatste uitvoeringsfase) 54
5.4.2. Langetermijnszettingen en -verplaatsingen 54
5.4.3. Plaxis vs. Terzaghi 55

5.5. Inwendige krachten 60

5.5.1. Damwand 60
5.5.2. Geotextielen 60

5.6. Invloed bestaande leefbaarheidsbuffer 65

5.6.1. Opbouw 65
5.6.2. Veiligheidsfactoren 67

BIJLAGE 1. GEOMETRIE - SNEDE OOST VOLGENS [5] 70

FIGUREN

Figuur 1-1: Basisoptie (‘boemerang’) en ‘elleboog’-optimalisaties A en B 5
Figuur 1-2: Duplexalternatief 5
Figuur 4-1: Inrichtingsvariant – Duplex – indeling dijken volgens zone [4] 8
Figuur 4-2: Inrichting Leefbaarheidsbuffer [6][7] 11
Figuur 4-3: Maatgevende tijkrommen Liefkenshoek ([4]) 14
Figuur 5-1: Opbouw grondverbetering dokzijde tov finale dijkprofiel 18

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Figuur 5-2: Maatgevende tijkromme MWeA Liefkenshoek ([4]) 44
Figuur 5-3: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 02c, 03a, 03e, 03i, 04a, 04c, 05a, 07i en 14a 45
Figuur 5-4: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 06b, 07f, 09a, 11a, 12a, 12e en 26h..... 46
Figuur 5-5: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 13b, 14e, 15c, 16i en 25b 46
Figuur 5-6: Vervormingen dijk na 5 jaar consolidatie (fase 25b) 51
Figuur 5-7: Restzettingen tpv dijk tijdens laatste consolidatiefase (fase 25b) (schaal: max. 4 cm zetting tpv kruin) 52
Figuur 5-8: Verloop zettingen tpv kruin (punten B, C, E en F), kern canyon (punt D) en tenen (punten A en G) van dijk..... 53
Figuur 5-9: Verloop zettingen tpv kruin (punten B, C, E en F) en kern canyon (punt D)..... 53
Figuur 5-10: Zettingen einde uitvoeringsfase – fase 16h..... 54
Figuur 5-11: Langetermijnzettingen – fase 25b..... 55
Figuur 5-12: Effectieve spanningen s'yy – fase 25b 55
Figuur 5-13: Zettingen tpv as van de dijk (noordelijke vs. Zuidelijke kruin) – fase 25b - Plaxis 56
Figuur 5-14: Zettingen tpv as van de dijk – fase 25b – Terzaghi..... 56
Figuur 5-15: Zettingen tpv kruinen van en canyon in de dijk – fase 25b – Plaxis vs. Terzaghi 57
Figuur 5-16: Optimalisatie terreinlasten tbv zettingsberekeningen – fase 25b..... 58
Figuur 5-17: Zettingen tpv as van de kruinen van de dijk – fase 25b – Plaxis vs. Terzaghi vs. Optimalisatie bovenbelasting 59
Figuur 5-18: Zettingen tpv as van de canyon in de dijk – fase 25b – Plaxis vs. Terzaghi vs. Optimalisatie bovenbelasting 60
Figuur 5-19: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 01a, 02b, 03a en 03e..... 68

TABELLEN

Tabel 3-1: Afkorting algemeen 7
Tabel 3-2: Waterpeilen getij 7
Tabel 4-1: Lagenopbouw - zone Oost-dok - conservatief gemiddelde sondering - geotechnisch ontwerp [4]..... 12
Tabel 4-2: Grondparameters in de ophogings- aanvullingsmaterialen (1/2) [2]..... 12
Tabel 4-3: Grondwaterstanden – ontwerp dijken..... 13
Tabel 4-4: Waterstanden niet-tijgebonden dijken per faalmechanisme [4] 13
Tabel 5-1: Veiligheidsfactoren – dijk incl overhoogtes..... 44
Tabel 5-2: Verplaatsingen en zettingen einde uitvoeringsfase – fase 16h..... 54
Tabel 5-3: Langetermijnzettingen en -verplaatsingen 5 jaar na einde uitvoeringsfase – fase 25b..... 55
Tabel 5-4: Zettingen Plaxis vs. Terzaghi – fase 25b..... 57
Tabel 5-5: Inwendige krachten in geotextiel (N: trekkracht gemeten in finale toestand; Nmax: omhullende trekkracht)..... 61
Tabel 5-6: Veiligheidsfactoren – dijk tpv bestaande LBB, incl overhoogtes..... 67

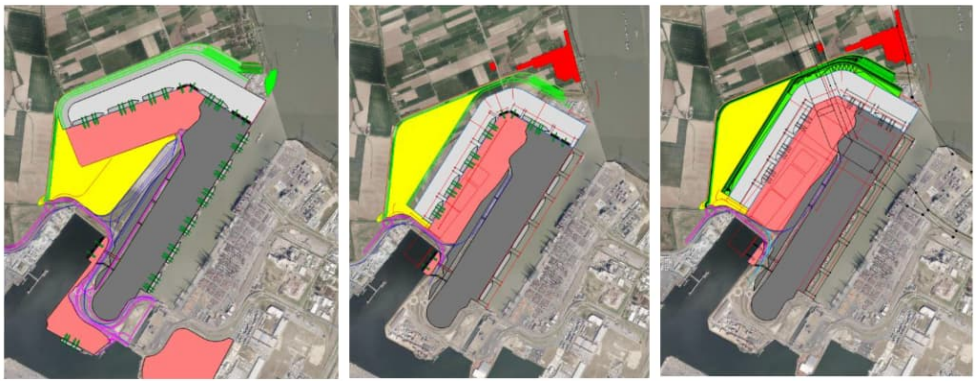
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

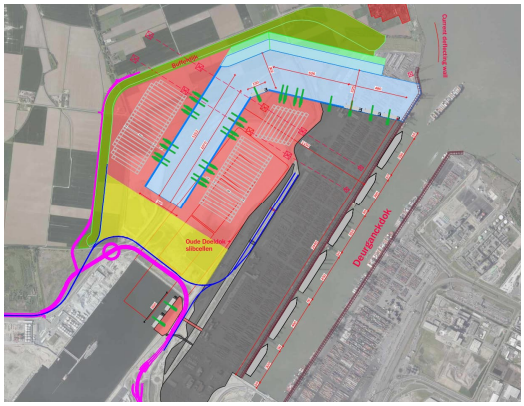
1. INLEIDING

Op 31 januari 2020 stelde de Vlaamse Regering het Voorkeursbesluit van het complex project ‘Realisatie van extra containerbehandelingscapaciteit in het havengebied Antwerpen’ (CP ECA) definitief vast en rondde hiermee de onderzoeksfase conform het decreet complexe projecten af. De Vlaamse Regering identificeerde twee mogelijke inrichtingsalternatieven voor het Tweede Getijdendok: alternatief ‘Boemerang’ en alternatief ‘Winkelhaak’.

Na recente inspraakrondes is door de Port of Antwerp nog een derde variant toegevoegd, nl. ‘Duplex’ met commerciële kades langs beide zijden van het dok zoals op Figuur 1-2 te zien is. Dit alternatief sluit meer ten noorden aan met het Deurganckdok dan de eerder bekeken alternatieven en laat afmeren mogelijk aan beide zijden van het dokuiteinde.



Figuur 1-1: Basisoptie (‘boemerang’) en ‘elleboog’-optimalisaties A en B



Figuur 1-2: Duplexalternatief

In deze nota wordt het voorontwerp van de dijken in de zone Oost bestudeerd. De randvoorwaarden zijn gebaseerd op deze vastgelegd in de algemene beschrijvende nota [2] en de specifieke beschrijving voor de dijken [4].

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

2. REFERENTIES

2.1. Normen en richtlijnen

[1] NBN EN 1993-5 ANB: Eurocode 3 - Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 5: Palen en damwanden - Nationale Bijlage

2.2. Documenten

2.2.1. Project gebonden documenten

2.2.1.1. NOTA'S EN RAPPORTEN

[2] P016898_2GD_RAP-A-0010_D Globale randvoorwaardennota

[3] P016898_2GD_RAP-A-2005_0 Uitvoeringsplanning Voorontwerp

[4] P016898_2GD_RAP-D-2201_A Randvoorwaarden dijkontwerp

2.2.1.2. TEKENINGEN

[5] P016898_2GD_TEK-D-2201_0_ Typesneden bufferdijk – snede Oost en West dok

[6] BA_CCL_I_N_11_1_1_ Containercluster Linkerscheldeoever - inplantingsplan nieuwe toestand. Plan tbv omgevingsvergunning

[7] BA_CCL_I_N_12_1_1_ Containercluster Linkerscheldeoever - inplantingsplan nieuwe toestand. Plan tbv omgevingsvergunning

2.2.2. Niet project gebonden documenten

2.2.2.1. NOTA'S EN RAPPORTEN

nihil

2.2.2.2. TEKENINGEN

nihil

2.2.2.3. OVERIGE BRONNEN

nihil

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

3. AFKORTINGEN EN SYMBOLEN

Tabel 3-1: Afkorting algemeen

Bc	Formatie van Berchem
Bm	Formatie van Boom
Kd	Formatie van Kattendijk
C59	reservezone voor specieberging, ten noorden van Doeldok dam
GWM	Grondwatermodel
Li	Formatie van Lillo
LiKr	lid van Kruisschans
LiMe	lid van Merksem
LiOo	lid van Oorderen
MIDA	zone voor specieberging, ten noorden van Doeldok
MPET	MSC PSA European Terminal
MV	maaiveld
NID	Noordelijk InsteekDok
Q_{z1}	Quartair/antropogeen zand - Los gepakt zand
Q_{z2}	Quartair/antropogeen zand - Matig dicht gepakt zand
Q_{z3}	Quartair/antropogeen zand - (Zeer) Dicht gepakt zand
2GD	Tweede GetijdenDok

Tabel 3-2: Waterpeilen getij

EHW	Extreem Hoog Water
HHW	Hoogste Hoog Water
GHWS	Gemiddeld Hoog Water Springtij
GHW	Gemiddeld Hoog Water
GLW	Gemiddeld Laag Water
GLWS	Gemiddeld Laag Water Springtij
LLW	Laagste Laag Water
ELW	Extreem Laag Water

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

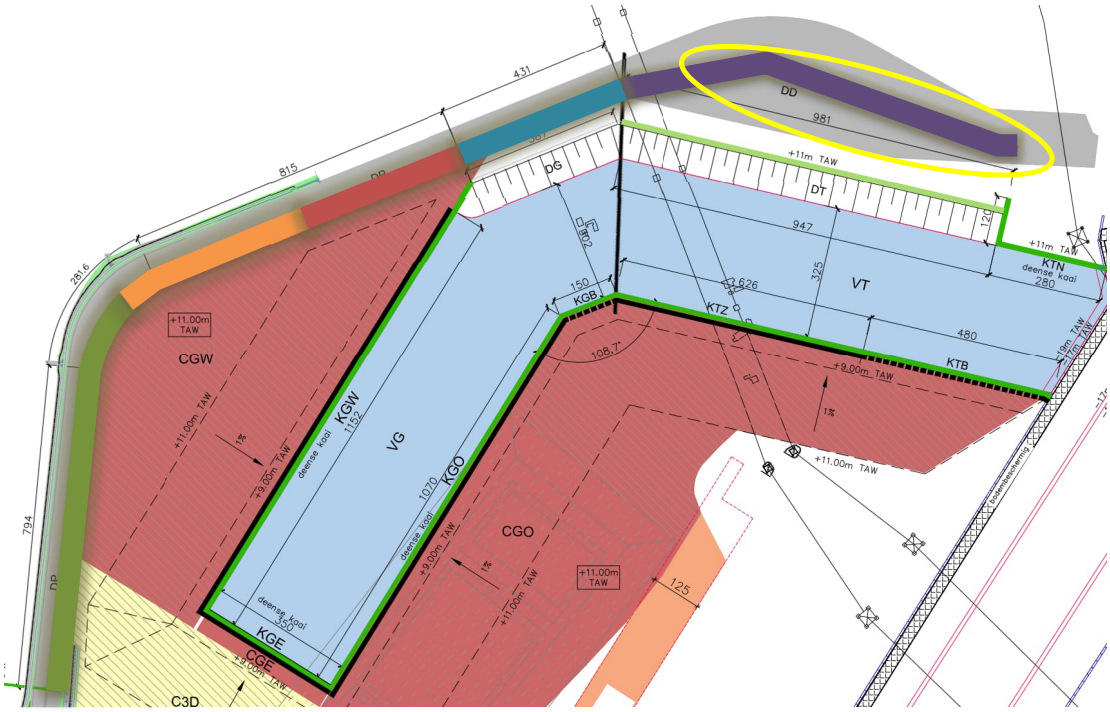
4. MODELGEVENS

De randvoorwaarden uit [4] zijn van toepassing en worden nader gespecifieerd, waar nodig, in onderstaande paragrafen.

4.1. Ligging zone Oost dok

Het ontworpen typeprofiel van de dijk is gelegen in zone Oost. Deze zone sluit in het zuiden aan op toegang van het dok en is in het noorden omsloten door Doel. In het oosten sluit de dijk aan op de bestaande leefbaarheidsbuffer en in het westen verlengt ze de nieuwe bufferdijk.

In onderstaande figuur is deze zone gemarkeerd in gele volle contourlijn.



Figuur 4-1: Inrichtingsvariant – Duplex – indeling dijken volgens zone [4]

4.2. Geometrie

Het Plaxismodel start met de geometrie gegeven in snede Oost van [5] (tevens in BIJLAGE 1). Ten gevolge van de stabiliteitscontroles kunnen bepaalde elementen wijzigen.

De dijk wordt gerealiseerd tussen de knik in de bestaande leefbaarheidsbuffer en de Oostlangeweg. Ten plaatse van en in de directe omgeving van de dijk,

- worden alle bestaande bovengrondse elementen verwijderd
- worden alle elementen verwijderd welke in de zone van een uitgraving voor de dijk liggen;

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- worden alle elementen verwijderd gelegen ter plaatse van en in de directe omgeving (<1m van as van de damwand) van een damwand;
- worden alle lijnvormige elementen die niet parallel met de dijk verlopen en die aanleiding kunnen geven tot een verhoging van de kwel onder de dijk verwijderd
- worden alle bestaande en nieuwe putten gevuld met kleihoudende grond.

Onder de dijk mogen geen kanalen in zandhoudend materiaal ontstaan die verbinding maken tussen de beide tenen van de dijk. Zij kunnen aanleiding geven tot een verhoging van de kwelstroom onder de dijk.

Dijk met variabele kruinbreedte op +24.5 mTAW (rode streeplijn in Figuur 4-2) en standaard taludhellingen van 10/4 en 12/4 met,

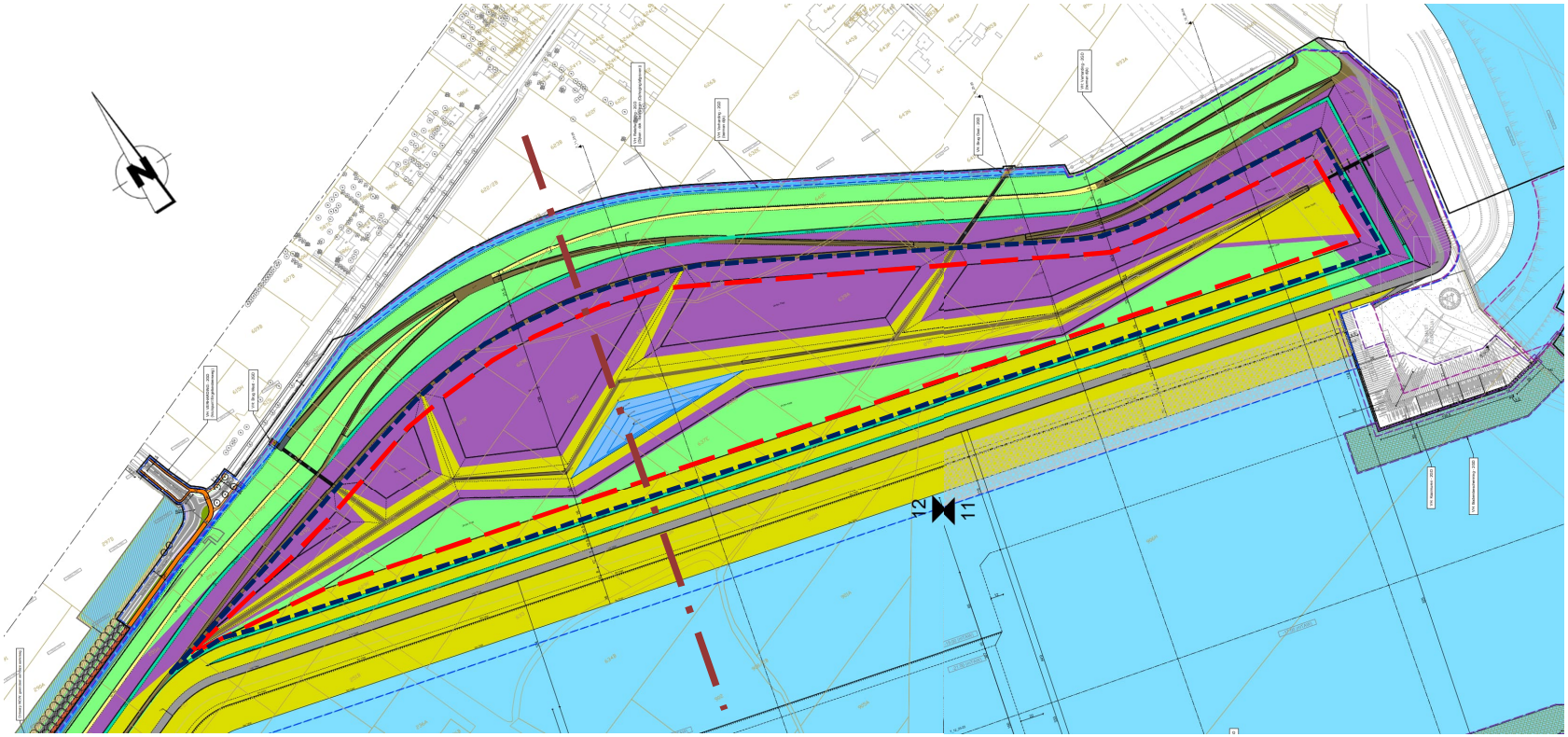
- Banketten op +8 mTAW, +13 mTAW en +18 mTAW (zwarte streeplijn in Figuur 4-2) aan polderzijde met breedte 3m.
- Banketten op +7 mTAW (in stortsteen), +11 mTAW, +14.5 mTAW en +18 mTAW aan havenzijde met breedte 3m en 7m (enkel op +11 mTAW)
- Een diagonaalweg met breedte 5m tussen maaiveldpeil en +18 mTAW
- Aan polderzijde voorzien van een dijkgracht met bodem op +0.00 mTAW en bodembreedte 1m en taluds 6/4 (polderzijde) en 8/4 (dijkzijde). Tussen de gracht en de dijk is een banket voorzien van 1m breedte op +1.80 mTAW.
- Binnen de contouren van de kruin (rode streeplijn in Figuur 4-2) wordt een canyon ingericht met:
  - 5 eilanden op peil +24.5 mTAW
  - Een centrale weg van west naar oost met breedte 3m op +17.5 mTAW
  - Centraal in de canyon een poel tussen +17.5 mTAW en +16.0 mTAW
  - Toegangswegen vanaf het voetpad naar de centrale weg in de canyon tussen de eilanden
- Damwand op 3.3m van de rand van de gracht:
  - In het gedeelte parallel met Engelsesteenweg tot net voorbij splitsing bestaand + nieuwe gracht
  - tussen +1.70 mTAW en -10 mTAW
  - type AZ28-700
  - Staalkwaliteit S 355 GP
  - Levensduur 100 jaar
  - Eigenschappen gecorrodeerde sectie:
    - EA = 3.515 106 kN/m
    - EI = 112.6 10^3 kNm²/m
    - M_{pl} = 1074 kNm/m
    - N_{pl} = 6529 kN/m
- Geotextielen:
  - Stijfheid EA: 1200 kN/m
  - Elastoplastisch gedrag: Np = 110kN/m
  - Levensduur 100 jaar
- Geotextielen aan polderzijde: lengte vs. peil (aanlegpeil):
  - 72m op +2.5 mTAW
  - 66m op +3.6 mTAW
  - 60.5m op +4.6 mTAW

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

    - 11m op +6.5 mTAW
    - 54m op +7.9 mTAW
    - 43.5m op +9.8 mTAW
- Geotextielen aan havenzijde: lengte vs. peil (aanlegpeil):
    - 26m op +2.5 mTAW
    - 13m op +17.5 mTAW
- Grondlagenopbouw volgens conservatief gemiddelde sondering GEO-03/004-S34 [4] (zie onderstaande tabel)
- Aanvulling (zie eigenschappen in [2])
    - dijk tot +20 mTAW in zand_12 (Qz1+Qz2)
    - dijk boven +20 mTAW in zand_2 (Qz2, Qz3)
    - kern van de dijk met (zandhoudende) klei (Qkz, Qkv)
    - Afdek van de dijk is te voorzien in teelaarde of leemhoudend/kleinhoudend materiaal. Dit is niet voorzien in het model.
- Uitgraving dok tot -19.0 mTAW onder helling 16/4.
- Dijkbekleding in vette grond tussen -4.6 mTAW (ie. onderkant Qkv) tot +11.0 mTAW. Dikte van de vette grondlaag:
    - 0.6m aan te houden onder berm op +11.0 mTAW tot toppeil bekleding;
    - 2m aan te houden onder berm op +6.0 mTAW tot onderpeil bekleding;
    - Lineair verloop tussen bermen op +6.0 mTAW en +11.0 mTAW
- Steenbestorting tussen -4.6 mTAW en +8.0 mTAW, bestaande uit:
    - Breuksteenbestorting LMA 40/200, dikte 68cm
    - Filterlaag CP 45/180, dikte 32cm
    - geotextiel

De hellingen aan de polder- en havenzijde van de dijk zijn op alle locaties analoog. Enkel aan polderzijde verloopt de diagonaalweg. De canyon en dus de massa tussen +18 mTAW en +24.5 mTAW verandert van west naar oost. Centraal is de ophoging het meest uitgesproken. Anderzijds bevindt zich centraal ook de poel. Om die redenen wordt een snede gekozen centraal in de zone ter hoogte van de poel, waardoor in de controleberekeningen alle mogelijke kritieke elementen kunnen worden gecontroleerd. De ligging van het profiel is gegeven in punt-streeplijn in Figuur 4-2.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 4-2: Inrichting Leefbaarheidsbuffer [6][7]

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Tabel 4-1: Lagenopbouw - zone Oost-dok - conservatief gemiddelde sondering - geotechnisch ontwerp [4]

	toppeil [mTAW]	bodempeil [mTAW]	laagdikte [m]
ANTR_Qz3	2.35	2.35	0
ANTR_Qz1-Qz2	2.35	2.35	0
Qkv,1	2.35	1.2	1.15
Qkz	1.2	0	1.2
Qpt_act	0	-1.7	1.7
Qkv,2	-1.7	-4.6	2.9
Qz1	-4.6	-4.6	0
Qz2	-4.6	-8.95	4.35
Qz3	-8.95	-8.95	0
LiKr	-8.95	-14	5.05
LiOo	-14	-25.5	11.5
Kd	-25.5	-33	7.5
Bc	-33	-38	5
Bm	-38		

Tabel 4-2: Grondparameters in de ophogings- aanvullingsmaterialen (1/2) [2]

Materiaal	Oorsprong volgens [74]	$\gamma_{boven\ FO}$ [kN/m³]	$\gamma_{onder\ FO}$ [kN/m³]	c' [kPa]	φ [°]	Ψ [°]	k_v [m/s]	k_h [m/s]
Veen	Qpt	12	12	2	15	0	1.0E-09	1.0E-09
(Zandhoudend) klei	Qkz, Qkv	17	17	4	22	0	1.0E-09	1.0E-09
Zand_1	Qz1	16	18	0	25	0	1.0E-05	1.0E-05
Zand_2	Qz2, Qz3	17	19	0	30	0	1.0E-04	1.0E-04
Zand_12(*)	Qz1 + Qz2	17	19	0	27	0	1.0E-04	1.0E-04

(*) In de voorontwerpberekeningen van de verschillende structuren zal het nog niet steeds duidelijk zijn welk materiaal in welke fase beschikbaar is. In de bovenste lagen (materiaal hoofdzakelijk beschikbaar voor de dijken) blijkt ook hoofdzakelijk een mengeling van Qz1 en Qz2 beschikbaar te zijn. Daarom wordt een ophoogmateriaal met gemiddelde karakteristieken gedefinieerd.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

4.3. Waterstanden

4.3.1. Bouwfase

Tabel 4-3: Grondwaterstanden – ontwerp dijken

Laag [-]	Stijghoogte polders [mTAW]
Q_{top}	+1.1 mTAW)
Qkv Qpt	Interpolatie
Qz2 LiKr LiOo Kd	+2.2 mTAW
Bm	+2.3 mTAW

4.3.2. Finale toestand

Tabel 4-4: Waterstanden niet-tijgebonden dijken per faalmechanisme [4]

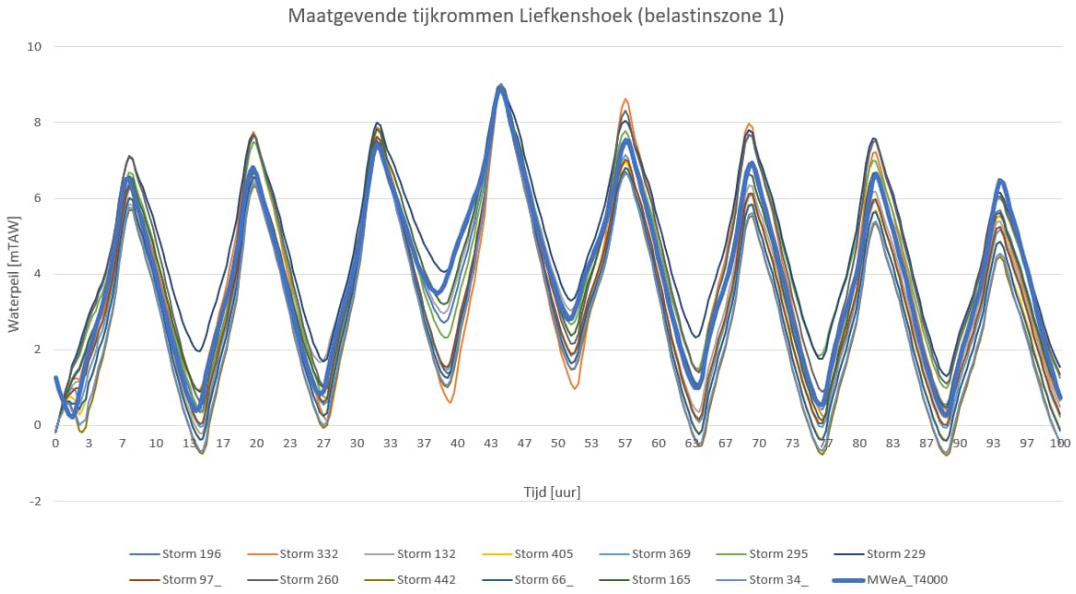
Faalmechanisme	**landzijde**	**havenzijde**
Macro/microstabiliteit:		
• **Talud dokzijde**	GWM gemiddeld peil	GHW (+6.05 mTAW) GLW (+0.09 mTAW)
• **Talud landzijde**	GWM gemiddeld peil	storm MWeA_T4000
Macro/microstabiliteit alternatief (**):		
• **Talud dokzijde**	maaiveld peil	GHW (+6.05 mTAW) GLW (+0.09 mTAW)
• **Talud landzijde**	maaiveld peil	storm MWeA_T4000
Zandmeevoerende wellen (piping):		
• **Nazicht grondbreuk**	GWM gemiddeld peil	storm MWeA_T4000
• **Bepaling kwelweglengte**	MVpeil – 0.5m	EHW (+9.75 mTAW)
Zettingen	GWM gemiddeld peil	+3.5 mTAW

(*) GWM = Grondwatermodel

(**) Van toepassing indien geen gegevens uit het grondwatermodel voorhanden is

Het getij wordt beschreven door de storm MWeA_T4000 (zie [4]) en beschrijft een verloop als in onderstaande grafiek.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 4-3: Maatgevende tijkrommen Liefkenshoek ([4])

4.4. Belastingen

4.4.1. Variabele lasten

4.4.1.1. BG9 VERKEERSBELASTING

Een uniform verdeelde belasting van 20 kN/m² is van toepassing over een breedte van 2,5 m te plaatsen op meest nadelige positie van de berm. Voor dijkberekeningen is de meest nadelige positie van de berm gelegen ter plaatse van het lager gelegen talud.

4.5. Model

De dijkstabiliteit wordt gecontroleerd mbv Plaxis 2D.

Zowel de tussentijdse fasen als de finale toestand werden gemodelleerd.

De initiële fase wordt gemodelleerd volgens de K0-procedure. Vervolgens wordt de bestaande toestand gemodelleerd volgens een plastische berekening waarbij de vervormingen worden bepaald volgens een gedraineerde toestand en waarbij eerdere vervormingen en kleine rekken worden gereset.

Iedere volgende fase wordt gemodelleerd volgens:

- Ongedraineerde materialen (type A – stijfheden en weerstanden bepaald volgens effectieve karakteristieken)
- Consolidatieberekening
- Grondwaterspanningen bepaald volgens een stationaire waterstand en hydraulisch opgelegde randvoorwaarden (op rand van model en/of maaiveldpeil)

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- Tijdsinterval bepaald volgens beschikbaarheden van materialen en minimaal noodzakelijke consolidatieperiodes opdat de volgende fase kan gerealiseerd worden onder stabiele omstandigheden

De stabiliteit wordt gecontroleerd door het toepassen van een Msf-reductie op de weerstand van de grond.

4.6. Toetsingscriteria

4.6.1. UGT-F

De methodieken zijn beschreven in de randvoorwaardennota van de dijken [4] en worden hier nader toegepast.

4.6.1.1. MACRO/MICROSTABILITEIT

De stabiliteit wordt gecontroleerd mbv Plaxis 2D. De minimale veiligheidsfactoren bedragen:

- voor een finale toestand (gedraineerd): 1,25;
- voor iedere tussentijdse fase (niet-gedraineerde toestand): 1,1
- voor de landwaartse grachtwanden: 1,15 – op voorwaarde dat de bekomen glijvlakken niet door het dijklichaam gaan en dat de weg naast de gracht slechts een dienstweg is.

4.6.1.2. ZANDMEEVOERENDE WELLEN (PIPING)

De kwelweglengte wordt gecontroleerd met de methode van Lane (zie [4]).

4.6.2. GGT

De methodieken zijn beschreven in de randvoorwaardennota van de dijken [4] en worden hier nader toegepast.

De zettingen worden bepaald over een termijn van maximum 30 jaar of tot einde van de consolidatie.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5. INPUT MODEL

5.1. Fasering

De dijk wordt gefaseerd opgebouwd over een periode van 7 à 8 jaar. Deze fasering is meegenomen in het rekenmodel. De belangrijkste fases zijn hieronder opgenomen.

5.2. Opbouw

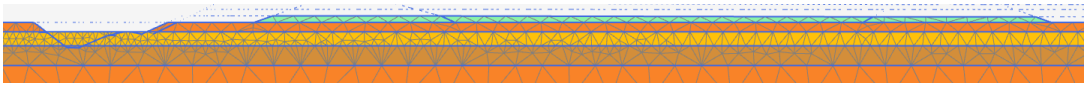
Peilen vermeld in onderhavige paragraaf zijn theoretische peilen. Tenzij anders vermeld.

De ogenblikkelijke peilen worden vermeld als OP-peilen, i.e. peilen bepaald tijdens de uitvoering van de werken na optreden van ogenblikkelijke zettingen.

Algemeen wordt er voorzien dat er aan noordelijke zijde een beperktere dijk wordt opgetrokken tot ca. +11.0 mTAW zodat sneller tot een beperktere buffering kan worden gekomen. Tussentijds kan aan zuidzijde gewerkt worden aan de grondverbetering ten behoeve van de realisatie van de zuidelijke talud.

5.2.1. Voorbereiding noordelijke dijk

Realisatie van een beperkte gracht en aanzet (ca. 70m) van de dijkopbouw (=noordelijke dijk) in zand tot peil +2.5 mTAW.



5.2.2. Grondverbetering zuidelijk talud + bouw noordelijke dijk

5.2.2.1. AAN LANDZIJDE

De dijk wordt gefaseerd opgebouwd startende met de steunbermen in zand aan de randen van de dijk en nadien de opvulling van de ruimte ertussen met Qkz, Qkv. Waar nodig werd een geotextiel gelegd. Deze is niet alleen noodzakelijk in de huidige opbouwfase maar zal in een latere fase, mede door zijn lengte, eveneens dienst doen als grondverbetering.

Gezien hun relatief dichte ligging tegen de veen(houdende) lagen dienen de eerste grondlagen aangelegd te worden in relatief dunne lagen (ca. 1m) om bezwijken te voorkomen.

In deze fase treden nog geen wijzigen op in FO (en onderliggende watervoerende lagen). De randvoorwaarden beschreven in [4] zijn van toepassing.

5.2.2.1.1. Ophogen noordelijke dijk tot OP +3.1

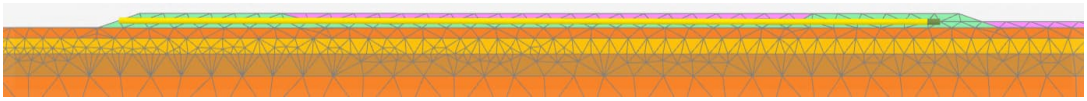
De opbouw van de dijk tot OP +3.1 mTAW bestaat uit lagen opgebouwd volgens:

- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 72m lengte
- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 0.6m
  - toppeil OP +3.1 mTAW
  - kruinbreedte ca. 11m.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- materiaal: Qz1Qz2

- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 0.6m
  - toppeil OP +3.1 mTAW
  - breedte ca. 40m.
  - materiaal: Qkz, Qkv

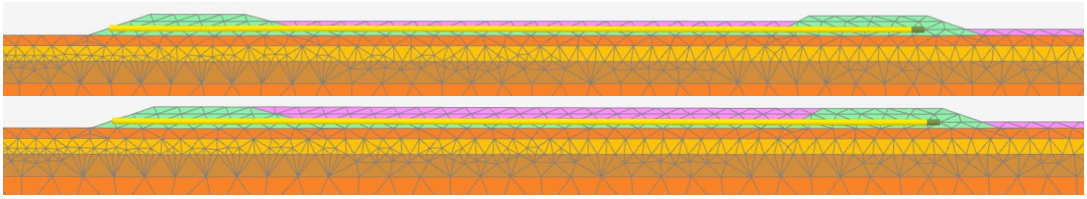


5.2.2.1.2. Ophogen noordelijke dijk tot OP +3.6

De opbouw van de dijk tot +3.6 mTAW bestaat uit lagen opgebouwd volgens:

- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 0.5m
  - toppeil OP +3.6 mTAW
  - kruinbreedte ca. 8m.
  - materiaal: Qz1Qz2

- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 0.5m
  - toppeil OP +3.6 mTAW
  - breedte ca. 44m.
  - materiaal: Qkz, Qkv



5.2.2.2. AAN DOKZIJDE

5.2.2.2.1. Laagsgewijze uitgraven zone grondvervanging

Zonder maatregelen aan dokzijde zullen, bij realisatie van het talud, de slappe lagen weggeperst worden uit de dijk. Dit kan vermeden worden door voorafgaand aan het bouw van de dijk, de afdek en de taludbescherming te realiseren. De uitgraving wordt voorzien tot onderzijde van de laag Qkv (-4.6 mTAW).

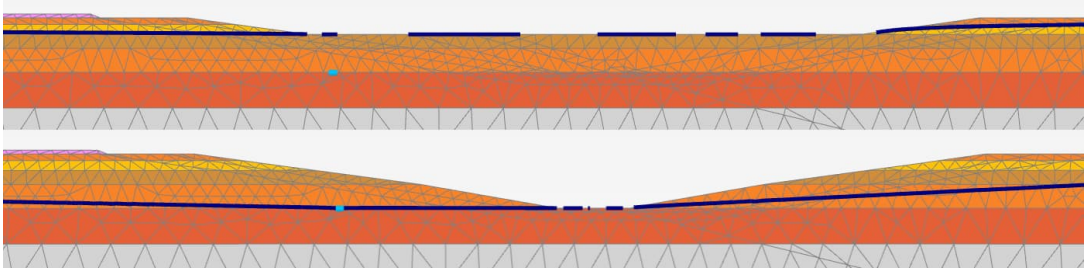
Gezien de benodigde helling voor het ondervlak van de afdek in klei onvoldoende stabiel is bij uitgraving, wordt uitgegraven onder een flauwer talud:

- 30/4 in de veenlaag en de bovenliggende zones
- 24/4 in de zone onder de veenlaag (i.e. tussen -1.7 en -4.6 mTAW)

Het waterpeil wordt tijdelijk en lokaal verlaagd tot onderkant uitgraving door middel van een bemaling tussen de zone van de uitgraving en de teen van de toekomstige dijk (op huidig maaiveld bepaald).

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

De slappe grond (met uitzondering van de veenlaag) wordt gebruikt als aanvulling in de kern van de dijk.

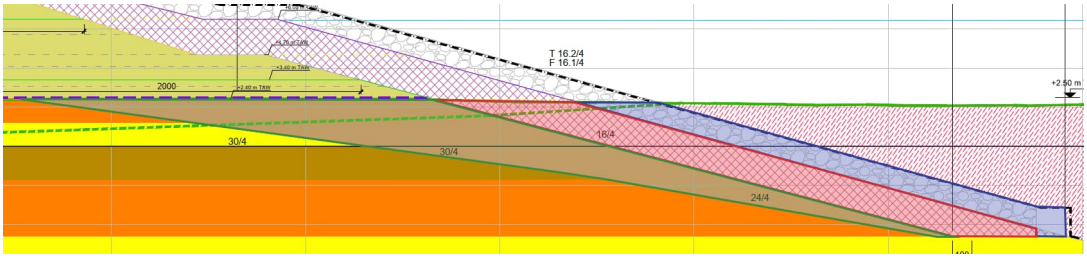


5.2.2.2.2. Laagsgewijze aanvullen zone grondvervanging

De aanvulling wordt gerealiseerd met (zandhoudende) klei, Qkz of Qkv. De afdek heeft een dikte van 2m en wordt gerealiseerd in klei; de tussenliggende laag heeft een variabele dikte en wordt met zandhoudende klei uitgevoerd. De grondverbetering wordt uitgevoerd tot huidig maaiveldpeil.

Onderstaande figuur geeft de verschillende lagen weer in de finale dijkopbouw, met van buiten naar binnen (rechts naar links):

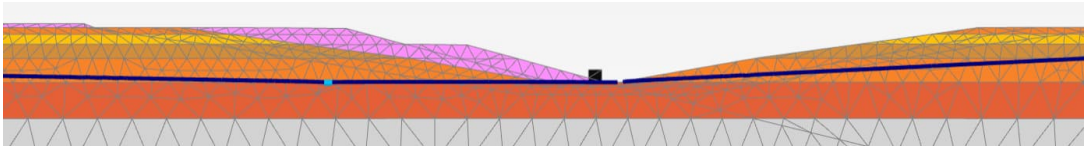
- Blauw: stortstenen
- Rood: afdek in klei (vette grond)
- Groen: aanvulling in zandhoudende klei



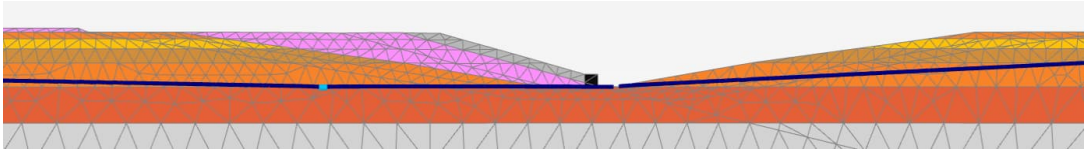
Figuur 5-1: Opbouw grondverbetering dokzijde tov finale dijkprofiel

In Plaxis werd dit als volgt gemodelleerd:

- Aanvulling tussenlaag + onderste deel afdek

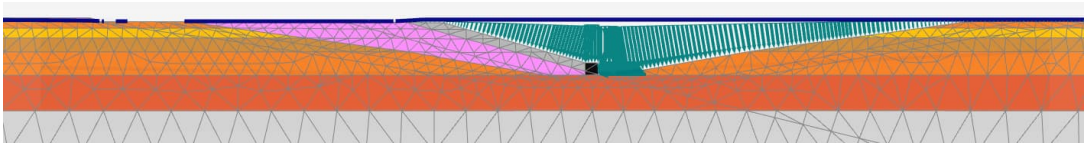


- Bovenste deel afdek + stortstenen



- herstel waterpeil (1e watervoerende laag +2.2 mTAW)

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



5.2.3. Opbouw noordelijke dijk tot +5.25 mTAW

De dijk wordt gefaseerd opgebouwd startende met de steunbermen in zand aan de randen van de dijk en nadien de opvulling van de ruimte ertussen met Qkz, Qkv. Waar nodig werd een geotextiel gelegd. Deze is niet alleen noodzakelijk in de huidige opbouwfase maar zal in een latere fase, mede door zijn lengte, eveneens dienst doen als grondverbetering.

Gezien hun relatief dichte ligging tegen de veen(houdende) lagen dienen de eerste grondlagen aangelegd te worden in relatief dunne lagen (ca. 1m) om bezwijken te voorkomen.

In deze fase treden nog geen wijzigen op in FO (en onderliggende watervoerende lagen). De randvoorwaarden beschreven in [4] zijn van toepassing.

De opbouw van de dijk tot +5.25 mTAW bestaat uit lagen opgebouwd volgens:

- 1.5m met steunberm Qz1Qz2 en opvulling Qkz, Qkv
- 1m zandlaag Qz1Qz2
- 1.5m met steunberm en opvulling Qkz, Qkv.

5.2.3.1. NOORDELIJKE DIJK OP OP +4.0 + GEOTEXTIEL + DIJK OP OP +2.5

De realisatie van een dijk met tegelijkertijd aan de teen een gracht aangezet in en op de slappe kleilagen (+veen) resulteert in grote zettingen in en aan de gracht. Om de verplaatsingen aan de gracht te reduceren wordt voorgesteld om de strook van 7m ten noorden van de dijk pas later aan te leggen, zodat de consolidatie van de kleilagen in de omgeving van de gracht beheersbaar blijft en niet de snelheid van de opbouw van de dijk tot +11 mTAW beperken. Nadeel hiervan is echter wel dat dit ten koste zal gaan van de verwerking van slapper materiaal (kleihoudend materiaal) in de kern van de dijk.

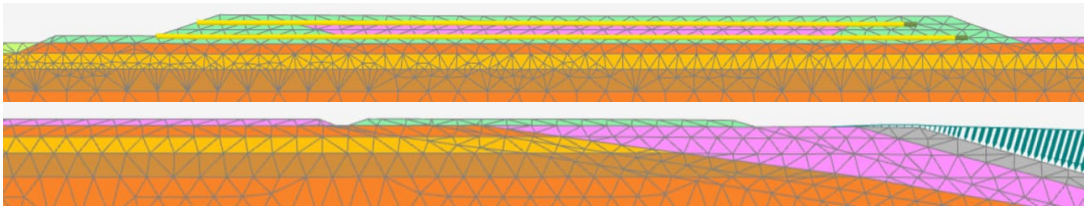
Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 66m lengte op OP +3.6 mTAW
- Aanleg grondlaag aan polderzijde met
  - dikte 0.5m
  - toppeil OP +4.1 mTAW
  - kruinbreedte ca. 56m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Aanleg noordelijke strook aan polderzijde met
  - dikte 0.5m
  - toppeil OP +2.5 mTAW
  - breedte ca. 7m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Aanleg grondlaag aan havenzijde met
  - dikte 0.5m
  - toppeil OP +2.5 mTAW
  - kruinbreedte ca. 26m.
  - materiaal: Qz1Qz2

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- FO:
  - Dok: +2.2 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts vs. dokwaarts:

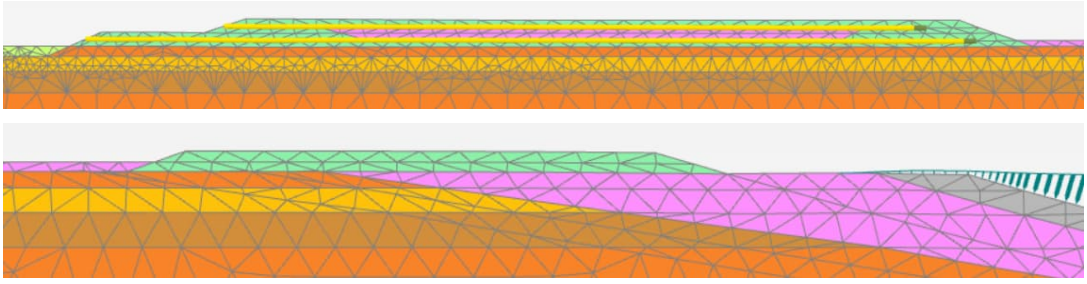


5.2.3.2. NOORDELIJKE STROOK OP OP +3.1 + GEOTEXTIEL + DIJK OP OP +3 – DEEL 1 (AFDEK)

Opbouw:

- Aanleg noordelijke strook aan polderzijde met
  - Verlengen geotextiel aan polderzijde met ca. 7m
  - dikte 0.6m
  - toppeil OP +3.1 mTAW
  - breedte ca. 7m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Aanleg geotextiel aan havenzijde met ca. 26m lengte op OP +2.5 mTAW
- Aanleg steunberm aan havenzijde met
  - dikte 0.5m
  - toppeil OP +2.9 mTAW
  - breedte ca. 22m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +2.2 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts vs. dokwaarts:



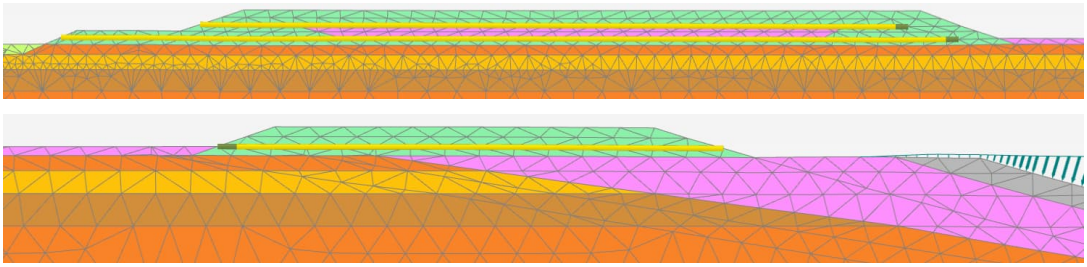
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.2.3.3. NOORDELIJKE DIJK OP OP +4.7 + DIJK OP OP +3.5 – DEEL 1 (AFDEK)

Opbouw:

- Aanleg grondlaag noordelijke dijk, aan polderzijde, met
  - dikte 0.6m
  - toppeil OP +4.7 mTAW
  - kruinbreedte ca. 56m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Aanleg steunberm aan havenzijde met
  - dikte 0.5m
  - toppeil OP +3.4 mTAW
  - breedte ca. 20m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +2.2 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts vs. dokwaarts:



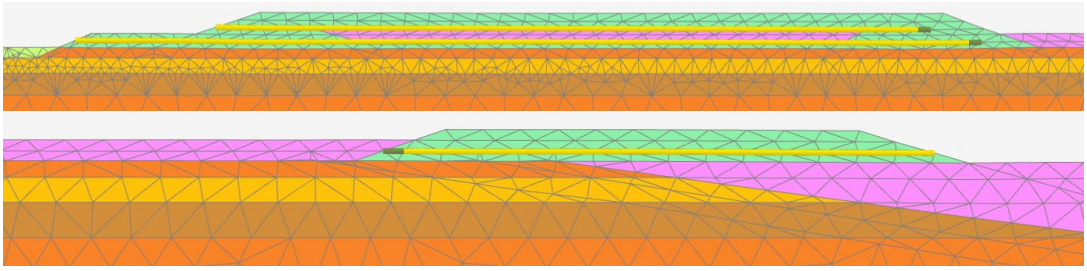
5.2.3.4. NOORDELIJKE DIJK OP OP +4.7 + DIJK OP OP +3.5 – DEEL 2 (KERN OP OP +3.0)

Opbouw:

- Opvulling zone tussen noordelijke dijk en zuidelijke steunberm met
  - dikte 0.60m
  - toppeil OP +3.0 mTAW
  - breedte ca. 236m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Dok: +2.2 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts vs. dokwaarts:

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

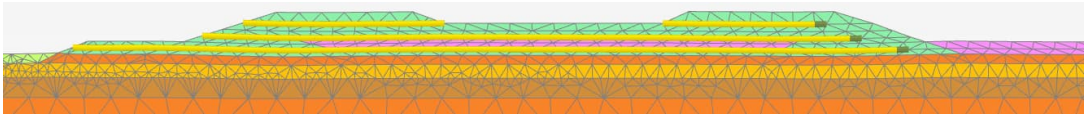


5.2.3.5. NOORDELIJKE DIJK OP OP +5.5 (AFDEK) + GEOTEXTIEL

Opbouw, opeenvolgend:

- Aanleg geotextiel aan polderzijde onder steunbermen (dus 2 delen in model) met ca. 18+13m lengte op OP +4.6 mTAW
- Aanleg steunbermen aan de teen van de noordelijke dijk met
  - dikte 1m
  - toppeil OP +5.5 mTAW
  - kruinbreedte ca. 12m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +2.2 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts:



5.2.3.6. NOORDELIJKE STROOK OP OP +3.6 + DIJK OP OP +3.5 – DEEL 2 (KERN OP OP +3.5)

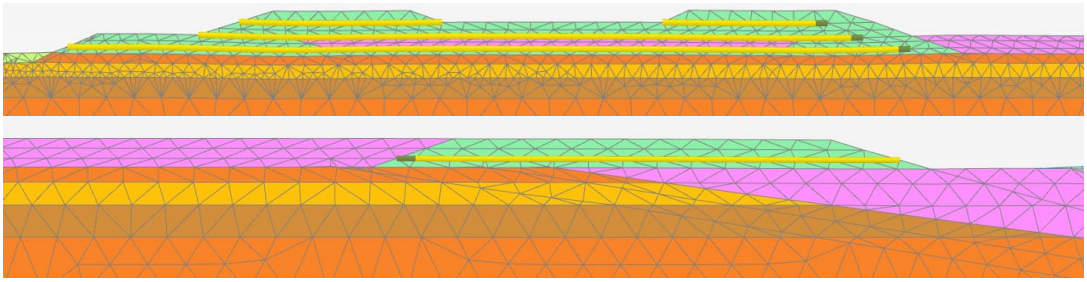
Opbouw:

- Aanleg noordelijke strook aan polderzijde met
  - dikte 0.6m
  - toppeil OP +3.6 mTAW
  - breedte ca. 8m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Opvulling zone tussen noordelijke dijk en zuidelijke steunberm met
  - dikte 0.50m
  - toppeil OP +3.5 mTAW
  - breedte ca. 239m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Dok: +2.2 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts vs. dokwaarts:

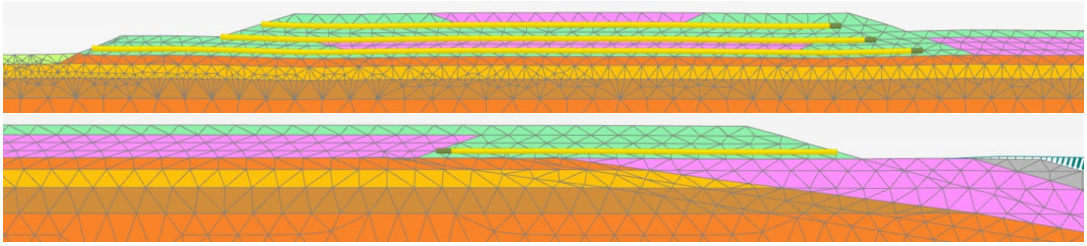


5.2.3.7. NOORDELIJKE DIJK OP OP +5.5 (KERN) + GEOTEXTIEL + DIJK OP OP +4.0

Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan polderzijde onder kernmateriaal met ca. 18m lengte op OP +4.6 mTAW
- Opvulling noordelijke dijk, zone tussen steunbermen met
  - dikte 1.0m
  - toppeil OP +5.5 mTAW
  - breedte ca. 24m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- Aanleg grondlaag met
  - dikte 0.7m
  - toppeil OP +4.1 mTAW
  - kruinbreedte ca. 258m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +2.2 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts vs. dokwaarts:



5.2.3.8. NOORDELIJKE DIJK OP OP +6.7 (AFDEK) + DIJK OP OP +4.7

Opbouw:

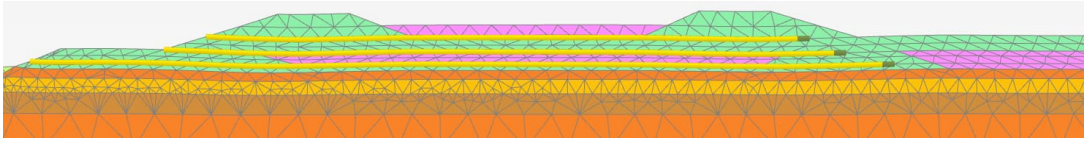
- Aanleg steunbermen aan de teen van de noordelijke dijk met
  - dikte 1m
  - toppeil OP +6.5 mTAW

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

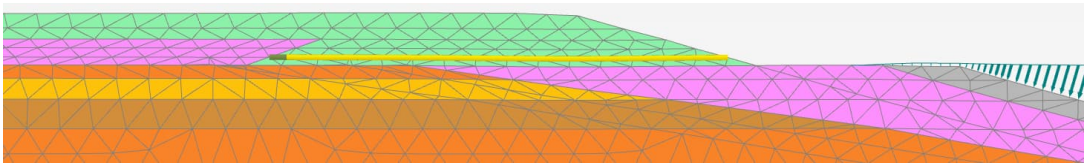
- kruinbreedte ca. 6.5m.
- materiaal: Qz1Qz2

- Aanleg grondlaag met
  - dikte 0.7m
  - toppeil OP +4.7 mTAW
  - kruinbreedte ca. 257m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +2.2 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts:



Aan dokzijde wordt onderstaande opbouw gevonden:



5.2.3.9. NOORDELIJKE STROOK OP OP +4.2 + GEOTEXTIEL + NOORDELIJKE DIJK OP OP +6.5 (KERN) + DIJK OP OP +5.7 – DEEL 1 (AFDEK)

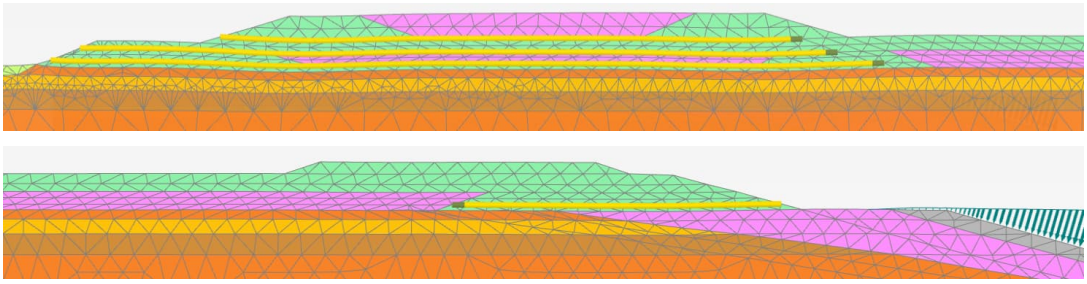
Opbouw:

- Aanleg noordelijke strook aan polderzijde met
  - Verlengen geotextiel aan polderzijde met ca. 8m
  - dikte 0.6m
  - toppeil OP +4.2 mTAW
  - breedte ca. 8m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Opvulling noordelijke dijk, zone tussen steunbermen met
  - dikte 1.1m
  - toppeil OP +6.5 mTAW
  - breedte ca. 30m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- Aanleg steunberm aan havenzijde met
  - dikte 1m
  - toppeil OP +5.7 mTAW
  - breedte ca. 19m.
  - materiaal: Qz1Qz2

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- FO:
  - Dok: +2.2 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts vs. dokwaarts:



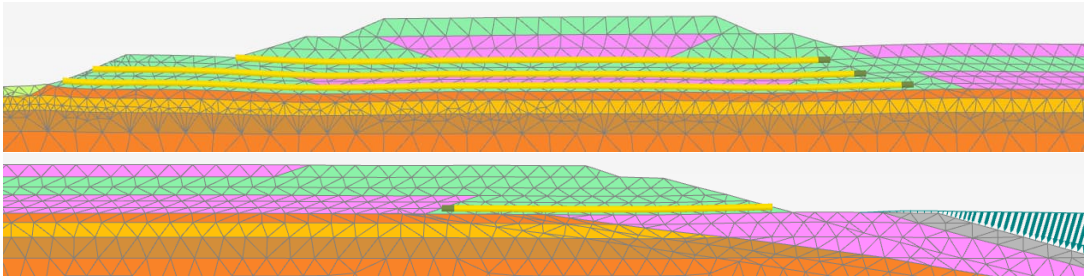
5.2.3.10. NOORDELIJKE STROOK OP OP +4.7 + NOORDELIJKE DIJK OP OP +7.9 + DIJK OP OP +5.7 – DEEL 2 (KERN)

Opbouw:

- Aanleg noordelijke strook aan polderzijde met
  - dikte 0.6m
  - toppeil OP +4.7 mTAW
  - breedte ca. 8m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Aanleg grondlaag noordelijke dijk, aan polderzijde, met
  - dikte 1.5m
  - toppeil OP +7.9 mTAW
  - breedte ca. 27m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Opvulling zone tussen noordelijke dijk en zuidelijke steunberm met
  - dikte 1m
  - toppeil OP +5.7 mTAW
  - breedte ca. 234m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Dok: +2.2 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts vs. dokwaarts:

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



5.2.4. Afgraven dok

Simultaan aan het droog afgraven van het dok wordt verder gewerkt aan de noordelijke dijk.

5.2.4.1. NOORDELIJKE STROOK OP OP +5.5 + NOORDELIJKE DIJK OP OP +9.3 + GEOTEXTIEL + AFGRAVEN KLEI IN DOK TOT 0.0 MTAW

Volgende lagen worden afgegraven dokwaarts van de grondverbetering:

- Qkv (tot +1.2 mTAW)
- Qkz (tot 0.0 mTAW)

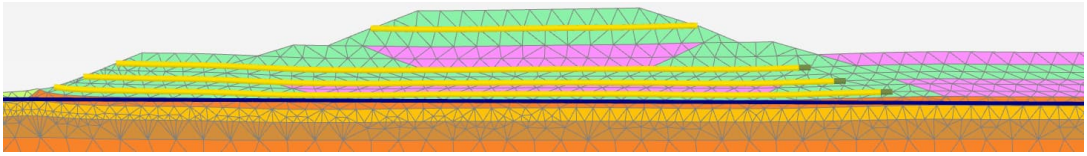
Het grondwaterpeil wordt in het dok verlaagd tot 0.0 mTAW:

- Dok: FO op 0.0 mTAW; 1^{e} en 2^{e} watervoerende laag behouden
- Polder: +1.2 mTAW
- Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

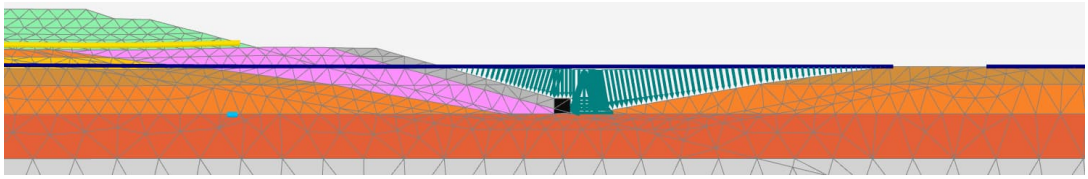
Opbouw dijk:

- Aanleg geotextiel aan polderzijde onder kernmateriaal met ca. 27m lengte op +7.9 mTAW
- Aanleg noordelijke strook aan polderzijde met
  - Verlengen geotextiel aan polderzijde met ca. 8m
  - dikte 1m
  - toppeil OP +5.5 mTAW
  - breedte ca. 9m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Aanleg grondlaag noordelijke dijk, aan polderzijde, met
  - dikte 1.6m
  - toppeil OP +9.3 mTAW
  - breedte ca. 18m.
  - materiaal: Qz1Qz2

Landwaarts vs. dokwaarts:



Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

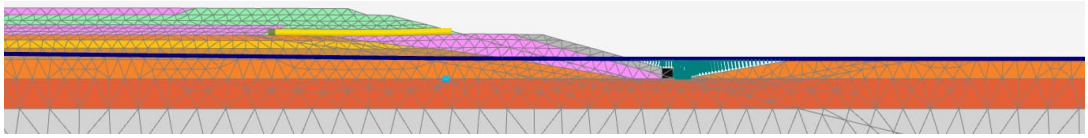


5.2.4.2. AFGRAVEN VEEN IN DOK TOT -1.7 MTAW

De veenlaag wordt afgegraven dokwaarts van de grondverbetering.

Het grondwaterpeil wordt in het dok verlaagd tot -1.7 mTAW.

- Dok: FO en 1e watervoerende laag -1.7 mTAW
- Polder: +1.2 mTAW
- Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming



5.2.4.3. NOORDELIJKE STROOK OP 5.5 + AFGRAVEN KLEI IN DOK TOT -4.6 MTAW

De lager gelegen kleilaag wordt afgegraven dokwaarts van de grondverbetering tot -4.6 mTAW.

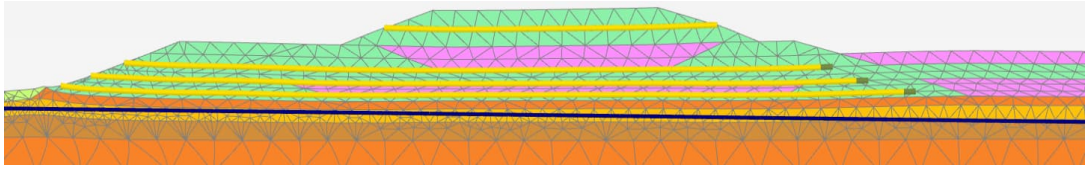
Het grondwaterpeil wordt in het dok verlaagd tot -4.6 mTAW:

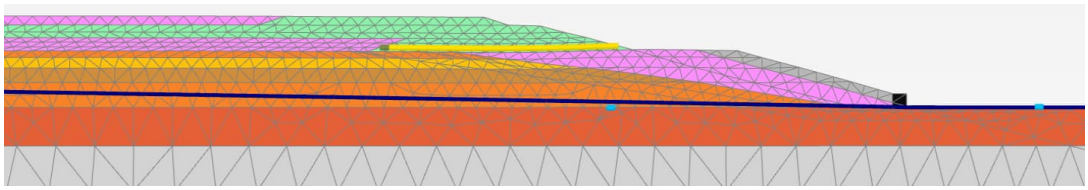
- Dok: FO en 1e watervoerende laag -4.6 mTAW
- Polder: +1.2 mTAW
- Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Opbouw dijk:

- Aanleg noordelijke strook aan polderzijde met
  - dikte 1m
  - toppeil OP +6.3 mTAW
  - breedte ca. 10m.
  - materiaal: Qz1Qz2

Landwaarts vs. dokwaarts:





Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

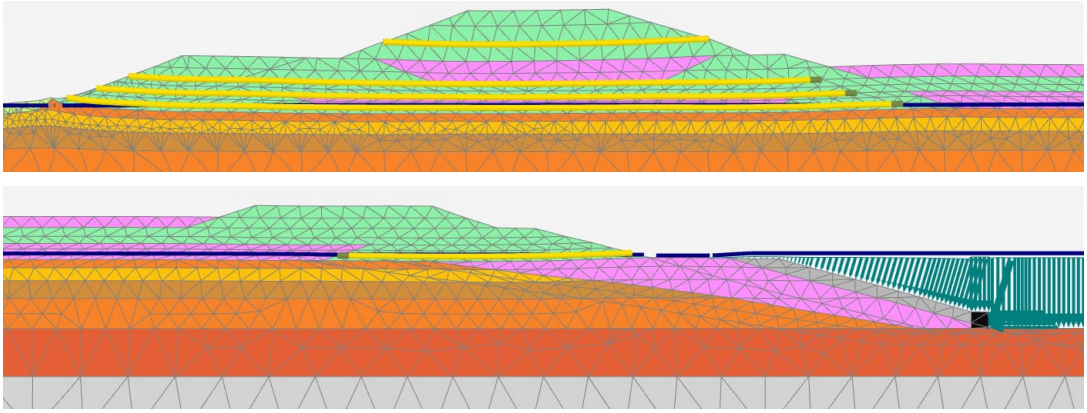
5.2.5. Opbouw dijk tot +7.00 mTAW

5.2.5.1. NOORDELIJKE DIJK OP OP +10.2 + DIJK OP OP +6.5 – DEEL 1 (AFDEK)

Opbouw:

- Aanleg grondlaag noordelijke dijk, aan polderzijde, met
  - dikte 1.3m
  - toppeil OP +10.2 mTAW
  - breedte ca. 12m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Aanleg steunberm aan havenzijde met
  - dikte 1.1m
  - toppeil OP +6.5 mTAW
  - breedte ca. 14m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +2.2 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts vs. dokwaarts:



5.2.5.2. NOORDELIJKE STROOK OP OP +7.4 + GEOTEXTIEL + DIJK OP OP +6.5 – DEEL 2 (KERN)

Opbouw:

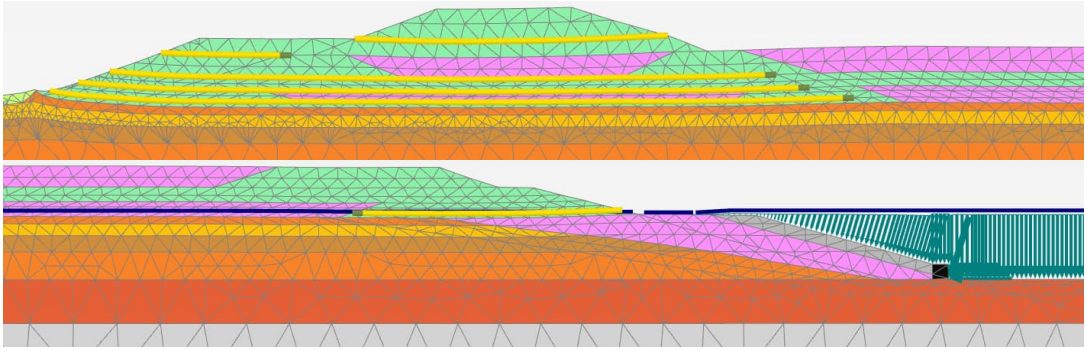
- Aanleg geotextiel aan polderzijde onder noordelijke strook met ca. 11m lengte op +6 mTAW
- Aanleg noordelijke strook aan polderzijde met
  - dikte 1.4m
  - toppeil OP +7.4 mTAW
  - breedte ca. 14m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Opvulling zone tussen noordelijke dijk en zuidelijke steunberm met

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- dikte 1.1m
- toppeil OP +6.6 mTAW
- breedte ca. 239m.
- materiaal: Qkz, Qkv

- FO:
  - Dok: +2.2 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts vs. dokwaarts:



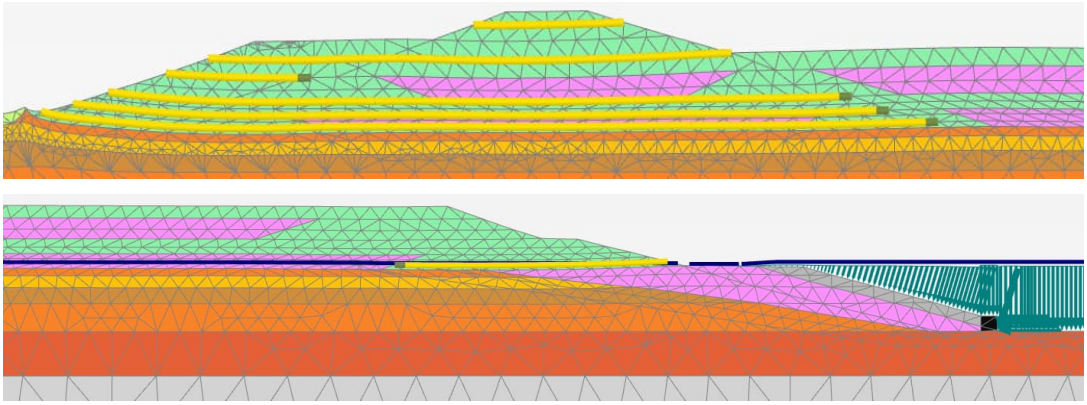
5.2.5.3. NOORDELIJKE STROOK OP OP +8.7 + GEOTEXTIEL + NOORDELIJKE DIJK OP OP +11 + DIJK OP OP +5.7 – DEEL 2 (KERN)

Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan polderzijde met ca. 12m lengte op OP +10 mTAW
- Aanleg noordelijke strook aan polderzijde met
  - Verlengen geotextiel aan polderzijde met ca. 10m
  - dikte 1.7m
  - toppeil OP +8.7 mTAW
  - breedte ca. 9m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Aanleg grondlaag noordelijke dijk, aan polderzijde, met
  - dikte 1m
  - toppeil OP +11 mTAW
  - breedte ca. 6.5m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Aanleg grondlaag met
  - dikte 1.1m
  - toppeil OP +7.7 mTAW
  - breedte ca. 257m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +2.2 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Landwaarts vs. dokwaarts:



5.2.6. Opbouw taludbekleding tot +6.0 mTAW

Het talud aan dokzijde wordt verder afgewerkt met vette grond tot +6.0 m TAW.

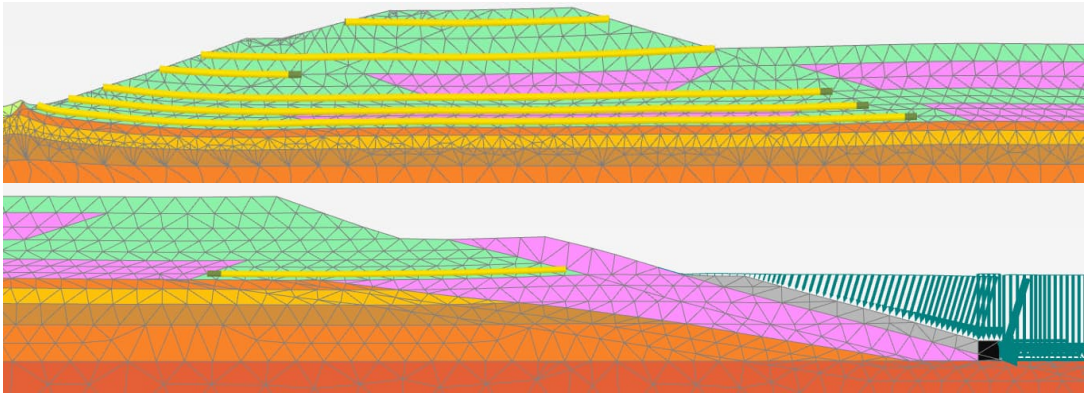
5.2.6.1. NOORDELIJKE STROOK OP OP +11 + GEOTEXTIEL + VETTE GROND OP OP +4.5

Opbouw:

- Aanleg noordelijke strook aan polderzijde met
  - Verlengen geotextiel aan polderzijde met ca. 10m
  - dikte 2.3m
  - toppeil OP +11 mTAW
  - breedte ca. 8.5m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Aanleg afdek in vette grond met
  - dikte (hoogte) 2.7m
  - toppeil OP +4.5 mTAW
  - breedte ca. 7m.
  - materiaal: Qkv
- FO:
  - Dok: +2.2 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts vs. dokwaarts:

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

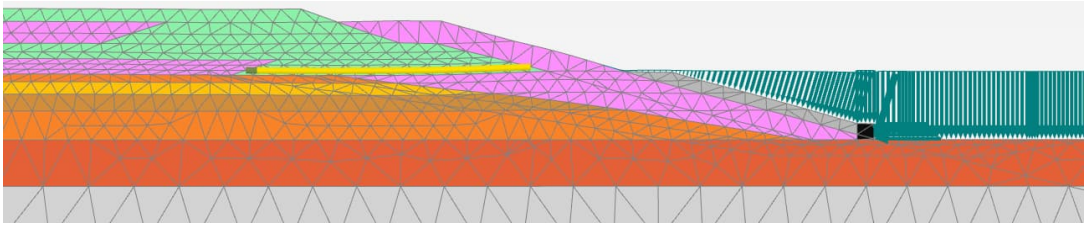


5.2.6.2. VETTE GROND OP OP +6.5

Opbouw:

- Aanleg afdek in vette grond met
  - dikte (hoogte) 2.1m
  - toppeil OP +6.5 mTAW
  - breedte ca. 10m.
  - materiaal: Qkv
- FO:
  - Dok: +2.2 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Dokwaarts:



5.2.7. Baggeren dok - tussenzanden

5.2.7.1. BAGGEREN TUSSENZANDEN ONDIEP (TOT -7.2 MTAW)

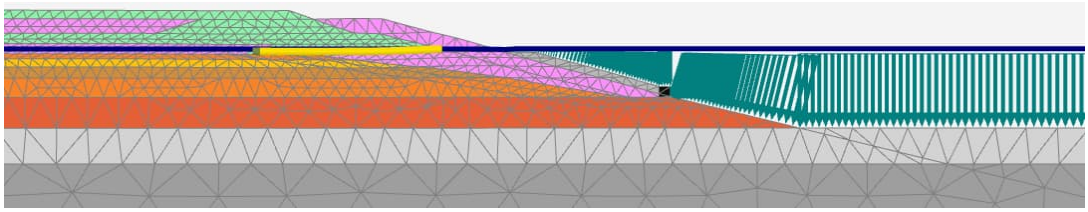
Volgende lagen worden afgegraven in het dok:

- Qz2 (tot -8.95 mTAW)

Het waterpeil in het dok wordt niet verlaagd:

- Dok: +2.2 mTAW
- Polder: +1.2 mTAW
- Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



5.2.7.2. BAGGEREN TUSSENZANDEN DIEP

Deze fase omvat het afgraven van de laag Qz3 in het dok. Voor deze locatie komt deze laag niet voor en omvat dit bijgevolg enkel een consolidatie van de gerealiseerde toestand. De fase werd behouden omwille van de gelijkenis met de overige dijkprofielen.

5.2.8. Opbouw dijk tot +8.50 mTAW

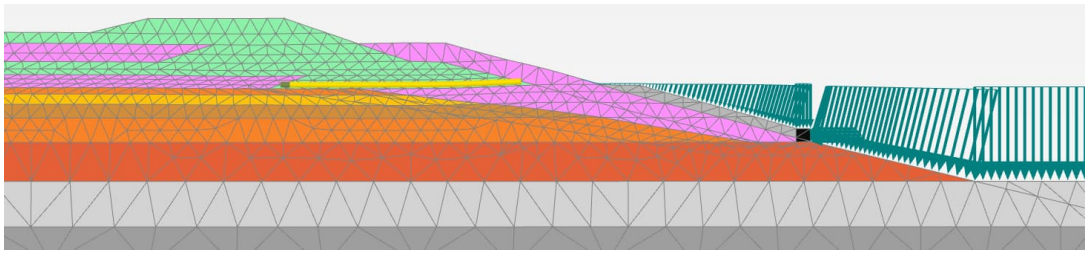
De dijk wordt opgehoogd met ca. 1.5 m zand Qz1Qz2 voor de steunbermen en een interne aanvulling uit Qkz, Qkv.

5.2.8.1. DIJK OP OP +9.1 – DEEL 1 (AFDEK)

Opbouw:

- Aanleg steunberm aan havenzijde met
  - dikte 1.7m
  - toppeil OP +9.1 mTAW
  - breedte ca. 14m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +2.2 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Dokwaarts:



5.2.8.2. DIJK OP OP +9.1 – DEEL 2 (KERN) + GEOTEXTIEL

Opbouw:

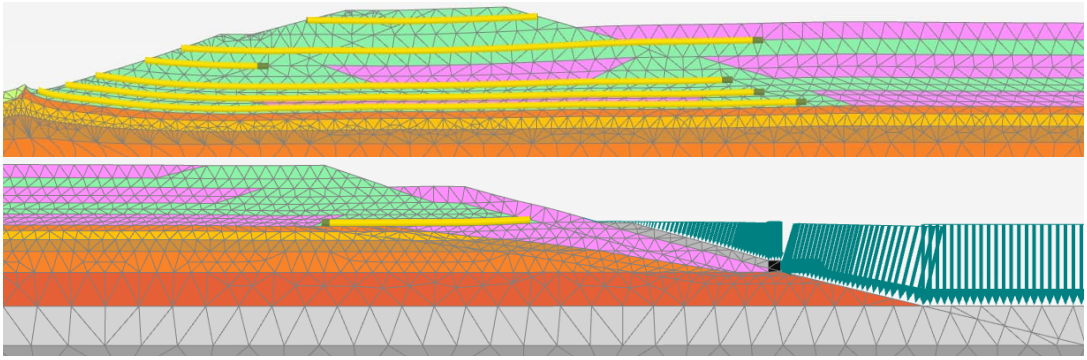
- Opvulling zone tussen noordelijke dijk en zuidelijke steunberm met
  - Verlengen geotextiel aan polderzijde met ca. 13m
  - dikte 1.6m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- toppeil OP +9.1 mTAW
- breedte ca. 244m.
- materiaal: Qkz, Qkv

- FO:
  - Dok: +2.2 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts vs. dokwaarts:



5.2.9. Baggeren dok - LiKr

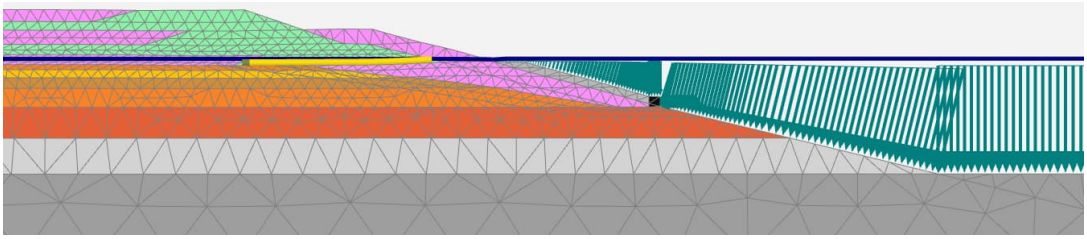
Volgende lagen worden afgegraven in het dok:

- LiKr (tot -14 mTAW)

Het waterpeil in het dok wordt niet verlaagd:

- Dok: +2.3 mTAW
- Polder: +1.2 mTAW
- Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Dokwaarts:



5.2.10. Opbouw dijk tot +9.50 mTAW

De dijk wordt opgehoogd met ca. 1 m zand Qz1Qz2 voor de steunbermen en een interne aanvulling uit Qkz, Qkv.

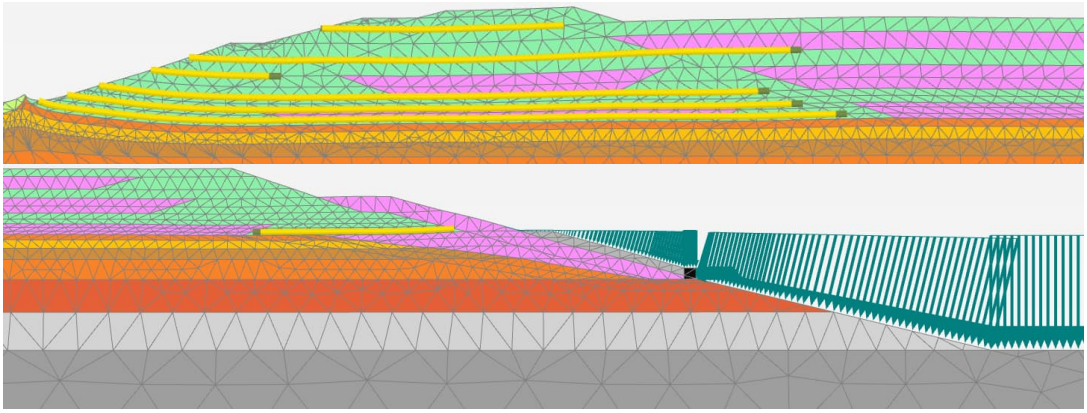
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.2.10.1. NOORDELIJKE DIJK OP OP +11.4 + DIJK OP OP +10.2

Opbouw:

- Aanleg noordelijke steunberm met
  - dikte 0.6m
  - toppeil OP +11.4 mTAW
  - breedte ca. 12m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Aanleg grondlaag met
  - dikte 1m
  - toppeil OP +10.2 mTAW
  - breedte ca. 258m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +2.3 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts vs. dokwaarts:



5.2.11. Baggeren dok - LiOo

Volgende lagen worden afgegraven in het dok:

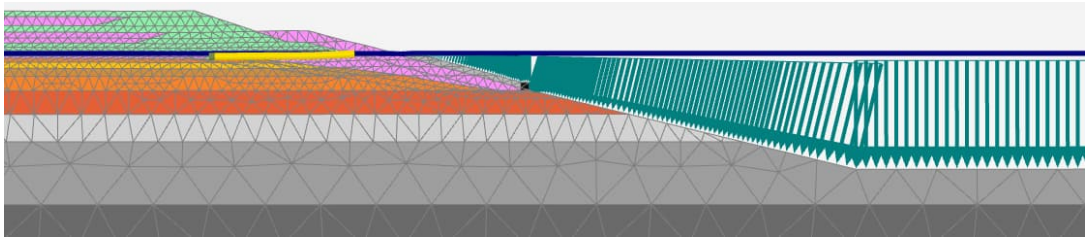
- LiOo (tot -19 mTAW)

Het waterpeil in het dok wordt niet verlaagd:

- Dok: +2.3 mTAW
- Polder: +1.2 mTAW
- Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Dokwaarts:

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



5.2.12. Opbouw dijk tot +11.0 mTAW

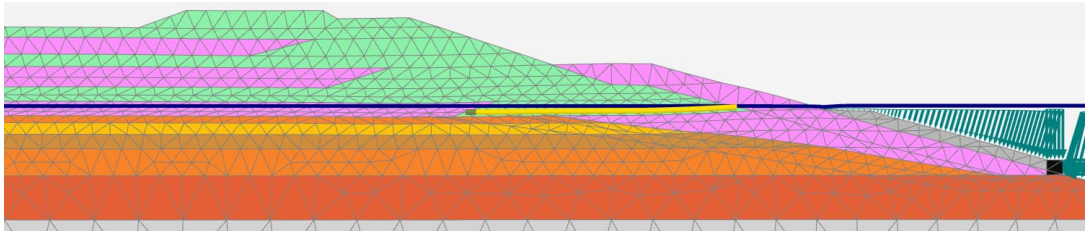
De dijk wordt opgehoogd met ca. 1.5 m zand Qz1Qz2 voor de steunbermen en een interne aanvulling uit Qkz, Qkv.

5.2.12.1. DIJK OP OP +11.5 – DEEL 1 (AFDEK)

Opbouw:

- Aanleg steunbermen aan de teen van de dijk met
  - dikte 1.7m
  - toppeil OP +11.5 mTAW
  - breedte ca. 21m (daarin zitten vervat: 12.5m kruinbreedte + aanzet berm van 7m).
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +2.3 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Dokwaarts:



5.2.12.2. DIJK OP OP +11.5 – DEEL 2 (KERN) + VETTE GROND

De dijk wordt opgehoogd met een interne aanvulling en een afdeklaag (vette grond) uit Qkz, Qkv.

Opbouw:

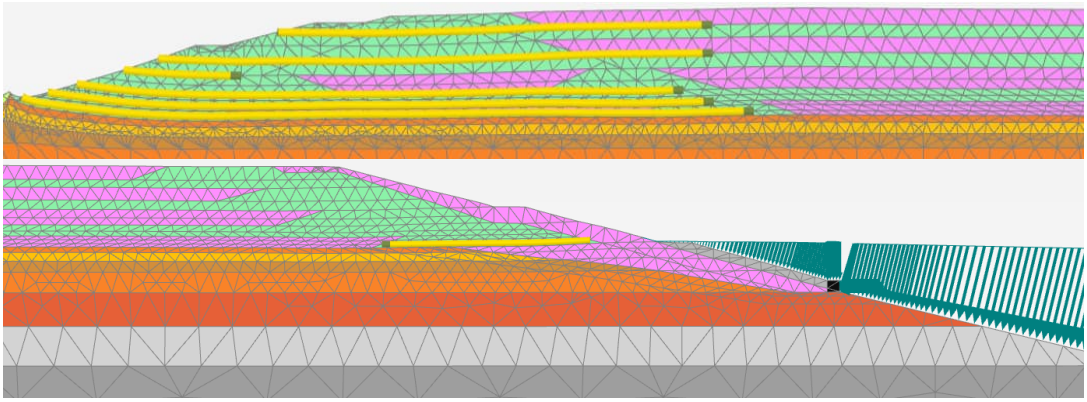
- Aanleg afdek aan dokzijde van de dijk met
  - dikte variabel tussen 0.6m (top) en 2.0m (teen)
  - toppeil OP +11.5 mTAW
  - materiaal: Qkv
- Opvulling zone tussen steunbermen met

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- Verlengen geotextiel aan polderzijde met ca. 21m
- dikte 1.6m
- toppeil OP +11.5 mTAW
- breedte ca. 234m.
- materiaal: Qkz, Qkv

- FO:
  - Dok: +2.3 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts vs. dokwaarts:



5.2.12.3. DIJK OP OP +12.5 + STORTSTENEN (DEEL 3)

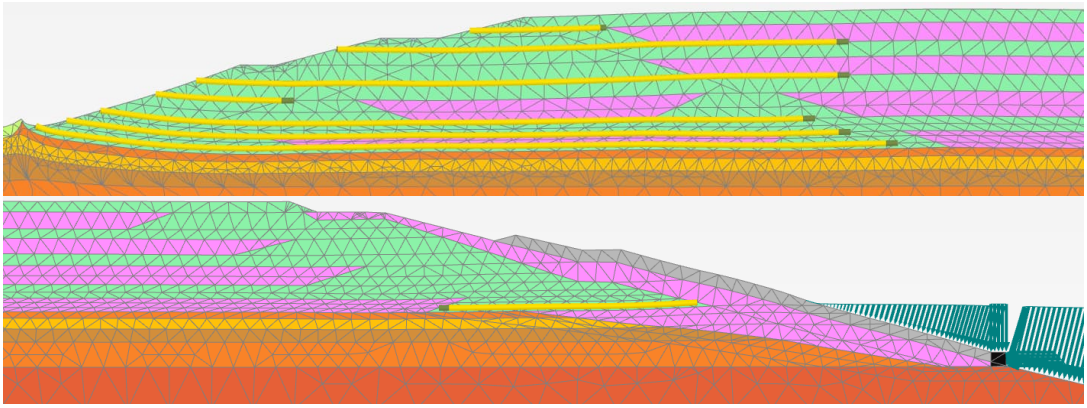
De dijk wordt verder opgebouwd en afgewerkt met de taludbescherming.

Opbouw:

- Aanleg grondlaag met
  - dikte 1m
  - toppeil OP +12.5 mTAW
  - kruinbreedte ca. 251m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- Aanleg stortstenen aan dokzijde van de dijk met
  - dikte 1.0m
  - toppeil OP +8.4 mTAW
  - materiaal: stortstenen
- FO:
  - Dok: +2.3 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts vs. dokwaarts:

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



5.2.13. Opbouw dijk tot +18.00 mTAW

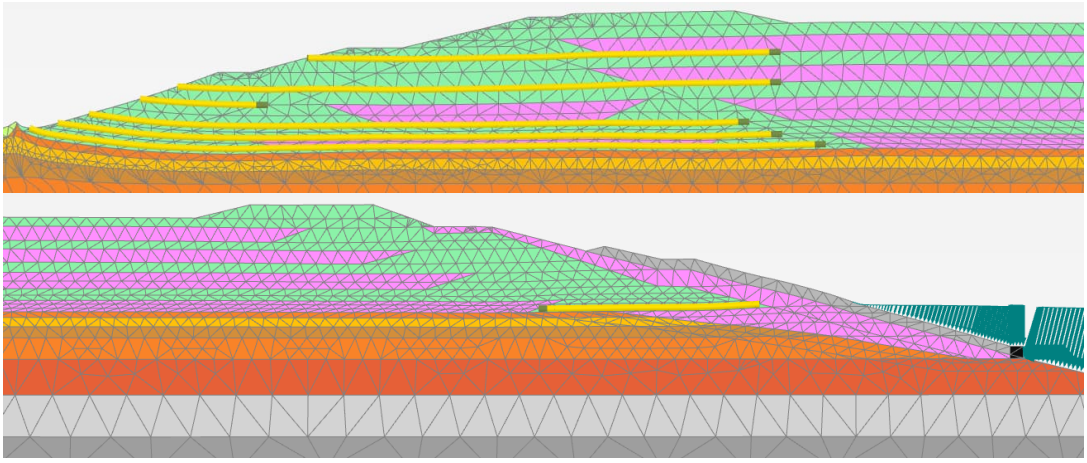
Verdere opbouw van de dijk tot +18.00 mTAW bestaat uit: afwisselend een zandlaag Qz1Qz2 en steunbermen met opvulling Qkz, Qkv.

5.2.13.1. DIJK OP OP +13.7 – DEEL 1 (AFDEK)

Opbouw:

- Aanleg steunbermen met
  - dikte 1.2m
  - toppeil OP +13.7 mTAW
  - kruinbreedte ca. 14m (+aan polderzijde: wegberm met 3m breedte).
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +2.3 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts vs. dokwaarts:



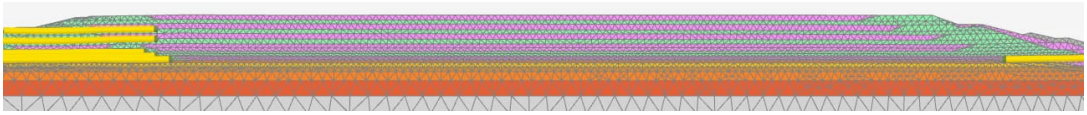
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.2.13.2. DIJK OP OP +13.7 – DEEL 2 (KERN)

Opbouw:

- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 1.5m
  - toppeil OP +13.7 mTAW
  - breedte ca. 210m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Dok: +2.3 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts en dokwaarts:

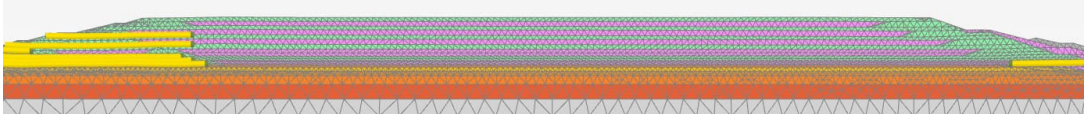


5.2.13.3. DIJK OP OP +14.8

Opbouw:

- Aanleg grondlaag met
  - dikte 1.1m
  - toppeil OP +14.8mTAW
  - breedte ca. 231m.
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +2.3 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts en dokwaarts:



5.2.13.4. DIJK OP OP +16.3 – DEEL 1 (AFDEK)

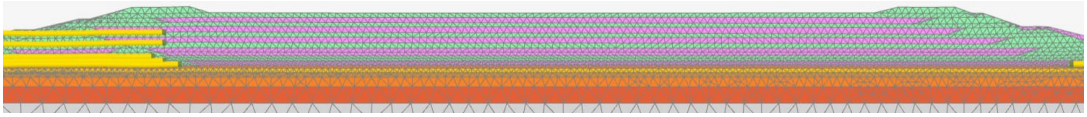
Opbouw:

- Aanleg steunbermen met
  - dikte 1.7m
  - toppeil OP +16.3 mTAW
  - kruinbreedte ca. 14m.
  - materiaal: Qz1Qz2

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- FO:
  - Dok: +2.3 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts en dokwaarts:

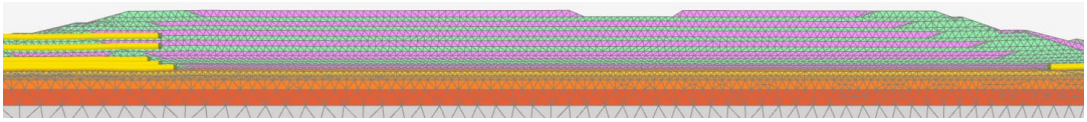


5.2.13.5. DIJK OP OP +16.3 – DEEL 2 (KERN)

Opbouw:

- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 1.8m
  - toppeil OP +16.3 mTAW
  - breedte ca. 105+55m (delen polderzijde+dokzijde).
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Dok: +2.3 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts en dokwaarts:



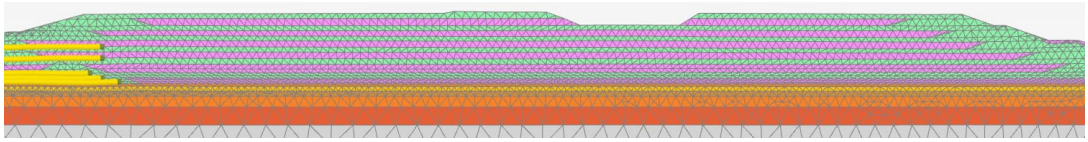
5.2.13.6. DIJK OP OP +17.4

Opbouw:

- Aanleg grondlaag met
  - dikte 1.1m
  - toppeil OP +17.4mTAW
  - breedte ca. 110+63m (delen polderzijde+dokzijde).
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +2.3 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts en dokwaarts:

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

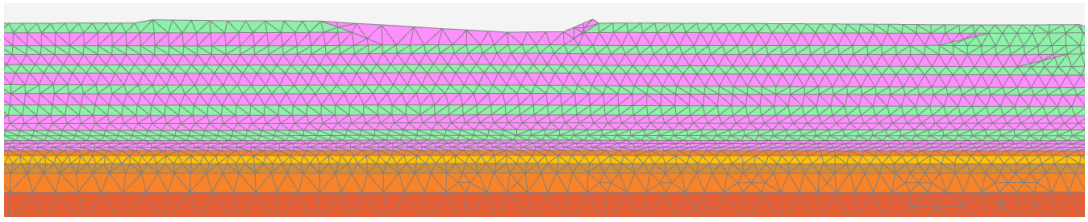


5.2.13.7. POEL IN DIJK OP OP +17.4

Opbouw:

- Aanleg poel met
  - dikte variabel (tussen 1 en 2.6m)
  - toppeil OP +18mTAW
  - breedte ca. 37m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Dok: +2.3 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts en dokwaarts:

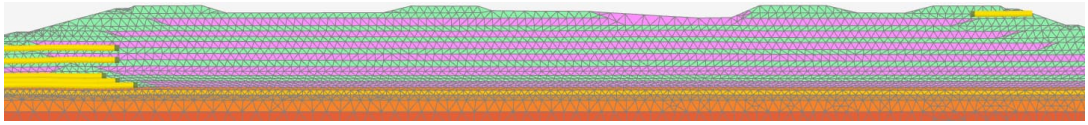


5.2.13.8. DIJK OP OP +19 – DEEL 1 (AFDEK) + GEOTEXTIEL

Opbouw:

- Aanleg geotextiel aan dokzijde met ca. 13m lengte op OP +17.5 mTAW
- Aanleg steunbermen met
  - dikte 1.7m
  - toppeil OP +19 mTAW
  - kruinbreedtes ca. 14m (+aan polderzijde en dokzijde: wegberm met 3m breedte).
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +2.3 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts en dokwaarts:



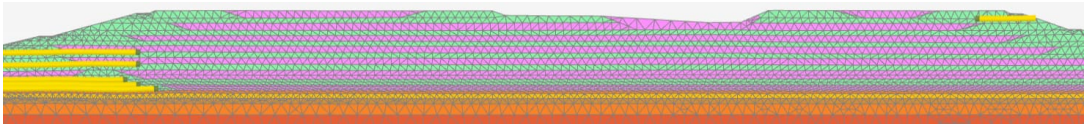
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.2.13.9. DIJK OP OP +19 – DEEL 2 (KERN)

Opbouw:

- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 1.8m
  - toppeil OP +19 mTAW
  - breedte ca. 49+26m (delen polderzijde+dokzijde).
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Dok: +2.3 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts en dokwaarts:



5.2.14. Opbouw dijk tot +24.50 mTAW

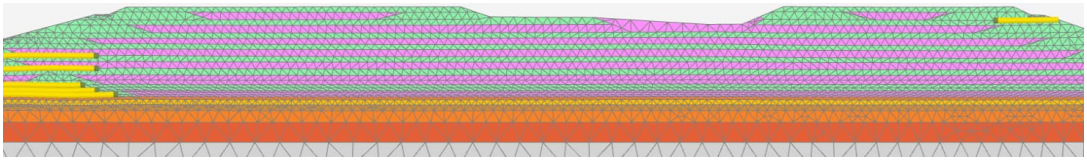
Verdere opbouw van de dijk tot +24.5 mTAW bestaat uit: afwisselend een zandlaag Qz1Qz2 en al dan niet steunbermen met opvulling Qkz, Qkv. Vanaf +20 mTAW wordt een zandlaag Qz2 of Qz3 toegepast.

5.2.14.1. DIJK OP OP +19.9

Opbouw:

- Aanleg grondlaag met
  - dikte 1m
  - toppeil OP +19.9mTAW
  - breedte ca. 71+49m (delen polderzijde+dokzijde).
  - materiaal: Qz1Qz2
- FO:
  - Dok: +2.3 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts en dokwaarts:



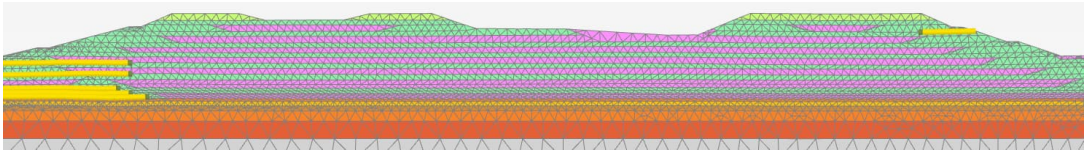
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.2.14.2. DIJK OP OP +21.5

Opbouw:

- Aanleg steunbermen noordelijke kruin met
  - dikte 1.7m
  - toppeil OP +21.5 mTAW
  - kruinbreedtes ca. 14m.
  - materiaal: Qz2 of Qz3
- Aanleg grondlaag zuidelijke kruin met
  - dikte 1.7m
  - toppeil OP +21.5mTAW
  - breedte ca. 41m.
  - materiaal: Qz2 of Qz3
- FO:
  - Dok: +2.3 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts en dokwaarts:

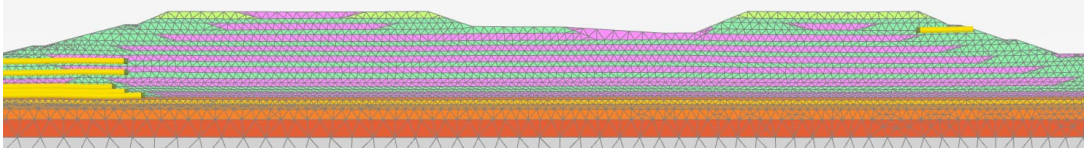


5.2.14.3. DIJK OP OP +21.5 – DEEL 2 (KERN) NOORDELIJKE KRUIN

Opbouw:

- Opvulling zone tussen steunbermen met
  - dikte 1.7m
  - toppeil OP +21.5 mTAW
  - breedte ca. 35m.
  - materiaal: Qkz, Qkv
- FO:
  - Dok: +2.3 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts en dokwaarts:



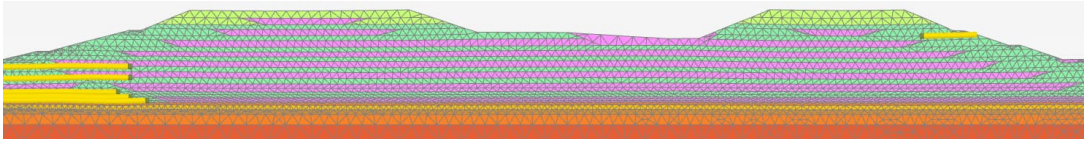
5.2.14.4. DIJK OP OP +22.9

Opbouw:

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

- Aanleg grondlaag met
  - dikte 1m
  - toppeil OP +22.9mTAW
  - breedte ca. 54+33m (delen polderzijde+dokzijde).
  - materiaal: Qz2 of Qz3
- FO:
  - Dok: +2.3 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

Landwaarts en dokwaarts:

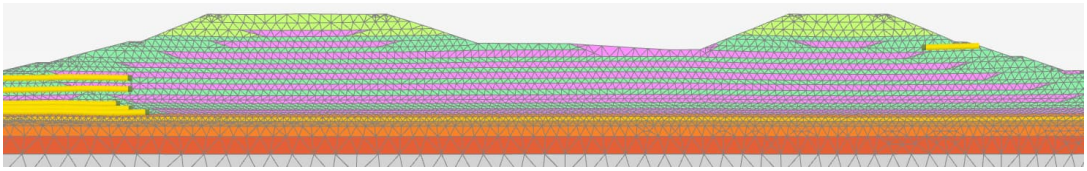


5.2.14.5. DIJK OP OP +24.5

Opbouw:

- Aanleg grondlaag met
  - dikte 2.1m
  - toppeil OP +24.5mTAW
  - breedte ca. 44+24m (delen polderzijde+dokzijde).
  - materiaal: Qz2 of Qz3
- FO:
  - Dok: +2.3 mTAW
  - Polder: +1.2 mTAW
  - Dijk: berekend volgens stationaire grondwaterstroming

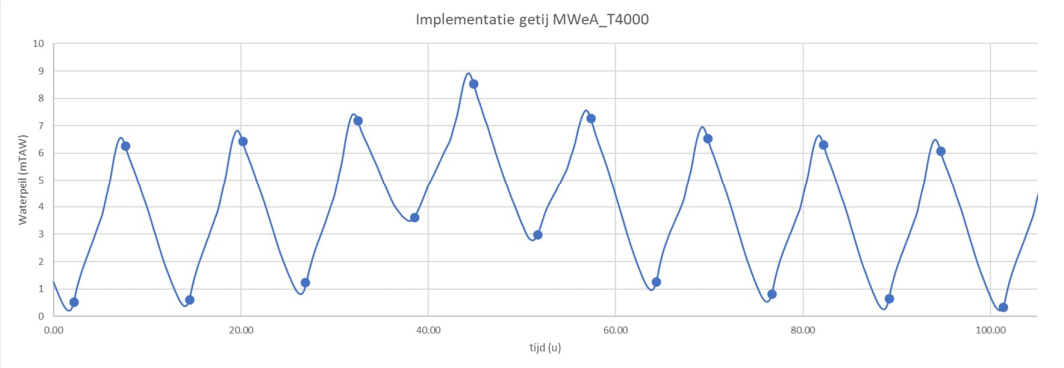
Landwaarts en dokwaarts:



5.2.15. Getijdewerking

Na de finale uitvoeringsfase is de dijk onderhevig aan het getij (MWeA_T4000). Op het model worden 8 cycli gemodelleerd. Er worden 17 deelfasen gemodelleerd (onder fase 16) waarbinnen telkens een tak van het getij wordt geïmplementeerd. Onderstaande figuur toont het gemodelleerde getij met daarin telkens de momenten waarop resultaten worden ingelezen (bollen in grafiek).

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-2: Maatgevende tijkromme MWeA Liefkenshoek ([4])

5.3. Veiligheidsfactoren

5.3.1. Overzicht

De veiligheden zijn bepalend vlak na realisatie van o.a. een ophoging. Enkel voor die fases wordt een veiligheid weergegeven. Waar een berm is afgewerkt wordt eveneens een veiligheid bepaald voor een belaste berm.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de bekomen veiligheden. In tijdelijke toestand wordt overal een minimale veiligheid van 1.1 gehaald. In finale toestand wordt een veiligheid 1.25 gehaald.

Tabel 5-1: Veiligheidsfactoren – dijk incl overhoogtes

	ΣMsf	*opm glijvlak*	*Ref grafiek (meetpunt)*
02 c SC_vette grond_Ntalud 7.0	1.346	Z talud	94750
03 a SC_dijk 2.5 afdek Ntalud 8.0	1.434	Z talud N dijk	35185
03 e SC_dijk 3.0 afdek Ntalud 10.0	1.402	N talud	10169
03 i SC_dijk 3.5 afdek	1.618	talud N dijk steunberm	9011
04 a SC_dijk 4	1.864	N talud	17741
04 c SC_dijk 4.5	1.528	Z talud	94750
05 a SC_dijk 5.25 afdek	1.354	Z talud	94750
06 b CON_afgraven haven klei	1.425	N talud	33613
07 f LO_dijk 7 afdek	1.178	N talud	451
07 i LO_dijk 8.5	1.132	N talud	28365
09 a SC_dijk 8.5 afdek	1.341	Z talud	42188
11 a SC_dijk 9.5 zand	1.27	Z talud	92661
12 a SC_dijk 11 afdek	1.248	Z talud	92661
12 e LO_dijk11 last	1.305	Z talud	92765
13 b LO_dijk 13.5 last	1.324	Z talud	94482
14 a SC_dijk 15.5	1.422	Z talud	89985

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

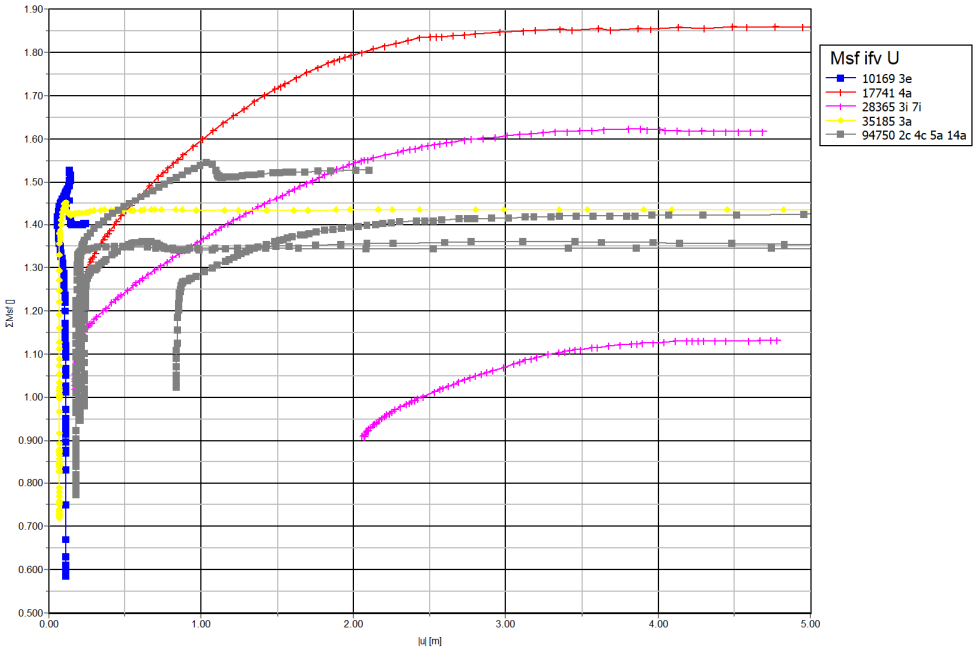
14 e SC_dijk 18 kern	1.433	Z talud	92143
15 c LO_dijk 18 PL22 last	1.406	Z talud	92143
16 i LO_dijk 24 PL29 last	1.311	N talud	24458
25 b CON_5 jaar na finaal	1.4	N talud	779
26 h SC_MWeA_T4000_HW8	1.478	N talud	42188

(*) de meeste nadelige toestand doet zich voor vlak na de hoogste piek in de curve

5.3.2. Grafieken

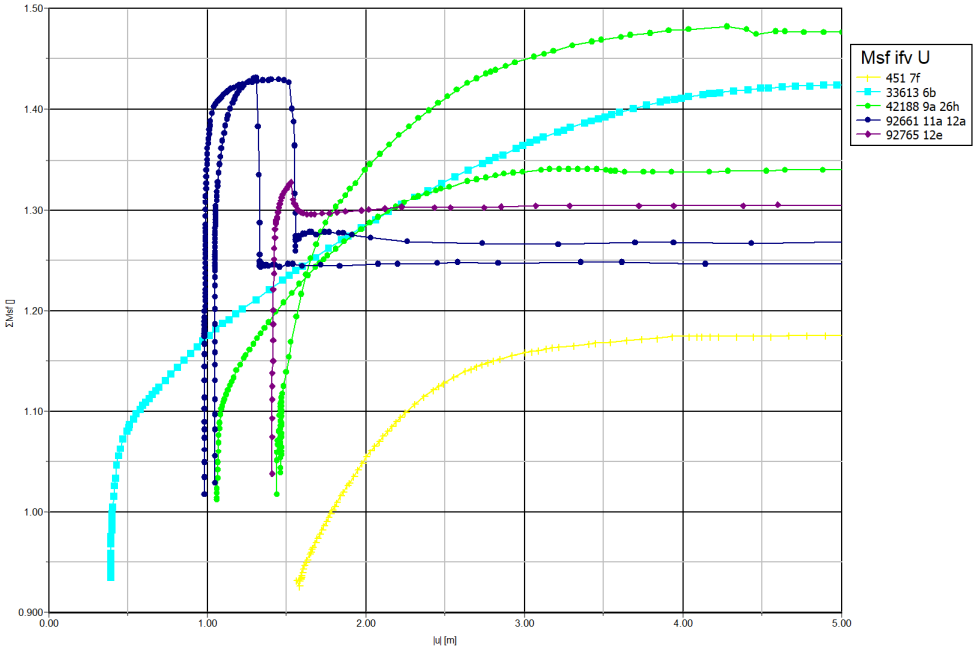
Onderstaande grafieken geven het verloop van de factor Msf in functie van de verplaatsingen. De verplaatsingen worden bepaald in de punten gelegen binnen het bekomen glijvlak. Per kleur wordt een nieuw meetpunt weergegeven. Het verband tussen de grafieken en bovenstaande tabel is gegeven in de rechterkolom van de tabel. De veiligheid wordt bepaald als de laatste meetwaarde (Msf) in een punt per fase na het bekomen van een (quasi) horizontale tak in de curve. De glijvlakken per fase worden weergegeven in volgende paragraaf.

De val in de curves hebben te maken met het plots interfereren met een geotextiel in de berekening.

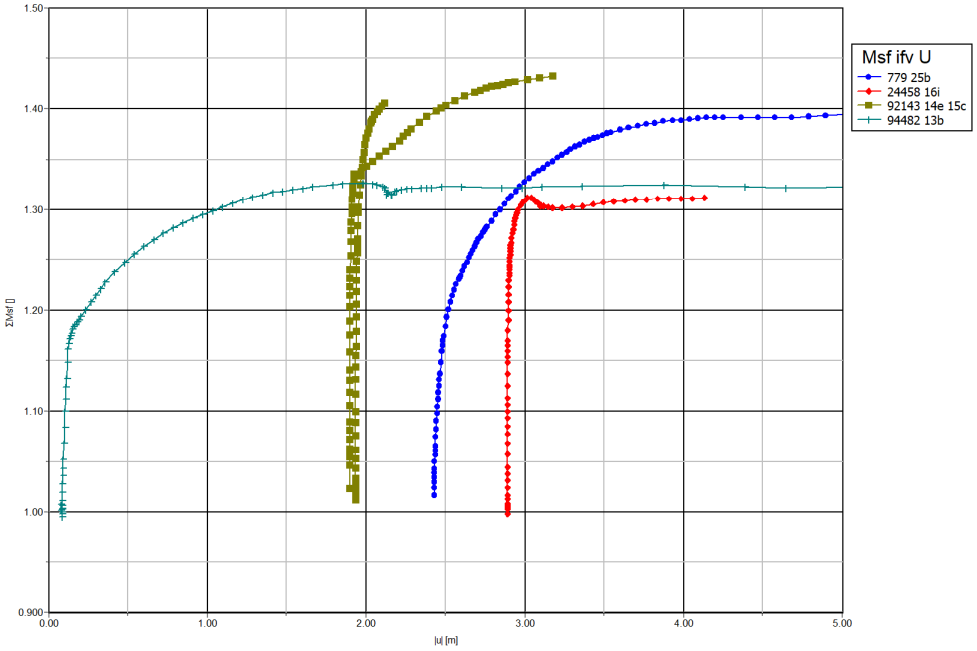


Figuur 5-3: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 02c, 03a, 03e, 03i, 04a, 04c, 05a, 07i en 14a

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-4: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 06b, 07f, 09a, 11a, 12a, 12e en 26h

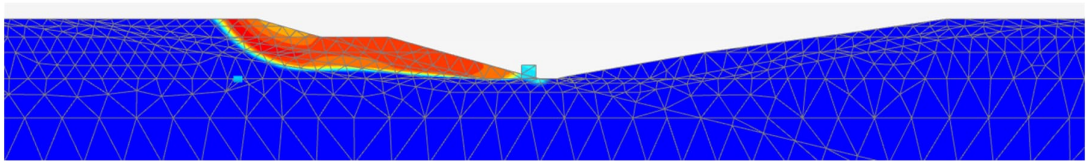


Figuur 5-5: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 13b, 14e, 15c, 16i en 25b

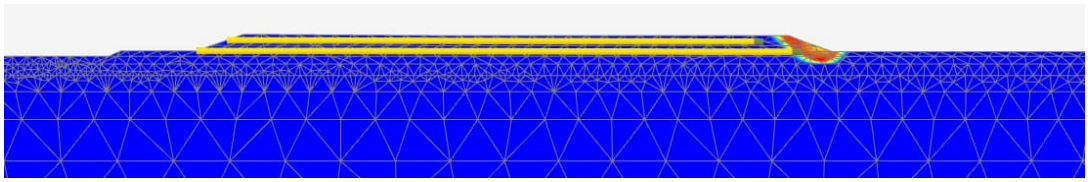
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.3.3. Glijvlakken

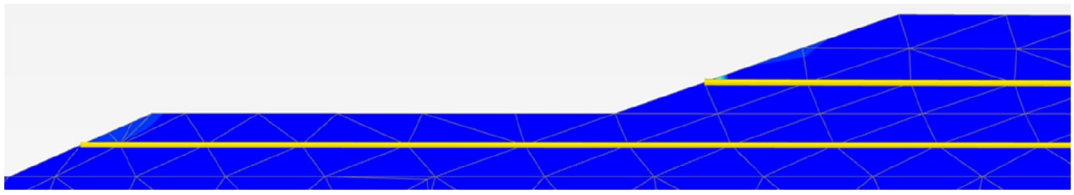
5.3.3.1. 02 C SC_VETTE GROND_NTALUD 7.0



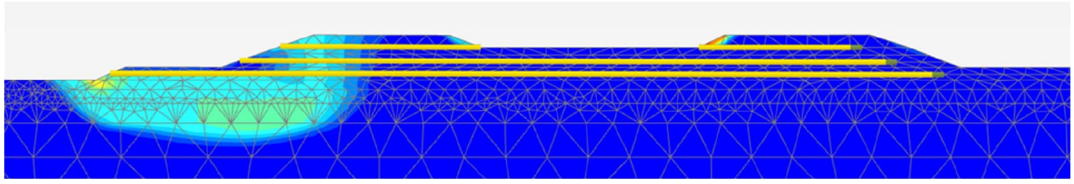
5.3.3.2. 03 A SC_DIJK 2.5 AFDEK NTALUD 8.0



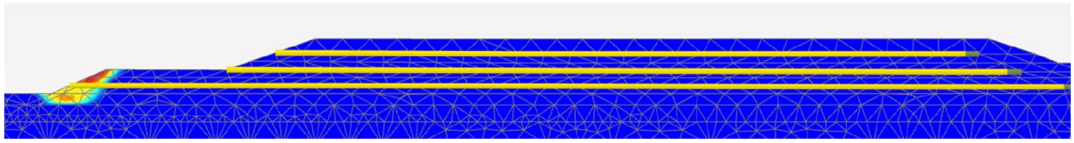
5.3.3.3. 03 E SC_DIJK 3.0 AFDEK NTALUD 10.0



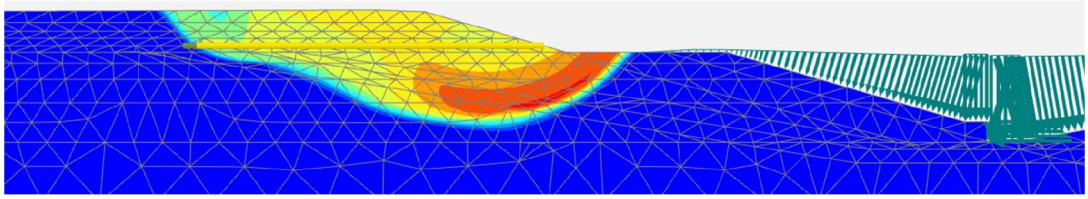
5.3.3.4. 03 I SC_DIJK 3.5 AFDEK



5.3.3.5. 04 A SC_DIJK 4

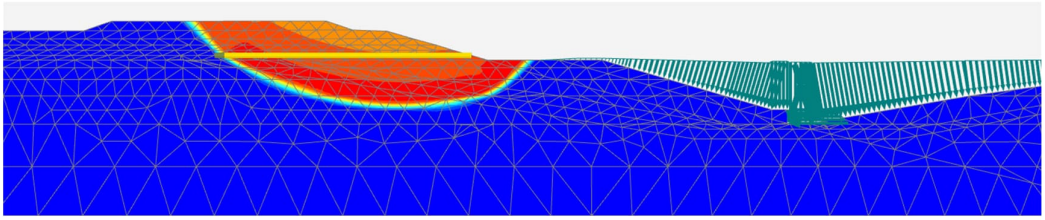


5.3.3.6. 04 C SC_DIJK 4.5

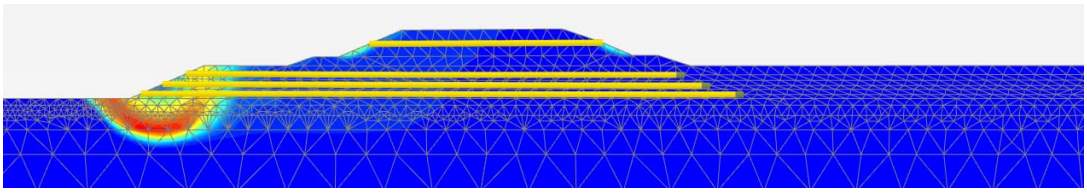


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

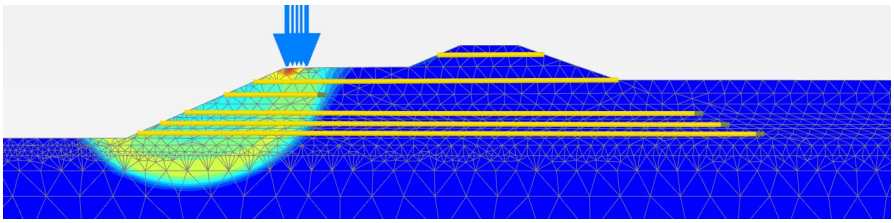
5.3.3.7. 05 A SC_DIJK 5.25 AFDEK



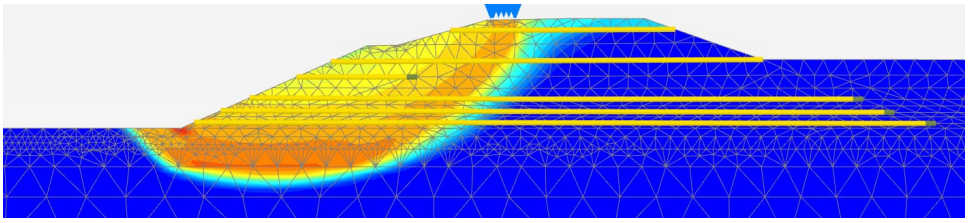
5.3.3.8. 06 B CON_AFGRAVEN HAVEN KLEI



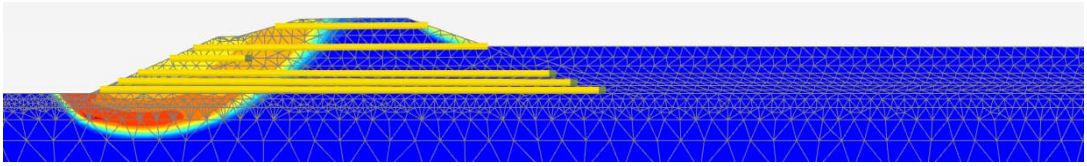
5.3.3.9. 07 F LO_DIJK 7 AFDEK



5.3.3.10.07 I LO_DIJK 8.5

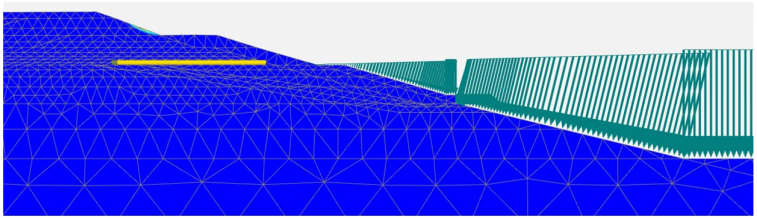


5.3.3.11.09 A SC_DIJK 8.5 AFDEK

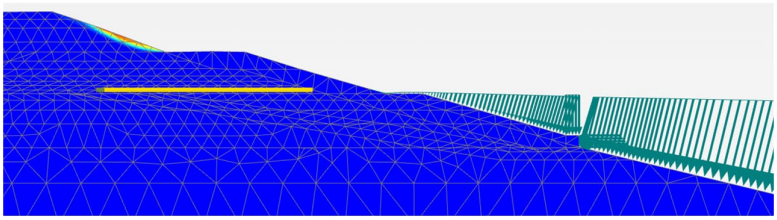


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

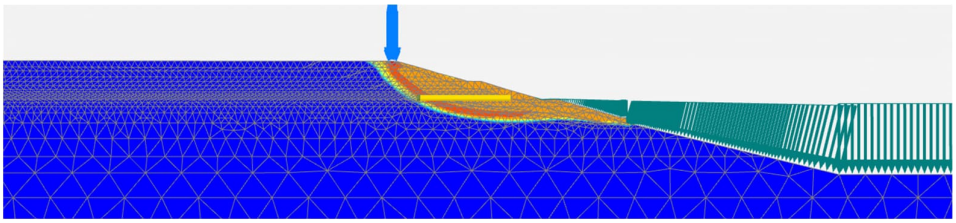
5.3.3.12.11 A SC_DIJK 9.5 ZAND



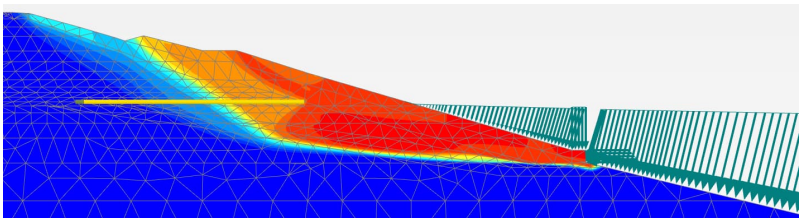
5.3.3.13.12 A SC_DIJK 11 AFDEK



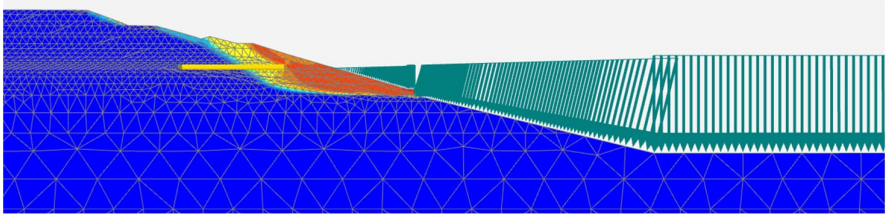
5.3.3.14.12 E LO_DIJK11 LAST



5.3.3.15.13 B LO_DIJK 13.5 LAST

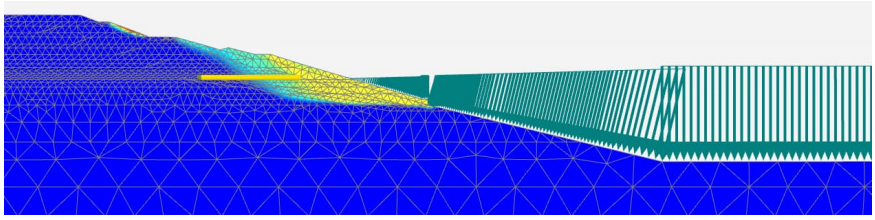


5.3.3.16.14 A SC_DIJK 15.5

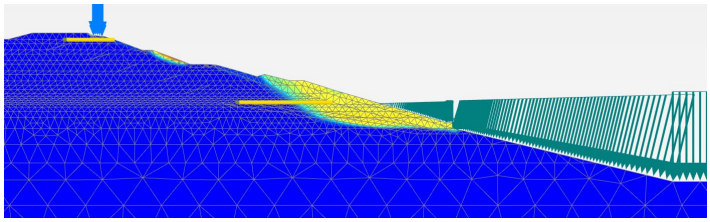


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

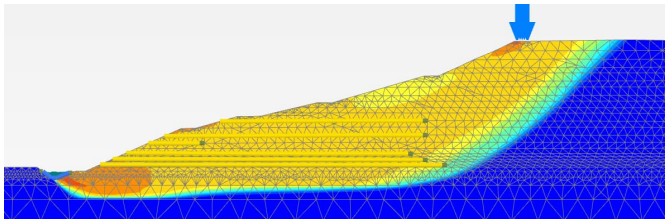
5.3.3.17.14 E SC_DIJK 18 KERN



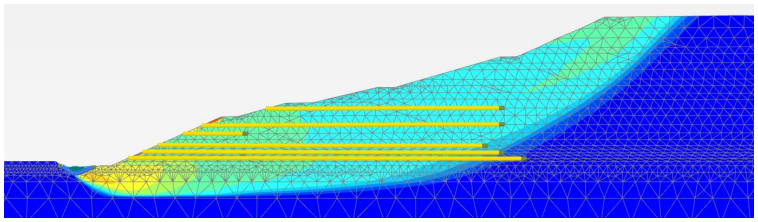
5.3.3.18.15 C LO_DIJK 18 PL22 LAST



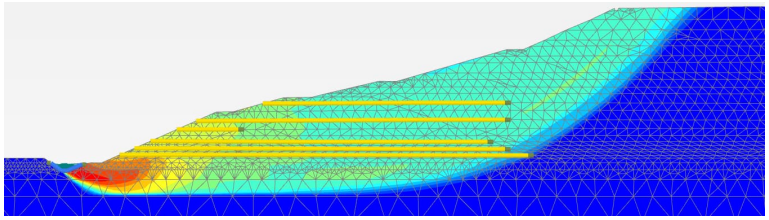
5.3.3.19.16 I LO_DIJK 24 PL29 LAST



5.3.3.20.25 B CON_5 JAAR NA FINAAL



5.3.3.21.26 H SC_MWEA_T4000_HW8



5.3.4. Zandmeevoerende wellen (piping)

De kwelweglengte wordt gecontroleerd met de methode van Lane (zie [4]) met als randvoorwaarde voor de finale toestand:

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Gemodelleerde snede:

- Opwaarts waterpeil: +9.75 mTAW
- Afwaarts waterpeil: +1.2 mTAW
- Diepte damplank onder waterpeil: 0m
- Horizontale lengte: 345m
- Materiaal: Very fine sand (mica) - Moderately fine sand (quartz)

Volgens de formule van Lane wordt een maximaal toegelaten verhang gevonden van 16.4m. Hiermee wordt een veiligheid van 1.92 bekomen (>1)

Minimale snede:

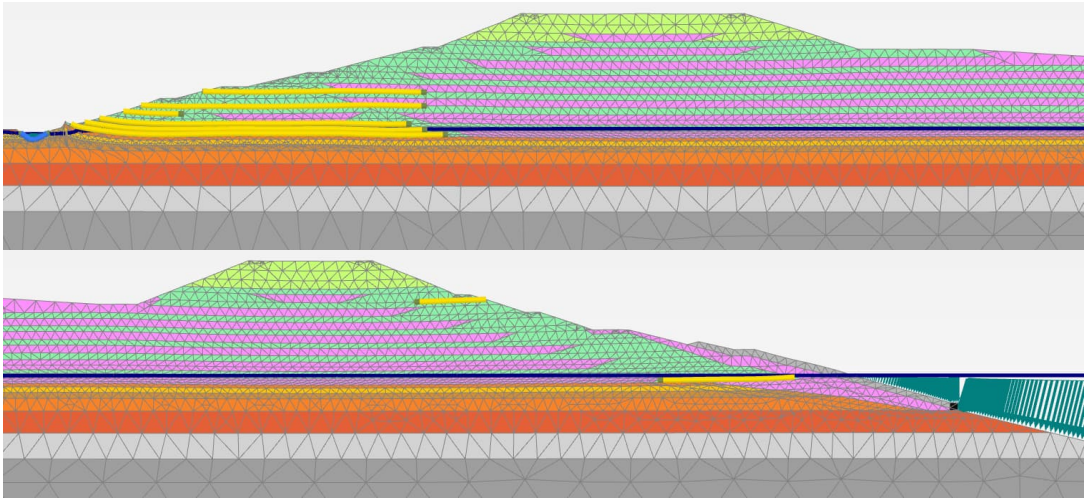
- Opwaarts waterpeil: +9.75 mTAW
- Afwaarts waterpeil: +1.2 mTAW
- Diepte damplank onder waterpeil: 0m
- Horizontale lengte: 240m (=minimaal voor zone Oost)
- Materiaal: Very fine sand (mica) - Moderately fine sand (quartz)

Volgens de formule van Lane wordt een maximaal toegelaten verhang gevonden van 11.4m. Hiermee wordt een veiligheid van 1.34 bekomen (>1)

5.4. Zettingen en verplaatsingen

Alle zettingen en verplaatsingen worden gemeten vanaf de aanleg van de wegberm (WOW).

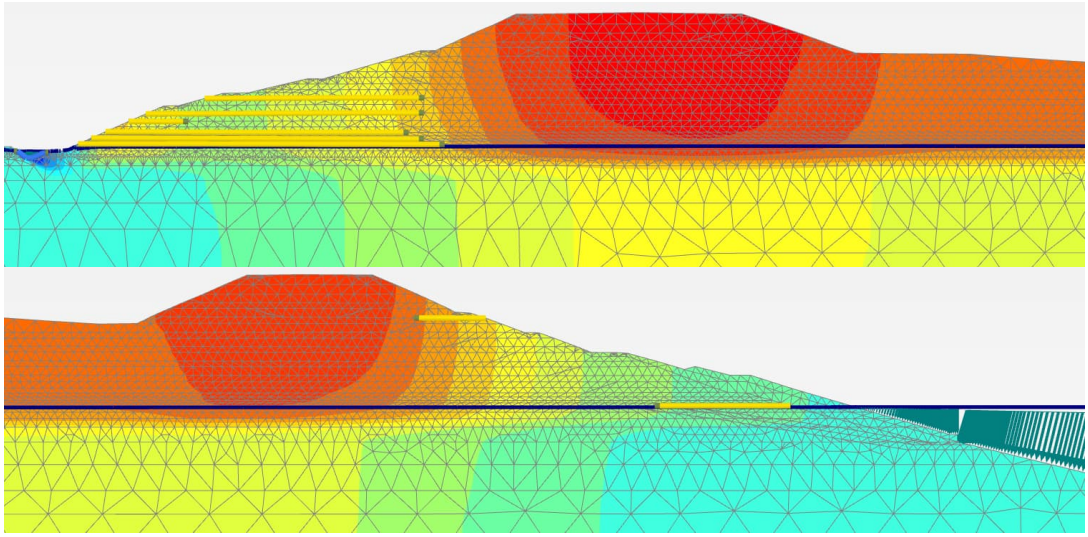
Onderstaande figuur geeft het vervormde model na 5 jaar consolidatie (fase 25b), landwaarts vs. dokwaarts.



Figuur 5-6: Vervormingen dijk na 5 jaar consolidatie (fase 25b)

Tijdens de consolidatiefase treden nog voornamelijk vervormingen op in de zone van de kruin.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-7: Restzettingen tpv dijk tijdens laatste consolidatiefase (fase 25b) (schaal: max. 4 cm zetting tpv kruin)

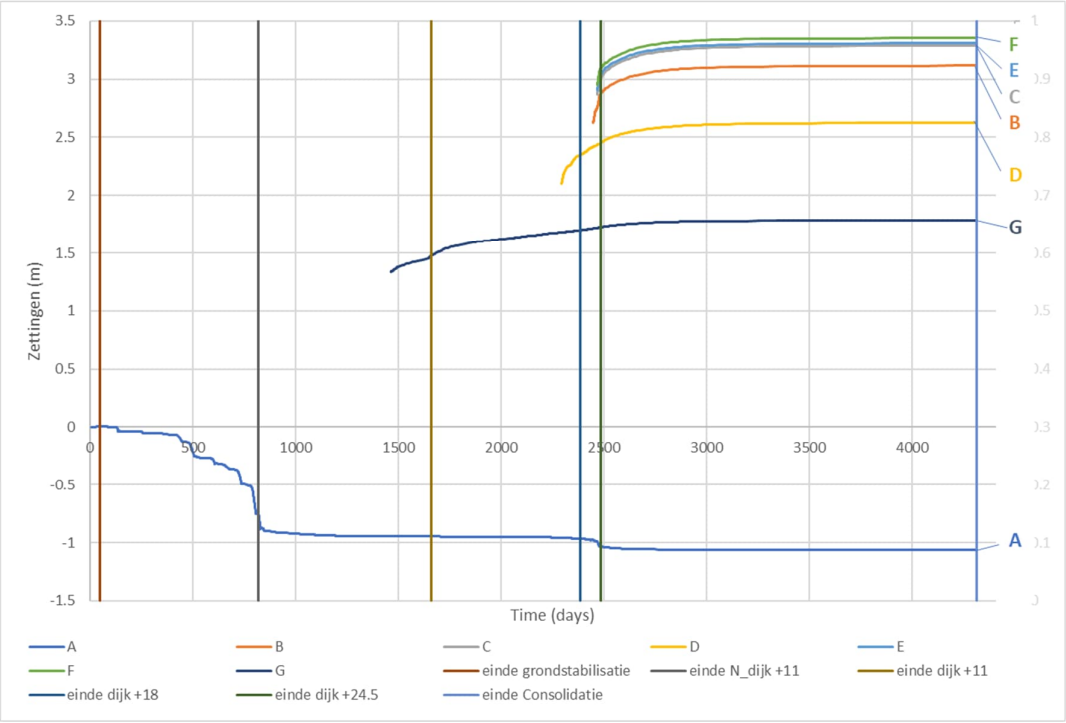
Onderstaande grafiek geeft het verloop van de zettingen (verticale verplaatsingen) weer in functie van de tijd. De zettingen werden bepaald (voor verduidelijking van de punten: zie verdere figuren):

- Ter plaatse van de berm/teen tussen dijk en gracht aan polderzijde (punt A, node 33613)
- Op de kruin landwaarts (punten B, C en centraal in de kruin, node 24458/26897, 50486 en 39504)
- In de canyon (punt D, node 57882)
- Op de kruin landwaarts (punten E, F en centraal in de kruin, node 77750, 86913 en 82638)
- Ter plaatse van de berm op +11 aan havenzijde (punt G, node 89985)

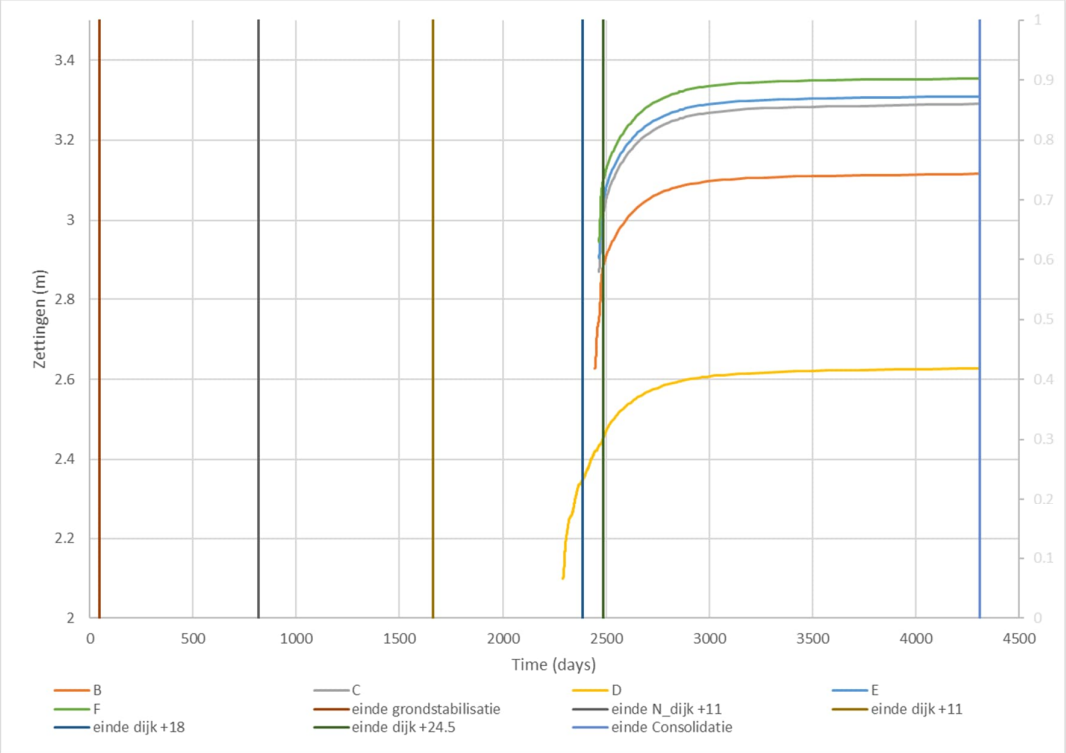
Ieder verloop werd ingedeeld in 6 subfases:

- Voorbereiding+grondstabilisatie
- Noordelijke dijk tot +11 (incl. afgraving in dok)
- Realisatie dijk tot +11 (incl. baggeren dok)
- Realisatie dijk tot +18
- Realisatie dijk tot +24.5
- Consolidatie na ophoging dijk tot +24.5 mTAW (=langetermijnszetting)

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-8: Verloop zettingen tpv kruin (punten B, C, E en F), kern canyon (punt D) en tenen (punten A en G) van dijk

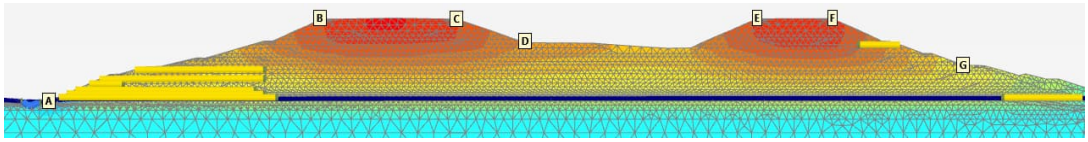


Figuur 5-9: Verloop zettingen tpv kruin (punten B, C, E en F) en kern canyon (punt D)

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.4.1. Ogenblikkelijke zettingen en verplaatsingen (tot in laatste uitvoeringsfase)

Na ophoging van de dijk tot +24.5 mTAW (fase 16h) wordt een gemiddelde totale verplaatsing van 3.04m gevonden ter hoogte van de kruin van de dijk. Hiervan is 3.03m gevonden als zetting.



Figuur 5-10: Zettingen einde uitvoeringsfase – fase 16h

Tabel 5-2: Verplaatsingen en zettingen einde uitvoeringsfase – fase 16h

Locatie	Tot. verplaatsing [m]	Hor. verpl. [m]	Zetting [m]
A	1.53	-1.12	-1.04
B	2.99	0.16	2.98
C	3.02	-0.18	3.01
D	2.45	-0.05	2.45
E	3.05	0.21	3.05
F	3.10	-0.03	3.10
G	1.76	0.35	1.73
Centraal B&C	3.27	-0.06	3.27
Centraal E&F	3.22	0.12	3.22

5.4.2. Langetermijnszettingen en -verplaatsingen

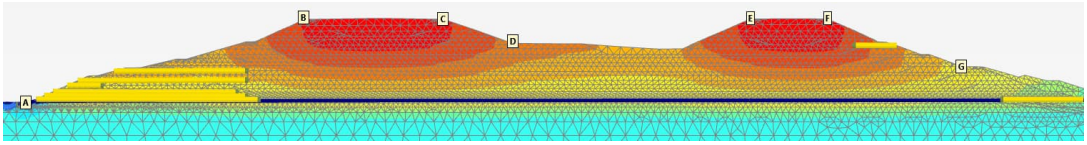
5.4.2.1. DIJK ZETTINGEN.

Na 5 jaar consolidatie (i.e. op 22/04/2037 of binnen Q2-Y13 – Q4-Y13, of ca. 11.75 jaar na de start van de voorbereidende werken aan de dijk) nemen de verplaatsingen toe met ca. 26cm tot 3.30m, eveneens gemeten in de kruin.

Dit betekent dat de dijken dienen opgeleverd te worden met een overhoogte van 26 cm op de kruin.

Figuur 5-8 geeft aan dat de zettingen na 5 jaar reeds stabiliseren. De benodigde overhoogte blijft ver beneden de maximaal toegelaten overhoogte (i.e. 75 cm, zie [4]). Een nazichtsberekening van de situatie 20 jaar na aanleg van de dijk resulteert in een totale zetting van 3.58m en 3.50m op de noordelijke resp. zuidelijke kruin, dus analoog aan de verplaatsingen na 5 jaar consolidatie.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-11: Langetermijnszettingen – fase 25b

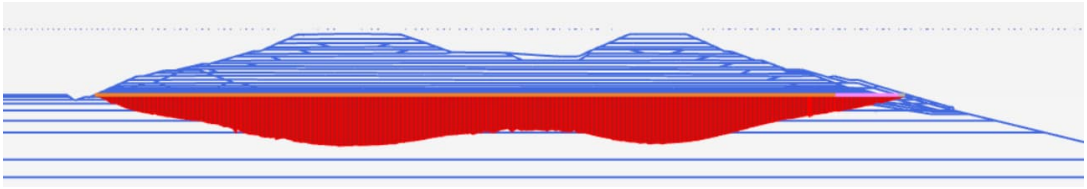
Tabel 5-3: Langetermijnszettingen en -verplaatsingen 5 jaar na einde uitvoeringsfase – fase 25b

Locatie	Verplaatsing [m]	Hor. verpl. [m]	Zetting [m]	Overhoogte [m]
A	1.63	-1.23	-1.07	-0.03
B	3.24	0.18	3.24	0.26
C	3.30	-0.21	3.29	0.28
D	2.63	-0.06	2.63	0.18
E	3.32	0.22	3.31	0.26
F	**3.35**	-0.04	**3.35**	0.25
G	1.82	0.38	1.78	0.05
Centraal B&C	3.58	-0.06	3.58	0.31
Cantraal E&F	3.49	0.12	3.49	0.27

5.4.3. Plaxis vs. Terzaghi

Onderstaande tabel geeft een vergelijking tussen de berekende zettingen op MV peil door Plaxis na 5 jaar consolidatie en de zettingen bepaald door de methode Terzaghi.

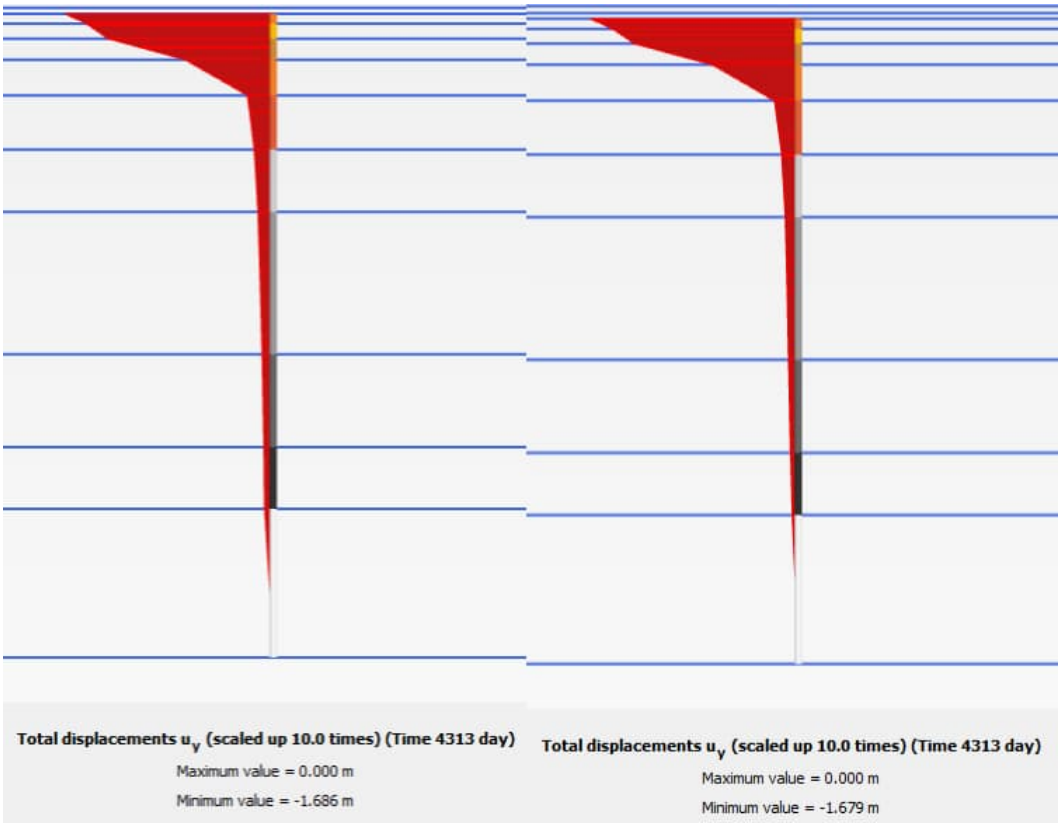
De lasten ten gevolge van de bouw van de dijk werden bepaald door de bekomen effectieve spanningen uit het model over de breedte van 347m dijk (van teen aan polderzijde tot 347m richting havenzijde, dit is de rand van de dijk) gelijkmatig te spreiden over de 347m dijk. Er wordt een gemiddelde spanning gevonden van 288 kN/m².



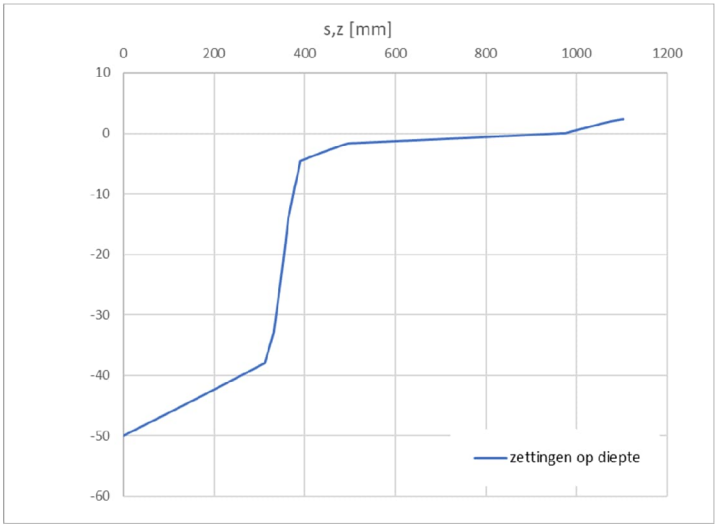
Figuur 5-12: Effectieve spanningen s'yy – fase 25b

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.4.3.1. KRUIN

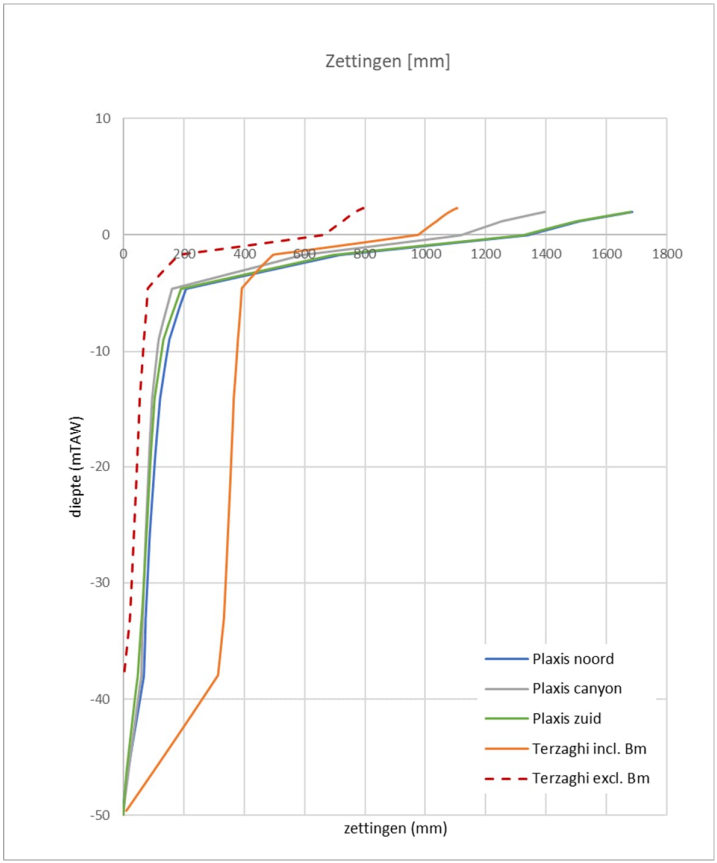


Figuur 5-13: Zettingen tpv as van de dijk (noordelijke vs. Zuidelijke kruin) – fase 25b - Plaxis



Figuur 5-14: Zettingen tpv as van de dijk – fase 25b – Terzaghi

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-15: Zettingen tpv kruinen van en canyon in de dijk – fase 25b – Plaxis vs. Terzaghi

Tabel 5-4: Zettingen Plaxis vs. Terzaghi – fase 25b

Locatie	Zetting Plaxis [m]	Δp [kN/m²]	Zetting Terzaghi [m]
As van dijk, i.e. centraal onder de noordelijke kruin	1.69	432	1.10
As van dijk, i.e. centraal onder de canyon	1.39	313	1.10
As van dijk, i.e. centraal onder de zuidelijke kruin	1.68	415	1.10

Op de as van de dijk treden zettingen voornamelijk op in de bovenste lagen en in de Boomse klei. Volgens Plaxis wordt een zetting van 1.4 à 1.7m gevonden waar dit volgens Terzaghi 1.1m is. Aan de top van de Boomse klei werden volgens Terzaghi 0.31m zettingen gevonden. Plaxis berekent aan de top van de Boomse klei een zetting van 0.05 à 0.07m. Aan dokzijde worden de laagste zettingen gevonden.

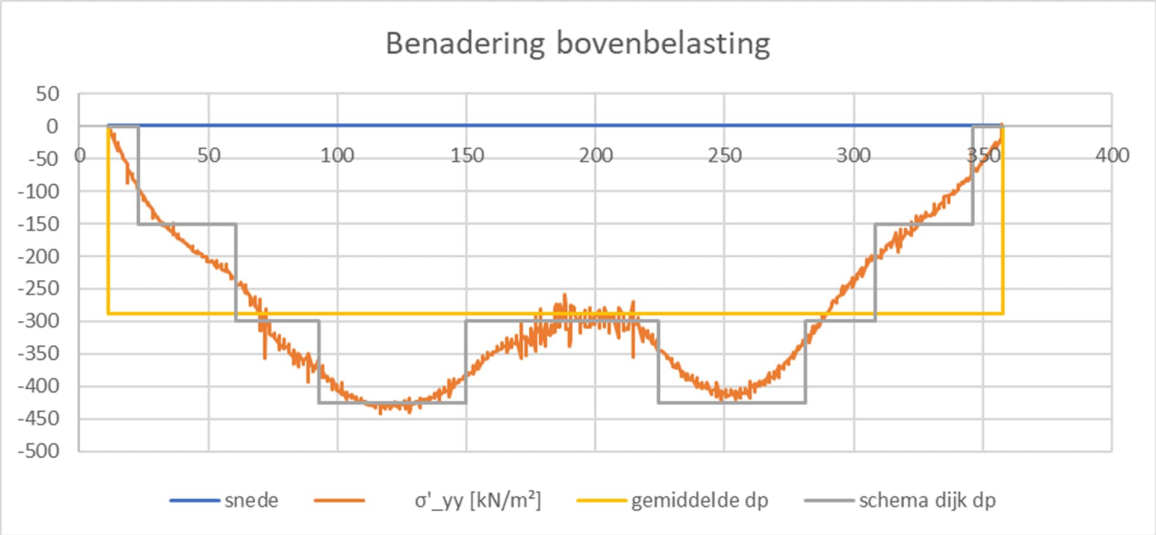
Plaxis bekomt aldus, na een consolidatie van 5 jaar na de eindtoestand, minder zettingen aan top van de Boomse klei. In de toplagen daarentegen, worden meer zettingen bekomen. In

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Plaxis wordt de zetting voornamelijk beïnvloed door de Emodulus (E50,ref = 1400 kN/m²) waar dit bij Terzaghi wordt beïnvloed door de parameter alpha en de samendrukkingsconstanten. Een kleine wijziging in deze parameters geeft reeds een aanzienlijke wijziging in de zettingen. De bovenbelasting wordt daarenboven benaderd ingegeven als een gelijkmatig verdeelde belasting, waar dit eerder een piek vertoont ter plaatse van de kruin en reduceert naar 0 of 100 kN/m² naar de tenen. Anderzijds houdt Plaxis rekening met 2D-effecten: in de bovenste lagen wordt tevens grond horizontaal weggeduwd.

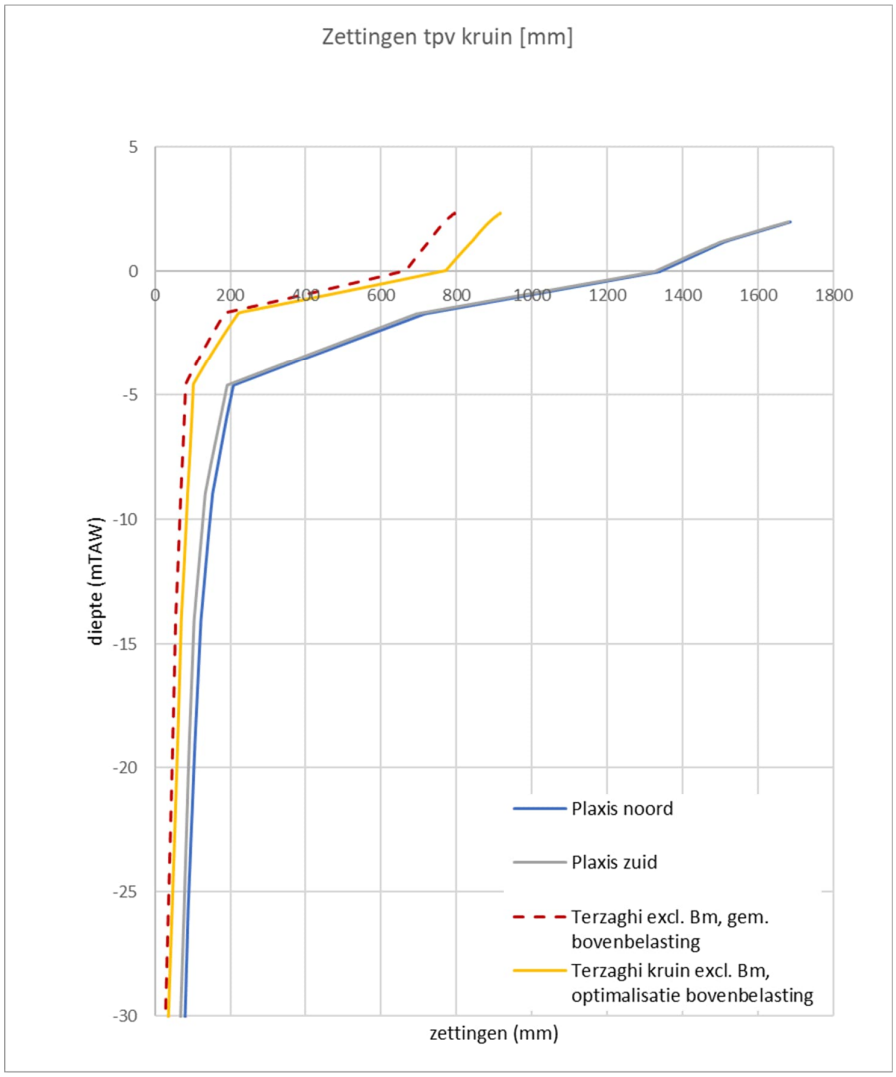
Een betere benadering van de terreinlasten volgens het schema van de dijk in Figuur 5-16 resulteert lokaal in hogere zettingen (telkens Boomse klei buiten beschouwing gelaten):

- Tpv kruin: 0.91m tov 0.79m in geval van een gemiddelde last (zie hoger)
- Tpv canyon: 0.80m tov 0.79m in geval van een gemiddelde last (zie hoger)



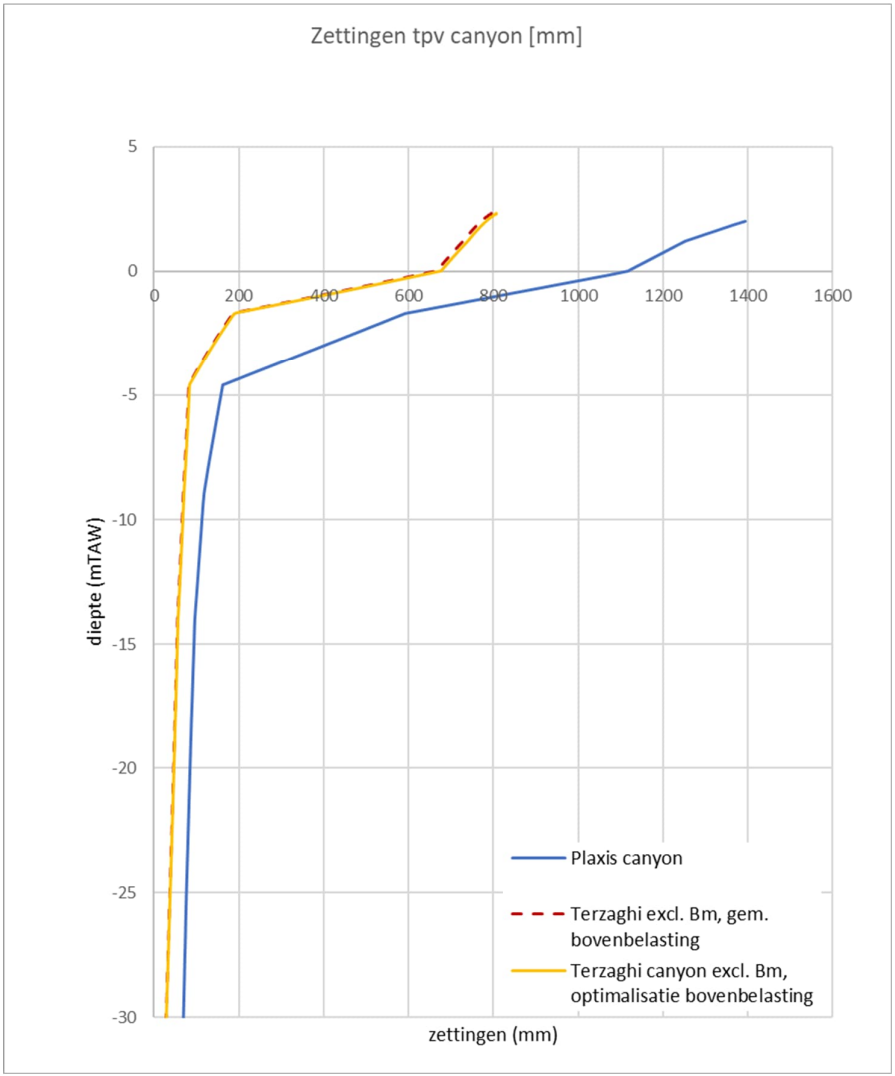
Figuur 5-16: Optimalisatie terreinlasten tbv zettingsberekeningen – fase 25b

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-17: Zettingen tpv as van de kruinen van de dijk – fase 25b – Plaxis vs. Terzaghi vs. Optimalisatie bovenbelasting

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



Figuur 5-18: Zettingen tpv as van de canyon in de dijk – fase 25b – Plaxis vs. Terzaghi vs. Optimalisatie bovenbelasting

5.5. Inwendige krachten

5.5.1. Damwand

Geen damwanden aanwezig

5.5.2. Geotextielen

Onderstaande figuren geven de trekkrachten in de geotextielen weer in de finale toestand, na 5 jaar consolidatie. Er worden 2 lijnen weergegeven:

- Blauwe lijn = trekkracht in finale toestand, na 5 jaar consolidatie
- Gele arcering = omhullende van de trekkracht over alle fasen

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

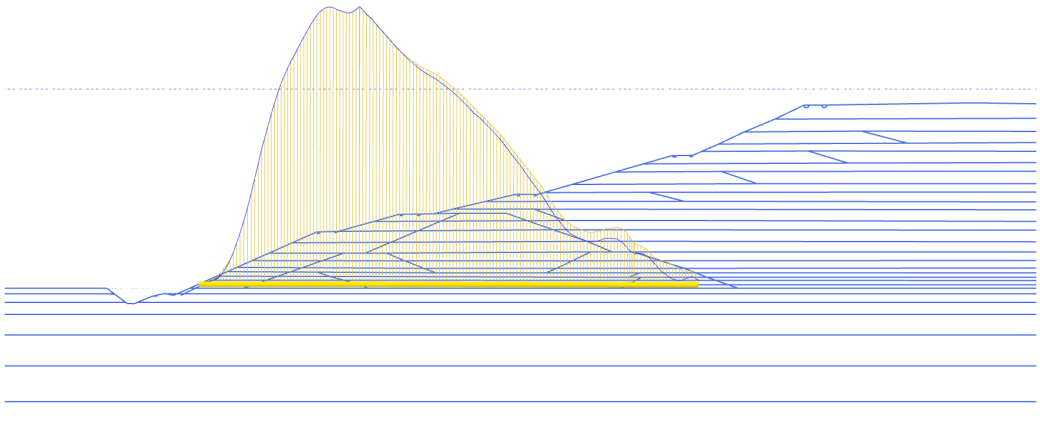
De geotextielen worden weergegeven volgens hun peilen gemeten bij aanleg.

Tabel 5-5: Inwendige krachten in geotextiel (N: trekkracht gemeten in finale toestand; Nmax: omhullende trekkracht)

Peil geotextiel [mTAW]	N [kNm/m]	Nmax [kN/m]
+2.50	78.5	78.5
+3.60	66.5	66.8
+4.60	62.4	63.7
+6.50	8.8	9.0
+7.90	39.6	39.7
+9.80	20.6	20.6
+2.50	13.6	16.2
+17.50	2.4	2.4

De trekkrachten blijven beperkt. Afhankelijk van het gekozen geotextiel en de naadverbindingen (indien van toepassing) kan een geschikt geotextiel worden gevonden.

5.5.2.1. GEOTEXTIEL +2.50 MTAW



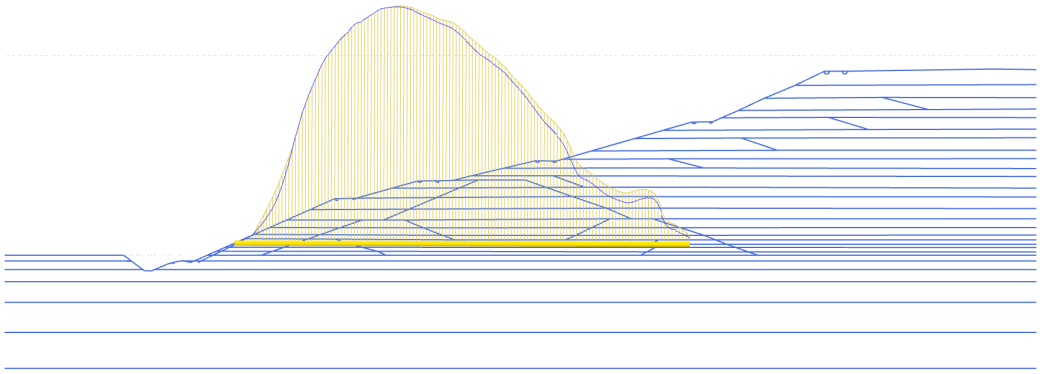
Envelope of Axial forces N (scaled up 0.500 times) (Time 4313 day)

Maximum value = 78.53 kN/m (Element 170 at Node 22645)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.5.2.2. GEOTEXTIEL +3.60 MTAW

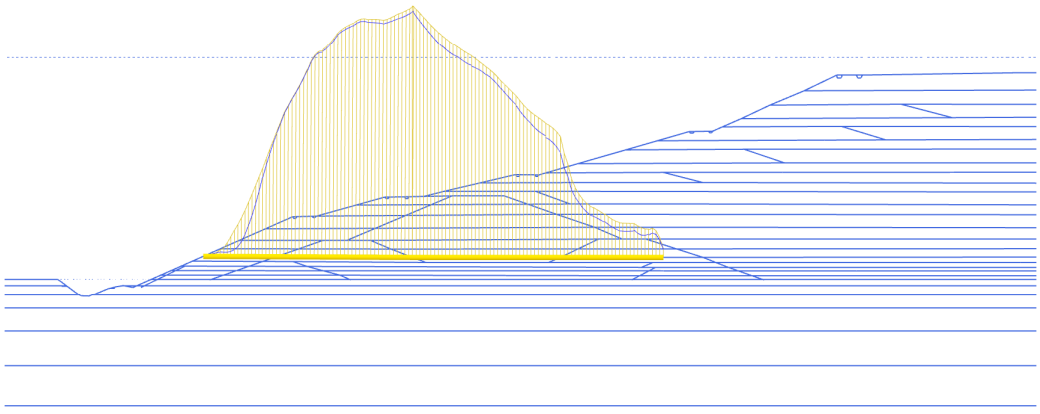


Envelope of Axial forces N (scaled up 0.500 times) (Time 4313 day)

Maximum value = 66.82 kN/m (Element 135 at Node 12235)

Minimum value = 0.000 kN/m

5.5.2.3. GEOTEXTIEL +4.60 MTAW



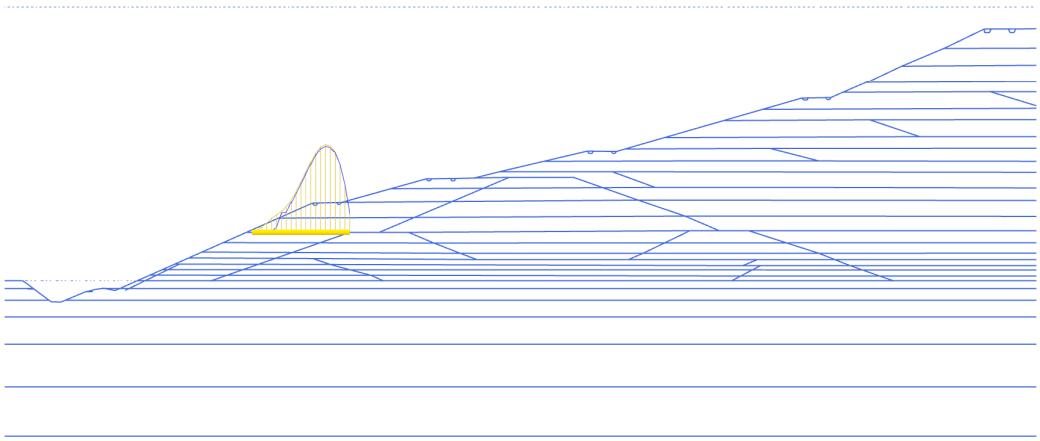
Envelope of Axial forces N (scaled up 0.500 times) (Time 4313 day)

Maximum value = 63.68 kN/m (Element 105 at Node 7513)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.5.2.4. GEOTEXTIEL +6.50 MTAW

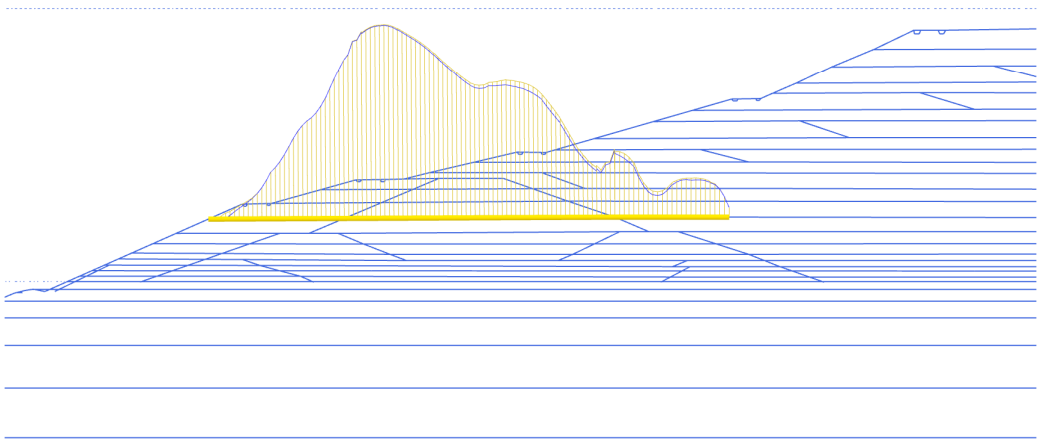


Envelope of Axial forces N (scaled up 1.00 times) (Time 4313 day)

Maximum value = 8.966 kN/m (Element 87 at Node 718)

Minimum value = 0.000 kN/m

5.5.2.5. GEOTEXTIEL +7.90 MTAW



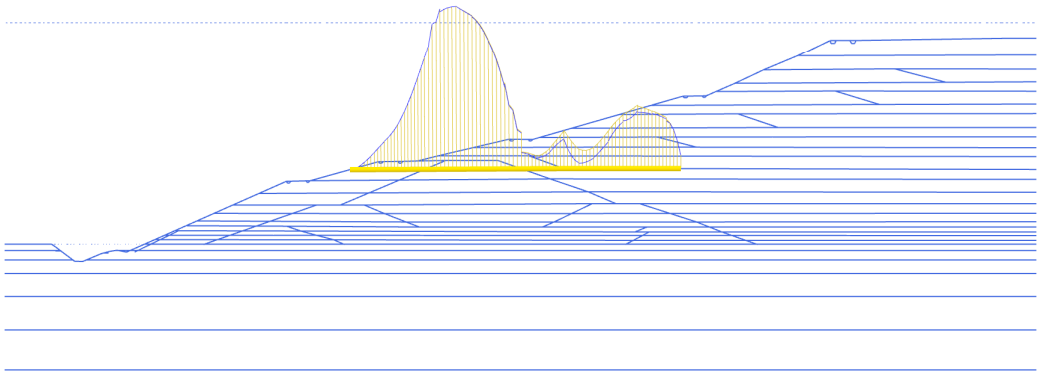
Envelope of Axial forces N (scaled up 0.500 times) (Time 4313 day)

Maximum value = 39.73 kN/m (Element 63 at Node 1306)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.5.2.6. GEOTEXTIEL +9.80 MTAW

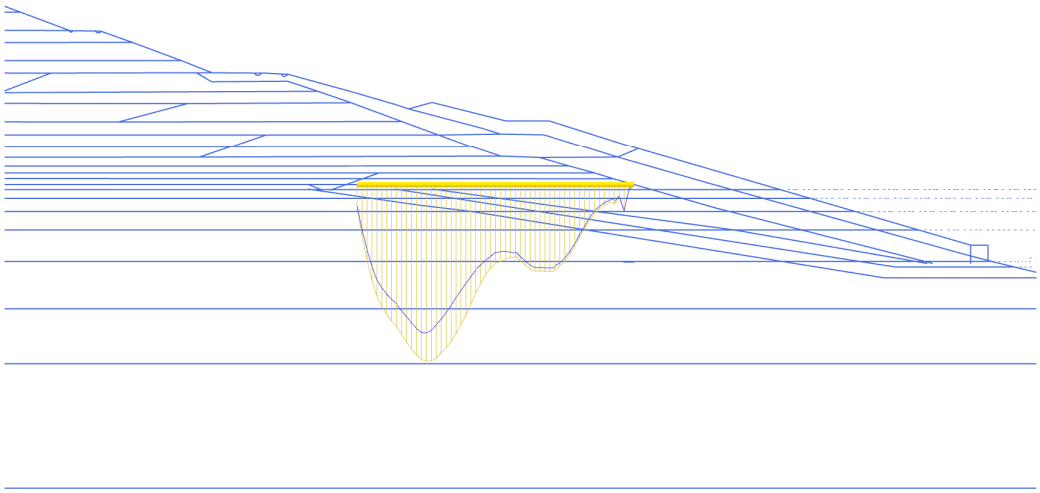


Envelope of Axial forces N (scaled up 1.00 times) (Time 4313 day)

Maximum value = 20.64 kN/m (Element 45 at Node 1511)

Minimum value = 0.000 kN/m

5.5.2.7. GEOTEXTIEL +2.50 MTAW (HAVENZIJDE)



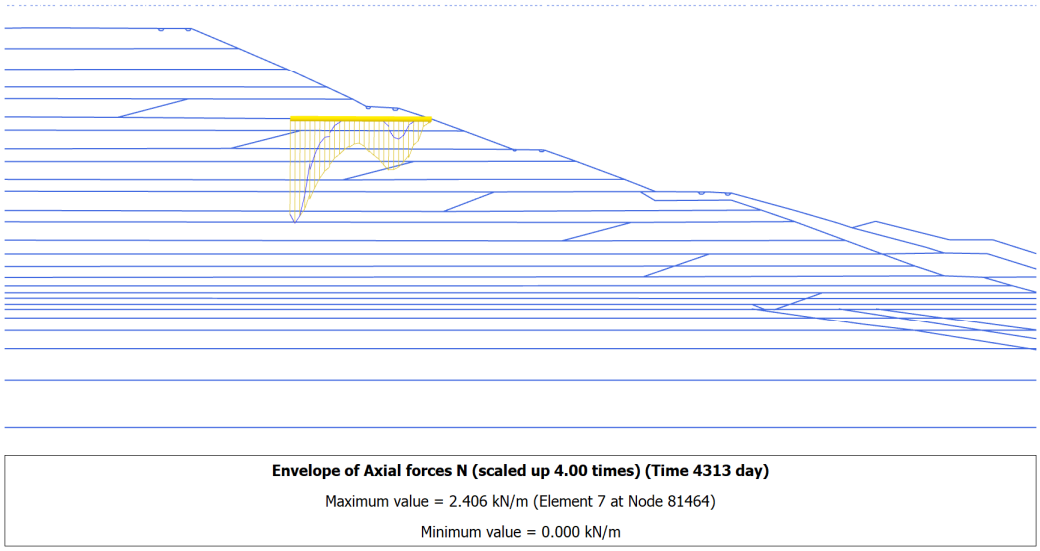
Envelope of Axial forces N (scaled up 1.00 times) (Time 4313 day)

Maximum value = 16.22 kN/m (Element 207 at Node 83508)

Minimum value = 0.000 kN/m

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.5.2.8. GEOTEXTIEL +17.50 MTAW (HAVENZIJDE)



5.6. Invloed bestaande leefbaarheidsbuffer

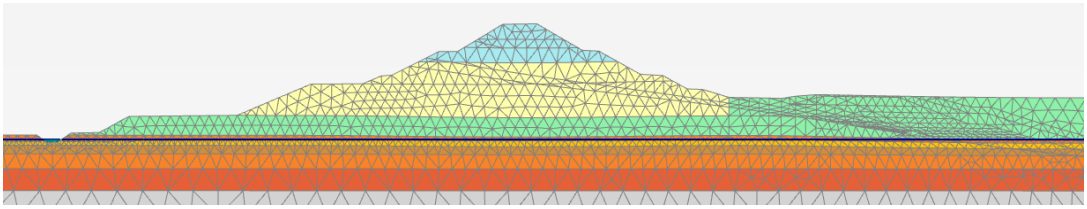
Ter plaatse van de bestaande leefbaarheidsbuffer zal een deel van de bestaande dijk moeten afgegraven worden om de grondverbetering aan havenzijde te kunnen realiseren. De betrachting is echter om zo weinig mogelijk van deze dijk te moeten afgraven, vooral in de zones waar de ontworpen dijk zal gelegen zijn. Aan de hand van aanvullende berekeningen wordt onderzocht welke maatregelen er nodig zijn om de uitgraving te beperken.

Enkel de fase van de grondverbetering (=uitgraving aan teen van bestaande dijk) wordt bepalend.

5.6.1. Opbouw

5.6.1.1. BESTAANDE TOESTAND

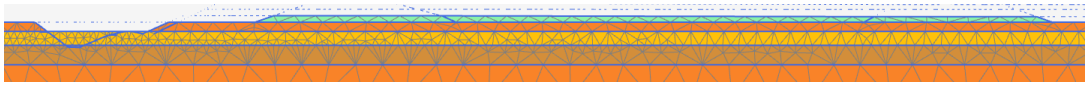
De bestaande toestand wordt gewijzigd ten opzichte van het basismodel: aanwezigheid van de bestaande dijk volgens beschikbaar DTM. De lagenopbouw is opgesteld overeenkomstig gegevens uit de sonderingen en de uitvoeringsplannen van de dijk.



Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

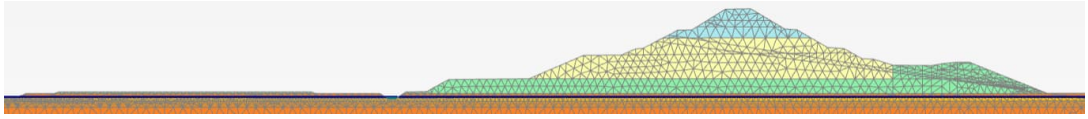
5.6.1.2. VOORBEREIDING NOORDELIJKE DIJK

Basismodel: Realisatie van een beperkte gracht en aanzet (ca. 70m) van de dijkopbouw (=noordelijke dijk) in zand tot peil +2.5 mTAW.



Aanvulling:

Afgraven concessieterrein tot +2 mTAW onder ca. 10/4.



5.6.1.3. GRONDVERBETERING ZUIDELIJK TALUD + BOUW NOORDELIJKE DIJK

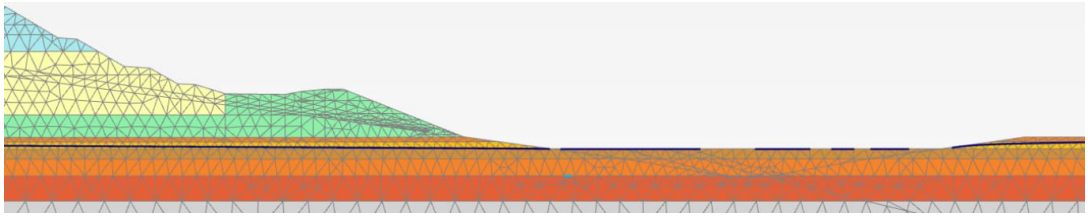
5.6.1.3.1. Aan landzijde

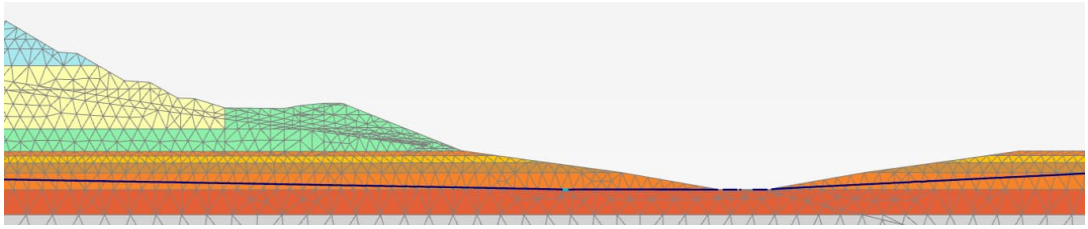
Zie basismodel, par. 5.2.2.1

5.6.1.3.2. Aan dokzijde

Zie basismodel, par. 5.2.2.2. Gezien de gewijzigde BT worden andere figuren bekomen.

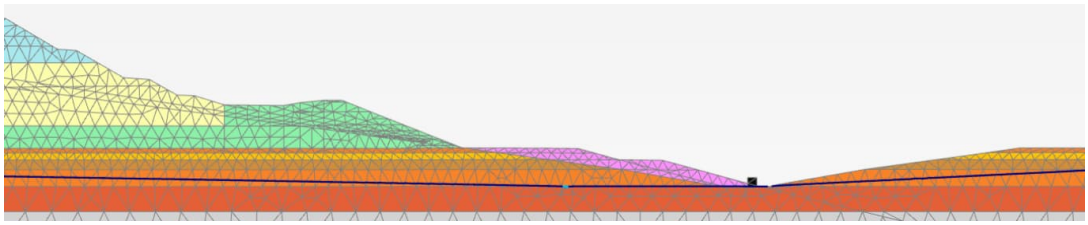
5.6.1.3.3. Laagsgewijze uitgraven zone grondvervanging





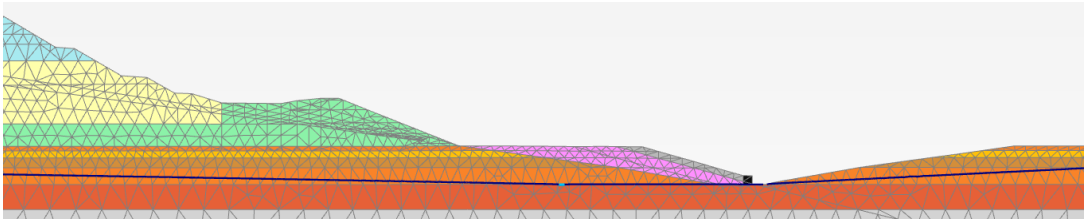
5.6.1.3.4. Laagsgewijze aanvullen zone grondvervanging

- Aanvulling tussenlaag + onderste deel afdek

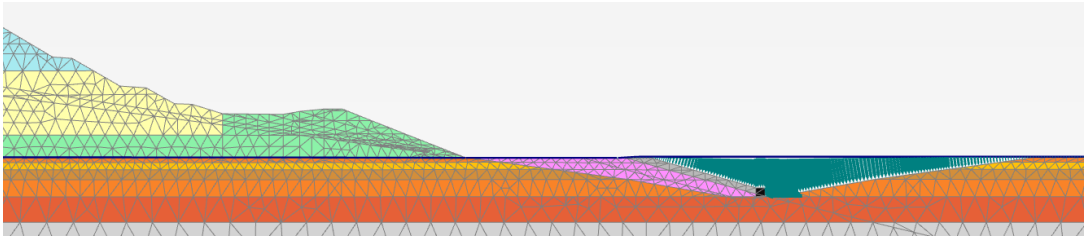


- Bovenste deel afdek + stortstenen

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.



- herstel waterpeil (1e watervoerende laag +2.2 mTAW)



5.6.2. Veiligheidsfactoren

5.6.2.1. OVERZICHT

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de bekomen veiligheden. In tijdelijke toestand wordt overal een minimale veiligheid van 1.1 gehaald. In finale toestand wordt een veiligheid 1.25 gehaald.

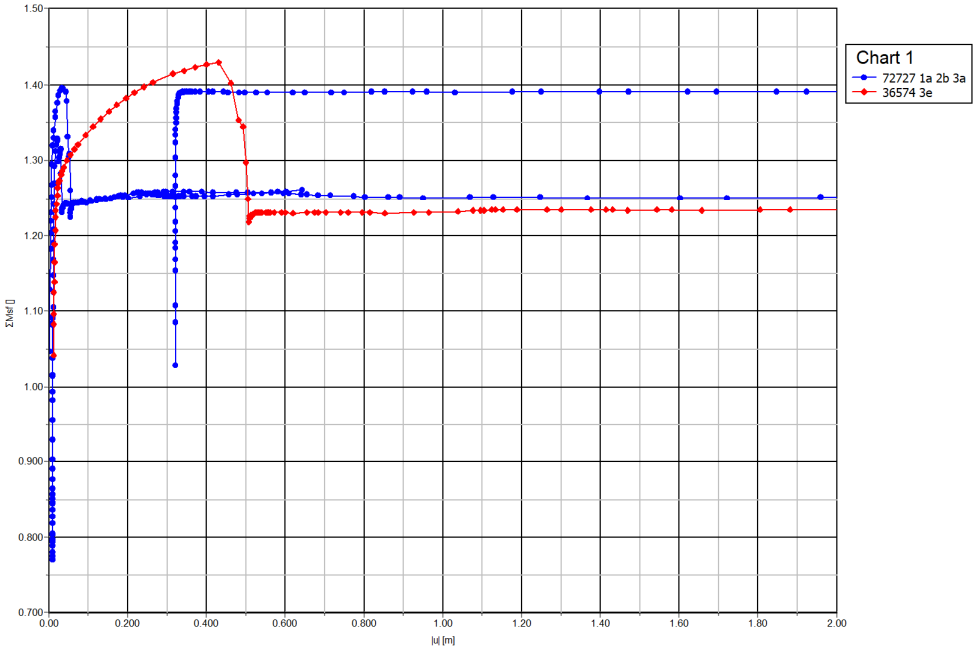
De veiligheden tijdens de fase van de grondverbetering zijn lager dan deze bekomen in het basismodel maar nog steeds voldoende hoog om te kunnen voldoen aan het veiligheidscriterium. De glijvlakken treden op in de bestaande leefbaarheidsbuffer en niet in de zone van de grondverbetering.

Tabel 5-6: Veiligheidsfactoren – dijk tpv bestaande LBB, incl overhoogtes

	ΣMsf	*opm glijvlak*	*Ref grafiek (meetpunt)*
01 a BT	1.261	Z talud LBB BT	72711
02 b SC_put grondstabilisatie deel 2	1.256	Z talud LBB BT	72711
03 a SC_dijk 2.5 afdek Ntalud 8.0	1.255	Z talud LBB BT	72711
03 e SC_dijk 3.0 afdek Ntalud 10.0	1.235	N talud LBB BT	36574

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

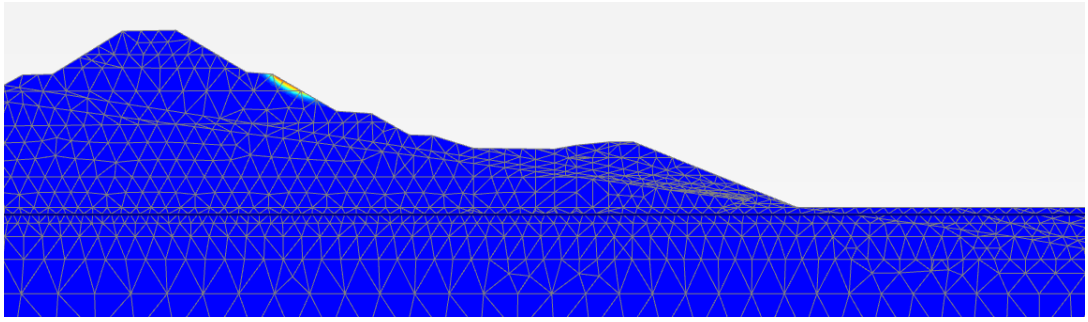
5.6.2.2. GRAFIEKEN



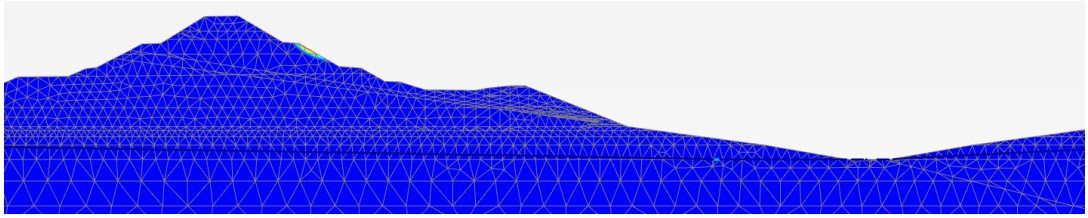
Figuur 5-19: Verloop Msf ifv verplaatsingen – fase 01a, 02b, 03a en 03e

5.6.2.3. GLIJVLAKKEN

5.6.2.3.1. 01 a BT

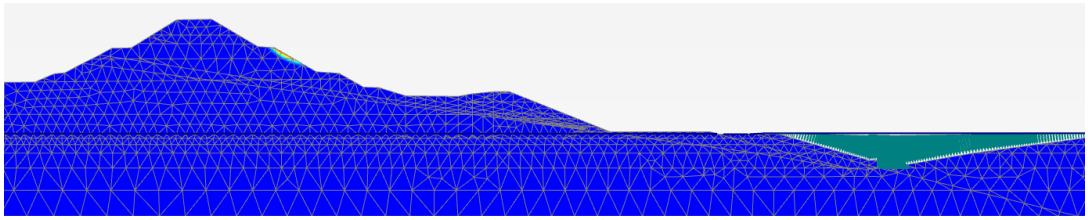


5.6.2.3.2. 02 b SC_put grondstabilisatie deel 2

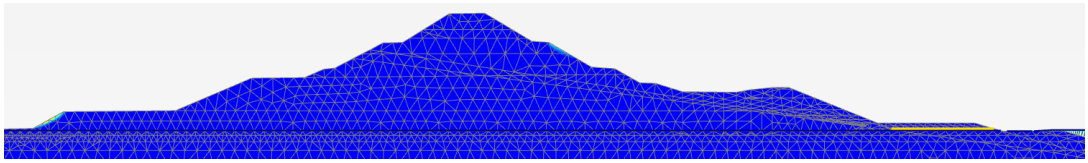


Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

5.6.2.3.3. 03 a SC_dijk 2.5 afdek Ntalud 8.0



5.6.2.3.4. 03 e SC_dijk 3.0 afdek Ntalud 10.0

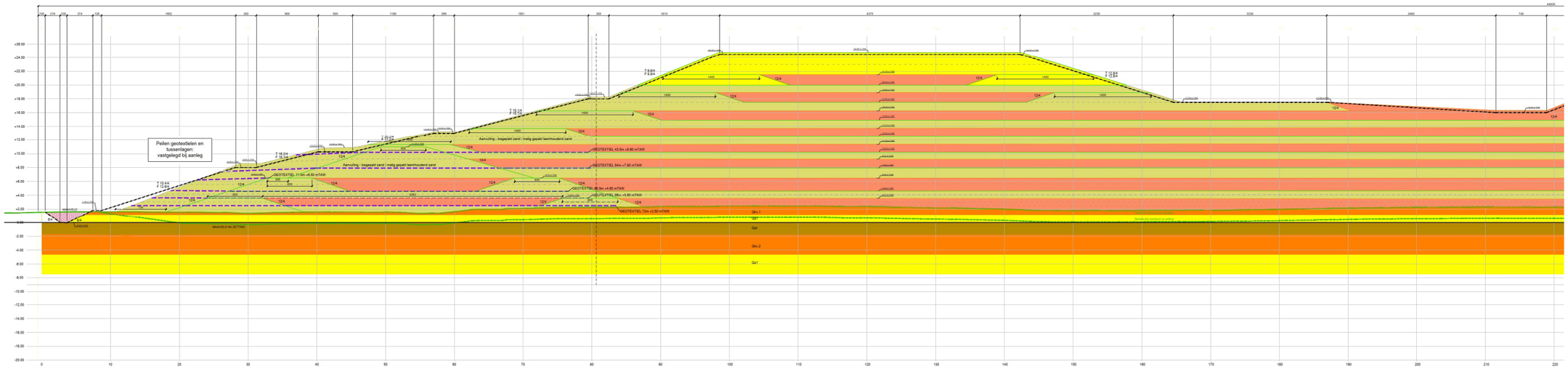


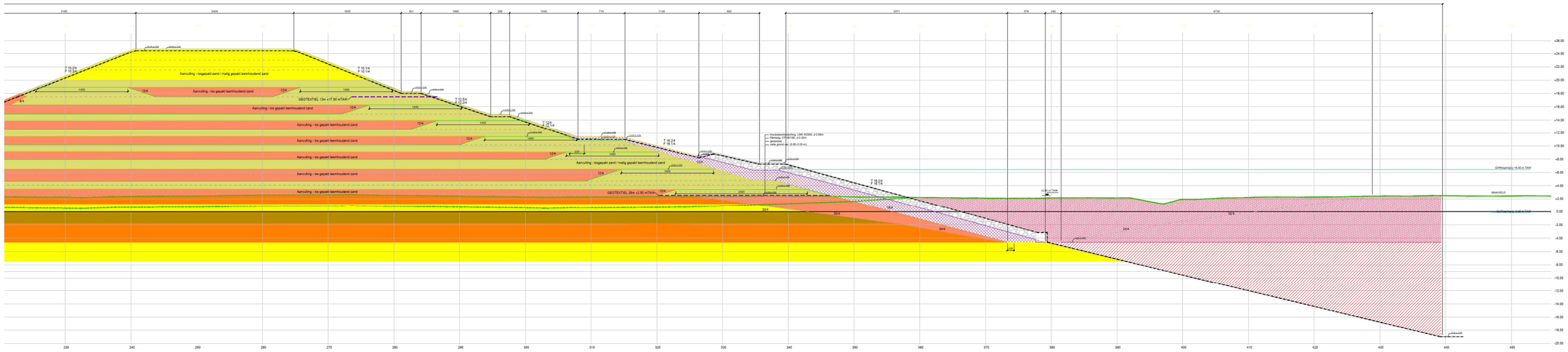
Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

BIJLAGE 1. GEOMETRIE - SNEDE OOST VOLGENS [5]

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

SNEDE E: Oost: Leefbaarheidsbuffer-tpv dok





Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

LEGENDE

- breuksteenbestorting, LMA 40/200
- vette grond
- Qkv
- Qpt
- Qz1, Qz2
- Aanvulling - matig gepakt zand (inw. wrijving +- 30°)
- Aanvulling - losgepakt zand / matig gepakt leemhoudend zand (inw. wrijving +- 27°)
- Aanvulling - los gepakt leemhoudend zand (inw. wrijving +- 25°)
- Uitgraving: mechanisch / hydraulisch
- Opvulling
- Geotextiel
- Dijkprofiel na zetten
- Bestaand maaiveld
- Bestaand maaiveld na zetten
- T xx/4 F xx/4 — Tijdelijke vs. finale taludhellingen

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Dit document is eigendom van Tractebel Engineering S.A.; Elke vorm van kopiëren, publicatie of namaak is verboden zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Bijlage 6: Stabiliteitseisen wand NID

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

CS 07002 Paal 0.8

Grondmechanisch ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk en trek belaste funderingspalen

Conform NBN EN 1997-1 en WTCB-rapport nr. 19 - 2016

Sweco Belgium, 2016

Project:	Noordelijk Insteekdok
Onderdeel:	Buispaal combiwand voor - zonder propvorming Haalbaarheidsstudie
Projectnummer:	B10724-3
Opdrachtgever:	PoAB
Revisie:	0
Datum:	donderdag 6 maart 2025
Geotechnisch ingenieur:	HDM
Contact:	Sweco Belgium - Kantoor Gent Elfjulistraat 43 B-9000 Gent T: +32 9 241 59 20 F: +32 9 296 11 10 gent@swecobelgium.be www.swecobelgium.be

CS 07002 Paal 0.8

1 Inleiding

1.1 Beschrijving

Dit rapport betreft grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen. Het gaat hierbij om de volgende onderdelen/aspecten:

- Keuze van het paaltype;
- Dimensionering paal;
- Bepaling paaldraagvermogen;

1.2 Uitgangspunten

Het toepassingsdocument "Grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen" van het WTCB (nr. 19 - 2016) is normatief voor axiaal op druk belaste funderingspalen.
In België wordt Ontwerpbenadering 1 aangehouden. De benadering bestaat uit 2 combinaties. Wat betreft het draagvermogen van axiaal belaste palen, zal combinatie 2 meestal doorslaggevend zijn. Voor de structurele berekening van de paal zal combinatie 1 meestal maatgevend zijn. Voor trekpalen bij opdrijven geldt EC7-UPL.

Het aanzetpeil en de diameter van de paal worden bepaald aan de hand van berekeningen.

2 Gegevens

2.1 Paaleigenschappen

Buitendiameter	D =	1,420	m
Wanddikte	e =	0,024	m
Oppervlakte basis	A_B =	0,053	m²
Paalomtrek	χs =	8,847	m
Equivalente diameter	$D_{b,eq}$ =	0,033	m
Afkappeil paal	z_{top} =	5,00	mTAW
Aanzetpeil paal	z_{base} =	-30,00	mTAW (de paallengte is 35,00 m)
Soortelijk gewicht paal	γ_{mat} =	78,50	kN/m³

Geen ontgravingsreductie

Paaltype:

Cat. II - Geheid - Open stalen buispaal situatie zonder propvorming

Vorm paal **cirkelvormig**
Statische belastingsproef **zonder SLT**
Kwaliteitsgarantie ☑

2.2 Belastingen

De paal ondergaat belastingen zoals bekomen in de desbetreffende ontwerpnota van het kunstwerk. Een overzicht van de belastingen wordt gegeven in onderstaande tabelllen.

		Druk	Trek
Permanent	**Ongunstig**	2.447 kN	-
	Gunstig	-	-
Variabel	**Ongunstig**	-	-
(standaard)	**Gunstig**	-	-

Tabel 2.1 Belastingen uitgeoefend op de paal

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
$\gamma_{G;dst}$	1,00	1,35	1,00
$\gamma_{G;stb}$	1,00	1,00	0,90
$\gamma_{Q;dst}$	1,00	1,50	1,50
$\gamma_{Q;stb}$	0,00	0,00	0,00
Druk	**2447 kN**	**3303 kN**	**-**
Trek	**0 kN**	**0 kN**	**0 kN**

Wisselbelasting ☐

De grafieken en berekeningen per sondering zijn weergegeven in: EC7-STR/GEO

2.3 Factoren

Zoals beschreven in het toepassingsdocument van het WTCB zijn verschillende factoren van toepassing. In onderstaande tabellen worden de factoren die van toepassing zijn voor de gekozen configuratie per categorie weergegeven.

	Tert. Klei	Andere
α_b	1,00	1,00
$\alpha_{s,i}$	0,60	0,60
ε_b	1,00	1,00

Tabel 2.2 Installatiefactoren

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
γ_b	1,00	1,00	-
γ_s	1,00	1,00	1,40
$\gamma_{s;t}$	1,25		

Tabel 2.3 Partiële factoren

Aantal palen	1-3
ξ_3	1,40
ξ_4	1,40

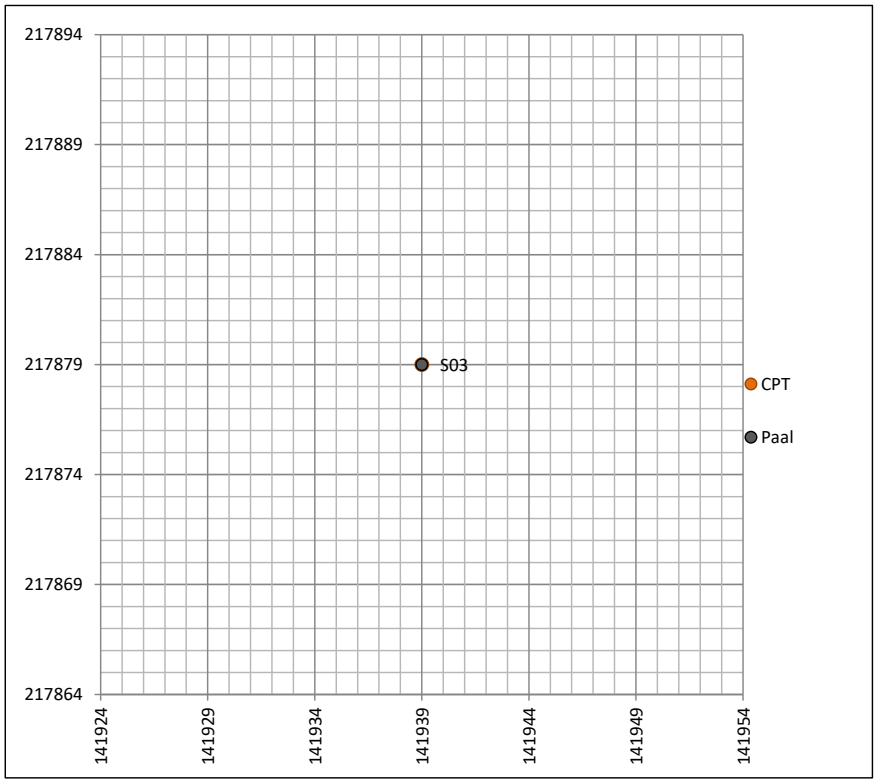
Tabel 2.4 Correlatiefactoren

λ	1,00
$\gamma_{r,d}$	1,00
β	1,00

Tabel 2.5 Overige factoren

2.4 Sonderingen

De situatieschets in Figuur 2.1 geeft weer waar de verschillende sonderingen zijn uitgevoerd in het projectgebied. De sonderingen die maatgevend zijn voor de geotechnische analyses met betrekking tot het kunstwerk zijn toegevoegd in Bijlage 1.



Figuur 2.1 Inplanting sonderingen en paal

Onderstaande tabel geeft de maatgevende sonderingen met hun corresponderende gegevens weer.

Tabel 2.6 Overzicht van de beschikbare sonderingen

Volgnr	Proefnummer	X (m)	Y (m)	Z (mTAW)	Diepte (m)	Conus	q_c [Mpa]	$q_{c;De\ Beer}$ [MPa]
01	S03	141938,6	217878,6	-14,8	19,8	E	4,7	4,7

3 Berekening verticaal draagvermogen

3.1 Beschrijving

Om aan te tonen dat een paalfundering in staat is de voorziene belastingen op te nemen zonder risico op een grondmechanische breuk, moet aan onderstaande ongelijkheid voldaan worden [NBN EN 1997-1 § 7.6.2.1 (1)] :

$$F_{c,d} \leq R_{c,d}$$

waarbij:

- $F_{c,d}$: de rekenwaarde van de axiale drukbelasting op de paalfundering (zie Tabel 2.1);
- $R_{c,d}$: de rekenwaarde van het draagvermogen van de grond bij op druk belaste palen (zie onderstaande berekeningen).

3.2 Rekenwaarde draagvermogen

De rekenwaarde voor het paaldraagvermogen aan de hand van het WTCB-rapport wordt voor de gegevens sonderingen als volgt bekomen.

1. Bepaling van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_b, R_s**
2. Bepaling van het totaal draagvermogen als som van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_c**
3. Bepaling van het gekalibreerde draagvermogen; **$R_{c;cal}$**

$R_{c;cal;01}$ = 4687,5 kN

Het minimum en gemiddeld gekalibreerde draagvermogen is dan:

$R_{c;cal,min}$ = 4687,5 kN

$R_{c;cal,mean}$ = 4687,5 kN

4. Bepaling van het karakteristieke draagvermogen; **$R_{c,k}$**

$$R_{c,k} = \min\left\{\frac{(R_{c,cal})_{gemiddeld}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4}\right\}$$

= 3348,2 kN (het gemiddelde is maatgevend)

5. Bepaling van de rekenwaarde van het draagvermogen. **$R_{c,d}$**

$$R_{c,d} = R_{b,k} / \gamma_b + R_{s,k} / \gamma_s$$

Voor de ontwerpbenaderingen combinatie 1 wordt volgende rekenwaarden van het draagvermogen in vergelijking met het nodig draagvermogen verkregen:

	$R_{c,d}$		$F_{c,d}$	SF
BGT-K	3348,2 kN	≥	2446,7 kN	1,37
O.B.1.1	3348,2 kN	≥	3303,0 kN	1,01

Uit berekeningen blijkt dat de gegeven paalfundering voldoet voor de opgegeven belastingen bij beide belastingscombinaties.

p. 6-1

Sondering: S03

Maaiveldpeil	-14,80	mTAW
Stap	0,20	m
X-coordinaat	141938,59	m
Y-coordinaat	217878,59	m
Gewicht water	10,00	kN/m3
Diepte watertafel	-10,00	m
Top pos. Wrijving	-23,20	mTAW
O.k. neg.wrijving	-23,20	mTAW
Diameter conus	0,036	m
Type conus	E	
Diameter paal	0,033	m

	Tert. Klei	Andere
ω	1	1
α_b	1	1
ε_b	1,00	1
β	1	1
λ	1	1
$\alpha_{s,i}$	0,6	0,6

Grondsoort	q_c [Mpa]	η^*_p of q_s [-] of [Mpa]	R_f* [%]	Notatie tabel
Klei	1 - 4,5	η^*_p = 1/30	3 - 6%	klei Tertklei
	> 4,5	q_s = 0,150		
Leem	1 - 6	η^*_p = 1/60	2 - 3%	leem
	> 6	q_s = 0,100		
Zandhoudende klei/leem	1 - 10	η^*_p = 1/80	1 - 2%	gemengd
Kleihoudende zand/leem	> 10	q_s = 0,125		
Zand	1 - 10	η^*_p = 1/90	< 1%	zand
	10 - 20	$q_s = 0{,}110+0{,}004*(q_c-10)$		
	> 20	q_s = 0,150		

Nr. 100	Diepte m	Peil mTAW	q_c Mpa	Grondsoort	γ_d kN/m³	γ_n kN/m³	$q_{c;reductie}$ Mpa	$q_{c\ de\ beer}$ N/mm²	R_b kN	$q_{s,i}$ N/m²	$\alpha_{s,i} . h_i . q_{s,i}$ N/m	R_s kN	Rc,d (OB11) kN	Rt,d (OB11) kN
1	0,00	-14,80	1,18	zand	17,00	19,00	0,00	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,0	0,0	72,0
2	0,20	-15,00	2,99	zand	17,00	19,00	2,99	3,187	169,1	0,0332	0,000	0,0	120,8	72,7
3	0,40	-15,20	2,65	zand	17,00	19,00	2,65	2,987	158,5	0,0294	0,000	0,0	113,2	73,4
4	0,60	-15,40	2,14	zand	17,00	19,00	2,14	2,045	108,5	0,0238	0,000	0,0	77,5	74,2
5	0,80	-15,60	2,00	zand	17,00	19,00	2,00	1,978	105,0	0,0222	0,000	0,0	75,0	74,9
6	1,00	-15,80	3,73	zand	17,00	19,00	3,73	3,727	197,8	0,0414	0,000	0,0	141,3	75,6
7	1,20	-16,00	7,27	zand	17,00	19,00	7,27	7,268	385,8	0,0808	0,000	0,0	275,6	76,4
8	1,40	-16,20	8,08	zand	17,00	19,00	8,08	8,080	428,9	0,0898	0,000	0,0	306,3	77,1
9	1,60	-16,40	8,77	zand	17,00	19,00	8,77	8,766	465,3	0,0974	0,000	0,0	332,4	77,8
10	1,80	-16,60	8,98	zand	17,00	19,00	8,98	8,957	475,4	0,0998	0,000	0,0	339,6	78,5
11	2,00	-16,80	8,33	zand	17,00	19,00	8,33	8,249	437,9	0,0926	0,000	0,0	312,8	79,3
12	2,20	-17,00	9,43	zand	17,00	19,00	9,43	9,433	500,7	0,1048	0,000	0,0	357,6	80,0
13	2,40	-17,20	9,32	zand	17,00	19,00	9,32	9,276	492,4	0,1035	0,000	0,0	351,7	80,7
14	2,60	-17,40	8,59	zand	17,00	19,00	8,59	8,512	451,8	0,0954	0,000	0,0	322,7	81,4
15	2,80	-17,60	8,72	zand	17,00	19,00	8,72	8,706	462,1	0,0968	0,000	0,0	330,1	82,2
16	3,00	-17,80	7,80	zand	17,00	19,00	7,80	7,711	409,3	0,0867	0,000	0,0	292,4	82,9
17	3,20	-18,00	9,27	zand	17,00	19,00	9,27	9,271	492,1	0,1030	0,000	0,0	351,5	83,6
18	3,40	-18,20	8,22	zand	17,00	19,00	8,22	8,125	431,3	0,0914	0,000	0,0	308,1	84,4
19	3,60	-18,40	9,14	zand	17,00	19,00	9,14	9,143	485,3	0,1016	0,000	0,0	346,7	85,1
20	3,80	-18,60	8,90	zand	17,00	19,00	8,90	8,868	470,7	0,0989	0,000	0,0	336,2	85,8
21	4,00	-18,80	9,64	zand	17,00	19,00	9,64	9,640	511,7	0,1071	0,000	0,0	365,5	86,5
22	4,20	-19,00	9,22	zand	17,00	19,00	9,22	9,173	486,9	0,1025	0,000	0,0	347,8	87,3
23	4,40	-19,20	9,45	zand	17,00	19,00	9,45	9,452	501,7	0,1050	0,000	0,0	358,4	88,0
24	4,60	-19,40	8,71	zand	17,00	19,00	8,71	8,637	458,5	0,0968	0,000	0,0	327,5	88,7
25	4,80	-19,60	8,64	zand	17,00	19,00	8,64	8,627	457,9	0,0960	0,000	0,0	327,1	89,4
26	5,00	-19,80	7,78	zand	17,00	19,00	7,78	7,707	409,1	0,0865	0,000	0,0	292,2	90,2
27	5,20	-20,00	8,48	zand	17,00	19,00	8,48	8,482	450,2	0,0942	0,000	0,0	321,6	90,9
28	5,40	-20,20	8,67	zand	17,00	19,00	8,67	8,672	460,3	0,0964	0,000	0,0	328,8	91,6
29	5,60	-20,40	9,20	zand	17,00	19,00	9,20	9,199	488,3	0,1022	0,000	0,0	348,8	92,4
30	5,80	-20,60	8,95	zand	17,00	19,00	8,95	8,916	473,3	0,0994	0,000	0,0	338,0	93,1
31	6,00	-20,80	9,01	zand	17,00	19,00	9,01	9,006	478,0	0,1001	0,000	0,0	341,5	93,8
32	6,20	-21,00	9,43	zand	17,00	19,00	9,43	9,429	500,5	0,1048	0,000	0,0	357,5	94,5
33	6,40	-21,20	10,12	zand	17,00	19,00	10,12	10,117	537,0	0,1105	0,000	0,0	383,6	95,3
34	6,60	-21,40	9,74	zand	17,00	19,00	9,74	9,701	514,9	0,1082	0,000	0,0	367,8	96,0
35	6,80	-21,60	10,38	zand	17,00	19,00	10,38	10,381	551,0	0,1115	0,000	0,0	393,6	96,7
36	7,00	-21,80	9,82	zand	17,00	19,00	9,82	9,761	518,1	0,1091	0,000	0,0	370,1	97,4
37	7,20	-22,00	10,13	zand	17,00	19,00	10,13	10,127	537,5	0,1105	0,000	0,0	384,0	98,2

p. 6-2

38	**7,40**	**-22,20**	10,11	zand	17,00	19,00	10,11	10,098	536,0	0,1104	0,000	0,0	382,9	98,9
39	**7,60**	**-22,40**	10,74	zand	17,00	19,00	10,74	10,737	569,9	0,1129	0,000	0,0	407,1	99,6
40	**7,80**	**-22,60**	10,70	zand	17,00	19,00	10,70	10,685	567,2	0,1128	0,000	0,0	405,1	100,4
41	**8,00**	**-22,80**	10,42	zand	17,00	19,00	10,42	10,388	551,4	0,1117	0,000	0,0	393,9	101,1
42	**8,20**	**-23,00**	9,12	zand	17,00	19,00	9,12	9,020	478,8	0,1014	0,000	0,0	342,0	101,8
43	**8,40**	**-23,20**	10,31	zand	17,00	19,00	10,31	10,313	547,4	0,1113	0,013	118,1	475,4	170,0
44	**8,60**	**-23,40**	10,06	zand	17,00	19,00	10,06	10,035	532,7	0,1103	0,013	235,2	548,4	237,6
45	**8,80**	**-23,60**	8,88	zand	17,00	19,00	8,88	8,783	466,2	0,0986	0,012	339,9	575,8	298,2
46	**9,00**	**-23,80**	10,09	zand	17,00	19,00	10,09	10,094	535,8	0,1104	0,013	457,0	709,2	365,9
47	**9,20**	**-24,00**	10,02	zand	17,00	19,00	10,02	10,007	531,2	0,1101	0,013	573,9	789,3	433,4
48	**9,40**	**-24,20**	10,38	zand	17,00	19,00	10,38	10,381	551,0	0,1115	0,013	692,3	888,1	501,8
49	**9,60**	**-24,40**	9,36	zand	17,00	19,00	9,36	9,275	492,3	0,1040	0,012	802,7	925,0	565,6
50	**9,80**	**-24,60**	9,46	zand	17,00	19,00	9,46	9,455	501,9	0,1051	0,013	914,2	1011,5	630,1
51	**10,00**	**-24,80**	7,00	zand	17,00	19,00	7,00	6,808	361,4	0,0778	0,009	996,8	970,1	678,0
52	**10,20**	**-25,00**	2,95	Tertklei	19,00	19,00	2,95	2,651	140,8	0,0982	0,012	1101,1	887,1	738,3
53	**10,40**	**-25,20**	3,04	Tertklei	19,00	19,00	3,04	3,041	161,5	0,1014	0,012	1208,7	978,7	800,5
54	**10,60**	**-25,40**	3,32	Tertklei	19,00	19,00	3,32	3,321	176,4	0,1107	0,013	1326,2	1073,3	868,4
55	**10,80**	**-25,60**	3,79	Tertklei	19,00	19,00	3,79	3,785	201,1	0,1262	0,015	1460,1	1186,6	945,6
56	**11,00**	**-25,80**	3,55	Tertklei	19,00	19,00	3,55	3,531	187,6	0,1184	0,014	1585,8	1266,7	1018,2
57	**11,20**	**-26,00**	2,95	Tertklei	19,00	19,00	2,95	2,899	154,0	0,0982	0,012	1690,0	1317,1	1078,4
58	**11,40**	**-26,20**	3,14	Tertklei	19,00	19,00	3,14	3,142	166,9	0,1047	0,013	1801,2	1405,8	1142,7
59	**11,60**	**-26,40**	3,32	Tertklei	19,00	19,00	3,32	3,323	176,5	0,1108	0,013	1918,8	1496,6	1210,6
60	**11,80**	**-26,60**	3,21	Tertklei	19,00	19,00	3,21	3,202	170,1	0,1071	0,013	2032,4	1573,2	1276,3
61	**12,00**	**-26,80**	4,19	Tertklei	19,00	19,00	4,19	4,194	222,8	0,1398	0,017	2180,9	1716,9	1361,8
62	**12,20**	**-27,00**	4,61	Tertklei	19,00	19,00	4,61	4,613	245,0	0,1500	0,018	2340,1	1846,5	1453,6
63	**12,40**	**-27,20**	4,50	Tertklei	19,00	19,00	4,50	4,492	238,6	0,1500	0,018	2499,3	1955,7	1545,3
64	**12,60**	**-27,40**	4,40	Tertklei	19,00	19,00	4,40	4,387	233,0	0,1466	0,018	2654,9	2062,8	1634,9
65	**12,80**	**-27,60**	3,84	Tertklei	19,00	19,00	3,84	3,792	201,4	0,1279	0,015	2790,7	2137,2	1713,2
66	**13,00**	**-27,80**	4,31	Tertklei	19,00	19,00	4,31	4,306	228,7	0,1435	0,017	2943,1	2265,6	1801,0
67	**13,20**	**-28,00**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74	4,739	251,7	0,1500	0,018	3102,3	2395,7	1892,7
68	**13,40**	**-28,20**	4,18	Tertklei	19,00	19,00	4,18	4,140	219,9	0,1395	0,017	3250,4	2478,8	1978,1
69	**13,60**	**-28,40**	4,26	Tertklei	19,00	19,00	4,26	4,262	226,4	0,1421	0,017	3401,2	2591,1	2065,0
70	**13,80**	**-28,60**	4,68	Tertklei	19,00	19,00	4,68	4,676	248,4	0,1500	0,018	3560,4	2720,6	2156,7
71	**14,00**	**-28,80**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	4,527	240,5	0,1500	0,018	3719,7	2828,7	2248,4
72	**14,20**	**-29,00**	4,34	Tertklei	19,00	19,00	4,34	4,320	229,5	0,1446	0,017	3873,1	2930,4	2336,8
73	**14,40**	**-29,20**	3,10	Tertklei	19,00	19,00	3,10	3,006	159,7	0,1033	0,012	3982,8	2958,9	2400,3
74	**14,60**	**-29,40**	4,10	Tertklei	19,00	19,00	4,10	4,097	217,6	0,1366	0,016	4127,8	3103,9	2483,8
75	**14,80**	**-29,60**	4,21	Tertklei	19,00	19,00	4,21	4,205	223,4	0,1402	0,017	4276,6	3214,3	2569,6
76	**15,00**	**-29,80**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74	4,737	251,6	0,1500	0,018	4435,9	3348,2	2661,3
77	**15,20**	**-30,00**	5,81	Tertklei	19,00	19,00	5,81	5,807	308,5	0,1500	0,018	4595,1	3502,5	2753,0
78	**15,40**	**-30,20**	5,56	Tertklei	19,00	19,00	5,56	5,541	294,3	0,1500	0,018	4754,3	3606,2	2844,8
79	**15,60**	**-30,40**	4,94	Tertklei	19,00	19,00	4,94	4,896	260,1	0,1500	0,018	4913,6	3695,5	2936,5
80	**15,80**	**-30,60**	4,38	Tertklei	19,00	19,00	4,38	4,340	230,5	0,1460	0,018	5068,6	3785,1	3025,8
81	**16,00**	**-30,80**	3,80	Tertklei	19,00	19,00	3,80	3,762	199,8	0,1268	0,015	5203,2	3859,3	3103,4
82	**16,20**	**-31,00**	3,90	Tertklei	19,00	19,00	3,90	3,899	207,1	0,1300	0,016	5341,2	3963,1	3183,0
83	**16,40**	**-31,20**	4,35	Tertklei	19,00	19,00	4,35	4,347	230,9	0,1449	0,017	5495,0	4089,9	3271,6
84	**16,60**	**-31,40**	4,24	Tertklei	19,00	19,00	4,24	4,232	224,8	0,1414	0,017	5645,1	4192,8	3358,1
85	**16,80**	**-31,60**	3,71	Tertklei	19,00	19,00	3,71	3,667	194,8	0,1236	0,015	5776,3	4265,1	3433,8
86	**17,00**	**-31,80**	4,38	Tertklei	19,00	19,00	4,38	4,384	232,9	0,1461	0,018	5931,5	4403,1	3523,2
87	**17,20**	**-32,00**	4,45	Tertklei	19,00	19,00	4,45	4,445	236,1	0,1482	0,018	6088,8	4517,8	3613,8
88	**17,40**	**-32,20**	4,26	Tertklei	19,00	19,00	4,26	4,242	225,3	0,1419	0,017	6239,5	4617,7	3700,7
89	**17,60**	**-32,40**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	4,535	240,9	0,1500	0,018	6398,7	4742,6	3792,4
90	**17,80**	**-32,60**	4,42	Tertklei	19,00	19,00	4,42	4,405	234,0	0,1472	0,018	6555,0	4849,2	3882,4
91	**18,00**	**-32,80**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05	5,047	268,1	0,1500	0,018	6714,2	4987,3	3974,1
92	**18,20**	**-33,00**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	4,495	238,8	0,1500	0,018	6873,4	5080,1	4065,9
93	**18,40**	**-33,20**	4,73	Tertklei	19,00	19,00	4,73	4,725	251,0	0,1500	0,018	7032,7	5202,6	4157,6

94	**18,60**	**-33,40**	4,59	Tertklei	19,00	19,00	4,59	4,574	243,0	0,1500	0,018	7191,9	5310,6	4249,3

p. 6-3

95	**18,80**	**-33,60**	5,24	Tertklei	19,00	19,00	5,24	5,240	278,3	0,1500	0,018	7351,2	5449,6	4341,0
96	**19,00**	**-33,80**	4,82	Tertklei	19,00	19,00	4,82	4,788	254,3	0,1500	0,018	7510,4	5546,2	4432,7
97	**19,20**	**-34,00**	4,84	Tertklei	19,00	19,00	4,84	4,844	257,3	0,1500	0,018	7669,6	5662,1	4524,5
98	**19,40**	**-34,20**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74			0,1500	0,018	7828,9		
99	**19,60**	**-34,40**	4,68	Tertklei	19,00	19,00	4,68			0,1500	0,018	7988,1		
100	**19,80**	**-34,60**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05			0,1500	0,018	8147,4		

p. 6-4

p. 6-5

Buispaal combiwand voor - zonder propvorming

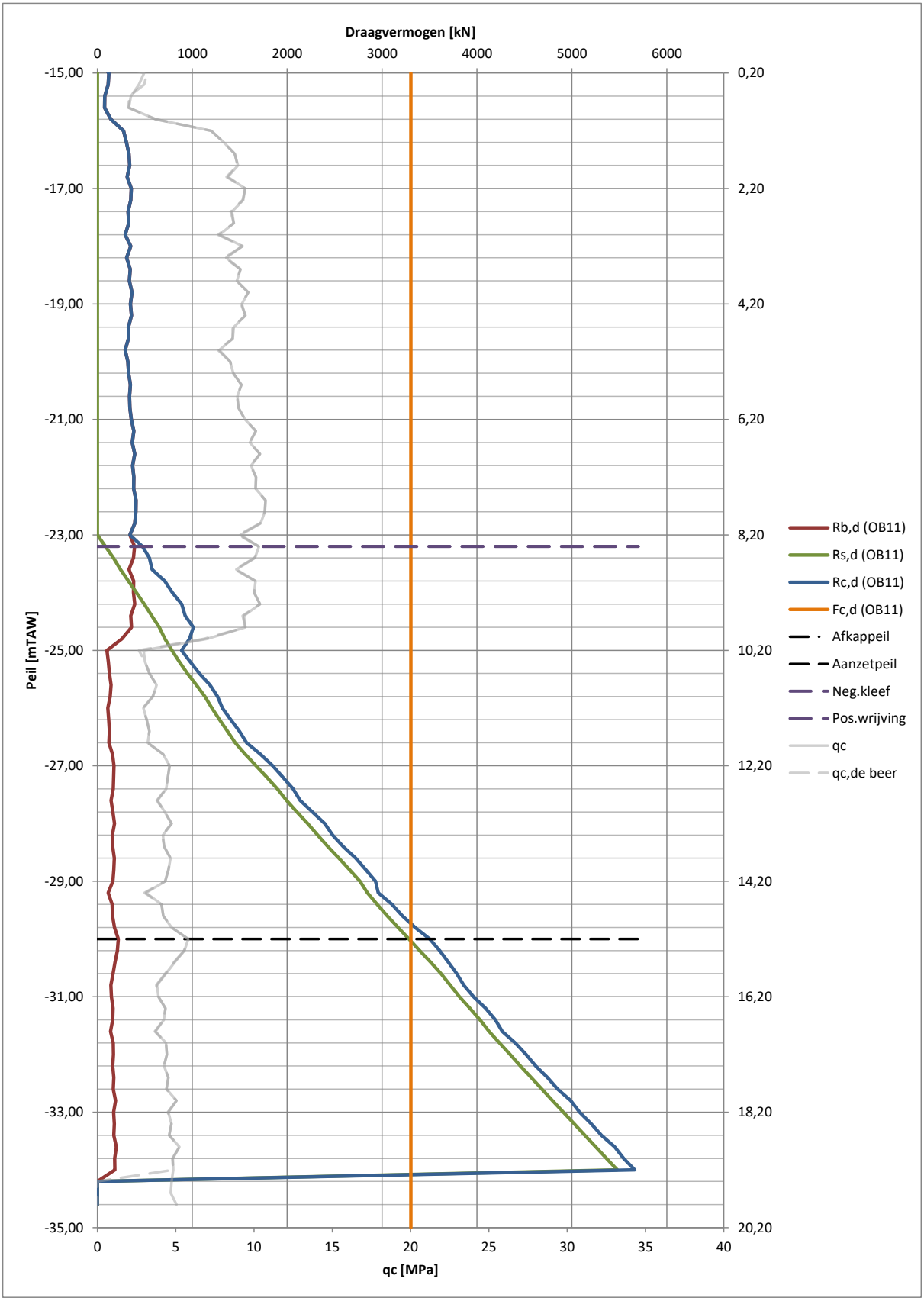
Bijlagen

A. Diagramma paaldraagvermogens

CS 07002 Paal 0.8

A.1. CPT no. S03

Verticaal draagvermogen: Ontwerpbenadering 1 combinatie 1 (druk)



A	Division Infrastructure Elfjulistraat 43 B-9000 Gent	Project: **Noordelijk Insteekdok** Onderdeel: **Buispaal combiwand voor - zonder propvorming**		Projectnummer: **B10724-3** **0**
	Geotechnisch ingenieur: **HDM**		Blad : **1**	Datum: **6/03/2025**

CS 07002 Paal 0.8

Grondmechanisch ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk en trek belaste funderingspalen

Conform NBN EN 1997-1 en WTCB-rapport nr. 19 - 2016

Sweco Belgium, 2016

Project:	Noordelijk Insteekdok
Onderdeel:	Buispaal combiwand voor - met propvorming Haalbaarheidsstudie
Projectnummer:	B10724-3
Opdrachtgever:	PoAB
Revisie:	0
Datum:	donderdag 6 maart 2025
Geotechnisch ingenieur:	HDM
Contact:	Sweco Belgium - Kantoor Gent Elfjulistraat 43 B-9000 Gent T: +32 9 241 59 20 F: +32 9 296 11 10 gent@swecobelgium.be www.swecobelgium.be

CS 07002 Paal 0.8

1 Inleiding

1.1 Beschrijving

Dit rapport betreft grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen. Het gaat hierbij om de volgende onderdelen/aspecten:

- Keuze van het paaltype;
- Dimensionering paal;
- Bepaling paaldraagvermogen;

1.2 Uitgangspunten

Het toepassingsdocument "Grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen" van het WTCB (nr. 19 - 2016) is normatief voor axiaal op druk belaste funderingspalen.
In België wordt Ontwerpbenadering 1 aangehouden. De benadering bestaat uit 2 combinaties. Wat betreft het draagvermogen van axiaal belaste palen, zal combinatie 2 meestal doorslaggevend zijn. Voor de structurele berekening van de paal zal combinatie 1 meestal maatgevend zijn. Voor trekpalen bij opdrijven geldt EC7-UPL.

Het aanzetpeil en de diameter van de paal worden bepaald aan de hand van berekeningen.

2 Gegevens

2.1 Paaleigenschappen

Buitendiameter	D =	**1,420**	m
Wanddikte	e =	**0,024**	m
Oppervlakte basis	A_B =	1,584	m²
Paalomtrek	χs =	4,461	m
Equivalente diameter	$D_{b,eq}$ =	1,420	m
Afkappeil paal	z_{top} =	**5,00**	mTAW
Aanzetpeil paal	z_{base} =	**-30,00**	mTAW (de paallengte is 35,00 m)
Soortelijk gewicht paal	γ_{mat} =	**78,50**	kN/m³

Geen ontgravingsreductie

Paaltype:

Cat. I - Geheid/geperst - Open stalen buispalen, situatie met propvorming

Vorm paal **cirkelvormig**

Statische belastingsproef **zonder SLT**

Kwaliteitsgarantie ☑

2.2 Belastingen

De paal ondergaat belastingen zoals bekomen in de desbetreffende ontwerpnota van het kunstwerk. Een overzicht van de belastingen wordt gegeven in onderstaande tabelllen.

		Druk	Trek
Permanent	**Ongunstig**	**2.447 kN**	**-**
	Gunstig	**-**	**-**
Variabel	**Ongunstig**	**-**	**-**
(standaard)	**Gunstig**	**-**	**-**

Tabel 2.1 Belastingen uitgeoefend op de paal

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
$\gamma_{G;dst}$	1,00	1,35	1,00
$\gamma_{G;stb}$	1,00	1,00	0,90
$\gamma_{Q;dst}$	1,00	1,50	1,50
$\gamma_{Q;stb}$	0,00	0,00	0,00
Druk	**2447 kN**	**3303 kN**	**-**
Trek	**0 kN**	**0 kN**	**0 kN**

Wisselbelasting ☐

De grafieken en berekeningen per sondering zijn weergegeven in: EC7-STR/GEO

2.3 Factoren

Zoals beschreven in het toepassingsdocument van het WTCB zijn verschillende factoren van toepassing. In onderstaande tabellen worden de factoren die van toepassing zijn voor de gekozen configuratie per categorie weergegeven.

	Tert. Klei	Andere
α_b	1,00	1,00
$\alpha_{s,i}$	0,60	0,60
ε_b	0,61	1,00

Tabel 2.2 Installatiefactoren

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
γ_b	1,00	1,00	-
γ_s	1,00	1,00	1,40
$\gamma_{s;t}$	1,25		

Tabel 2.3 Partiële factoren

Aantal palen	**1-3**
ξ_3	**1,40**
ξ_4	1,40

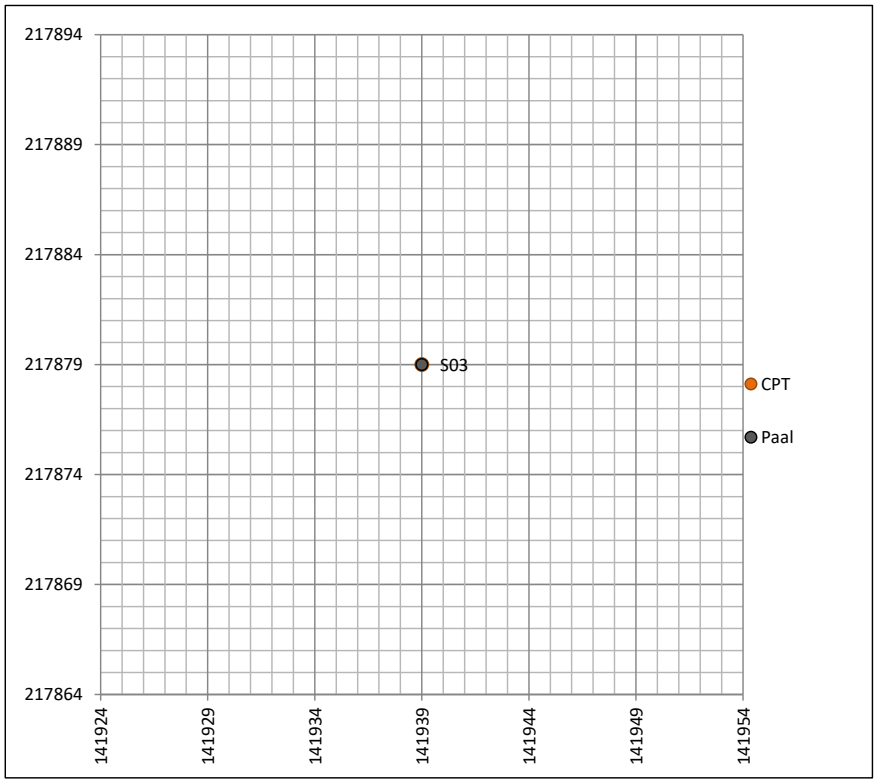
Tabel 2.4 Correlatiefactoren

λ	**1,00**
$\gamma_{r,d}$	1,00
β	**1,00**

Tabel 2.5 Overige factoren

2.4 Sonderingen

De situatieschets in Figuur 2.1 geeft weer waar de verschillende sonderingen zijn uitgevoerd in het projectgebied. De sonderingen die maatgevend zijn voor de geotechnische analyses met betrekking tot het kunstwerk zijn toegevoegd in Bijlage 1.



Figuur 2.1 Inplanting sonderingen en paal

Onderstaande tabel geeft de maatgevende sonderingen met hun corresponderende gegevens weer.

Tabel 2.6 Overzicht van de beschikbare sonderingen

Volgnr	Proefnummer	X (m)	Y (m)	Z (mTAW)	Diepte (m)	Conus	q_c [Mpa]	$q_{c;De\ Beer}$ [MPa]
01	S03	141938,6	217878,6	-14,8	19,8	E	4,7	3,5

3 Berekening verticaal draagvermogen

3.1 Beschrijving

Om aan te tonen dat een paalfundering in staat is de voorziene belastingen op te nemen zonder risico op een grondmechanische breuk, moet aan onderstaande ongelijkheid voldaan worden [NBN EN 1997-1 § 7.6.2.1 (1)] :

$$F_{c,d} \leq R_{c,d}$$

waarbij:

- $F_{c,d}$: de rekenwaarde van de axiale drukbelasting op de paalfundering (zie Tabel 2.1);
- $R_{c,d}$: de rekenwaarde van het draagvermogen van de grond bij op druk belaste palen (zie onderstaande berekeningen).

3.2 Rekenwaarde draagvermogen

De rekenwaarde voor het paaldraagvermogen aan de hand van het WTCB-rapport wordt voor de gegevens sonderingen als volgt bekomen.

1. Bepaling van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_b, R_s**
2. Bepaling van het totaal draagvermogen als som van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_c**
3. Bepaling van het gekalibreerde draagvermogen; **$R_{c;cal}$**

$R_{c;cal;01}$ = 5663,0 kN

Het minimum en gemiddeld gekalibreerde draagvermogen is dan:

$R_{c;cal,min}$ = 5663,0 kN

$R_{c;cal,mean}$ = 5663,0 kN

4. Bepaling van het karakteristieke draagvermogen; **$R_{c,k}$**

$$R_{c,k} = \min\left\{\frac{(R_{c,cal})_{gemiddeld}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4}\right\}$$

= 4045,0 kN (het gemiddelde is maatgevend)

5. Bepaling van de rekenwaarde van het draagvermogen. **$R_{c,d}$**

$$R_{c,d} = R_{b,k} / \gamma_b + R_{s,k} / \gamma_s$$

Voor de ontwerpbenaderingen combinatie 1 wordt volgende rekenwaarden van het draagvermogen in vergelijking met het nodig draagvermogen verkregen:

	$R_{c,d}$		$F_{c,d}$	SF
BGT-K	4045,0 kN	≥	2446,7 kN	1,65
O.B.1.1	4045,0 kN	≥	3303,0 kN	1,22

Uit berekeningen blijkt dat de gegeven paalfundering voldoet voor de opgegeven belastingen bij beide belastingscombinaties.

p. 6-1

Sondering:	S03

Maaiveldpeil	-14,80	mTAW
Stap	0,20	m
X-coordinaat	141938,59	m
Y-coordinaat	217878,59	m
Gewicht water	10,00	kN/m3
Diepte watertafel	-10,00	m
Top pos. Wrijving	-23,20	mTAW
O.k. neg.wrijving	-23,20	mTAW
Diameter conus	0,036	m
Type conus	E	
Diameter paal	1,420	m

	Tert. Klei	Andere
ω	1	1
α_b	1	1
ε_b	0,61	1
β	1	1
λ	1	1
$\alpha_{s,i}$	0,6	0,6

Grondsoort	q_c [Mpa]	η^*_p of q_s [-] of [Mpa]	R_f* [%]	Notatie tabel
Klei	1 - 4,5	η^*_p = 1/30	3 - 6%	klei Tertklei
	> 4,5	q_s = 0,150		
Leem	1 - 6	η^*_p = 1/60	2 - 3%	leem
	> 6	q_s = 0,100		
Zandhoudende klei/leem	1 - 10	η^*_p = 1/80	1 - 2%	gemengd
Kleihoudende zand/leem	> 10	q_s = 0,125		
Zand	1 - 10	η^*_p = 1/90	< 1%	zand
	10 - 20	q_s = 0,110+0,004*(q_c-10)		
	> 20	q_s = 0,150		

Nr. 100	Diepte m	Peil mTAW	q_c Mpa	Grondsoort	γ_d kN/m³	γ_n kN/m³	$q_{c;reductie}$ Mpa	$q_{c\ de\ beer}$ N/mm²	R_b kN	$q_{s,i}$ N/m²	$\alpha_{s,i} . h_i . q_{s,i}$ N/m	R_s kN	Rc,d (OB11) kN	Rt,d (OB11) kN
1	0,00	-14,80	1,18	zand	17,00	19,00	0,00	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,0	0,0	72,0
2	0,20	-15,00	2,99	zand	17,00	19,00	2,99	0,313	495,3	0,0332	0,000	0,0	353,8	72,7
3	0,40	-15,20	2,65	zand	17,00	19,00	2,65	0,387	612,3	0,0294	0,000	0,0	437,3	73,4
4	0,60	-15,40	2,14	zand	17,00	19,00	2,14	0,466	737,8	0,0238	0,000	0,0	527,0	74,2
5	0,80	-15,60	2,00	zand	17,00	19,00	2,00	0,550	870,8	0,0222	0,000	0,0	622,0	74,9
6	1,00	-15,80	3,73	zand	17,00	19,00	3,73	0,639	1012,0	0,0414	0,000	0,0	722,8	75,6
7	1,20	-16,00	7,27	zand	17,00	19,00	7,27	0,731	1157,7	0,0808	0,000	0,0	826,9	76,4
8	1,40	-16,20	8,08	zand	17,00	19,00	8,08	0,822	1301,4	0,0898	0,000	0,0	929,6	77,1
9	1,60	-16,40	8,77	zand	17,00	19,00	8,77	0,912	1444,1	0,0974	0,000	0,0	1031,5	77,8
10	1,80	-16,60	8,98	zand	17,00	19,00	8,98	1,001	1585,5	0,0998	0,000	0,0	1132,5	78,5
11	2,00	-16,80	8,33	zand	17,00	19,00	8,33	1,091	1728,4	0,0926	0,000	0,0	1234,6	79,3
12	2,20	-17,00	9,43	zand	17,00	19,00	9,43	1,182	1871,7	0,1048	0,000	0,0	1336,9	80,0
13	2,40	-17,20	9,32	zand	17,00	19,00	9,32	1,273	2016,6	0,1035	0,000	0,0	1440,4	80,7
14	2,60	-17,40	8,59	zand	17,00	19,00	8,59	1,366	2163,7	0,0954	0,000	0,0	1545,5	81,4
15	2,80	-17,60	8,72	zand	17,00	19,00	8,72	1,461	2313,8	0,0968	0,000	0,0	1652,7	82,2
16	3,00	-17,80	7,80	zand	17,00	19,00	7,80	1,558	2467,4	0,0867	0,000	0,0	1762,4	82,9
17	3,20	-18,00	9,27	zand	17,00	19,00	9,27	1,656	2623,2	0,1030	0,000	0,0	1873,7	83,6
18	3,40	-18,20	8,22	zand	17,00	19,00	8,22	1,759	2785,5	0,0914	0,000	0,0	1989,6	84,4
19	3,60	-18,40	9,14	zand	17,00	19,00	9,14	1,864	2951,8	0,1016	0,000	0,0	2108,4	85,1
20	3,80	-18,60	8,90	zand	17,00	19,00	8,90	1,973	3124,4	0,0989	0,000	0,0	2231,7	85,8
21	4,00	-18,80	9,64	zand	17,00	19,00	9,64	2,086	3303,5	0,1071	0,000	0,0	2359,7	86,5
22	4,20	-19,00	9,22	zand	17,00	19,00	9,22	2,205	3491,4	0,1025	0,000	0,0	2493,9	87,3
23	4,40	-19,20	9,45	zand	17,00	19,00	9,45	2,329	3687,6	0,1050	0,000	0,0	2634,0	88,0
24	4,60	-19,40	8,71	zand	17,00	19,00	8,71	2,459	3894,1	0,0968	0,000	0,0	2781,5	88,7
25	4,80	-19,60	8,64	zand	17,00	19,00	8,64	2,597	4112,6	0,0960	0,000	0,0	2937,6	89,4
26	5,00	-19,80	7,78	zand	17,00	19,00	7,78	2,742	4342,2	0,0865	0,000	0,0	3101,6	90,2
27	5,20	-20,00	8,48	zand	17,00	19,00	8,48	2,895	4584,7	0,0942	0,000	0,0	3274,8	90,9
28	5,40	-20,20	8,67	zand	17,00	19,00	8,67	3,057	4840,7	0,0964	0,000	0,0	3457,6	91,6
29	5,60	-20,40	9,20	zand	17,00	19,00	9,20	3,215	5091,0	0,1022	0,000	0,0	3636,4	92,4
30	5,80	-20,60	8,95	zand	17,00	19,00	8,95	3,354	5312,3	0,0994	0,000	0,0	3794,5	93,1
31	6,00	-20,80	9,01	zand	17,00	19,00	9,01	3,475	5503,2	0,1001	0,000	0,0	3930,8	93,8
32	6,20	-21,00	9,43	zand	17,00	19,00	9,43	3,575	5661,0	0,1048	0,000	0,0	4043,6	94,5
33	6,40	-21,20	10,12	zand	17,00	19,00	10,12	3,651	5782,7	0,1105	0,000	0,0	4130,5	95,3
34	6,60	-21,40	9,74	zand	17,00	19,00	9,74	3,703	5863,9	0,1082	0,000	0,0	4188,5	96,0
35	6,80	-21,60	10,38	zand	17,00	19,00	10,38	3,727	5902,5	0,1115	0,000	0,0	4216,1	96,7
36	7,00	-21,80	9,82	zand	17,00	19,00	9,82	3,722	5894,4	0,1091	0,000	0,0	4210,3	97,4
37	7,20	-22,00	10,13	zand	17,00	19,00	10,13	3,698	5856,0	0,1105	0,000	0,0	4182,8	98,2

p. 6-2

38	**7,40**	**-22,20**	10,11	zand	17,00	19,00	10,11	3,667	5807,0	0,1104	0,000	0,0	4147,8	98,9
39	**7,60**	**-22,40**	10,74	zand	17,00	19,00	10,74	3,629	5747,4	0,1129	0,000	0,0	4105,3	99,6
40	**7,80**	**-22,60**	10,70	zand	17,00	19,00	10,70	3,585	5676,9	0,1128	0,000	0,0	4054,9	100,4
41	**8,00**	**-22,80**	10,42	zand	17,00	19,00	10,42	3,533	5595,4	0,1117	0,000	0,0	3996,7	101,1
42	**8,20**	**-23,00**	9,12	zand	17,00	19,00	9,12	3,475	5502,8	0,1014	0,000	0,0	3930,6	101,8
43	**8,40**	**-23,20**	10,31	zand	17,00	19,00	10,31	3,409	5399,3	0,1113	0,013	59,6	3899,2	136,6
44	**8,60**	**-23,40**	10,06	zand	17,00	19,00	10,06	3,337	5284,9	0,1103	0,013	118,6	3859,6	171,0
45	**8,80**	**-23,60**	8,88	zand	17,00	19,00	8,88	3,258	5159,8	0,0986	0,012	171,4	3808,0	201,9
46	**9,00**	**-23,80**	10,09	zand	17,00	19,00	10,09	3,187	5047,3	0,1104	0,013	230,5	3769,9	236,4
47	**9,20**	**-24,00**	10,02	zand	17,00	19,00	10,02	3,124	4946,9	0,1101	0,013	289,4	3740,2	270,8
48	**9,40**	**-24,20**	10,38	zand	17,00	19,00	10,38	3,069	4859,8	0,1115	0,013	349,1	3720,7	305,7
49	**9,60**	**-24,40**	9,36	zand	17,00	19,00	9,36	3,023	4787,1	0,1040	0,012	404,8	3708,5	338,2
50	**9,80**	**-24,60**	9,46	zand	17,00	19,00	9,46	2,987	4729,9	0,1051	0,013	461,0	3707,8	371,1
51	**10,00**	**-24,80**	9,00	zand	17,00	19,00	9,00	2,966	4696,8	0,1000	0,012	514,6	3722,4	402,4
52	**10,20**	**-25,00**	2,95	Tertklei	19,00	19,00	2,95	2,961	2870,5	0,0982	0,012	567,1	2455,5	433,1
53	**10,40**	**-25,20**	3,04	Tertklei	19,00	19,00	3,04	2,974	2882,6	0,1014	0,012	621,4	2502,9	464,9
54	**10,60**	**-25,40**	3,32	Tertklei	19,00	19,00	3,32	2,993	2901,4	0,1107	0,013	680,6	2558,6	499,5
55	**10,80**	**-25,60**	3,79	Tertklei	19,00	19,00	3,79	3,022	2929,2	0,1262	0,015	748,2	2626,7	538,8
56	**11,00**	**-25,80**	3,55	Tertklei	19,00	19,00	3,55	3,051	2957,8	0,1184	0,014	811,5	2692,4	575,7
57	**11,20**	**-26,00**	2,95	Tertklei	19,00	19,00	2,95	3,081	2986,5	0,0982	0,012	864,1	2750,4	606,5
58	**11,40**	**-26,20**	3,14	Tertklei	19,00	19,00	3,14	3,111	3015,3	0,1047	0,013	920,2	2811,0	639,3
59	**11,60**	**-26,40**	3,32	Tertklei	19,00	19,00	3,32	3,136	3039,6	0,1108	0,013	979,5	2870,8	673,9
60	**11,80**	**-26,60**	3,21	Tertklei	19,00	19,00	3,21	3,156	3058,8	0,1071	0,013	1036,8	2925,4	707,3
61	**12,00**	**-26,80**	4,19	Tertklei	19,00	19,00	4,19	3,170	3073,1	0,1398	0,017	1111,6	2989,1	750,8
62	**12,20**	**-27,00**	4,61	Tertklei	19,00	19,00	4,61	3,176	3078,6	0,1500	0,018	1191,9	3050,4	797,4
63	**12,40**	**-27,20**	4,50	Tertklei	19,00	19,00	4,50	3,171	3073,7	0,1500	0,018	1272,2	3104,2	844,1
64	**12,60**	**-27,40**	4,40	Tertklei	19,00	19,00	4,40	3,164	3066,8	0,1466	0,018	1350,7	3155,3	889,6
65	**12,80**	**-27,60**	3,84	Tertklei	19,00	19,00	3,84	3,155	3058,3	0,1279	0,015	1419,1	3198,2	929,5
66	**13,00**	**-27,80**	4,31	Tertklei	19,00	19,00	4,31	3,145	3048,3	0,1435	0,017	1496,0	3245,9	974,1
67	**13,20**	**-28,00**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74	3,142	3045,2	0,1500	0,018	1576,3	3301,1	1020,7
68	**13,40**	**-28,20**	4,18	Tertklei	19,00	19,00	4,18	3,146	3049,5	0,1395	0,017	1650,9	3357,4	1064,1
69	**13,60**	**-28,40**	4,26	Tertklei	19,00	19,00	4,26	3,160	3063,0	0,1421	0,017	1727,0	3421,4	1108,3
70	**13,80**	**-28,60**	4,68	Tertklei	19,00	19,00	4,68	3,188	3090,0	0,1500	0,018	1807,3	3498,1	1154,9
71	**14,00**	**-28,80**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	3,228	3129,2	0,1500	0,018	1887,6	3583,4	1201,5
72	**14,20**	**-29,00**	4,34	Tertklei	19,00	19,00	4,34	3,279	3178,2	0,1446	0,017	1965,0	3673,7	1246,5
73	**14,40**	**-29,20**	3,10	Tertklei	19,00	19,00	3,10	3,337	3234,7	0,1033	0,012	2020,3	3753,6	1278,8
74	**14,60**	**-29,40**	4,10	Tertklei	19,00	19,00	4,10	3,401	3296,8	0,1366	0,016	2093,4	3850,1	1321,3
75	**14,80**	**-29,60**	4,21	Tertklei	19,00	19,00	4,21	3,463	3356,1	0,1402	0,017	2168,4	3946,1	1364,9
76	**15,00**	**-29,80**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74	3,523	3414,3	0,1500	0,018	2248,7	4045,0	1411,5
77	**15,20**	**-30,00**	5,81	Tertklei	19,00	19,00	5,81	3,577	3466,7	0,1500	0,018	2329,0	4139,8	1458,1
78	**15,40**	**-30,20**	5,56	Tertklei	19,00	19,00	5,56	3,618	3506,8	0,1500	0,018	2409,3	4225,8	1504,7
79	**15,60**	**-30,40**	4,94	Tertklei	19,00	19,00	4,94	3,653	3541,1	0,1500	0,018	2489,6	4307,6	1551,4
80	**15,80**	**-30,60**	4,38	Tertklei	19,00	19,00	4,38	3,686	3572,3	0,1460	0,018	2567,8	4385,8	1596,8
81	**16,00**	**-30,80**	3,80	Tertklei	19,00	19,00	3,80	3,716	3602,2	0,1268	0,015	2635,7	4455,6	1636,3
82	**16,20**	**-31,00**	3,90	Tertklei	19,00	19,00	3,90	3,749	3633,7	0,1300	0,016	2705,3	4527,8	1676,8
83	**16,40**	**-31,20**	4,35	Tertklei	19,00	19,00	4,35	3,782	3666,0	0,1449	0,017	2782,8	4606,3	1721,8
84	**16,60**	**-31,40**	4,24	Tertklei	19,00	19,00	4,24	3,817	3699,8	0,1414	0,017	2858,5	4684,5	1765,8
85	**16,80**	**-31,60**	3,71	Tertklei	19,00	19,00	3,71	3,854	3735,7	0,1236	0,015	2924,7	4757,4	1804,3
86	**17,00**	**-31,80**	4,38	Tertklei	19,00	19,00	4,38	3,897	3776,9	0,1461	0,018	3002,9	4842,7	1849,8
87	**17,20**	**-32,00**	4,45	Tertklei	19,00	19,00	4,45	3,939	3817,6	0,1482	0,018	3082,2	4928,5	1895,8
88	**17,40**	**-32,20**	4,26	Tertklei	19,00	19,00	4,26	3,982	3859,9	0,1419	0,017	3158,2	5013,0	1940,0
89	**17,60**	**-32,40**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	4,027	3902,9	0,1500	0,018	3238,5	5101,0	1986,6
90	**17,80**	**-32,60**	4,42	Tertklei	19,00	19,00	4,42	4,071	3945,7	0,1472	0,018	3317,3	5187,9	2032,3
91	**18,00**	**-32,80**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05	4,115	3988,4	0,1500	0,018	3397,6	5275,7	2078,9
92	**18,20**	**-33,00**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	4,156	4028,3	0,1500	0,018	3477,9	5361,6	2125,5
93	**18,40**	**-33,20**	4,73	Tertklei	19,00	19,00	4,73	4,198	4068,9	0,1500	0,018	3558,2	5448,0	2172,2

94	**18,60**	**-33,40**	4,59	Tertklei	19,00	19,00	4,59	0,000	0,0	0,1500	0,018	3638,5	2598,9	2218,8

p. 6-3

95	**18,80**	**-33,60**	5,24	Tertklei	19,00	19,00	5,24	0,000	0,0	0,1500	0,018	3718,8	2656,3	2265,4
96	**19,00**	**-33,80**	4,82	Tertklei	19,00	19,00	4,82	0,000	0,0	0,1500	0,018	3799,1	2713,6	2312,0
97	**19,20**	**-34,00**	4,84	Tertklei	19,00	19,00	4,84	0,000	0,0	0,1500	0,018	3879,4	2771,0	2358,6
98	**19,40**	**-34,20**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74			0,1500	0,018	3959,7		
99	**19,60**	**-34,40**	4,68	Tertklei	19,00	19,00	4,68			0,1500	0,018	4040,0		
100	**19,80**	**-34,60**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05			0,1500	0,018	4120,3		

p. 6-4

p. 6-5

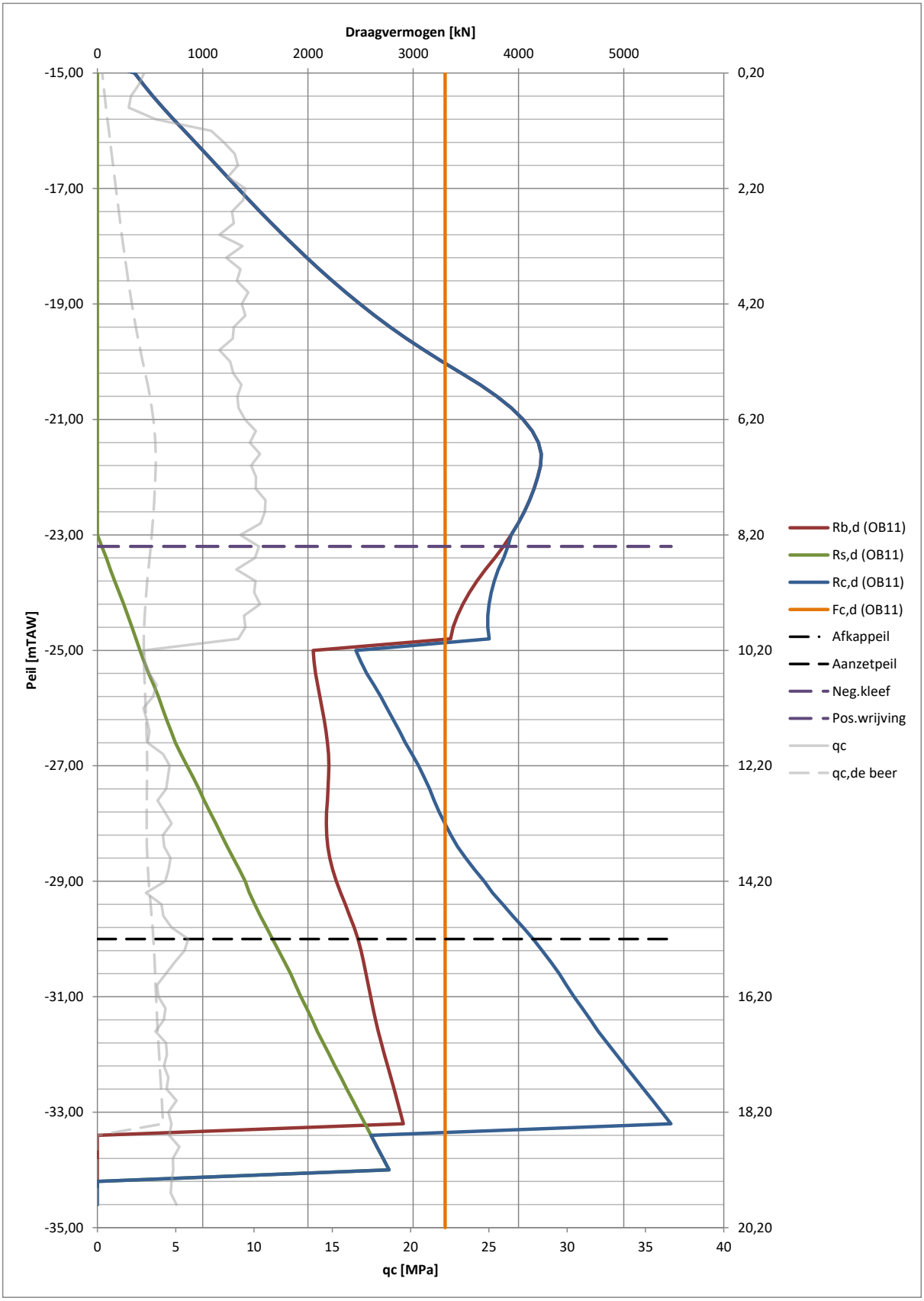
Bijlagen

A. Diagramma paaldraagvermogens

CS 07002 Paal 0.8

A.1. CPT no. S03

Verticaal draagvermogen: Ontwerpbenadering 1 combinatie 1 (druk)



CS 07002 Paal 0.8

Grondmechanisch ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk en trek belaste funderingspalen

Conform NBN EN 1997-1 en WTCB-rapport nr. 19 - 2016

Sweco Belgium, 2016

Project:	Noordelijk Insteekdok
Onderdeel:	Buispaal combiwand achter - zonder propvorming Haalbaarheidsstudie
Projectnummer:	B10724-3
Opdrachtgever:	PoAB
Revisie:	0
Datum:	donderdag 6 maart 2025
Geotechnisch ingenieur:	HDM
Contact:	Sweco Belgium - Kantoor Gent Elfjulistraat 43 B-9000 Gent T: +32 9 241 59 20 F: +32 9 296 11 10 gent@swecobelgium.be www.swecobelgium.be

CS 07002 Paal 0.8

1 Inleiding

1.1 Beschrijving

Dit rapport betreft grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen. Het gaat hierbij om de volgende onderdelen/aspecten:

- Keuze van het paaltype;
- Dimensionering paal;
- Bepaling paaldraagvermogen;

1.2 Uitgangspunten

Het toepassingsdocument "Grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen" van het WTCB (nr. 19 - 2016) is normatief voor axiaal op druk belaste funderingspalen.
In België wordt Ontwerpbenadering 1 aangehouden. De benadering bestaat uit 2 combinaties. Wat betreft het draagvermogen van axiaal belaste palen, zal combinatie 2 meestal doorslaggevend zijn. Voor de structurele berekening van de paal zal combinatie 1 meestal maatgevend zijn. Voor trekpalen bij opdrijven geldt EC7-UPL.

Het aanzetpeil en de diameter van de paal worden bepaald aan de hand van berekeningen.

2 Gegevens

2.1 Paaleigenschappen

Buitendiameter	D =	**1,420**	m
Wanddikte	e =	**0,024**	m
Oppervlakte basis	A_B =	0,053	m²
Paalomtrek	χs =	8,847	m
Equivalente diameter	$D_{b,eq}$ =	0,033	m
Afkappeil paal	z_{top} =	**5,00**	mTAW
Aanzetpeil paal	z_{base} =	**-31,50**	mTAW (de paallengte is 36,50 m)
Soortelijk gewicht paal	γ_{mat} =	**78,50**	kN/m³

Geen ontgravingsreductie

Paaltype:

Cat. II - Geheid - Open stalen buispaal situatie zonder propvorming

Vorm paal **cirkelvormig**

Statische belastingsproef **zonder SLT**

Kwaliteitsgarantie ☑

2.2 Belastingen

De paal ondergaat belastingen zoals bekomen in de desbetreffende ontwerpnota van het kunstwerk. Een overzicht van de belastingen wordt gegeven in onderstaande tabelllen.

		Druk	Trek
Permanent	**Ongunstig**	**2.481 kN**	**-**
	Gunstig	**-**	**-**
Variabel	**Ongunstig**	**-**	**-**
(standaard)	**Gunstig**	**-**	**-**

Tabel 2.1 Belastingen uitgeoefend op de paal

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
$\gamma_{G;dst}$	1,00	1,35	1,00
$\gamma_{G;stb}$	1,00	1,00	0,90
$\gamma_{Q;dst}$	1,00	1,50	1,50
$\gamma_{Q;stb}$	0,00	0,00	0,00
Druk	**2481 kN**	**3350 kN**	**-**
Trek	**0 kN**	**0 kN**	**0 kN**

Wisselbelasting ☐

De grafieken en berekeningen per sondering zijn weergegeven in: EC7-STR/GEO

2.3 Factoren

Zoals beschreven in het toepassingsdocument van het WTCB zijn verschillende factoren van toepassing. In onderstaande tabellen worden de factoren die van toepassing zijn voor de gekozen configuratie per categorie weergegeven.

	Tert. Klei	Andere
α_b	1,00	1,00
$\alpha_{s,i}$	0,60	0,60
ε_b	1,00	1,00

Tabel 2.2 Installatiefactoren

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
γ_b	1,00	1,00	-
γ_s	1,00	1,00	1,40
$\gamma_{s;t}$	1,25		

Tabel 2.3 Partiële factoren

Aantal palen	**1-3**
ξ_3	**1,40**
ξ_4	1,40

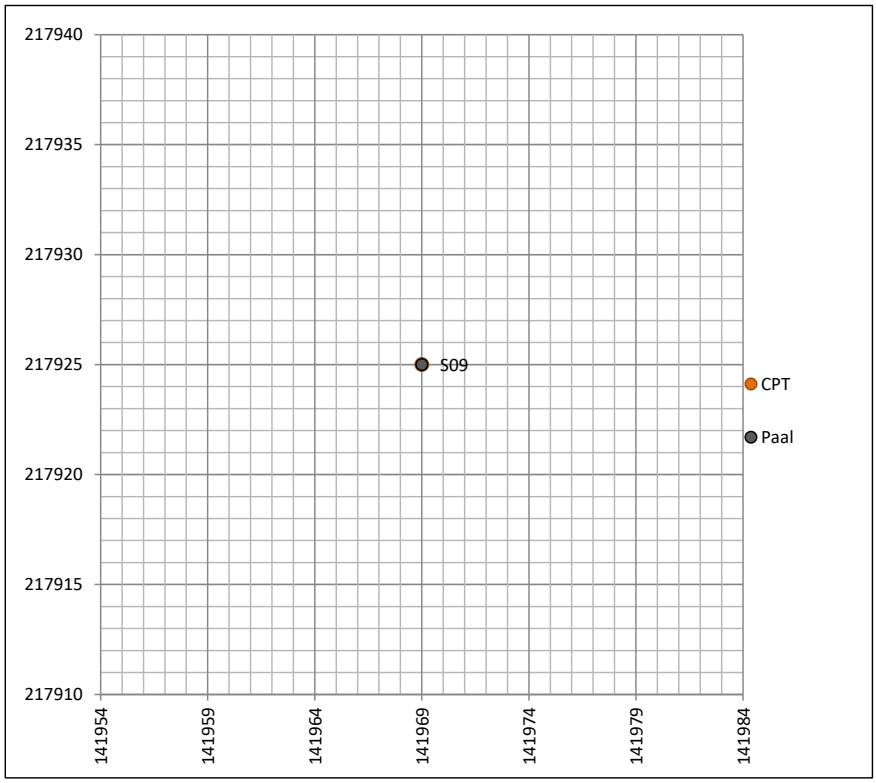
Tabel 2.4 Correlatiefactoren

λ	**1,00**
$\gamma_{r,d}$	1,00
β	**1,00**

Tabel 2.5 Overige factoren

2.4 Sonderingen

De situatieschets in Figuur 2.1 geeft weer waar de verschillende sonderingen zijn uitgevoerd in het projectgebied. De sonderingen die maatgevend zijn voor de geotechnische analyses met betrekking tot het kunstwerk zijn toegevoegd in Bijlage 1.



Figuur 2.1 Inplanting sonderingen en paal

Onderstaande tabel geeft de maatgevende sonderingen met hun corresponderende gegevens weer.

Tabel 2.6 Overzicht van de beschikbare sonderingen

Volgnr	Proefnummer	X (m)	Y (m)	Z (mTAW)	Diepte (m)	Conus	q_c [Mpa]	$q_{c;De\ Beer}$ [MPa]
01	S09	141969,4	217924,9	-15,8	19,2	E	4,5	4,5

3 Berekening verticaal draagvermogen

3.1 Beschrijving

Om aan te tonen dat een paalfundering in staat is de voorziene belastingen op te nemen zonder risico op een grondmechanische breuk, moet aan onderstaande ongelijkheid voldaan worden [NBN EN 1997-1 § 7.6.2.1 (1)] :

$$F_{c,d} \leq R_{c,d}$$

waarbij:

- $F_{c,d}$: de rekenwaarde van de axiale drukbelasting op de paalfundering (zie Tabel 2.1);
- $R_{c,d}$: de rekenwaarde van het draagvermogen van de grond bij op druk belaste palen (zie onderstaande berekeningen).

3.2 Rekenwaarde draagvermogen

De rekenwaarde voor het paaldraagvermogen aan de hand van het WTCB-rapport wordt voor de gegevens sonderingen als volgt bekomen.

1. Bepaling van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_b, R_s**
2. Bepaling van het totaal draagvermogen als som van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_c**
3. Bepaling van het gekalibreerde draagvermogen; **$R_{c;cal}$**

$R_{c;cal;01}$ = 4752,6 kN

Het minimum en gemiddeld gekalibreerde draagvermogen is dan:

$R_{c;cal,min}$ = 4752,6 kN

$R_{c;cal,mean}$ = 4752,6 kN

4. Bepaling van het karakteristieke draagvermogen; **$R_{c,k}$**

$$R_{c,k} = \min\left\{\frac{(R_{c,cal})_{gemiddeld}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4}\right\}$$

= 3394,7 kN (het gemiddelde is maatgevend)

5. Bepaling van de rekenwaarde van het draagvermogen. **$R_{c,d}$**

$$R_{c,d} = R_{b,k} / \gamma_b + R_{s,k} / \gamma_s$$

Voor de ontwerpbenaderingen combinatie 1 wordt volgende rekenwaarden van het draagvermogen in vergelijking met het nodig draagvermogen verkregen:

	$R_{c,d}$		$F_{c,d}$	SF
BGT-K	3394,7 kN	≥	2481,5 kN	1,37
O.B.1.1	3394,7 kN	≥	3350,0 kN	1,01

Uit berekeningen blijkt dat de gegeven paalfundering voldoet voor de opgegeven belastingen bij beide belastingscombinaties.

p. 6-1

Sondering:	S09

Maaiveldpeil	-15,80	mTAW
Stap	0,20	m
X-coordinaat	141969,41	m
Y-coordinaat	217924,91	m
Gewicht water	10,00	kN/m3
Diepte watertafel	-10,00	m
Top pos. Wrijving	-25,50	mTAW
O.k. neg.wrijving	-25,50	mTAW
Diameter conus	0,036	m
Type conus	E	
Diameter paal	0,033	m

	Tert. Klei	Andere
ω	1	1
α_b	1	1
ε_b	1,00	1
β	1	1
λ	1	1
$\alpha_{s,i}$	0,6	0,6

Grondsoort	q_c [Mpa]	η^*_p of q_s [-] of [Mpa]	R_f* [%]	Notatie tabel
Klei	1 - 4,5	η^*_p = 1/30	3 - 6%	klei
	> 4,5	q_s = 0,150		Tertklei
Leem	1 - 6	η^*_p = 1/60	2 - 3%	leem
	> 6	q_s = 0,100		
Zandhoudende klei/leem	1 - 10	η^*_p = 1/80	1 - 2%	gemengd
Kleihoudende zand/leem	> 10	q_s = 0,125		
Zand	1 - 10	η^*_p = 1/90	< 1%	zand
	10 - 20	q_s = 0,110+0,004*(q_c-10)		
	> 20	q_s = 0,150		

Nr. 97	Diepte m	Peil mTAW	q_c Mpa	Grondsoort	γ_d kN/m³	γ_n kN/m³	$q_{c;reductie}$ Mpa	$q_{c\ de\ beer}$ N/mm²	R_b kN	$q_{s,i}$ N/m²	$\alpha_{s,i} . h_i . q_{s,i}$ N/m	R_s kN	Rc,d (OB11) kN	Rt,d (OB11) kN
1	0,00	-15,80	0,93	zand	17,00	19,00	0,00	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,0	0,0	75,6
2	0,20	-16,00	1,87	zand	17,00	19,00	1,87	2,002	106,3	0,0208	0,000	0,0	75,9	76,4
3	0,40	-16,20	2,36	zand	17,00	19,00	2,36	2,455	130,3	0,0263	0,000	0,0	93,1	77,1
4	0,60	-16,40	1,68	zand	17,00	19,00	1,68	1,599	84,9	0,0187	0,000	0,0	60,6	77,8
5	0,80	-16,60	2,54	zand	17,00	19,00	2,54	2,543	135,0	0,0283	0,000	0,0	96,4	78,5
6	1,00	-16,80	6,98	zand	17,00	19,00	6,98	6,976	370,3	0,0775	0,000	0,0	264,5	79,3
7	1,20	-17,00	6,72	zand	17,00	19,00	6,72	6,659	353,5	0,0747	0,000	0,0	252,5	80,0
8	1,40	-17,20	5,44	zand	17,00	19,00	5,44	5,312	282,0	0,0604	0,000	0,0	201,4	80,7
9	1,60	-17,40	7,99	zand	17,00	19,00	7,99	7,986	423,9	0,0887	0,000	0,0	302,8	81,4
10	1,80	-17,60	8,24	zand	17,00	19,00	8,24	8,227	436,7	0,0916	0,000	0,0	311,9	82,2
11	2,00	-17,80	8,41	zand	17,00	19,00	8,41	8,387	445,2	0,0934	0,000	0,0	318,0	82,9
12	2,20	-18,00	9,50	zand	17,00	19,00	9,50	9,495	504,0	0,1055	0,000	0,0	360,0	83,6
13	2,40	-18,20	8,88	zand	17,00	19,00	8,88	8,802	467,2	0,0986	0,000	0,0	333,7	84,4
14	2,60	-18,40	8,43	zand	17,00	19,00	8,43	8,373	444,4	0,0936	0,000	0,0	317,5	85,1
15	2,80	-18,60	7,70	zand	17,00	19,00	7,70	7,627	404,8	0,0856	0,000	0,0	289,2	85,8
16	3,00	-18,80	10,19	zand	17,00	19,00	10,19	10,186	540,7	0,1107	0,000	0,0	386,2	86,5
17	3,20	-19,00	8,25	zand	17,00	19,00	8,25	8,082	429,0	0,0917	0,000	0,0	306,4	87,3
18	3,40	-19,20	6,94	zand	17,00	19,00	6,94	6,832	362,6	0,0771	0,000	0,0	259,0	88,0
19	3,60	-19,40	7,25	zand	17,00	19,00	7,25	7,245	384,6	0,0805	0,000	0,0	274,7	88,7
20	3,80	-19,60	9,42	zand	17,00	19,00	9,42	9,419	500,0	0,1047	0,000	0,0	357,1	89,4
21	4,00	-19,80	9,51	zand	17,00	19,00	9,51	9,503	504,4	0,1057	0,000	0,0	360,3	90,2
22	4,20	-20,00	9,69	zand	17,00	19,00	9,69	9,685	514,1	0,1077	0,000	0,0	367,2	90,9
23	4,40	-20,20	9,78	zand	17,00	19,00	9,78	9,766	518,4	0,1086	0,000	0,0	370,3	91,6
24	4,60	-20,40	9,17	zand	17,00	19,00	9,17	9,114	483,8	0,1019	0,000	0,0	345,6	92,4
25	4,80	-20,60	9,66	zand	17,00	19,00	9,66	9,655	512,5	0,1073	0,000	0,0	366,1	93,1
26	5,00	-20,80	8,29	zand	17,00	19,00	8,29	8,169	433,6	0,0921	0,000	0,0	309,7	93,8
27	5,20	-21,00	8,41	zand	17,00	19,00	8,41	8,409	446,4	0,0934	0,000	0,0	318,8	94,5
28	5,40	-21,20	9,00	zand	17,00	19,00	9,00	8,997	477,6	0,1000	0,000	0,0	341,1	95,3
29	5,60	-21,40	8,34	zand	17,00	19,00	8,34	8,277	439,3	0,0926	0,000	0,0	313,8	96,0
30	5,80	-21,60	9,99	zand	17,00	19,00	9,99	9,986	530,1	0,1110	0,000	0,0	378,6	96,7
31	6,00	-21,80	9,76	zand	17,00	19,00	9,76	9,725	516,2	0,1084	0,000	0,0	368,7	97,4
32	6,20	-22,00	10,24	zand	17,00	19,00	10,24	10,238	543,4	0,1110	0,000	0,0	388,2	98,2
33	6,40	-22,20	10,41	zand	17,00	19,00	10,41	10,412	552,7	0,1116	0,000	0,0	394,8	98,9
34	6,60	-22,40	9,65	zand	17,00	19,00	9,65	9,582	508,6	0,1072	0,000	0,0	363,3	99,6
35	6,80	-22,60	10,87	zand	17,00	19,00	10,87	10,868	576,9	0,1135	0,000	0,0	412,1	100,4
36	7,00	-22,80	11,07	zand	17,00	19,00	11,07	11,070	587,6	0,1143	0,000	0,0	419,7	101,1
37	7,20	-23,00	11,19	zand	17,00	19,00	11,19	11,187	593,8	0,1148	0,000	0,0	424,1	101,8

p. 6-2

38	**7,40**	**-23,20**	10,37	zand	17,00	19,00	10,37	10,298	546,6	0,1115	0,000	0,0	390,4	102,5
39	**7,60**	**-23,40**	9,09	zand	17,00	19,00	9,09	8,985	476,9	0,1010	0,000	0,0	340,7	103,3
40	**7,80**	**-23,60**	9,37	zand	17,00	19,00	9,37	9,365	497,1	0,1041	0,000	0,0	355,1	104,0
41	**8,00**	**-23,80**	9,44	zand	17,00	19,00	9,44	9,431	500,6	0,1048	0,000	0,0	357,6	104,7
42	**8,20**	**-24,00**	7,45	zand	17,00	19,00	7,45	7,297	387,3	0,0828	0,000	0,0	276,7	105,4
43	**8,40**	**-24,20**	3,49	Tertklei	19,00	19,00	3,49	3,198	169,9	0,1163	0,000	0,0	121,3	106,2
44	**8,60**	**-24,40**	3,86	Tertklei	19,00	19,00	3,86	3,859	205,0	0,1286	0,000	0,0	146,4	106,9
45	**8,80**	**-24,60**	3,98	Tertklei	19,00	19,00	3,98	3,975	211,1	0,1325	0,000	0,0	150,8	107,6
46	**9,00**	**-24,80**	3,59	Tertklei	19,00	19,00	3,59	3,562	189,2	0,1198	0,000	0,0	135,1	108,4
47	**9,20**	**-25,00**	3,57	Tertklei	19,00	19,00	3,57	3,562	189,2	0,1188	0,000	0,0	135,1	109,1
48	**9,40**	**-25,20**	3,52	Tertklei	19,00	19,00	3,52	3,510	186,4	0,1172	0,000	0,0	133,2	109,8
49	**9,60**	**-25,40**	3,44	Tertklei	19,00	19,00	3,44	3,436	182,5	0,1148	0,000	0,0	130,4	110,5
50	**9,80**	**-25,60**	3,29	Tertklei	19,00	19,00	3,29	3,274	173,9	0,1096	0,013	116,4	207,3	177,7
51	**10,00**	**-25,80**	3,85	Tertklei	19,00	19,00	3,85	3,847	204,3	0,1282	0,015	252,5	326,3	256,3
52	**10,20**	**-26,00**	4,69	Tertklei	19,00	19,00	4,69	4,694	249,3	0,1500	0,018	411,7	472,2	348,0
53	**10,40**	**-26,20**	4,07	Tertklei	19,00	19,00	4,07	4,018	213,4	0,1356	0,016	555,7	549,4	431,0
54	**10,60**	**-26,40**	4,14	Tertklei	19,00	19,00	4,14	4,141	220,0	0,1380	0,017	702,2	658,7	515,4
55	**10,80**	**-26,60**	4,14	Tertklei	19,00	19,00	4,14	4,138	219,8	0,1380	0,017	848,8	763,3	599,9
56	**11,00**	**-26,80**	4,09	Tertklei	19,00	19,00	4,09	4,087	217,1	0,1364	0,016	993,6	864,8	683,4
57	**11,20**	**-27,00**	4,24	Tertklei	19,00	19,00	4,24	4,240	225,2	0,1413	0,017	1143,6	977,8	769,9
58	**11,40**	**-27,20**	4,65	Tertklei	19,00	19,00	4,65	4,647	246,8	0,1500	0,018	1302,9	1106,9	861,6
59	**11,60**	**-27,40**	4,96	Tertklei	19,00	19,00	4,96	4,961	263,5	0,1500	0,018	1462,1	1232,6	953,3
60	**11,80**	**-27,60**	4,69	Tertklei	19,00	19,00	4,69	4,665	247,8	0,1500	0,018	1621,4	1335,1	1045,0
61	**12,00**	**-27,80**	4,30	Tertklei	19,00	19,00	4,30	4,270	226,8	0,1433	0,017	1773,5	1428,8	1132,7
62	**12,20**	**-28,00**	4,02	Tertklei	19,00	19,00	4,02	3,994	212,2	0,1339	0,016	1915,6	1519,8	1214,6
63	**12,40**	**-28,20**	4,04	Tertklei	19,00	19,00	4,04	4,042	214,7	0,1347	0,016	2058,7	1623,8	1297,1
64	**12,60**	**-28,40**	4,53	Tertklei	19,00	19,00	4,53	4,528	240,5	0,1500	0,018	2217,9	1756,0	1388,8
65	**12,80**	**-28,60**	4,98	Tertklei	19,00	19,00	4,98	4,977	264,4	0,1500	0,018	2377,2	1886,8	1480,5
66	**13,00**	**-28,80**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05	5,046	268,0	0,1500	0,018	2536,4	2003,2	1572,3
67	**13,20**	**-29,00**	4,64	Tertklei	19,00	19,00	4,64	4,602	244,4	0,1500	0,018	2695,6	2100,1	1664,0
68	**13,40**	**-29,20**	4,82	Tertklei	19,00	19,00	4,82	4,815	255,8	0,1500	0,018	2854,9	2221,9	1755,7
69	**13,60**	**-29,40**	4,52	Tertklei	19,00	19,00	4,52	4,497	238,9	0,1500	0,018	3014,1	2323,6	1847,4
70	**13,80**	**-29,60**	3,63	Tertklei	19,00	19,00	3,63	3,558	189,0	0,1209	0,015	3142,4	2379,6	1921,5
71	**14,00**	**-29,80**	3,73	Tertklei	19,00	19,00	3,73	3,732	198,2	0,1244	0,015	3274,5	2480,5	1997,7
72	**14,20**	**-30,00**	3,97	Tertklei	19,00	19,00	3,97	3,968	210,8	0,1323	0,016	3414,9	2589,8	2078,6
73	**14,40**	**-30,20**	4,75	Tertklei	19,00	19,00	4,75	4,752	252,4	0,1500	0,018	3574,1	2733,3	2170,4
74	**14,60**	**-30,40**	5,39	Tertklei	19,00	19,00	5,39	5,385	286,0	0,1500	0,018	3733,4	2871,0	2262,1
75	**14,80**	**-30,60**	5,50	Tertklei	19,00	19,00	5,50	5,500	292,1	0,1500	0,018	3892,6	2989,1	2353,8
76	**15,00**	**-30,80**	4,78	Tertklei	19,00	19,00	4,78	4,722	250,8	0,1500	0,018	4051,9	3073,4	2445,5
77	**15,20**	**-31,00**	4,08	Tertklei	19,00	19,00	4,08	4,032	214,2	0,1361	0,016	4196,4	3150,4	2528,8
78	**15,40**	**-31,20**	4,39	Tertklei	19,00	19,00	4,39	4,394	233,4	0,1465	0,018	4351,8	3275,2	2618,4
79	**15,60**	**-31,40**	4,55	Tertklei	19,00	19,00	4,55	4,547	241,5	0,1500	0,018	4511,1	3394,7	2710,1
80	**15,80**	**-31,60**	5,02	Tertklei	19,00	19,00	5,02	5,019	266,6	0,1500	0,018	4670,3	3526,4	2801,8
81	**16,00**	**-31,80**	5,33	Tertklei	19,00	19,00	5,33	5,331	283,2	0,1500	0,018	4829,6	3652,0	2893,6
82	**16,20**	**-32,00**	12,43	Tertklei	19,00	19,00	12,43	12,433	660,4	0,1500	0,018	4988,8	4035,2	2985,3
83	**16,40**	**-32,20**	4,59	Tertklei	19,00	19,00	4,59	3,992	212,0	0,1500	0,018	5148,1	3828,6	3077,0
84	**16,60**	**-32,40**	4,83	Tertklei	19,00	19,00	4,83	4,830	256,6	0,1500	0,018	5307,3	3974,2	3168,7
85	**16,80**	**-32,60**	4,43	Tertklei	19,00	19,00	4,43	4,392	233,3	0,1475	0,018	5463,9	4069,4	3258,9
86	**17,00**	**-32,80**	4,75	Tertklei	19,00	19,00	4,75	4,745	252,0	0,1500	0,018	5623,1	4196,5	3350,7
87	**17,20**	**-33,00**	5,03	Tertklei	19,00	19,00	5,03	5,034	267,4	0,1500	0,018	5782,4	4321,3	3442,4
88	**17,40**	**-33,20**	4,20	Tertklei	19,00	19,00	4,20	4,139	219,9	0,1401	0,017	5931,1	4393,6	3528,1
89	**17,60**	**-33,40**	4,50	Tertklei	19,00	19,00	4,50	4,500	239,0	0,1500	0,018	6090,4	4521,0	3619,8
90	**17,80**	**-33,60**	5,64	Tertklei	19,00	19,00	5,64	5,644	299,8	0,1500	0,018	6249,6	4678,1	3711,6
91	**18,00**	**-33,80**	5,58	Tertklei	19,00	19,00	5,58	5,568	295,8	0,1500	0,018	6408,9	4789,0	3803,3
92	**18,20**	**-34,00**	5,04	Tertklei	19,00	19,00	5,04	4,999	265,5	0,1500	0,018	6568,1	4881,2	3895,0
93	**18,40**	**-34,20**	5,01	Tertklei	19,00	19,00	5,01	5,012	266,2	0,1500	0,018	6727,3	4995,4	3986,7

94	**18,60**	**-34,40**	**5,15**	**Tertklei**	**19,00**	**19,00**	5,15	5,154	273,8	0,1500	0,018	6886,6	5114,5	4078,4

p. 6-3

95	**18,80**	**-34,60**	**5,00**	**Tertklei**	**19,00**	**19,00**	5,00			0,1500	0,018	7045,8		
96	**19,00**	**-34,80**	**4,25**	**Tertklei**	**19,00**	**19,00**	4,25			0,1418	0,017	7196,3		
97	**19,20**	**-35,00**	**5,07**	**Tertklei**	**19,00**	**19,00**	5,07			0,1500	0,018	7355,6		

p. 6-4

p. 6-5

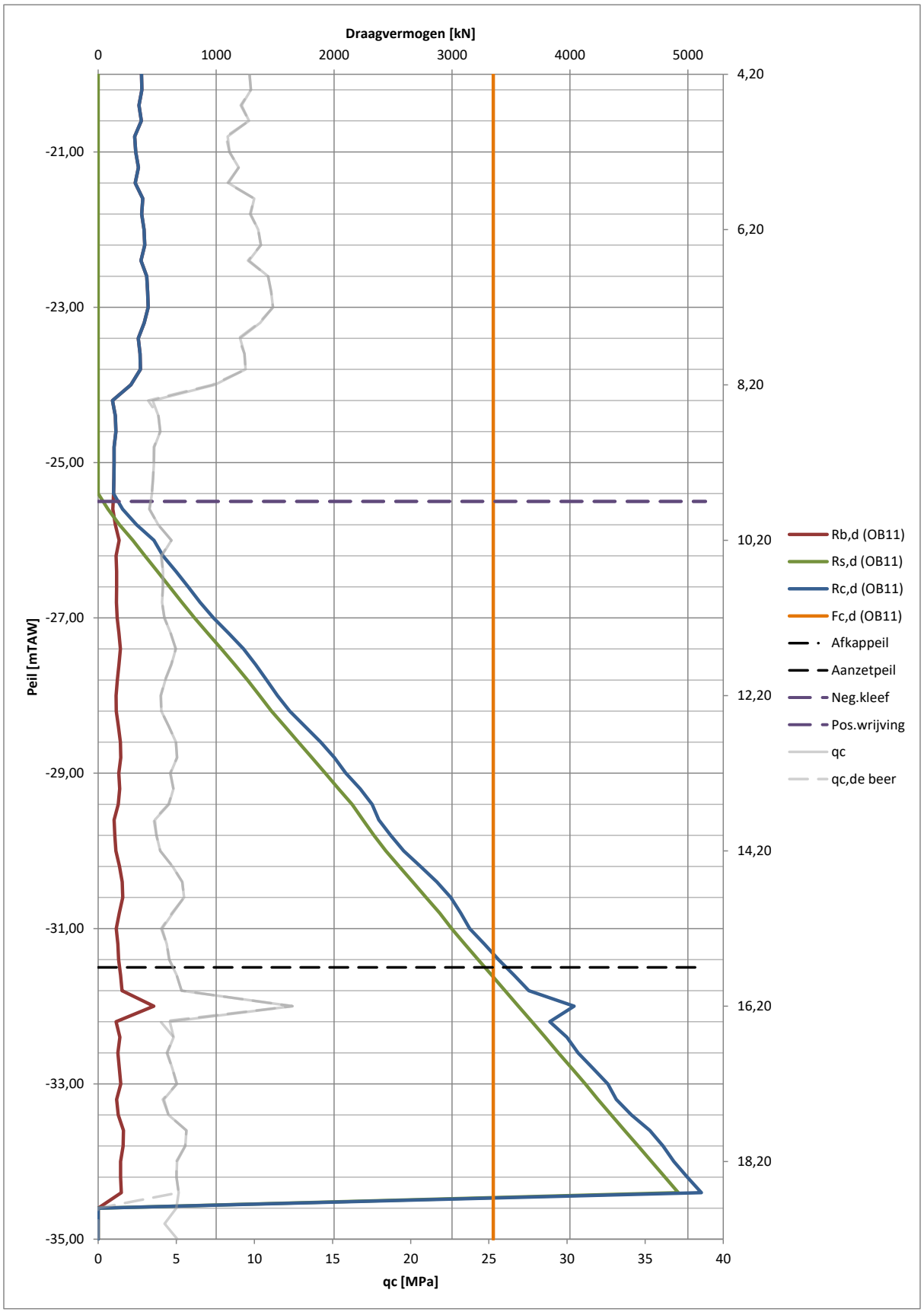
Bijlagen

A. Diagramma paaldraagvermogens

CS 07002 Paal 0.8

A.1. CPT no. S09

Verticaal draagvermogen: Ontwerpbenadering 1 combinatie 1 (druk)



CS 07002 Paal 0.8

Grondmechanisch ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk en trek belaste funderingspalen

Conform NBN EN 1997-1 en WTCB-rapport nr. 19 - 2016

Sweco Belgium, 2016

Project:	Noordelijk Insteekdok
Onderdeel:	Buispaal combiwand achter - met propvorming Haalbaarheidsstudie
Projectnummer:	B10724-3
Opdrachtgever:	PoAB
Revisie:	0
Datum:	donderdag 6 maart 2025
Geotechnisch ingenieur:	HDM
Contact:	Sweco Belgium - Kantoor Gent Elfjulistraat 43 B-9000 Gent T: +32 9 241 59 20 F: +32 9 296 11 10 gent@swecobelgium.be www.swecobelgium.be

CS 07002 Paal 0.8

1 Inleiding

1.1 Beschrijving

Dit rapport betreft grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen. Het gaat hierbij om de volgende onderdelen/aspecten:

- Keuze van het paaltype;
- Dimensionering paal;
- Bepaling paaldraagvermogen;

1.2 Uitgangspunten

Het toepassingsdocument "Grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen" van het WTCB (nr. 19 - 2016) is normatief voor axiaal op druk belaste funderingspalen.
In België wordt Ontwerpbenadering 1 aangehouden. De benadering bestaat uit 2 combinaties. Wat betreft het draagvermogen van axiaal belaste palen, zal combinatie 2 meestal doorslaggevend zijn. Voor de structurele berekening van de paal zal combinatie 1 meestal maatgevend zijn. Voor trekpalen bij opdrijven geldt EC7-UPL.

Het aanzetpeil en de diameter van de paal worden bepaald aan de hand van berekeningen.

2 Gegevens

2.1 Paaleigenschappen

Buitendiameter	D =	**1,420**	m
Wanddikte	e =	**0,024**	m
Oppervlakte basis	A_B =	1,584	m²
Paalomtrek	χs =	4,461	m
Equivalente diameter	$D_{b,eq}$ =	1,420	m
Afkappeil paal	z_{top} =	**5,00**	mTAW
Aanzetpeil paal	z_{base} =	**-31,50**	mTAW (de paallengte is 36,50 m)
Soortelijk gewicht paal	γ_{mat} =	**78,50**	kN/m³

Geen ontgravingsreductie

Paaltype:

Cat. I - Geheid/geperst - Open stalen buispalen, situatie met propvorming

Vorm paal **cirkelvormig**

Statische belastingsproef **zonder SLT**

Kwaliteitsgarantie ☑

2.2 Belastingen

De paal ondergaat belastingen zoals bekomen in de desbetreffende ontwerpnota van het kunstwerk. Een overzicht van de belastingen wordt gegeven in onderstaande tabelllen.

		Druk	Trek
Permanent	**Ongunstig**	**2.481 kN**	**-**
	Gunstig	**-**	**-**
Variabel	**Ongunstig**	**-**	**-**
(standaard)	**Gunstig**	**-**	**-**

Tabel 2.1 Belastingen uitgeoefend op de paal

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
$\gamma_{G;dst}$	1,00	1,35	1,00
$\gamma_{G;stb}$	1,00	1,00	0,90
$\gamma_{Q;dst}$	1,00	1,50	1,50
$\gamma_{Q;stb}$	0,00	0,00	0,00
Druk	**2481 kN**	**3350 kN**	**-**
Trek	**0 kN**	**0 kN**	**0 kN**

Wisselbelasting ☐

De grafieken en berekeningen per sondering zijn weergegeven in: EC7-STR/GEO

2.3 Factoren

Zoals beschreven in het toepassingsdocument van het WTCB zijn verschillende factoren van toepassing. In onderstaande tabellen worden de factoren die van toepassing zijn voor de gekozen configuratie per categorie weergegeven.

	Tert. Klei	Andere
α_b	1,00	1,00
$\alpha_{s,i}$	0,60	0,60
ε_b	0,61	1,00

Tabel 2.2 Installatiefactoren

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
γ_b	1,00	1,00	-
γ_s	1,00	1,00	1,40
$\gamma_{s;t}$	1,25		

Tabel 2.3 Partiële factoren

Aantal palen	**1-3**
ξ_3	**1,40**
ξ_4	1,40

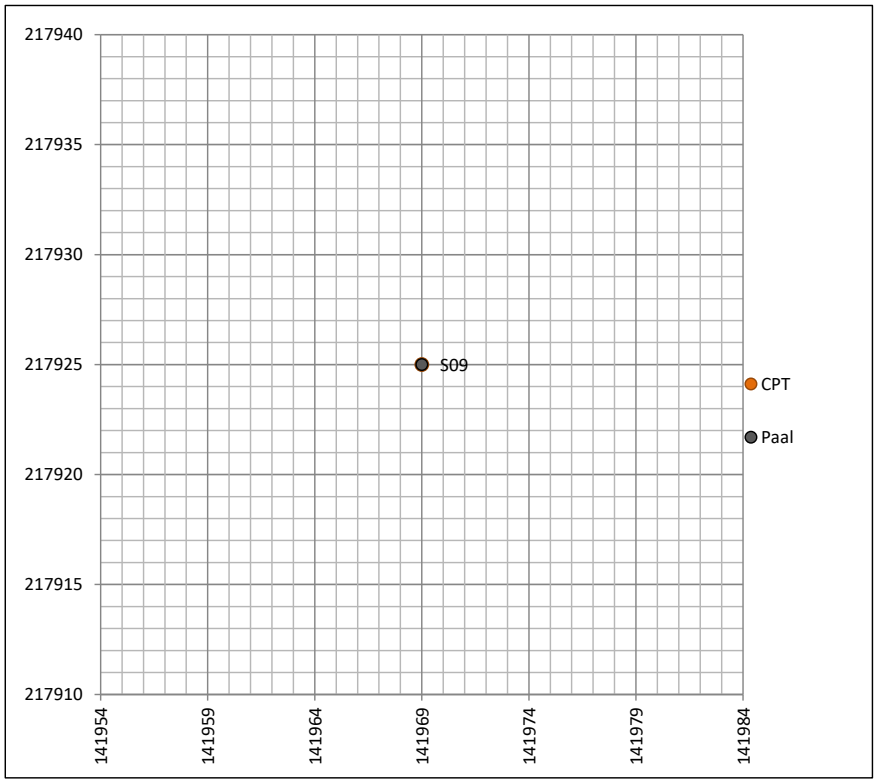
Tabel 2.4 Correlatiefactoren

λ	**1,00**
$\gamma_{r,d}$	1,00
β	**1,00**

Tabel 2.5 Overige factoren

2.4 Sonderingen

De situatieschets in Figuur 2.1 geeft weer waar de verschillende sonderingen zijn uitgevoerd in het projectgebied. De sonderingen die maatgevend zijn voor de geotechnische analyses met betrekking tot het kunstwerk zijn toegevoegd in Bijlage 1.



Figuur 2.1 Inplanting sonderingen en paal

Onderstaande tabel geeft de maatgevende sonderingen met hun corresponderende gegevens weer.

Tabel 2.6 Overzicht van de beschikbare sonderingen

Volgnr	Proefnummer	X (m)	Y (m)	Z (mTAW)	Diepte (m)	Conus	q_c [Mpa]	$q_{c;De\ Beer}$ [MPa]
01	S09	141969,4	217924,9	-15,8	19,2	E	4,5	4,2

3 Berekening verticaal draagvermogen

3.1 Beschrijving

Om aan te tonen dat een paalfundering in staat is de voorziene belastingen op te nemen zonder risico op een grondmechanische breuk, moet aan onderstaande ongelijkheid voldaan worden [NBN EN 1997-1 § 7.6.2.1 (1)] :

$$F_{c,d} \leq R_{c,d}$$

waarbij:

- $F_{c,d}$: de rekenwaarde van de axiale drukbelasting op de paalfundering (zie Tabel 2.1);
- $R_{c,d}$: de rekenwaarde van het draagvermogen van de grond bij op druk belaste palen (zie onderstaande berekeningen).

3.2 Rekenwaarde draagvermogen

De rekenwaarde voor het paaldraagvermogen aan de hand van het WTCB-rapport wordt voor de gegevens sonderingen als volgt bekomen.

1. Bepaling van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_b, R_s**
2. Bepaling van het totaal draagvermogen als som van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_c**
3. Bepaling van het gekalibreerde draagvermogen; **$R_{c;cal}$**

$R_{c;cal;01}$ = 6343,6 kN

Het minimum en gemiddeld gekalibreerde draagvermogen is dan:

$R_{c;cal,min}$ = 6343,6 kN

$R_{c;cal,mean}$ = 6343,6 kN

4. Bepaling van het karakteristieke draagvermogen; **$R_{c,k}$**

$$R_{c,k} = \min\left\{\frac{(R_{c,cal})_{gemiddeld}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4}\right\}$$

= 4531,2 kN (het gemiddelde is maatgevend)

5. Bepaling van de rekenwaarde van het draagvermogen. **$R_{c,d}$**

$$R_{c,d} = R_{b,k} / \gamma_b + R_{s,k} / \gamma_s$$

Voor de ontwerpbenaderingen combinatie 1 wordt volgende rekenwaarden van het draagvermogen in vergelijking met het nodig draagvermogen verkregen:

	$R_{c,d}$		$F_{c,d}$	SF
BGT-K	4531,2 kN	≥	2481,5 kN	1,83
O.B.1.1	4531,2 kN	≥	3350,0 kN	1,35

Uit berekeningen blijkt dat de gegeven paalfundering voldoet voor de opgegeven belastingen bij beide belastingscombinaties.

p. 6-1

Sondering:	S09

Maaiveldpeil	-15,80	mTAW
Stap	0,20	m
X-coordinaat	141969,41	m
Y-coordinaat	217924,91	m
Gewicht water	10,00	kN/m3
Diepte watertafel	-10,00	m
Top pos. Wrijving	-25,50	mTAW
O.k. neg.wrijving	-25,50	mTAW
Diameter conus	0,036	m
Type conus	E	
Diameter paal	1,420	m

	Tert. Klei	Andere
ω	1	1
α_b	1	1
ε_b	0,61	1
β	1	1
λ	1	1
$\alpha_{s,i}$	0,6	0,6

Grondsoort	q_c [Mpa]	η^*_p of q_s [-] of [Mpa]	R_f* [%]	Notatie tabel
Klei	1 - 4,5	η^*_p = 1/30	3 - 6%	klei Tertklei
	> 4,5	q_s = 0,150		
Leem	1 - 6	η^*_p = 1/60	2 - 3%	leem
	> 6	q_s = 0,100		
Zandhoudende klei/leem	1 - 10	η^*_p = 1/80	1 - 2%	gemengd
Kleihoudende zand/leem	> 10	q_s = 0,125		
Zand	1 - 10	η^*_p = 1/90	< 1%	zand
	10 - 20	$q_s = 0{,}110+0{,}004*(q_c-10)$		
	> 20	q_s = 0,150		

Nr. 97	Diepte m	Peil mTAW	q_c Mpa	Grondsoort	γ_d kN/m³	γ_n kN/m³	$q_{c;reductie}$ Mpa	$q_{c\ de\ beer}$ N/mm²	R_b kN	$q_{s,i}$ N/m²	$\alpha_{s,i} . h_i . q_{s,i}$ N/m	R_s kN	Rc,d (OB11) kN	Rt,d (OB11) kN
1	0,00	-15,80	0,93	zand	17,00	19,00	0,00	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,0	0,0	75,6
2	0,20	-16,00	1,87	zand	17,00	19,00	1,87	0,308	487,8	0,0208	0,000	0,0	348,4	76,4
3	0,40	-16,20	2,36	zand	17,00	19,00	2,36	0,380	602,4	0,0263	0,000	0,0	430,3	77,1
4	0,60	-16,40	1,68	zand	17,00	19,00	1,68	0,457	723,3	0,0187	0,000	0,0	516,7	77,8
5	0,80	-16,60	2,54	zand	17,00	19,00	2,54	0,538	852,0	0,0283	0,000	0,0	608,6	78,5
6	1,00	-16,80	6,98	zand	17,00	19,00	6,98	0,623	986,8	0,0775	0,000	0,0	704,9	79,3
7	1,20	-17,00	6,72	zand	17,00	19,00	6,72	0,709	1122,2	0,0747	0,000	0,0	801,6	80,0
8	1,40	-17,20	5,44	zand	17,00	19,00	5,44	0,796	1260,6	0,0604	0,000	0,0	900,4	80,7
9	1,60	-17,40	7,99	zand	17,00	19,00	7,99	0,885	1401,6	0,0887	0,000	0,0	1001,1	81,4
10	1,80	-17,60	8,24	zand	17,00	19,00	8,24	0,973	1540,3	0,0916	0,000	0,0	1100,2	82,2
11	2,00	-17,80	8,41	zand	17,00	19,00	8,41	1,059	1677,7	0,0934	0,000	0,0	1198,4	82,9
12	2,20	-18,00	9,50	zand	17,00	19,00	9,50	1,146	1814,7	0,1055	0,000	0,0	1296,2	83,6
13	2,40	-18,20	8,88	zand	17,00	19,00	8,88	1,234	1953,9	0,0986	0,000	0,0	1395,6	84,4
14	2,60	-18,40	8,43	zand	17,00	19,00	8,43	1,324	2096,4	0,0936	0,000	0,0	1497,4	85,1
15	2,80	-18,60	7,70	zand	17,00	19,00	7,70	1,417	2243,5	0,0856	0,000	0,0	1602,5	85,8
16	3,00	-18,80	10,19	zand	17,00	19,00	10,19	1,511	2393,3	0,1107	0,000	0,0	1709,5	86,5
17	3,20	-19,00	8,25	zand	17,00	19,00	8,25	1,609	2547,5	0,0917	0,000	0,0	1819,7	87,3
18	3,40	-19,20	6,94	zand	17,00	19,00	6,94	1,713	2712,2	0,0771	0,000	0,0	1937,3	88,0
19	3,60	-19,40	7,25	zand	17,00	19,00	7,25	1,822	2884,7	0,0805	0,000	0,0	2060,5	88,7
20	3,80	-19,60	9,42	zand	17,00	19,00	9,42	1,935	3064,2	0,1047	0,000	0,0	2188,7	89,4
21	4,00	-19,80	9,51	zand	17,00	19,00	9,51	2,053	3250,9	0,1057	0,000	0,0	2322,1	90,2
22	4,20	-20,00	9,69	zand	17,00	19,00	9,69	2,175	3443,7	0,1077	0,000	0,0	2459,8	90,9
23	4,40	-20,20	9,78	zand	17,00	19,00	9,78	2,303	3646,6	0,1086	0,000	0,0	2604,7	91,6
24	4,60	-20,40	9,17	zand	17,00	19,00	9,17	2,438	3860,4	0,1019	0,000	0,0	2757,4	92,4
25	4,80	-20,60	9,66	zand	17,00	19,00	9,66	2,581	4086,7	0,1073	0,000	0,0	2919,1	93,1
26	5,00	-20,80	8,29	zand	17,00	19,00	8,29	2,729	4322,3	0,0921	0,000	0,0	3087,3	93,8
27	5,20	-21,00	8,41	zand	17,00	19,00	8,41	2,885	4569,1	0,0934	0,000	0,0	3263,6	94,5
28	5,40	-21,20	9,00	zand	17,00	19,00	9,00	3,032	4801,5	0,1000	0,000	0,0	3429,6	95,3
29	5,60	-21,40	8,34	zand	17,00	19,00	8,34	3,161	5005,9	0,0926	0,000	0,0	3575,7	96,0
30	5,80	-21,60	9,99	zand	17,00	19,00	9,99	3,272	5181,9	0,1110	0,000	0,0	3701,3	96,7
31	6,00	-21,80	9,76	zand	17,00	19,00	9,76	3,362	5323,7	0,1084	0,000	0,0	3802,6	97,4
32	6,20	-22,00	10,24	zand	17,00	19,00	10,24	3,429	5429,7	0,1110	0,000	0,0	3878,3	98,2
33	6,40	-22,20	10,41	zand	17,00	19,00	10,41	3,470	5495,9	0,1116	0,000	0,0	3925,7	98,9
34	6,60	-22,40	9,65	zand	17,00	19,00	9,65	3,486	5519,9	0,1072	0,000	0,0	3942,8	99,6
35	6,80	-22,60	10,87	zand	17,00	19,00	10,87	3,473	5500,5	0,1135	0,000	0,0	3929,0	100,4
36	7,00	-22,80	11,07	zand	17,00	19,00	11,07	3,448	5461,1	0,1143	0,000	0,0	3900,8	101,1
37	7,20	-23,00	11,19	zand	17,00	19,00	11,19	3,423	5421,6	0,1148	0,000	0,0	3872,6	101,8

p. 6-2

38	**7,40**	**-23,20**	10,37	zand	17,00	19,00	10,37	3,399	5382,8	0,1115	0,000	0,0	3844,9	102,5
39	**7,60**	**-23,40**	9,09	zand	17,00	19,00	9,09	3,375	5345,6	0,1010	0,000	0,0	3818,3	103,3
40	**7,80**	**-23,60**	9,37	zand	17,00	19,00	9,37	3,354	5311,2	0,1041	0,000	0,0	3793,7	104,0
41	**8,00**	**-23,80**	9,44	zand	17,00	19,00	9,44	3,335	5280,8	0,1048	0,000	0,0	3772,0	104,7
42	**8,20**	**-24,00**	7,45	zand	17,00	19,00	7,45	3,319	5256,2	0,0828	0,000	0,0	3754,4	105,4
43	**8,40**	**-24,20**	3,49	Tertklei	19,00	19,00	3,49	3,308	3206,5	0,1163	0,000	0,0	2290,4	106,2
44	**8,60**	**-24,40**	3,86	Tertklei	19,00	19,00	3,86	3,310	3207,9	0,1286	0,000	0,0	2291,4	106,9
45	**8,80**	**-24,60**	3,98	Tertklei	19,00	19,00	3,98	3,321	3219,4	0,1325	0,000	0,0	2299,5	107,6
46	**9,00**	**-24,80**	3,59	Tertklei	19,00	19,00	3,59	3,341	3238,2	0,1198	0,000	0,0	2313,0	108,4
47	**9,20**	**-25,00**	3,57	Tertklei	19,00	19,00	3,57	3,368	3264,5	0,1188	0,000	0,0	2331,8	109,1
48	**9,40**	**-25,20**	3,52	Tertklei	19,00	19,00	3,52	3,430	3324,7	0,1172	0,000	0,0	2374,8	109,8
49	**9,60**	**-25,40**	3,44	Tertklei	19,00	19,00	3,44	3,492	3384,9	0,1148	0,000	0,0	2417,8	110,5
50	**9,80**	**-25,60**	3,29	Tertklei	19,00	19,00	3,29	3,554	3444,8	0,1096	0,013	58,7	2502,5	144,8
51	**10,00**	**-25,80**	3,85	Tertklei	19,00	19,00	3,85	3,615	3504,1	0,1282	0,015	127,3	2593,9	184,7
52	**10,20**	**-26,00**	4,69	Tertklei	19,00	19,00	4,69	3,669	3555,9	0,1500	0,018	207,6	2688,2	231,4
53	**10,40**	**-26,20**	4,07	Tertklei	19,00	19,00	4,07	3,711	3596,6	0,1356	0,016	280,2	2769,1	273,6
54	**10,60**	**-26,40**	4,14	Tertklei	19,00	19,00	4,14	3,744	3628,9	0,1380	0,017	354,1	2845,0	316,5
55	**10,80**	**-26,60**	18,17	Tertklei	19,00	19,00	18,17	3,769	3652,8	0,1500	0,018	434,4	2919,4	363,1
56	**11,00**	**-26,80**	4,09	Tertklei	19,00	19,00	4,09	3,758	3642,8	0,1364	0,016	507,4	2964,4	405,6
57	**11,20**	**-27,00**	4,24	Tertklei	19,00	19,00	4,24	3,748	3632,6	0,1413	0,017	583,1	3011,2	449,6
58	**11,40**	**-27,20**	4,65	Tertklei	19,00	19,00	4,65	3,737	3622,2	0,1500	0,018	663,4	3061,1	496,2
59	**11,60**	**-27,40**	4,96	Tertklei	19,00	19,00	4,96	3,726	3611,5	0,1500	0,018	743,7	3110,8	542,8
60	**11,80**	**-27,60**	4,69	Tertklei	19,00	19,00	4,69	3,714	3600,4	0,1500	0,018	824,0	3160,3	589,4
61	**12,00**	**-27,80**	4,30	Tertklei	19,00	19,00	4,30	3,703	3589,0	0,1433	0,017	900,7	3206,9	634,0
62	**12,20**	**-28,00**	4,02	Tertklei	19,00	19,00	4,02	3,691	3577,3	0,1339	0,016	972,4	3249,8	675,6
63	**12,40**	**-28,20**	4,04	Tertklei	19,00	19,00	4,04	3,678	3565,1	0,1347	0,016	1044,5	3292,6	717,6
64	**12,60**	**-28,40**	4,53	Tertklei	19,00	19,00	4,53	3,670	3557,4	0,1500	0,018	1124,8	3344,5	764,2
65	**12,80**	**-28,60**	4,98	Tertklei	19,00	19,00	4,98	3,668	3555,0	0,1500	0,018	1205,1	3400,0	810,8
66	**13,00**	**-28,80**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05	3,674	3560,8	0,1500	0,018	1285,4	3461,6	857,4
67	**13,20**	**-29,00**	4,64	Tertklei	19,00	19,00	4,64	3,691	3577,4	0,1500	0,018	1365,7	3530,8	904,0
68	**13,40**	**-29,20**	4,82	Tertklei	19,00	19,00	4,82	3,719	3605,2	0,1500	0,018	1446,0	3608,0	950,6
69	**13,60**	**-29,40**	4,52	Tertklei	19,00	19,00	4,52	3,757	3641,2	0,1500	0,018	1526,3	3691,1	997,3
70	**13,80**	**-29,60**	3,63	Tertklei	19,00	19,00	3,63	3,800	3682,9	0,1209	0,015	1591,0	3767,1	1035,0
71	**14,00**	**-29,80**	3,73	Tertklei	19,00	19,00	3,73	3,850	3731,4	0,1244	0,015	1657,6	3849,3	1073,7
72	**14,20**	**-30,00**	3,97	Tertklei	19,00	19,00	3,97	3,901	3781,4	0,1323	0,016	1728,4	3935,6	1114,9
73	**14,40**	**-30,20**	4,75	Tertklei	19,00	19,00	4,75	3,955	3833,9	0,1500	0,018	1808,7	4030,4	1161,5
74	**14,60**	**-30,40**	5,39	Tertklei	19,00	19,00	5,39	4,010	3886,8	0,1500	0,018	1889,0	4125,6	1208,1
75	**14,80**	**-30,60**	5,50	Tertklei	19,00	19,00	5,50	4,062	3937,4	0,1500	0,018	1969,3	4219,1	1254,8
76	**15,00**	**-30,80**	4,78	Tertklei	19,00	19,00	4,78	4,104	3977,7	0,1500	0,018	2049,6	4305,2	1301,4
77	**15,20**	**-31,00**	4,08	Tertklei	19,00	19,00	4,08	4,138	4010,7	0,1361	0,016	2122,5	4380,9	1343,7
78	**15,40**	**-31,20**	4,39	Tertklei	19,00	19,00	4,39	4,167	4039,2	0,1465	0,018	2200,9	4457,2	1389,3
79	**15,60**	**-31,40**	4,55	Tertklei	19,00	19,00	4,55	4,191	4062,4	0,1500	0,018	2281,2	4531,2	1435,9
80	**15,80**	**-31,60**	5,02	Tertklei	19,00	19,00	5,02	4,209	4079,8	0,1500	0,018	2361,5	4600,9	1482,5
81	**16,00**	**-31,80**	5,33	Tertklei	19,00	19,00	5,33	4,219	4089,6	0,1500	0,018	2441,8	4665,3	1529,1
82	**16,20**	**-32,00**	12,43	Tertklei	19,00	19,00	12,43	4,226	4095,8	0,1500	0,018	2522,1	4727,1	1575,7
83	**16,40**	**-32,20**	4,59	Tertklei	19,00	19,00	4,59	4,230	4099,9	0,1500	0,018	2602,4	4787,3	1622,3
84	**16,60**	**-32,40**	4,83	Tertklei	19,00	19,00	4,83	4,235	4104,6	0,1500	0,018	2682,7	4848,1	1668,9
85	**16,80**	**-32,60**	4,43	Tertklei	19,00	19,00	4,43	4,240	4109,9	0,1475	0,018	2761,6	4908,2	1714,8
86	**17,00**	**-32,80**	4,75	Tertklei	19,00	19,00	4,75	4,246	4115,6	0,1500	0,018	2841,9	4969,7	1761,4
87	**17,20**	**-33,00**	5,03	Tertklei	19,00	19,00	5,03	4,252	4121,5	0,1500	0,018	2922,2	5031,2	1808,0
88	**17,40**	**-33,20**	4,20	Tertklei	19,00	19,00	4,20	4,258	4127,4	0,1401	0,017	2997,2	5089,0	1851,6
89	**17,60**	**-33,40**	4,50	Tertklei	19,00	19,00	4,50	4,264	4133,3	0,1500	0,018	3077,5	5150,6	1898,2
90	**17,80**	**-33,60**	5,64	Tertklei	19,00	19,00	5,64	4,272	4140,8	0,1500	0,018	3157,8	5213,3	1944,8
91	**18,00**	**-33,80**	5,58	Tertklei	19,00	19,00	5,58	0,000	0,0	0,1500	0,018	3238,1	2313,0	1991,4
92	**18,20**	**-34,00**	5,04	Tertklei	19,00	19,00	5,04	0,000	0,0	0,1500	0,018	3318,4	2370,3	2038,1
93	**18,40**	**-34,20**	5,01	Tertklei	19,00	19,00	5,01	0,000	0,0	0,1500	0,018	3398,7	2427,7	2084,7

94	**18,60**	**-34,40**	**5,15**	**Tertklei**	**19,00**	**19,00**	5,15	0,000	0,0	0,1500	0,018	3479,0	2485,0	2131,3

p. 6-3

95	**18,80**	**-34,60**	**5,00**	**Tertklei**	**19,00**	**19,00**	5,00			0,1500	0,018	3559,3		
96	**19,00**	**-34,80**	**4,25**	**Tertklei**	**19,00**	**19,00**	4,25			0,1418	0,017	3635,2		
97	**19,20**	**-35,00**	**5,07**	**Tertklei**	**19,00**	**19,00**	5,07			0,1500	0,018	3715,5		

p. 6-4

p. 6-5

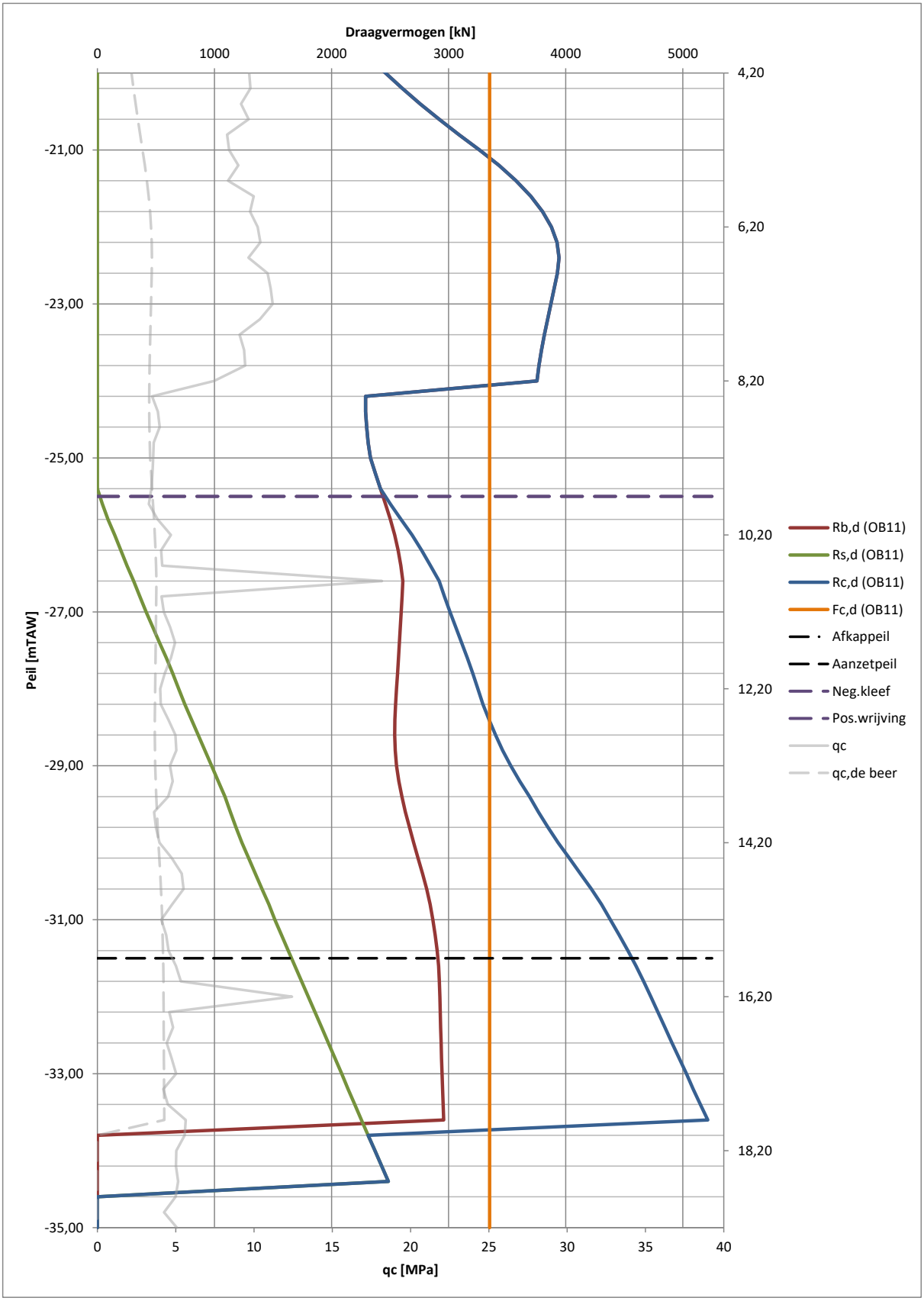
Bijlagen

A. Diagramma paaldraagvermogens

CS 07002 Paal 0.8

A.1. CPT no. S09

Verticaal draagvermogen: Ontwerpbenadering 1 combinatie 1 (druk)



Bijlage 7: Evaluatie iFLUX door TE

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

EVALUATIE WATERFLUX

Tweede Getijdendok

RAPPORT



TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Kantoor Gent
Esplanade Oscar Van de Voorde 1
9000 Gent – België
Tel. +32 9 240 09 11
www.tractebel.engie.com

DOSSIER NR.:	P.016898.0500
OPDRACHTGEVER:	PORT OF ANTWERP-BRUGES
OPSTELLER(S):	ELINE BEELEN
DATUM:	30/06/2025
REVISOR:	MAARTEN BEHIELS, MICHAEL BORREMANS
VERSIE:	01

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

INHOUDSTAFEL

1. Inleiding 3
2. Bepaling waterflux door iFLUX 3
3. Analytische berekening met Wet van Darcy 5
4. Waterflux uit grondwaterstromingsmodel 6
5. Vergelijking resultaten 10
6. Conclusie 12
7. Ondertekening 13

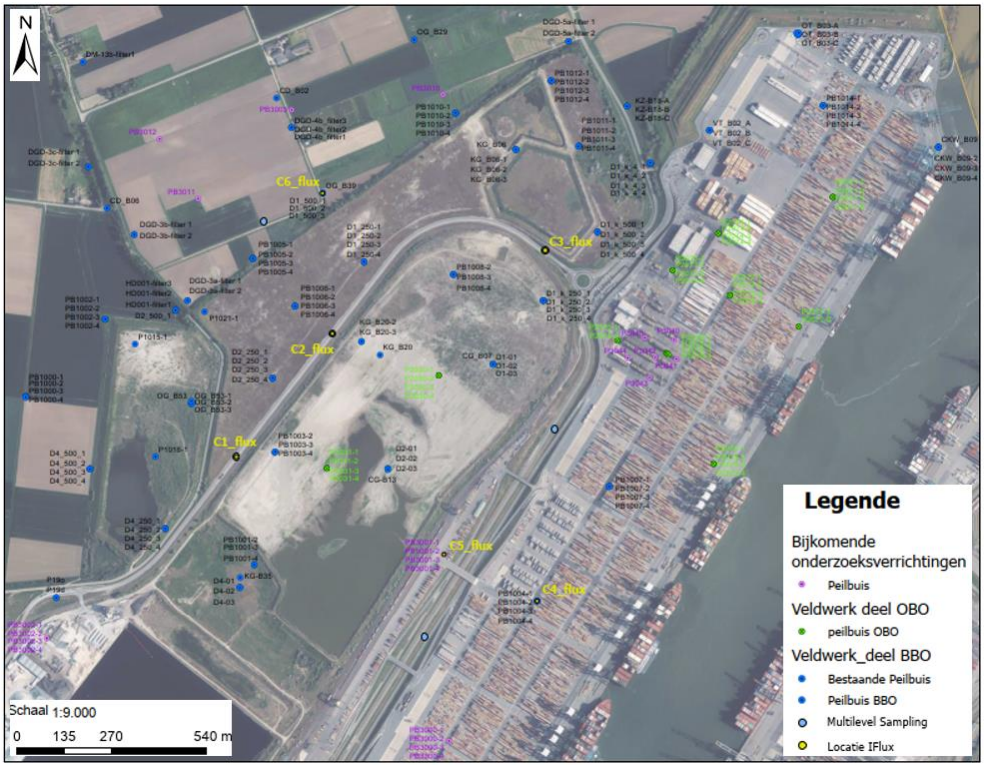
Bijlage 1: Bepaling stijghoogtegradiënt 16

Bijlage 2: Bepaling waterflux op basis van het grondwaterstromingsmodel 17

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

1. Inleiding

Er is een duidelijke discrepantie vastgesteld tussen de waterfluxen die door iFLUX zijn gerapporteerd en de fluxen die door Tractebel zijn berekend op basis van meetgegevens. In deze nota worden de verschillende berekeningsmethode, van zowel iFLUX als Tractebel, toegelicht en de resultaten vergeleken.

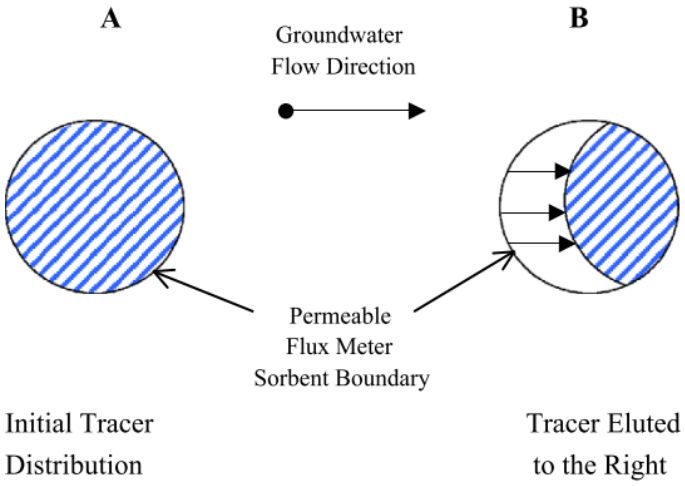


Figuur 1: Overzicht peilbuisclusters op de site met weergave van de gekozen locaties voor de iFLUX-metingen.

2. Bepaling waterflux door iFLUX

De waterflux wordt door iFLUX op in situ bepaald door de verandering in massa van een bepaalde wateroplosbare resident tracers voor en na het experiment te kwantificeren en vergelijken. De sorberende cartridge is geladen met bekende hoeveelheden in wateroplosbare resident tracers. Vóór aanvang van het experiment is de tracer uniform verdeeld over de sorberende matrix. Na installatie en gedurende de periode van blootstelling wordt de tracer gedeeltelijk of volledig uit de cartrigde verdreven. De tracers logen uit de matrix met een snelheid die evenredig is met de grondwaterflux.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 2: Conceptueel model van de verdeling van de tracer op de dwarsdoorsnede van het sorbens voor blootstelling (A) en na blootstelling aan grondwaterstroming (bron: Hatfield et al. 2004).

Volgende aannames worden gedaan met betrekking tot de grondwaterstroming en interactie met de oplosbare tracers:

1) Het transport is voornamelijk advectief;
2) De desorptie van de tracer is lineair, omkeerbaar en onmiddellijk;
3) De afvoer van de tracer binnen de grenzen van het sorbens is uniform, horizontaal en in de richting parallel aan de lokale grondwaterstroming.

De waterflux wordt gedefinieerd als de totale hoeveelheid grondwater, uitgedrukt in volume die per tijdseenheid en per oppervlakte-eenheid door een goed gedefinieerd controlevlak stroomt dat loodrecht staat op de gemiddelde grondwaterstromingsrichting. Deze wordt berekend met een afgeleide formule voor de Darcy waterstroming (q_0).

$$q_0 = \frac{1.67.r.R_d.(1-\Omega_R)}{\alpha.t}$$

Met R_d de retardatiefactor van de residente tracer op het sorbens en Ω_R de relatieve massa van de residente tracer die op het sorbens achterblijft.

De samplers van iFLUX zijn geïnstalleerd op 20/09/2024 en werden terug opgehaald op 28/10/2024. De blootstellingstijd bedroeg 38 dagen. Deze blootstellingstijd werd bepaald op basis van vermoedelijke stroomsnelheid van het grondwater (en de concentraties met PFAS in het grondwater). De waterflux werd door iFLUX op voorhand ingeschat op ca. 15 $cm^3/cm^2/d$ of 0,15 m/d. Dit zou de volledige uitloging van de traceralcoholen uit de cartridges voorkomen.

Volgens het rapport van iFLUX en de gemeten waterfluxen, zou een verlenging van de proef met 1 dag tot een overmatige uitloging van de traceralcoholen hebben geleid aangezien de hoogst gerapporteerde waterflux 25 $cm^3/cm^2/d$ of 0,25 m/d bedraagt. Volgende resultaten voor de waterflux worden gerapporteerd door iFLUX:

TABEL 1: RESULTATEN WATERFLUX (Q_0) VAN IFLUX.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Meetlocatie	Watervoerende laag	Waterflux (m/d)
D1_500-2	1e WVL	0,25
PB_C1-1	1e WVL	0,07
PB_C2-1	1e WVL	0,05
PB_C3-1	1e WVL	0,06
PB1004-2	1e WVL	0,16
PB3001-2	1e WVL	0,07
D1_500-3	2e WVL - Ondiep	0,12
PB_C1-2	2e WVL - Ondiep	0,05
PB_C2-2	2e WVL - Ondiep	0,11
PB_C3-2	2e WVL - Ondiep	0,09
PB1004-3	2e WVL - Ondiep	0,10
PB3001-3	2e WVL - Ondiep	0,07
OG-B39	2e WVL - Diep	0,08
PB_C1-3	2e WVL - Diep	0,09
PB_C1-4	2e WVL - Diep	0,06
PB_C2-3	2e WVL - Diep	0,04
PB_C2-4	2e WVL - Diep	0,07
PB_C3-3	2e WVL - Diep	0,06
PB_C3-4	2e WVL - Diep	0,10
PB1004-4	2e WVL - Diep	0,12
PB3001-4	2e WVL - Diep	0,11

3. Analytische berekening met Wet van Darcy

De Wet van Darcy is een fundamentele wet voor het bestuderen van grondwaterstroming indien er sprake is van een laminair regime. Binnen een aquifer, een watervoerende laag, is de grondwaterstroming voornamelijk horizontaal. Grondwater stroomt van hoge naar lage stijghoogten. Met behulp van de wet van Darcy kan de waterflux als volgt berekend worden volgens één richtingscomponent:

$$q_x = -K\frac{dh}{dx}$$

Met K de doorlatendheid en $\frac{dh}{dx}$ de stijghoogtegradiënt in één richting.

Het steady state principe van de wet van Darcy kan worden verondersteld wanneer de stroming van een vloeistof door een poreus medium constant is over tijd. Dit betekent dat de snelheid en richting van de stroming niet veranderen, en dat de hoeveelheid vloeistof die een bepaald punt binnenkomt gelijk is aan de hoeveelheid die het verlaat. In de praktijk wordt dit vaak aangenomen in situaties waar de stroming van grondwater door een homogeen en isotroop medium plaatsvindt, en waar de externe omstandigheden (zoals aanvoer en afvoer van water) stabiel zijn. Dit is bijvoorbeeld het geval bij langdurige grondwaterstromingen in een goed doorlatende zand- of grindlaag. Daarom kan volgens TE wel besloten worden dat het steady state principe van de wet van Darcy van toepassing is, wat hier het geval is.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

De **horizontale doorlatendheid** is bepaald per watervoerende laag op basis van literatuurstudies, eerdere pompproeven, herinterpretatie van de pompproef van Geotechniek (uitgevoerd in 1996) op de site en de grondonderzoeken zelf. Per geologische laag is een range aan realistische waarden bepaald voor de doorlatendheid. Volgende range aan doorlatendheden wordt aangenomen voor de twee watervoerende lagen waarin de iFLUX-metingen hebben plaatsgevonden:

- Tussenzanden (1e WVL): 11-20 m/d;
- Zanden onder Kruisschans (2e WVL): 4-6 m/d.

De **stijghoogtegradiënt** is berekend op basis van de interpolatiekaarten van de stijghoogtemetingen van mei 2024 (aangevuld met data van augustus 2024). De stijghoogtegradiënt is voor alle meetlocaties afzonderlijk bepaald. In Bijlage 1 zijn kaarten per watervoerende laag te vinden waarop te zien is over welk interval de stijghoogtegradiënt bepaald is en de berekeningsmethode van de stijghoogtegradiënt. In onderstaande tabel wordt per meetlocatie weergegeven hoe de analytische waterflux berekend is op basis van de doorlatendheid en stijghoogtegradiënt.

TABEL 2: RESULTATEN ANALYTISCH BEREKENDE WATERFLUX OP BASIS VAN DE WET VAN DARCY.

Meetlocatie	Watervoerende laag	Stijghoogtegradiënt (dh/dl in m/m)	Horizontale doorlatendheid (K in m/d)	Analytische waterflux (m/d)
D1_500-2	1e WVL	0,00221	20,0	0,044
PB_C1-1	1e WVL	0,00583	20,0	0,117
PB_C2-1	1e WVL	0,00461	20,0	0,092
PB_C3-1	1e WVL	0,00319	20,0	0,064
PB1004-2	1e WVL	0,00284	20,0	0,057
PB3001-2	1e WVL	0,00435	20,0	0,087
D1_500-3	2e WVL - Ondiep	0,00192	4,3	0,008
PB_C1-2	2e WVL - Ondiep	0,00301	4,3	0,013
PB_C2-2	2e WVL - Ondiep	0,00485	4,3	0,021
PB_C3-2	2e WVL - Ondiep	0,00267	4,3	0,011
PB1004-3	2e WVL - Ondiep	0,00163	4,3	0,007
PB3001-3	2e WVL - Ondiep	0,00276	4,3	0,012
OG-B39	2e WVL - Diep	0,00200	4,3	0,009
PB_C1-3	2e WVL - Diep	0,00063	4,3	0,003
PB_C1-4	2e WVL - Diep	0,00063	4,3	0,003
PB_C2-3	2e WVL - Diep	0,00179	4,3	0,008
PB_C2-4	2e WVL - Diep	0,00179	4,3	0,008
PB_C3-3	2e WVL - Diep	0,00106	4,3	0,005
PB_C3-4	2e WVL - Diep	0,00106	4,3	0,005
PB1004-4	2e WVL - Diep	0,00120	4,3	0,005
PB3001-4	2e WVL - Diep	0,00108	4,3	0,005

4. Waterflux uit grondwaterstromingsmodel

In het kader van dit project is een grondwaterstromingsmodel opgesteld. Het grondwatermodel is opgebouwd uit 9 modellagen:

- ML 1: Ophogingslaag (heterogeen pakket)

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

- ML 2: Kleiveencomplex (Holocene klei & veen)
- ML 3: Tussenzanden (Quartaire zanden & Lid van Merksem en Zandvliet)
- ML 4: Lid van Kruisschans
- ML 5-9: Zanden onder Kruisschans (Lid van Oorderen, Fm Kattendijk en Fm Berchem)

Een overzicht van de gehanteerde hydraulische karakteristieken per modellaag zijn te vinden in onderstaande tabel. De grenzen van de modellagen zijn binnen het projectgebied bepaald o.b.v. een het 3D-lagenmodel dat is opgesteld door Tractebel op basis van alle sonderingen en boringen uitgevoerd in 2021. Buiten het projectgebied wordt gebruik gemaakt van het regionaal H3DV2 model opgesteld door VITO.

Het grondwatermodel is op basis van de stijghoogtedata gekalibreerd waarbij de hydraulische parameters zijn geoptimaliseerd binnen welbepaalde grenzen zodat er een zo goed mogelijke overeenkomst gegarandeerd wordt tussen de geobserveerde stijghoogten en de gesimuleerde.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TABEL 3: MODELLAGEN BINNEN MODELGEBIED

Model laag	Lithostratigrafie		Lithologie	Range horizontale doorlatendheden (K_H) (m/d)	Range verticale aniso-tropie (VANI) (-)	Elastische berging (1/m)	Specifieke berging (-)	Niveau top modellagen	
	Formatie	Lid						Binnen projectgebied	Buiten projectgebied
1	-		Ophogingslaag	0,05 - 20	1-100	5,62E-04	0,32	01_BT (aangevuld met DHM)	DHM
2	Quartair (*)		Klei en veen (Holoceen)	0,0001 – 0,01	1-100	1,45E-04	0,2	03_Holoceen kleiig boven' (top)	A0130 - Polderafzettingen (top)
3			Fijn tot grof zand	11 - 20	1-100	6,40E-05	0,28	06_Tussenzanden' (top)	A0130 - Polderafzettingen (basis)
	Lillo (*)	Merksem	Fijn grijsgroen kalkrijk zand met schelpfragmenten						
		Zandvliet	Fijn licht glauconiethoudend zand, (ontkalkt facies van Ld Merksem)						
4		Kruisschans	Grijsgroene fijne tot middelmatige zand dat zeer kleirijk is (kleilenzen en cm-dunne lagen van zuivere klei) met schelpfragmenten en kleine schelpjes	0,01 - 2	1-100	5,10E-05	0,2	07_LiKr' (top)	A0224 - Kleiig zand van Kruisschans (top)
5 en 9		Oorderen	Grijsgroen tot grijsbruin fijn glauconiet- en kleihoudend zand met veel schelpen en schelpenbanken	4 - 6	1-100	4,60E-05	0,28	08_LiOo' (top)	A0225 - Zanden van Oorderen en luchtbal (top)
	Kattendijk	-	Groene tot grijsgroene middelmatig tot fijn glauconiethoudend zand, soms kleihoudend, minder schelpen dan Fm Lillo					09_Kd' (top)	A0240 - Kleiige zand van Kattendijk en Kasterlee (top)
	Berchem	-	Fijne donkergroen tot zwarte glauconietrijke, licht kleiige zanden met lokaal schelpen(banken)					10_Bc' (top)	A0254 - Zanden van Berchem en Voort buiten de Roerdalslenk (top)
	Boom	-	Harde compacte klei	-	-	-	-	11_Bm' (top)	A0300 - Boom Aquitard (top)

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Het grondwatermodel is de meest betrouwbare tool ter beschikking om de waterflux te bepalen. Het grondwatermodel is gediscrediteerd in cellen met verschillende groottes. Om de grondwaterstromingssnelheid of waterflux (m/d) te bepalen, moet het debiet (m^3/d) dat door een specifieke cel stroomt, worden afgeleid uit het grondwatermodel. Dit debiet wordt berekend op basis van de stroming door de zes vlakken van de cel. De waterflux (in m/d) wordt vervolgens verkregen door het debiet (m^3/d) te delen door de oppervlakte (m^2) van het celvlak waardoor het grondwater stroomt. Aangezien de metingen zijn uitgevoerd in een watervoerende laag, waar hoofdzakelijk horizontale stroming wordt verwacht, wordt enkel gekeken naar de horizontale componenten van de grondwaterstroming.

Per iFLUX-meetlocatie wordt de waterflux (m/d) berekend met data uit het grondwaterstromingsmodel. De berekeningen met ruwe data uit het grondwaterstromingsmodel is toegevoegd aan Bijlage 2. In onderstaande tabel zijn de verwerkte resultaten te vinden.

TABEL 4: RESULTATEN WATERFLUX UIT HET GRONDWATERSTROMINGSMODEL.

Meetlocatie	Watervoerende laag	Waterflux uit grondwater stromingsmodel (m/d)
D1_500-2	1e WVL	0,038
PB_C1-1	1e WVL	0,090
PB_C2-1	1e WVL	0,105
PB_C3-1	1e WVL	0,048
PB1004-2	1e WVL	0,038
PB3001-2	1e WVL	0,056
D1_500-3	2e WVL - Ondiep	0,005
PB_C1-2	2e WVL - Ondiep	0,012
PB_C2-2	2e WVL - Ondiep	0,016
PB_C3-2	2e WVL - Ondiep	0,008
PB1004-3	2e WVL - Ondiep	0,009
PB3001-3	2e WVL - Ondiep	0,010
OG-B39	2e WVL - Diep	0,005
PB_C1-3	2e WVL - Diep	0,012
PB_C1-4	2e WVL - Diep	0,013
PB_C2-3	2e WVL - Diep	0,015
PB_C2-4	2e WVL - Diep	0,016
PB_C3-3	2e WVL - Diep	0,008
PB_C3-4	2e WVL - Diep	0,008
PB1004-4	2e WVL - Diep	0,009
PB3001-4	2e WVL - Diep	0,010

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

5. Vergelijking resultaten

Een overzicht van alle resultaten en de berekening van de overschrijdingsfactoren tussen de waterfluxen gerapporteerd door iFLUX en de waterfluxen berekend door Tractebel is te vinden in onderstaande tabel. De berekende waterfluxen met behulp van de Wet van Darcy en het grondwaterstromingsmodel liggen in dezelfde grootteorde. De waterflux gerapporteerd door iFLUX is voor het merendeel van de metingen ver boven de berekende fluxen van Tractebel gelegen. Voornamelijk voor de zanden onder Kruisschans, de 2^{e} WVL, zijn de gerapporteerde fluxen véél hoger dan deze die Tractebel berekent.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TABEL 5: VERGELIJKING VAN DE RESULTATEN VOOR DE WATERFLUXEN MET PER BEREKENINGSMETHODE VAN TRACTEBEL DE OVERSCHRIJDINGSFACTOR VAN DE DOOR IFLUX GERAPPORTEERDE WATERFLUXEN.

Meetlocatie	Watervoerende laag	Waterflux iFLUX (m/d)	Analytische waterflux (Tractebel) (m/d)	Factor overschrijding analytische waterflux (-)	Waterflux uit grondwater stromingsmodel (Tractebel) (m/d)	Factor overschrijding waterflux uit grondwater stromingsmodel (-)
D1_500-2	1e WVL	0,25	0,059	3,2	0,038	5,5
PB_C1-1	1e WVL	0,07	0,132	-0,5	0,090	-0,2
PB_C2-1	1e WVL	0,05	0,107	-0,5	0,105	-0,5
PB_C3-1	1e WVL	0,06	0,079	-0,2	0,048	0,3
PB1004-2	1e WVL	0,16	0,072	1,2	0,038	3,3
PB3001-2	1e WVL	0,07	0,102	-0,3	0,056	0,2
D1_500-3	2e WVL - Ondiep	0,12	0,011	9,6	0,005	22,7
PB_C1-2	2e WVL - Ondiep	0,05	0,016	2,1	0,012	3,0
PB_C2-2	2e WVL - Ondiep	0,11	0,024	3,6	0,016	5,8
PB_C3-2	2e WVL - Ondiep	0,09	0,014	5,2	0,008	10,1
PB1004-3	2e WVL - Ondiep	0,10	0,010	9,0	0,009	10,7
PB3001-3	2e WVL - Ondiep	0,07	0,015	3,7	0,010	5,8
OG-B39	2e WVL - Diep	0,08	0,012	5,9	0,005	13,8
PB_C1-3	2e WVL - Diep	0,09	0,006	14,8	0,012	6,4
PB_C1-4	2e WVL - Diep	0,06	0,006	9,5	0,013	3,6
PB_C2-3	2e WVL - Diep	0,04	0,011	2,7	0,015	1,7
PB_C2-4	2e WVL - Diep	0,07	0,011	5,6	0,016	3,4
PB_C3-3	2e WVL - Diep	0,06	0,008	6,9	0,008	6,4
PB_C3-4	2e WVL - Diep	0,10	0,008	12,2	0,008	11,8
PB1004-4	2e WVL - Diep	0,12	0,008	13,7	0,009	13,0
PB3001-4	2e WVL - Diep	0,11	0,008	13,4	0,010	9,6

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

6. Conclusie

De gerapporteerde waterfluxen door iFLUX liggen niet in dezelfde grootteorde als de waterfluxen berekend door Tractebel. Tot heden ontbreekt een validatie van de waterfluxgegevens door iFLUX.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

7. Referenties

[1] K. Hatfield et al. / Journal of Contaminant Hydrology 75 (2004) 155–181 (A direct passive method for measuring water and contaminant fluxes in porous media).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

EVALUATIE WATERFLUX

Tweede Getijdendok

BIJLAGES



TRACTEBEL ENGINEERING N.V.

Kantoor Gent

Esplanade Oscar Van de Voorde 1
9000 Gent – België

Tel. +32 9 240 09 11

www.tractebel.engie.com

DOSSIER NR.:	P.016898.0500
OPDRACHTGEVER:	PORT OF ANTWERP-BRUGES
OPSTELLERS:	ELINE BEELEN
DATUM:	30/06/2025
REVISOR:	MAARTEN BEHIELS, MICHAEL BORREMANS
VERSIE	01

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Overzicht bijlagen

Bijlage 1: Bepaling stijghoogtegradiënt 16

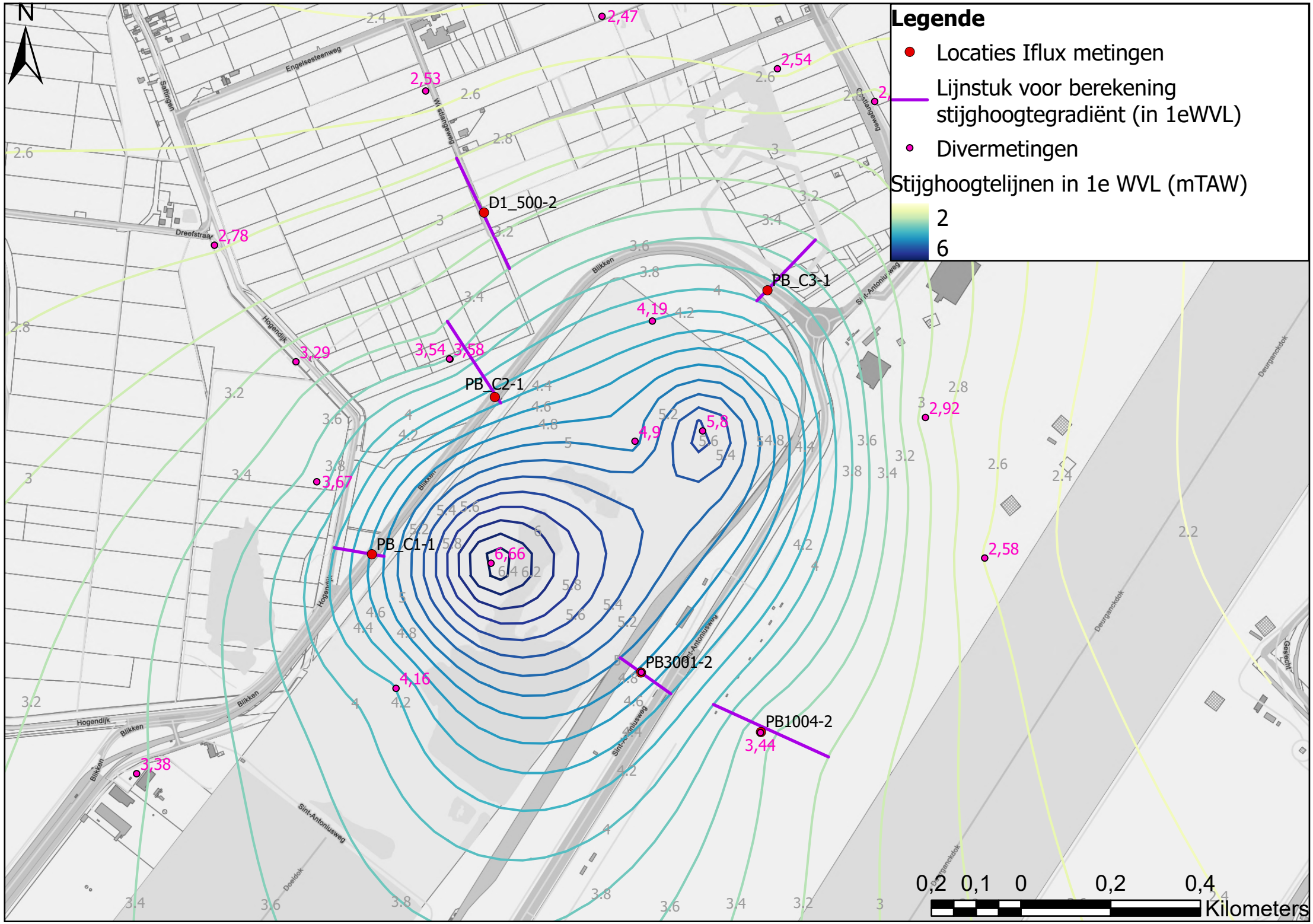
Bijlage 2: Bepaling waterflux op basis van het grondwaterstromingsmodel 17

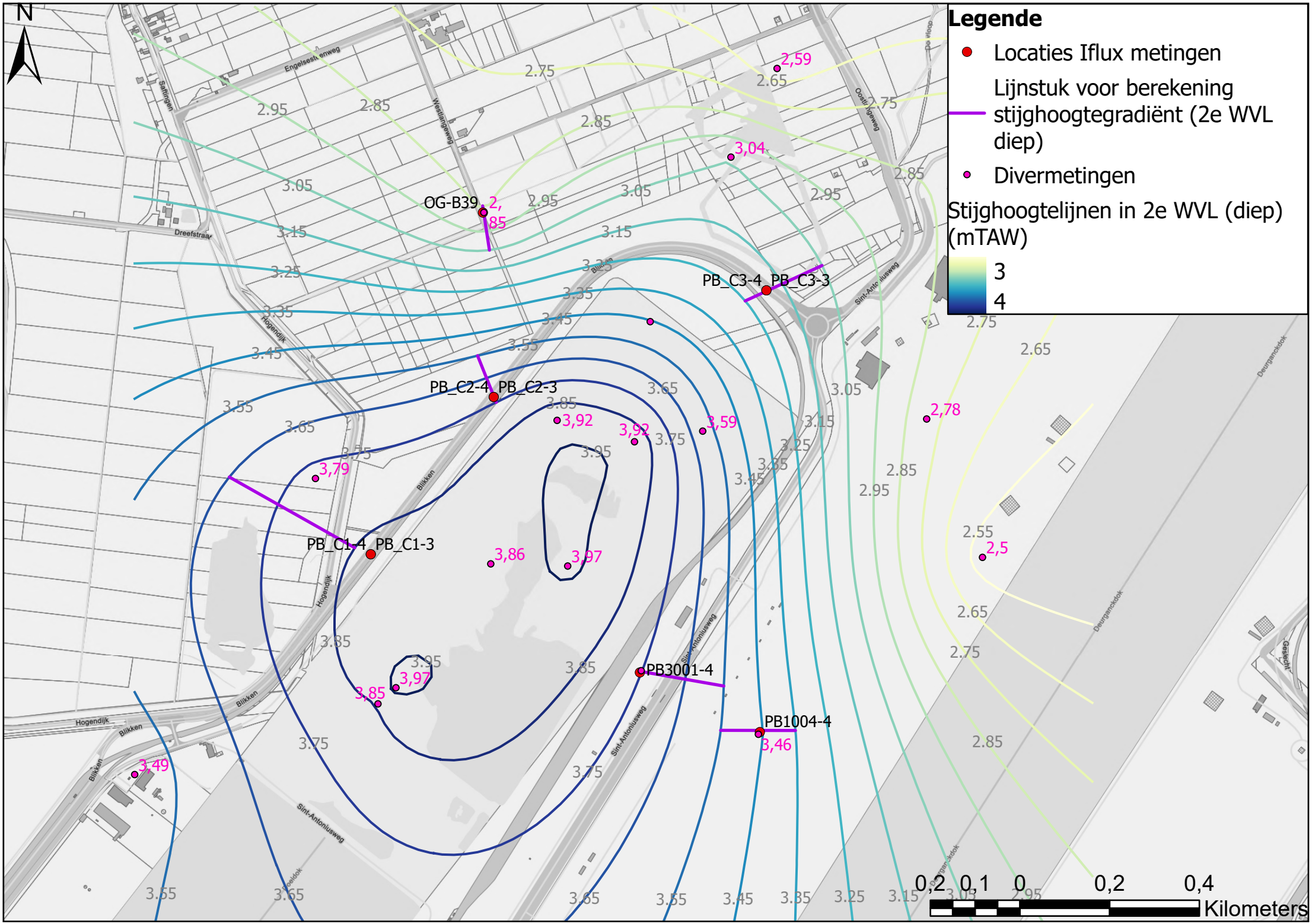
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

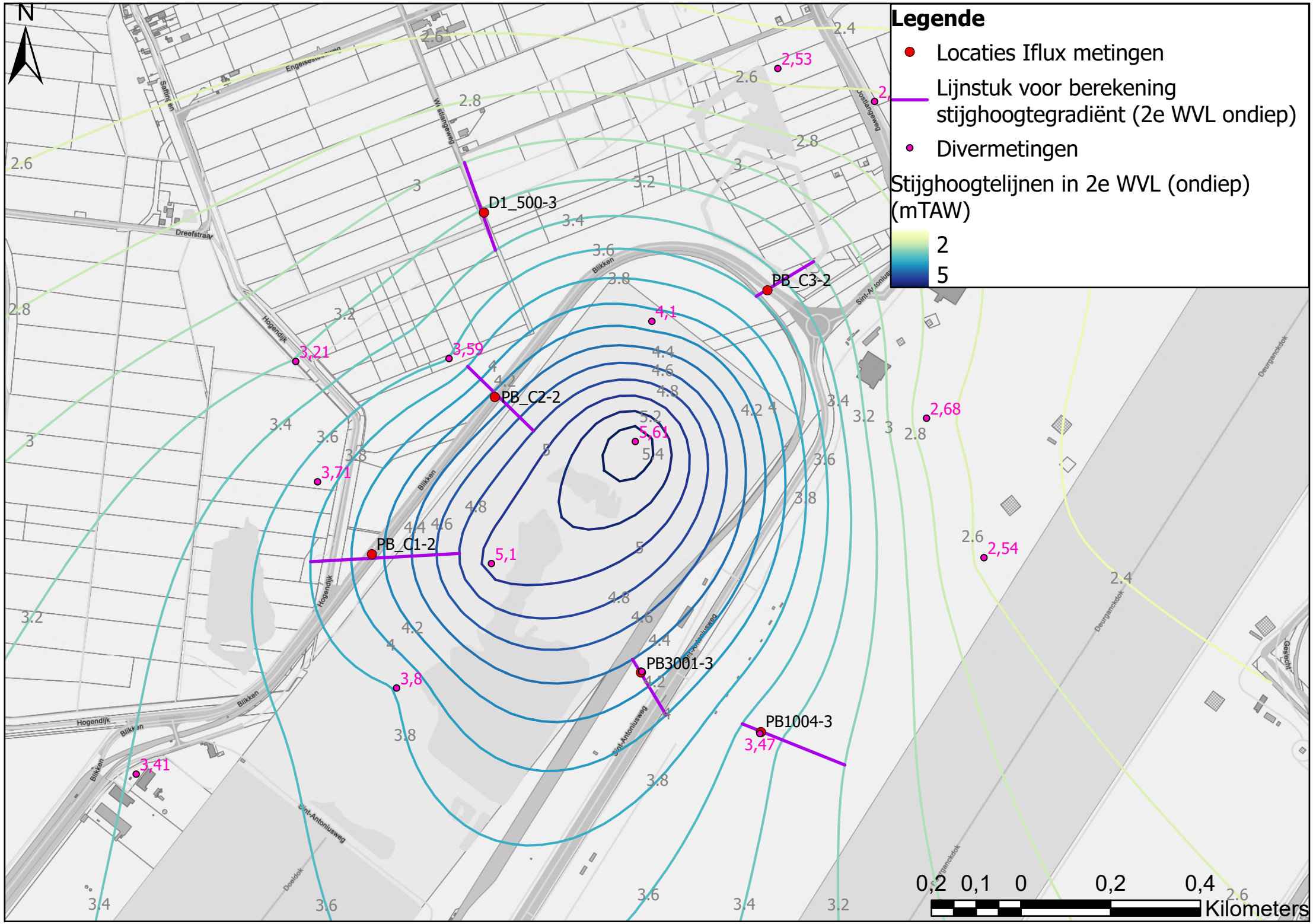
Bijlage 1: Bepaling stijghoogtegradiënt

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

PB_nr	Peilbuis	WVL	Verschil in stijghoogte tussen 2 punten (m)	Onderlinge afstand tussen 2 punten (m)	Stijghoogtegradiënt (dh/dl)	Horizontale doorlatendheid (K in m/d)	Waterflux (m/d)
1	D1_500-2	1e WVL	0.6	272	0.00221	20.0	0.044
2	PB_C1-1	1e WVL	0.6	103	0.00583	20.0	0.117
3	PB_C2-1	1e WVL	1	217	0.00461	20.0	0.092
4	PB_C3-1	1e WVL	0.6	188	0.00319	20.0	0.064
5	PB1004-2	1e WVL	0.8	282	0.00284	20.0	0.057
6	PB3001-2	1e WVL	0.6	138	0.00435	20.0	0.087
7	D1_500-3	2e WVL - Ondiep	0.4	208	0.00192	4.3	0.008
8	PB_C1-2	2e WVL - Ondiep	1	332	0.00301	4.3	0.013
9	PB_C2-2	2e WVL - Ondiep	1	206	0.00485	4.3	0.021
10	PB_C3-2	2e WVL - Ondiep	0.4	150	0.00267	4.3	0.011
11	PB1004-3	2e WVL - Ondiep	0.4	246	0.00163	4.3	0.007
12	PB3001-3	2e WVL - Ondiep	0.4	145	0.00276	4.3	0.012
13	OG-B39	2e WVL - Diep	0.2	100	0.00200	4.3	0.009
14	PB_C1-3	2e WVL - Diep	0.2	320	0.00063	4.3	0.003
15	PB_C1-4	2e WVL - Diep	0.2	320	0.00063	4.3	0.003
16	PB_C2-3	2e WVL - Diep	0.2	112	0.00179	4.3	0.008
17	PB_C2-4	2e WVL - Diep	0.2	112	0.00179	4.3	0.008
18	PB_C3-3	2e WVL - Diep	0.2	189	0.00106	4.3	0.005
19	PB_C3-4	2e WVL - Diep	0.2	189	0.00106	4.3	0.005
20	PB1004-4	2e WVL - Diep	0.2	167	0.00120	4.3	0.005
21	PB3001-4	2e WVL - Diep	0.2	186	0.00108	4.3	0.005


N
Legende
Locaties Iflux metingen
Lijnstuk voor berekening stijghoogtegradiënt (in 1eWVL)
Divermetingen
Stijghoogtelijnen in 1e WVL (mTAW)
2
6
D1_500-2
PB_C3-1
PB_C2-1
PB_C1-1
PB3001-2
PB1004-2
2,47
2,53
2,54
2,78
3,29
3,54
3,58
4,19
3,67
4,9
5,8
2,92
6,66
2,58
4,16
3,38
3,44
Engelsesteenweg
Dreefstraat
Hogendijk
Blikken
Sint-Antoniusweg
Deurganckdok
Doeldok
0,2 0,1 0 0,2 0,4
Kilometers


N
Legende
Locaties Iflux metingen
Lijnstuk voor berekening stijghoogtegradiënt (2e WVL diep)
Divermetingen
Stijghoogtelijnen in 2e WVL (diep) (mTAW)
3
4
OG-B39
PB_C3-4
PB_C3-3
PB_C2-4
PB_C2-3
PB_C1-4
PB_C1-3
PB3001-4
PB1004-4
2,59
3,04
2,78
2,5
3,92
3,92
3,59
3,79
3,86
3,97
3,97
3,85
3,49
3,46
Hogendijk
Blikken
Sint-Antoniusweg
Dreefstraat
Deurganckdok
0,2 0,1 0 0,2 0,4
Kilometers


N
Legende
Locaties Iflux metingen
Lijnstuk voor berekening stijghoogtegradiënt (2e WVL ondiep)
Divermetingen
Stijghoogtelijnen in 2e WVL (ondiep) (mTAW)
2
5
D1_500-3
PB_C3-2
PB_C2-2
PB_C1-2
PB3001-3
PB1004-3
3,21
3,59
4,1
5,61
3,71
5,1
3,8
3,41
3,47
2,68
2,54
2,53
Hogendijk
Blikken
Dreefstraat
Sint-Antoniusweg
Deurganckdok
Doeldok
0,2 0,1 0 0,2 0,4
Kilometers

Bijlage 2: Bepaling waterflux op basis van het grondwaterstromingsmodel

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

	Meetlocatie		Karakteristieken cel in model				Debiet (m^3/d)				Oppervlakte van de zijvlakken (m^2)				Waterflux (m/d)				Totale waterflux (m/d)
PB_nr	Peilbuis	WVL	Modellaag	Lengte (m)	Breedte (m)	Hoogte (m)	Flow (m^3/d) RIGHT	Flow (m^3/d) FRONT	Flow (m^3/d) LEFT	Flow (m^3/d) BACK	Opp (m^2) RIGHT	Opp (m^2) FRONT	Opp (m^2) LEFT	Opp (m^2) BACK	Flux (m/d) RIGHT	Flux (m/d) FRONT	Flux (m/d) LEFT	Flux (m/d) BACK	Waterflux (m/d)
1	D1_500-2	1e WVL	3	5.97	13.3	6.554	1.031	1.047	0	0	39.13	87.17	39.13	87.17	0.026	0.012	0	0	0.038
2	PB_C1-1	1e WVL	3	21	7	3.234	3.698	0.810	0	0	67.91	22.64	67.91	22.64	0.054	0.036	0	0	0.090
3	PB_C2-1	1e WVL	3	12	13.3	4.531	2.236	3.860	0	0	54.37	60.26	54.37	60.26	0.041	0.064	0	0	0.105
4	PB_C3-1	1e WVL	3	9.07	11	3.9766	0	1.259	0.682	0	36.07	43.74	36.07	43.74	0	0.029	0.019	0	0.048
5	PB1004-2	1e WVL	3	41.9	11	4.8187	0	0	5.144	0.640	201.90	53.01	201.90	53.01	0	0	0.025	0.012	0.038
6	PB3001-2	1e WVL	3	31.4	8.23	3.9757	0	0	4.758	0.597	124.84	32.72	124.84	32.72	0	0	0.038	0.018	0.056
7	D1_500-3	2e WVL - Ondiep	6	5.97	13.3	9.2912	0.268	0	0	0.028	55.47	123.57	55.47	123.57	0.005	0	0	0	0.005
8	PB_C1-2	2e WVL - Ondiep	6	21	7	6.3813	0.970	0.231	0	0	134.01	44.67	134.01	44.67	0.007	0.005	0	0	0.012
9	PB_C2-2	2e WVL - Ondiep	6	12	13.3	5.67	0.282	0.900	0	0	68.04	75.41	68.04	75.41	0.004	0.012	0	0	0.016
10	PB_C3-2	2e WVL - Ondiep	6	9.07	11	8.1343	0	0.475	0.209	0	73.78	89.48	73.78	89.48	0	0.005	0.003	0	0.008
11	PB1004-3	2e WVL - Ondiep	6	41.9	11	5.067	0	0	1.228	0.154	212.31	55.74	212.31	55.74	0	0	0.006	0.003	0.009
12	PB3001-3	2e WVL - Ondiep	6	31.4	8.23	5.16	0	0	1.102	0.149	162.02	42.47	162.02	42.47	0	0	0.007	0.004	0.010
13	OG-B39	2e WVL - Diep	7	5.97	13.3	5.4551	0.167	0	0	0.020	32.57	72.55	32.57	72.55	0.005	0	0	0	0.005
14	PB_C1-3	2e WVL - Diep	8	21	7	12.1237	1.705	0.464	0	0	254.60	84.87	254.60	84.87	0.007	0.005	0	0	0.012
15	PB_C1-4	2e WVL - Diep	9	21	7	0.2523	0.042	0.009	0	0	5.30	1.77	5.30	1.77	0.008	0.005	0	0	0.013
16	PB_C2-3	2e WVL - Diep	7	12	13.3	8.36	0.413	1.217	0	0	100.32	111.19	100.32	111.19	0.004	0.011	0	0	0.015
17	PB_C2-4	2e WVL - Diep	9	12	13.3	1.2711	0.076	0.184	0	0	15.25	16.91	15.25	16.91	0.005	0.011	0	0	0.016
18	PB_C3-3	2e WVL - Diep	7	9.07	11	3.8867	0	0.225	0.099	0	35.25	42.75	35.25	42.75	0	0.005	0.003	0	0.008
19	PB_C3-4	2e WVL - Diep	8	9.07	11	13.779	0	0.787	0.331	0	124.98	151.57	124.98	151.57	0	0.005	0.003	0	0.008
20	PB1004-4	2e WVL - Diep	9	41.9	11	6.0692	0	0	1.474	0.187	254.30	66.76	254.30	66.76	0	0	0.006	0.003	0.009
21	PB3001-4	2e WVL - Diep	9	31.4	8.23	6.24	0	0	1.334	0.182	195.94	51.36	195.94	51.36	0	0	0.007	0.004	0.010

Bijlage 8: Kostenraming

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TWEEDE GETIJDENDOK

Kostenraming - Variant 1
Afgraving van de bronzones en externe verwerking

Post	Omschrijving der werken	Aard	Eenh.	Aantal	Eenh.prijs in cijfers	Totaal (excl. BTW)
1	**Voorbereidende werkzaamheden**					
1.1	Werfinrichting (algemene werfvoorbereiding, Achillesprotocol, opstellen uitvoeringsplanning, werfhekkens, werfwegen, aan- en afvoer) en startvergadering	TP	ff	1	€1.200.000,00	€1.200.000,00
1.2	Veiligheid en veiligheidscoördinatie (collectieve en individuele beschermingsmiddelen, veiligheidscoördinatie ontwerp en uitvoering, verzekeringen)	TP	ff	1	€100.000,00	€100.000,00
1.3	Tegensprekelijke plaatsbeschrijving voor en na het uitvoeren van de werken	TP	stuk	1	€60.000,00	€60.000,00
1.4	Mobilisatie en demobilisatie rollend materiaal en graafmachines	TP	ff	1	€350.000,00	€350.000,00
1.5	Voorbereidene sloopwerkzaamheden, vellen en rooien van bomen en struikgewas, buiten gebruik stellen van kabels en leidingen	TP	ff	1	€400.000,00	€400.000,00
Totaal 1. Voorbereidende werkzaamheden						€2.110.000,00
2	**Waterremmende schermen (cement-bentonietwand)**					
2.1	Mobilisatie centrale voor de aanmaak van bentoniet en cement-bentoniet suspensie (incl. mobilisatie silo's voor opslag van grondstoffen)	TP	ff	1	€900.000,00	€900.000,00
2.2	Aanbrengen cement-bentonietwand (dikte = 100 cm) (incl. transport grondstoffen, onderhoud installaties, …)	VH	m³	266.399	€190,00	€50.615.810,00
2.3	Leveren van warmgewalste stalen U- of Z-damplanken	VH	kg	2.697.093	€1,75	€4.719.912,75
2.4	Inbrengen van stalen damplanken	VH	m²	19.530	€33,50	€654.255,00
2.5	Uittrekken van warmgewalste stalen damplanken	VH	m²	19.530	€20,00	€390.600,00
2.6	Terugkoop damplanken	VH	kg	2.697.093	-€0,50	-€1.348.546,50
Totaal 2. Waterremmende schermen						€55.932.031,25
3	**Bemaling en waterzuivering**					
3.1	**Grondwatertafelverlaging i.f.v. ontgraving**					
3.1.1	Installatie bemaling (aan- en afvoer boorapparatuur, installeren dieptebronnen, pompen, leidingen, dataloggers, ... incl. verwijderen installatie)	TP	ff	1	€6.173.550,00	€6.173.550,00
3.1.2	Huur en onderhoud bemalingsinstallatie	TP	ff	1	€19.707.695,23	€19.707.695,23
3.1.3	Mobilisatie en demobilisatie WZI, Huur en verbruik WZI (buffer, zandfilter, waterzijdige actief koolfilter, alarmering) en pompen (Huur WZI, electriciteitsverbruik, verbruik en verwerking actief kool, afvoer en verwerken slib, huur pompen)	TP	ff	1	€96.978.793,11	€96.978.793,11
3.2	**Afvoer en verwerking hemelwater en percolaatwater W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'**					
3.2.1	Installatie hemelwater- en percolaatdrainagesysteem W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'	TP	ff	1	€519.800,00	€519.800,00
3.2.2	Huur en onderhoud hemelwater- en percolaatdrainagesysteem W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'	TP	ff	1	€5.835,87	€5.835,87
3.2.3	Mobilisatie WZI W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok', huur en verbruik uitbreiding WZI (buffer, zandfilter, waterzijdige actief koolfilter, alarmering) en pompen (Huur WZI, electriciteitsverbruik, verbruik en verwerking actief kool, afvoer en verwerken slib, huur pompen) i.f.v. W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'	TP	ff	1	€9.303.036,61	€9.303.036,61
Totaal 3. Bemaling en waterzuivering						€132.688.710,82
4.	**W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'**					
4.1	Leveren en plaatsen HDPE-folie onderafdek	VH	m²	148.983	€10,00	€1.489.830,00
4.2	Aanbrengen zandlaag met dikte minimaal 25 cm	VH	m³	37.246	€10,00	€372.457,50
4.3	Aanleg drainagebuizen onderaan TOP	VH	m²	30.600	€20,00	€612.000,00
4.4	Leveren en plaatsen HDPE-folie bovenafdek	VH	m²	156.432	€5,00	€782.160,75
4.5	Werfweg in asfalt voor afvoer	VH	m²	7150	€32,50	€232.375,00
4.6	Wielwasinstallatie	TP	ff	1	€50.000,00	€50.000,00
Totaal 4. W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'						€3.538.823,25
5.	**Graafwerkzaamheden**					
5.1	**Ontgraving**					
5.1.1	Selectief uitgraven van niet verontreinigde gronden en afvoer richting tussentijdse stockage op W-TOP of afvoer binnen het projectgebied (richting saneringsberging) - excl. uitleveringscoëfficient	VH	m³	3.907.902	€6,50	€25.401.363,00
5.1.2	Selectief uitgraven van verontreinigde gronden en afvoer richting tussentijdse stockage op W-TOP of afvoer binnen het projectgebied (richting saneringsberging) - excl. uitleveringscoëfficient	VH	m³	10.888.826	€6,50	€70.777.369,00
5.2	**Extern verwerken van ontgraven gronden**					
5.2.1	Transport					
5.2.1.1	Afvoer van verontreinigde, niet-reinigbare grond naar externe stortplaats - per vrachtwagen	VH	m³	1.747.634	€5,83	€10.188.704,88
5.2.1.2	Afvoer van verontreinigde, niet-reinigbare grond naar externe stortplaats - per schip	VH	m³	5.850.774	€9,49	€55.523.844,59
5.2.1.3	Afvoer van verontreinigde, reinigbare grond naar extern reinigingscentrum - per vrachtwagen	VH	m³	941.034	€5,83	€5.486.225,71
5.2.1.4	Afvoer van verontreinigde, reinigbare grond naar extern reinigingscentrum - per schip	VH	m³	3.150.417	€9,49	€29.897.454,78
5.2.2	Verwerken van verontreinigde gronden					
5.2.2.1	Storten van niet-reinigbare gronden bij VLAREM-vergunde stortplaats	VH	m³	7.598.408	€110,00	€835.824.847,00
5.2.2.2	Fysicochemisch reinigen van verontreinigde gronden in extern verwerkingscentrum	VH	m³	4.091.450	€180,00	€736.461.054,00
5.3	**Verwerken van niet verontreinigde gronden**					
5.3.1	Verwerken van niet-verontreinigde gronden in het projectgebied - rechtstreekse verwerking	VH	m³	3.801.900	€3,10	€11.785.888,45
5.3.2	Verwerken van niet-verontreinigde gronden in het projectgebied - via tussentijdse stockage op W-TOP	VH	m³	1.629.386	€6,00	€9.776.313,00
Totaal 5. Graafwerkzaamheden						€1.791.123.064,41

Post	Omschrijving der werken	Aard	Eenh.	Aantal	Eenh.prijs in cijfers	Totaal (excl. BTW)
6.	**Verharding**					
6.1	Gedempt Doeldok - Aanleg waterdichte verharding, incl. fundering	VH	m²	948.712	€37,50	€35.576.700,00
Totaal 6. Verharding						€35.576.700,00
7	**Begeleiden van de saneringswerken**					
7,1	**Actieve saneringswerken**					
7.1.1	Projectmanagement & begeleiden van de saneringswerken incl. supervisie stabiliteitsmaatregelen en veiligheidscoördinatie	TP	ff	1	€1.713.600,00	€1.713.600,00
7.1.2	Administratie en overhead	TP	ff	1	€171.360,00	€171.360,00
7.1.3	Analyses ontgraving	TP	ff	1	€265.650,00	€265.650,00
7.1.4	Analyses WZI	TP	ff	1	€1.947.000,00	€1.947.000,00
7.1.5	Rapportage d.m.v. tussentijdse rapporten	VH	per stuk	7	€8.500,00	€59.500,00
7.1.6	Eindevaluatieonderzoek	VH	per stuk	1	€21.750,00	€21.750,00
7,2	**Monitoring en nazorg**					
7.2.1	Plaatsen monitoringspeilbuizen binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok	TP	ff	1	€225.000,00	€225.000,00
7.2.2	Staalname en grondwateranalyse binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'	VH	per ronde	23	€21.000,00	€483.000,00
7.2.3	Rapportage en projectmanagement	VH	per ronde	15	€8.160,00	€122.400,00
Totaal 7. Begeleiden van de saneringswerken						€5.009.260,00
					TOTAAL excl. BTW	**€2.025.978.589,73**
					TOTAAL excl. BTW incl. 10% onvoorziene kost	**€2.228.576.448,70**
					BTW	**€468.001.054,23**
					TOTAAL incl. BTW	**€2.696.577.502,92**

TWEEDE GETIJDENDOK

Kostenraming - Variant 2

Afgraving van de bronzones, saneringsbergingen binnen het projectgebied 'Tweede Getijdendok' en beperkte externe verwerking

Post	Omschrijving der werken	Aard	Eenh.	Aantal	Eenh.prijs in cijfers	Totaal (excl. BTW)
1	**Voorbereidende werkzaamheden**					
1.1	Werfinrichting (algemene werfvoorbereiding, Achillesprotocol, opstellen uitvoeringsplanning, werfhekkens, werfwegen, aan- en afvoer) en startvergadering	TP	ff	1	€1.200.000,00	€1.200.000,00
1.2	Veiligheid en veiligheidscoördinatie (collectieve en individuele beschermingsmiddelen, veiligheidscoördinatie ontwerp en uitvoering, verzekeringen)	TP	ff	1	€100.000,00	€100.000,00
1.3	Tegensprekelijke plaatsbeschrijving voor en na het uitvoeren van de werken	TP	stuk	1	€60.000,00	€60.000,00
1.4	Mobilisatie en demobilisatie rollend materiaal en graafmachines	TP	ff	1	€350.000,00	€350.000,00
1.5	Voorbereidene sloopwerkzaamheden, vellen en rooien van bomen en struikgewas, buiten gebruik stellen van kabels en leidingen	TP	ff	1	€400.000,00	€400.000,00
Totaal 1. Voorbereidende werkzaamheden						€2.110.000,00
2	**Waterremmende schermen (cement-bentonietwand)**					
2.1	Mobilisatie centrale voor de aanmaak van bentoniet en cement-bentoniet suspensie (incl. mobilisatie silo's voor opslag van grondstoffen)	TP	ff	1	€900.000,00	€900.000,00
2.2	Aanbrengen cement-bentonietwand (dikte = 100 cm) (incl. transport grondstoffen, onderhoud installaties, …)	VH	m³	266.399	€190,00	€50.615.810,00
2.3	Leveren van warmgewalste stalen U- of Z-damplanken	VH	kg	2.697.093	€1,75	€4.719.912,75
2.4	Inbrengen van stalen damplanken	VH	m²	19.530	€33,50	€654.255,00
2.5	Uittrekken van warmgewalste stalen damplanken	VH	m²	19.530	€20,00	€390.600,00
2.6	Terugkoop damplanken	VH	kg	2.697.093	-€0,50	-€1.348.546,50
Totaal 2. Waterremmende schermen						€55.932.031,25
3	**Bemaling en waterzuivering**					
3.1	**Grondwatertafelverlaging i.f.v. ontgraving**					
3.1.1	Installatie bemaling (aan- en afvoer boorapparatuur, installeren dieptebronnen, pompen, leidingen, dataloggers, ... incl. verwijderen installatie)	TP	ff	1	€6.173.550,00	€6.173.550,00
3.1.2	Huur en onderhoud bemalingsinstallatie	TP	ff	1	€19.707.695,23	€19.707.695,23
3.1.3	Mobilisatie en demobilisatie WZI, Huur en verbruik WZI (buffer, zandfilter, waterzijdige actief koolfilter, alarmering) en pompen (Huur WZI, electriciteitsverbruik, verbruik en verwerking actief kool, afvoer en verwerken slib, huur pompen)	TP	ff	1	€96.978.793,11	€96.978.793,11
3,2	**Afvoer en verwerking hemelwater en percolaatwater saneringsberging**					
3.2.1	Saneringsberging 'Dijken'					
3.2.1.1	Installatie hemelwater- en percolaatdrainagesysteem saneringsbering dijken, excl. drainageleiding en inspectieputten	TP	ff	1	€732.800,00	€732.800,00
3.2.1.2	Huur en onderhoud hemelwater- en percolaatdrainagesysteem saneringsberging dijken	TP	ff	1	€2.240.113,20	€2.240.113,20
3.2.1.3	Uitbreiding bestaande WZI i.f.v. benodigde capaciteit saneringsberging dijken, Huur en verbruik uitbreiding WZI (buffer, zandfilter, waterzijdige actief koolfilter, alarmering) en pompen (Huur WZI, electriciteitsverbruik, verbruik en verwerking actief kool, afvoer en verwerken slib, huur pompen) i.f.v. saneringsberging dijken	TP	ff	1	€9.009.049,16	€9.009.049,16
3.2.2	Saneringsberging 'Kaaiterreinen'					
3.2.2.1	Installatie hemelwater- en percolaatdrainagesysteem saneringsbering kaaiterreinen, excl. drainageleiding en inspectieputten	TP	ff	1	€714.800,00	€714.800,00
3.2.2.2	Huur en onderhoud hemelwater- en percolaatdrainagesysteem saneringsberging kaaiterreinen	TP	ff	1	€2.023.301,80	€2.023.301,80
3.2.2.3	Uitbreiding bestaande WZI i.f.v. benodigde capaciteit saneringsberging kaaiterreinen, Huur en verbruik uitbreiding WZI (buffer, zandfilter, waterzijdige actief koolfilter, alarmering) en pompen (Huur WZI, electriciteitsverbruik, verbruik en verwerking actief kool, afvoer en verwerken slib, huur pompen) i.f.v. saneringsberging kaaiterreinen	TP	ff	1	€13.662.254,80	€13.662.254,80
3.2.3	Saneringsberging 'gedempt Doeldok'					
3.2.3.1	Installatie hemelwater- en percolaatdrainagesysteem saneringsbering gedempt Doeldok, excl. drainageleiding en inspectieputten	TP	ff	1	€344.000,00	€344.000,00
3.2.3.2	Huur en onderhoud hemelwater- en percolaatdrainagesysteem saneringsberging gedempt Doeldok	TP	ff	1	€1.033.203,60	€1.033.203,60
3.2.3.3	Uitbreiding bestaande WZI i.f.v. benodigde capaciteit saneringsberging gedempt Doeldok, Huur en verbruik uitbreiding WZI (buffer, zandfilter, waterzijdige actief koolfilter, alarmering) en pompen (Huur WZI, electriciteitsverbruik, verbruik en verwerking actief kool, afvoer en verwerken slib, huur pompen) i.f.v. saneringsberging gedempt Doeldok	TP	ff	1	€7.205.832,51	€7.205.832,51
3,3	**Afvoer en verwerking hemelwater en percolaatwater W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'**					
3.3.1	Installatie hemelwater- en percolaatdrainagesysteem W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'	TP	ff	1	€519.800,00	€519.800,00
3.3.2	Huur en onderhoud hemelwater- en percolaatdrainagesysteem W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'	TP	ff	1	€3.745.780,74	€3.745.780,74
3.3.3	Mobilisatie WZI W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok', huur en verbruik uitbreiding WZI (buffer, zandfilter, waterzijdige actief koolfilter, alarmering) en pompen (Huur WZI, electriciteitsverbruik, verbruik en verwerking actief kool, afvoer en verwerken slib, huur pompen) i.f.v. W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'	TP	ff	1	€9.303.036,61	€9.303.036,61
Totaal 3. Bemaling en waterzuivering						€173.394.010,76
4.	**W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'**					
4.1	Leveren en plaatsen HDPE-folie onderafdek	VH	m²	148.983	€10,00	€1.489.830,00
4.2	Aanbrengen zandlaag met dikte minimaal 25 cm	VH	m³	37.246	€10,00	€372.457,50
4.3	Aanleg drainagebuizen onderaan TOP	VH	m²	30.600	€20,00	€612.000,00
4.4	Leveren en plaatsen HDPE-folie bovenafdek	VH	m²	156.432	€5,00	€782.160,75
4.5	Werfweg in asfalt voor afvoer	VH	m²	7150	€32,50	€232.375,00
4.6	Wielwasinstallatie	TP	ff	1	€50.000,00	€50.000,00
Totaal 4. W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'						€3.538.823,25
5.	**Graafwerkzaamheden**					
5.1	**Ontgraving**					
5.1.1	Selectief uitgraven van niet verontreinigde gronden en afvoer richting tussentijdse stockage op W-TOP of afvoer binnen het projectgebied (richting saneringsberging) - excl. uitleveringscoëfficient	VH	m³	4.927.902	€6,50	€32.031.363,00
5.1.2	Selectief uitgraven van verontreinigde gronden en afvoer richting tussentijdse stockage op W-TOP of afvoer binnen het projectgebied (richting saneringsberging) - excl. uitleveringscoëfficient	VH	m³	10.888.826	€6,50	€70.777.369,00

Post	Omschrijving der werken	Aard	Eenh.	Aantal	Eenh.prijs in cijfers	Totaal (excl. BTW)
5.2	**Verwerken gronden in saneringsberging binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'**					
5.2.1	Verwerken van gronden in saneringsberging 'Dijken'					
5.2.1.1	Verwerken van verontreinigde gronden in saneringsberging 'Dijken' - rechtsreekse verwerking	VH	m³	3.214.750	€3,10	€9.965.725,00
5.2.1.2	Verwerken van verontreinigde gronden in saneringsberging 'Dijken' - met tussentijdse stockage op W-TOP	VH	m³	1.377.750	€6,00	€8.266.500,00
5.2.1.3	Verwerken van niet verontreinigde gronden in saneringsberging 'Dijken' - rechtstreekse verwerking	VH	m³	635.250	€3,10	€1.969.275,00
5.2.1.4	Verwerken van niet verontreinigde gronden in saneringsberging 'Dijken' - via tussentijdse stockage op W-TOP	VH	m³	272.250	€6,00	€1.633.500,00
5.2.2	Verwerken van gronden in saneringsberging 'Kaaiterreinen'					
5.2.2.1	Verwerken van verontreinigde gronden in saneringsberging 'Kaaiterreinen' - rechtstreekse verwerking	VH	m³	2.110.289	€3,10	€6.541.895,75
5.2.2.2	Verwerken van verontreinigde gronden in saneringsberging 'Kaaiterreinen' - via tussentijdse stockage op W-TOP	VH	m³	904.410	€6,00	€5.426.457,30
5.2.2.3	Verwerken van niet verontreinigde gronden in saneringsberging 'Kaaiterreinen' - rechtstreekse verwerking	VH	m³	234.477	€3,10	€726.877,31
5.2.2.4	Verwerken van niet verontreinigde gronden in saneringsberging 'Kaaiterreinen' - via tussentijdse stockage op W-TOP	VH	m³	100.490	€6,00	€602.939,70
5.2.3	Verwerken van gronden in saneringsberging 'gedempt Doeldok'					
5.2.3.1	Verwerken van verontreinigde gronden in saneringsberging 'gedempt Doeldok' - rechtstreekse verwerking	VH	m³	565.683	€3,10	€1.753.618,62
5.2.3.2	Verwerken van verontreinigde gronden in saneringsberging 'gedempt Doeldok' - via tussentijdse stockage op W-TOP	VH	m³	242.436	€6,00	€1.454.614,52
5.2.3.3	Verwerken van niet verontreinigde gronden in saneringsberging 'gedempt Doeldok' - rechtstreekse verwerking	VH	m³	62.854	€3,10	€194.846,51
5.2.3.4	Verwerken van niet verontreinigde gronden in saneringsberging 'gedempt Doeldok' - via tussentijdse stockage op W-TOP	VH	m³	26.937	€6,00	€161.623,84
5.2.4	Werfwegen					
5.2.4.1	Aanleg, onderhoud en opbraak van tijdelijke werfwegen	TP	ff	1	€50.000,00	€50.000,00
5.3	**Extern verwerken van verontreinigde gronden**					
5.3.1	Transport					
5.3.1.1	Afvoer van verontreinigde grond naar externe stortplaats - per vrachtwagen	VH	m³	753.144	€5,83	€4.390.831,12
5.3.1.5	Afvoer van verontreinigde grond naar externe stortplaats - per schip	VH	m³	2.521.396	€9,49	€23.928.048,48
5.3.2	Verwerken van verontreinigde gronden					
5.3.2.1	Storten van niet-reinigbare gronden bij VLAREM-vergunde stortplaats	VH	m³	3.274.540	€110,00	€360.199.435,20
5.4	**Verwerken van niet verontreinigde gronden**					
5.4.1	Verwerken van niet-verontreinigde gronden in het projectgebied - rechstreekse verwerking	VH	m³	1.484.019	€3,10	€4.600.459,63
5.4.2	Verwerken van niet-verontreinigde gronden in het projectgebied - via tussentijdse stockage op W-TOP	VH	m³	636.008	€6,00	€3.816.049,46
Totaal 5. Graafwerkzaamheden						€538.491.429,44
6.	**Constructie saneringsberging**					
6.1	**Saneringsberging 'Dijken'**					
6.1.1	Afsluitlaag - klei (incl. bekleding stortdijken) - 0,5 m dikte	VH	m²	452.500	€10,00	€4.525.000,00
6.1.2	Afsluitlaag - HDPE	VH	m²	452.500	€10,00	€4.525.000,00
6.1.3	Afdichtlaag - bentonietmat	VH	m²	479.000	€10,00	€4.790.000,00
6.1.4	Afdichtlaag - HDPE	VH	m²	479.000	€10,00	€4.790.000,00
6.1.5	Eindafdek - drainagemat	VH	m²	479.000	€17,50	€8.382.500,00
6.1.6	Eindafdek - wortellaag	VH	m³	479.000	€6,00	€2.874.000,00
6.1.7	Percolaatdrainagesysteem - drainagebuis	VH	m	4.000	€95,00	€380.000,00
6.1.8	Percolaatdrainagesysteem - inspectieput	VH	per stuk	16	€1.500,00	€24.000,00
6.2	**Saneringsberging 'Kaaiterreinen'**					
6.2.1	Afsluitlaag - klei (incl. bekleding stortdijken) - 0,5 m dikte	VH	m²	630.000	€10,00	€6.300.000,00
6.2.2	Afsluitlaag - HDPE	VH	m²	630.000	€10,00	€6.300.000,00
6.2.3	Afdichtlaag - HDPE	VH	m²	600.000	€10,00	€6.000.000,00
6.2.4	Eindafdek - drainagemat	VH	m²	600.000	€17,50	€10.500.000,00
6.2.5	Eindafdek - zandlaag	VH	m³	1.200.000	€6,00	€7.200.000,00
6.2.6	Percolaatdrainagesysteem - drainagebuis	VH	m	2.250	€95,00	€213.750,00
6.2.7	Percolaatdrainagesysteem - inspectieput	VH	per stuk	9	€1.500,00	€13.500,00
6.3	**Saneringsberging 'gedempt Doeldok'**					
6.3.1	Afsluitlaag - klei (incl. bekleding stortdijken) - 0,5 m dikte	VH	m²	315.000	€10,00	€3.150.000,00
6.3.2	Afsluitlaag - HDPE	VH	m²	315.000	€10,00	€3.150.000,00
6.3.3	Afdichtlaag - HDPE	VH	m²	300.000	€10,00	€3.000.000,00
6.3.4	Eindafdek - drainagemat	VH	m²	300.000	€17,50	€5.250.000,00
6.3.5	Eindafdek - zandlaag	VH	m³	300.000	€6,00	€1.800.000,00
6.3.6	Percolaatdrainagesysteem - drainagebuis	VH	m	1.750	€95,00	€166.250,00
6.3.7	Percolaatdrainagesysteem - inspectieput	VH	per stuk	6	€1.500,00	€9.000,00
Totaal 6. Saneringsberging						€83.343.000,00

Post	Omschrijving der werken	Aard	Eenh.	Aantal	Eenh.prijs in cijfers	Totaal (excl. BTW)
7.	**Verharding**					
7.1	Gedempt Doeldok - Aanleg waterdichte verharding, incl. fundering	VH	m²	948.712	€37,50	€35.576.700,00
7.2	Saneringsberging 'Kaaiterreinen' - Aanleg waterdichte verharding, incl. fundering	VH	m³	707.752	€37,50	€26.540.700,00
Totaal 7. Verharding						€62.117.400,00
8.	**Begeleiden van de saneringswerken**					
8.1	**Actieve saneringswerken**					
8.1.1	Projectmanagement & begeleiden van de saneringswerken incl. supervisie stabiliteitsmaatregelen en veiligheidscoördinatie	TP	ff	1	€2.548.800,00	€2.548.800,00
8.1.2	Administratie en overhead	TP	ff	1	€254.880,00	€254.880,00
8.1.3	Analyses ontgraving	TP	ff	1	€265.650,00	€265.650,00
8.1.4	Analyses WZI	TP	ff	1	€2.818.000,00	€2.818.000,00
8.1.5	Rapportage d.m.v. tussentijdse rapporten	VH	per stuk	7	€8.500,00	€59.500,00
8.1.6	Eindevaluatieonderzoek	VH	per stuk	1	€21.750,00	€21.750,00
8.2	**Monitoring en nazorg**					
8.2.1	Plaatsen monitoringspeilbuizen binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok	TP	ff	1	€300.000,00	€300.000,00
8.2.2	Staalname en grondwateranalyse binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'	VH	per ronde	23	€25.200,00	€579.600,00
8.2.3	Rapportage en projectmanagement	VH	per ronde	15	€8.160,00	€122.400,00
Totaal 8. Begeleiden van de saneringswerken						€6.970.580,00

TOTAAL excl. BTW	**€925.897.274,70**
TOTAAL excl. BTW incl. 10% onvoorziene kost	**€1.018.487.002,16**
BTW	**€213.882.270,45**
TOTAAL incl. BTW	**€1.232.369.272,62**

TWEEDE GETIJDENDOK

Kostenraming - Variant 3

Afgraving van de bronzones, saneringsbergingen binnen het projectgebied 'Tweede Getijdendok' en ter hoogte van het Noordelijk Insteekdok

Post	Omschrijving der werken	Aard	Eenh.	Aantal	Eenh.prijs in cijfers	Totaal (excl. BTW)
1	**Voorbereidende werkzaamheden**					
1.1	Werfinrichting (algemene werfvoorbereiding, Achillesprotocol, opstellen uitvoeringsplanning, werfhekkens, werfwegen, aan- en afvoer) en startvergadering	TP	ff	1	€1.200.000,00	€1.200.000,00
1.2	Veiligheid en veiligheidscoördinatie (collectieve en individuele beschermingsmiddelen, veiligheidscoördinatie ontwerp en uitvoering, verzekeringen)	TP	ff	1	€100.000,00	€100.000,00
1.3	Tegensprekelijke plaatsbeschrijving voor en na het uitvoeren van de werken	TP	stuk	1	€60.000,00	€60.000,00
1.4	Mobilisatie en demobilisatie rollend materiaal en graafmachines	TP	ff	1	€350.000,00	€350.000,00
1.5	Voorbereidene sloopwerkzaamheden, vellen en rooien van bomen en struikgewas, buiten gebruik stellen van kabels en leidingen	TP	ff	1	€400.000,00	€400.000,00
Totaal 1. Voorbereidende werkzaamheden						€2.110.000,00
2	**Waterremmende schermen (cement-bentonietwand en damwand)**					
2.1	Mobilisatie centrale voor de aanmaak van bentoniet en cement-bentoniet suspensie (incl. mobilisatie silo's voor opslag van grondstoffen)	TP	ff	1	€900.000,00	€900.000,00
2.2	Aanbrengen cement-bentonietwand (dikte = 100 cm) (incl. transport grondstoffen, onderhoud installaties, …)	VH	m³	266.399	€190,00	€50.615.810,00
2.3	Leveren van warmgewalste stalen U- of Z-damplanken	VH	kg	2.697.093	€1,75	€4.719.912,75
2.4	Inbrengen van stalen damplanken	VH	m²	19.530	€33,50	€654.255,00
2.5	Uittrekken van warmgewalste stalen damplanken	VH	m²	19.530	€20,00	€390.600,00
2.6	Terugkoop damplanken	VH	kg	2.697.093	-€0,50	-€1.348.546,50
Totaal 2. Waterremmende schermen						€55.932.031,25
3	**Bemaling en waterzuivering**					
3.1	**Grondwatertafelverlaging i.f.v. ontgraving**					
3.1.1	Installatie bemaling (aan- en afvoer boorapparatuur, installeren dieptebronnen, pompen, leidingen, dataloggers, ... incl. verwijderen installatie)	TP	ff	1	€6.173.550,00	€6.173.550,00
3.1.2	Huur en onderhoud bemalingsinstallatie	TP	ff	1	€19.707.695,23	€19.707.695,23
3.1.3	Mobilisatie en demobilisatie WZI, Huur en verbruik WZI (buffer, zandfilter, waterzijdige actief koolfilter, alarmering) en pompen (Huur WZI, electriciteitsverbruik, verbruik en verwerking actief kool, afvoer en verwerken slib, huur pompen)	TP	ff	1	€96.978.793,11	€96.978.793,11
3.2	**Grondwatertafelverlaging i.f.v. saneringsberging Noordelijk Insteekdok**					
3.2.1	Droogtrekken dok	TP	ff	1	€575.000,00	€575.000,00
3.2.2	Installatie bemaling i.f.v. opbouw saneringsberging NID, incl. huur en onderhoud bemalingsinstallatie	TP	ff	1	€5.320.000,00	€5.320.000,00
3.2.3	WZI (buffer, zandfilter, waterzijdige actief koolfilter, alarmering): Mobilisatie, demobilisatie, huur en verbruik (huur WZI, electriciteitsverbruik, verbruik en verwerking actief kool, afvoer en verwerken slib, huur pompen)	TP	ff	1	€5.400.000,00	€5.400.000,00
3.3	**Afvoer en verwerking hemelwater en percolaatwater saneringsberging**					
3.3.1	Saneringsberging 'Dijken'					
3.3.1.1	Installatie hemelwater- en percolaatdrainagesysteem saneringsbering dijken, excl. drainageleiding en inspectieputten	TP	ff	1	€732.800,00	€732.800,00
3.3.1.2	Huur en onderhoud hemelwater- en percolaatdrainagesysteem saneringsberging dijken	TP	ff	1	€2.240.113,20	€2.240.113,20
3.3.1.3	Uitbreiding bestaande WZI i.f.v. benodigde capaciteit saneringsberging dijken, Huur en verbruik uitbreiding WZI (buffer, zandfilter, waterzijdige actief koolfilter, alarmering) en pompen (Huur WZI, electriciteitsverbruik, verbruik en verwerking actief kool, afvoer en verwerken slib, huur pompen) i.f.v. saneringsberging dijken	TP	ff	1	€9.009.049,16	€9.009.049,16
3.3.2	Saneringsberging 'Kaaiterreinen'					
3.3.2.1	Installatie hemelwater- en percolaatdrainagesysteem saneringsbering kaaiterreinen, excl. drainageleiding en inspectieputten	TP	ff	1	€714.800,00	€714.800,00
3.3.2.2	Huur en onderhoud hemelwater- en percolaatdrainagesysteem saneringsberging kaaiterreinen	TP	ff	1	€2.023.301,80	€2.023.301,80
3.3.2.3	Uitbreiding bestaande WZI i.f.v. benodigde capaciteit saneringsberging kaaiterreinen, Huur en verbruik uitbreiding WZI (buffer, zandfilter, waterzijdige actief koolfilter, alarmering) en pompen (Huur WZI, electriciteitsverbruik, verbruik en verwerking actief kool, afvoer en verwerken slib, huur pompen) i.f.v. saneringsberging kaaiterreinen	TP	ff	1	€13.662.254,80	€13.662.254,80
3.3.3	Saneringsberging 'gedempt Doeldok'					
3.3.3.1	Installatie hemelwater- en percolaatdrainagesysteem saneringsbering gedempt Doeldok, excl. drainageleiding en inspectieputten	TP	ff	1	€344.000,00	€344.000,00
3.3.3.2	Huur en onderhoud hemelwater- en percolaatdrainagesysteem saneringsberging gedempt Doeldok	TP	ff	1	€1.033.203,60	€1.033.203,60
3.3.3.3	Uitbreiding bestaande WZI i.f.v. benodigde capaciteit saneringsberging gedempt Doeldok, Huur en verbruik uitbreiding WZI (buffer, zandfilter, waterzijdige actief koolfilter, alarmering) en pompen (Huur WZI, electriciteitsverbruik, verbruik en verwerking actief kool, afvoer en verwerken slib, huur pompen) i.f.v. saneringsberging gedempt Doeldok	TP	ff	1	€7.205.832,51	€7.205.832,51
3.3.4	Saneringsberging 'Noordelijk Insteekdok'					
3.3.4.1	Tijdelijke afwateringsvoorzieningen, maatregelen voor het opvangen van de bestaande afwateringspunten tijdens het dempen van het dok	TP	ff	1	€50.000,00	€50.000,00
3.4	**Afvoer en verwerking hemelwater en percolaatwater W-TOP**					
3.4.1	W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'					
3.4.1.1	Installatie hemelwater- en percolaatdrainagesysteem W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'	TP	ff	1	€519.800,00	€519.800,00
3.4.1.2	Huur en onderhoud hemelwater- en percolaatdrainagesysteem W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'	TP	ff	1	€3.745.780,74	€3.745.780,74
3.4.1.3	Mobilisatie WZI W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok', huur en verbruik uitbreiding WZI (buffer, zandfilter, waterzijdige actief koolfilter, alarmering) en pompen (Huur WZI, electriciteitsverbruik, verbruik en verwerking actief kool, afvoer en verwerken slib, huur pompen) i.f.v. W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'	TP	ff	1	€9.303.036,61	€9.303.036,61
Totaal 3. Bemaling en waterzuivering						€184.739.010,76
4.	**W-TOP**					

Post	Omschrijving der werken	Aard	Eenh.	Aantal	Eenh.prijs in cijfers	Totaal (excl. BTW)
4.1	**W-TOP binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'**					
4.1.1	Leveren en plaatsen HDPE-folie onderafdek	VH	m²	148.983	€10,00	€1.489.830,00
4.1.2	Aanbrengen zandlaag met dikte minimaal 25 cm	VH	m³	37.246	€10,00	€372.457,50
4.1.3	Aanleg drainagebuizen onderaan TOP	VH	m²	30.600	€20,00	€612.000,00
4.1.4	Leveren en plaatsen HDPE-folie bovenafdek	VH	m²	156.432	€5,00	€782.160,75
4.1.5	Werfweg in asfalt voor afvoer	VH	m²	7150	€32,50	€232.375,00
4.1.6	Wielwasinstallatie	TP	ff	1	€50.000,00	€50.000,00
4.2	**W-TOP t.h.v. Noordelijk Insteekdok**					
4.2.1	Leveren en plaatsen HDPE-folie onderafdek	VH	m²	26.000	€10,00	€260.000,00
4.2.2	Aanbrengen zandlaag met dikte minimaal 25 cm	VH	m³	6.500	€10,00	€65.000,00
4.2.3	Aanleg drainagebuizen onderaan TOP	VH	m²	5200	€20,00	€104.000,00
4.2.4	Leveren en plaatsen HDPE-folie bovenafdek	VH	m²	27300	€5,00	€136.500,00
4.2.5	Wielwasinstallatie	TP	ff	1	€50.000,00	€50.000,00
Totaal 4. W-TOP						€4.154.323,25
5.	**Graafwerkzaamheden**					
5.1	**Ontgraving**					
5.1.1	Selectief uitgraven van niet verontreinigde gronden en afvoer richting tussentijdse stockage op W-TOP of afvoer binnen het projectgebied (richting saneringsberging) - excl. uitleveringscoëfficient	VH	m³	4.927.902	€6,50	€32.031.363,00
5.1.2	Selectief uitgraven van verontreinigde gronden en afvoer richting tussentijdse stockage op W-TOP of afvoer binnen het projectgebied (richting saneringsberging) - excl. uitleveringscoëfficient	VH	m³	10.888.826	€6,50	€70.777.369,00
5.2	**Verwerken gronden in saneringsberging binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'**					
5.2.1	Verwerken van gronden in saneringsberging 'Dijken'					
5.2.1.1	Verwerken van verontreinigde gronden in saneringsberging 'Dijken' - rechtsreekse verwerking	VH	m³	3.214.750	€3,10	€9.965.725,00
5.2.1.2	Verwerken van verontreinigde gronden in saneringsberging 'Dijken' - met tussentijdse stockage op W-TOP	VH	m³	1.377.750	€6,00	€8.266.500,00
5.2.1.3	Verwerken van niet verontreinigde gronden in saneringsberging 'Dijken' - rechtstreekse verwerking	VH	m³	635.250	€3,10	€1.969.275,00
5.2.1.4	Verwerken van niet verontreinigde gronden in saneringsberging 'Dijken' - via tussentijdse stockage op W-TOP	VH	m³	272.250	€6,00	€1.633.500,00
5.2.2	Verwerken van gronden in saneringsberging 'Kaaiterreinen'					
5.2.2.1	Verwerken van verontreinigde gronden in saneringsberging 'Kaaiterreinen' - rechtstreekse verwerking	VH	m³	2.110.289	€3,10	€6.541.895,75
5.2.2.2	Verwerken van verontreinigde gronden in saneringsberging 'Kaaiterreinen' - via tussentijdse stockage op W-TOP	VH	m³	904.410	€6,00	€5.426.457,30
5.2.2.3	Verwerken van niet verontreinigde gronden in saneringsberging 'Kaaiterreinen' - rechtstreekse verwerking	VH	m³	234.477	€3,10	€726.877,31
5.2.2.4	Verwerken van niet verontreinigde gronden in saneringsberging 'Kaaiterreinen' - via tussentijdse stockage op W-TOP	VH	m³	100.490	€6,00	€602.939,70
5.2.3	Verwerken van gronden in saneringsberging 'gedempt Doeldok'					
5.2.3.1	Verwerken van verontreinigde gronden in saneringsberging 'gedempt Doeldok' - rechtstreekse verwerking	VH	m³	76.367	€3,10	€236.738,51
5.2.3.2	Verwerken van verontreinigde gronden in saneringsberging 'gedempt Doeldok' - via tussentijdse stockage op W-TOP	VH	m³	32.729	€6,00	€196.372,96
5.2.3.3	Verwerken van niet verontreinigde gronden in saneringsberging 'gedempt Doeldok' - rechtstreekse verwerking	VH	m³	8.485	€3,10	€26.304,28
5.2.3.4	Verwerken van niet verontreinigde gronden in saneringsberging 'gedempt Doeldok' - via tussentijdse stockage op W-TOP	VH	m³	3.637	€6,00	€21.819,22
5.2.4	Werfwegen					
5.2.4.1	Aanleg, onderhoud en opbraak van tijdelijke werfwegen	TP	ff	1	€50.000,00	€50.000,00
5.3	**Verwerken gronden t.h.v. saneringsberging 'Noordelijk Insteekdok (NID)'**					
5.3.1	Aanleggen zandtaluds					
5.3.1.1	Transport van grond - per vrachtwagen - van 2GD naar NID, incl. laden en lossen op TOP's en verwerking ervan in NID	VH	m³	398.729,1	€7,56	€3.014.392,00
5.3.1.2	Transport van grond - per schip - van 2GD naar NID, incl. laden op TOP	VH	m³	964.585,6	€9,54	€9.202.146,62
5.3.1.3	Schip lossen door openen kleppen	VH	m³	671.000,0	€0,05	€33.550,00
5.3.1.4	Schip lossen aan kade per kraan naar dumpers, incl. verwerking ervan in NID	VH	m³	293.585,0	€2,56	€751.577,60
5.3.1.5	Taluds verdichten ifv aanleg CB-wanden (rollercompactie), bovenste lagen (2,5m diep)	VH	m²	54.000,0	€0,61	€32.940,00
5.3.2	Verwerken gronden in saneringsberging (NID)					
5.3.2.1	Transport van grond - per vrachtwagen - van 2GD naar NID, incl. laden en lossen op TOP's en verwerking ervan in NID	VH	m³	1.503.464,6	€8,39	€12.614.067,99
5.3.2.2	Transport van grond - per schip - van 2GD naar NID, incl. laden en lossen op TOP's en kade en verwerking ervan in NID	VH	m³	4.510.393,8	€12,05	€54.350.245,29
5.3.2.3	Nivelleren gronden d.m.v. bulldozers	VH	m³	5.347.830,4	€0,93	€4.973.482,27
5.3.2.4	Meerkost voor werken met verontreinigde grond (overdruk cabines, PPE)	VH	m³	4.325.751,1	€1,00	€4.325.751,10

Post	Omschrijving der werken	Aard	Eenh.	Aantal	Eenh.prijs in cijfers	Totaal (excl. BTW)
5.4	**Verwerken van niet verontreinigde gronden**					
5.4.1	Verwerken van niet-verontreinigde gronden in het projectgebied - rechstreekse verwerking	VH	m³	584.067	€3,10	€1.810.608,97
5.4.2	Verwerken van niet-verontreinigde gronden in het projectgebied - via tussentijdse stockage op W-TOP	VH	m³	250.315	€6,00	€1.501.887,62
Totaal 5. Graafwerkzaamheden						€231.083.786,49
6.	**Constructie saneringsberging**					
6.1	**Saneringsberging 'Dijken'**					
6.1.1	Afsluitlaag - klei (incl. bekleding stortdijken) - 0,5 m dikte	VH	m²	452.500	€10,00	€4.525.000,00
6.1.2	Afsluitlaag - HDPE	VH	m²	452.500	€10,00	€4.525.000,00
6.1.3	Afdichtlaag - bentonietmat	VH	m²	479.000	€10,00	€4.790.000,00
6.1.4	Afdichtlaag - HDPE	VH	m²	479.000	€10,00	€4.790.000,00
6.1.5	Eindafdek - drainagemat	VH	m²	479.000	€17,50	€8.382.500,00
6.1.6	Eindafdek - wortellaag	VH	m³	479.000	€6,00	€2.874.000,00
6.1.7	Percolaatdrainagesysteem - drainagebuis	VH	m	4.000	€95,00	€380.000,00
6.1.8	Percolaatdrainagesysteem - inspectieput	VH	per stuk	16	€1.500,00	€24.000,00
6.2	**Saneringsberging 'Kaaiterreinen'**					
6.2.1	Afsluitlaag - klei (incl. bekleding stortdijken) - 0,5 m dikte	VH	m²	630.000	€10,00	€6.300.000,00
6.2.2	Afsluitlaag - HDPE	VH	m²	630.000	€10,00	€6.300.000,00
6.2.3	Afdichtlaag - HDPE	VH	m²	600.000	€10,00	€6.000.000,00
6.2.4	Eindafdek - drainagemat	VH	m²	600.000	€17,50	€10.500.000,00
6.2.5	Eindafdek - zandlaag	VH	m³	1.200.000	€6,00	€7.200.000,00
6.2.6	Percolaatdrainagesysteem - drainagebuis	VH	m	2.250	€95,00	€213.750,00
6.2.7	Percolaatdrainagesysteem - inspectieput	VH	per stuk	9	€1.500,00	€13.500,00
6.3	**Saneringsberging 'gedempt Doeldok'**					
6.3.1	Afsluitlaag - klei (incl. bekleding stortdijken) - 0,5 m dikte	VH	m²	315.000	€10,00	€3.150.000,00
6.3.2	Afsluitlaag - HDPE	VH	m²	315.000	€10,00	€3.150.000,00
6.3.3	Afdichtlaag - HDPE	VH	m²	300.000	€10,00	€3.000.000,00
6.3.4	Eindafdek - drainagemat	VH	m²	300.000	€17,50	€5.250.000,00
6.3.5	Eindafdek - zandlaag	VH	m³	300.000	€6,00	€1.800.000,00
6.3.6	Percolaatdrainagesysteem - drainagebuis	VH	m	1.750	€95,00	€166.250,00
6.3.7	Percolaatdrainagesysteem - inspectieput	VH	per stuk	6	€1.500,00	€9.000,00
6.4	**Saneringsberging 'Noordelijk Insteekdok'**					
6.4.1	Voorbereidende werken (afbraak kaaimuren, steiger en oeverbescherming, grondmechanisch onderzoek)	TP	ff	1	€1.979.203,76	€1.979.203,76
6.4.2	Stabiliteitsmaatregelen - kofferdam	TP	ff	1	€67.256.514,28	€67.256.514,28
6.4.3	Stabiliteitsmaatregelen - cement-bentonietwanden	TP	ff	1	€12.273.825,00	€12.273.825,00
6.4.4	Afsluitlaag - bentonietmat	VH	m²	200.000	€10,00	€2.000.000,00
6.4.5	Afdichtlaag - bentonietmat	VH	m²	160.000	€10,00	€1.600.000,00
6.4.6	Afdichtlaag - HDPE	VH	m²	160.000	€10,00	€1.600.000,00
6.4.7	Eindafdek incl. drainage	TP	ff	1	€1.760.200,00	€1.760.200,00
6.4.8	Ontwateringssysteem	TP	ff	1	€107.000,00	€107.000,00
Totaal 6. Saneringsberging						€171.919.743,04
7.	**Verharding**					
7.1	Gedempt Doeldok - Aanleg waterdichte verharding, incl. fundering	VH	m²	948.712	€37,50	€35.576.700,00
7.2	Saneringsberging 'Kaaiterreinen' - Aanleg waterdichte verharding, incl. fundering	VH	m³	707.752	€37,50	€26.540.700,00
Totaal 7. Verharding						€62.117.400,00
8.	**Begeleiden van de saneringswerken**					
8.1	**Actieve saneringswerken**					
8.1.1	Projectmanagement & begeleiden van de saneringswerken incl. supervisie stabiliteitsmaatregelen en veiligheidscoördinatie	TP	ff	1	€2.800.000,00	€2.800.000,00
8.1.2	Administratie en overhead	TP	ff	1	€280.000,00	€280.000,00
8.1.3	Analyses ontgraving	TP	ff	1	€265.650,00	€265.650,00
8.1.4	Analyses WZI	TP	ff	1	€2.818.000,00	€2.818.000,00
8.1.5	Rapportage d.m.v. tussentijdse rapporten	VH	per stuk	7	€8.500,00	€59.500,00
8.1.6	Eindevaluatieonderzoek	VH	per stuk	1	€21.750,00	€21.750,00
8.2	**Monitoring en nazorg**					
8.2.1	Plaatsen monitoringspeilbuizen binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok	TP	ff	1	€300.000,00	€300.000,00
8.2.2	Plaatsen monitoringspeilbuizen t.h.v. 'Noordelijk Insteekdok'	TP	ff	1	€130.000,00	€130.000,00
8.2.3	Staalname en grondwateranalyse binnen projectgebied 'Tweede Getijdendok'	VH	per ronde	23	€25.200,00	€579.600,00
8.2.4	Staalname en grondwateranalyse t.h.v. 'Noordelijk Insteekdok'	VH	per ronde	15	€7.350,00	€110.250,00
8.2.5	Rapportage en projectmanagement	VH	per ronde	15	€8.160,00	€122.400,00
Totaal 8. Begeleiden van de saneringswerken						€7.487.150,00
					TOTAAL excl. BTW	**€719.543.444,79**
					TOTAAL excl. BTW incl. 10% onvoorziene kost	**€791.497.789,27**
					BTW	**€166.214.535,75**
					TOTAAL incl. BTW	**€957.712.325,01**

Bijlage 9: Evaluatie sectorale milieuvoorwaarden stortplaatsen

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

NOTA

Verantwoordingsnota afwijkingen sectorale milieuvoorwaarden van toepassing op stortplaatsen

TWEEDE GETIJDENDOK



TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Kantoor Gent
Esplanade Oscar Van de Voorde 1
9000 Gent – België
Tel. +32 9 240 09 11
www.tractebel.engie.com

DOSSIER NR.:	P.016898
OPDRACHTGEVER:	Port of Antwerp-Bruges, Vlaamse Overheid & Maatschappij Linkerscheldeoever
OPSTELLER(S):	Stéphanie Eeckhout
DATUM:	13-08-2025
REVISOR:	Michael Borremans

DRAFT

1. Inleiding

Het saneringsconcept voorziet, daar waar mogelijk, in het afgraven van de verontreinigde gronden (bronzones). Deze gronden worden ondergebracht in saneringsbergingen. Het te bergen materiaal bestaat uit verontreinigde grond met concentraties aan PFOS, PFOA of som van gemeten PFAS boven de rapportagegrens.

In het kader van het bodemsaneringsproject worden vier saneringsbergingen ingericht:

- Saneringsberging ‘dijken’;
- Saneringsberging ‘kaaiterrein’;
- Saneringsberging ‘gedempt Doeldok’;
- Saneringsberging ‘Noordelijk Insteekdok’.

De inrichting van de verschillende saneringsbergingen zijn beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject. De locaties zijn aangeduid op plan in Kaart Deel 8-1 van het bodemsaneringsproject. Saneringsbergingen ‘Dijken’, ‘Kaaiterrein’ en ‘Gedempt Doeldok’ bevinden zich binnen de projectzone van het project ‘Tweede Getijdendok’ en zijn gelegen binnen de te saneren zone. Saneringsberging ‘Noordelijk Insteekdok’ bevindt zich buiten de projectzone en wordt in het kader van het bodemsaneringsproject beschouwd als een hinderperceel.

Voor stortplaatsen zijn de sectorale VLAREM-voorwaarden van toepassing. Gezien het echter geen stortplaats betreft zoals begrepen in de VLAREM, zijn verschillende van deze voorwaarden niet van toepassing of niet uitvoerbaar.

Artikel 52 van het Bodemdecreet laat echter de mogelijkheid om voor een dergelijke saneringsberging binnen een bodemsaneringsproject gemotiveerd af te wijken van de VCRO en de voorwaarden van VLAREM II (en dus af te wijken op bepalingen die voor een stortplaats van toepassing zijn) op voorwaarde dat het bodemsaneringsproject in overeenstemming is met de goede plaatselijke aanleg en voorziet in een gelijkwaardige bescherming van mens en milieu.

Deze nota omvat een aftoetsing aan de sectorale voorwaarden en motiveert afwijkingen hieraan.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

2. Overzicht van de sectorale milieuvoorwaarden van toepassing op stortplaatsen voor niet gevaarlijke afvalstoffen (rubriek 2.3.6.b.4° uit bijlage I van VLAREM II)

2.1. Van toepassing zijnde regelgeving en relevante artikels

De sectorale milieuvoorwaarden die van toepassing zijn op rubriek 2.3.6.b.4° zijn beschreven in afdeling 5.2.4 van VLAREM II, namelijk 'Stortplaatsen van afvalstoffen in of op de bodem'. Daarnaast zijn ook de bepalingen zoals vervat in afdeling 5.2.1. van VLAREM II, namelijk 'Algemene bepalingen' van toepassing.

2.2. Oplijsting van de diverse sectorale milieuvoorwaarden, incl. verantwoording

Tabel 1~~Tabel 1~~ omvat een overzicht van de diverse subafdelingen en artikels voor afdeling 5.2.1, 'Algemene bepalingen', en afdeling 5.2.4, 'Stortplaatsen van afvalstoffen in of op de bodem'. Artikels waarin afgeweken wordt van de sectorale milieuvoorwaarden, zijn aangeduid met de vermelding **'Afwijking'.**

De berging in voorliggend project betreft een categorie 2 stortplaats.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TABEL 1: OPLIJSTING VAN SECTORALE MILIEUVOORWAARDEN EN MOTIVATIE

VLAREM art.	Omschrijving	Verantwoording
Afdeling 5.2.1. Algemene bepalingen		
De aanvaarding en registratie van afvalstoffen		
Art. 5.2.1.2.		
§1	De aanvoer, de aanvaarding, de opslag, de verwerking en de afvoer van afvalstoffen zijn enkel toegelaten mits toezicht van de exploitant of zijn bevoegde afgevaardigde. De exploitant deelt de naam van de bevoegde afgevaardigde schriftelijk mee aan de toezichthoudende overheid.	De werkzaamheden kaderen binnen de uitvoering van een bodemsaneringsproject en worden begeleid door de erkende bodemsaneringsdeskundige. Hij/zij staat in voor het uitvoeren van deze taken.
§2	Tenzij anders bepaald in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit of in dit besluit is de installatie en het gebruik van een geijkte weegbrug met automatische registratie verplicht. De installatie en het gebruik van een geijkte weegbrug is in ieder geval verplicht voor inrichtingen waar bedrijfs- of huishoudelijke afvalstoffen afkomstig van derden worden verwijderd. De ijking gebeurt overeenkomstig de ijkwet. De toegang van de aanvoerende vrachtwagens is slechts toegelaten over de in werking zijnde weegbrug.	**Afwijking** Het volume geborgen bodemmaterialen dient nauwgezet opgevolgd te worden. Hiertoe wordt: - Een logboek van alle transport bijgehouden; - Op regelmatige basis een opmeting van de saneringsberging uitgevoerd door een landmeter. Deze opmeting gebeurt minstens driemaandelijks.
§2	Tenzij anders bepaald in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit mag de normale afvalstoffenaanvoer en -afvoer niet vóór 7 uur en na 19 uur plaatsvinden.	Voor de saneringsbergingen ‘dijken’, ‘kaaiterrein’ en ‘gedempt Doeldok’ vindt geen externe afvalstoffenaanvoer plaats. Voor de saneringsberging ‘Noordelijk Insteekdok’ zal de aanvoer van verontreinigde gronden niet vóór 7u en na 19u plaatsvinden.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

§5	In de inrichting voor de opslag en verwerking van afvalstoffen mogen alleen die afvalstoffen worden aanvaard die uitdrukkelijk vermeld zijn in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit. Als in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit niet bepaald is welke afvalstoffen opgeslagen en verwerkt kunnen worden, is de vergunning beperkt tot de afvalstoffen die in de aanvraag zijn vermeld. In de inrichting voor de opslag en verwerking van afvalstoffen mogen alleen die behandelingen worden uitgevoerd waarvoor de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit is verleend. Als in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit niet bepaald is welke behandelingen kunnen worden toegepast, is de vergunning beperkt tot de behandelingen die in de aanvraag zijn vermeld. De exploitant is verantwoordelijk voor de aanvaarding van de afvalstoffen. De aanvaarding van de afvalstoffen gebeurt op basis van de door de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit toegelaten afvalstoffen en steunt op de technische verwerkbaarheid van de afvalstoffen in de inrichting en, indien nodig en relevant, op regelmatige afvalstoffenanalyses en/of -testen.	**Afwijking** Gronden met concentraties aan som gemeten PFAS boven de rapportagegrens worden in de berging geborgen. Verontreinigd slib afkomstig van de waterzuiveringsinstallaties, dat steekvast is, wordt in de berging geborgen.
Het werkplan		
Art. 5.2.1.3.		
§1	De exploitant beschikt bij de aanvang der activiteiten over een werkplan dat naargelang de aard van de inrichting omvat: 1° een overzichtelijke en duidelijke handleiding met betrekking tot de exploitatie van de inrichting; 2° de organisatie van de aanvoer van de afvalstoffen; 3° de organisatie van de verwerking van de aangevoerde afvalstoffen; 4° een plan van de opslag- en behandelingsruimte met aanduiding van de soort en de opslagcapaciteit voor de diverse afvalstoffen. 5° de organisatie van de afvoer van de afvalstoffen; 6° de verwerkingswijze van de aangevoerde afvalstoffen indien de inrichting (tijdelijk) buiten werking is; 7° het afwateringsplan omvattende het schema, de organisatie en de uitvoering van de maatregelen inzake de afwatering van de inrichting en/of het terrein;	Het omgevingsbeheerplan voor de aanlegfase dient beschouwd te worden als werkplan.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

	8° de maatregelen voor het opvangen van storingen of ongewenste neveneffecten en het voorkomen van hinder;	
§2	Het werkplan dient de goedkeuring van de toezichthoudende overheid te dragen. Het goedgekeurde werkplan wordt opgevolgd door de toezichthouder.	De werkzaamheden kaderen binnen de uitvoering van een bodemsaneringsproject en worden begeleid door de erkende bodemsaneringsdeskundige. Het bodemsaneringsproject wordt door de Vlaamse Regering goedgekeurd.
Inrichting en infrastructuur		
Art. 5.2.1.4.		
§1	Bij het inrichten van een inrichting voor de verwerking van afvalstoffen dient ter bescherming van de plaats en de omgeving rekening te worden gehouden met de aanwezigheid in de omgeving van en de afstand tot: • woongebieden, recreatiegebieden, landbouwgebieden, parkgebieden of ermee vergelijkbare gebieden aangewezen op de plannen van aanleg en de ruimtelijke uitvoeringsplannen van kracht in de ruimtelijke ordening; • de landschappelijk waardevolle agrarische gebieden of ermee vergelijkbare gebieden aangewezen op de plannen van aanleg en de ruimtelijke uitvoeringsplannen van kracht in de ruimtelijke ordening; • de ruimtelijk kwetsbare gebieden; • de perimeters van gebieden, afgebakend volgens of in uitvoering van internationale verdragen, overeenkomsten of richtlijnen; • waterrijke gebieden zoals gedefinieerd in artikel 2 van het decreet van 21 oktober 1997 betrefende het natuurbehoud en het natuurlijk milieu; • wegen en waterwegen; • het culturele erfgoed, zoals beschermde monumenten, stads- en dorpsgezichten, beschermde cultuurhistorische landschappen en beschermde archeologische goederen; • de waterwingebieden en de beschermingszones type I, II en III voor grondwater, afgebakend in toepassing van het decreet van 24 januari 1984 houdende maatregelen inzake het grondwaterbeheer, en de sub-hydrografische bekkens van oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater, afgebakend in toepassing van de het decreet van 18 juli 2003 betreffende het integraal waterbeleid, gecoördineerd op 15 juni 2018.	Deze aspecten werden geëvalueerd en meegenomen in het bodemsaneringsproject en de project-MER.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

§2	Naargelang de aard van de inrichting, in ieder geval in het geval van stortplaatsen, dient bovendien rekening te worden gehouden met: • de geo- en hydrogeologische omstandigheden in het gebied; • de potentiële waarde van de aanwezige grondwaterlagen; • de grondmechanische eigenschappen en stabiliteitskenmerken van het terrein, inclusief het gevaar voor overstromingen, verzakkingen, aardverschuivingen e.d.; • de nabestemming van het terrein; • de bescherming van het natuurlijke of culturele erfgoed in de omgeving.	Deze aspecten werden geëvalueerd en meegenomen in het bodemsaneringsproject en de project-MER.
Art. 5.2.1.5.		
§1	Tenzij anders bepaald in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit en behalve in het geval dat in de inrichting uitsluitend afvalstoffen afkomstig van de eigen bedrijfsactiviteiten worden verwerkt, wordt bij de ingang van de inrichting een uithangbord van minstens 1 m^2 grootte aangebracht waarop duidelijk leesbaar volgende vermeldingen voorkomen: • De aard van de inrichting; • De naam, het adres en het telefoonnummer van de exploitant; • De vervaldatum van de vergunning 'vergund tot… • De normale openingsuren; • Het adres en het telefoonnummer van de toezichthoudende overheid • Bij brand of onheil: telefoonnummer brandweer	**Afwijking** Het betreft geen uitbating van een stortplaats met acceptatie van afvalstoffen afkomstig van terreinen die geen deel uitmaken van het bodemsaneringsproject. De acceptatie van afvalstoffen gebeurt in het kader van het bodemsaneringsproject. Er wordt een afwijking aangevraagd op het voorzien van een uithangbord.
§2	De inrichting dient ontoegankelijk te zijn voor onbevoegden. Tenzij anders bepaald in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit wordt de inrichting omheind met een stevige en voldoende ongeveer twee meter hoge afsluiting. Alle toegangswegen tot de inrichting worden met een poort afgesloten. De in- en uitrit voor vrachtwagens is voldoende breed om geen gevaarlijke verkeerssituaties te creëren noch op het terrein, noch op de openbare weg. De poorten worden enkel open gehouden onder toezicht van de exploitant of zijn bevoegde afgevaardigde. Buiten de normale openingsuren worden de poorten op slot gehouden.	**Afwijking** Het betreft hier een saneringsberging en geen uitbating van een stortplaats met acceptatie van afvalstoffen van terreinen die geen deel uitmaken van het bodemsaneringsproject. De saneringsbergingen worden gerealiseerd in het kader van het bodemsaneringsproject. De terreinen waarop werken uitgevoerd worden in het kader van het bodemsaneringsproject worden ingericht als werfzone die ontoegankelijk dient te zijn voor onbevoegden.
§3	Voldoende parkeerruimte voor voertuigen wordt aangelegd.	De saneringsbergingen worden gerealiseerd in het kader van het bodemsaneringsproject. De terreinen waarop werken uitgevoerd worden in het kader van het bodemsaneringsproject worden ingericht als werfzone waar voldoende parkeerruimte voorzien wordt.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

§4	De breedte, de stabiliteit en het onderhoud van de wegenis is zodanig dat een veilig verkeer wordt gewaarborgd bij alle weersomstandigheden.	Hier wordt bij de inrichting van de werfzone aan voldaan.
§5	Tenzij anders bepaald in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit wordt langsheen de randen van de inrichting een groenscherm van minstens 5m breedte aangelegd. Het groenscherm bestaat uit streekeigen laag- en hoogstammige dichtgroeiende gewassen. De exploitant neemt de nodige maatregelen om zo snel mogelijk een efficiënt groenscherm te bekomen. Voor nieuwe inrichtingen wordt het groenscherm aangeplant zodra de bouwwerken dat toelaten en het plantseizoen is aangebroken. Indien geen bouwwerken worden uitgevoerd , wordt het groenscherm aangeplant in het eerste plantseizoen dat bij de aanvang van de uitbating aansluit.	**Afwijking** Er wordt geen specifiek groenscherm aangelegd ter afscherming van de activiteiten van de omgeving. Het betreft hier immers geen uitbating van een stortplaats met acceptatie van afvalstoffen afkomstig van terrein buiten het bodemsaneringsproject. De saneringsberging zal afgerond worden in het kader van het bodemsaneringsproject en geïntegreerd worden in een herontwikkeling. De afwerking van de saneringsberging is beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject. Bovendien dient opgemerkt te worden dat de saneringsbergingen ‘Kaaiterreinen’ en ‘Gedempt Doeldok’ in het kader van de bodemsaneringsmaatregelen volledig verhard worden. De saneringsberging ‘Dijken’ zal fungeren als leefbaarheidsbuffer naar het achterliggend polderlandschap en wordt afgewerkt met vegetatie zoals beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.
De uitbating		
Art. 5.2.1.6.		
§1	De exploitant waakt over de goede werking en de zindelijkheid van de inrichting. Het personeel beschikt over de nodige onderrichtingen om de inrichting te bedienen en te onderhouden. De exploitant zorgt ervoor dat het beheer van de inrichting gebeurt door een natuurlijke persoon die technisch bekwaam is om de inrichting te beheren. De exploitant van de inrichting zorgt ervoor dat het personeel de nodige beroeps- en technische opleiding krijgt. De inrichting en de uitbating gebeuren zodanig dat geen afvalstoffen of zwerfvuil buiten de inrichting kunnen terechtkomen en dat zwerfvuil zoveel mogelijk wordt voorkomen. De ganse inrichting, inclusief de in- en uitrit, de parkeerruimten, de wegenis en de afwatering van de inrichting worden regelmatig, indien nodig dagelijks, grondig gereinigd. Het zwerfvuil langsheen de omheining en op het terrein wordt regelmatig verwijderd, tenminste wekelijks.	De aannemer van de bodemsaneringswerken dient hier tijdens uitvoering van de werkzaamheden op toe te zien. De werkzaamheden verlopen onder begeleiding van een bodemsaneringsdeskundige.
§2	De exploitant treft de nodige schikkingen om bij defect aan de inrichting alle herstellingen zo snel mogelijk uit te voeren. Hij zorgt ervoor dat de nodige reserveonderdelen snel worden bekomen	Dit maakt deel uit van de nazorg en het monitoringsplan zoals toegelicht in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

§3	De exploitant voorkomt en bestrijdt stank en stof, gas, aërosolen, rook of hinderlijke geuren met aangepaste middelen eigen aan een verantwoorde uitbating van de inrichting. De exploitant neemt alle mogelijke maatregelen om verontreinigende emissies minimaal te houden. De hinder mag noch de normaal aanvaardbare grenzen, noch de normale burenlast overschrijden.	De beperking van hinder werd toegelicht in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject en in de project-MER.
§4	Tenzij anders bepaald in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit en onverminderd andere voorwaarden inzake het voorkomen van geluidshinder zijn rustverstorende werkzaamheden verboden op werkdagen vóór 7 uur en na 19 uur, en op zon- en feestdagen.	Er wordt niet afgeweken van de voorwaarden. Dit wordt tevens besproken in de project-MER.
§5	De exploitant treft de vereiste schikkingen om te voorkomen dat trillingen inherent aan de uitbating schadelijk zouden zijn voor de stabiliteit van constructies of een bron van ongemak zijn voor de buurt. De trillingen van de installaties mogen niet overgedragen worden op het gebouw of de omgeving. De gedeelten van de installaties die een trillingsbron kunnen zijn worden daartoe met een trillingdempend systeem uitgerust.	De beperking van hinder werd toegelicht in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject en in de project-MER.
§6	De exploitant neemt de nodige maatregelen om overlast, veroorzaakt door vogels, ongedierte en insecten te voorkomen. Het gebruik van pesticiden wordt zoveel mogelijk vermeden en vereist de goedkeuring van de toezichthoudende overheid.	Gelet op het type afvalstof en de activiteiten tijdens aanleg van de saneringsberging, wordt er geen overlast verwacht van vogels, ongedierte en insecten. Het gebruik van pesticides is bijgevolg niet aan de orde.
§7	Het is verboden dieren vrij te laten rondlopen in de inrichting.	Hiervan wordt niet afgeweken.
§8	Het afvalwater dat ontstaat in de inrichting wordt opgevangen. Het afvalwater wordt steeds op een aangepaste wijze behandeld om daar waar mogelijk opnieuw te worden benut of om in het andere geval te worden geloosd. Iedere rechtstreekse verbinding tussen een plaats waar nog te behandelen afvalwater wordt opgevangen en een oppervlaktewater of een riool is verboden.	In hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject wordt een toelichting gegeven rond het afvalwater in de saneringsberging. Alle afvalwater, dit geldt ook voor de beperkte hoeveelheid water die tijdens de saneringsberging, meer bepaald tijdens de opvulling, afgevoerd moet worden (hemelwater en percolaat) of de beperkte hoeveelheid hemelwater bij de tussentijdse stockage van de te bergen partijen, wordt gezuiverd in een waterzuiveringsinstallatie alvorens de nuttige toepassing of lozing ervan.
§9	De afwatering van de omliggende percelen mag niet worden gehinderd.	Hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject licht voor elk van de saneringsbergingen toe hoe de afwatering verloopt. De afwatering van de omliggende percelen wordt hiermee niet gehinderd.
Art. 5.2.1.7.		
§1	De afvalstoffen mogen niet buiten de daartoe bestemde behandelings- of opslagruimte worden opgeslagen. De hoeveelheid in de inrichting opgeslagen afvalstoffen mag niet meer bedragen dan toegestaan in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit. Indien in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit geen hoeveelheden zijn vermeld, gelden de hoeveelheden vermeld in de aanvraag.	Voor een overzicht van de hoeveelheid te bergen afvalstoffen, wordt verwezen naar hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject. Het bodemsaneringsproject voorziet in de tussentijdse stockage van te bergen afvalstoffen op W-TOP's.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

§2	Het verdunnen van afvalstoffen, zoals gedefinieerd in artikel 4.4.2. van het besluit van de Vlaamse Regering van 17 februari 2012 tot vaststelling van het Vlaams reglement betreffende het duurzaam beheer van materiaalkringlopen en afvalstoffen, is verboden.	Er zal geen verdunning van afvalstoffen plaatsvinden.
§3	De plaatsen op het terrein waar vloeistoffen van bijlage 2B van titel I van het VLAREM of gevaarlijke vloeistoffen volgens de CLP-verordening op de bodem kunnen lekken, worden uitgerust met een vloeistofdichte vloer zodanig dat gelekte vloeistoffen noch de bodem noch het grond- of oppervlaktewater kunnen verontreinigen. Deze vloer wordt aangelegd met een lekdicht afwateringssysteem.	Met betrekking tot de aanleg van de saneringsberging beperken deze activiteiten zich tot de mogelijk opslag van vloeistoffen, meer bepaald tijdelijke opslag van brandstof voor het tanken van de werfvoertuigen. De saneringsaannemer dient de nodige maatregelen te treffen om bodembeschermende maatregelen te voorzien ter hoogte van inrichtingen waar gelekte vloeistoffen de bodem of het grond- of oppervlaktewater kunnen verontreinigingen. De bodemsaneringsdeskundige moet aantonen dat er, door het uitvoeren van de bodemsaneringswerken, geen nieuwe bodemverontreiniging is ontstaan. Na de demobilisatie van de bodemsaneringsinstallatie moet daarom een beperkt onderzoek worden uitgevoerd ter hoogte van alle potentiële verontreinigingsbronnen die zijn gerelateerd aan de bodemsaneringsinstallatie.
§4	De afwatering van de gebouwen, de installatie en het terrein wordt zó uitgevoerd dat de verontreiniging van het hemelwater zoveel mogelijk wordt voorkomen en dat het niet verontreinigd hemelwater kan afvloeien of worden weggepompt. Niet verontreinigd hemelwater mag in geen geval worden gemengd met ander nog te behandelen afvalwater. Daar waar mogelijk wordt het hemelwater gebruikt voor de waterbevoorrading van de inrichting. Het opgevangen hemelwater wordt daartoe gestockeerd. Overtollig hemelwater wordt geloosd in oppervlaktewater. De lozing in riool kan slechts worden aanvaard indien geen lozing in oppervlaktewater mogelijk is en op voorwaarde dat het in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit is toegelaten.	Zoals toegelicht in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject worden de verontreinigde gronden tussentijds gestockeerd op de TOP alvorens hun toepassing in de saneringsberging. Het verontreinigde percolaatwater (hemelwater) van de TOP's wordt opgevangen, gezuiverd en hergebruikt binnen de werfzone. Zodra de saneringsbergingen zijn afgerond, worden zij zo afgewerkt dat er geen verontreinigd hemelwater meer geproduceerd wordt dat afgevoerd en gezuiverd dient te worden.
§5	Verontreinigd hemelwater moet worden opgevangen en behandeld zoals het overige afvalwater van de inrichting.	Hieraan wordt voldaan. De toelichting is opgenomen in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.
§6	Tenzij het anders vermeld is in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit of tenzij het afvalwater gezuiverd wordt via een eigen waterzuiveringsinstallatie worden de afvalstoffen in de lijst, vermeld in bijlage 5.2.1.7, die bij dit besluit is gevoegd, overdekt opgeslagen. De minister kan bijlage 5.2.1.7 aanvullen of wijzigen.	De afvalstoffen vermeld in bijlage 5.2.1.7 zijn niet van toepassing voor voorliggend project.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Art. 5.2.1.8.		
§1	De exploitant van de inrichting verwittigt tenminste tien dagen voor de geplande aanvangsdatum van de uitbating van de inrichting met een aangetekend schrijven de toezichthoudende overheid. Nieuwe inrichtingen of installaties mogen niet in gebruik worden genomen vooraleer de toezichthoudende overheid de inrichting of installatie heeft geïnspecteerd en zich ervan heeft vergewist dat aan de opgelegde milieuvoorwaarden wordt voldaan Indien de toezichthouder vaststelt dat de naleving van de milieuvoorwaarden onvoldoende verzekerd is, kan hij de aanvang van de uitbating doen uitstellen.	De start van de bodemsaneringswerken wordt via een kwaliteitsplan gemeld aan de OVAM.
§2	De exploitant is ertoe gehouden een voldoende verzekering aan te gaan inzake burgerlijke aansprakelijkheid.	De saneringsaannemer dient te beschikken over een verzekering burgerlijke aansprakelijkheid.
§3	Een afschrift van alle vergunningen waarover de inrichting beschikt en het goedgekeurde werkplan, worden, tenzij anders bepaald in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit, in de inrichting ter beschikking gehouden van de toezichthouder. Het register en de resultaten en/of verslagen van de in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit voorgeschreven metingen en analyses worden ter beschikking gehouden van de toezichthouder en van de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij en dat gedurende de volledige periode van de uitbating. Bij het beëindigen van de uitbating worden de registers bezorgd aan de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij.	Hieraan wordt voldaan. De resultaten van alle metingen en analyses worden beschikbaar gesteld en aan de OVAM gerapporteerd in het kader van tussentijdse rapporten en het eindevaluatierapport van de saneringswerken.
Brandvoorkoming en brandbestrijding		
§1	Behalve in daartoe geëigende en vergunde verbrandingsinstallaties is het verboden om afvalstoffen in brand te steken;	Hieraan wordt voldaan.
§2	Bij de opslag van afvalstoffen met een ontvlambaar of ontplofbaar karakter als vermeld in Verordening (EU) 1357/2014 van 18 december 2014 ter vervanging van bijlage III bij Richtlijn 2008/98/EG van het Europees Parlement en de Raad betreffende afvalstoffen en tot intrekking van een aantal richtlijnen, worden de nodige maatregelen getroffen om brand- en ontploffingsrisico te voorkomen, waaronder: 1° de vorming van elektrostatische ladingen voorkomen bij de opslag en behandeling; 2° de opslag beschermen tegen de nadelige gevolgen van de inwerking van zonnestraling; 3° de opslag niet laten plaatsvinden op plaatsen binnen de inrichting waar de temperatuur 40 °C kan overschrijden ten gevolge van warmte van technologische oorsprong;	Niet van toepassing. De afvalstoffen betreffen niet ontvlambare of ontplofbare stoffen.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

	4° de lokalen waarin de opslag plaatsvindt, alleen verwarmen met toestellen waarvan de plaatsing en het gebruik voldoende waarborgen bieden om brand- en ontploffingsrisico te voorkomen; 5° een openvuurverbod en rookverbod toepassen in de buurt van de opslag, tenzij voor onderhouds- of herstellingswerken op voorwaarde dat daarvoor de nodige voorzorgsmaatregelen zijn getroffen. Deze bepalingen worden verduidelijkt aan de hand van reglementaire veiligheidspictogrammen; 6° de opslagplaatsen op afdoende wijze, hetzij natuurlijk, hetzij kunstmatig ventileren.	
§4	Tenzij in de inrichting uitsluitend onbrandbare afvalstoffen worden verwerkt, of tenzij anders bepaald in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit treft de exploitant met het oog op het voorkomen en bestrijden van brand volgende maatregelen: 1° [...] 2° de organisatie van de brandbestrijding en de brandbestrijdingsmiddelen worden jaarlijks en de eerste maal voor de inwerkingstelling van de installatie gecontroleerd door de exploitant, zijn aangestelde of zijn afgevaardigde. De data van deze controles en de vaststellingen worden ingeschreven in het register; 3° de nodige apparatuur voor de detectie van brand of rook in de inrichting wordt aangebracht volgens de onderrichtingen van de bevoegde brandweer; 4° geschreven onderrichtingen voor het personeel inzake brandvoorkoming en brandbestrijding worden op goed zichtbare plaatsen uitgehangen.	De afvalstoffen betreffen uitsluiten onbrandbare afvalstoffen.
§5	De voorwaarden inzake de voorkoming en bestrijding van brand zijn van toepassing onverminderd andere voorschriften terzake.	Hieraan wordt voldaan.
Afdeling 5.2.4. Stortplaatsen van afvalstoffen in of op de bodem		
Subafdeling 5.2.4.1. De aanvaarding en registratie van afvalstoffen		
Art. 5.2.4.1.2		
§1	De volgende afvalstoffen mogen niet op een stortplaats worden aanvaard: 1° afvalstoffen waarvoor krachtens het decreet van 23 december 2011 betreffende het duurzaam beheer van materiaalkringlopen en afvalstoffen en zijn uitvoeringsbesluiten een stortverbod geldt; 2° vloeibare afvalstoffen of afvalstoffen met onvoldoende draagkracht, uitgezonderd: a) hydraulisch getransporteerde afvalstoffen die gestort worden in functie van de ontwatering ervan, in een daartoe ingericht en vergund ontwateringsbekken al dan niet deel uitmakend van de stortplaats;	De afvalstoffen die geborgen worden in de saneringsbergingen voldoen niet aan de criteria opgelijst onder dit artikel.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

	b) afvalstoffen in brij- of pasteuze vorm afkomstig van de fysico-chemische immobilisatiebehandeling van afvalstoffen met het oog op de uitharding voor zover die afvalstoffen uitdrukkelijk in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit zijn toegelaten en mits naleving van de daartoe in de vergunning gestelde bijzondere voorwaarden; 3° afvalstoffen die onder de op de stortplaats heersende omstandigheden ontplofbaar, corrosief, oxiderend, licht ontvlambaar of ontvlambaar zijn, zoals omschreven in [het besluit van de Vlaamse Regering van 17 februari 2012 tot vaststelling van het Vlaams reglement betreffende het duurzaam beheer van materiaalkringlopen en afvalstoffen; 4° afvalstoffen die meer dan 0,1% acuut toxische organische stoffen van gevarencategorie 1 en 2 volgens de CLP-verordening bevatten, uitgedrukt op de watervrije afvalstof; 5° [...] 6° afvalstoffen waarvan het percolaat, rekeninghoudend met mogelijke interacties met het percolaat van andere gestorte afvalstoffen, de afsluitlaag of de percolaatdrainage zou kunnen aantasten of de goede werking ervan zou kunnen schaden; 7° ziekenhuisafval en andere klinische afvalstoffen, afkomstig van medische of diergeneeskundige instellingen, die infectueus zijn zoals omschreven in Richtlijn 91/689/EEG (eigenschap H9 van bijlage III), en afvalstoffen behorende tot categorie 14 (bijlage I, deel A) van die Richtlijn; 8° gebruikte banden; deze verbodsbepaling geldt niet voor fietsbanden en banden met een buitendiameter van meer dan 1.400 mm; 9° alle andere soorten afvalstoffen die niet voldoen aan de geldende aanvaardingscriteria; het is verboden afvalstoffen te verdunnen of te vermengen uitsluitend om aan de aanvaardingscriteria te voldoen.	
§2	Met behoud van toepassing van de bepalingen van de verordening (EG) nr. 1102/2008 van het Europees Parlement en de Raad van 22 oktober 2008 inzake het verbod op de uitvoer van metallisch kwik en andere kwikverbindingen en - mengsels en de veilige opslag van metallisch kwik kunnen afvalstoffen die, uitgedrukt op de watervrije afvalstof: 1° [...] 2° [...] giftige anorganische stoffen bevatten in concentraties groter dan de drempelwaarde waarbij aan mengsels ervan de gevarenklassen en categorieën acute toxiciteit, categorie 1, 2 of 3, specifieke doelorgaantoxiciteit na eenmalige blootstelling categorie 1 of specifieke doelorgaantoxiciteit bij herhaalde blootstelling categorie 1 op basis van de toxicologische eigenschappen van de stoffen (met gevaarsaanduiding H300, H301, H310, H311, H330, H331, H370, of H372) wordt gegeven (verordening 1272/2008 van 16 december 2008), slechts gestort worden met naleving van de volgende voorwaarden:	De afvalstoffen die geborgen worden in de saneringsbergingen voldoen niet aan de criteria opgelijst onder dit artikel.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

	a) om de risico's voor mens en milieu tot een strikt minimum te beperken en om aan de geldende aanvaardingscriteria te voldoen, kan het noodzakelijk zijn om de afvalstoffen voor te behandelen zodat de aanwezige giftige verbindingen zo goed mogelijk worden omgelegd naar minder giftige verbindingen, waarbij evenwel de verkregen chemische vorm van het giftig metaal minder uitloogbaar moet zijn; b) de afvalstoffen worden in zoutcelcondities op een categorie 1-stortplaats gestort, zodat in alle opzichten een nulemissie wordt bereikt. Daaronder wordt verstaan dat de afvalstoffen fysisch worden ingekapseld. Er mag meer bepaald geen enkele emissie optreden door manipulatie van de afvalstoffen, door percolaat of door verspreiding van stof of dergelijke.	
§ 3	Tenzij anders bepaald in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit aanvaardt de exploitant van een openbare stortplaats binnen de perken van zijn vergunning afvalstoffen aangevoerd door derden en afkomstig uit het verwerkingsgebied zoals vastgelegd in het Afvalstoffenplan waarin de stortplaats gelegen is.	De werkzaamheden kaderen binnen de uitvoering van een bodemsaneringsproject. De saneringsberging ontvangt bijgevolg enkel gronden afkomstig uit de te saneren zone.
§ 4	In afwijking van artikel 5.2.4.1.2, § 1, 2°, mag metallisch kwik dat als afval wordt beschouwd, tijdelijk worden opgeslagen in een adequate omhulling gedurende meer dan een jaar in bovengrondse faciliteiten die bestemd zijn en uitgerust zijn voor de voorlopige opslag van metallisch kwik. In dit geval zijn de criteria opgenomen in artikel 5.2.4.1.10 niet van toepassing.	De afvalstoffen bevatten geen metallisch kwik. Bijgevolg is dit artikel niet van toepassing.
Artikel 5.2.4.1.3: Basiskarakterisering		
-	Basiskarakterisering is de eerste stap in de aanvaardingsprocedure en houdt een volledige karakterisering van de afvalstoffen in door het verzamelen van alle benodigde informatie voor het veilig verwijderen van de afvalstoffen op lange termijn. Voor elk type afvalstof is basiskarakterisering vereist. Dit artikel geeft een overzicht van de vereisten van een basiskarakterisering. De testen voor basiskarakterisering zijn niet noodzakelijk indien alle informatie voor de basiskarakterisering bekend is en naar behoren gemotiveerd werd ten behove van de OVAM (punt 4°b).	**Afwijking** De karakterisatie van de afvalstoffen vond reeds plaats in het kader van het bodemsaneringsproject en de voorgaande bodemonderzoeken en werd reeds naar behoren gemotiveerd bij de OVAM.
Artikel 5.2.4.1.4: Controletest		
§ 1-4	Wanneer afval op grond van een basiskarakterisering overeenkomstig punt A als aanvaardbaar voor een stortplaatscategorie is aangemerkt, dient het afval vervolgens aan controletests te worden onderworpen om te bepalen of het afval in overeenstemming is met de resultaten van de basiskarakterisering en de in punt B vervatte toepasselijke aanvaardingscriteria.	De milieuhygiënische kwaliteit van de gronden werd vastgelegd in het kader van het beschrijvend bodemonderzoek. Bijgevolg is de basiskarakterisering reeds uitgevoerd en is een bijkomende karakterisering van de te bergen gronden niet aan de orde.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Artikel 5.2.4.1.4: Verificatie ter plaatse		
§ 1-3	§ 1. Voor elke op een stortplaats afgeleverde lading afval vindt voor en na het lossen visuele inspectie plaats. Tevens vindt controle van de vereiste documentatie plaats. Voor afval dat door de producent van het afval op een onder zijn beheer vallende stortplaats wordt gestort, mag deze verificatie op het punt van verzending plaatsvinden. § 2. Het afval mag op de stortplaats worden aanvaard, als het hetzelfde is als het afval dat aan de basiskarakterisering en controletests is onderworpen en in de bijbehorende documenten wordt beschreven. Is aan deze voorwaarde niet voldaan, dan mag het afval niet worden aanvaard. De testvereisten voor verificatie ter plaatse zijn vastgesteld in punt B. § 3. Bij de aflevering worden periodiek monsters genomen. De genomen monsters worden na aanvaarding van het afval bewaard gedurende een periode van een maand.	Het betreft hier geen uitbating van een stortplaats met acceptatie van afvalstoffen van buiten de projectzone. De afvalstoffen zijn afkomstig van de saneringszone zoals beschreven in het bodemsaneringsproject. In het kader van de opvolging van de saneringswerken zal een visuele inspectie van de te bergen materialen gebeuren door de erkend bodemsaneringsdeskundige. De kwaliteit (basiskarakterisering) van de te bergen gronden werd in het kader van het beschrijvend bodemonderzoek reeds in kaart gebracht.
Artikel 5.2.4.1.6. Criteria voor de aanvaarding van afvalstoffen		
§ 1-2	§ 1. Dit punt B beschrijft de criteria voor het aanvaarden van afvalstoffen in elke stortplaatscategorie, met inbegrip van de criteria voor ondergrondse opslagplaatsen. § 2. In bepaalde gevallen zijn maximaal driemaal zo hoge grenswaarden voor in dit punt vermelde specifieke parameters (behalve opgeloste organische koolstof ("Dissolved Organic Carbon" of "DOC") in artikel 5.2.4.1.7, § 4, 1°, artikel 5.2.4.1.8, § 5, artikel 5.2.4.1.9, § 3 en artikel 5.2.4.1.10, § 4, BTEX, PCB's en minerale olie in artikel 5.2.4.1.7, § 4, 2°, totaal organische koolstof ("Total Organic Carbon" of "TOC") en pH in artikel 5.2.4.1.9, § 4 en gewichtsverlies bij gloeien ("Loss on Ignition" "LOI") en/of TOC in artikel 5.2.4.1.10, § 5, en met beperking van de mogelijke verhoging van de grenswaarde voor TOC in artikel 5.2.4.1.7, § 4, 2° tot twee maal de grenswaarde) aanvaardbaar, indien: 1° dit is bepaald in de afvalspecifieke vergunning voor de ontvangende stortplaats, waarbij rekening wordt gehouden met de kenmerken van de stortplaats en haar omgeving, en	Hieraan wordt voldaan.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

	2° de emissies (inclusief percolaat) van de stortplaats, rekening houdend met de in dit punt voor die specifieke parameters genoemde grenswaarden, op basis van een risicoanalyse geen extra risico voor het milieu zullen opleveren.	
Artikel 5.2.4.1.7. Criteria voor stortplaatsen voor inerte afvalstoffen		
§ 1-4	[…]	Niet van toepassing
Artikel 5.2.4.1.8. Criteria voor stortplaatsen voor niet-gevaarlijke afvalstoffen		
§ 1	Onverminderd de bepalingen van artikel 5.2.4.1.2, § 1, 5.2.4.1.9 en 5.2.4.1.10 kunnen op een stortplaats van categorie 2, bedoeld in subrubriek 2.3.6, b) van de indelingslijst, de volgende afvalstoffen van huishoudelijke of andere herkomst, worden gestort: 1° huishoudelijke afvalstoffen die langs de normale ophaalbeurten door de gemeente of in haar opdracht worden opgehaald, met uitzondering van de afvalstoffen die gezien de recuperatieverplichtingen selectief werden ingezameld of opgehaald; 2° met huishoudelijke afvalstoffen gelijkgestelde afvalstoffen; 3° bedrijfsafvalstoffen die omwille van aard of samenstelling vergelijkbaar zijn met huishoudelijke afvalstoffen; 4° volgende afvalstoffen: a) steekvaste afvalstoffen afkomstig van vetvangers van huishoudelijke aard; b) steekvaste afvalstoffen afkomstig van het normaal onderhoud van openbare rioleringsnetten; c) zand en roostergoed van rioolwaterzuiveringsinstallaties; d) zuiveringsslib van het behandelen of bereiden van drinkwater; e) zuiveringsslib van het biologisch behandelen van afvalwater en rioolwater; f) bodemas van de verbranding van huishoudelijke afvalstoffen met uitzondering van de vliegas en andere afvalstoffen afkomstig van de afgasbehandelingsinstallatie; 5° andere biologisch afbreekbare afvalstoffen van de levensmiddelensector; plantsoenafval, tuinafval, boom- en wortelstronken; 6° puin, afbraakmaterialen met uitzondering van asbesthoudende afvalstoffen; 7° niet-risicohoudend medisch afval, afkomstig van de geneeskundige praktijk; 8° niet gevaarlijke afvalstoffen van ieder andere oorsprong die voldoen aan de aanvaardingscriteria voor de aanvaarding van afvalstoffen op stortplaatsen voor niet gevaarlijk afval;	De afvalstoffen afkomstig uit de saneringszone betreffen afvalstoffen die voldoen aan de bepalingen voor niet gevaarlijke afvalstoffen.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

	9° stabiele, niet-reactieve gevaarlijke afvalstoffen (bijV. — verharde of verglaasde afvalstoffen) met een uitlooggedrag dat gelijkwaardig is aan dat van de niet gevaarlijke afvalstoffen en die voldoen aan de vastgestelde criteria voor de aanvaarding van afvalstoffen op stortplaatsen voor niet gevaarlijk afval; deze gevaarlijke afvalstoffen worden niet gestort in cellen die zijn bestemd voor biologisch afbreekbare niet gevaarlijke afvalstoffen.	
§ 2	Als beperking op § 1 mogen op een stortplaats van categorie 2 slechts die afvalstoffen worden aanvaard die uitdrukkelijk in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit zijn toegelaten. [...]	Zoals beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject mogen in de saneringsberging enkel gronden geborgen worden met concentraties aan som gemeten PFAS boven de rapportagegrens.
§ 3	De volgende afvalstoffen zijn zonder tests aanvaardbaar op stortplaatsen van categorie 2: huishoudelijk afval alsmede andere afvalstoffen die gezien hun aard of samenstelling met huishoudelijk afval kunnen worden gelijkgesteld, die zijn ingedeeld als niet gevaarlijk in hoofdstuk 20 van de Europese afvalstoffenlijst als vermeld in de bijlage 2.1, van het besluit van de Vlaamse Regering van 17 februari 2012 tot vaststelling van het Vlaams reglement betreffende het duurzaam beheer van materiaalkringlopen en afvalstoffen, gescheiden ingezamelde niet gevaarlijke fracties van huishoudelijk afval en dezelfde niet gevaarlijke materialen van andere oorsprong. Het afval mag niet worden toegelaten als het niet vooraf is behandeld, of als het zo sterk is vervuild dat het risico van de afvalstoffen zodanig wordt verhoogd dat ze op stortplaatsen van andere categorieën dienen te worden gestort. Het afval mag niet worden aanvaard in cellen waar stabiele, niet-reactieve gevaarlijke afvalstoffen worden aanvaard overeenkomstig de criteria van § 4 van dit artikel.	Zoals beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject mogen in de saneringsberging enkel gronden geborgen worden met concentraties aan som gemeten PFAS boven de rapportagegrens.
§ 4	Als overige criteria gelden: 1° extraheerbare apolaire koolwaterstoffen: ≤ 2 Gew.- % op de watervrije afvalstof; 2° totaal oplosmiddelen (aspecifiek): ≤ 1 Gew.- % op de watervrije afvalstof; 3° totaal extraheerbare organohalogeenverbindingen: ≤ 1000 mg per kg op de watervrije afvalstof; 4° voor de steekvastheid van slib wordt volgende waarde als richtwaarde gehanteerd: afschuifspanning ≥ 10 kN/m^2. In ieder geval moeten de betreedbaarheid en stabiliteit van de stortplaats steeds verzekerd blijven. Het voldoen aan de aanvaardbaarheidscriteria kan worden aangenomen op basis van de aard en herkomst van de afvalstoffen.	De te bergen gronden zoals beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject voldoen aan de vooropgestelde criteria.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

<table>
<tr>
<td>§ 5</td>
<td>De volgende grenswaarden gelden voor niet gevaarlijke afvalstoffen:
1° de volgende grenswaarden zijn van toepassing op korrelvormige niet gevaarlijke afvalstoffen, die in dezelfde cel worden aanvaard als stabiele, niet-reactieve gevaarlijke afvalstoffen, berekend bij L/S = 10 l/kg voor totale afgifte.

<table>
<tr><td>Componenten</td><td>L/S = 10 l/kg</td></tr>
<tr><td></td><td>mg/kg droge stof</td></tr>
<tr><td>As</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Ba</td><td>100</td></tr>
<tr><td>Cd</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Crtotaal</td><td>10</td></tr>
<tr><td>Cu</td><td>50</td></tr>
<tr><td>Hg</td><td>0,2</td></tr>
<tr><td>Mo</td><td>10</td></tr>
<tr><td>Ni</td><td>10</td></tr>
<tr><td>Pb</td><td>10</td></tr>
<tr><td>Sb</td><td>0,7</td></tr>
<tr><td>Se</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>Zn</td><td>50</td></tr>
<tr><td>Chloride</td><td>15.000</td></tr>
<tr><td>Fluoride</td><td>150</td></tr>
<tr><td>Sulfaat</td><td>20.000</td></tr>
<tr><td>DOC (*)</td><td>800</td></tr>
<tr><td>TDS (**)</td><td>60.000</td></tr>
</table>

(*) als de afvalstoffen hij hun eigen pH-waarde niet aan deze waarden voor DOC voldoen, kunnen ze eventueel worden getest bij L/S = 10 l/kg en een pH tussen 7,5 en 8,0. De afvalstoffen kunnen worden beschouwd als zijnde in overeenstemming met de aanvaardingscriteria voor DOC, als het resultaat van deze bepaling niet hoger is dan 800 mg/kg. (Er is een ontwerpmethode beschikbaar op basis van de voorlopige EN 14429.)

(**) de waarde voor totaal opgeloste vaste stoffen ("Totaal Opgeloste Vaste Stoffen" (TDS)) kan als alternatief voor de waarden voor sulfaat en chloride worden gebruikt.</td>
<td>De te bergen gronden zoals beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject voldoen aan de vooropgestelde criteria.</td>
</tr>
</table>

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

§ 6	Niet gevaarlijke materialen op gipsbasis mogen alleen op stortplaatsen voor niet gevaarlijke afvalstoffen worden gestort in cellen waarin geen biologisch afbreekbaar afval wordt aanvaard. De grenswaarden voor TOC en DOC die in artikel 5.2.4.1.9, § 3 en § 4 worden vermeld, gelden voor afval dat samen met materialen op gipsbasis wordt gestort.	Niet van toepassing. Er worden geen materialen op gipsbasis geborgen in de saneringsberging.
§ 7	In afwijking van de bepalingen van artikel 5.2.4.1.8, § 4 en 5.2.4.1.8, § 5, gelden voor stortplaatsen voor uitsluitend anorganische niet gevaarlijke afvalstoffen met een laag gehalte aan organisch/biologisch afbreekbare stoffen, waarbij het afval niet voldoet aan de criteria bepaald in artikel 5.2.4.1.8, § 5, 1° (subrubriek 2.3.6.b), 3)), de volgende voorwaarden: 1° extraheerbare apolaire koolwaterstoffen: ≤ 5 Gew.- % op de watervrije afvalstof [...]; 2° totaal oplosmiddelen (aspecifiek): ≤ 3 Gew.- % op de watervrije afvalstof [...]; 3° totaal extraheerbare organohalogeenverbindingen: ≤ 1000 mg per kg op de watervrije afvalstof [...]; 4° wateroplosbaar gedeelte: < 10 Gew.- % op de watervrije afvalstof, [...]; 5° tenzij anders vermeld in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit: a) ofwel, verlies door uitgloeiing van het droge bestanddeel van de afvalstof tengevolge van de ontbinding van organische stoffen, uitgezonderd vaste polymeren en asfalt: < 10 gewichtsprocent, b) ofwel, totaal organische koolstof, uitgezonderd de koolstof vervat in vaste polymeren of asfalt, op het droge bestanddeel van de afvalstof: < 6 %; voor de toepassing van deze bepalingen wordt met vaste polymeren bedoeld de kunststoffen in vaste vorm zoals folies, granulaten, voorwerpen, vaste brokken; analysemethode: - gloeiverlies [...]; - totaal organische koolstof [...]; c) voor iedere afvalstroom wordt bij de basiskarakterisering een bepaling van het DOC-gehalte opgenomen. [...] De richtwaarde voor het DOC-gehalte bedraagt 800 mg/kg droge stof. Voor stromen die de richtwaarde overschrijden gaan de afvalproducenten in samenwerking met de stortplaatsexploitant na welke stoffen de gemeten DOC-waarden veroorzaken. De resultaten van de DOC-metingen en de bevindingen inzake de oorzaken van de verhoogde DOC-gehaltes worden opgenomen in het jaarrapport, vermeld in artikel 5.2.4.6.5.	De te bergen gronden zoals beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject voldoen aan de vooropgestelde criteria.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

6° voor de steekvastheid van slib wordt volgende waarde als richtwaarde gehanteerd: afschuifspanning > 10 kN/m^2 [...];

in ieder geval moeten de betreedbaarheid en stabiliteit van de stortplaats steeds verzekerd blijven;

7° uitlooggedrag: het uitlooggedrag wordt bepaald volgens de enkelvoudige schudtest. De afvalstoffen mogen alleen op de stortplaats worden aanvaard als het eluaat beantwoordt aan de volgende waarden:

parameter	grenswaarde	[...]
pH	4 -13	
fenolen (fenolindex)	< 100 mg/l	
arseen	< 1,0 mg/l	
lood	< 2,0 mg/l	
cadmium	< 0,5 mg/l	
chroom VI	< 0,5 mg/l	
koper	< 10 mg/l	
nikkel	< 2,0 mg/l	
kwik	< 0,1 mg/l	
zink	< 10 mg/l	
fluoride	< 50 mg/l	
ammonium	< 1,0 g/l	
cyanide (totaal)	< 1,0 mg/l	
nitriet	< 30 mg/l	
barium	< 30 mg/l	
molybdeen	< 3 mg/l	
antimoon	< 0,5 mg/l	
seleen	< 0,7 mg/l	

(*) De aanbevolen analysemethode wordt vermeld in artikel 5.2.4.1.1;

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

	de concentratie voor zware metalen geldt voor het metaal en de verbindingen ervan uitgedrukt als metaal; afvalstoffen die na toepassing van beste beschikbare technieken inzake uitloging niet voldoen aan de grenswaarde voor het wateroplosbaar gedeelte en/of de voormelde uitloogcriteria, kunnen toch op de stortplaats worden aanvaard op voorwaarde dat de afvalstoffen in zoutcelcondities worden gestort; met zoutcelcondities wordt bedoeld het onder de beste omstandigheden fysisch afschermen van de afvalstoffen van het percolaat; die afvalstoffen kunnen slechts op de stortplaats worden aanvaard voor zover ze uitdrukkelijk in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit zijn toegelaten en mits naleving van de daartoe in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit gestelde bijzondere voorwaarden.	
Artikel 5.2.4.1.9. Criteria voor gevaarlijke afvalstoffen die aanvaardbaar zijn op stortplaatsen voor niet gevaarlijke afvalstoffen		
§ 1-6	[…]	Niet van toepassing
Artikel 5.2.4.1.10. Criteria voor afval dat aanvaardbaar is op stortplaatsen voor gevaarlijke afvalstoffen		
§ 1-5	[…]	Niet van toepassing
Artikel 5.2.4.1.11. Criteria voor ondergrondse opslagplaatsen		
-	Voor het aanvaarden van afvalstoffen in ondergrondse opslagplaatsen dient een veiligheidsbeoordeling van elke specifieke opslagplaats plaats te vinden, zoals deze is gedefinieerd in bijlage 5.2.4.1 bij dit besluit. Aanvaarding van afvalstoffen is alleen toegestaan als ze in overeenstemming zijn met de specifieke veiligheidsbeoordeling. Op ondergrondse opslagplaatsen voor niet gevaarlijke afvalstoffen is alleen aanvaarding toegestaan van afvalstoffen die aan de onder artikel 5.2.4.1.8 en artikel 5.2.4.1.9 vermelde criteria voldoen.	De saneringsbergingen ‘Dijken’ en ‘Kaaiterrein’ worden gerealiseerd in opbouw ten opzichte van het huidige maaiveld en bevinden zich in de finale toestand net onder het toekomstige maaiveld. De saneringsberging ‘Noordelijk Insteekdok’ wordt ondergronds ingericht. In het kader van het bodemsaneringsproject en het MER werden de aspecten zoals geologische barrière, stabiliteit, geochemische impact, effecten op de omgeving, … geëvalueerd. Het bodemsaneringsproject en het MER fungeren als veiligheidsbeoordeling.
Artikel 5.2.4.1.11/1. Criteria voor de tijdelijke opslag van metallisch kwik gedurende meer dan een jaar		
§ 1-4	[…]	Niet van toepassing

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Artikel 5.2.4.1.12. Bemonsterings- en testmethoden		
§ 1-2	Dit artikel omschrijft de bemonsterings- en testmethoden voor de basiskarakterisering en het uitvoeren van controletest.	Aangezien de karakterisering reeds uitgevoerd werd in het kader van het beschrijvend bodemonderzoek, zijn de in dit artikel beschreven bemonsterings- en testmethoden ook niet van toepassing.
Subafdeling 5.2.4.2. Werkplan		
Artikel 5.2.4.2.1		
§ 1-2	Voor stortplaatsen dient het algemene werkplan, naargelang de aard van de stortplaats, volgende bijkomende gegevens te vermelden: 1. de indeling van de beschikbare stortruimte in stortvakken; 2. de volgorde van opvulling in tijd en ruimte bij normale afvalstoffenaanvoer en de werkwijze bij abnormaal grote afvalstoffenaanvoer; 3. de werkwijze inzake het storten en het verdichten; 4. de dikte van de afvalstoffenlaag voor het aanbrengen van de tussenafdek en eindafdek; 5. de lengte van het stortfront; 6. de organisatie van de aanvoer en de opslag van afdekmaterialen; 7. het drainageplan omvattende het schema en de organisatie van de maatregelen inzake de verwerking van het percolatiewater; 8. de inplanting, de dimensionering en het werkingsschema van de installatie voor zuivering van het percolatiewater zodat aan de opgelegde lozingsnormen kan worden voldaan; 9. de maatregelen om de stabiliteit van de gestorte afvalstoffen, afdekmaterialen en afdekgronden te verzekeren; 10. het gasdrainageplan omvattende het schema en de organisatie van de maatregelen inzake de verwerking van het vrijkomende stortgas; 11. het afwateringsplan van het stortterrein, omvattende het schema en de organisatie van de maatregelen inzake de afvoer van het overtollig water; 12. het toezicht- en controleplan Het werkplan dient de goedkeuring van de toezichthoudende overheid te dragen. Het goedgekeurde werkplan wordt opgevolgd door de toezichthouder.	Het omgevingsbeheerplan voor de aanlegfase dient beschouwd te worden als werkplan.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Subafdeling 5.2.4.3. Inrichting en infrastructuur van de stortplaats		
Artikel 5.2.4.3.1		
§ 1	Een stortplaats moet qua ligging en ontwerp voldoen aan de noodzakelijke voorwaarden ter voorkoming van verontreiniging van bodem, grondwater of oppervlaktewater, alsmede aan de voorwaarden waarmee een doeltreffende opvang van percolaat wordt gewaarborgd in de gevallen en volgens de voorschriften zoals verder voorzien. De bescherming van bodem, grondwater en oppervlaktewater moet gedurende de exploitatiefase worden gewaarborgd door de combinatie van een geologische barrière en een bodemafdichting en gedurende de nazorgfase of na de sluiting door een combinatie van een geologische barrière en een isolerende deklaag. De geologische barrière wordt bepaald door de geologische en hydrogeologische gesteldheid onder en in de nabijheid van een stortplaats, die een dusdanige retentiecapaciteit moet hebben dat potentieel gevaar voor bodem en grondwater wordt voorkomen.	Een beschrijving van de inrichting en op welk manier zij een potentiële verontreiniging van de omgevende bodem, oppervlaktewater en grondwater voorkomt, is opgenomen in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.
§ 2	Het storten van afvalstoffen mag slechts worden begonnen nadat de toezichthoudende overheid het terrein heeft geïnspecteerd en zich ervan heeft vergewist dat het voldoet aan de desbetreffende voorwaarden van de vergunning. De voormelde vaststellingen worden schriftelijk vastgelegd in het proces-verbaal houdende oplevering van de stortplaats en uitdrukkelijke toelating tot het beginnen van de stortactiviteiten. Een en ander doet op geen enkele wijze af aan de verantwoordelijkheid van de exploitant uit hoofde van de vergunningsvoorwaarden	De werken worden aangevat na de melding van de start van de saneringswerken aan de OVAM via het in te dienen kwaliteitsplan.
Artikel 5.2.4.3.3		
§ 1	Overeenkomstig de resultaten van de hydrogeologische- en stabiliteitsstudie, vermeld in punt F1 van de toelichtingsbijlage bij de aanvraag van een omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit, vervat in bijlage 4, van titel I van het VLAREM, wordt voor categorie 1 en 2 stortplaatsen, voor de aanvang van de inrichting van de stortplaats een inrichtingsplan opgesteld door een een door de toezichthoudende overheid aanvaarde deskundige en ter goedkeuring voorgelegd aan de toezichthoudende overheid. Het inrichtingsplan van de stortplaats omvat: • aanvullings-, nivellerings- en profileringsplan; • constructie en uitvoering van de drainagesystemen met beschermingslagen (dimensionering en gebruikte materialen); • voor stortplaatsen in ophoging: constructie van de stortdijken (afmetingen en gebruikte materialen); • constructie en uitvoering van de afsluitlaag met beschermingslagen (gebruikte materialen);	Het inrichtingsplan is opgenomen in bijlage van het bodemsaneringsproject. De conformverklaring van het bodemsaneringsproject door de OVAM en/of het projectbesluit geldt als conformverklaring/goedkeuring.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

§ 2 - 3	Overeenkomstig het goedgekeurde inrichtingsplan worden achtereenvolgens de volgende voorbereidende infrastructuurwerken uitgevoerd: 1. voorbereidende grondwerken; 2. het aanbrengen van de afsluitlaag 3. voor stortplaatsen in ophoging: het aanbrengen van de stortdijken 4. het aanbrengen van een lekdetectiesysteem 5. het aanbrengen van een percolaatdrainagesysteem. De uitvoering van de verschillende werken gebeurt onder toezicht van een een door de toezichthoudende overheid aanvaarde deskundige. Deze deskundige stelt na afloop een rapport op waarin hij de conformiteit van de uitgevoerde werken aan het goedgekeurde inrichtingsplan attesteert. Dit rapport wordt bezorgd aan de toezichthoudende overheid. De definitieve goedkeuring van de inrichting van de stortplaats wordt opgenomen in het proces verbaal,zoals bedoeld in artikel 5.2.4.3.1§ 2 De voorbereidende grondwerken omvatten het opkuisen, het nivelleren, profileren en het verdichten van het terrein.	De saneringsberging wordt gerealiseerd in het kader van saneringswerken. Bijgevolg zal de erkend bodemsaneringsdeskundige toezicht houden op de voorbereidende werken. Rapportage van de conformiteit van de uitgevoerde werken aan het goedgekeurde inrichtingsplan zal gebeuren in het tussentijds rapport en/of eindevaluatierapport dat aan de OVAM voorgelegd wordt ter goedkeuring.
§ 4	De afsluitlaag: De afsluitlaag omvat een geologische barrière en een **kunstmatige** bodemafdichting 1. de geologische barrière 2. De bodem en zijkanten van de stortplaats moeten bestaan uit een minerale laag die voldoet aan voorschriften inzake doorlatendheid en dikte, die te zamen een niveau van bescherming (K) van bodem, grondwater en oppervlaktewater moeten garanderen dat tenminste gelijkwaardig is aan het niveau dat bereikt wordt met een slecht doorlatende laag van 5 meter dikte en een K-waarde die kleiner dan of gelijk is aan $1,0 \times 10^{-9}$ m/s De homogene slecht doorlatende laag bedoeld hierboven kan van nature aanwezig zijn indien de geologische toestand van het terrein voldoende waarborgen biedt inzake ondoorlatendheid. Het bewijs van ondoorlatendheid wordt door de aanvrager voldoende bewezen en moet door de toezichthoudende overheid aanvaard worden. De natuurlijke omstandigheden dienen in ieder geval voldoende garanties te bieden om elke bodem- of grondwaterverontreiniging ingevolge het weglekken van percolaat te voorkomen; Indien de geologische barrière niet op natuurlijke wijze aan bovengenoemde voorwaarden voldoet, kan zij kunstmatig worden aangevuld en versterkt met andere middelen die een gelijkwaardig beschermingsniveau garanderen. Een kunstmatige geologische barrière mag niet dunner zijn dan 0,5 meter.	Voor elk van de saneringsbergingen wordt de afsluitlaag beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

	3. De kunstmatige bodemafdichting De kunstmatige afdichting bestaande uit aaneengelaste foliematerialen tussen aangepaste beschermingslagen wordt aangebracht op de bodem en op de wanden van de **stortplaatsen van categorie 1 en 2**. De gebruikte foliematerialen zijn minstens gelijkwaardig aan een HDPE-folie van 2.5 mm dikte.	
§ 5	Bij het storten in ophoging wordt het volledige stortterrein met stortdijken omgeven. De stortdijken zijn voldoende breed en hoog opgevat. Het dijklichaam wordt opgebouwd uit homogeen materiaal dat voldoende verdicht wordt. De stortdijken worden aangebracht overeenkomstig de vordering der stortactiviteiten zoals aangegeven in het goedgekeurde werkplan. Op het binnenbeloop van de stortdijken en indien nodig ook op de dijkkruin wordt een afsluitlaag aangebracht als beschreven in paragraaf 4. Het buitenbeloop van de stortdijken wordt met gras ingezaaid.	De enige stortplaats in ophoging betreft de saneringsberging 'dijken'. Hier worden aan de basis van de saneringsberging stortdijken voorzien.
§ 6	Tussen de slecht doorlatende laag en de kunstmatige afdichting bestaande uit foliematerialen wordt een lekdetectiesysteem aangebracht. Het lekdetectiesysteem moet toelaten om lekken in de kunstmatige afdichting te detecteren met het oog op het herstel ervan. Het lekdetectiesysteem moet in ieder geval toelaten om tijdens de ingebruikname en in een periode van vijf jaar na de ingebruikname van het betreffend gedeelte van de stortplaats het lekdicht zijn van de kunstmatige afdichting te bewaken in functie van de localisatie van eventuele lekken.	**Afwijking** Er wordt niet voorzien in een lekdetectiesysteem. Meer toelichting en de motivatie hieromtrent zijn opgenomen in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.
§ 7-8	Een percolaatdrainagesysteem bestaande uit een buizensysteem met afvoerkokers of een ander gelijkwaardig systeem, wordt aangebracht op de bodem, bovenop de afsluitlaag en wordt geplaatst in een doorlatende bodemlaag van minstens 0,4 meter dikte. Het drainagesysteem wordt zodanig geconstrueerd dat een regelmatige doorspoeling van de drainagebuizen tijdens de exploitatie mogelijk is. Het drainagesysteem bedoeld in § 7 hierboven wordt zodanig aangelegd dat, rekening houdend met de resultaten van de stabiliteitsstudie, de goede werking steeds verzekerd blijft. De gebruikte drainagebuizen beantwoorden inzake sterkte aan de resultaten van de stabiliteitsstudie. De dimensionering van het drainagesysteem en de keuze van de materialen gebeurt rekening houdend met de te verwachten hoeveelheden percolaat en de samenstelling ervan. Het drainagesysteem wordt beschermd tegen dichtslibbing door het aanbrengen van aangepaste beschermingslagen.	De saneringsberging wordt na uitvoering meteen afgesloten en afgewerkt en blijft in tegenstelling tot een klassieke stortplaats niet open liggen. Bijgevolg moet binnen de saneringsberging enkel water afgevoerd worden tijdens de opvulling (hemelwater en percolaat). Op basis hiervan kan besloten worden dat een permanent drainagesysteem niet noodzakelijk is. Meer informatie met betrekking tot het drainagesysteem is opgenomen in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.
§ 9	De uitvoering van de voorbereidende infrastuctuurwerken kan gefaseerd worden overeenkomstig het goedgekeurde inrichtingsplan.	Niet van toepassing.
Artikel 5.2.4.3.4: categorie 3 stortplaatsen		
§ 1-5	[…]	Niet van toepassing

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Artikel 5.2.4.3.5: Tijdelijke opslag van metallisch kwik		
-	[…]	Niet van toepassing
Subafdeling 5.2.4.4. De uitbating		
Artikel 5.2.4.4.1		
§ 1	In de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit kan worden opgelegd dat een installatie voor wielwassing, al of niet manueel te bedienen, aan de uitrit wordt geïnstalleerd. De exploitant legt in dat geval het uitvoeren van de wielwassing op.	**Af te wijken** Binnen de te saneren zone zullen drie saneringsbergingen gerealiseerd worden. Het transport vanaf de ontgravingszone naar de saneringsberging zal enkel verlopen over werfwegen die binnen de projectzone gerealiseerd zijn. Er vindt hierbij geen transport plaats over de openbare weg. Bijgevolg is hiervoor geen wielwasinstallatie noodzakelijk. De saneringsberging 'noordelijk insteekdok' bevindt zich buiten de projectzone. Transport van afvalstoffen dient bijgevolg over de openbare weg te verlopen. Ter hoogte van de saneringsberging wordt een afzonderlijk circuit voorzien van 'vuil transport' binnen de saneringsberging met een overslagzone. Tevens wordt een wielwasinstallatie voorzien. Voor een gedetailleerde beschrijving van de transport wordt verwezen naar hoofdstuk 4 van het BSP.
§ 2	Het indringen van grondwater of afvloeiwater van naburige percelen wordt voorkomen. Dat kan gebeuren door het aanleggen van een kwelsloot rond de stortplaats of een drainagesysteem. De diepte en de plaats van de kwelsloot of de uitvoering van het drainagesysteem worden bepaald op basis van de hydrogeologische toestand van de inplantingsplaats zoals deze blijkt uit de hydrogeologische studie en/of het aanvraagdossier, en desgevallend nader in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit is bepaald.	De waterhuishouding op en rondom de berging wordt besproken in hoofdstuk 4 van het BSP. Er wordt op toegezien dat het indringen van grondwater of afvloeiwater van naburige percelen voorkomen wordt.
§ 3	Tenzij anders bepaald in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit is voor categorie 1 en 2 stortplaatsen per stortfront een voorraad afdekmateriaal van tenminste 200 m^3 aanwezig.	**Afwijking** Er wordt niet gewerkt met stortvakken.
Artikel 5.2.4.4.2		
§ 1	Het stort wordt opgebouwd met lichthellende droge stortlagen van afvalstoffen overeenkomstig het goedgekeurde werkplan.	Hieraan wordt voldaan. Het werkplan betreft hier het bodemsaneringsproject.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

§ 2	Het is verboden te storten in water, tenzij in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit voor monostortplaatsen een afwijking wordt toegestaan om te storten in water, ander dan oppervlaktewater zoals bedoeld in het decreet van 18 juli 2003 betreffende het integraal waterbeleid, gecoördineerd op 15 juni 2018.	Er zullen geen stortactiviteiten plaatsvinden onder water.
§ 3	Het storten van de aangevoerde afvalstoffen geschiedt met een aangepaste vuilverzetmachine. De verdichting van huishoudelijke afvalstoffen gebeurt in dunne lagen met een aangepaste vuilverdichtingsmachine om een zo efficiënt mogelijke verdichting te bekomen.	Er wordt niet gebruik gemaakt van een vuilverzetmachine. Er dienen geen huishoudelijke afvalstoffen verdicht te worden.
§ 4	De stortzone voor de afvalstoffen is beperkt tot de capaciteit van de vuilverzetmachine, in samenhang met het stortfront en wordt bepaald in het werkplan.	Er wordt niet gebruik gemaakt van een vuilverzetmachine.
§ 5	Tenzij anders bepaald in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit heeft iedere stortlaag een hoogte van hoogstens 2,5 meter.	**Afwijking** De aanvulling van de stortplaats is beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.
§ 6	Om stofvorming en zwerfvuil te beperken is het verboden afvalstoffen af te laden vanop een hoogte van meer dan 3 meter.	Hieraan wordt voldaan.
Artikel 5.2.4.4.3		
§ 1-2	[…]	Niet van toepassing.
Artikel 5.2.4.4.4		
§ 1	Op categorie 1 en 2 stortplaatsen wordt om zwerfvuil en stof- en geurhinder te voorkomen iedere stortlaag afgedekt met een laag tussenafdek van tenminste 0,2 meter dikte. Alle gestorte afvalstoffen worden op het einde van de werkdag afgedekt met een tussenafdek van minstens 0,2 meter dikte. Stankverwekkende stoffen worden onmiddellijk afgedekt. Verzakkingen, barsten, afschuivingen, kuilen en plaatsen, waar de afvalstoffen onbedekt wordt gevonden, worden op de dag van vaststelling met tussenafdek opgevuld.	Er wordt niet gewerkt met stortlagen en bijgevolg ook niet met een tussenafdek van 0,2 m. De aanvulling is beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

§ 2 - 4	Als tussenafdek wordt bij voorkeur gebruik gemaakt van afvalstoffen die beantwoorden aan de in § 1 gestelde doelstellingen en die op de stortplaats zijn toegelaten. Indien dergelijke afvalstoffen niet beschikbaar zijn, worden bodemmaterialen aangewend. Het gebruik van afvalstoffen als tussenafdek wordt in het werkplan bepaald. Op categorie 2 stortplaatsen mag de tussenafdek op het einde van de werkdag voor een onvolledige stortlaag vervangen worden door een intense kalkbestrooiing of door andere maatregelen in het werkplan opgenomen. Voor het aanbrengen van de tussenafdek beschikt de exploitant onafgebroken over een aangepaste grondverzetmachine. De opslag van tussenafdekmaterialen mag geen hinder veroorzaken.	Er wordt niet gewerkt met stortlagen en bijgevolg ook niet met een tussenafdek. De aanvulling is beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.
Artikel 5.2.4.4.5.		
§ 1	Verontreiniging van bodem, oppervlakte- en/of grondwater ingevolge de uitbating van de stortplaats wordt steeds voorkomen.	De ‘stortplaats’ betreft een saneringsberging en wordt gerealiseerd in het kader van een bodemsaneringsproject. In het bodemsaneringsproject worden de nodige acties toegelicht om verdere verontreiniging van bodem, oppervlakte- en/of grondwater te voorkomen.
§ 2	Het overtollige niet-verontreinigde regenwater of afvloeiwater wordt opgevangen en afgevoerd.	Hieraan wordt voldaan. De afwerking wordt beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.
§ 3	Het gevormde percolaat wordt permanent afgepompt. Het waterpeil in de opvangputten voor percolaat mag niet hoger komen dan de halve hoogte van de laagste draineerbuizen die erin uitmonden.	De saneringsberging zal meteen gesloten worden na uitvoering van de sanering en zal dus niet continu open blijven zoals bij een klassieke stortplaats. Bijgevolg moet binnen de berging enkel water (hemelwater en percolaat) afgevoerd worden tijdens de opvulling. Dit water wordt afgevoerd naar een waterzuiveringsinstallatie voor behandeling. Ne het sluiten van de berging is de verwachting dat er geen percolaat meer geproduceerd zal worden. Dit dient echter gemonitord te worden (zie hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject). Indien alsnog percolaatwater ontstaat, dan dient dit afgevoerd en gezuiverd te worden in een waterzuiveringsinstallatie of extern verwerkt te worden.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

§ 4	1° Het is verboden percolaat of ander water over de stortplaats te sproeien of te injecteren. 2° In de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit kan in afwijking van de bepalingen van punt 1 worden toegestaan dat bedrijfsintern percolaat of ander bedrijfsintern water over de stortplaats wordt gesproeid of geïnjecteerd, mits aangetoond wordt dat dit percolaat of ander water, al dan niet na zuivering, geen stoffen bevat die rechtstreeks of onrechtstreeks schadelijk kunnen zijn voor de mens en het leefmilieu of het stortterrein kunnen verontreinigen, en indien deze handeling er toe bijdraagt dat : a) stofhinder wordt voorkomen. Specifiek voor dit doeleinde kan dit alleen uitgevoerd worden met anorganisch bedrijfsintern percolaat of ander anorganisch bedrijfsintern water; b) de biologische werking van de stortplaats verbetert; c) innovatieve proefprojecten kunnen onderzocht worden voor een maximale duur van vier jaar met het oog op het zuiveren van het materiaal in de stortplaats, met het oog op recyclage of voor de extractie van elementen uit de materialen in de stortplaatsen. Na een gunstige evaluatie van het proefproject kan deze handeling gedurende een langere periode vergund worden. Het sproeien van percolaat of ander water over de stortplaats om het te verwerken is altijd en in alle omstandigheden verboden.	Zoals toegelicht in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject zal het gezuiverde percolerend hemelwater afkomstig van de verontreinigde TOP's hergebruikt worden in nuttige toepassingen (bv. wielwasinstallatie, besproeiing van verontreinigde gronden). Dit water zal echter niet aangewend worden in het kader van het besproeien van de gronden ter hoogte van de saneringsbergingen. ~~In het kader van stofbeheersing kan het aangewezen zijn om water dat in de waterzuiveringsinstallatie behandeld werd te hergebruiken. Hiervoor wordt verwezen naar hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.~~
§ 5-8	Het overtollig verontreinigd afvloeiwater en het percolaatwater wordt onafgebroken overgepompt naar een ondoorlatend verzamelbekken. De capaciteit wordt zo berekend dat te allen tijde de gevormde hoeveelheid percolaat kan worden opgevangen. Maatregelen worden getroffen om te beletten dat het water in het verzamelbekken hinder veroorzaakt voor de omgeving. In de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit kan een technisch alternatief worden toegelaten. In functie van de kwaliteit van het te lozen water en van de lozingsvoorwaarden moet zonodig een aangepaste waterzuiveringsinstallatie worden gebouwd. De waterzuiveringsinstallatie wordt zo aangelegd dat iedere verontreiniging van bodem en grondwater wordt voorkomen. De verzamel- en behandelingsbekkens worden vloeistofdicht gemaakt. Het waterzuiveringssysteem wordt zodanig geconcipieerd dat in ieder geval steeds wordt voorkomen dat water dat niet aan de lozingsnormen voldoet, zou worden geloosd.	Niet van toepassing. Artikels 5 t.e.m. 8 hebben betrekking op de behandeling van overtollig verontreinigd afvloeiwater en percolaatwater. Aangezien er na sluiten van de saneringsberging geen sprake is van permanente vorming van percolaat- en/of verontreinigd afvloeiwater, zijn deze artikels niet van toepassing.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

	De produkten nodig voor de waterzuivering worden gestockeerd in een afsluitbaar lokaal dat beantwoordt aan de vereisten voor de opslag van die produkten.	
§ 9	De afwatering van de beëindigde stortvakken gebeurt zo dat het regenwater zonder te worden verontreinigd kan afvloeien of worden weggepompt.	Er wordt niet gewerkt met stortvakken. Na beëindiging van de saneringsberging wordt deze afgewerkt zodat afvloeiwater niet verontreinigd wordt. Hiervoor wordt verwezen naar hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.
Artikel 5.2.4.4.6.		
§ 1-3	Toereikende maatregelen worden genomen om een gecontroleerde evacuatie van het gevormde stortgas te verzekeren en ongecontroleerde ophoping ervan te voorkomen. Op alle stortplaatsen waar biologisch afbreekbaar afval wordt of werd gestort,moet het stortplaatsgas worden opgevangen, behandeld en gebruikt. Daartoe wordt vooraleer de afdichtlaag wordt aangebracht een gasdrainagesysteem aangelegd. Het gasdrainagesysteem kan bestaan uit horizontale en /of verticale drainagebuizen indien nodig geplaatst in een drainerende laag en wordt zodanig geconcipieerd dat al het vrijkomende stortgas wordt opgevangen en op een veilige manier wordt afgevoerd. Het gasdrainagesysteem dient de goedkeuring van een een door de toezichthoudende overheid aanvaarde deskundige te dragen. De opvang, de behandeling en het gebruik van stortplaatsgas gebeurt op dusdanige wijze dat schade aan of verslechtering van het milieu, alsmede het risico voor de gezondheid van de mens zoveel mogelijk worden beperkt. Het opgevangen stortgas wordt bij voorkeur gevaloriseerd als energiebron. Indien valorisatie niet haalbaar is wordt het stortgas verbrand in een daartoe aangepaste gasfakkel. Als het niet gevaloriseerd wordt, laat de exploitant uiterlijk op 1 juli 2004 of voor de inbedrijfname van de inrichting een studie uitvoeren naar de technisch-economische haalbaarheid van de valorisatie van het stortgas als energiebron. Die studie wordt uitgevoerd door een erkend MER-deskundige in de discipline lucht als vermeld in artikel 6, 1°, d), 5), van het VLAREL. De exploitant bezorgt die studie vóór 1 juli 2004 of voor de inbedrijfname van de inrichting aan de afdeling Milieu, bevoegd voor de omgevingsvergunning. Voor zover uit de studie blijkt dat stortgasvalorisatie vanuit technisch-economisch standpunt haalbaar is, moet die uiterlijk op 30 juni 2005 geïnstalleerd worden.	Met uitzondering van de saneringsberging 'Noordelijk Insteekdok' waar veen geborgen wordt, wordt er geen biologisch afbreekbaar afval gestort. Bijgevolg wordt geen stortgas verwacht. Ter hoogte van de saneringsberging 'Noordelijk Insteekdok' zal verontreinigd veen geborgen worden. In het kader van stabiliteitsmaatregelen dient het veen echter ten allen tijde onder water te staan waardoor oxidatie en verdere afbraak van het veen niet tot slechts beperkt mogelijk is. ~~Bijgevolg worden hier nagenoeg geen stortgassen verwacht.~~Omdat de vorming van stortgassen/biogassen niet volledig uitgesloten kan worden, wordt voorzien in een gasdrainagesysteem. Voor meer informatie hieromtrent wordt verwezen naar hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.
Subafdeling 5.2.4.5. De afwerking en nazorg		
Art. 5.2.4.5.1		
§ 1-6	De exploitant deelt de datum van de definitieve beëindiging van de stortactiviteiten in een stortvak schriftelijk mee aan de toezichthouder binnen de maand na beëindiging van de stortactiviteiten. Voor een stortplaats, of voor een gedeelte daarvan, wordt met de afwerking en de sluitingsprocedure begonnen wanneer:	Het beëindigen en de afwerking van de berging zal gerapporteerd worden in het eindevaluatieonderzoek van de saneringswerken dat ter goedkeuring wordt ingediend bij de OVAM. De afwerking en monitoring van de saneringsberging wordt beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

	1. ofwel, de stortplaats of een gedeelte ervan zijn capaciteit heeft bereikt; 2. ofwel, de exploitant van de stortplaats in afwijking van zijn werkplan daartoe zelf besluit, mits schriftelijke goedkeuring van de toezichthouder; 3. ofwel, de vergunningverlenende overheid daartoe besluit; 4. ofwel, bij het verstrijken van de vergunningstermijn, in geval geen hernieuwing van de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit werd bekomen. Om het binnendringen van water in de stortplaats van categorie 1 en 2 te vermijden wordt zo snel mogelijk een afdichtlaag aangebracht. De volledige afwerking wordt uitgevoerd uiterlijk één jaar na het in § 1 bedoelde tijdstip. Rekening houdend met stabilisatie en zettingen kunnen voor categorie 1 en 2 stortplaatsen in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit andere termijnen worden bepaald. Een stortplaats of een gedeelte daarvan wordt pas als definitief afgewerkt beschouwd, wanneer de toezichthoudende overheid na het uitvoeren van een eindinspectie ter plaatse en na het beoordelen van alle verslagen die de exploitant heeft ter beschikking gesteld,een proces-verbaal houdende definitieve afwerking van de stortplaats opgesteld heeft. De toezichthoudende overheid bezorgt de exploitant een copie van dit proces-verbaal. Een en ander doet in geen geval af aan de verantwoordelijkheid van de exploitant uit hoofde van de vergunningsvoorwaarden. De exploitant blijft, nadat de stortplaats definitief is gesloten, verantwoordelijk voor onderhoud, toezicht en controle in de nazorgfase zolang de vergunningverlenende overheid zulks nodig acht, rekening houdend met de tijd gedurende welke de stortplaats gevaar kan opleveren. De exploitant van de stortplaats is verantwoordelijk voor toezicht op en analyse van het stortplaatsgas, het stortplaatspercolaat en het grondwater in de omgeving van de stortplaats, zolang de vergunningverlenende overheid van oordeel is dat een stortplaats gevaar voor het milieu kan opleveren en onverminderd eventuele andere wetgeving met betrekking tot de aansprakelijkheid van de houder van het afval. De exploitant stelt de toezichthoudende overheid en de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij in kennis van alle significante nadelige milieueffecten die bij de controleprocedures aan het licht zijn gekomen en geeft gevolg aan het besluit van de bevoegde autoriteit omtrent de aard en het tijdstip van de uit te voeren corrigerende maatregelen;	

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Artikel 5.2.4.5.2.		
§ 1	Op categorie 1 en 2 stortplaatsen wordt, om te verhinderen dat water de stortplaats zou binnendringen en om de stortplaats ruimtelijk te integreren, op stortvakken waar de stortactiviteiten definitief worden beëindigd, boven de tussenafdek een afdichtlaag en een eindafdek aangebracht. Vooraleer met de afwerking wordt begonnen wordt voor categorie 1 en 2 stortplaatsen, een afwerkings- en sluitingsplan opgesteld door een een door de toezichthoudende overheid aanvaarde deskundige en ter goedkeuring voorgelegd aan de toezichthoudende overheid. Het afwerkings- en sluitingsplan van de stortplaats omvat : • aanvullings-, nivellerings- en profileringsplan; • constructie en uitvoering van de drainagesystemen met beschermingslagen (dimensionering en gebruikte materialen); • constructie en uitvoering van de afdichtlaag met beschermingslagen (gebruikte materialen); • constructie en uitvoering van de eindafdek (gebruikte materialen); De uitvoering van de verschillende werken gebeurt onder toezicht van een een door de toezichthoudende overheid aanvaarde deskundige. Deze deskundige stelt na afloop een rapport op waarin hij de conformiteit van de uitgevoerde werken aan het goedgekeurde afwerkingsplan attesteert. Dit rapport wordt bezorgd aan de toezichthoudende overheid. De definitieve goedkeuring van de afwerking wordt opgenomen in het proces verbaal,zoals bedoeld in artikel 5.2.4.5.1.	De afwerking van de saneringsberging wordt beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject. De afwerking voorziet in een afdichtlaag en eindafdek conform VLAREM II, of minstens gelijkwaardig.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

§ 2	De afdichtlaag: 1. kan bestaan uit een homogene laag van slecht doorlatend bodemmateriaal met daarboven een kunstmatige afdichting van aaneengelaste foliematerialen, tussen aangepaste beschermingslagen; • de slecht doorlatende laag wordt aangebracht als een continue laag over het volledige stortterrein. Inzake doorlatendheid is de slecht doorlatende laag gelijkwaardig aan een laag van 0,5 meter dikte met een k-waarde die kleiner dan of gelijk aan 1.10^{-9}m/s is. • de gebruikte foliematerialen zijn minstens gelijkwaardig aan een HDPE-folie van 2.5 mm dikte. 2. kan andere uitvoeringsvormen aannemen die de goedkeuring van de toezichthoudende overheid vereisen. De aanvrager dient de degelijkheid ervan te bewijzen. De andere uitvoeringsvormen dienen minstens gelijkwaardig te zijn aan de dubbele afdichtlaag zoals beschreven in punt 1 hierboven. Een licht verhang overeenkomstig het afwateringsplan is noodzakelijk om de afvloeiing van het regenwater mogelijk te maken.	Hieraan wordt voldaan. De afwerking van de saneringsberging wordt beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.
§ 3	Bovenop de afdichtlaag wordt de eindafdek aangebracht. De eindafdek bestaat uit een drainerende laag van minstens 0,5 meter dikte bestaande uit materialen zoals grof gebroken puin en zand. De drainerende laag bevat de nodige beschermingslagen tegen dichtslibbing. Bovenop de drainerende laag wordt een bewortelingslaag van minstens 1 meter dikte aangebracht. In de bovenlaag wordt, indien nodig, een begreppeling aangebracht. De drainerende laag kan vervangen worden door een alternatief drainagesysteem. De totale dikte van de eindafdek bedraagt in ieder geval minstens 1,5 meter.	De eindafdek van de saneringsberging wordt beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject. Ter hoogte van het Noordelijk Insteekdok wordt voorzien in een eindafdek van 3 m dikte incl. drainage. Ter hoogte van de overige saneringsbergingen wordt voorzien in een eindafdek van 1 m dikte met een drainerende laag eronder. Voor meer informatie wordt verwezen naar hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

§ 4-5	Binnen de kortst mogelijke termijn worden de gedeelten die een eindafdek hebben gekregen ingezaaid met gras. De begroeiing mag de aangebrachte afdichtlaag niet kunnen beschadigen. Tenzij anders bepaald in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit dient de ontwikkeling van hoogstammige gewassen te worden verhinderd.	De afwerking van de saneringsberging wordt beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject. Ter hoogte van de saneringsberging 'dijken' wordt begroeiing met schrale vegetatie voorzien. Ter hoogte van de saneringsbergingen 'kaaiterrein' en 'gedempt doeldoek' zal in het kader van de saneringswerken een verharding gerealiseerd worden. Ter hoogte van de saneringsberging 'noordelijk insteekdok' wordt een braakliggend terrein afgeleverd waar in een latere fase, die geen deel uitmaak van het bodemsaneringsproject, door de exploitant die het terrein in gebruik zal nemen een verharding aangebracht wordt met het oog op de exploitatie van een containerterminal.
§ 6	In de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit kunnen overeenkomstig de stedebouwkundige bestemming van het terrein bijkomende afwerkingsvoorwaarden worden opgelegd.	De afwerking van de saneringsberging wordt beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.
Artikel 5.2.4.5.3.		
§1-4	[…]	Niet van toepassing.
Artikel 5.2.4.5.4.		
§ 1	De periode van nazorg voor een categorie 1, 2 en 3 stortplaats bedraagt ten minste 30 jaar. De periode van nazorg vangt aan op datum van het proces-verbaal van de toezichthouder houdende vaststelling van de definitieve afwerking van de stortplaats. De vergunningverlenende overheid kan de periode van nazorg verlengen op verzoek van de toezichthoudende overheid of van de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij en op basis van de evolutie van de grondwaterkwaliteit, het gedrag van de stortplaats, zettingen, de vorming van percolaat of stortgassen, of andere gebeurtenissen die een nadelige invloed op het milieu hebben.	De nazorg van de saneringsberging maakt deel uit van de nazorg en monitoring zoals beschreven in het bodemsaneringsproject. Hiervoor wordt verwezen naar hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

§ 2	De nazorgactiviteiten omvatten minstens volgende punten: 1. de instandhouding en het onderhoud van volgende infrastructuur: • de omheining en toegangspoorten; • de wegenis op het afgewerkte terrein; 2. het beheer van de begroeiing; 3. de regelmatige controle van de toestand van de afwerkingslagen, stortdijken en taluds met het oog op nagaan van eventuele zettingen en erosie, met inbegrip van eventuele herstelwerkzaamheden; 4. de instandhouding en het onderhoud van de drainagesystemen met inbegrip van het afpompen en het zuiveren van het nog gevormde percolaat; 5. de instandhouding, het onderhoud en de uitbating van de ontgassingsinfrastructuur, met inbegrip van de gasfakkel; 6. de instandhouding en het onderhoud van de meetputten voor grondwater met inbegrip van het uitvoeren van de in de vergunning opgelegde controles en metingen; 7. de jaarlijkse rapportering zoals opgelegd in de vergunning.	Het betreft geen uitbating van een stortplaats die langdurig geëxploiteerd wordt, maar een stortplaats in het kader van een saneringsberging. De activiteiten stoppen er dan ook samen met het beëindigen van de saneringswerken. De nazorg en monitoring is beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.
§ 3-6	Voor het beëindigen van de definitieve afwerking van de stortplaats legt de exploitant een nazorgplan ter goedkeuring voor. Het nazorgplan dient minstens volgende punten te omvatten: • een tijdschema voor het uitvoeren van de in de vergunning opgelegde controles en metingen; • een werkplan voor het uitvoeren van de onder § 2 hierboven bepaalde nazorgactiviteiten; Het nazorgplan wordt goedgekeurd door de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij inzake de controle en de metingen van het grondwater en door de toezichthoudende overheid inzake alle andere punten. Het goedgekeurde nazorgplan maakt deel uit van het proces-verbaal van de toezichthouder houdende vaststelling van de definitieve afwerking van de stortplaats.	Het bodemsaneringsproject omvat een beschrijving van de nazorg en monitoring. Indien tijdens uitvoering, met het oog op de definitieve bestemming en gebruik van het terrein, wijzigingen noodzakelijk zouden zijn, dan worden deze door middel van het tussentijds rapport op eindevaluatieonderzoek aan de OVAM meegedeeld ter goedkeuring. Indien significante nadelige milieueffecten worden vastgesteld, dan worden deze toegelicht en verder geëvalueerd in het kader van een tussentijds rapport of eindevaluatieonderzoek.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

	De exploitant stelt de toezichthoudende overheid en de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij in kennis van alle significante nadelige milieueffecten die bij de controleprocedures aan het licht zijn gekomen en geeft gevolg aan het besluit van de bevoegde autoriteit omtrent de aard en het tijdstip van de uit te voeren corrigerende maatregelen. Deze maatregelen, door de exploitant te bekostigen, dienen naargelang het grondwateraspecten betreft of andere aspecten de goedkeuring van de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij of van de toezichthoudende overheid te dragen. Indien de exploitant de aldus al of niet gewijzigde maatregelen niet zelf uitvoert of laat uitvoeren binnen de gestelde termijn, kan de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij bedoelde maatregelen laten uitvoeren lastens de exploitant.	
Subafdeling 5.2.4.6. Controle- en toezichtsprocedures in de exploitatie- en nazorgfase		
Art. 5.2.4.6.1		
§ 3	De exploitant stelt de toezichthoudende overheid en de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij in kennis van alle significante nadelige milieueffecten die bij de controle- en toezichtprocedures aan het licht zijn gekomen en geeft gevolg aan het besluit van de toezichthoudende overheid over de aard en het tijdstip van de uit te voeren corrigerende maatregelen. Deze maatregelen worden op kosten van de exploitant genomen.	Indien significante nadelige milieueffecten worden vastgesteld, dan worden deze toegelicht en verder geëvalueerd in het kader van een tussentijds rapport of eindevaluatieonderzoek.
§ 4	De analyses in het kader van de controle- en toezichtsprocedures moeten worden uitgevoerd door een erkend laboratorium. Indien de exploitant de analyses voor het accepteren van de afvalstoffen in eigen beheer uitvoert, moet hiervoor een erkenning worden bekomen. De procedures, methodes en apparatuur voor gas- percolaat- en grondwatermetingen dragen de goedkeuring van de toezichthoudende overheid. De praktische uitvoering van de monsterneming en metingen wordt vooraf goedgekeurd door een terzake erkend laboratorium tenzij de monsterneming en de metingen door een terzake erkend laboratorium zelf worden uitgevoerd. Hetzelfde geldt voor de plaats van monsterneming of het meetpunt. De gascontrole moet representatief zijn voor elk gedeelte van de stortplaats.	De analyses voor de grondwatermetingen zullen worden uitgevoerd door een daartoe erkend laboratorium in overeenstemming met het CMA.
Art. 5.2.4.6.2: water-; percolaat- en gascontrole		
-	Monsters van percolaat en eventueel aanwezig oppervlaktewater worden op representatieve plaatsen vergaard. Het bemonsteren en meten (volume en samenstelling) van het percolaat gebeurt afzonderlijk op elk punt waar percolaat uit de stortplaats vrijkomt.De controle van het eventueel aanwezige oppervlaktewater wordt uitgevoerd op ten minste twee punten, één stroomopwaarts en één stroomafwaarts van de stortplaats. De gascontrole moet representatief zijn voor elk gedeelte van de stortplaats. Voor percolaat en water wordt voor controle een monster genomen dat representatief is voor de gemiddelde samenstelling.	De saneringsberging wordt na uitvoering meteen afgesloten en afgewerkt en blijft in tegenstelling tot een klassieke stortplaats niet open liggen. Bijgevolg is er geen sprake van de vorming van percolaat of oppervlaktewater en zijn controles niet aan de orde.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

		M.u.v. de saneringsberging ter hoogte van het Noordelijk Insteekdok, waar veen geborgen wordt, wEr worden er nagenoeg geen stortgassen verwacht. Ter hoogte van de saneringsberging 'Noordelijk Insteekdok' wordt het veen geborgen onder de grondwatertafel waardoor oxidatie en verdere afbraak slechts beperkt tot niet optreedt. Omdat de vorming van stortgassen/biogassen niet volledig uitgesloten kan worden, wordt voorzien in een gasdrainagesysteem. Voor meer informatie hieromtrent, en de monitoring van stortgassen, wordt verwezen naar hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.
Art. 5.2.4.6.3: bescherming van het grondwater		
§ 1	Voor iedere watervoerende laag die door de stortplaats kan worden beïnvloed worden voor de aanvang van de stortactiviteiten rondom het stortterrein minstens 3 genivelleerde meetputten voor grondwater aangelegd (minstens één meetput bevindt zich langs de zijde waar het grondwater het gebied van de stortplaats binnenstroomt en twee bevinden zich langs de zijde waar het grondwater het gebied van de stortplaats uitstroomt). Dit aantal kan verhoogd worden op grond van een specifiek hydrogeologisch onderzoek en de noodzaak van een vroegtijdige vaststelling van accidenteel percolaatverlies in het grondwater. De meetputten moeten een representatieve bepaling van de plaatselijke grondwaterkwaliteit en de beïnvloeding ervan door de stortplaats mogelijk maken. Het aantal meetputten, de inplantingsplaats en de technische kenmerken ervan worden bepaald in overleg met de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij op basis van de hydrogeologische toestand van het terrein zoals deze blijkt uit de hydrogeologische studie en/of het dossier van de vergunningsaanvraag, en desgevallend nader in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit is bepaald.	In het kader van het bodemsaneringsproject wordt een monitoringsplan uitgewerkt. Hiertoe wordt verwezen naar hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.
§ 2	De verschillende meetputten worden duidelijk geïdentificeerd. Een nivelleringsmerkstreep met vermelding van het bijhorende TAW-niveau of het niveau dat refereert aan een ander topografisch referentiepunt wordt duidelijk aangebracht. De meetputten worden met een slot afgegrendeld.	Hieraan zal worden voldaan.
§ 3	de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij wordt tijdig in kennis gesteld van het aanleggen van deze meetputten zodat haar afgevaardigde hierbij kan aanwezig zijn. Bij het aanleggen van iedere meetput wordt door de boormeester een technisch verslag opgemaakt overeenkomstig de richtlijnen van de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij.	De meetputten worden gerealiseerd in het kader van de bodemsaneringswerken en dit onder begeleiding van de erkende bodemsaneringsdeskundige. De verslaggeving van de installatie van de meetputten wordt aan de OVAM bezorgd in het kader van tussentijdse rapporten en/of het eindevaluatieonderzoek.
§ 4-5	Na het aanleggen worden de meetputten aan een testpomping onderworpen. De testpompingen worden uitgevoerd overeenkomstig de richtlijnen van de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij. Voor iedere meetput wordt een fiche opgesteld die alle technische gegevens in verband met zijn constructie en de uitgevoerde testpomping bevat. Deze fiche wordt opgesteld overeenkomstig de richtlijnen van de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij.	De bemonstering, evenals het voorspoelen van de peilbuizen, gebeurt conform het vigerende CMA. De gegevens worden in het kader van tussentijdse rapporten en/of het eindevaluatieonderzoek door de erkende bodemsaneringsdeskundige aan de OVAM overgemaakt.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

<table>
<tr><td>§ 6</td><td>Alvorens met de exploitatie van de stortplaats wordt gestart, wordt de nultoestand van de grondwaterkwaliteit bepaald. Ten vroegste één week na de testpomping worden de verschillende meetputten bemonsterd en aan een volledige analyse onderworpen, overeenkomstig de richtlijnen van de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij. Om referentiewaarden voor latere bemonstering vast te stellen, moeten op tenminste drie plaatsen monsters worden genomen alvorens met het storten wordt gestart. De metingen en analyses worden uitgevoerd door een daartoe erkend laboratorium in de discipline water, deeldomein grondwater als vermeld in artikel 6, 5°, a), van het VLAREL. Het grondwaterpeil wordt opgemeten. De analyseresultaten gelden als basisreferentiewaarde.</td><td>De grondwaterkwaliteit werd reeds in het beschrijvend bodemonderzoek in kaart gebracht. Aangezien de saneringswerken, ten gevolge van bemalingen, een positief effect kunnen hebben op de verontreinigingstoestand, zal de grondwaterkwaliteit opnieuw vastgelegd worden voor aanvang van de saneringsberging. Dit wordt beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.</td></tr>
<tr><td>§ 7</td><td>De technische fiche voor elke meetput opgesteld, wordt toegezonden aan de toezichthoudende overheid en aan de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij.</td><td>De technische gegevens met betrekking tot de monitoringspeilbuizen worden aan de OVAM overgemaakt in het kader van tussentijdse rapporten en/of het eindevaluatieonderzoek.</td></tr>
<tr><td>§ 8-9.</td><td>Op kosten van de exploitant worden voor de aanvang der stortactiviteiten en nadien volgens de frequentie aangegeven in onderstaande tabel door een erkend laboratorium in de discipline water, deeldomein grondwater als vermeld in artikel 6, 5°, a), van het VLAREL de grondwaterniveaus in de meetputten opgemeten en worden watermonsters uit de meetputten voor grondwater genomen en geanalyseerd door een erkend laboratorium in de discipline water, deeldomein grondwater als vermeld in artikel 6, 5°, a), van het VLAREL. De monstername wordt een eerste maal uitgevoerd vóór de aanvang van de stortactiviteiten en minstens 1 week na het uitvoeren van de testpompingen. De analyseverslagen worden naar de exploitant en de toezichthoudende overheid verzonden. Deze controles (bemonstering en analyse) worden voortgezet gedurende de periode van nazorg. de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij kan opleggen dat na deze termijn nog jaarlijks controles worden uitgevoerd.

De te analyseren stoffen omvatten ten minste de algemene kwaliteitsparameters voor grondwater (temperatuur, pH, geleidbaarheid, normale kationen en anionen) aangevuld met de relevante verontreinigingsparameters (zware metalen, organische stoffen) die worden vastgelegd op basis van de samenstelling van het percolaat. De lijst van parameters die bij de analyses bepaald worden, draagt de goedkeuring van de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij. Bij de keuze van de analyseparameters moet rekening worden gehouden met de mobiliteit in de grondwaterzone. De parameters kunnen eventueel indicatorparameters omvatten, zodat een verandering in de waterkwaliteit in een vroeg stadium worden onderkend.

<table><tr><td></td><td>Exploitatiefase</td><td>Nazorgfase</td></tr></table></td><td>Er wordt verwezen naar het monitoringsplan in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject.</td></tr>
</table>

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Niveau van het grondwater	Halfjaarlijks [1]	Halfjaarlijks [1]
Samenstelling van het grondwater	Stortplaatsspecifieke frequentie en voor categorie 1 en 2 stortplaatsen minstens halfjaarlijks, voor categorie 3 stortplaatsen minstens jaarlijks [2,3]	

_____

Nota's

(1) In geval van veranderende grondwaterniveaus wordt de frequentie vehoogd.

(2) De frequentie is gebaseerd op de mogelijkheid van corrigerende ingrepen tussen twee bemonsteringen indien een interventiepunt bereikt wordt. Met ander woorden de frequentie wordt bepaald op basis van de kennis en de beoordeling van de snelheid van de grondwaterstroming.

(3) Indien een interventiepunt bereikt wordt (zie onder A), is verificatie noodzakelijk door herhaling van dezelfde monsterneming. Wanneer het interventiepunt bevestigd wordt, treedt een urgentieplan dat in de vergunning is beschreven in werking.

A. Interventiepunt

Er wordt vanuit gegaan dat er zich voor het grondwater significante nadelige milieueffecten, als vermeld in subafdeling 5.2.4.5 en deze subafdeling, hebben voorgedaan wanneer uit een analyse van een grondwatermonster een significante verandering in de waterkwaliteit blijkt. Een interventiepunt moet worden bepaald met inachtneming van de specifieke hydrogeologische formaties op de locatie van de stortplaats en de grondwaterkwaliteit. Het interventiepunt wordt waar mogelijk in de vergunning vermeld.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

<table>
<tr><td></td><td>De waarnemingen worden beoordeeld door middel van controlekaarten met vastgestelde controleregels en -niveaus voor elke lager gelegen bron. De controleniveaus worden bepaald op grond van plaatselijke veranderingen in de grondwaterkwaliteit.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Art. 5.2.4.6.3: Topografie van de stortplaats: gegevens over de gestorte massa</td></tr>
<tr><td></td><td>Jaarlijks worden volgende gegevens verzameld:<table><tr><th></th><th>Exploitatiefase</th><th>Nazorgfase</th></tr><tr><td>1.1 Structuur en samenstelling van de gestorte massa [1]</td><td>Jaarlijks</td><td></td></tr><tr><td>1.2 Inklinkingsgedrag van de gestorte massa</td><td>jaarlijks</td><td>Jaarlijks</td></tr></table>———

Nota’s

(1) Gegevens voor de status van de desbetreffende stortplaats: het met afval bedekte oppervlak, volume en samenstelling van het afval, stortmethode, tijdstip en duur van stortwerkzaamheden, berekening van de resterende stortcapaciteit op de stortplaats</td><td>Zoals toegelicht in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject zullen tijdens uitvoering van de saneringswerken, en bijgevolg de realisatie van de saneringsberging, op frequente tijdstippen opmetingen en zettingscontroles gebeuren.

Conform het monitoringsplan, beschreven in hoofdstuk 4 van het bodemsaneringsproject, zullen na het beëindigen van de saneringsberging minstens jaarlijks topografiecontroles en zettingsmetingen uitgevoerd worden.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Art. 5.2.4.6.5</td></tr>
<tr><td>§ 1</td><td>Minstens jaarlijks wordt een rapport opgemaakt waarin verslag wordt uitgebracht van de stortexploitatie of de nazorgactiviteiten gedurende het afgelopen jaar. Op basis van de samengevoegde gegevens deelt de exploitant, volgens de in de omgevingsvergunning voor de exploitatie van de ingedeelde inrichting of activiteit vastgestelde frequentie, doch in ieder geval ten minste eenmaal per jaar, alle controleresultaten mee aan de verder vermelde autoriteiten teneinde aan te tonen dat aan de vergunningsvoorwaarden is voldaan en de kennis over het gedrag van afvalstoffen op stortplaatsen te vergroten.</td><td>De rapportage van de saneringsberging en stortactiviteiten, evenals de nazorgactiviteiten zal gebeuren in de tussentijdse rapporten van de bodemsaneringswerken. De rapportage volgt bijgevolg de frequentie van de tussentijdse rapporten.</td></tr>
</table>

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

§ 2	Het rapport omvat in de exploitatiefase: • de aard, de herkomst en de hoeveelheden van de aangevoerde afvalstoffen, de ingenomen en nog resterende stortoppervlakte en stortcapaciteit; • voor categorie 1 en 2 stortplaatsen: - een waterbalans van de stortexploitatie op basis van de neerslaggegevens van het dichtstbijzijnde weerstation, eventueel aangevuld met plaatselijke metingen, hoeveelheden afgepompt en behandeld percolaat, hoeveelheden geloosd water met berekening van de geloosde vuilvrachten; - de opvolging van de hoeveelheden percolaat, de samenstelling ervan en de toegepaste zuiveringstechnieken; • een bespreking van de grondwaterkwaliteit en de evolutie ervan op basis van de analyseresultaten van de watermonsters uit de meetputten.	De van toepassing zijnde gegevens worden in het tussentijds rapport opgenomen.
§ 3	Het rapport omvat in de nazorgfase: • een verslag van de tijdens het afgelopen jaar uitgevoerde nazorgactiviteiten; • een bespreking van de grondwaterkwaliteit en de evolutie ervan op basis van de analyseresultaten van de watermonsters uit de meetputten;	De van toepassing zijnde gegevens worden in het tussentijds rapport en/of het eindevaluatieonderzoek opgenomen.
§ 4	Het in § 1 bedoelde rapport wordt **minstens jaarlijks** ten laatste tegen 30 april na het kalenderjaar waarop het rapport betrekking heeft (een eerste maal uiterlijk 18 maanden na de aanvang van de eigenlijke stortactiviteiten) bezorgd aan de toezichthoudende overheid en aan de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij. Een kopie van het rapport wordt eveneens toegestuurd aan het gemeentebestuur van de gemeente waar de inrichting gelegen is, ter inzage van het publiek. Bij het aanvragen van een hernieuwing of een omzetting van een milieuvergunning van bepaalde duur naar een vergunning van onbepaalde duur voor de exploitatie van een bestaande stortplaats worden de rapporten van de afgelopen vergunningsperiode alsmede een globale evaluatie aan het aanvraagdossier toegevoegd.	De rapportering volgt de opgelegde frequentie van de tussentijdse rapporten en het eindevaluatieonderzoek.
Artikel 5.2.4.6.6. Specifieke voorschriften voor de tijdelijke opslag van metallisch kwik gedurende meer dan een jaar		
§ 1-2	[…]	Niet van toepassing.
Subafdeling 5.2.4.7. Financiële zekerheid		
Artikel 5.2.4.7.1.		

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

§ 1-10	[…]	Niet van toepassing
Artikel 5.2.4.7.2.		
-	[…]	Niet van toepassing

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Bijlage 10: CO2-calculator

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

CARBONAS (Carbon Assessment of Soil works) version 2 0

Output screen

When the relevant data are entered in the Import sheet, the calculated results are presented quantitatively as well as graphically in this Output sheet.
The results shown on this screen concern average values of ranges used in the calculation core

Project name	Tweede Getijdendok
Remediation alternative	Variant 1
Date	28 mei 2025
Data input by	Lennert Impens

Excavation Soil — 169.420 tons CO_2

Excavation	3.283,55	tons CO_2
Handling	6.674,12	tons CO_2
Materials	78.545,70	tons CO_2
Transport	80.917,11	tons CO_2

Groundwater extraction — 1.205 tons CO_2

System installation	854,10	tons CO_2
Extraction	350,78	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

Groundwater treatment — 38.329 tons CO_2

Purification part	10.510,53	tons CO_2
Substances / chemicals	4.456,01	tons CO_2
Waste products	23.362,23	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

In situ Air Sparging and SVE — 0 tons CO_2

System installation	0,00	tons CO_2
Maintaining system	0,00	tons CO_2
Oxidation reaction	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

Multi phase extraction (MPE) — 0 tons CO_2

System installation	0,00	tons CO_2
Maintaining system	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

ISCO — 0 tons CO_2

System installation	0,00	tons CO_2
Maintaining system	0,00	tons CO_2
Oxidator	0,00	tons CO_2
Oxidation reaction	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

In situ Bioremediation — 0 tons CO_2

System installation	0,00	tons CO_2
Maintaining system	0,00	tons CO_2
Substrate and substances	0,00	tons CO_2
Substrate reaction	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

In situ Thermal treatment — 0 tons CO_2

System installation	0,00	tons CO_2
Maintaining system	0,00	tons CO_2
Oxidation reaction	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

Supervision and Monitoring — 115 tons CO_2

Transport supervision	114,69	tons CO_2
Transport monitoring	0,66	tons CO_2
Well installation	0,00	tons CO_2

Reactive mat — 0 tons CO_2

Excavation	0,00	tons CO_2
Materials	0,00	tons CO_2
Installation system	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2
Waste	0,00	tons CO_2

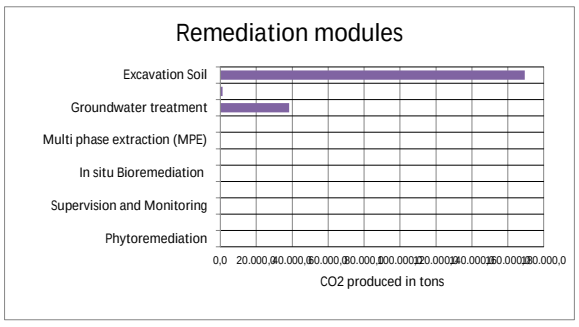
Phytoremediation — 0 tons CO_2

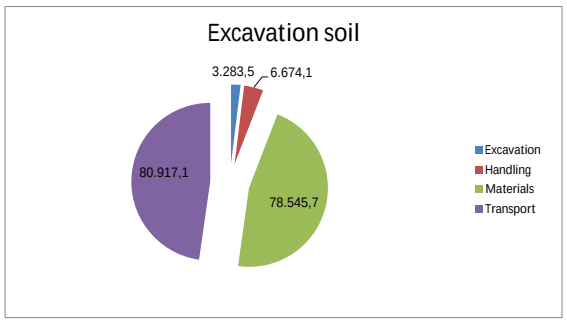
Construction System	0,00	tons CO_2
Operation and maintenance	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

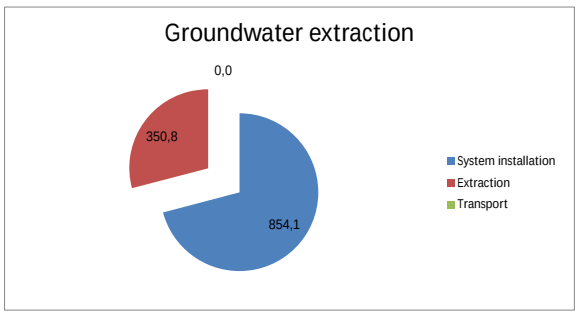
Removed load of contaminant	**0**	**kg**
Handled volume of soil	**11.689.858**	**m³**
Handled volume of groundwater	**12.308.480**	**m³**

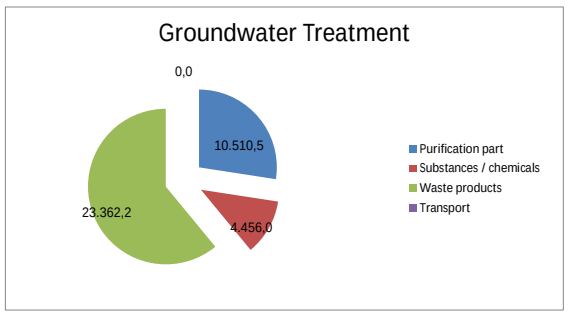
TOTAL EMISSION 209.069,5 tons CO2

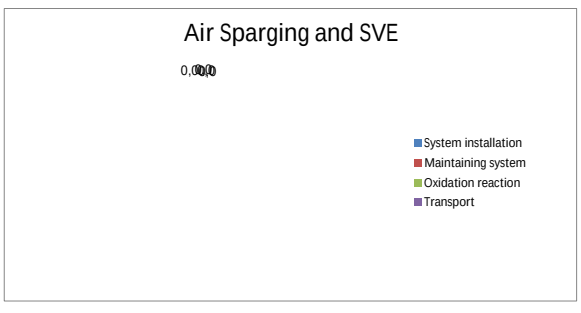
22.974,7 Dutch household equivalents
0,00 tons CO_2 per kg removed contaminant
0,02 tons CO_2 per m³ contaminated soil (solid and liquid phase)
0,00 tons CO_2 per m³ contaminated groundwater (if only groundwater contamination)

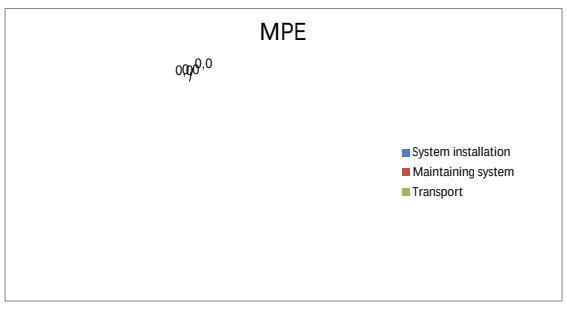


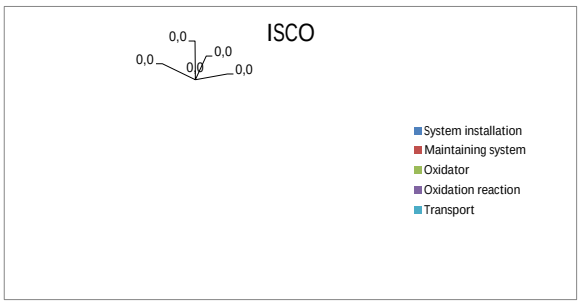


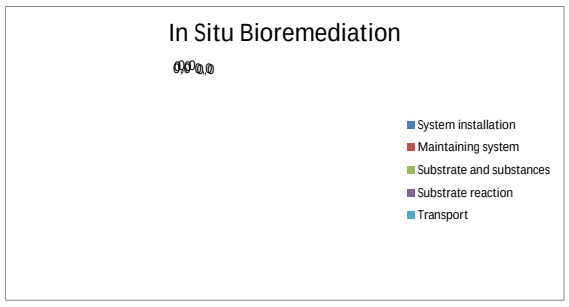


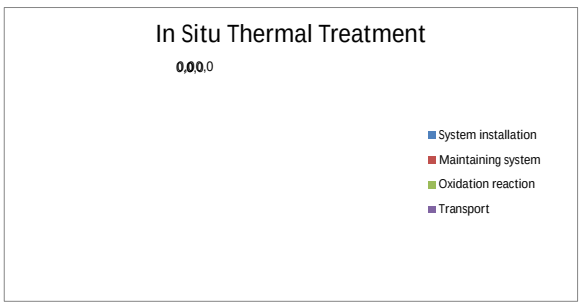


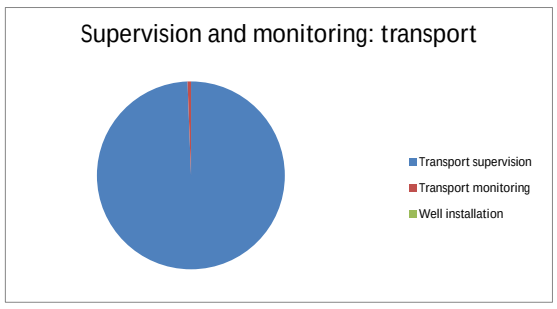


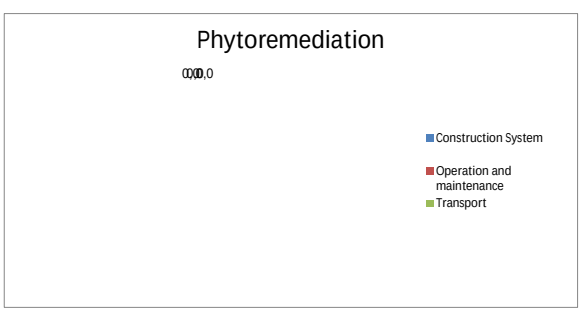


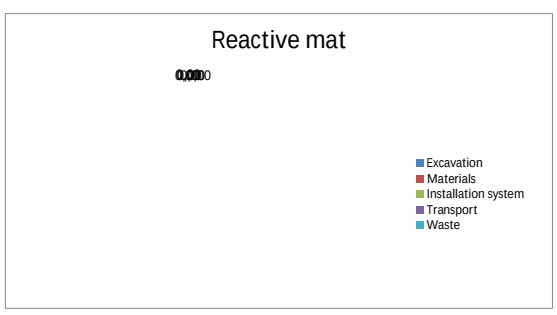












CARBONAS (Carbon Assessment of Soil works) version 2 0

Output screen

When the relevant data are entered in the Import sheet, the calculated results are presented quantitatively as well as graphically in this Output sheet.
The results shown on this screen concern average values of ranges used in the calculation core

Project name	Tweede Getijdendok
Remediation alternative	Variant 2
Date	28 mei 2025
Data input by	Lennert Impens

Excavation Soil — 116.089 tons CO_2

Excavation	2.238,36	tons CO_2
Handling	4.964,38	tons CO_2
Materials	92.088,46	tons CO_2
Transport	16.797,84	tons CO_2

Groundwater extraction — 1.479 tons CO_2

System installation	1.117,93	tons CO_2
Extraction	361,53	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

Groundwater treatment — 49.601 tons CO_2

Purification part	10.877,46	tons CO_2
Substances / chemicals	6.202,79	tons CO_2
Waste products	32.520,35	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

In situ Air Sparging and SVE — 0 tons CO_2

System installation	0,00	tons CO_2
Maintaining system	0,00	tons CO_2
Oxidation reaction	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

Multi phase extraction (MPE) — 0 tons CO_2

System installation	0,00	tons CO_2
Maintaining system	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

ISCO — 0 tons CO_2

System installation	0,00	tons CO_2
Maintaining system	0,00	tons CO_2
Oxidator	0,00	tons CO_2
Oxidation reaction	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

In situ Bioremediation — 0 tons CO_2

System installation	0,00	tons CO_2
Maintaining system	0,00	tons CO_2
Substrate and substances	0,00	tons CO_2
Substrate reaction	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

In situ Thermal treatment — 0 tons CO_2

System installation	0,00	tons CO_2
Maintaining system	0,00	tons CO_2
Oxidation reaction	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

Supervision and Monitoring — 164 tons CO_2

Transport supervision	163,47	tons CO_2
Transport monitoring	0,66	tons CO_2
Well installation	0,00	tons CO_2

Reactive mat — 0 tons CO_2

Excavation	0,00	tons CO_2
Materials	0,00	tons CO_2
Installation system	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2
Waste	0,00	tons CO_2

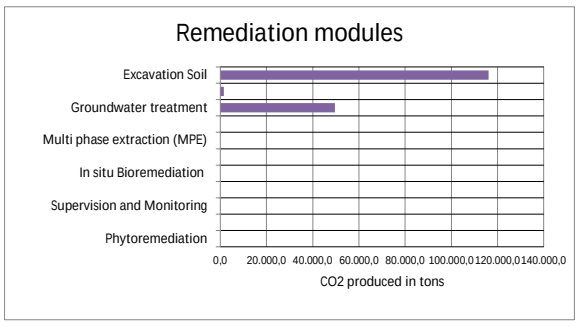
Phytoremediation — 0 tons CO_2

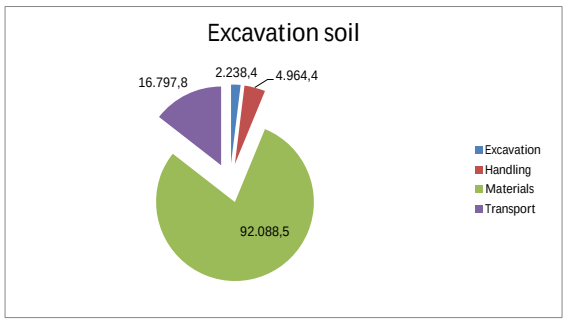
Construction System	0,00	tons CO_2
Operation and maintenance	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

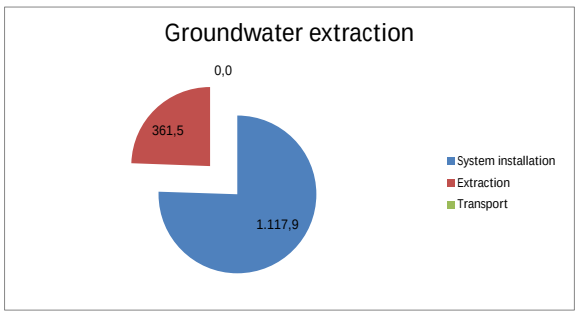
Removed load of contaminant	**0 kg**
Handled volume of soil	**0 m³**
Handled volume of groundwater	**0 m³**

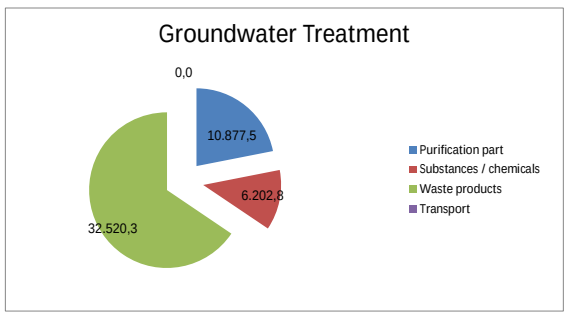
TOTAL EMISSION 167.333,2 tons CO2

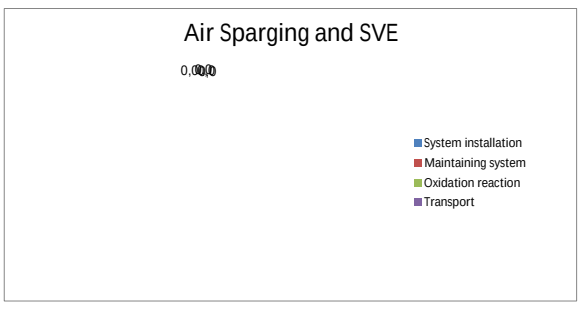
18.388,3 Dutch household equivalents
0,00 tons CO_2 per kg removed contaminant
0,00 tons CO_2 per m³ contaminated soil (solid and liquid phase)
#DIV/0! tons CO_2 per m³ contaminated groundwater (if only groundwater contamination)

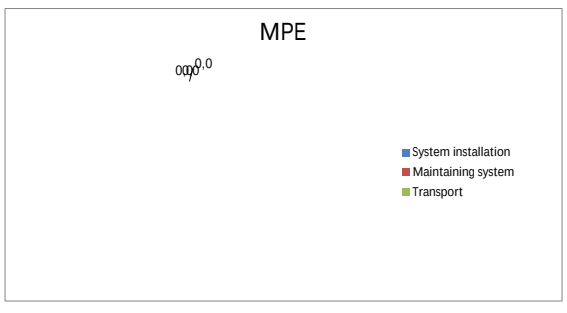


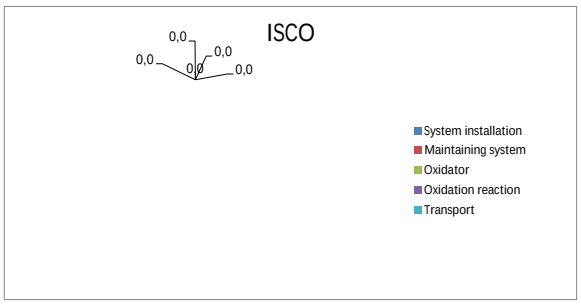


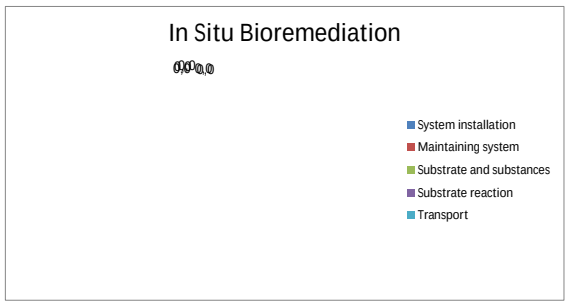


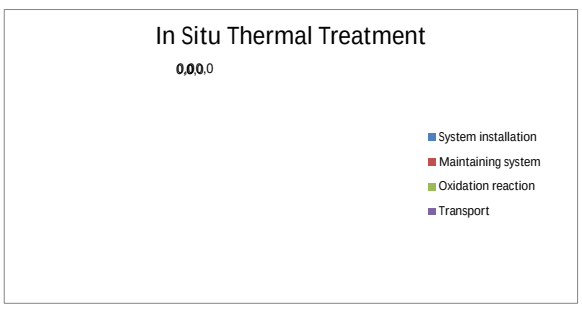


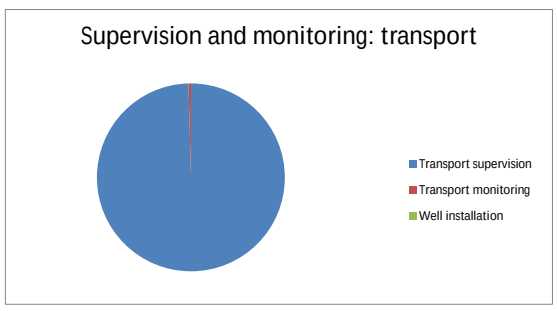


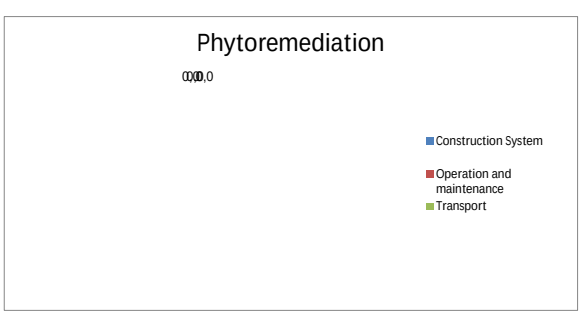


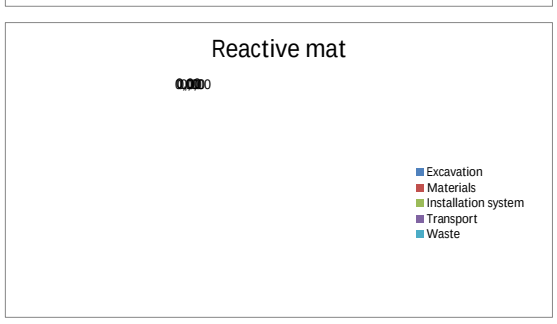












TAUW

CARBONAS (Carbon Assessment of Soil works) **version 2 0**

Output screen

When the relevant data are entered in the Import sheet, the calculated results are presented quantitatively as well as graphically in this Output sheet.
The results shown on this screen concern average values of ranges used in the calculation core

Project name	Tweede Gelijkendok
Remediation alternative	Variant 3
Date	28 mei 2025
Data input by	Lennert Impens

Excavation Soil — 113.694 tons CO_2

Excavation	1.915,00	tons CO_2
Handling	0,00	tons CO_2
Materials	106.847,45	tons CO_2
Transport	4.931,32	tons CO_2

Groundwater extraction — 1.540 tons CO_2

System installation	1.149,14	tons CO_2
Extraction	390,99	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

Groundwater treatment — 53.308 tons CO_2

Purification part	11.538,12	tons CO_2
Substances / chemicals	6.690,90	tons CO_2
Waste products	35.079,42	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

In situ Air Sparging and SVE — 0 tons CO_2

System installation	0,00	tons CO_2
Maintaining system	0,00	tons CO_2
Oxidation reaction	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

Multi phase extraction (MPE) — 0 tons CO_2

System installation	0,00	tons CO_2
Maintaining system	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

ISCO — 0 tons CO_2

System installation	0,00	tons CO_2
Maintaining system	0,00	tons CO_2
Oxidator	0,00	tons CO_2
Oxidation reaction	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

In situ Bioremediation — 0 tons CO_2

System installation	0,00	tons CO_2
Maintaining system	0,00	tons CO_2
Substrate and substances	0,00	tons CO_2
Substrate reaction	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

In situ Thermal treatment — 0 tons CO_2

System installation	0,00	tons CO_2
Maintaining system	0,00	tons CO_2
Oxidation reaction	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

Supervision and Monitoring — 0 tons CO_2

Transport supervision	0,00	tons CO_2
Transport monitoring	0,00	tons CO_2
Well installation	0,00	tons CO_2

Reactive mat — 0 tons CO_2

Excavation	0,00	tons CO_2
Materials	0,00	tons CO_2
Installation system	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2
Waste	0,00	tons CO_2

Phytoremediation — 0 tons CO_2

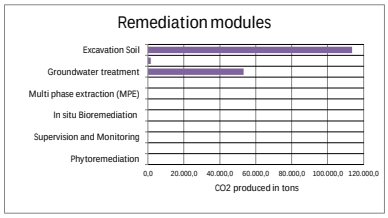
Construction System	0,00	tons CO_2
Operation and maintenance	0,00	tons CO_2
Transport	0,00	tons CO_2

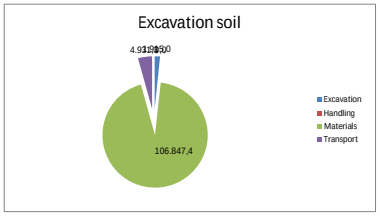
168.542,3

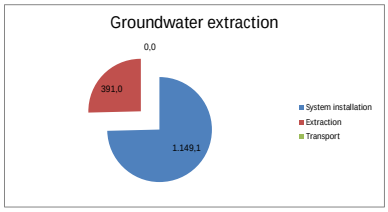
TOTAL EMISSION ####### tons CO2

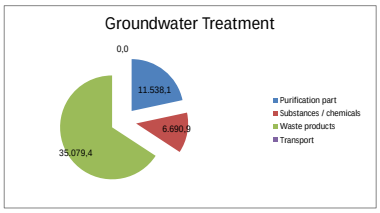
Removed load of contaminant 0 kg
Handled volume of soil 0 m³
Handled volume of groundwater 0 m³

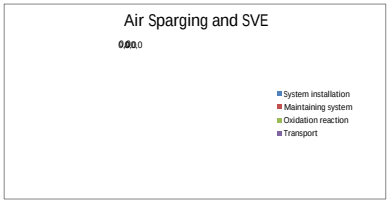
18.521,1 Dutch household equivalents
0,00 tons CO_2 per kg removed contaminant
0,00 tons CO_2 per m³ contaminated soil (solid and liquid phase)
#DIV/0! tons CO_2 per m³ contaminated groundwater (if only groundwater contamination)

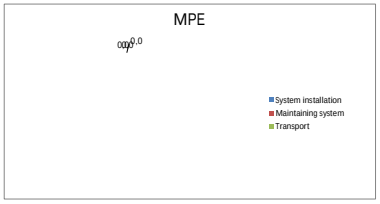


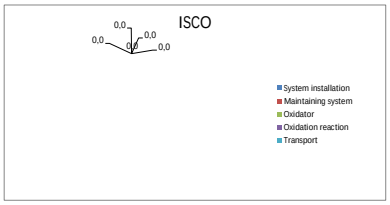


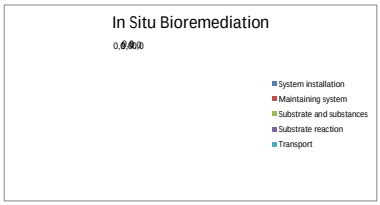


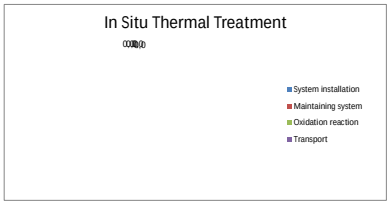


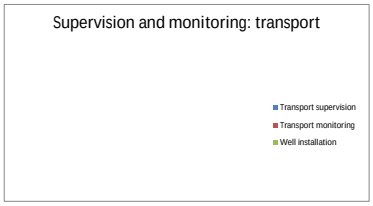


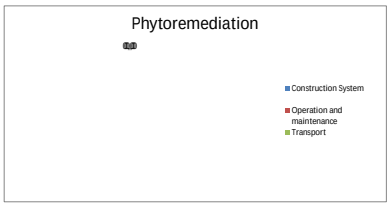


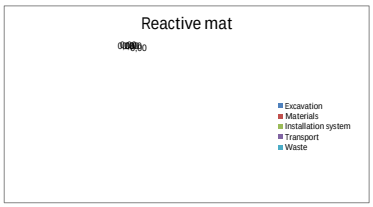












Bijlage 11: Grondwatermodelleringsnota NID

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

BEMALINGSSTUDIE

BSP - Noordelijk Insteekdok

RAPPORT



TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Kantoor Gent
Esplanade Oscar Van de Voorde 1 / 9000 Gent– België
Tel. +32 9 240 09 11
www.tractebel.engie.com

DOSSIER NR.:	P.016898
OPDRACHTGEVER:	Port of Antwerp-Bruges
OPSTELLER(S):	Sofie Verbeiren
DATUM:	26-02-2026
REVISOR:	Maarten Behiels

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

INTERNAL

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

INHOUDSTAFEL

1. Inleiding 4

2. Voorstudie 6

2.1. Regionale geologie 6

2.2. Hydrogeologie 10

2.3. Grondonderzoek 11

2.3.1. Stijghoogtemetingen 12

2.4. Oppervlaktewater 15

2.4.1. De Schelde en Deurganckdok 15

2.4.2. De Dokken 16

2.5. Grondwatertafelverlaging 16

3. Berekening debiet en invloedstraal 20

3.1. Opbouw grondwaterstromingsmodel 20

3.1.1. Methode 20

3.2. Resultaten 26

3.2.1. Bemalingsconcept 26

3.2.2. Debieten en invloedstraal 27

4. Effecten op de omgeving 32

4.1. Lozingspunt 32

4.2. Zettingen 32

4.2.1. Methodologie 32

4.2.2. Resultaten 33

4.3. Bijzondere beschermende gebieden en verzilt gebied 34

4.3.1. Groen, natuurontwikkelings-, park en bosgebied 34

4.3.2. Beschermde duingebieden 34

4.3.3. Speciale beschermingszones (Natura 2000) en VEN/IVON gebied 34

4.3.4. Grondwaterwingebieden en beschermingszones 35

4.3.5. Biologische waarderingskaart 36

4.3.6. Verziltingskaart 38

4.3.7. Cultuurhistorisch landschap, stads- of dorpsgezicht, monument of archeologische zone 38

4.3.8. Bestaande grondwaterwinningen 39

4.3.9. Samenvatting 40

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

4.4. Grondwaterverontreinigingen PFAS verkenner 41

4.5. Overige grondwaterverontreinigingen 42

4.5.1. Verontreinigingen in het grondwater 42
4.5.2. Bijkomend veldwerk 44
4.5.3. Stroombanen tijdens bemaling 46
4.5.4. Stroombanen na afwerking 46

4.6. Conclusie 48

4.6.1. Regionale verontreinigingen 48
4.6.2. Lokale verontreinigingen 49

5. Milderende maatregelen 50

5.1. Beperken van het te onttrekken grondwater 50

5.1.1. Stap 1: Beperking volume en debiet (duurtijd, peil, retour ...) 50
5.1.2. Stap 2: Nuttig gebruik bemalingswater 51
5.1.3. Stap 3 en 4: Lozen in een waterloop of regenwaterafvoer + lozen in riool ... 51

5.2. Lozingsnormen 53

5.3. Monitoringsmaatregelen 55

6. Besluit 57

6.1. Debieten, -volumes, en verlagingen. 57

6.2. Effecten op omgeving en mitigerende maatregelen 58

7. Referenties 59

8. Ondertekening 60

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

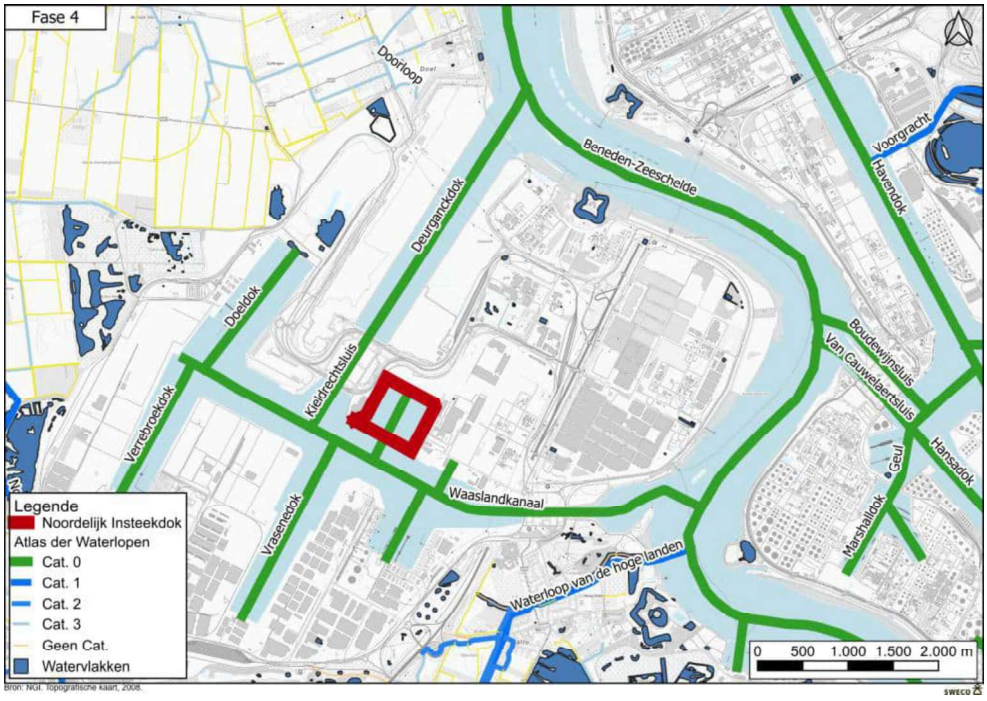
Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

1. Inleiding

Er worden werken gepland voor een saneringsberging in het Noordelijk Insteekdok in de haven van Antwerpen (Figuur 1). Tijdens de werkzaamheden is bronbemaling noodzakelijk voor stabiel technische redenen en om in den droge te kunnen werken. Deze nota geeft enkel de beschrijving voor de grondwaterhandeling in kader van de saneringsberging. Voor concretere informatie over de fasering, materialen, saneringsplan, … wordt verwezen naar het BSP.

De doelstelling van deze nota is als volgt:

- Beschrijving van het opgebouwde **grondwatermodel** en gekozen **parameters**;
- Inzicht geven in het te verwachten **bemalingsdebiet**;
- Berekening van stroombanen ten gevolge de bemaling en in permanente toestand.



Figuur 1: Situering van de geplande werken.

In hoofdstuk 2 worden de gebruikte uitgangspunten, de beschikbare geohydrologische gegevens en randvoorwaarden beschreven. In hoofdstuk 3 worden de berekeningen van de benodigde bemalingsdebieten en de invloedstralen uitgezet. In hoofdstukken 4 en 5 wordt de grondwaterkwaliteit besproken, worden stroombanen berekend en worden mitigerende maatregelen voorgesteld. Hoofdstukken 6 en 7 bevatten de aan te vragen vergunningen en de conclusies.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Deze studie is opgesteld conform de “Richtlijnen bemalingen ter bescherming van het milieu” van de VMM (2021) en de “Technische richtlijn grondwaterhandelingen: grondwater onttrekkingen- en bemalingen” van de OVAM (2012).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

2. Voorstudie

2.1. Regionale geologie

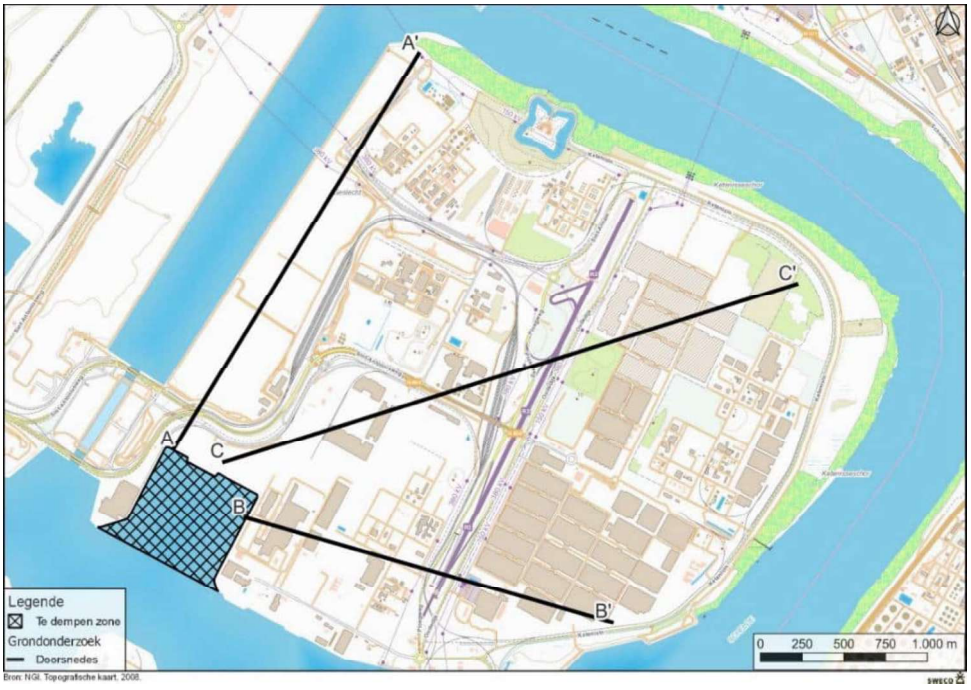
Op basis van geologische doorsneden op DOV kan men concluderen dat de ondergrond als volgt is opgebouwd (van boven naar onder):

- **Antropogeen**: Een heterogeen pakket dat sterk afwisselend is in lithologische inhoud. Deze inhoud kan bestaan uit geroerde gronden afkomstig van de lokale geologie, alsook uit (bij-)producten van antropogene origine, zoals slakken, assen en (bak-)steen. Belangrijk te vermelden is dat de Antwerpse Haven grootschalig opgehoogd is geweest met gebaggerde (Neogene) zanden afkomstig van uitgegraven dokken en overige baggerwerkzaamheden;
- **Formatie van Vlaanderen:** Estuariene kleiige hoogwadsedimenten of zandige getijdengeulsedimenten. Het bedekt meestal het Lid van Rotselaar en heeft daarom soms venige bijmengingen aan de basis door insnijding en herwerking door getijdengeulen. Lokaal kan het zelfs volledig weggesneden zijn door getijdengeulen. Aan de top is soms bodemvorming en organische aanrijking terug te vinden;
- **Formatie van Arenberg – Lid van Rotselaar:** Het lid bestaat uit veen tot sterk kleihoudend veen met heel soms een fijnzandige bijmenging. Aan de top gaat het veen over naar klei of zand dat de basis van de Formatie van Vlaanderen vormt;
- **Formatie van Arenberg – Lid van Wichelen:** Klei tot kleiig fijn zand, vaak rijk aan slib en veenintercalaties naar de top toe. Een fining-upward sequentie is soms zichtbaar;
- **Formatie van Gent en Eeklo:** De Formatie van Eeklo is een laag-terras van de Schelde en wordt gekenmerkt door voornamelijk grof tot fijn zandig sediment, afgezet als acyclische verwilderde rivierafzettingen. Naar boven toe is soms een verfijning te zien met kleiige bijmenging, hetgeen wijst op een afname van het debiet. Aan de basis van de Formatie van Eeklo is soms basisgrind met silex- of fosfaatkeitjes aanwezig, of insluitsels van kleikeien, leembrokstukken en venige houtstuk. De Formatie van Gent bestaat uit zowel dekzanden als duinzanden;
- **Formatie van Lillo – Lid van Zandvliet en Merksem:** Het Lid van Merksem bestaat uit meestal fijne (soms grove), grijsgroene zanden. Het kleigehalte daalt algemeen naar boven toe. Typisch is het voorkomen van schuin en gekruist gelaagde zanden, met eventueel aanwezigheid van fijne kleilaagjes. Naar boven toe komen er zandsteen- en siderietconcreties voor. Het Lid van Zandvliet bestaat uit ontkalkt fijn glauconiethoudend zand. Het is horizontaal gelaagd. Het wordt beschouwd als het ontkalkt facies van het Lid van Merksem;
- **Formatie van Lillo – Lid van Kruisschans:** Het Lid van Kruisschans bestaat uit grijsgroene fijne tot middelmatige zanden, meestal met kleine schelpen en afgewisseld met cm-dunne donkergrijze kleilenzen. De ondergrens wordt vaak bepaald door een schelpenbank in de top van het Lid van Oorderen en anders door het verschijnen van duidelijk onderscheidbare kleilagen. De bovengrens met het Lid van Merksem is niet scherp, maar gekenmerkt door een afname van de hoeveelheid kleilenzen en eventueel met het verschijnen van schuine/gekruiste gelaagdheden;

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

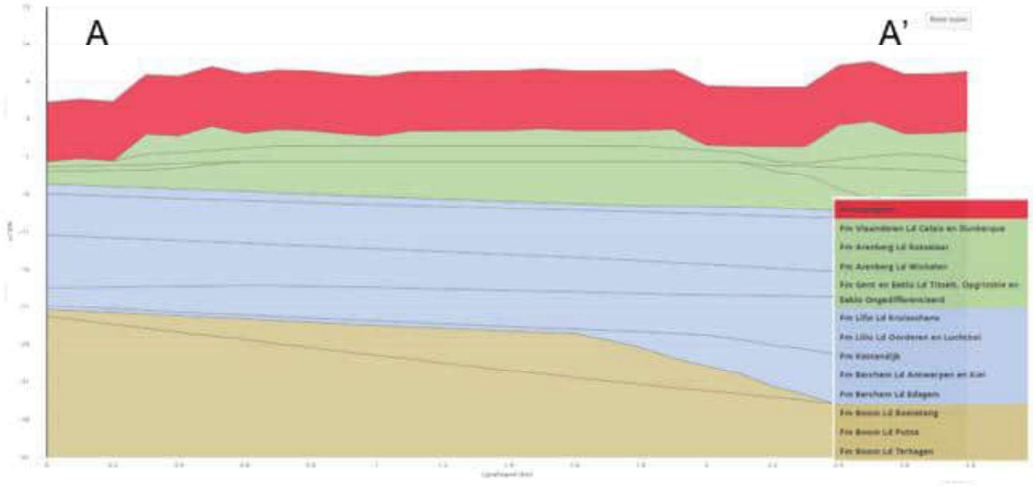
- **Formatie van Lillo – Lid van Oorderen en Luchtbal:** Het Lid van Luchtbal bestaat uit bruingroen, glauconiethoudend zand dat zeer kalkrijk is (fijn vergruisde schelpen). Het Lid van Oorderen bestaat uit grijsgroen tot grijsbruin glauconiethoudend, kleiig tot kleirijk, fijn zand. Er komen verschillende schelpenbanken (vaak drie) in voor. De onderste schelpenbank bevat tevens grind en gerolde beenderfragmenten;
- **Formatie van Kattendijk:** De Formatie van Kattendijk bestaat uit groene tot grijsgroene, glauconiethoudende, fijne tot middelmatige zanden die gedurende het vroege Plioceen werden afgezet in het studiegebied. De Formatie van Kattendijk bevat beduidend minder schelpen dan de bovenliggende Formatie van Lillo;
- **Formatie van Berchem – Lid van Antwerpen en Kiel:** Het Lid van Antwerpen bestaat uit donkergroen tot zwart, licht kleiig, zeer glauconietrijk fijn zand. Het bevat typisch Glycymeris schelpen en zones met fosfaatnodulen, beenderen en haaientanden. Aan de basis en lokaal erbinnen komen broze zandstenen voor. De zanden van het Lid van Kiel zijn grover (middelmatig tot grof zand), eveneens glauconietrijk (wel minder dan het Lid van Antwerpen), en vallen op door de afwezigheid van kalkhoudende fossielen. Heel lokaal werd aan de basis van het Lid van Kiel grind aangetroffen;
- **Formatie van Berchem – Lid van Edegem:** Het Lid van Edegem vangt onderaan aan met een grindniveau; het 'grind van Burcht'. Het grind bestaat uit kleine, donkere, sterk afgeronde silexfragmenten, septaria-fragmenten (herwerkt uit de Formatie van Boom), haaientanden en schelp- en beenderfragmenten. Het Lid van Edegem bestaat uit grijs, grijsgroen, groen tot lokaal donkergroen, kleiig, glauconiethoudend zand met schelpen (die zowel verspreid als geconcentreerd voorkomen);
- **Formatie van Boom:** Deze formele eenheid werd gevormd tijdens het Oligoceen en bestaat voornamelijk uit klei met septaria en silt.



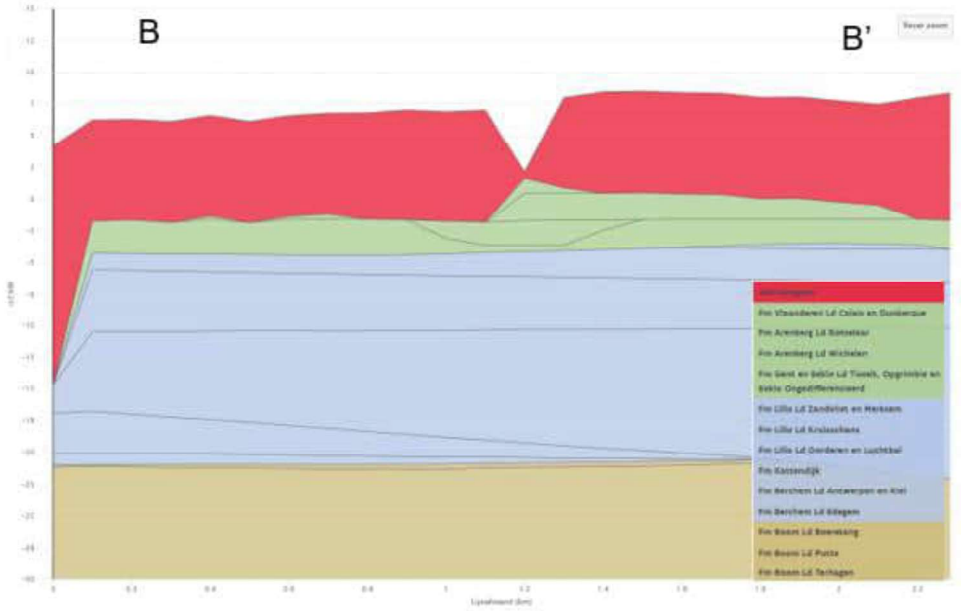
Figuur 2: Locatie geologische doorsnedes

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666



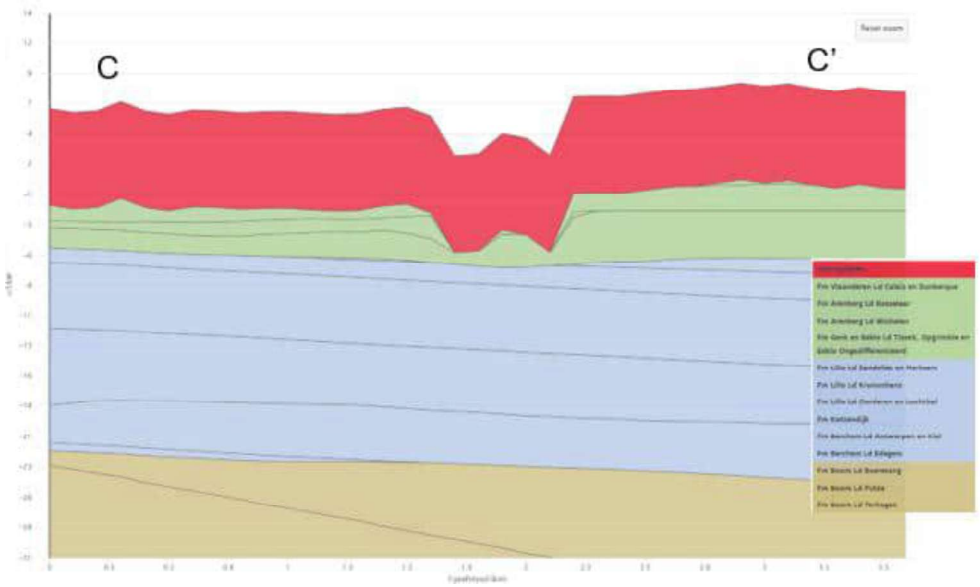
Figuur 3: Geologisch profiel A-A' (Ondiep geologisch model Antwerpen v1, 2021)



Figuur 4: Geologisch profiel B-B' (Ondiep geologisch model Antwerpen v1, 2021)

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666



Figuur 5: Geologisch profiel C-C' (Ondiep geologisch model Antwerpen v1, 2021)

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

2.2. Hydrogeologie

De hydrogeologische opbouw van Antwerpen kan worden geschematiseerd in drie lagen:

- De **freatische aquifer,** die bestaat uit een mix van ophoogzand en Quartaire alluviale sedimenten. Dit vormt een heterogeen geheel, wat dan ook onregelmatige grondwaterstromingen en stijghoogtepatronen met zich mee kan brengen. De freatische aquifer wordt aan de onderzijde begrensd door Quartair alluvium (polderklei, Formatie van Arenberg) met een dikte van gemiddeld 2 tot 3 m. Deze laag vormt de scheiding tussen de freatische en het 'watervoerend pakket'. De verticale weerstand is afhankelijk van de dikte en samenstelling. De laag komt niet in het hele projectgebied voor. (Figuur 3 t.e.m. Figuur 5). Daar waar deze laag ontbreekt, is dan sprake van een freatische aquifer die tot aan de Boomse Klei reikt;
- Een **tweede aquifer** (daar waar polderklei voorkomt) bestaat uit Tertiaire formaties, die rusten op de Boomse Klei. Het is niet mogelijk proefondervindelijk eigenschappen van individuele zandlagen te bepalen, omdat er geen scheidende lagen tussen de zandpakketten aanwezig zijn. Dit pakket wordt in de rapportage ook aangeduid als het watervoerend pakket;
- De Boomse Klei vormt de **ondoorlatende hydrologische basis** op -20 tot -30 mTAW.

De geologische setting van het projectgebied en haar ruime omgeving kan hydrogeologisch als volgt geschematiseerd worden (telkens wordt eveneens de HCOV-v2 - Hydrogeologische Codering van de Ondergrond van Vlaanderen - weergegeven):

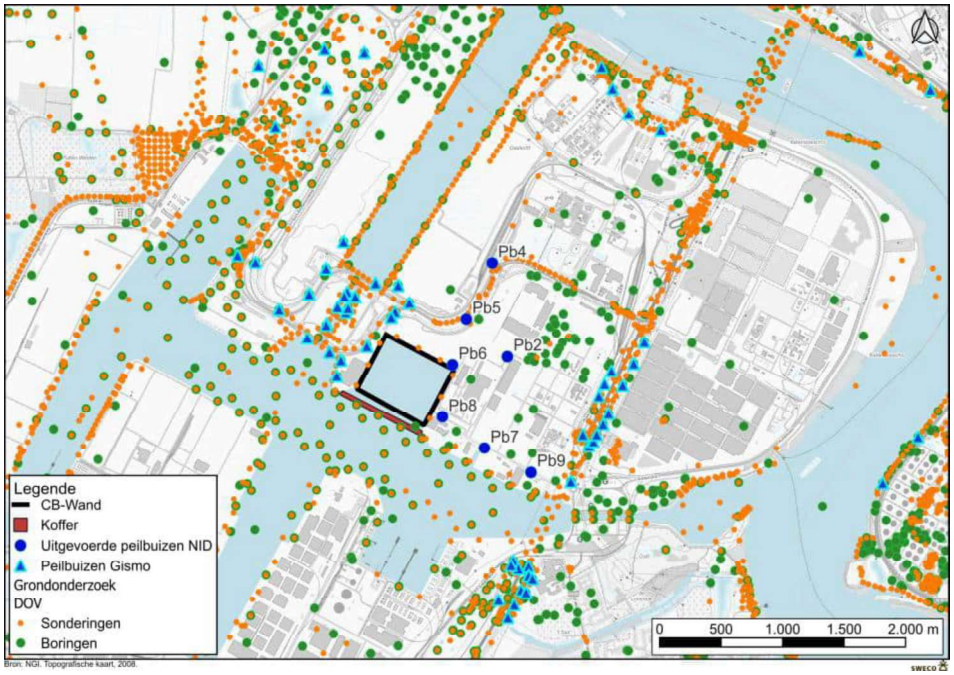
- **Quartair:** watervoerend (A0110 + A0170) behalve ter hoogte van de polderklei; in de omgeving van de Schelde vormt de polderklei een afsluitende laag tussen het zand boven de polderklei en de onderliggende aquifer (A0130);
- **Formatie van Lillo:** watervoerend (A0223+A0225) met plaatselijk slecht doorlatende zones (Pliocene kleihoudende laag (Fm. van Kruisschans, A0224);
- **Formatie van Kattendijk:** watervoerend (A0240);
- **Formatie van Diest:** watervoerend (A0252);
- **Formatie van Berchem:** watervoerend (A0254);
- **Formatie van Boom:** ondoorlatend (A0300).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

2.3. Grondonderzoek

Op Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV) zijn een groot aantal sonderingen en boringen te vinden in de omgeving van de te dempen zone. Het meeste grondonderzoek is geclusterd in de buurt van infrastructuurwerken uit het verleden aangezien het onderzoek in kader van deze werken werd uitgevoerd. Ook zijn er een 100-tal peilbuizen beschikbaar van de overheid via het GISMO-portaal[1]. Bijkomend werden 7 peilbuizen geplaatst in kader van de demping van het dok. De spreiding van deze clusters is ruimtelijk genoeg verdeeld om een goed beeld te vormen van de ondergrond en om de interactie van de te dempen zone met de omgeving op het gebied van grondwater samen te stellen, Figuur 6.



Figuur 6: beschikbaar grondonderzoek in de nabije omgeving van het project

[1] GISMO is het platform voor de interne verwerking en visualisatie van geotechnische monitoringsdata. Dit wordtaangeboden door Geotechniek, een dienstverlener van het beleidsdomein Mobiliteit en Openbare werken (MOW) van de Vlaamse overheid.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

2.3.1. Stijghoogtemetingen

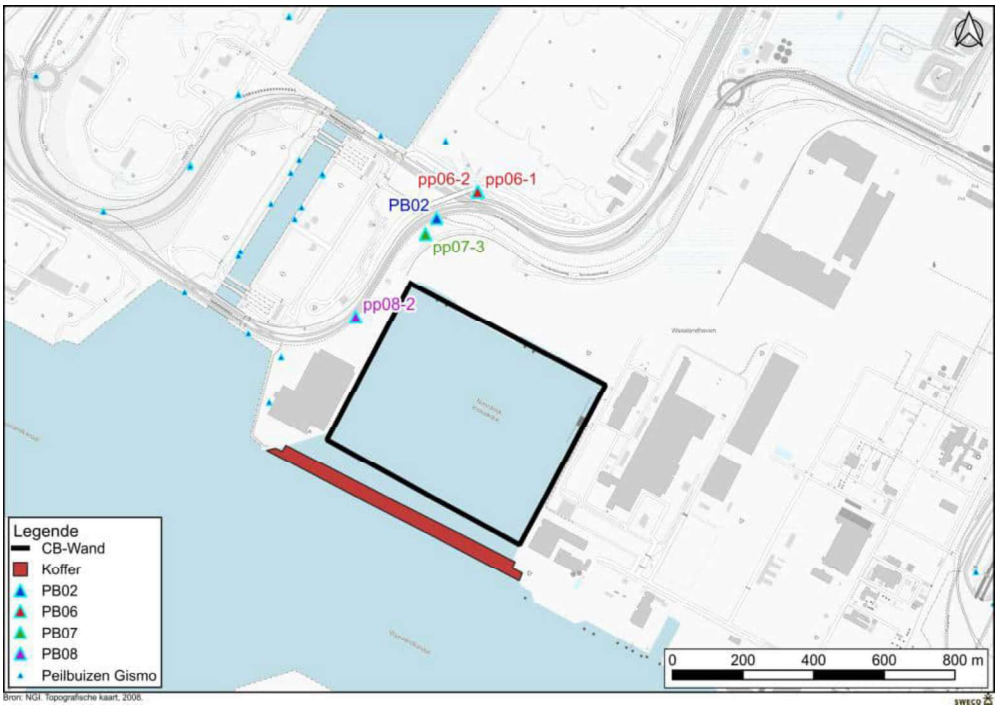
In het beschikbare grondonderzoek zijn verschillende peilbuizen geplaatst. In deze studie worden de peilbuizen het dichtst bij het dok in beschouwing genomen. Deze zijn geplaatst tijdens GEO-15/131, GEO-10/108 en GEO08/244, Figuur 7. Sommige peilbuizen werden voorzien van een automatische diver, terwijl andere handmatig werden opgemeten (Tabel 1) De tijdsreeks van enkele metingen wordt weergeven in Figuur 8. Er dient opgemerkt te worden dat de peilmetingen starten in 2011 en doorlopen tot 2015. In deze periode werd de Kieldrechtsluis gebouwd, waarvoor bemalingen actief waren. Er kan aangenomen worden dat de metingen van 2011 de natuurlijke grondwaterstand tonen zonder interferentie van mogelijke bemalingen. Uit de peilmetingen zijn 2 watervoerende lagen te onderscheiden. In Pp07 zijn 2 filters geplaatst. De eerste filter op een diepte van 5,18 m-mv, de tweede filter op een diepte van 15,51 m-mv. In de grafiek met stijghoogten van peilbuis PP07 is duidelijk te zien dat de diepe watervoerende laag een grondwaterpeil heeft dat varieert tussen +2,6 en +4 mTAW, met een gemiddelde schommeling rond +3,4 mTAW. De ondiepe filter daarentegen toon een grondwaterstand tussen + 3,5 mTAW en + 5 mTAW. Dezelfde hogere grondwaterstanden zijn te zien in PB02) terwijl de andere peilbuizen een vergelijkbare grondwaterstand laten zien als in de diepere filter van Pp07. Hieruit kan afgeleid worden dat de diepere watervoerende lagen in contact staan met de dokken en de schelde terwijl de bovenste lagen hoogstwaarschijnlijk “hangwater” weergeven dat op de polderklei blijft staan.

TABEL 1: MAXIMAAL GEMETEN GRONDWATERSTANDEN

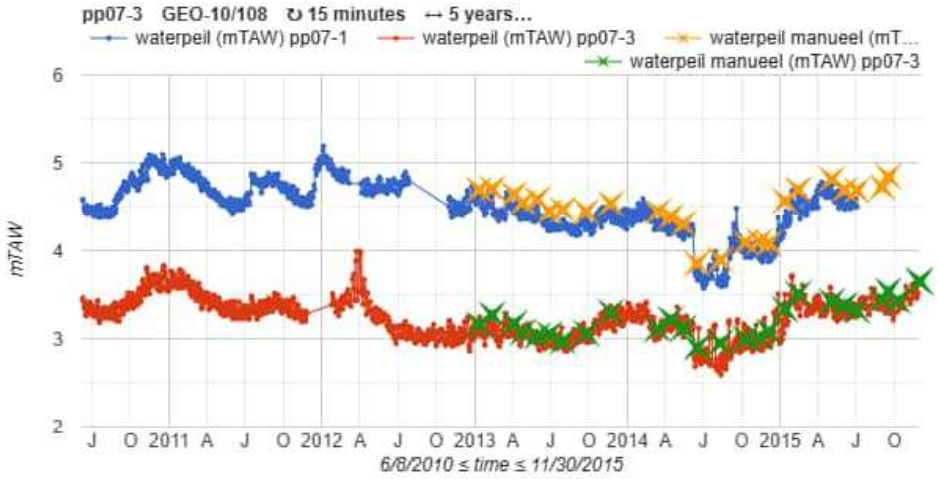
Peilbuis	mTAW	Sensor diepte (m-mv)	Meetperiode	Gemiddelde grondwaterstand (mTAW)
Pp08-1	+6,69	-5,51	2011-2015	+4,1
Pp08-2	+6,71	-16,48	2011-2015	+3,4
Pp07-1	+6,42	-5,18	2011-2015	+4,5
Pp07-3	+6,42	-15,51	2011-2015	+3,4
Pp06-1	+7,4	-11	2011-2015	+3,4
PB02	onbekend	Onbekend	2009-2011	+4,9

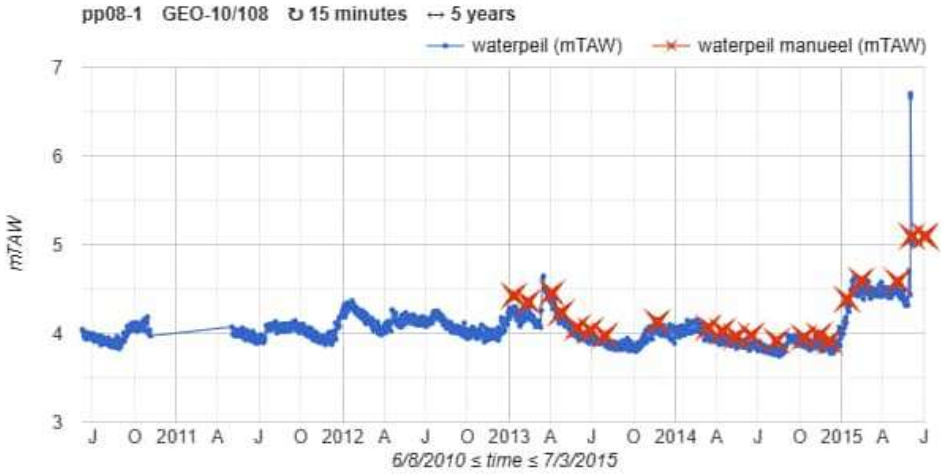
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666



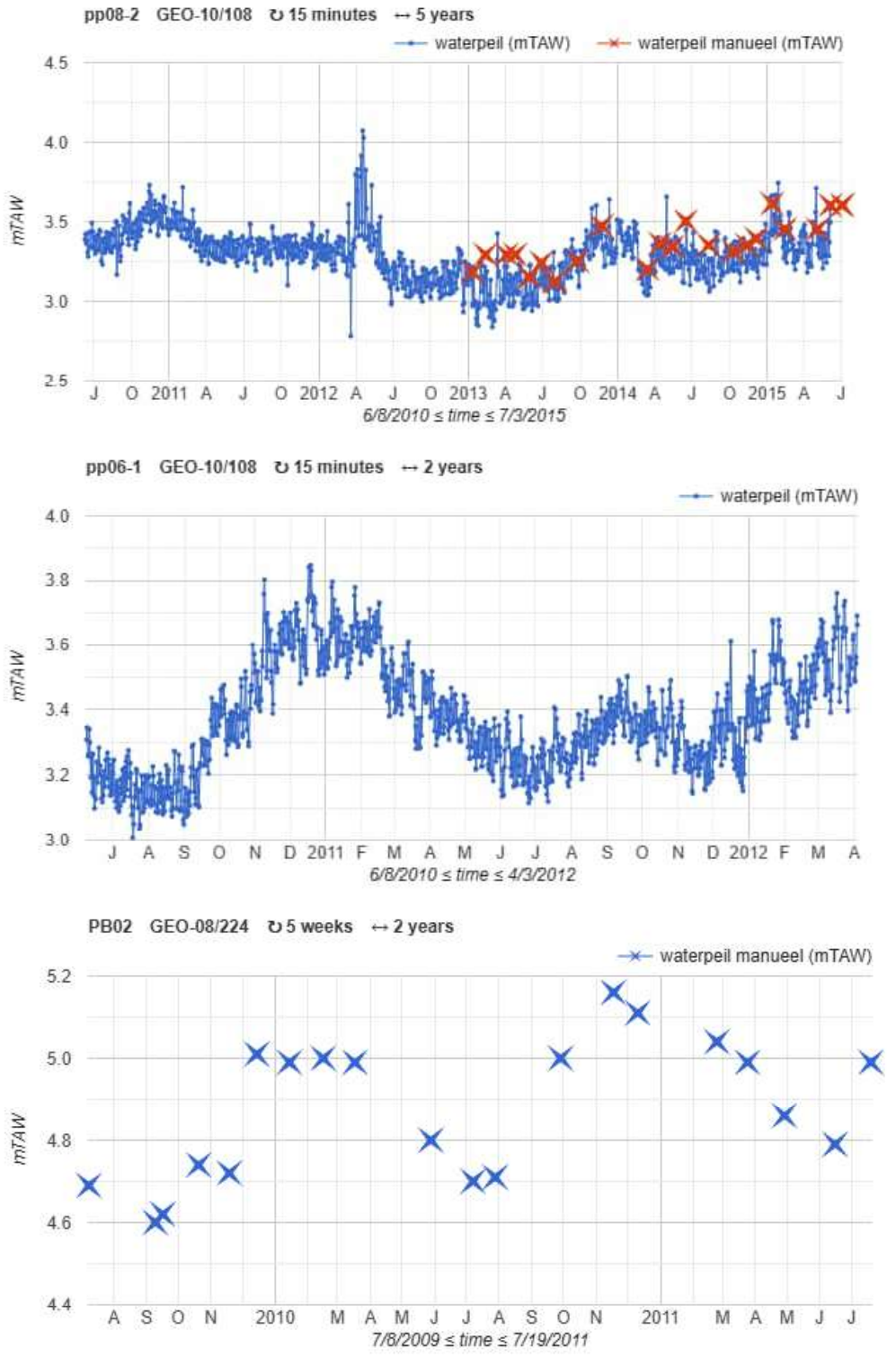
Figuur 7: Locatie van een aantal peilbuizen met peilmetingen beschikbaar op GISMO





This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666



Figuur 8: Grafieken van de grondwatermetingen doorheen de tijd

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

2.4. Oppervlaktewater

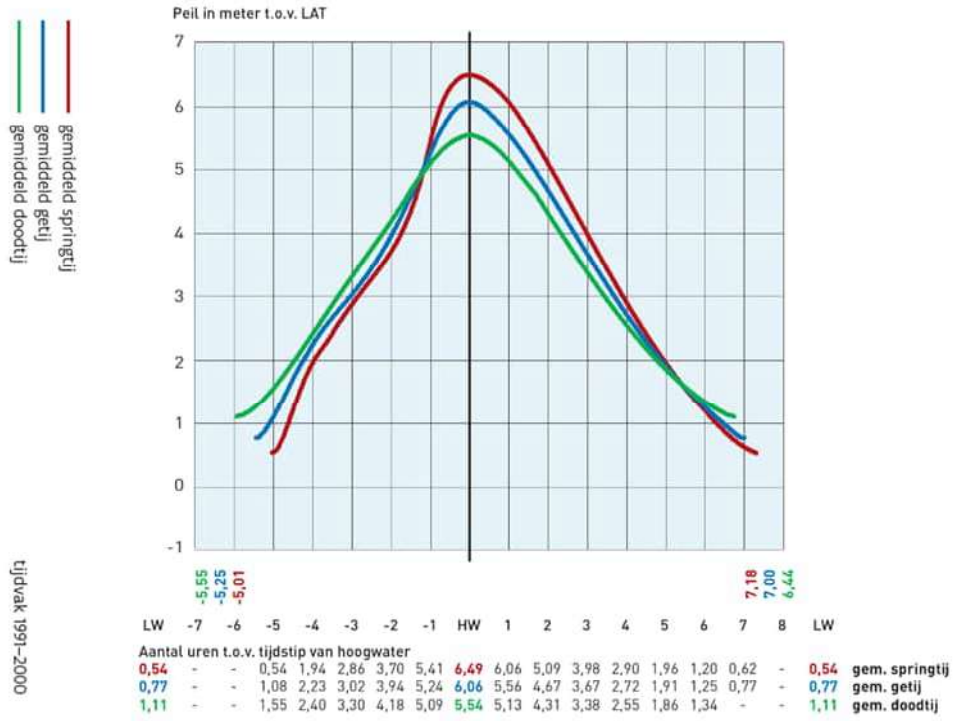
Het oppervlaktewater heeft een belangrijke invloed op de grondwaterstanden in het studiegebied. In het gebied is de Schelde belangrijk voor de stijghoogten in de tweede aquifer. Niet alle oppervlaktewaterlichamen staan in directe verbinding met het grondwater doordat dikke sliblagen, kademuren en de polderklei op veel plaatsen uitwisseling met het grondwater verhinderen. Voor voorliggende studie zijn vooral de dokken en de Schelde van belang.

2.4.1. De Schelde en Deurganckdok

De Schelde is een rivier die onder invloed staat van de getijden. De bodem van de Schelde reikt tot de Formatie van Kattendijk. In Figuur 9 zijn de gemiddelde getijkrommen in Antwerpen weergegeven.

Uit de gegevens kan worden afgeleid dat de waterstand in de Schelde gemiddeld +2,65 m TAW bedraagt en gemiddeld varieert tussen +0,77 m en +6,06 mLAT[2]. Bij een gemiddeld springtij varieert deze stand tussen +0,54 m en +6,49 mLAT.

Het Deurganckdok staat in rechtstreekse verbinding met de Schelde, waardoor ook hier het waterpeil onderhevig is aan de getijdewerking.



Figuur 9: Getijkrommen Schelde bij Antwerpen (www.vlaamsehydrografie.be)

[2] Voor Antwerpen is LAT ongeveer 77cm onder TAW.

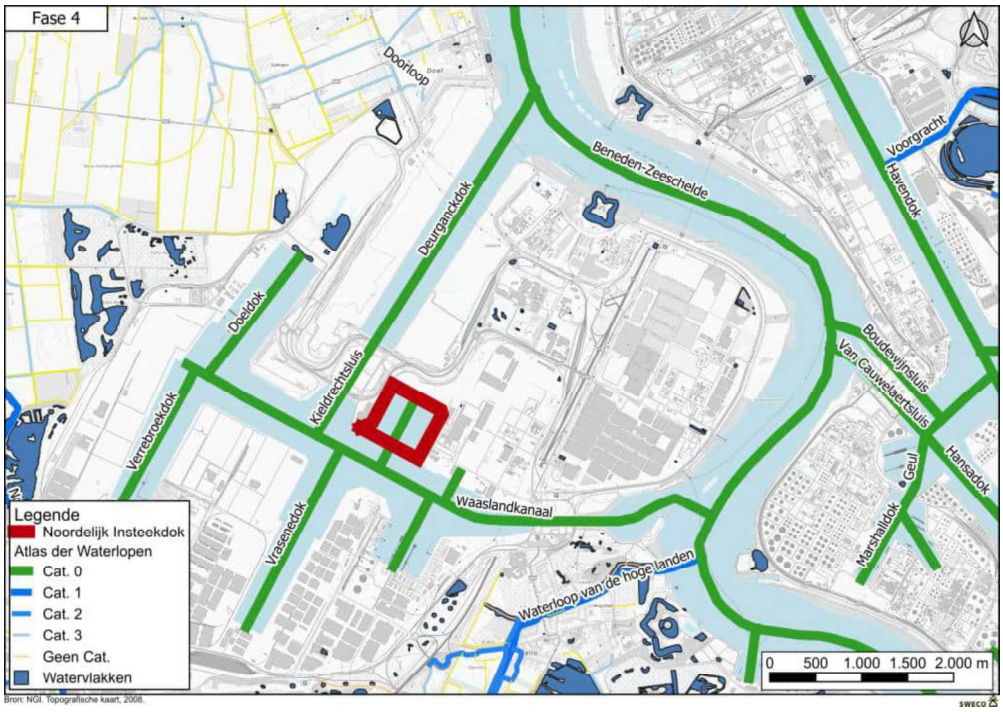
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

2.4.2. De Dokken

De dokken zijn, door de kaaimuren en sterk waterremmende bodemlaag, grotendeels hydrologisch gescheiden van het grondwater (peilbuizen vertonen een variatie in grondwaterstand terwijl de dokken nagenoeg op een contant peil zitten) en het dokpeil bedraagt +3,50 ±0,2 mTAW.

Figuur 10 geeft een overzicht van het aanwezige oppervlaktewater nabij het Noordelijk Insteekdok. Momenteel is het Noordelijk Insteekdok geklasseerd als een waterloop van categorie 0. Het grenst aan het Waaslandkanaal en de Kieldrechtsluis. Ten noorden, oosten en westen bevindt zich respectievelijk de Beneden-Zeeschelde en het Deurganckdok. Beide staan geklasseerd als waterloop van categorie 0 en zijn onderhevig aan getijdewerking waarbij het waterpeil fluctueert tussen ca. 0 mTAW en +6 mTAW, met een gemiddeld waterpeil van ca. +2,65 mTAW.



Figuur 10: Situering van oppervlaktewater nabij het Noordelijk Insteekdok.

2.5. Grondwatertafelverlaging

De grondwatertafelverlagingen zijn vereist in functie van de berging van verontreinigde gronden in een saneringsberging t.h.v. het Noordelijk Insteekdok (NID).

In een eerste fase wordt een kofferdam gebouwd om het dok te scheiden van het Waaslandkanaal. Tijdens de bouw van de kofferdam wordt het waterpeil op +1 mTAW gehouden. Nadien worden CB-wanden geplaatst rondom het dok om een hydraulisch gesloten bouwkuip te realiseren. In de tweede fase wordt het dok leeggepompt doormiddel van pompen teneinde een droge bouwput te verkrijgen. Er wordt vanuit gegaan dat hiermee een waterpeil tot -14,5 mTAW binnen de CB-wanden bereikt kan worden. Daarna wordt op de slibbodem van het dok een zandpakket aangelegd waarop kleimatten zullen geplaatst worden.

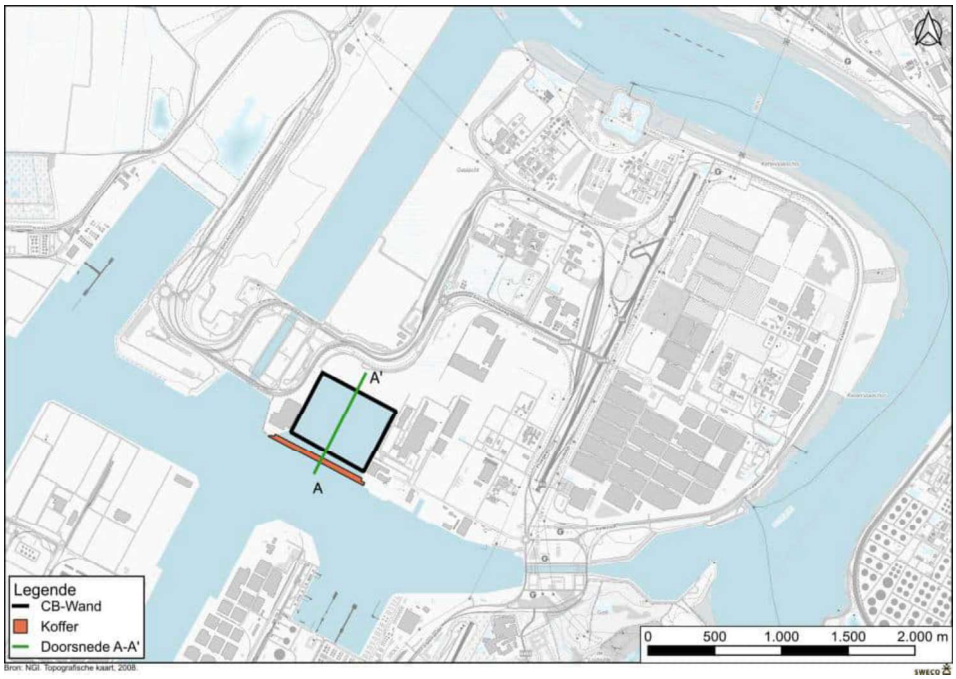
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Hiervoor is een grondwaterverlaging noodzakelijk tot -15,5 mTAW. Dit kan gebeuren door het water lokaal te verlagen met filterbemaling ofwel dieptebronnen te plaatsen rondom de bouwput. Tevens dient het lekdebiet door de wanden en de invallende neerslag te worden afgevoerd. Tijdens de verlaging in de bouwput is het noodzakelijk om het waterpeil in de kofferdam te beheersen op +1 mTAW om stabiel-technische redenen. Na het plaatsen van de kleimatten wordt het dok aangevuld met verontreinigde grond. Hier wordt worst-case een tijdelijke bemaling voorzien zodat steeds in den droge kan worden aangevuld. Na afwerking van de saneringsberging wordt in de bovenste toplaag een permanente drainage voorzien om invallend regenwater af te voeren.

Voor een uitgebreidere beschrijving van de werkzaamheden wordt verwezen naar hoofdstuk 4 van het BSP. De werkzaamheden kunnen beknopt als volgt samengevat worden:

- Bouw kofferdam;
- Bouw CB-wanden;
- Leegpompen dok;
- Aanleg kleimatten;
- Aanvullen verontreinigde grond;
- Boven afsluiting aanbrengen;
- Drainage installeren.



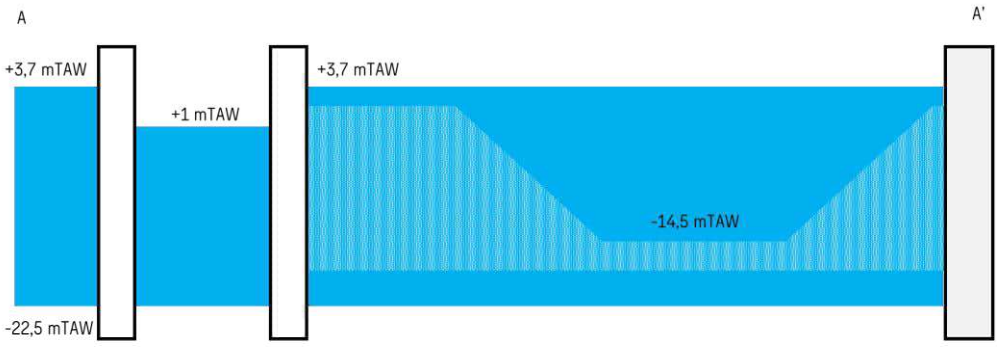
Figuur 11: Locatie van het NID, de kofferdam en CB-wanden, met aanduiding van doorsnede A-A'.

Tijdens de werkzaamheden zijn, zoals hierboven beschreven, op verschillende tijdstippen grondwaterverlagingen nodig.

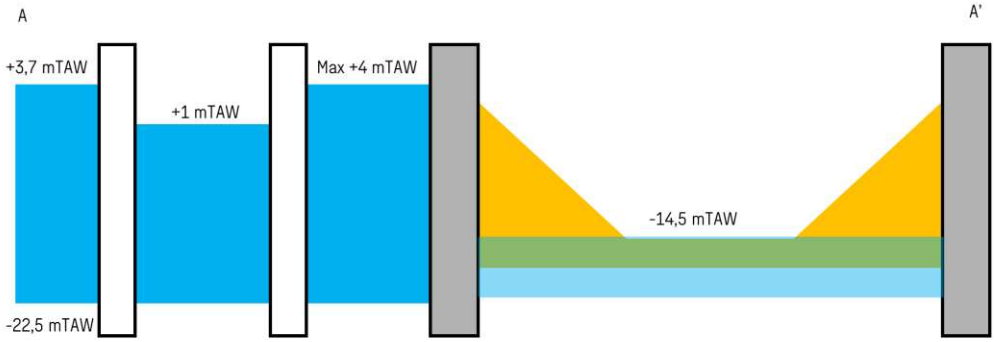
Fase 1: Tijdens de bouw van de kofferdam dient het water binnen in de kofferdam verlaagd te worden tot +1 mTAW. Er wordt worst-case aangenomen dat de verlaging in deze fase nodig is gedurende een496 dagen tijdens de bouw van de kofferdam.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

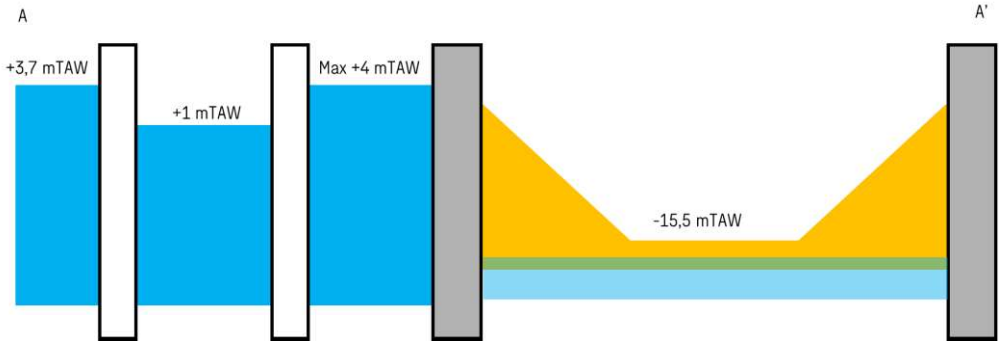
Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666



Fase 2: Het dok wordt leeggepompt tot -14,5 mTAW. Tegelijk wordt in de kofferdam een peil aangehouden van +1 mTAW. Om stabiel technische redenen mag het waterpeil tussen de kofferdam en de CB-wand niet stijgen boven +4 mTAW.

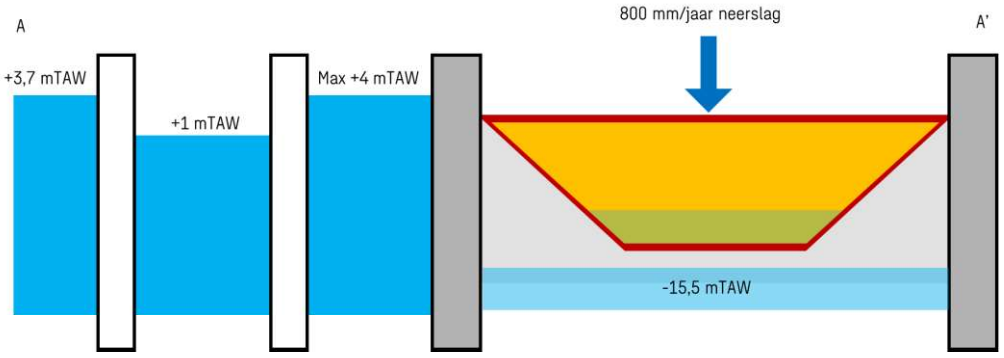


Fase 3: Tijdens het plaatsen van de kleimatten en opvullen met verontreinigde grond dient het waterpeil enerzijds buiten de kleimatten beheerst te worden zodat in den droge gewerkt kan worden. Anderzijds dient het waterpeilin de berging , dat afkomstig is van invallende neerslag beheerst te worden zodat in den droge kan aangevuld worden. In de berekeningen wordt worst-case uitgegaan van een peil van -15,5 mTAW gedurende een periode van 3 jaar.

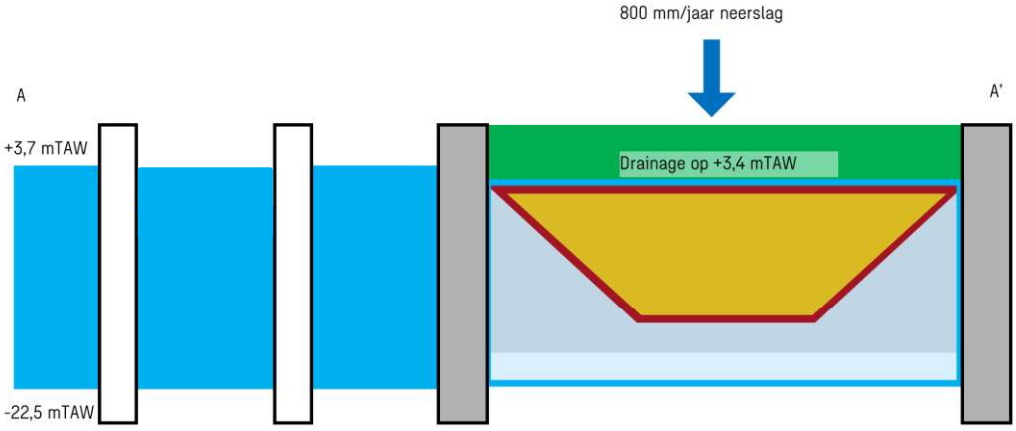


This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666



Fase 4: Bovenop de aanvulling met verontreinigde grond wordt een ondoorlatende bovenafdichting voorzien. Hierop wordt een drainage aangelegd om de infiltrerende neerslag af te voeren zodoende deze niet kan infiltreren in de berging. Deze drainage wordt geïnstalleerd over de gehele oppervlakte van de berging met een drainage peil van +3,4 mTAW. Er wordt maximaal getracht om het gedraineerde water van fase 4 te laten infiltreren in de ondergrond buiten de stortplaats.



This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

3. Berekening debiet en invloedstraal

3.1. Opbouw grondwaterstromingsmodel

3.1.1. Methode

Het grondwatermodel wordt opgesteld met MODFLOW 2000, de eindige verschillen methode van de USGS, via het softwarepakket GMS 10.7. Voor deze studie wordt in eerste instantie een model met 9 lagen gemaakt. De lagen zijn gekozen op basis van de geologie. De lagen zijn ingevoerd als rasters van het Ondiep Model Antwerpen v1.1. De hydrogeologische parameters die gebruikt zijn voor de lagen, zijn weergeven in Tabel 2. De basis van het model wordt gevormd door de basis van de Formatie van Boom. Deze bevindt zich tussen ca. -80 en -100 mTAW en is toegevoegd om de onderlopende voeding nog mee in rekening te brengen. De grootte van de cellen is 50 m x 50 m en deze zijn verfijnd tot cellen van 6,5 m x 6,5 m ter hoogte van de bemalingssite. De verfijning van de cellen is gradueel toegepast zodat de celgrootte tussen twee aangrenzende cellen niet meer dan factor 2 verschilt. Op basis van het DHM ligt het maaiveld op tussen ca. +3 en +6 mTAW.

TABEL 2: HYDROGEOLOGISCHE PARAMETERS VAN DE LAGEN IN HET INITIËLE MODEL

Laag	Lithologie	Formatie	Onderkant laag (raster Ondiep Model Antwerpen v1.1)	Kh (m/dag)	Verticale anisotropie	Specific storage (m^{-1})	Specific yield
1	Ophogingslaag	Antropogeen	0103Q_Ab_t	5	10	1 x 10-4	0,2
2	Klei/veen	Fm. van Arenberg	0110Q_El_Gt_t	0,005	10	1 x 10-3	0,05
3	Fijn tot grof zand	Fm. Gent en Eeklo	020402NE_LiZa_LiMe_t	20	10	1,35 x 10-4	0,2
4	Fijn tot grof zand	Fm Lillo, Ld Merksem en Ld zandvliet	020403NE_LiKr_t	20	10	1,35 x 10-4	0,2
5	Grijsgroene fijn tot middelmatig zand dat zeer kleirijk is (kleilenzen en cm-dunne lagen van zuivere klei) met schelpfragment en en kleine schelpjes	Fm Lillo, Ld Kruisschans	020404NE_LiOo_LiLu_t	0,1	10	1 x 10-4	0,1
6	Grijsgroen tot grijsbruin fijn glauconiet- en kleihoudend zand met veel schelpen en schelpenbanken	Fm Lillo, Ld Oorderen	0205NE_Kd_t	5	10	1 x 10-4	0,2

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

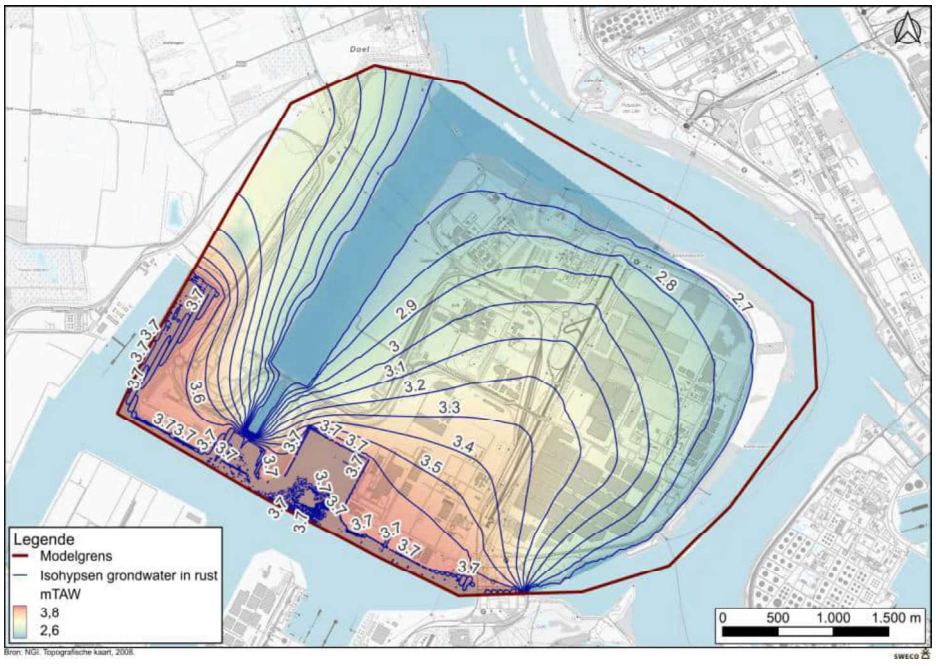
Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Laag	Lithologie	Formatie	Onderkant laag (raster Ondiep Model Antwerpen v1.1)	Kh (m/dag)	Verticale anisotropie	Specific storage (m^{-1})	Specific yield
7	Groene tot grijsgroene middelmatig tot fijn glauconiethoudend zand, soms kleihoudend, minder schelpen dan Fm. Lillo	Fm. Kattendijk	0209NE_Bc_t	5	10	1 x 10-4	0,2
8	Fijne donkergroen tot zwarte glauconietrijke, licht kleiïge zanden met lokaal schelpenbanken	Fm. Berchem	0303PA_Bm_t	5	10	1 x 10-4	0,2
9	Harde compacte klei	Fm. Boom	0303PA_Bm_b	0,001	10	1 x 10-3	0,05

Voor de **initiële** *grondwaterstand* wordt een grondwaterstand aan maaiveld aangenomen. De grondwatervoeding wordt ingegeven met het *Recharge* package. De grondwatervoeding is geïnterpoleerd uit de gegevens van grondwatervoeding uit het WetSpass model van de VUB (Meyus, Adyns, Woldeamlak, Batelaan, & De Smedt, 2004). Aan de Schelde en de dokken werd, via een *general* head, een vaste stijghoogte opgelegd. Aangezien het model in steady-state toestand gerund is, is ervoor gekozen om voor de Schelde en het Deurganckdok het halftij-peil van +2,65 mTAW te gebruiken. Deze waterpeilen voor de Schelde en het Deurganckdok zijn afgeleid uit data op waterinfo.be (Vlaamse Overheid, 2024). Voor de Schelde zijn 2 meetpunten beschikbaar, 'Liefkenshoek' en 'Kallosluis'. Het Waaslandkanaal en aansluitende dokken werd een peil van +3,7 mTAW opgelegd. Watervlakken werden gemodelleerd in laag 1 tot 6. Het model is eerst in stationaire toestand gerund om een rusttoestand te definiëren (Figuur 12). De resultaten van deze run zijn dan als beginwaarden gebruikt om zo de werkelijke verlagingscontouren te kunnen bepalen.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666



Figuur 12: Initiële stijghoogte voor de modellering

Aangezien het Noordelijk Insteekdok wordt opgevuld dient het initiële model echter verfijnd te worden. Daarnaast dienen ook de taluds te worden toegevoegd en worden lagen voorzien op de hoogtes waar kleimatten komen.

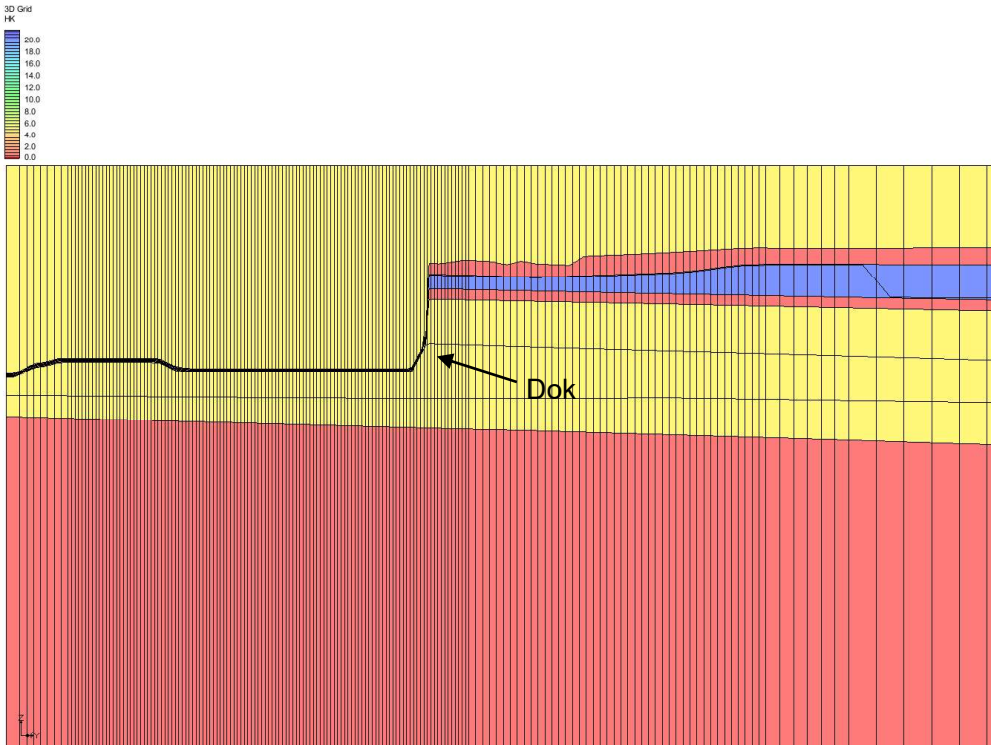
In een eerste aanpassing van het model wordt de top van laag 2 in de bouwput gelijkgesteld aan de top van het talud. De onderkant van laag 2 komt 20 cm lager om de dikte van de kleimatten aan de onderkant en zijkanten van de bouwput te modelleren. De uiteindelijke dikte van de kleimatten die in de praktijk gebruikt gaan worden zijn te klein om modelmatig in te voeren. Daarom wordt een dikte van 20 cm aangenomen in het model, waaraan een doorlatendheid gegeven wordt van $5x10^{-10}$ m/s. Dit komt overeen met een weerstand van ca. 4.630 dagen. Laag 3 vormt dan het talud van aanvulzand. Het aanvulzand werd een doorlatendheid van 15 m/dag gegeven en een anisotropie van 10.

In een volgende aanpassing werd laag 1 van het model onderverdeeld in 3 delen. De onderkant van het 2de deel wordt op +3 mTAW gelegd en de top op +3,2 mTAW om de bovenste afdichting te kunnen simuleren. Het 3de deel van laag 1 vormt dan het deel verontreinigde grond, het 1ste deel kan gebruikt worden om de bovenste drainage in te modelleren.

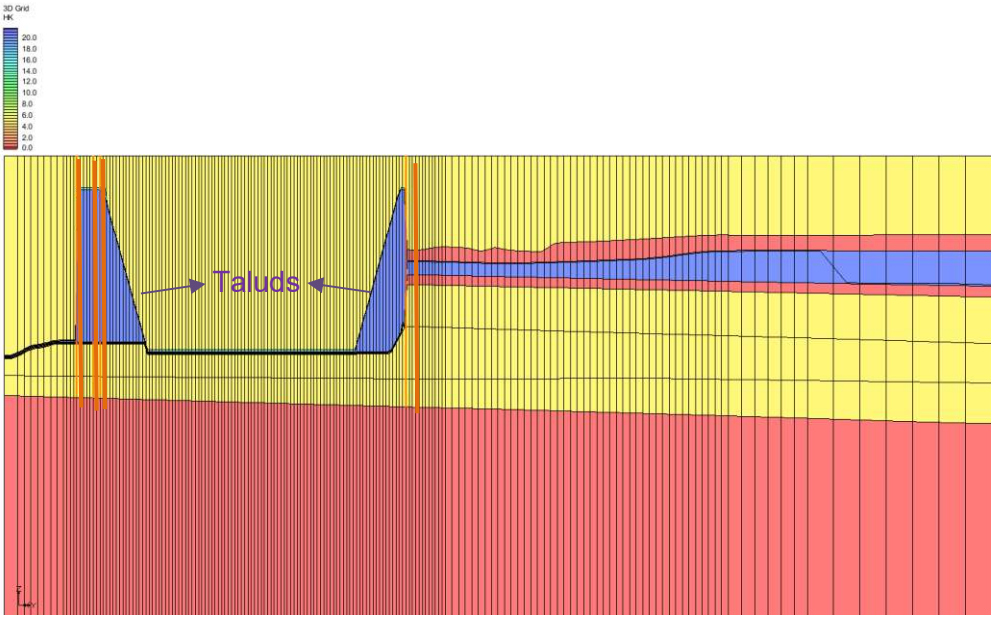
De verschillende verfijningen van het model zijn weergegeven in Figuur 13 tot Figuur 15.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666



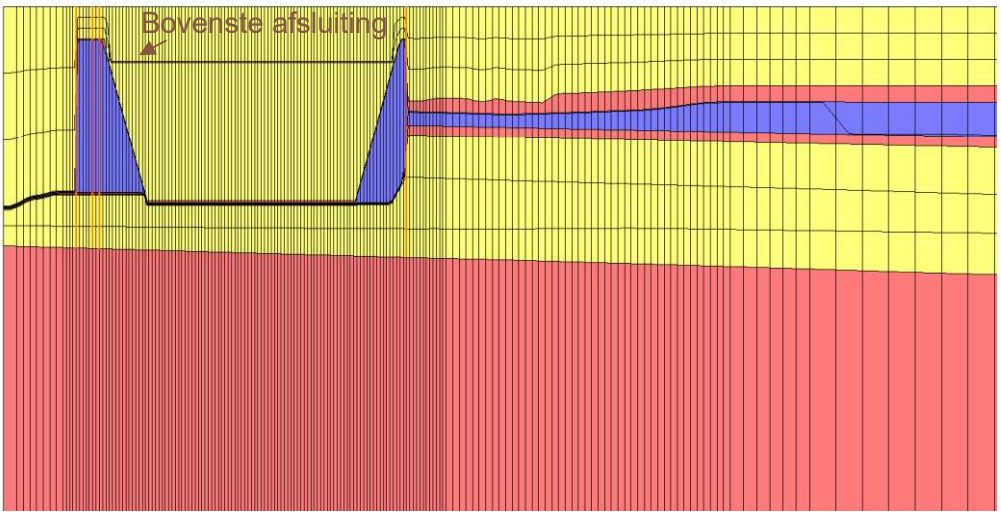
Figuur 13: Doorsnede door het initiële model, waarbij het dok te zien is door het abrupt stoppen van lagen 1-6.



Figuur 14: Doorsnede door het model waarbij de taluds zijn ingevoerd in laag 3 en laag 2 gemodelleerd wordt als kleilaag op het talud. De oranje verticale strepen zijn de waterremmende wanden, kofferdam en CB-wanden.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666



Figuur 15: Doorsnede van het model met de bovenste afsluiting aanwezig (bruine horizontale lijn).

De waterremmende wanden worden als volgt in het model geïmplementeerd met het **Barrier** package:

- De kofferdam wordt gemaakt door middel van 2 damwanden met een tussenafstand van 35 m, aangezet tot in de formatie van Boom, ca. -24,5 mTAW. Er wordt aangenomen dat de damwanden een inverse voegweerstand hebben van $1x10^{-7}$ m/s met een voeg elke 1,4 m. Dit komt overeen met een weerstand van 162 dagen;
- Voor de CB-wanden, of equivalent, wordt een doorlatendheid aangenomen van $1x10^{-9}$ m/s en een dikte van 1 m. Deze wanden worden tevens aangezet tot in de Formatie van Boom en gemodelleerd met een weerstand van 11.574 dagen.

De grondwaterverlagingen worden met het *drain* package gesimuleerd. Om de benodigde verlagingen te realiseren wordt gebruikt gemaakt van filterbemaling en dieptebronnen. In de kofferdam worden deze aangezet tot minstens -10 mTAW. Om de benodigde verlaging in de bouwput binnen de CB-wanden te realiseren dienen ofwel bronnen te worden aangezet tot -20 mTAW, ofwel worden lokaal in de zone der werken filters geplaatst tot enkele meters onder het heersende maaiveld. In uitvoering kan tijdens het aanleggen van de kleimatten en tijdens de aanvulling eventueel ook gewerkt worden met een horizontale drainage of een oppervlakte pomp in een verzamel vijver (open put bemaling), afhankelijk van hoe de bouwput gevuld wordt. Voor de zone binnen de kleimatten zal het te verwijderen water bestaan uit het volume invallende neerslag dat niet kan infiltreren.

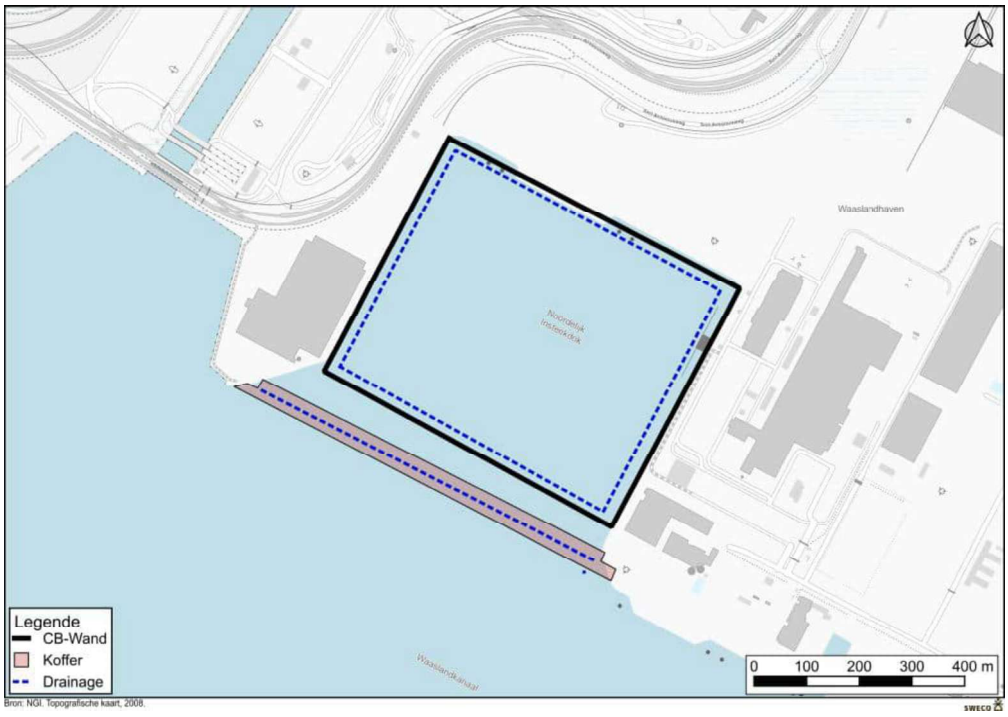
De kleimatten worden gesimuleerd als een aparte laag met een dikte van 0,2 m en een horizontale en verticale doorlatendheid van $5x10^{-10}$ m/sec of $4,32x10^{-5}$ m/dag (weerstand van 4.630 dagen).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Aangezien het dok momenteel oppervlaktewater is, werd in het Wetspass model hier geen recharge aan toegekend. Er wordt aangenomen dat er gemiddeld gezien ca. 800 mm neerslag per m² per jaar valt. Deze hoeveelheid neerslag dient bij de berekende debieten opgeteld te worden om het totale te verwijderen volume water in te schatten. Door het gebruik van waterremmende wanden zal het aandeel neerslag dat verwijderd dient te worden aanzienlijk groter zijn dan de lekdebieten doorheen de wanden.

De bemaling wordt voor 5,5 jaar berekend en de werken worden opgedeeld in 4 fasen. De duurtijd en lengte van elke fase is weergegeven in Tabel 3.



Figuur 16: Opstelling van het gesimuleerde bemalingsconcept met aanduiding van kofferdam en CB-wanden.

TABEL 3: FASERING VAN DE WERKEN

Fase	beschrijving	Duurtijd	Werken
1	Bouw kofferdam	496 dagen	Oppervlaktewater verlaging
2	Leegpompen dok	Ca. 27 dagen	Leegpompen dok (oppervlaktewater)
3	Verlaging tijdens aanvullen vervuilde grond	4 jaar (1.460 dagen)	Bemaling (grondwateronttrekking)
4	Drainage na afwerking	permanent	Drainage regenwater

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Toelichting modelresultaten

De bemaling wordt voor elke fase apart als steady-state model berekend, maar de berekening houdt enkel rekening met de hoogste grondwaterstand voor de volledige duur van de werken. Aangezien de werken uitgevoerd zullen worden over een periode van ca. 4 jaar, zal de grondwaterstand tijdens de werken variëren. De jaarlijkse variatie van de grondwaterstanden bedraagt ca. 0,5 m ter hoogte van de werken, waardoor er, afhankelijk van de uitvoeringsperiode, minder water verpompt zal moeten worden wat resulteert in een lager bemalingsdebiet en een beperktere invloedstraal.

Binnen de berekeningen wordt ook rekening gehouden met een worst-case aanname van bemalingsduur. Dit heeft samen tot gevolg dat de gemodelleerde verlagingen, bemalingsdebieten en -volumes eerder een conservatie inschatting geven van de werkelijkheid. Echter zijn hier de gebruikte weerstanden van de wanden een zeer bepalende factor in de hoeveelheid lekdebiet de bouwput binnen stroomt. Tijdens uitvoering dient dan ook extra aandacht besteedt te worden aan de zorgvuldige uitvoering van de wanden zodat de beoogde weerstand gerealiseerd kan worden.

Het grondwatermodel wordt opgebouwd met lokaal grondonderzoek (peilmetingen, grondopbouw, …) in de directe omgeving van het projectgebied. Bij de modelberekeningen wordt een kalibratie van de hydrologische parameters uitgevoerd, met als streefdoel een zo klein mogelijk verschil tussen de gemeten en gemodelleerde grondwaterpeilen. Binnen de beperkte kalibratie van de modelresultaten wordt enkel binnen deze zone rekening gehouden, waardoor er een onzekerheid ontstaat op de validiteit van de modelresultaten die toeneemt naarmate de afstand t.o.v. het projectgebied vergroot. Op basis van deze berekeningsmethode wordt gesteld dat op de buitenste verlagingscontouren (0,05 m en 0,1 m) een grote onzekerheid is, zodat aangenomen kan dat de meest betrouwbare verlagingen te nemen zijn vanaf 0,25 – 0,5 m. Bij de effectenbespreking wordt als conservatieve benadering gewerkt met de verlagingscontour van 0,05 m.

3.2. Resultaten

3.2.1. Bemalingsconcept

Om de benodigde verlagingen te realiseren wordt gebruik gemaakt van oppervlaktewaterpompen, filterbemaling en dieptebronnen. In de kofferdam wordt het water verlaagd door oppervlaktewaterpompen (fase 1). De bouwput binnen de CB-wanden wordt initieel leeggepompt met oppervlaktewaterpompen (fase 2). Wanneer het dok zo goed als leeg is, worden er dieptebronnen tot -20 mTAW of worden er lokaal in de zone der werken filters tot enkele meters onder het heersende maaiveld geplaatst. Tijdens de uitvoering kan tijdens het aanleggen van de kleimatten en tijdens de aanvulling eventueel ook gewerkt worden met een horizontale drainage of een oppervlaktepomp in een verzamelvijver (open put bemaling), afhankelijk van hoe de bouwput gevuld wordt. Voor de zone binnen de kleimatten zal het te verwijderen water bestaan uit het volume invallende neerslag dat niet kan infiltreren.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

3.2.2. Debieten en invloedstraal

3.2.2.0. Fase 1: Bouw kofferdam

Het lekdebiet dat tijdens fase 1 de kofferdam binnenstroomt wordt begroot op ca. 514,4 m³/dag bij een weerstand van 162 dagen. De vermelde debieten zijn de debieten in stationaire toestand met een waterpeil van +1 mTAW in de kofferdam. Deze debieten zijn exclusief de toeslag ten gevolge van neerslag. Gemiddeld gezien zal er ca. 67,1 m³/dag aan neerslag verwijderd dienen te worden uit de kofferdam. Dit brengt het te verwijderen debiet op 581,5 m³/dag. Voor een periode van 496 dagen dient een volume van 288.424 m³ verwijderd te worden uit de kofferdam. Tijdens deze fase wordt de grondwatertafel niet verlaagd (invloedstraal = 0 m). Deze fase wordt dus niet beschouwd als een bemaling.

Fase 1: Bouw kofferdam		
Max debiet	**581,50**	**m³/dag**
duurtijd	**496,00**	**dagen**
volume	**288.424,00**	**m³**

3.2.2.1. Fase 2: leegpompen dok

Tijdens fase 2 dient er ca. 6.500.000 m³ dokwater verpompt te worden. Dit zal gebeuren aan de hand van een pomp op een ponton en dompelpompen in de bouwput. Er wordt ingeschat dat er gepompt kan worden aan een debiet van 10.000 m³/uur. Naarmate het waterniveau daalt zal er een zeker lekdebiet door de wanden optreden. Wanneer het waterpeil in de bouwput ca. -14,5 mTAW bedraagt, wordt het lekdebiet door de CB-wanden begroot op 35 m³/dag. Op basis van de gemiddelde neerslag per jaar wordt geschat dat ca. 773,6 m³/dag dient verwijderd te worden. Voor de bouwput wordt zo een extra debiet van 808,60 m³/dag in rekening gebracht boven op het leegpompen van het dok.

Tijdens het leegpompen van het dok wordt in de kofferdam een constant peil van +1 mTAW aangehouden. Hiervoor wordt een lekdebiet berekend van 316,4 m³/dag. De instroom door neerslag bedraagt 67,1 m³/dag. Uit de kofferdam dient tijdens fase 2 een debiet van 383,5 m³/dag verpompt te worden.

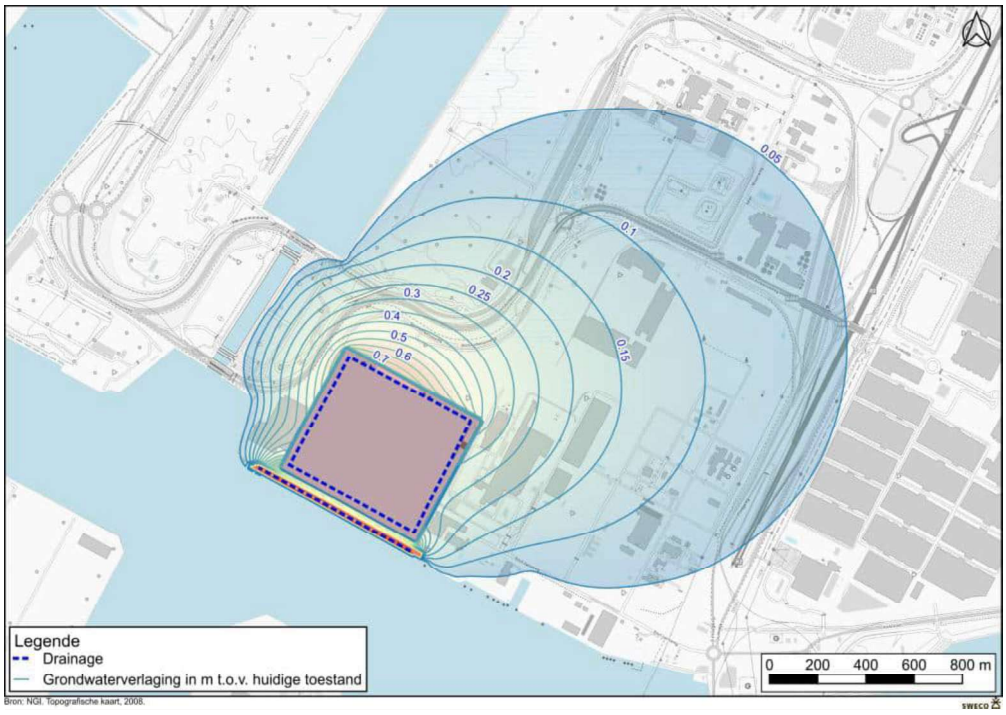
Voor fase 2 wordt ingeschat dat er in totaal 6.532.447,2 m³ verpompt zal worden op ca. 27 dagen. Het zéér beperkte lekdebiet van grondwater (35 m³/dag i.t.t. een totaal opgepompt volume van 240.000m³/dag) is het lekdebiet dat wordt bereikt op de laatste dag van het leegpompen van het dok (wanneer het water binnen het dok tot -14,5 mTAW verlaagd werd). De fractie aan grondwater is daarom te verwaarlozen zodat fase 2 niet als een bemaling wordt beschouwd.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Leegpompen bouwput					
Fase 2:	**Leegpompen dok**	238807,90	m³/dag	7E+06 m³ water in dok	
				10000 m³/u	pompen
	Extra debiet door neerslag en lekdebiet				
	Uit kofferdam	383,50	m³/dag	67,1 m³/dag	door neerslag
+				316,40 m³/dag	lekdebiet
	Uit bouwput	808,60	m³/dag	773,6 m³/d	door neerslag
				35 m³/d	lekdebiet
=	**Totaal extra debiet**	1192,10	m³/dag		
Totaal	**Max debiet**	240.000	m³/d		
	duurtijd	27,22	dagen		
	volume	6.532.447	m³		

De invloedstraal tot waar het grondwater daalt met 5 cm t.o.v. de huidige toestand is weergegeven in Figuur 17. De maximale invloedstraal bedraagt 1.626 m.



Figuur 17: Maximale invloedstraal tijdens fase 2. Verlaging in de kofferdam is 2,7 m t.o.v rusttoestand. Verlaging in bouwput is 18,2 m t.o.v. huidige toestand. Deze invloedstraal wordt bekomen door het opvullen van het dok en het plaatsen van de damwanden.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

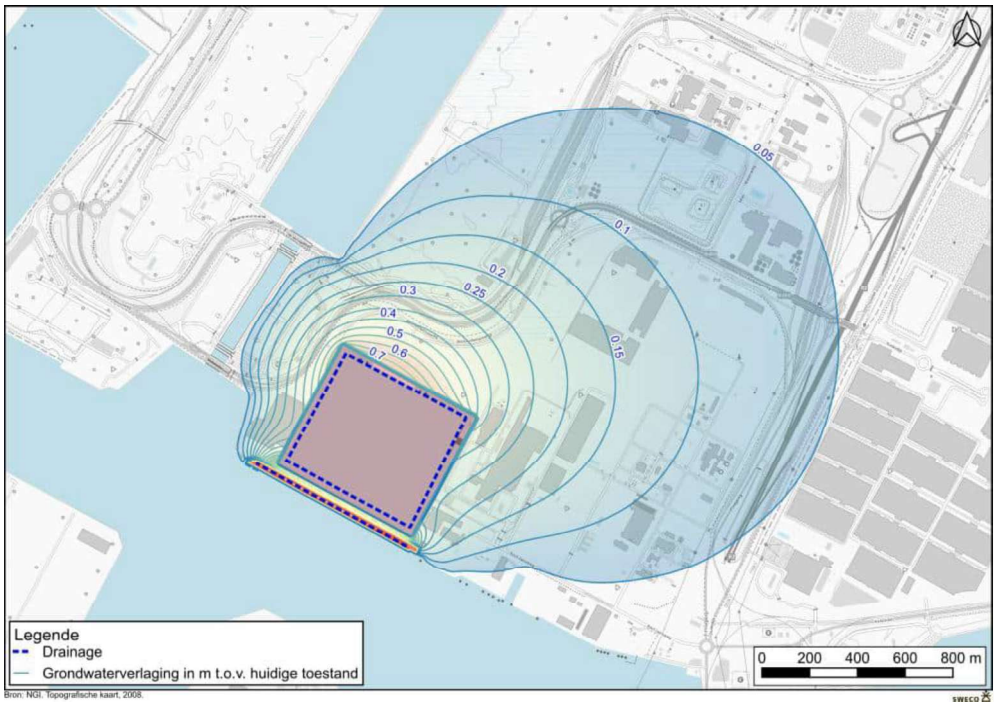
3.2.2.2. Fase 3: Aanvullen/demping dok

Tijdens fase 3, de aanvulling met verontreinigde grond, dient het grondwater binnen en buiten de kleimatten beheerst te worden zodat in den droge gewerkt kan worden. Binnen de CB-wanden wordt een verlaging gerealiseerd tot -15,5 mTAW.Tijdens fase 3 wordt er water met een debiet van 385,5 m²/d opgepompt uit de kofferdam. Daarnaast wordt er in het dok 773,6 m³/d neerslag weggepompt en is er een lekdebiet van 35 m³/d. Tijdens de verlaging van -14,5 tot -15,5 mTAW worden de kleimatten in zones aangelegd. Hiervoor wordt een debiet van +- 300 m³/d geschat. Het maximale debiet tijdens fase 3 bedraagt dus 1.500 m³/dag. Er wordt gerekend dat dit debiet ca. 1 jaar nodig is om de kleimatten te leggen en hoog genoeg aan te vullen met verontreinigde grond. Daarna is de aanvulsnelheid van de grond hoger dan de stijgsnelheid van het water ten gevolge lekdebiet en neerslag. Echter om rekening te houden met intense neerslag die niet volledig kan infiltreren in de aanvulling (door aanvulling met klei/veen) wordt een extra volume in rekening gebracht van 773,6 m³ neerslag/dag voor een periode van 3 jaar. Dit brengt het totale volume tijdens fase 3, voor een duurtijd van 4 jaar, op 1.394.592 m³.

Fase 3: Aanvullen/demping dok			
Initiële verlaging in dok voor aanleggen kleimatten + begin aanvulling			
Max debiet	1.500,00	m³/dag	max debiet verlagen tot -15,5 mTAW (in werk zones)
duurtijd	365,00	dagen	6 maand bouwputgrond droog en 6 maand droog genoeg blijft om aan te vullen in droog getrokken vlakken, daarna mag grondwater stijgen
volume	547.500,00	m³	
Verwijderen van neerslag tijdens aanvulling			
Max debiet	774	m³/dag	extra volume voor verwijderen neerslag uit verontreinigde grond (worstcase ivm klei/veen lagen) 3 jaar aan 774 m³/dag
duurtijd	3 jaar		
extra volume	847.092.00	m³	
Totale duurtijd	4 jaar		
Totaal volume	1.394.592.00	m³	

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666



Figuur 18: Maximale invloedstraal tijdens fase 3. Verlaging in de kofferdam is 2,7 m t.o.v rusttoestand. Verlaging in bouwput is 18,2 m t.o.v. huidige toestand.

3.2.2.3. Fase 4: Drainage na afwerking

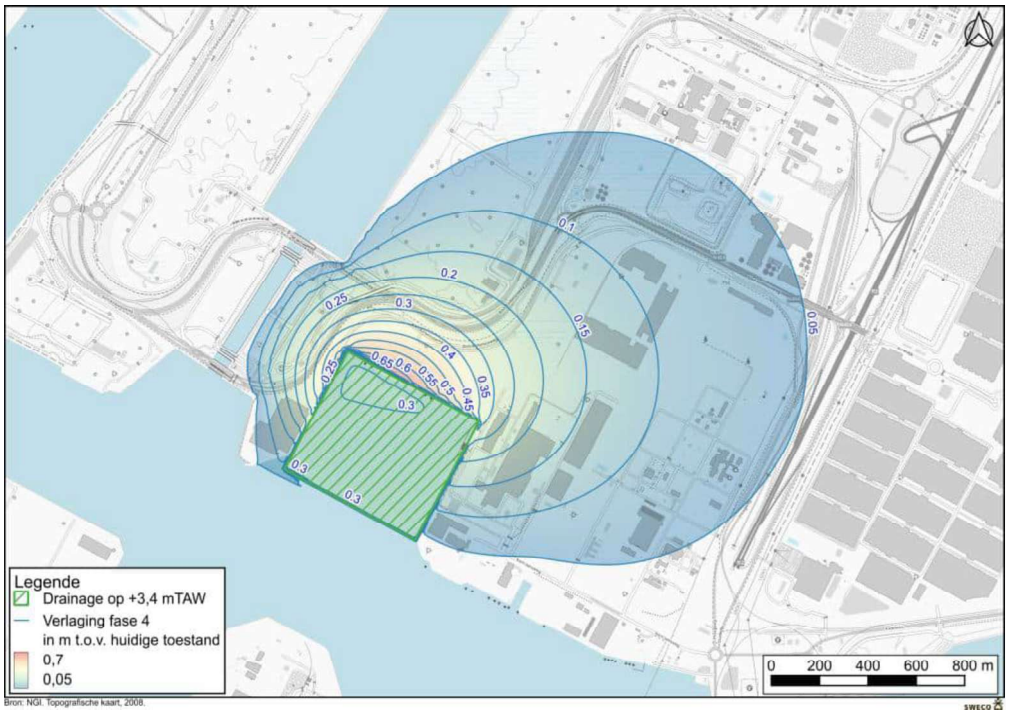
Na afwerking wordt boven de verontreinigde grond een afsluitende laag aangebracht. Hierop wordt een drainagesysteem geïnstalleerd. Als ervan uitgegaan wordt dat het waterpeil in de dokken op +3,7 mTAW staat en een drainage wordt aangebracht op +3,4 mTAW, wordt hier in rusttoestand een lekdebiet berekend van 0,35 m³/dag. Daarnaast dient gemiddeld gezien 773,6 m³/dag aan neerslag te worden afgevoerd. Er wordt maximaal getracht om het gedraineerde water van fase 4 te laten infiltreren in de ondergrond buiten de stortplaats.

In het model werden echter enkel kleimatten en geen folie gesimuleerd. In realiteit zullen beiden aanwezig zijn, waardoor er voldoende garanties zijn dat het zeer beperkte gesimuleerde lekdebiet van 0,35 m³/dag slechts een theoretische waarde is en er in werkelijkheid geen grondwater zal worden aangetrokken. Fase 4 wordt bijgevolg niet als een bemaling beschouwd.

In Figuur 19 zijn de verlagingscontouren weergegeven tijdens fase 4, na installatie van het drainagesysteem. De maximale invloedstraal bedraagt 1.455 m. De grondwaterverlaging ten noorden van het dok is grotendeels te wijten aan het feit dat het waterlichaam ca. 600 m naar het zuiden verplaatst wordt met verschillende wanden tussen.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666



Figuur 19: Invloedstraal tijdens fase 4 met permanente drainage op +3,4 mTAW.

Tabel 4 geeft een samenvatting van de resultaten weer per fase.

TABEL 4: SAMENVATTING MODELRESULTATEN PER FASE

Fase	Maximale invloedstraal (m)	Duurtijd	Maximaal debiet (m^3/dag)	Volume (m^3) inclusief neerslag	Werken
1: bouw kofferdam	0	496 dagen	581,5	288.424	Verlaging oppervlaktewater
2: leegpompen bouwput	1.626	27 dagen	240.000	6.532.447	Leegpompen dok (oppervlaktewater)
3: aanvulling/demping	1.626	4 jaar	1.500	1.394.592	**Bemaling**
4: na afwerking	1.455	-	Gemiddeld 774	-	Drainage regenwater

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

4. Effecten op de omgeving

4.1. Lozingspunt

Het Waasland kanaal ligt het dichtst bij de werken en wordt beschouwd als lozingspunt (zie uitvoeringsplan in Bijlage 3).

4.2. Zettingen

4.2.1. Methodologie

Door de verandering in korrelspanning, ten gevolge van de grondwaterstandverlaging tot onder de laagst gemeten waarde ooit, kunnen zettingen optreden tijdens een bronbemaling. De kans op het optreden van schade ten gevolge van de zettingen is afhankelijk van de **bodemopbouw** (mate van voorkomen van zettingsgevoelige lagen), de **grondwaterstandsverlaging**, de **duur** van de bemaling, de **afstand** tot zettingsgevoelige objecten en de staat van de zettingsgevoelige objecten.

Zettingen ten gevolge van een toename van de effectieve korrelspanning kunnen berekend worden op basis van beschikbare sondeergegevens door middel van de samendrukkingswet van Terzaghi (Raedschelders, 1987):

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{1}{C} \times \ln \frac{\sigma' + \Delta\sigma'}{\sigma'}$$

Met Δh de samendrukking van de grond over een hoogte h bij een spanningstoename $\Delta\sigma'$, h de hoogte van waarover de samendrukking berekend wordt, σ' de heersende korrelspanning voor aanbrengen van belasting $\Delta\sigma'$, $\Delta\sigma'$ de spanningstoename, C de samendrukkingsconstante ($C = \alpha \times \frac{q_c}{\sigma'}$), α de sangleratcoëfficiënt (afhankelijk van de grondsoort) en q_c de conusweerstand.

Enkel de grondlagen waar een grondwaterdaling te verwachten is, dienen meegenomen te worden in de zettingsberekening. M.a.w. een bemaling die uitgevoerd wordt boven een significante kleilaag (bijvoorbeeld Formatie van Boom) zal een verwaarloosbare grondwaterverlaging creëren in de klei. De zettingsberekening stopt dan op de top van deze laag. Zettingen worden berekend tot waar de samendrukking significant is, zijnde tot waar de toename in effectieve spanning $\Delta\sigma'$ meer dan 10% van σ' bedraagt [2].

De samendrukkingsconstante C in de formule van Terzaghi mag gewijzigd worden door een herbelastingsconstante A zolang de optredende verticale korrelspanning op een punt lager is dan die in het verleden geweest is. De verticale korrelspanning kan in het verleden hoger geweest zijn door:

- Een geologische voorbelasting: dit is enkel van toepassing op grondlagen waarop voorheen een dik pakket grond gelegen heeft dat in het verloop der geologische tijden weg geërodeerd is;
- Grondwaterverlagingen welke zich in het verleden reeds hebben voorgedaan (bv. seizoenale grondwatervariaties of eerdere bemalingen).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Op basis van literatuurwaarden en na overleg met WTCB kan gesteld worden dat:

- $A = 1 \times C$ voor veen;
- $A = 3 \times C$ voor kleiige lagen;
- $A = 4 \times C$ voor lemige lagen;
- $A = 8 \times C$ voor zandige lagen.

Het effect van een zekere voorbelasting van de grond is vaak aanzienlijk in de berekende zettingen. Het is dus van belang dat dit wordt meegenomen in de berekeningen.

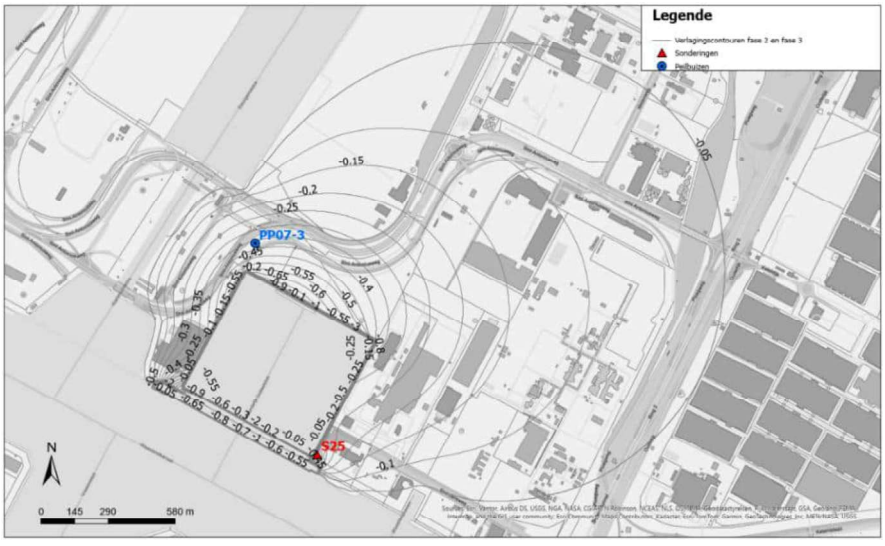
4.2.2. Resultaten

De zettingsberekeningen zijn uitgevoerd in de stabiliteitsnota NID (bijlage 15 van het BSP). Daar werden voor 4 sonderingen (S19, S20, S22 en S25) gelegen rond het noordelijk Insteekdok de zettingen bepaald. De zettingen werden berekend voor verschillende waterverlagingen om zo de kritische verlaging te bepalen vanaf wanneer er zettingen optreden die de limietwaarde van 20mm overschrijden. Er werd gevonden dat met een waterverlaging tot 1,3m (i.e. +1,3 mTAW) de zettingen binnen de toelaatbare grenzen blijven (Sondering S25 is maatgevend).

TABEL 5: RESULTATEN ZETTINGSBEREKENINGEN

Sondering	Maaiveld (mTAW)	Grondwaterpeil (mTAW)	Bemalingspeil (mTAW)	Zetting t.h.v. bemaling (mm)
S25	+6,30	+2,60	+1,30	+16,64

Aangezien gewerkt zal worden binnen waterremmende wanden zijn geen significante waterverlagingen buiten de bouwput ten gevolge de bemaling te verwachten. Op de kaart met de verlagingscontouren (Figuur 20) is te zien dat de maximale verlaging beperkt blijft tot 70cm. Met deze verlaging blijven de zettingen onder de limietwaarde.



Figuur 20: Kaart met verlagingscontouren, sondering S25 en peilbuis PP07-3 (waarop berekeningen van zettingen gebaseerd zijn).

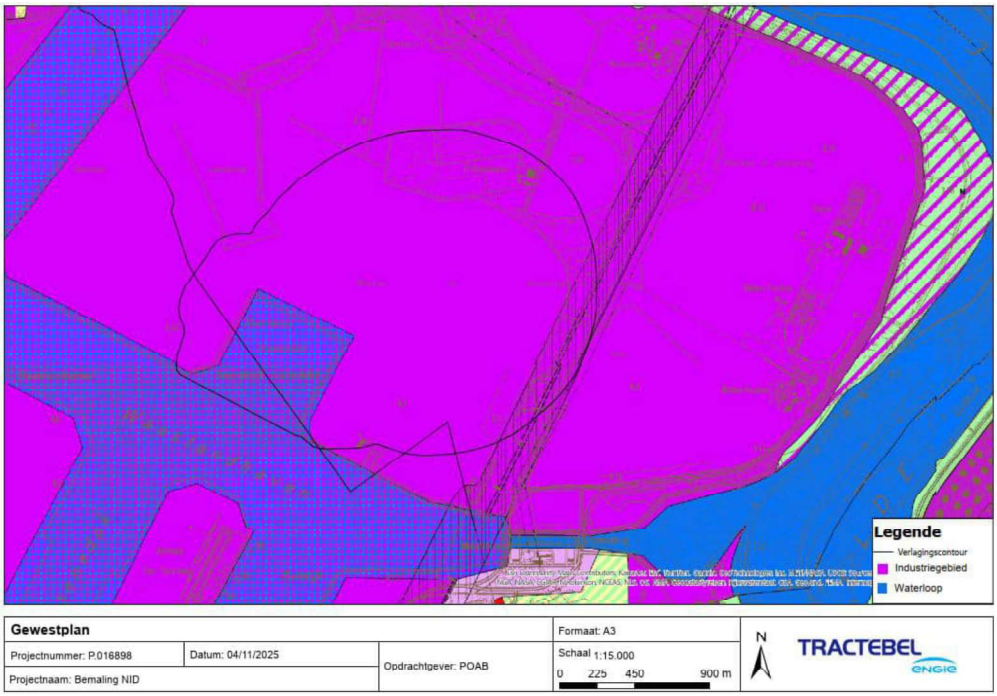
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

4.3. Bijzondere beschermende gebieden en verzilt gebied

4.3.1. Groen, natuurontwikkelings-, park en bosgebied

Op het gewestplan in Figuur 21 is te zien dat de bemalingswerken worden uitgevoerd in een waterloop en in industriegebied. De gewestelijke RUP deelt het terrein in als 'bedrijventerrein'.



Figuur 21: Gewestplan.

4.3.2. Beschermde duingebieden

De bemaling wordt niet uitgevoerd in een beschermd duingebied.

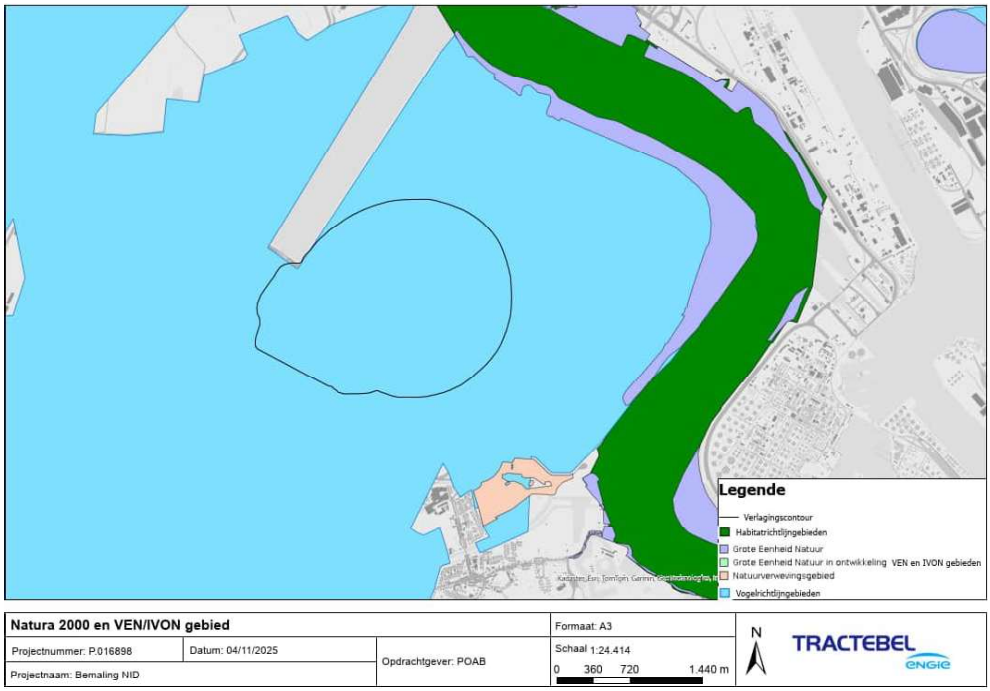
4.3.3. Speciale beschermingszones (Natura 2000) en VEN/IVON gebied

De bemaling en de invloedstraal zijn gelegen binnen vogelrichtlijngebied. De inrichting van de natuurcompensatiegebieden van het overkoepelende project houdt rekening met de doelstellingen van het habitatrichtlijngebied en het vogelrichtlijngebied (zie sectie 1.1.1.6. in het BSP).

Er vallen geen habitatrichtlijngebied en VEN/IVON gebieden binnen de invloedstraal van de bemaling.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

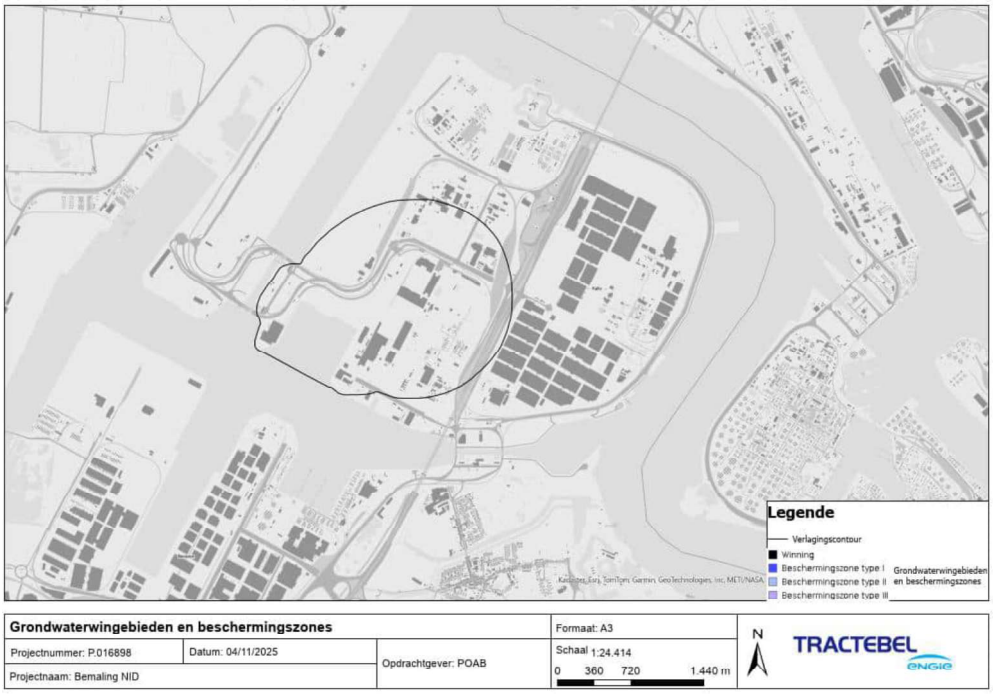
Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666



Figuur 22: Speciale beschermingszones.

4.3.4. Grondwaterwingebieden en beschermingszones

De invloedstraal van de bemaling reikt niet tot in grondwaterwingebieden en beschermingszones.



Figuur 23: Grondwaterwingebieden en beschermingszones.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

4.3.5. Biologische waarderingskaart

Op basis van de biologische waarderingskaart en de ecotoopkwetsbaarheid voor verdroging worden vijf zones gedefinieerd die binnen de invloedstraal van de bemaling vallen (Tabel 6).

Ter hoogte van zones A, B, C en D is de impact van de bemaling te verwaarlozen.

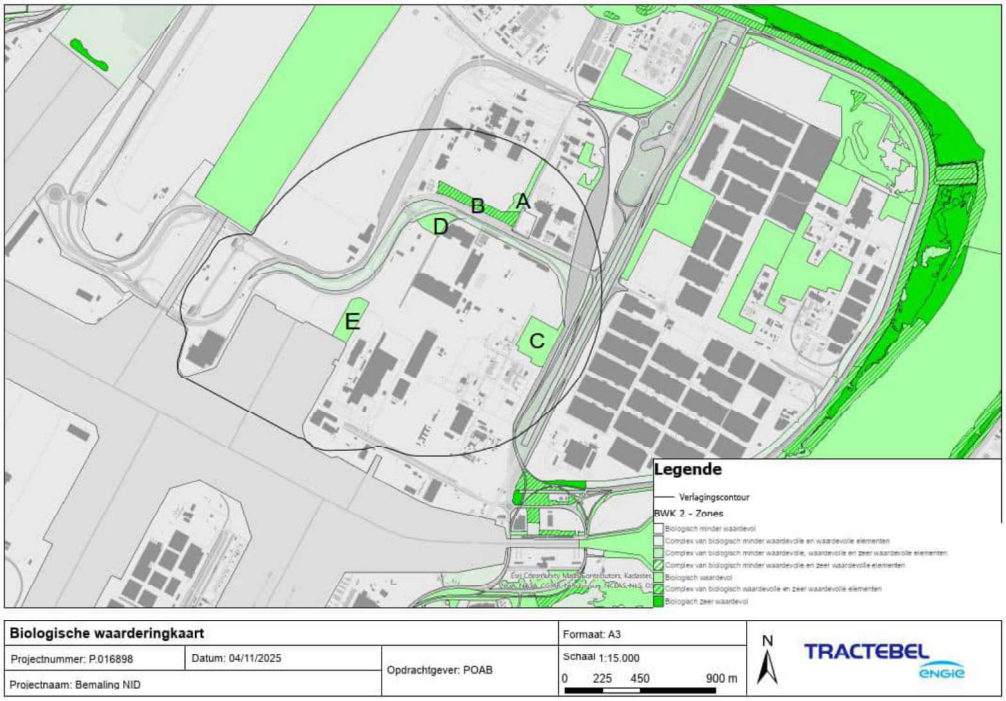
Zone E ligt in een gebied waar de verlaging max. 60 cm is. Op de ecotoopkwetsbaarheidskaart voor verdroging worden deze zones ingetekend als zijnde weinig kwetsbaar voor verdroging. Er dient dus geen natuurtoets opgesteld te worden.

TABEL 6: EVALUATIE VAN DE BIOLOGISCHE WAARDERINGSKAART.

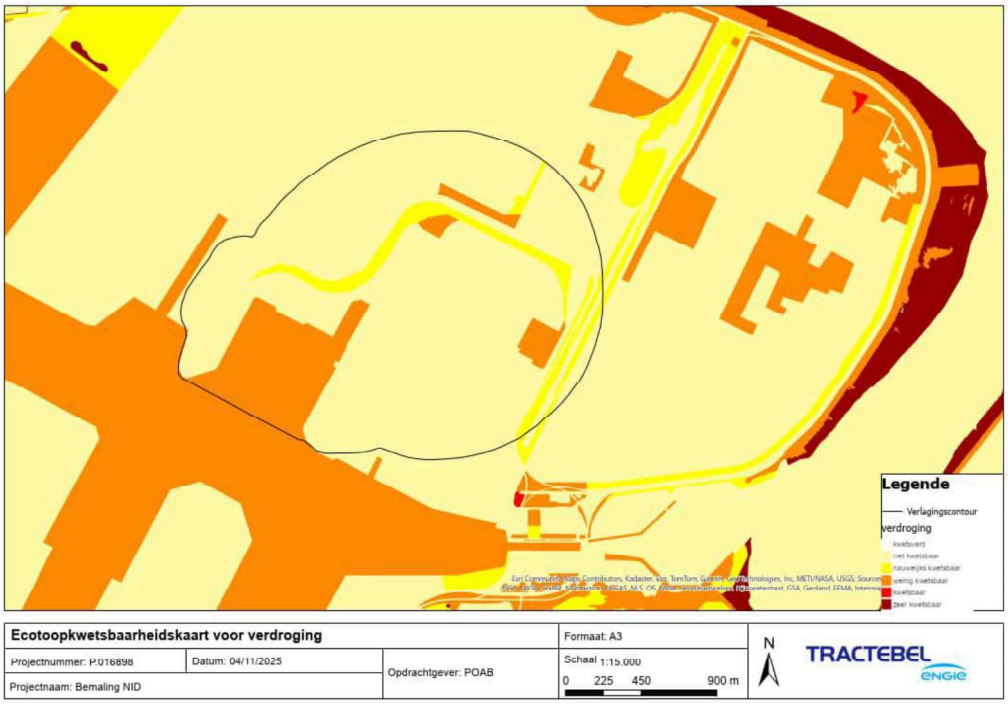
Zone	BWK (Figuur 24)	Vegetatietype	Kwetsbaar voor verdroging (Figuur 25)	Verlaging grondwater (m) (Figuur 18)	Conclusie in huidige studie
A	Biologisch waardevol	Ruigte of pioniersvegatatie	Nauwelijks kwetsbaar	-0,05 tot -0,1	Verlaging van het grondwater is zeer klein dus impact bemaling is te verwaarlozen
B	Complex en biolgoisch waardevol en zeer waardevolle elementen	Ruigte of pioniersvegatatie	Weinig kwetsbaar	-0,05 tot -0,1	Verlaging van het grondwater is zeer klein dus impact bemaling is te verwaarlozen
C	Biologisch waardevol	Ruigte of pioniersvegatatie	Weinig kwetsbaar	-0,05 tot -0,1	Verlaging van het grondwater is zeer klein dus impact bemaling is te verwaarlozen
D	Biologisch waardevol	Ruigte of pioniersvegatatie	Weinig kwetsbaar	-0,1	Verlaging van het grondwater is zeer klein dus impact bemaling is te verwaarlozen
E	Biologisch waardevol	Ruigte of pioniersvegatatie	Weinig kwetsbaar	-0,3 tot -0,6	Geen negatieve impact verwacht gezien de verlaging 30 – 60 cm bedraagt en het gebied weinig kwetsbaar is voor verdroging.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666



Figuur 24: Biologische waarderingskaart.



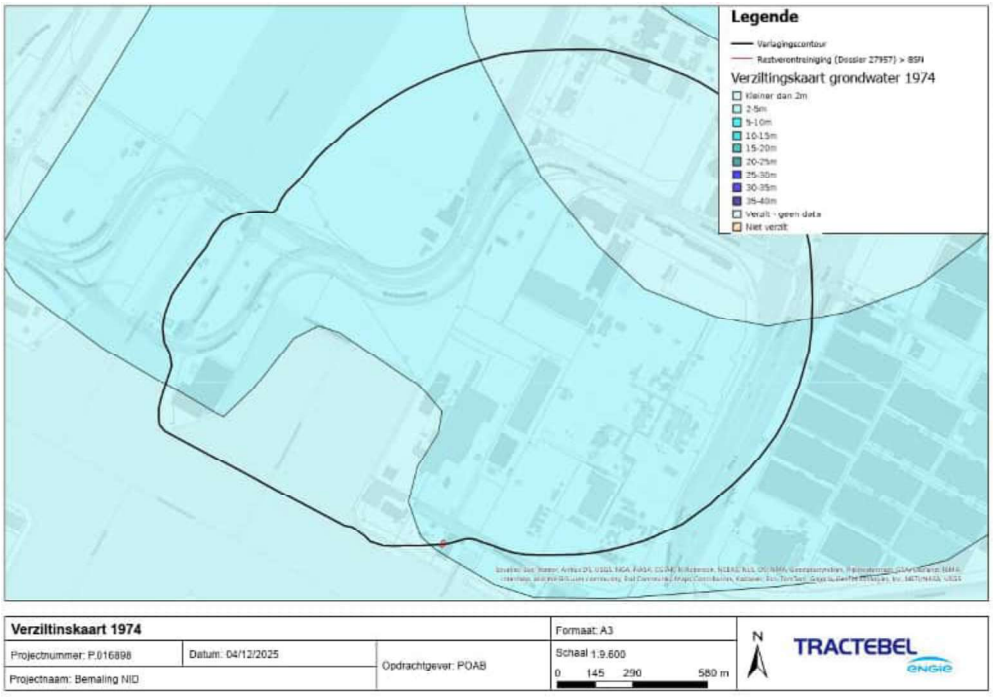
Figuur 25: Ecotoopkwetsbaarheid voor verdroging.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

4.3.6. Verziltingskaart

Zoals te zien is in Figuur 26, ligt de zoet-zout watergrens ter hoogte van het projectgebied op 0-5 m-mv. Gezien de grondwaterstand op 2-3 m-mv ligt, betekent dit dat er nauwelijks zoet water aanwezig is en het gebied dus reeds verzilt is. Er worden bijgevolg geen negatieve effecten van de bemaling op het zoet-zout waterevenwicht verwacht.



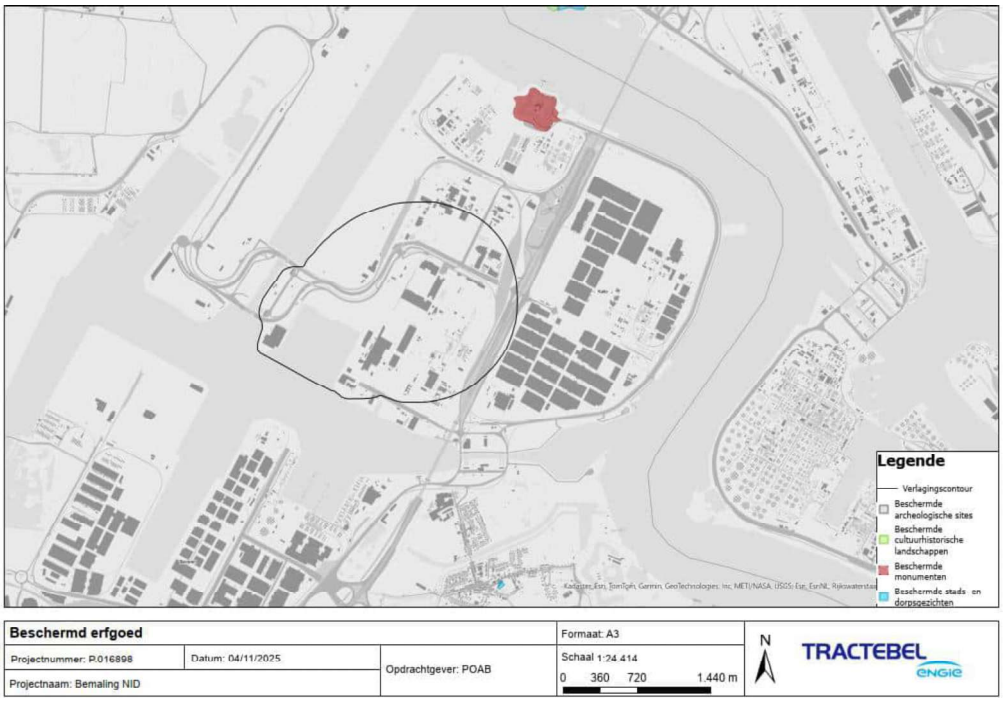
Figuur 26: Verziltingskaart.

4.3.7. Cultuurhistorisch landschap, stads- of dorpsgezicht, monument of archeologische zone

Het is niet toegestaan om beschermde landschappen, stads- of dorpsgezichten, monumenten en archeologische zones te ontsieren, beschadigen, vernielen of op een andere manier de erfgoedwaarden aan te tasten. Figuur 27 toont aan dat er geen beschermd onroerend erfgoed binnen de invloedstraal van de bemaling ligt.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666



Figuur 27: Cultuurhistorisch landschap, stads- of dorpsgezicht, monument of archeologische zone.

4.3.8. Bestaande grondwaterwinningen

Er vallen bestaande grondwaterwinningen binnen de invloedstraal van de bemaling (Figuur 28). Tabel 7 bevat hierover meer informatie. 6 van de 8 grondwaterwinningen betreffen bemalingen die noodzakelijk zijn voor de aanleg van nutsvoorzieningen of voor andere werken (rubriek 53.2 en rubriek 53.5). Voor deze grondwaterwinningen is er dus geen probleem. Twee grondwaterwinningen (nummers 5 en 6) vallen onder rubriek 53.8 (grondwaterwinningen voor andere doeleinden). Gezien de grote diepte (30 – 110 m-mv) van deze grondwaterwinningen, zullen ook deze niet droog komen te staan.

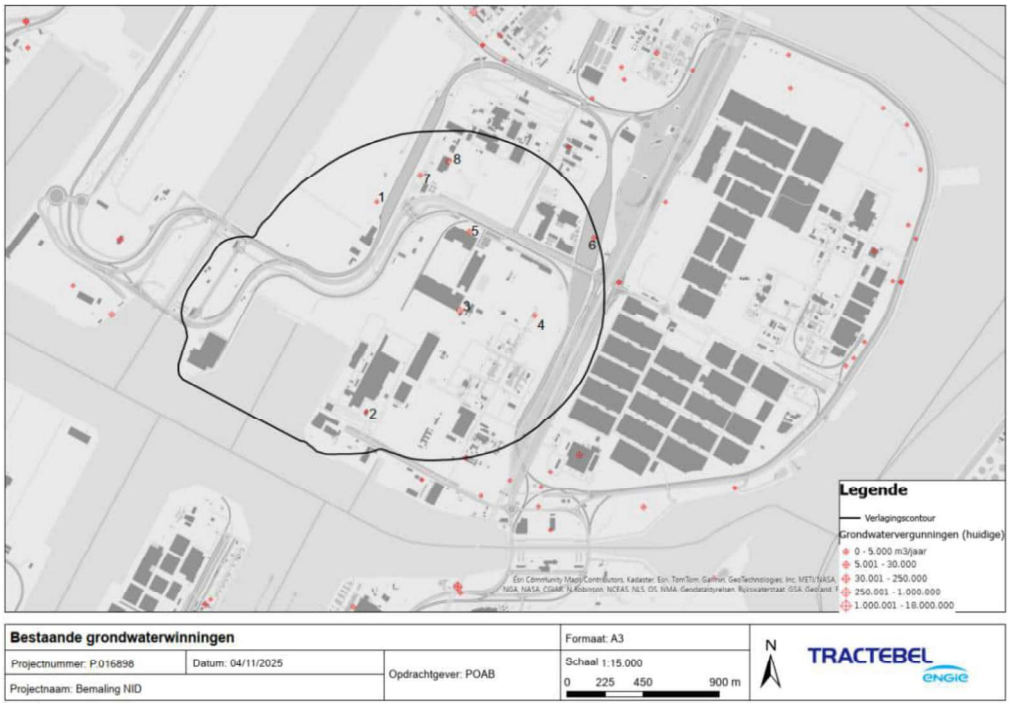
TABEL 7: GEGEVENS VAN DE GRONDWATERWINNINGEN BINNEN DE INVLOEDSTRAAL VAN DE BEMALING.

Nummer	Installatie	Vlaremrubriek	Vergund jaardebiet (m^3/jaar)	Aquifer (vergunning)	Vergunde diepte (m-mv)
1	20210831-0047	53.2.2.a)<25	4.206	0100: Quartaire aquifersystemen	3.00
2	20240111-0010	53.2.2.a)<25	3.013	A0100: Quartaire Aquifersystemen	6
3	20171204-0013	53.5.2<25	300.000	A0200: Kempens Aquifersysteem	1
4	20190222-0039	53.2.2.a)<25	25.124	A0100: Quartaire Aquifersystemen	3,5
5	/	53.8.2<17	5.636	A0400: Oligoceen Aquifersysteem	110

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Nummer	Installatie	Vlaremrubriek	Vergund jaardebiet (m^3/jaar)	Aquifer (vergunning)	Vergunde diepte (m-mv)
6	/	53.8.2	12.500	A0250: Mioceen Aquifersysteem	30
7	20200417-0044	53.2.2.a)<25	25.000	A0100: Quartaire Aquifersystemen	/
8	20180710-0121	53.2.2.b)2<25	108.000	A0100: Quartaire Aquifersystemen	3,5



Figuur 28: Vergunde grondwaterwinningen.

4.3.9. Samenvatting

De impact op bijzondere beschermde gebieden en verzilt gebied worden samengevat in Tabel 8.

TABEL 8: SAMENVATTING VAN DE IMPACT OP BIJZONDERE BESCHERMDE GEBIEDEN EN VERZILT GEBIED.

Sectie	Duiding
Groen, natuurontwikkelings-, park en bosgebied (Gewestplan)	De bemaling valt niet binnen natuurgebied.
Beschermde duingebieden	Niet van toepassing

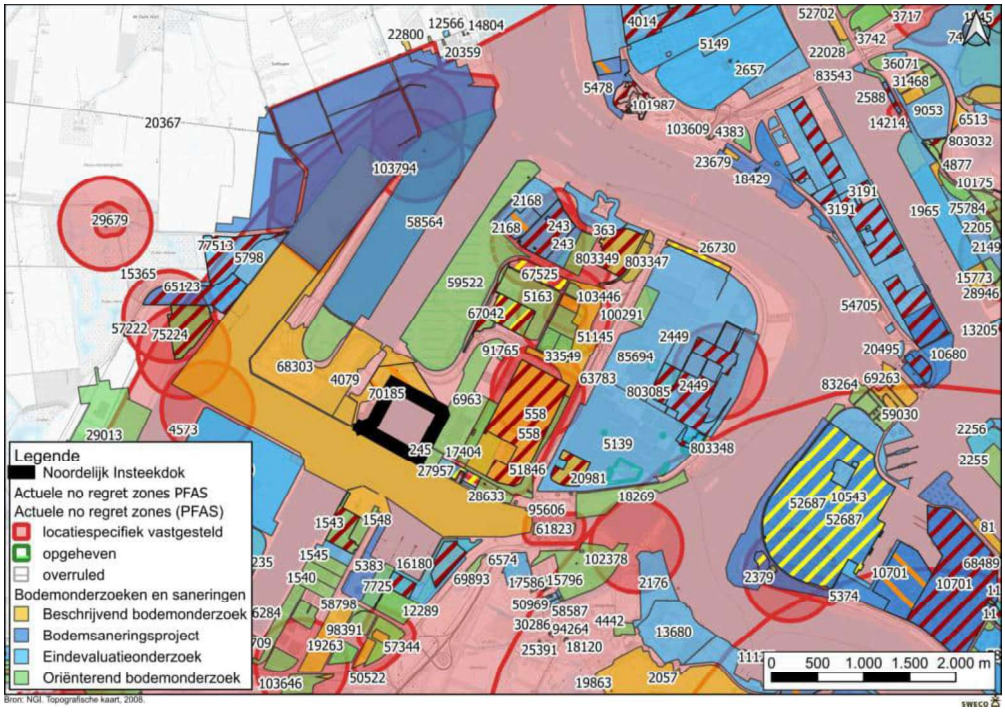
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Sectie	Duiding
Speciale beschermingszones (Natura 2000) en VEN/IVON gebieden	De bemaling valt enkel binnen vogelrichtlijngebied. De inrichting van de natuurcompensatiegebieden van het overkoepelende project houdt rekening met de doelstellingen van het habitatrichtlijngebied en het vogelrichtlijngebied (zie sectie 1.1.1.6. in het BSP).
Grondwaterwingebieden en beschermingszones	Niet van toepassing
Biologische waarderingskaart en Ecotoopkwetsbaarheidskaart voor verdroging (INBO)	Er dient geen natuurtoets opgesteld te worden.
Verziltingskaart	Niet van toepassing
Cultuurhistorisch landschap, stads- of dorpsgezicht, monument of archeologische zone	De invloedstraal bereikt geen landschappen bestempeld als monument en cultuurhistorisch landschap.
Vergunde grondwaterwinningen	De invloedstraal bereikt 8 grondwaterwinningen, maar heeft hier geen nadelige impact op.

4.4. Grondwaterverontreinigingen PFAS verkenner

Het risico op PFAS verontreiniging kan getoetst worden met de actuele no regret zones. Deze zones geven weer waar actuele no regret-maatregelen gelden. Indien screening of verkennend onderzoek concludeert dat er geen risico op PFAS verontreiniging is, worden de preventieve maatregelen opgeheven. De volledige werkzone is gelegen binnen een no regret zone (Figuur 29).



Figuur 29: OVAM-dossiers en PFAS-no regret zones in de buurt van de bemaling (Vlaamse Overheid, 2024).

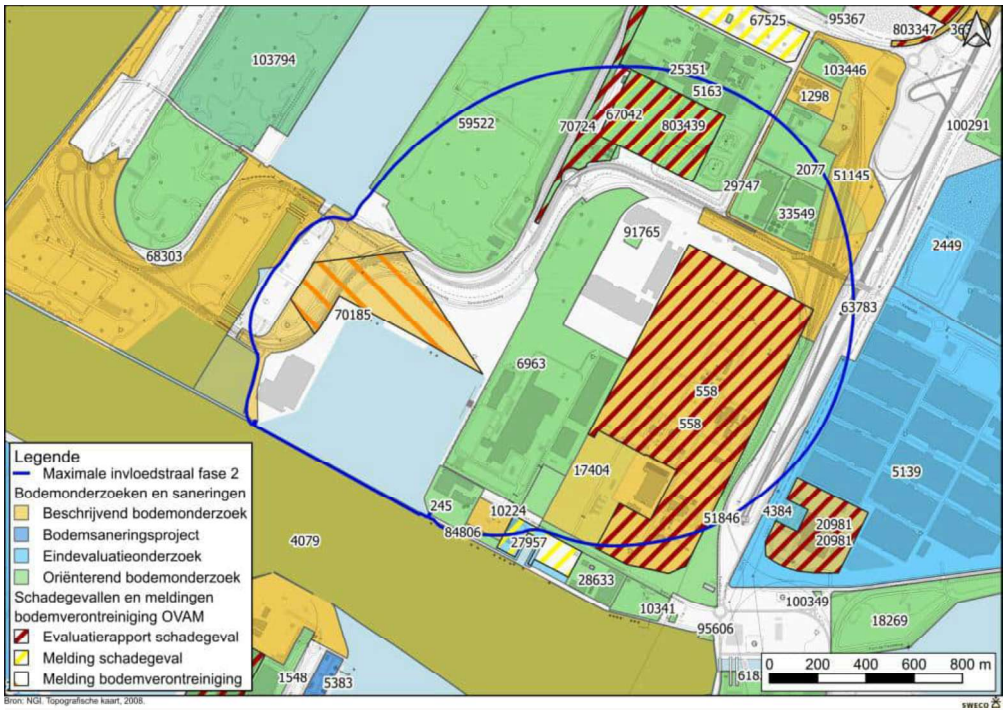
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

4.5. Overige grondwaterverontreinigingen

4.5.1. Verontreinigingen in het grondwater

De invloedstraal van de bemaling reikt tot verschillende gekende OVAM-dossiers (Figuur 30). De invloed op de OVAM dossiers werd nagegaan door gebruik te maken van *particle tracking* via de MODPATH module in het grondwatermodel. Bij deze techniek worden de stroombanen van waterdeeltjes (partikels) ter hoogte van de OVAM dossiers berekend, zoals wordt beschreven in de bemalingsrichtlijnen van 2021 (Vlaamse Milieumaatschappij, 2021). Deze berekening wordt gedaan voor de situatie met en zonder bemaling. Voor beide situaties wordt per OVAM-dossier de verplaatsing over eenzelfde periode nagegaan. Er wordt aangenomen dat de bemaling een significante invloed heeft als de stroomsnelheid in de situatie met bemaling verdubbelt t.o.v. de situatie zonder bemaling of als de partikels opgepompt worden. Bij deze berekeningen wordt geen rekening gehouden met retardatie, diffusie, afbraak en/of chemische reacties en is dus een conservatieve benadering.



Figuur 30: OVAM-dossiers binnen de invloedstraal van de bemaling.

Op basis van een screening van de dossiers binnen de invloedstraal van de bemaling werd nagegaan of er relevante grondwaterverontreinigingen (> BSN) aanwezig zijn. Een kaart met deze verontreinigingen wordt weergegeven in Bijlage 1. Hieronder wordt een beknopt overzicht gegeven van de verontreinigingen per dossier.

Ter hoogte van dossier **6963** werd in een OBO (2013) arseen in het grondwater aangetroffen. Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als een historische verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door opspuitingen van het terrein met baggerzand van 1975 tot 1988. Verder onderzoek is niet noodzakelijk.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Ter hoogte van dossier **2077** wordt een verontreiniging van zware metalen in het grondwater vastgesteld. Het betreft een historische verontreiniging aangezien deze gelinkt is aan de ophoging door zandopspuiting begin 1990.

Ter hoogte van dossier **245** werd in 2016 en 2020 een oriënterend bodemonderzoek uitgevoerd. Er werden voor cyanide in een aantal peilbuizen verhoogde concentraties in het grondwater vastgesteld (max. 130 µg/l). Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als een historische verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door ophoging die plaatsgevonden heeft in de jaren 70. Bijkomend onderzoek wordt niet noodzakelijk geacht.

Ter hoogte van dossier **27957** werd een sanering uitgevoerd voor een historische verontreiniging met VOCl's in het grondwater. Het eindevaluatieonderzoek dat opgesteld werd in 2015 besluit dat er na de sanering nog een restverontreiniging achterblijft met gechloreerde solventen, meer bepaald vinylchloride (overschrijding TSW) en 1,2-dichlooretheen (overschrijding richtwaarde). De vastgestelde verontreiniging vormt geen ernstige bodemverontreiniging. Er zijn in het kader van het EEO geen bijkomende maatregelen noodzakelijk.

Ter hoogte van dossier **10224** komt een gemengd, overwegend historische bodemverontreiniging (60% historisch) voor met minerale olie in het grondwater. De verontreiniging is ontstaan op dit perceel. Het betreft een overwegend historisch verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door de activiteiten van de asfaltcentrale sinds 1989 (de verontreiniging werd gemeten in 1999). Er is voor het grondwater geen noodzaak tot bodemsanering. Er wordt in dit BBO (2015) tevens vermeld dat het perceel ter hoogte van dit dossier (perceel 43D) een verspreidingsperceel betreft voor de voorgenoemde VOCl verontreiniging ter hoogte van dossier **27957.** Het verspreidingsperceel 43 D heeft in het EEO (2015) echter een P-zin gekregen, wat betekent dat er geen risico uitgaat van de verontreiniging en er geen verder onderzoek noodzakelijk is.

Ter hoogte van dossier **70724** werd ammonium in het grondwater veroorzaakt door de activiteiten van NPG Energy NV. Er wordt in het OBO besloten dat geen verder onderzoek noodzakelijk is.

Ter hoogte van dossier **29747** worden verhoogde concentraties waargenomen voor PFAS in het grondwater. Het betreft een nieuwe verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door de blusactiviteiten in 2019. Uit het verkennend bodemonderzoek blijkt dat er geen duidelijke aanwijzing is dat de verhoogde concentraties een ernstige bodemverontreiniging vormen voor mens of milieu. Bijgevolg is er geen verder onderzoek noodzakelijk.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Ter hoogte van dossier **558** werden reeds heel wat bodemonderzoeken uitgevoerd. In het OBO van 2015 en in het OBO van 2019 werden concentraties boven de bodemsaneringsnorm vastgesteld voor volgende zware metalen: chroom III, nikkel, zink en arseen. Deze verontreinigingen worden als historische verontreinigingen beschouwd aangezien zij gerelateerd zijn aan ophogingslagen die werden aangebracht voor 1989. Voor deze verontreinigingen is geen BBO nodig. Daarnaast werd in het OBO van 2023 een aantal verontreinigingen met PFAS in het grondwater vastgesteld. Één verontreiniging betreft een gemengd overwegend nieuwe verontreinigingen (74%) aangezien deze gerelateerd is aan de brandweervoorziening in de periode 1989-2012. Een tweede verontreiniging met PFAS in het grondwater betreft een gemengd overwegend historische verontreiniging (86%) omdat deze veroorzaakt werd door brandweeroefeningen in de periode 1989-1996. Een derde verontreiniging betreft een gemengd overwegend nieuwe verontreiniging (74%) omdat deze veroorzaakt werd door een waterzuivering in de periode 1989-2012. Voor al deze verontreinigingen met PFAS in het grondwater is een BBO noodzakelijk.
Ten slotte werd er in dit OBO een verontreiniging vastgesteld met zware metalen (zink en arseen) in het grondwater verspreid over het terrein. Deze verontreiniging is gelinkt aan de ophoging van het terrein en nivellering met zand afkomstig van de waterinfrastructuurwerken. Een BBO is niet noodzakelijk voor deze verontreiniging.

Ter hoogte van dossier **5163** wordt verspreid over het terrein PFAS, zink en chloride in het grondwater teruggevonden waarvoor een beschrijvend bodemonderzoek noodzakelijk is. Het betreft nieuwe verontreinigingen. De verontreinigingen worden gelinkt aan de activiteiten van het afvalverwerkend bedrijf op deze locatie.

Ter hoogte van dossiers **4079, 70185, 17404, 67042, 803439, 59522, 51145 en 51846** werden geen verontreinigingen in het grondwater met concentraties boven de bodemsaneringsnorm (BSN) vastgesteld of vallen de aanwezige grondwaterverontreinigingen buiten de invloedstraal van de bemaling. Bijgevolg wordt besloten dat voor deze dossiers geen verdere maatregelen noodzakelijk zijn.

4.5.2. Bijkomend veldwerk

Er werden vier peilbuizen bemonsterd op de projectlocatie, ter bepaling van de algemene grondwaterkwaliteit (Tabel 9). Volgende parameters werden geanalyseerd:

- SAP (zware metalen, VOCl, BTEX en minerale olie);
- Ijzerpakket;
- PFAS;
- pH en EC.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

TABEL 9: GEGEVENS GRONDWATERSTAALNAME EN GELEIDBAARHEID.

Peilbuis	Filterstand (m-mv)	Datum plaatsing	Datum staalname	Geleidbaarheid (µS/cm)	pH
PB5	6 - 7	07/02/2023	22/02/2023 13/03/2023 (PFAS)	4.900	6,7
PB6	11,1 – 12,1	08/02/2023	22/02/2023 13/03/2023 (PFAS)	2.900	7,3
PB7A	11 – 12	13/02/2023	22/02/2023 13/03/2023 (PFAS)	1.500	7,2
PB8D	3 - 4	09/02/2023	22/02/2023 13/03/2023 (PFAS)	660	7,4

Volgende overschrijdingen van de milieukwaliteitsnormen grondwater (grondwaterlichaam KPS_0160_GWL_3) werden vastgesteld.

TABEL 10: OVERSCHRIJDINGEN VAN DE MILIEUKWALITEITSNORM GRONDWATER.

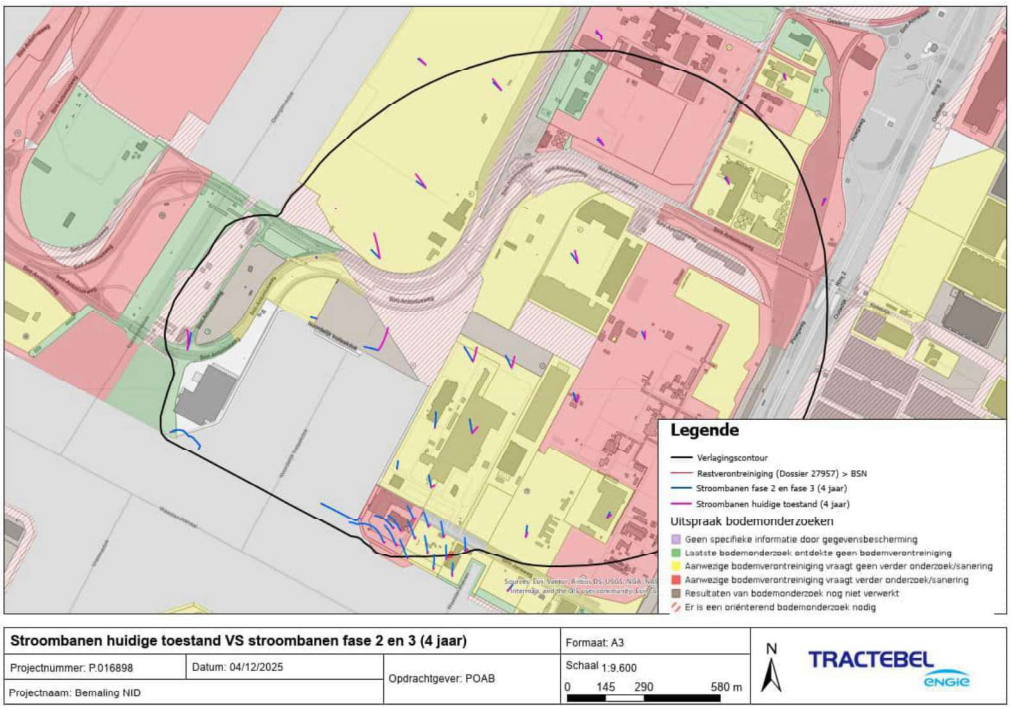
	PB 5	PB6	PB7A	PB8D	MKN GW	Eenheid
ijzer	-	-	38	-	20	mg/L
PFBA	140	31	45	28	10	ng/L
PFPeA	29	-	19	-	10	
PFHxA	59	11	24	-	10	
PFOA lineair	-	53	45	-	10	
PFOA totaal	-	56	64	-	50	
PFBS	31	17	57	-	10	
PFHxS lineair	-	19	89	-	10	
PFHxS totaal	-	-	100	-	50	
PFBSA	16	-	-	-	10	
Som 20 EU DWRL	270	110	340	-	-	

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

4.5.3. Stroombanen tijdens bemaling

De stroombanen tijdens fase 2 en fase 3 worden gesimuleerd in modellaag 5 voor een duur van 4 jaar (1.460 dagen), Figuur 31.



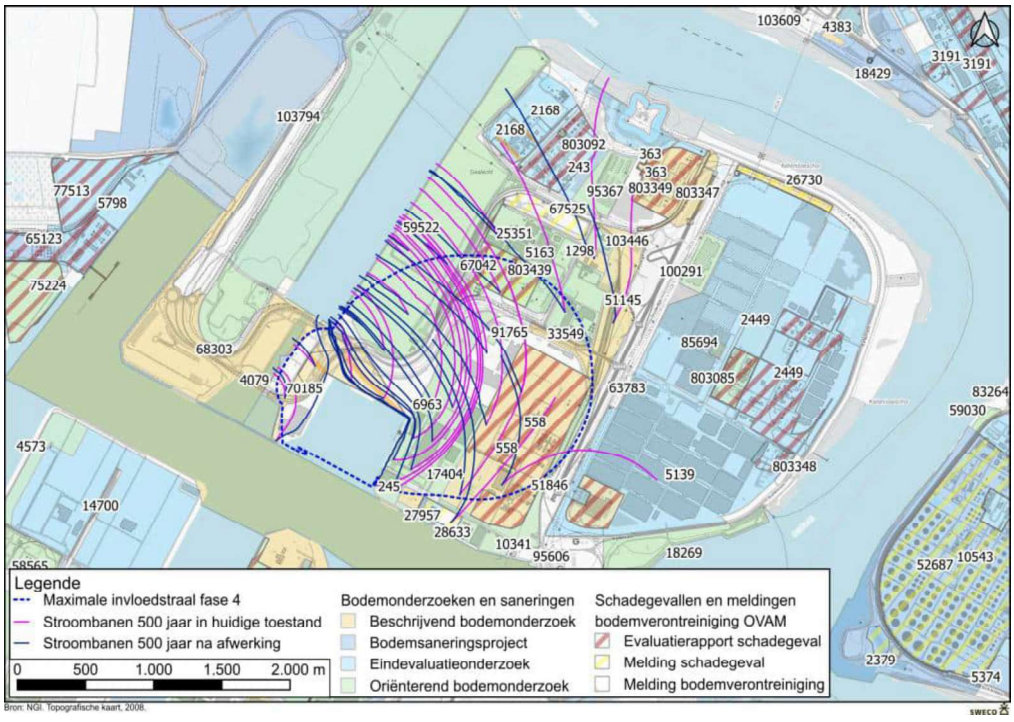
Figuur 31: Stroombanen huidige toestand versus stroombanen fase 2 en fase 3 (4 jaar).

4.5.4. Stroombanen na afwerking

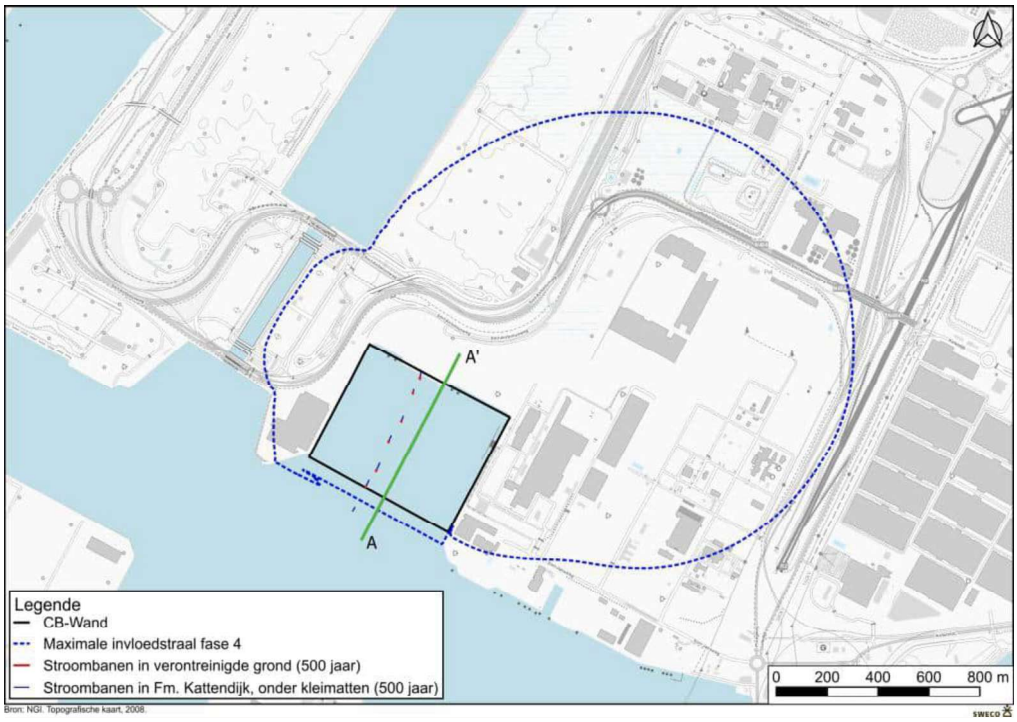
De stroombanen na afwerking werden berekend voor partikels zowel buiten de wand als in de verontreinigde gronden binnen de CB-wand. Binnen de CB-wand werden partikels gesimuleerd in model laag 3 op 3 verschillende hoogtes in de cel. Daarnaast werden in model laag 9 partikels geplaatst in het midden van de cel. De stroombanen werden berekend voor een periode van 182.500 dagen = 500 jaar. In Figuur 32 is een bovenaanzicht van de stroombanen te zien buiten de CB-wanden. Figuur 33 geeft een bovenaanzicht van de stroombanen binnen de CB-wanden voor een periode van 500 jaar. De stroombanen binnen de CB-wanden zijn ook weergegeven in een dwarsdoorsnede door het model in Figuur 34.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666



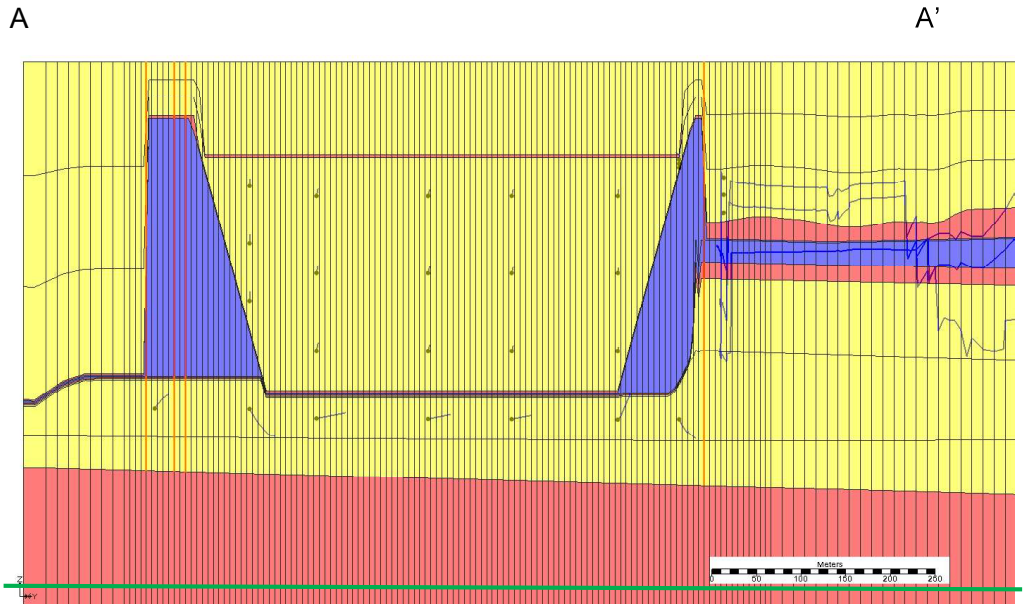
Figuur 32: Stroombanen over een periode van 500 jaar. Blauw na afwerking. Roze in huidige situatie.



Figuur 33: Stroombanen binnen de CB-wanden voor een periode van 500 jaar.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666



Figuur 34: Stroombanen berekend over 500 jaar van particles met startlocaties in de vervuilde grond (Laag 3) en in de Formatie van Kattendijk onder de kleimatten (Laag 9).

4.6. Conclusie

Er bevinden zich verschillende grondwaterverontreinigingen binnen de invloedzone van de bemaling.

4.6.1. Regionale verontreinigingen

De verontreinigingen met arseen komen voor op relatief veel locaties binnen de invloedstraal van de bemaling. Deze verontreiniging wordt gerelateerd aan de ophoging van de terreinen met zand. Arseen werd tevens in het bijkomend onderzoek in de diepe peilbuizen teruggevonden in concentraties boven de lozingsnorm (zie analysecertificaten in bijlage 2). Er wordt bijgevolg geadviseerd om voor de parameter mitigerende maatregelen te nemen (zie hoofdstuk 5).

Chroom, koper en nikkel, gerelateerd aan de ophogingslaag, worden in beperktere mate teruggevonden binnen de invloedstraal van de bemaling. Gezien er onder de ophogingslaag een klei-veen complex aanwezig is en er bemaald wordt onder het klei-veencomplex, is het de verwachting dat deze verontreinigingen niet aangetrokken zullen worden. Deze verontreinigingen werden ook niet teruggevonden in de diepe peilbuizen onder het klei-veen complex in het bijkomende onderzoek (zie analysecertificaten in bijlage 2). Er dienen geen mitigerende maatregelen genomen te worden.

PFAS wordt regionaal in relatief hoge concentraties in het grondwater teruggevonden. PFAS werd ook gemeten in concentraties boven de lozingsnorm in het bijkomend onderzoek (zie analysecertificaten in bijlage 2). Er dienen mitigerende maatregelen genomen te worden (zie hoofdstuk 5).

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Voor barium en zink zijn er niet specifiek grondwatermetingen beschikbaar, maar vanuit eerdere projecten binnen het Antwerpse havengebied (Pilootproef Tweede Getijdendok en Europaterminal) is geweten dat de concentratie voor barium en zink in het grondwater regionaal verhoogd zijn. Mogelijks wordt in het effluent de lozingsnorm voor oppervlaktewater overschreden. Er dienen mitigerende maatregelen genomen te worden (zie hoofdstuk 5).

4.6.2. Lokale verontreinigingen

Volgens de particle tracking wordt mogelijks cyanide (max. gemeten concentratie = 130 µg/l ter hoogte van Dossier 245) aangetrokken. Deze max. gemeten concentratie betreft slechts een beperkte overschrijding van de BSN (1,85 x BSN) waardoor verwacht wordt dat deze wegens verdunning geen probleem meer zal vormen. Daarnaast heeft men ook de afschermende werking van de CB-wand die voldoende garanties geeft dat deze beperkte verontreiniging niet tot een overschrijding van de lozingsnorm zal leiden. Er dienen geen mitigerende maatregelen genomen te worden.

In Figuur 31 worden de stroombanen ter hoogte van het EEO van dossier **27957** gesimuleerd. De gesimuleerde particles verplaatsen zich 50 m in fase 3 versus 10 m in rust. Er wordt echter geen rekening gehouden met retardatiefactoren en eventuele afbraak van de componenten. De verplaatsing onder invloed van de bemaling zal dus sowieso minder zijn dan gesimuleerd werd. Gezien de verontreiniging geen nieuwe receptoren (b.v. oppervlaktewater) bereikt, houdt een eventuele beperkte verplaatsing van de contour van de restverontreiniging geen bijkomende risico's in waardoor een nieuwe sanering noodzakelijk zal zijn. Er dienen bijgevolg geen mitigerende maatregelen genomen te worden.

De minerale olie verontreiniging ter hoogte van dossier **10224** wordt volgens de stroombanen in Figuur 31 mogelijks verplaatst onder invloed van de bemaling (50 m tijdens fase 3 versus 10 m in rust). Er wordt echter geen rekening gehouden met retardatiefactoren. Daarnaast gaat van deze verontreiniging geen risico's aangezien in het BBO besloten werd dat sanering niet noodzakelijk is. Een eventuele beperkte verplaatsing van de contour van de verontreiniging zal bijgevolg ook geen extra risico's veroorzaken. Er dienen geen mitigerende maatregelen genomen te worden.

De PFAS verontreiniging die voorkomt ter hoogte van dossier **558** (waarvoor BBO noodzakelijk) wordt niet significant verplaatst (zie Figuur 30 voor locatie dossiers en Figuur 31 voor stroombanen). Er dienen geen mitigerende maatregelen genomen te worden.

De verontreinigingen (PFAS, zink, chloride) ter hoogte van dossier **5163** (waarvoor BBO noodzakelijk) worden niet significant verplaatst (zie Figuur 30 voor locatie dossiers en Figuur 31 voor stroombanen). Er dienen geen mitigerende maatregelen genomen te worden.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

5. Milderende maatregelen

In de huidige paragraaf worden de maatregelen gegeven, met inbegrip van de beste beschikbare technieken, die worden ingezet om de effecten op het watersysteem te voorkomen of te beperken.

5.1. Beperken van het te onttrekken grondwater

Door het toepassen van een peilgestuurde bemaling wordt enkel het grondwater onttrokken dat nodig is om de werken uit te voeren. Wanneer de te realiseren peilen bereikt zijn worden de pompen automatisch uitgeschakeld.

Om de impact van de bemaling te beperken, heeft de VMM de bemalingscascade uitgewerkt. De bemalingscascade bestaat uit vier verschillende stappen (Figuur 35), conform de code van goede praktijk en VLAREM artikel 5.53.6.1.1.



Figuur 35: Schema bemalingscascade.

5.1.1. Stap 1: Beperking volume en debiet (duurtijd, peil, retour ...)

In eerste instantie werd er geopperd om de bemalingsfasering zo efficiënt mogelijk op te stellen zodat de duur, en dus ook het opgepompte debiet, beperkt wordt. In het ontwerp zijn, waar mogelijk, de dieptes van de uitgravingen beperkt zodoende er zo weinig mogelijk bemaling nodig is.

Om niet dieper te bemalen dan noodzakelijk zal er een automatische sturing voorzien worden op de bemalingsinstallatie. Daarnaast wordt er een kofferdam met damwanden geplaatst en wordt de bouwput omringd door CB-wanden.

5.1.1.0. Retourbemaling onder druk

Bij retourbemaling wordt het bemalingswater dat wordt opgepompt terug in de ondergrond gebracht. In Vlaanderen is dit alleen toegestaan in **dezelfde watervoerende laag,** en bovendien mag het water **niet verontreinigd** zijn. In het geval van zilt bemalingswater dient het water te worden ingebracht in een laag met dezelfde of een hogere saliniteit.

Bij retour onder druk wordt het grondwater opgepompt via dieptebronnen en via retourputten terug in de ondergrond gebracht. Aangezien de redoxtoestand van het grondwater een belangrijke factor is in de grondwaterchemie mogen er geen oxiderende bestanddelen in de ondergrond gebracht worden waardoor het water onbelucht geretourneerd moet worden.

Gezien de kwaliteit van het grondwater is het niet mogelijk om retourbemaling onder druk uit te voeren.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

5.1.1.1. Infiltratie

Infiltratie kan enkel toegepast worden met bemalingswater uit het freatische grondwaterpakket. Via deze soort retourbemaling wordt het bemalingswater **gravitair** de ondergrond in gebracht via de onverzadigde zone. Dit kan via bekkens, grachten, onverzadigde putten of andere infiltratievoorzieningen. Grachten die verbonden met het hydrografisch netwerk kunnen enkel dienen als infiltratiegrachten indien ze tijdens de uitvoering van de werken afgedamd worden zodat het water kan infiltreren.

Er bevinden zich geen infiltratievoorzieningen of mogelijkheden tot aanleggen van infiltratiegebieden binnen een straal van 200 m van de werfzone verwijderd.

5.1.2. Stap 2: Nuttig gebruik bemalingswater

Het is na het beperken van de hoeveelheid op te pompen water ook mogelijk om het opgepompte water beschikbaar te stellen voor hergebruik. In de praktijk zal dit voornamelijk zijn nut hebben in drogere periodes wanneer de watervraag door derden hoog is. Per werf kan er bekeken worden op welke wijze dit het beste ter beschikking gesteld wordt. De kwaliteit van het opgepompte grondwater bepaalt ook of het mogelijk is om het bemalingswater beschikbaar te stellen. Indien de werf ruimte heeft om het opgepompte water gebufferd af te voeren voor hergebruik en de kwaliteit het toelaat, is dit aan te raden.

5.1.3. Stap 3 en 4: Lozen in een waterloop of regenwaterafvoer + lozen in riool

Het (overige) bemalingswater dat niet terug in de ondergrond kan gebracht worden en niet nuttig gebruikt kan worden, dient geloosd te worden. Indien er binnen 200 m van de bemalingswerken een oppervlaktewaterlichaam of een kunstmatige afvoer voor hemelwater (RWA) aanwezig is, mag er niet op een gemend riool of DWA geloosd worden. Ook bij hogere debieten is het vaak niet toegestaan om op DWA of gemengd stelsel te lozen en zal er binnen een grotere afstand naar een oppervlaktewaterlichaam of een kunstmatige afvoer voor hemelwater (RWA) gekeken moeten worden. Zowel voor het lozen op oppervlaktewaterlichaam, een kunstmatige afvoer voor hemelwater (RWA), DWA of gemend stelsel dient er rekening gehouden te worden met de geldende kwaliteitsnormen.

Het Waasland kanaal ligt het dichtst bij de werken en is een mogelijk lozingspunt.

GrondwaterzuiveringsinstallatieTijdens fase 3 wordt een max. debiet van 1.500 m³/dag (= 62,5 m³/u) verwacht gedurende één jaar om de kleimatten te leggen en het NID hoog genoeg aan te vullen met verontreinigde grond. Nadien wordt een max. debiet van 774 m³/d (= 32,25 m³/u) gedurende drie jaar verwacht wanneer intense neerslag niet volledig kan infiltreren in de aanvulling. Het water dat in deze fase wordt opgepompt is mogelijks verontreinigd met PFAS.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Tijdens fase 3 wordt wegens de regionale verhoging van arseen in het grondwater ook verwacht dat arseen in het effluent van de bemaling de lozingsnorm voor oppervlaktewater overschrijdt. Er dient een GWZI voor PFAS en arseen voorzien te worden die in het eerste jaar een debiet van 65 m³/u aankan en in de drie daaropvolgende jaren een debiet van 35 m³/u aan kan. De GWZI dient minstens volgende onderdelen te bevatten:

- **Buffertanks:** voor tijdelijke opslag van in- en effluentwater, vuil water of slib;
- **In de voorbehandeling** worden voornamelijk zwevende stoffen en ijzer, verwijderd maar ook bijvoorbeeld mangaan en calcium. Het opgeloste tweewaardig ijzer wordt geoxideerd door beluchting in een buffer en slaat neer in de vorm van driewaardig ijzer al dan niet met toepassing van een pH-correctie. Deze ijzervlokken worden verwijderd met een zandfilter. Bij hoge gehaltes aan zwevende stoffen moet vóór de zandfilter een bezinktank, lamellenfilter of gelijkaardig alternatief voorzien worden om het slib af te scheiden. Het slib dient ontwaterd te worden met oog op berging in saneringsberging. Dit kan bijvoorbeeld door middel van een ontwateringscontainer, kamerfilterpers of gelijkwaardig alternatief;
- **Additieven:** bij hoge ijzergehaltes kan bijkomend ook precipitatie, coagulatie en flocculatie voorzien worden door dosering van geschikte additieven zoals bijvoorbeeld kalkmelk (Ca(OH)2) of FeCl3 in combinatie met een correctie van de pH met bijvoorbeeld natronloog (NaOH);
- **Waterzijdig actief koolfilter:** PFAS wordt verwijderd door het water over een gepakte kolom gevuld met actief kool te leiden. Er wordt minstens voorzien in twee in serie geschakelde actief koolfilters. In functie van de verontreinigingssituatie kan een derde in serie geschakelde actief koolfilter noodzakelijk zijn;
- **Automatische alarmering** via een telefoon- of computerlijn die automatisch de verantwoordelijke van de opdrachtnemer voor onderhoud en herstellingen van de in-situ WZI zal alarmeren wanneer de goede werking van de in-situ WZI in het gedrang komt of dreigt te komen. In het geval van een storing dient de opdrachtnemer automatisch te worden verwittigd.

Verder dienen volgende onderdelen zeker voorzien te worden:

- Terugslagklep met afsluiters in de aanvoerleiding van de grondwaterzuiveringsinstallatie;
- Gekeurde debietsmeter voor water in de aanvoerleiding;
- Monsternamepunten voor het water aan de in- en effluentzijde;
- Volgende parameters dienen door het systeem te worden geregistreerd;
- Het onttrekkingsdebiet in de aanvoerleiding;
- Het totaal onttrokken debiet;
- Het tijdsstip van de storing, het tijdsstip van in gebruik name na de storing, de tijdsduur van en het aantal storingen.

Tijdens fase 1, fase 2 en fase 4 wordt neerslag en/of oppervlaktewater opgepompt. Er wordt dus geen GWZI noodzakelijk geacht voor deze fasen.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

5.2. Lozingsnormen

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de voorgestelde lozingsnormen. Voor barium en zink wordt 5 x IC aangevraagd.

Naast barium en zink is ook arseen van nature verhoogd aanwezig in het grondwater. Er wordt geen verhoogde lozingsnorm aangevraagd voor arseen. De waterzuiveringsinstallatie, zoals verder beschreven in §5.2, laat immers toe om arseen te zuiveren tot onder het indelingscriterium zijnde max. 5 µg/l waardoor er geen verhoogde lozingsnorm dient aangevraagd te worden.

Rekening houdend met het gegeven dat de kwaliteit van het te zuiveren water bepaald zal worden door de met PFAS-verontreinigde bodemmaterialen die er geborgen zullen worden, met de verwachte hoge geleidbaarheid ervan en de bijzondere financiële inspanningen die geleverd moeten worden voor het verwijderen van de parameter PFBA uit het bedrijfsafvalwater/bemalingswater, wordt voor PFBA een technisch-economisch haalbare lozingsnorm van 50 ng/l voorgesteld. Voor de onderbouwing wordt verwezen naar paragraaf 6.1.2.2 (BBT-evaluatie) van de bemalingsstudie die voor het Tweede Getijdendok uitgevoerd werd.

De verhoogde/aangevraagde lozingsnormen worden weergegeven in (Tabel 11).

TABEL 11: VERHOOGDE/ AANGEVRAAGDE LOZINGSNORMEN.

Parameter	Verhoogde / aangevraagde lozingsnorm oppervlaktewater	Overschrijdingsfactor indelingscriterium
PFAS individueel	Kwantitatieve PFAS uit WAC/IV/A/025 = 20 ng/l Indicatieve PFAS uit WAC/IV/A/025 = 50 ng/l Individuele PFAS worden volgens de meetmethode WAC/IV/A/025 geanalyseerd)	-
TFA	4 µg/l	-
PFBA	50 ng/l	-
Zink	1000 µg/l	5 x IC
Barium	350 µg/l	5 x IC

De Wezer-tool, versie van toepassing vanaf 1 juni 2025, is ingevuld voor de parameters met voorgestelde lozingsnorm boven het indelingscriterium/milieukwaliteitsnorm, zijnde zink, barium en PFOS. Het advies voor het lozen van deze parameters is te vinden in Tabel 12. In Bijlage 4 wordt een samenvatting van de input en output van de Wezertool weergegeven.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Het advies voor de voorgestelde lozingsnormen is voor zink en barium gunstig aangezien de lozing niet zorgt voor een achteruitgang van de kwaliteit van het waterlichaam. Het advies voor PFOS is ongunstig aangezien de lozing bijdraagt tot het niet halen van de doelstellingen. Voor de onderbouwing van de lozingsnormen met betrekking tot PFOS wordt verwezen naar het deelhoofdstuk 'Kaderrichtlijn Water' van het MER. Voor andere PFAS-parameters werd een PFAS-impactbeoordeling uitgevoerd.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

TABEL 12: AANGEVRAAGDE VERHOOGDE LOZINGSNORMEN MET BIJHOREND ADVIES VAN DE WEZERTOOL.

Parameter	Aangevraagde verhoogde lozingsnorm	Situatie	Advies
Zink	1.000 µg/l	Toetswaarde zonder nieuwe lozing en met nieuwe lozing na volledige verdunning gehaald. Lozing zorgt niet voor achteruitgang. Bereken de mengzone en beoordeel de kwaliteit op het eind van het waterlichaam om te bepalen of de lozing bijdraagt tot het niet halen van de doelstellingen.	Beoordeel of de dimensies van de mengzone aanvaardbaar zijn en de kwaliteit op het einde van het waterlichaam OK is (inclusief de bijdrage van de lozing).
Barium	350 µg/l	Toetswaarde zonder nieuwe lozing en met nieuwe lozing na volledige verdunning gehaald. Lozing zorgt niet voor achteruitgang. Bereken de mengzone en beoordeel de kwaliteit op het eind van het waterlichaam om te bepalen of de lozing bijdraagt tot het niet halen van de doelstellingen.	Beoordeel of de dimensies van de mengzone aanvaardbaar zijn en de kwaliteit op het einde van het waterlichaam OK is (inclusief de bijdrage van de lozing).
PFOS	20 ng/l	Toetswaarde zonder nieuwe niet gehaald (klasse niet goed) en met nieuwe lozing niet gehaald. Lozing zorgt voor achteruitgang. De lozing draagt bij tot het niet halen van de doelstellingen.	Ongunstig

5.3. Monitoringsmaatregelen

De monitoring van de bemaling is een combinatie van de monitoringsmaatregelen beschreven in het MER en het BSP die van toepassing zijn op de bemaling. In het MER wordt tijdens de aanlegfase volgende maatregelen getroffen:

- Opvolgen van stijghoogtes in het studiegebied en omgeving (met name in de polders) ter controle van de werking van de waterkerende wanden;
- Opvolgen van het onttrokken grondwater i.f.v. zuivering en lozingsvoorwaarden in de verschillende deelzones;
- Opvolgen van de grondwaterpeilen net buiten de CB-wand ter controle van de goede uitvoering.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

In het BSP worden volgende maatregelen getroffen:

- Een terreincontrole uitgevoerd te worden ter controle van de goede werking van de installaties;
- De onttrokken en/of aangevoerde debieten (influent) en hoeveelheden opgevolgd en geregistreerd te worden per waterzuiveringsinstallatie;
- De lozingsdebieten en hergebruikdebieten (effluent) en hun hoeveelheden opgevolgd en geregistreerd te worden per waterzuiveringsinstallatie;
- De samenstelling van het influent gecontroleerd te worden per waterzuiveringsinstallatie;
- De samenstelling van het effluent na de eerste actief koolfilter gecontroleerd te worden per waterzuiveringsinstallatie;
- De samenstelling van het effluent gecontroleerd te worden per waterzuiveringsinstallatie.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

6. Besluit

6.1. Debieten, -volumes, en verlagingen.

Om in den droge te werken bij de aanleg van de saneringsberging ter hoogte van het Noordelijk Insteekdok wordt er water opgepompt tijdens 4 fasen. Hiervoor werden volgende resultaten bekomen:

Fase 1: Bouw kofferdam

- een maximale invloedstraal van ca. 0 m;
- een maximaal debiet van 581 m³/dag;
- een totaal volume van ca. 288.424 m³;
- een maximale verlaging tot +1 mTAW.

Fase 2: Leegpompen dok

- een maximale invloedstraal van ca. 1.626 m;
- een maximaal debiet van 240.000 m³/dag:
  - waarvan 383,5 m³/dag uit kofferdam;
- een totaal volume van ca. 6.532.447 m³:
  - waarvan ca. 6.500.000 m³ uit dok;
  - waarvan 10.354,5 m³ uit kofferdam;
  - waarvan 21.832 m³ door neerslag en lekdebiet CB-wanden;
- een maximale verlaging tot:
  - +1 mTAW in kofferdam;
  - -14,5 mTAW in bouwkuip.

Fase 3: Verlaging tijdens aanvullen/demping

- een maximale invloedstraal van ca. 1.626 m;
- een maximaal debiet van 1.500 m³/dag;
- een totaal volume van 1.394.592 m³:
  - waarvan ca. 547.500 m³ voor de verlaging tot -15,5 mTAW gedurende 1 jaar;
  - waarvan ca. 847.092 m³ verwijderen van gevallen neerslag uit de bouwput gedurende 3 jaar;
- een maximale verlaging tot -15,5 mTAW in bouwkuip.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Fase 4: Na afwerking

- een maximale invloedstraal van ca. 1.455 m;
- een gemiddeld debiet van 774 m³/dag:
  - Waarvan 0,35 m³/dag lekdebiet (theoretische waarde);
  - En gemiddeld 773,6 m³/dag door neerslag (bij gemiddeld 800 mm neerslag per jaar en geen rekening gehouden met evapotranspiratie en verhoogde afvoer na piek buien);
- een drainagepeil op +3,4 mTAW;
- Er wordt maximaal getracht om het gedraineerde water van fase 4 te laten infiltreren in de ondergrond buiten de stortplaats.

Fase 1 en fase 2 worden niet als bemaling beschouwd gezien oppervlaktewater wordt opgepompt. Fase 4 wordt tevens niet beschouwd als een bemaling gezien het gaat over drainage van regenwater uit een afgesloten put. Hier wordt dus enkel fase 3 mee opgenomen als bemaling.

6.2. Effecten op omgeving en mitigerende maatregelen

De bemaling vormt geen risico voor zettingsgevoelige objecten in de omgeving aangezien de zettingen ter hoogte van de bemalingen de norm van 20 mm niet overschrijden.

De bemaling en de invloedstraal zijn gelegen binnen vogelrichtlijngebied. De inrichting van de natuurcompensatiegebieden van het overkoepelende project houdt rekening met de doelstellingen van het habitatrichtlijngebied en het vogelrichtlijngebied (zie sectie 1.1.1.6. in het BSP). Verder worden er geen negatieve effecten op de beschermde (natuur)gebieden verwacht.

De effecten van de bemaling op de regionale en lokale verontreinigingen werden beoordeeld. Hieruit kunnen volgende zaken geconcludeerd worden:

- Er dient tijdens fase 3 gedurende vier jaar een GWZI voor PFAS voorzien te worden. In de voorbehandeling is het belangrijk dat ijzer verwijderd wordt. In deze stap wordt arseen mee verwijderd. Gedurende het eerste jaar dient de GWZI een debiet van 65 m³/u aan te kunnen. Voor de 3 jaren nadien volstaat een GWZI voor een debiet van 35 m³/u (zie hoofdstuk 0);
- Voor PFBA, barium en zink worden verhoogde lozingsnormen aangevraagd (zie hoofdstuk 5.2);
- Het effluent van de GWZI dient gemonitord te worden voor PFAS, arseen, barium en zink. Voor monitoringsmaatregelen wordt verwezen naar het BSP en het MER.

Voor overige grondwaterverontreinigingen binnen de invloedstraal worden geen bijkomende maatregelen nodig geacht.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

7. Referenties

[1] Vlaamse Milieumaatschappij, „Richtlijnen bemalingen ter bescherming van het milieu," 2021.

[2] H. Raedschelders, „Gevaar voor zettingen bij een grondwaterbemaling," *Water nr. 33,* pp. 23-26, 1987.

[3] Vlaamse Overheid, „OVAM Geoloketten," 2024. [Online]. Available: https://services.ovam.be/ovam-geoloketten/#/.

[4] Y. Meyus, D. Adyns, S. T. Woldeamlak, O. Batelaan en F. De Smedt, „Opbouw van een Vlaams Grondwatervoedingsmodel," VUB, 2004.

[5] Vlaamse Overheid, „Waterinfo," 2024. [Online]. Available: https://www.waterinfo.be/.

[6] Vlaamse Milieumaatschappij en VLARIO, „Handleiding berekeningsinstrument lijnbemalingen," 2021.

[7] Vlaamse Regering, „Besluit van de Vlaamse Regering tot wijziging van het besluit van de Vlaamse Regering van 1 juni 1995 houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne, het VLAREL van 19 november 2010 en het besluit van de Vlaamse Regering van 27 november 2," 2024.

[8] Vlaamse Overheid, „Databank Ondergrond Vlaanderen," 2024. [Online]. Available: https://www.dov.vlaanderen.be/.

[9] Vlaamse Overheid, „Geopunt," 2024. [Online]. Available: https://www.geopunt.be/.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

8. Ondertekening

TABEL 13: ONDERTEKENINGSTABEL.

Naam van de auteur	Sofie Verbeiren 26/02/2026	**Signed by:** Sofie Verbeiren F361DAEE219B4DA...
Naam van de revisor	Maarten Behiels 26/02/2026	**Ondertekend door:** Maarten Behiels AE709CD4710C4F6...

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

BEMALINGSSTUDIE

BSP - Noordelijk Insteekdok

BIJLAGES



TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Kantoor Gent
Esplanade Oscar Van de Voorde 1 / 9000 Gent– België
Tel. +32 9 240 09 11
www.tractebel.engie.com

DOSSIER NR.:	P.016898
OPDRACHTGEVER:	Port of Antwerp-Bruges
OPSTELLERS:	Sofie Verbeiren
DATUM:	26-02-2026
REVISOR:	Maarten Behiels

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Overzicht bijlagen

Bijlage 1: Kaart met verontreinigingen > BSN binnen de invloedstraal van de bemaling

Bijlage 2: Analysecertificaten bijkomend onderzoek

Bijlage 3: Uitvoeringsplan

Bijlage 4: Samenvatting input en output Wezer-tool

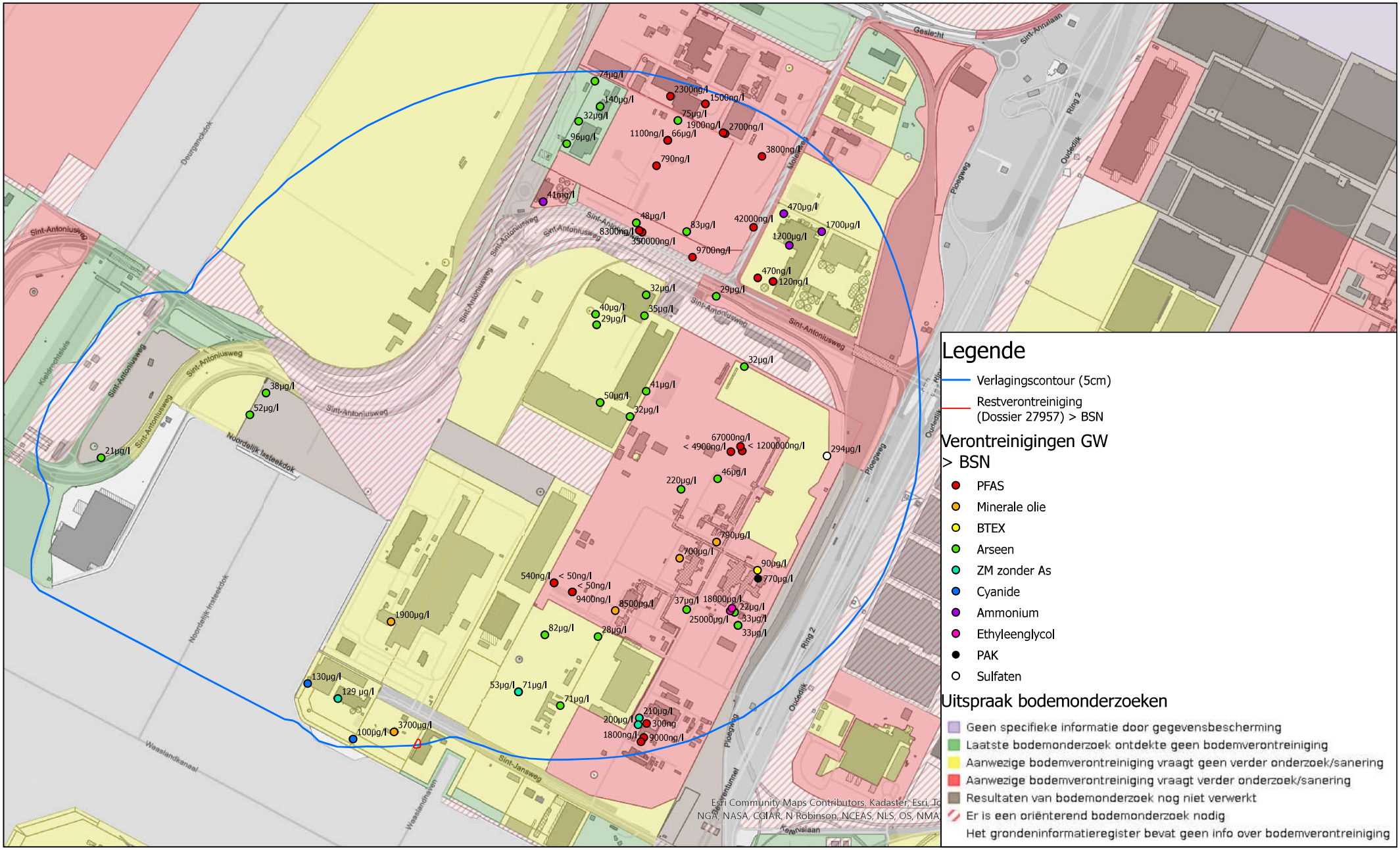
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Bijlage 1: Kaart met verontreinigingen > BSN binnen de invloedstraal van de bemaling

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666



Titel: Verontreinigingen > BSN binnen verlagingscontour (5cm)			Formaat: A3
Projectnummer: P.016898	Datum: 04/11/2025	Opdrachtgever: POAB	Schaal 1:10.000
Projectnaam: Bemaling NID			0 150 300 600 m

N

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Bijlage 2: Analysecertificaten bijkomend onderzoek

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Sweco Belgium nv
T.a.v. Linde Vanlook
Arenbergstraat 13 bus 1
1000 BRUSSEL
BELGIUM

Analysecertificaat

Datum: 16-Oct-2023

Hierbij ontvangt u de resultaten van het navolgende laboratoriumonderzoek.

Certificaatnummer/Versie	2023038129/2
Uw project/verslagnummer	6145010020
Uw projectnaam	Insteekdok
Uw ordernummer	
Uw datum aanlevering monster(s)	14-Mar-2023

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.
De analyse resultaten hebben alleen betrekking op het beproefde object.

De grondmonsters worden tot 4 weken na datum ontvangst bewaard en watermonsters tot 2 weken na datum ontvangst. Zonder tegenbericht worden de monsters nadien afgevoerd.
Indien de monsters langer bewaard dienen te blijven verzoeken wij U dit exemplaar uiterlijk 1 werkdag voor afloop van de standaardbewaarperiode ondertekend aan ons te retourneren. Voor de kosten van het langer bewaren van monsters verwijzen wij naar de prijslijst.

Bewaren tot:
Datum: Naam: Handtekening:

Wij vertrouwen erop uw opdracht hiermee naar verwachting te hebben uitgevoerd, mocht U naar aanleiding van dit analysecertificaat nog vragen hebben verzoeken wij U contact op te nemen met de afdeling Verkoop en Advies.

Met vriendelijke groet,

Eurofins Analytico B.V.

Ing. A. Veldhuizen
Technical Manager

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 42-46
NL-3771NB Barneveld
+31 (0)34 242 63 00
Info-env@eurofins.nl
www.eurofins.nl

Venecoweg 5
B-9810 Nazareth
+32 (0)9 222 77 59
belgie-env@eurofins.be
www.eurofins.be

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPANL2A
KvK/CoC: 09088623
BTW/VAT: NL 8043.14.883.B01

Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2015 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest, het Brusselse Gewest, het Waalse Gewest en door de overheid van Luxemburg.

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

eurofins

Analysecertificaat

Uw project/verslagnummer	6145010020	Certificaatnummer/Versie	2023038129/2
Uw projectnaam	Insteekdok	Startdatum analyse	14-Mar-2023
Uw ordernummer		Datum einde analyse	20-Mar-2023
Uw monsternemer		Rapportagedatum	16-Oct-2023/15:00
		Bijlage	A,B,V
		Pagina	1/3

	Analyse	Eenheid	1	2	3	4
	PerFluorKoolwaterstoffen(PFC)					
V	PFBA (Perfluor-n-butaanzuur)	ng/L	140	31	45	28
V	PFPeA (Perfluor-n-pentaanzuur)	ng/L	29	<10	19	<10
V	PFHxA (Perfluor-n-hexaanzuur)	ng/L	59	11	24	<10
V	PFHpA (Perfluor-n-heptaanzuur)	ng/L	10	<10	15	<10
V	PFOA lineair (Perfluor-n-octaanzuur)	ng/L	<10	53	45	<10
V	PFOA totaal (Perfluor-n-octaanzuur)	ng/L	<50	56	64	<50
V	PFNA (Perfluor-n-nonaanzuur)	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	PFDA (Perfluor-n-decaanzuur)	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	PFUnDA (Perfluor-n-undecaanzuur)	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	PFDoDA (Perfluor-n-dodecaanzuur)	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	PFTeDA (Perfluor-n-tetradecaanzuur)	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	PFHxDA (Perfluor-n-hexadecaanzuur)	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	PFBS (Perfluor-n-butaansulfonzuur)	ng/L	31	17	57	<10
V	PFPeS (Perfluor-n-pentaansulfonzuur)	ng/L	<10	<10	12	<10
V	PFHxS lineair (Perfluor-n-hexaansulfonzuur)	ng/L	<10	19	89	<10
V	PFHxS totaal (Perfluor-n-hexaansulfonzuur)	ng/L	<50	<50	100	<50
V	PFHpS (Perfluor-n-heptaansulfonzuur)	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	PFOS lineair (Perfluor-n-octaansulfonzuur)	ng/L	<10	<10	15	<10
V	PFOS totaal (Perfluor-n-octaansulfonzuur)	ng/L	<50	<50	<50	<50
V	PFNS (Perfluor-n-nonaansulfonzuur)	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	PFDS (Perfluor-n-decaansulfonzuur)	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	4:2 FTS (4:2 Fluortelomeersulfonzuur)	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	6:2 FTS (6:2 Fluortelomeersulfonzuur)	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	8:2 FTS (8:2 Fluortelomeersulfonzuur)	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	PFOSA lineair (Perfluor-n-octaansulfonamide)	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	PFOSA totaal (Perfluor-n-octaansulfonamide)	ng/L	<50	<50	<50	<50

Nr.	Uw monsteromschrijving	Opgegeven monstermatrix	Monster nr.
1	Pb5(Pb5-2-SiVaGe)	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13524322
2	Pb6(Pb6-2-SiVaGe-(2))	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13524323
3	PB7A(PB7A-2-SiVaGe)	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13524324
4	Pb8D(Pb8D-1-SiVaGe)	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13524325

Q: door RvA geaccrediteerde verrichting
A: AP04 erkende en geaccrediteerde verrichting
S: AS SIKB erkende en geaccrediteerde verrichting
V: VLAREL erkende verrichting
W: Waals Gewest erkende verrichting

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 42-46
NL-3771NB Barneveld
+31 (0)34 242 63 00
Info-env@eurofins.nl
www.eurofins.nl

Venecoweg 5
B-9810 Nazareth
+32 (0)9 222 77 59
belgie-env@eurofins.be
www.eurofins.be

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPANL2A
KvK/CoC: 09088623
BTW/VAT: NL 8043.14.883.B01

Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2015 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest, het Brusselse Gewest, het Waalse Gewest en door de overheid van Luxemburg.

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

eurofins

Analysecertificaat

Uw project/verslagnummer	6145010020	Certificaatnummer/Versie	2023038129/2
Uw projectnaam	Insteekdok	Startdatum analyse	14-Mar-2023
Uw ordernummer		Datum einde analyse	20-Mar-2023
Uw monsternemer		Rapportagedatum	16-Oct-2023/15:00
		Bijlage	A,B,V
		Pagina	2/3

	Analyse	Eenheid	1	2	3	4
V	MePFOSA lineair (N-methylperfluor-n-octaansulfonam	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	MePFOSA totaal (N-methylperfluor-n-octaansulfonami	ng/L	<50	<50	<50	<50
V	EtPFOSA lineair (N-ethylperfluor-n-octaansulfonami	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	EtFOSA totaal (N-ethylperfluor-n-octaansulfonamide	ng/L	<50	<50	<50	<50
V	MePFOSAA (N-methylperfluor-n-octaansulfonamido-azi	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	EtFOSAA (N-ethylperfluor-n-octaansulfonamido-azijn	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	8:2 diPAP (8:2 Fluortelomeerfosfaat diester)	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	HFPO-DA/GenX (hexa fluor propyleen oxide dimeer-zu	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	ADONA (4,8-dioxa-3H-perfluornonaanzuur)	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	PFECHS (Perfluor-4-ethylcyclohexaansulfonzuur)	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	PFBSA (Perfluor-n-butaansulfonamide)	ng/L	16	<10	<10	<10
V	MeFBSA (N-methylperfluor-n-butaansulfonamide)	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	MeFBSAA (N-methylperfluor-n-butaansulfonylamide az	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	PFHxSA (Perfluor-n-hexaansulfonamide)	ng/L	<10	<10	<10	<10
V	PFTrDA (Perfluor-n-tridecaanzuur)	ng/L	<50 [1)]	<50 [1)]	<50 [1)]	<50 [1)]
V	PFODA (Perfluor-n-octadecaanzuur)	ng/L	<50 [1)]	<50 [1)]	<50 [1)]	<50 [1)]
V	PFDoDS (Perfluor-n-dodecaansulfonzuur)	ng/L	<50 [1)]	<50 [1)]	<50 [1)]	<50 [1)]
V	PFUnDS (Perfluor-n-undecaansulfonzuur)	ng/L	<50 [1)]	<50 [1)]	<50 [1)]	<50 [1)]
V	PFTrDS (Perfluor-n-tridecaansulfonzuur)	ng/L	<50 [1)]	<50 [1)]	<50 [1)]	<50 [1)]

Nr.	Uw monsteromschrijving	Opgegeven monstermatrix	Monster nr.
1	Pb5(Pb5-2-SiVaGe)	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13524322
2	Pb6(Pb6-2-SiVaGe-(2))	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13524323
3	PB7A(PB7A-2-SiVaGe)	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13524324
4	Pb8D(Pb8D-1-SiVaGe)	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13524325

Q: door RvA geaccrediteerde verrichting
A: AP04 erkende en geaccrediteerde verrichting
S: AS SIKB erkende en geaccrediteerde verrichting
V: VLAREL erkende verrichting
W: Waals Gewest erkende verrichting

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 42-46
NL-3771NB Barneveld
+31 (0)34 242 63 00
Info-env@eurofins.nl
www.eurofins.nl

Venecoweg 5
B-9810 Nazareth
+32 (0)9 222 77 59
belgie-env@eurofins.be
www.eurofins.be

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPANL2A
KvK/CoC: 09088623
BTW/VAT: NL 8043.14.883.B01

Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2015 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest, het Brusselse Gewest, het Waalse Gewest en door de overheid van Luxemburg.

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

eurofins

Analysecertificaat

Uw project/verslagnummer	6145010020	Certificaatnummer/Versie	2023038129/2
Uw projectnaam	Insteekdok	Startdatum analyse	14-Mar-2023
Uw ordernummer		Datum einde analyse	20-Mar-2023
Uw monsternemer		Rapportagedatum	16-Oct-2023/15:00
		Bijlage	A,B,V
		Pagina	3/3

	Analyse	Eenheid	1	2	3	4
V	10:2 FTS (10:2 Fluortelomeersulfonzuur)	ng/L	<50 [1)]	<50 [1)]	<50 [1)]	<50 [1)]
V	6:2/8:2 diPAP (Bis(2-(perfluorhexyl)ethyl) fosfaat	ng/L	<50 [1)]	<50 [1)]	<50 [1)]	<50 [1)]
V	6:2 diPAP (Bis(1H,1H,2H,2H-perfluoroctyl)fosfaat)	ng/L	<50 [1)]	<50 [1)]	<50 [1)]	<50 [1)]
V	Som van kwantitatieve PFAS	ng/L	290	110	340	<50
V	Som van EFSA PFAS	ng/L	<50	56	170	<50
V	Som van indicatieve PFAS	ng/L	<50	<50	<50	<50
V	Som 20 EU DWRL	ng/L	270	110	340	<50

Nr.	Uw monsteromschrijving	Opgegeven monstermatrix	Monster nr.
1	Pb5(Pb5-2-SiVaGe)	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13524322
2	Pb6(Pb6-2-SiVaGe-(2))	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13524323
3	PB7A(PB7A-2-SiVaGe)	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13524324
4	Pb8D(Pb8D-1-SiVaGe)	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13524325

VLAREL

Q: door RvA geaccrediteerde verrichting
A: AP04 erkende en geaccrediteerde verrichting
S: AS SIKB erkende en geaccrediteerde verrichting
V: VLAREL erkende verrichting
W: Waals Gewest erkende verrichting

Akkoord
Pr.coörd.
VA

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 42-46
NL-3771NB Barneveld
+31 (0)34 242 63 00
Info-env@eurofins.nl
www.eurofins.nl

Venecoweg 5
B-9810 Nazareth
+32 (0)9 222 77 59
belgie-env@eurofins.be
www.eurofins.be

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPANL2A
KvK/CoC: 09088623
BTW/VAT: NL 8043.14.883.B01

Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2015 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest, het Brusselse Gewest, het Waalse Gewest en door de overheid van Luxemburg.

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

eurofins

Bijlage (A) met de opgegeven deelmonsterinformatie behorende bij het analysecertificaat. 2023038129/2

Monster nr.	Uw monsteromschrijving				
Barcode	Boornr	Van	Tot	Uw datum monstername	Monsteromsch./Monstername ID
13524322	Pb5(Pb5-2-SiVaGe)				
0880005128	Pb5	600	700	13-Mar-2023	1
0880005157	Pb5	600	700	13-Mar-2023	2
13524323	Pb6(Pb6-2-SiVaGe-(2))				
0880005098	Pb6	1110	1210	13-Mar-2023	1
0880005106	Pb6	1110	1210	13-Mar-2023	2
13524324	PB7A(PB7A-2-SiVaGe)				
0880005146	PB7A	1100	1200	13-Mar-2023	2
0880005140	PB7A	1100	1200	13-Mar-2023	1
13524325	Pb8D(Pb8D-1-SiVaGe)				
0880005142	Pb8D	900	1000	13-Mar-2023	1
0880005141	Pb8D	900	1000	13-Mar-2023	2

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 42-46
NL-3771NB Barneveld
+31 (0)34 242 63 00
Info-env@eurofins.nl
www.eurofins.nl

Venecoweg 5
B-9810 Nazareth
+32 (0)9 222 77 59
belgie-env@eurofins.be
www.eurofins.be

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPANL2A
KvK/CoC: 09088623
BTW/VAT: NL 8043.14.883.B01

Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2015 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest, het Brusselse Gewest, het Waalse Gewest en door de overheid van Luxemburg.

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Bijlage (B) met opmerkingen behorende bij analysecertificaat 2023038129/2

Algemene opmerking behorende bij analysecertificaat

Herziene versie

Opmerking 1)

De component wordt conform de analysenorm indicatief gerapporteerd.

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 42-46
NL-3771NB Barneveld
+31 (0)34 242 63 00
Info-env@eurofins.nl
www.eurofins.nl

Venecoweg 5
B-9810 Nazareth
+32 (0)9 222 77 59
belgie-env@eurofins.be
www.eurofins.be

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPANL2A
KvK/CoC: 09088623
BTW/VAT: NL 8043.14.883.B01

Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2015 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest, het Brusselse Gewest, het Waalse Gewest en door de overheid van Luxemburg.

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Bijlage (V) met methodeverwijzingen behorende bij analysecertificaat 2023038129/2

Analyse	Methode	Techniek	Methode referentie
PFAS WAC kwantitatief	W0323	LC-MSMS	WAC/IV/A/025
PFAS WAC 2022 additioneel	W0323	LC-MSMS	WAC/IV/A/025
Som basis PFAS WAC 2022	W0323	LC-MSMS	WAC/IV/A/025
Som additionele PFAS WAC 2022	W0323	LC-MSMS	WAC/IV/A/025
Som 20 EU DWRL	W0323	LC-MSMS	WAC/IV/A/025

Nadere informatie over de toegepaste onderzoeksmethoden alsmede een classificatie van de meetonzekerheid staan vermeld in ons overzicht "Specificaties analysemethoden", versie april 2022.

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 42-46
NL-3771NB Barneveld
+31 (0)34 242 63 00
Info-env@eurofins.nl
www.eurofins.nl

Venecoweg 5
B-9810 Nazareth
+32 (0)9 222 77 59
belgie-env@eurofins.be
www.eurofins.be

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPANL2A
KvK/CoC: 09088623
BTW/VAT: NL 8043.14.883.B01

Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2015 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest, het Brusselse Gewest, het Waalse Gewest en door de overheid van Luxemburg.

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Sweco Belgium nv
T.a.v. Linde Vanlook
Arenbergstraat 13 bus 1
1000 BRUSSEL
BELGIUM

Analysecertificaat

Datum: 28-Feb-2023

Hierbij ontvangt u de resultaten van het navolgende laboratoriumonderzoek.

Certificaatnummer/Versie	2023028163/1
Uw project/verslagnummer	6145010020
Uw projectnaam	Insteekdok
Uw ordernummer	
Uw datum aanlevering monster(s)	23-Feb-2023

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.
De analyse resultaten hebben alleen betrekking op het beproefde object.

De grondmonsters worden tot 4 weken na datum ontvangst bewaard en watermonsters tot 2 weken na datum ontvangst. Zonder tegenbericht worden de monsters nadien afgevoerd.
Indien de monsters langer bewaard dienen te blijven verzoeken wij U dit exemplaar uiterlijk 1 werkdag voor afloop van de standaardbewaarperiode ondertekend aan ons te retourneren. Voor de kosten van het langer bewaren van monsters verwijzen wij naar de prijslijst.

Bewaren tot:
Datum: Naam: Handtekening:

Wij vertrouwen erop uw opdracht hiermee naar verwachting te hebben uitgevoerd, mocht U naar aanleiding van dit analysecertificaat nog vragen hebben verzoeken wij U contact op te nemen met de afdeling Verkoop en Advies.

Met vriendelijke groet,

Eurofins Analytico B.V.

Ing. A. Veldhuizen
Technical Manager

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 42-46
NL-3771NB Barneveld
+31 (0)34 242 63 00
Info-env@eurofins.nl
www.eurofins.nl

Venecoweg 5
B-9810 Nazareth
+32 (0)9 222 77 59
belgie-env@eurofins.be
www.eurofins.be

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPANL2A
KvK/CoC: 09088623
BTW/VAT: NL 8043.14.883.B01

Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2015 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest, het Brusselse Gewest, het Waalse Gewest en door de overheid van Luxemburg.

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

eurofins

Analysecertificaat

Uw project/verslagnummer	6145010020	Certificaatnummer/Versie	2023028163/1
Uw projectnaam	Insteekdok	Startdatum analyse	24-Feb-2023
Uw ordernummer		Datum einde analyse	28-Feb-2023
Uw monsternemer		Rapportagedatum	28-Feb-2023/12:01
		Bijlage	A,D,V
		Pagina	1/2

	Analyse	Eenheid	1	2	3	4
	Metalen					
V	Arseen (As)	µg/L	8.8	19	<5.0	<5.0
V	Cadmium (Cd)	µg/L	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40
V	Chroom (Cr)	µg/L	<1.0	1.9	2.1	1.3
V	Koper (Cu)	µg/L	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
	IJzer (Fe)	mg/L	13	10	37	2.8
	IJzer (II)	mg/L	13	4.6	38	2.7
	IJzer, Fe(III)	mg/L	<0.050	5.9	<0.050	0.090
V	Kwik (Hg)	µg/L	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050
V	Nikkel (Ni)	µg/L	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
V	Lood (Pb)	µg/L	<5.0	<5.0	<5.0	<5.0
V	Zink (Zn)	µg/L	18	15	<10	<10
	Vluchtige Aromatische Koolwaterstoffen					
V	Benzeen	µg/L	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
V	Tolueen	µg/L	<0.20	0.35	3.1	<0.20
V	Ethylbenzeen	µg/L	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
V	o-Xyleen	µg/L	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
V	m,p-Xyleen	µg/L	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
V	Xylenen (som)	µg/L	<0.40	<0.40	<0.40	<0.40
Q	BTEX (som)	µg/L	<1.0	<1.0	3.1	<1.0
	Vluchtige organische halogeenkoolwaterstoffen					
V	Dichloormethaan	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
V	Trichloormethaan	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
V	Tetrachloormethaan	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
V	Trichlooretheen	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
V	Tetrachlooretheen	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
V	1,1-Dichloorethaan	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
V	1,2-Dichloorethaan	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
V	1,1,1-Trichloorethaan	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
V	1,1,2-Trichloorethaan	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
V	cis 1,2-Dichlooretheen	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10

Nr.	Uw monsteromschrijving	Opgegeven monstermatrix	Monster nr.
1	Pb5(Pb5-1-SiVaGe)	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13489932
2	Pb6(Pb6-2-SiVaGe)	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13489933
3	PB7A(PB7A-1-SiVaGe)	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13489934
4	Pb80nd.(Pb80nd.-1-SiVaGe)	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13489935

Q: door RvA geaccrediteerde verrichting
A: AP04 erkende en geaccrediteerde verrichting
S: AS SIKB erkende en geaccrediteerde verrichting
V: VLAREL erkende verrichting
W: Waals Gewest erkende verrichting

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2015 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest, het Brusselse Gewest, het Waalse Gewest en door de overheid van Luxemburg.

TESTEN
RvA L010

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 42-46
NL-3771NB Barneveld
+31 (0)34 242 63 00
Info-env@eurofins.nl
www.eurofins.nl

Venecoweg 5
B-9810 Nazareth
+32 (0)9 222 77 59
belgie-env@eurofins.be
www.eurofins.be

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPANL2A
KvK/CoC: 09088623
BTW/VAT: NL 8043.14.883.B01

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

eurofins

Analysecertificaat

Uw project/verslagnummer	6145010020	Certificaatnummer/Versie	2023028163/1
Uw projectnaam	Insteekdok	Startdatum analyse	24-Feb-2023
Uw ordernummer		Datum einde analyse	28-Feb-2023
Uw monsternemer		Rapportagedatum	28-Feb-2023/12:01
		Bijlage	A,D,V
		Pagina	2/2

	Analyse	Eenheid	1	2	3	4
V	trans 1,2-Dichlooretheen	µg/L	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
V	1,2-Dichlooretheen (som)	µg/L	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20
Q	CKW (som)	µg/L	<1.1	<1.1	<1.1	<1.1
	Minerale olie					
	Minerale olie (C10-C12)	µg/L	<25	<25	<25	<25
	Minerale olie (C12-C20)	µg/L	<25	<25	<25	<25
	Minerale olie (C20-C30)	µg/L	<25	<25	<25	<25
	Minerale olie (C30-C40)	µg/L	<25	<25	<25	<25
V	Minerale olie (C10-C40)	µg/L	<100	<100	<100	<100
	Fysisch-chemische bepalingen					
	EC-temp. corr. factor (mathematisch)		1.126	1.126	1.126	1.126
V	Geleidingsvermogen 25°C	µS/cm	4900	2900	1500	660
V	Geleidingsvermogen 25°C	mS/m	490	290	150	66
V	Geleidingsvermogen 20°C	mS/m	440	260	140	59
Q	EC (Meettemperatuur)	°C	19.6	19.6	19.6	19.6
	pH (Meettemperatuur)	°C	19.8	19.8	19.8	19.8
V	pH		6.7	7.3	7.2	7.4

Nr.	Uw monsteromschrijving	Opgegeven monstermatrix	Monster nr.
1	Pb5(Pb5-1-SiVaGe)	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13489932
2	Pb6(Pb6-2-SiVaGe)	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13489933
3	PB7A(PB7A-1-SiVaGe)	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13489934
4	Pb80nd.(Pb80nd.-1-SiVaGe)	Grondwater (Vlaanderen/BHG)	13489935

VLAREL

Q: door RvA geaccrediteerde verrichting
A: AP04 erkende en geaccrediteerde verrichting
S: AS SIKB erkende en geaccrediteerde verrichting
V: VLAREL erkende verrichting
W: Waals Gewest erkende verrichting

Akkoord
Pr.coörd.
VA

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.

Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2015 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest, het Brusselse Gewest, het Waalse Gewest en door de overheid van Luxemburg.

TESTEN
RvA L010

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 42-46
NL-3771NB Barneveld
+31 (0)34 242 63 00
Info-env@eurofins.nl
www.eurofins.nl

Venecoweg 5
B-9810 Nazareth
+32 (0)9 222 77 59
belgie-env@eurofins.be
www.eurofins.be

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPANL2A
KvK/CoC: 09088623
BTW/VAT: NL 8043.14.883.B01

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

eurofins

Bijlage (A) met de opgegeven deelmonsterinformatie behorende bij het analysecertificaat. 2023028163/1

Monster nr.	Uw monsteromschrijving				
Barcode	**Boornr**	**Van**	**Tot**	**Uw datum monstername**	**Monsteromsch./Monstername ID**
13489932	Pb5(Pb5-1-SiVaGe)				
0692204957	Pb5	600	700	22-Feb-2023	1
0692204949	Pb5	600	700	22-Feb-2023	2
0692204971	Pb5	600	700	22-Feb-2023	3
0670462961	Pb5	600	700	22-Feb-2023	4
0670462976	Pb5	600	700	22-Feb-2023	5
0640581331	Pb5	600	700	22-Feb-2023	6
0850088741	Pb5	600	700	22-Feb-2023	7
13489933	Pb6(Pb6-2-SiVaGe)				
0670462967	Pb6	1110	1210	22-Feb-2023	3
0692204963	Pb6	1110	1210	22-Feb-2023	4
0692204956	Pb6	1110	1210	22-Feb-2023	5
0850088771	Pb6	1110	1210	22-Feb-2023	6
0640581333	Pb6	1110	1210	22-Feb-2023	7
0692204944	Pb6	1110	1210	22-Feb-2023	1
0670462970	Pb6	1110	1210	22-Feb-2023	2
13489934	PB7A(PB7A-1-SiVaGe)				
0692204943	PB7A	1100	1200	22-Feb-2023	1
0692204951	PB7A	1100	1200	22-Feb-2023	2
0692204940	PB7A	1100	1200	22-Feb-2023	3
0640581343	PB7A	1100	1200	22-Feb-2023	4
0670462971	PB7A	1100	1200	22-Feb-2023	5
0670462956	PB7A	1100	1200	22-Feb-2023	6
0850088753	PB7A	1100	1200	22-Feb-2023	7
13489935	Pb80nd.(Pb80nd.-1-SiVaGe)				
0850088759	Pb80nd.	300	400	22-Feb-2023	1
0670462972	Pb80nd.	300	400	22-Feb-2023	2
0670462985	Pb80nd.	300	400	22-Feb-2023	3
0692204950	Pb80nd.	300	400	22-Feb-2023	4
0692204948	Pb80nd.	300	400	22-Feb-2023	5
0692204942	Pb80nd.	300	400	22-Feb-2023	6
0640581337	Pb80nd.	300	400	22-Feb-2023	7

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 42-46
NL-3771NB Barneveld
+31 (0)34 242 63 00
Info-env@eurofins.nl
www.eurofins.nl

Venecoweg 5
B-9810 Nazareth
+32 (0)9 222 77 59
belgie-env@eurofins.be
www.eurofins.be

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPANL2A
KvK/CoC: 09088623
BTW/VAT: NL 8043.14.883.B01

Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2015 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest, het Brusselse Gewest, het Waalse Gewest en door de overheid van Luxemburg.

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Bijlage (D) opmerkingen aangaande de monstername en conserveringstermijn 2023028163/1

Er zijn verschillen met de richtlijnen geconstateerd die de betrouwbaarheid van de resultaten van onderstaande monsters of analyses mogelijk hebben beinvloed.

Analyse	Monster nr.
De conserveringstermijn is voor de betreffende analyse overschreden.	
pH	13489932
	13489933
	13489934
	13489935
EC (Meettemperatuur)	13489932
	13489933
	13489934
	13489935

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 42-46
NL-3771NB Barneveld
+31 (0)34 242 63 00
Info-env@eurofins.nl
www.eurofins.nl

Venecoweg 5
B-9810 Nazareth
+32 (0)9 222 77 59
belgie-env@eurofins.be
www.eurofins.be

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPANL2A
KvK/CoC: 09088623
BTW/VAT: NL 8043.14.883.B01

Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2015 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest, het Brusselse Gewest, het Waalse Gewest en door de overheid van Luxemburg.

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Bijlage (V) met methodeverwijzingen behorende bij analysecertificaat 2023028163/1

Analyse	Methode	Techniek	Methode referentie
Arseen (As)	W0421	ICP-MS	CMA/2/I/B.5
Cadmium (Cd)	W0421	ICP-MS	CMA/2/I/B.5
Chroom (Cr)	W0421	ICP-MS	CMA/2/I/B.5
Koper (Cu)	W0421	ICP-MS	CMA/2/I/B.5
IJzer (Fe/FeII) totaal	W0566	Spectrometrie	WAC/III/C/002
IJzer (II)	W0566	Spectrometrie	WAC/III/C/002
IJzer (III) berekend	W0566	Berekening	
Kwik (Hg)	W0421	ICP-MS	CMA/2/I/B.5
Nikkel (Ni)	W0421	ICP-MS	CMA/2/I/B.5
Lood (Pb)	W0421	ICP-MS	CMA/2/I/B.5
Zink (Zn)	W0421	ICP-MS	CMA/2/I/B.5
Aromaten (BTEX)	W0254	HS-GC-MS	CMA/3/E
VOCl (11)	W0254	HS-GC-MS	CMA/3/E
Minerale Olie (GC) CMA	W0215	GC-FID	CMA/3/R.1
Geleidingsvermogen	W0506	Conductometrie	CMA/2/I/A.2
Zuurgraad (pH)	W0524	Potentiometrie	CMA/2/I/A.1

Nadere informatie over de toegepaste onderzoeksmethoden alsmede een classificatie van de meetonzekerheid staan vermeld in ons overzicht "Specificaties analysemethoden", versie april 2022.

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 42-46
NL-3771NB Barneveld
+31 (0)34 242 63 00
Info-env@eurofins.nl
www.eurofins.nl

Venecoweg 5
B-9810 Nazareth
+32 (0)9 222 77 59
belgie-env@eurofins.be
www.eurofins.be

BNP Paribas S.A. 227 9245 25
IBAN: NL71BNPA0227924525
BIC: BNPANL2A
KvK/CoC: 09088623
BTW/VAT: NL 8043.14.883.B01

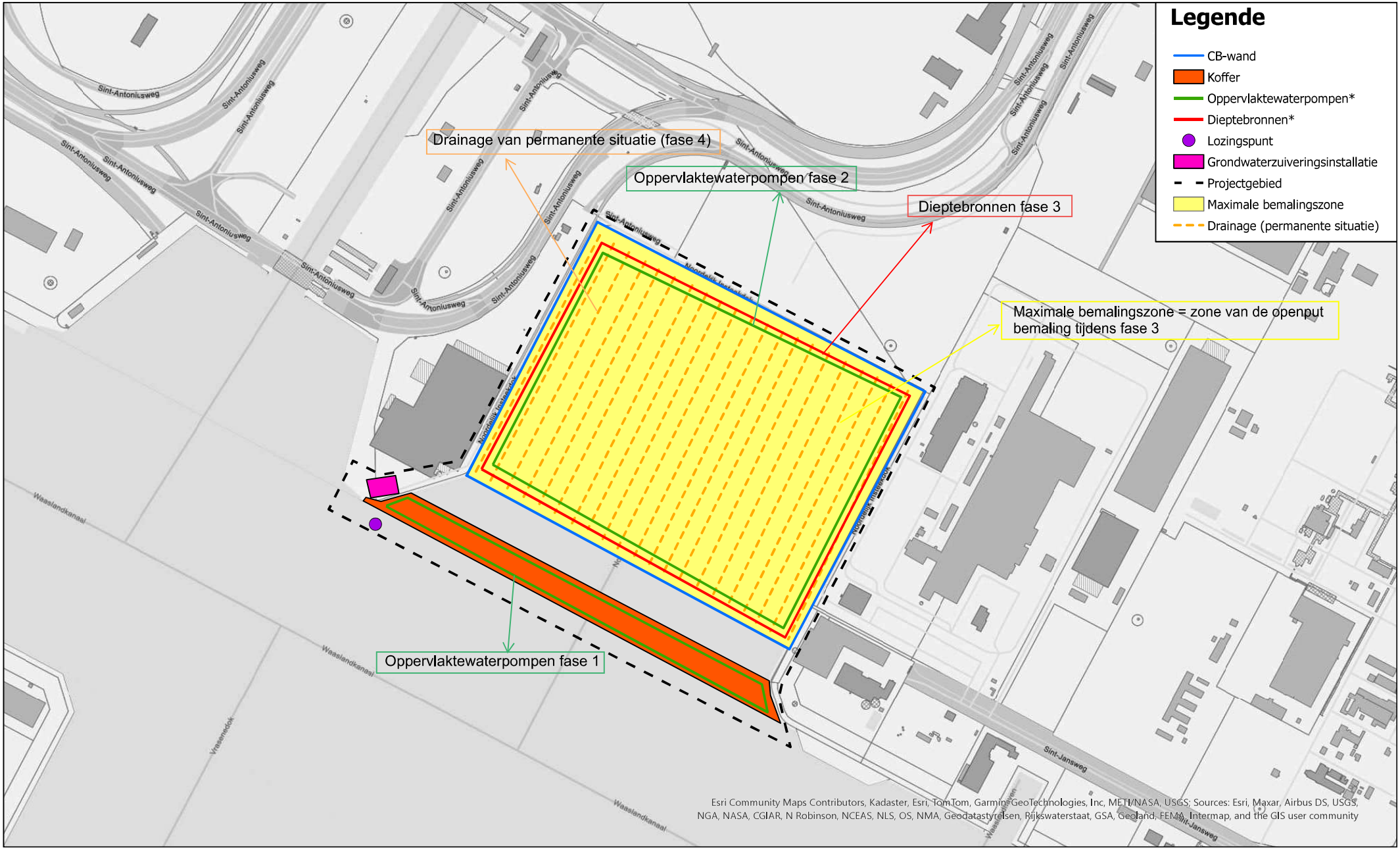
Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2015 gecertificeerd door TÜV en erkend door het Vlaamse Gewest, het Brusselse Gewest, het Waalse Gewest en door de overheid van Luxemburg.

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Bijlage 3: Uitvoeringsplan

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666



* Exacte locatie van dieptebronnen en oppervlaktewaterpompen is te bepalen door de aannemer

Uitvoeringsplan			Formaat: A3
Projectnummer: P.016898	Datum: 04/12/2025	Opdrachtgever: POAB	Schaal 1:6.144
Projectnaam: Bemaling NID			0 90 180 360 m

N

TRACTEBEL ENGIE

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Bijlage 4: Samenvatting input en output Wezer-tool

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Samenvatting Wezer-stappenplan

Stap 1 – Voortoets

- Klasse: 1
- Debiet: 1500 m³/d
- Lozend op: OW
- Aanvraagtype: Nieuwe lozing

Stap 3 – Plaats impact

- Te beoordelen waterlichaam: ANTWERPSE HAVENDOKKEN + SCHELDE-RIJNVERBINDING - VL17_187
- Q10: 1 m³/s
- Qgem: 6,2 m³/s
- Lengte: 2000 m
- Breedte: 400 m
- Diepte: 13,5 m

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Stap 5 - 7 Aanvaardbaar

Jaargemiddelde impact

Parameter	Concentratie lozing	Eenheid	Toets-waarde (ZG/JG)	C SOW (ZG/JG)	Klasse SOW (ZG/JG)	C SAW (ZG/JG)	Klasse SAW (ZG/JG)	Gemiddelde bijdrage lozing (%)	Situatie	Advies
Barium, totaal	350,00	µg/L	70	35,25	Goed	36,13	Goed	1,396180%	Toetswaarde zonder nieuwe lozing en met nieuwe lozing na volledige verdunning gehaald. Lozing zorgt niet voor achteruitgang. Bereken de mengzone en beoordeel de kwaliteit op het eind van het waterlichaam om te bepalen of de lozing bijdraagt tot het niet halen van de doelstellingen.	Beoordeel of de dimensies van de mengzone aanvaardbaar zijn en de kwaliteit op het einde van het waterlichaam OK is (inclusief de bijdrage van de lozing).
Zink, totaal	1.000,00	µg/L	200	18,48	Goed	21,22	Goed	1,396180%	Toetswaarde zonder nieuwe lozing en met nieuwe lozing na volledige verdunning gehaald. Lozing zorgt niet voor achteruitgang. Bereken de mengzone en beoordeel de kwaliteit op het eind van het waterlichaam om te bepalen of de lozing bijdraagt tot het niet halen van de doelstellingen.	Beoordeel of de dimensies van de mengzone aanvaardbaar zijn en de kwaliteit op het einde van het waterlichaam OK is (inclusief de bijdrage van de lozing).
perfluoroctaansulfonzuur (PFOS)	20,00	ng/L	0,65	13,775	Niet goed	13,79	Niet goed	8,591846%	Toetswaarde zonder nieuwe lozing niet gehaald (klasse niet goed) en met nieuwe lozing niet gehaald. Lozing zorgt voor achteruitgang. De lozing draagt bij tot het niet halen van de doelstellingen.	Ongunstig

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Maximale impact

Parameter	Concentratie lozing	Eenheid	Toets-waarde (90%iel/ MAX)	C SOW (90%iel/ MAX)	Klasse SOW (90%iel/MAX)	C SAW (90%iel/ MAX)	Klasse SAW (90%iel/MAX)	Maximale bijdrage lozing (%)	Situatie	Advies
perfluoroctaansulfonzuur (PFOS)	20,00	ng/L	36000	21,6	Goed	21,57	Goed	0,000948%	Toetswaarde zonder nieuwe lozing en met nieuwe lozing na volledige verdunning gehaald. Lozing zorgt niet voor achteruitgang. Bereken de mengzone en beoordeel de kwaliteit op het eind van het waterlichaam om te bepalen of de lozing bijdraagt tot het niet halen van de doelstellingen.	Beoordeel of de dimensies van de mengzone aanvaardbaar zijn en de kwaliteit op het einde van het waterlichaam OK is (inclusief de bijdrage van de lozing).

Docusign Envelope ID: 4A068364-1A67-4E13-9843-7323AEFB7666

Stap 5 - 7 Mengzones

Chronische mengzone (CMZ)

Maximaal aanvaardbare lengte: 200 m

Maximaal aanvaardbare breedte: 133,33 m

Parameter	Concentratie lozing	Eenheid	Lengte CMZ (m)	Breedte CMZ (m)
Barium, totaal	350,00	µg/L	46,51	11,25
Zink, totaal	1.000,00	µg/L	13,92	6,15

Acute mengzone (AMZ)

Maximaal aanvaardbare lengte: 20 m

Maximaal aanvaardbare breedte: 133,33 m

Parameter	Concentratie lozing	Eenheid	Lengte AMZ (m)	Breedte AMZ (m)
perfluoroctaansulfonzuur (PFOS)	20,00	ng/L	0,00	0,00

Bijlage 12: Risico-analyse Achilles

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

(B)BSP - RA - Algemeen
Project: Tweede Getijdendok
Projectnummer: P.016898
Datum: 07/05/2025
Verontreiniging: PFAS
Saneringsvariant: Bemaling, afgraven bronzones, isoleren restverontreiniging, verharden terrein en saneringsberging

W	B	E	R	Risico	Oorzaak	BM
6	2	3	36	Gevaarlijke stoffen	Het relatieve gevaar van de stoffen moet afgewogen worden ten opzichte van de uit te voeren werken en de toestand waarin de stoffen zich in de bodem bevinden.	
6	2	3	36	Zichtbaarheid	werken tijdens valavond of morgenschemer, tegenlicht	
6	2	3	36	Bedelven-vallen-breken	Onvoldoende stabilisatie van de materialen, de outillage en algemeen gesproken elk element dat bij welke verplaatsing dan ook de veiligheid en gezondheid van de werknemers in gevaar kan brengen	
6	0,5	15	45		Er kunnen zich personeelsleden of derden binnen de bewegingszone van een toestel begeven	
3	1	15	45	Brand of ontploffingsgevaar	Elektriciteitsinstallatie bevat onvoldoende veiligheden	
1	1	40	40		Ontbrandbare of ontplofbare dampen, gassen, stof, of interacties met dergelijke toestanden	
3	1	15	45		Onvoldoende brandbestrijdingsmiddelen	
3	2	7	42	Insluiting, paniek, vluchtwegen	Vluchtroutes en nooduitgangen worden niet vrijgehouden	
1	2	15	30		Onvoldoende vluchtmogelijkheden	
0,5	2	15	15		Vluchtroutes en nooduitgangen zijn onvindbaar	
6	2	3	36		Vluchtroutes zijn onvoldoende verlicht	
3	2	7	42	Beroepsziekte	Heffen van zware lasten	
3	2	7	42		Invloed van werken met verontreinigd materiaal	
0,5	2	3	3		Werken bij te hoge temperaturen	
3	2	3	18	Blootstelling aan schadelijke dampen en stof	Werken buiten	
3	2	1	6	Ongeoorloofde toegang of verhindering tot uitgang	Poorten of deuren functioneren slecht	
3	6	3	54	Sanitaire voorzieningen	Bij het dragen van speciale werkkleding, potentieel gecontamineerde persoonlijke beschermingsmiddelen en dergelijke	
3	6	3	54		Bij het fysisch in contact komen met de verontreinigde grond, of indien de kans groot is dat dit gebeurt	
3	6	1	18		Bij alle werken, met uitzondering van deze fases van het project waarbij slechts zeer tijdelijk (uren) op het terrein nog enige aanwezigheid is vereist	
3	2	1	6		Voor deze projecten of fases ervan waarbij speciale werkritmes worden ingevoerd teneinde de veiligheid of de gezondheid van het personeel te garanderen	
				Hygiëne en gezondheid		
6	1	7	42	Vallen, breken	Bouwsteigers en ladders	
3	2	7	42	Vallen, breken	Hefwerktuigen	
3	3	7	63	Beroepsziekte, vallen, botsen, breken, verpletteren	Voertuigen, grondverzet en materiaalverladingsmachines	
3	3	7	63	Beroepsziekte, vallen, botsen, breken, verpletteren	Installaties, machines en uitrustingen	
3	2	7	42	Vallen, botsen, breken verpletteren	Metaal en betonconstructies, bekisting en zware prefabelementen	
3	2	7	42	Vallen, botsen, breken verpletteren	Bouwkuipen en caissons	
6	1	7	42	Brandgevaar en beschadigen omringende uitrustingen	Warm werk (hakken, boren, branden, lassen, slijpen,...)	
3	2	1	6	Brandgevaar, energieverspilling	Verwarmingstoestellen	
3	2	3	18	Brandgevaar, bodemverontreiniging, luchtverontreiniging	Brandstoftanks voor het bevoorraden van de werktuigen of energievoorziening (groep) en tanks voor chemicaliën	
3	1	7	21	Brandgevaar	Brandbare gassen en zuurstof	
6	2	1	12	Elektrocutie brandgevaar	Elektrische apparaten die blijven werken buiten de normale werkuren	
3	3	7	63	Ongeval	Grondwerkmachines	
3	2	7	42	Ongeval	Hijstoestellen met uitschuifbare stabilisatiepoten	
3	1	3	9	Algemeen gevaar	Recipiënten met onbekende inhoud	
6	2	1	12	Hygiëne	Aanwezigheid van ongedierte	
6	3	3	54	Dispersie in de omgeving	mobiele verontreinigingen, stofvormende activiteiten, vluchtige stoffen,...	
6	2	3	36	Gevaar op vergiftiging	stoffen in zodanige concentraties dat zij toxische werking hebben	
3	1	15	45	Gevaar op ziektes op langere termijn	stoffen in concentraties dat zij aanleiding kunnen geven tot humaan toxicologische risico's	
3	2	7	42	Brandgevaar	Aanwezigheid van brandbare producten die aanleiding kunnen geven tot brand	
0,5	1	15	7,5	Beroepsziekten	Asbest	
1	1	15	15	Beroepsziekten	Lood als metaal of in ionogene vorm	
1	1	15	15	Beroepsziekten	Kobalt	
6	2	3	36	Beroepsziekten	Werken zonder bescherming tegen zonnestralen	
0,5	1	15	7,5	Beroepsziekten	Ioniserende straling	
					Besloten ruimten	

(B)BSP - RA - Ontgraven
Project: Tweede Getijdendok
Projectnummer: P.016898
Datum: 07/05/2025
Verontreiniging: PFAS
Saneringsvariant: Bemaling, afgraven bronzones, isoleren restverontreiniging, verharden terrein en saneringsberging

W	B	E	R	Risico	Oorzaak	BM
3	1	15	45	Bedelven	Mensen in sleuf tijdens de grondwerken	
6	0,5	15	45		Talud te steil uitgraven	
6	0,5	15	45		Verschillende grondlagen	
3	1	15	45		Onvoldoende bemaling	
3	1	15	45		Hevige regen	
3	1	15	45		Grote bovenbelasting van machines of grondopslag	
3	0,5	15	22,5		Derde op werkterrein	
3	2	7	42	Blootstelling aan schadelijke stoffen, vloeistoffen en dampen	Verontreinigde grond	
3	2	3	18		Uitlaatgassen	
3	2	1	6		Bijvullen van brandstoffen	
3	2	7	42		Emissie verontreinigingen uit put	
3	2	3	18		Vluchtige verontreiniging / drijflaag in grond	
6	1	1	6		Stof	
3	3	1	9	Verontreinigen propere grond	Onoordeelkundig verwijderen verontreinigde grond	
3	1	1	3		Ondergronds gecontamineerd leidingwerk	
6	2	1	12		Instorten, afkalven put	
1	6	1	6		Stockage verontreinigde grond zonder afdek	
1	2	1	2		Onderhoud eigen machinepark	
3	2	3	18	Verontreinigen grondwater	Smeerzone wordt gemengd met grondwater	
3	1	3	9		Ondergronds gecontamineerd leidingwerk	
6	2	3	36	Restverontreiniging in bodem	Onvoldoende ver grond verwijderd	
3	1	15	45	Verstikking	Zuurstof tekort in put	
1	1	40	40	Ontploffing	Brandbaar gasmengsel	
6	1	7	42	Vallen	Onstabiele ladders,...	
6	1	7	42		Ontbreken van leuningen	
6	3	3	54	Chemische verbranding	Contact met zuren en basen	
3	1	15	45	Asbest en onvoorziene verontreiniging	Onvoldoende informatie	
6	2	3	36	Lichamelijk letsel	Gebukte houding	
6	2	3	36		Getordeerde houding	
6	2	3	36		Statische belasting	
6	2	3	36		Dynamische belasting	
6	2	3	36		Trekken	
6	2	3	36		Tillen zware lasten	
6	3	3	54	Struikelen en vallen	Rondslingerend afval	
6	2	3	36	Verbranding	Aanraken hete onderdelen	
3	2	3	18	Geluid	Machines meer dan 80 dbA	
3	2	3	18		Machines voor langdurige werking	
6	2	3	36	Trillingen	Trilplaten, schiethamers	
6	2	3	36	Verlichting	Verblinding	
6	2	3	36		Te donker	
6	1	3	18	Stress	Ademhalingsbescherming	
6	3	3	54		Werkdruk	

6	2	3	36	Breken	Breuk persleidingen	
6	2	1	12		Defecte graafmachine	
6	3	3	54		Overladen	
3	2	7	42		Breken van kabels, lieren	
6	3	3	54		Slechte bevestiging	
3	1	7	21		Kantelen	
6	2	3	36	Botsen	Plan van de werf	
3	3	7	63	Slechte zichtbaarheid	Geen oogcontact	
3	1	15	45	Elektrocutie	Slechte plaatsing leidingen enz...	
6	0,5	15	45		Nutsleidingen doorgetrokken	
6	1	1	6	Visuele verontreiniging	Machinepark en grond	
6	0,5	15	45	Instorting	Instabiliteit van de grond	
3	1	15	45		Grondwatertafelverlaging	
3	1	3	9	Afval op het terrein	Onvoorziene afval in de grond	

(B)BSP - RA - Grondwateronttrekking en -zuivering
Project: Tweede Getijdendok
Projectnummer: P.016898
Datum: 07/05/2025
Verontreiniging: PFAS
Saneringsvariant: Bemaling, afgraven bronzones, isoleren restverontreiniging, verharden terrein en saneringsberging

W	B	E	R	Risico	Oorzaak	BM
3	3	3	27	Doorsnijden nutsleidingen	Bereikbaarheid van het leidingwerk	
6	2	3	36	Bovengronds leidingwerk creëert gevaarlijke situaties	Ondoordachte aanleg van het leidingwerk	
6	1	7	42	Ondergrondse obstakels voor aanleg van putten	Onvoldoende vooronderzoek, onbekend terrein	
6	1	7	42	Explosieve bodemluchtgassen in explosierisicozone	Preferentiële luchtstromen onvoldoende gekend	
6	2	3	36	Geen energiebron	Uitvallen voedingsnet of mobiele groep	
3	1	7	21	Explosie risicozone	Ontstaan van hitte	
3	1	7	21	Brand in brandgevaarlijke risicozone	Werken met open vlam	
3	2	3	18	Lekken / drukverlies	Leidingwerk oplosbaar in verontreiniging	
6	2	3	36	Blootstelling aan schadelijke stoffen, vloeistoffen en dampen	Verontreinigde grond	
3	2	3	18		Uitlaatgassen	
3	2	1	6		Bijvullen van brandstoffen	
3	2	7	42		Emissie verontreinigingen uit put	
3	2	3	18		Vluchtige verontreiniging / drijflaag in grond	
6	1	1	6		Stof	
6	1	1	6	Overstromen van de omgeving	Nat spuiten van putten, zonder opvang	
3	1	3	9	Afval op het terrein		
6	2	1	12	Grondwaterpluim niet volledig afgevangen (compliance point overschreden)	verontreiniging groter dan verwacht	
3	2	1	6	Gevaar op verkeerde uitvoering	putten niet diep genoeg geplaatst of te hoog gezet	
6	2	1	12		pompdebiet onvoldoende	
6	2	1	12		putten verkeerd geplaatst op locatie	
6	3	1	18		kanaalvorming	
3	3	3	27	Geurproblemen / explosieprobleem	Waterreinigingssysteem zorgt voor geurhinder	
6	2	1	12	Concentraties in onttrokken water aanzienlijk minder beladen dan verwacht	Valse aanzuiging	
3	2	1	6		Verontreiniging kleiner dan verwacht	
3	2	1	6		Afname van de verontreiniging in zicht	
3	2	1	6		Verkeerde plaatsing onttrekkingsputten	
6	2	3	36	Emissiekwaliteit onvoldoende	Zuiveringsinstallatie niet bedrijfszeker	
6	2	3	36		Ingaande concentraties hoger dan verwacht	
6	2	3	36		Adsorptiecapaciteit (vb actieve kool) overschreden	
6	2	1	12	Toestromingsdebiet vermindert	Verstopping door geactiveerde biodegradatie en dergelijke	
3	2	3	18	Verontreinigen grondwater	Aanwezige drijflaag beweegt of versmeert door pompwerk	
3	2	3	18		Grondwaterbeweging mengt proper met vuil	
6	2	3	18		Verhoging grondwatertafel induceert uitloging	
6	1	3	18	Verontreinigen tweede aquifer	Putten doorheen afsluitende laag geboord	
1	2	3	6	Overstroming	Herinjectiesysteem overgedimensioneerd	
6	2	3	36		Clogging van de verzadigde zone	
0,2	2	3	1,2	Drijflaag blijft naleveren	Foutieve inschatting drijflaagdikte	
0,2	2	3	1,2		Mobiliteit van de drijflaag in de bodem onvoldoende	
0,2	2	3	1,2		Conische afzuiging onvoldoende groot	
0,2	2	3	1,2		Verfiltering op verkeerde positie	
0,2	2	3	1,2		Drain ligt op verkeerde positie	
0,2	2	3	1,2		sleuf niet diep genoeg	
0,2	2	3	1,2		sleuf niet omvattend genoeg	

(B)BSP - RA - Algemeen
Project: Tweede Getijdendok
Projectnummer: P.016898
Datum: 07/05/2025
Verontreiniging: PFAS
Saneringsvariant: Bemaling, afgraven bronzones, isoleren restverontreiniging, verharden terrein en saneringsberging

W	B	E	R	Risico	Oorzaak	BM
6	2	3	36	Gevaarlijke stoffen	Het relatieve gevaar van de stoffen moet afgewogen worden ten opzichte van de uit te voeren werken en de toestand waarin de stoffen zich in de bodem bevinden.	
6	2	3	36	Zichtbaarheid	werken tijdens valavond of morgenschemer, tegenlicht	
6	2	3	36	Bedelven-vallen-breken	Onvoldoende stabilisatie van de materialen, de outillage en algemeen gesproken elk element dat bij welke verplaatsing dan ook de veiligheid en gezondheid van de werknemers in gevaar kan brengen	
6	0,5	15	45		Er kunnen zich personeelsleden of derden binnen de bewegingszone van een toestel begeven	
3	1	15	45	Brand of ontploffingsgevaar	Elektriciteitsinstallatie bevat onvoldoende veiligheden	
1	1	40	40		Ontbrandbare of ontplofbare dampen, gassen, stof, of interacties met dergelijke toestanden	
3	1	15	45		Onvoldoende brandbestrijdingsmiddelen	
3	2	7	42	Insluiting, paniek, vluchtwegen	Vluchtroutes en nooduitgangen worden niet vrijgehouden	
1	2	15	30		Onvoldoende vluchtmogelijkheden	
0,5	2	15	15		Vluchtroutes en nooduitgangen zijn onvindbaar	
6	2	3	36		Vluchtroutes zijn onvoldoende verlicht	
3	2	7	42	Beroepsziekte	Heffen van zware lasten	
3	2	7	42		Invloed van werken met verontreinigd materiaal	
0,5	2	3	3		Werken bij te hoge temperaturen	
3	2	3	18	Blootstelling aan schadelijke dampen en stof	Werken buiten	
3	2	1	6	Ongeoorloofde toegang of verhindering tot uitgang	Poorten of deuren functioneren slecht	
3	6	3	54	Sanitaire voorzieningen	Bij het dragen van speciale werkkleding, potentieel gecontamineerde persoonlijke beschermingsmiddelen en dergelijke	
3	6	3	54		Bij het fysisch in contact komen met de verontreinigde grond, of indien de kans groot is dat dit gebeurt	
3	6	1	18		Bij alle werken, met uitzondering van deze fases van het project waarbij slechts zeer tijdelijk (uren) op het terrein nog enige aanwezigheid is vereist	
3	2	1	6		Voor deze projecten of fases ervan waarbij speciale werkritmes worden ingevoerd teneinde de veiligheid of de gezondheid van het personeel te garanderen	
				Hygiëne en gezondheid		
6	1	7	42	Vallen, breken	Bouwsteigers en ladders	
3	2	7	42	Vallen, breken	Hefwerktuigen	
3	3	7	63	Beroepsziekte, vallen, botsen, breken, verpletteren	Voertuigen, grondverzet en materiaalverladingsmachines	
3	3	7	63	Beroepsziekte, vallen, botsen, breken, verpletteren	Installaties, machines en uitrustingen	
3	2	7	42	Vallen, botsen, breken verpletteren	Metaal en betonconstructies, bekisting en zware prefabelementen	
3	2	7	42	Vallen, botsen, breken verpletteren	Bouwkuipen en caissons	
6	1	7	42	Brandgevaar en beschadigen omringende uitrustingen	Warm werk (hakken, boren, branden, lassen, slijpen,...)	
3	2	1	6	Brandgevaar, energieverspilling	Verwarmingstoestellen	
3	2	3	18	Brandgevaar, bodemverontreiniging, luchtverontreiniging	Brandstoftanks voor het bevoorraden van de werktuigen of energievoorziening (groep) en tanks voor chemicaliën	
3	1	7	21	Brandgevaar	Brandbare gassen en zuurstof	
6	2	1	12	Elektrocutie brandgevaar	Elektrische apparaten die blijven werken buiten de normale werkuren	
3	3	7	63	Ongeval	Grondwerkmachines	
3	2	7	42	Ongeval	Hijstoestellen met uitschuifbare stabilisatiepoten	
3	1	3	9	Algemeen gevaar	Recipiënten met onbekende inhoud	
6	2	1	12	Hygiëne	Aanwezigheid van ongedierte	
6	3	3	54	Dispersie in de omgeving	mobiele verontreinigingen, stofvormende activiteiten, vluchtige stoffen,...	
6	2	3	36	Gevaar op vergiftiging	stoffen in zodanige concentraties dat zij toxische werking hebben	
3	1	15	45	Gevaar op ziektes op langere termijn	stoffen in concentraties dat zij aanleiding kunnen geven tot humaan toxicologische risico's	
3	2	7	42	Brandgevaar	Aanwezigheid van brandbare producten die aanleiding kunnen geven tot brand	
0,5	1	15	7,5	Beroepsziekten	Asbest	
1	1	15	15	Beroepsziekten	Lood als metaal of in ionogene vorm	
1	1	15	15	Beroepsziekten	Kobalt	
6	2	3	36	Beroepsziekten	Werken zonder bescherming tegen zonnestralen	
0,5	1	15	7,5	Beroepsziekten	Ioniserende straling	
					Besloten ruimten	

(B)BSP - RA - Ontgraven
Project: Tweede Getijdendok
Projectnummer: P.016898
Datum: 07/05/2025
Verontreiniging: PFAS
Saneringsvariant: Bemaling, afgraven bronzones, isoleren restverontreiniging, verharden terrein en saneringsberging

W	B	E	R	Risico	Oorzaak	BM
3	1	15	45	Bedelven	Mensen in sleuf tijdens de grondwerken	
6	0,5	15	45		Talud te steil uitgraven	
6	0,5	15	45		Verschillende grondlagen	
3	1	15	45		Onvoldoende bemaling	
3	1	15	45		Hevige regen	
3	1	15	45		Grote bovenbelasting van machines of grondopslag	
3	0,5	15	22,5		Derde op werkterrein	
3	2	7	42	Blootstelling aan schadelijke stoffen, vloeistoffen en dampen	Verontreinigde grond	
3	2	3	18		Uitlaatgassen	
3	2	1	6		Bijvullen van brandstoffen	
3	2	7	42		Emissie verontreinigingen uit put	
3	2	3	18		Vluchtige verontreiniging / drijflaag in grond	
6	1	1	6		Stof	
3	3	1	9	Verontreinigen propere grond	Onoordeelkundig verwijderen verontreinigde grond	
3	1	1	3		Ondergronds gecontamineerd leidingwerk	
6	2	1	12		Instorten, afkalven put	
1	6	1	6		Stockage verontreinigde grond zonder afdek	
1	2	1	2		Onderhoud eigen machinepark	
3	2	3	18	Verontreinigen grondwater	Smeerzone wordt gemengd met grondwater	
3	1	3	9		Ondergronds gecontamineerd leidingwerk	
6	2	3	36	Restverontreiniging in bodem	Onvoldoende ver grond verwijderd	
3	1	15	45	Verstikking	Zuurstof tekort in put	
1	1	40	40	Ontploffing	Brandbaar gasmengsel	
6	1	7	42	Vallen	Onstabiele ladders,...	
6	1	7	42		Ontbreken van leuningen	
6	3	3	54	Chemische verbranding	Contact met zuren en basen	
3	1	15	45	Asbest en onvoorziene verontreiniging	Onvoldoende informatie	
6	2	3	36	Lichamelijk letsel	Gebukte houding	
6	2	3	36		Getordeerde houding	
6	2	3	36		Statische belasting	
6	2	3	36		Dynamische belasting	
6	2	3	36		Trekken	
6	2	3	36		Tillen zware lasten	
6	3	3	54	Struikelen en vallen	Rondslingerend afval	
6	2	3	36	Verbranding	Aanraken hete onderdelen	
3	2	3	18	Geluid	Machines meer dan 80 dbA	
3	2	3	18		Machines voor langdurige werking	
6	2	3	36	Trillingen	Trilplaten, schiethamers	
6	2	3	36	Verlichting	Verblinding	
6	2	3	36		Te donker	
6	1	3	18	Stress	Ademhalingsbescherming	
6	3	3	54		Werkdruk	

6	2	3	36	Breken	Breuk persleidingen	
6	2	1	12		Defecte graafmachine	
6	3	3	54		Overladen	
3	2	7	42		Breken van kabels, lieren	
6	3	3	54		Slechte bevestiging	
3	1	7	21		Kantelen	
6	2	3	36	Botsen	Plan van de werf	
3	3	7	63	Slechte zichtbaarheid	Geen oogcontact	
3	1	15	45	Elektrocutie	Slechte plaatsing leidingen enz...	
6	0,5	15	45		Nutsleidingen doorgetrokken	
6	1	1	6	Visuele verontreiniging	Machinepark en grond	
6	0,5	15	45	Instorting	Instabiliteit van de grond	
3	1	15	45		Grondwatertafelverlaging	
3	1	3	9	Afval op het terrein	Onvoorziene afval in de grond	

(B)BSP - RA - Grondwateronttrekking en -zuivering
Project: Tweede Getijdendok
Projectnummer: P.016898
Datum: 07/05/2025
Verontreiniging: PFAS
Saneringsvariant: Bemaling, afgraven bronzones, isoleren restverontreiniging, verharden terrein en saneringsberging

W	B	E	R	Risico	Oorzaak	BM
3	3	3	27	Doorsnijden nutsleidingen	Bereikbaarheid van het leidingwerk	
6	2	3	36	Bovengronds leidingwerk creëert gevaarlijke situaties	Ondoordachte aanleg van het leidingwerk	
6	1	7	42	Ondergrondse obstakels voor aanleg van putten	Onvoldoende vooronderzoek, onbekend terrein	
6	1	7	42	Explosieve bodemluchtgassen in explosierisicozone	Preferentiële luchtstromen onvoldoende gekend	
6	2	3	36	Geen energiebron	Uitvallen voedingsnet of mobiele groep	
3	1	7	21	Explosie risicozone	Ontstaan van hitte	
3	1	7	21	Brand in brandgevaarlijke risicozone	Werken met open vlam	
3	2	3	18	Lekken / drukverlies	Leidingwerk oplosbaar in verontreiniging	
6	2	3	36	Blootstelling aan schadelijke stoffen, vloeistoffen en dampen	Verontreinigde grond	
3	2	3	18		Uitlaatgassen	
3	2	1	6		Bijvullen van brandstoffen	
3	2	7	42		Emissie verontreinigingen uit put	
3	2	3	18		Vluchtige verontreiniging / drijflaag in grond	
6	1	1	6		Stof	
6	1	1	6	Overstromen van de omgeving	Nat spuiten van putten, zonder opvang	
3	1	3	9	Afval op het terrein		
6	2	1	12	Grondwaterpluim niet volledig afgevangen (compliance point overschreden)	verontreiniging groter dan verwacht	
3	2	1	6	Gevaar op verkeerde uitvoering	putten niet diep genoeg geplaatst of te hoog gezet	
6	2	1	12		pompdebiet onvoldoende	
6	2	1	12		putten verkeerd geplaatst op locatie	
6	3	1	18		kanaalvorming	
3	3	3	27	Geurproblemen / explosieprobleem	Waterreinigingssysteem zorgt voor geurhinder	
6	2	1	12	Concentraties in onttrokken water aanzienlijk minder beladen dan verwacht	Valse aanzuiging	
3	2	1	6		Verontreiniging kleiner dan verwacht	
3	2	1	6		Afname van de verontreiniging in zicht	
3	2	1	6		Verkeerde plaatsing onttrekkingsputten	
6	2	3	36	Emissiekwaliteit onvoldoende	Zuiveringsinstallatie niet bedrijfszeker	
6	2	3	36		Ingaande concentraties hoger dan verwacht	
6	2	3	36		Adsorptiecapaciteit (vb actieve kool) overschreden	
6	2	1	12	Toestromingsdebiet vermindert	Verstopping door geactiveerde biodegradatie en dergelijke	
3	2	3	18	Verontreinigen grondwater	Aanwezige drijflaag beweegt of versmeert door pompwerk	
3	2	3	18		Grondwaterbeweging mengt proper met vuil	
6	2	3	18		Verhoging grondwatertafel induceert uitloging	
6	1	3	18	Verontreinigen tweede aquifer	Putten doorheen afsluitende laag geboord	
1	2	3	6	Overstroming	Herinjectiesysteem overgedimensioneerd	
6	2	3	36		Clogging van de verzadigde zone	
0,2	2	3	1,2	Drijflaag blijft naleveren	Foutieve inschatting drijflaagdikte	
0,2	2	3	1,2		Mobiliteit van de drijflaag in de bodem onvoldoende	
0,2	2	3	1,2		Conische afzuiging onvoldoende groot	
0,2	2	3	1,2		Verfiltering op verkeerde positie	
0,2	2	3	1,2		Drain ligt op verkeerde positie	
0,2	2	3	1,2		sleuf niet diep genoeg	
0,2	2	3	1,2		sleuf niet omvattend genoeg	

Bijlage 13: Nota CB-wand en taluds

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TRACTEBEL ENGINEERING S.A.

KANTOOR GENT
Esplanade Oscar Van de Voorde 1
9000 Gent – BELGIË
tel. +32 9 240 09 11 – fax +32 9 240 09 00
engineering-be@tractebel.engie.com
tractebel-engie.com

MEMO

Onze ref.: P016898_2GD_MEM-K-2107
Datum: 14/04/25

Klant: Port of Antwerp
Contactpersoon: Kristof Guldentops
Project: Ontwerpstudie Tweede Getijdendok
Onderwerp: Stabiliteit CB wand vs talud bouwput
Revisie: 0
Opmerkingen: [Comments]

☐ **Confidential** ☐ **Restricted** ☐ **Internal** ☐ **Public**

In deze memo wordt de stabiliteit van de cement-bentoniet (CB) wanden gecontroleerd m.b.t. de afstand van de wand tot het talud van de bouwput. De controle wordt uitgevoerd ter hoogte van twee verschillende locaties:

- Eerste locatie: zone dijken
- Tweede locatie: zone kaaimuren (Deense kaai)

Van deze memo bestaan volgende revisies:

- Revisie 0: Eerste uitgave.

1. Referenties

1.1. Projectgebonden documenten

[1] P.016898_2GD_0030 Grondlagenopbouw

[2] P016898_2GD_RAP-A-0031_C_Analyse grondkarakteristieken

[3] P.016898_2GD_0010 Globale randvoorwaardennnota

[4] Standaardbestek 260 voor kunstwerken en waterbouw

[5] CUR R0189 Cement-bentoniet schermen

2. Randvoorwaarden

2.1. Grondparameters

De grondparameters en grondlagenopbouw in de PLAXIS-modellen zijn conform [1] en [2].

2.2. Materiaal parameters

De CB-wanden worden gemodelleerd als een grondmassief met een dikte van 0.80m. De lengte van deze wanden variëren aangezien deze aangezet worden vanaf het maaiveld tot in de Boomse klei. De wanden worden op een afstand van minimaal 10m gemodelleerd ten opzichte van de bouwkuipen met volgende eigenschappen:

Parameters	**CB-wand druk**	**CB-wand trek**
Soil model [-]	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Drainage type	Non-porous	Non-porous
γ_{unsat}	12.5	12.5
E [kN/m²]	230	17
ν [-]	0.3	0.3
c’	140	140
φ'	30	30

2.3. Toetsingscriteria

Het nazicht van de stabiliteit van de CB-wanden worden uitgevoerd in GGT. Hierin worden de nazichten voorzien gebaseerd op de zuivere karakteristieke parameters (zowel voor lasten als materialen) waarbij noch partiële noch globale veiligheden worden meegenomen.

2.3.1. Algemene stabiliteit

De stabiliteit van de CB-wanden worden berekend volgens het principe van de globale veiligheden volgens het SB260. De veiligheidsfactor bedraagt hierbij:

- Voor een finale toestand (gedraineerd):
  - Methode Bishop: 1.3
  - Geoptimaliseerde glijvlakken (eg. Geostudio, PLAXIS, …): 1.25
- Voor iedere tussentijdse fase (niet-gedraineerde toestand): 1.1

De algehele stabiliteit wordt bepaald volgens PLAXIS.

2.3.2. Integriteit CB-wanden

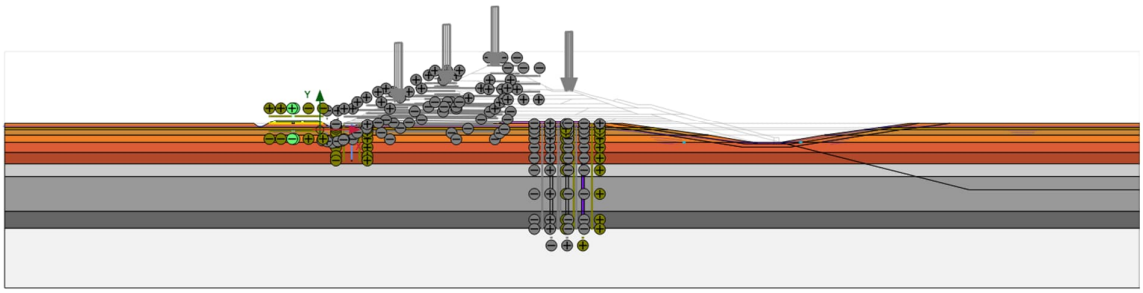
De volgende criteria dienen geverifieerd te worden om de integriteit van de waterremmende schermen te garanderen cf ref. [5]:

- Max. 1% breukrek op trek
- Horizontale vervormingen (transversale vervormingen tussen de boven- en onderkant van de CB-wand) blijven kleiner dan 10% van de wanddikte

3. Modelgegevens

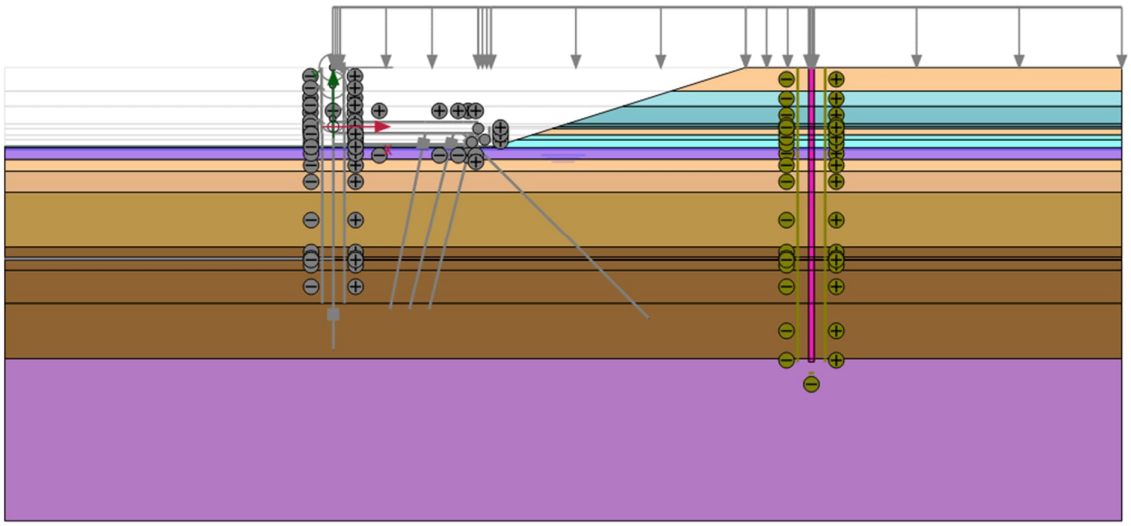
Voor de controle van de CB-wanden worden de PLAXIS-modellen gehanteerd die reeds opgemaakt werden voor andere onderdelen binnen het project. Specifiek worden volgende modellen gehanteerd:

- Controle CB-wanden ter hoogte van het dijk: Plaxis model West dok



Figuur 3-1 Plaxis model West dok

- Controle CB-wanden ter hoogte van de Deense kaai: PLAXIS model KGW zuid



Figuur 3-2 Plaxis model KGW zuid

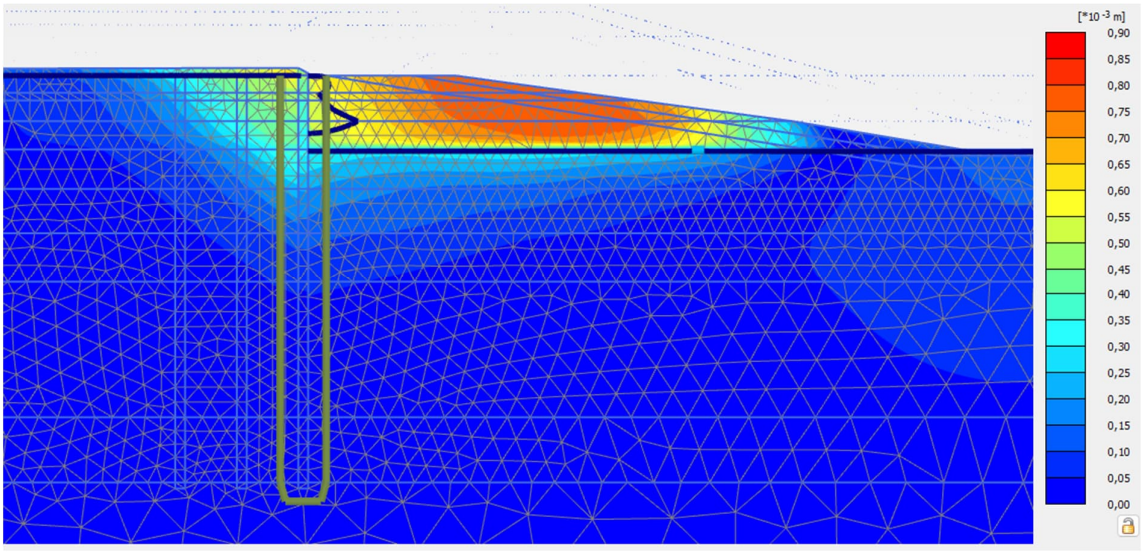
In beide gevallen wordt de meest maatgevende situatie bekeken. Ter hoogte van de dijk is dit de situatie waarbij een bouwput gerealiseerd wordt onder een helling van 30/4 voor het uitvoeren van de nodige grondstabilisatie. Ter hoogte van de Deense kaaimuur is de realisatie van de bouwkuip voor de bouw van de kaaimuur de meest maatgevende situatie. Hierbij wordt er een helling van 12/4 gehanteerd.

4. Resultaten

4.1. Plaxis model West dok (zone dijk)

4.1.1. Algemene stabiliteit

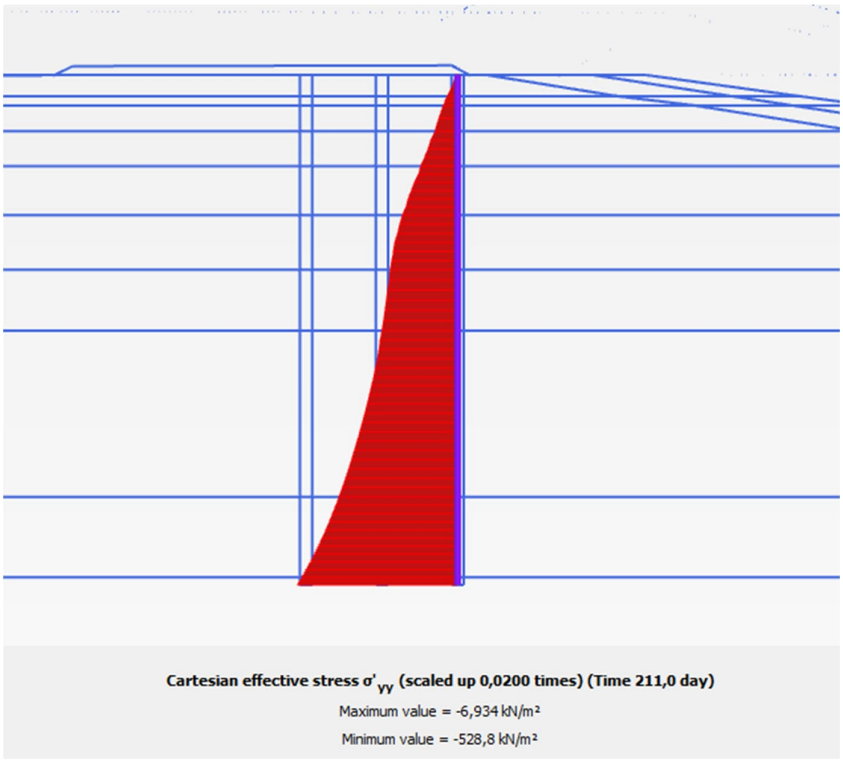
De algemene stabiliteit wordt gecontroleerd door middel van glijvlakken. De meest maatgevend glijvlak wordt weergegeven door Figuur 4-1. Voor deze fase wordt er een globale veiligheidsfactor (safety factor - SF) verkregen van 1.92. De waarde is groter dan de vereiste veiligheidsfactor.



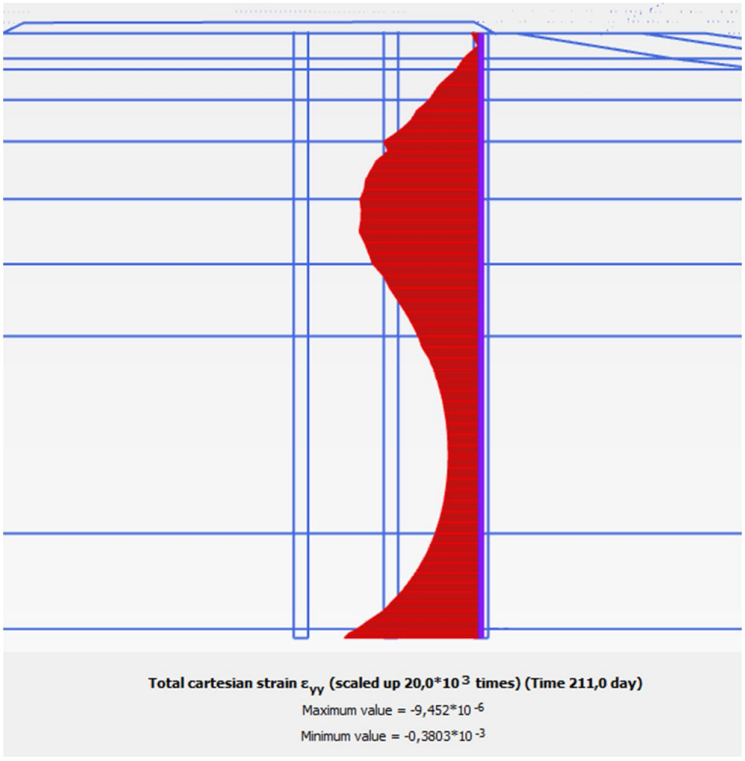
Figuur 4-1 Maatgevend glijvak zone dijk– SF 1.92

4.1.2. Integriteit CB-wand

De integriteit van de CB-wand wordt bekeken door middel van de optredende effectieve spanningen, totale rekken en verplaatsingen. Deze zaken worden weergegeven door middel van Figuur 4-2, Figuur 4-3 en Figuur 4-4



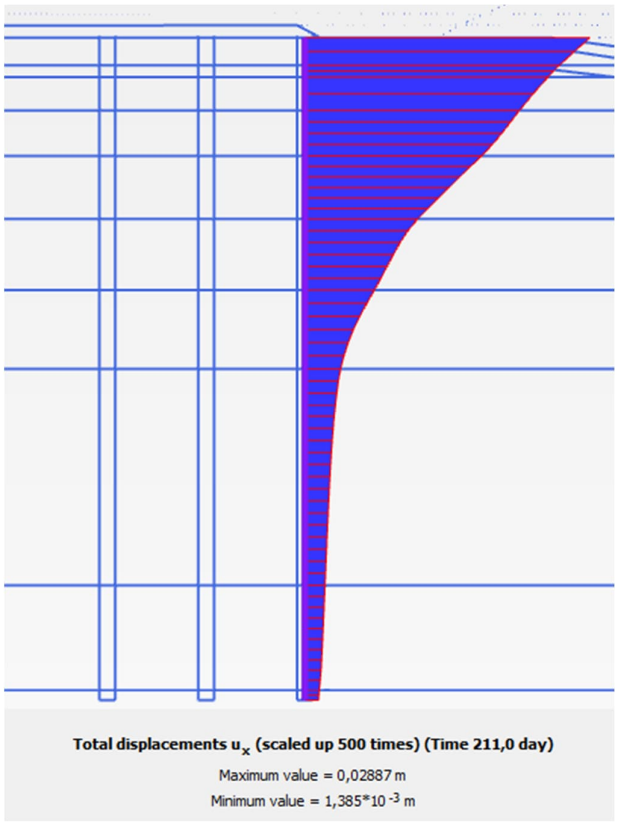
Figuur 4-2 Effectieve spanningen in CB wand zone dijk



Figuur 4-3 De optredende breukrekken in de CB wand zone dijk

Aan de hand van de effectieve spanningen (Figuur 4-2) kan geconcludeerd worden dat de volledige CB-wand onder druk staat in deze fase. De effectieve spanningen in de wand lopen op van ca. 7kN/m² (0.007N/mm²) tot ca. 529kN/m² (0.529N/mm²).

Figuur 4-3 toont aan dat de totale rekken die optreden in de wand kleiner blijven dan de grenswaarde van 1% breukrek. In trek treed er geen breukrekken op, in druk is de maximale breukrek 0.04%. In het algemeen kan geconcludeerd worden dat de er hier ver verwijderd is van volledige scheurvorming van de wand.



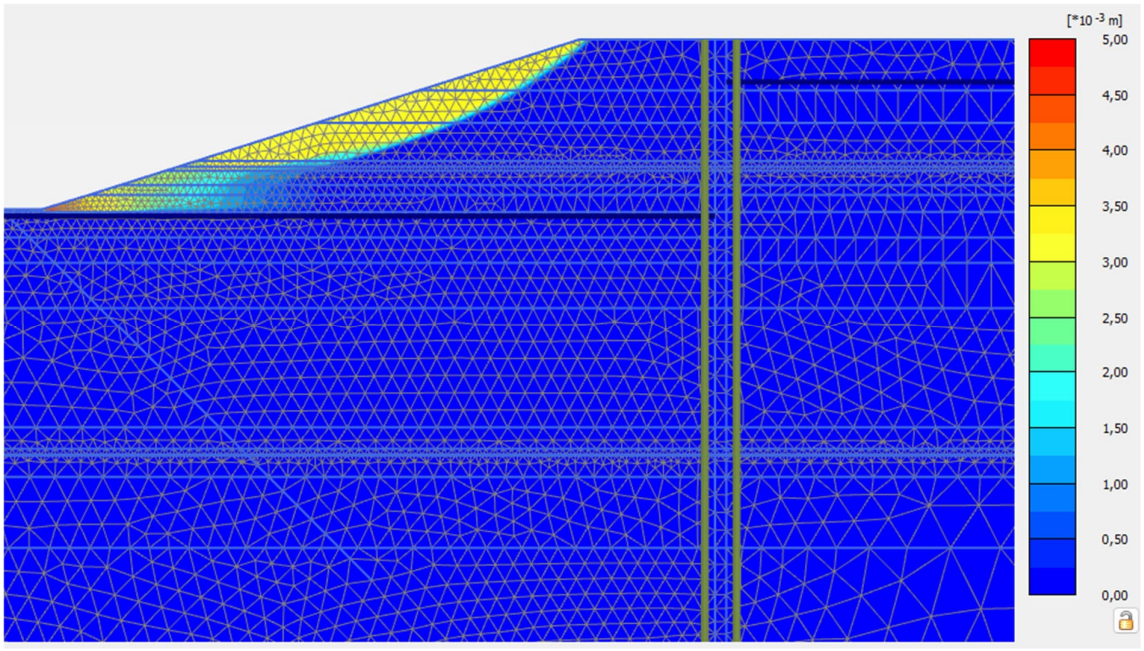
Figuur 4-4 Verplaatsingen CB-wand zone dijk

Tot slot wordt ook nog de verplaatsing van de wand bekeken. De maximaal geïnduceerde verplaatsingen ten gevolge van de uitgraving is 0.029m (29mm). Deze vervormingen treden voornamelijk op bovenaan de CB-wand. De transversale vervormingen tussen de boven- en onderkant van de CB-wand, hier 0.0275m (27.50mm), blijven kleiner dan 10% van de wanddikte. de grenswaarde van 0.08m (80mm) wordt niet overschreden.

4.2. PLAXIS model KGW zuid (zone Deense kaai)

4.2.1. Algemene stabiliteit

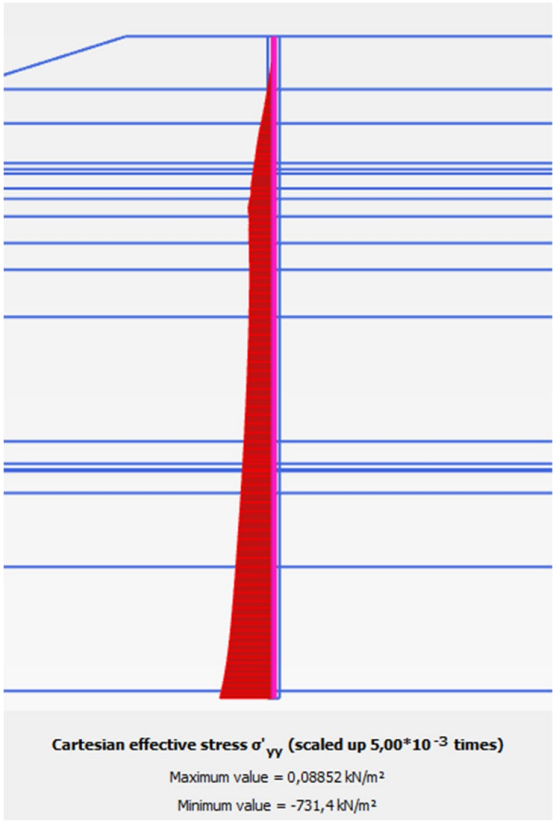
Ook hier wordt de algemene stabiliteit gecontroleerd door middel van glijvlakken. De meest maatgevende glijvlak wordt weergegeven door Figuur 4-5. Voor deze fase wordt er een globale veiligheidsfactor (safety factor - SF) verkregen van 1.42. De waarde is groter dan de vereiste veiligheidsfactor.



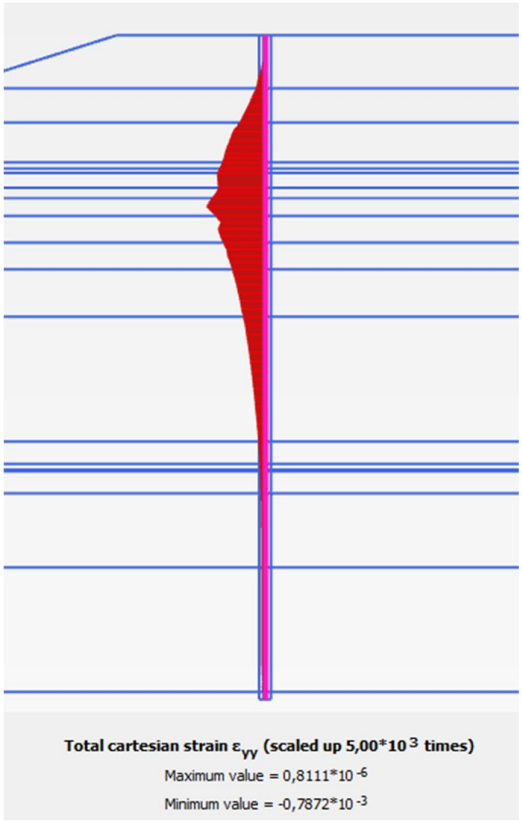
Figuur 4-5 Maatgevend glijvak zone Deense kaai – SF 1.42

4.2.2. Integriteit CB-wand

De integriteit van de CB-wand zone Deense kaai word ook bekeken door middel van de optredende effectieve spanningen, totale rekken en verplaatsingen. Deze zaken worden weergegeven door middel van Figuur 4-6, Figuur 4-7 en Figuur 4-8.



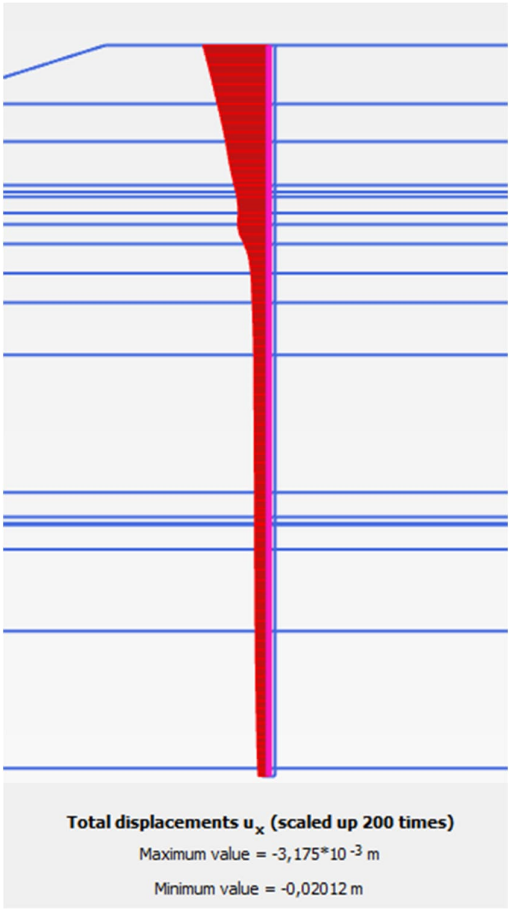
Figuur 4-6 Effectieve spanningen in CB wand zone Deense kaai



Figuur 4-7 De optredende breukrekken in de CB wand zone Deense kaai

Aan de hand van de effectieve spanningen (Figuur 4-6) kan geconcludeerd worden dat de volledige CB-wand onder druk staat in deze fase. De effectieve spanningen in de wand lopen op van ca. 0.09kN/m² (0.00009N/mm²) tot ca. 731kN/m² (0.731N/mm²).

Figuur 4-7 toont aan dat de totale rekken die optreden in de wand kleiner blijven dan de grenswaarde van 1% breukrek. In trek treed er geen breukrekken op, in druk is de maximale breukrek 0.08%. In het algemeen kan geconcludeerd worden dat de er hier ver verwijderd is van volledige scheurvorming van de wand.



Figuur 4-8 Verplaatsingen CB-wand zone Deense kaai

Tot slot wordt ook nog de verplaatsing van de wand bekeken. De maximaal geïnduceerde verplaatsingen ten gevolge van de uitgraving is 0.02m (20mm). Deze vervormingen treden voornamelijk op bovenaan de CB-wand. De transversale vervormingen tussen de boven- en onderkant van de CB-wand, hier 0.017m (17.03mm), blijven kleiner dan 10% van de wanddikte. de grenswaarde van 0.08m (80mm) wordt niet overschreden.

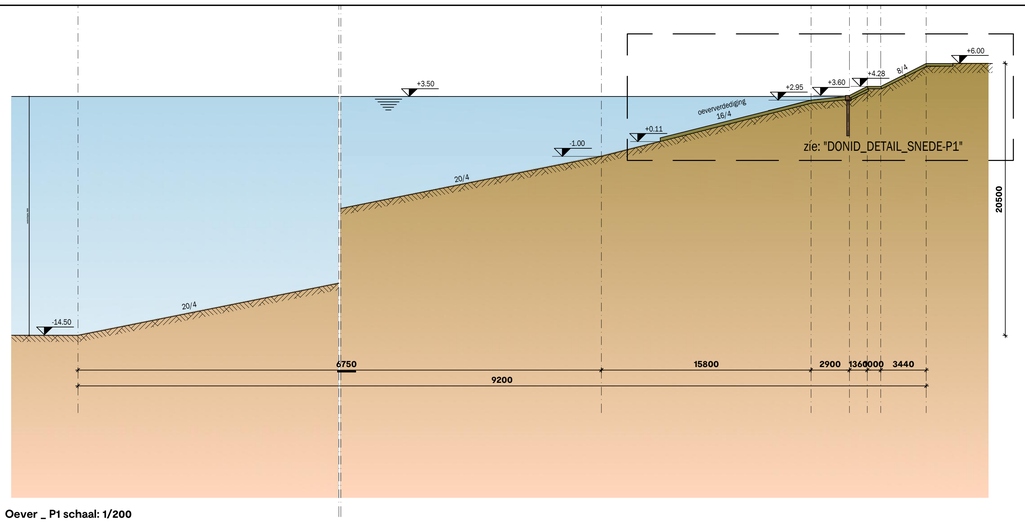
5. Conclusie

Op basis van de uitgevoerde berekeningen kunnen volgende conclusies getrokken worden:

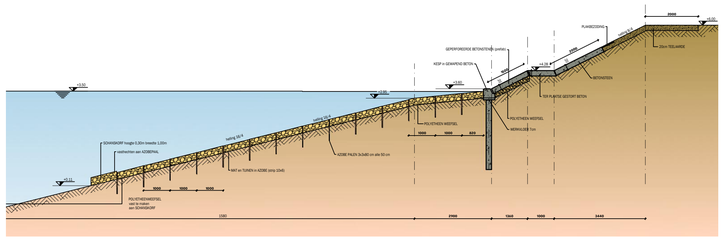
- De geanalyseerde CB-wanden voldoen aan de opgelegde eisen met betrekking tot de algemene stabiliteit. De veiligheidsfactor is steeds groter dan de waardes die gehaald dienen te worden in tijdelijke toestand (SF=1.11) en finale toestand (1.25).
- De wanden staan in de gecontroleerde fases volledig onder druk. Daarnaast treden er over de volledige hoogte van de wand geen ontoelaatbare breukrekken onder trek of druk op. De grenswaarde van 1% wordt niet overschreden.
- De horizontale vervormingen van de CB-wanden (transversale vervormingen tussen de boven- en onderkant van de CB-wand) blijven kleiner dan 10% van de wanddikte. Ook hier wordt voldaan aan de opgelegde eis.

Bijlage 14: Bestaande toestand en structuren NID

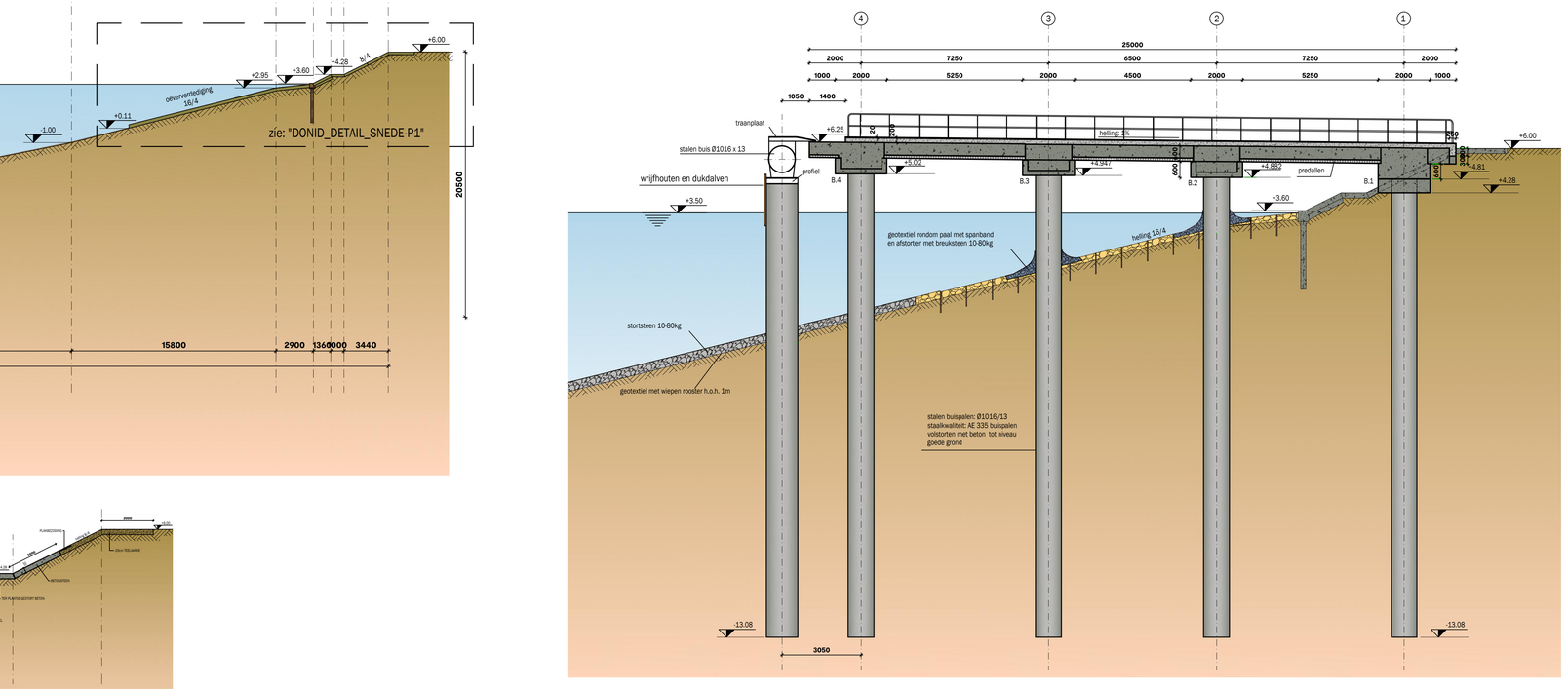
This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



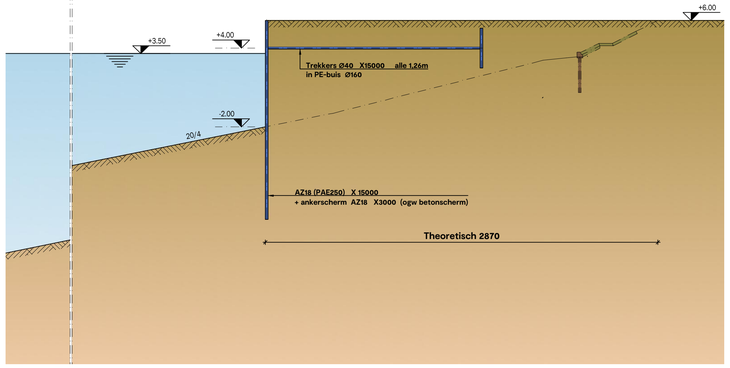
Oever _ P1 schaal: 1/200



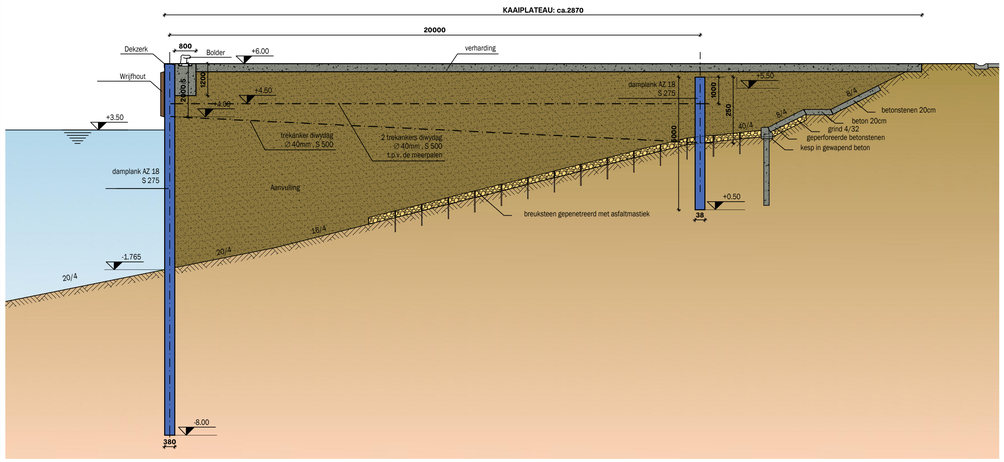
Detail Oever _ P1 schaal: 1/10



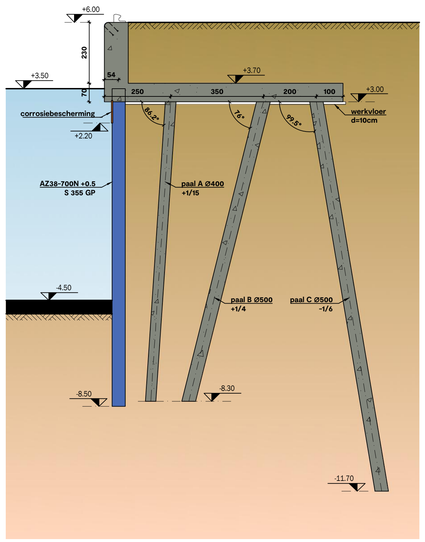
Steiger Gyproc schaal: 1/10



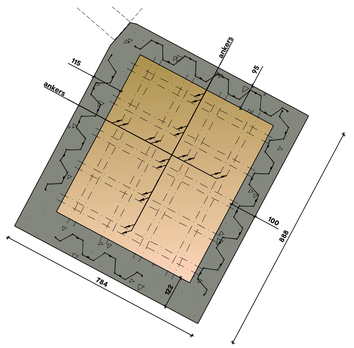
Kaai DP-World _ Detail B schaal: 1/200



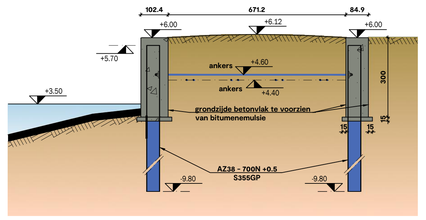
Kaai GRC_P2.1 schaal: 1/100



Deense kaaimuur _ P3 schaal:1/10



Damkuip Plattegrond



Damkuip Doorsnede

LEGENDE BETONCONSTUCTIES		
Materiaal & toepassing	**Kwaliteit**	**Betondekking**
Werkvloer	C12/15 - C6 - E0	-
Gewapend beton kesp en vloerplaat	C35/45 - C8 - E54	C_{nom} = 60mm

Nota
Ankers zijn bijkomend beschermd met HDPE-buizen over de volledige lengte.
De ruimte tussen de HDPE-buizen en de ankers is opgevuld met
anti-corrosiepasta.

Damkuip Detail A schaal: 1/10

NOTA:

Detailplannen van de bestaande kaaimuren zijn ter beschikking bij de aanbestedende overheid.

Port of Antwerp

IFTI
cadloket@portofantwerp.com

Dempen van het Noordelijk Insteekdok Kaaimuur constructie

Bestaande toestand
Type profielen

Rev	Datum	Get	Wijziging
A	12/07/2021	GB	Eerste uitgave

Opgemaakt door:
Hans Schrauwen
Port Project Expert

Gezien en voorgesteld:
Gert Baert
Port Projects Manager

12/07/2021	Datum
G.Brosens	Tekenaar
J. V. D. Wijden	Controle CAD-Ontwerper
	Gezien CAD-Manager
	Referentie
	Brontekening
	Besteknummer
	Totaal aantal plannen
Aanbesteding	Status
zie plan	Schaal
	Formaat
	Projectie
DONID-004-AAB CI-002	Plannummer

Afgedrukt door Jeroen van der Wijden op maandag 6 september 2021 13:15

C:\Documenten\Vault Workspace\Tekeningen\Dokken\DONID\DONID-004 Dempen\Aanbesteding\DONID-004-AAB117432.dwg

Bijlage 15: Stabiliteitsnota NID

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

BSP Nota Stabiliteitstudie

BSP – Noordelijk insteekdok



SWECO

Lijst met aanpassingen

Revisie	Datum	Beschrijving van wijziging	Gecontroleerd door	Goedgekeurd door
1.0	07/03/2025	Eerste versie	MDS	CBA

Sweco bv/srl	Ondernemingsnummer BE0405647664
Project	Demping noordelijk insteekdok
Projectnummer	6145010020
Klant	Haven van Antwerpen - Brugge nv van Publiek Recht
Auteur	Mathias De Smedt
Datum	2025-02-12
Document Reference	NID Saneringsberging - Haalbaarheidsnota stabiliteit

Inhoudsopgave

1 Inleiding 6
1.1 Doel nota 6
1.2 Projectgebied 7
1.3 Projectbeschrijving 7

2 Controles 8
2.1 Controles kofferdam 8
2.1.1 GGT controle 8
2.1.2 UGT controle 9
2.1.3 Controles betonontwerp 15
2.2 Controles CB wand 16
2.2.1 Verticaliteit 16
2.2.2 Constructieve controles CB wand: 17

3 Stabiliteit kofferdam 18
3.1 Berekeningssnede 18
3.2 Aannames 19
3.2.1 Grondkarakteristieken 19
3.2.2 Waterstand 22
3.2.3 Opbouw, principe en fasering 22
3.2.4 Modellering 37
3.3 Resultaten 39
3.3.1 Kofferdam 39
3.3.2 CB wand 54

4 Ontwerp CB wanden rondom dok 61
4.1 Input 61
4.1.1 Berekeningssnedes en parameters 61
4.1.2 Modellering 62
4.2 Berekening snede West 64
4.2.1 Parameters (S19) 64
4.2.2 Geometrie 65
4.2.3 Resultaten 66
4.3 Berekening snede Noord 72
4.3.1 Parameters (S20) 72
4.3.2 Geometrie 73
4.3.3 Resultaten 74
4.4 Berekening snede Windmolen 79
4.4.1 Parameters (S22) 80
4.4.2 Geometrie 81

4.4.3 Resultaten ... 82
4.5 Berekening snede Oost ... 88
4.5.1 Parameters (S25) ... 88
4.5.2 Geometrie ... 89
4.5.3 Resultaten ... 90
4.6 Synthese ... 96

5 Zettingen ten gevolge van bemaling ... 98
5.1 Aannames ... 98
5.2 Resultaten ... 98

Bijlage 1 Controle buispalen combiwand ... 102
Bijlage 2 Controle buispalen kraanbaan ... 103
Bijlage 3 Controle ankers ... 104
Bijlage 4 Controle draagvermogen buispalen combiwand ... 105
Bijlage 5 Controle draagvermogen buispalen kraanbaan ... 106
Bijlage 6 Zettingen ten gevolge van bemaling ... 107

1 Inleiding

1.1 Doel nota

Huidige nota heeft als doel de stabiliteit aan te tonen van het opvullen van het Noordelijk insteekdok als saneringsberging rekening houdende met relevante bouwfasen.

Er wordt hierbij gekeken naar de stabiliteit van de kofferdam tijdens de bouwfase, het opvullen van het dok als BSP en de gebruiksfase als kaaimuur met gebruikt kaaiplateau. Om de saneringsberging te realiseren worden rondom het dok CB wanden (cement bentoniet wanden) voorzien als hydraulische scheiding van de saneringsberging en de omgeving. Deze CB wanden worden in opgehoogde taluds voorzien. Door de aanwezigheid van de CB wanden zal de grondwaterstroming achter het dok beïnvloed worden. Om de mogelijke invloed hiervan te beschouwen, wordt een zettingsberekening t.g.v. bemaling uitgevoerd.

De opbouw van de nota wordt hieronder kort samengevat:

- Inleiding
- Controles
- Stabiliteit kofferdam
    - Aannames
    - Resultaten
- Ontwerp cement bentoniet wanden langsheen het dok
    - Input/aannames
    - Parameters per snede
    - Resultaten per snede
- Controle zettingen t.g.v. bemaling

Bij de controle van de kofferdam wordt de nadruk gelegd op de geotechnische stabiliteit. Het uitdetailleren van de betonnen elementen (kesp, kraanbaan, kabeltrommelkelders) is in deze stabiliteitsnota in conceptfase nog niet toegevoegd wegens niet maatgevend voor haalbaarheid ontwerp.

1.2 Projectgebied

Het projectgebied betreft het Noordelijk Insteekdok in Kallo (Beveren), zoals aangeduid op. Het dok is gelegen aan de noordzijde van het Waaslandkanaal en ten oosten van de Kieldrechtsluis.



Figuur 1-1: Aanduiding projectgebied (bron: geopunt.be)

1.3 Projectbeschrijving

Een gedetailleerde beschrijving van het project en de globale fasering is te vinden in de Nota Technische beschrijving van het BSP.

2 Controles

In onderstaande paragrafen worden de uitgevoerde controles toegelicht. In §3 en §4 wordt de stabiliteit van de kofferdam en CB wanden uitgevoerd op basis van de hieronder vermelde controles.

2.1 Controles kofferdam

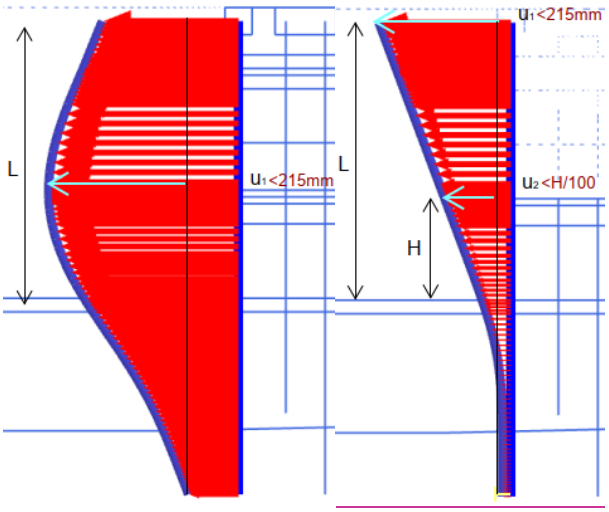
2.1.1 GGT controle

Het ontwerp van de kofferdam is gedeeltelijk op vervorming gestuurd. In eerste instantie dient er gekeken te worden dat de vervormingen bij aanvulling en ontwatering binnen de grens van L/100 blijven, waar L de lengte van de combiwand is boven de huidige bodem.

In finale toestand wordt gerekend met -15,5 mTAW als bodempeil. Dit maakt dat de voorwand 215 mm vervorming als limiet heeft. Deze limiet geldt voor de maximaal optredende vervorming, relatief t.o.v. de verplaatsing van de steek van de combiwand.

In tijdelijke fasen is de limiet van 215 mm te ruim. Hier wordt veiligheidshalve een limiet per fase voorzien op H/100, waar H de grondkerende hoogte is. De exacte limietwaarde veranderd vervolgens mee met de fasering. Deze limietwaarde wordt vergeleken met de optredende vervorming, afgelezen t.h.v. de top van de aanvulling, en opnieuw relatief t.o.v. de verplaatsing van de steek van de combiwand.

Bovenstaande eisen zijn samengevat in onderstaande figuur:



Figuur 2-1: Aflezen relatieve vervormingen: standaard (links), tijdelijke fase (rechts)

2.1.2 UGT controle

Eerst en vooral wordt de combiwand gecontroleerd onder invloed van M, V en N. Volgende checks worden uitgevoerd. Dit gebeurt in ontwerpbenadering DA1/1 zoals toegelicht in DONID_B10724-3_ONT_AL-002.

- Druk
- Knik
- Samengestelde buiging
- Lokaal plooien volgens 6.6.6 CUR 211 handboek kaaimuren

De ankerkrachten worden eveneens in GGT en DA1/1 gecontroleerd zoals ook het draagvermogen van de buispalen. Dit voor zowel de buispalen van de combiwand als de buispalen voor de kraanbaanfundering.

Daarnaast wordt ook een algehele controle gedaan in ontwerpbenadering DA1/2 waarbij de algehele stabiliteit van het geheel gecontroleerd wordt. Hier wordt gekeken dat de passieve weerstand beperkt blijft tot maximaal 100%. In de praktijk komt dit erop neer dat de vervormingen die optreden beperkt blijven tot de veiligheidsfactor op de grondparameters bereikt is. Merk op dat de vervormingen hier de L/100 mogen overschrijden.

2.1.2.1 Controle druk

Hier wordt gekeken naar onderstaande ongelijkheid:

$$\frac{N_{RD}}{N_{ED}} \geq 1$$

Met

$$N_{RD} = A \cdot f_y$$

2.1.2.2 Controle knik

Hier wordt gekeken naar onderstaande ongelijkheid:

$$\frac{N_{b,RD}}{N_{ED}} \geq 1$$

Met

$$N_{b,RD} = \chi \cdot A \cdot f_y$$

En onderstaande dient bepaald te worden

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \sqrt{\lambda^2}}}$$

$$\phi = 0{,}5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda + 0{,}2) + \lambda^2)$$

$$\lambda = \frac{L_{knik}}{i \cdot 93{,}3 \cdot \sqrt{235/f_y}}$$

De kniklengte L_{knik} wordt hier worst case aangenomen met knikfactor 1,0. Dit gaat ervan uit dat de combiwand zowel bovenaan als onderaan scharnierend is verbonden. Onderaan zit de combiwand in realiteit ingeklemd in de Boomse klei, en zou de knikfactor verlaag kunnen worden tot 0,7.

De imperfectiefactor α wordt hier aangenomen op 0,21 conform knikcurve a (NBN EN 1993-1-1). Aanvullend wordt lokaal plooien gecontroleerd op basis van CUR 211.

2.1.2.3 Controle kip (LTB)

De controle voor kip, alsook de stabiliteit van de buispaal onder de combinatie van N en M wordt uitgevoerd conform EN1993-1-1, incl. ANB Bijlage D. Dit wordt toegevoegd in volgende ontwerpfase.

2.1.2.4 Controle samengestelde buiging

Bij de controle op samengestelde buiging wordt zowel naar de buigmomenten als de normaalkrachten gekeken die optreden in de wand. De controle hier wordt gebaseerd op CUR 211. Onderstaande ongelijkheid wordt getoetst.

$$\frac{1}{\frac{N_{ED}}{N_{b,RD}} + \frac{M_{ED}}{M_{RD}}^{1,7}} \geq 1$$

Met

$$M_{RD} = \frac{I}{V} \cdot f_y$$

2.1.2.5 Controle draagvermogen

Het draagvermogen wordt bepaald a.d.h.v. WTCB rapport nr. 20 volgens Eurocode 7 (NBN EN 1997-1).

Er wordt vertrokken van de typesonderingen. Het draagvermogen van de buispalen wordt enerzijds bepaald door de kleef en anderzijds door de puntweerstand. Hier worden twee controles uitgevoerd, namelijk een waarbij plugging verondersteld wordt op te treden en een waar dit niet verondersteld wordt. Wanneer er geen plug optreedt, wordt het draagvermogen enkel bepaald door de kleef aan binnen- en buitenkant van de buispaal. Indien plugging optreedt, zal er aan de binnenzijde van de wand geen kleef meewerken, maar wordt er wel gerekend op de puntweerstand van de basis.

De gemaakte aannames in de berekening worden hieronder toegelicht. De relevante factoren zijn toegevoegd in de formule.

$$R_c = R_b + R_s$$

Met R_b de puntweerstand en R_s de wrijvingsweerstand langs de mantel (kleef).

De wrijwingsweerstand R_s wordt bepaald a.d.h.v. onderstaande formule

$$R_s = \chi_s \cdot \alpha_s \cdot h \cdot q_c \cdot n_p$$

De puntweerstand R_b wordt bepaald a.d.h.v. onderstaande formule

$$R_b = A_b \cdot \alpha_b \cdot \varepsilon_b \cdot q_b$$

De gebruikte coëfficiënten worden in hieronder verder toegelicht.

- De paalomtrek χ_s bedraagt 4,40 m
- De paaldiameter A_b bedraagt 1,54 m²
- De schachtcoëfficiënt α_s bedraagt
    - 0,6 in Bm
    - 0,6 in Bc en Kd
- De puntcoëfficiënt α_b bedraagt 1,0

Tabel 5 (1) Waarden van de installatiefactoren voor de puntweerstand α_b en voor de wrijvingsweerstand op druk α_s in functie van het paaltype (categorieën I, II en III).

Paaltype	Basis α_b		Schacht α_s (2)	
	Klei	Andere grondsoorten (10)	Klei	Andere grondsoorten (10)
CATEGORIE I (3): PALEN MET GRONDVERDRINGING				
GEHEIDE EN INGEPERSTE PALEN				
Geprefabriceerde betonpaal zonder verbrede basis	1	1	0,9	1
In de grond gevormde paal zonder verbrede basis (4), schacht in plastisch beton	1	1	0,9	1
In de grond gevormde paal met verbrede basis (4), schacht in plastisch beton	1	1	— (5)	— (5)
In de grond gevormde paal met in de grond gevormde verbrede basis, schacht in droog beton	1	1	1,15	1,15
Onderaan afgesloten stalen paal, zonder verbrede basis (4)	1	1	0,6	0,6
Onderaan afgesloten stalen paal, met verbrede basis (4)	1	1	— (5)	— (5)
Open stalen buispaal, situatie met propvorming (6)	1	1	0,6	0,6
SCHROEFPALEN VAN DE CATEGORIE I (7)				
Schacht in plastisch beton	0,8	0,5	0,6	0,6
Met een verloren voerbuis	0,8	0,5	0,6	0,6
Met een verloren of tijdelijke voerbuis en groutinjectie (8)	0,8	0,5	0,6	0,6
CATEGORIE II (3): PALEN MET WEINIG GRONDVERDRINGING OF -ONTSPANNING				
GEHEIDE PALEN				
Open stalen buispaal, situatie zonder propvorming (6)	1	1	0,6	0,6
I-profielen en damplanken	1	1	0,6	0,6
CATEGORIE III (3): PALEN MET GRONDVERWIJDERING				
CFA-PALEN				
	0,8	0,5	0,3	0,4
BOORPALEN				
Uitgevoerd met een tijdelijke voerbuis	0,8	0,5	0,3	0,5
Uitgevoerd onder steunvloeistof	0,8	0,5	0,5	0,5
Uitgevoerd zonder tijdelijke voerbuis of steunvloeistof	0,8	— (9)	0,5	— (9)

(1) Voor paaltypes die over een Technische Goedkeuring (ATG) met certificatie of equivalent beschikken, kunnen er onder bepaalde voorwaarden andere α_b- en α_s-waarden als deze, vermeld in tabel 5, van toepassing zijn. De procedure om een Technische Goedkeuring (ATG) met certificatie te laten opmaken, kan aangevraagd worden bij de BUtgb (www.butgb.be, info@butgb.be).
(2) Reductie bij alternerende belasting: zie hoger.
(3) De hier vermelde categorieën I, II en III hebben betrekking op de mate van grondverdringing of grondverwijdering tijdens de paalinstallatie. Niet te verwarren met de geotechnische categorieën (GC's) 1, 2 en 3, die vermeld zijn in § 2.1 (p. 9).

Figuur 2-2: Tabel 5 uit WTCB rapport 20 (1)

(4) De paalbasis wordt als verbreed beschouwd ten aanzien van de wrijving (lagere α_s-waarden) als het om een geprefabriceerde verbrede basis gaat met $D_{b,eq} > D_s + 5$ cm. De invloed van een verbrede basis op de puntweerstand zit vervat in de reductiefactor
(5) Ofwel wordt de wrijving aangetoond met minstens twee geïnstrumenteerde statische paalbelastingsproeven ter plaatse (zie Bijlage B, p. 41), ofwel wordt er geen wrijving in rekening gebracht.
(6) Voor stalen buispalen die onderaan niet afgesloten zijn, kan er onderaan in de buis een prop gevormd worden bij het inbrengen van de paal. Voor het ontwerp moeten er twee situaties onderzocht worden:
- situatie zonder propvorming onderaan: de wrijving wordt zowel aan de buitenzijde als aan de binnenzijde van de buis in rekening gebracht. De puntweerstand wordt beschouwd over de staalsectie van de punt
- situatie met propvorming onderaan: de wrijving wordt alleen in rekening gebracht aan de buitenzijde van de buis. De puntweerstand wordt beschouwd over de volledige sectie van de punt.

Het is de minimumwaarde van beide situaties die bepalend is voor het ontwerp.
(7) Alleen voor schroefpalen met flenzen van maximaal 10 cm (bv. 36/56).
(8) De diameter van de centrale buis is minstens gelijk aan de helft van de paalbasisdiameter.
(9) De punt- en wrijvingsweerstand moeten aangetoond worden met geïnstrumenteerde statische paalbelastingsproeven (SLT's) ter plaatse.
(10) Onder andere grondsoorten verstaan we hier courante grondsoorten zoals leem, zand, zandhoudende klei of leem, kleihoudend zand of kleihoudende leem.

Figuur 2-3: Tabel 5 uit WTCB rapport 20 (2)

Zoals vermeld in bovenstaande tabel wordt voor de situatie zonder propvorming rekening gehouden met wrijving aan binnen- en buitenzijde van de buispaal. In

de situatie waar propvorming optreedt, wordt enkel kleef langs de buitenzijde van de paal in rekening gebracht. Overige parameters zijn:

- ε_b wordt bepaald via
  - $\varepsilon_b = \max\left[1-0{,}01\left[\frac{D_{b,eq}}{D_c}-1\right];0{,}476\right]$ in tertiaire klei
  - $\varepsilon_b = 1$ in alle andere grondsoorten.
- h en q_c volgen uit de relevante sonderingen
- n_p is bepaald a.d.h.v. onderstaande tabel uit WTCB rapport 20

Tabel 4 Waarden voor de eenheidswrijvingsweerstand (q_s) en de factor (η^*_p) volgens de grondsoort.

Grondsoort	q_c [MPa]	η^*_p of q_s [kPa]	R_f [%] (1)
Klei	1 - 4,5	$\eta^*_p = 1/30$	3 - 6 %
	› 4,5	$q_s = 150$	
Leem	1 - 6	$\eta^*_p = 1/60$	2 - 3 %
	› 6	$q_s = 100$	
Zandhoudende klei/ zandhoudende leem	1 - 10	$\eta^*_p = 1/80$	1 - 2 %
Kleihoudend zand/ kleihoudende leem	› 10	$q_s = 125$	
Zand	1 - 10	$\eta^*_p = 1/90$	
	10 - 20	$q_s = 110 + 4\,(q_c - 10)$	‹ 1 %
	› 20	$q_s = 150$	

(1) Het wrijvingsgetal (R_f) wordt bepaald door middel van een statische sondering met een elektrische conus. R_f is richtinggevend voor de bepaling van de grondsoort. Er mogen echter ook aanvullende gegevens (bv. boringen met monstername, onderkenningsproeven ...) aangewend worden om de grondsoort te bepalen.

Figuur 2-4: Tabel 4 uit WTCB rapport 20

2.1.2.6 *Ankercapaciteit*

De ankercapaciteit wordt gecontroleerd rekening houdende met de regelgevingen van NBN EN 1993-5 §7.2 en de aanbevelingen van SB260. Verder wordt ook een controle gedaan op ankerzakking. Er worden geen buizen voorzien rond de ankers om de zetting op te nemen. Dit met oog op de verhandelbaarheid van de ankers.

De methode voor het bepalen van de ankerzakking is gebaseerd op CUR166. Vermits de grond die nazakt langs de stang zand is wordt volgende formule toegepast om de lijnlast op de ankerstaaf te berekenen:

$$q_{z,grond} = \sigma'_{v;z} \cdot D_0 \left[1 + \frac{1}{3}(1 + 2K_0)\tan\delta'\right]$$

waarin:

$q_{z,grond}$ is de belasting op de ankerstang in kN/m veroorzaakt door de bovenliggende grond en maaiveldbelasting

D_0 is de diameter ankerstang in m

$\sigma'_{v;z}$ is de verticale korrelspanning in kPa berekend aan de hand van onderstaande formule:

$$\sigma'_{v;z} = diepte\ van\ het\ anker \cdot \gamma_{grond} + maaiveldbelasting$$

K_0 is de horizontale gronddrukcoëfficiënt

δ' is de wandwrijvingshoek in ° $\left(=\frac{2}{3}\varphi'\right)$

Voor de totale verticale lijnlast op het leganker te berekenen dient bij $q_{z,grond}$, die

hierboven berekend werd, nog het eigengewicht van het leganker opgeteld te worden:

$$q_{z,totaal} = q_{z,grond} + q_{z,eg}$$

Deze belasting kan worden omgezet in een sinusvormige belasting om de exacte oplossing [Klopper] te benaderen. De maximum waarde van deze sinusvormige belasting wordt berekend aan de hand van volgende formule:

$$q_{z,max} = \frac{4}{\pi} \cdot q_{z,totaal} \cdot \sin\frac{\pi x}{L} = \frac{4}{\pi} \cdot q_{z,totaal} \cdot \sin\frac{\pi \cdot \frac{L}{2}}{L}$$

waarin:

q	is de constante lijnlast loodrecht op de ankerstang in kN/m
L	is de lengte van de ankerstang tussen twee scharnierpunten in m

Voor de berekeningen van de doorbuiging en de krachten in de ankerstaaf worden er twee gevallen besproken:

- Geval 1: een ankerstang waarvan beide einden als scharnier zijn uitgevoerd en niet zakken, de grondverplaatsing is groter dan de doorbuiging van de stang;
- Geval 2: een ankerstang als hiervoor aangegeven waarbij de grondverplaatsing in het midden van de stang over een bepaalde lengte gelijk is aan de doorbuiging;

Om te controleren in welk van de twee gevallen we ons bevinden moet de doorbuiging van de ankerstaaf zonder ondersteuning in het midden van het anker (de ongehinderde doorbuiging) berekend worden en vergeleken met de grondzakking onder het anker.

De maximale ongehinderde doorbuiging van de ankerstang wordt gegeven door onderstaande formule:

$$y_0 = L \cdot \left(\frac{q_{z,max} \cdot L}{F}\right) \cdot \frac{1}{\pi^2} \frac{1}{1+\alpha}$$

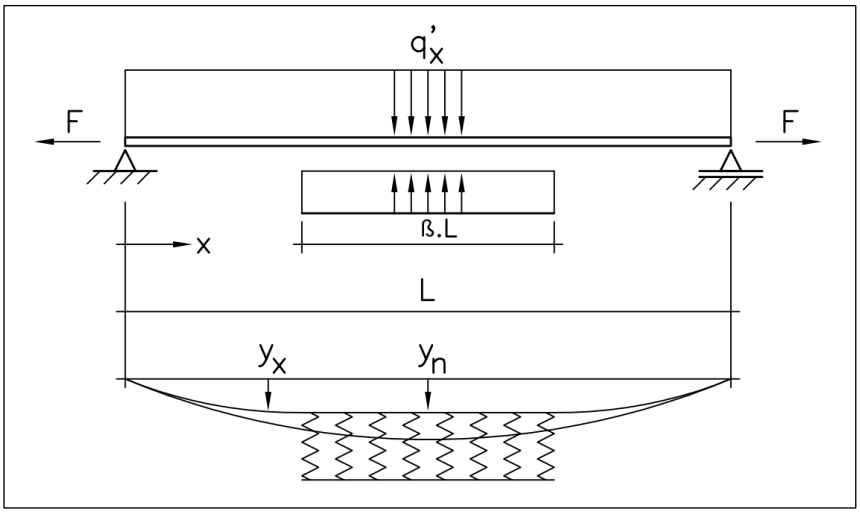
waarin:

y_0	is de maximale doorbuiging van de ankerstang in m
$q_{z,max}$	is de maximum belasting loodrecht op de ankerstaaf in kN/m
L	is de lengte ankerstaaf tussen twee scharnierpunten in m
F	is de axiale kracht in ankerstaaf in kN
α	is een factor, $\alpha = \Delta F/F$, deze factor wordt iteratief bepaald a.d.h.v. onderstaande formule: $$\alpha(1+\alpha)^2 = \left(\frac{q_0 L}{F}\right)^2 \cdot \frac{1}{4\pi^2} \cdot \frac{EA}{F} \frac{1}{\left(1+\frac{EA}{ac\lambda L}\right)}$$

waarin:

ΔF	is de toename axiale kracht als gevolg van doorbuiging in kN
EA	is de rekstijfheid ankerstang in kN
a	is de h.o.h. afstand ankerstangen in m
c	is de horizontale beddingconstante over 1 strekkende meter in kN/m²
λ	is de golflengte in m, $\lambda = \sqrt[4]{(4EI/c)}$
EI	is de buigstijfheid van de damwand in kNm²

Ter illustratie staan de uitgangspunten voor geval 2 worden in onderstaande figuur weergegeven:



Figuur 2-5: CUR 166 geval 2 voor ankerzakking

y_n is de zakking van de stang over het gedeelte β·L in m. Deze zakking is gelijk aan de zakking van de grond onder het anker.

y_0 is de ongehinderde maximum doorbuiging die leidt tot α in m. Deze waarden werd reeds berekend in het hierboven beschreven gedeelte.

Aan de hand van y_n, $y_0$en de waarde van α die hierboven berekend werd, kunnen de parameters n, α_n en β bepaald worden:

$n = y0 \,/\, yn$

$\alpha_n = \Delta F/F$ in geval van een gehinderde deformatie over βL waarbij β > 0:

$$\alpha_n^2\,(1+\alpha_n) = \alpha^2(1+\alpha)\cdot\frac{1}{n^3}$$

β is het aandeel staaflengte dat is opgelegd:

$$1-\beta = \frac{1}{n^2}\cdot\frac{\alpha}{\alpha_n}$$

Deze waarden kunnen worden ingevuld in onderstaande formules om de nieuwe ankerkracht en het optredende buigmoment te bepalen:

$$F_{additioneel} = F\cdot\alpha_n$$

$$M = \frac{q_{z,max}\cdot EI}{F}\cdot\frac{1}{1+\alpha_n}$$

2.1.3 Controles betonontwerp

Het betonontwerp van de kespen, kraanbanen en trommelkelders zal in een latere fase gebeuren. In deze haalbaarheidsnota ligt de focus op de geotechnische stabiliteit van de kofferdam, het talud en de cement-bentoniet wanden.

In deze conceptnota wordt nog niet ingegaan op het betonontwerp wegens niet kritisch. In verder ontwerpfasen wordt dit uitgedetailleerd.

2.2 Controles CB wand

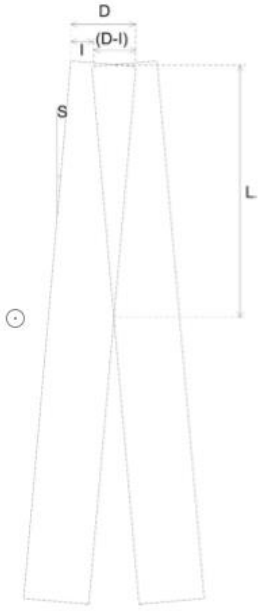
2.2.1 Verticaliteit

De verticaliteit van de CB -wand wordt getoetst volgens onderstaande figuur uit de CUR 189. Er wordt door SB260-24.3.2.3.2.G (Figuur 2-7) een maximale afwijking van 0,5° opgelegd wat overeenkomt met een schuinstand van 8,7 cm/m. De verticaliteit van de CB-wanden is voornamelijk belangrijk om de waterdichtheid van de wanden te waarborgen.

$$L = \frac{(D - I)}{2S}$$

Waarbij:

D: wanddikte (cm)
I: inplantingstolerantie (cm)
S: schuinstand (cm/m)



Figuur 2-6: Bepaling van de verticaliteit volgens CUR189

3.2.3.2.G VERTICALITEIT VAN DE WAND

Tijdens het graafproces zal erover gewaakt worden dat de verticaliteit van de uitgraving behouden blijft. De afwijking van de verticale mag nooit groter worden dan 0,5°. Dit dient door de opdrachtnemer aangetoond te worden volgens een door de aanbestedende overheid goed te keuren meetsysteem.

Figuur 2-7: Bepaling van de toegelaten schuinstand volgens SB260-24.3.2.3.2.G

Om de waterdichtheid van de wanden te kunnen garanderen moet de lengte L tot in de Boomse klei aanzetten, deze lengte varieert per locatie maar wordt conservatief vastgelegd op 28,5 m.

Indien de 0,5° aangehouden wordt als schuinstand, kan de waterdichtheid enkel gegarandeerd worden indien de wand 504 cm dik is. Dit is geen realistische wanddikte en bijgevolg wordt de schuinstand bijgesteld naar 1,5% (i.e. 1,5 cm/m), wat resulteert in een minimale dikte van 91 cm. Een overzicht van beide berekeningen is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 2-1: Nazicht verticaliteit van de cement-bentoniet wand

Benodigde lengte [m]	Wanddikte [cm]	Inplantingstolerantie [cm]	Schuinstand [cm/m]	Benodigde wanddikte [cm]

28,5	120	5	8,75	504
28,5	120	5	1,5	91

In verder ontwerp wordt een CB wand beschouwd die minstens 90 cm dik is. Er wordt praktisch op een maximale dikte van 120 cm gerekend.

2.2.2 Constructieve controles CB wand:

2.2.2.1 Rekken

De toegelaten rekken in de CB-wand worden conform de CUR189 opgesteld. Hierbij wordt er een onderscheid gemaakt tussen traag of snel belasten van de desbetreffende wand. Hoewel er verwacht wordt dat de belasting traag zal verlopen wordt er conservatief aangenomen om de rekgrens te beperken tot 1-2%. In het geval van een langzame opbouw van de belasting mogen de rekken oplopen tot 10% vooraleer er scheurvorming kan optreden.

2.2.2.2 Vervorming

De maximale vervorming van de CB-wand wordt beperkt tot 10% van de wanddikte, zoals wordt aangegeven in SB260-24.3.2.1.2.B . Dit is voornamelijk om mogelijke scheurvorming in de wand te vermijden.

2.2.2.3 Druksterkte

Voor de druksterkte van de cement-bentoniet wand stelt SB260 in sectie 3.2.3.2.B dat de druksterkte minimaal 1N/mm² bedraagt na 28 dagen verharden. In Plaxis wordt dit getoetst door na te gaan dat aan volgende vergelijking wordt voldaan.

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} < 500\ kPa$$

2.2.2.4 Waterdichtheid

Conform SB260-24.3.2.1.2.D dient er een waarde van minimaal 1*10^-8 m/s (8,64 * 10^-4 m/dag) in overweging te worden genomen voor de stabiliteitsstudie. Het is belangrijk op te merken dat eventuele toekomstige aannames voor de watermodellering in Plaxis hiervan kunnen afwijken.

Merk op dat deze waarde hier enkel conservatief beschouwd wordt voor de stabiliteitstudie. In de watermodellering wordt onderbouwd met een meer realistische waarde van $1x10^{-9}$ m/s voor 1 m dikte.

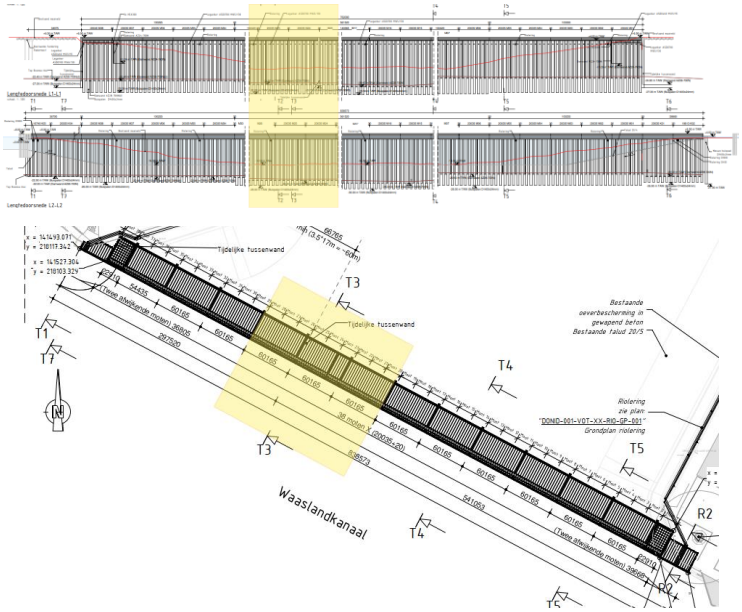
3 Stabiliteit kofferdam

3.1 Berekeningssnede

Het Noordelijk Insteekdok zal worden afgesloten met een kaaimuur, die aan de westzijde aansluit op de bestaande damkuip en aan de oostzijde op het bestaande talud met oeverbekleding. Na het voorzien van taluds rondom het dok en het plaatsen van CB wanden kan vervolgens het dok worden leeggepompt. Dit zodat het kan dienen als saneringsberging. In eerdere ontwerpfasen werd de stabiliteit van de koffer reeds aangetoond. Voor de haalbaarheidsstudie van de saneringsberging zal dit ontwerp verder worden geëvalueerd om te bepalen of de kofferdam ook onder de nieuwe omstandigheden voldoet.

In deze nota wordt de focus gelegd op een rekensnede van de kaaimuur (snede S03-S09), aangezien uit de voorontwerpstudie van de kofferdam bleek dat deze snede maatgevend was m.b.t. de verplaatsingen van de kofferdam.

De snede S03-S09 stemt overeen met moten 11-19 zoals getoond op onderstaande figuur.



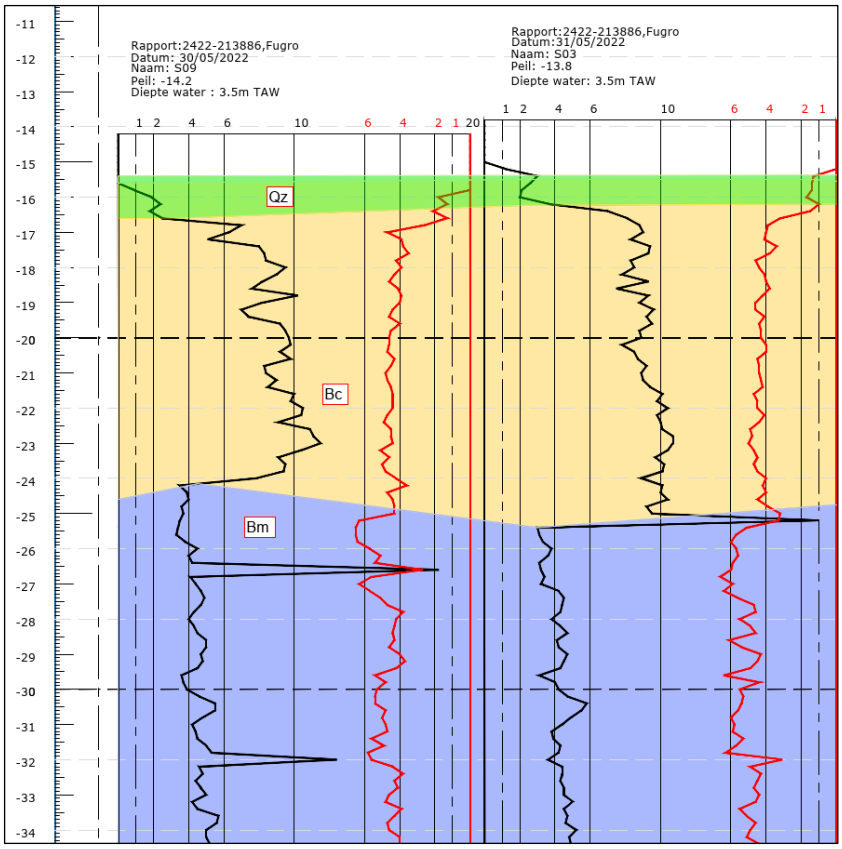
Figuur 3-1: Beschouwde snede en overeenstemmende moten in haalbaarheidsnota, zijaanzicht (boven) en planzicht (onder)

3.2 Aannames

3.2.1 Grondkarakteristieken

3.2.1.1 Grondlagenopbouw

Er wordt gerekend voor de snede S03-S9. De sonderingen S03 en S09 liggen 55 m uit elkaar waarbij S03 in de nabijheid van de voorwand van de kofferdam ligt (ca. 5 m ervoor) en S09 iets achter de achterwand gepositioneerd is (ca. 15 m er achter). In onderstaand figuur is de doorsnede van het grondprofiel weergegeven.



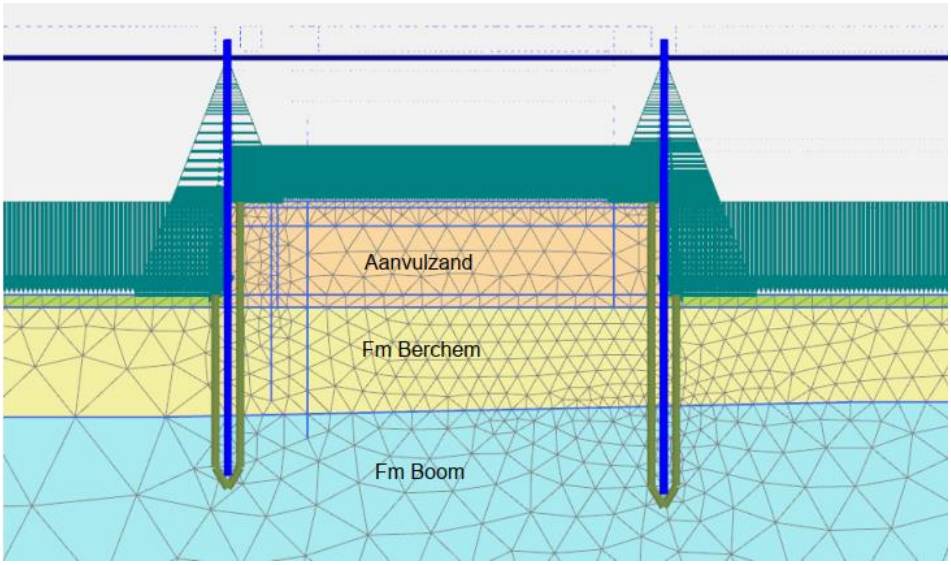
Figuur 3-2: Snede 006 – S03-S09

In deze doorsnede komt de formatie van Kattendijk nagenoeg niet voor. In andere snedes is een zekere laag Kd aanwezig wat tot iets optimalere resultaten leidt. Enkel in de bovenste meter wordt een zandige laag aangetroffen met lage conusweerstand. De grondlagen die worden onderscheiden met hun grondparameters zijn terug te vinden in Tabel 3-1.

Tabel 3-1: Grondlagenopbouw S03-S09

Grondlaag	Bovenkant S03	Onderkant S03	Bovenkant S09	Onderkant S09
Qz	-15,5 mTAW	-16,25 mTAW	-15,5 mTAW	-16,5 mTAW
Bc	-16,5 mTAW	-25,3 mTAW	-16,5 mTAW	-24,1 mTAW
Bm	-25,3 mTAW	-----	-24,1 mTAW	-----

Voor deze snede wordt aangenomen dat de eerste meter Qz niet bruikbaar is en wordt afgegraven (zie ook de sonderingsgrafiek). Voor en achter de koffer mag deze behouden blijven. Echter, binnen de koffer dient deze vervangen te worden door aanvulzand (zie ook onderstaande figuur ter verduidelijking).



Figuur 3-3: Vervanging eerste meter grond binnen koffer

3.2.1.2 Grondparameters

In onderstaande tabel worden de parameters van de meest voorname grondlagen weergegeven. Voor verklaringen en motivaties hiervan wordt verwezen naar DONID_B10724-3_ONT_AL-002.

Tabel 3-2: Grondparameters Kd, Bc, Bm volgens DONID_B10724-3_ONT_AL-002 rev 6.1

	c [kPa]	ϕ [°]	Ψ [°]	E_{50}^{ref} [MPa]	E_{oed}^{ref} [MPa]	E_{ur}^{ref} [MPa]	v_{ur} [-]	m [-]	k_v/k_h [m/dag]	POP [kPa]
Kd	0	32,5	2	39	39	78	0,2	0,5	4,925	200
Bc	0	30,0	2	30	24	60	0,2	0,5	4,925	200
Bm	24	23,0	0	10	10	24	0,2	0,7	4,32E-6	400

Voor alle relevante parameters geldt $p_{ref} = 100kPa$.

De karakteristieken voor het aanvulzand in de kofferdam zijn samengevat in onderstaande tabel. De parameters van dit aanvulzand worden apart bepaald voor de eerste 10m (oA1, vA1), alsook voor de grond indien deze 10m diep zit (oA2, vA2) (conform SB260-H24 §3.1.2.7, zie DONID_B10724-3_ONTA_AL-002). Deze beschouwing wordt gedaan voor de onverdichte aanvulling (oA1, oA2) alsook voor de aanvulling na verdichting a.d.h.v. vibroflotatie (vA1, vA2).

Tabel 3-3: Grondparameters van de aanvulzanden in de kofferdam

	c [kPa]	ϕ [°]	Ψ [°]	E_{50}^{ref} [MPa]	E_{oed}^{ref} [MPa]	E_{ur}^{ref} [MPa]	v_{ur} [-]	m [-]	k_v/k_h [m/dag]	POP [kPa]
oA1	0	27	0	19,2	25,9	76,8	0,2	0,5	8,64	2
oA2	0	27	0	19,5	26,3	78,1	0,2	0,5	8,64	2
vA1	0	32,5	2,5	46,1	51,2	154	0,2	0,5	8,64	2
vA2	0	32,5	2,5	43,9	48,8	147	0,2	0,5	8,64	2

De aanvulling met phi 27° komt overeen met de quartair zandige aanvulling / tussenzanden hieronder aangeduid in een kader. De in-situ parameters van deze zanden geven een phi tot 32° aan. Gezien bij het ontgraven, transporteren en aanbrengen, compacteren de pakking gewijzigd zal worden, wordt veiligheidshalve met een gereduceerde wrijvingshoek gerekend. Op basis van het SB (gewaarborgde phi) wordt hier dan Qc aan gekoppeld op basis waarvan de stijfheidsparameters bepaald zijn.

TOTAAL cumul - na Fase-totaal		Uitgraving (excl volume van stock) ([m³])				Aanvulling ([m³])						Grondoverschot ([m³])		
		Mech. rein	Mech. verontr	Hydraul. rein	Hydraul. verontr	rechtstr. verwerking Mech.	rechtstr. verwerking Hydraul.	van stock mech.	van stock hydraul.	aangevoerd	waarvan afvoer naar extern	Stock droog	Stock nat	Te saneren
1	zoden	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	teelaarde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Antropogeen zandig (Qz1-Qz2-Qz3)	3.688.790	0	0	0	2.956.433	0	911.592	0	217.775	30.232	5.205	0	0
4	Antropogeen zandige klei (Qkz-Qkv)	1.301.612	0	0	0	1.359.547	0	54.821	0	127.374	483.327	17.405	0	0
5	Quartair/holoceen kleiig	1.940.624	0	0	0	1.833.707	0	300.980	0	3.534	709.653	0	0	0
6	Veen	1.292.388	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.550.866	0	0
7	Quartair zandig/tussenzanden	1.347.757	0	3.150.953	0	865.957	0	1.871.850	0	0	723.593	0	2.458.483	0
8	LiKr	346.326	0	3.111.348	0	363.642	1.501.291	2.192.181	0	0	3.791.141	0	40.147	0
9	LiOo	184.792	0	7.383.236	0	194.032	4.756.430	112.279	0	0	2.631.054	0	3.991.173	0
10	Kd	0	0	38.169	0	0	0	0	0	0	0	0	45.803	0
11	Bc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Bm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Naam materiaal13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
xx	TOTAAL cumul - na Fase-totaal	10.102.290	0	13.683.706	0	7.573.317	6.257.721	5.443.703	0	348.686	8.369.000	1.573.476	6.535.605	0

Figuur 3-1: Grondverzet tabel 2GD - groene (niet vervuilde) gronden

Voor de aanleg van het talud aan de achterzijde van de kofferdam wordt er in eerste instantie gerekend met het zelfde aanvulzand als in de kofferdam. Als conservatieve aanname wordt het talud niet verdicht en wordt er enkel gerekend met oA1.

De demping van het dok zal plaatsvinden met vervuilde grond uit het tweede getijdendok. In deze nota wordt echter vanuit een conservatieve benadering aangenomen dat het dok gedempt wordt met zeer slappe klei (K1, weinig vaste klei conform NBN EN 1997-1 ANB 2022). In een vervolg ontwerpfase zal een specifieke aanvullingsfasering worden bepaald op basis van de aanwezige vervuilde gronden met bijhorende parameters. Huidige aanname geeft een conservatieve inschatting naar impact op de kofferdam.

Tabel 3-4: Grondparameters opvullen dok

	c [kPa]	ϕ [°]	Ψ [°]	E_{50}^{ref} [MPa]	E_{oed}^{ref} [MPa]	E_{ur}^{ref} [MPa]	v_{ur} [-]	m [-]	k_v/k_h [m/dag]	POP [kPa]
K1	2	20	0	1,5	1,0	4,5	0,2	0,8	4,32E-3/ 0,864E-3	15

Onderstaande figuur toont de gronden beschikbaar voor de opvulling van de saneringsberging. Niet al deze gronden zullen gebruikt worden. In verder

ontwerp zal een overwogen keuze gemaakt worden naar fasering, gelaagdheid, transporteerbaarheid, …

TOTAAL cumul - na Fase-totaal		Uitgraving (excl volume van stock) ([m³])				Aanvulling ([m³])						Grondoverschot ([m³])		
		Mech. rein	Mech. verontr	Hydraul. rein	Hydraul. verontr	rechtstr. verwerking Mech.	rechtstr. verwerking Hydraul.	van stock mech.	van stock hydraul.	aangevoerd	waarvan afvoer naar extern	Stock droog	Stock nat	Te saneren
1	zoden	0	0	0	0	0	0	0	0	28.245	0	0	0	0
2	teelaarde	0	0	0	0	0	0	0	0	28.245	0	0	0	0
3	Antropogeen zandig (Qz1-Qz2-Qz3)	3.323.857	519.415	0	0	2.050.818	0	1.984.338	0	2.305.445	0	280	0	0
4	Antropogeen zandige klei (Qkz-Qkv)	2.139.373	533.334	0	0	1.673.812	0	684.552	0	955.370	0	581.615	0	0
5	Quartair/holoceen kleilig	2.771.016	0	0	0	92.742	0	16.439	0	55.031	0	2.938.936	0	0
6	Veen	1.377.014	0	0	0	1.553.527	0	0	0	371.488	0	98.890	0	0
7	Quartair zandig/tussenzanden	0	0	0	0	0	0	0	0	225.683	0	0	0	0
8	LiKr	0	0	0	0	0	0	0	0	73.070	0	0	0	0
9	LiOo	0	0	0	0	0	0	0	0	660.757	0	0	0	0
10	Kd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Bc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Bm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Naam materiaal13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
xx	TOTAAL cumul - na Fase-totaal	9.611.261	1.052.750	0	0	5.370.899	0	2.685.328	0	4.703.345	0	3.619.722	0	0

Figuur 3-2: Grondverzet tabel 2GD – Beschikbare vervuilde gronden aan te brengen in de saneringsberging

3.2.2 Waterstand

Het Noordelijk insteekdok is gelegen in een door sluizen beheerd gebied, waardoor het waterpeil slechts beperkte fluctuaties vertoont. Voor deze locatie wordt het waterpeil, conform het bestek, aangenomen op +3,5 mTAW met een schommeling van ± 0,20 m. In het DO van het reguliere ontwerp van de kofferdam werd er vastgesteld dat het hoogste waterpeil maatgevend is voor de achterwand van de kofferdam. Daarom werd er voor de haalbaarheidsstudie van de kofferdam gerekend met een peil van +3,7 mTAW aangezien de achterwand maatgevend is in de tijdelijke fase (leegzetten dok).

3.2.3 Opbouw, principe en fasering

De opbouw van de kofferdam, talud, CB-wand en demping van het dok gebeurt in verschillende fasen. Hieronder wordt een korte toelichting gegeven bij de opbouw van het geheel en de verschillende fasen. Volgende rekenfasen worden gedefinieerd:

1. Inheien combiwanden
2. Aanvullen tot -8,0mTAW
3. Ontwateren tot +2,0mTAW (± 0,2 m)
4. Aanvullen tot 0,0mTAW
5. Ontwateren tot +1,0mTAW
6. Aanvullen tot +1,5mTAW
7. Plaatsen anker op +1,5mTAW
8. Aanvullen tot +2,5mTAW
9. Verdichten eerste aanvulling
10. Aanvullen grond tot gewenst maaiveld (+6mTAW)
11. Verdichten tweede aanvulling
12. Opbouw talud achter kofferdam
13. Bouw CB wand

*13.1 'Herstarten vervormingen'**

14. Ontwateren dok
15. Tijdelijk gebruik kofferdam
16. Opvulling dok met vervuilde grond
17. Ontwatering in kofferdam stopt + watertafel herstelt
18. Plaatsen waterzijdige kraanbaan met paalfunderingen
19. Gebruiksfasen**

*Voor het nazicht van de cement-bentoniet wand worden de verplaatsingen na het bouwen van de wand gereset, deze stap 13.1 is enkel aanwezig in het model voor nazicht van de CB-wand (twin-model). In het basis model zonder CB wanden De daaropvolgende fasen zijn analoog als hierboven aangegeven enkel beginnen de vervormingen op te tellen vanaf fase 13.1. Ook worden de fasen volgend op fase 13.1 niet uitgevoerd als een consolidatie berekening, wat wel het geval is in het model voor het nazicht van de koffer.

**De belaste fase wordt eens uitgerekend met kraanpalen en zonder kraanpalen aangezien de aanwezigheid van de kraanpalen een positieve invloed heeft op de macrostabiliteit van de kofferdam, waarop niet gerekend wordt.

Elke stap in de berekening in Plaxis wordt uitgevoerd als een consolidatieberekening. Hierbij worden de overspanningen in de Boomse klei gesimuleerd (UA), die gedurende de aangegeven tijd worden afgevoerd. De specifieke tijdsduur per fase zal in het verdere ontwerp nauwkeuriger worden afgestemd. In deze berekeningen is een conservatieve aanname gehanteerd.

3.2.3.1 Inheien combiwanden

De combiwanden bestaan uit een systeem van buispalen 1400/24 en damwanden AZ28 700N. Onderstaande analyse toont de afleiding van de karakteristieke parameters voor enkel de buispalen.

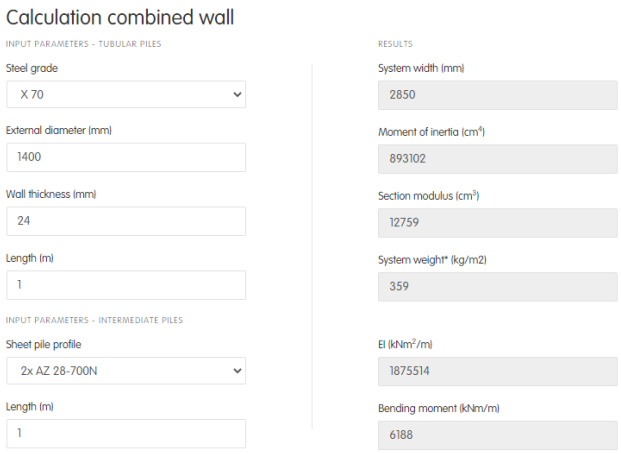
I = Pi/64 x (d^4-(d-2t)^4) = 2,456 x 10^E10 mm^4
A= Pi/4 x (d^2-(d-2t)^2) = 103748 mm^2
EI = 2,456*10E10 x (10E-3)^4 x 210*10E6 / 2,85 = 1,81*10^6
EA = 103748*10E-6 x 210*10E6 / 2,85 = 7,64 * 10^6
Gewicht: 7850 kg/m^3 x 103748*10E-6 m^3/m / 2,85 m = 2,86 kg/m/m

Bovenstaande houdt geen rekening met de damwandprofielen tussen de buispalen. Wanneer de AZ profielen in rekening worden gebracht, nemen de parameters toe tot de waarden vermeld in onderstaande figuur. Dit wordt bepaald a.d.h.v. de rekentool van ArcelorMittal (Figuur 3-4).

Onderstaande tabel vat de resultaten van de berekening samen. De waarden in de **vet** worden in rekening gebracht in het Plaxis model.

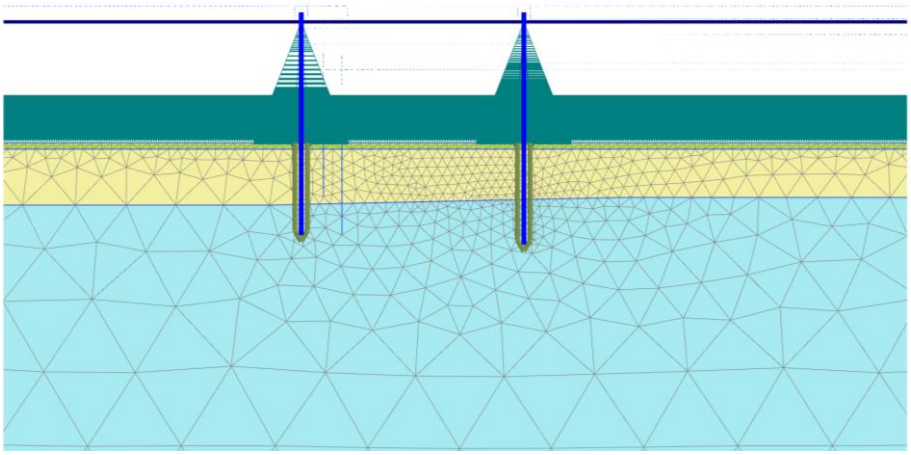
Tabel 3-5: Parameters combiwand

Parameter	Buispalen	Combiwand
I	**2,456 10^E10 mm^4 per paal**	8,93 10^E9 mm^4 / m
A	**103748 mm^2 per paal**	45732 mm^2/m
EI	**1,81 10E6 kNm^2/m**	1,87 10^E6 kNm^2/m
EA	**7,64 10^E6 kN/m**	9,60 10^E6 kN/m
Gewicht	286 kg/m^2	**359 kg/m^2**



Figuur 3-4: Bepaling doorsnede gegevens combiwand. Bron: ArcellorMittal (https://projects.arcelormittal.com/foundationsolutions/support/calculation_tool/tubes_and_combined_walls_calculation/language/EN)

De combiwanden worden gebruikt voor zowel de voor- als achterwand. De steek van beide wanden wordt mede bepaald door de ondergrond. De achterwand wordt tot -31,5 mTAW geplaatst. De voorwand tot -30 mTAW voorzien.



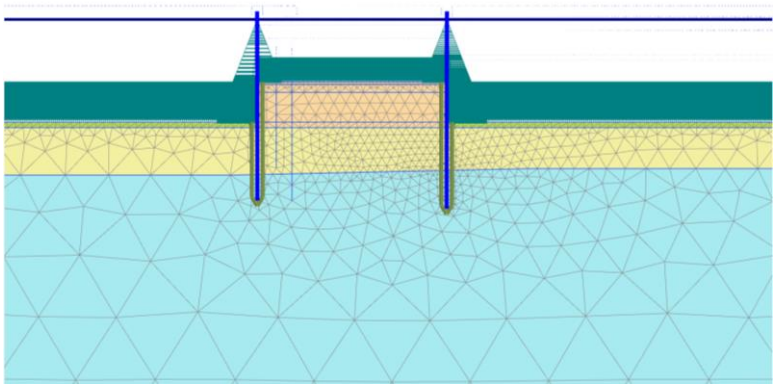
Figuur 3-5: Inheien combiwand

Deze buispalen hebben een verhouding D/t van 58,3. Verhoudingen van 60 of kleiner hebben in het verleden hun heibaarheid bewezen in moeilijke omstandigheden. Een dikte van 24 mm is tevens (dicht bij) de maximale dikte waarbij de buispalen met spiraallas kunnen worden vervaardigd.

3.2.3.2 Aanvullen tot -8,0mTAW

Er wordt een eerste aanvulling aangebracht tot -8 mTAW. Te grote aanvulling leidt tot te grote vervormingen dewelke beperkt dienen te blijven in deze fase om in de volgende fase zonder problemen te kunnen bepalen. De aanvulling van de koffer is uitgesplitst in meerdere deelfasen om tussentijdse vervormingen beperkt te houden. Op deze manier worden de differentiële vervormingen langsheen de kade worden ook beperkt.

De sonderingen geven aan dat vanaf -14,5 à -15,5 mTAW de ‘kwalitatieve’ grond begint. Om die reden wordt vooropgesteld dat alle grond hierboven eerst dient afgegraven te worden in de koffer. Het is aangewezen dit te doen voor het plaatsen van de combiwanden om schade te beperken en vlotter te kunnen werken.

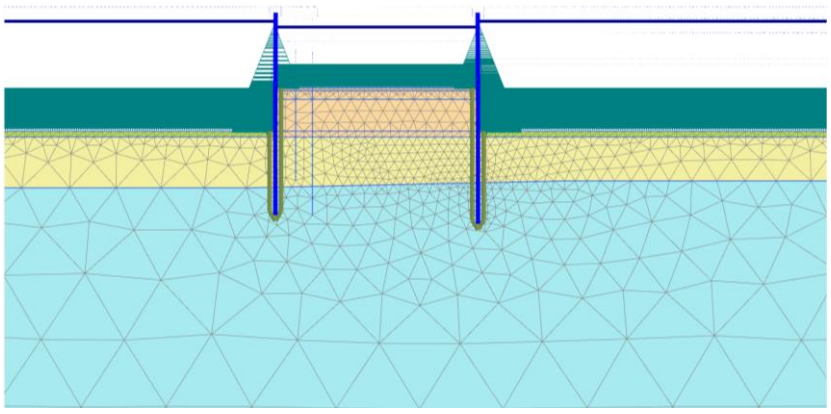


Figuur 3-6: Eerste aanvulling in kofferdam tot -8,0 mTAW

3.2.3.3 Ontwateren tot +1,8 mTAW

In een verder stadium zullen de legankers geplaatst moeten worden. Om deze in droge omstandigheden te kunnen plaatsen, dient een ontwatering te worden uitgevoerd. Verder helpt deze ontwatering ook de doorbuigingen van de combiwand te controleren. Er wordt in eerste fase ontwaterd tot +1,8 mTAW, aangezien dit peil nadelig is voor de vervorming van de achterwand. In finaal ontwerp wordt een range beschouwd (+2,0 +- 0,20 m) om naar aanbesteding toe een praktische vork te kunnen voorstellen. In combinatie met een kanaalpeil op +3,7 mTAW is een ontwatering tot +1,8 mTAW maatgevend.

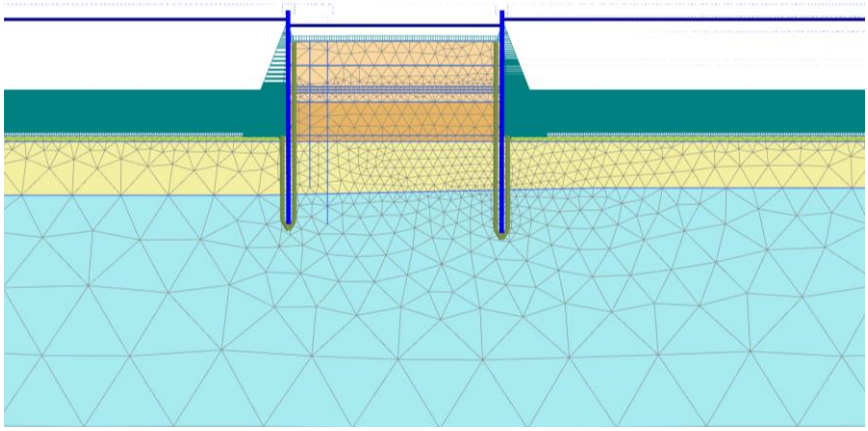
Tijdens de vorige fase werden de wanden ietwat naar buiten gestuwd. In deze fase komen ze terug naar binnen.



Figuur 3-7: Ontwateren in kofferdam tot +1,8 mTAW

3.2.3.4 Aanvullen tot +0,0 mTAW

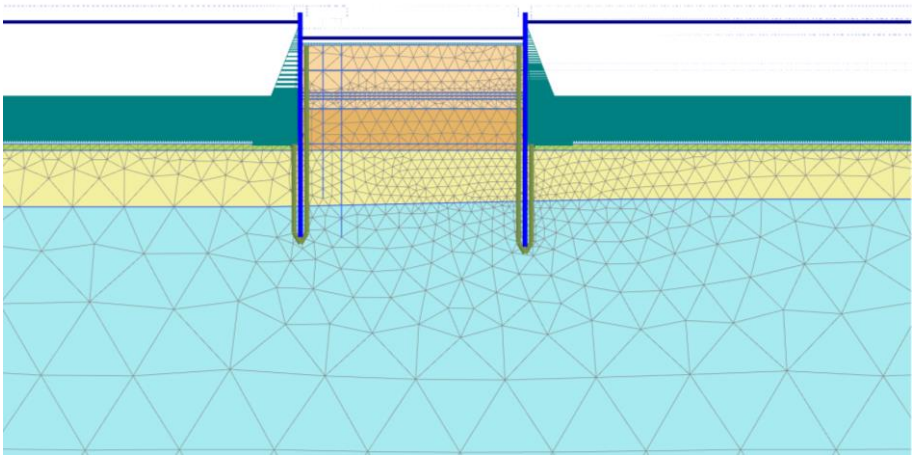
Aanvullend op de eerste ontwatering wordt er opnieuw een aanvulling aangebracht. Deze aanvulling van -8,0mTAW tot 0,0mTAW geeft opnieuw een neutraliserend effect. De wanden worden opnieuw naar buiten toe geduwd.



Figuur 3-8: Aanvullen tot 0,0 mTAW in kofferdam

3.2.3.5 Ontwateren tot +1,0 mTAW

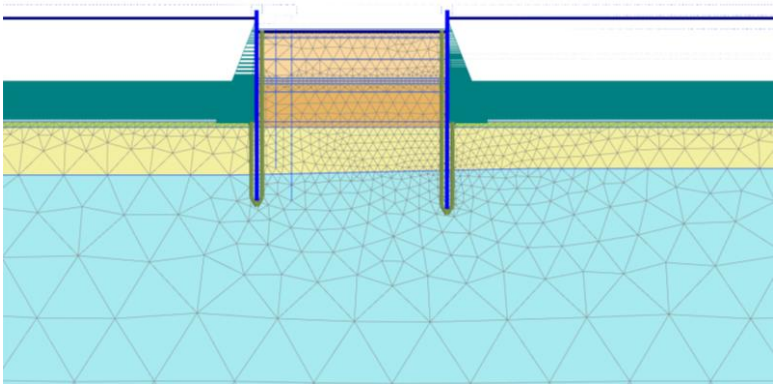
Volgend op vorige aanvulfase wordt opnieuw een ontwateringsfase voorgeschreven. Er wordt ontwaterd tot +1,0mTAW. Dit is de laatste ontwatering die dient te gebeuren. De ankers zullen in een later stadium geplaatst worden op +1,5mTAW. Dit kan dan in droge omstandigheden uitgevoerd worden.



Figuur 3-9: Ontwateren in kofferdam tot +1,0 mTAW

3.2.3.6 Aanvullen tot +1,5 mTAW

Volgend op vorige ontwateringsfase wordt nu aangevuld tot +1,5mTAW. Dit is het peil waarop de legankers geplaatst zullen worden. Er wordt nu aangevuld tot boven het ontwateringspeil waardoor een droge situatie bekomen wordt.



Figuur 3-10: Aanvullen in kofferdam tot +1,5 mTAW

3.2.3.7 Plaatsen ankers op +1,5 mTAW

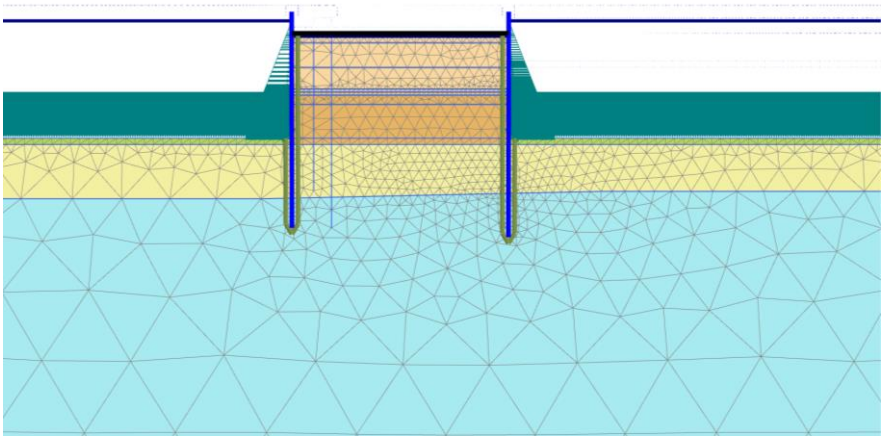
De ankers worden in droge omstandigheden geplaatst op de aanvulling. Er worden ankers type ASDO700 M120/90 voorzien, met scharnieren zowel op de kop als in het midden van het anker. Deze scharnieren worden voorzien om de verhandelbaarheid van de ankers te verbeteren (lengte 17,5m i.p.v. 35m). Verder laten deze scharnieren ook een deel van de doorbuiging van de ankers toe zonder buiging in de ankers te veroorzaken. De ankers worden aan elke buispaal voorzien en hebben vervolgens een tussenafstand van 2,85m.

Het anker ASDO700 M120/90 bezit onderstaande eigenschappen:

Tabel 3-6: Ankerparamters

	f_y [N/mm²]	D_{kop} [mm]	D_{staaf} [mm]	A_{kop} [cm²]	A_{staaf} [cm²]	EA_{anker} [kN]	EA_{anker} [kN/m]
ADSO700 M120/90	700	120	90	113,1	63,6	1,34E6	4,69E5

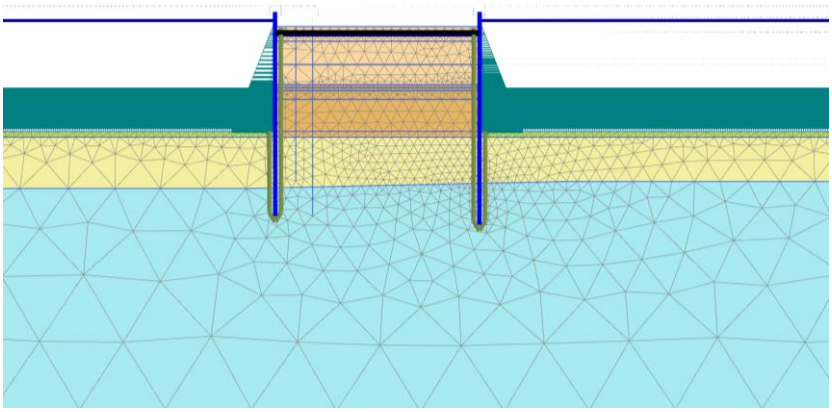
De ankers zelf kunnen P2 gecoat worden waardoor geen corrosieverlies in rekening gebracht dient te worden. Voor de scharnieren wordt het P2 coaten niet mogelijk geacht, en wordt vervolgens wel een corrosieverlies van 2,2 mm toegepast.



Figuur 3-11: Plaatsing ankers op +1,5 mTAW

3.2.3.8 *Aanvullen tot +2,5 mTAW*

Na het plaatsen van het anker op +1,5mTAW wordt een extra meter aangevuld zodat de vibroflot boven de ankers kan rijden zonder risico op beschadiging. De ankers worden voorzien tussen de buispalen wat de locatie ook duidelijk en ondubbelzinnig maakt (naar beschadiging tijdens verdichten toe).



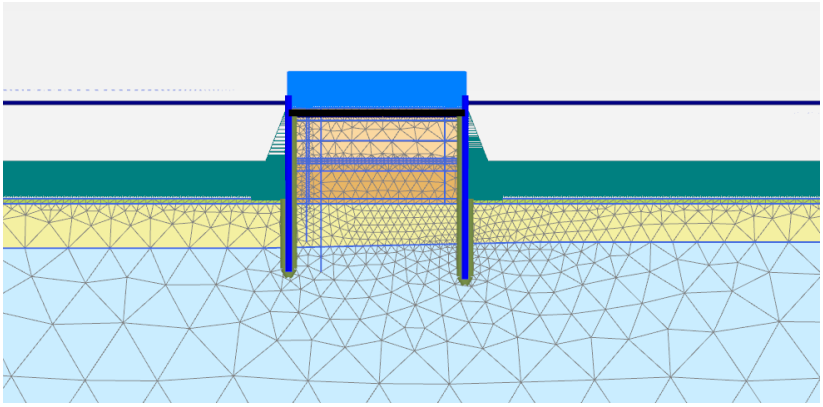
Figuur 3-12: Aanvullen tot +2,5 mTAW in kofferdam

3.2.3.9 *Verdichten eerste aanvulling*

In deze fase wordt een eerste trilverdichting (vibrocompactie) uitgevoerd. De karakteristieken van de aanvulgrond verbeteren van oA1, resp oA2 naar vA1, resp vA2 conform Tabel 3-3.

Er worden gordingen voorzien om de vervormingen tijdens het verdichten zo evenredig mogelijk te laten optreden. Er wordt een bovenbelasting van 20 kN/m² in rekening gebracht tijdens deze fase.

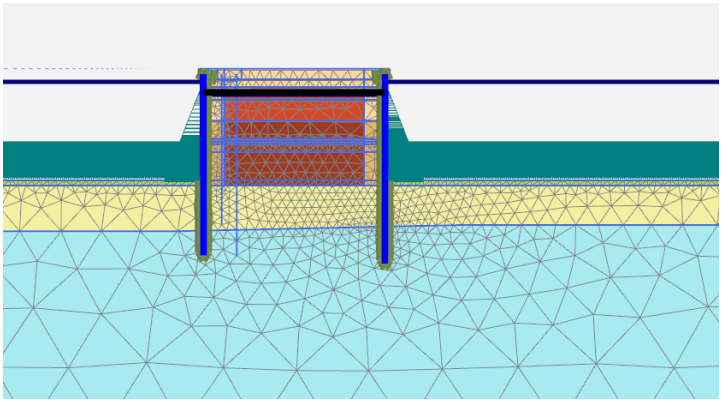
In de CUR166 wordt er voorgeschreven voor het uitvoeren van trilverdichtingen bij vrijstaande wanden om een afstand te bewaren van 6m van de combiwand. In dit geval wordt de verdichting niet uitgevoerd binnen de 4m van de combiwanden zodat het risico op extra gronddrukken op de wand vermeden wordt (bovenop de druk door de bovenbelasting). In deze zones wordt vervolgens met dezelfde parameters gerekend.



Figuur 3-13: Verdichten eerste aanvulling

3.2.3.10 *Aanvullen grond tot gewenst maaiveld (+6,0 mTAW)*

In deze fase worden de kespen gebouwd en wordt de aanvulling tot +6,0 mTAW voorzien. In de praktijk zal deze fase opgesplitst worden in twee deelfasen. In eerste instantie wordt de kofferdam aangevuld tot +4,0 mTAW en verdicht (rollercompactie). Vervolgens wordt de laatste twee meter aangevuld en verdicht in de kofferden. De kespen worden gebouwd boven de voorwand en de achterwand. De kesp heeft aan beide zijden een diepte van 2,0 m. Er wordt aan de voorzijde een prefabschort voorzien zodanig dat deze tot 1,0 m onder het laagwaterpeil komt, echter is deze niet mee gemodelleerd. De breedte boven de wand is 2,0 m.



Figuur 3-14: Aanvullen in kofferdam tot +6,0 mTAW

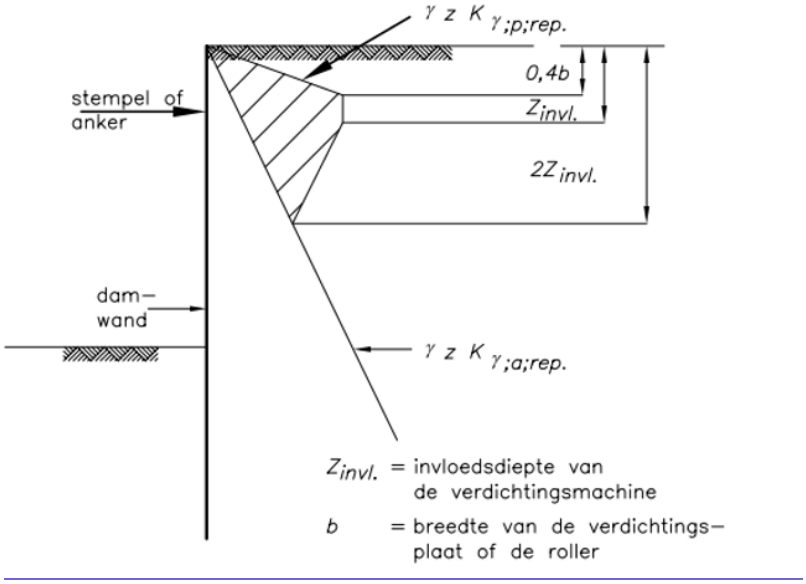
3.2.3.11 *Verdichten tweede aanvulling*

Volgend op de vorige fase dient de nieuw aangebrachte grond verdicht te worden. De karakteristieken van de aanvulgrond verbeteren van oA1, resp. oA2 naar vA1, resp. vA2 (zie **Tabel 3-3**).

Ook hier wordt een extra bovenbelasting van 20kN/m² in rekening gebracht tijdens de verdichtingsfase zelf. De verdichtingsfase is gedraineerd gerekend.

Zoals eerder aangegeven wordt de fasering van de tweede aanvulling in de praktijk opgesplitst in twee deelfasen (aanvullen tot +4,0 mTAW en +6,0 mTAW). De reden hiertoe is dat voor de verdichting van de bovenste 4 m van de aanvulling gebruik gemaakt wordt van een oppervlakte verdichting (asymmetrische trommels). De invloedsdiepte van zulke machines bedraagt ca. 3.0 m. De verdichting zal worden uitgevoerd tot de rand van de combiwand.

Het effect van de verdichting op de achterzijde van de wand kan gecapteerd worden conform de CUR166 (Figuur 3-15) en zorgt voor een additionele druk op de kofferdam.



Figuur 3-15: Bepaling representatieve waarde van additonele gronddruk na verdichten aanvulling

Voor de eerste deelaanvulling tot +4,0 mTAW wordt een invloedsdiepte van 1,5 m aangenomen en een breedte van 3,0 m voor de verdichtingsroller. De grootte van deze extra druk bedraagt het verschil tussen de actieve en neutrale gronddruk. Het verloop van de extra gronddruk wordt in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 3-7: Berekening extra druk op kofferdam t.g.v. verdichting – aanvulling tot 4,0 mTAW

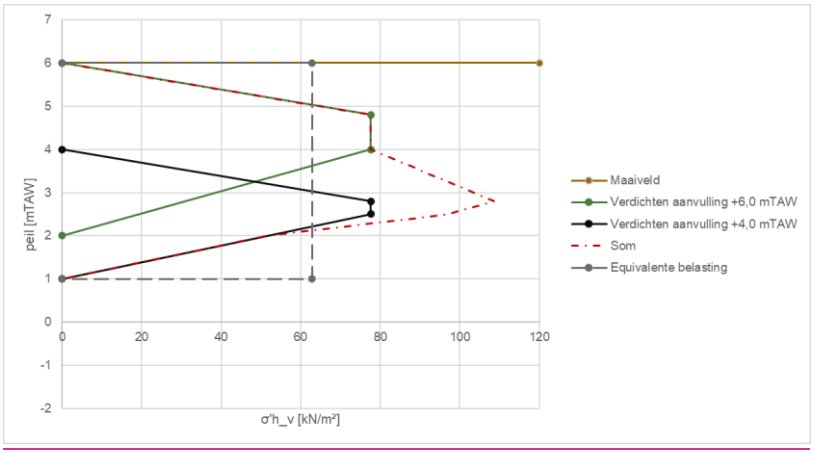
H [mTAW]	γ [kN/m³]	Ka [-]	Kp [-]	σh_a [kN/m²]	σh_0 [kN/m²]	σh_v [kN/m²]
4,0	17	0,31	4,12	0,0	0,00	0,00
2,8	17	0,31	4,12	6,40	84,0	77,60
2,5	17	0,31	4,12	Nvt	Nvt	77,60
1,0	17	0,31	4,12	Nvt	Nvt	0,00

Voor de tweede deelaanvulling tot +6,0 mTAW wordt een invloedsdiepte van 2,0 m aangenomen en opnieuw een breedte van 3,0 m voor de verdichtingsroller. Het verloop van de extra gronddruk wordt in onderstaande tabel weergegeven en is volledig analoog bepaald als voor de eerste deelfase.

Tabel 3-8: Berekening extra druk op kofferdam t.g.v. verdichting – aanvulling tot 6,0 mTAW

H [mTAW]	γ [kN/m³]	Ka [-]	Kp [-]	σ'h_a [kN/m²]	σ'h_0 [kN/m²]	σ'h_v [kN/m²]
6,0	17	0,31	4,12	0,0	0,00	0,00
4,8	17	0,31	4,12	6,40	84,0	77,60
4,0	17	0,31	4,12	Nvt	Nvt	77,60
2,8	17	0,31	4,12	Nvt	Nvt	0,00

In Figuur 3-16 wordt de extra belasting t.g.v. beide deelfasen weergegeven. Vervolgens wordt de vergelijking gemaakt tussen de som van beide belastingen (rode stippenlijn) en een equivalente lijnlast (grijze stippenlijn), die 62,9 kN/m² bedraagt. Het zwaartepunt van de equivalente lijnlast en de som van de extra belastingen liggen dicht bij elkaar waardoor er gewerkt kan worden met de equivalente belasting in het Plaxis model. Op deze manier hoeven de deelfasen niet apart gemodelleerd worden.

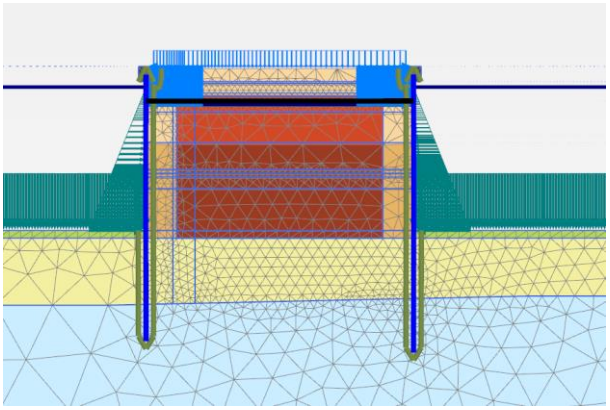


Figuur 3-16: Overzicht van bijkomende gronddruk na verdichten aanvulling voor beide deelfasen

Deze extra gronddruk wordt, zoals beschreven staat in 9.5.5 van NEN 9997-1 (Figuur 3-17), aangehouden voor de vervolg fasen waarbij het dok en de kofferdam niet belast worden. Ter volledigheid werd nagekeken dat er geen relaxatie optreed indien de extra belasting t.g.v. de verdichting wegvalt.

> (a) De extra gronddrukken achter de grondkerende constructie ten gevolge van verdichting van de aanvulgrond, hoeven niet te zijn opgeteld bij de gronddrukken die het gevolg zijn van later werkende bovenbelasting door verkeer en opslag.

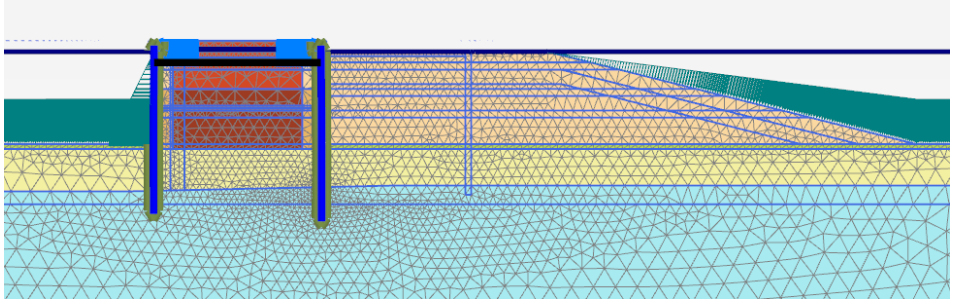
Figuur 3-17: Passage uit de NEN 9997-1



Figuur 3-18: Verdichten tweede aanvulling

3.2.3.12 Opbouw talud achter kofferdam

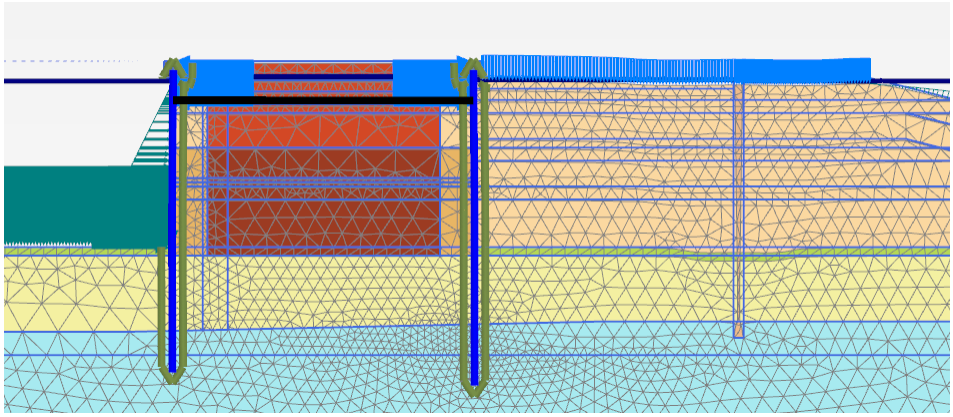
Nadat de kofferdam volledig is opgebouwd, wordt aan de dokzijde van de kofferdam een talud met een helling van 16/4 aangelegd. De kruin van het talud wordt verhoogd tot +4,0 mTAW en heeft een breedte van 45 m. Voor de berekeningen wordt aangenomen dat het talud is opgebouwd uit hetzelfde aanvulzand als datgene dat voor de kofferdam wordt gebruikt (oA1 - Tabel 3-3).



Figuur 3-19: Opbouw talud achter de kofferdam

3.2.3.13 Bouw CB wand

Nadat het talud volledig is opgebouwd, wordt de CB-wand geplaatst op 30 m van de achterzijde van de kofferdam. De top van de CB-wand moet zich boven het waterpeil in het dok bevinden om te waarborgen dat de zone tussen de kofferdam en de CB-wand hydraulisch is afgesloten van het dok. Er is gekozen om de top van de CB-wand op +4,0 mTAW te situeren. Om aan de onderzijde de waterdichtheid te garanderen, wordt de CB-wand 2 m in de Boomse klei aangebracht. De plaatsing van de CB-wand wordt gemodelleerd in Plaxis door een bovenbelasting van 20 kPa aan te brengen op het talud.

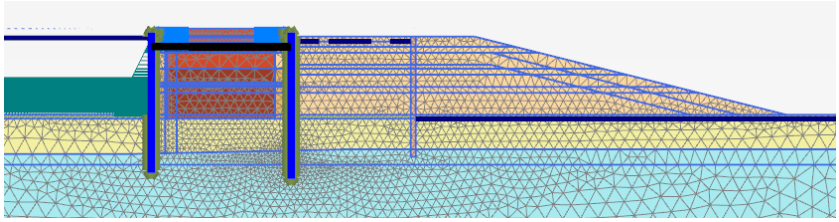


Figuur 3-20: Bouw CB-wand in het talud + werfbelasting

3.2.3.14 Ontwateren dok

Door de aanwezigheid van de CB-wand, is het mogelijk om het dok leeg te trekken zonder het risico om de steek van de achterwand te verliezen. Het dok wordt ontwaterd tot -15,5 mTAW (zie ook nota grondwatermodellering). Voor de stabiliteitscontrole wordt in deze haalbaarheidsnota veiligheishalve met een peil op -16,5 mTAW gerekend. Tussen de kofferdam en de CB-wand wordt er gerekend op een peil van +2,8 mTAW in tijdelijke fase (zie ook nota

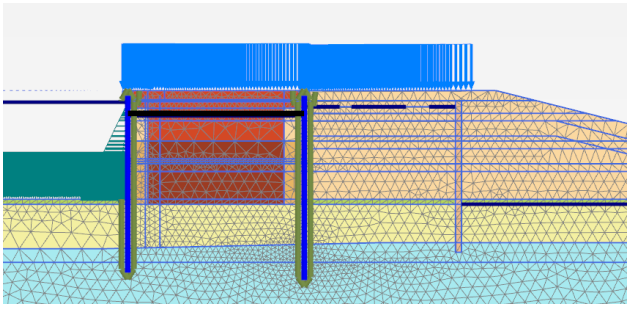
grondwatermodellering). In de kofferdam blijft er ontwaterd worden tot de +1,0 mTAW.



Figuur 3-21: Ontwateren dok tot -16,5 mTAW

3.2.3.15 Tijdelijk gebruik kofferdam

In deze fase wordt het talud afgewerkt tot de +6,0 mTAW, hierdoor bevindt de CB-wand zich volledig in het talud. Dit talud is dan 40 m breed op de kruin. Vanaf dit moment gaat de kofferdam ook al tijdelijk in gebruik (eerste fase, oostzijde). Er wordt een bovenbelasting van 60 kPa geplaatst op de koffer en het talud. Het eerder vermelde waterstandsverschil tussen de koffer en het dok is nog steeds aanwezig.



Figuur 3-22: Tijdelijk gebruikslast op kofferdam en talud (60kPa)

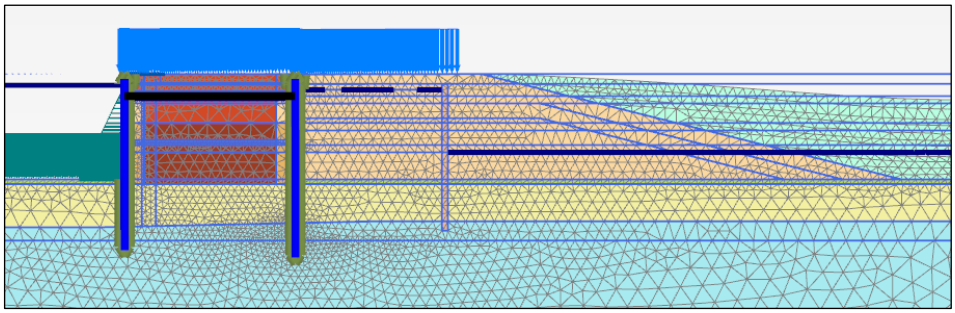
3.2.3.16 Opvulling dok met vervuilde grond

Voor de demping van het dok wordt er in eerste instantie conservatief gerekend met een grondtype K1 (weinig vaste klei, Tabel 3-4). Dit zal in een latere fase van het ontwerp nog afgesteld worden op de aangeleverde grondparameters van het tweegetijden Dok.

Door het aanvullen van het dok met ‘natte’ grond en de mogelijke regenval wordt er aangenomen dat het waterpeil in het dok gedeeltelijk meestijgt met de aanvulling. Er wordt conservatief aangenomen dat het waterpeil stijgt tot -10,0 mTAW.

De aanvulling van het dok met vervuilde grond gebeurd tot de +3,0 mTAW. Vervolgens wordt een afdeklaag geplaatst tot het gewenste maaiveld. In de afdeklaag zal een drainagesysteem voorzien worden. Zolang dit systeem niet in werking is, moet de koffer ontwaterd worden tot de +1,0 mTAW.

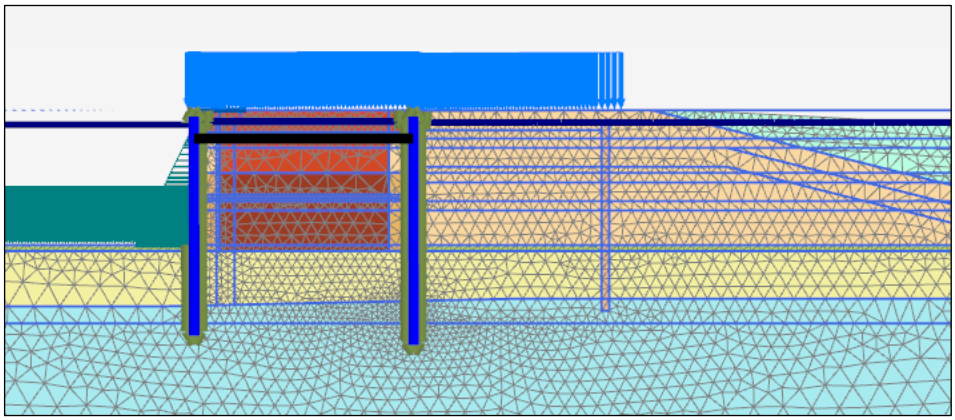
In de berekening is conservatief met weinig vaste klei tot +6 mTAW gerekend.



Figuur 3-23: Demping dok met vervuilde grond uit het tweegetijden dok

3.2.3.17 Ontwatering in kofferdam stopt + watertafel herstelt

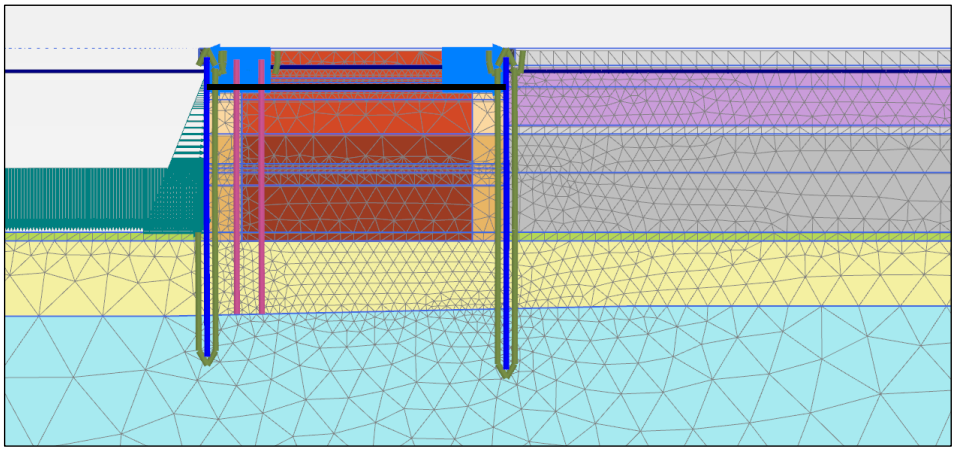
Tot slot is de drainage in de afdeklaag op zijn en plaats en in gebruik en wordt de ontwatering in de kofferdam stop gezet. De watertafel herstelt zich in het dok tot hetzelfde peil als in het kanaal (in dit geval +3,7 mTAW), dit omwille van aanwezige drainage. In de koffer wordt een peil van +4,2 mTAW aangenomen (+0.5 m peil dok) omwille van mogelijke regenval en ophoping water (richtlijnen EAU).



Figuur 3-24: Ontwateren in kofferdam stopt + herstelling van de watertafel

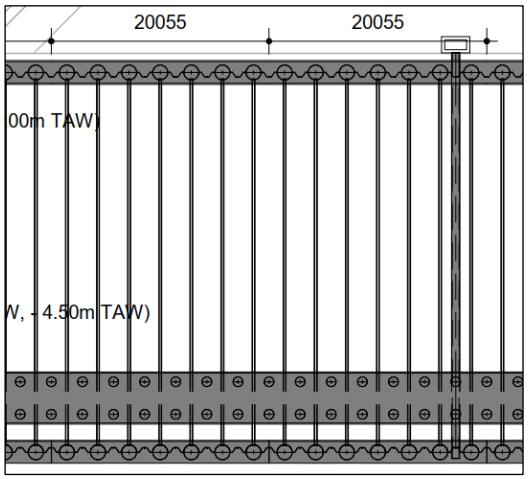
3.2.3.18 Plaatsen waterzijdige kraanbaan met paalfunderingen

Als laatste constructie wordt de waterzijdige kraanrail voorzien. Deze wordt op paalfunderingen geplaatst en los van de voorste kesp om deze te ontlasten. Het aanzetpeil van de fundering varieert per moot.



Figuur 3-25: Plaatsen paalfundering waterzijdige kraanrail

De fundering voor de kraanbaan bestaat uit 2 rijen buispalen 900 mm met dikte 11,3 mm (D/t 80). Deze worden geplaatst met dezelfde tussenafstand als de buispalen van de voorwand, met daartussen de legankers. In Figuur 3-26 wordt een bovenaanzicht getoond van de situatie.



Figuur 3-26: Bovenaanzicht kofferdam (structureel)

De palen worden in Plaxis voorzien als ‘embedded beam rows’, hiervoor is input nodig m.b.t. de punt- en schachtweerstand van de paal. Deze worden berekend o.b.v. de methode van De Beer. Uit de methode van de Beer kan het puntdraagvermogen en de schachtwrijving, zowel deze aan de binnen- als buitenkant bepaald worden. In Plaxis wordt een embedded beam row eveneens gedefinieerd a.d.h.v. een punt- en (maximaal) schachtdraagvermogen. Echter is in Plaxis enkel interactie van de schacht aan de buitenkant gemodelleerd.

Vervolgens wordt de wrijving aan de binnenzijde toegevoegd aan de puntweerstand in Plaxis (pas vanaf hier is er interactie met de gemodelleerde grond). De wrijving aan de buitenkant wordt bekomen door de totale wrijving van de buis te delen door de lengte van positieve wrijving (deze lengte volgt uit §3.3.1.6.2).

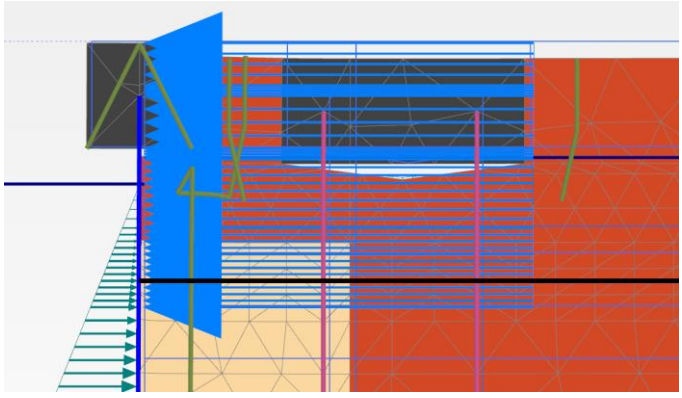
Finaal worden de totale puntwrijving en maximale schachtwrijving gedeeld door een factor 1,35 gezien in Plaxis een DA1/1* modellering is aangehouden, zie ook §3.3.1.6.2.

De bekomen waarden zijn samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 3-9: Afleiding parameters embedded beam row

	Duiding	Formule	Voorste paal	Achterste paal
$F_{b,de\ Beer}$ [kN]	Puntdraagvermogen volgens de Beer	Zie Bijlage 5	150,3	150,3
$F_{s\ in,de\ Beer}$ [kN]	Wrijving binnenkant volgens de Beer	Zie Bijlage 5	1451	2102
$F_{s\ out,de\ Beer}$ [kN]	Wrijving buitenkant volgens de Beer	Zie Bijlage 5	1469	2128
$F_{b,tot}$ [kN]	Totale puntdraagvermogen	$F_{b,de\ Beer} + F_{s\ in,de\ Beer}$	1601	2252
F_{max} [kN]*	Totale puntdraagvermogen in Plaxis	$F_{b,tot}/1{,}35$	1186	1668
L_{pos} [m]**	Lengte positieve wrijving.	Zie §3.3.1.6.2	8,6	13,5
F_s [kN/m]	Maximale wrijving buitenkant	$F_{s\ out,de\ Beer}/L_{pos}$	170,8	157,6
T_{skin} [kN/m]*	Maximale wrijving buitenkant in Plaxis	$F_s/1{,}35$	126,6	116,8

Finaal wordt onder de kraanbalk een kleine holte gemodelleerd zodat alle belastingen naar de palen afgedragen wordt en niet naar de grond er onder.



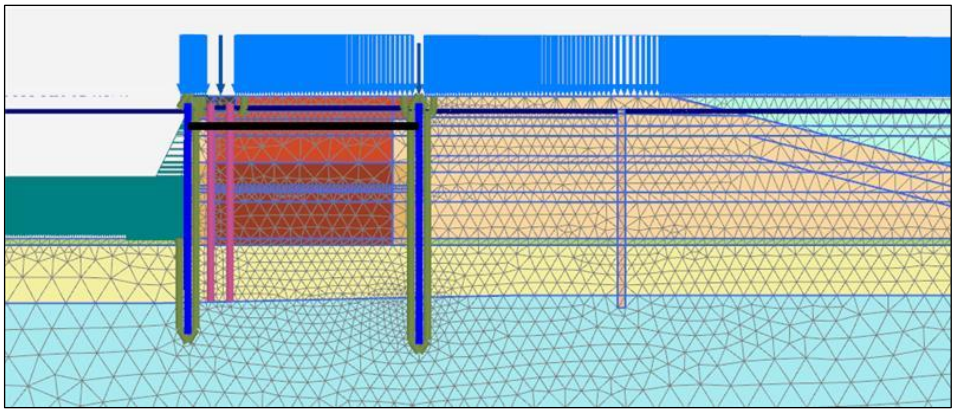
Figuur 3-27: Modellering spleet onder kraanbalk in Plaxis

3.2.3.19 Gebruiksfasen

Als laatste fase worden de lasten aangebracht op de kofferdam en het dok. Deze lasten worden geplaatst conform DONID_B10724-3_ONT_AL-002.

Tabel 3-10: Relevante belastingcombinaties

BC	Grenstoestand	Terreinbelasting	Bolderkracht	Containerkraan	Mobiele kraan
BC1	UGT/GGT	1	0,7	0,6	0
BC2	UGT/GGT	0,7	0,7	1	0
BC3	UGT/GGT	0,7	1	0,6	0



Figuur 3-3: Doorsnede kofferdam – Belastingsfase op lange termijn

3.2.4 Modellering

3.2.4.1 Boomse klei

In voorontwerpfase werd onderzocht welke modellering van de Boomse klei (Bm) maatgevend was. Op basis van deze analyse wordt in definitief ontwerp de Boomse klei als Undrained A gerekend, behoudens de verdichtingsfasen zoals eerder gestaafd. Alle andere gronden (zanden) worden gedraineerd uitgerekend.

3.2.4.2 Grondwaterdruk

Tijdens de aanvullings- en ontwateringsstappen worden de steady state waterspanning berekend a.d.h.v. een steady state groundwaterflow analysis. Vanaf de ontwatering stopt worden deze drukken terug freatisch bepaald, gezien geen grondwaterstroming aanwezig is.

3.2.4.3 Belastingen

De belastingsfasen per belastingscombinatie worden in 3 verschillende fasen gemodelleerd in Plaxis, allen startende van de laatste aanvullingsstap in het dok. Er wordt een fase GGT-belasting toegevoegd (karakteristieke waarden variabele lasten), een fase DA1/1* waar de variabele belastingen met factor 1,1 vermenigvuldigd zijn (resultaten worden met een factor 1,35 vermenigvuldigd om een volwaardige DA1/1 controle uit te voeren), en finaal wordt een DA1/2 fase toegevoegd waar de variabele lasten met een factor 1,3 vermenigvuldigd worden. Op deze laatste fase wordt een phi-c reductie toegepast ten einde de macrostabiliteit van de constructie te bepalen.

Samenvattend worden onderstaande belastingen in Plaxis ingevoerd (waarden in het grijs zijn meegegeven als achterliggende informatie). Deze waarden zijn gebaseerd op de karakteristieke waarden van de belastingen zoals beschreven in DONID_B10724-3_ONT_AL-002, en de combinatiefactoren zoals getoond in Tabel 3-10.

Tabel 3-11: Ingevoerde belastingen in Plaxis-model voor GGT-belastingsfasen

GGT	Terreinbelasting	Bolderkracht		Containerkraan			Totaal
	q	$F_{b,hor}$	M_b	$F_{c,vert,land}$	$F_{c,vert,water}$	$F_{c,hor}$	$F_{tot,hor}$
BC1	60	140	70	378	327	27	167
BC2	42	140	70	630	545	45	185
BC3	42	200	100	378	327	27	227

Tabel 3-12: Ingevoerde belastingen in Plaxis-model voor DA1/1-belastingsfasen

DA1/1*	Terreinbelasting	Bolderkracht		Containerkraan			Totaal
	q	$F_{b,hor}$	M_b	$F_{c,vert,land}$	$F_{c,vert,water}$	$F_{c,hor}$	$F_{tot,hor}$
BC1	66	154	77	415,8	359,7	29,7	183,7
BC2	46,2	154	77	693	599,5	49,5	203,5
BC3	46,2	220	110	415,8	359,7	29,7	249,7

Tabel 3-13: Ingevoerde belastingen in Plaxis-model voor DA1/2-belastingsfasen

DA1/2	Terreinbelasting	Bolderkracht		Containerkraan			Totaal
	q	$F_{b,hor}$	M_b	$F_{c,vert,land}$	$F_{c,vert,water}$	$F_{c,hor}$	$F_{tot,hor}$
BC1	78	182	91	491,4	425,1	35,1	217,1
BC2	54,6	182	91	819	708,5	58,5	240,5
BC3	54,6	260	130	491,4	425,1	35,1	295,1

3.2.4.4 CB wand

Voor de modellering van de CB-wand worden de grondparameters in onderstaande tabel aangenomen. Het materiaal wordt aangenomen als non-poreus, opdat de CB-wand altijd droog is en er geen poriën spanning kunnen optreden.

Tabel 3-14: Materiaalparameters CB-wand in Plaxis

Materiaal	γ_d [kN/m³]	γ_n [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E'_{ref} [MPa]	ν [-]
CB wand	12,5	12,5	0	500	230	0,2

3.3 Resultaten

3.3.1 Kofferdam

3.3.1.1 Vervorming combiwanden

In eerste instantie wordt er gekeken naar de horizontale vervorming van de kofferdam. Dit zowel tijdens de bouw van de kofferdam, het talud en de CB-wand als tijdens de belastingscombinaties.

De maximale horizontale vervorming van zowel de voorwand als de achterwand worden in onderstaande tabel weergegeven voor belangrijke tijdelijke fasen. Er wordt telkens nagegaan dat de vervormingen zich onder de limiet van L/100. De zin van de verplaatsingen is als volgt: negatief is in de richting van het dok, positief in de richting van het kanaal voor de voorwand. In het geval van de achterwand is de conventie omgekeerd.

Tabel 3-15: Horizontale vervorming voorwand en achterwand in tijdelijke fasen

Fase	$u_{1,vw}$ [cm]	$u_{2,aw}$ [cm]	max u_1 [cm]	UC $u_{1,vw}$ [-]	UC $u_{1,aw}$ [-]
Aanvullen tot -8,0 mTAW	-4,8	+4,8	21,5	0,22	0,22
Bemalen tot +1,8 mTAW	+18,0	-18,1	21,5	0,84	0,84
Plaatsen ankers	+13,6	-13,8	21,5	0,63	0,63
Ontwatering stopt	+10,7	-10,8	21,5	0,50	0,50
Opbouw talud	+7,5	-13,8	21,5	0,29	0,64
Ontwateren dok	+10,3	-11,4	21,5	0,48	0,53
Tijdelijk gebruik koffer	+9,2	-15,11	21,5	0,43	0,70
Opgevuld dok	-10,7	-20,8	21,5	0,50	0,96
Herstelling watertafel	-11,1	-21,8	21,5	0,52	1,01

In de tijdelijke fasen blijft de vervorming van de voorwand ruim onder de opgelegde limietwaarde van 21,5 cm (L/100). In het geval van de achterwand wordt deze waarde overschreden in de laatste fase waarbij de ontwatering in de kofferdam stopt en de waterpeilen in het dok en de koffer zich herstellen naar de in-situ situatie. Aangezien er grond bevindt aan beide zijden van de achterwand is de overschrijding minder kritisch zolang de waterdichtheid van de achterwand gegarandeerd kan worden.

De vervorming van de achter- en de voorwand onder de belastingscombinaties wordt weergegeven in onderstaande tabel. Merk op dat de relatieve vervormingen van de beide wanden worden geanalyseerd, zoals ook beschreven staat in §2.1.1. De vervormingen worden zowel bekeken voor BC1, BC2 en BC3, alsook voor BC1* wanneer de kraanrails nog niet geplaatst zijn, in de bruikbaargrenstoestand. Ook in dit geval worden de vervormingen getoetst aan de eis van L/100 (21,5 cm).

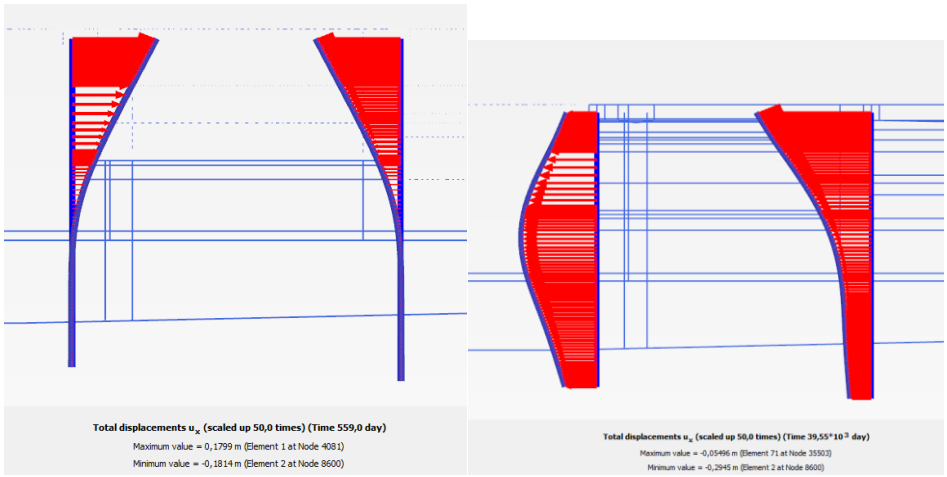
Tabel 3-16: Horizontale vervorming voor- en achterwand in belastingsfasen

Belastingscombinatie	Voorwand [cm]	Achterwand [cm]
BC1*	-12,4	-24,0
BC1	-11,3	-24,2
BC2	-11,0	-23,4
BC3	-10,8	-22,9

Enkel voor de achterwand wordt de eis van 21,5 cm wel overschreden. Dit is voor de achterwand minder kritisch aangezien de wand volledig omsloten is door grond en de waterkerende functie minder kritisch is op lange termijn.

Er dient opgemerkt te worden dat de fasering van het dok zelf conservatief is, gezien geen verdichting is gemodelleerd (hetgeen wel gepland is voor het dok) Door deze compactie wordt een (beperkt) stabieler gedrag verwacht gezien voornamelijk de bovenste laag verdicht wordt en niet de gehele aanvulling. Ook gebeurt de demping van het dok nu conservatief met een zeer slappe klei laag, in een vervolgfase zal dit aangepast worden naar de aangebrachte grond van het tweegetijden dok.

Tot slot worden de maatgevende vervormingsprofielen van de tijdelijke fasen (ontwateren tot +1,8 mTAW) als ook de belastingsfasen (BC1*) hieronder weergegeven.



Figuur 3-28: Vervormingsprofiel voorwand, maatgevende tijdelijke fase (rechts) en BC1* (links)

3.3.1.2 Controle zettingen koffer, talud en dok

Verder worden de zettingen van de koffer, het talud en het dok bekeken. In eerste instantie wordt er nagekeken hoeveel de wanden en de aanvulling in de koffer zakken doorheen het gehele bouwproces en gedurende de belastingsfasen. Een overzicht van de resultaten is te zien in onderstaande tabel.

Tabel 3-17: Zakking van de kofferdam (voor-, achterwand en aanvulling)

Uy [cm]	Voorwand	Achterwand	Aanvulling
Voor belasten (leeg dok)	3,5	5,5	27,1
Na belasten (BC1*)	5,5	4,5	35,8
Verschil	2,0	-1,0	8,7

Tijdens het bouwproces zijn er aanzienlijke zettingen waargenomen in de aanvulling binnen de koffer. Deze zettingen zijn te verklaren door de herhaaldelijke ontwatering die in de koffer heeft plaatsgevonden. Daarnaast veroorzaakt de bovenbelasting een extra zetting van 8,7 cm. Dit resulteert in een totale zetting van 35,8 cm binnen de koffer.

Analoog wordt er kort gekeken naar de zettingen in het talud achter de koffer. Bij de aanleg van het talud, wordt een initiële zetting van 18,44 cm waargenomen. Door de bovenbelasting van 60kPa neemt dit toe tot 1,1 m. In deze eerste verkennende berekening wordt er conservatief van uit gegaan dat het talud niet verdicht wordt. In de praktijk zal dit wel het geval zijn en zullen de zettingen beperkter zijn.

Tot slot wordt er ook gekeken naar de aanvulling in het dok. Zoals eerder vermeld wordt er in eerste instantie aangenomen dat het dok opgevuld wordt met een weinig vaste klei (K1, zie §3.2.1). Ook wordt er conservatief aangenomen dat deze aanvulling niet verdicht wordt. De zettingen na de opvulling van het dok bedraagt 5,3 m en na belasten 6,2 m. Een uitgebreide studie over de laagsgewijze van het dok zal in een latere fase worden uitgevoerd, waarbij een nauwkeuriger inschatting van de zettingen in het dok zal plaatsvinden. Door het laagsgewijs uitrijden met bulldozers en stapsgewijs uitvoeren van controlesonderingen (met indien nodig mitigatiemaatregelen) kan een draagkrachtig geheel bekomen worden. Het zettingsgedrag van het dok na aanvullen is voornamelijk relevant in het kader van de latere gebruiksfase. Ook voor de aanleg van de drainage is het voordelig om een goede verdichtingsmethodiek te voorzien om differentiële zettingen te beperken.

3.3.1.3 Controle differentiële vervorming kraanbaan

Er wordt kort nagekeken of de differentiële vervorming van de kraanbaan beperkt blijft. Deze havenkraan steunt af op de achterste combiwand alsook op de aparte kraanbaan (5m achter de voorste combiwand). Het is vervolgens belangrijk dat beide punten een zo min mogelijke differentiële zetting ondergaan. Een overzicht van de ondergane verplaatsingen zijn in onderstaande tabel gegeven.

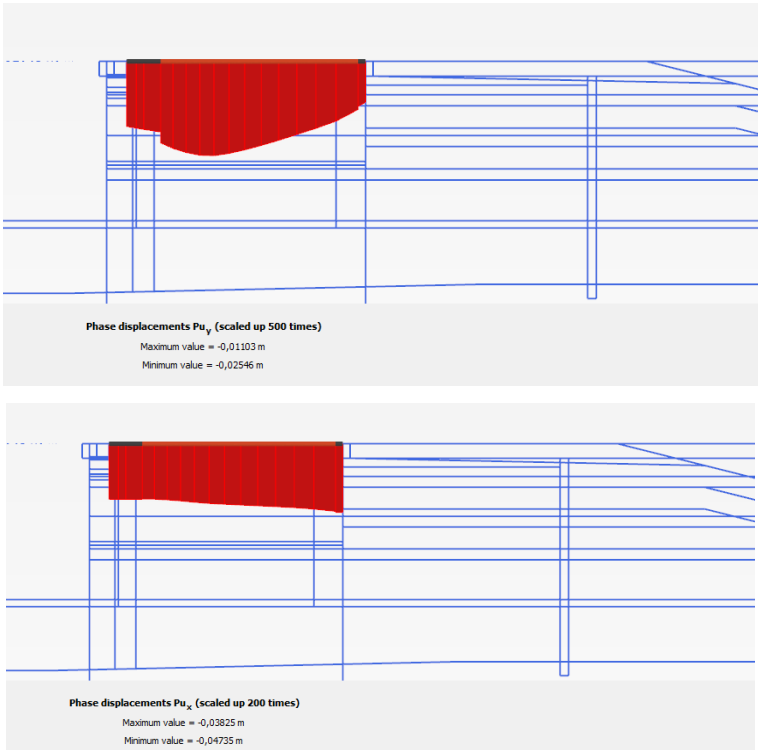
De kraanrails worden pas geplaatst na vervolledigen van het dok en dienen dus enkel de hierna optredende vervormingen op te nemen. In onderstaande tabel zijn de phase displacements onder de belastingsgeval gegeven voor de achterste combiwand alsook de kraanbaan (afgelezen in het midden).

Tabel 3-18: Verplaatsingen steunpunten kraan t.o.v. het vervolledigen van het dok

Fase	Horizontale verplaatsing [cm]			Verticale verplaatsing [cm]		
	Waterzijdige kraanbaan	Achterste combiwand	Verschil	Waterzijdige kraanbaan	Achterste combiwand	Verschil
BC1	3,83	4,74	0,91	1,84	1,10	0,73
BC2	2,41	2,99	0,58	1,63	1,11	0,53
BC3	2,17	2,63	0,46	1,07	0,70	0,37

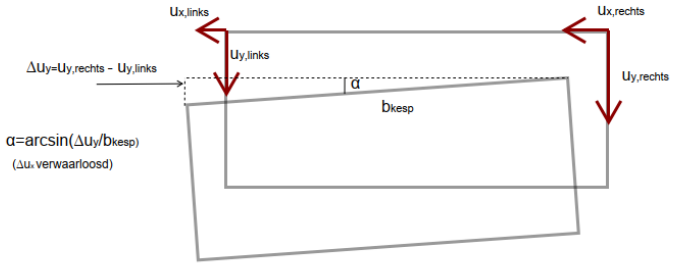
Hieruit volgt dat de kraanrails een verschillende zetting in het maatgevend geval rond de 1cm ondergaan, zowel in de horizontale als in de verticale richting.

Onderstaande figuren geven de verplaatsingen weer t.o.v. het vervolledigen van het dok, voor de belastingscombinatie BC1.



Figuur 3-29: Phase displacements kraanbaan en achterste combiwand, BC

Behalve een globale zakking van de kraanbaan wordt eveneens de mogelijke rotatie van de kraanbaan gecontroleerd. Deze kan afgeleid worden als het verschil in zettingen tussen de voor- en achterkant (het verschil in horizontale verplaatsing is verwaarloosbaar en veroorzaakt geen rotatie). De rotatie van het oppervlak volgt uit onderstaande beschouwing. Deze resultaten zijn in onderstaande tabel gegeven. Uit de resultaten volgt dat de rotatie van de kraanbaan zeer beperkt blijft en er hier in eerste instantie geen problemen worden verwacht.



Figuur 3-30: Aflezen rotatie kraanbaan

Tabel 3-19: Ondergane rotatie kraanbaan onder belastingen

Fase	Verticale verplaatsing [cm]			Rotatie [°]
	Waterzijde kraanbaan	Landzijde kraanbaan	Verschil	
BC1	1,76	1,91	0,15	0,02
BC2	1,61	1,65	0,04	0,00
BC3	1,06	1,07	0,01	0,00

3.3.1.4 Controle buispalen

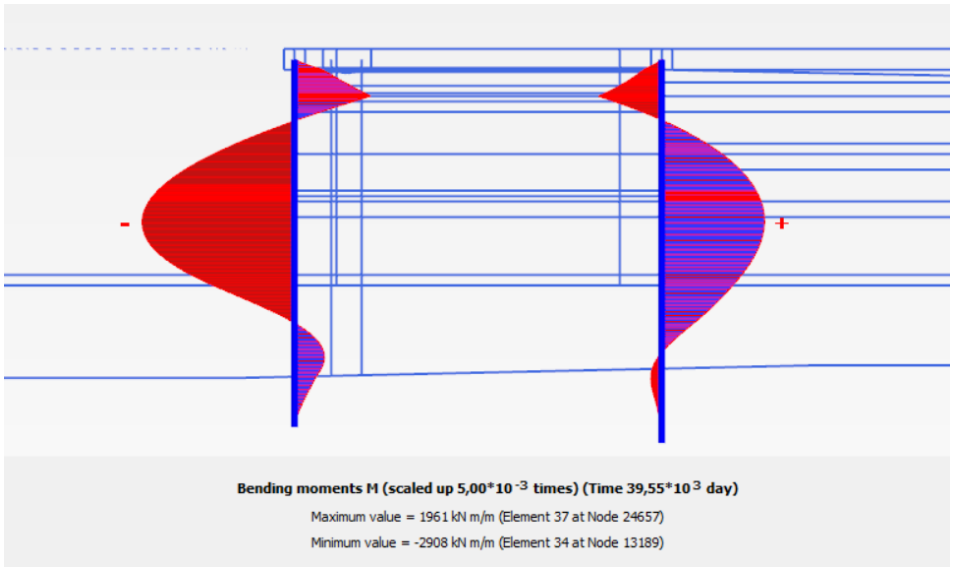
3.3.1.4.1 Controle buispalen combiwand

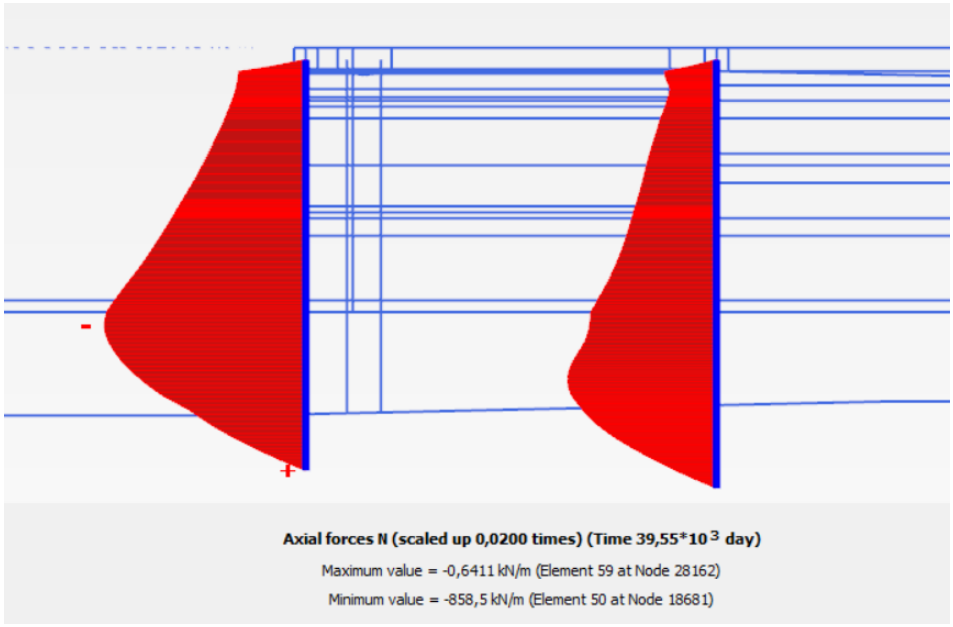
Naast de controle m.b.t. de gebruikstoestand, wordt ook de uiterste grenstoestand gecontroleerd. Een eerste controle betreft de sterkte van de stalen buispalen van de combiwand. Hiervoor wordt er gekeken naar maximale buigend moment M en de maximale normaalkracht N die optreden in de buispalen. In onderstaande tabellen staan de UGT resultaten weergegeven voor de alle belastinggevallen. De resultaten zijn bekomen door de resultaten in DA1/1* te vermenigvuldigen met 1,35 en de tussenafstand 2,85.

Tabel 3-20: UGT interne krachten buispalen

	Voorwand		Achterwand	
	M [kNm]	N [kN]	M [kNm]	N [kN]
BC1*	11189	3303	7545	2437
BC1	10265	3125	7291	3349
BC2	9903	2931	7091	3350
BC3	9800	2841	7026	2964

Deze resultaten zijn hieronder visueel weergegeven voor zowel de achterwand als de voorwand voor belastingscombinatie BC1* DA1/1.





Figuur 3-31: Interne momenten (boven) en normaalkracht (onder) in BC1*, resultaten gegeven in DA1/1* (nog factor 1,35 en 2.85 voor UGT-resultaten)

Concreet worden onderstaande controles uitgevoerd voor de combiwand op deze set resultaten:

- Controle druk
- Controle knik
- Controle samengestelde buiging
- Controle lokaal plooien (volgens 6.6.6 CUR 211 handboek kaaimuren)

Er wordt bovendien ook rekening gehouden met corrosie op de buispalen. Volgende zones en bijhorende corrosieverliezen worden aangenomen voor de berekeningen:

Tabel 3-21: Corrosiedikteverliezen voor buispalen voorwand

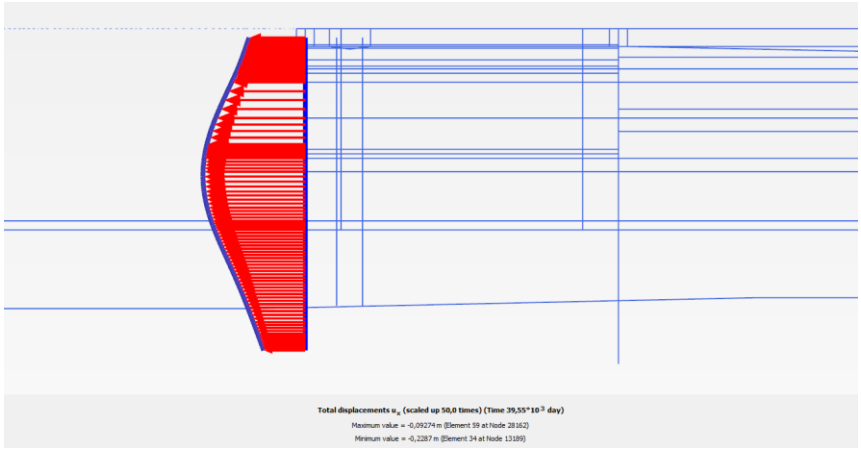
Zone	Peil top [mTAW]	Corrosieverlies binnen [mm]	Corrosieverlies buiten [mm]
Zone van zware aantasting	+6,00	0 / NVT	0 / NVT
Tussengetijdenzone	+3,70	0 / NVT	0 / NVT
Zone van blijvende onderdompeling	+3,30	1,75	3,50
Ingegraven zone	-15,50	1,10	2,20

Voor de buispalen in achterste combiwand gelden overal de waarden voor de ingegraven zone. De resultaten van de controles worden teruggevonden in onderstaande tabel. Per zone wordt een controle gedaan van het maximaal optredend moment en normaalkracht onafhankelijk van de belastingscombinatie om zo een conservatieve inschatting te maken van de bekomen UC.

Tabel 3-22: Doorsnede controle buispalen voorwand & achterwand

Controle	M [kNm]	N [kN]	Corrosieverlies binnen [mm]	Corrosieverlies buiten [mm]	Unity check
Omhullende voorwand	2947	1142	0	0	0,20
Omhullende voorwand	11189	3597	1,75	3,50	0,93
Omhullende voorwand	7596	3303	1,10	2,20	0,58
Achterwand omhullende	7545	3349	1,10	2,20	0,59

Bijkomend wordt er rekening gehouden met de excentriciteit voor de volledige bepaling van het moment. De meest kritieke situatie (M maximaal op de voorwand) wordt nagekeken. In deze situatie toont de voorwand een absolute uitbuiging van 228 mm. De vervorming t.h.v. de top van de combiwand is echter beperkter: 141 mm. Dit betekent dat de normaalkracht van 3597 kN vermenigvuldigd dient te worden met een hefboom van (0,228-0,141) m wat leidt tot een extra moment van 312 kNm. Dit is een toename van 2,7%. Gezien de unity check op 0,93 zit, kan dit bijkomend moment opgenomen worden.



Figuur 3-32:Vervorming voorwand bij grootste moment (BC1* DA1/1)

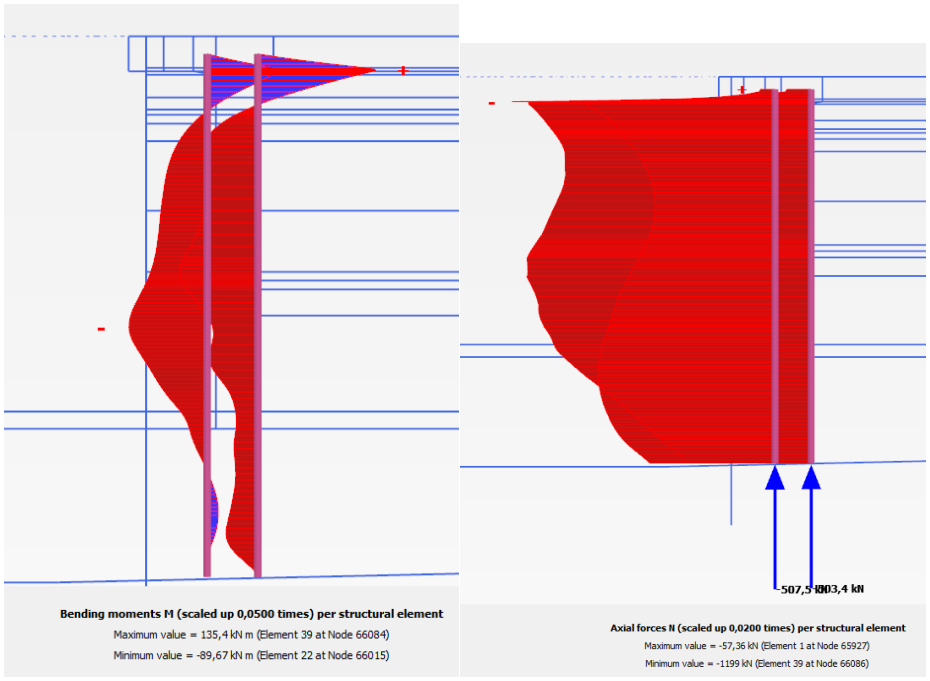
Op de achterwand is er ruim voldoende marge gezien de unity checks hier beperkt zijn tot 0,59. De gedetailleerde berekeningen van zowel de voorwand als de achterwand kunnen in Bijlage 1 gevonden worden.

3.3.1.4.2 Controle paalfundering kraanbaan

Voor de palen van de kraanbaan wordt een analoge controle uitgevoerd als hierboven werd beschreven. De interne krachten van de paalfundering bliiven echter beperkt. De normaalkrachten en momenten in de kraanpalen worden in onderstaande figuren weergegeven voor het maatgevend belastingsgeval (BC1 DA/1). Ook hier wordt een corrosieverlies gehanteerd van 2,2 mm aan de buitenzijde en 1,1 mm aan de binnenkant. De bekomen controle leidt tot een maximale unity check van 0,46 (zie Bijlage 2). Er kan besloten worden dat de kraanpalen voldoende veiligheid bezitten. Merk op dat ook hier rekening wordt gehouden met een open buis zonder vulling met zand.

Tabel 3-23: Doorsnede controle paalfundering kraanbaan

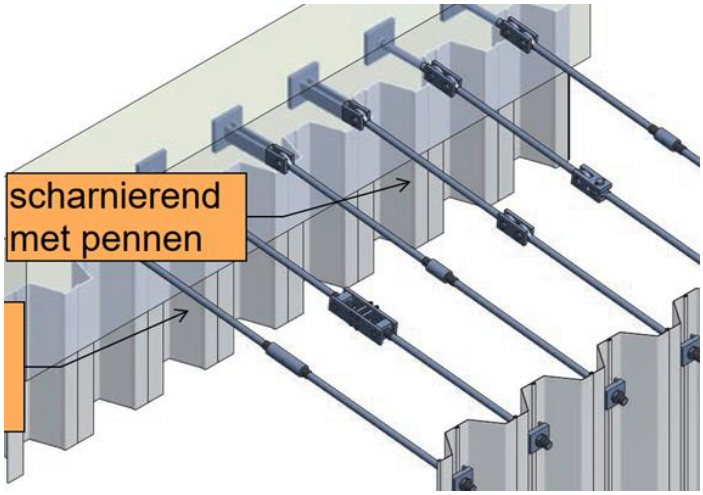
Controle	M [kNm]	N [kN]	Corrosieverlies binnen [mm]	Corrosieverlies buiten [mm]	Unity check
Omhullende Voorste kraanpaal	121,1	1535	1,10	2,20	0,30
Omhullende achterste kraanpaal	183	1928	1,10	2,20	0,46



Figuur 3-33: Interne krachten paalfundering in BC1 DA1/1

3.3.1.5 *Controle ankerkrachten*

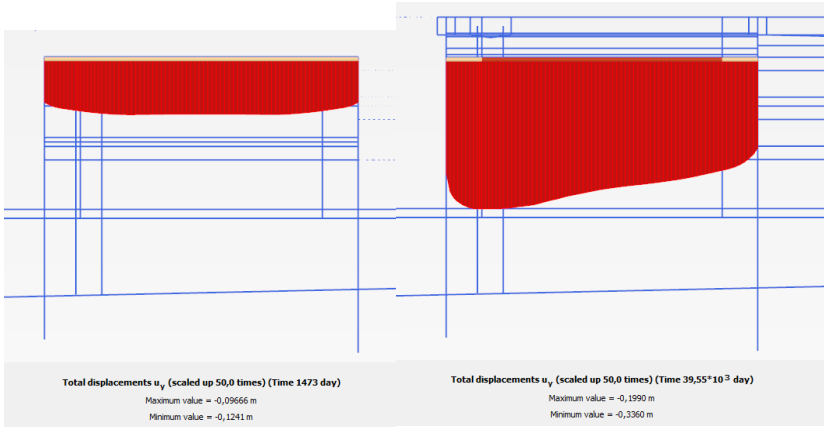
Zoals eerder vermeld in de fasering (paragraaf §3.2.3) wordt er één ankerrij geplaatst op +1,5mTAW, onder de kesp. Het anker is van het type ASDO700 M120/90. Dit komt overeen met een staafdiameter van 90 mm. Het anker wordt voorzien van scharnieren op de kop alsook in het midden.



Figuur 3-34: Illustratieve afbeelding van anker met scharnieren

Het anker ondergaat zettingen met de zanden in de kofferdam. Echter kan een groot deel van de zettingen vrij gebeuren omdat het anker van scharnieren is voorzien (aan de uiteinden en in het midden). Het is enkel het deel van de zetting relatief t.o.v. de as van het anker dat voor additionele buigingen zal zorgen in het anker.

De ondergane zetting van de aanvulling op het moment van het plaatsen van het anker en tijdens de belastingsfase zijn weergegeven in onderstaande figuren.



Figuur 3-35: Zetting aanvulling bij plaatsen anker (links) en na belasten (rechts)

Het is het verschil tussen beide zettingen dat door het anker wordt ondergaan, zal extra momenten en normaalkracht induceren in het anker.

De ondergane zakking van de as van het anker wordt als volgt bepaald:

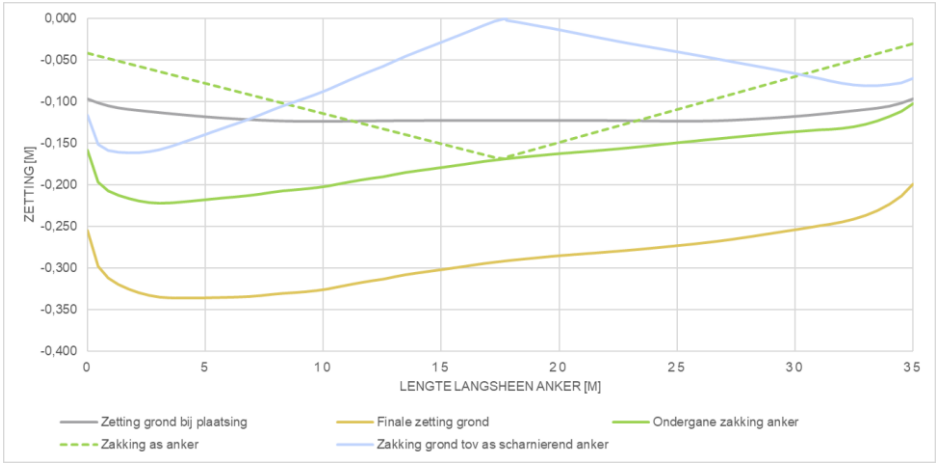
- Aan de uiteinden zakt het anker evenveel als de combiwand
- In het midden zakt het anker evenveel als de grond

De zakking van de combiwand is samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 3-24: Zakking van de combiwand

Uy [cm]	Voorwand	Achterwand
Bij plaatsen anker	1,59	1,51
Na belasten	5,75	4,54
Verschil	4,2	3,0

Bovenstaande beschouwing is hieronder visueel samengevat.



Figuur 3-36: Zakking anker

Hier is de ondergane zakking van het anker (groen) het verschil tussen de zetting bij plaatsing (grijs) en de finale zetting van de grond (geel). De relatieve zakking van het anker t.o.v. zijn as (lichtblauw) is het verschil tussen de zetting van het as van de anker (groene stippellijn) en de zetting van het anker zelf (groene volle lijn).

Uiteindelijk is het deze relatieve verplaatsing (lichtblauw) die momenten veroorzaakt in het anker. Samenvattend worden onderstaande zettingen ondergaan.

Tabel 3-25: Ondergane zetting anker

Uy [cm]	Voorste deel	Achterste deel	Samen
Maximale zetting	16,2	8,1	16,2
Gemiddelde zetting	9,8	4,6	7,3

Het ontwerp wordt gedaan voor het voorste deel van het anker, rekening houdende met de gemiddelde zetting van 9,8 cm. Het anker is onderhevig aan

een normaalkracht van 981,5 kN/m (in GGT). De zetting veroorzaakt een vergroting van deze normaalkracht (α) van 3,87% en een extra moment van 4,01 kNm(in GGT). Meer detail bij de berekening is gegeven in onderstaande tabel, alsook in Bijlage 3.

Tabel 3-26: Controle voorste gedeelte anker

	Zetting [cm]	Effectieve korrel-spanning [kPa]	Normaal-kracht [kN]	Vergrotings-factor α [%]	Moment [kNm]	UC max [-]
BC1*	9,8	116,5	2797	3,87	4,01	0,98
BC1	9,1	116,5	2676	3,71	4,20	0,91
BC2	9,2	116,5	2693	3,73	4,17	0,92
BC3	9,1	116,5	2715	3,91	4,13	0,93

3.3.1.6 Controle draagvermogen

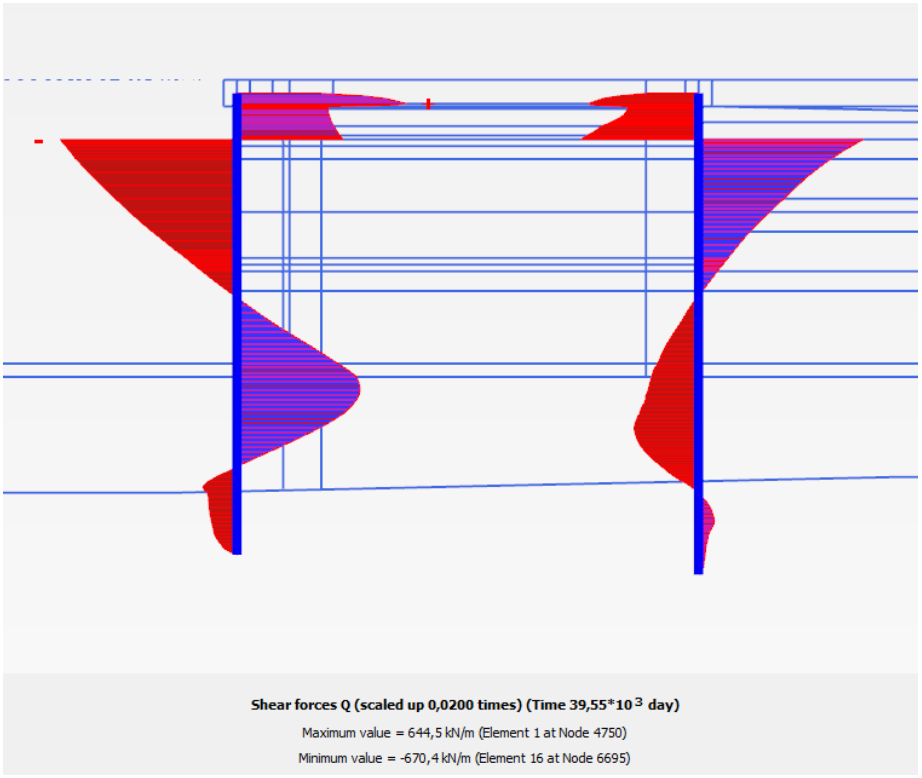
Vervolgens wordt het draagvermogen van de buispalen gecontroleerd conform het WTCB rapport 20. Hierbij wordt voornamelijk naar de normaalkracht gekeken die optreedt in de buispalen waarbij een opsplitsing wordt gemaakt tussen de voor- en achterwand en de buispalen voor de kraanbaanfundering. Een overzicht van de optredende krachten is gegeven in onderstaande tabellen. De normaalkrachten in de tabellen worden bekomen door de resultaten in DA1/1 te vermenigvuldigen met een factor 1,35 en de tussenafstand 2,85 voor de buispalen van de combiwand.

Tabel 3-27: Optredende normaalkrachten in buispalen kofferdam

F [kN] (UGT)	Voorste combiwand	Voorste kraanpaal	Achterste kraanpaal	Achterste combiwand
BC1*	3303	-		2437
BC1	3125	1026	1540	3349
BC2	2931	1535	1928	3350
BC3	2841	1132	1313	2964

3.3.1.6.1 Controle buispalen combiwand

Voor de voor- en achterwand wordt de positieve wrijving in rekening gebracht vanaf -23,2 mTAW voor de voorwand en -25,5 mTAW voor de achterwand. Dit stemt overeen met het dwarskrachtennulpunt, zoals te zien is op onderstaande figuur. Het aanzetpeil van respectievelijk de voorwand als de achterwand bedraagt -30,0 mTAW en -31,5 mTAW.



Figuur 3-37: Bepaling dwarskrachtennulpunt buispalen kofferdam (BC1*)

Het draagvermogen aan de voorwand wordt bepaald a.d.h.v. sondering S03. Voor de achterwand wordt gebruik gemaakt van sondering S09 toegepast.

Voor draagvermogen wordt enkel op de palen gerekend. Voor de correlatiefactoren wordt rekening gehouden met een aantal palen groter dan 10 en een sondeerdensiteit van 1 CPT/1000 m². In acht genomen sondering S03 resp. S09 en de vermelde belastingen samen met de rekenmethodes zoals aanbevolen in WTCB rapport 20. Het draagvermogen van de palen wordt bekeken in het maatgevend geval dat bepaald wordt o.b.v. bovenstaande tabel. Zowel de situatie waarbij mogelijke propvorming wordt bekeken, ter volledigheid. In onderstaande tabel worden de bekomen veiligheden weergegeven. Voor de gedetailleerde berekening wordt verwezen naar Bijlage 4.

Tabel 3-28: Veiligheden op het draagvermogen van de buispalen

SF [-]	Voorste buispalen	Achterste buispalen
Zonder propvorming	1,01	1,01
Met propvorming	1,22	1,35

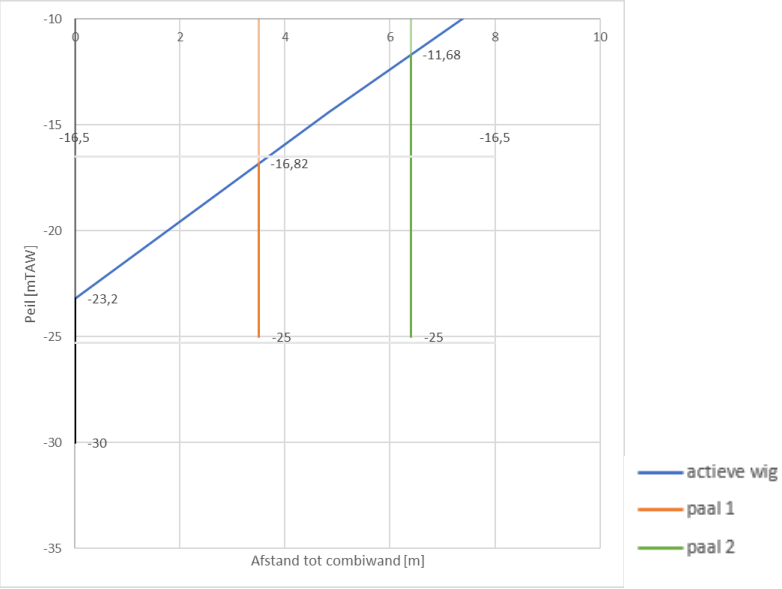
Het draagvermogen van de buispalen aan beide zijden van de koffer wordt net niet overschreden. Merk hierbij op dat voor de wrijving aan de binnenzijde van de buispalen conservatief wordt gerekend vanaf het dwarskrachtnulpunt terwijl dit in

de praktijk aanwezig is vanaf het maaiveld (-15,5 mTAW). Er is dus nog een additionele veiligheid aanwezig waar voorlopig nog niet op gerekend wordt.

3.3.1.6.2 Controle paalfundering kraanbaan

Analoog als voor de buispalen van de koffer wordt het draagvermogen van de paalfundering van de kraanbaan getoetst. Voor deze palen wordt rekening gehouden met sondering S03. De positieve wrijving wordt in rekening gebracht vanaf de fundering buiten de actieve wig van de voorwand zit. De voorwand bevindt zich in deze snede op -30,0 mTAW. De beide paalfunderingen zetten aan op -25 mTAW**.** De hoogte van de actieve wig wordt berekend startende van het dwarskrachtenmiddelpunt (op -23,2 mTAW). Hierna stijgt deze onder een hoek $45° + \frac{\phi}{2}$ met de horizontale. Deze theoretische actieve wig vertoont vervolgens knikken aan de overgang van verschillende grondlagen (grijze lijn).

Zo wordt er voor de eerste palenrij gerekend op positieve wrijving vanaf -16,82 mTAW. Voor de 2e palenrij is dit -11,68 mTAW. In onderstaande figuur wordt de situatie geschetst. De theoretische ontwikkeling van de actieve wig werd gestaafd o.b.v. het gedrag van de kofferdam in Plaxis. Er werd bevonden dat de theoretische bepaling een conservatievere inschatting gaf van de top van postieve wrijving.



Figuur 3-38: Snede 3: S03-S09 - Bepaling positieve wrijving kraanbaanfundering

Beide kraanpalen zetten aan op de grens tussen de Formatie van Berchem de Boomse klei. Vervolgens wordt conservatief toch gerekend op de factor voor gescheurde klei ϵ_b.

Op basis van bovenstaande aannames worden onderstaande veiligheidsfactoren bekomen voor het maatgevend belastingsgeval. Voor een gedetailleerde berekening wordt er verwezen naar Bijlage 5.

Tabel 3-29: Veiligheden op het draagvermogen van de kraanpalen

SF [-]	Voorste kraanpalen	Achterste kraanpalen
Zonder propvorming	1,43	1,60
Met propvorming	1,35	1,31

Het draagvermogen van de kraanpalen voldoet ruim. In een latere fase van het ontwerp kunnen de lengtes van de palen nog geoptimaliseerd worden.

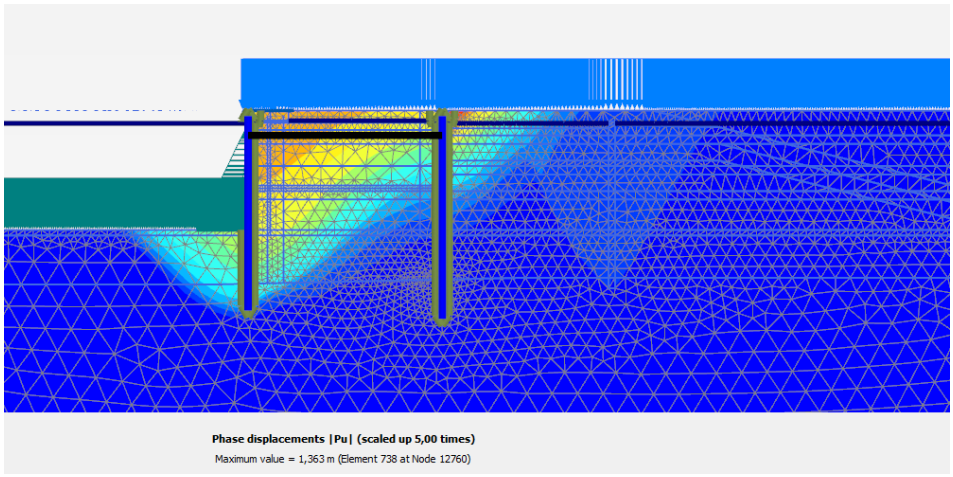
3.3.1.7 Controle macrostabiliteit

Tot slot wordt nog een controleberekening in DA1/2 uitgevoerd. In deze belastingscombinatie wordt een reductie toegepast op de grondparameters (cohesie en wrijvingshoek) van 1,25 en een extra factor van 1,3 op de krachten. Een overzicht van de bekomen veiligheidsfactoren voor enkele kritische tijdelijke fasen en de belastingsfasen wordt in onderstaande tabel weergegeven.

Tabel 3-30: Bekomen veiligheden voor verschillende kritieke fasen

Fase	Veiligheidsfactor
Ontwatering stopt (fase 11)	1,75
Ontwateren dok (fase 16)	1,73
Tijdelijk gebruik koffer/talud (fase 17)	1,29
BC1*	1,29
BC1	1,29
BC2	1,27
BC3	1,35

De minimale veiligheidsfactor bedraagt 1,29, dit voldoet aan de nodige eis van 1,25 en bijgevolg is de macrostabiliteit van de kofferdam en het talud gewaarborgd. Het overeenstemmende glijvlak met deze veiligheidsfactor wordt weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 3-39:Kritisch glijvlak BC1*

Het kritieke glijvlak ontstaat eerst in het dok/talud zelf. Het glijvlak binnen de kofferdam is nog aan het ontwikkelen, waardoor er op de kofferdam zelf een grotere veiligheidsmarge bestaat. De controle van de macrostabiliteit in de tijdelijke fase met CB wand wordt bekeken in §3.3.2.4.

3.3.1.8 Synthese controles

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de uitgevoerde controles op de kofferdam. Hieruit blijkt dat enkel de vervorming van de achterwand van de kofferdam de limietwaarde overschrijdt. Dit is minder kritisch aangezien de achterwand volledig zit ingegraven en de waterkerende functie minder kritisch is op lange termijn.

Tabel 3-31: Overzicht uitgevoerde controles

Combinatie	Controle	Waarde	UC	Toelichting
GGT	Vervorming voorwand	12,4 cm	0,58	§3.3.1.1
	Vervorming achterwand	24,2 cm	1,13	§3.3.1.1
	Differentiële zetting kraanbaan		Nvt	§3.3.1.3
UGT-DA1/1	Controle buispalen combiwand	Zie Bijlage 1	0,93	§3.3.1.4.1
	Controle buispalen kraanbaan	Zie Bijlage 2	0,53	§3.3.1.4.2
	Ankerkrachten	Zie Bijlage 3	0,98	§3.3.1.5
	Draagvermogen buispalen combiwand	Zie Bijlage 4	0,99	§3.3.1.6.1
	Draagvermogen buispalen kraanbaan	Zie Bijlage 5	0,76	§3.3.1.6.2
UGT-DA1/2	Macrostabiliteit	1,29 > 1,25	0,97	§3.3.1.7

3.3.2 CB wand

Naast de algemene geotechnische stabiliteit van de kofferdam zal ook de cement-bentoniet wand in het talud worden gecontroleerd, in overeenstemming met de beschreven controles in sectie §2.2.

3.3.2.1 Vervorming CB wand

In eerste instantie wordt de vervorming van de CB-wand in de tijdelijke fasen en de belaste fasen nagekeken. Zoals eerder vermeld in sectie §2.2.2.2 wordt de vervorming van de 1,2 m dikke wand beperkt tot 12 cm. De resultaten uit Plaxis worden in onderstaande tabel opgelijst.

Tabel 3-32: Vervorming cement-bentoniet wand + unity checks

Fase	Piekvervorming u_x [cm]	UC [-]
Initiële fase	0,14	0,01
Ontwaterd dok	8,5	0,71
Tijdelijk gebruik koffer	16,4	1,37
Aangevuld dok	12,1	1,01
Herstellen waterpeil	10,6	0,88
BC1* GGT	12,4	1,03
BC1 GGT	12,7	1,06
BC2 GGT	9,6	0,80
BC3 GGT	9,5	0,79

In enkele gevallen overschrijdt de vervorming van de wand de limietwaarde. Tijdens de fase waarin de koffer tijdelijk in gebruik is, wordt de grootste vervorming van 16,4 cm waargenomen.

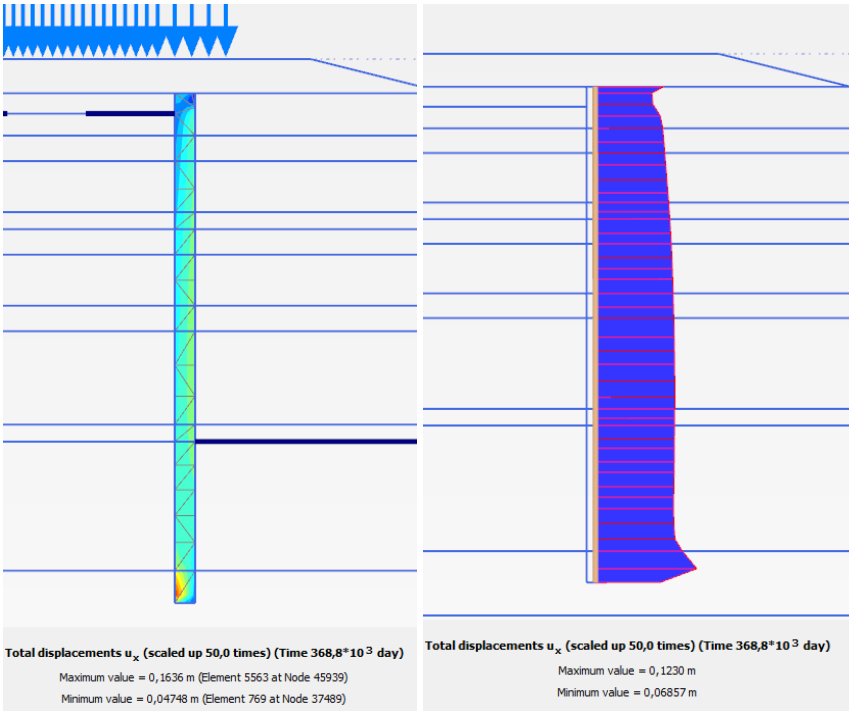
Uit de onderstaande figuur blijkt dat deze maximale verplaatsing zich lokaal in de cement-bentoniet (CB) wand bevindt, met een concentratie van deze maximale verplaatsing aan de onderzijde van de CB-wand, in de Boomse klei. Aangezien de eis met betrekking tot vervorming voornamelijk gericht is op het beperken van scheurvorming en het waarborgen van de waterdichtheid van de wand, wordt deze van de vervorming niet als kritiek beschouwd. Deze conclusie wordt ook gesteund indien er naar de vervorming op de centerlijn van de wand wordt gekeken.

Bovendien zijn er in de berekening een aantal conservatieve aannames gemaakt:

- Er wordt met een onverdicht talud gerekend (minder passieve weerstand);
- Er wordt een grotere waterkering voorzien (-16,5 mTAW i.p.v. -15,5 mTAW);

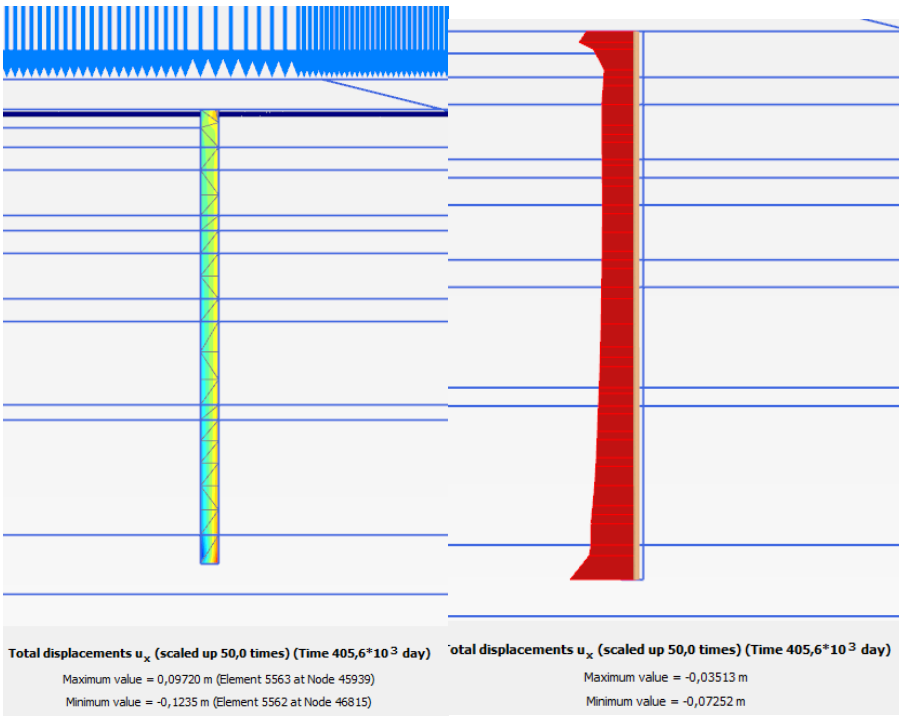
Merk op dat indien de bovenbelasting 40 kPa bedraagt, de maximale vervorming van de CB-wand beperkt is tot 9,5 cm. Eventueel kan in vervolgfase geopteerd worden om veiligheidshalve de toegestane maaiveldbelasting tijdens bouwfase (tijdelijk) te reduceren.

Onderstaande figuur toont dat enkel onderaan de vervormingslimiet uit het SB260 beperkt overschreden wordt.



Figuur 3-40: Horizontale vervorming CB-wand (tijdelijk gebruik kofferdam en talud)

De bovenvermelde fase is de kritieke fase. In de andere fasen waar de limietwaarde wordt overschreden, wordt een gelijkaardig vervormingspatroon waargenomen zoals in onderstaande figuur. Ook hier bevindt de maximale vervorming zich onderaan in de Boomse klei en de blijven de vervormingen t.h.v. de centerlijn beperkt. Merk op dat de vervorming in finale toestand relaxeert door het opvullen van het dok en het herstellen van het waterpeil.



Figuur 3-41: Horizontale vervorming CB-wand (BC1* GGT)

3.3.2.2 Rekken

De rekken in de CB-wand in zowel de tijdelijke fasen als de belaste fasen worden in onderstaande tabel meegegeven. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen de maximale piekrekken en de rekken t.h.v. de centerlijn van de CB-wand. De limiet op de rek bedraagt volgens CUR189 op 1-2% in het geval van een snelle belasting. In het geval van een trage belasting zijn rekken van 10% mogelijk voor er scheurvorming optreedt.

Tabel 3-33: Rekken in de cb-wand; gemiddelde rekken (links) en piekwaardes (rechts)

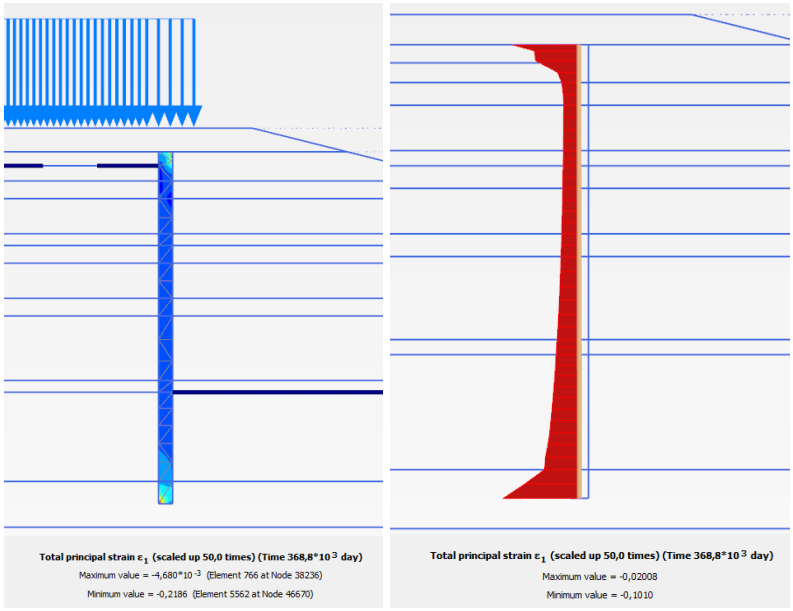
Fase	Rek [%]	Rek_piek [%]
Initiële fase	0,46	0,46
Ontwaterd dok	1,5	8,4
Tijdelijk gebruik koffer	2 – 4	21,8
Aangevuld dok	2 – 5	23,6
Herstellen waterpeil	3 – 7	25,8
BC1*	3 – 10	28,9
BC1	3 – 10	27,3
BC2	2,5 – 8	25,9
BC3	2,5 - 8	25,9

Onderstaande figuur geeft de rekken weer van belastingsgeval BC1* GGT, een gelijkaardig verloop van de rekken werd waargenomen in de andere fasen. Hierbij

kan opgemerkt worden dat de piek rekken zich zeer lokaal bevinden in de CB-wand en net zoals de vervormingen in de Boomse klei.

De rekken ter hoogte van de centerlijn blijven voor alle fases beperkt tot 10% en voldoen indien er wordt aangenomen dat de belastingen langzaam opbouwen.

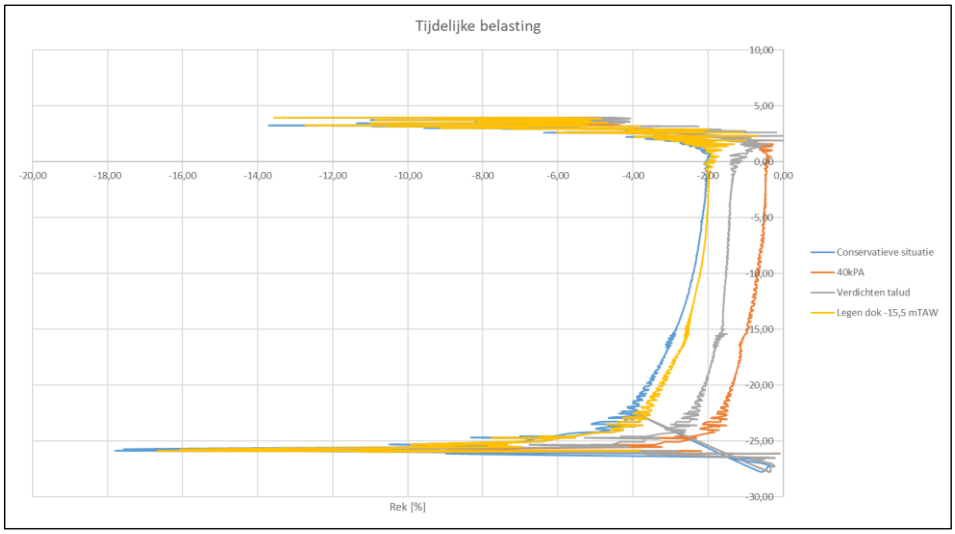
Tot slot werd er conservatief gerekend met 60 kPa als tijdelijke bovenbelasting. Dit induceert een grote rek die in de CB-wand aanwezig blijft in de volgende fasen.



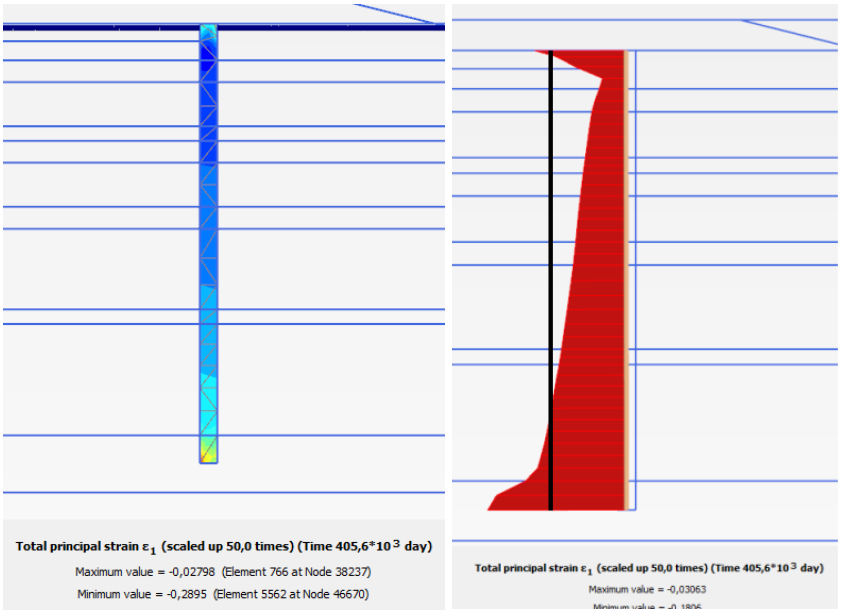
Figuur 3-4: Rek ε_1 in de CB-wand (Tijdelijk gebruik kofferdam)

In bovenstaande figuur valt op dat de rekken nipt de limiet waarden overschrijden. Deze fase is meest kritisch gezien hier zowel een waterkering als (hoge) maaiveldbelasting aanwezig is. Onderstaande toont dat na verder aanvullen en finaal belasten de rekken nog toenemen. Merk echter op dat de slappe opvulling (weinig vaste klei) tot maaiveld zonder compactie hier een grote impact op heeft. Dit valt dus nog te optimaliseren, alsook het verdichten van het talud zelf alvorens de CB wand te bouwen.

De impact van de hierboven genoemde optimalisatie wordt hieronder visueel weergegeven. Het verlagen van de maaiveldbelasting in tijdelijke fase heeft het meeste invloed. Momenteel is het conservatieve vergelijk beschouwd.



Figuur 3-5: Impact verschillende optimalisatie mogelijkheden op rekken in CB wand achter kofferdam



Figuur 3-42: Rek ε_1 in de CB-wand (BC1*)

Kortom, tijdens de meest kritieke fasen blijven de rekken beperkt tot de limietwaarden met uitzondering van een piek t.h.v. de steek in de Boomse klei.

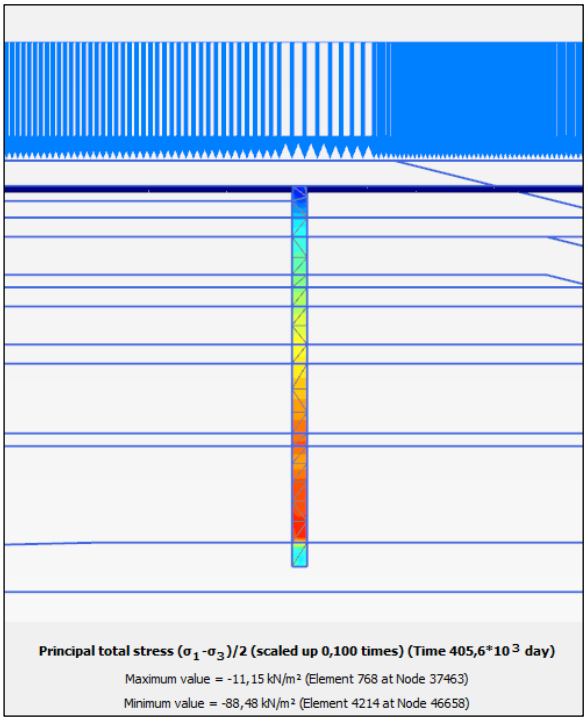
3.3.2.3 Spanningen

Tot slot wordt de druksterkte van de cement-bentoniet wand nagekeken. De druksterkte bedraagt minimaal 1N/mm² en wordt gecontroleerd in Plaxis zoals aangegeven in sectie §2.2.2.3. De spanning in de CB-wand in zowel de tijdelijke fasen als de belaste fasen worden in onderstaande tabel meegegeven.

Tabel 3-34: Hoofdspanning (σ1 – σ3)/2 in de cement-bentoniet wand + unity checks

Fase	(σ1 – σ3)/2 [kPa]	UC [-]
Initiële fase	83,2	0,17
Ontwaterd dok	83,3	0,17
Tijdelijk gebruik koffer	86,2	0,17
Aangevuld dok	86,7	0,17
Herstellen waterpeil	87,1	0,17
BC1*	88,5	0,18
BC1	87,7	0,18
BC2	87,2	0,17
BC3	87,1	0,17

De spanningen (s1-s3)/2 blijven ver onder de grens van 500 kPa. Het spanningsverloop in de CB-wand wordt weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 3-43: Spanningsverloop in CB-wand (BC1*)

3.3.2.4 Controle macrostabiliteit

Tot slot wordt nog een controleberekening in DA1/2 uitgevoerd. In deze belastingscombinatie wordt een reductie toegepast op de grondparameters (cohesie en wrijvingshoek) van 1,25 en een extra factor van 1,3 op de krachten. Een overzicht van de bekomen veiligheidsfactoren de meest kritisch tijdelijke fase en de belastingsfasen wordt in onderstaande tabel weergegeven.

De minimale veiligheidsfactor bedraagt 1,31, dit voldoet aan de nodige eis van 1,25 en bijgevolg is de macrostabiliteit van de CB-wand gewaarborgd.

Tabel 3-35: Veiligheden CB-wand in maatgevende tijdelijke fase en belastingsfasen

Fase	Veiligheid	UC [-]
Tijdelijk gebruik koffer	1,43	0,87
BC1*	1,31	0,95
BC1	1,32	0,95
BC2	1,31	0,95
BC3	1,39	0,90

4 Ontwerp CB wanden rondom dok

4.1 Input

4.1.1 Berekeningssnedes en parameters

In deze paragraaf worden de CB wanden langsheen de 3 oevers nagekeken.



Figuur 4-1: Visualisatie controle sneden CB wanden langs oevers dok

Tabel 4-1: controlesneden CB wanden langs oevers dok

Snede	Opbouw CB wand	Opbouw talud	Sonderingen (dok-oever-land)
West	Op originele waterlijn	Minimaal	S12-S19-S26
Noord	Op originele waterlijn	Minimaal	S13-S20-S28
Windmolen	In dok	Afstand tot windmolens	S17-S22-S29
Oost	Op originele waterlijn	Minimaal	S11-S25-S30

Parameters tertiaire lagen:

Er wordt met dezelfde parameters gerekend als bij ontwerp van de (zie §3.2.1.2)19. Deze parameters zijn bepaald o.b.v. laboproeven en sonderingen.

Parameters aanvulling talud:

Er worden taluds aangelegd met de tussenzanden komende van het tweede getijdendok. De parameters hiervan worden afgeleid o.b.v. een gewaarborgde phi van 27° (en dus gemiddelde qc=5MPa) conform de standaardpost SB260.

Het talud wordt verdicht voor de bovenste 2,5 m (tot aan gemiddeld waterniveau), en tot 2 m van de rand van het talud. Hier wordt de aanvulling verdicht tot een gewaarborgde phi van 30° (en gemiddelde qc=8MPa). Een overzicht van de parameters van de zanden in het talud en de afleiding ervan is hieronder gegeven.

Grond	$q_{c,avg}$ [MPa]	Diepte (midden laag) [m]	σ_v [kPa]	u [kPa]	σ_v' [kPa]	ϕ [°]	c [kPa]	m [-]	α (Sanglerat) [-]	E_{oed} [MPa]	E_{oed}^{ref} [MPa]	E_{50}^{ref} [MPa]	E_{ur}^{ref} [MPa]	G_0^{ref} [MPa]	$\gamma_{0,7}$ [-]
Zand talud	5	10	175,4	77	98,4	27	0	0,5	4	20,0	20,16	25,20	100,81	126,01	1,1E-4
Verdicht zand talud	8	1,5	25,5	0	25,5	30	0	0,5	4	32,0	63,70	79,21	316,85	396,06	9,3E-6

Parameters CB wand:

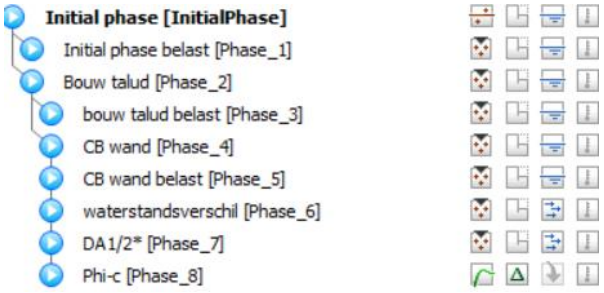
De CB wand wordt gemodelleerd met een Mohr-Coulomb model. Voor parameters wordt verwezen naar §3.2.4.4.

Parameters in-situ quartaire lagen:

De afleiding van de parameters van de in-situ lagen gebeuren steeds o.b.v. de sonderingen t.h.v. oever. De methode van de afleiding is analoog als deze getoond voor de aanvulzanden. De waarden zijn steeds in het relevante hoofdstuk weergegeven.

4.1.2 Modellering

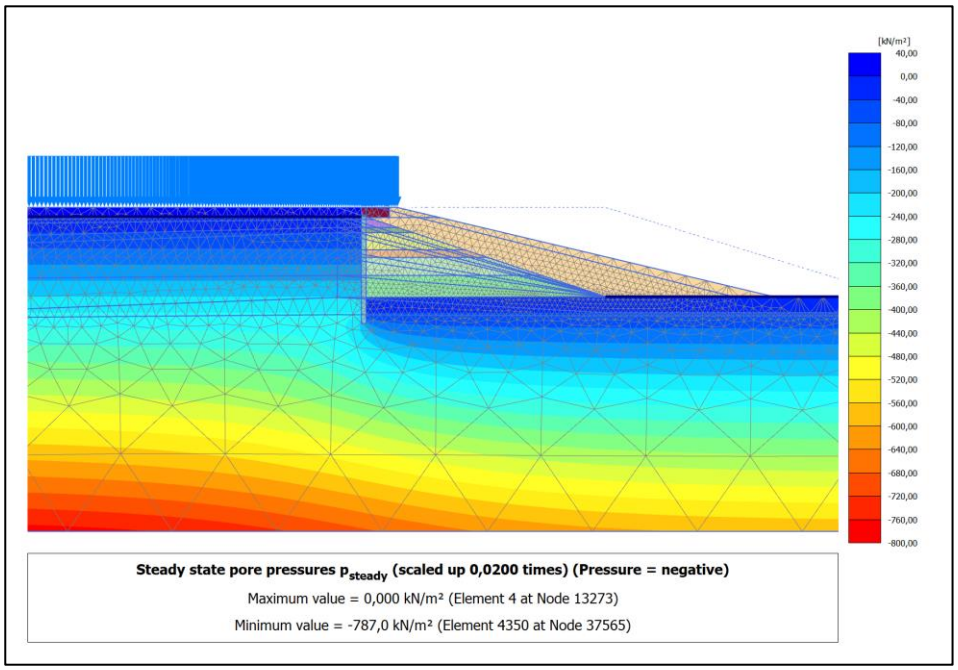
Onderstaande fasering wordt aangehouden in een Plaxis modellering



Figuur 4-2: Fasering in Plaxis model

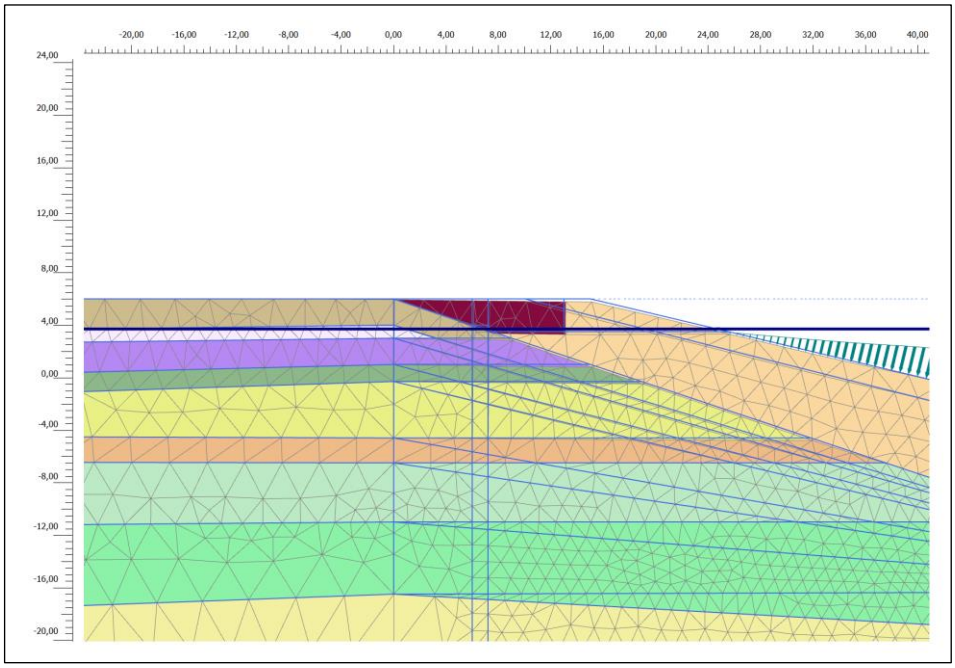
De controles op de CB wand (conform §2.2.2) gebeuren in de fase waterstandsverschil, en in GGT. De belasting van 20 kN/m² wordt in de DA1/2*-fase vermenigvuldigd met factor 1,1 (tijdelijke fase). Er is vervolgens een veiligheidsfactor 1,25 nodig in phi-c op DA1/2* om aan controle DA1/2 te voldoen.

Bij leegtrekken van het dok wordt het dok op dry gezet, en alle lagen boven de Boomse klei krijgen een head van -16,5mTAW. De CB wand zelf is droog, en heeft closed boundaries. Vervolgens worden onderstaande steady state waterdrukken bekomen in de fasen met waterstandsverschil.



Figuur 4-3: Doorsnede Plaxis model: waterdruk

De verdichting wordt toegepast voor het zand boven het gemiddelde waterpeil (+3,5 mTAW) en tot 2 m van de rand van het talud. Visueel geeft dit onderstaande:

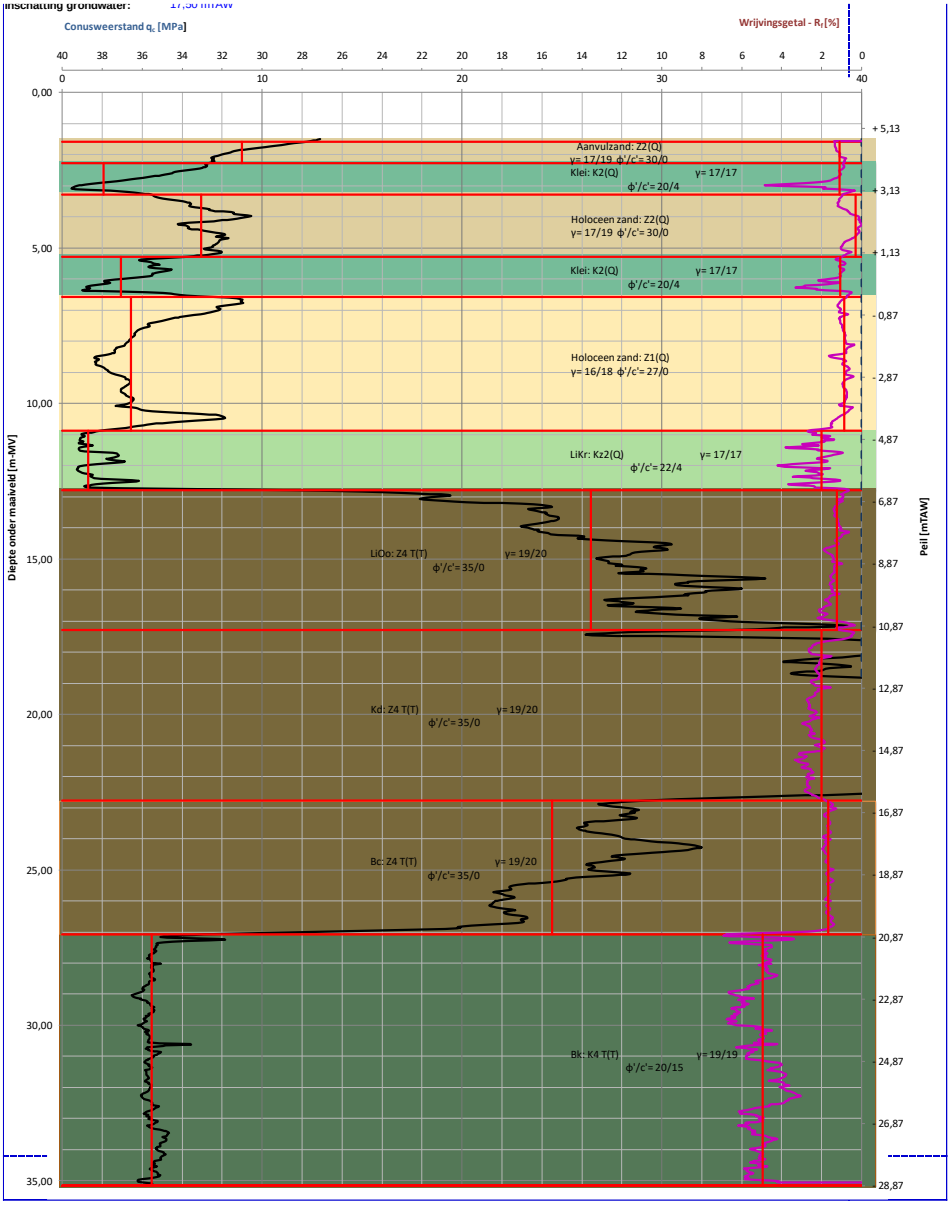


Figuur 4-4: Verdichten talud t.h.v. maaiveld (aanzet CB wand)

4.2 Berekening snede West

4.2.1 Parameters (S19)

Sondering S19 naast het dok (westzijde) wordt aangewend.

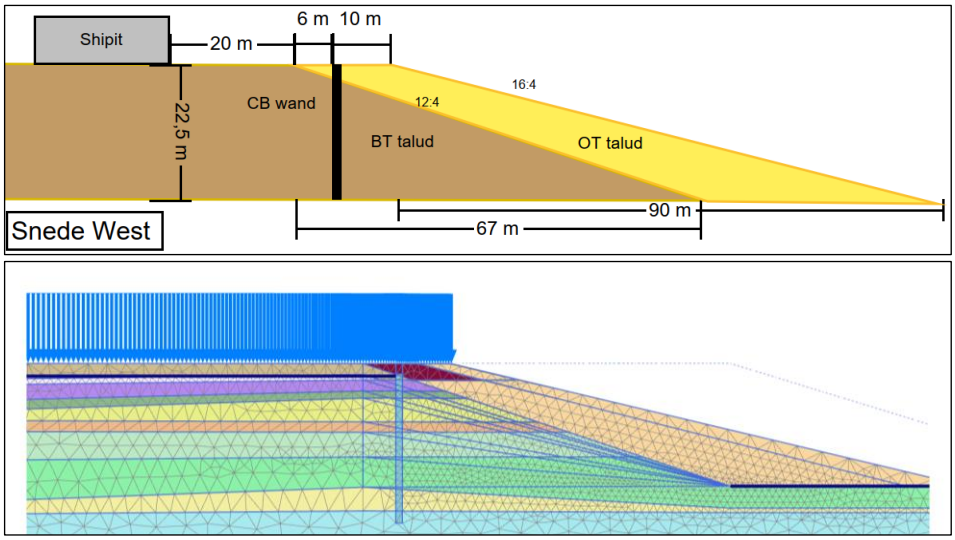


Figuur 4-5: interpretatie S19

Tabel 4-2: Parameters quartaire lagen – S19

Laag	γ_d [kN/m³]	γ_n [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_{50}^{ref} [MPa]	E_{oed}^{ref} [MPa]	E_{ur}^{ref} [MPa]	G_0^{ref} [MPa]	$\gamma_{0,7}$ [MPa]
Aanvulzand	17	19	30	0	95,7	76,6	382,9	478,6	6,66E-6
Klei pleistoceen 1	17	17	20	4	2,5	2,0	12,6	15,8	3,31E-4
Holoceen zand 1	17	19	30	0	62,5	50,0	250,1	312,6	1,43E-5
Klei pleistoceen 2	17	17	20	4	1,7	1,4	8,5	10,6	7,52E-4
Holoceen zand 2	16	18	27	0	19,1	15,3	76,4	95,5	1,14E-4
Lid van Kruisschans	17	17	22	4	1,0	0,8	4,8	6,0	2,18E-3
Lid van Oorderen	19	20	35	0	112,8	90,2	451,0	563,8	5,70E-5

4.2.2 Geometrie



Figuur 4-6: Doorsnede talud west - principe + Plaxis model

Talud:

- zand
- 16m horizontaal
- 16:4 helling

CB wand:

- Dikte 1,2m
- Op originele waterlijn (6m van oever)
- 10m horizontaal talud steun
- Steek -23,0mTAW

4.2.3 Resultaten

4.2.3.1 Overzicht

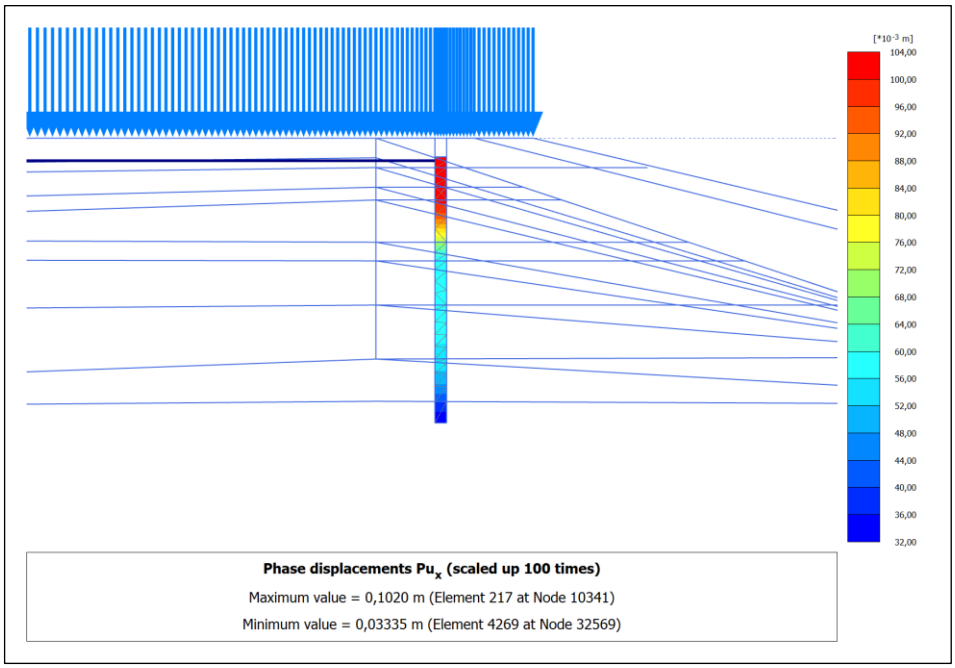
Tabel 4-3: Resultaten controle CB wand - snede west

Vervorming [cm]	Vervorming [UC]	Rek [%]	Rek [UC]	Spanning [kPa]	Spanning [UC]	DA1/2 [SF]	DA1/2 [UC]
10,20	85%	0,66	66%	500	100%	1,712	73%

T.h.v. Ship-it worden onderstaande maximale vervormingen bekomen t.g.v. het droog zetten van het dok (zie ook §4.2.3.5).

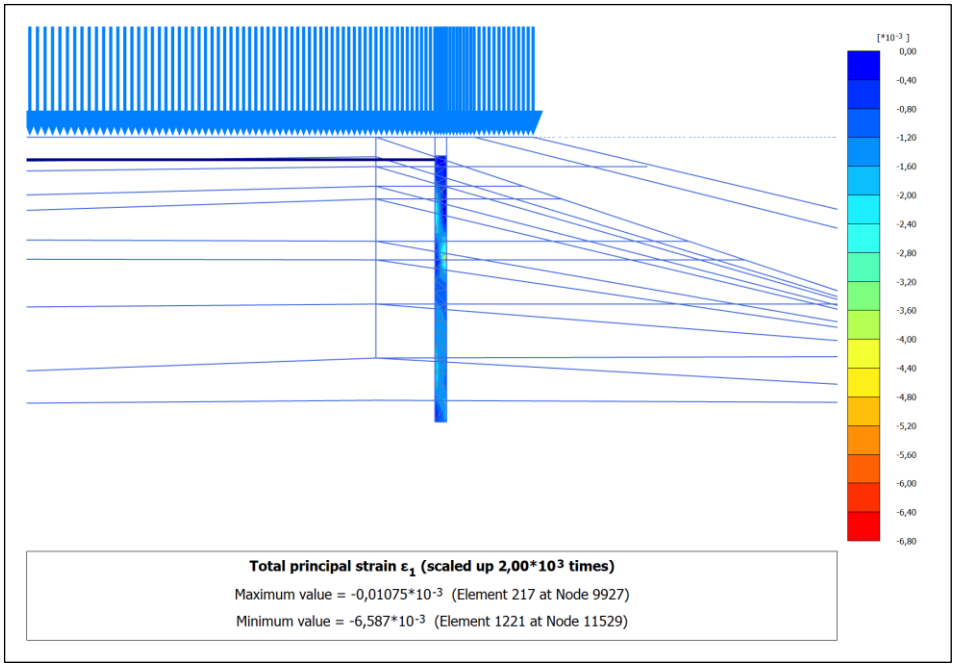
- horizontaal: 3,6 cm
- verticaal: 2,9 cm

4.2.3.2 Vervorming CB wand



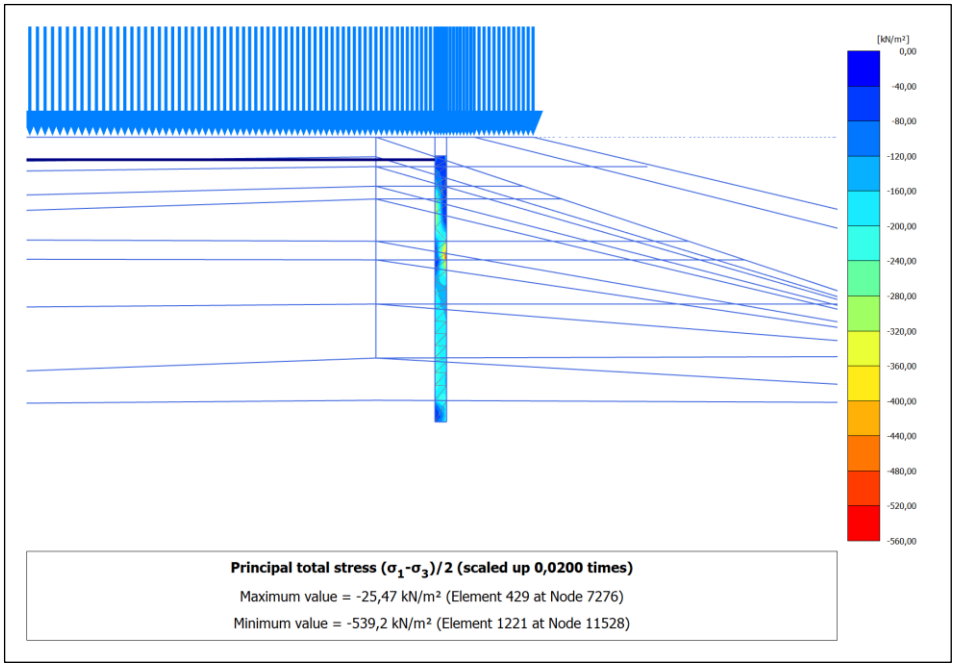
Figuur 4-7: Vervorming CB wand na watertafelverlaging bij bovenbelasting

4.2.3.3 Rek



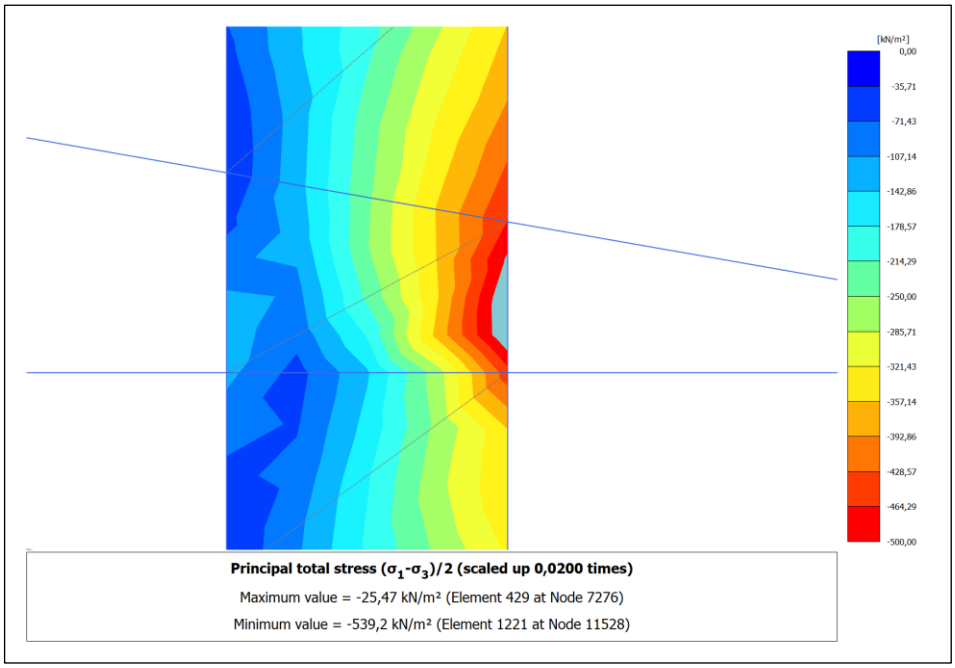
Figuur 4-8: Rekken in CB wand na watertafelverlaging in combinatie met maaiveldbelasting

4.2.3.4 Spanning



Figuur 4-9: Spanningen in CB wand na watertafelverlaging in combinatie met maaiveldbelasting

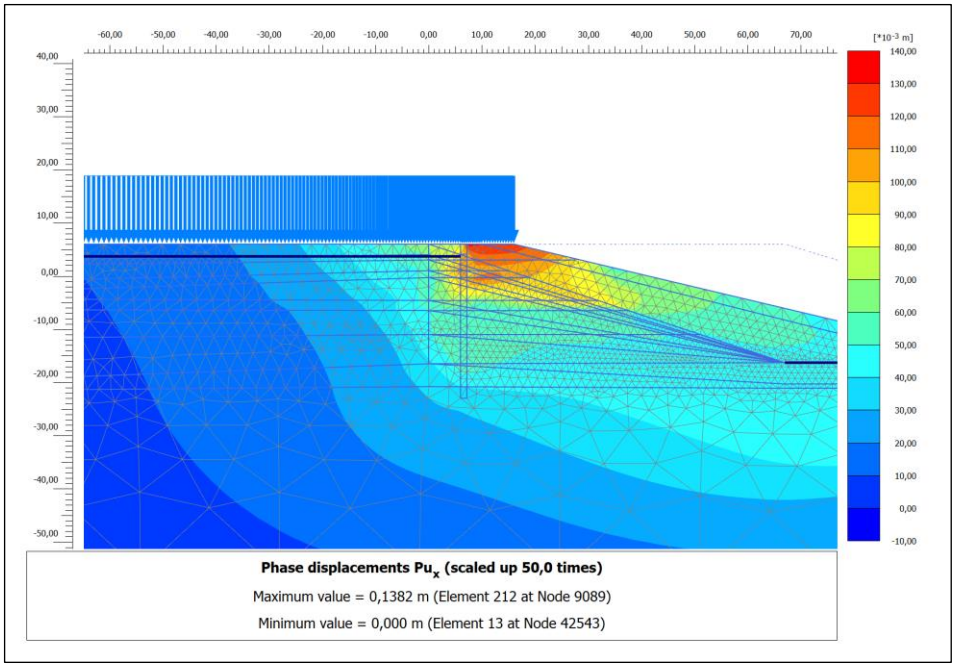
Merk op dat heel lokaal de grenswaarde van 500 kPa overschreden wordt. Dit is echter een kleine piek, wordt verwaarloosbaar geacht (zie ook volgende figuur).



Figuur 4-10: Lokale piek met overschrijding spanning 500 kPa (S1-S3)/2.

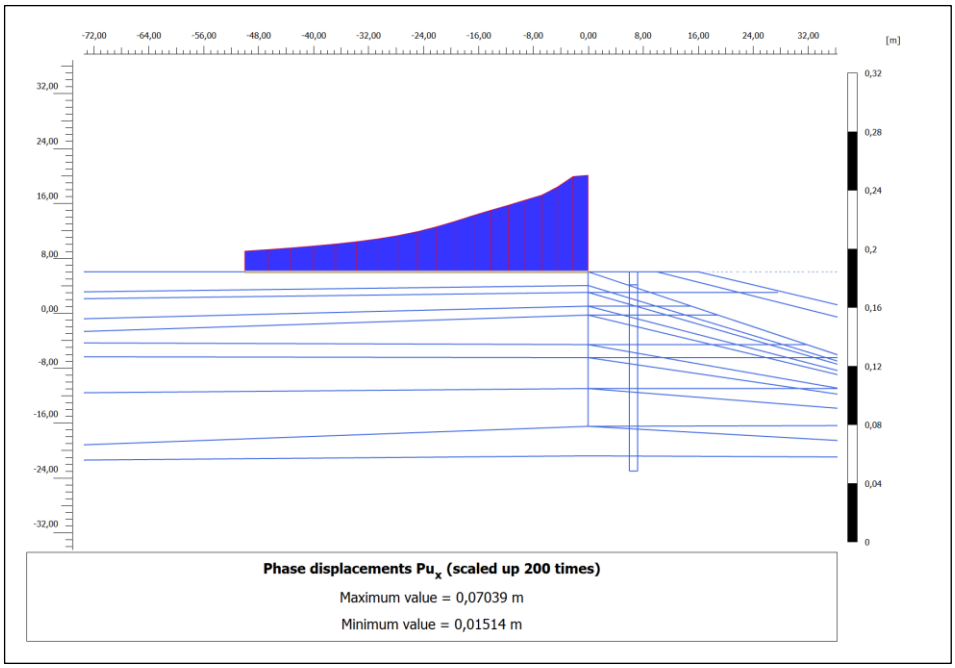
4.2.3.5 Vervorming terrein

De vervormingen op het terrein worden nagekeken als horizontale en verticale vervorming. Merk op dat de zetting t.g.v. bemalen (wijzigen grondwaterstromen) apart bekeken wordt.

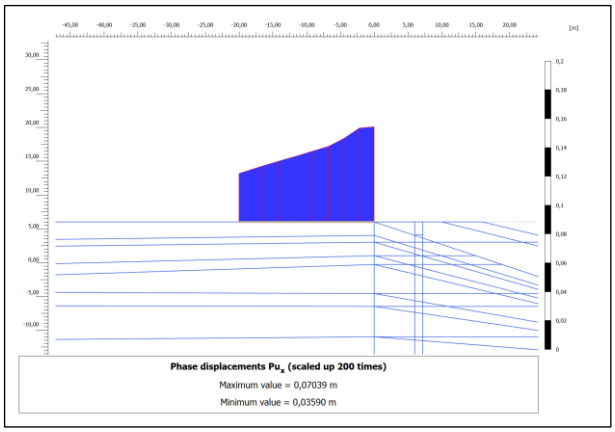


Figuur 4-11: Vervormingen terrein door watertafelverlaging in combinatie met maaiveldbelasting

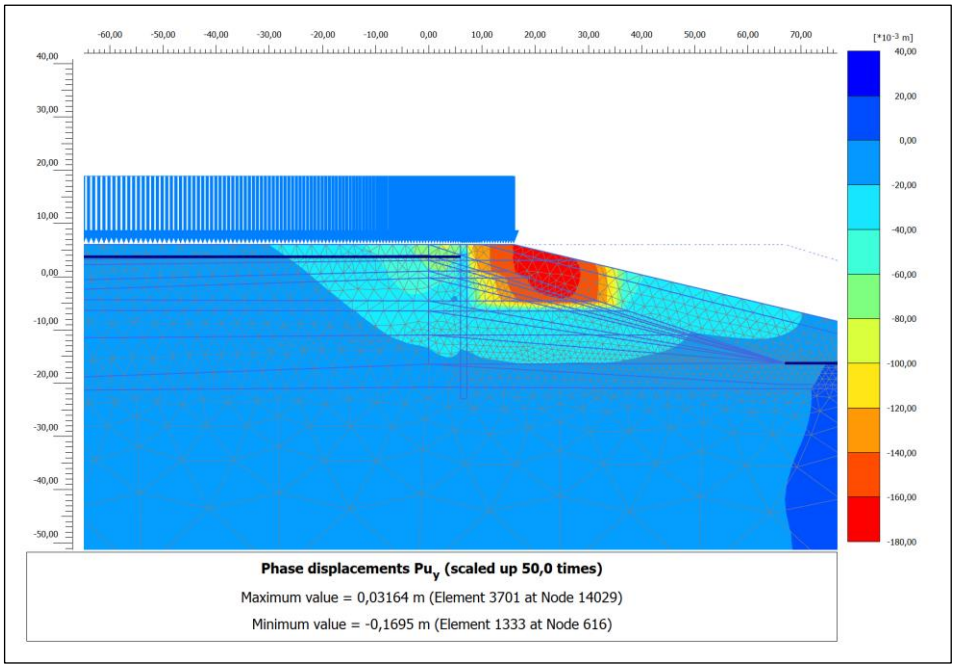
Onderstaande figuur toont een detail t.h.v. het maaiveld. Merk echter op dat er geen verharding is meegenomen in de modellering. Hier wordt t.h.v. de gebouwen van Ship-It een vervorming van 3,6 cm bekomen.



Figuur 4-12: Detail horizontale vervorming achter CB wand

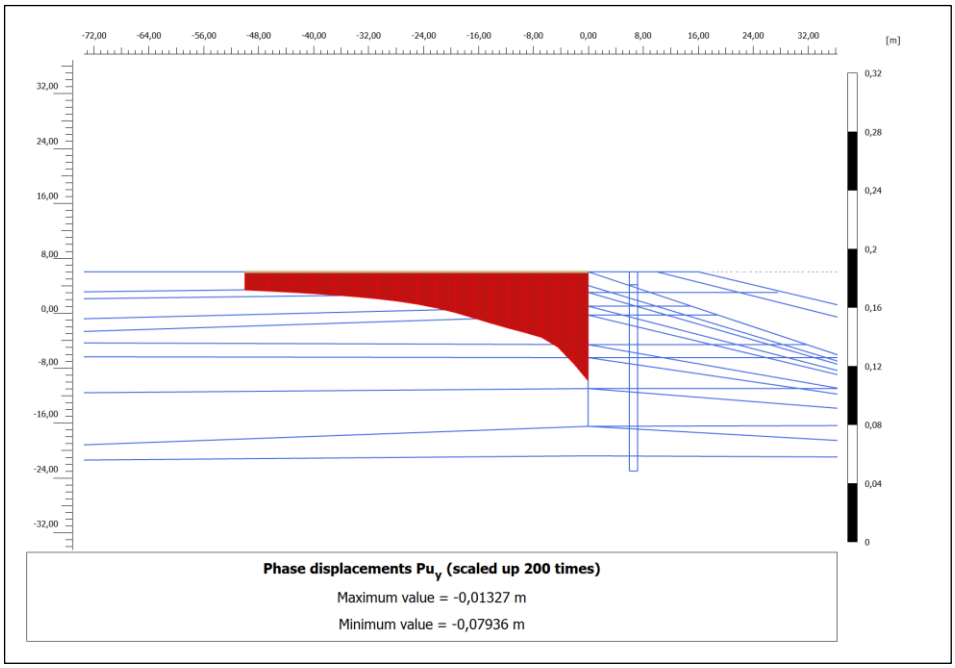


Figuur 4-13: Detail t.h.v Ship-It (links einde)

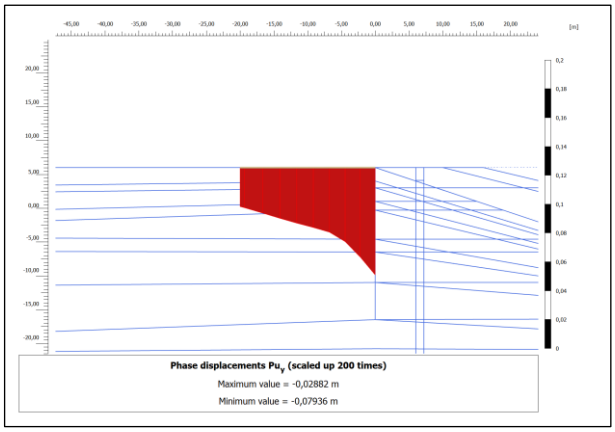


Figuur 4-14: Zakking grond door watertafelverlaging en maaiveldbelasting

Onderstaande figuur toont een detail v.d. zakking op het maaiveld. T.h.v. het gebouw van Ship-It zou dit 2,9 cm zijn. Zettingsmonitoring dient voorzien te worden.



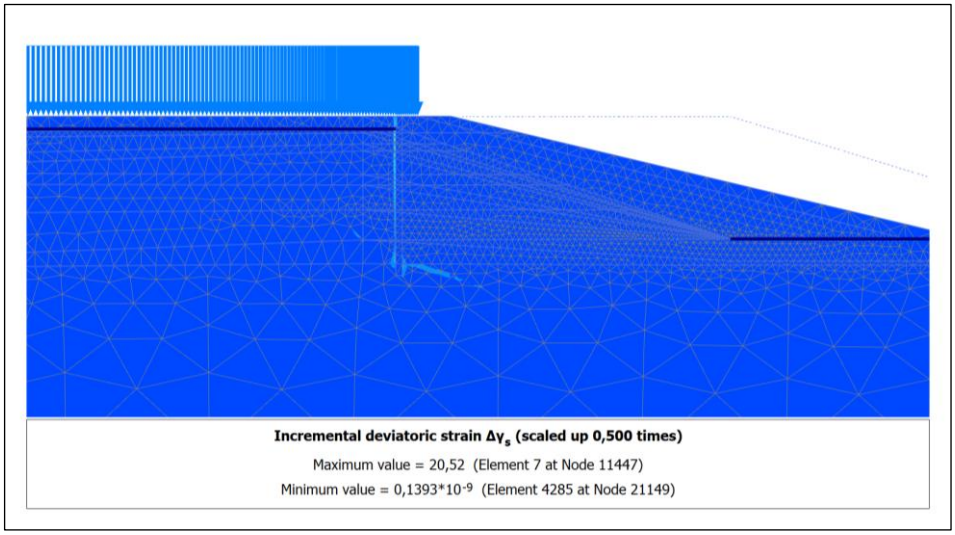
Figuur 4-15: Detail zakking grond achter CB wand



Figuur 4-16: Detail t.h.v. Ship-It (links einde)

4.2.3.6 Macrostabiliteit

De macrostabiliteit is nagekeken in een DA1/2 controle. Een veiligheid van 1,712 is bereikt met onderstaand kritiek glijvlak.

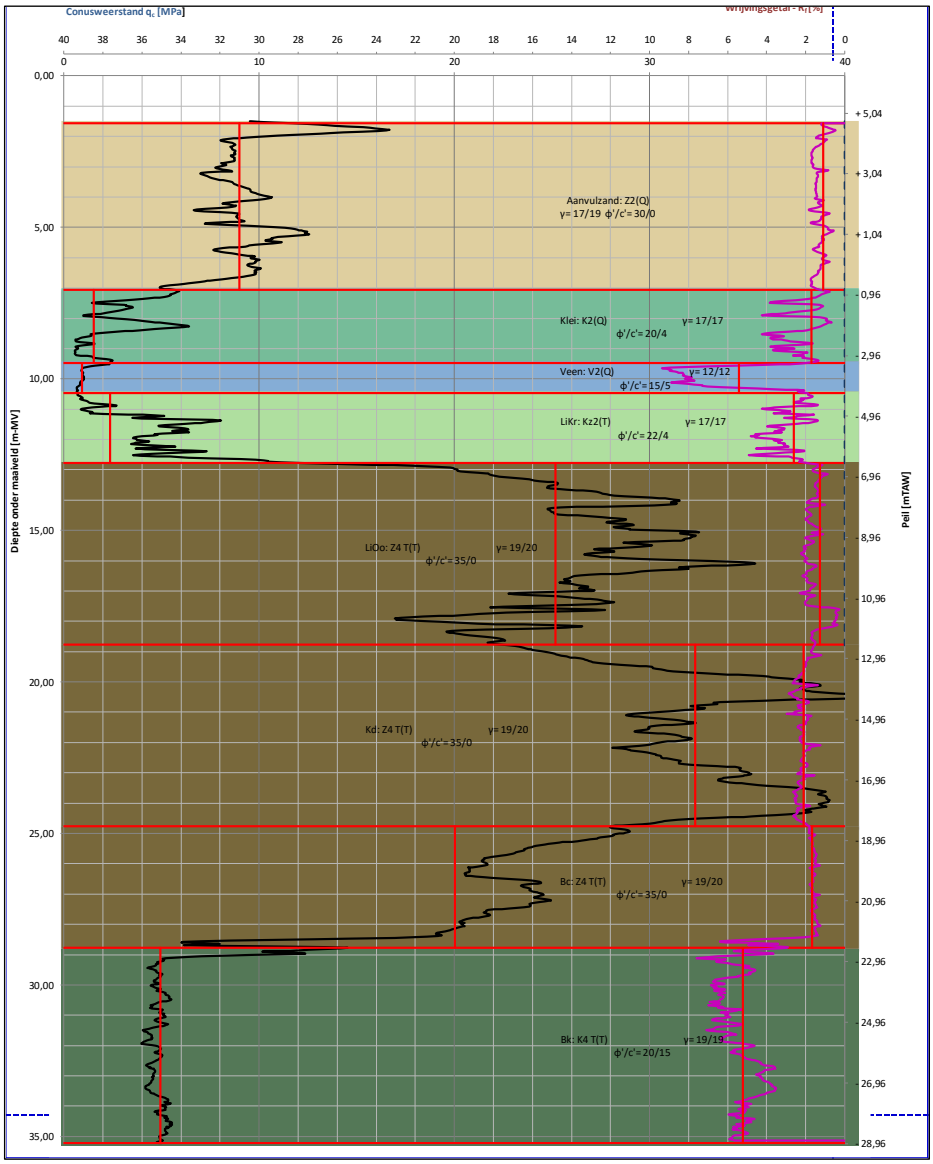


Figuur 4-17: Controle DA1/2 snede west – CB wand en talud

4.3 Berekening snede Noord

4.3.1 Parameters (S20)

Sondering S20 ten noorden van het dok wordt gebruikt.

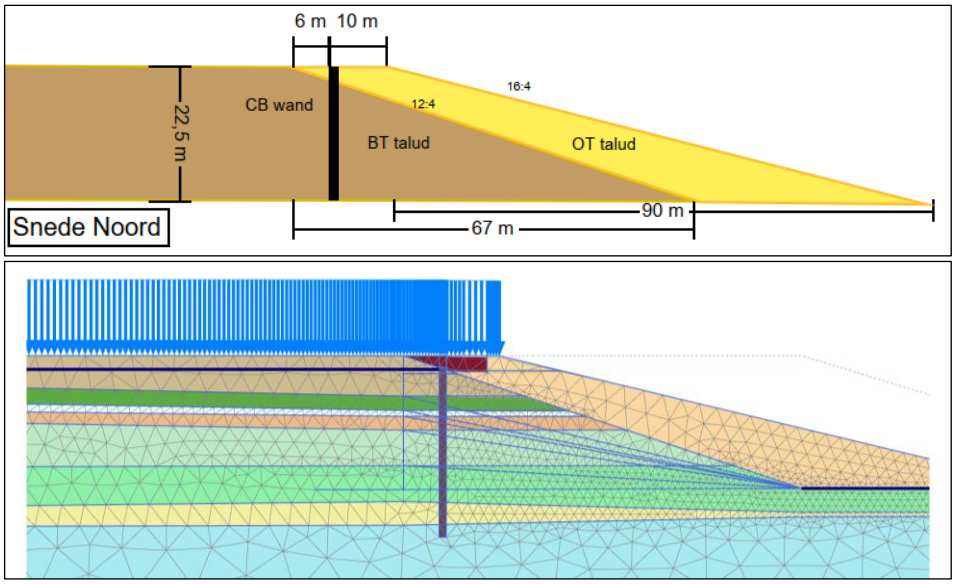


Figuur 4-18: Sondering S20 – geïnterpreteerd

Tabel 4-4: Parameters quartaire lagen – S20

Laag	γ_d [kN/m³]	γ_n [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_{50}^{ref} [MPa]	E_{oed}^{ref} [MPa]	E_{ur}^{ref} [MPa]	G_0^{ref} [MPa]	$\gamma_{0,7}$ [MPa]
Aanvulzand	17	19	30	0	95,7	76,6	382,9	478,6	6,66E-6
Klei pleistoceen 1	17	17	20	4	1,6	1,3	8,2	10,3	1,36E-3
Veen	12	12	15	5	0,7	0,6	3,0	3,7	2,49E-3
Lid van Kruisschans	17	17	22	4	3,2	2,6	16,2	20,2	9,24E-4
Lid van Oorderen	19	20	35	0	42,9	34,3	171,6	214,6	1,57E-4

4.3.2 Geometrie



Talud: Doorsnede talud Noord - principe + Plaxis model

- zand
- 16m horizontaal
- 16:4 helling

CB wand:

- Dikte 1,2m
- Op originele waterlijn (6m van oever)
- 10m horizontaal talud steun
- Steek -23,0mTAW

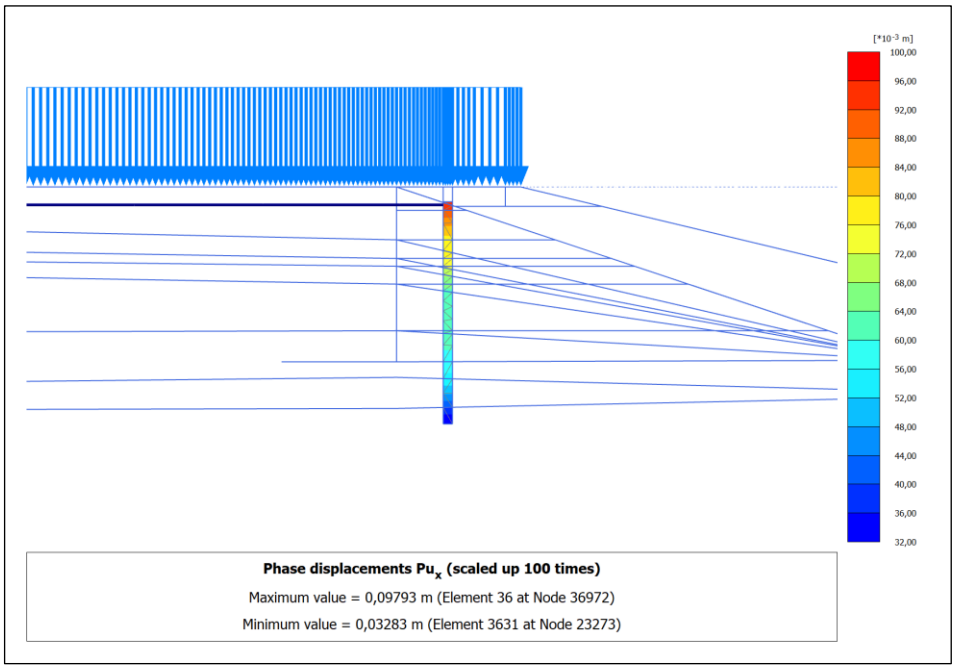
4.3.3 Resultaten

4.3.3.1 Overzicht

Tabel 4-5: Samenvatting resultaten CB-wand en talud – snede Noord

Vervorming [cm]	Vervorming [UC]	Rek [%]	Rek [UC]	Spanning [kPa]	Spanning [UC]	DA1/2 [SF]	DA1/2 [UC]
9,79	82%	0,31	31%	383,7	77%	1,719	73%

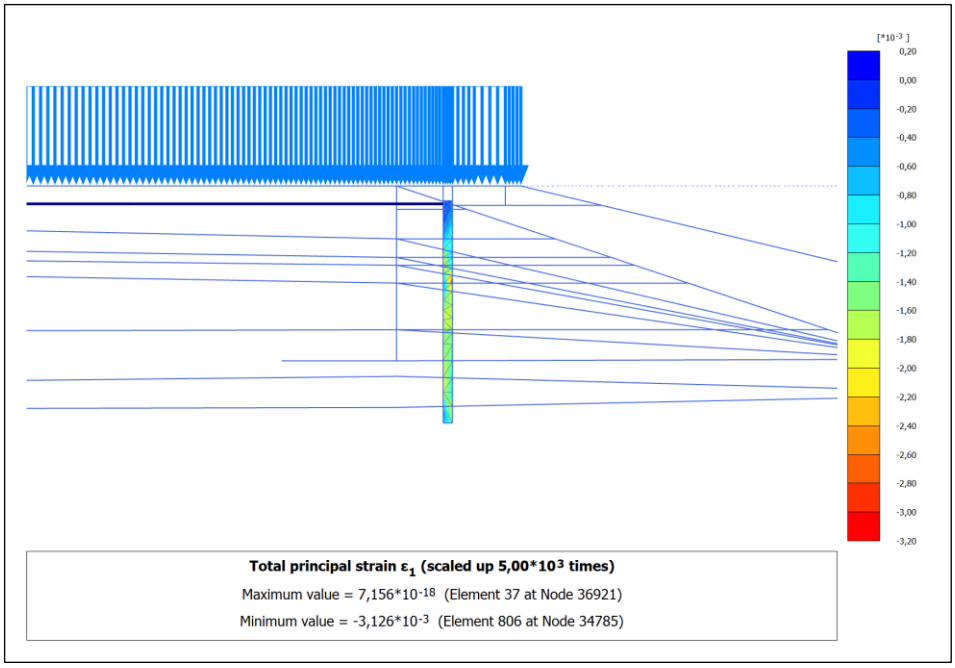
4.3.3.2 Vervorming CB wand



Figuur 4-19: Vervormingen CB wand na watertafelverlaging gecombineerd met maaiveldbelasting

De limieten worden niet overschreden.

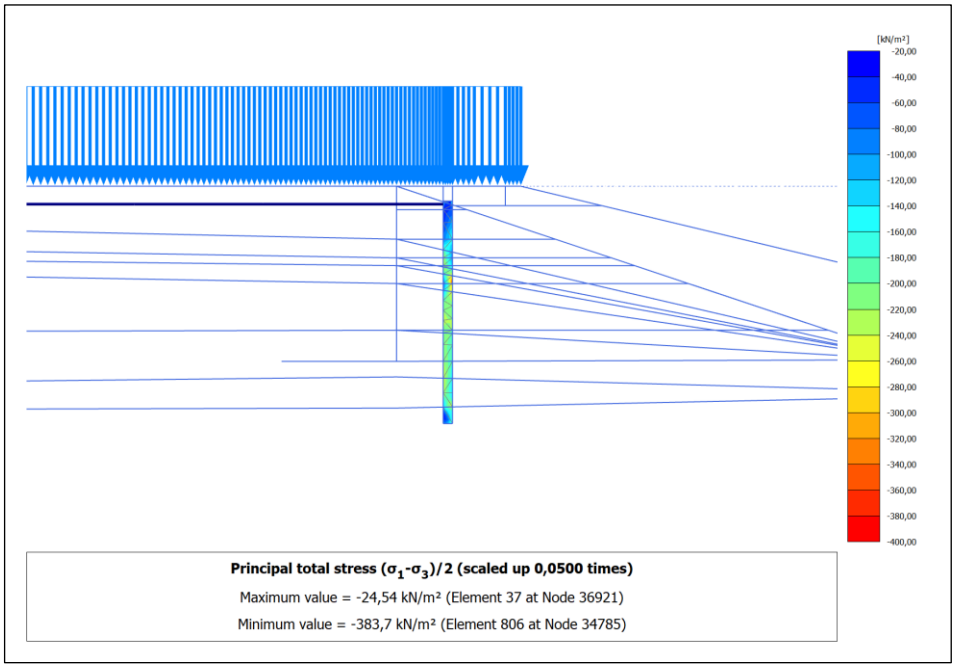
4.3.3.3 Rek



Figuur 4-20: Rekken CB wand na watertafelverlaging gecombineerd met maaiveldbelasting

De limieten worden niet overschreden. Over het merendeel van de CB wand blijven de rekken onder de 2% (grens snel belasten). De grens voor trage belasting (10%) wordt niet overschreden.

4.3.3.4 Spanning

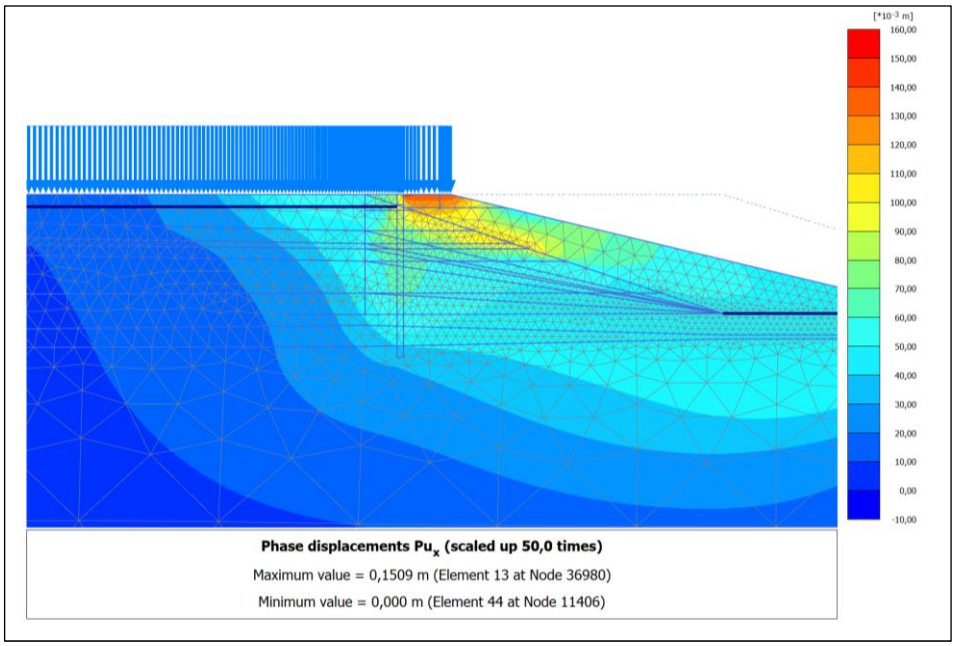


Figuur 4-21 Spanningen CB wand na watertafelverlaging gecombineerd met maaiveldbelasting

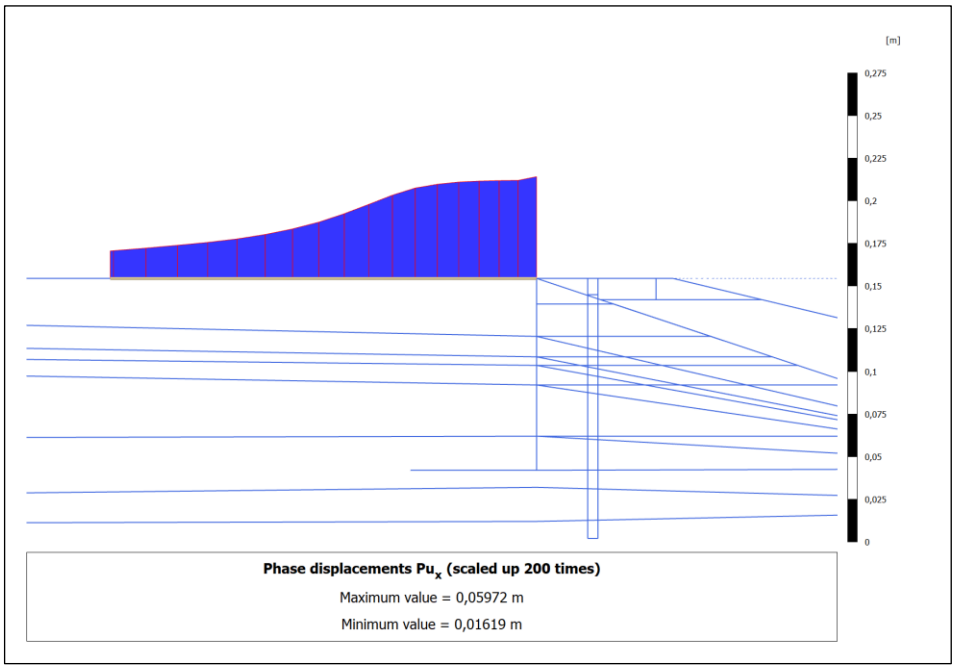
De limietwaarden worden niet overschreden

4.3.3.5 Vervorming terrein

De vervormingen tonen zich vnl. t.h.v. de aanvulling. Zoals zichtbaar op onderstaande figuren is de horizontale vervorming t.h.v. het maaiveld (bestaand) beperkt tot enkele cm. Ter controle is zettingsmonitoring aangeraden.

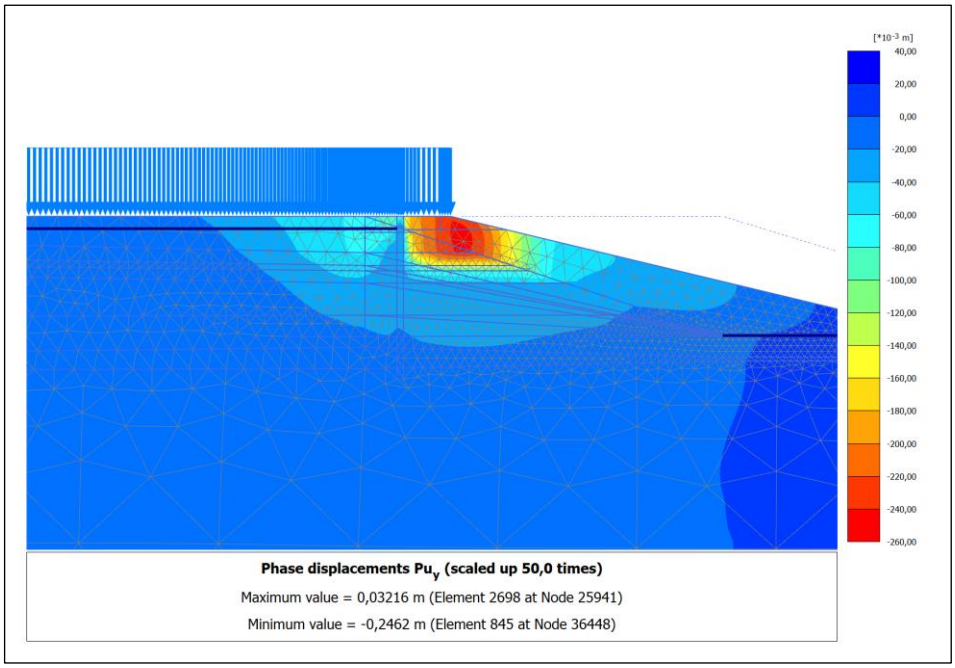


Figuur 4-22: Vervormingen terrein door watertafelverlaging in combinatie met maaiveldbelasting

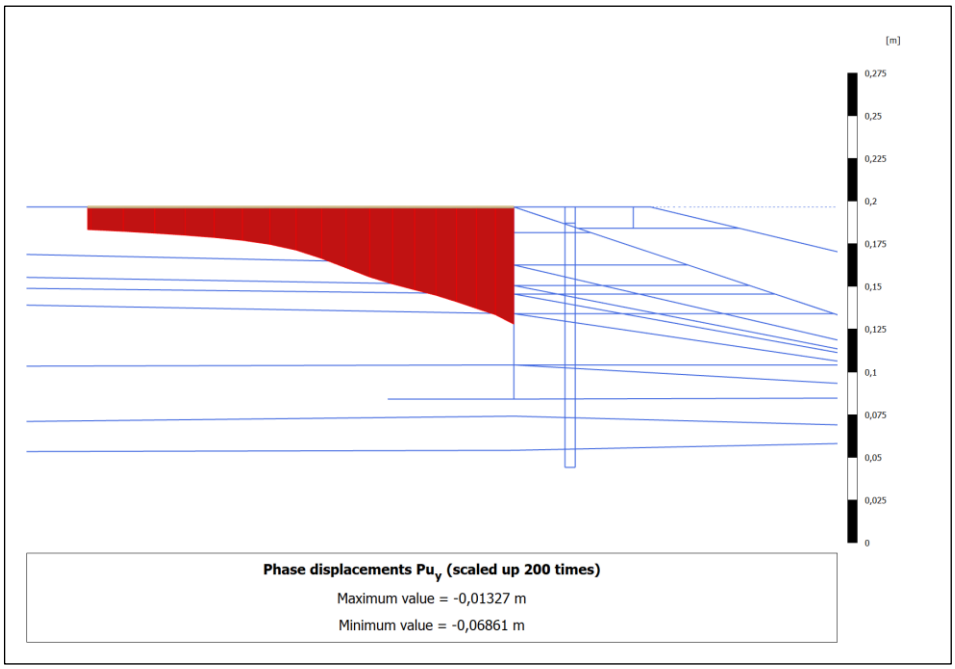


Figuur 4-23: Detail vervormingen terrein (horizontaal)

Voor de zakking geldt een gelijkaardige conclusie.



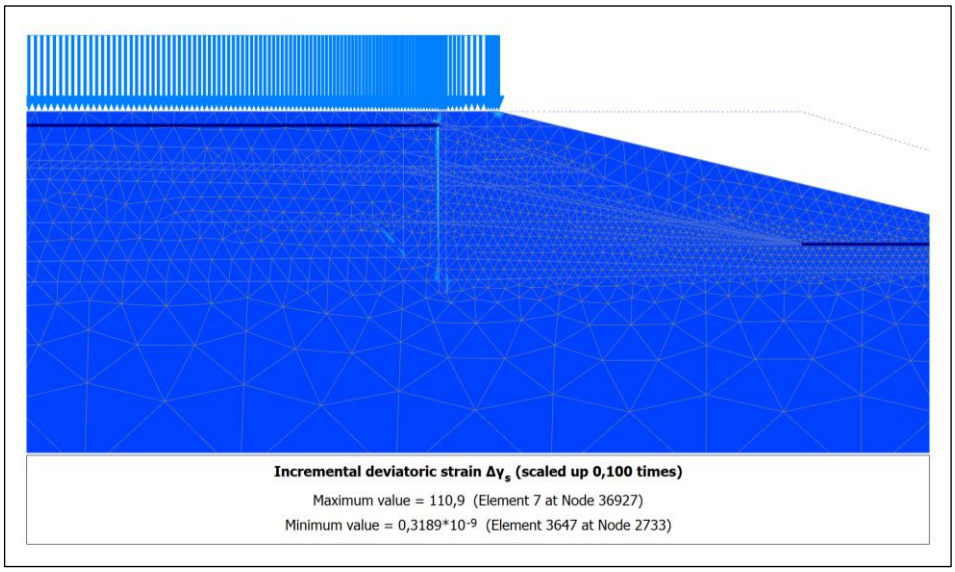
Figuur 4-24: Zakking terrein door watertafelverlaging in combinatie met maaiveldbelasting



Figuur 4-25: Detail zakking terrein op maaiveld

4.3.3.6 Macrostabiliteit

De macrostabiliteit is nagekeken in een DA1/2 controle. Een veiligheid van 1,719 is bereikt met onderstaand kritiek glijvlak. Er wordt geen duidelijk glijvlak bekomen. Merk op dat de veiligheid gelijkaardig is aan deze bekomen bij snede West.



Figuur 4-26: Controle DA1/2 snede Noord – CB wand en talud

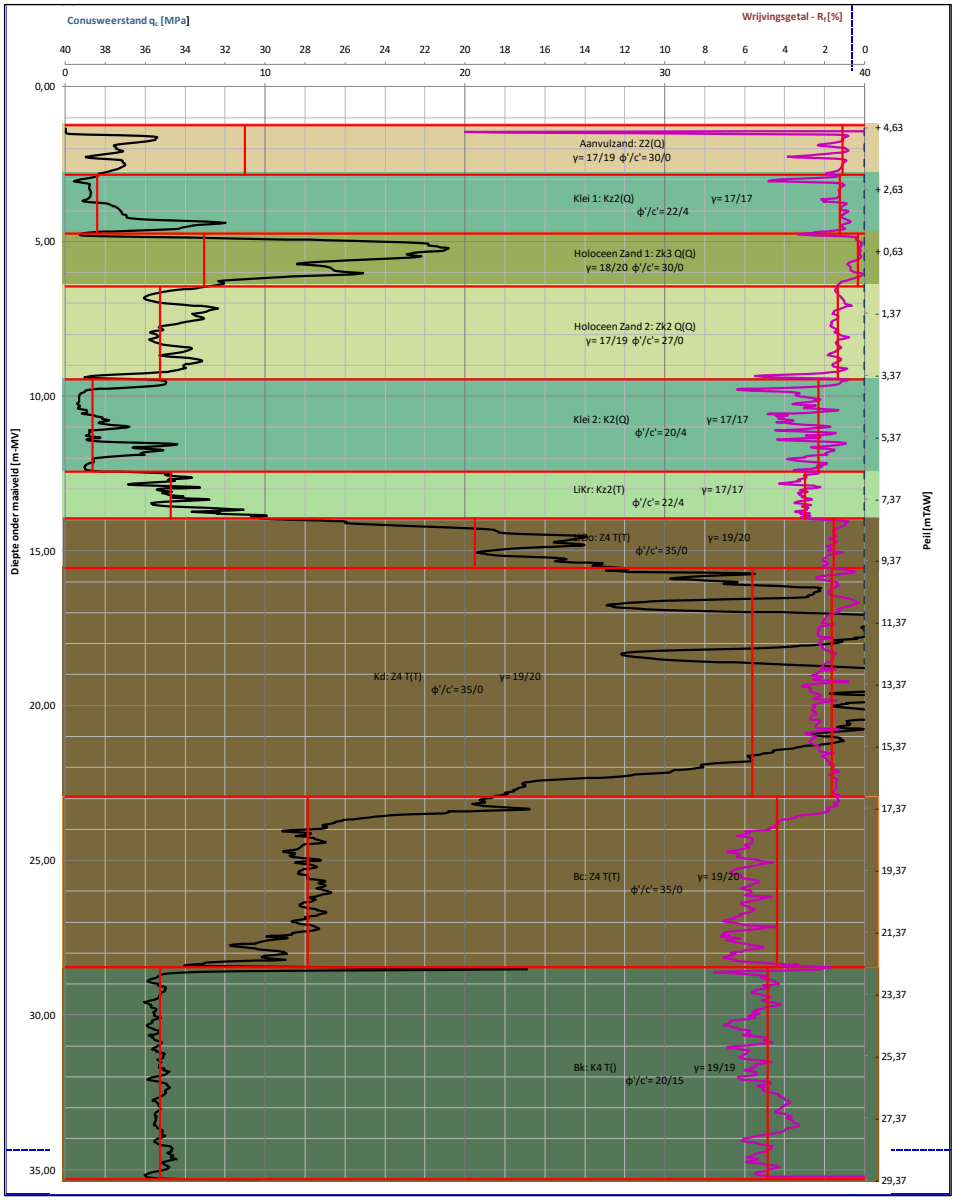
4.4 Berekening snede Windmolen

Ter hoogte van de windmolen in de Noordoostelijke hoek van het dok wordt een bijkomende controle toegevoegd daar waar de windmolen aanwezig is (zie onderstaande figuur). De windmolen staat op ca. 35 m van de oever.



Figuur 4-27: Locatie windmolen – bijkomend nazicht CB wand

4.4.1 Parameters (S22)

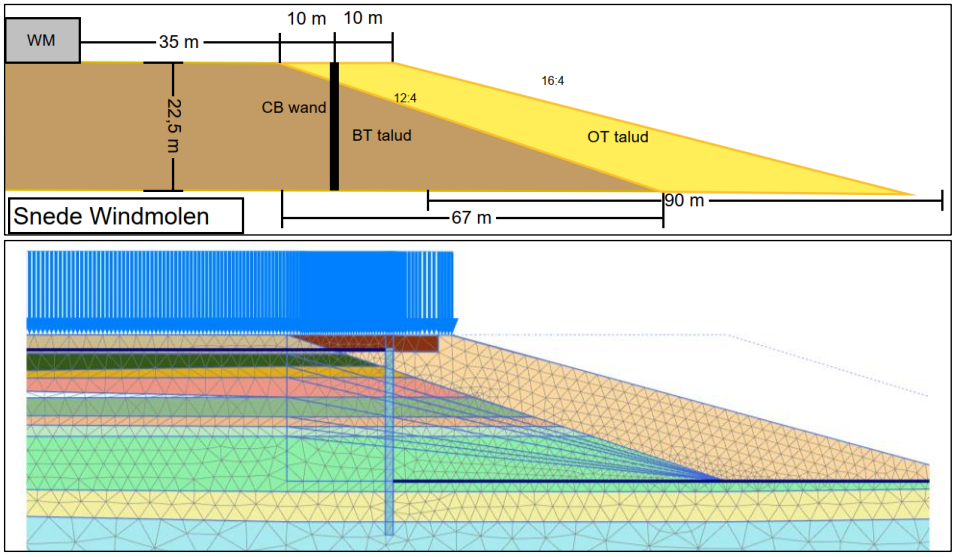


Figuur 4-28: Sondering S22 – interpretatie

Tabel 4-6: Parameters quartaire lagen – S22

Laag	γ_d [kN/m³]	γ_n [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_{50}^{ref} [MPa]	E_{oed}^{ref} [MPa]	E_{ur}^{ref} [MPa]	G_0^{ref} [MPa]	$\gamma_{0,7}$ [MPa]
Aanvulzand	17	19	30	0	95,7	76,6	382,9	478,6	6,66E-6
Klei pleistoceen 1	17	17	22	4	1,9	1,5	9,5	11,9	6,10E-4
Holoceen zand 1	18	20	30	0	42,6	34,1	170,5	213,1	4,50E-5
Holoceen zand 2	17	19	27	0	25,6	20,5	128,2	160,3	7,61E-5
Veen (S29)	12	12	15	5	0,7	0,5	2,7	3,4	1,98E-3
Klei pleistoceen 2	17	17	20	4	2,3	1,8	9,1	11,3	1,43E-3
Lid van Kruisschans	17	17	22	4	1,9	1,5	9,4	11,7	1,24E-3
Lid van Oorderen	19	20	35	0	82,1	65,7	328,3	410,3	9,29E-5

4.4.2 Geometrie



Figuur 4-29: Doorsnede snede aan windmolen - principe + Plaxis model

Talud:

- zand
- 25 m horizontaal (veiligheidsafstand tot windmolen)
- 16:4 helling

CB wand:

- Dikte 1,2m
- 15 m in oever (negatief is richting land)
- 10 m steun talud totaal
- Steek -24,5mTAW

4.4.3 Resultaten

4.4.3.1 Overzicht

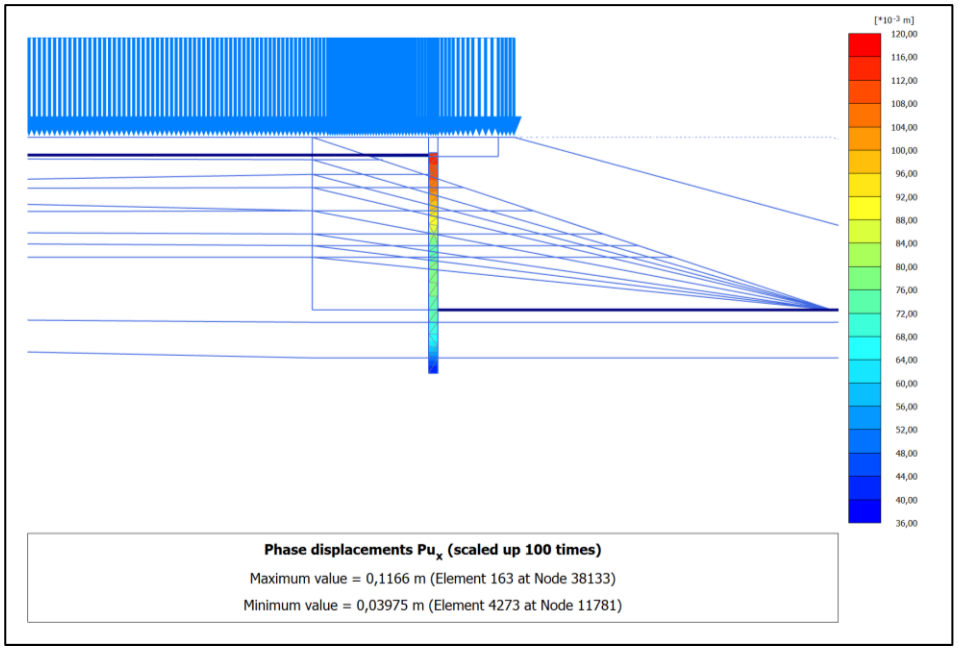
Tabel 4-7: Overzicht resultaten – Controle CB wand en talud t.h.v. windmolen

Vervorming [cm]	Vervorming [UC]	Rek [%]	Rek [UC]	Spanning [kPa]	Spanning [UC]	DA1/2 [SF]	DA1/2 [UC]
11,66	97%	0,45	45%	485	97%	1,529	82%

T.h.v. de windmolen worden onderstaande maximale vervormingen bekomen t.g.v. het droog zetten van het dok. Zie ook verder ‘vervormingen terrein’.

- horizontaal: 2,2 cm
- verticaal: 1,8 cm

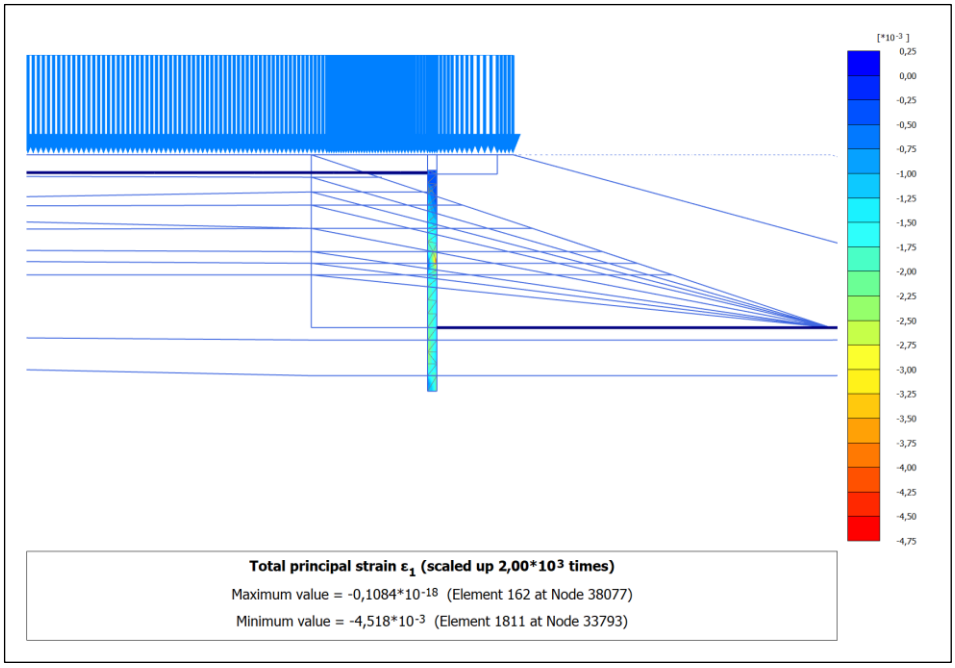
4.4.3.2 Vervorming CB wand



Figuur 4-30: Vervormingen CB wand na watertafelverlaging gecombineerd met maaiveldbelasting

De limieten worden niet overschreden.

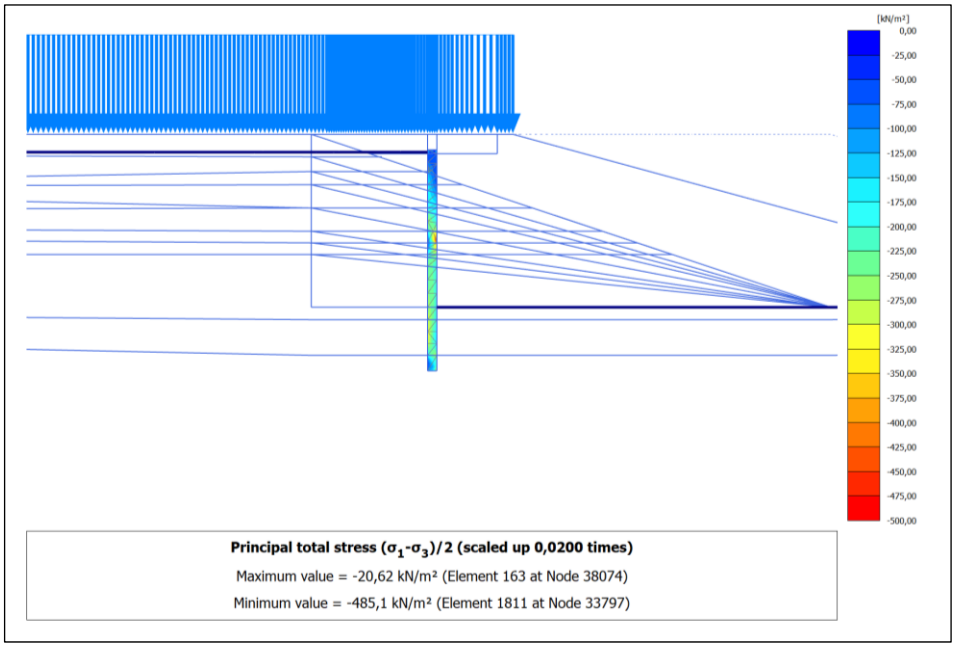
4.4.3.3 Rek



Figuur 4-31: Rekken CB wand na watertafelverlaging gecombineerd met maaiveldbelasting

De limieten worden niet overschreden. Over het merendeel van de CB wand blijven de rekken onder de 2% (grens snel belasten). De grens voor trage belasting (10%) wordt niet overschreden.

4.4.3.4 Spanning

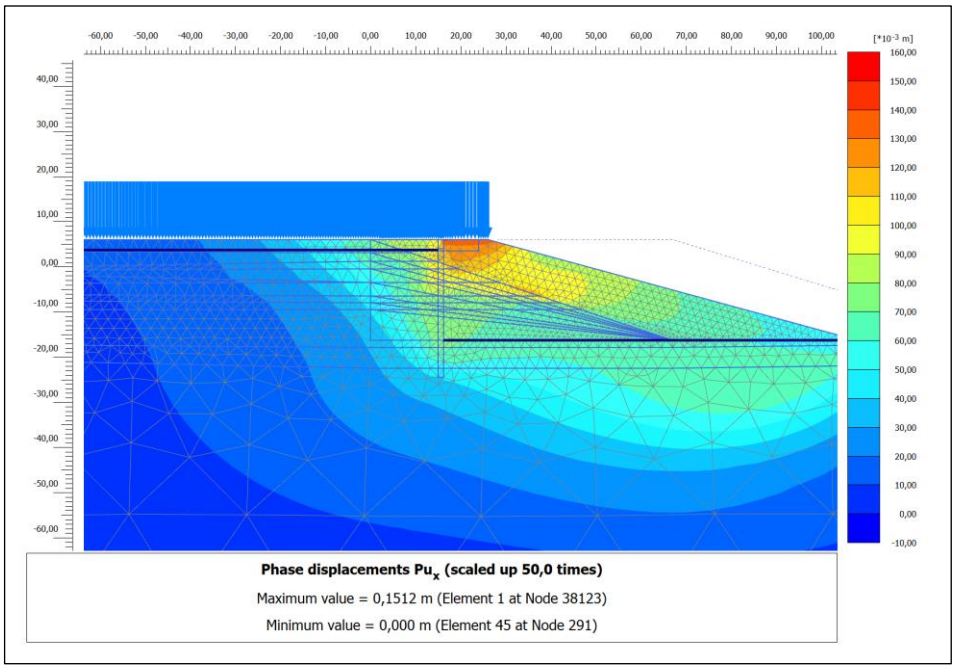


Figuur 4-32: Spanningen CB wand na watertafelverlaging gecombineerd met maaiveldbelasting

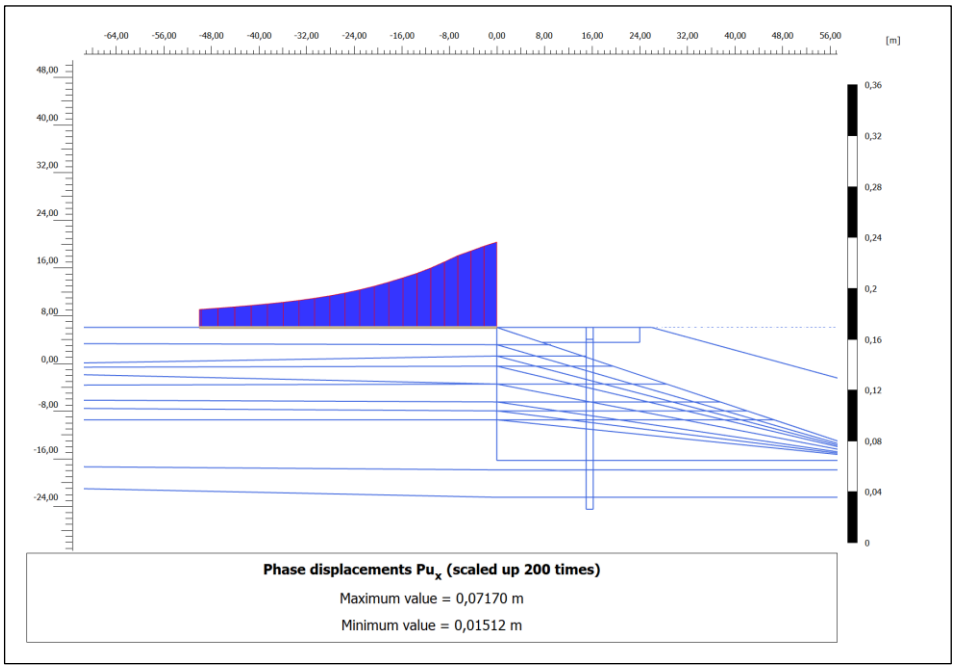
De limieten voor spanning worden niet overschreden.

4.4.3.5 Vervorming terrein

De vervormingen tonen zich vnl. t.h.v. de aanvulling. Zoals zichtbaar op onderstaande figuren is de horizontale vervorming t.h.v. het maaiveld (bestaand) beperkt tot enkele cm. Ter controle is zettingsmonitoring aangeraden t.h.v. de windmolen.

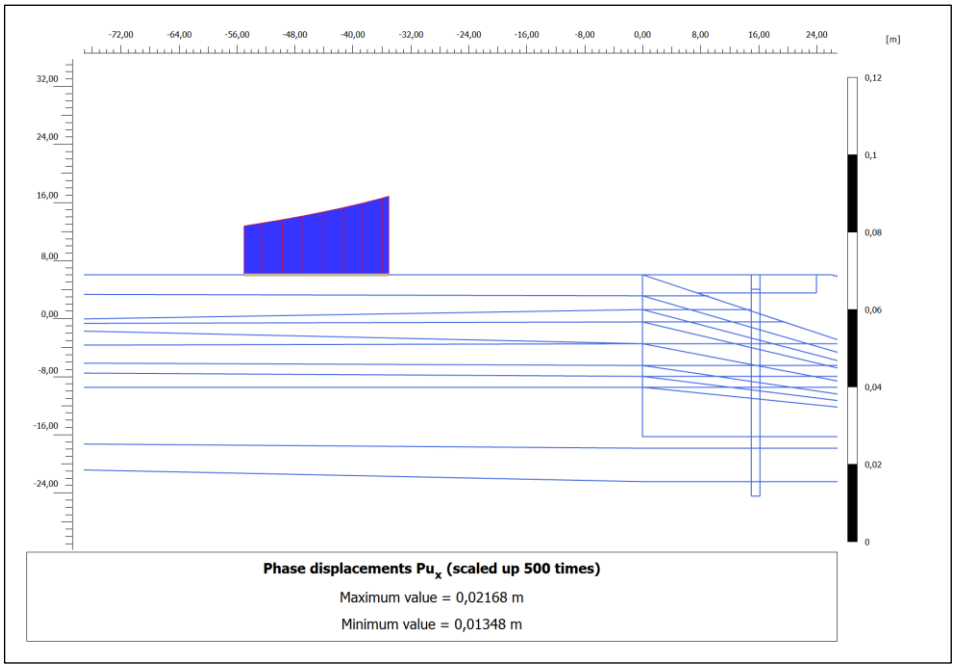


Figuur 4-33: Vervormingen terrein door watertafelverlaging in combinatie met maaiveldbelasting

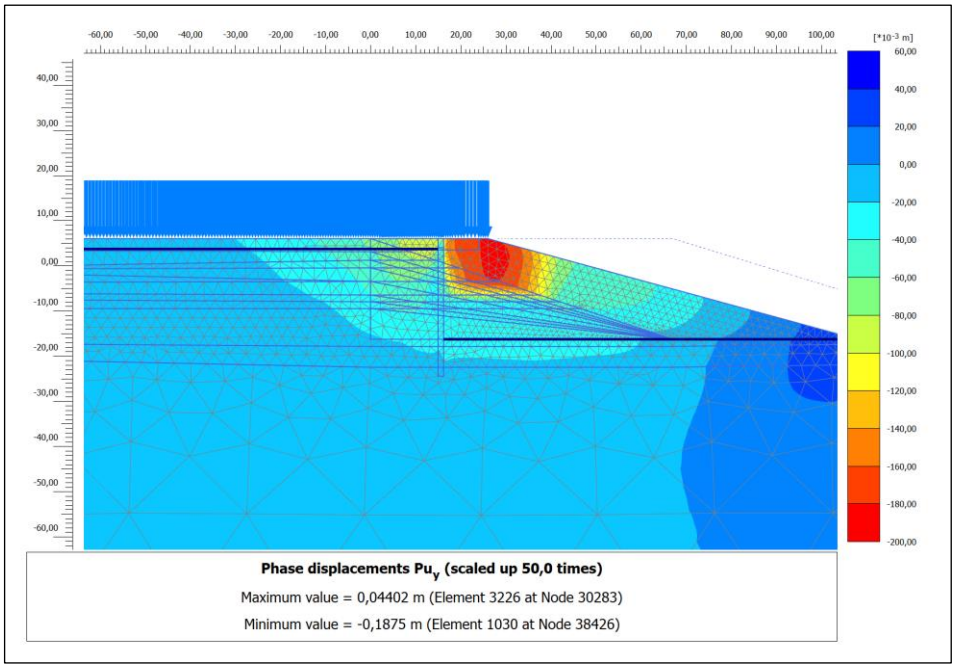


Figuur 4-34: Detail maaiveldvervorming (horizontaal)

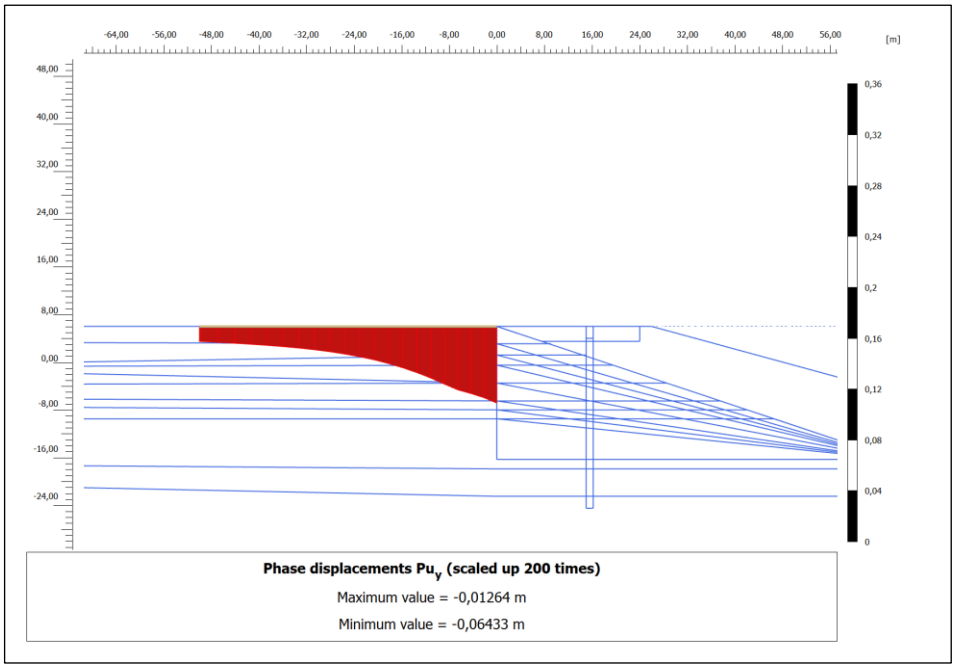
Onderstaande toont het detail t.h.v. de windmolen. Hier zijn de vervormingen beperkt tot 2 cm.



Figuur 4-35: Detail hor. Vervorming t.h.v. windmolen

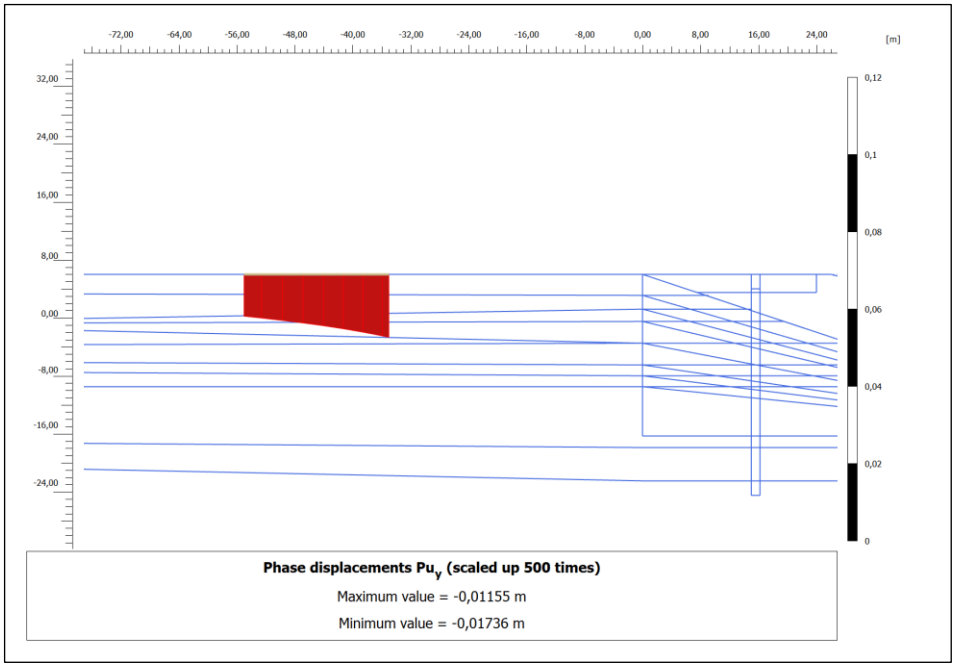


Figuur 4-36: Zakking terrein door watertafelverlaging in combinatie met maaiveldbelasting



Figuur 4-37: Detail zakking maaiveld

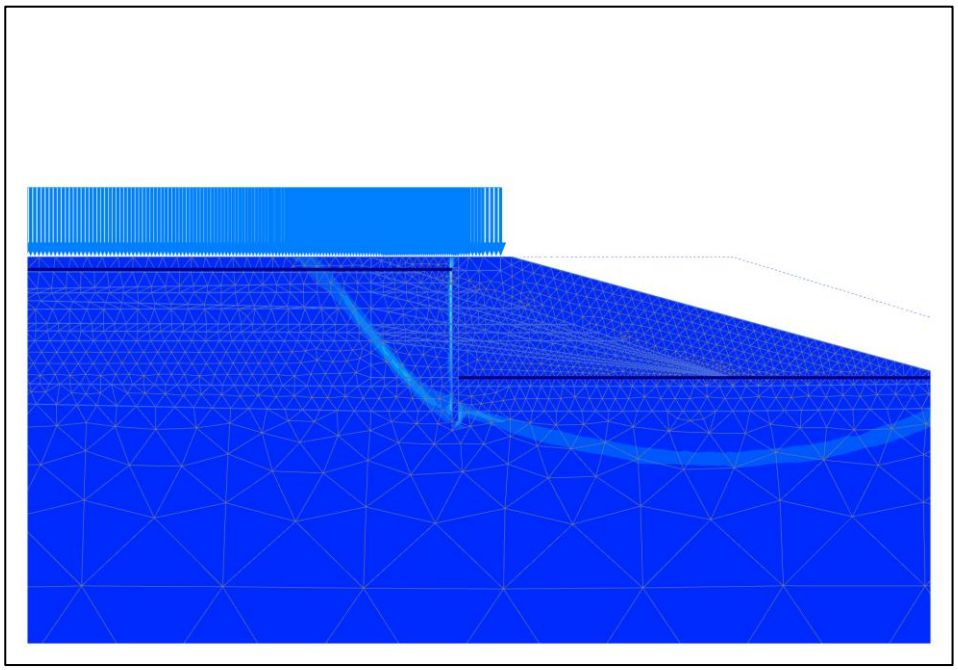
Onderstaande figuur toont de zakking t.h.v. de windmolen. Deze is kleiner dan 20 mm.



Figuur 4-38: Detail zakking maaiveld t.h.v. windmolen

4.4.3.6 Macrostabiliteit

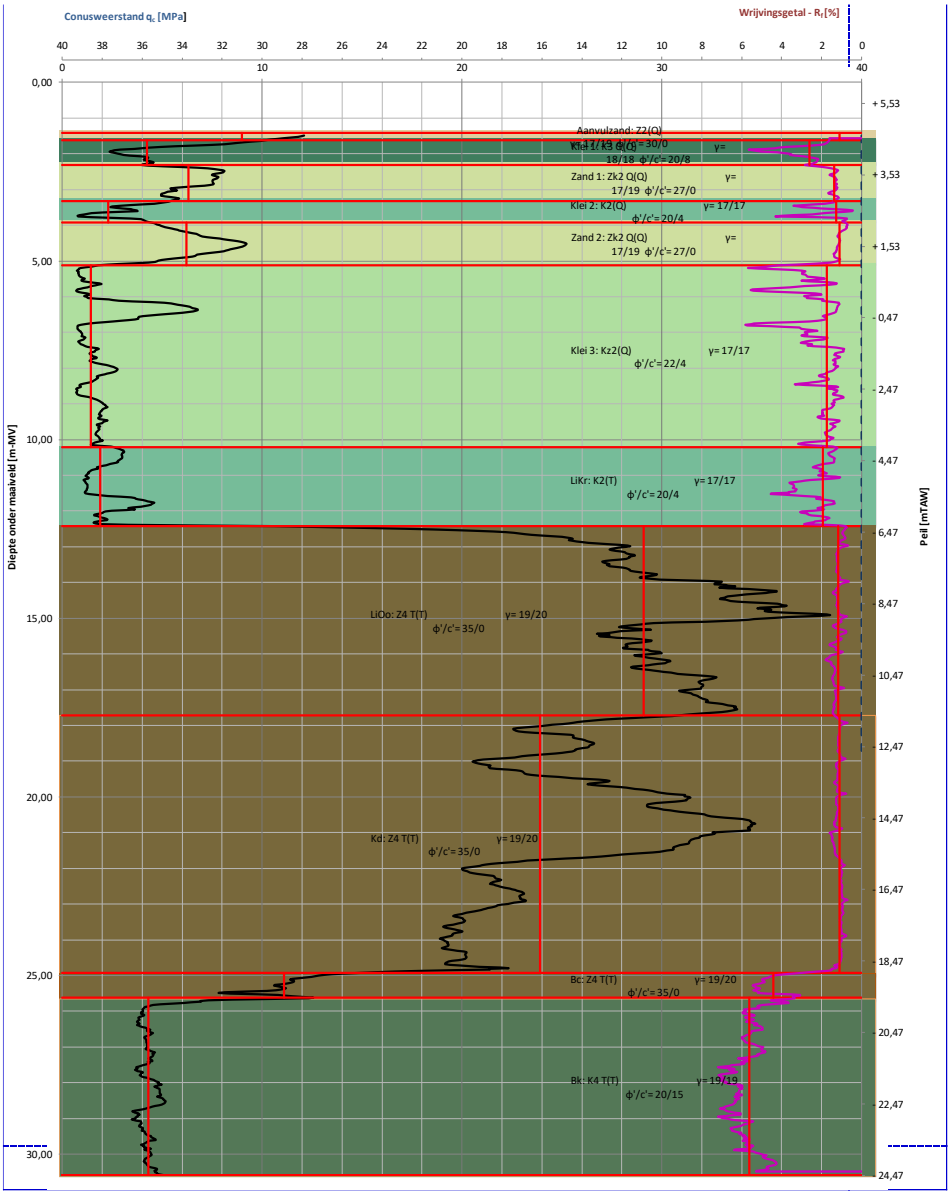
De macrostabiliteit is nagekeken in een DA1/2 controle. Een veiligheid van 1,529 is bereikt met onderstaand kritiek glijvlak.



Figuur 4-39: Controle DA1/2 snede Noord - Windmolen – CB wand en talud

4.5 Berekening snede Oost

4.5.1 Parameters (S25)

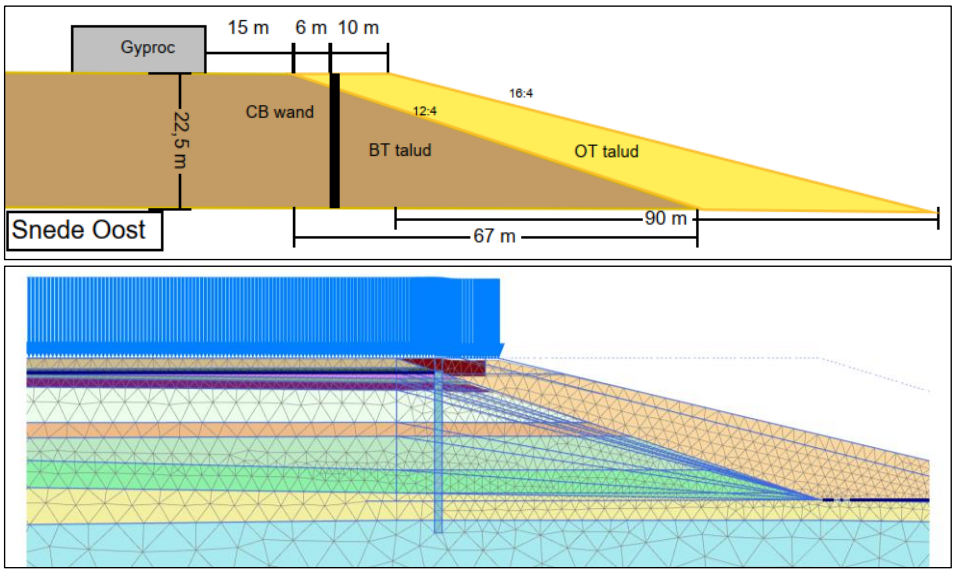


Figuur 4-40: Sondering S25 – interpretatie

Tabel 4-8: Grondparameters quartaire aanvullingen – S25

Laag	γ_d [kN/m³]	γ_n [kN/m³]	ϕ [°]	c [kN/m²]	E_{50}^{ref} [MPa]	E_{oed}^{ref} [MPa]	E_{ur}^{ref} [MPa]	G_0^{ref} [MPa]	$\gamma_{0,7}$ [MPa]
Aanvulzand	17	19	30	0	95,7	76,6	382,9	478,6	6,66E-6
Klei pleistoceen 1	18	18	20	8	1,5	1,2	7,7	9,6	6,27E-4
Holoceen zand 1	17	19	27	0	75,5	60,4	302,2	377,7	6,21E-6
Klei pleistoceen 2	17	17	20	4	1,4	1,1	7,1	8,8	5,34E-4
Holoceen zand 2	17	19	27	0	46,5	37,2	186,1	323,6	2,59E-5
Klei pleistoceen 3	17	17	22	4	1,5	1,2	7,7	9,6	8,86E-4
Lid van Kruisschans	17	17	22	4	1,6	1,3	6,3	7,9	2,20E-3
Lid van Oorderen	19	20	35	0	100,1	74,6	298,3	372,9	8,87E-5

4.5.2 Geometrie



Figuur 4-41: Doorsnede talud Oost - principe + Plaxis model

Talud:

- zand
- 16m horizontaal
- 16:4 helling

CB wand:

- Dikte 1,2m
- Op originele waterlijn (6m van oever)
- 10m horizontaal talud steun
- Steek -21,5mTAW

4.5.3 Resultaten

4.5.3.1 Overzicht

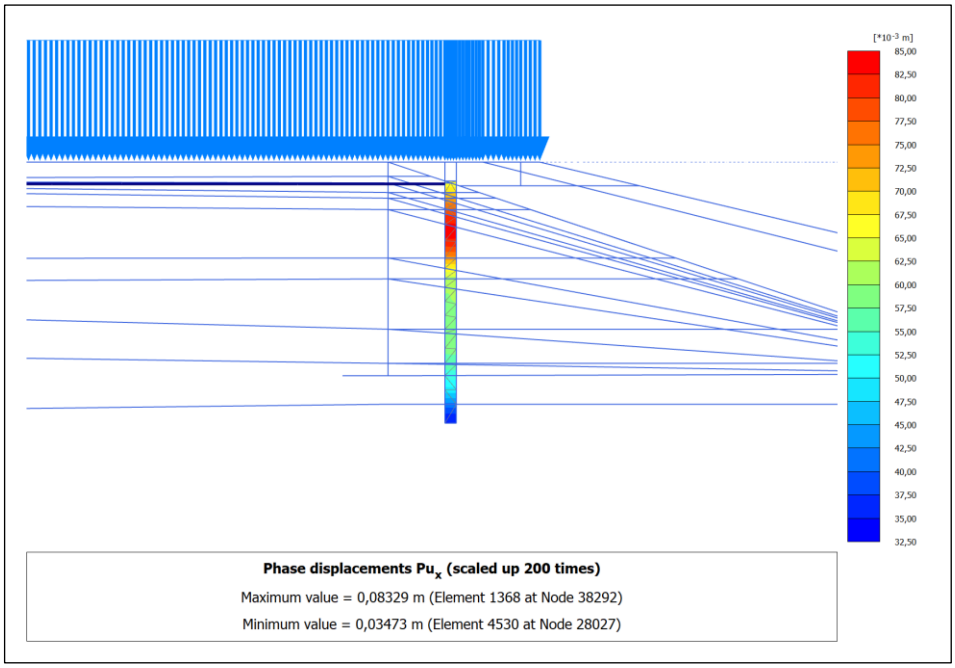
Tabel 4-9: Overzicht resultaten CB wand en talud – snede oost

Vervorming [cm]	Vervorming [UC]	Rek [%]	Rek [UC]	Spanning [kPa]	Spanning [UC]	DA1/2 [SF]	DA1/2 [UC]
8,33	69%	0,8	80%	500	100%	1,679	74%

T.h.v. Gyproc worden onderstaande maximale vervormingen bekomen t.g.v. het droog zetten van het dok:

- horizontaal: 4,8 cm
- verticaal: 4,0 cm

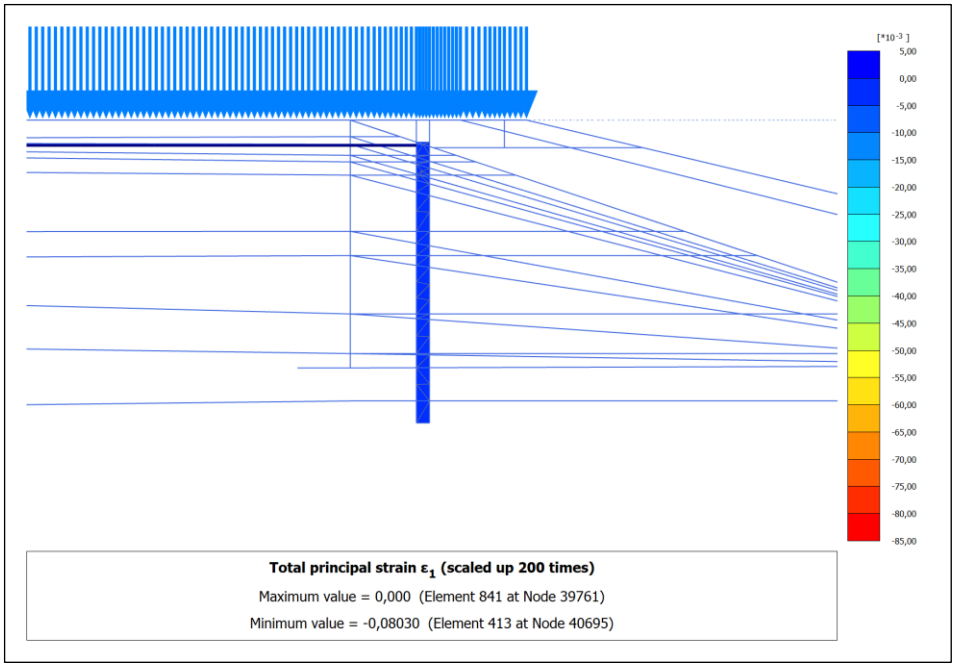
4.5.3.2 Vervorming CB wand



Figuur 4-42: Vervormingen CB wand na watertafelverlaging gecombineerd met maaiveldbelasting

De limieten worden niet overschreden.

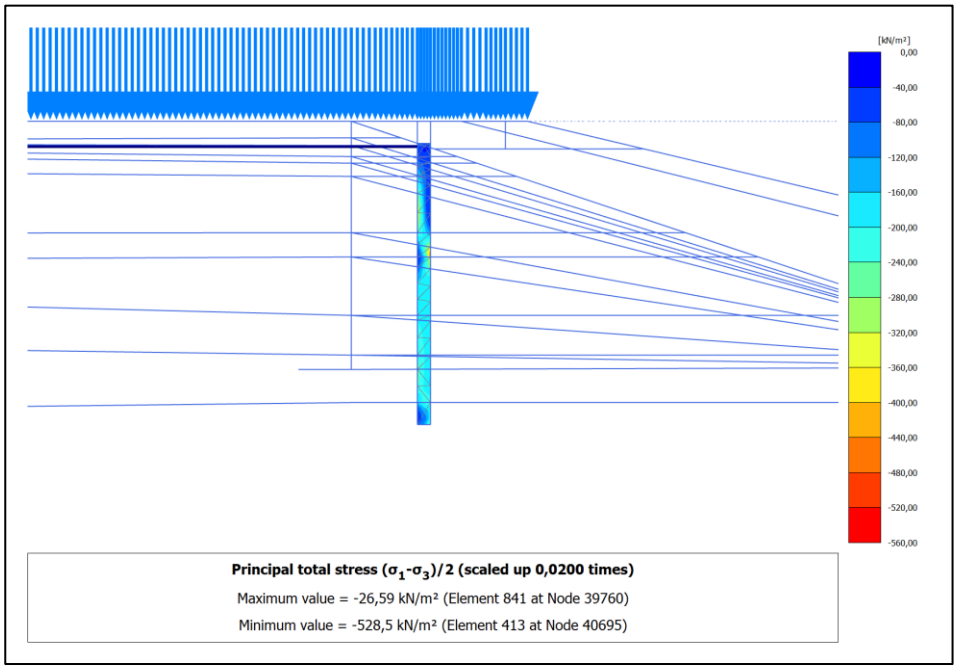
4.5.3.3 Rek



Figuur 4-43: Rekken CB wand na watertafelverlaging gecombineerd met maaiveldbelasting

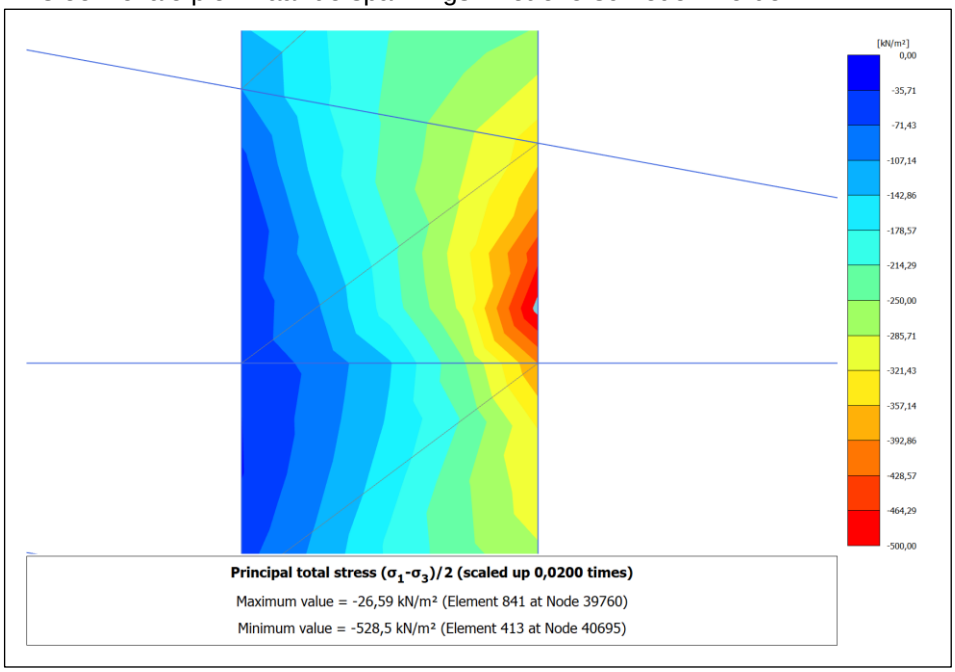
De limieten worden niet overschreden. Over het merendeel van de CB wand blijven de rekken onder de 2% (grens snel belasten). De grens voor trage belasting (10%) wordt niet overschreden.

4.5.3.4 Spanning



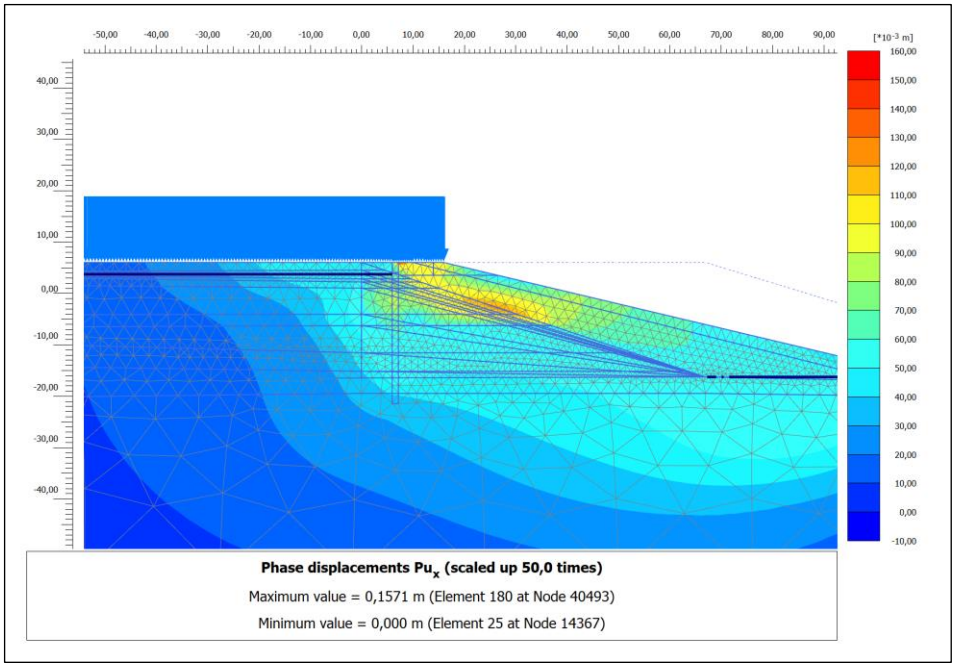
Figuur 4-44: Spanningen CB wand na watertafelverlaging gecombineerd met maaiveldbelasting

Er is een lokale piek waar de spanningslimiet overschreden worden.

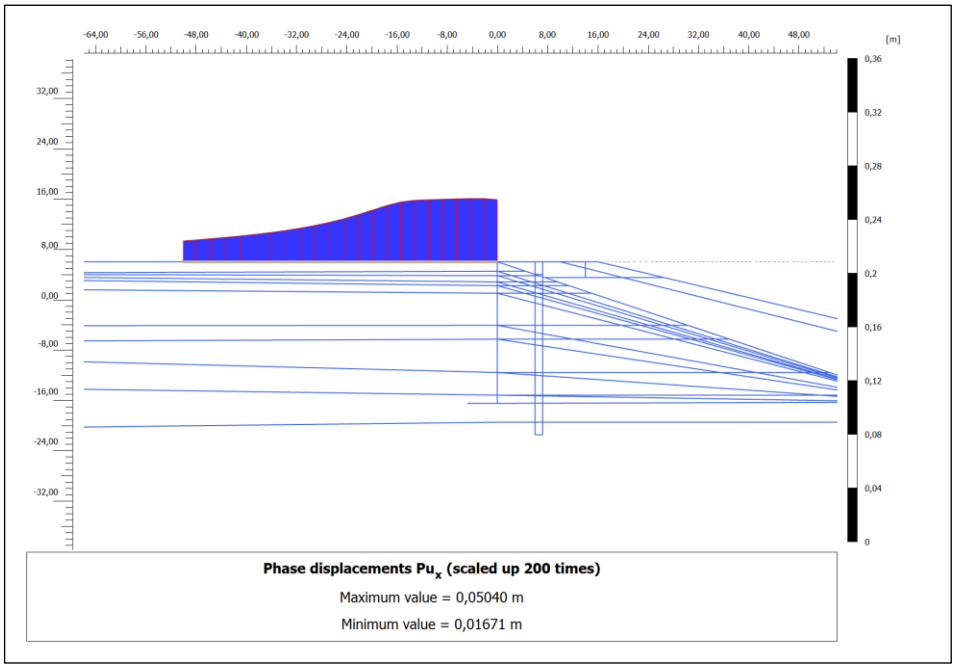


Figuur 4-45: Lokale piek met overschrijding spanningslimiet - Verwaarloosbaar

4.5.3.5 Vervorming terrein

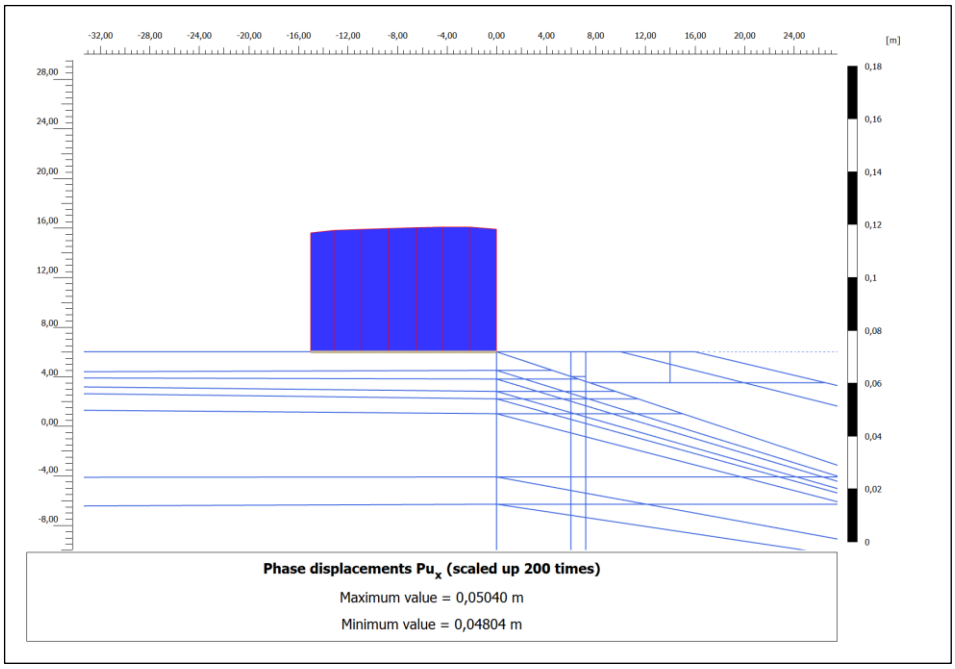


Figuur 4-46: Vervormingen terrein door watertafelverlaging in combinatie met maaiveldbelasting

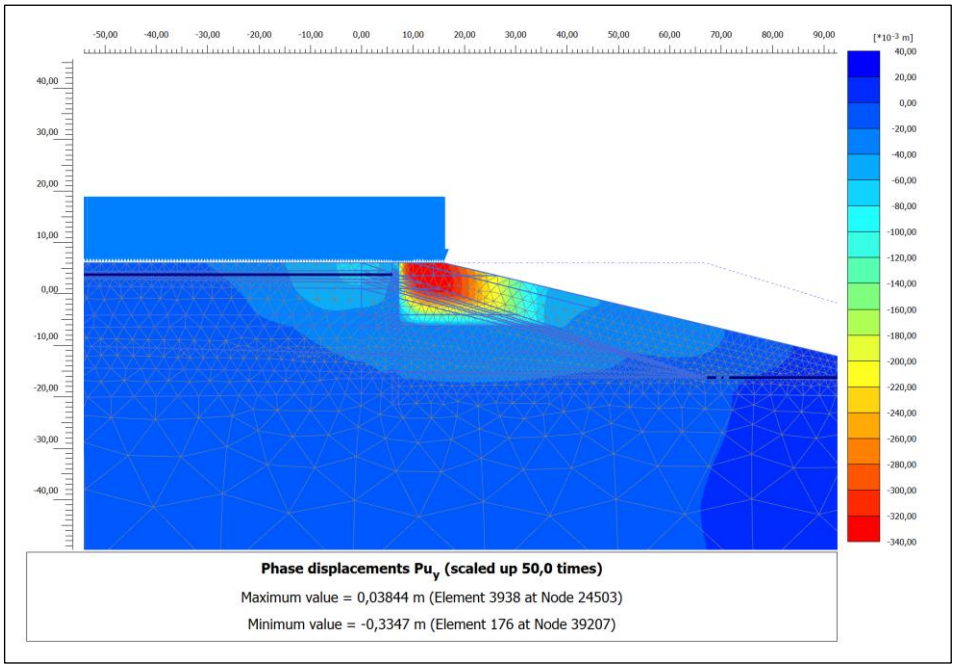


Figuur 4-47: Detail vervorming terrein

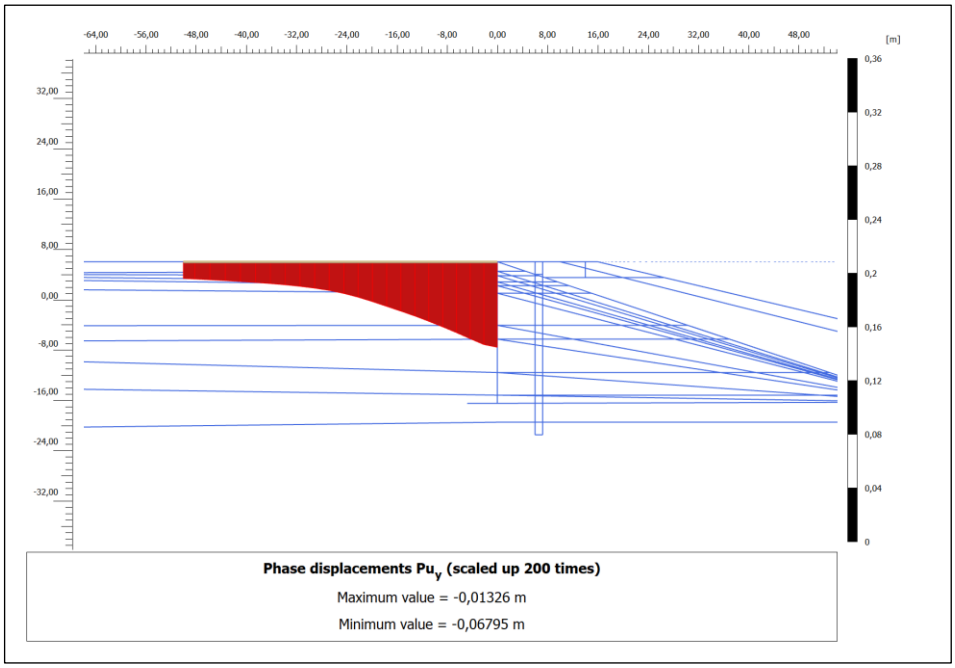
Ter hoogte van Gyproc wordt een horizontale vervorming op het maaiveld van 4,8 cm bekomen. Dit neemt af in de diepte en is hier conservatief bepaald door geen rekening te houden met een verharding, compactie, …



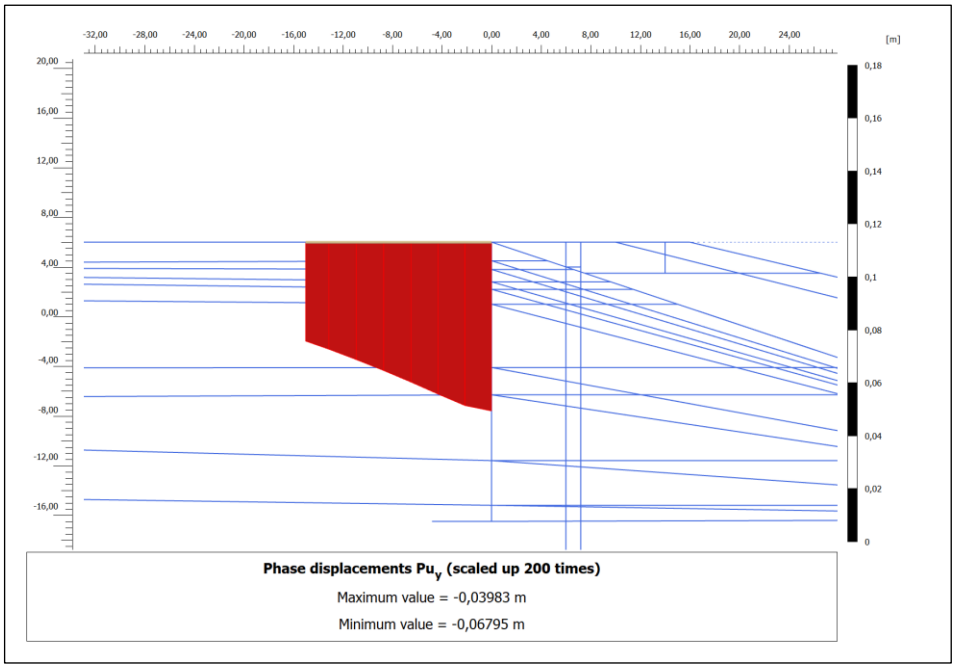
Figuur 4-48: Detail t.h.v. Gyproc gebouwen



Figuur 4-49: Zakking terrein door watertafelverlaging in combinatie met maaiveldbelasting



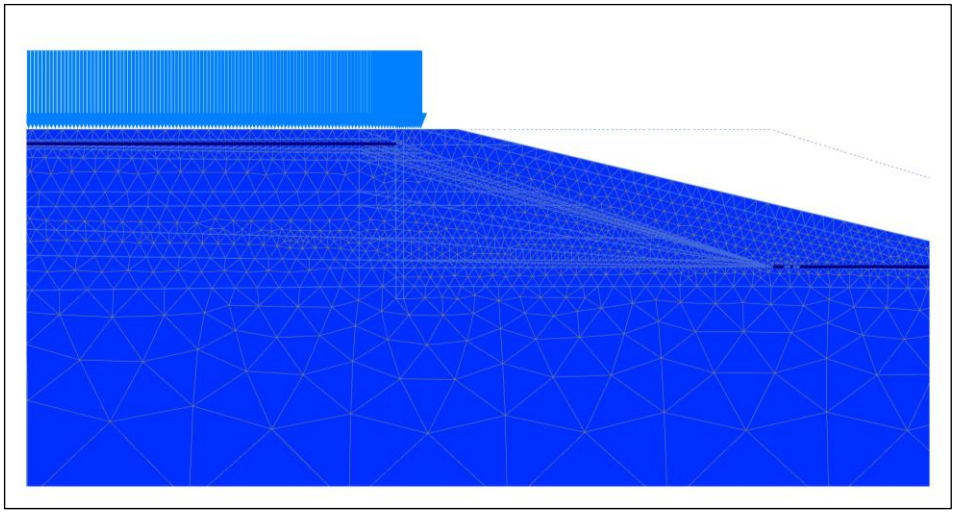
Figuur 4-50: Detail zakking maaiveld



Figuur 4-51: Detail zakking maaiveld t.h.v. Gyproc

4.5.3.6 Macrostabiliteit

De macrostabiliteit is nagekeken in een DA1/2 controle. Een veiligheid van 1,670 is bereikt met onderstaand kritiek glijvlak.

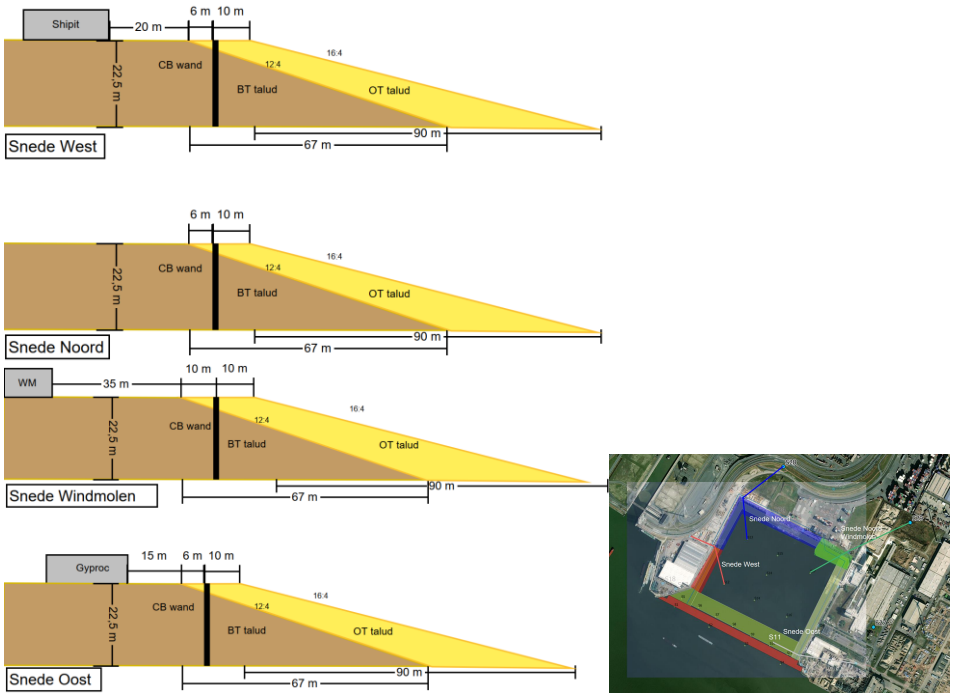


Figuur 4-52: Controle DA1/2 snede Oost – CB wand en talud

4.6 Synthese

In de regel (voor alle snedes behalve t.h.v. de windmolen) wordt de CB wand voorzien op de originele waterlijn (6m van de oever). Voor de snede t.h.v. de windmolen wordt de CB wand verder in het dok voorzien. Voorlopig is dit voorzien 10m van de oever (en dus 45m van de windmolen) om veiligheidsafstanden tot de windmolen te respecteren. Deze afstand kan eventueel wijzigen in een volgende fase afhankelijk van de eisen.

Voor alles snedes is voorbij de CB wand is een horizontale aanvulling van 10m nodig, waarna een talud van 16:4 volgt (25%). Dit talud wordt voorzien uit zanden uit het tweede getijdendok. Het talud wordt verdicht tot aan het gemiddelde waterpeil (+3,5mTAW) en tot 2m van de rand van het talud. Vervolgens worden onderstaande snedes voorzien.



Figuur 4-53: Overzicht principeschetsen CB wanden en taluds langsheen dok

Voor al deze snedes is voldaan aan de constructieve eisen op de CB wand zoals beschreven in §2.2. De zettingsgevoelige infrastructuur achter de CB wanden ondergaat zettingen t.g.v. de waterverlaging in het dok (deze door de bouw van het talud zijn verwaarloosbaar). De bekomen waarden zijn in onderstaande tabel vermeld.

Tabel 4-10: Samenvatting maaiveldvervormingen

Structuur	Horizontale vervorming u_x $[cm]$	Verticale vervorming u_y $[cm]$
Ship-it	3,59	2,88
Windmolen (aan MV afgelezen)	2,17	1,74
Gyproc	4,80	3,98

Deze resultaten zijn bekomen op basis van conservatieve aannames. In vervolg ontwerpfasen wordt hier verder op ingegaan, alsook op detaillering m.b.t. geleidewanden, sleufstabiliteit, ...

5 Zettingen ten gevolge van bemaling

In de nota grondwatermodellering wordt in §3.1 de zettingen ten gevolge van bemaling aangehaald. Dit is relevant voor de omgeving buiten de CB wanden (bestaande oevers) waar door de invloed van de CB wanden een watertafelverlaging te verwachten is.

De maximale watertafelverlaging in tijdelijke fase (leegzetten dok) is 70 cm aan de noordelijke zijde. In finale toestand wordt een verlaging tot 65 cm verwacht t.o.v. huidige situatie.

5.1 Aannames

De CB wand wordt voorzien om het dok droog te zetten. In finale toestand blijven de CB wanden zitten. Deze waterkerende schermen kunnen het natuurlijke grondwaterpeil veranderen. In voorliggend hoofdstuk worden de mogelijke zettingen t.g.v. deze grondwaterverlaging begroot.

Er wordt gerekend voor de 4 sonderingen dewelke aangereikt werden voor de snedes van de CB wand (zijnde S19, S20, S22 en S25). Voor de interpretatie van deze sonderingen wordt vervolgens verwezen naar dit hoofdstuk. Voor alle tertiaire lagen wordt op herbelasting gerekend (A) voor de quartaire lagen wordt een maagdelijke belasting beschouwd (C).

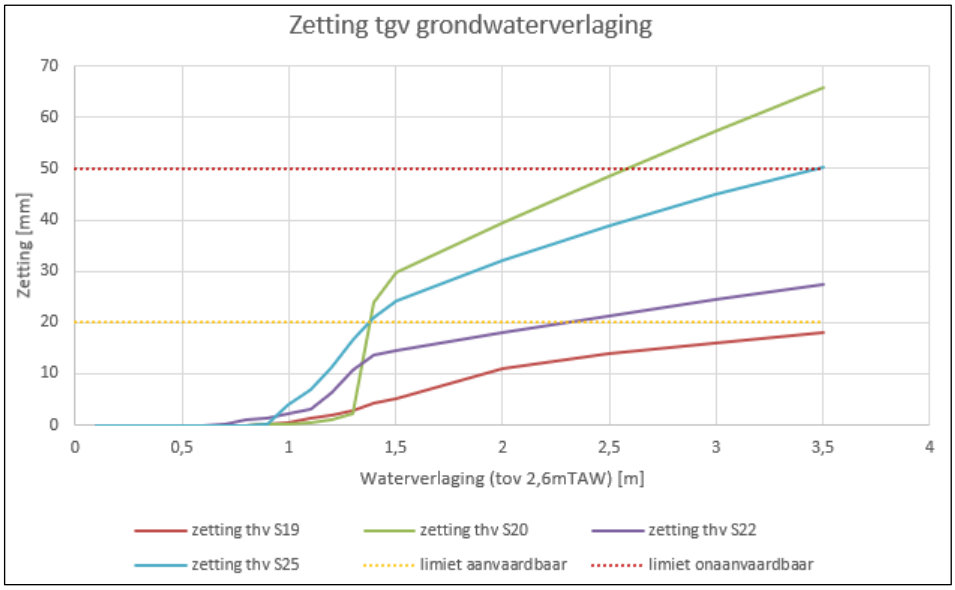
De zettingen worden bepaald t.o.v. het minimale grondwaterpeil op +2,6 mTAW. Deze aanname wordt gestaafd gezien alle zettingen t.g.v. schommelingen van het grondwaterpeil reeds zijn opgetreden. Er wordt eveneens een conservatieve inschatting gemaakt met een grondwaterpeil op +3,3 mTAW. De grootte van de waterverlaging wordt gevarieerd om een limietwaarde te vinden.

Zettingen worden bepaald zolang het verschil in spanning met de BT meer dan 10% bedraagt. Als grenswaarden voor de zettingen worden onderstaande waarden bepaald:

< 20 mm: acceptabele zettingen

5.2 Resultaten

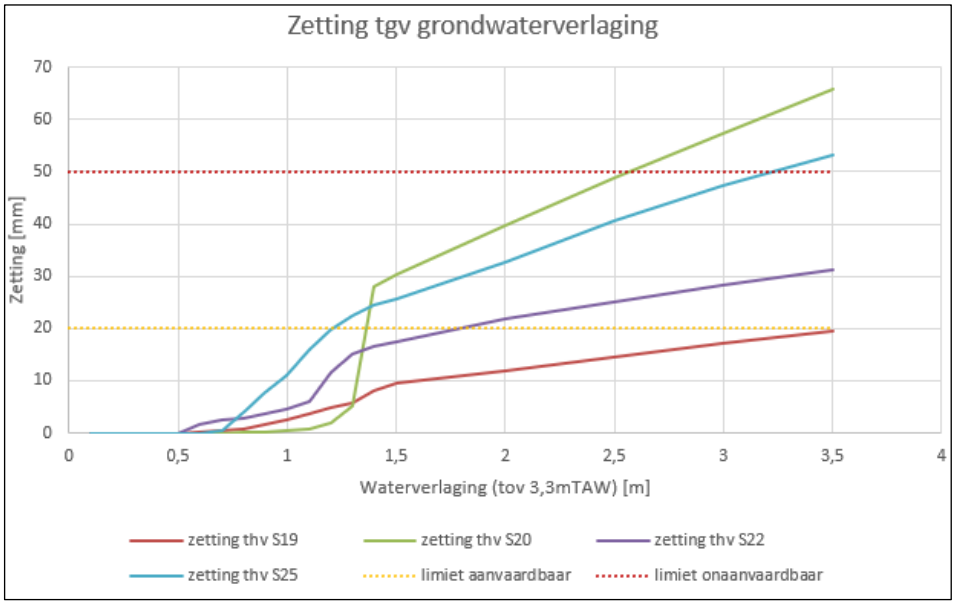
Voor meer detail bij de berekeningen wordt verwezen naar Bijlage 6. Onderstaande betreft een summier overzicht alsook de conclusies. Volgende grafiek toont de zettingen t.g.v. de grondwaterverlaging voor de verschillende sonderingen i.f.v. de grootte van de waterverlaging. Zolang deze verlaging onder de 1,4m blijft (dus tot +1,2mTAW) blijven de zettingen onder de grenswaarde.



Figuur 5-1: Zettingen t.g.v. bemaling voor verschillende sonderingen i.f.v. watertafelverlaging vanaf +2,6 mTAW

In sondering S20 is veen aanwezig, vanaf een waterverlaging van 1,4m reikt de spanningsverlaging door de grondwaterverlaging tot in de veenlaag. Als de veenlaag hoger ligt kunnen vervolgens de zettingen vroeger optreden. De limietwaarde van 1,4m wordt echter evenzeer gestaafd daar sondering S25 (zonder veen).

Onderstaande grafiek wordt bekomen indien gestart wordt bij een waterpeil van +3,3 mTAW. Hieruit volgen gelijkaardige conclusies i.v.m. toelaatbare zakking. Dit heeft voornamelijk te maken met de zakking t.h.v. de veenlagen.



Figuur 5-2: Zettingen t.g.v. bemaling voor verschillende sonderingen i.f.v. watertafelverlaging vanaf +3,3 mTAW

Er wordt geconcludeerd dat met een waterverlaging van 1,3 m (tot +1,3 mTAW), of een waterverlaging tot het spanningsverschil tot in de veenlaag reikt, acceptabele zettingen bekomen worden. De beperkte verlaging met 70 cm vormt dus geen probleem. De controle met freatisch peil op +3,30 mTAW toont iets conservatievere resultaten (maximaal bemalingspeil +1,9 mTAW). Echter, nog steeds wordt gegarandeerd dat een verlaging met 70 cm t.o.v. huidige situatie geen probleem vormt.

Together with our clients and the collective knowledge of our 22,000 architects, engineers and other specialists, we co-create solutions that address urbanisation, capture the power of digitalisation, and make our societies more sustainable.

Sweco – Transforming society together

SWECO

Bijlage 1
Controle buispalen combiwand

Title/Titel

Reference/Referentie

6.6.6 CUR 211 Handboek kademuren v.2.0

HISTORY

Update graph

Colorcode/kleurencode

Input	Ext info
Output	Title
Less Imp	

Conventions/Conventies

	EC	NBN
Gebruiksgrenstoestand	SLS	GGT
Uiterstegrenstoestand	ULS	UGT
+	Drukkracht	
-	Trekkracht	

S	R	UC	UC 15%	UC 30%
			15%	30%
50	100	0.50	0.50	0.50
95	100	0.95	0.95	0.95
150	100	1.50	1.50	1.50

ULS	Comment	Symbol	UC	Unity	Formula	Figures	RP
Geometry/Geometrie							
	External Diameter	De	1400				
	thickness	t	24	mm			
	Internal Diameter	Di	1352	mm	[=De-2*t]		
	Corrosion inside	t_c1	0	mm			
	Corrosion outside	t_c2	0	mm			
	Corroded thickness	tc	24	mm	[=t-t_c1-t_c2]		
	External Diameter after corrosion	De_c	1400	mm	[=De-t_c2]		
	Internal Diameter after corrosion	Di_c	1352	mm	[=De-2*(t-t_c1)]		
		D_gem	1376	mm	[=(De_c+Di_c)/2]		
	Average radius	r	700	mm	[=De/2]		
	Average corroded radius	r_gem	688	mm	[=D_gem/2]		
	filling of tubular pole	tube_f	Filled_sand				
Materials/Materialen							
	Classification quality	c_q	Hoog				
	Steel elasticity	E_steel	2,10E+05	N/mm2			
	Steel grade	s_g	X-70				
	Steel yield limit	fy	483	N/mm2	[=VLOOKUP(s_g,Material_Properties!B10:C22,2)]		
		fref	235	N/mm2			
		ε	0,70		[=SQRT(fref/fy)]		
	Material factor	gm	1		[=IF(A5="SLS",1.5,1)]		
	Permissible yield stress	fyd	483	N/mm²	[=fy/gm]		
		E_sand	10	Mpa			
Sollicitations/Sollicitaties	Moment	MED	2.947	kNm			
	Normal force	NED	1.142	kN			
	Load Factor	γM0	1,1				
for ovalisation effect	Load Case	LC	2		LC		
	ground pressure	q_grond	27	kN/m2			
	Pulling force in case of LC 1	FED	0	kN	16085		
					20834		
Calculations/Berekeningen							
Geometric Properties	D/t	D_t	58,3		[=De/t]		
	class		119,9		[=De_c/(tc*ε^2)]		
		section_class	Class_4		[=IF(class<50,"Class_1",IF(class<=50,"Class_1",IF(AND(class>50,class<=70),"Class_2",IF(AND(class>70,class<=90),"Class_3",IF(class>90,"Class_4","NVT"))))))]		
		A	103.748	mm2	[=PI()*(De_c^2-Di_c^2)/4]		
		I	2,456E+10	mm4	[=PI()*(De_c^4-Di_c^4)/64]		
	Section modulus	W_el	3,509E+07	mm3	[=PI()*(De_c^4-Di_c^4)/De_c/32]		
		W_pl	4,545E+07	mm3	[=(De_c^3-Di_c^3)/6]		
		M_eld	15.671	kNm	[=PI()*D_gem^2*tc*fy/γM0/4/1000000]		
		M_pld	19.953	kNm	[=D_gem^2*tc*fy/γM0/1000000]		
	Normal stress	σN	11,01	N/mm²	[=N_x*1000/(A)]		
					Elastisch		
	Bending stress	σM	83,99	N/mm²	[=MED*1000*1000/IF(F46="elastisch",(W_el),(W_pl))]		
	Total shear stress	σTot	95	N/mm²	[=σN+σM]		
Empty pipe cross-section capacity		εy	0,0023		[=fy/E_steel]		

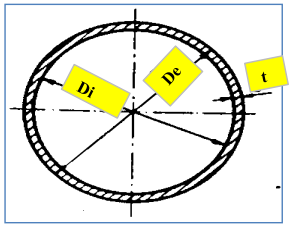


Table 6.16 EN 1993-1-6, table 8.1: Recommended values for out-of-roundness tolerance

$$U_r = \frac{D_{max} - D_{min}}{D_{nom}} \quad (6.5)$$

Recommended value of $U_{r,max}$	$D \le 0.50$ m	0.50 m < D < 1.25 m	1.25 m ≤ D
Class A Excellent	0.014	$0.007 + 0.0093\,(1.25 - D)$	0.007
Class B High	0.020	$0.010 + 0.0133\,(1.25 - D)$	0.010
Class C Normal	0.030	$0.015 + 0.0200\,(1.25 - D)$	0.015

Title/Titel

Reference/Referentie 6.6.6 CUR 211 Handboek kademuren v.2.0

HISTORY

Update graph

Colorcode/kleurencode

Input	Ext info
Output	Title
Less Imp	

Conventions/Conventies

	EC	NBN
Gebruiksgrenstoestand	SLS	GGT
Uiterstegrenstoestand	ULS	UGT
+	Drukkracht	
-	Trekkracht	

S	R	UC	UC 15%	UC 30%
			15%	30%
50	100	0.50	0.50	0.50
95	100	0.95	0.95	0.95
150	100	1.50	1.50	1.50

ULS	Comment	Symbol	UC	Unity	Formula	Figures	RP
[6.1,6.17]	Critical Strain	εcr	0,0062	0,00852	[=IF(De/tc<=70,(0.25*tc/r_gem)-0.0025,IF(AND(70<De/tc,De/tc<=120),IF(tube_f="Filled_sand",MAX((0.25*tc/r_gem)-0.0025,7*(tc/r_gem)^2),IF(tube_f="Empty",0.25*tc/r_gem-0.0025,0.1*tc/r_gem))))]		
[6.2]		μ	2,705		[=εcr/εy]		
[6.3]		θ	0,38	rad	[=IF(μ>1,ASIN(1/μ),PI()/2)]		
[6.4]		M_R	19.488,4	kNm	[=IF(μ>1,0.5*((θ/SIN(θ))+COS(θ))*M_pld,μ*M_eld)]		
Reduction factor sand filled tube		Kzand	14.534.884	N/m3	[=IF(tube_f="Empty",0,E_sand*1000000000/r_gem)]		
[6.15]		EI_1	241.920	Nm	[=E_steel*tc^3/12/1000]		
		Kstaal	12.956.845		[=12*EI_1/(r_gem/1000)^4]		
[6.16]		α_a	0,471		[=Kstaal/(Kstaal+Kzand)]		
Ovalisation Tube							
	Ovalization due to quality production?	a1m	Yes				
	Ovalization due to external forces?	a2m	Yes				
	Ovalization due to imposed curvature?	a3m	Yes				
	Set factors βg and g to 1.0?	fam	No				
	Ovalization due to production quality	Ur1	0,007		[=IF(D_gem<=500,0.014,IF(AND(500<D_gem,D_gem<1250),(0.007+0.0093*(1.25-D_gem/1000)),IF(1250<=D_gem,0.007)))]		
		Ur2	0,010		[=IF(D_gem<=500,0.02,IF(AND(500<D_gem,D_gem<1250),(0.01+0.0133*(1.25-D_gem/1000)),IF(1250<=D_gem,0.01)))]		
		Ur3	0,015		[=IF(D_gem<=500,0.03,IF(AND(500<D_gem,D_gem<1250),(0.015+0.02*(1.25-D_gem/1000)),IF(1250<=D_gem,0.015)))]		
		Ur	0,01		[=IF(c_q="Excellent",Ur1,IF(c_q="Hoog",Ur2,IF(c_q="Normal",Ur3,)))]		
		a_1	3,44	mm	[=IF(a1m="Yes",Ur*D_gem/4,0)]		
Table 6.16 Ovalization formulas	Ovalisation due to external forces	MA	-1.597.536	Nmm/m	[=IF(LC<1,0,IF(LC=1,(-1/PI())*FED*1000*r_gem,IF(LC=2,(-1/8)*q_grond*r_gem^2,IF(LC=3,(-1/4)*q_grond/1000*r_gem^2))))]		
		MB	2.080.547	Nmm/m	[=IF(LC<1,0,IF(LC=1,(0.5-1/PI())*FED*1000*r_gem,IF(LC=2,(3/8-2/(3*PI()))*q_grond*r_gem^2,IF(LC=3,(1/4)*q_grond/1000*r_gem^2))))]		
		ΔDz	-2,08	mm	[=IF(LC=0,0,IF(LC=1,-(2/PI()-0.5)*FED*1000*r_gem^3/(EI_1*1000),IF(LC=2,(-1/12)*q_grond/1000*r_gem^4/(EI_1*1000),IF(LC=3,(-1/6)*q_grond/1000*r_gem^4/(EI_1*1000)))))]		
		a_2	1,04	mm	[=IF(a2m="Yes",ABS(ΔDz/2),0)]		
	Ovalisation due to imposed curvature	K	0,001	1/m	[=MED*1000000000/(E_steel*I)]		
		a_3	0,09	mm	[=IF(a3m="Yes",K^2*r_gem^5/tc^2/1000000,0)]		
Total Ovalisation Tube	ovalisation deformation	a_o	3,97	mm	[=IF(tube_f="Empty",a_1+a_2+a_3,a_1+(a_2+a_3)*α_a)]		
Reduction factors ovalization tubular pile		r_o	700,1	mm	[=r_gem/(1-(3*a_o/r_gem))]		
CUR	&B	εcro	0,0082		[=7*(tc/r_o)^2]		
		μ_o	3,58		[=εcro/εy]		
		θ_o	0,28	rad	[=IF(μ_o>1,ASIN(1/μ_o),PI()/2)]		
		M_R_o	19.689,6	kNm	[=IF(μ_o>1,0.5*((θ_o/SIN(θ_o))+COS(θ_o))*M_pld,μ_o*M_eld)]		
Tubular pile capacity		m_eff_sd	1,8	kNm	[=IF(AND(LC>=1,LC<=3),(ABS(MA)+ABS(MB))/2/1000/1000,0)]		
[6.11]		m_pl_rd	63,23	kNm/m	[=tc^2*fy/4/γM0/1000]		
[6.10] -didn't find α_a in the equation		c_1	1,99		[=SQRT(4-2*SQRT(3)*m_eff_sd*α_a/m_pl_rd)]		
		g	0,998		[=IF(fam="No",(c_1/6+2/3),1)]		
[6.12]		βs_1	1,000		[=IF(μ_o<=1,0.75,IF(AND(μ_o>1,μ_o<=3),0.625+0.125*μ_o,1))]		
[6.18]		βs_sand	1,000		[=IF(μ_o<=1,0.9,IF(AND(μ_o>1,μ_o<=3),0.85+0.05*μ_o,1))]		
		βs	1,000		[=IF(tube_f="Empty",βs_1,βs_sand)]		
		βg	0,996		[=IF(F_beta_g="No",1-(2*a_o/(3*r_gem)),1)]		
		M_Rd	19.575	kNm	[=g*βg*βs*M_R_o]		
Normal Force		Npld	45.555	kN	[=PI()*D_gem*tc*fy/γM0/1000]		
[6.14]		Nrd	45.464	kN	[=g*Npld]		
[6.13]		UC_tube	0,15		[=(MED/M_Rd)+(NED/Nrd)^1.7]		
Conclusion/Besluit							
		UC_total_Stress	0,20				

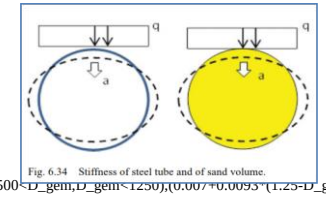
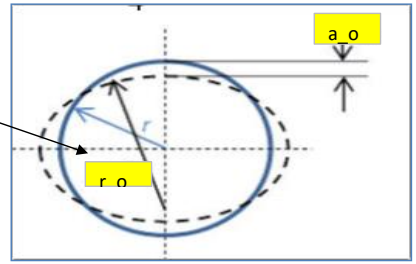


Fig. 6.34 Stiffness of steel tube and of sand volume.



Title/Titel

Reference/Referentie 6.6.6 CUR 211 Handboek kademuren v.2.0

HISTORY

Update graph

Colorcode/kleurencode

Input	Ext info
Output	Title
Less Imp	

Conventions/Conventies

	EC	NBN
Gebruiksgrenstoestand	SLS	GGT
Uiterstegrenstoestand	ULS	UGT
+	Drukkracht	
-	Trekkracht	

S	R	UC	UC 15%	UC 30%
Safety factor d	Weerstandsfactor d		15%	30%
50	100	0.50	0.50	0.50
95	100	0.95	0.95	0.95
150	100	1.50	1.50	1.50

ULS	Comment	Symbol	UC	Unity	Formula	Figures	RP
		UC_tube_empty	0,15				
		UC_tube_filled	0,15				

For sand filled piles:

2. The modified Gresnigt method, see [Peters et al., 2013]
3. Alternatively EN 1993-1-6 may be used. In that case the resistance may be increased with a factor 1.13. This is only allowed for $D/t = 100$ and for $D/t\varepsilon^2 < 170$.

Limitations for sand filled piles

- Sand shall be present in the area of the section subject to evaluation of the resistance. Sand may be loose or medium dense, if naturally available.
- In actively filled piles the sand fill shall be compacted, obtaining 70% relative density or q_c values >10 MPa.
- Clay filled piles shall be considered as empty piles. Sand filled piles with thin (<0.5 D) intermediate clay layers may be considered as sand filled piles.
- EN 1993-5 clause 5.5.4 (8) and (9) suggests that filling the pile with well-compacted non-cohesive material contributes to avoiding local buckling. Fill requirements and achieved tube resistance are not given.
- Please note that the effect of the sand fill is not addressed in any of the models in the presently valid Eurocodes. This provides a basis for using the paragraph design by testing in the Eurocode.
- The results of this work should not be used for dolphin piles of for other applications where plastic deformation capacity is required. The effect of use of the recommendations for these type of structures may result in choosing larger $D/t\varepsilon^2$ values, which is not recommendable.

For empty piles:

1. The modified Gresnigt method of pre-EN 1993-5 (issue 1998).

(Note that the intermediate secondary piles affect the out-of-roundness of the primary piles. This effect, plus the initial out-of-roundness, plus the slenderness of the pile will be input to the buckling calculation.)

Limitations

- The pre-EN 1993-5 respects a limitation of the steel grade of S430.
- Testing of piles by the committee of this Handbook has been performed up to a yield stress of 500 MPa. This may be considered as provisional evidence to use this method for X70 steel also ($f_y = 483$ MPa).
- The formulas are valid for water head differences less than 4 m.

$$g = \frac{c_1}{6} + \frac{2}{3}$$

$$c_1 = \sqrt{4 - 2\sqrt{3}\frac{m_{eff;Sd}}{m_{pl;Sd}}} \qquad (6.10)$$

Title/Titel

Reference/Referentie 6.6.6 CUR 211 Handboek kademuren v.2.0

HISTORY

Update graph

Colorcode/kleurencode

Input	Ext info
Output	Title
Less Imp	

Conventions/Conventies

	EC	NBN
Gebruiksgrenstoestand	SLS	GGT
Uiterstegrenstoestand	ULS	UGT
+	Drukkracht	
-	Trekkracht	

S	R	UC	UC 15%	UC 30%
			15%	30%
50	100	0.50	0.50	0.50
95	100	0.95	0.95	0.95
150	100	1.50	1.50	1.50

ULS	Comment	Symbol	UC	Unity	Formula	Figures	RP
Geometry/Geometrie							
	External Diameter	De	1400				
	thickness	t	24	mm			
	Internal Diameter	Di	1352	mm	[=De-2*t]		
	Corrosion inside	t_c1	1,75	mm			
	Corrosion outside	t_c2	3,5	mm			
	Corroded thickness	tc	18,75	mm	[=t-t_c1-t_c2]		
	External Diameter after corrosion	De_c	1396,5	mm	[=De-t_c2]		
	Internal Diameter after corrosion	Di_c	1355,5	mm	[=De-2*(t-t_c1)]		
		D_gem	1376	mm	[=(De_c+Di_c)/2]		
	Average radius	r	700	mm	[=De/2]		
	Average corroded radius	r_gem	688	mm	[=D_gem/2]		
	filling of tubular pole	tube_f	Filled_sand				
Materials/Materialen							
	Classification quality	c_q	Hoog				
	Steel elasticity	E_steel	2,10E+05	N/mm2			
	Steel grade	s_g	X-70				
	Steel yield limit	fy	483	N/mm2	[=VLOOKUP(s_g,Material_Properties!B10:C22,2)]		
		fref	235	N/mm2			
		ε	0,70		[=SQRT(fref/fy)]		
	Material factor	gm	1		[=IF(A5="SLS",1.5,1)]		
	Permissible yield stress	fyd	483	N/mm²	[=fy/gm]		
		E_sand	10	Mpa			
Sollicitations/Sollicitaties							
	Moment	MED	11.189	kNm			
	Normal force	NED	3.597	kN			
	Load Factor	γM0	1,1				
for ovalisation effect	Load Case	LC	2		LC		
	ground pressure	q_grond	121,5	kN/m2			
	Pulling force in case of LC 1	FED	0	kN	16085		
					20834		
Calculations/Berekeningen							
Geometric Properties	D/t	D_t	58,3		[=De/t]		
	class		153,1		[=De_c/(tc*ε^2)]		
		section_class	Class_4		[=IF(class<50,"Class_1",IF(class<=50,"Class_1",IF(AND(class>50,class<=70),"Class_2",IF(AND(class>70,class<=90),"Class_3",IF(class>90,"Class_4","NVT"))))))]		
		A	88.618	mm2	[=PI()*(De_c^2-Di_c^2)/4]		
		I	2,098E+10	mm4	[=PI()*(De_c^4-Di_c^4)/64]		
	Section modulus	W_el	3,004E+07	mm3	[=PI()*(De_c^4-Di_c^4)/De_c/32]		
		W_pl	3,882E+07	mm3	[=(De_c^3-Di_c^3)/6]		
		M_eld	12.243	kNm	[=PI()*D_gem^2*tc*fy/γM0/4/1000000]		
		M_pld	15.588	kNm	[=D_gem^2*tc*fy/γM0/1000000]		
	Normal stress	σN	40,59	N/mm²	[=N_x*1000/(A)]		
					Elastisch		
	Bending stress	σM	372,42	N/mm²	[=MED*1000*1000/IF(F46="elastisch",(W_el),(W_pl))]		
	Total shear stress	σTot	413	N/mm²	[=σN+σM]		
Empty pipe cross-section capacity		εy	0,0023		[=fy/E_steel]		

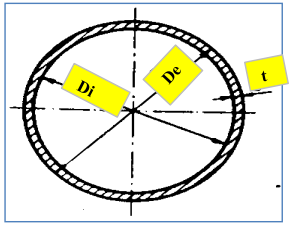


Table 6.16 EN 1993-1-6, table 8.1: Recommended values for out-of-roundness tolerance

$$U_r = \frac{D_{max} - D_{min}}{D_{nom}} \quad (6.5)$$

Recommended value of $U_{r,max}$	$D \le 0.50$ m	0.50 m < D < 1.25 m	1.25 m ≤ D
Class A Excellent	0.014	$0.007 + 0.0093\ (1.25 - D)$	0.007
Class B High	0.020	$0.010 + 0.0133\ (1.25 - D)$	0.010
Class C Normal	0.030	$0.015 + 0.0200\ (1.25 - D)$	0.015

Title/Titel

Reference/Referentie

6.6.6 CUR 211 Handboek kademuren v.2.0

HISTORY

Update graph

Colorcode/kleurencode

Input	Ext info
Output	Title
Less Imp	

Conventions/Conventies

	EC	NBN
Gebruiksgrenstoestand	SLS	GGT
Uiterstegrenstoestand	ULS	UGT
+	Drukkracht	
-	Trekkracht	

S	R	UC	UC 15%	UC 30%
			15%	30%
50	100	0.50	0.50	0.50
95	100	0.95	0.95	0.95
150	100	1.50	1.50	1.50

ULS	Comment	Symbol	UC	Unity	Formula	Figures	RP
[6.1,6.17]	Critical Strain	εcr	0,0052	0,0052	[=IF(De/tc<=70,(0.25*tc/r_gem)-0.0025,IF(AND(70<De/tc,De/tc<=120),IF(tube_f="Filled_sand",MAX((0.25*tc/r_gem)-0.0025,7*(tc/r_gem)^2),IF(tube_f="Empty",0.25*tc/r_gem-0.0025,0.1*tc/r_gem)))))]		
[6.2]		μ	2,260		[=εcr/εy]		
[6.3]		θ	0,46	rad	[=IF(μ>1,ASIN(1/μ),PI()/2)]		
[6.4]		M_R	15.063,5	kNm	[=IF(μ>1,0.5*((θ/SIN(θ))+COS(θ))*M_pld,μ*M_eld)]		
Reduction factor sand filled tube		Kzand	14.534.884	N/m3	[=IF(tube_f="Empty",0,E_sand*1000000000/r_gem)]		
[6.15]		EI_1	115.356	Nm	[=E_steel*tc^3/12/1000]		
		Kstaal	6.178.305		[=12*EI_1/(r_gem/1000)^4]		
[6.16]		α_a	0,298		[=Kstaal/(Kstaal+Kzand)]		
Ovalisation Tube							
	Ovalization due to quality production?	a1m	Yes				
	Ovalization due to external forces?	a2m	Yes				
	Ovalization due to imposed curvature?	a3m	Yes				
	Set factors βg and g to 1.0?	fam	No				
	Ovalization due to production quality	Ur1	0,007		[=IF(D_gem<=500,0.014,IF(AND(500<D_gem,D_gem<1250),(0.007+0.0093*(1.25-D_gem/1000)),IF(1250<=D_gem,0.007)))]		
		Ur2	0,010		[=IF(D_gem<=500,0.02,IF(AND(500<D_gem,D_gem<1250),(0.01+0.0133*(1.25-D_gem/1000)),IF(1250<=D_gem,0.01)))]		
		Ur3	0,015		[=IF(D_gem<=500,0.03,IF(AND(500<D_gem,D_gem<1250),(0.015+0.02*(1.25-D_gem/1000)),IF(1250<=D_gem,0.015)))]		
		Ur	0,01		[=IF(c_q="Excellent",Ur1,IF(c_q="Hoog",Ur2,IF(c_q="Normal",Ur3,)))]		
		a_1	3,44	mm	[=IF(a1m="Yes",Ur*D_gem/4,0)]		
Table 6.16 Ovalization formulas	Ovalisation due to external forces	MA	-7.188.912	Nmm/m	[=IF(LC<1,0,IF(LC=1,(-1/PI())*FED*1000*r_gem,IF(LC=2,(-1/8)*q_grond*r_gem^2,IF(LC=3,(-1/4)*q_grond/1000*r_gem^2))))]		
		MB	9.362.460	Nmm/m	[=IF(LC<1,0,IF(LC=1,(0.5-1/PI())*FED*1000*r_gem,IF(LC=2,(3/8-2/(3*PI()))*q_grond*r_gem^2,IF(LC=3,(1/4)*q_grond/1000*r_gem^2))))]		
		ΔDz	-19,67	mm	[=IF(LC=0,0,IF(LC=1,-(2/PI()-0.5)*FED*1000*r_gem^3/(EI_1*1000),IF(LC=2,(-1/12)*q_grond/1000*r_gem^4/(EI_1*1000),IF(LC=3,(-1/6)*q_grond/1000*r_gem^4/(EI_1*1000)))))]		
		a_2	9,83	mm	[=IF(a2m="Yes",ABS(ΔDz/2),0)]		
	Ovalisation due to imposed curvature	K	0,003	1/m	[=MED*1000000000/(E_steel*I)]		
		a_3	2,83	mm	[=IF(a3m="Yes",K^2*r_gem^5/tc^2/1000000,0)]		
Total Ovalisation Tube	ovalisation deformation	a_o	7,22	mm	[=IF(tube_f="Empty",a_1+a_2+a_3,a_1+(a_2+a_3)*α_a)]		
Reduction factors ovalization tubular pile		r_o	710,4	mm	[=r_gem/(1-(3*a_o/r_gem))]		
CUR	&B	εcro	0,0049		[=7*(tc/r_o)^2]		
		μ_o	2,12		[=εcro/εy]		
		θ_o	0,49	rad	[=IF(μ_o>1,ASIN(1/μ_o),PI()/2)]		
		M_R_o	14.989,3	kNm	[=IF(μ_o>1,0.5*((θ_o/SIN(θ_o))+COS(θ_o))*M_pld,μ_o*M_eld)]		
Tubular pile capacity		m_eff_sd	8,3	kNm	[=IF(AND(LC>=1,LC<=3),(ABS(MA)+ABS(MB))/2/1000/1000,0)]		
[6.11]		m_pl_rd	38,59	kNm/m	[=tc^2*fy/4/γM0/1000]		
[6.10] -didn't find α_a in the equation		c_1	1,94		[=SQRT(4-2*SQRT(3)*m_eff_sd*α_a/m_pl_rd)]		
		g	0,991		[=IF(fam="No",(c_1/6+2/3),1)]		
[6.12]		βs_1	0,890		[=IF(μ_o<=1,0.75,IF(AND(μ_o>1,μ_o<=3),0.625+0.125*μ_o,1))]		
[6.18]		βs_sand	0,956		[=IF(μ_o<=1,0.9,IF(AND(μ_o>1,μ_o<=3),0.85+0.05*μ_o,1))]		
		βs	0,956		[=IF(tube_f="Empty",βs_1,βs_sand)]		
		βg	0,993		[=IF(F_beta_g="No",1-(2*a_o/(3*r_gem)),1)]		
		M_Rd	14.097	kNm	[=g*βg*βs*M_R_o]		
Normal Force		Npld	35.590	kN	[=PI()*D_gem*tc*fy/γM0/1000]		
[6.14]		Nrd	35.256	kN	[=g*Npld]		
[6.13]		UC_tube	0,81		[=(MED/M_Rd)+(NED/Nrd)^1.7]		
Conclusion/Besluit							
		UC_total_Stress	0,86				

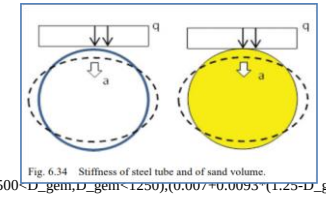
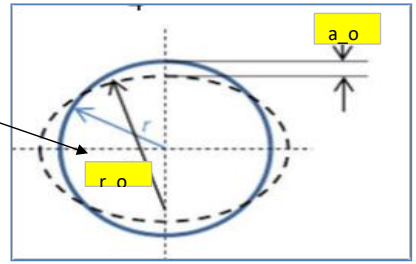


Fig. 6.34 Stiffness of steel tube and of sand volume.



Title/Titel

Reference/Referentie 6.6.6 CUR 211 Handboek kademuren v.2.0

HISTORY

Update graph

Colorcode/kleurencode

Input	Ext info
Output	Title
Less Imp	

Conventions/Conventies

	EC	NBN
Gebruiksgrenstoestand	SLS	GGT
Uiterstegrenstoestand	ULS	UGT
+	Drukkracht	
-	Trekkracht	

S	R	UC	UC 15%	UC 30%
Safety factor d	Weerstandfactor d		15%	30%
50	100	0.50	0.50	0.50
95	100	0.95	0.95	0.95
150	100	1.50	1.50	1.50

ULS	Comment	Symbol	UC	Unity	Formula	Figures	RP
		UC_tube_empty	0,93				
		UC_tube_filled	0,81				

For sand filled piles:

2. The modified Gresnigt method, see [Peters et al., 2013]
3. Alternatively EN 1993-1-6 may be used. In that case the resistance may be increased with a factor 1.13. This is only allowed for $D/t = 100$ and for $D/t\varepsilon^2 < 170$.

Limitations for sand filled piles

- Sand shall be present in the area of the section subject to evaluation of the resistance. Sand may be loose or medium dense, if naturally available.
- In actively filled piles the sand fill shall be compacted, obtaining 70% relative density or q_c values >10 MPa.
- Clay filled piles shall be considered as empty piles. Sand filled piles with thin (<0.5 D) intermediate clay layers may be considered as sand filled piles.
- EN 1993-5 clause 5.5.4 (8) and (9) suggests that filling the pile with well-compacted non-cohesive material contributes to avoiding local buckling. Fill requirements and achieved tube resistance are not given.
- Please note that the effect of the sand fill is not addressed in any of the models in the presently valid Eurocodes. This provides a basis for using the paragraph design by testing in the Eurocode.
- The results of this work should not be used for dolphin piles of for other applications where plastic deformation capacity is required. The effect of use of the recommendations for these type of structures may result in choosing larger $D/t\varepsilon^2$ values, which is not recommendable.

For empty piles:

1. The modified Gresnigt method of pre-EN 1993-5 (issue 1998).

(Note that the intermediate secondary piles affect the out-of-roundness of the primary piles. This effect, plus the initial out-of-roundness, plus the slenderness of the pile will be input to the buckling calculation.)

Limitations

- The pre-EN 1993-5 respects a limitation of the steel grade of S430.
- Testing of piles by the committee of this Handbook has been performed up to a yield stress of 500 MPa. This may be considered as provisional evidence to use this method for X70 steel also ($f_y = 483$ MPa).
- The formulas are valid for water head differences less than 4 m.

$$g = \frac{c_1}{6} + \frac{2}{3}$$

$$c_1 = \sqrt{4 - 2\sqrt{3}\frac{m_{eff;Sd}}{m_{pl;Sd}}} \qquad (6.10)$$

Title/Titel

Reference/Referentie 6.6.6 CUR 211 Handboek kademuren v.2.0

HISTORY

Update graph

Colorcode/kleurencode

Input	Ext info
Output	Title
Less Imp	

Conventions/Conventies

	EC	NBN
Gebruiksgrenstoestand	SLS	GGT
Uiterstegrenstoestand	ULS	UGT
+	Drukkracht	
-	Trekkracht	

S	R	UC	UC 15%	UC 30%
			15%	30%
50	100	0.50	0.50	0.50
95	100	0.95	0.95	0.95
150	100	1.50	1.50	1.50

ULS/SLS	Comment	Symbol	UC	Unity	Formula	Figures	RP
Geometry/Geometrie							
	External Diameter	De	1400				
	thickness	t	24	mm			
	Internal Diameter	Di	1352	mm	[=De-2*t]		
	Corrosion inside	t_c1	1,1	mm			
	Corrosion outside	t_c2	2,2	mm			
	Corroded thickness	tc	20,7	mm	[=t-t_c1-t_c2]		
	External Diameter after corrosion	De_c	1397,8	mm	[=De-t_c2]		
	Internal Diameter after corrosion	Di_c	1354,2	mm	[=De-2*(t-t_c1)]		
		D_gem	1376	mm	[=(De_c+Di_c)/2]		
	Average radius	r	700	mm	[=De/2]		
	Average corroded radius	r_gem	688	mm	[=D_gem/2]		
	filling of tubular pole	tube_f	Filled_sand				
Materials/Materialen							
	Classification quality	c_q	Hoog				
	Steel elasticity	E_steel	2,10E+05	N/mm2			
	Steel grade	s_g	X-70				
	Steel yield limit	fy	483	N/mm2	[=VLOOKUP(s_g,Material_Properties!B10:C22,2)]		
		fref	235	N/mm2			
		ε	0,70		[=SQRT(fref/fy)]		
	Material factor	gm	1		[=IF(A5="SLS",1.5,1)]		
	Permissible yield stress	fyd	483	N/mm²	[=fy/gm]		
		E_sand	10	Mpa			
Sollicitations/Sollicitaties							
	Moment	MED	7.545	kNm			
	Normal force	NED	3.349	kN			
	Load Factor	γM0	1,1				
for ovalisation effect	Load Case	LC	2		LC		
	ground pressure	q_grond	324	kN/m2			
	Pulling force in case of LC 1	FED	0	kN	16085		
					20834		
Calculations/Berekeningen							
Geometric Properties	D/t	D_t	58,3		[=De/t]		
	class		138,8		[=De_c/(tc*ε^2)]		
		section_class	Class_4		[=IF(class<50,"Class_1",IF(class<=50,"Class_1",IF(AND(class>50,class<=70),"Class_2",IF(AND(class>70,class<=90),"Class_3",IF(class>90,"Class_4","NVT"))))))]		
		A	94.238	mm2	[=PI()*(De_c^2-Di_c^2)/4]		
		I	2,231E+10	mm4	[=PI()*(De_c^4-Di_c^4)/64]		
	Section modulus	W_el	3,192E+07	mm3	[=PI()*(De_c^4-Di_c^4)/De_c/32]		
		W_pl	4,128E+07	mm3	[=(De_c^3-Di_c^3)/6]		
		M_eld	13.516	kNm	[=PI()*D_gem^2*tc*fy/γM0/4/1000000]		
		M_pld	17.209	kNm	[=D_gem^2*tc*fy/γM0/1000000]		
	Normal stress	σN	35,54	N/mm²	[=N_x*1000/(A)]		
					Elastisch		
	Bending stress	σM	236,37	N/mm²	[=MED*1000*1000/IF(F46="elastisch",(W_el),(W_pl))]		
	Total shear stress	σTot	272	N/mm²	[=σN+σM]		
Empty pipe cross-section capacity		εy	0,0023		[=fy/E_steel]		

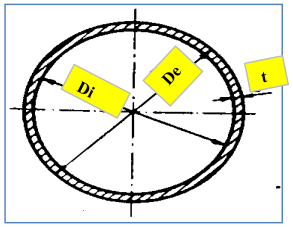


Table 6.16 EN 1993-1-6, table 8.1: Recommended values for out-of-roundness tolerance

$$U_r = \frac{D_{max} - D_{min}}{D_{nom}} \quad (6.5)$$

Recommended value of $U_{r,max}$	$D \le 0.50$ m	0.50 m < D < 1.25 m	1.25 m ≤ D
Class A Excellent	0.014	$0.007 + 0.0093\ (1.25 - D)$	0.007
Class B High	0.020	$0.010 + 0.0133\ (1.25 - D)$	0.010
Class C Normal	0.030	$0.015 + 0.0200\ (1.25 - D)$	0.015

Title/Titel

Reference/Referentie 6.6.6 CUR 211 Handboek kademuren v.2.0

HISTORY

Update graph

Colorcode/kleurencode

Input	Ext info
Output	Title
Less Imp	

Conventions/Conventies

	EC	NBN
Gebruiksgrenstoestand	SLS	GGT
Uiterstegrenstoestand	ULS	UGT
+	Drukkracht	
-	Trekkracht	

S	R	UC	UC 15%	UC 30%
			15%	30%
50	100	0.50	0.50	0.50
95	100	0.95	0.95	0.95
150	100	1.50	1.50	1.50

ULS/SLS	Comment	Symbol	UC	Unity	Formula	Figures	RP
[6.1,6.17]	Critical Strain	εcr	0,0050	0,00634	[=IF(De/tc<=70,(0.25*tc/r_gem)-0.0025,IF(AND(70<De/tc,De/tc<=120),IF(tube_f="Filled_sand",MAX((0.25*tc/r_gem)-0.0025,7*(tc/r_gem)^2),IF(tube_f="Empty",0.25*tc/r_gem-0.0025,0.1*tc/r_gem))))]		
[6.2]		μ	2,183		[=εcr/εy]		
[6.3]		θ	0,48	rad	[=IF(μ>1,ASIN(1/μ),PI()/2)]		
[6.4]		M_R	16.587,1	kNm	[=IF(μ>1,0.5*((θ/SIN(θ))+COS(θ))*M_pld,μ*M_eld)]		
Reduction factor sand filled tube		Kzand	14.534.884	N/m3	[=IF(tube_f="Empty",0,E_sand*1000000000/r_gem)]		
[6.15]		EI_1	155.221	Nm	[=E_steel*tc^3/12/1000]		
		Kstaal	8.313.360		[=12*EI_1/(r_gem/1000)^4]		
[6.16]		α_a	0,364		[=Kstaal/(Kstaal+Kzand)]		
Ovalisation Tube							
	Ovalization due to quality production?	a1m	Yes				
	Ovalization due to external forces?	a2m	Yes				
	Ovalization due to imposed curvature?	a3m	Yes				
	Set factors βg and g to 1.0?	fam	No				
	Ovalization due to production quality	Ur1	0,007		[=IF(D_gem<=500,0.014,IF(AND(500<D_gem,D_gem<1250),(0.007+0.0093*(1.25-D_gem/1000)),IF(1250<=D_gem,0.007)))]		
		Ur2	0,010		[=IF(D_gem<=500,0.02,IF(AND(500<D_gem,D_gem<1250),(0.01+0.0133*(1.25-D_gem/1000)),IF(1250<=D_gem,0.01)))]		
		Ur3	0,015		[=IF(D_gem<=500,0.03,IF(AND(500<D_gem,D_gem<1250),(0.015+0.02*(1.25-D_gem/1000)),IF(1250<=D_gem,0.015)))]		
		Ur	0,01		[=IF(c_q="Excellent",Ur1,IF(c_q="Hoog",Ur2,IF(c_q="Normal",Ur3,)))]		
		a_1	3,44	mm	[=IF(a1m="Yes",Ur*D_gem/4,0)]		
Table 6.16 Ovalization formulas	Ovalisation due to external forces	MA	-19.170.432	Nmm/m	[=IF(LC<1,0,IF(LC=1,(-1/PI())*FED*1000*r_gem,IF(LC=2,(-1/8)*q_grond*r_gem^2,IF(LC=3,(-1/4)*q_grond/1000*r_gem^2))))]		
		MB	24.966.560	Nmm/m	[=IF(LC<1,0,IF(LC=1,(0.5-1/PI())*FED*1000*r_gem,IF(LC=2,(3/8-2/(3*PI()))*q_grond*r_gem^2,IF(LC=3,(1/4)*q_grond/1000*r_gem^2))))]		
		ΔDz	-38,97	mm	[=IF(LC=0,0,IF(LC=1,-(2/PI()-0.5)*FED*1000*r_gem^3/(EI_1*1000),IF(LC=2,(-1/12)*q_grond/1000*r_gem^4/(EI_1*1000),IF(LC=3,(-1/6)*q_grond/1000*r_gem^4/(EI_1*1000)))))]		
		a_2	19,49	mm	[=IF(a2m="Yes",ABS(ΔDz/2),0)]		
	Ovalisation due to imposed curvature	K	0,002	1/m	[=MED*1000000000/(E_steel*I)]		
		a_3	0,93	mm	[=IF(a3m="Yes",K^2*r_gem^5/tc^2/1000000,0)]		
Total Ovalisation Tube	ovalisation deformation	a_o	10,87	mm	[=IF(tube_f="Empty",a_1+a_2+a_3,a_1+(a_2+a_3)*α_a)]		
Reduction factors ovalization tubular pile		r_o	722,2	mm	[=r_gem/(1-(3*a_o/r_gem))]		
CUR	&B	εcro	0,0058		[=7*(tc/r_o)^2]		
		μ_o	2,50		[=εcro/εy]		
		θ_o	0,41	rad	[=IF(μ_o>1,ASIN(1/μ_o),PI()/2)]		
		M_R_o	16.738,7	kNm	[=IF(μ_o>1,0.5*((θ_o/SIN(θ_o))+COS(θ_o))*M_pld,μ_o*M_eld)]		
Tubular pile capacity		m_eff_sd	22,1	kNm	[=IF(AND(LC>=1,LC<=3),(ABS(MA)+ABS(MB))/2/1000/1000,0)]		
[6.11]		m_pl_rd	47,04	kNm/m	[=tc^2*fy/4/γM0/1000]		
[6.10] -didn't find α_a in the equation		c_1	1,85		[=SQRT(4-2*SQRT(3)*m_eff_sd*α_a/m_pl_rd)]		
		g	0,974		[=IF(fam="No",(c_1/6+2/3),1)]		
[6.12]		βs_1	0,938		[=IF(μ_o<=1,0.75,IF(AND(μ_o>1,μ_o<=3),0.625+0.125*μ_o,1))]		
[6.18]		βs_sand	0,975		[=IF(μ_o<=1,0.9,IF(AND(μ_o>1,μ_o<=3),0.85+0.05*μ_o,1))]		
		βs	0,975		[=IF(tube_f="Empty",βs_1,βs_sand)]		
		βg	0,989		[=IF(F_beta_g="No",1-(2*a_o/(3*r_gem)),1)]		
		M_Rd	15.735	kNm	[=g*βg*βs*M_R_o]		
Normal Force		Npld	39.291	kN	[=PI()*D_gem*tc*fy/γM0/1000]		
[6.14]		Nrd	38.284	kN	[=g*Npld]		
[6.13]		UC_tube	0,50		[=(MED/M_Rd)+(NED/Nrd)^1.7]		
Conclusion/Besluit							
		UC_total_Stress	0,56				

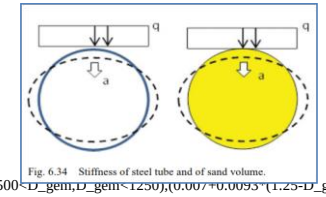
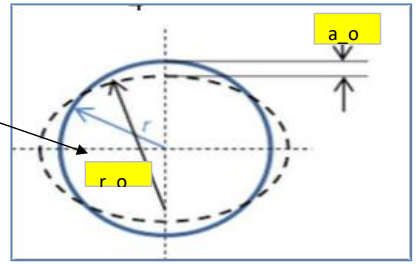


Fig. 6.34 Stiffness of steel tube and of sand volume.



Title/Titel

Reference/Referentie 6.6.6 CUR 211 Handboek kademuren v.2.0

HISTORY

Update graph

Colorcode/kleurencode

Input	Ext info
Output	Title
Less Imp	

Conventions/Conventies

	EC	NBN
Gebruiksgrenstoestand	SLS	GGT
Uiterstegrenstoestand	ULS	UGT
+	Drukkracht	
-	Trekkracht	

S	R	UC	UC 15%	UC 30%
Safety factor d	Weerstandfactor d		15%	30%
50	100	0.50	0.50	0.50
95	100	0.95	0.95	0.95
150	100	1.50	1.50	1.50

ULS/SLS	Comment	Symbol	UC	Unity	Formula	Figures	RP
		UC_tube_empty	0,58				
		UC_tube_filled	0,50				

For sand filled piles:

2. The modified Gresnigt method, see [Peters et al., 2013]
3. Alternatively EN 1993-1-6 may be used. In that case the resistance may be increased with a factor 1.13. This is only allowed for $D/t = 100$ and for $D/t\varepsilon^2 < 170$.

Limitations for sand filled piles

- Sand shall be present in the area of the section subject to evaluation of the resistance. Sand may be loose or medium dense, if naturally available.
- In actively filled piles the sand fill shall be compacted, obtaining 70% relative density or q_c values >10 MPa.
- Clay filled piles shall be considered as empty piles. Sand filled piles with thin ($<0.5D$) intermediate clay layers may be considered as sand filled piles.
- EN 1993-5 clause 5.5.4 (8) and (9) suggests that filling the pile with well-compacted non-cohesive material contributes to avoiding local buckling. Fill requirements and achieved tube resistance are not given.
- Please note that the effect of the sand fill is not addressed in any of the models in the presently valid Eurocodes. This provides a basis for using the paragraph design by testing in the Eurocode.
- The results of this work should not be used for dolphin piles of for other applications where plastic deformation capacity is required. The effect of use of the recommendations for these type of structures may result in choosing larger $D/t\varepsilon^2$ values, which is not recommendable.

For empty piles:

1. The modified Gresnigt method of pre-EN 1993-5 (issue 1998).

(Note that the intermediate secondary piles affect the out-of-roundness of the primary piles. This effect, plus the initial out-of-roundness, plus the slenderness of the pile will be input to the buckling calculation.)

Limitations

- The pre-EN 1993-5 respects a limitation of the steel grade of S430.
- Testing of piles by the committee of this Handbook has been performed up to a yield stress of 500 MPa. This may be considered as provisional evidence to use this method for X70 steel also ($f_y = 483$ MPa).
- The formulas are valid for water head differences less than 4 m.

$$g = \frac{c_1}{6} + \frac{2}{3}$$

$$c_1 = \sqrt{4 - 2\sqrt{3}\frac{m_{\mathrm{eff};Sd}}{m_{pl;Sd}}} \qquad (6.10)$$

Title/Titel

Reference/Referentie 6.6.6 CUR 211 Handboek kademuren v.2.0

HISTORY

Update graph

Colorcode/kleurencode

Input	Ext info
Output	Title
Less Imp	

Conventions/Conventies

	EC	NBN
Gebruiksgrenstoestand	SLS	GGT
Uiterstegrenstoestand	ULS	UGT
+	Drukkracht	
-	Trekkracht	

S	R	UC	UC 15%	UC 30%
			15%	30%
50	100	0.50	0.50	0.50
95	100	0.95	0.95	0.95
150	100	1.50	1.50	1.50

ULS	Comment	Symbol	UC	Unity	Formula	Figures	RP
Geometry/Geometrie							
	External Diameter	De	1400				
	thickness	t	24	mm			
	Internal Diameter	Di	1352	mm	[=De-2*t]		
	Corrosion inside	t_c1	1,1	mm			
	Corrosion outside	t_c2	2,2	mm			
	Corroded thickness	tc	20,7	mm	[=t-t_c1-t_c2]		
	External Diameter after corrosion	De_c	1397,8	mm	[=De-t_c2]		
	Internal Diameter after corrosion	Di_c	1354,2	mm	[=De-2*(t-t_c1)]		
		D_gem	1376	mm	[=(De_c+Di_c)/2]		
	Average radius	r	700	mm	[=De/2]		
	Average corroded radius	r_gem	688	mm	[=D_gem/2]		
	filling of tubular pole	tube_f	Filled_sand				
Materials/Materialen							
	Classification quality	c_q	Hoog				
	Steel elasticity	E_steel	2,10E+05	N/mm2			
	Steel grade	s_g	X-70				
	Steel yield limit	fy	483	N/mm2	[=VLOOKUP(s_g,Material_Properties!B10:C22,2)]		
		fref	235	N/mm2			
		ε	0,70		[=SQRT(fref/fy)]		
	Material factor	gm	1		[=IF(A5="SLS",1.5,1)]		
	Permissible yield stress	fyd	483	N/mm²	[=fy/gm]		
		E_sand	10	Mpa			
Sollicitations/Sollicitaties	Moment	MED	7.545	kNm			
	Normal force	NED	3.349	kN			
	Load Factor	γM0	1,1				
for ovalisation effect	Load Case	LC	2		LC		
	ground pressure	q_grond	378	kN/m2			
	Pulling force in case of LC 1	FED	0	kN	16085		
					20834		
Calculations/Berekeningen							
Geometric Properties	D/t	D_t	58,3		[=De/t]		
		class	138,8		[=De_c/(tc*ε^2)]		
		section_class	Class_4		[=IF(class<50,"Class_1",IF(class<=50,"Class_1",IF(AND(class>50,class<=70),"Class_2",IF(AND(class>70,class<=90),"Class_3",IF(class>90,"Class_4","NVT"))))))]		
		A	94.238	mm2	[=PI()*(De_c^2-Di_c^2)/4]		
		I	2,231E+10	mm4	[=PI()*(De_c^4-Di_c^4)/64]		
	Section modulus	W_el	3,192E+07	mm3	[=PI()*(De_c^4-Di_c^4)/De_c/32]		
		W_pl	4,128E+07	mm3	[=(De_c^3-Di_c^3)/6]		
		M_eld	13.516	kNm	[=PI()*D_gem^2*tc*fy/γM0/4/1000000]		
		M_pld	17.209	kNm	[=D_gem^2*tc*fy/γM0/1000000]		
	Normal stress	σN	35,54	N/mm²	[=N_x*1000/(A)]		
					Elastisch		
	Bending stress	σM	236,37	N/mm²	[=MED*1000*1000/IF(F46="elastisch",(W_el),(W_pl))]		
	Total shear stress	σTot	272	N/mm²	[=σN+σM]		
Empty pipe cross-section capacity		εy	0,0023		[=fy/E_steel]		

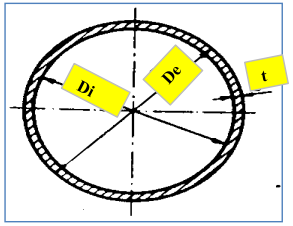


Table 6.16 EN 1993-1-6, table 8.1: Recommended values for out-of-roundness tolerance

$$U_r = \frac{D_{max} - D_{min}}{D_{nom}} \quad (6.5)$$

Recommended value of $U_{r,max}$	$D \le 0.50$ m	0.50 m < D < 1.25 m	1.25 m ≤ D
Class A Excellent	0.014	$0.007 + 0.0093\,(1.25 - D)$	0.007
Class B High	0.020	$0.010 + 0.0133\,(1.25 - D)$	0.010
Class C Normal	0.030	$0.015 + 0.0200\,(1.25 - D)$	0.015

Title/Titel

Reference/Referentie 6.6.6 CUR 211 Handboek kademuren v.2.0

HISTORY

Update graph

Colorcode/kleurencode

Input	Ext info
Output	Title
Less Imp	

Conventions/Conventies

	EC	NBN
Gebruiksgrenstoestand	SLS	GGT
Uiterstegrenstoestand	ULS	UGT
+	Drukkracht	
-	Trekkracht	

S	R	UC	UC 15%	UC 30%
			15%	30%
50	100	0.50	0.50	0.50
95	100	0.95	0.95	0.95
150	100	1.50	1.50	1.50

ULS	Comment	Symbol	UC	Unity	Formula	Figures	RP
[6.1,6.17]	Critical Strain	εcr	0,0050	0,00634	[=IF(De/tc<=70,(0.25*tc/r_gem)-0.0025,IF(AND(70<De/tc,De/tc<=120),IF(tube_f="Filled_sand",MAX((0.25*tc/r_gem)-0.0025,7*(tc/r_gem)^2),IF(tube_f="Empty",0.25*tc/r_gem-0.0025,0.1*tc/r_gem)))))]		
[6.2]		μ	2,183		[=εcr/εy]		
[6.3]		θ	0,48	rad	[=IF(μ>1,ASIN(1/μ),PI()/2)]		
[6.4]		M_R	16.587,1	kNm	[=IF(μ>1,0.5*((θ/SIN(θ))+COS(θ))*M_pld,μ*M_eld)]		
Reduction factor sand filled tube		Kzand	14.534.884	N/m3	[=IF(tube_f="Empty",0,E_sand*1000000000/r_gem)]		
[6.15]		EI_1	155.221	Nm	[=E_steel*tc^3/12/1000]		
		Kstaal	8.313.360		[=12*EI_1/(r_gem/1000)^4]		
[6.16]		α_a	0,364		[=Kstaal/(Kstaal+Kzand)]		
Ovalisation Tube							
	Ovalization due to quality production?	a1m	Yes				
	Ovalization due to external forces?	a2m	Yes				
	Ovalization due to imposed curvature?	a3m	Yes				
	Set factors βg and g to 1.0?	fam	No				
	Ovalization due to production quality	Ur1	0,007		[=IF(D_gem<=500,0.014,IF(AND(500<D_gem,D_gem<1250),(0.007+0.0093*(1.25-D_gem/1000)),IF(1250<=D_gem,0.007)))]		
		Ur2	0,010		[=IF(D_gem<=500,0.02,IF(AND(500<D_gem,D_gem<1250),(0.01+0.0133*(1.25-D_gem/1000)),IF(1250<=D_gem,0.01)))]		
		Ur3	0,015		[=IF(D_gem<=500,0.03,IF(AND(500<D_gem,D_gem<1250),(0.015+0.02*(1.25-D_gem/1000)),IF(1250<=D_gem,0.015)))]		
		Ur	0,01		[=IF(c_q="Excellent",Ur1,IF(c_q="Hoog",Ur2,IF(c_q="Normal",Ur3,)))]		
		a_1	3,44	mm	[=IF(a1m="Yes",Ur*D_gem/4,0)]		
Table 6.16 Ovalization formulas	Ovalisation due to external forces	MA	-22.365.504	Nmm/m	[=IF(LC<1,0,IF(LC=1,(-1/PI())*FED*1000*r_gem,IF(LC=2,(-1/8)*q_grond*r_gem^2,IF(LC=3,(-1/4)*q_grond/1000*r_gem^2))))]		
		MB	29.127.653	Nmm/m	[=IF(LC<1,0,IF(LC=1,(0.5-1/PI())*FED*1000*r_gem,IF(LC=2,(3/8-2/(3*PI()))*q_grond*r_gem^2,IF(LC=3,(1/4)*q_grond/1000*r_gem^2))))]		
		ΔDz	-45,47	mm	[=IF(LC=0,0,IF(LC=1,-(2/PI()-0.5)*FED*1000*r_gem^3/(EI_1*1000),IF(LC=2,(-1/12)*q_grond/1000*r_gem^4/(EI_1*1000),IF(LC=3,(-1/6)*q_grond/1000*r_gem^4/(EI_1*1000)))))]		
		a_2	22,73	mm	[=IF(a2m="Yes",ABS(ΔDz/2),0)]		
	Ovalisation due to imposed curvature	K	0,002	1/m	[=MED*1000000000/(E_steel*I)]		
		a_3	0,93	mm	[=IF(a3m="Yes",K^2*r_gem^5/tc^2/1000000,0)]		
Total Ovalisation Tube	ovalisation deformation	a_o	12,05	mm	[=IF(tube_f="Empty",a_1+a_2+a_3,a_1+(a_2+a_3)*α_a)]		
Reduction factors ovalization tubular pile		r_o	726,2	mm	[=r_gem/(1-(3*a_o/r_gem))]		
CUR	&B	εcro	0,0057		[=7*(tc/r_o)^2]		
		μ_o	2,47		[=εcro/εy]		
		θ_o	0,42	rad	[=IF(μ_o>1,ASIN(1/μ_o),PI()/2)]		
		M_R_o	16.728,1	kNm	[=IF(μ_o>1,0.5*((θ_o/SIN(θ_o))+COS(θ_o))*M_pld,μ_o*M_eld)]		
Tubular pile capacity		m_eff_sd	25,7	kNm	[=IF(AND(LC>=1,LC<=3),(ABS(MA)+ABS(MB))/2/1000/1000,0)]		
[6.11]		m_pl_rd	47,04	kNm/m	[=tc^2*fy/4/γM0/1000]		
[6.10] -didn't find α_a in the equation		c_1	1,82		[=SQRT(4-2*SQRT(3)*m_eff_sd*α_a/m_pl_rd)]		
		g	0,970		[=IF(fam="No",(c_1/6+2/3),1)]		
[6.12]		βs_1	0,934		[=IF(μ_o<=1,0.75,IF(AND(μ_o>1,μ_o<=3),0.625+0.125*μ_o,1))]		
[6.18]		βs_sand	0,974		[=IF(μ_o<=1,0.9,IF(AND(μ_o>1,μ_o<=3),0.85+0.05*μ_o,1))]		
		βs	0,974		[=IF(tube_f="Empty",βs_1,βs_sand)]		
		βg	0,988		[=IF(F_beta_g="No",1-(2*a_o/(3*r_gem)),1)]		
		M_Rd	15.613	kNm	[=g*βg*βs*M_R_o]		
Normal Force		Npld	39.291	kN	[=PI()*D_gem*tc*fy/γM0/1000]		
[6.14]		Nrd	38.108	kN	[=g*Npld]		
[6.13]		UC_tube	0,50		[=(MED/M_Rd)+(NED/Nrd)^1.7]		
Conclusion/Besluit							
		UC_total_Stress	0,56				

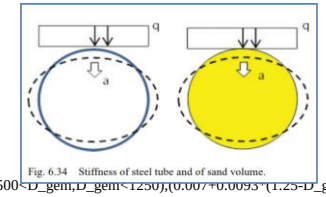
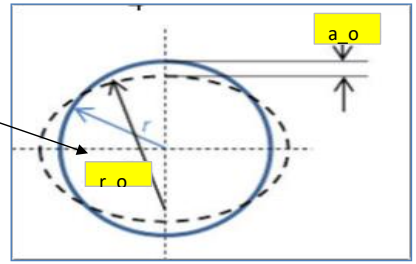


Fig. 6.34 Stiffness of steel tube and of sand volume.



Title/Titel

Reference/Referentie 6.6.6 CUR 211 Handboek kademuren v.2.0

HISTORY

Update graph

Colorcode/kleurencode

Input	Ext info
Output	Title
Less Imp	

Conventions/Conventies

	EC	NBN
Gebruiksgrenstoestand	SLS	GGT
Uiterstegrenstoestand	ULS	UGT
+	Drukkracht	
-	Trekkracht	

S	R	UC	UC_15%	UC_30%
Notificatiecijfer d	Weerstandsfactor deel		15%	30%
50	100	0.50	0.50	0.50
95	100	0.95	0.95	0.95
150	100	1.50	1.50	1.50

ULS	Comment	Symbol	UC	Unity	Formula	Figures	RP
		UC_tube_empty	0,59				
		UC_tube_filled	0,50				

For sand filled piles:

2. The modified Gresnigt method, see [Peters et al., 2013]
3. Alternatively EN 1993-1-6 may be used. In that case the resistance may be increased with a factor 1.13. This is only allowed for $D/t = 100$ and for $D/t\varepsilon^2 < 170$.

Limitations for sand filled piles

- Sand shall be present in the area of the section subject to evaluation of the resistance. Sand may be loose or medium dense, if naturally available.
- In actively filled piles the sand fill shall be compacted, obtaining 70% relative density or q_c values >10 MPa.
- Clay filled piles shall be considered as empty piles. Sand filled piles with thin (<0.5 D) intermediate clay layers may be considered as sand filled piles.
- EN 1993-5 clause 5.5.4 (8) and (9) suggests that filling the pile with well-compacted non-cohesive material contributes to avoiding local buckling. Fill requirements and achieved tube resistance are not given.
- Please note that the effect of the sand fill is not addressed in any of the models in the presently valid Eurocodes. This provides a basis for using the paragraph design by testing in the Eurocode.
- The results of this work should not be used for dolphin piles of for other applications where plastic deformation capacity is required. The effect of use of the recommendations for these type of structures may result in choosing larger $D/t\varepsilon^2$ values, which is not recommendable.

For empty piles:

1. The modified Gresnigt method of pre-EN 1993-5 (issue 1998).

(Note that the intermediate secondary piles affect the out-of-roundness of the primary piles. This effect, plus the initial out-of-roundness, plus the slenderness of the pile will be input to the buckling calculation.)

Limitations

- The pre-EN 1993-5 respects a limitation of the steel grade of S430.
- Testing of piles by the committee of this Handbook has been performed up to a yield stress of 500 MPa. This may be considered as provisional evidence to use this method for X70 steel also ($f_y = 483$ MPa).
- The formulas are valid for water head differences less than 4 m.

$$g = \frac{c_1}{6} + \frac{2}{3}$$

$$c_1 = \sqrt{4 - 2\sqrt{3}\frac{m_{eff;Sd}}{m_{pl;Sd}}} \qquad (6.10)$$

Bijlage 2
Controle buispalen kraanbaan

Title/Titel

Reference/Referentie 6.6.6 CUR 211 Handboek kademuren v.2.0

HISTORY

Update graph

Colorcode/kleurencode

Input	Ext info
Output	Title
Less Imp	

Conventions/Conventies

	EC	NBN
Gebruiksgrenstoestand	SLS	GGT
Uiterstegrenstoestand	ULS	UGT
+	Drukkracht	
-	Trekkracht	

S	R	UC	UC 15%	UC 30%
			15%	30%
50	100	0.50	0.50	0.50
95	100	0.95	0.95	0.95
150	100	1.50	1.50	1.50

ULS	Comment	Symbol	UC	Unity	Formula	Figures	RP
Geometry/Geometrie							
	External Diameter	De	900				
	thickness	t	11,3	mm			
	Internal Diameter	Di	877,4	mm	[=De-2*t]		
	Corrosion inside	t_c1	1,1	mm			
	Corrosion outside	t_c2	2,2	mm			
	Corroded thickness	tc	8	mm	[=t-t_c1-t_c2]		
	External Diameter after corrosion	De_c	897,8	mm	[=De-t_c2]		
	Internal Diameter after corrosion	Di_c	879,6	mm	[=De-2*(t-t_c1)]		
		D_gem	888,7	mm	[=(De_c+Di_c)/2]		
	Average radius	r	450	mm	[=De/2]		
	Average corroded radius	r_gem	444,35	mm	[=D_gem/2]		
	filling of tubular pole	tube_f	Filled_sand				
Materials/Materialen							
	Classification quality	c_q	Hoog				
	Steel elasticity	E_steel	2,10E+05	N/mm2			
	Steel grade	s_g	X-70				
	Steel yield limit	fy	483	N/mm2	[=VLOOKUP(s_g,Material_Properties!B10:C22,2)]		
		fref	235	N/mm2			
		ε	0,70		[=SQRT(fref/fy)]		
	Material factor	gm	1		[=IF(A5="SLS",1.5,1)]		
	Permissible yield stress	fyd	483	N/mm²	[=fy/gm]		
		E_sand	10	Mpa			
Sollicitations/Sollicitaties							
	Moment	MED	183	kNm			
	Normal force	NED	1.928	kN			
	Load Factor	γM0	1,1				
for ovalisation effect	Load Case	LC	2		LC		
	ground pressure	q_grond	256,5	kN/m2			
	Pulling force in case of LC 1	FED	0	kN	16085		
					20834		
Calculations/Berekeningen							
Geometric Properties	D/t	D_t	79,6		[=De/t]		
	class		230,7		[=De_c/(tc*ε^2)]		
		section_class	Class_4		[=IF(class<50,"Class_1",IF(class<=50,"Class_1",IF(AND(class>50,class<=70),"Class_2",IF(AND(class>70,class<=90),"Class_3",IF(class>90,"Class_4","NVT"))))))]		
		A	25.407	mm2	[=PI()*(De_c^2-Di_c^2)/4]		
		I	2,508E+09	mm4	[=PI()*(De_c^4-Di_c^4)/64]		
	Section modulus	W_el	5,588E+06	mm3	[=PI()*(De_c^4-Di_c^4)/De_c/32]		
		W_pl	7,187E+06	mm3	[=(De_c^3-Di_c^3)/6]		
		M_eld	2.179	kNm	[=PI()*D_gem^2*tc*fy/γM0/4/1000000]		
		M_pld	2.774	kNm	[=D_gem^2*tc*fy/γM0/1000000]		
	Normal stress	σN	75,88	N/mm²	[=N_x*1000/(A)]		
					Elastisch		
	Bending stress	σM	32,71	N/mm²	[=MED*1000*1000/IF(F46="elastisch",(W_el),(W_pl))]		
	Total shear stress	σTot	109	N/mm²	[=σN+σM]		
Empty pipe cross-section capacity		εy	0,0023		[=fy/E_steel]		

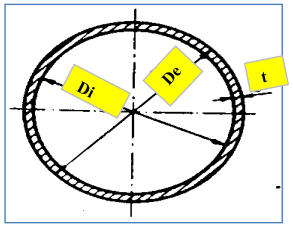


Table 6.16 EN 1993-1-6, table 8.1: Recommended values for out-of-roundness tolerance

$$U_r = \frac{D_{max} - D_{min}}{D_{nom}} \quad (6.5)$$

Recommended value of $U_{r,max}$	$D \le 0.50$ m	0.50 m < D < 1.25 m	1.25 m ≤ D
Class A Excellent	0.014	$0.007 + 0.0093\,(1.25 - D)$	0.007
Class B High	0.020	$0.010 + 0.0133\,(1.25 - D)$	0.010
Class C Normal	0.030	$0.015 + 0.0200\,(1.25 - D)$	0.015

Title/Titel

Reference/Referentie 6.6.6 CUR 211 Handboek kademuren v.2.0

HISTORY

Update graph

Colorcode/kleurencode

Input	Ext info
Output	Title
Less Imp	

Conventions/Conventies

	EC	NBN
Gebruiksgrenstoestand	SLS	GGT
Uiterstegrenstoestand	ULS	UGT
+	Drukkracht	
-	Trekkracht	

S	R	UC	UC 15%	UC 30%
			15%	30%
50	100	✓0.50	0.50	0.50
95	100	0.95	0.95	0.95
150	100	✗1.50	1.50	1.50

ULS	Comment	Symbol	UC	Unity	Formula	Figures	RP
[6.1,6.17]	Critical Strain	εcr	0,0023	0,00227	[=IF(De/tc<=70,(0.25*tc/r_gem)-0.0025,IF(AND(70<De/tc,De/tc<=120),IF(tube_f="Filled_sand",MAX((0.25*tc/r_gem)-0.0025,7*(tc/r_gem)^2),IF(tube_f="Empty",0.25*tc/r_gem-0.0025,0.1*tc/r_gem))))]		
[6.2]		μ	0,987		[=εcr/εy]		
[6.3]		θ	1,57	rad	[=IF(μ>1,ASIN(1/μ),PI()/2)]		
[6.4]		M_R	2.149,5	kNm	[=IF(μ>1,0.5*((θ/SIN(θ))+COS(θ))*M_pld,μ*M_eld)]		
Reduction factor sand filled tube		Kzand	22.504.782	N/m3	[=IF(tube_f="Empty",0,E_sand*1000000000/r_gem)]		
[6.15]		EI_1	8.960	Nm	[=E_steel*tc^3/12/1000]		
		Kstaal	2.757.964		[=12*EI_1/(r_gem/1000)^4]		
[6.16]		α_a	0,109		[=Kstaal/(Kstaal+Kzand)]		
Ovalisation Tube							
	Ovalization due to quality production?	a1m	Yes				
	Ovalization due to external forces?	a2m	Yes				
	Ovalization due to imposed curvature?	a3m	Yes				
	Set factors βg and g to 1.0?	fam	No				
	Ovalization due to production quality	Ur1	0,01036009		[=IF(D_gem<=500,0.014,IF(AND(500<D_gem,D_gem<1250),(0.007+0.0093*(1.25-D_gem/1000)),IF(1250<=D_gem,0.007)))]		
		Ur2	0,015		[=IF(D_gem<=500,0.02,IF(AND(500<D_gem,D_gem<1250),(0.01+0.0133*(1.25-D_gem/1000)),IF(1250<=D_gem,0.01)))]		
		Ur3	0,022226		[=IF(D_gem<=500,0.03,IF(AND(500<D_gem,D_gem<1250),(0.015+0.02*(1.25-D_gem/1000)),IF(1250<=D_gem,0.015)))]		
		Ur	0,01480529		[=IF(c_q="Excellent",Ur1,IF(c_q="Hoog",Ur2,IF(c_q="Normal",Ur3,)))]		
		a_1	3,29	mm	[=IF(a1m="Yes",Ur*D_gem/4,0)]		
Table 6.16 Ovalization formulas	Ovalisation due to external forces	MA	-6.330.642	Nmm/m	[=IF(LC<1,0,IF(LC=1,(-1/PI())*FED*1000*r_gem,IF(LC=2,(-1/8)*q_grond*r_gem^2,IF(LC=3,(-1/4)*q_grond/1000*r_gem^2))))]		
		MB	8.244.694	Nmm/m	[=IF(LC<1,0,IF(LC=1,(0.5-1/PI())*FED*1000*r_gem,IF(LC=2,(3/8-2/(3*PI()))*q_grond*r_gem^2,IF(LC=3,(1/4)*q_grond/1000*r_gem^2))))]		
		ΔDz	-93,00	mm	[=IF(LC=0,0,IF(LC=1,-(2/PI()-0.5)*FED*1000*r_gem^3/(EI_1*1000),IF(LC=2,(-1/12)*q_grond/1000*r_gem^4/(EI_1*1000),IF(LC=3,(-1/6)*q_grond/1000*r_gem^4/(EI_1*1000)))))]		
		a_2	46,50	mm	[=IF(a2m="Yes",ABS(ΔDz/2),0)]		
	Ovalisation due to imposed curvature	K	0,000	1/m	[=MED*1000000000/(E_steel*I)]		
		a_3	0,03	mm	[=IF(a3m="Yes",K^2*r_gem^5/tc^2/1000000,0)]		
Total Ovalisation Tube	ovalisation deformation	a_o	8,37	mm	[=IF(tube_f="Empty",a_1+a_2+a_3,a_1+(a_2+a_3)*α_a)]		
Reduction factors ovalization tubular pile		r_o	471,0	mm	[=r_gem/(1-(3*a_o/r_gem))]		
CUR	&B	εcro	0,0020		[=7*(tc/r_o)^2]		
		μ_o	0,88		[=εcro/εy]		
		θ_o	1,57	rad	[=IF(μ_o>1,ASIN(1/μ_o),PI()/2)]		
		M_R_o	1.913,5	kNm	[=IF(μ_o>1,0.5*((θ_o/SIN(θ_o))+COS(θ_o))*M_pld,μ_o*M_eld)]		
Tubular pile capacity		m_eff_sd	7,3	kNm	[=IF(AND(LC>=1,LC<=3),(ABS(MA)+ABS(MB))/2/1000/1000,0)]		
[6.11]		m_pl_rd	7,03	kNm/m	[=tc^2*fy/4/γM0/1000]		
[6.10] -didn't find α_a in the equation		c_1	1,90		[=SQRT(4-2*SQRT(3)*m_eff_sd*α_a/m_pl_rd)]		
		g	0,983		[=IF(fam="No",(c_1/6+2/3),1)]		
[6.12]		βs_1	0,750		[=IF(μ_o<=1,0.75,IF(AND(μ_o>1,μ_o<=3),0.625+0.125*μ_o,1))]		
[6.18]		βs_sand	0,900		[=IF(μ_o<=1,0.9,IF(AND(μ_o>1,μ_o<=3),0.85+0.05*μ_o,1))]		
		βs	0,900		[=IF(tube_f="Empty",βs_1,βs_sand)]		
		βg	0,987		[=IF(F_beta_g="No",1-(2*a_o/(3*r_gem)),1)]		
		M_Rd	1.672	kNm	[=g*βg*βs*M_R_o]		
Normal Force		Npld	9.807	kN	[=PI()*D_gem*tc*fy/γM0/1000]		
[6.14]		Nrd	9.643	kN	[=g*Npld]		
[6.13]		UC_tube	✓ 0,17		[=(MED/M_Rd)+(NED/Nrd)^1.7]		
Conclusion/Besluit							
		UC_total_Stress	✓ 0,22				

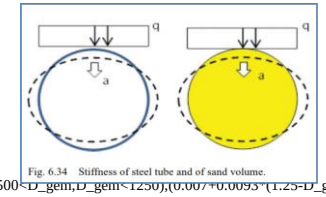
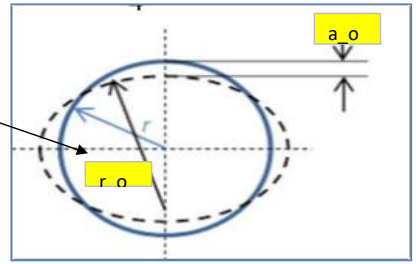


Fig. 6.34 Stiffness of steel tube and of sand volume.



Title/Titel

Reference/Referentie 6.6.6 CUR 211 Handboek kademuren v.2.0

HISTORY

Update graph

Colorcode/kleurencode

Input	Ext info
Output	Title
Less Imp	

Conventions/Conventies

	EC	NBN
Gebruiksgrenstoestand	SLS	GGT
Uiterstegrenstoestand	ULS	UGT
+	Drukkracht	
-	Trekkracht	

S	R	UC	UC_15%	UC_30%
Safety factor d	Weerstandsfactor d		15%	30%
50	100	0.50	0.50	0.50
95	100	0.95	0.95	0.95
150	100	1.50	1.50	1.50

ULS	Comment	Symbol	UC	Unity	Formula	Figures	RP
		UC_tube_empty	0,46				
		UC_tube_filled	0,17				

For sand filled piles:

2. The modified Gresnigt method, see [Peters et al., 2013]
3. Alternatively EN 1993-1-6 may be used. In that case the resistance may be increased with a factor 1.13. This is only allowed for $D/t = 100$ and for $D/t\varepsilon^2 < 170$.

Limitations for sand filled piles

- Sand shall be present in the area of the section subject to evaluation of the resistance. Sand may be loose or medium dense, if naturally available.
- In actively filled piles the sand fill shall be compacted, obtaining 70% relative density or q_c values >10 MPa.
- Clay filled piles shall be considered as empty piles. Sand filled piles with thin (<0.5 D) intermediate clay layers may be considered as sand filled piles.
- EN 1993-5 clause 5.5.4 (8) and (9) suggests that filling the pile with well-compacted non-cohesive material contributes to avoiding local buckling. Fill requirements and achieved tube resistance are not given.
- Please note that the effect of the sand fill is not addressed in any of the models in the presently valid Eurocodes. This provides a basis for using the paragraph design by testing in the Eurocode.
- The results of this work should not be used for dolphin piles of for other applications where plastic deformation capacity is required. The effect of use of the recommendations for these type of structures may result in choosing larger $D/t\varepsilon^2$ values, which is not recommendable.

For empty piles:

1. The modified Gresnigt method of pre-EN 1993-5 (issue 1998).

(Note that the intermediate secondary piles affect the out-of-roundness of the primary piles. This effect, plus the initial out-of-roundness, plus the slenderness of the pile will be input to the buckling calculation.)

Limitations

- The pre-EN 1993-5 respects a limitation of the steel grade of S430.
- Testing of piles by the committee of this Handbook has been performed up to a yield stress of 500 MPa. This may be considered as provisional evidence to use this method for X70 steel also ($f_y = 483$ MPa).
- The formulas are valid for water head differences less than 4 m.

$$g = \frac{c_1}{6} + \frac{2}{3}$$

$$c_1 = \sqrt{4 - 2\sqrt{3}\frac{m_{eff;Sd}}{m_{pl;Sd}}} \qquad (6.10)$$

Bijlage 3
Controle ankers

Ankerzakking 2.5

Berekening van door zakkende grond op buiging belaste ankerstangen
Controles conform EC1993-5 7.2

SWECO

Opdrachtnummer:	Noordelijk insteekdok - B10724-3		
Werkomschrijving:	Nazicht legankers - Haaalbaarheidsstudie		
Betreft:	Geval BC1*	Opsteller:	Haroun de Munck
		Controlleur:	

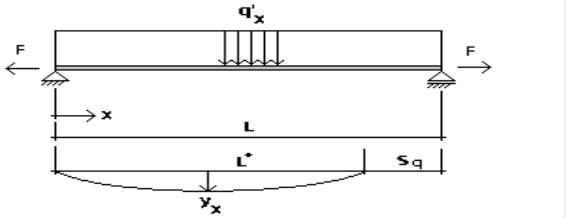
Invoer berekening belasting

zakking klei/veen (k) of zand (z)?		z	(zand)		
buitendiameter ankerstaaf	D_0	0,090	m (90 mm)		
buitendiameter ankerkop	Dk	0,120	m (120 mm)		
uniforme korrelspanning	$\sigma'_{v;z;gem}$	116,5	kPa		
gronddrukcoefficient	K	0,5	(0 < K < Kq)		
wandwrijvingshoek	δ	20	°		
gronddrukfactor op staaf	K'	1,2			
gronddruk op staaf	$q'_{x;grond}$	13,0	kN/m		
	$q_{x;eg}$	0,5	kN/m		
	$q_{x;totaal}$	13,5	kN/m (q_0 =	17,22	
zakking grond	w_{grond}	0,098	Doorbuiging	0,098	
			Doorbuiging High	0,138592929	
Ankerhoek (°)		0	Doorbuiging Low	0,069296465	
ankerkracht UGT (step 6.1 t/m 6.4)	$F_{a;max;GT1}$	3916,185	kN (=1374 kN/m)		
ankerkracht BGT (step 6.5)	$F_{a;max;GT2}$	2797,275	kN (=982 kN/m)		
		981,5			

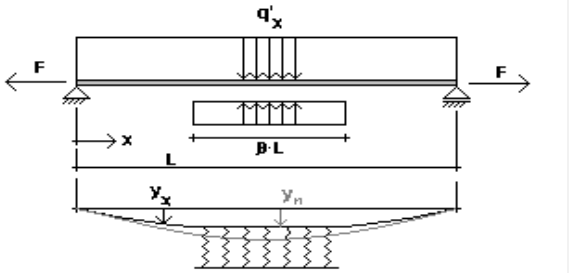
Invoer resultaten uit damwandberekeningen

horizontale beddingsconstante	c	20000	kN/m³
buigstijfheid combiwand	EI	1,81E+06	kNm²/m
golflengte damwand rond anker	λ	4,4	m
veerstijfheid uit damwandstijfheid	k' = a·c·λ	248629	kN/m
rekstijfheid ankerstang	EA_{staaf}	1335962	kN
buigstijfheid ankerstang	EI_{staaf}	676	kNm²
lengte	l	17,5	m
h.o.h. ankers	a	2,85	m
staalkwaliteit	f_{yk}	700	MPa
partiële factor	$\gamma_{m,0}$	1	
veiligheidsfactor UGT	γ_{UGT}	1,35	
maximaal belastingspercentage BGT	γ_{BGT}	100	%
reductiefactor spanningscombinatie	kt	0,9	

Geometrische	A_{anker}	6,36E-03	m²;	$I_{anker;el}$	3,22E-06	m4	
staafparameter	$W_{anker;el}$	7,16E-05	m³;	$W_{anker;pl}$	1,22E-04	m3	



$$\alpha(1+\alpha)^2 = \left(\frac{q_0 L}{F}\right)^2 \cdot \frac{1}{4\pi^2} \cdot \frac{EA}{F} \cdot \frac{1}{\left(1+\frac{EA}{ac\lambda L}\right)}$$



$$\alpha^2{}_n(1+\alpha_n) = \frac{q_0 L}{F} \cdot \left(\frac{y_n}{L}\right)^3 \cdot \left(\frac{\pi \cdot EA}{4F}\right)^2 \cdot \frac{1}{\left(1+\frac{EA}{ac\lambda L}\right)^2}$$

Handmatig bepalen vergrotingsfactor alfa voor $w_{grond} > y_0$

	n.v.t.
vergrotingsfactor α:	**9,04%**
rechter term:	1,07E-01
linker term:	1,07E-01

Solve

Handmatig bepalen vergrotingsfactor alfa voor $w_{grond} < y_0$

factor n	**1,79**
vergrotingsfactor α_n:	**3,87%**
rechter term:	1,56E-03
linker term:	1,56E-03
beta	0,270
breedte ondersteuning	4,73 m

Solve

$$1-\beta = \frac{1}{n^2} \cdot \frac{\alpha}{\alpha_n}$$

Resultaten doorbuiging en krachten in de ankerstaaf

	y_0	0,175	dus reken alfa voor wgrond < y0
	$F_{s;anker;BGT}$		
	$\Delta F_{s;anker;BGT}$		
	$F_{s;anker;BGT}$		
	$F_{s;anker;UGT}$		
	$M_{s;anker;BGT}$		
	$M_{s;anker;UGT}$		
	σ_N		
	$\sigma_{M,el}$		
	$\sigma_{M,pl}$		
	$\sigma_{el,BGT}$		
	controle=σel/fyk/(γBGT/100)		
	$\sigma_{pl,BGT}$		
	controle=σel/fyk/(γBGT/100)		
	$\sigma_{el,UGT,1}$		
	*controle=((σN+σM,el)*γUGT/fyd*		
	$\sigma_{pl,UGT,1}$		
	*controle=((σN+σM,pl)*γUGT/fyd*		
	$\sigma_{el,UGT,2}$		
	*controle=σel,UGT,2/(fyd*kt)*		

Resultaten doorbuiging en krachten in de ankerstaaf

doorbuiging	y_0	0,098	m		
oorspr. ankerkracht	$F_{s;anker;BGT}$	2797	kN		
toename ankerkracht	$\Delta F_{s;anker;BGT}$	108	kN		
totale ankerkracht	$F_{s;anker;BGT}$	2906	kN		
	$F_{s;anker;UGT}$	3923	kN		
moment	$M_{s;anker;BGT}$	4,01	kNm		
	$M_{s;anker;UGT}$	5,41	kNm		
BGT-controle	σ_N	456,73	Mpa		
	$\sigma_{M,el}$	56,01	Mpa		
	$\sigma_{M,pl}$	32,99	Mpa		
	$\sigma_{el,BGT}$	512,74	Mpa		
	controle=σel/fyk/(γBGT/100)	0,73		✓	voldoet
	$\sigma_{pl,BGT}$	489,73	Mpa		
	controle=σel/fyk/(γBGT/100)	0,70		✓	voldoet
UGT-controle 1	$\sigma_{el,UGT,1}$	692,20			
	*controle=((σN+σM,el)*γUGT/fyd)²*	0,98		!	voldoet
	$\sigma_{pl,UGT,1}$	661,13	kN		
	*controle=((σN+σM,pl)*γUGT/fyd)²*	0,89		✓	voldoet
UGT-controle 2	$\sigma_{el,UGT,2}$	346,83	Mpa		
	*controle=σel,UGT,2/(fyd*kt)*	0,60		✓	voldoet

bestand #VALUE!
printtijd 06/03/2025 9:40

Ankerzakking 2.5

Berekening van door zakkende grond op buiging belaste ankerstangen
Controles conform EC1993-5 7.2

SWECO

Opdrachtnummer:	Noordelijk insteekdok - B10724-3		
Werkomschrijving:	Nazicht legankers - Haalbaarheidsstudie		
Betreft:	Geval BC1	Opsteller:	Haroun de Munck
		Controlleur:	

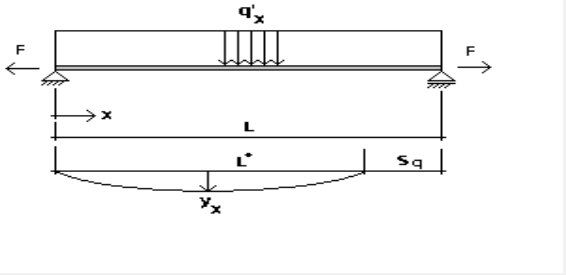
Invoer berekening belasting

zakking klei/veen (k) of zand (z)?		z	(zand)		
buitendiameter ankerstaaf	D_0	0,090	m (90 mm)		
buitendiameter ankerkop	Dk	0,120	m (120 mm)		
uniforme korrelspanning	$\sigma'_{v;z;gem}$	116,5	kPa		
gronddrukcoefficient	K	0,5	(0 < K < Kq)		
wandwrijvingshoek	δ	20	°		
gronddrukfactor op staaf	K'	1,2			
gronddruk op staaf	$q'_{x;grond}$	13,0	kN/m		
	$q_{x;eg}$	0,5	kN/m		
	$q_{x;totaal}$	13,5	kN/m	(q_0 =	17,22
zakking grond	w_{grond}	0,091		Doorbuiging	0,091
				Doorbuiging High	0,128693434
Ankerhoek (°)		0		Doorbuiging Low	0,064346717
ankerkracht UGT (step 6.1 t/m 6.4)	$F_{a;max;GT1}$	3746,61	kN (=1315 kN/m)		
ankerkracht BGT (step 6.5)	$F_{a;max;GT2}$	2676,15	kN (=939 kN/m)		
		939			

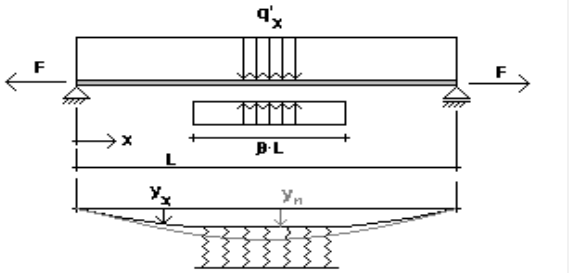
Invoer resultaten uit damwandberekeningen

horizontale beddingsconstante	c	20000	kN/m³
buigstijfheid combiwand	EI	1,81E+06	kNm²/m
golflengte damwand rond anker	λ	4,4	m
veerstijfheid uit damwandstijfheid	k' = a·c·λ	248629	kN/m
rekstijfheid ankerstang	EA_{staaf}	1335962	kN
buigstijfheid ankerstang	EI_{staaf}	676	kNm²
lengte	l	17,5	m
h.o.h. ankers	a	2,85	m
staalkwaliteit	f_{yk}	700	MPa
partiële factor	$\gamma_{m,0}$	1	
veiligheidsfactor UGT	γ_{UGT}	1,35	
maximaal belastingspercentage BGT	γ_{BGT}	100	%
reductiefactor spanningscombinatie	kt	0,9	

Geometrische	A_{anker}	6,36E-03	m²;	$I_{anker;el}$	3,22E-06	m4	
staafparameter	$W_{anker;el}$	7,16E-05	m³;	$W_{anker;pl}$	1,22E-04	m3	



$$\alpha(1+\alpha)^2 = \left(\frac{q_0 L}{F}\right)^2 \cdot \frac{1}{4\pi^2} \cdot \frac{EA}{F} \cdot \frac{1}{\left(1+\frac{EA}{ac\lambda L}\right)}$$



$$\alpha^2{}_n(1+\alpha_n) = \frac{q_0 L}{F} \cdot \left(\frac{y_n}{L}\right)^3 \cdot \left(\frac{\pi \cdot EA}{4F}\right)^2 \cdot \frac{1}{\left(1+\frac{EA}{ac\lambda L}\right)^2}$$

Handmatig bepalen vergrotingsfactor alfa voor $w_{grond} > y_0$

	n.v.t.
vergrotingsfactor α:	**10,12%**
rechter term:	1,23E-01
linker term:	1,23E-01

Solve

Handmatig bepalen vergrotingsfactor alfa voor $w_{grond} < y_0$

factor n	**1,99**
vergrotingsfactor α_n:	**3,71%**
rechter term:	1,42E-03
linker term:	1,42E-03
beta	0,313
breedte ondersteuning	5,47 m

Solve

$$1-\beta = \frac{1}{n^2} \cdot \frac{\alpha}{\alpha_n}$$

Resultaten doorbuiging en krachten in de ankerstaaf

	y_0	0,181	dus reken alfa voor wgrond < y0
	$F_{s;anker;BGT}$		
	$\Delta F_{s;anker;BGT}$		
	$F_{s;anker;BGT}$		
	$F_{s;anker;UGT}$		
	$M_{s;anker;BGT}$		
	$M_{s;anker;UGT}$		
	σ_N		
	$\sigma_{M,el}$		
	$\sigma_{M,pl}$		
	$\sigma_{el,BGT}$		
	controle=σel/fyk/(γBGT/100)		
	$\sigma_{pl,BGT}$		
	controle=σel/fyk/(γBGT/100)		
	$\sigma_{el,UGT,1}$		
	*controle=((σN+σM,el)*γUGT/fyd*		
	$\sigma_{pl,UGT,1}$		
	*controle=((σN+σM,pl)*γUGT/fyd*		
	$\sigma_{el,UGT,2}$		
	*controle=σel,UGT,2/(fyd*kt)*		

Resultaten doorbuiging en krachten in de ankerstaaf

doorbuiging	y_0	0,091	m		
oorspr. ankerkracht	$F_{s;anker;BGT}$	2676	kN		
toename ankerkracht	$\Delta F_{s;anker;BGT}$	99	kN		
totale ankerkracht	$F_{s;anker;BGT}$	2775	kN		
	$F_{s;anker;UGT}$	3747	kN		
moment	$M_{s;anker;BGT}$	4,20	kNm		
	$M_{s;anker;UGT}$	5,67	kNm		
BGT-controle	σ_N	436,26	Mpa		
	$\sigma_{M,el}$	58,64	Mpa		
	$\sigma_{M,pl}$	34,54	Mpa		
	$\sigma_{el,BGT}$	494,89	Mpa		
	controle=σel/fyk/(γBGT/100)	✓	0,71		voldoet
	$\sigma_{pl,BGT}$	470,80	Mpa		
	controle=σel/fyk/(γBGT/100)	✓	0,67		voldoet
UGT-controle 1	$\sigma_{el,UGT,1}$	668,11			
	*controle=((σN+σM,el)*γUGT/fyd)²*	✓	0,91		voldoet
	$\sigma_{pl,UGT,1}$	635,58	kN		
	*controle=((σN+σM,pl)*γUGT/fyd)²*	✓	0,82		voldoet
UGT-controle 2	$\sigma_{el,UGT,2}$	331,28	Mpa		
	*controle=σel,UGT,2/(fyd*kt)*	✓	0,58		voldoet

bestand #VALUE!
printtijd 06/03/2025 9:42

Ankerzakking 2.5

Berekening van door zakkende grond op buiging belaste ankerstangen
Controles conform EC1993-5 7.2

SWECO

Opdrachtnummer:	Noordelijk insteekdok - B10724-3		
Werkomschrijving:	Nazicht legankers - Haalbaarheidsstudie		
Betreft:	Geval BC2	Opsteller:	Haroun de Munck
		Controlleur:	

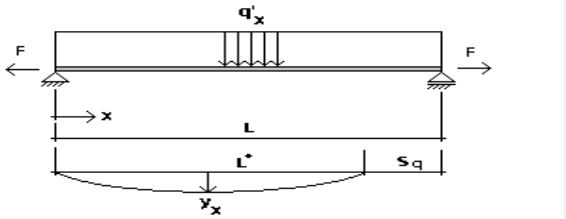
Invoer berekening belasting

zakking klei/veen (k) of zand (z)?		z	(zand)		
buitendiameter ankerstaaf	D_0	0,090	m (90 mm)		
buitendiameter ankerkop	Dk	0,120	m (120 mm)		
uniforme korrelspanning	$\sigma'_{v;z;gem}$	116,5	kPa		
gronddrukcoefficient	K	0,5	(0 < K < Kq)		
wandwrijvingshoek	δ	20	°		
gronddrukfactor op staaf	K'	1,2			
gronddruk op staaf	$q'_{x;grond}$	13,0	kN/m		
	$q_{x;eg}$	0,5	kN/m		
	$q_{x;totaal}$	13,5	kN/m	(q_0 =	17,22
zakking grond	w_{grond}	0,092	Doorbuiging		0,092
			Doorbuiging High		0,130107648
Ankerhoek (°)		0	Doorbuiging Low		0,065053824
ankerkracht UGT (step 6.1 t/m 6.4)	$F_{a;max;GT1}$	3771,348	kN (=1323 kN/m)		
ankerkracht BGT (step 6.5)	$F_{a;max;GT2}$	2693,82	kN (=945 kN/m)		
		945,2			

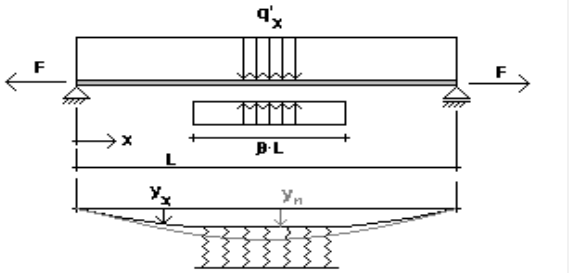
Invoer resultaten uit damwandberekeningen

horizontale beddingsconstante	c	20000	kN/m³
buigstijfheid combiwand	EI	1,81E+06	kNm²/m
golflengte damwand rond anker	λ	4,4	m
veerstijfheid uit damwandstijfheid	k' = a·c·λ	248629	kN/m
rekstijfheid ankerstang	EA_{staaf}	1335962	kN
buigstijfheid ankerstang	EI_{staaf}	676	kNm²
lengte	l	17,5	m
h.o.h. ankers	a	2,85	m
staalkwaliteit	f_{yk}	700	MPa
partiële factor	$\gamma_{m,0}$	1	
veiligheidsfactor UGT	γ_{UGT}	1,35	
maximaal belastingspercentage BGT	γ_{BGT}	100	%
reductiefactor spanningscombinatie	kt	0,9	

Geometrische	A_{anker}	6,36E-03	m²;	$I_{anker;el}$	3,22E-06	m4	
staafparameter	$W_{anker;el}$	7,16E-05	m³;	$W_{anker;pl}$	1,22E-04	m3	



$$\alpha(1+\alpha)^2 = \left(\frac{q_0 L}{F}\right)^2 \cdot \frac{1}{4\pi^2} \cdot \frac{EA}{F} \cdot \frac{1}{\left(1+\frac{EA}{ac\lambda L}\right)}$$



$$\alpha^2{}_n(1+\alpha_n) = \frac{q_0 L}{F} \cdot \left(\frac{y_n}{L}\right)^3 \cdot \left(\frac{\pi \cdot EA}{4F}\right)^2 \cdot \frac{1}{\left(1+\frac{EA}{ac\lambda L}\right)^2}$$

Handmatig bepalen vergrotingsfactor alfa voor $w_{grond} > y_0$

	n.v.t.
vergrotingsfactor α:	**9,95%**
rechter term:	1,20E-01
linker term:	1,20E-01

Solve

Handmatig bepalen vergrotingsfactor alfa voor $w_{grond} < y_0$

factor n	**1,96**
vergrotingsfactor α_n:	**3,73%**
rechter term:	1,44E-03
linker term:	1,44E-03
beta	0,306
breedte ondersteuning	5,36 m

Solve

$$1-\beta = \frac{1}{n^2} \cdot \frac{\alpha}{\alpha_n}$$

Resultaten doorbuiging en krachten in de ankerstaaf

	y_0	0,180	dus reken alfa voor wgrond < y0
	$F_{s;anker;BGT}$		
	$\Delta F_{s;anker;BGT}$		
	$F_{s;anker;BGT}$		
	$F_{s;anker;UGT}$		
	$M_{s;anker;BGT}$		
	$M_{s;anker;UGT}$		
	σ_N		
	$\sigma_{M,el}$		
	$\sigma_{M,pl}$		
	$\sigma_{el,BGT}$		
	controle=σel/fyk/(γBGT/100)		
	$\sigma_{pl,BGT}$		
	controle=σel/fyk/(γBGT/100)		
	$\sigma_{el,UGT,1}$		
	*controle=((σN+σM,el)*γUGT/fyd*		
	$\sigma_{pl,UGT,1}$		
	*controle=((σN+σM,pl)*γUGT/fyd*		
	$\sigma_{el,UGT,2}$		
	*controle=σel,UGT,2/(fyd*kt)*		

Resultaten doorbuiging en krachten in de ankerstaaf

doorbuiging	y_0	0,092	m		
oorspr. ankerkracht	$F_{s;anker;BGT}$	2694	kN		
toename ankerkracht	$\Delta F_{s;anker;BGT}$	100	kN		
totale ankerkracht	$F_{s;anker;BGT}$	2794	kN		
	$F_{s;anker;UGT}$	3772	kN		
moment	$M_{s;anker;BGT}$	4,17	kNm		
	$M_{s;anker;UGT}$	5,63	kNm		
BGT-controle	σ_N	439,24	Mpa		
	$\sigma_{M,el}$	58,24	Mpa		
	$\sigma_{M,pl}$	34,31	Mpa		
	$\sigma_{el,BGT}$	497,48	Mpa		
	controle=σel/fyk/(γBGT/100)	0,71		✓	voldoet
	$\sigma_{pl,BGT}$	473,54	Mpa		
	controle=σel/fyk/(γBGT/100)	0,68		✓	voldoet
UGT-controle 1	$\sigma_{el,UGT,1}$	671,59			
	*controle=((σN+σM,el)*γUGT/fyd)²*	0,92		✓	voldoet
	$\sigma_{pl,UGT,1}$	639,28	kN		
	*controle=((σN+σM,pl)*γUGT/fyd)²*	0,83		✓	voldoet
UGT-controle 2	$\sigma_{el,UGT,2}$	333,55	Mpa		
	*controle=σel,UGT,2/(fyd*kt)*	0,58		✓	voldoet

bestand #VALUE!
printtijd 06/03/2025 9:43

Ankerzakking 2.5

Berekening van door zakkende grond op buiging belaste ankerstangen
Controles conform EC1993-5 7.2

SWECO

Opdrachtnummer:	Noordelijk insteekdok - B10724-3		
Werkomschrijving:	Nazicht legankers - Haalbaarheidsstudie		
Betreft:	Geval BC2	Opsteller:	Haroun de Munck
		Controlleur:	

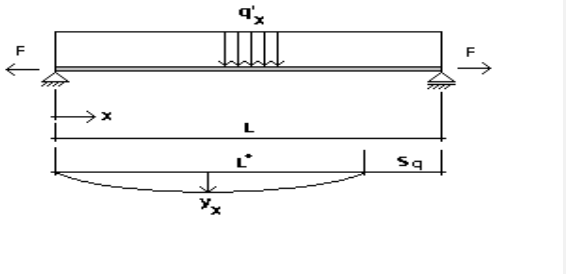
Invoer berekening belasting

zakking klei/veen (k) of zand (z)?		z	(zand)		
buitendiameter ankerstaaf	D_0	0,090	m (90 mm)		
buitendiameter ankerkop	Dk	0,120	m (120 mm)		
uniforme korrelspanning	$\sigma'_{v;z;gem}$	116,5	kPa		
gronddrukcoefficient	K	0,5	(0 < K < Kq)		
wandwrijvingshoek	δ	20	°		
gronddrukfactor op staaf	K'	1,2			
gronddruk op staaf	$q'_{x;grond}$	13,0	kN/m		
	$q_{x;eg}$	0,5	kN/m		
	$q_{x;totaal}$	13,5	kN/m (q_0 =	17,22	
zakking grond	w_{grond}	0,091	Doorbuiging	0,091	
			Doorbuiging High	0,128693434	
Ankerhoek (°)		0	Doorbuiging Low	0,064346717	
ankerkracht UGT (step 6.1 t/m 6.4)	$F_{a;max;GT1}$	3800,475	kN (=1334 kN/m)		
ankerkracht BGT (step 6.5)	$F_{a;max;GT2}$	2714,625	kN (=953 kN/m)		
		952,5			

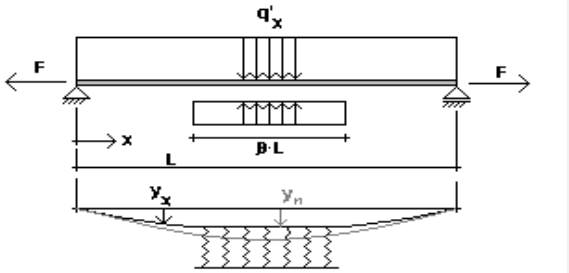
Invoer resultaten uit damwandberekeningen

horizontale beddingsconstante	c	20000	kN/m³
buigstijfheid combiwand	EI	1,81E+06	kNm²/m
golflengte damwand rond anker	λ	4,4	m
veerstijfheid uit damwandstijfheid	k' = a·c·λ	248629	kN/m
rekstijfheid ankerstang	EA_{staaf}	1335962	kN
buigstijfheid ankerstang	EI_{staaf}	676	kNm²
lengte	l	17,5	m
h.o.h. ankers	a	2,85	m
staalkwaliteit	f_{yk}	700	MPa
partiële factor	$\gamma_{m,0}$	1	
veiligheidsfactor UGT	γ_{UGT}	1,35	
maximaal belastingspercentage BGT	γ_{BGT}	100	%
reductiefactor spanningscombinatie	kt	0,9	

Geometrische	A_{anker}	6,36E-03	m²;	$I_{anker;el}$	3,22E-06	m4	
staafparameter	$W_{anker;el}$	7,16E-05	m³;	$W_{anker;pl}$	1,22E-04	m3	



$$\alpha(1+\alpha)^2 = \left(\frac{q_0 L}{F}\right)^2 \cdot \frac{1}{4\pi^2} \cdot \frac{EA}{F} \cdot \frac{1}{\left(1+\frac{EA}{ac\lambda L}\right)}$$



$$\alpha^2{}_n(1+\alpha_n) = \frac{q_0 L}{F} \cdot \left(\frac{y_n}{L}\right)^3 \cdot \left(\frac{\pi \cdot EA}{4F}\right)^2 \cdot \frac{1}{\left(1+\frac{EA}{ac\lambda L}\right)^2}$$

Handmatig bepalen vergrotingsfactor alfa voor $w_{grond} > y_0$

	n.v.t.
vergrotingsfactor α:	**13,89%**
rechter term:	1,18E-01
linker term:	1,80E-01

Solve

Handmatig bepalen vergrotingsfactor alfa voor $w_{grond} < y_0$

factor n	**1,90**
vergrotingsfactor α_n:	**3,91%**
rechter term:	1,37E-03
linker term:	1,59E-03
beta	0,015
breedte ondersteuning	0,26 m

Solve

$$1-\beta = \frac{1}{n^2} \cdot \frac{\alpha}{\alpha_n}$$

Resultaten doorbuiging en krachten in de ankerstaaf

	y_0	0,173	dus reken alfa voor wgrond < y0
	$F_{s;anker;BGT}$		
	$\Delta F_{s;anker;BGT}$		
	$F_{s;anker;BGT}$		
	$F_{s;anker;UGT}$		
	$M_{s;anker;BGT}$		
	$M_{s;anker;UGT}$		
	σ_N		
	$\sigma_{M,el}$		
	$\sigma_{M,pl}$		
	$\sigma_{el,BGT}$		
	controle=σel/fyk/(γBGT/100)		
	$\sigma_{pl,BGT}$		
	controle=σel/fyk/(γBGT/100)		
	$\sigma_{el,UGT,1}$		
	*controle=((σN+σM,el)*γUGT/fyd*		
	$\sigma_{pl,UGT,1}$		
	*controle=((σN+σM,pl)*γUGT/fyd*		
	$\sigma_{el,UGT,2}$		
	*controle=σel,UGT,2/(fyd*kt)*		

Resultaten doorbuiging en krachten in de ankerstaaf

doorbuiging	y_0	0,091	m		
oorspr. ankerkracht	$F_{s;anker;BGT}$	2715	kN		
toename ankerkracht	$\Delta F_{s;anker;BGT}$	106	kN		
totale ankerkracht	$F_{s;anker;BGT}$	2821	kN		
	$F_{s;anker;UGT}$	3808	kN		
moment	$M_{s;anker;BGT}$	4,13	kNm		
	$M_{s;anker;UGT}$	5,57	kNm		
BGT-controle	σ_N	443,39	Mpa		
	$\sigma_{M,el}$	57,69	Mpa		
	$\sigma_{M,pl}$	33,98	Mpa		
	$\sigma_{el,BGT}$	501,09	Mpa		
	controle=σel/fyk/(γBGT/100)	✓	0,72		voldoet
	$\sigma_{pl,BGT}$	477,38	Mpa		
	controle=σel/fyk/(γBGT/100)	✓	0,68		voldoet
UGT-controle 1	$\sigma_{el,UGT,1}$	676,47			
	*controle=((σN+σM,el)*γUGT/fyd)²*	✓	0,93		voldoet
	$\sigma_{pl,UGT,1}$	644,46	kN		
	*controle=((σN+σM,pl)*γUGT/fyd)²*	✓	0,85		voldoet
UGT-controle 2	$\sigma_{el,UGT,2}$	336,70	Mpa		
	*controle=σel,UGT,2/(fyd*kt)*	✓	0,58		voldoet

bestand #VALUE!
printtijd 06/03/2025 9:44

Bijlage 4
Controle draagvermogen buispalen combiwand

CS 07002 Paal 0.8

Grondmechanisch ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk en trek belaste funderingspalen

Conform NBN EN 1997-1 en WTCB-rapport nr. 19 - 2016

Sweco Belgium, 2016

Project:	Noordelijk Insteekdok
Onderdeel:	Buispaal combiwand voor - zonder propvorming Haalbaarheidsstudie
Projectnummer:	B10724-3
Opdrachtgever:	PoAB
Revisie:	0
Datum:	donderdag 6 maart 2025
Geotechnisch ingenieur:	HDM
Contact:	Sweco Belgium - Kantoor Gent Elfjulistraat 43 B-9000 Gent T: +32 9 241 59 20 F: +32 9 296 11 10 gent@swecobelgium.be www.swecobelgium.be

CS 07002 Paal 0.8

1 Inleiding

1.1 Beschrijving

Dit rapport betreft grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen. Het gaat hierbij om de volgende onderdelen/aspecten:

- Keuze van het paaltype;
- Dimensionering paal;
- Bepaling paaldraagvermogen;

1.2 Uitgangspunten

Het toepassingsdocument "Grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen" van het WTCB (nr. 19 - 2016) is normatief voor axiaal op druk belaste funderingspalen.
In België wordt Ontwerpbenadering 1 aangehouden. De benadering bestaat uit 2 combinaties. Wat betreft het draagvermogen van axiaal belaste palen, zal combinatie 2 meestal doorslaggevend zijn. Voor de structurele berekening van de paal zal combinatie 1 meestal maatgevend zijn. Voor trekpalen bij opdrijven geldt EC7-UPL.

Het aanzetpeil en de diameter van de paal worden bepaald aan de hand van berekeningen.

2 Gegevens

2.1 Paaleigenschappen

Buitendiameter	D =	1,420	m
Wanddikte	e =	0,024	m
Oppervlakte basis	A_B =	0,053	m²
Paalomtrek	χs =	8,847	m
Equivalente diameter	$D_{b,eq}$ =	0,033	m
Afkappeil paal	z_{top} =	5,00	mTAW
Aanzetpeil paal	z_{base} =	-30,00	mTAW (de paallengte is 35,00 m)
Soortelijk gewicht paal	γ_{mat} =	78,50	kN/m³

Geen ontgravingsreductie

Paaltype:

Cat. II - Geheid - Open stalen buispaal situatie zonder propvorming

Vorm paal **cirkelvormig**
Statische belastingsproef **zonder SLT**
Kwaliteitsgarantie ☑

2.2 Belastingen

De paal ondergaat belastingen zoals bekomen in de desbetreffende ontwerpnota van het kunstwerk. Een overzicht van de belastingen wordt gegeven in onderstaande tabelllen.

		Druk	Trek
Permanent	**Ongunstig**	2.447 kN	-
	Gunstig	-	-
Variabel	**Ongunstig**	-	-
(standaard)	**Gunstig**	-	-

Tabel 2.1 Belastingen uitgeoefend op de paal

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
$\gamma_{G;dst}$	1,00	1,35	1,00
$\gamma_{G;stb}$	1,00	1,00	0,90
$\gamma_{Q;dst}$	1,00	1,50	1,50
$\gamma_{Q;stb}$	0,00	0,00	0,00
Druk	**2447 kN**	**3303 kN**	**-**
Trek	**0 kN**	**0 kN**	**0 kN**

Wisselbelasting ☐

De grafieken en berekeningen per sondering zijn weergegeven in: EC7-STR/GEO

2.3 Factoren

Zoals beschreven in het toepassingsdocument van het WTCB zijn verschillende factoren van toepassing. In onderstaande tabellen worden de factoren die van toepassing zijn voor de gekozen configuratie per categorie weergegeven.

	Tert. Klei	Andere
α_b	1,00	1,00
$\alpha_{s,i}$	0,60	0,60
ε_b	1,00	1,00

Tabel 2.2 Installatiefactoren

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
γ_b	1,00	1,00	-
γ_s	1,00	1,00	1,40
$\gamma_{s;t}$	1,25		

Tabel 2.3 Partiële factoren

Aantal palen	1-3
ξ_3	1,40
ξ_4	1,40

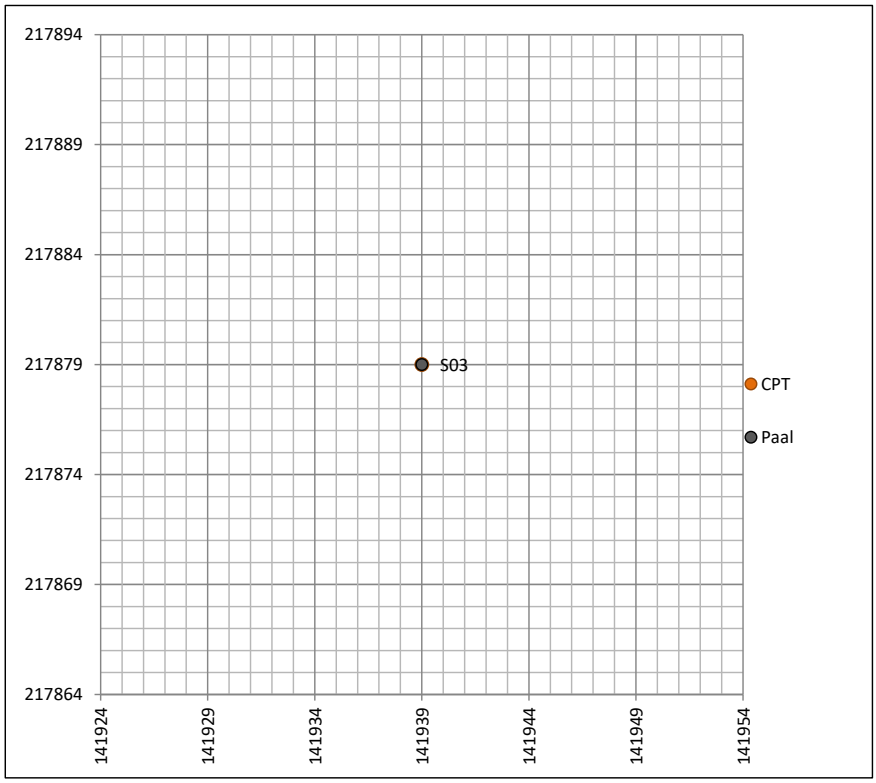
Tabel 2.4 Correlatiefactoren

λ	1,00
$\gamma_{r,d}$	1,00
β	1,00

Tabel 2.5 Overige factoren

2.4 Sonderingen

De situatieschets in Figuur 2.1 geeft weer waar de verschillende sonderingen zijn uitgevoerd in het projectgebied. De sonderingen die maatgevend zijn voor de geotechnische analyses met betrekking tot het kunstwerk zijn toegevoegd in Bijlage 1.



Figuur 2.1 Inplanting sonderingen en paal

Onderstaande tabel geeft de maatgevende sonderingen met hun corresponderende gegevens weer.

Tabel 2.6 Overzicht van de beschikbare sonderingen

Volgnr	Proefnummer	X (m)	Y (m)	Z (mTAW)	Diepte (m)	Conus	q_c [Mpa]	$q_{c;De\ Beer}$ [MPa]
01	S03	141938,6	217878,6	-14,8	19,8	E	4,7	4,7

3 Berekening verticaal draagvermogen

3.1 Beschrijving

Om aan te tonen dat een paalfundering in staat is de voorziene belastingen op te nemen zonder risico op een grondmechanische breuk, moet aan onderstaande ongelijkheid voldaan worden [NBN EN 1997-1 § 7.6.2.1 (1)] :

$$F_{c,d} \leq R_{c,d}$$

waarbij:

- $F_{c,d}$: de rekenwaarde van de axiale drukbelasting op de paalfundering (zie Tabel 2.1);
- $R_{c,d}$: de rekenwaarde van het draagvermogen van de grond bij op druk belaste palen (zie onderstaande berekeningen).

3.2 Rekenwaarde draagvermogen

De rekenwaarde voor het paaldraagvermogen aan de hand van het WTCB-rapport wordt voor de gegevens sonderingen als volgt bekomen.

1. Bepaling van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_b, R_s**
2. Bepaling van het totaal draagvermogen als som van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_c**
3. Bepaling van het gekalibreerde draagvermogen; **$R_{c;cal}$**

$R_{c;cal;01}$ = 4687,5 kN

Het minimum en gemiddeld gekalibreerde draagvermogen is dan:

$R_{c;cal,min}$ = 4687,5 kN

$R_{c;cal,mean}$ = 4687,5 kN

4. Bepaling van het karakteristieke draagvermogen; **$R_{c,k}$**

$$R_{c,k} = \min\left\{\frac{(R_{c,cal})_{gemiddeld}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4}\right\}$$

= 3348,2 kN (het gemiddelde is maatgevend)

5. Bepaling van de rekenwaarde van het draagvermogen. **$R_{c,d}$**

$$R_{c,d} = R_{b,k} / \gamma_b + R_{s,k} / \gamma_s$$

Voor de ontwerpbenaderingen combinatie 1 wordt volgende rekenwaarden van het draagvermogen in vergelijking met het nodig draagvermogen verkregen:

	$R_{c,d}$		$F_{c,d}$	SF
BGT-K	3348,2 kN	≥	2446,7 kN	1,37
O.B.1.1	3348,2 kN	≥	3303,0 kN	1,01

Uit berekeningen blijkt dat de gegeven paalfundering voldoet voor de opgegeven belastingen bij beide belastingscombinaties.

p. 6-1

Sondering: S03

Maaiveldpeil	-14,80	mTAW
Stap	0,20	m
X-coordinaat	141938,59	m
Y-coordinaat	217878,59	m
Gewicht water	10,00	kN/m3
Diepte watertafel	-10,00	m
Top pos. Wrijving	-23,20	mTAW
O.k. neg.wrijving	-23,20	mTAW
Diameter conus	0,036	m
Type conus	E	
Diameter paal	0,033	m

	Tert. Klei	Andere
ω	1	1
α_b	1	1
ε_b	1,00	1
β	1	1
λ	1	1
$\alpha_{s,i}$	0,6	0,6

Grondsoort	q_c [Mpa]	η^*_p of q_s [-] of [Mpa]	R_f* [%]	Notatie tabel
Klei	1 - 4,5	η^*_p = 1/30	3 - 6%	klei Tertklei
	> 4,5	q_s = 0,150		
Leem	1 - 6	η^*_p = 1/60	2 - 3%	leem
	> 6	q_s = 0,100		
Zandhoudende klei/leem	1 - 10	η^*_p = 1/80	1 - 2%	gemengd
Kleihoudende zand/leem	> 10	q_s = 0,125		
Zand	1 - 10	η^*_p = 1/90	< 1%	zand
	10 - 20	$q_s = 0{,}110+0{,}004*(q_c-10)$		
	> 20	q_s = 0,150		

Nr. 100	Diepte m	Peil mTAW	q_c Mpa	Grondsoort	γ_d kN/m³	γ_n kN/m³	$q_{c;reductie}$ Mpa	$q_{c\ de\ beer}$ N/mm²	R_b kN	$q_{s,i}$ N/m²	$\alpha_{s,i} . h_i . q_{s,i}$ N/m	R_s kN	Rc,d (OB11) kN	Rt,d (OB11) kN
1	0,00	-14,80	1,18	zand	17,00	19,00	0,00	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,0	0,0	72,0
2	0,20	-15,00	2,99	zand	17,00	19,00	2,99	3,187	169,1	0,0332	0,000	0,0	120,8	72,7
3	0,40	-15,20	2,65	zand	17,00	19,00	2,65	2,987	158,5	0,0294	0,000	0,0	113,2	73,4
4	0,60	-15,40	2,14	zand	17,00	19,00	2,14	2,045	108,5	0,0238	0,000	0,0	77,5	74,2
5	0,80	-15,60	2,00	zand	17,00	19,00	2,00	1,978	105,0	0,0222	0,000	0,0	75,0	74,9
6	1,00	-15,80	3,73	zand	17,00	19,00	3,73	3,727	197,8	0,0414	0,000	0,0	141,3	75,6
7	1,20	-16,00	7,27	zand	17,00	19,00	7,27	7,268	385,8	0,0808	0,000	0,0	275,6	76,4
8	1,40	-16,20	8,08	zand	17,00	19,00	8,08	8,080	428,9	0,0898	0,000	0,0	306,3	77,1
9	1,60	-16,40	8,77	zand	17,00	19,00	8,77	8,766	465,3	0,0974	0,000	0,0	332,4	77,8
10	1,80	-16,60	8,98	zand	17,00	19,00	8,98	8,957	475,4	0,0998	0,000	0,0	339,6	78,5
11	2,00	-16,80	8,33	zand	17,00	19,00	8,33	8,249	437,9	0,0926	0,000	0,0	312,8	79,3
12	2,20	-17,00	9,43	zand	17,00	19,00	9,43	9,433	500,7	0,1048	0,000	0,0	357,6	80,0
13	2,40	-17,20	9,32	zand	17,00	19,00	9,32	9,276	492,4	0,1035	0,000	0,0	351,7	80,7
14	2,60	-17,40	8,59	zand	17,00	19,00	8,59	8,512	451,8	0,0954	0,000	0,0	322,7	81,4
15	2,80	-17,60	8,72	zand	17,00	19,00	8,72	8,706	462,1	0,0968	0,000	0,0	330,1	82,2
16	3,00	-17,80	7,80	zand	17,00	19,00	7,80	7,711	409,3	0,0867	0,000	0,0	292,4	82,9
17	3,20	-18,00	9,27	zand	17,00	19,00	9,27	9,271	492,1	0,1030	0,000	0,0	351,5	83,6
18	3,40	-18,20	8,22	zand	17,00	19,00	8,22	8,125	431,3	0,0914	0,000	0,0	308,1	84,4
19	3,60	-18,40	9,14	zand	17,00	19,00	9,14	9,143	485,3	0,1016	0,000	0,0	346,7	85,1
20	3,80	-18,60	8,90	zand	17,00	19,00	8,90	8,868	470,7	0,0989	0,000	0,0	336,2	85,8
21	4,00	-18,80	9,64	zand	17,00	19,00	9,64	9,640	511,7	0,1071	0,000	0,0	365,5	86,5
22	4,20	-19,00	9,22	zand	17,00	19,00	9,22	9,173	486,9	0,1025	0,000	0,0	347,8	87,3
23	4,40	-19,20	9,45	zand	17,00	19,00	9,45	9,452	501,7	0,1050	0,000	0,0	358,4	88,0
24	4,60	-19,40	8,71	zand	17,00	19,00	8,71	8,637	458,5	0,0968	0,000	0,0	327,5	88,7
25	4,80	-19,60	8,64	zand	17,00	19,00	8,64	8,627	457,9	0,0960	0,000	0,0	327,1	89,4
26	5,00	-19,80	7,78	zand	17,00	19,00	7,78	7,707	409,1	0,0865	0,000	0,0	292,2	90,2
27	5,20	-20,00	8,48	zand	17,00	19,00	8,48	8,482	450,2	0,0942	0,000	0,0	321,6	90,9
28	5,40	-20,20	8,67	zand	17,00	19,00	8,67	8,672	460,3	0,0964	0,000	0,0	328,8	91,6
29	5,60	-20,40	9,20	zand	17,00	19,00	9,20	9,199	488,3	0,1022	0,000	0,0	348,8	92,4
30	5,80	-20,60	8,95	zand	17,00	19,00	8,95	8,916	473,3	0,0994	0,000	0,0	338,0	93,1
31	6,00	-20,80	9,01	zand	17,00	19,00	9,01	9,006	478,0	0,1001	0,000	0,0	341,5	93,8
32	6,20	-21,00	9,43	zand	17,00	19,00	9,43	9,429	500,5	0,1048	0,000	0,0	357,5	94,5
33	6,40	-21,20	10,12	zand	17,00	19,00	10,12	10,117	537,0	0,1105	0,000	0,0	383,6	95,3
34	6,60	-21,40	9,74	zand	17,00	19,00	9,74	9,701	514,9	0,1082	0,000	0,0	367,8	96,0
35	6,80	-21,60	10,38	zand	17,00	19,00	10,38	10,381	551,0	0,1115	0,000	0,0	393,6	96,7
36	7,00	-21,80	9,82	zand	17,00	19,00	9,82	9,761	518,1	0,1091	0,000	0,0	370,1	97,4
37	7,20	-22,00	10,13	zand	17,00	19,00	10,13	10,127	537,5	0,1105	0,000	0,0	384,0	98,2

p. 6-2

38	**7,40**	**-22,20**	10,11	zand	17,00	19,00	10,11	10,098	536,0	0,1104	0,000	0,0	382,9	98,9
39	**7,60**	**-22,40**	10,74	zand	17,00	19,00	10,74	10,737	569,9	0,1129	0,000	0,0	407,1	99,6
40	**7,80**	**-22,60**	10,70	zand	17,00	19,00	10,70	10,685	567,2	0,1128	0,000	0,0	405,1	100,4
41	**8,00**	**-22,80**	10,42	zand	17,00	19,00	10,42	10,388	551,4	0,1117	0,000	0,0	393,9	101,1
42	**8,20**	**-23,00**	9,12	zand	17,00	19,00	9,12	9,020	478,8	0,1014	0,000	0,0	342,0	101,8
43	**8,40**	**-23,20**	10,31	zand	17,00	19,00	10,31	10,313	547,4	0,1113	0,013	118,1	475,4	170,0
44	**8,60**	**-23,40**	10,06	zand	17,00	19,00	10,06	10,035	532,7	0,1103	0,013	235,2	548,4	237,6
45	**8,80**	**-23,60**	8,88	zand	17,00	19,00	8,88	8,783	466,2	0,0986	0,012	339,9	575,8	298,2
46	**9,00**	**-23,80**	10,09	zand	17,00	19,00	10,09	10,094	535,8	0,1104	0,013	457,0	709,2	365,9
47	**9,20**	**-24,00**	10,02	zand	17,00	19,00	10,02	10,007	531,2	0,1101	0,013	573,9	789,3	433,4
48	**9,40**	**-24,20**	10,38	zand	17,00	19,00	10,38	10,381	551,0	0,1115	0,013	692,3	888,1	501,8
49	**9,60**	**-24,40**	9,36	zand	17,00	19,00	9,36	9,275	492,3	0,1040	0,012	802,7	925,0	565,6
50	**9,80**	**-24,60**	9,46	zand	17,00	19,00	9,46	9,455	501,9	0,1051	0,013	914,2	1011,5	630,1
51	**10,00**	**-24,80**	7,00	zand	17,00	19,00	7,00	6,808	361,4	0,0778	0,009	996,8	970,1	678,0
52	**10,20**	**-25,00**	2,95	Tertklei	19,00	19,00	2,95	2,651	140,8	0,0982	0,012	1101,1	887,1	738,3
53	**10,40**	**-25,20**	3,04	Tertklei	19,00	19,00	3,04	3,041	161,5	0,1014	0,012	1208,7	978,7	800,5
54	**10,60**	**-25,40**	3,32	Tertklei	19,00	19,00	3,32	3,321	176,4	0,1107	0,013	1326,2	1073,3	868,4
55	**10,80**	**-25,60**	3,79	Tertklei	19,00	19,00	3,79	3,785	201,1	0,1262	0,015	1460,1	1186,6	945,6
56	**11,00**	**-25,80**	3,55	Tertklei	19,00	19,00	3,55	3,531	187,6	0,1184	0,014	1585,8	1266,7	1018,2
57	**11,20**	**-26,00**	2,95	Tertklei	19,00	19,00	2,95	2,899	154,0	0,0982	0,012	1690,0	1317,1	1078,4
58	**11,40**	**-26,20**	3,14	Tertklei	19,00	19,00	3,14	3,142	166,9	0,1047	0,013	1801,2	1405,8	1142,7
59	**11,60**	**-26,40**	3,32	Tertklei	19,00	19,00	3,32	3,323	176,5	0,1108	0,013	1918,8	1496,6	1210,6
60	**11,80**	**-26,60**	3,21	Tertklei	19,00	19,00	3,21	3,202	170,1	0,1071	0,013	2032,4	1573,2	1276,3
61	**12,00**	**-26,80**	4,19	Tertklei	19,00	19,00	4,19	4,194	222,8	0,1398	0,017	2180,9	1716,9	1361,8
62	**12,20**	**-27,00**	4,61	Tertklei	19,00	19,00	4,61	4,613	245,0	0,1500	0,018	2340,1	1846,5	1453,6
63	**12,40**	**-27,20**	4,50	Tertklei	19,00	19,00	4,50	4,492	238,6	0,1500	0,018	2499,3	1955,7	1545,3
64	**12,60**	**-27,40**	4,40	Tertklei	19,00	19,00	4,40	4,387	233,0	0,1466	0,018	2654,9	2062,8	1634,9
65	**12,80**	**-27,60**	3,84	Tertklei	19,00	19,00	3,84	3,792	201,4	0,1279	0,015	2790,7	2137,2	1713,2
66	**13,00**	**-27,80**	4,31	Tertklei	19,00	19,00	4,31	4,306	228,7	0,1435	0,017	2943,1	2265,6	1801,0
67	**13,20**	**-28,00**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74	4,739	251,7	0,1500	0,018	3102,3	2395,7	1892,7
68	**13,40**	**-28,20**	4,18	Tertklei	19,00	19,00	4,18	4,140	219,9	0,1395	0,017	3250,4	2478,8	1978,1
69	**13,60**	**-28,40**	4,26	Tertklei	19,00	19,00	4,26	4,262	226,4	0,1421	0,017	3401,2	2591,1	2065,0
70	**13,80**	**-28,60**	4,68	Tertklei	19,00	19,00	4,68	4,676	248,4	0,1500	0,018	3560,4	2720,6	2156,7
71	**14,00**	**-28,80**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	4,527	240,5	0,1500	0,018	3719,7	2828,7	2248,4
72	**14,20**	**-29,00**	4,34	Tertklei	19,00	19,00	4,34	4,320	229,5	0,1446	0,017	3873,1	2930,4	2336,8
73	**14,40**	**-29,20**	3,10	Tertklei	19,00	19,00	3,10	3,006	159,7	0,1033	0,012	3982,8	2958,9	2400,3
74	**14,60**	**-29,40**	4,10	Tertklei	19,00	19,00	4,10	4,097	217,6	0,1366	0,016	4127,8	3103,9	2483,8
75	**14,80**	**-29,60**	4,21	Tertklei	19,00	19,00	4,21	4,205	223,4	0,1402	0,017	4276,6	3214,3	2569,6
76	**15,00**	**-29,80**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74	4,737	251,6	0,1500	0,018	4435,9	3348,2	2661,3
77	**15,20**	**-30,00**	5,81	Tertklei	19,00	19,00	5,81	5,807	308,5	0,1500	0,018	4595,1	3502,5	2753,0
78	**15,40**	**-30,20**	5,56	Tertklei	19,00	19,00	5,56	5,541	294,3	0,1500	0,018	4754,3	3606,2	2844,8
79	**15,60**	**-30,40**	4,94	Tertklei	19,00	19,00	4,94	4,896	260,1	0,1500	0,018	4913,6	3695,5	2936,5
80	**15,80**	**-30,60**	4,38	Tertklei	19,00	19,00	4,38	4,340	230,5	0,1460	0,018	5068,6	3785,1	3025,8
81	**16,00**	**-30,80**	3,80	Tertklei	19,00	19,00	3,80	3,762	199,8	0,1268	0,015	5203,2	3859,3	3103,4
82	**16,20**	**-31,00**	3,90	Tertklei	19,00	19,00	3,90	3,899	207,1	0,1300	0,016	5341,2	3963,1	3183,0
83	**16,40**	**-31,20**	4,35	Tertklei	19,00	19,00	4,35	4,347	230,9	0,1449	0,017	5495,0	4089,9	3271,6
84	**16,60**	**-31,40**	4,24	Tertklei	19,00	19,00	4,24	4,232	224,8	0,1414	0,017	5645,1	4192,8	3358,1
85	**16,80**	**-31,60**	3,71	Tertklei	19,00	19,00	3,71	3,667	194,8	0,1236	0,015	5776,3	4265,1	3433,8
86	**17,00**	**-31,80**	4,38	Tertklei	19,00	19,00	4,38	4,384	232,9	0,1461	0,018	5931,5	4403,1	3523,2
87	**17,20**	**-32,00**	4,45	Tertklei	19,00	19,00	4,45	4,445	236,1	0,1482	0,018	6088,8	4517,8	3613,8
88	**17,40**	**-32,20**	4,26	Tertklei	19,00	19,00	4,26	4,242	225,3	0,1419	0,017	6239,5	4617,7	3700,7
89	**17,60**	**-32,40**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	4,535	240,9	0,1500	0,018	6398,7	4742,6	3792,4
90	**17,80**	**-32,60**	4,42	Tertklei	19,00	19,00	4,42	4,405	234,0	0,1472	0,018	6555,0	4849,2	3882,4
91	**18,00**	**-32,80**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05	5,047	268,1	0,1500	0,018	6714,2	4987,3	3974,1
92	**18,20**	**-33,00**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	4,495	238,8	0,1500	0,018	6873,4	5080,1	4065,9
93	**18,40**	**-33,20**	4,73	Tertklei	19,00	19,00	4,73	4,725	251,0	0,1500	0,018	7032,7	5202,6	4157,6

94	**18,60**	**-33,40**	4,59	Tertklei	19,00	19,00	4,59	4,574	243,0	0,1500	0,018	7191,9	5310,6	4249,3

p. 6-3

95	**18,80**	**-33,60**	5,24	Tertklei	19,00	19,00	5,24	5,240	278,3	0,1500	0,018	7351,2	5449,6	4341,0
96	**19,00**	**-33,80**	4,82	Tertklei	19,00	19,00	4,82	4,788	254,3	0,1500	0,018	7510,4	5546,2	4432,7
97	**19,20**	**-34,00**	4,84	Tertklei	19,00	19,00	4,84	4,844	257,3	0,1500	0,018	7669,6	5662,1	4524,5
98	**19,40**	**-34,20**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74			0,1500	0,018	7828,9		
99	**19,60**	**-34,40**	4,68	Tertklei	19,00	19,00	4,68			0,1500	0,018	7988,1		
100	**19,80**	**-34,60**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05			0,1500	0,018	8147,4		

p. 6-4

p. 6-5

Buispaal combiwand voor - zonder propvorming

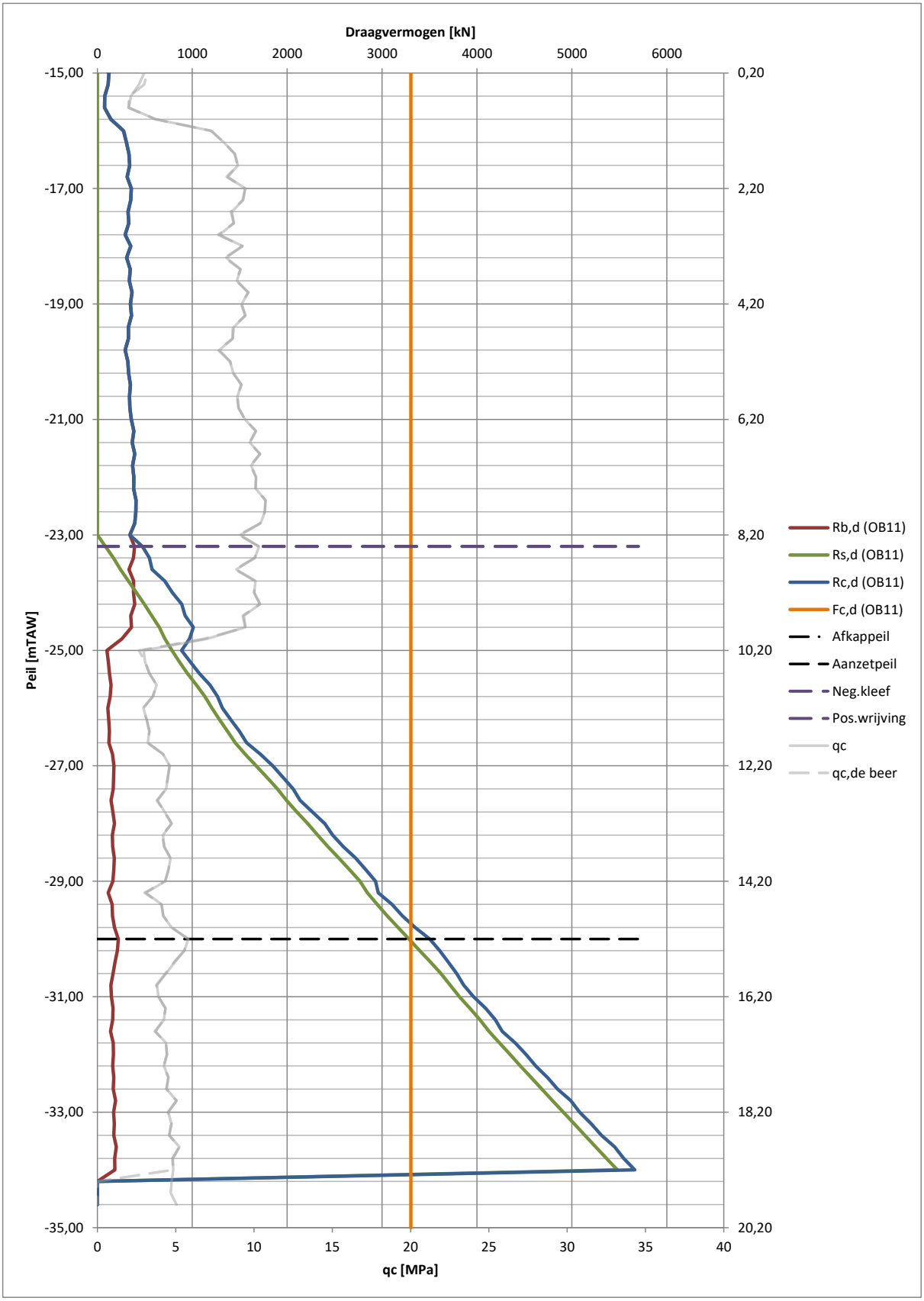
Bijlagen

A. Diagramma paaldraagvermogens

CS 07002 Paal 0.8

A.1. CPT no. S03

Verticaal draagvermogen: Ontwerpbenadering 1 combinatie 1 (druk)



A	Division Infrastructure Elfjulistraat 43 B-9000 Gent	Project: **Noordelijk Insteekdok** Onderdeel: **Buispaal combiwand voor - zonder propvorming**		Projectnummer: **B10724-3** **0**
	Geotechnisch ingenieur: **HDM**		Blad : **1**	Datum: **6/03/2025**

CS 07002 Paal 0.8

Grondmechanisch ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk en trek belaste funderingspalen

Conform NBN EN 1997-1 en WTCB-rapport nr. 19 - 2016

Sweco Belgium, 2016

Project:	Noordelijk Insteekdok
Onderdeel:	Buispaal combiwand voor - met propvorming Haalbaarheidsstudie
Projectnummer:	B10724-3
Opdrachtgever:	PoAB
Revisie:	0
Datum:	donderdag 6 maart 2025
Geotechnisch ingenieur:	HDM
Contact:	Sweco Belgium - Kantoor Gent Elfjulistraat 43 B-9000 Gent T: +32 9 241 59 20 F: +32 9 296 11 10 gent@swecobelgium.be www.swecobelgium.be

CS 07002 Paal 0.8

1 Inleiding

1.1 Beschrijving

Dit rapport betreft grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen. Het gaat hierbij om de volgende onderdelen/aspecten:

- Keuze van het paaltype;
- Dimensionering paal;
- Bepaling paaldraagvermogen;

1.2 Uitgangspunten

Het toepassingsdocument "Grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen" van het WTCB (nr. 19 - 2016) is normatief voor axiaal op druk belaste funderingspalen.
In België wordt Ontwerpbenadering 1 aangehouden. De benadering bestaat uit 2 combinaties. Wat betreft het draagvermogen van axiaal belaste palen, zal combinatie 2 meestal doorslaggevend zijn. Voor de structurele berekening van de paal zal combinatie 1 meestal maatgevend zijn. Voor trekpalen bij opdrijven geldt EC7-UPL.

Het aanzetpeil en de diameter van de paal worden bepaald aan de hand van berekeningen.

2 Gegevens

2.1 Paaleigenschappen

Buitendiameter	D =	**1,420**	m
Wanddikte	e =	**0,024**	m
Oppervlakte basis	A_B =	1,584	m²
Paalomtrek	χs =	4,461	m
Equivalente diameter	$D_{b,eq}$ =	1,420	m
Afkappeil paal	z_{top} =	**5,00**	mTAW
Aanzetpeil paal	z_{base} =	**-30,00**	mTAW (de paallengte is 35,00 m)
Soortelijk gewicht paal	γ_{mat} =	**78,50**	kN/m³

Geen ontgravingsreductie

Paaltype:

Cat. I - Geheid/geperst - Open stalen buispalen, situatie met propvorming

Vorm paal **cirkelvormig**

Statische belastingsproef **zonder SLT**

Kwaliteitsgarantie ☑

2.2 Belastingen

De paal ondergaat belastingen zoals bekomen in de desbetreffende ontwerpnota van het kunstwerk. Een overzicht van de belastingen wordt gegeven in onderstaande tabelllen.

		Druk	Trek
Permanent	**Ongunstig**	**2.447 kN**	**-**
	Gunstig	**-**	**-**
Variabel	**Ongunstig**	**-**	**-**
(standaard)	**Gunstig**	**-**	**-**

Tabel 2.1 Belastingen uitgeoefend op de paal

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
$\gamma_{G;dst}$	1,00	1,35	1,00
$\gamma_{G;stb}$	1,00	1,00	0,90
$\gamma_{Q;dst}$	1,00	1,50	1,50
$\gamma_{Q;stb}$	0,00	0,00	0,00
Druk	**2447 kN**	**3303 kN**	**-**
Trek	**0 kN**	**0 kN**	**0 kN**

Wisselbelasting ☐

De grafieken en berekeningen per sondering zijn weergegeven in: EC7-STR/GEO

2.3 Factoren

Zoals beschreven in het toepassingsdocument van het WTCB zijn verschillende factoren van toepassing. In onderstaande tabellen worden de factoren die van toepassing zijn voor de gekozen configuratie per categorie weergegeven.

	Tert. Klei	Andere
α_b	1,00	1,00
$\alpha_{s,i}$	0,60	0,60
ε_b	0,61	1,00

Tabel 2.2 Installatiefactoren

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
γ_b	1,00	1,00	-
γ_s	1,00	1,00	1,40
$\gamma_{s;t}$	1,25		

Tabel 2.3 Partiële factoren

Aantal palen	**1-3**
ξ_3	**1,40**
ξ_4	1,40

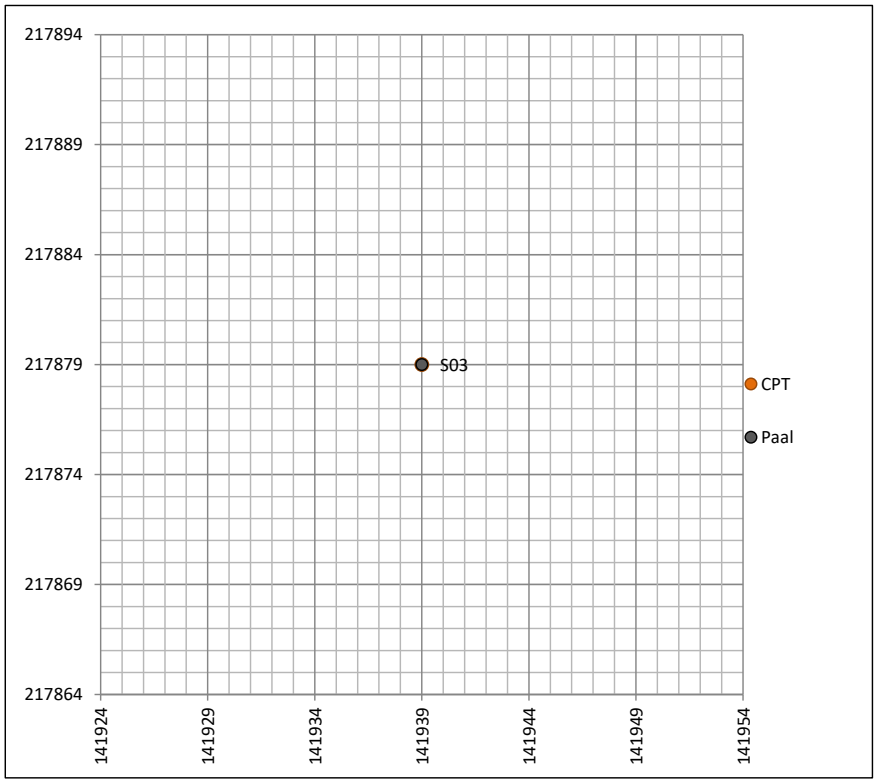
Tabel 2.4 Correlatiefactoren

λ	**1,00**
$\gamma_{r,d}$	1,00
β	**1,00**

Tabel 2.5 Overige factoren

2.4 Sonderingen

De situatieschets in Figuur 2.1 geeft weer waar de verschillende sonderingen zijn uitgevoerd in het projectgebied. De sonderingen die maatgevend zijn voor de geotechnische analyses met betrekking tot het kunstwerk zijn toegevoegd in Bijlage 1.



Figuur 2.1 Inplanting sonderingen en paal

Onderstaande tabel geeft de maatgevende sonderingen met hun corresponderende gegevens weer.

Tabel 2.6 Overzicht van de beschikbare sonderingen

Volgnr	Proefnummer	X (m)	Y (m)	Z (mTAW)	Diepte (m)	Conus	q_c [Mpa]	$q_{c;De\ Beer}$ [MPa]
01	S03	141938,6	217878,6	-14,8	19,8	E	4,7	3,5

3 Berekening verticaal draagvermogen

3.1 Beschrijving

Om aan te tonen dat een paalfundering in staat is de voorziene belastingen op te nemen zonder risico op een grondmechanische breuk, moet aan onderstaande ongelijkheid voldaan worden [NBN EN 1997-1 § 7.6.2.1 (1)] :

$$F_{c,d} \leq R_{c,d}$$

waarbij:

- $F_{c,d}$: de rekenwaarde van de axiale drukbelasting op de paalfundering (zie Tabel 2.1);
- $R_{c,d}$: de rekenwaarde van het draagvermogen van de grond bij op druk belaste palen (zie onderstaande berekeningen).

3.2 Rekenwaarde draagvermogen

De rekenwaarde voor het paaldraagvermogen aan de hand van het WTCB-rapport wordt voor de gegevens sonderingen als volgt bekomen.

1. Bepaling van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_b, R_s**
2. Bepaling van het totaal draagvermogen als som van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_c**
3. Bepaling van het gekalibreerde draagvermogen; **$R_{c;cal}$**

$R_{c;cal;01}$ = 5663,0 kN

Het minimum en gemiddeld gekalibreerde draagvermogen is dan:

$R_{c;cal,min}$ = 5663,0 kN

$R_{c;cal,mean}$ = 5663,0 kN

4. Bepaling van het karakteristieke draagvermogen; **$R_{c,k}$**

$$R_{c,k} = \min\left\{\frac{(R_{c,cal})_{gemiddeld}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4}\right\}$$

= 4045,0 kN (het gemiddelde is maatgevend)

5. Bepaling van de rekenwaarde van het draagvermogen. **$R_{c,d}$**

$$R_{c,d} = R_{b,k} / \gamma_b + R_{s,k} / \gamma_s$$

Voor de ontwerpbenaderingen combinatie 1 wordt volgende rekenwaarden van het draagvermogen in vergelijking met het nodig draagvermogen verkregen:

	$R_{c,d}$		$F_{c,d}$	SF
BGT-K	4045,0 kN	≥	2446,7 kN	1,65
O.B.1.1	4045,0 kN	≥	3303,0 kN	1,22

Uit berekeningen blijkt dat de gegeven paalfundering voldoet voor de opgegeven belastingen bij beide belastingscombinaties.

p. 6-1

Sondering:	S03

Maaiveldpeil	-14,80	mTAW
Stap	0,20	m
X-coordinaat	141938,59	m
Y-coordinaat	217878,59	m
Gewicht water	10,00	kN/m3
Diepte watertafel	-10,00	m
Top pos. Wrijving	-23,20	mTAW
O.k. neg.wrijving	-23,20	mTAW
Diameter conus	0,036	m
Type conus	E	
Diameter paal	1,420	m

	Tert. Klei	Andere
ω	1	1
α_b	1	1
ε_b	0,61	1
β	1	1
λ	1	1
$\alpha_{s,i}$	0,6	0,6

Grondsoort	q_c [Mpa]	η^*_p of q_s [-] of [Mpa]	R_f* [%]	Notatie tabel
Klei	1 - 4,5	η^*_p = 1/30	3 - 6%	klei Tertklei
	> 4,5	q_s = 0,150		
Leem	1 - 6	η^*_p = 1/60	2 - 3%	leem
	> 6	q_s = 0,100		
Zandhoudende klei/leem	1 - 10	η^*_p = 1/80	1 - 2%	gemengd
Kleihoudende zand/leem	> 10	q_s = 0,125		
Zand	1 - 10	η^*_p = 1/90	< 1%	zand
	10 - 20	q_s = 0,110+0,004*(q_c-10)		
	> 20	q_s = 0,150		

Nr. 100	Diepte m	Peil mTAW	q_c Mpa	Grondsoort	γ_d kN/m³	γ_n kN/m³	$q_{c;reductie}$ Mpa	$q_{c\ de\ beer}$ N/mm²	R_b kN	$q_{s,i}$ N/m²	$\alpha_{s,i} . h_i . q_{s,i}$ N/m	R_s kN	Rc,d (OB11) kN	Rt,d (OB11) kN
1	0,00	-14,80	1,18	zand	17,00	19,00	0,00	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,0	0,0	72,0
2	0,20	-15,00	2,99	zand	17,00	19,00	2,99	0,313	495,3	0,0332	0,000	0,0	353,8	72,7
3	0,40	-15,20	2,65	zand	17,00	19,00	2,65	0,387	612,3	0,0294	0,000	0,0	437,3	73,4
4	0,60	-15,40	2,14	zand	17,00	19,00	2,14	0,466	737,8	0,0238	0,000	0,0	527,0	74,2
5	0,80	-15,60	2,00	zand	17,00	19,00	2,00	0,550	870,8	0,0222	0,000	0,0	622,0	74,9
6	1,00	-15,80	3,73	zand	17,00	19,00	3,73	0,639	1012,0	0,0414	0,000	0,0	722,8	75,6
7	1,20	-16,00	7,27	zand	17,00	19,00	7,27	0,731	1157,7	0,0808	0,000	0,0	826,9	76,4
8	1,40	-16,20	8,08	zand	17,00	19,00	8,08	0,822	1301,4	0,0898	0,000	0,0	929,6	77,1
9	1,60	-16,40	8,77	zand	17,00	19,00	8,77	0,912	1444,1	0,0974	0,000	0,0	1031,5	77,8
10	1,80	-16,60	8,98	zand	17,00	19,00	8,98	1,001	1585,5	0,0998	0,000	0,0	1132,5	78,5
11	2,00	-16,80	8,33	zand	17,00	19,00	8,33	1,091	1728,4	0,0926	0,000	0,0	1234,6	79,3
12	2,20	-17,00	9,43	zand	17,00	19,00	9,43	1,182	1871,7	0,1048	0,000	0,0	1336,9	80,0
13	2,40	-17,20	9,32	zand	17,00	19,00	9,32	1,273	2016,6	0,1035	0,000	0,0	1440,4	80,7
14	2,60	-17,40	8,59	zand	17,00	19,00	8,59	1,366	2163,7	0,0954	0,000	0,0	1545,5	81,4
15	2,80	-17,60	8,72	zand	17,00	19,00	8,72	1,461	2313,8	0,0968	0,000	0,0	1652,7	82,2
16	3,00	-17,80	7,80	zand	17,00	19,00	7,80	1,558	2467,4	0,0867	0,000	0,0	1762,4	82,9
17	3,20	-18,00	9,27	zand	17,00	19,00	9,27	1,656	2623,2	0,1030	0,000	0,0	1873,7	83,6
18	3,40	-18,20	8,22	zand	17,00	19,00	8,22	1,759	2785,5	0,0914	0,000	0,0	1989,6	84,4
19	3,60	-18,40	9,14	zand	17,00	19,00	9,14	1,864	2951,8	0,1016	0,000	0,0	2108,4	85,1
20	3,80	-18,60	8,90	zand	17,00	19,00	8,90	1,973	3124,4	0,0989	0,000	0,0	2231,7	85,8
21	4,00	-18,80	9,64	zand	17,00	19,00	9,64	2,086	3303,5	0,1071	0,000	0,0	2359,7	86,5
22	4,20	-19,00	9,22	zand	17,00	19,00	9,22	2,205	3491,4	0,1025	0,000	0,0	2493,9	87,3
23	4,40	-19,20	9,45	zand	17,00	19,00	9,45	2,329	3687,6	0,1050	0,000	0,0	2634,0	88,0
24	4,60	-19,40	8,71	zand	17,00	19,00	8,71	2,459	3894,1	0,0968	0,000	0,0	2781,5	88,7
25	4,80	-19,60	8,64	zand	17,00	19,00	8,64	2,597	4112,6	0,0960	0,000	0,0	2937,6	89,4
26	5,00	-19,80	7,78	zand	17,00	19,00	7,78	2,742	4342,2	0,0865	0,000	0,0	3101,6	90,2
27	5,20	-20,00	8,48	zand	17,00	19,00	8,48	2,895	4584,7	0,0942	0,000	0,0	3274,8	90,9
28	5,40	-20,20	8,67	zand	17,00	19,00	8,67	3,057	4840,7	0,0964	0,000	0,0	3457,6	91,6
29	5,60	-20,40	9,20	zand	17,00	19,00	9,20	3,215	5091,0	0,1022	0,000	0,0	3636,4	92,4
30	5,80	-20,60	8,95	zand	17,00	19,00	8,95	3,354	5312,3	0,0994	0,000	0,0	3794,5	93,1
31	6,00	-20,80	9,01	zand	17,00	19,00	9,01	3,475	5503,2	0,1001	0,000	0,0	3930,8	93,8
32	6,20	-21,00	9,43	zand	17,00	19,00	9,43	3,575	5661,0	0,1048	0,000	0,0	4043,6	94,5
33	6,40	-21,20	10,12	zand	17,00	19,00	10,12	3,651	5782,7	0,1105	0,000	0,0	4130,5	95,3
34	6,60	-21,40	9,74	zand	17,00	19,00	9,74	3,703	5863,9	0,1082	0,000	0,0	4188,5	96,0
35	6,80	-21,60	10,38	zand	17,00	19,00	10,38	3,727	5902,5	0,1115	0,000	0,0	4216,1	96,7
36	7,00	-21,80	9,82	zand	17,00	19,00	9,82	3,722	5894,4	0,1091	0,000	0,0	4210,3	97,4
37	7,20	-22,00	10,13	zand	17,00	19,00	10,13	3,698	5856,0	0,1105	0,000	0,0	4182,8	98,2

p. 6-2

38	**7,40**	**-22,20**	10,11	zand	17,00	19,00	10,11	3,667	5807,0	0,1104	0,000	0,0	4147,8	98,9
39	**7,60**	**-22,40**	10,74	zand	17,00	19,00	10,74	3,629	5747,4	0,1129	0,000	0,0	4105,3	99,6
40	**7,80**	**-22,60**	10,70	zand	17,00	19,00	10,70	3,585	5676,9	0,1128	0,000	0,0	4054,9	100,4
41	**8,00**	**-22,80**	10,42	zand	17,00	19,00	10,42	3,533	5595,4	0,1117	0,000	0,0	3996,7	101,1
42	**8,20**	**-23,00**	9,12	zand	17,00	19,00	9,12	3,475	5502,8	0,1014	0,000	0,0	3930,6	101,8
43	**8,40**	**-23,20**	10,31	zand	17,00	19,00	10,31	3,409	5399,3	0,1113	0,013	59,6	3899,2	136,6
44	**8,60**	**-23,40**	10,06	zand	17,00	19,00	10,06	3,337	5284,9	0,1103	0,013	118,6	3859,6	171,0
45	**8,80**	**-23,60**	8,88	zand	17,00	19,00	8,88	3,258	5159,8	0,0986	0,012	171,4	3808,0	201,9
46	**9,00**	**-23,80**	10,09	zand	17,00	19,00	10,09	3,187	5047,3	0,1104	0,013	230,5	3769,9	236,4
47	**9,20**	**-24,00**	10,02	zand	17,00	19,00	10,02	3,124	4946,9	0,1101	0,013	289,4	3740,2	270,8
48	**9,40**	**-24,20**	10,38	zand	17,00	19,00	10,38	3,069	4859,8	0,1115	0,013	349,1	3720,7	305,7
49	**9,60**	**-24,40**	9,36	zand	17,00	19,00	9,36	3,023	4787,1	0,1040	0,012	404,8	3708,5	338,2
50	**9,80**	**-24,60**	9,46	zand	17,00	19,00	9,46	2,987	4729,9	0,1051	0,013	461,0	3707,8	371,1
51	**10,00**	**-24,80**	9,00	zand	17,00	19,00	9,00	2,966	4696,8	0,1000	0,012	514,6	3722,4	402,4
52	**10,20**	**-25,00**	2,95	Tertklei	19,00	19,00	2,95	2,961	2870,5	0,0982	0,012	567,1	2455,5	433,1
53	**10,40**	**-25,20**	3,04	Tertklei	19,00	19,00	3,04	2,974	2882,6	0,1014	0,012	621,4	2502,9	464,9
54	**10,60**	**-25,40**	3,32	Tertklei	19,00	19,00	3,32	2,993	2901,4	0,1107	0,013	680,6	2558,6	499,5
55	**10,80**	**-25,60**	3,79	Tertklei	19,00	19,00	3,79	3,022	2929,2	0,1262	0,015	748,2	2626,7	538,8
56	**11,00**	**-25,80**	3,55	Tertklei	19,00	19,00	3,55	3,051	2957,8	0,1184	0,014	811,5	2692,4	575,7
57	**11,20**	**-26,00**	2,95	Tertklei	19,00	19,00	2,95	3,081	2986,5	0,0982	0,012	864,1	2750,4	606,5
58	**11,40**	**-26,20**	3,14	Tertklei	19,00	19,00	3,14	3,111	3015,3	0,1047	0,013	920,2	2811,0	639,3
59	**11,60**	**-26,40**	3,32	Tertklei	19,00	19,00	3,32	3,136	3039,6	0,1108	0,013	979,5	2870,8	673,9
60	**11,80**	**-26,60**	3,21	Tertklei	19,00	19,00	3,21	3,156	3058,8	0,1071	0,013	1036,8	2925,4	707,3
61	**12,00**	**-26,80**	4,19	Tertklei	19,00	19,00	4,19	3,170	3073,1	0,1398	0,017	1111,6	2989,1	750,8
62	**12,20**	**-27,00**	4,61	Tertklei	19,00	19,00	4,61	3,176	3078,6	0,1500	0,018	1191,9	3050,4	797,4
63	**12,40**	**-27,20**	4,50	Tertklei	19,00	19,00	4,50	3,171	3073,7	0,1500	0,018	1272,2	3104,2	844,1
64	**12,60**	**-27,40**	4,40	Tertklei	19,00	19,00	4,40	3,164	3066,8	0,1466	0,018	1350,7	3155,3	889,6
65	**12,80**	**-27,60**	3,84	Tertklei	19,00	19,00	3,84	3,155	3058,3	0,1279	0,015	1419,1	3198,2	929,5
66	**13,00**	**-27,80**	4,31	Tertklei	19,00	19,00	4,31	3,145	3048,3	0,1435	0,017	1496,0	3245,9	974,1
67	**13,20**	**-28,00**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74	3,142	3045,2	0,1500	0,018	1576,3	3301,1	1020,7
68	**13,40**	**-28,20**	4,18	Tertklei	19,00	19,00	4,18	3,146	3049,5	0,1395	0,017	1650,9	3357,4	1064,1
69	**13,60**	**-28,40**	4,26	Tertklei	19,00	19,00	4,26	3,160	3063,0	0,1421	0,017	1727,0	3421,4	1108,3
70	**13,80**	**-28,60**	4,68	Tertklei	19,00	19,00	4,68	3,188	3090,0	0,1500	0,018	1807,3	3498,1	1154,9
71	**14,00**	**-28,80**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	3,228	3129,2	0,1500	0,018	1887,6	3583,4	1201,5
72	**14,20**	**-29,00**	4,34	Tertklei	19,00	19,00	4,34	3,279	3178,2	0,1446	0,017	1965,0	3673,7	1246,5
73	**14,40**	**-29,20**	3,10	Tertklei	19,00	19,00	3,10	3,337	3234,7	0,1033	0,012	2020,3	3753,6	1278,8
74	**14,60**	**-29,40**	4,10	Tertklei	19,00	19,00	4,10	3,401	3296,8	0,1366	0,016	2093,4	3850,1	1321,3
75	**14,80**	**-29,60**	4,21	Tertklei	19,00	19,00	4,21	3,463	3356,1	0,1402	0,017	2168,4	3946,1	1364,9
76	**15,00**	**-29,80**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74	3,523	3414,3	0,1500	0,018	2248,7	4045,0	1411,5
77	**15,20**	**-30,00**	5,81	Tertklei	19,00	19,00	5,81	3,577	3466,7	0,1500	0,018	2329,0	4139,8	1458,1
78	**15,40**	**-30,20**	5,56	Tertklei	19,00	19,00	5,56	3,618	3506,8	0,1500	0,018	2409,3	4225,8	1504,7
79	**15,60**	**-30,40**	4,94	Tertklei	19,00	19,00	4,94	3,653	3541,1	0,1500	0,018	2489,6	4307,6	1551,4
80	**15,80**	**-30,60**	4,38	Tertklei	19,00	19,00	4,38	3,686	3572,3	0,1460	0,018	2567,8	4385,8	1596,8
81	**16,00**	**-30,80**	3,80	Tertklei	19,00	19,00	3,80	3,716	3602,2	0,1268	0,015	2635,7	4455,6	1636,3
82	**16,20**	**-31,00**	3,90	Tertklei	19,00	19,00	3,90	3,749	3633,7	0,1300	0,016	2705,3	4527,8	1676,8
83	**16,40**	**-31,20**	4,35	Tertklei	19,00	19,00	4,35	3,782	3666,0	0,1449	0,017	2782,8	4606,3	1721,8
84	**16,60**	**-31,40**	4,24	Tertklei	19,00	19,00	4,24	3,817	3699,8	0,1414	0,017	2858,5	4684,5	1765,8
85	**16,80**	**-31,60**	3,71	Tertklei	19,00	19,00	3,71	3,854	3735,7	0,1236	0,015	2924,7	4757,4	1804,3
86	**17,00**	**-31,80**	4,38	Tertklei	19,00	19,00	4,38	3,897	3776,9	0,1461	0,018	3002,9	4842,7	1849,8
87	**17,20**	**-32,00**	4,45	Tertklei	19,00	19,00	4,45	3,939	3817,6	0,1482	0,018	3082,2	4928,5	1895,8
88	**17,40**	**-32,20**	4,26	Tertklei	19,00	19,00	4,26	3,982	3859,9	0,1419	0,017	3158,2	5013,0	1940,0
89	**17,60**	**-32,40**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	4,027	3902,9	0,1500	0,018	3238,5	5101,0	1986,6
90	**17,80**	**-32,60**	4,42	Tertklei	19,00	19,00	4,42	4,071	3945,7	0,1472	0,018	3317,3	5187,9	2032,3
91	**18,00**	**-32,80**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05	4,115	3988,4	0,1500	0,018	3397,6	5275,7	2078,9
92	**18,20**	**-33,00**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	4,156	4028,3	0,1500	0,018	3477,9	5361,6	2125,5
93	**18,40**	**-33,20**	4,73	Tertklei	19,00	19,00	4,73	4,198	4068,9	0,1500	0,018	3558,2	5448,0	2172,2

94	**18,60**	**-33,40**	4,59	Tertklei	19,00	19,00	4,59	0,000	0,0	0,1500	0,018	3638,5	2598,9	2218,8

p. 6-3

95	**18,80**	**-33,60**	5,24	Tertklei	19,00	19,00	5,24	0,000	0,0	0,1500	0,018	3718,8	2656,3	2265,4
96	**19,00**	**-33,80**	4,82	Tertklei	19,00	19,00	4,82	0,000	0,0	0,1500	0,018	3799,1	2713,6	2312,0
97	**19,20**	**-34,00**	4,84	Tertklei	19,00	19,00	4,84	0,000	0,0	0,1500	0,018	3879,4	2771,0	2358,6
98	**19,40**	**-34,20**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74			0,1500	0,018	3959,7		
99	**19,60**	**-34,40**	4,68	Tertklei	19,00	19,00	4,68			0,1500	0,018	4040,0		
100	**19,80**	**-34,60**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05			0,1500	0,018	4120,3		

p. 6-4

p. 6-5

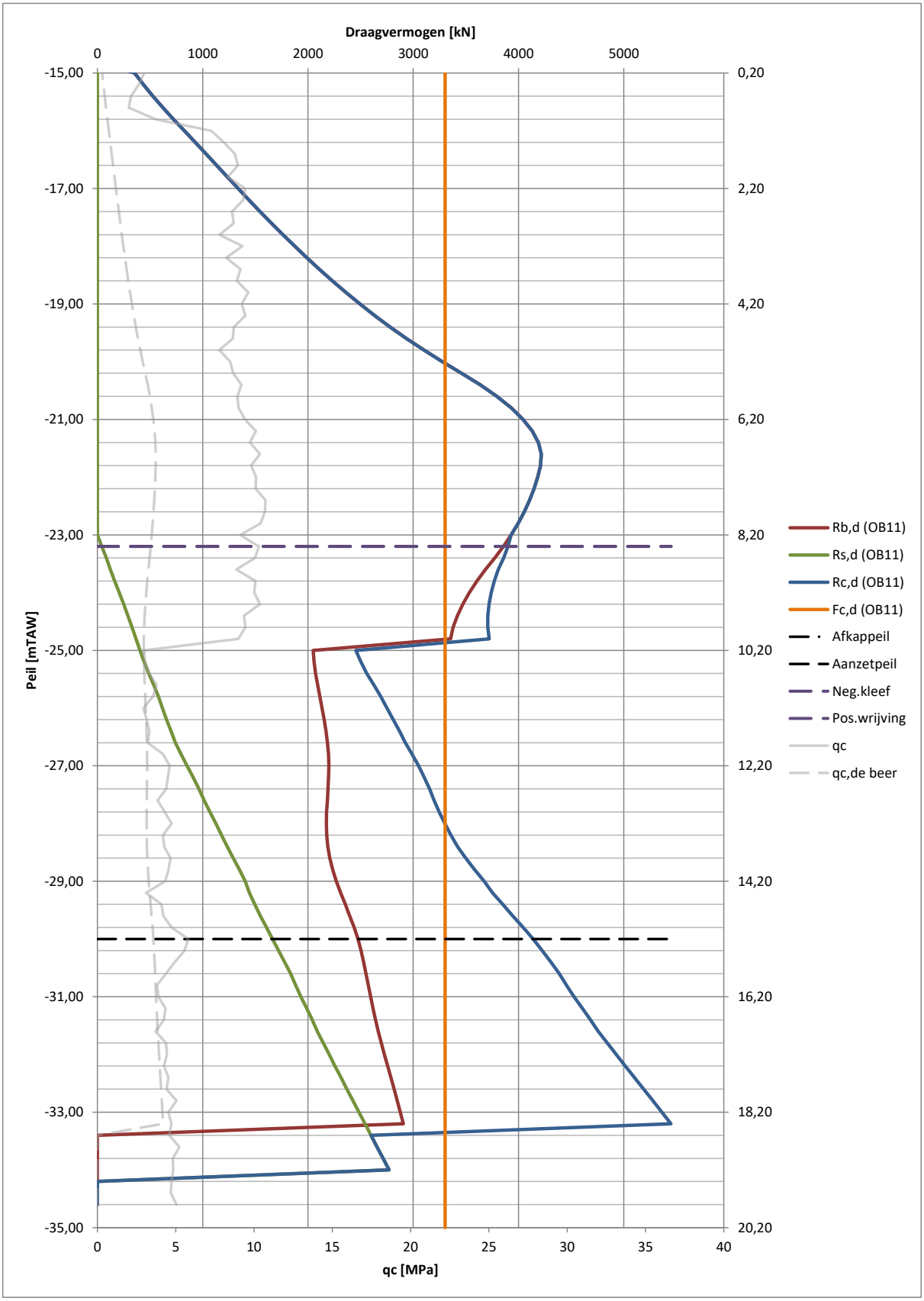
Bijlagen

A. Diagramma paaldraagvermogens

CS 07002 Paal 0.8

A.1. CPT no. S03

Verticaal draagvermogen: Ontwerpbenadering 1 combinatie 1 (druk)



CS 07002 Paal 0.8

Grondmechanisch ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk en trek belaste funderingspalen

Conform NBN EN 1997-1 en WTCB-rapport nr. 19 - 2016

Sweco Belgium, 2016

Project:	Noordelijk Insteekdok
Onderdeel:	Buispaal combiwand achter - zonder propvorming Haalbaarheidsstudie
Projectnummer:	B10724-3
Opdrachtgever:	PoAB
Revisie:	0
Datum:	donderdag 6 maart 2025
Geotechnisch ingenieur:	HDM
Contact:	Sweco Belgium - Kantoor Gent Elfjulistraat 43 B-9000 Gent T: +32 9 241 59 20 F: +32 9 296 11 10 gent@swecobelgium.be www.swecobelgium.be

CS 07002 Paal 0.8

1 Inleiding

1.1 Beschrijving

Dit rapport betreft grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen. Het gaat hierbij om de volgende onderdelen/aspecten:

- Keuze van het paaltype;
- Dimensionering paal;
- Bepaling paaldraagvermogen;

1.2 Uitgangspunten

Het toepassingsdocument "Grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen" van het WTCB (nr. 19 - 2016) is normatief voor axiaal op druk belaste funderingspalen.
In België wordt Ontwerpbenadering 1 aangehouden. De benadering bestaat uit 2 combinaties. Wat betreft het draagvermogen van axiaal belaste palen, zal combinatie 2 meestal doorslaggevend zijn. Voor de structurele berekening van de paal zal combinatie 1 meestal maatgevend zijn. Voor trekpalen bij opdrijven geldt EC7-UPL.

Het aanzetpeil en de diameter van de paal worden bepaald aan de hand van berekeningen.

2 Gegevens

2.1 Paaleigenschappen

Buitendiameter	D =	**1,420**	m
Wanddikte	e =	**0,024**	m
Oppervlakte basis	A_B =	0,053	m²
Paalomtrek	χs =	8,847	m
Equivalente diameter	$D_{b,eq}$ =	0,033	m
Afkappeil paal	z_{top} =	**5,00**	mTAW
Aanzetpeil paal	z_{base} =	**-31,50**	mTAW (de paallengte is 36,50 m)
Soortelijk gewicht paal	γ_{mat} =	**78,50**	kN/m³

Geen ontgravingsreductie

Paaltype:

Cat. II - Geheid - Open stalen buispaal situatie zonder propvorming

Vorm paal **cirkelvormig**

Statische belastingsproef **zonder SLT**

Kwaliteitsgarantie ☑

2.2 Belastingen

De paal ondergaat belastingen zoals bekomen in de desbetreffende ontwerpnota van het kunstwerk. Een overzicht van de belastingen wordt gegeven in onderstaande tabelllen.

		Druk	Trek
Permanent	**Ongunstig**	**2.481 kN**	**-**
	Gunstig	**-**	**-**
Variabel	**Ongunstig**	**-**	**-**
(standaard)	**Gunstig**	**-**	**-**

Tabel 2.1 Belastingen uitgeoefend op de paal

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
$\gamma_{G;dst}$	1,00	1,35	1,00
$\gamma_{G;stb}$	1,00	1,00	0,90
$\gamma_{Q;dst}$	1,00	1,50	1,50
$\gamma_{Q;stb}$	0,00	0,00	0,00
Druk	**2481 kN**	**3350 kN**	**-**
Trek	**0 kN**	**0 kN**	**0 kN**

Wisselbelasting ☐

De grafieken en berekeningen per sondering zijn weergegeven in: EC7-STR/GEO

2.3 Factoren

Zoals beschreven in het toepassingsdocument van het WTCB zijn verschillende factoren van toepassing. In onderstaande tabellen worden de factoren die van toepassing zijn voor de gekozen configuratie per categorie weergegeven.

	Tert. Klei	Andere
α_b	1,00	1,00
$\alpha_{s,i}$	0,60	0,60
ε_b	1,00	1,00

Tabel 2.2 Installatiefactoren

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
γ_b	1,00	1,00	-
γ_s	1,00	1,00	1,40
$\gamma_{s;t}$	1,25		

Tabel 2.3 Partiële factoren

Aantal palen	**1-3**
ξ_3	**1,40**
ξ_4	1,40

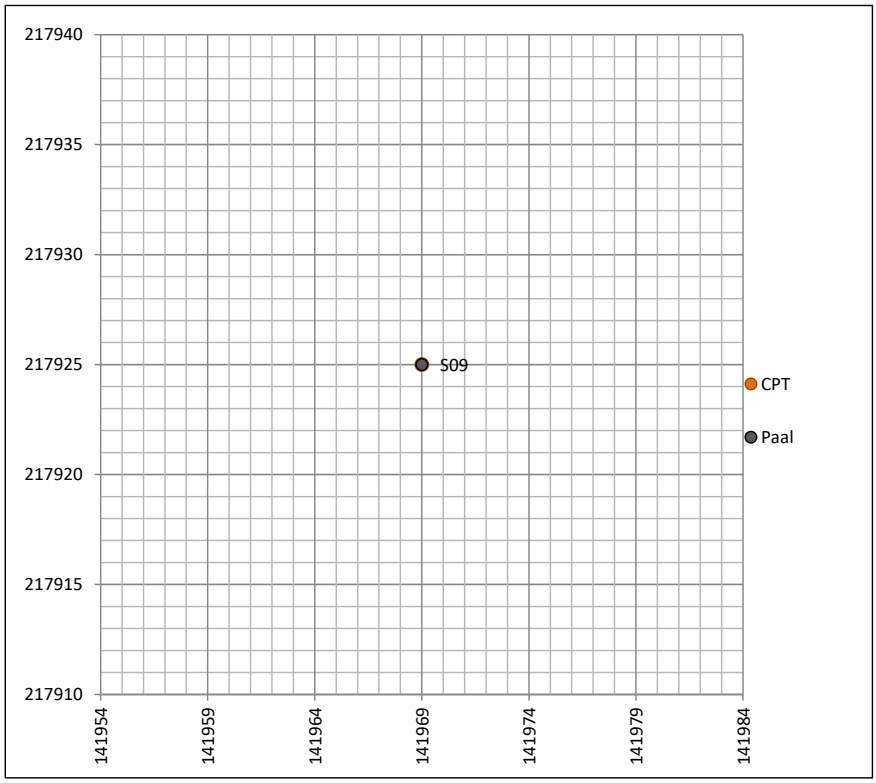
Tabel 2.4 Correlatiefactoren

λ	**1,00**
$\gamma_{r,d}$	1,00
β	**1,00**

Tabel 2.5 Overige factoren

2.4 Sonderingen

De situatieschets in Figuur 2.1 geeft weer waar de verschillende sonderingen zijn uitgevoerd in het projectgebied. De sonderingen die maatgevend zijn voor de geotechnische analyses met betrekking tot het kunstwerk zijn toegevoegd in Bijlage 1.



Figuur 2.1 Inplanting sonderingen en paal

Onderstaande tabel geeft de maatgevende sonderingen met hun corresponderende gegevens weer.

Tabel 2.6 Overzicht van de beschikbare sonderingen

Volgnr	Proefnummer	X (m)	Y (m)	Z (mTAW)	Diepte (m)	Conus	q_c [Mpa]	$q_{c;De\ Beer}$ [MPa]
01	S09	141969,4	217924,9	-15,8	19,2	E	4,5	4,5

3 Berekening verticaal draagvermogen

3.1 Beschrijving

Om aan te tonen dat een paalfundering in staat is de voorziene belastingen op te nemen zonder risico op een grondmechanische breuk, moet aan onderstaande ongelijkheid voldaan worden [NBN EN 1997-1 § 7.6.2.1 (1)] :

$$F_{c,d} \leq R_{c,d}$$

waarbij:

- $F_{c,d}$: de rekenwaarde van de axiale drukbelasting op de paalfundering (zie Tabel 2.1);
- $R_{c,d}$: de rekenwaarde van het draagvermogen van de grond bij op druk belaste palen (zie onderstaande berekeningen).

3.2 Rekenwaarde draagvermogen

De rekenwaarde voor het paaldraagvermogen aan de hand van het WTCB-rapport wordt voor de gegevens sonderingen als volgt bekomen.

1. Bepaling van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_b, R_s**
2. Bepaling van het totaal draagvermogen als som van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_c**
3. Bepaling van het gekalibreerde draagvermogen; **$R_{c;cal}$**

$R_{c;cal;01}$ = 4752,6 kN

Het minimum en gemiddeld gekalibreerde draagvermogen is dan:

$R_{c;cal,min}$ = 4752,6 kN

$R_{c;cal,mean}$ = 4752,6 kN

4. Bepaling van het karakteristieke draagvermogen; **$R_{c,k}$**

$$R_{c,k} = \min\left\{\frac{(R_{c,cal})_{gemiddeld}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4}\right\}$$

= 3394,7 kN (het gemiddelde is maatgevend)

5. Bepaling van de rekenwaarde van het draagvermogen. **$R_{c,d}$**

$$R_{c,d} = R_{b,k} / \gamma_b + R_{s,k} / \gamma_s$$

Voor de ontwerpbenaderingen combinatie 1 wordt volgende rekenwaarden van het draagvermogen in vergelijking met het nodig draagvermogen verkregen:

	$R_{c,d}$		$F_{c,d}$	SF
BGT-K	3394,7 kN	≥	2481,5 kN	1,37
O.B.1.1	3394,7 kN	≥	3350,0 kN	1,01

Uit berekeningen blijkt dat de gegeven paalfundering voldoet voor de opgegeven belastingen bij beide belastingscombinaties.

p. 6-1

Sondering:	S09

Maaiveldpeil	-15,80	mTAW
Stap	0,20	m
X-coordinaat	141969,41	m
Y-coordinaat	217924,91	m
Gewicht water	10,00	kN/m3
Diepte watertafel	-10,00	m
Top pos. Wrijving	-25,50	mTAW
O.k. neg.wrijving	-25,50	mTAW
Diameter conus	0,036	m
Type conus	E	
Diameter paal	0,033	m

	Tert. Klei	Andere
ω	1	1
α_b	1	1
ε_b	1,00	1
β	1	1
λ	1	1
$\alpha_{s,i}$	0,6	0,6

Grondsoort	q_c [Mpa]	η^*_p of q_s [-] of [Mpa]	R_f* [%]	Notatie tabel
Klei	1 - 4,5	η^*_p = 1/30	3 - 6%	klei
	> 4,5	q_s = 0,150		Tertklei
Leem	1 - 6	η^*_p = 1/60	2 - 3%	leem
	> 6	q_s = 0,100		
Zandhoudende klei/leem	1 - 10	η^*_p = 1/80	1 - 2%	gemengd
Kleihoudende zand/leem	> 10	q_s = 0,125		
Zand	1 - 10	η^*_p = 1/90	< 1%	zand
	10 - 20	q_s = 0,110+0,004*(q_c-10)		
	> 20	q_s = 0,150		

Nr. 97	Diepte m	Peil mTAW	q_c Mpa	Grondsoort	γ_d kN/m³	γ_n kN/m³	$q_{c;reductie}$ Mpa	$q_{c\ de\ beer}$ N/mm²	R_b kN	$q_{s,i}$ N/m²	$\alpha_{s,i} . h_i . q_{s,i}$ N/m	R_s kN	Rc,d (OB11) kN	Rt,d (OB11) kN
1	0,00	-15,80	0,93	zand	17,00	19,00	0,00	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,0	0,0	75,6
2	0,20	-16,00	1,87	zand	17,00	19,00	1,87	2,002	106,3	0,0208	0,000	0,0	75,9	76,4
3	0,40	-16,20	2,36	zand	17,00	19,00	2,36	2,455	130,3	0,0263	0,000	0,0	93,1	77,1
4	0,60	-16,40	1,68	zand	17,00	19,00	1,68	1,599	84,9	0,0187	0,000	0,0	60,6	77,8
5	0,80	-16,60	2,54	zand	17,00	19,00	2,54	2,543	135,0	0,0283	0,000	0,0	96,4	78,5
6	1,00	-16,80	6,98	zand	17,00	19,00	6,98	6,976	370,3	0,0775	0,000	0,0	264,5	79,3
7	1,20	-17,00	6,72	zand	17,00	19,00	6,72	6,659	353,5	0,0747	0,000	0,0	252,5	80,0
8	1,40	-17,20	5,44	zand	17,00	19,00	5,44	5,312	282,0	0,0604	0,000	0,0	201,4	80,7
9	1,60	-17,40	7,99	zand	17,00	19,00	7,99	7,986	423,9	0,0887	0,000	0,0	302,8	81,4
10	1,80	-17,60	8,24	zand	17,00	19,00	8,24	8,227	436,7	0,0916	0,000	0,0	311,9	82,2
11	2,00	-17,80	8,41	zand	17,00	19,00	8,41	8,387	445,2	0,0934	0,000	0,0	318,0	82,9
12	2,20	-18,00	9,50	zand	17,00	19,00	9,50	9,495	504,0	0,1055	0,000	0,0	360,0	83,6
13	2,40	-18,20	8,88	zand	17,00	19,00	8,88	8,802	467,2	0,0986	0,000	0,0	333,7	84,4
14	2,60	-18,40	8,43	zand	17,00	19,00	8,43	8,373	444,4	0,0936	0,000	0,0	317,5	85,1
15	2,80	-18,60	7,70	zand	17,00	19,00	7,70	7,627	404,8	0,0856	0,000	0,0	289,2	85,8
16	3,00	-18,80	10,19	zand	17,00	19,00	10,19	10,186	540,7	0,1107	0,000	0,0	386,2	86,5
17	3,20	-19,00	8,25	zand	17,00	19,00	8,25	8,082	429,0	0,0917	0,000	0,0	306,4	87,3
18	3,40	-19,20	6,94	zand	17,00	19,00	6,94	6,832	362,6	0,0771	0,000	0,0	259,0	88,0
19	3,60	-19,40	7,25	zand	17,00	19,00	7,25	7,245	384,6	0,0805	0,000	0,0	274,7	88,7
20	3,80	-19,60	9,42	zand	17,00	19,00	9,42	9,419	500,0	0,1047	0,000	0,0	357,1	89,4
21	4,00	-19,80	9,51	zand	17,00	19,00	9,51	9,503	504,4	0,1057	0,000	0,0	360,3	90,2
22	4,20	-20,00	9,69	zand	17,00	19,00	9,69	9,685	514,1	0,1077	0,000	0,0	367,2	90,9
23	4,40	-20,20	9,78	zand	17,00	19,00	9,78	9,766	518,4	0,1086	0,000	0,0	370,3	91,6
24	4,60	-20,40	9,17	zand	17,00	19,00	9,17	9,114	483,8	0,1019	0,000	0,0	345,6	92,4
25	4,80	-20,60	9,66	zand	17,00	19,00	9,66	9,655	512,5	0,1073	0,000	0,0	366,1	93,1
26	5,00	-20,80	8,29	zand	17,00	19,00	8,29	8,169	433,6	0,0921	0,000	0,0	309,7	93,8
27	5,20	-21,00	8,41	zand	17,00	19,00	8,41	8,409	446,4	0,0934	0,000	0,0	318,8	94,5
28	5,40	-21,20	9,00	zand	17,00	19,00	9,00	8,997	477,6	0,1000	0,000	0,0	341,1	95,3
29	5,60	-21,40	8,34	zand	17,00	19,00	8,34	8,277	439,3	0,0926	0,000	0,0	313,8	96,0
30	5,80	-21,60	9,99	zand	17,00	19,00	9,99	9,986	530,1	0,1110	0,000	0,0	378,6	96,7
31	6,00	-21,80	9,76	zand	17,00	19,00	9,76	9,725	516,2	0,1084	0,000	0,0	368,7	97,4
32	6,20	-22,00	10,24	zand	17,00	19,00	10,24	10,238	543,4	0,1110	0,000	0,0	388,2	98,2
33	6,40	-22,20	10,41	zand	17,00	19,00	10,41	10,412	552,7	0,1116	0,000	0,0	394,8	98,9
34	6,60	-22,40	9,65	zand	17,00	19,00	9,65	9,582	508,6	0,1072	0,000	0,0	363,3	99,6
35	6,80	-22,60	10,87	zand	17,00	19,00	10,87	10,868	576,9	0,1135	0,000	0,0	412,1	100,4
36	7,00	-22,80	11,07	zand	17,00	19,00	11,07	11,070	587,6	0,1143	0,000	0,0	419,7	101,1
37	7,20	-23,00	11,19	zand	17,00	19,00	11,19	11,187	593,8	0,1148	0,000	0,0	424,1	101,8

p. 6-2

38	**7,40**	**-23,20**	10,37	zand	17,00	19,00	10,37	10,298	546,6	0,1115	0,000	0,0	390,4	102,5
39	**7,60**	**-23,40**	9,09	zand	17,00	19,00	9,09	8,985	476,9	0,1010	0,000	0,0	340,7	103,3
40	**7,80**	**-23,60**	9,37	zand	17,00	19,00	9,37	9,365	497,1	0,1041	0,000	0,0	355,1	104,0
41	**8,00**	**-23,80**	9,44	zand	17,00	19,00	9,44	9,431	500,6	0,1048	0,000	0,0	357,6	104,7
42	**8,20**	**-24,00**	7,45	zand	17,00	19,00	7,45	7,297	387,3	0,0828	0,000	0,0	276,7	105,4
43	**8,40**	**-24,20**	3,49	Tertklei	19,00	19,00	3,49	3,198	169,9	0,1163	0,000	0,0	121,3	106,2
44	**8,60**	**-24,40**	3,86	Tertklei	19,00	19,00	3,86	3,859	205,0	0,1286	0,000	0,0	146,4	106,9
45	**8,80**	**-24,60**	3,98	Tertklei	19,00	19,00	3,98	3,975	211,1	0,1325	0,000	0,0	150,8	107,6
46	**9,00**	**-24,80**	3,59	Tertklei	19,00	19,00	3,59	3,562	189,2	0,1198	0,000	0,0	135,1	108,4
47	**9,20**	**-25,00**	3,57	Tertklei	19,00	19,00	3,57	3,562	189,2	0,1188	0,000	0,0	135,1	109,1
48	**9,40**	**-25,20**	3,52	Tertklei	19,00	19,00	3,52	3,510	186,4	0,1172	0,000	0,0	133,2	109,8
49	**9,60**	**-25,40**	3,44	Tertklei	19,00	19,00	3,44	3,436	182,5	0,1148	0,000	0,0	130,4	110,5
50	**9,80**	**-25,60**	3,29	Tertklei	19,00	19,00	3,29	3,274	173,9	0,1096	0,013	116,4	207,3	177,7
51	**10,00**	**-25,80**	3,85	Tertklei	19,00	19,00	3,85	3,847	204,3	0,1282	0,015	252,5	326,3	256,3
52	**10,20**	**-26,00**	4,69	Tertklei	19,00	19,00	4,69	4,694	249,3	0,1500	0,018	411,7	472,2	348,0
53	**10,40**	**-26,20**	4,07	Tertklei	19,00	19,00	4,07	4,018	213,4	0,1356	0,016	555,7	549,4	431,0
54	**10,60**	**-26,40**	4,14	Tertklei	19,00	19,00	4,14	4,141	220,0	0,1380	0,017	702,2	658,7	515,4
55	**10,80**	**-26,60**	4,14	Tertklei	19,00	19,00	4,14	4,138	219,8	0,1380	0,017	848,8	763,3	599,9
56	**11,00**	**-26,80**	4,09	Tertklei	19,00	19,00	4,09	4,087	217,1	0,1364	0,016	993,6	864,8	683,4
57	**11,20**	**-27,00**	4,24	Tertklei	19,00	19,00	4,24	4,240	225,2	0,1413	0,017	1143,6	977,8	769,9
58	**11,40**	**-27,20**	4,65	Tertklei	19,00	19,00	4,65	4,647	246,8	0,1500	0,018	1302,9	1106,9	861,6
59	**11,60**	**-27,40**	4,96	Tertklei	19,00	19,00	4,96	4,961	263,5	0,1500	0,018	1462,1	1232,6	953,3
60	**11,80**	**-27,60**	4,69	Tertklei	19,00	19,00	4,69	4,665	247,8	0,1500	0,018	1621,4	1335,1	1045,0
61	**12,00**	**-27,80**	4,30	Tertklei	19,00	19,00	4,30	4,270	226,8	0,1433	0,017	1773,5	1428,8	1132,7
62	**12,20**	**-28,00**	4,02	Tertklei	19,00	19,00	4,02	3,994	212,2	0,1339	0,016	1915,6	1519,8	1214,6
63	**12,40**	**-28,20**	4,04	Tertklei	19,00	19,00	4,04	4,042	214,7	0,1347	0,016	2058,7	1623,8	1297,1
64	**12,60**	**-28,40**	4,53	Tertklei	19,00	19,00	4,53	4,528	240,5	0,1500	0,018	2217,9	1756,0	1388,8
65	**12,80**	**-28,60**	4,98	Tertklei	19,00	19,00	4,98	4,977	264,4	0,1500	0,018	2377,2	1886,8	1480,5
66	**13,00**	**-28,80**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05	5,046	268,0	0,1500	0,018	2536,4	2003,2	1572,3
67	**13,20**	**-29,00**	4,64	Tertklei	19,00	19,00	4,64	4,602	244,4	0,1500	0,018	2695,6	2100,1	1664,0
68	**13,40**	**-29,20**	4,82	Tertklei	19,00	19,00	4,82	4,815	255,8	0,1500	0,018	2854,9	2221,9	1755,7
69	**13,60**	**-29,40**	4,52	Tertklei	19,00	19,00	4,52	4,497	238,9	0,1500	0,018	3014,1	2323,6	1847,4
70	**13,80**	**-29,60**	3,63	Tertklei	19,00	19,00	3,63	3,558	189,0	0,1209	0,015	3142,4	2379,6	1921,5
71	**14,00**	**-29,80**	3,73	Tertklei	19,00	19,00	3,73	3,732	198,2	0,1244	0,015	3274,5	2480,5	1997,7
72	**14,20**	**-30,00**	3,97	Tertklei	19,00	19,00	3,97	3,968	210,8	0,1323	0,016	3414,9	2589,8	2078,6
73	**14,40**	**-30,20**	4,75	Tertklei	19,00	19,00	4,75	4,752	252,4	0,1500	0,018	3574,1	2733,3	2170,4
74	**14,60**	**-30,40**	5,39	Tertklei	19,00	19,00	5,39	5,385	286,0	0,1500	0,018	3733,4	2871,0	2262,1
75	**14,80**	**-30,60**	5,50	Tertklei	19,00	19,00	5,50	5,500	292,1	0,1500	0,018	3892,6	2989,1	2353,8
76	**15,00**	**-30,80**	4,78	Tertklei	19,00	19,00	4,78	4,722	250,8	0,1500	0,018	4051,9	3073,4	2445,5
77	**15,20**	**-31,00**	4,08	Tertklei	19,00	19,00	4,08	4,032	214,2	0,1361	0,016	4196,4	3150,4	2528,8
78	**15,40**	**-31,20**	4,39	Tertklei	19,00	19,00	4,39	4,394	233,4	0,1465	0,018	4351,8	3275,2	2618,4
79	**15,60**	**-31,40**	4,55	Tertklei	19,00	19,00	4,55	4,547	241,5	0,1500	0,018	4511,1	3394,7	2710,1
80	**15,80**	**-31,60**	5,02	Tertklei	19,00	19,00	5,02	5,019	266,6	0,1500	0,018	4670,3	3526,4	2801,8
81	**16,00**	**-31,80**	5,33	Tertklei	19,00	19,00	5,33	5,331	283,2	0,1500	0,018	4829,6	3652,0	2893,6
82	**16,20**	**-32,00**	12,43	Tertklei	19,00	19,00	12,43	12,433	660,4	0,1500	0,018	4988,8	4035,2	2985,3
83	**16,40**	**-32,20**	4,59	Tertklei	19,00	19,00	4,59	3,992	212,0	0,1500	0,018	5148,1	3828,6	3077,0
84	**16,60**	**-32,40**	4,83	Tertklei	19,00	19,00	4,83	4,830	256,6	0,1500	0,018	5307,3	3974,2	3168,7
85	**16,80**	**-32,60**	4,43	Tertklei	19,00	19,00	4,43	4,392	233,3	0,1475	0,018	5463,9	4069,4	3258,9
86	**17,00**	**-32,80**	4,75	Tertklei	19,00	19,00	4,75	4,745	252,0	0,1500	0,018	5623,1	4196,5	3350,7
87	**17,20**	**-33,00**	5,03	Tertklei	19,00	19,00	5,03	5,034	267,4	0,1500	0,018	5782,4	4321,3	3442,4
88	**17,40**	**-33,20**	4,20	Tertklei	19,00	19,00	4,20	4,139	219,9	0,1401	0,017	5931,1	4393,6	3528,1
89	**17,60**	**-33,40**	4,50	Tertklei	19,00	19,00	4,50	4,500	239,0	0,1500	0,018	6090,4	4521,0	3619,8
90	**17,80**	**-33,60**	5,64	Tertklei	19,00	19,00	5,64	5,644	299,8	0,1500	0,018	6249,6	4678,1	3711,6
91	**18,00**	**-33,80**	5,58	Tertklei	19,00	19,00	5,58	5,568	295,8	0,1500	0,018	6408,9	4789,0	3803,3
92	**18,20**	**-34,00**	5,04	Tertklei	19,00	19,00	5,04	4,999	265,5	0,1500	0,018	6568,1	4881,2	3895,0
93	**18,40**	**-34,20**	5,01	Tertklei	19,00	19,00	5,01	5,012	266,2	0,1500	0,018	6727,3	4995,4	3986,7

94	**18,60**	**-34,40**	**5,15**	**Tertklei**	**19,00**	**19,00**	5,15	5,154	273,8	0,1500	0,018	6886,6	5114,5	4078,4

p. 6-3

95	**18,80**	**-34,60**	**5,00**	**Tertklei**	**19,00**	**19,00**	5,00			0,1500	0,018	7045,8		
96	**19,00**	**-34,80**	**4,25**	**Tertklei**	**19,00**	**19,00**	4,25			0,1418	0,017	7196,3		
97	**19,20**	**-35,00**	**5,07**	**Tertklei**	**19,00**	**19,00**	5,07			0,1500	0,018	7355,6		

p. 6-4

p. 6-5

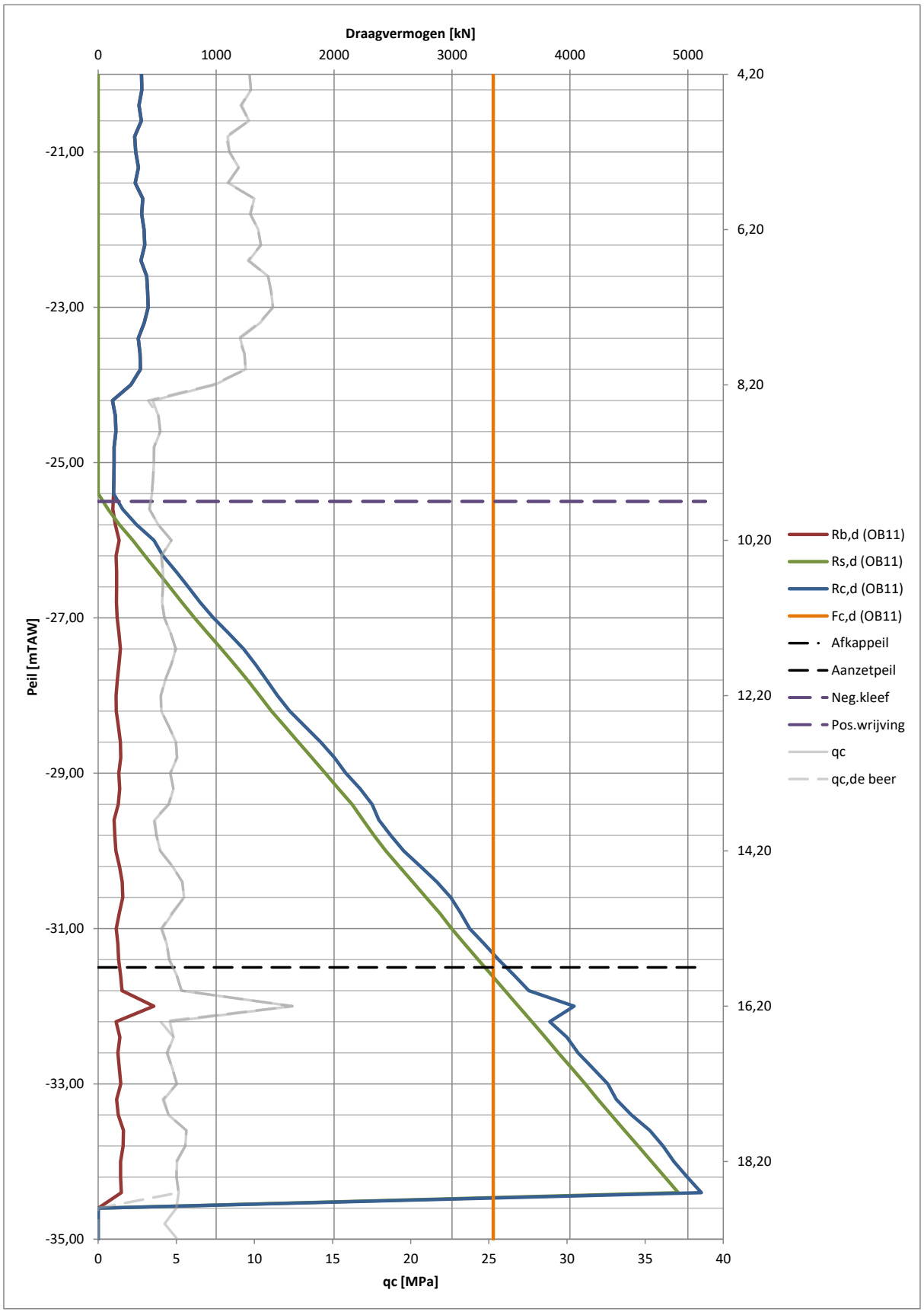
Bijlagen

A. Diagramma paaldraagvermogens

CS 07002 Paal 0.8

A.1. CPT no. S09

Verticaal draagvermogen: Ontwerpbenadering 1 combinatie 1 (druk)



CS 07002 Paal 0.8

Grondmechanisch ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk en trek belaste funderingspalen

Conform NBN EN 1997-1 en WTCB-rapport nr. 19 - 2016

Sweco Belgium, 2016

Project:	Noordelijk Insteekdok
Onderdeel:	Buispaal combiwand achter - met propvorming Haalbaarheidsstudie
Projectnummer:	B10724-3
Opdrachtgever:	PoAB
Revisie:	0
Datum:	donderdag 6 maart 2025
Geotechnisch ingenieur:	HDM
Contact:	Sweco Belgium - Kantoor Gent Elfjulistraat 43 B-9000 Gent T: +32 9 241 59 20 F: +32 9 296 11 10 gent@swecobelgium.be www.swecobelgium.be

CS 07002 Paal 0.8

1 Inleiding

1.1 Beschrijving

Dit rapport betreft grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen. Het gaat hierbij om de volgende onderdelen/aspecten:

- Keuze van het paaltype;
- Dimensionering paal;
- Bepaling paaldraagvermogen;

1.2 Uitgangspunten

Het toepassingsdocument "Grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen" van het WTCB (nr. 19 - 2016) is normatief voor axiaal op druk belaste funderingspalen.
In België wordt Ontwerpbenadering 1 aangehouden. De benadering bestaat uit 2 combinaties. Wat betreft het draagvermogen van axiaal belaste palen, zal combinatie 2 meestal doorslaggevend zijn. Voor de structurele berekening van de paal zal combinatie 1 meestal maatgevend zijn. Voor trekpalen bij opdrijven geldt EC7-UPL.

Het aanzetpeil en de diameter van de paal worden bepaald aan de hand van berekeningen.

2 Gegevens

2.1 Paaleigenschappen

Buitendiameter	D =	**1,420**	m
Wanddikte	e =	**0,024**	m
Oppervlakte basis	A_B =	1,584	m²
Paalomtrek	χs =	4,461	m
Equivalente diameter	$D_{b,eq}$ =	1,420	m
Afkappeil paal	z_{top} =	**5,00**	mTAW
Aanzetpeil paal	z_{base} =	**-31,50**	mTAW (de paallengte is 36,50 m)
Soortelijk gewicht paal	γ_{mat} =	**78,50**	kN/m³

Geen ontgravingsreductie

Paaltype:

Cat. I - Geheid/geperst - Open stalen buispalen, situatie met propvorming

Vorm paal **cirkelvormig**

Statische belastingsproef **zonder SLT**

Kwaliteitsgarantie ☑

2.2 Belastingen

De paal ondergaat belastingen zoals bekomen in de desbetreffende ontwerpnota van het kunstwerk. Een overzicht van de belastingen wordt gegeven in onderstaande tabelllen.

		Druk	Trek
Permanent	**Ongunstig**	**2.481 kN**	**-**
	Gunstig	**-**	**-**
Variabel	**Ongunstig**	**-**	**-**
(standaard)	**Gunstig**	**-**	**-**

Tabel 2.1 Belastingen uitgeoefend op de paal

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
$\gamma_{G;dst}$	1,00	1,35	1,00
$\gamma_{G;stb}$	1,00	1,00	0,90
$\gamma_{Q;dst}$	1,00	1,50	1,50
$\gamma_{Q;stb}$	0,00	0,00	0,00
Druk	**2481 kN**	**3350 kN**	**-**
Trek	**0 kN**	**0 kN**	**0 kN**

Wisselbelasting ☐

De grafieken en berekeningen per sondering zijn weergegeven in: EC7-STR/GEO

2.3 Factoren

Zoals beschreven in het toepassingsdocument van het WTCB zijn verschillende factoren van toepassing. In onderstaande tabellen worden de factoren die van toepassing zijn voor de gekozen configuratie per categorie weergegeven.

	Tert. Klei	Andere
α_b	1,00	1,00
$\alpha_{s,i}$	0,60	0,60
ε_b	0,61	1,00

Tabel 2.2 Installatiefactoren

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
γ_b	1,00	1,00	-
γ_s	1,00	1,00	1,40
$\gamma_{s;t}$	1,25		

Tabel 2.3 Partiële factoren

Aantal palen	**1-3**
ξ_3	**1,40**
ξ_4	1,40

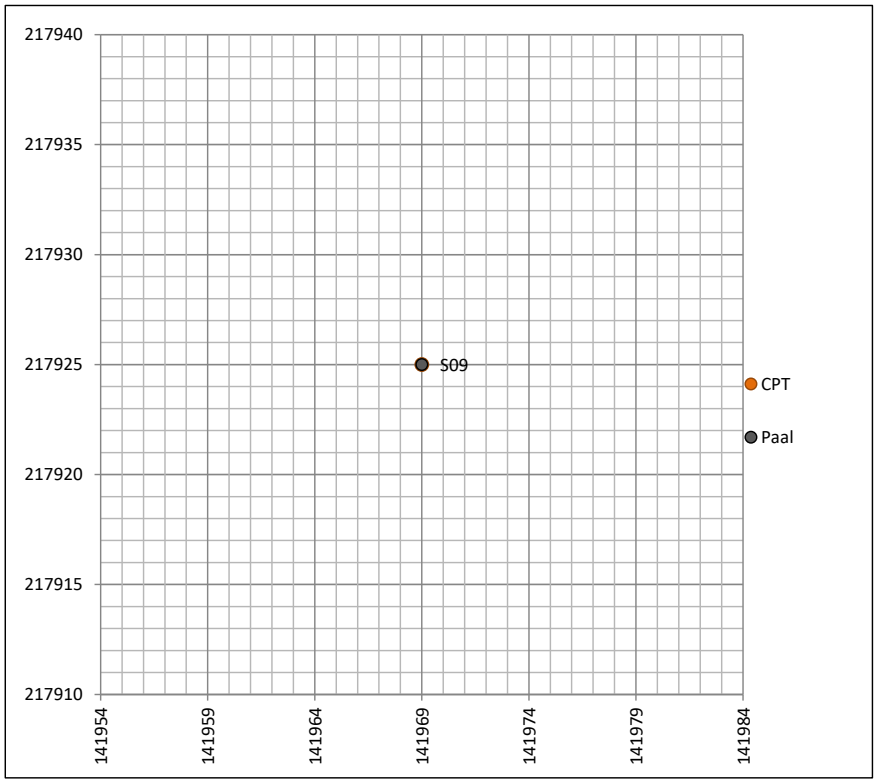
Tabel 2.4 Correlatiefactoren

λ	**1,00**
$\gamma_{r,d}$	1,00
β	**1,00**

Tabel 2.5 Overige factoren

2.4 Sonderingen

De situatieschets in Figuur 2.1 geeft weer waar de verschillende sonderingen zijn uitgevoerd in het projectgebied. De sonderingen die maatgevend zijn voor de geotechnische analyses met betrekking tot het kunstwerk zijn toegevoegd in Bijlage 1.



Figuur 2.1 Inplanting sonderingen en paal

Onderstaande tabel geeft de maatgevende sonderingen met hun corresponderende gegevens weer.

Tabel 2.6 Overzicht van de beschikbare sonderingen

Volgnr	Proefnummer	X (m)	Y (m)	Z (mTAW)	Diepte (m)	Conus	q_c [Mpa]	$q_{c;De\ Beer}$ [MPa]
01	S09	141969,4	217924,9	-15,8	19,2	E	4,5	4,2

3 Berekening verticaal draagvermogen

3.1 Beschrijving

Om aan te tonen dat een paalfundering in staat is de voorziene belastingen op te nemen zonder risico op een grondmechanische breuk, moet aan onderstaande ongelijkheid voldaan worden [NBN EN 1997-1 § 7.6.2.1 (1)] :

$$F_{c,d} \leq R_{c,d}$$

waarbij:

- $F_{c,d}$: de rekenwaarde van de axiale drukbelasting op de paalfundering (zie Tabel 2.1);
- $R_{c,d}$: de rekenwaarde van het draagvermogen van de grond bij op druk belaste palen (zie onderstaande berekeningen).

3.2 Rekenwaarde draagvermogen

De rekenwaarde voor het paaldraagvermogen aan de hand van het WTCB-rapport wordt voor de gegevens sonderingen als volgt bekomen.

1. Bepaling van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_b, R_s**
2. Bepaling van het totaal draagvermogen als som van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_c**
3. Bepaling van het gekalibreerde draagvermogen; **$R_{c;cal}$**

$R_{c;cal;01}$ = 6343,6 kN

Het minimum en gemiddeld gekalibreerde draagvermogen is dan:

$R_{c;cal,min}$ = 6343,6 kN

$R_{c;cal,mean}$ = 6343,6 kN

4. Bepaling van het karakteristieke draagvermogen; **$R_{c,k}$**

$$R_{c,k} = \min\left\{\frac{(R_{c,cal})_{gemiddeld}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4}\right\}$$

= 4531,2 kN (het gemiddelde is maatgevend)

5. Bepaling van de rekenwaarde van het draagvermogen. **$R_{c,d}$**

$$R_{c,d} = R_{b,k} / \gamma_b + R_{s,k} / \gamma_s$$

Voor de ontwerpbenaderingen combinatie 1 wordt volgende rekenwaarden van het draagvermogen in vergelijking met het nodig draagvermogen verkregen:

	$R_{c,d}$		$F_{c,d}$	SF
BGT-K	4531,2 kN	≥	2481,5 kN	1,83
O.B.1.1	4531,2 kN	≥	3350,0 kN	1,35

Uit berekeningen blijkt dat de gegeven paalfundering voldoet voor de opgegeven belastingen bij beide belastingscombinaties.

p. 6-1

Sondering:	S09

Maaiveldpeil	-15,80	mTAW
Stap	0,20	m
X-coordinaat	141969,41	m
Y-coordinaat	217924,91	m
Gewicht water	10,00	kN/m3
Diepte watertafel	-10,00	m
Top pos. Wrijving	-25,50	mTAW
O.k. neg.wrijving	-25,50	mTAW
Diameter conus	0,036	m
Type conus	E	
Diameter paal	1,420	m

	Tert. Klei	Andere
ω	1	1
α_b	1	1
ε_b	0,61	1
β	1	1
λ	1	1
$\alpha_{s,i}$	0,6	0,6

Grondsoort	q_c [Mpa]	η^*_p of q_s [-] of [Mpa]	R_f* [%]	Notatie tabel
Klei	1 - 4,5	η^*_p = 1/30	3 - 6%	klei Tertklei
	> 4,5	q_s = 0,150		
Leem	1 - 6	η^*_p = 1/60	2 - 3%	leem
	> 6	q_s = 0,100		
Zandhoudende klei/leem	1 - 10	η^*_p = 1/80	1 - 2%	gemengd
Kleihoudende zand/leem	> 10	q_s = 0,125		
Zand	1 - 10	η^*_p = 1/90	< 1%	zand
	10 - 20	$q_s = 0{,}110+0{,}004*(q_c-10)$		
	> 20	q_s = 0,150		

Nr. 97	Diepte m	Peil mTAW	q_c Mpa	Grondsoort	γ_d kN/m³	γ_n kN/m³	$q_{c;reductie}$ Mpa	$q_{c\ de\ beer}$ N/mm²	R_b kN	$q_{s,i}$ N/m²	$\alpha_{s,i} . h_i . q_{s,i}$ N/m	R_s kN	Rc,d (OB11) kN	Rt,d (OB11) kN
1	0,00	-15,80	0,93	zand	17,00	19,00	0,00	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,0	0,0	75,6
2	0,20	-16,00	1,87	zand	17,00	19,00	1,87	0,308	487,8	0,0208	0,000	0,0	348,4	76,4
3	0,40	-16,20	2,36	zand	17,00	19,00	2,36	0,380	602,4	0,0263	0,000	0,0	430,3	77,1
4	0,60	-16,40	1,68	zand	17,00	19,00	1,68	0,457	723,3	0,0187	0,000	0,0	516,7	77,8
5	0,80	-16,60	2,54	zand	17,00	19,00	2,54	0,538	852,0	0,0283	0,000	0,0	608,6	78,5
6	1,00	-16,80	6,98	zand	17,00	19,00	6,98	0,623	986,8	0,0775	0,000	0,0	704,9	79,3
7	1,20	-17,00	6,72	zand	17,00	19,00	6,72	0,709	1122,2	0,0747	0,000	0,0	801,6	80,0
8	1,40	-17,20	5,44	zand	17,00	19,00	5,44	0,796	1260,6	0,0604	0,000	0,0	900,4	80,7
9	1,60	-17,40	7,99	zand	17,00	19,00	7,99	0,885	1401,6	0,0887	0,000	0,0	1001,1	81,4
10	1,80	-17,60	8,24	zand	17,00	19,00	8,24	0,973	1540,3	0,0916	0,000	0,0	1100,2	82,2
11	2,00	-17,80	8,41	zand	17,00	19,00	8,41	1,059	1677,7	0,0934	0,000	0,0	1198,4	82,9
12	2,20	-18,00	9,50	zand	17,00	19,00	9,50	1,146	1814,7	0,1055	0,000	0,0	1296,2	83,6
13	2,40	-18,20	8,88	zand	17,00	19,00	8,88	1,234	1953,9	0,0986	0,000	0,0	1395,6	84,4
14	2,60	-18,40	8,43	zand	17,00	19,00	8,43	1,324	2096,4	0,0936	0,000	0,0	1497,4	85,1
15	2,80	-18,60	7,70	zand	17,00	19,00	7,70	1,417	2243,5	0,0856	0,000	0,0	1602,5	85,8
16	3,00	-18,80	10,19	zand	17,00	19,00	10,19	1,511	2393,3	0,1107	0,000	0,0	1709,5	86,5
17	3,20	-19,00	8,25	zand	17,00	19,00	8,25	1,609	2547,5	0,0917	0,000	0,0	1819,7	87,3
18	3,40	-19,20	6,94	zand	17,00	19,00	6,94	1,713	2712,2	0,0771	0,000	0,0	1937,3	88,0
19	3,60	-19,40	7,25	zand	17,00	19,00	7,25	1,822	2884,7	0,0805	0,000	0,0	2060,5	88,7
20	3,80	-19,60	9,42	zand	17,00	19,00	9,42	1,935	3064,2	0,1047	0,000	0,0	2188,7	89,4
21	4,00	-19,80	9,51	zand	17,00	19,00	9,51	2,053	3250,9	0,1057	0,000	0,0	2322,1	90,2
22	4,20	-20,00	9,69	zand	17,00	19,00	9,69	2,175	3443,7	0,1077	0,000	0,0	2459,8	90,9
23	4,40	-20,20	9,78	zand	17,00	19,00	9,78	2,303	3646,6	0,1086	0,000	0,0	2604,7	91,6
24	4,60	-20,40	9,17	zand	17,00	19,00	9,17	2,438	3860,4	0,1019	0,000	0,0	2757,4	92,4
25	4,80	-20,60	9,66	zand	17,00	19,00	9,66	2,581	4086,7	0,1073	0,000	0,0	2919,1	93,1
26	5,00	-20,80	8,29	zand	17,00	19,00	8,29	2,729	4322,3	0,0921	0,000	0,0	3087,3	93,8
27	5,20	-21,00	8,41	zand	17,00	19,00	8,41	2,885	4569,1	0,0934	0,000	0,0	3263,6	94,5
28	5,40	-21,20	9,00	zand	17,00	19,00	9,00	3,032	4801,5	0,1000	0,000	0,0	3429,6	95,3
29	5,60	-21,40	8,34	zand	17,00	19,00	8,34	3,161	5005,9	0,0926	0,000	0,0	3575,7	96,0
30	5,80	-21,60	9,99	zand	17,00	19,00	9,99	3,272	5181,9	0,1110	0,000	0,0	3701,3	96,7
31	6,00	-21,80	9,76	zand	17,00	19,00	9,76	3,362	5323,7	0,1084	0,000	0,0	3802,6	97,4
32	6,20	-22,00	10,24	zand	17,00	19,00	10,24	3,429	5429,7	0,1110	0,000	0,0	3878,3	98,2
33	6,40	-22,20	10,41	zand	17,00	19,00	10,41	3,470	5495,9	0,1116	0,000	0,0	3925,7	98,9
34	6,60	-22,40	9,65	zand	17,00	19,00	9,65	3,486	5519,9	0,1072	0,000	0,0	3942,8	99,6
35	6,80	-22,60	10,87	zand	17,00	19,00	10,87	3,473	5500,5	0,1135	0,000	0,0	3929,0	100,4
36	7,00	-22,80	11,07	zand	17,00	19,00	11,07	3,448	5461,1	0,1143	0,000	0,0	3900,8	101,1
37	7,20	-23,00	11,19	zand	17,00	19,00	11,19	3,423	5421,6	0,1148	0,000	0,0	3872,6	101,8

p. 6-2

38	**7,40**	**-23,20**	10,37	zand	17,00	19,00	10,37	3,399	5382,8	0,1115	0,000	0,0	3844,9	102,5
39	**7,60**	**-23,40**	9,09	zand	17,00	19,00	9,09	3,375	5345,6	0,1010	0,000	0,0	3818,3	103,3
40	**7,80**	**-23,60**	9,37	zand	17,00	19,00	9,37	3,354	5311,2	0,1041	0,000	0,0	3793,7	104,0
41	**8,00**	**-23,80**	9,44	zand	17,00	19,00	9,44	3,335	5280,8	0,1048	0,000	0,0	3772,0	104,7
42	**8,20**	**-24,00**	7,45	zand	17,00	19,00	7,45	3,319	5256,2	0,0828	0,000	0,0	3754,4	105,4
43	**8,40**	**-24,20**	3,49	Tertklei	19,00	19,00	3,49	3,308	3206,5	0,1163	0,000	0,0	2290,4	106,2
44	**8,60**	**-24,40**	3,86	Tertklei	19,00	19,00	3,86	3,310	3207,9	0,1286	0,000	0,0	2291,4	106,9
45	**8,80**	**-24,60**	3,98	Tertklei	19,00	19,00	3,98	3,321	3219,4	0,1325	0,000	0,0	2299,5	107,6
46	**9,00**	**-24,80**	3,59	Tertklei	19,00	19,00	3,59	3,341	3238,2	0,1198	0,000	0,0	2313,0	108,4
47	**9,20**	**-25,00**	3,57	Tertklei	19,00	19,00	3,57	3,368	3264,5	0,1188	0,000	0,0	2331,8	109,1
48	**9,40**	**-25,20**	3,52	Tertklei	19,00	19,00	3,52	3,430	3324,7	0,1172	0,000	0,0	2374,8	109,8
49	**9,60**	**-25,40**	3,44	Tertklei	19,00	19,00	3,44	3,492	3384,9	0,1148	0,000	0,0	2417,8	110,5
50	**9,80**	**-25,60**	3,29	Tertklei	19,00	19,00	3,29	3,554	3444,8	0,1096	0,013	58,7	2502,5	144,8
51	**10,00**	**-25,80**	3,85	Tertklei	19,00	19,00	3,85	3,615	3504,1	0,1282	0,015	127,3	2593,9	184,7
52	**10,20**	**-26,00**	4,69	Tertklei	19,00	19,00	4,69	3,669	3555,9	0,1500	0,018	207,6	2688,2	231,4
53	**10,40**	**-26,20**	4,07	Tertklei	19,00	19,00	4,07	3,711	3596,6	0,1356	0,016	280,2	2769,1	273,6
54	**10,60**	**-26,40**	4,14	Tertklei	19,00	19,00	4,14	3,744	3628,9	0,1380	0,017	354,1	2845,0	316,5
55	**10,80**	**-26,60**	18,17	Tertklei	19,00	19,00	18,17	3,769	3652,8	0,1500	0,018	434,4	2919,4	363,1
56	**11,00**	**-26,80**	4,09	Tertklei	19,00	19,00	4,09	3,758	3642,8	0,1364	0,016	507,4	2964,4	405,6
57	**11,20**	**-27,00**	4,24	Tertklei	19,00	19,00	4,24	3,748	3632,6	0,1413	0,017	583,1	3011,2	449,6
58	**11,40**	**-27,20**	4,65	Tertklei	19,00	19,00	4,65	3,737	3622,2	0,1500	0,018	663,4	3061,1	496,2
59	**11,60**	**-27,40**	4,96	Tertklei	19,00	19,00	4,96	3,726	3611,5	0,1500	0,018	743,7	3110,8	542,8
60	**11,80**	**-27,60**	4,69	Tertklei	19,00	19,00	4,69	3,714	3600,4	0,1500	0,018	824,0	3160,3	589,4
61	**12,00**	**-27,80**	4,30	Tertklei	19,00	19,00	4,30	3,703	3589,0	0,1433	0,017	900,7	3206,9	634,0
62	**12,20**	**-28,00**	4,02	Tertklei	19,00	19,00	4,02	3,691	3577,3	0,1339	0,016	972,4	3249,8	675,6
63	**12,40**	**-28,20**	4,04	Tertklei	19,00	19,00	4,04	3,678	3565,1	0,1347	0,016	1044,5	3292,6	717,6
64	**12,60**	**-28,40**	4,53	Tertklei	19,00	19,00	4,53	3,670	3557,4	0,1500	0,018	1124,8	3344,5	764,2
65	**12,80**	**-28,60**	4,98	Tertklei	19,00	19,00	4,98	3,668	3555,0	0,1500	0,018	1205,1	3400,0	810,8
66	**13,00**	**-28,80**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05	3,674	3560,8	0,1500	0,018	1285,4	3461,6	857,4
67	**13,20**	**-29,00**	4,64	Tertklei	19,00	19,00	4,64	3,691	3577,4	0,1500	0,018	1365,7	3530,8	904,0
68	**13,40**	**-29,20**	4,82	Tertklei	19,00	19,00	4,82	3,719	3605,2	0,1500	0,018	1446,0	3608,0	950,6
69	**13,60**	**-29,40**	4,52	Tertklei	19,00	19,00	4,52	3,757	3641,2	0,1500	0,018	1526,3	3691,1	997,3
70	**13,80**	**-29,60**	3,63	Tertklei	19,00	19,00	3,63	3,800	3682,9	0,1209	0,015	1591,0	3767,1	1035,0
71	**14,00**	**-29,80**	3,73	Tertklei	19,00	19,00	3,73	3,850	3731,4	0,1244	0,015	1657,6	3849,3	1073,7
72	**14,20**	**-30,00**	3,97	Tertklei	19,00	19,00	3,97	3,901	3781,4	0,1323	0,016	1728,4	3935,6	1114,9
73	**14,40**	**-30,20**	4,75	Tertklei	19,00	19,00	4,75	3,955	3833,9	0,1500	0,018	1808,7	4030,4	1161,5
74	**14,60**	**-30,40**	5,39	Tertklei	19,00	19,00	5,39	4,010	3886,8	0,1500	0,018	1889,0	4125,6	1208,1
75	**14,80**	**-30,60**	5,50	Tertklei	19,00	19,00	5,50	4,062	3937,4	0,1500	0,018	1969,3	4219,1	1254,8
76	**15,00**	**-30,80**	4,78	Tertklei	19,00	19,00	4,78	4,104	3977,7	0,1500	0,018	2049,6	4305,2	1301,4
77	**15,20**	**-31,00**	4,08	Tertklei	19,00	19,00	4,08	4,138	4010,7	0,1361	0,016	2122,5	4380,9	1343,7
78	**15,40**	**-31,20**	4,39	Tertklei	19,00	19,00	4,39	4,167	4039,2	0,1465	0,018	2200,9	4457,2	1389,3
79	**15,60**	**-31,40**	4,55	Tertklei	19,00	19,00	4,55	4,191	4062,4	0,1500	0,018	2281,2	4531,2	1435,9
80	**15,80**	**-31,60**	5,02	Tertklei	19,00	19,00	5,02	4,209	4079,8	0,1500	0,018	2361,5	4600,9	1482,5
81	**16,00**	**-31,80**	5,33	Tertklei	19,00	19,00	5,33	4,219	4089,6	0,1500	0,018	2441,8	4665,3	1529,1
82	**16,20**	**-32,00**	12,43	Tertklei	19,00	19,00	12,43	4,226	4095,8	0,1500	0,018	2522,1	4727,1	1575,7
83	**16,40**	**-32,20**	4,59	Tertklei	19,00	19,00	4,59	4,230	4099,9	0,1500	0,018	2602,4	4787,3	1622,3
84	**16,60**	**-32,40**	4,83	Tertklei	19,00	19,00	4,83	4,235	4104,6	0,1500	0,018	2682,7	4848,1	1668,9
85	**16,80**	**-32,60**	4,43	Tertklei	19,00	19,00	4,43	4,240	4109,9	0,1475	0,018	2761,6	4908,2	1714,8
86	**17,00**	**-32,80**	4,75	Tertklei	19,00	19,00	4,75	4,246	4115,6	0,1500	0,018	2841,9	4969,7	1761,4
87	**17,20**	**-33,00**	5,03	Tertklei	19,00	19,00	5,03	4,252	4121,5	0,1500	0,018	2922,2	5031,2	1808,0
88	**17,40**	**-33,20**	4,20	Tertklei	19,00	19,00	4,20	4,258	4127,4	0,1401	0,017	2997,2	5089,0	1851,6
89	**17,60**	**-33,40**	4,50	Tertklei	19,00	19,00	4,50	4,264	4133,3	0,1500	0,018	3077,5	5150,6	1898,2
90	**17,80**	**-33,60**	5,64	Tertklei	19,00	19,00	5,64	4,272	4140,8	0,1500	0,018	3157,8	5213,3	1944,8
91	**18,00**	**-33,80**	5,58	Tertklei	19,00	19,00	5,58	0,000	0,0	0,1500	0,018	3238,1	2313,0	1991,4
92	**18,20**	**-34,00**	5,04	Tertklei	19,00	19,00	5,04	0,000	0,0	0,1500	0,018	3318,4	2370,3	2038,1
93	**18,40**	**-34,20**	5,01	Tertklei	19,00	19,00	5,01	0,000	0,0	0,1500	0,018	3398,7	2427,7	2084,7

94	**18,60**	**-34,40**	**5,15**	**Tertklei**	**19,00**	**19,00**	5,15	0,000	0,0	0,1500	0,018	3479,0	2485,0	2131,3

p. 6-3

95	**18,80**	**-34,60**	**5,00**	**Tertklei**	**19,00**	**19,00**	5,00			0,1500	0,018	3559,3		
96	**19,00**	**-34,80**	**4,25**	**Tertklei**	**19,00**	**19,00**	4,25			0,1418	0,017	3635,2		
97	**19,20**	**-35,00**	**5,07**	**Tertklei**	**19,00**	**19,00**	5,07			0,1500	0,018	3715,5		

p. 6-4

p. 6-5

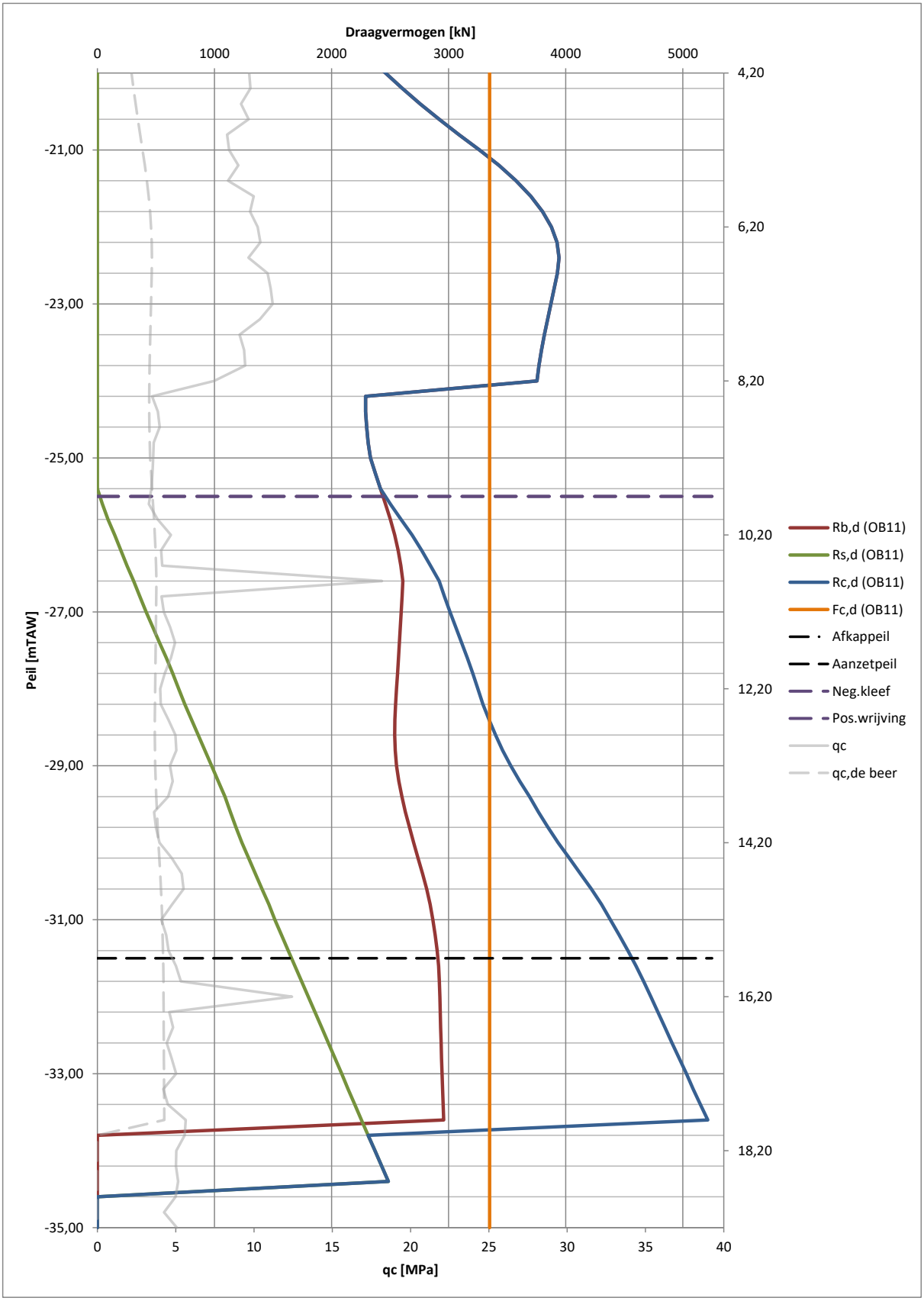
Bijlagen

A. Diagramma paaldraagvermogens

CS 07002 Paal 0.8

A.1. CPT no. S09

Verticaal draagvermogen: Ontwerpbenadering 1 combinatie 1 (druk)



Bijlage 5
Controle draagvermogen buispalen kraanbaan

CS 07002 Paal 0.8

Grondmechanisch ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk en trek belaste funderingspalen

Conform NBN EN 1997-1 en WTCB-rapport nr. 19 - 2016

Sweco Belgium, 2016

Project:	Noordelijk Insteekdok
Onderdeel:	Buispaal kraanbaan voor - zonder propvorming Haalbaarheidsstudie
Projectnummer:	B10724-3
Opdrachtgever:	PoAB
Revisie:	0
Datum:	donderdag 6 maart 2025
Geotechnisch ingenieur:	HDM
Contact:	Sweco Belgium - Kantoor Gent Elfjulistraat 43 B-9000 Gent T: +32 9 241 59 20 F: +32 9 296 11 10 gent@swecobelgium.be www.swecobelgium.be

CS 07002 Paal 0.8

1 Inleiding

1.1 Beschrijving

Dit rapport betreft grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen. Het gaat hierbij om de volgende onderdelen/aspecten:

- Keuze van het paaltype;
- Dimensionering paal;
- Bepaling paaldraagvermogen;

1.2 Uitgangspunten

Het toepassingsdocument "Grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen" van het WTCB (nr. 19 - 2016) is normatief voor axiaal op druk belaste funderingspalen.
In België wordt Ontwerpbenadering 1 aangehouden. De benadering bestaat uit 2 combinaties. Wat betreft het draagvermogen van axiaal belaste palen, zal combinatie 2 meestal doorslaggevend zijn. Voor de structurele berekening van de paal zal combinatie 1 meestal maatgevend zijn. Voor trekpalen bij opdrijven geldt EC7-UPL.

Het aanzetpeil en de diameter van de paal worden bepaald aan de hand van berekeningen.

2 Gegevens

2.1 Paaleigenschappen

Buitendiameter	D =	**0,900**	m
Wanddikte	e =	**0,011**	m
Oppervlakte basis	A_B =	0,016	m²
Paalomtrek	χs =	5,619	m
Equivalente diameter	$D_{b,eq}$ =	0,016	m
Afkappeil paal	z_{top} =	**5,00**	mTAW
Aanzetpeil paal	z_{base} =	**-25,00**	mTAW (de paallengte is 30,00 m)
Soortelijk gewicht paal	γ_{mat} =	**78,50**	kN/m³

Geen ontgravingsreductie

Paaltype:

Cat. II - Geheid - Open stalen buispaal situatie zonder propvorming

Vorm paal **cirkelvormig**

Statische belastingsproef **zonder SLT**

Kwaliteitsgarantie ☑

2.2 Belastingen

De paal ondergaat belastingen zoals bekomen in de desbetreffende ontwerpnota van het kunstwerk. Een overzicht van de belastingen wordt gegeven in onderstaande tabelllen.

		Druk	Trek
Permanent	**Ongunstig**	**1.137 kN**	**-**
	Gunstig	**-**	**-**
Variabel	**Ongunstig**	**-**	**-**
(standaard)	**Gunstig**	**-**	**-**

Tabel 2.1 Belastingen uitgeoefend op de paal

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
$\gamma_{G;dst}$	1,00	1,35	1,00
$\gamma_{G;stb}$	1,00	1,00	0,90
$\gamma_{Q;dst}$	1,00	1,50	1,50
$\gamma_{Q;stb}$	0,00	0,00	0,00
Druk	**1137 kN**	**1535 kN**	**-**
Trek	**0 kN**	**0 kN**	**0 kN**

Wisselbelasting ☐

De grafieken en berekeningen per sondering zijn weergegeven in: EC7-STR/GEO

2.3 Factoren

Zoals beschreven in het toepassingsdocument van het WTCB zijn verschillende factoren van toepassing. In onderstaande tabellen worden de factoren die van toepassing zijn voor de gekozen configuratie per categorie weergegeven.

	Tert. Klei	Andere
α_b	1,00	1,00
$\alpha_{s,i}$	0,60	0,60
ε_b	1,01	1,00

Tabel 2.2 Installatiefactoren

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
γ_b	1,00	1,00	-
γ_s	1,00	1,00	1,40
$\gamma_{s;t}$	1,25		

Tabel 2.3 Partiële factoren

Aantal palen	**1-3**
ξ_3	**1,40**
ξ_4	1,40

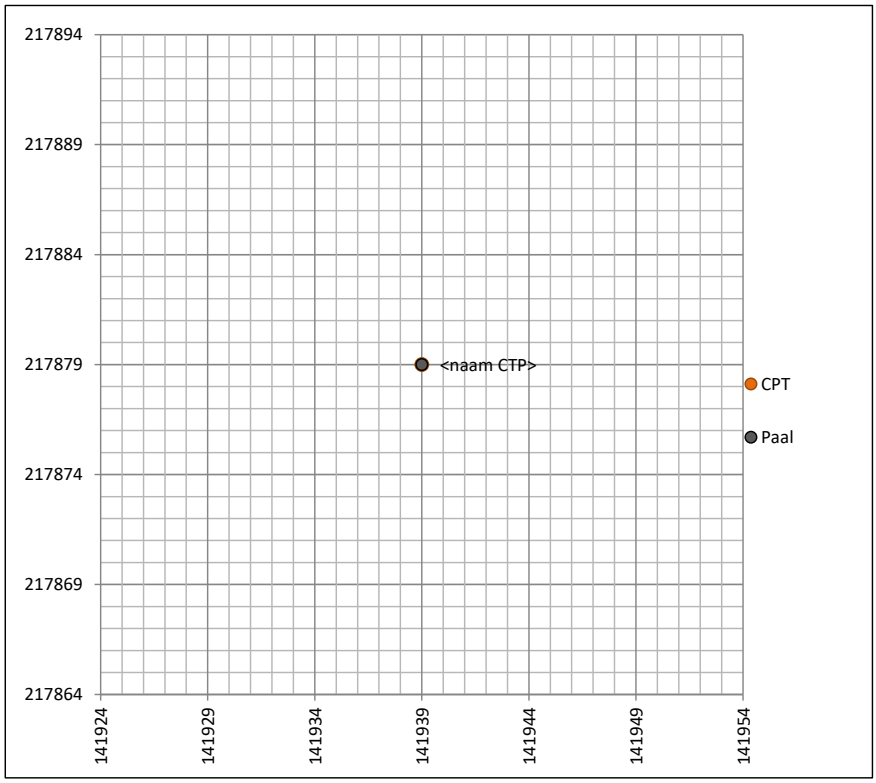
Tabel 2.4 Correlatiefactoren

λ	**1,00**
$\gamma_{r,d}$	1,00
β	**1,00**

Tabel 2.5 Overige factoren

2.4 Sonderingen

De situatieschets in Figuur 2.1 geeft weer waar de verschillende sonderingen zijn uitgevoerd in het projectgebied. De sonderingen die maatgevend zijn voor de geotechnische analyses met betrekking tot het kunstwerk zijn toegevoegd in Bijlage 1.



Figuur 2.1 Inplanting sonderingen en paal

Onderstaande tabel geeft de maatgevende sonderingen met hun corresponderende gegevens weer.

Tabel 2.6 Overzicht van de beschikbare sonderingen

Volgnr	Proefnummer	X (m)	Y (m)	Z (mTAW)	Diepte (m)	Conus	q_c [Mpa]	$q_{c;De\ Beer}$ [MPa]
01	S03	141938,6	217878,6	5,9	40,6	E	9,5	9,4

3 Berekening verticaal draagvermogen

3.1 Beschrijving

Om aan te tonen dat een paalfundering in staat is de voorziene belastingen op te nemen zonder risico op een grondmechanische breuk, moet aan onderstaande ongelijkheid voldaan worden [NBN EN 1997-1 § 7.6.2.1 (1)] :

$$F_{c,d} \leq R_{c,d}$$

waarbij:

- $F_{c,d}$: de rekenwaarde van de axiale drukbelasting op de paalfundering (zie Tabel 2.1);
- $R_{c,d}$: de rekenwaarde van het draagvermogen van de grond bij op druk belaste palen (zie onderstaande berekeningen).

3.2 Rekenwaarde draagvermogen

De rekenwaarde voor het paaldraagvermogen aan de hand van het WTCB-rapport wordt voor de gegevens sonderingen als volgt bekomen.

1. Bepaling van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_b, R_s**
2. Bepaling van het totaal draagvermogen als som van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_c**
3. Bepaling van het gekalibreerde draagvermogen; **$R_{c;cal}$**

$R_{c;cal;01}$ = 3070,7 kN

Het minimum en gemiddeld gekalibreerde draagvermogen is dan:

$R_{c;cal,min}$ = 3070,7 kN

$R_{c;cal,mean}$ = 3070,7 kN

4. Bepaling van het karakteristieke draagvermogen; **$R_{c,k}$**

$$R_{c,k} = \min\left\{\frac{(R_{c,cal})_{gemiddeld}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4}\right\}$$

= 2193,3 kN (het gemiddelde is maatgevend)

5. Bepaling van de rekenwaarde van het draagvermogen. **$R_{c,d}$**

$$R_{c,d} = R_{b,k} / \gamma_b + R_{s,k} / \gamma_s$$

Voor de ontwerpbenaderingen combinatie 1 wordt volgende rekenwaarden van het draagvermogen in vergelijking met het nodig draagvermogen verkregen:

	$R_{c,d}$		$F_{c,d}$	SF
BGT-K	2193,3 kN	≥	1137,0 kN	1,93
O.B.1.1	2193,3 kN	≥	1535,0 kN	1,43

Uit berekeningen blijkt dat de gegeven paalfundering voldoet voor de opgegeven belastingen bij beide belastingscombinaties.

p. 6-1

Sondering:	S03

Maaiveldpeil	5,90	mTAW
Stap	0,20	m
X-coordinaat	141938,59	m
Y-coordinaat	217878,59	m
Gewicht water	10,00	kN/m3
Diepte watertafel	2,00	m
Top pos. Wrijving	-16,68	mTAW
O.k. neg.wrijving	-16,68	mTAW
Diameter conus	0,036	m
Type conus	E	
Diameter paal	0,016	m

	Tert. Klei	Andere
ω	1	1
α_b	1	1
ε_b	1,01	1
β	1	1
λ	1	1
$\alpha_{s,i}$	0,6	0,6

Grondsoort	q_c [Mpa]	η^*_p of q_s [-] of [Mpa]	R_f* [%]	Notatie tabel
Klei	1 - 4,5	η^*_p = 1/30	3 - 6%	klei
	> 4,5	q_s = 0,150		Tertklei
Leem	1 - 6	η^*_p = 1/60	2 - 3%	leem
	> 6	q_s = 0,100		
Zandhoudende klei/leem	1 - 10	η^*_p = 1/80	1 - 2%	gemengd
Kleihoudende zand/leem	> 10	q_s = 0,125		
Zand	1 - 10	η^*_p = 1/90	< 1%	zand
	10 - 20	$q_s = 0{,}110+0{,}004*(q_c-10)$		
	> 20	q_s = 0,150		

Nr. 204	Diepte m	Peil mTAW	q_c Mpa	Grondsoort	γ_d kN/m³	γ_n kN/m³	$q_{c;reductie}$ Mpa	$q_{c\ de\ beer}$ N/mm²	R_b kN	$q_{s,i}$ N/m²	$\alpha_{s,i} . h_i . q_{s,i}$ N/m	R_s kN	Rc,d (OB11) kN	Rt,d (OB11) kN
1	0,00	5,90	5,00	zand	17,00	19,00	0,00	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,0	0,0	0,0
2	0,20	5,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	12,870	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,0
3	0,40	5,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	-5,761	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,0
4	0,60	5,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,0
5	0,80	5,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,082	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,0
6	1,00	4,90	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,1
7	1,20	4,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,416	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,3
8	1,40	4,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,5
9	1,60	4,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,572	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,8
10	1,80	4,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	1,0
11	2,00	3,90	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,662	74,0	0,0556	0,000	0,0	52,9	1,2
12	2,20	3,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	1,4
13	2,40	3,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,842	76,9	0,0556	0,000	0,0	54,9	1,6
14	2,60	3,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	1,8
15	2,80	3,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,857	77,1	0,0556	0,000	0,0	55,1	2,1
16	3,00	2,90	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	2,3
17	3,20	2,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,868	77,3	0,0556	0,000	0,0	55,2	2,5
18	3,40	2,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	2,7
19	3,60	2,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,878	77,4	0,0556	0,000	0,0	55,3	2,9
20	3,80	2,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	3,2
21	4,00	1,90	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,887	77,6	0,0556	0,000	0,0	55,4	3,4
22	4,20	1,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	3,6
23	4,40	1,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,894	77,7	0,0556	0,000	0,0	55,5	3,8
24	4,60	1,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	4,0
25	4,80	1,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,901	77,8	0,0556	0,000	0,0	55,6	4,2
26	5,00	0,90	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	4,5
27	5,20	0,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,907	77,9	0,0556	0,000	0,0	55,6	4,7
28	5,40	0,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	4,9
29	5,60	0,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,912	78,0	0,0556	0,000	0,0	55,7	5,1
30	5,80	0,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	5,3
31	6,00	-0,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,916	78,0	0,0556	0,000	0,0	55,7	5,5
32	6,20	-0,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	5,8
33	6,40	-0,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,920	78,1	0,0556	0,000	0,0	55,8	6,0
34	6,60	-0,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	6,2
35	6,80	-0,90	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,924	78,2	0,0556	0,000	0,0	55,8	6,4
36	7,00	-1,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	6,6
37	7,20	-1,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,928	78,2	0,0556	0,000	0,0	55,9	6,9

p. 6-2

38	**7,40**	**-1,50**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	7,1
39	**7,60**	**-1,70**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,931	78,3	0,0556	0,000	0,0	55,9	7,3
40	**7,80**	**-1,90**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	7,5
41	**8,00**	**-2,10**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,934	78,3	0,0556	0,000	0,0	55,9	7,7
42	**8,20**	**-2,30**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	7,9
43	**8,40**	**-2,50**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,936	78,4	0,0556	0,000	0,0	56,0	8,2
44	**8,60**	**-2,70**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	8,4
45	**8,80**	**-2,90**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,939	78,4	0,0556	0,000	0,0	56,0	8,6
46	**9,00**	**-3,10**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	8,8
47	**9,20**	**-3,30**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,941	78,4	0,0556	0,000	0,0	56,0	9,0
48	**9,40**	**-3,50**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	9,2
49	**9,60**	**-3,70**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,943	78,5	0,0556	0,000	0,0	56,0	9,5
50	**9,80**	**-3,90**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	9,7
51	**10,00**	**-4,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	9,9
52	**10,20**	**-4,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,913	125,6	0,0889	0,000	0,0	89,7	10,1
53	**10,40**	**-4,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	10,3
54	**10,60**	**-4,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,916	125,7	0,0889	0,000	0,0	89,8	10,5
55	**10,80**	**-4,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	10,8
56	**11,00**	**-5,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,919	125,7	0,0889	0,000	0,0	89,8	11,0
57	**11,20**	**-5,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	11,2
58	**11,40**	**-5,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,921	125,7	0,0889	0,000	0,0	89,8	11,4
59	**11,60**	**-5,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	11,6
60	**11,80**	**-5,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,924	125,8	0,0889	0,000	0,0	89,9	11,9
61	**12,00**	**-6,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	12,1
62	**12,20**	**-6,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,926	125,8	0,0889	0,000	0,0	89,9	12,3
63	**12,40**	**-6,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	12,5
64	**12,60**	**-6,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,928	125,9	0,0889	0,000	0,0	89,9	12,7
65	**12,80**	**-6,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	12,9
66	**13,00**	**-7,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,930	125,9	0,0889	0,000	0,0	89,9	13,2
67	**13,20**	**-7,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	13,4
68	**13,40**	**-7,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,932	125,9	0,0889	0,000	0,0	89,9	13,6
69	**13,60**	**-7,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	13,8
70	**13,80**	**-7,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,934	125,9	0,0889	0,000	0,0	90,0	14,0
71	**14,00**	**-8,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	14,2
72	**14,20**	**-8,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,935	126,0	0,0889	0,000	0,0	90,0	14,5
73	**14,40**	**-8,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	14,7
74	**14,60**	**-8,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,937	126,0	0,0889	0,000	0,0	90,0	14,9
75	**14,80**	**-8,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	15,1
76	**15,00**	**-9,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,938	126,0	0,0889	0,000	0,0	90,0	15,3
77	**15,20**	**-9,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	15,6
78	**15,40**	**-9,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,940	126,0	0,0889	0,000	0,0	90,0	15,8
79	**15,60**	**-9,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	16,0
80	**15,80**	**-9,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,941	126,1	0,0889	0,000	0,0	90,0	16,2
81	**16,00**	**-10,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	16,4
82	**16,20**	**-10,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,943	126,1	0,0889	0,000	0,0	90,1	16,6
83	**16,40**	**-10,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	16,9
84	**16,60**	**-10,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,944	126,1	0,0889	0,000	0,0	90,1	17,1
85	**16,80**	**-10,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	17,3
86	**17,00**	**-11,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,945	126,1	0,0889	0,000	0,0	90,1	17,5
87	**17,20**	**-11,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	17,7
88	**17,40**	**-11,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,946	126,1	0,0889	0,000	0,0	90,1	17,9
89	**17,60**	**-11,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	18,2
90	**17,80**	**-11,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,947	126,2	0,0889	0,000	0,0	90,1	18,4
91	**18,00**	**-12,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	18,6
92	**18,20**	**-12,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,948	126,2	0,0889	0,000	0,0	90,1	18,8
93	**18,40**	**-12,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	19,0

94	**18,60**	**-12,70**	**8,00**	**zand**	**17,00**	**19,00**	8,00	7,949	126,2	0,0889	0,000	0,0	90,1	19,2

p. 6-3

95	**18,80**	**-12,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	19,5
96	**19,00**	**-13,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,950	126,2	0,0889	0,000	0,0	90,1	19,7
97	**19,20**	**-13,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	19,9
98	**19,40**	**-13,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,951	126,2	0,0889	0,000	0,0	90,2	20,1
99	**19,60**	**-13,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	20,3
100	**19,80**	**-13,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,952	126,2	0,0889	0,000	0,0	90,2	20,6
101	**20,00**	**-14,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	20,8
102	**20,20**	**-14,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,953	126,3	0,0889	0,000	0,0	90,2	21,0
103	**20,40**	**-14,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	21,2
104	**20,60**	**-14,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,954	126,3	0,0889	0,000	0,0	90,2	21,4
105	**20,80**	**-14,90**	1,18	zand	17,00	19,00	1,18	-7,522	-119,4	0,0132	0,000	0,0	-85,3	21,6
106	**21,00**	**-15,10**	2,99	zand	17,00	19,00	2,99	2,985	47,4	0,0332	0,000	0,0	33,8	21,9
107	**21,20**	**-15,30**	2,65	zand	17,00	19,00	2,65	2,198	34,9	0,0294	0,000	0,0	24,9	22,1
108	**21,40**	**-15,50**	2,14	zand	17,00	19,00	2,14	2,056	32,6	0,0238	0,000	0,0	23,3	22,3
109	**21,60**	**-15,70**	2,00	zand	17,00	19,00	2,00	1,922	30,5	0,0222	0,000	0,0	21,8	22,5
110	**21,80**	**-15,90**	3,73	zand	17,00	19,00	3,73	3,727	59,2	0,0414	0,000	0,0	42,3	22,7
111	**22,00**	**-16,10**	7,27	zand	17,00	19,00	7,27	7,268	115,4	0,0808	0,000	0,0	82,4	22,9
112	**22,20**	**-16,30**	8,08	zand	17,00	19,00	8,08	8,080	128,3	0,0898	0,000	0,0	91,6	23,2
113	**22,40**	**-16,50**	8,77	zand	17,00	19,00	8,77	8,766	139,2	0,0974	0,000	0,0	99,4	23,4
114	**22,60**	**-16,70**	8,98	zand	17,00	19,00	8,98	8,981	142,6	0,0998	0,012	67,3	149,9	62,0
115	**22,80**	**-16,90**	8,33	zand	17,00	19,00	8,33	7,450	118,3	0,0926	0,011	129,7	177,1	97,9
116	**23,00**	**-17,10**	9,43	zand	17,00	19,00	9,43	9,433	149,7	0,1048	0,013	200,4	250,1	138,5
117	**23,20**	**-17,30**	9,32	zand	17,00	19,00	9,32	9,118	144,7	0,1035	0,012	270,2	296,4	178,6
118	**23,40**	**-17,50**	8,59	zand	17,00	19,00	8,59	7,868	124,9	0,0954	0,011	334,5	328,2	215,6
119	**23,60**	**-17,70**	8,72	zand	17,00	19,00	8,72	8,715	138,3	0,0968	0,012	399,8	384,4	253,2
120	**23,80**	**-17,90**	7,80	zand	17,00	19,00	7,80	6,585	104,5	0,0867	0,010	458,3	402,0	286,8
121	**24,00**	**-18,10**	9,27	zand	17,00	19,00	9,27	9,271	147,2	0,1030	0,012	527,7	482,1	326,7
122	**24,20**	**-18,30**	8,22	zand	17,00	19,00	8,22	6,836	108,5	0,0914	0,011	589,4	498,5	362,1
123	**24,40**	**-18,50**	9,14	zand	17,00	19,00	9,14	9,143	145,1	0,1016	0,012	657,9	573,6	401,5
124	**24,60**	**-18,70**	8,90	zand	17,00	19,00	8,90	8,553	135,8	0,0989	0,012	724,6	614,5	439,8
125	**24,80**	**-18,90**	9,64	zand	17,00	19,00	9,64	9,640	153,0	0,1071	0,013	796,8	678,4	481,3
126	**25,00**	**-19,10**	9,22	zand	17,00	19,00	9,22	8,640	137,2	0,1025	0,012	865,9	716,5	521,0
127	**25,20**	**-19,30**	9,45	zand	17,00	19,00	9,45	9,452	150,0	0,1050	0,013	936,7	776,3	561,7
128	**25,40**	**-19,50**	8,71	zand	17,00	19,00	8,71	7,711	122,4	0,0968	0,012	1002,0	803,1	599,2
129	**25,60**	**-19,70**	8,64	zand	17,00	19,00	8,64	8,641	137,2	0,0960	0,012	1066,7	859,9	636,4
130	**25,80**	**-19,90**	7,78	zand	17,00	19,00	7,78	6,644	105,5	0,0865	0,010	1125,0	878,9	669,9
131	**26,00**	**-20,10**	8,48	zand	17,00	19,00	8,48	8,482	134,6	0,0942	0,011	1188,6	945,2	706,5
132	**26,20**	**-20,30**	8,67	zand	17,00	19,00	8,67	8,672	137,7	0,0964	0,012	1253,5	993,7	743,8
133	**26,40**	**-20,50**	9,20	zand	17,00	19,00	9,20	9,199	146,0	0,1022	0,012	1322,5	1048,9	783,4
134	**26,60**	**-20,70**	8,95	zand	17,00	19,00	8,95	8,583	136,3	0,0994	0,012	1389,5	1089,8	821,9
135	**26,80**	**-20,90**	9,01	zand	17,00	19,00	9,01	9,010	143,0	0,1001	0,012	1457,0	1142,9	860,7
136	**27,00**	**-21,10**	9,43	zand	17,00	19,00	9,43	9,429	149,7	0,1048	0,013	1527,7	1198,1	901,3
137	**27,20**	**-21,30**	10,12	zand	17,00	19,00	10,12	10,117	160,6	0,1105	0,013	1602,1	1259,1	944,1
138	**27,40**	**-21,50**	9,74	zand	17,00	19,00	9,74	9,215	146,3	0,1082	0,013	1675,1	1301,0	986,0
139	**27,60**	**-21,70**	10,38	zand	17,00	19,00	10,38	10,381	164,8	0,1115	0,013	1750,3	1367,9	1029,2
140	**27,80**	**-21,90**	9,82	zand	17,00	19,00	9,82	9,045	143,6	0,1091	0,013	1823,9	1405,3	1071,5
141	**28,00**	**-22,10**	10,13	zand	17,00	19,00	10,13	10,127	160,8	0,1105	0,013	1898,4	1470,8	1114,3
142	**28,20**	**-22,30**	10,11	zand	17,00	19,00	10,11	10,045	159,5	0,1104	0,013	1972,9	1523,1	1157,0
143	**28,40**	**-22,50**	10,74	zand	17,00	19,00	10,74	10,737	170,4	0,1129	0,014	2049,0	1585,3	1200,8
144	**28,60**	**-22,70**	10,70	zand	17,00	19,00	10,70	10,602	168,3	0,1128	0,014	2125,1	1638,1	1244,5
145	**28,80**	**-22,90**	10,42	zand	17,00	19,00	10,42	10,138	160,9	0,1117	0,013	2200,4	1686,7	1287,7
146	**29,00**	**-23,10**	9,12	zand	17,00	19,00	9,12	7,783	123,6	0,1014	0,012	2268,7	1708,8	1327,0
147	**29,20**	**-23,30**	10,31	zand	17,00	19,00	10,31	10,313	163,7	0,1113	0,013	2343,8	1791,1	1370,1
148	**29,40**	**-23,50**	10,06	zand	17,00	19,00	10,06	9,700	154,0	0,1103	0,013	2418,1	1837,2	1412,8
149	**29,60**	**-23,70**	8,88	zand	17,00	19,00	8,88	7,785	124,3	0,0986	0,012	2484,6	1863,5	1451,0
150	**29,80**	**-23,90**	10,09	zand	17,00	19,00	10,09	10,094	161,1	0,1104	0,013	2559,1	1943,0	1493,7

151	**30,00**	**-24,10**	**10,02**	**zand**	**17,00**	**19,00**	10,02	9,887	157,8	0,1101	0,013	2633,3	1993,7	1536,4

p. 6-4

152	**30,20**	**-24,30**	10,38	zand	17,00	19,00	10,38	10,381	165,7	0,1115	0,013	2708,5	2053,0	1579,6
153	**30,40**	**-24,50**	9,36	zand	17,00	19,00	9,36	8,011	127,9	0,1040	0,012	2778,6	2076,1	1619,9
154	**30,60**	**-24,70**	9,46	zand	17,00	19,00	9,46	9,455	150,9	0,1051	0,013	2849,5	2143,1	1660,6
155	**30,80**	**-24,90**	9,46	zand	17,00	19,00	9,46	9,418	150,3	0,1051	0,013	2920,3	2193,3	1701,3
156	**31,00**	**-25,10**	2,95	Tertklei	19,00	19,00	2,95	-5,382	-85,9	0,0982	0,012	2986,5	2071,9	1739,3
157	**31,20**	**-25,30**	3,04	Tertklei	19,00	19,00	3,04	3,041	48,5	0,1014	0,012	3054,9	2216,7	1778,6
158	**31,40**	**-25,50**	3,32	Tertklei	19,00	19,00	3,32	3,321	53,0	0,1107	0,013	3129,5	2273,2	1821,5
159	**31,60**	**-25,70**	3,79	Tertklei	19,00	19,00	3,79	3,785	60,4	0,1262	0,015	3214,6	2339,3	1870,3
160	**31,80**	**-25,90**	3,55	Tertklei	19,00	19,00	3,55	3,237	51,7	0,1184	0,014	3294,4	2390,1	1916,1
161	**32,00**	**-26,10**	2,95	Tertklei	19,00	19,00	2,95	2,559	40,9	0,0982	0,012	3360,6	2429,6	1954,2
162	**32,20**	**-26,30**	3,14	Tertklei	19,00	19,00	3,14	3,142	50,2	0,1047	0,013	3431,2	2486,7	1994,7
163	**32,40**	**-26,50**	3,32	Tertklei	19,00	19,00	3,32	3,323	53,0	0,1108	0,013	3505,9	2542,1	2037,6
164	**32,60**	**-26,70**	3,21	Tertklei	19,00	19,00	3,21	3,057	48,8	0,1071	0,013	3578,1	2590,7	2079,1
165	**32,80**	**-26,90**	4,19	Tertklei	19,00	19,00	4,19	4,194	67,0	0,1398	0,017	3672,4	2671,0	2133,2
166	**33,00**	**-27,10**	4,61	Tertklei	19,00	19,00	4,61	4,613	73,6	0,1500	0,018	3773,6	2748,0	2191,2
167	**33,20**	**-27,30**	4,50	Tertklei	19,00	19,00	4,50	4,345	69,4	0,1500	0,018	3874,7	2817,2	2249,2
168	**33,40**	**-27,50**	4,40	Tertklei	19,00	19,00	4,40	4,397	70,2	0,1466	0,018	3973,5	2888,4	2305,9
169	**33,60**	**-27,70**	3,84	Tertklei	19,00	19,00	3,84	3,101	49,5	0,1279	0,015	4059,8	2935,2	2355,4
170	**33,80**	**-27,90**	4,31	Tertklei	19,00	19,00	4,31	4,306	68,7	0,1435	0,017	4156,5	3018,1	2410,9
171	**34,00**	**-28,10**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74	4,739	75,7	0,1500	0,018	4257,7	3095,2	2469,0
172	**34,20**	**-28,30**	4,18	Tertklei	19,00	19,00	4,18	3,456	55,2	0,1395	0,017	4351,7	3147,8	2522,9
173	**34,40**	**-28,50**	4,26	Tertklei	19,00	19,00	4,26	4,262	68,0	0,1421	0,017	4447,5	3225,4	2577,9
174	**34,60**	**-28,70**	4,68	Tertklei	19,00	19,00	4,68	4,676	74,6	0,1500	0,018	4548,7	3302,4	2635,9
175	**34,80**	**-28,90**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	4,349	69,4	0,1500	0,018	4649,8	3370,9	2693,9
176	**35,00**	**-29,10**	4,34	Tertklei	19,00	19,00	4,34	4,306	68,7	0,1446	0,017	4747,3	3440,0	2749,8
177	**35,20**	**-29,30**	3,10	Tertklei	19,00	19,00	3,10	1,540	24,6	0,1033	0,012	4817,0	3458,3	2789,9
178	**35,40**	**-29,50**	4,10	Tertklei	19,00	19,00	4,10	4,097	65,4	0,1366	0,016	4909,1	3553,2	2842,7
179	**35,60**	**-29,70**	4,21	Tertklei	19,00	19,00	4,21	4,205	67,1	0,1402	0,017	5003,6	3622,0	2896,9
180	**35,80**	**-29,90**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74	4,737	75,6	0,1500	0,018	5104,8	3700,3	2955,0
181	**36,00**	**-30,10**	5,81	Tertklei	19,00	19,00	5,81	5,807	92,7	0,1500	0,018	5205,9	3784,7	3013,0
182	**36,20**	**-30,30**	5,56	Tertklei	19,00	19,00	5,56	5,228	83,5	0,1500	0,018	5307,1	3850,4	3071,0
183	**36,40**	**-30,50**	4,94	Tertklei	19,00	19,00	4,94	4,562	72,8	0,1500	0,018	5408,2	3915,0	3129,0
184	**36,60**	**-30,70**	4,38	Tertklei	19,00	19,00	4,38	4,134	66,0	0,1460	0,018	5506,7	3980,5	3185,5
185	**36,80**	**-30,90**	3,80	Tertklei	19,00	19,00	3,80	3,367	53,8	0,1268	0,015	5592,2	4032,8	3234,6
186	**37,00**	**-31,10**	3,90	Tertklei	19,00	19,00	3,90	3,899	62,2	0,1300	0,016	5679,8	4101,5	3284,9
187	**37,20**	**-31,30**	4,35	Tertklei	19,00	19,00	4,35	4,347	69,4	0,1449	0,017	5777,5	4176,4	3340,9
188	**37,40**	**-31,50**	4,24	Tertklei	19,00	19,00	4,24	4,093	65,3	0,1414	0,017	5872,9	4241,6	3395,6
189	**37,60**	**-31,70**	3,71	Tertklei	19,00	19,00	3,71	3,201	51,1	0,1236	0,015	5956,2	4290,9	3443,5
190	**37,80**	**-31,90**	4,38	Tertklei	19,00	19,00	4,38	4,384	70,0	0,1461	0,018	6054,8	4374,8	3500,0
191	**38,00**	**-32,10**	4,45	Tertklei	19,00	19,00	4,45	4,445	71,0	0,1482	0,018	6154,7	4446,9	3557,3
192	**38,20**	**-32,30**	4,26	Tertklei	19,00	19,00	4,26	4,004	63,9	0,1419	0,017	6250,4	4510,2	3612,2
193	**38,40**	**-32,50**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	4,535	72,4	0,1500	0,018	6351,5	4588,5	3670,2
194	**38,60**	**-32,70**	4,42	Tertklei	19,00	19,00	4,42	4,249	67,8	0,1472	0,018	6450,8	4656,2	3727,2
195	**38,80**	**-32,90**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05	5,047	80,6	0,1500	0,018	6551,9	4737,5	3785,2
196	**39,00**	**-33,10**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	3,865	61,7	0,1500	0,018	6653,1	4796,3	3843,2
197	**39,20**	**-33,30**	4,73	Tertklei	19,00	19,00	4,73	4,725	75,4	0,1500	0,018	6754,2	4878,3	3901,2
198	**39,40**	**-33,50**	4,59	Tertklei	19,00	19,00	4,59	4,393	70,1	0,1500	0,018	6855,4	4946,8	3959,2
199	**39,60**	**-33,70**	5,24	Tertklei	19,00	19,00	5,24	5,240	83,7	0,1500	0,018	6956,5	5028,7	4017,2
200	**39,80**	**-33,90**	4,82	Tertklei	19,00	19,00	4,82	4,270	68,2	0,1500	0,018	7057,7	5089,9	4075,3
201	**40,00**	**-34,10**	4,84	Tertklei	19,00	19,00	4,84	4,844	77,3	0,1500	0,018	7158,8	5168,7	4133,3
202	**40,20**	**-34,30**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74			0,1500	0,018	7260,0		
203	**40,40**	**-34,50**	4,68	Tertklei	19,00	19,00	4,68			0,1500	0,018	7361,1		
204	**40,60**	**-34,70**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05			0,1500	0,018	7462,3		

p. 6-5

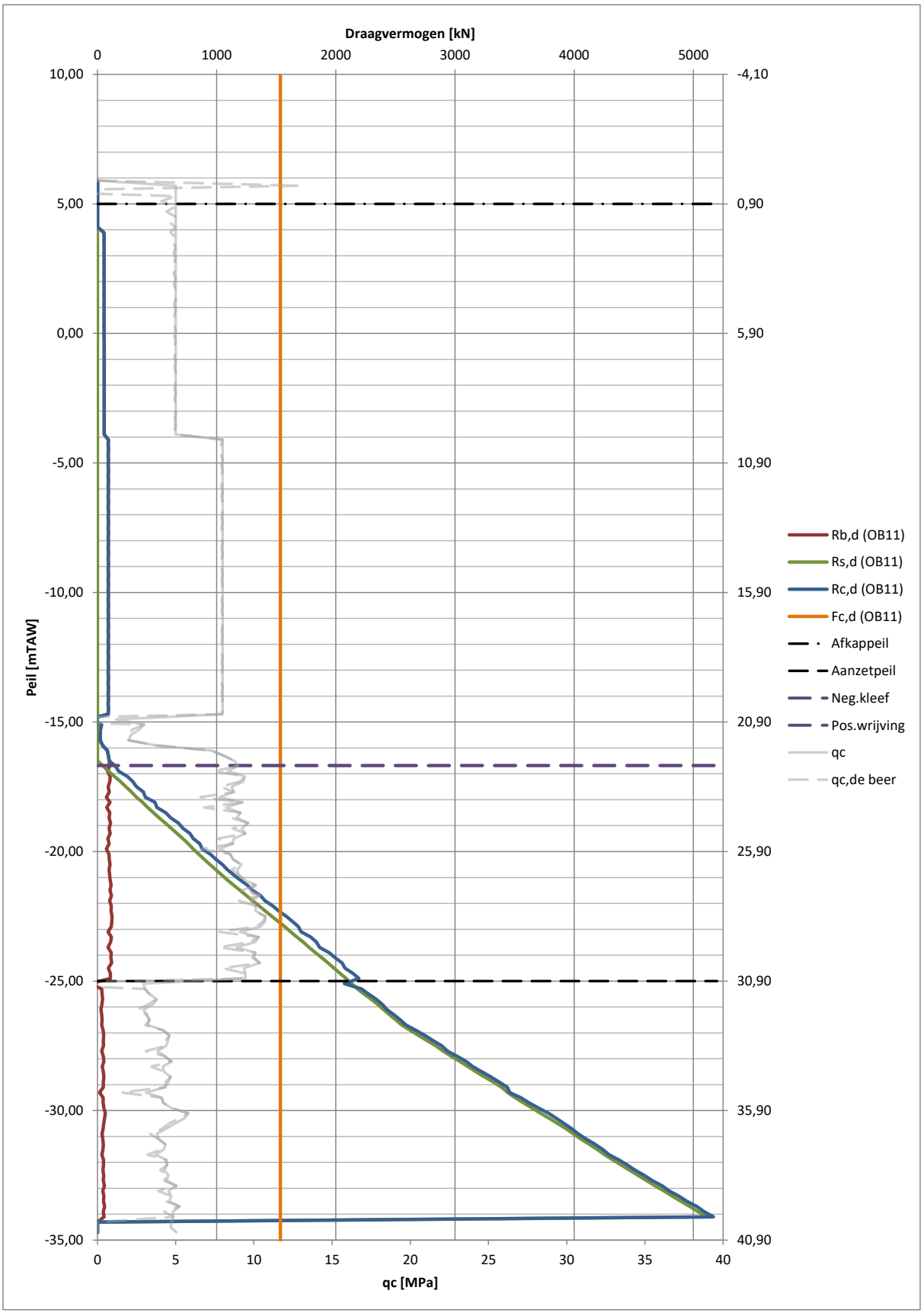
Bijlagen

A. Diagramma paaldraagvermogens

CS 07002 Paal 0.8

A.1. CPT no. <naam CTP>

Verticaal draagvermogen: Ontwerpbenadering 1 combinatie 1 (druk)



A	Division Infrastructure Elfjulistraat 43 B-9000 Gent	Project: **Noordelijk Insteekdok** Onderdeel: **Buispaal kraanbaan voor - zonder propvorming**	Projectnummer: **B10724-3** **0**
	Geotechnisch ingenieur: **HDM**	Blad : **1**	Datum: **6/03/2025**

CS 07002 Paal 0.8

Grondmechanisch ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk en trek belaste funderingspalen

Conform NBN EN 1997-1 en WTCB-rapport nr. 19 - 2016

Sweco Belgium, 2016

Project:	Noordelijk Insteekdok
Onderdeel:	Buispaal kraanbaan voor - met propvorming Haalbaarheidsstudie
Projectnummer:	B10724-3
Opdrachtgever:	PoAB
Revisie:	0
Datum:	donderdag 6 maart 2025
Geotechnisch ingenieur:	HDM
Contact:	Sweco Belgium - Kantoor Gent Elfjulistraat 43 B-9000 Gent T: +32 9 241 59 20 F: +32 9 296 11 10 gent@swecobelgium.be www.swecobelgium.be

CS 07002 Paal 0.8

1 Inleiding

1.1 Beschrijving

Dit rapport betreft grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen. Het gaat hierbij om de volgende onderdelen/aspecten:

- Keuze van het paaltype;
- Dimensionering paal;
- Bepaling paaldraagvermogen;

1.2 Uitgangspunten

Het toepassingsdocument "Grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen" van het WTCB (nr. 19 - 2016) is normatief voor axiaal op druk belaste funderingspalen.
In België wordt Ontwerpbenadering 1 aangehouden. De benadering bestaat uit 2 combinaties. Wat betreft het draagvermogen van axiaal belaste palen, zal combinatie 2 meestal doorslaggevend zijn. Voor de structurele berekening van de paal zal combinatie 1 meestal maatgevend zijn. Voor trekpalen bij opdrijven geldt EC7-UPL.

Het aanzetpeil en de diameter van de paal worden bepaald aan de hand van berekeningen.

2 Gegevens

2.1 Paaleigenschappen

Buitendiameter	D =	**0,900**	m
Wanddikte	e =	**0,011**	m
Oppervlakte basis	A_B =	0,636	m²
Paalomtrek	χs =	2,827	m
Equivalente diameter	$D_{b,eq}$ =	0,900	m
Afkappeil paal	z_{top} =	**5,00**	mTAW
Aanzetpeil paal	z_{base} =	**-25,00**	mTAW (de paallengte is 30,00 m)
Soortelijk gewicht paal	γ_{mat} =	**78,50**	kN/m³

Geen ontgravingsreductie

Paaltype:

Cat. I - Geheid/geperst - Open stalen buispalen, situatie met propvorming

Vorm paal **cirkelvormig**

Statische belastingsproef **zonder SLT**

Kwaliteitsgarantie ☑

2.2 Belastingen

De paal ondergaat belastingen zoals bekomen in de desbetreffende ontwerpnota van het kunstwerk. Een overzicht van de belastingen wordt gegeven in onderstaande tabelllen.

		Druk	Trek
Permanent	**Ongunstig**	**1.137 kN**	**-**
	Gunstig	**-**	**-**
Variabel	**Ongunstig**	**-**	**-**
(standaard)	**Gunstig**	**-**	**-**

Tabel 2.1 Belastingen uitgeoefend op de paal

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
$\gamma_{G;dst}$	1,00	1,35	1,00
$\gamma_{G;stb}$	1,00	1,00	0,90
$\gamma_{Q;dst}$	1,00	1,50	1,50
$\gamma_{Q;stb}$	0,00	0,00	0,00
Druk	**1137 kN**	**1535 kN**	**-**
Trek	**0 kN**	**0 kN**	**0 kN**

Wisselbelasting ☐

De grafieken en berekeningen per sondering zijn weergegeven in: EC7-STR/GEO

2.3 Factoren

Zoals beschreven in het toepassingsdocument van het WTCB zijn verschillende factoren van toepassing. In onderstaande tabellen worden de factoren die van toepassing zijn voor de gekozen configuratie per categorie weergegeven.

	Tert. Klei	Andere
α_b	1,00	1,00
$\alpha_{s,i}$	0,60	0,60
ε_b	0,76	1,00

Tabel 2.2 Installatiefactoren

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
γ_b	1,00	1,00	-
γ_s	1,00	1,00	1,40
$\gamma_{s;t}$	1,25		

Tabel 2.3 Partiële factoren

Aantal palen	**1-3**
ξ_3	**1,40**
ξ_4	1,40

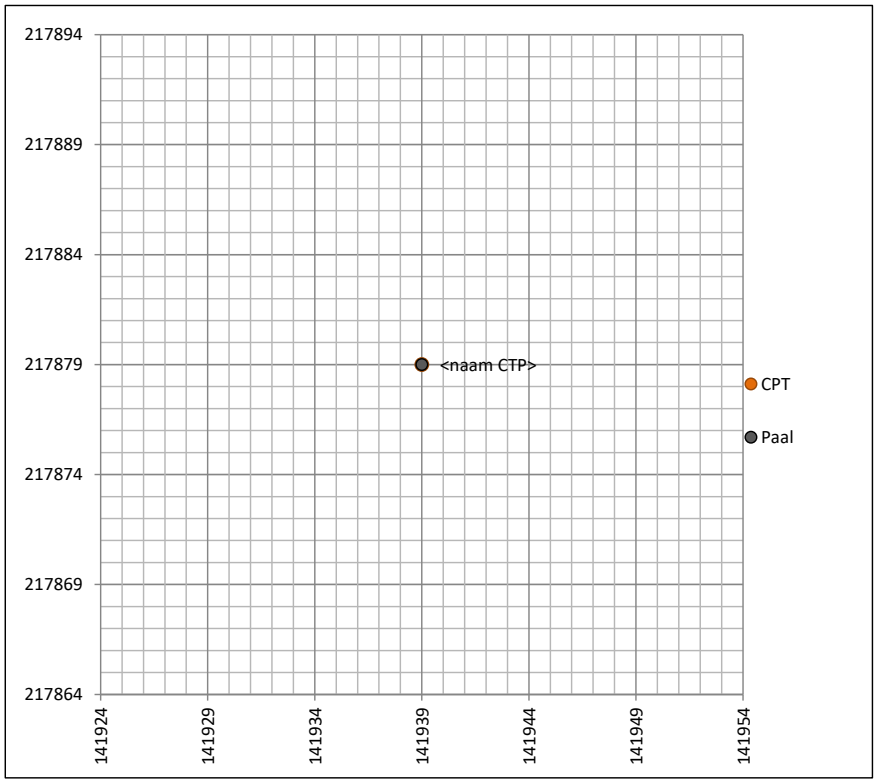
Tabel 2.4 Correlatiefactoren

λ	**1,00**
$\gamma_{r,d}$	1,00
β	**1,00**

Tabel 2.5 Overige factoren

2.4 Sonderingen

De situatieschets in Figuur 2.1 geeft weer waar de verschillende sonderingen zijn uitgevoerd in het projectgebied. De sonderingen die maatgevend zijn voor de geotechnische analyses met betrekking tot het kunstwerk zijn toegevoegd in Bijlage 1.



Figuur 2.1 Inplanting sonderingen en paal

Onderstaande tabel geeft de maatgevende sonderingen met hun corresponderende gegevens weer.

Tabel 2.6 Overzicht van de beschikbare sonderingen

Volgnr	Proefnummer	X (m)	Y (m)	Z (mTAW)	Diepte (m)	Conus	q_c [Mpa]	$q_{c;De\ Beer}$ [MPa]
01	S03	141938,6	217878,6	5,9	40,6	E	9,5	3,0

3 Berekening verticaal draagvermogen

3.1 Beschrijving

Om aan te tonen dat een paalfundering in staat is de voorziene belastingen op te nemen zonder risico op een grondmechanische breuk, moet aan onderstaande ongelijkheid voldaan worden [NBN EN 1997-1 § 7.6.2.1 (1)] :

$$F_{c,d} \leq R_{c,d}$$

waarbij:

- $F_{c,d}$: de rekenwaarde van de axiale drukbelasting op de paalfundering (zie Tabel 2.1);
- $R_{c,d}$: de rekenwaarde van het draagvermogen van de grond bij op druk belaste palen (zie onderstaande berekeningen).

3.2 Rekenwaarde draagvermogen

De rekenwaarde voor het paaldraagvermogen aan de hand van het WTCB-rapport wordt voor de gegevens sonderingen als volgt bekomen.

1. Bepaling van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_b, R_s**
2. Bepaling van het totaal draagvermogen als som van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_c**
3. Bepaling van het gekalibreerde draagvermogen; **$R_{c;cal}$**

$R_{c;cal;01}$ = 2910,5 kN

Het minimum en gemiddeld gekalibreerde draagvermogen is dan:

$R_{c;cal,min}$ = 2910,5 kN

$R_{c;cal,mean}$ = 2910,5 kN

4. Bepaling van het karakteristieke draagvermogen; **$R_{c,k}$**

$$R_{c,k} = \min\left\{\frac{(R_{c,cal})_{gemiddeld}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4}\right\}$$

= 2079,0 kN (het gemiddelde is maatgevend)

5. Bepaling van de rekenwaarde van het draagvermogen. **$R_{c,d}$**

$$R_{c,d} = R_{b,k} / \gamma_b + R_{s,k} / \gamma_s$$

Voor de ontwerpbenaderingen combinatie 1 wordt volgende rekenwaarden van het draagvermogen in vergelijking met het nodig draagvermogen verkregen:

	$R_{c,d}$		$F_{c,d}$	SF
BGT-K	2079,0 kN	≥	1137,0 kN	1,83
O.B.1.1	2079,0 kN	≥	1535,0 kN	1,35

Uit berekeningen blijkt dat de gegeven paalfundering voldoet voor de opgegeven belastingen bij beide belastingscombinaties.

3.2 Negatieve kleef: Methode analoog positieve wrijving

3.2.1 Uitgangspunten

Bij deze methode wordt de negatieve kleef als volgt berekend:

$$F_{nk,rep} = \chi_s \cdot \sum(\alpha_{s,i} \cdot h_i \cdot q_{s,i})$$

waarbij gesommeerd wordt over alle lagen waarin er negatieve kleef optreedt en waarbij:

- $F_{nk,\,rep}$ de representatieve waarde van de belasting door negatieve kleef [kN]
- χ_s : de paalschachtomtrek [m]
- h_i : de dikte van de laag i [m]
- $\alpha_{s,i}$: een empirische installatiefactor voor de wrijvingsweerstand op druk voor laag i
- $q_{s,i}$: de eenheidswrijvingsweerstand van laag i [kPa].

3.2.2 Rekenwaarde van de negatieve kleef

De rekenwaarde van de negatieve kleef wordt bepaald door de representatieve waarde van de belasting door negatieve kleef (Fnk,rep) te vermenigvuldigen met een partiële factor gelijk aan 1,0.

De negatieve kleef moet niet gecombineerd worden met tijdelijke belastingen. Wanneer tijdelijke belastingen op de paal aangrijpen, moet men de meest nadelige van de hieronder vermelde combinaties in aanmerking nemen:

- blijvende belastingen + veranderlijke belastingen van lange duur + negatieve kleef
- blijvende belastingen + veranderlijke belastingen van lange duur + tijdelijke belastingen.

3.2.3 Resultaat alle sonderingen

$F_{n;k;01}$ = 2528,9 kN

Maatgevende sondering:

$R_{nk,rep}$ = #N/A

In rekening brengen: **nee**

Division Infrastructure Elfjulistraat 43 B-9000 Gent	Project: **Noordelijk Insteekdok** Onderdeel: **Buispaal kraanbaan voor - met propvorming**		Projectnummer: **B10724-3** **0**
Geotechnisch ingenieur: **HDM**		Pagina: **7**	Datum: **6/03/2025**

Sondering:	<naam CTP>

Maaiveldpeil	5,90	mTAW
Stap	0,20	m
X-coordinaat	141938,59	m
Y-coordinaat	217878,59	m
Gewicht water	10,00	kN/m3
Diepte watertafel	2,00	m
Top pos. Wrijving	-16,68	mTAW
O.k. neg.wrijving	-16,68	mTAW
Diameter conus	0,036	m
Type conus	E	
Diameter paal	0,900	m

	Tert. Klei	Andere
ω	1	1
α_b	1	1
ε_b	0,76	1
β	1	1
λ	1	1
$\alpha_{s,i}$	0,6	0,6

Grondsoort	q_c [Mpa]	η^*_p of q_s [-] of [Mpa]	R_f* [%]	Notatie tabel
Klei	1 - 4,5	η^*_p = 1/30	3 - 6%	klei
	> 4,5	q_s = 0,150		Tertklei
Leem	1 - 6	η^*_p = 1/60	2 - 3%	leem
	> 6	q_s = 0,100		
Zandhoudende klei/leem	1 - 10	η^*_p = 1/80	1 - 2%	gemengd
Kleihoudende zand/leem	> 10	q_s = 0,125		
Zand	1 - 10	η^*_p = 1/90	< 1%	zand
	10 - 20	$q_s = 0{,}110+0{,}004*(q_c-10)$		
	> 20	q_s = 0,150		

Nr. 204	Diepte m	Peil mTAW	q_c Mpa	Grondsoort	γ_d kN/m³	γ_n kN/m³	$q_{c;reductie}$ Mpa	$q_{c\ de\ beer}$ N/mm²	R_b kN	$q_{s,i}$ N/m²	$\alpha_{s,i} . h_i . q_{s,i}$ N/m	R_s kN	Rc,d (OB11) kN	Rt,d (OB11) kN
1	**0,00**	**5,90**	5,00	zand	17,00	19,00	0,00	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,0	0,0	0,0
2	**0,20**	**5,70**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	0,518	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,0
3	**0,40**	**5,50**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	0,636	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,0
4	**0,60**	**5,30**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	0,756	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,0
5	**0,80**	**5,10**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	0,872	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,0
6	**1,00**	**4,90**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	0,988	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,1
7	**1,20**	**4,70**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	1,097	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,3
8	**1,40**	**4,50**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	1,201	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,5
9	**1,60**	**4,30**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	1,302	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,8
10	**1,80**	**4,10**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	1,400	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	1,0
11	**2,00**	**3,90**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	1,498	953,0	0,0556	0,000	0,0	680,7	1,2
12	**2,20**	**3,70**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	1,596	1015,3	0,0556	0,000	0,0	725,2	1,4
13	**2,40**	**3,50**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	1,703	1083,3	0,0556	0,000	0,0	773,8	1,6
14	**2,60**	**3,30**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	1,820	1157,5	0,0556	0,000	0,0	826,8	1,8
15	**2,80**	**3,10**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	1,948	1239,1	0,0556	0,000	0,0	885,0	2,1
16	**3,00**	**2,90**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	2,090	1329,6	0,0556	0,000	0,0	949,7	2,3
17	**3,20**	**2,70**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	2,244	1427,7	0,0556	0,000	0,0	1019,8	2,5
18	**3,40**	**2,50**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	2,407	1531,2	0,0556	0,000	0,0	1093,7	2,7
19	**3,60**	**2,30**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	2,575	1637,8	0,0556	0,000	0,0	1169,9	2,9
20	**3,80**	**2,10**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	2,744	1745,4	0,0556	0,000	0,0	1246,7	3,2
21	**4,00**	**1,90**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	2,910	1851,3	0,0556	0,000	0,0	1322,3	3,4
22	**4,20**	**1,70**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	3,068	1951,9	0,0556	0,000	0,0	1394,2	3,6
23	**4,40**	**1,50**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	3,218	2047,1	0,0556	0,000	0,0	1462,2	3,8
24	**4,60**	**1,30**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	3,360	2137,2	0,0556	0,000	0,0	1526,6	4,0
25	**4,80**	**1,10**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	3,494	2222,5	0,0556	0,000	0,0	1587,5	4,2
26	**5,00**	**0,90**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	3,620	2303,2	0,0556	0,000	0,0	1645,1	4,5
27	**5,20**	**0,70**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	3,740	2379,5	0,0556	0,000	0,0	1699,6	4,7
28	**5,40**	**0,50**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	3,854	2451,7	0,0556	0,000	0,0	1751,2	4,9
29	**5,60**	**0,30**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	3,961	2520,0	0,0556	0,000	0,0	1800,0	5,1
30	**5,80**	**0,10**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,063	2584,6	0,0556	0,000	0,0	1846,1	5,3
31	**6,00**	**-0,10**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,159	2645,6	0,0556	0,000	0,0	1889,7	5,5
32	**6,20**	**-0,30**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,250	2703,4	0,0556	0,000	0,0	1931,0	5,8
33	**6,40**	**-0,50**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,335	2758,0	0,0556	0,000	0,0	1970,0	6,0
34	**6,60**	**-0,70**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,417	2809,7	0,0556	0,000	0,0	2006,9	6,2
35	**6,80**	**-0,90**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,493	2858,4	0,0556	0,000	0,0	2041,7	6,4
36	**7,00**	**-1,10**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,566	2904,6	0,0556	0,000	0,0	2074,7	6,6
37	**7,20**	**-1,30**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,634	2948,1	0,0556	0,000	0,0	2105,8	6,9

p. 7-2

38	**7,40**	**-1,50**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,699	2989,3	0,0556	0,000	0,0	2135,2	7,1
39	**7,60**	**-1,70**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,760	3028,2	0,0556	0,000	0,0	2163,0	7,3
40	**7,80**	**-1,90**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,818	3065,0	0,0556	0,000	0,0	2189,3	7,5
41	**8,00**	**-2,10**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,873	3099,8	0,0556	0,000	0,0	2214,1	7,7
42	**8,20**	**-2,30**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,917	3127,8	0,0556	0,000	0,0	2234,2	7,9
43	**8,40**	**-2,50**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,951	3149,7	0,0556	0,000	0,0	2249,8	8,2
44	**8,60**	**-2,70**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,976	3165,6	0,0556	0,000	0,0	2261,1	8,4
45	**8,80**	**-2,90**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,992	3175,9	0,0556	0,000	0,0	2268,5	8,6
46	**9,00**	**-3,10**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,031	3200,5	0,0556	0,000	0,0	2286,1	8,8
47	**9,20**	**-3,30**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,091	3238,8	0,0556	0,000	0,0	2313,4	9,0
48	**9,40**	**-3,50**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,179	3294,8	0,0556	0,000	0,0	2353,5	9,2
49	**9,60**	**-3,70**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,294	3368,0	0,0556	0,000	0,0	2405,7	9,5
50	**9,80**	**-3,90**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,435	3457,4	0,0556	0,000	0,0	2469,6	9,7
51	**10,00**	**-4,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,600	3562,2	0,0889	0,000	0,0	2544,5	9,9
52	**10,20**	**-4,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,757	3662,2	0,0889	0,000	0,0	2615,9	10,1
53	**10,40**	**-4,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,907	3757,7	0,0889	0,000	0,0	2684,0	10,3
54	**10,60**	**-4,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,050	3848,7	0,0889	0,000	0,0	2749,1	10,5
55	**10,80**	**-4,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,181	3932,2	0,0889	0,000	0,0	2808,7	10,8
56	**11,00**	**-5,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,287	3999,3	0,0889	0,000	0,0	2856,7	11,0
57	**11,20**	**-5,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,367	4050,3	0,0889	0,000	0,0	2893,1	11,2
58	**11,40**	**-5,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,422	4085,4	0,0889	0,000	0,0	2918,1	11,4
59	**11,60**	**-5,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,452	4104,7	0,0889	0,000	0,0	2931,9	11,6
60	**11,80**	**-5,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,458	4108,4	0,0889	0,000	0,0	2934,6	11,9
61	**12,00**	**-6,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,445	4099,9	0,0889	0,000	0,0	2928,5	12,1
62	**12,20**	**-6,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,427	4088,4	0,0889	0,000	0,0	2920,3	12,3
63	**12,40**	**-6,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,404	4073,9	0,0889	0,000	0,0	2909,9	12,5
64	**12,60**	**-6,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,376	4056,3	0,0889	0,000	0,0	2897,4	12,7
65	**12,80**	**-6,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,344	4035,7	0,0889	0,000	0,0	2882,6	12,9
66	**13,00**	**-7,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,306	4011,9	0,0889	0,000	0,0	2865,7	13,2
67	**13,20**	**-7,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,264	3985,1	0,0889	0,000	0,0	2846,5	13,4
68	**13,40**	**-7,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,217	3955,2	0,0889	0,000	0,0	2825,1	13,6
69	**13,60**	**-7,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,165	3922,1	0,0889	0,000	0,0	2801,5	13,8
70	**13,80**	**-7,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,108	3885,8	0,0889	0,000	0,0	2775,6	14,0
71	**14,00**	**-8,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,046	3846,3	0,0889	0,000	0,0	2747,4	14,2
72	**14,20**	**-8,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,979	3803,5	0,0889	0,000	0,0	2716,8	14,5
73	**14,40**	**-8,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,906	3757,4	0,0889	0,000	0,0	2683,9	14,7
74	**14,60**	**-8,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,828	3707,9	0,0889	0,000	0,0	2648,5	14,9
75	**14,80**	**-8,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,745	3654,9	0,0889	0,000	0,0	2610,6	15,1
76	**15,00**	**-9,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,656	3598,4	0,0889	0,000	0,0	2570,3	15,3
77	**15,20**	**-9,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,562	3538,7	0,0889	0,000	0,0	2527,6	15,6
78	**15,40**	**-9,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,463	3475,6	0,0889	0,000	0,0	2482,6	15,8
79	**15,60**	**-9,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,359	3409,4	0,0889	0,000	0,0	2435,3	16,0
80	**15,80**	**-9,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,250	3340,2	0,0889	0,000	0,0	2385,9	16,2
81	**16,00**	**-10,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,137	3268,0	0,0889	0,000	0,0	2334,3	16,4
82	**16,20**	**-10,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,019	3192,8	0,0889	0,000	0,0	2280,6	16,6
83	**16,40**	**-10,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	4,896	3114,5	0,0889	0,000	0,0	2224,6	16,9
84	**16,60**	**-10,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	4,768	3033,0	0,0889	0,000	0,0	2166,4	17,1
85	**16,80**	**-10,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	4,634	2948,1	0,0889	0,000	0,0	2105,8	17,3
86	**17,00**	**-11,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	4,495	2859,7	0,0889	0,000	0,0	2042,6	17,5
87	**17,20**	**-11,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	4,350	2767,6	0,0889	0,000	0,0	1976,9	17,7
88	**17,40**	**-11,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	4,200	2671,8	0,0889	0,000	0,0	1908,4	17,9
89	**17,60**	**-11,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	4,043	2572,0	0,0889	0,000	0,0	1837,1	18,2
90	**17,80**	**-11,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	3,879	2468,0	0,0889	0,000	0,0	1762,9	18,4
91	**18,00**	**-12,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	3,709	2359,8	0,0889	0,000	0,0	1685,6	18,6
92	**18,20**	**-12,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	3,532	2247,1	0,0889	0,000	0,0	1605,1	18,8
93	**18,40**	**-12,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	3,348	2129,8	0,0889	0,000	0,0	1521,3	19,0

94	**18,60**	**-12,70**	**8,00**	**zand**	**17,00**	**19,00**	8,00	3,156	2007,6	0,0889	0,000	0,0	1434,0	19,2

p. 7-3

95	**18,80**	**-12,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	2,956	1880,4	0,0889	0,000	0,0	1343,1	19,5
96	**19,00**	**-13,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	2,748	1747,9	0,0889	0,000	0,0	1248,5	19,7
97	**19,20**	**-13,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	2,531	1609,9	0,0889	0,000	0,0	1150,0	19,9
98	**19,40**	**-13,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	2,305	1466,3	0,0889	0,000	0,0	1047,4	20,1
99	**19,60**	**-13,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	2,070	1316,7	0,0889	0,000	0,0	940,5	20,3
100	**19,80**	**-13,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	1,825	1161,0	0,0889	0,000	0,0	829,3	20,6
101	**20,00**	**-14,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	1,631	1037,5	0,0889	0,000	0,0	741,1	20,8
102	**20,20**	**-14,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	1,486	945,5	0,0889	0,000	0,0	675,3	21,0
103	**20,40**	**-14,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	1,388	883,1	0,0889	0,000	0,0	630,8	21,2
104	**20,60**	**-14,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	1,337	850,7	0,0889	0,000	0,0	607,6	21,4
105	**20,80**	**-14,90**	1,18	zand	17,00	19,00	1,18	1,347	857,1	0,0132	0,000	0,0	612,2	21,6
106	**21,00**	**-15,10**	2,99	zand	17,00	19,00	2,99	1,446	919,6	0,0332	0,000	0,0	656,8	21,9
107	**21,20**	**-15,30**	2,65	zand	17,00	19,00	2,65	1,577	1003,1	0,0294	0,000	0,0	716,5	22,1
108	**21,40**	**-15,50**	2,14	zand	17,00	19,00	2,14	1,747	1111,6	0,0238	0,000	0,0	794,0	22,3
109	**21,60**	**-15,70**	2,00	zand	17,00	19,00	2,00	1,961	1247,3	0,0222	0,000	0,0	890,9	22,5
110	**21,80**	**-15,90**	3,73	zand	17,00	19,00	3,73	2,212	1406,9	0,0414	0,000	0,0	1004,9	22,7
111	**22,00**	**-16,10**	7,27	zand	17,00	19,00	7,27	2,494	1586,4	0,0808	0,000	0,0	1133,1	22,9
112	**22,20**	**-16,30**	8,08	zand	17,00	19,00	8,08	2,779	1768,0	0,0898	0,000	0,0	1262,9	23,2
113	**22,40**	**-16,50**	8,77	zand	17,00	19,00	8,77	3,057	1944,6	0,0974	0,000	0,0	1389,0	23,4
114	**22,60**	**-16,70**	8,98	zand	17,00	19,00	8,98	3,323	2113,7	0,0998	0,012	33,9	1534,0	42,9
115	**22,80**	**-16,90**	8,33	zand	17,00	19,00	8,33	3,569	2270,5	0,0926	0,011	65,3	1668,4	61,1
116	**23,00**	**-17,10**	9,43	zand	17,00	19,00	9,43	3,812	2425,2	0,1048	0,013	100,8	1804,3	81,6
117	**23,20**	**-17,30**	9,32	zand	17,00	19,00	9,32	4,037	2568,0	0,1035	0,012	135,9	1931,4	101,9
118	**23,40**	**-17,50**	8,59	zand	17,00	19,00	8,59	4,251	2704,3	0,0954	0,011	168,3	2051,8	120,7
119	**23,60**	**-17,70**	8,72	zand	17,00	19,00	8,72	4,459	2836,4	0,0968	0,012	201,2	2169,7	139,6
120	**23,80**	**-17,90**	7,80	zand	17,00	19,00	7,80	4,664	2967,3	0,0867	0,010	230,6	2284,2	156,7
121	**24,00**	**-18,10**	9,27	zand	17,00	19,00	9,27	4,872	3099,4	0,1030	0,012	265,5	2403,5	176,9
122	**24,20**	**-18,30**	8,22	zand	17,00	19,00	8,22	5,073	3227,0	0,0914	0,011	296,5	2516,8	194,8
123	**24,40**	**-18,50**	9,14	zand	17,00	19,00	9,14	5,268	3351,6	0,1016	0,012	331,0	2630,4	214,7
124	**24,60**	**-18,70**	8,90	zand	17,00	19,00	8,90	5,442	3462,0	0,0989	0,012	364,6	2733,2	234,1
125	**24,80**	**-18,90**	9,64	zand	17,00	19,00	9,64	5,582	3551,3	0,1071	0,013	400,9	2823,0	255,1
126	**25,00**	**-19,10**	9,22	zand	17,00	19,00	9,22	5,685	3616,5	0,1025	0,012	435,7	2894,4	275,2
127	**25,20**	**-19,30**	9,45	zand	17,00	19,00	9,45	5,753	3660,0	0,1050	0,013	471,3	2950,9	295,7
128	**25,40**	**-19,50**	8,71	zand	17,00	19,00	8,71	5,786	3680,8	0,0968	0,012	504,1	2989,2	314,7
129	**25,60**	**-19,70**	8,64	zand	17,00	19,00	8,64	5,788	3682,5	0,0960	0,012	536,7	3013,7	333,6
130	**25,80**	**-19,90**	7,78	zand	17,00	19,00	7,78	5,772	3672,0	0,0865	0,010	566,1	3027,2	350,5
131	**26,00**	**-20,10**	8,48	zand	17,00	19,00	8,48	5,750	3657,8	0,0942	0,011	598,0	3039,9	369,0
132	**26,20**	**-20,30**	8,67	zand	17,00	19,00	8,67	5,721	3639,4	0,0964	0,012	630,7	3050,1	387,9
133	**26,40**	**-20,50**	9,20	zand	17,00	19,00	9,20	5,685	3616,5	0,1022	0,012	665,4	3058,5	408,0
134	**26,60**	**-20,70**	8,95	zand	17,00	19,00	8,95	5,641	3589,0	0,0994	0,012	699,1	3062,9	427,5
135	**26,80**	**-20,90**	9,01	zand	17,00	19,00	9,01	5,590	3556,4	0,1001	0,012	733,1	3063,9	447,1
136	**27,00**	**-21,10**	9,43	zand	17,00	19,00	9,43	5,531	3518,7	0,1048	0,013	768,7	3062,4	467,6
137	**27,20**	**-21,30**	10,12	zand	17,00	19,00	10,12	5,463	3475,5	0,1105	0,013	806,1	3058,3	489,2
138	**27,40**	**-21,50**	9,74	zand	17,00	19,00	9,74	5,386	3426,7	0,1082	0,013	842,9	3049,7	510,4
139	**27,60**	**-21,70**	10,38	zand	17,00	19,00	10,38	5,301	3372,1	0,1115	0,013	880,7	3037,7	532,3
140	**27,80**	**-21,90**	9,82	zand	17,00	19,00	9,82	5,205	3311,4	0,1091	0,013	917,7	3020,8	553,6
141	**28,00**	**-22,10**	10,13	zand	17,00	19,00	10,13	5,100	3244,5	0,1105	0,013	955,2	2999,8	575,3
142	**28,20**	**-22,30**	10,11	zand	17,00	19,00	10,11	4,985	3171,4	0,1104	0,013	992,7	2974,3	596,9
143	**28,40**	**-22,50**	10,74	zand	17,00	19,00	10,74	4,860	3092,0	0,1129	0,014	1031,0	2945,0	619,0
144	**28,60**	**-22,70**	10,70	zand	17,00	19,00	10,70	4,725	3006,2	0,1128	0,014	1069,3	2911,0	641,1
145	**28,80**	**-22,90**	10,42	zand	17,00	19,00	10,42	4,581	2914,1	0,1117	0,013	1107,1	2872,3	663,0
146	**29,00**	**-23,10**	9,12	zand	17,00	19,00	9,12	4,426	2815,8	0,1014	0,012	1141,5	2826,7	682,9
147	**29,20**	**-23,30**	10,31	zand	17,00	19,00	10,31	4,262	2054,5	0,1113	0,013	1179,3	2309,8	704,7
148	**29,40**	**-23,50**	10,06	zand	17,00	19,00	10,06	4,087	1970,1	0,1103	0,013	1216,7	2276,3	726,2
149	**29,60**	**-23,70**	8,88	zand	17,00	19,00	8,88	3,901	1880,6	0,0986	0,012	1250,2	2236,3	745,6
150	**29,80**	**-23,90**	10,09	zand	17,00	19,00	10,09	3,705	1786,0	0,1104	0,013	1287,6	2195,4	767,2

151	**30,00**	**-24,10**	10,02	zand	17,00	19,00	10,02	3,497	1686,0	0,1101	0,013	1325,0	2150,7	788,8

p. 7-4

152	**30,20**	**-24,30**	10,38	zand	17,00	19,00	10,38	3,321	1601,0	0,1115	0,013	1362,8	2117,0	810,6
153	**30,40**	**-24,50**	9,36	zand	17,00	19,00	9,36	3,177	1531,3	0,1040	0,012	1398,1	2092,4	831,0
154	**30,60**	**-24,70**	9,46	zand	17,00	19,00	9,46	3,066	1477,8	0,1051	0,013	1433,7	2079,7	851,6
155	**30,80**	**-24,90**	9,46	zand	17,00	19,00	9,46	2,990	1441,2	0,1051	0,013	1469,4	2079,0	872,2
156	**31,00**	**-25,10**	2,95	Tertklei	19,00	19,00	2,95	2,950	1422,2	0,0982	0,012	1502,7	2089,2	891,4
157	**31,20**	**-25,30**	3,04	Tertklei	19,00	19,00	3,04	2,953	1423,4	0,1014	0,012	1537,1	2114,7	911,3
158	**31,40**	**-25,50**	3,32	Tertklei	19,00	19,00	3,32	2,958	1426,0	0,1107	0,013	1574,6	2143,3	933,0
159	**31,60**	**-25,70**	3,79	Tertklei	19,00	19,00	3,79	2,966	1430,1	0,1262	0,015	1617,5	2176,8	957,6
160	**31,80**	**-25,90**	3,55	Tertklei	19,00	19,00	3,55	2,985	1439,0	0,1184	0,014	1657,6	2211,8	980,8
161	**32,00**	**-26,10**	2,95	Tertklei	19,00	19,00	2,95	3,016	1454,0	0,0982	0,012	1690,9	2246,4	1000,1
162	**32,20**	**-26,30**	3,14	Tertklei	19,00	19,00	3,14	3,059	1474,8	0,1047	0,013	1726,5	2286,6	1020,6
163	**32,40**	**-26,50**	3,32	Tertklei	19,00	19,00	3,32	3,100	1494,3	0,1108	0,013	1764,0	2327,4	1042,3
164	**32,60**	**-26,70**	3,21	Tertklei	19,00	19,00	3,21	3,136	1511,7	0,1071	0,013	1800,4	2365,7	1063,3
165	**32,80**	**-26,90**	4,19	Tertklei	19,00	19,00	4,19	3,168	1527,3	0,1398	0,017	1847,8	2410,8	1090,6
166	**33,00**	**-27,10**	4,61	Tertklei	19,00	19,00	4,61	3,190	1537,7	0,1500	0,018	1898,7	2454,5	1119,9
167	**33,20**	**-27,30**	4,50	Tertklei	19,00	19,00	4,50	3,197	1541,3	0,1500	0,018	1949,6	2493,5	1149,2
168	**33,40**	**-27,50**	4,40	Tertklei	19,00	19,00	4,40	3,192	1538,7	0,1466	0,018	1999,3	2527,2	1177,8
169	**33,60**	**-27,70**	3,84	Tertklei	19,00	19,00	3,84	3,184	1535,0	0,1279	0,015	2042,7	2555,5	1202,8
170	**33,80**	**-27,90**	4,31	Tertklei	19,00	19,00	4,31	3,174	1530,1	0,1435	0,017	2091,4	2586,8	1230,9
171	**34,00**	**-28,10**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74	3,161	1523,9	0,1500	0,018	2142,3	2618,7	1260,2
172	**34,20**	**-28,30**	4,18	Tertklei	19,00	19,00	4,18	3,146	1516,5	0,1395	0,017	2189,6	2647,3	1287,4
173	**34,40**	**-28,50**	4,26	Tertklei	19,00	19,00	4,26	3,140	1513,9	0,1421	0,017	2237,8	2679,8	1315,2
174	**34,60**	**-28,70**	4,68	Tertklei	19,00	19,00	4,68	3,146	1516,4	0,1500	0,018	2288,7	2718,0	1344,5
175	**34,80**	**-28,90**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	3,165	1525,9	0,1500	0,018	2339,6	2761,1	1373,8
176	**35,00**	**-29,10**	4,34	Tertklei	19,00	19,00	4,34	3,207	1546,0	0,1446	0,017	2388,7	2810,5	1402,0
177	**35,20**	**-29,30**	3,10	Tertklei	19,00	19,00	3,10	3,269	1575,7	0,1033	0,012	2423,7	2856,7	1422,3
178	**35,40**	**-29,50**	4,10	Tertklei	19,00	19,00	4,10	3,345	1612,7	0,1366	0,016	2470,1	2916,3	1449,0
179	**35,60**	**-29,70**	4,21	Tertklei	19,00	19,00	4,21	3,421	1649,3	0,1402	0,017	2517,6	2976,3	1476,4
180	**35,80**	**-29,90**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74	3,491	1682,9	0,1500	0,018	2568,5	3036,7	1505,7
181	**36,00**	**-30,10**	5,81	Tertklei	19,00	19,00	5,81	3,552	1712,4	0,1500	0,018	2619,4	3094,2	1535,0
182	**36,20**	**-30,30**	5,56	Tertklei	19,00	19,00	5,56	3,601	1735,8	0,1500	0,018	2670,3	3147,2	1564,3
183	**36,40**	**-30,50**	4,94	Tertklei	19,00	19,00	4,94	3,637	1753,3	0,1500	0,018	2721,2	3196,0	1593,6
184	**36,60**	**-30,70**	4,38	Tertklei	19,00	19,00	4,38	3,661	1765,1	0,1460	0,018	2770,7	3239,9	1622,1
185	**36,80**	**-30,90**	3,80	Tertklei	19,00	19,00	3,80	3,685	1776,3	0,1268	0,015	2813,8	3278,6	1646,9
186	**37,00**	**-31,10**	3,90	Tertklei	19,00	19,00	3,90	3,712	1789,3	0,1300	0,016	2857,9	3319,4	1672,3
187	**37,20**	**-31,30**	4,35	Tertklei	19,00	19,00	4,35	3,740	1803,0	0,1449	0,017	2907,0	3364,3	1700,6
188	**37,40**	**-31,50**	4,24	Tertklei	19,00	19,00	4,24	3,768	1816,6	0,1414	0,017	2955,0	3408,3	1728,3
189	**37,60**	**-31,70**	3,71	Tertklei	19,00	19,00	3,71	3,798	1830,8	0,1236	0,015	2996,9	3448,4	1752,4
190	**37,80**	**-31,90**	4,38	Tertklei	19,00	19,00	4,38	3,837	1849,7	0,1461	0,018	3046,5	3497,3	1781,0
191	**38,00**	**-32,10**	4,45	Tertklei	19,00	19,00	4,45	3,876	1868,4	0,1482	0,018	3096,8	3546,5	1809,9
192	**38,20**	**-32,30**	4,26	Tertklei	19,00	19,00	4,26	3,915	1887,2	0,1419	0,017	3144,9	3594,4	1837,7
193	**38,40**	**-32,50**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	3,954	1906,3	0,1500	0,018	3195,8	3644,4	1867,0
194	**38,60**	**-32,70**	4,42	Tertklei	19,00	19,00	4,42	3,997	1927,0	0,1472	0,018	3245,8	3694,9	1895,7
195	**38,80**	**-32,90**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05	4,041	1948,2	0,1500	0,018	3296,7	3746,4	1925,0
196	**39,00**	**-33,10**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	4,082	1967,9	0,1500	0,018	3347,6	3796,8	1954,3
197	**39,20**	**-33,30**	4,73	Tertklei	19,00	19,00	4,73	4,123	1987,5	0,1500	0,018	3398,5	3847,1	1983,6
198	**39,40**	**-33,50**	4,59	Tertklei	19,00	19,00	4,59	4,162	2006,2	0,1500	0,018	3449,4	3896,8	2012,9
199	**39,60**	**-33,70**	5,24	Tertklei	19,00	19,00	5,24	4,202	2025,6	0,1500	0,018	3500,2	3947,0	2042,2
200	**39,80**	**-33,90**	4,82	Tertklei	19,00	19,00	4,82	0,000	0,0	0,1500	0,018	3551,1	2536,5	2071,5
201	**40,00**	**-34,10**	4,84	Tertklei	19,00	19,00	4,84	0,000	0,0	0,1500	0,018	3602,0	2572,9	2100,8
202	**40,20**	**-34,30**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74			0,1500	0,018	3652,9		
203	**40,40**	**-34,50**	4,68	Tertklei	19,00	19,00	4,68			0,1500	0,018	3703,8		
204	**40,60**	**-34,70**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05			0,1500	0,018	3754,7		

p. 7-5

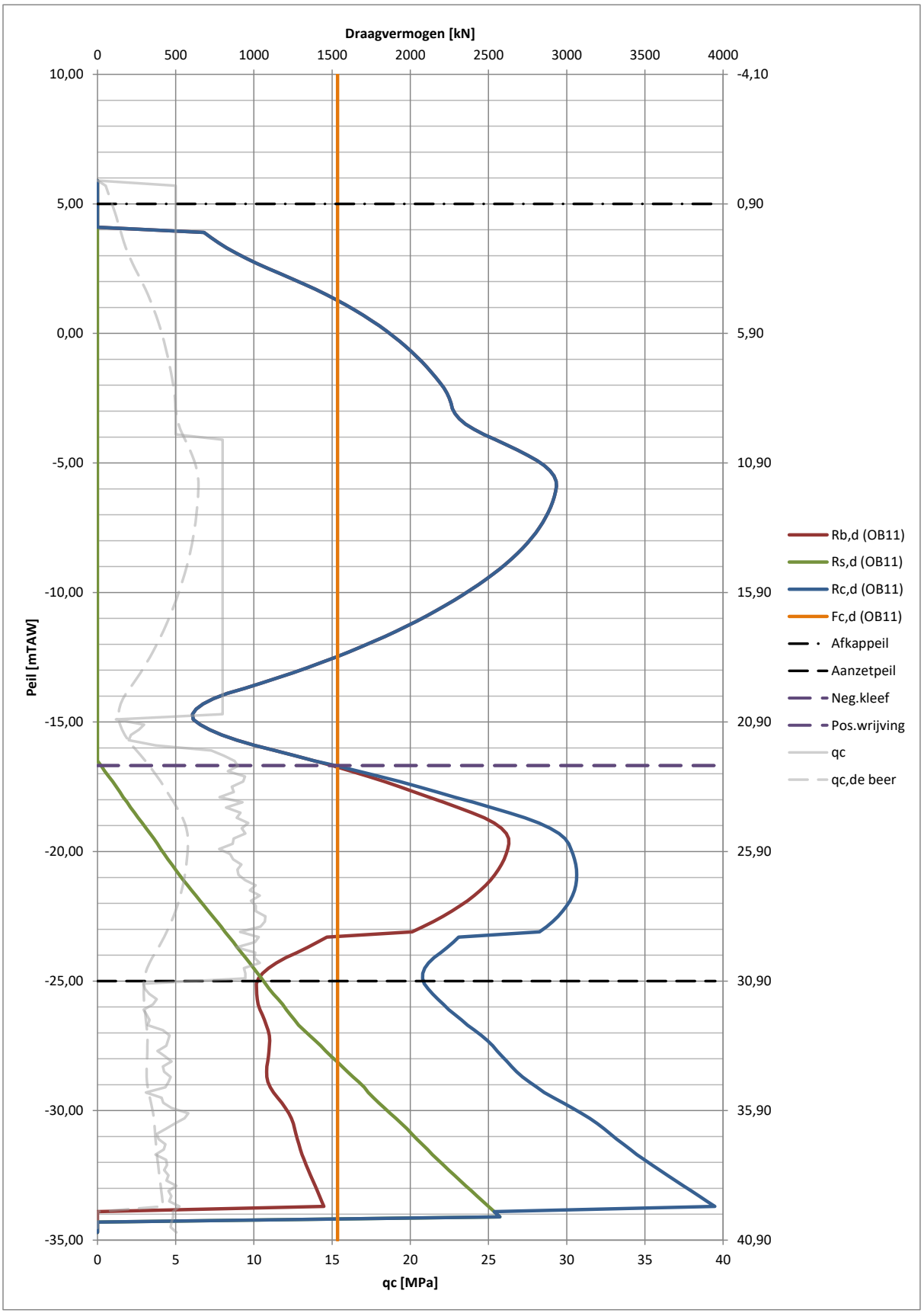
Bijlagen

A. Diagramma paaldraagvermogens

CS 07002 Paal 0.8

A.1. CPT no. <naam CTP>

Verticaal draagvermogen: Ontwerpbenadering 1 combinatie 1 (druk)



A	Division Infrastructure Elfjulistraat 43 B-9000 Gent	Project: **Noordelijk Insteekdok** Onderdeel: **Buispaal kraanbaan voor - met propvorming**		Projectnummer: **B10724-3** **0**
	Geotechnisch ingenieur: **HDM**		Blad : **1**	Datum: **6/03/2025**

CS 07002 Paal 0.8

Grondmechanisch ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk en trek belaste funderingspalen

Conform NBN EN 1997-1 en WTCB-rapport nr. 19 - 2016

Sweco Belgium, 2016

Project:	Noordelijk Insteekdok
Onderdeel:	Buispaal kraanbaan achter - zonder propvorming Haalbaarheidsstudie
Projectnummer:	B10724-3
Opdrachtgever:	PoAB
Revisie:	0
Datum:	donderdag 6 maart 2025
Geotechnisch ingenieur:	HDM
Contact:	Sweco Belgium - Kantoor Gent Elfjulistraat 43 B-9000 Gent T: +32 9 241 59 20 F: +32 9 296 11 10 gent@swecobelgium.be www.swecobelgium.be

CS 07002 Paal 0.8

1 Inleiding

1.1 Beschrijving

Dit rapport betreft grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen. Het gaat hierbij om de volgende onderdelen/aspecten:

- Keuze van het paaltype;
- Dimensionering paal;
- Bepaling paaldraagvermogen;

1.2 Uitgangspunten

Het toepassingsdocument "Grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen" van het WTCB (nr. 19 - 2016) is normatief voor axiaal op druk belaste funderingspalen.
In België wordt Ontwerpbenadering 1 aangehouden. De benadering bestaat uit 2 combinaties. Wat betreft het draagvermogen van axiaal belaste palen, zal combinatie 2 meestal doorslaggevend zijn. Voor de structurele berekening van de paal zal combinatie 1 meestal maatgevend zijn. Voor trekpalen bij opdrijven geldt EC7-UPL.

Het aanzetpeil en de diameter van de paal worden bepaald aan de hand van berekeningen.

2 Gegevens

2.1 Paaleigenschappen

Buitendiameter	D =	**0,900**	m
Wanddikte	e =	**0,011**	m
Oppervlakte basis	A_B =	0,016	m²
Paalomtrek	χs =	5,619	m
Equivalente diameter	$D_{b,eq}$ =	0,016	m
Afkappeil paal	z_{top} =	**5,00**	mTAW
Aanzetpeil paal	z_{base} =	**-25,00**	mTAW (de paallengte is 30,00 m)
Soortelijk gewicht paal	γ_{mat} =	**78,50**	kN/m³

Geen ontgravingsreductie

Paaltype:

Cat. II - Geheid - Open stalen buispaal situatie zonder propvorming

Vorm paal **cirkelvormig**

Statische belastingsproef **zonder SLT**

Kwaliteitsgarantie ☑

2.2 Belastingen

De paal ondergaat belastingen zoals bekomen in de desbetreffende ontwerpnota van het kunstwerk. Een overzicht van de belastingen wordt gegeven in onderstaande tabelllen.

		Druk	Trek
Permanent	**Ongunstig**	**1.428 kN**	**-**
	Gunstig	**-**	**-**
Variabel	**Ongunstig**	**-**	**-**
(standaard)	**Gunstig**	**-**	**-**

Tabel 2.1 Belastingen uitgeoefend op de paal

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
$\gamma_{G;dst}$	1,00	1,35	1,00
$\gamma_{G;stb}$	1,00	1,00	0,90
$\gamma_{Q;dst}$	1,00	1,50	1,50
$\gamma_{Q;stb}$	0,00	0,00	0,00
Druk	**1428 kN**	**1928 kN**	**-**
Trek	**0 kN**	**0 kN**	**0 kN**

Wisselbelasting ☐

De grafieken en berekeningen per sondering zijn weergegeven in: EC7-STR/GEO

2.3 Factoren

Zoals beschreven in het toepassingsdocument van het WTCB zijn verschillende factoren van toepassing. In onderstaande tabellen worden de factoren die van toepassing zijn voor de gekozen configuratie per categorie weergegeven.

	Tert. Klei	Andere
α_b	1,00	1,00
$\alpha_{s,i}$	0,60	0,60
ε_b	1,01	1,00

Tabel 2.2 Installatiefactoren

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
γ_b	1,00	1,00	-
γ_s	1,00	1,00	1,40
$\gamma_{s;t}$	1,25		

Tabel 2.3 Partiële factoren

Aantal palen	**1-3**
ξ_3	**1,40**
ξ_4	1,40

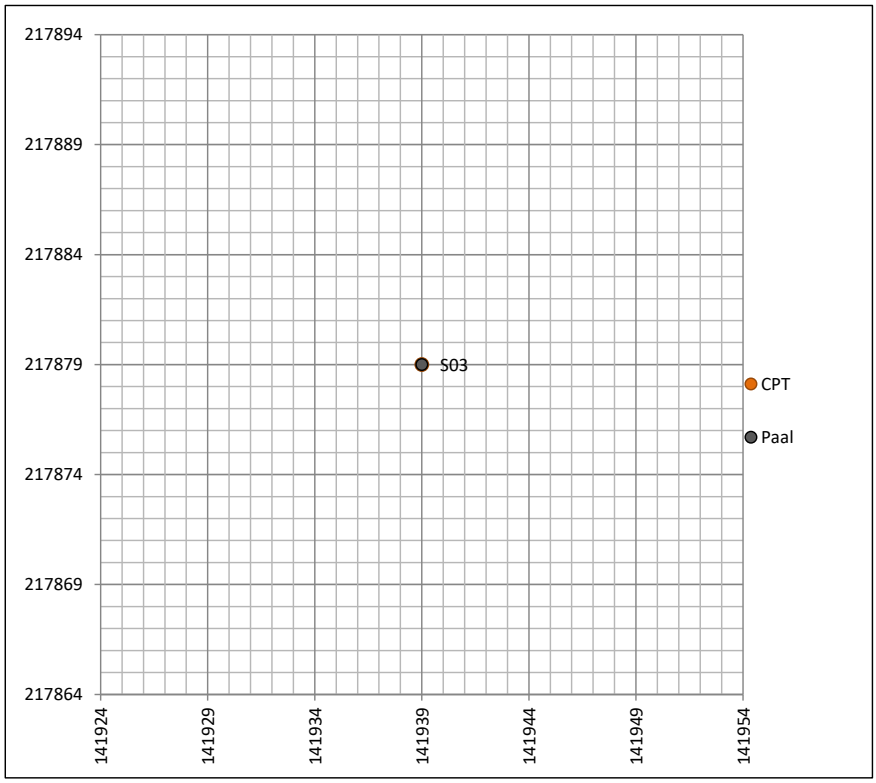
Tabel 2.4 Correlatiefactoren

λ	**1,00**
$\gamma_{r,d}$	1,00
β	**1,00**

Tabel 2.5 Overige factoren

2.4 Sonderingen

De situatieschets in Figuur 2.1 geeft weer waar de verschillende sonderingen zijn uitgevoerd in het projectgebied. De sonderingen die maatgevend zijn voor de geotechnische analyses met betrekking tot het kunstwerk zijn toegevoegd in Bijlage 1.



Figuur 2.1 Inplanting sonderingen en paal

Onderstaande tabel geeft de maatgevende sonderingen met hun corresponderende gegevens weer.

Tabel 2.6 Overzicht van de beschikbare sonderingen

Volgnr	Proefnummer	X (m)	Y (m)	Z (mTAW)	Diepte (m)	Conus	q_c [Mpa]	$q_{c;De\ Beer}$ [MPa]
01	S03	141938,6	217878,6	5,9	40,6	E	9,5	9,4

3 Berekening verticaal draagvermogen

3.1 Beschrijving

Om aan te tonen dat een paalfundering in staat is de voorziene belastingen op te nemen zonder risico op een grondmechanische breuk, moet aan onderstaande ongelijkheid voldaan worden [NBN EN 1997-1 § 7.6.2.1 (1)] :

$$F_{c,d} \leq R_{c,d}$$

waarbij:

- $F_{c,d}$: de rekenwaarde van de axiale drukbelasting op de paalfundering (zie Tabel 2.1);
- $R_{c,d}$: de rekenwaarde van het draagvermogen van de grond bij op druk belaste palen (zie onderstaande berekeningen).

3.2 Rekenwaarde draagvermogen

De rekenwaarde voor het paaldraagvermogen aan de hand van het WTCB-rapport wordt voor de gegevens sonderingen als volgt bekomen.

1. Bepaling van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_b, R_s**
2. Bepaling van het totaal draagvermogen als som van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_c**
3. Bepaling van het gekalibreerde draagvermogen; **$R_{c;cal}$**

$R_{c;cal;01}$ = 4320,4 kN

Het minimum en gemiddeld gekalibreerde draagvermogen is dan:

$R_{c;cal,min}$ = 4320,4 kN

$R_{c;cal,mean}$ = 4320,4 kN

4. Bepaling van het karakteristieke draagvermogen; **$R_{c,k}$**

$$R_{c,k} = \min\left\{\frac{(R_{c,cal})_{gemiddeld}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4}\right\}$$

= 3086,0 kN (het gemiddelde is maatgevend)

5. Bepaling van de rekenwaarde van het draagvermogen. **$R_{c,d}$**

$$R_{c,d} = R_{b,k} / \gamma_b + R_{s,k} / \gamma_s$$

Voor de ontwerpbenaderingen combinatie 1 wordt volgende rekenwaarden van het draagvermogen in vergelijking met het nodig draagvermogen verkregen:

	$R_{c,d}$		$F_{c,d}$	SF
BGT-K	3086,0 kN	≥	1428,1 kN	2,16
O.B.1.1	3086,0 kN	≥	1928,0 kN	1,60

Uit berekeningen blijkt dat de gegeven paalfundering voldoet voor de opgegeven belastingen bij beide belastingscombinaties.

3.2 Negatieve kleef: Methode analoog positieve wrijving

3.2.1 Uitgangspunten

Bij deze methode wordt de negatieve kleef als volgt berekend:

$$F_{nk,rep} = \chi_s \cdot \sum(\alpha_{s,i} \cdot h_i \cdot q_{s,i})$$

waarbij gesommeerd wordt over alle lagen waarin er negatieve kleef optreedt en waarbij:

- $F_{nk,\,rep}$ de representatieve waarde van de belasting door negatieve kleef [kN]
- χ_s : de paalschachtomtrek [m]
- h_i : de dikte van de laag i [m]
- $\alpha_{s,i}$: een empirische installatiefactor voor de wrijvingsweerstand op druk voor laag i
- $q_{s,i}$: de eenheidswrijvingsweerstand van laag i [kPa].

3.2.2 Rekenwaarde van de negatieve kleef

De rekenwaarde van de negatieve kleef wordt bepaald door de representatieve waarde van de belasting door negatieve kleef (Fnk,rep) te vermenigvuldigen met een partiële factor gelijk aan 1,0.

De negatieve kleef moet niet gecombineerd worden met tijdelijke belastingen. Wanneer tijdelijke belastingen op de paal aangrijpen, moet men de meest nadelige van de hieronder vermelde combinaties in aanmerking nemen:

- blijvende belastingen + veranderlijke belastingen van lange duur + negatieve kleef
- blijvende belastingen + veranderlijke belastingen van lange duur + tijdelijke belastingen.

3.2.3 Resultaat alle sonderingen

$F_{n;k;01}$ = 3776,2 kN

Maatgevende sondering:

$R_{nk,rep}$ = #N/A

In rekening brengen: **nee**

p. 7-1

Sondering:	<naam CTP>

Maaiveldpeil	5,90	mTAW
Stap	0,20	m
X-coordinaat	141938,59	m
Y-coordinaat	217878,59	m
Gewicht water	10,00	kN/m3
Diepte watertafel	2,00	m
Top pos. Wrijving	-11,68	mTAW
O.k. neg.wrijving	-11,68	mTAW
Diameter conus	0,036	m
Type conus	E	
Diameter paal	0,016	m

	Tert. Klei	Andere
ω	1	1
α_b	1	1
ε_b	1,01	1
β	1	1
λ	1	1
$\alpha_{s,i}$	0,6	0,6

Grondsoort	q_c [Mpa]	η^*_p of q_s [-] of [Mpa]	R_f* [%]	Notatie tabel
Klei	1 - 4,5	η^*_p = 1/30	3 - 6%	klei
	> 4,5	q_s = 0,150		Tertklei
Leem	1 - 6	η^*_p = 1/60	2 - 3%	leem
	> 6	q_s = 0,100		
Zandhoudende klei/leem	1 - 10	η^*_p = 1/80	1 - 2%	gemengd
Kleihoudende zand/leem	> 10	q_s = 0,125		
Zand	1 - 10	η^*_p = 1/90	< 1%	zand
	10 - 20	$q_s = 0{,}110+0{,}004*(q_c-10)$		
	> 20	q_s = 0,150		

Nr. 204	Diepte m	Peil mTAW	q_c Mpa	Grondsoort	γ_d kN/m³	γ_n kN/m³	$q_{c;reductie}$ Mpa	$q_{c\ de\ beer}$ N/mm²	R_b kN	$q_{s,i}$ N/m²	$\alpha_{s,i} . h_i . q_{s,i}$ N/m	R_s kN	Rc,d (OB11) kN	Rt,d (OB11) kN
1	0,00	5,90	5,00	zand	17,00	19,00	0,00	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,0	0,0	0,0
2	0,20	5,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	12,870	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,0
3	0,40	5,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	-5,761	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,0
4	0,60	5,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,0
5	0,80	5,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,082	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,0
6	1,00	4,90	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,1
7	1,20	4,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,416	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,3
8	1,40	4,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,5
9	1,60	4,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,572	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,8
10	1,80	4,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	1,0
11	2,00	3,90	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,662	74,0	0,0556	0,000	0,0	52,9	1,2
12	2,20	3,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	1,4
13	2,40	3,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,842	76,9	0,0556	0,000	0,0	54,9	1,6
14	2,60	3,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	1,8
15	2,80	3,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,857	77,1	0,0556	0,000	0,0	55,1	2,1
16	3,00	2,90	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	2,3
17	3,20	2,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,868	77,3	0,0556	0,000	0,0	55,2	2,5
18	3,40	2,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	2,7
19	3,60	2,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,878	77,4	0,0556	0,000	0,0	55,3	2,9
20	3,80	2,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	3,2
21	4,00	1,90	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,887	77,6	0,0556	0,000	0,0	55,4	3,4
22	4,20	1,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	3,6
23	4,40	1,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,894	77,7	0,0556	0,000	0,0	55,5	3,8
24	4,60	1,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	4,0
25	4,80	1,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,901	77,8	0,0556	0,000	0,0	55,6	4,2
26	5,00	0,90	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	4,5
27	5,20	0,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,907	77,9	0,0556	0,000	0,0	55,6	4,7
28	5,40	0,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	4,9
29	5,60	0,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,912	78,0	0,0556	0,000	0,0	55,7	5,1
30	5,80	0,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	5,3
31	6,00	-0,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,916	78,0	0,0556	0,000	0,0	55,7	5,5
32	6,20	-0,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	5,8
33	6,40	-0,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,920	78,1	0,0556	0,000	0,0	55,8	6,0
34	6,60	-0,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	6,2
35	6,80	-0,90	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,924	78,2	0,0556	0,000	0,0	55,8	6,4
36	7,00	-1,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	6,6
37	7,20	-1,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,928	78,2	0,0556	0,000	0,0	55,9	6,9

p. 7-2

38	**7,40**	**-1,50**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	7,1
39	**7,60**	**-1,70**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,931	78,3	0,0556	0,000	0,0	55,9	7,3
40	**7,80**	**-1,90**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	7,5
41	**8,00**	**-2,10**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,934	78,3	0,0556	0,000	0,0	55,9	7,7
42	**8,20**	**-2,30**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	7,9
43	**8,40**	**-2,50**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,936	78,4	0,0556	0,000	0,0	56,0	8,2
44	**8,60**	**-2,70**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	8,4
45	**8,80**	**-2,90**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,939	78,4	0,0556	0,000	0,0	56,0	8,6
46	**9,00**	**-3,10**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	8,8
47	**9,20**	**-3,30**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,941	78,4	0,0556	0,000	0,0	56,0	9,0
48	**9,40**	**-3,50**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	9,2
49	**9,60**	**-3,70**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,943	78,5	0,0556	0,000	0,0	56,0	9,5
50	**9,80**	**-3,90**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,000	79,4	0,0556	0,000	0,0	56,7	9,7
51	**10,00**	**-4,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	9,9
52	**10,20**	**-4,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,913	125,6	0,0889	0,000	0,0	89,7	10,1
53	**10,40**	**-4,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	10,3
54	**10,60**	**-4,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,916	125,7	0,0889	0,000	0,0	89,8	10,5
55	**10,80**	**-4,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	10,8
56	**11,00**	**-5,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,919	125,7	0,0889	0,000	0,0	89,8	11,0
57	**11,20**	**-5,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	11,2
58	**11,40**	**-5,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,921	125,7	0,0889	0,000	0,0	89,8	11,4
59	**11,60**	**-5,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	11,6
60	**11,80**	**-5,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,924	125,8	0,0889	0,000	0,0	89,9	11,9
61	**12,00**	**-6,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	12,1
62	**12,20**	**-6,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,926	125,8	0,0889	0,000	0,0	89,9	12,3
63	**12,40**	**-6,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	12,5
64	**12,60**	**-6,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,928	125,9	0,0889	0,000	0,0	89,9	12,7
65	**12,80**	**-6,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	12,9
66	**13,00**	**-7,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,930	125,9	0,0889	0,000	0,0	89,9	13,2
67	**13,20**	**-7,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	13,4
68	**13,40**	**-7,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,932	125,9	0,0889	0,000	0,0	89,9	13,6
69	**13,60**	**-7,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	13,8
70	**13,80**	**-7,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,934	125,9	0,0889	0,000	0,0	90,0	14,0
71	**14,00**	**-8,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	14,2
72	**14,20**	**-8,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,935	126,0	0,0889	0,000	0,0	90,0	14,5
73	**14,40**	**-8,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	14,7
74	**14,60**	**-8,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,937	126,0	0,0889	0,000	0,0	90,0	14,9
75	**14,80**	**-8,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	15,1
76	**15,00**	**-9,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,938	126,0	0,0889	0,000	0,0	90,0	15,3
77	**15,20**	**-9,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	15,6
78	**15,40**	**-9,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,940	126,0	0,0889	0,000	0,0	90,0	15,8
79	**15,60**	**-9,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	16,0
80	**15,80**	**-9,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,941	126,1	0,0889	0,000	0,0	90,0	16,2
81	**16,00**	**-10,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	16,4
82	**16,20**	**-10,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,943	126,1	0,0889	0,000	0,0	90,1	16,6
83	**16,40**	**-10,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	16,9
84	**16,60**	**-10,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,944	126,1	0,0889	0,000	0,0	90,1	17,1
85	**16,80**	**-10,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	17,3
86	**17,00**	**-11,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,945	126,1	0,0889	0,000	0,0	90,1	17,5
87	**17,20**	**-11,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,000	0,0	90,7	17,7
88	**17,40**	**-11,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,946	126,1	0,0889	0,000	0,0	90,1	17,9
89	**17,60**	**-11,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,011	59,9	133,5	52,4
90	**17,80**	**-11,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,947	126,2	0,0889	0,011	119,9	175,7	86,9
91	**18,00**	**-12,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,011	179,8	219,2	121,3
92	**18,20**	**-12,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,948	126,2	0,0889	0,011	239,8	261,4	155,8
93	**18,40**	**-12,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,011	299,7	304,8	190,3

94	**18,60**	**-12,70**	**8,00**	**zand**	**17,00**	**19,00**	8,00	7,949	126,2	0,0889	0,011	359,6	347,0	224,8

p. 7-3

95	**18,80**	**-12,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,011	419,6	390,4	259,2
96	**19,00**	**-13,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,950	126,2	0,0889	0,011	479,5	432,7	293,7
97	**19,20**	**-13,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,011	539,5	476,0	328,2
98	**19,40**	**-13,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,951	126,2	0,0889	0,011	599,4	518,3	362,6
99	**19,60**	**-13,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,011	659,3	561,7	397,1
100	**19,80**	**-13,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,952	126,2	0,0889	0,011	719,3	603,9	431,6
101	**20,00**	**-14,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,011	779,2	647,3	466,0
102	**20,20**	**-14,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,953	126,3	0,0889	0,011	839,2	689,6	500,5
103	**20,40**	**-14,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	8,000	127,0	0,0889	0,011	899,1	732,9	535,0
104	**20,60**	**-14,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	7,954	126,3	0,0889	0,011	959,0	775,2	569,4
105	**20,80**	**-14,90**	1,18	zand	17,00	19,00	1,18	-7,522	-119,4	0,0132	0,002	967,9	606,1	574,7
106	**21,00**	**-15,10**	2,99	zand	17,00	19,00	2,99	2,985	47,4	0,0332	0,004	990,3	741,2	587,7
107	**21,20**	**-15,30**	2,65	zand	17,00	19,00	2,65	2,198	34,9	0,0294	0,004	1010,1	746,4	599,3
108	**21,40**	**-15,50**	2,14	zand	17,00	19,00	2,14	2,056	32,6	0,0238	0,003	1026,1	756,3	608,7
109	**21,60**	**-15,70**	2,00	zand	17,00	19,00	2,00	1,922	30,5	0,0222	0,003	1041,1	765,5	617,5
110	**21,80**	**-15,90**	3,73	zand	17,00	19,00	3,73	3,727	59,2	0,0414	0,005	1069,1	805,9	633,6
111	**22,00**	**-16,10**	7,27	zand	17,00	19,00	7,27	7,268	115,4	0,0808	0,010	1123,5	884,9	665,0
112	**22,20**	**-16,30**	8,08	zand	17,00	19,00	8,08	8,080	128,3	0,0898	0,011	1184,1	937,4	699,8
113	**22,40**	**-16,50**	8,77	zand	17,00	19,00	8,77	8,766	139,2	0,0974	0,012	1249,7	992,1	737,5
114	**22,60**	**-16,70**	8,98	zand	17,00	19,00	8,98	8,981	142,6	0,0998	0,012	1317,0	1042,6	776,2
115	**22,80**	**-16,90**	8,33	zand	17,00	19,00	8,33	7,450	118,3	0,0926	0,011	1379,4	1069,8	812,1
116	**23,00**	**-17,10**	9,43	zand	17,00	19,00	9,43	9,433	149,7	0,1048	0,013	1450,1	1142,8	852,7
117	**23,20**	**-17,30**	9,32	zand	17,00	19,00	9,32	9,118	144,7	0,1035	0,012	1519,9	1189,1	892,8
118	**23,40**	**-17,50**	8,59	zand	17,00	19,00	8,59	7,868	124,9	0,0954	0,011	1584,3	1220,8	929,8
119	**23,60**	**-17,70**	8,72	zand	17,00	19,00	8,72	8,715	138,3	0,0968	0,012	1649,6	1277,1	967,3
120	**23,80**	**-17,90**	7,80	zand	17,00	19,00	7,80	6,585	104,5	0,0867	0,010	1708,0	1294,7	1000,9
121	**24,00**	**-18,10**	9,27	zand	17,00	19,00	9,27	9,271	147,2	0,1030	0,012	1777,5	1374,8	1040,8
122	**24,20**	**-18,30**	8,22	zand	17,00	19,00	8,22	6,836	108,5	0,0914	0,011	1839,1	1391,2	1076,3
123	**24,40**	**-18,50**	9,14	zand	17,00	19,00	9,14	9,143	145,1	0,1016	0,012	1907,6	1466,2	1115,6
124	**24,60**	**-18,70**	8,90	zand	17,00	19,00	8,90	8,553	135,8	0,0989	0,012	1974,3	1507,2	1154,0
125	**24,80**	**-18,90**	9,64	zand	17,00	19,00	9,64	9,640	153,0	0,1071	0,013	2046,5	1571,1	1195,4
126	**25,00**	**-19,10**	9,22	zand	17,00	19,00	9,22	8,640	137,2	0,1025	0,012	2115,6	1609,1	1235,1
127	**25,20**	**-19,30**	9,45	zand	17,00	19,00	9,45	9,452	150,0	0,1050	0,013	2186,5	1668,9	1275,8
128	**25,40**	**-19,50**	8,71	zand	17,00	19,00	8,71	7,711	122,4	0,0968	0,012	2251,7	1695,8	1313,3
129	**25,60**	**-19,70**	8,64	zand	17,00	19,00	8,64	8,641	137,2	0,0960	0,012	2316,4	1752,6	1350,5
130	**25,80**	**-19,90**	7,78	zand	17,00	19,00	7,78	6,644	105,5	0,0865	0,010	2374,8	1771,6	1384,1
131	**26,00**	**-20,10**	8,48	zand	17,00	19,00	8,48	8,482	134,6	0,0942	0,011	2438,3	1837,8	1420,6
132	**26,20**	**-20,30**	8,67	zand	17,00	19,00	8,67	8,672	137,7	0,0964	0,012	2503,3	1886,4	1458,0
133	**26,40**	**-20,50**	9,20	zand	17,00	19,00	9,20	9,199	146,0	0,1022	0,012	2572,2	1941,6	1497,6
134	**26,60**	**-20,70**	8,95	zand	17,00	19,00	8,95	8,583	136,3	0,0994	0,012	2639,2	1982,5	1536,1
135	**26,80**	**-20,90**	9,01	zand	17,00	19,00	9,01	9,010	143,0	0,1001	0,012	2706,8	2035,6	1574,9
136	**27,00**	**-21,10**	9,43	zand	17,00	19,00	9,43	9,429	149,7	0,1048	0,013	2777,4	2090,8	1615,5
137	**27,20**	**-21,30**	10,12	zand	17,00	19,00	10,12	10,117	160,6	0,1105	0,013	2851,9	2151,8	1658,3
138	**27,40**	**-21,50**	9,74	zand	17,00	19,00	9,74	9,215	146,3	0,1082	0,013	2924,9	2193,7	1700,2
139	**27,60**	**-21,70**	10,38	zand	17,00	19,00	10,38	10,381	164,8	0,1115	0,013	3000,1	2260,6	1743,4
140	**27,80**	**-21,90**	9,82	zand	17,00	19,00	9,82	9,045	143,6	0,1091	0,013	3073,6	2298,0	1785,6
141	**28,00**	**-22,10**	10,13	zand	17,00	19,00	10,13	10,127	160,8	0,1105	0,013	3148,1	2363,5	1828,4
142	**28,20**	**-22,30**	10,11	zand	17,00	19,00	10,11	10,045	159,5	0,1104	0,013	3222,6	2415,8	1871,2
143	**28,40**	**-22,50**	10,74	zand	17,00	19,00	10,74	10,737	170,4	0,1129	0,014	3298,8	2478,0	1914,9
144	**28,60**	**-22,70**	10,70	zand	17,00	19,00	10,70	10,602	168,3	0,1128	0,014	3374,8	2530,8	1958,6
145	**28,80**	**-22,90**	10,42	zand	17,00	19,00	10,42	10,138	160,9	0,1117	0,013	3450,1	2579,3	2001,8
146	**29,00**	**-23,10**	9,12	zand	17,00	19,00	9,12	7,783	123,6	0,1014	0,012	3518,5	2601,5	2041,1
147	**29,20**	**-23,30**	10,31	zand	17,00	19,00	10,31	10,313	163,7	0,1113	0,013	3593,5	2683,7	2084,2
148	**29,40**	**-23,50**	10,06	zand	17,00	19,00	10,06	9,700	154,0	0,1103	0,013	3667,9	2729,9	2126,9
149	**29,60**	**-23,70**	8,88	zand	17,00	19,00	8,88	7,785	124,3	0,0986	0,012	3734,4	2756,2	2165,1
150	**29,80**	**-23,90**	10,09	zand	17,00	19,00	10,09	10,094	161,1	0,1104	0,013	3808,8	2835,7	2207,9

151	**30,00**	**-24,10**	**10,02**	**zand**	**17,00**	**19,00**	10,02	9,887	157,8	0,1101	0,013	3883,0	2886,3	2250,5

p. 7-4

152	**30,20**	**-24,30**	10,38	zand	17,00	19,00	10,38	10,381	165,7	0,1115	0,013	3958,2	2945,7	2293,7
153	**30,40**	**-24,50**	9,36	zand	17,00	19,00	9,36	8,011	127,9	0,1040	0,012	4028,4	2968,8	2334,0
154	**30,60**	**-24,70**	9,46	zand	17,00	19,00	9,46	9,455	150,9	0,1051	0,013	4099,2	3035,8	2374,7
155	**30,80**	**-24,90**	9,46	zand	17,00	19,00	9,46	9,418	150,3	0,1051	0,013	4170,1	3086,0	2415,4
156	**31,00**	**-25,10**	2,95	Tertklei	19,00	19,00	2,95	-5,382	-85,9	0,0982	0,012	4236,3	2964,5	2453,5
157	**31,20**	**-25,30**	3,04	Tertklei	19,00	19,00	3,04	3,041	48,5	0,1014	0,012	4304,6	3109,4	2492,7
158	**31,40**	**-25,50**	3,32	Tertklei	19,00	19,00	3,32	3,321	53,0	0,1107	0,013	4379,3	3165,9	2535,6
159	**31,60**	**-25,70**	3,79	Tertklei	19,00	19,00	3,79	3,785	60,4	0,1262	0,015	4464,4	3232,0	2584,4
160	**31,80**	**-25,90**	3,55	Tertklei	19,00	19,00	3,55	3,237	51,7	0,1184	0,014	4544,2	3282,7	2630,3
161	**32,00**	**-26,10**	2,95	Tertklei	19,00	19,00	2,95	2,559	40,9	0,0982	0,012	4610,4	3322,3	2668,3
162	**32,20**	**-26,30**	3,14	Tertklei	19,00	19,00	3,14	3,142	50,2	0,1047	0,013	4681,0	3379,4	2708,9
163	**32,40**	**-26,50**	3,32	Tertklei	19,00	19,00	3,32	3,323	53,0	0,1108	0,013	4755,7	3434,8	2751,8
164	**32,60**	**-26,70**	3,21	Tertklei	19,00	19,00	3,21	3,057	48,8	0,1071	0,013	4827,9	3483,3	2793,3
165	**32,80**	**-26,90**	4,19	Tertklei	19,00	19,00	4,19	4,194	67,0	0,1398	0,017	4922,2	3563,6	2847,3
166	**33,00**	**-27,10**	4,61	Tertklei	19,00	19,00	4,61	4,613	73,6	0,1500	0,018	5023,3	3640,7	2905,4
167	**33,20**	**-27,30**	4,50	Tertklei	19,00	19,00	4,50	4,345	69,4	0,1500	0,018	5124,4	3709,9	2963,4
168	**33,40**	**-27,50**	4,40	Tertklei	19,00	19,00	4,40	4,397	70,2	0,1466	0,018	5223,3	3781,1	3020,1
169	**33,60**	**-27,70**	3,84	Tertklei	19,00	19,00	3,84	3,101	49,5	0,1279	0,015	5309,5	3827,9	3069,6
170	**33,80**	**-27,90**	4,31	Tertklei	19,00	19,00	4,31	4,306	68,7	0,1435	0,017	5406,3	3910,7	3125,1
171	**34,00**	**-28,10**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74	4,739	75,7	0,1500	0,018	5507,4	3987,9	3183,1
172	**34,20**	**-28,30**	4,18	Tertklei	19,00	19,00	4,18	3,456	55,2	0,1395	0,017	5601,5	4040,5	3237,1
173	**34,40**	**-28,50**	4,26	Tertklei	19,00	19,00	4,26	4,262	68,0	0,1421	0,017	5697,3	4118,1	3292,0
174	**34,60**	**-28,70**	4,68	Tertklei	19,00	19,00	4,68	4,676	74,6	0,1500	0,018	5798,4	4195,1	3350,0
175	**34,80**	**-28,90**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	4,349	69,4	0,1500	0,018	5899,6	4263,6	3408,1
176	**35,00**	**-29,10**	4,34	Tertklei	19,00	19,00	4,34	4,306	68,7	0,1446	0,017	5997,1	4332,7	3464,0
177	**35,20**	**-29,30**	3,10	Tertklei	19,00	19,00	3,10	1,540	24,6	0,1033	0,012	6066,7	4351,0	3504,0
178	**35,40**	**-29,50**	4,10	Tertklei	19,00	19,00	4,10	4,097	65,4	0,1366	0,016	6158,8	4445,9	3556,9
179	**35,60**	**-29,70**	4,21	Tertklei	19,00	19,00	4,21	4,205	67,1	0,1402	0,017	6253,4	4514,6	3611,1
180	**35,80**	**-29,90**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74	4,737	75,6	0,1500	0,018	6354,5	4592,9	3669,1
181	**36,00**	**-30,10**	5,81	Tertklei	19,00	19,00	5,81	5,807	92,7	0,1500	0,018	6455,7	4677,4	3727,1
182	**36,20**	**-30,30**	5,56	Tertklei	19,00	19,00	5,56	5,228	83,5	0,1500	0,018	6556,8	4743,0	3785,1
183	**36,40**	**-30,50**	4,94	Tertklei	19,00	19,00	4,94	4,562	72,8	0,1500	0,018	6658,0	4807,7	3843,1
184	**36,60**	**-30,70**	4,38	Tertklei	19,00	19,00	4,38	4,134	66,0	0,1460	0,018	6756,4	4873,2	3899,6
185	**36,80**	**-30,90**	3,80	Tertklei	19,00	19,00	3,80	3,367	53,8	0,1268	0,015	6841,9	4925,5	3948,7
186	**37,00**	**-31,10**	3,90	Tertklei	19,00	19,00	3,90	3,899	62,2	0,1300	0,016	6929,6	4994,2	3999,0
187	**37,20**	**-31,30**	4,35	Tertklei	19,00	19,00	4,35	4,347	69,4	0,1449	0,017	7027,3	5069,1	4055,1
188	**37,40**	**-31,50**	4,24	Tertklei	19,00	19,00	4,24	4,093	65,3	0,1414	0,017	7122,6	5134,3	4109,8
189	**37,60**	**-31,70**	3,71	Tertklei	19,00	19,00	3,71	3,201	51,1	0,1236	0,015	7206,0	5183,6	4157,6
190	**37,80**	**-31,90**	4,38	Tertklei	19,00	19,00	4,38	4,384	70,0	0,1461	0,018	7304,5	5267,5	4214,1
191	**38,00**	**-32,10**	4,45	Tertklei	19,00	19,00	4,45	4,445	71,0	0,1482	0,018	7404,4	5339,6	4271,4
192	**38,20**	**-32,30**	4,26	Tertklei	19,00	19,00	4,26	4,004	63,9	0,1419	0,017	7500,1	5402,9	4326,4
193	**38,40**	**-32,50**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	4,535	72,4	0,1500	0,018	7601,3	5481,2	4384,4
194	**38,60**	**-32,70**	4,42	Tertklei	19,00	19,00	4,42	4,249	67,8	0,1472	0,018	7700,5	5548,8	4441,3
195	**38,80**	**-32,90**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05	5,047	80,6	0,1500	0,018	7801,7	5630,2	4499,3
196	**39,00**	**-33,10**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	3,865	61,7	0,1500	0,018	7902,8	5689,0	4557,3
197	**39,20**	**-33,30**	4,73	Tertklei	19,00	19,00	4,73	4,725	75,4	0,1500	0,018	8004,0	5771,0	4615,4
198	**39,40**	**-33,50**	4,59	Tertklei	19,00	19,00	4,59	4,393	70,1	0,1500	0,018	8105,1	5839,5	4673,4
199	**39,60**	**-33,70**	5,24	Tertklei	19,00	19,00	5,24	5,240	83,7	0,1500	0,018	8206,3	5921,4	4731,4
200	**39,80**	**-33,90**	4,82	Tertklei	19,00	19,00	4,82	4,270	68,2	0,1500	0,018	8307,4	5982,6	4789,4
201	**40,00**	**-34,10**	4,84	Tertklei	19,00	19,00	4,84	4,844	77,3	0,1500	0,018	8408,6	6061,4	4847,4
202	**40,20**	**-34,30**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74			0,1500	0,018	8509,7		
203	**40,40**	**-34,50**	4,68	Tertklei	19,00	19,00	4,68			0,1500	0,018	8610,9		
204	**40,60**	**-34,70**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05			0,1500	0,018	8712,0		

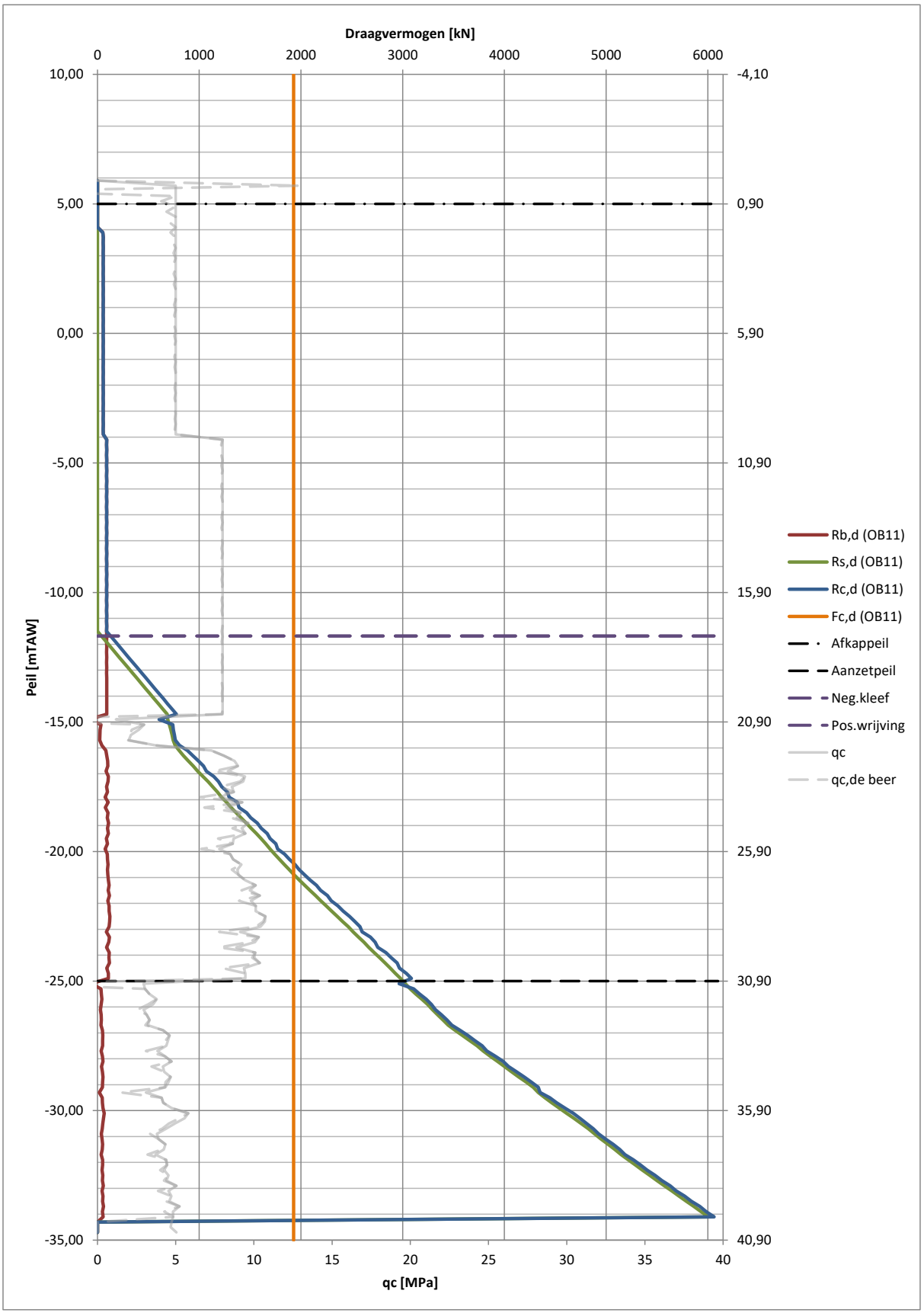
Bijlagen

A. Diagramma paaldraagvermogens

CS 07002 Paal 0.8

A.1. CPT no. <naam CTP>

Verticaal draagvermogen: Ontwerpbenadering 1 combinatie 1 (druk)



CS 07002 Paal 0.8

Grondmechanisch ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk en trek belaste funderingspalen

Conform NBN EN 1997-1 en WTCB-rapport nr. 19 - 2016

Sweco Belgium, 2016

Project:	Noordelijk Insteekdok
Onderdeel:	Buispaal kraanbaan achter - met propvorming Haalbaarheidsstudie
Projectnummer:	B10724-3
Opdrachtgever:	PoAB
Revisie:	0
Datum:	donderdag 6 maart 2025
Geotechnisch ingenieur:	HDM
Contact:	Sweco Belgium - Kantoor Gent Elfjulistraat 43 B-9000 Gent T: +32 9 241 59 20 F: +32 9 296 11 10 gent@swecobelgium.be www.swecobelgium.be

CS 07002 Paal 0.8

1 Inleiding

1.1 Beschrijving

Dit rapport betreft grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen. Het gaat hierbij om de volgende onderdelen/aspecten:

- Keuze van het paaltype;
- Dimensionering paal;
- Bepaling paaldraagvermogen;

1.2 Uitgangspunten

Het toepassingsdocument "Grondmechanische ontwerp in de uiterste grenstoestand van axiaal op druk belaste funderingspalen" van het WTCB (nr. 19 - 2016) is normatief voor axiaal op druk belaste funderingspalen.
In België wordt Ontwerpbenadering 1 aangehouden. De benadering bestaat uit 2 combinaties. Wat betreft het draagvermogen van axiaal belaste palen, zal combinatie 2 meestal doorslaggevend zijn. Voor de structurele berekening van de paal zal combinatie 1 meestal maatgevend zijn. Voor trekpalen bij opdrijven geldt EC7-UPL.

Het aanzetpeil en de diameter van de paal worden bepaald aan de hand van berekeningen.

2 Gegevens

2.1 Paaleigenschappen

Buitendiameter	D =	**0,900**	m
Wanddikte	e =	**0,011**	m
Oppervlakte basis	A_B =	0,636	m²
Paalomtrek	χs =	2,827	m
Equivalente diameter	$D_{b,eq}$ =	0,900	m
Afkappeil paal	z_{top} =	**5,00**	mTAW
Aanzetpeil paal	z_{base} =	**-25,00**	mTAW (de paallengte is 30,00 m)
Soortelijk gewicht paal	γ_{mat} =	**78,50**	kN/m³

Geen ontgravingsreductie

Paaltype:

Cat. I - Geheid/geperst - Open stalen buispalen, situatie met propvorming

Vorm paal **cirkelvormig**

Statische belastingsproef **zonder SLT**

Kwaliteitsgarantie ☑

2.2 Belastingen

De paal ondergaat belastingen zoals bekomen in de desbetreffende ontwerpnota van het kunstwerk. Een overzicht van de belastingen wordt gegeven in onderstaande tabelllen.

		Druk	Trek
Permanent	**Ongunstig**	**1.428 kN**	**-**
	Gunstig	**-**	**-**
Variabel	**Ongunstig**	**-**	**-**
(standaard)	**Gunstig**	**-**	**-**

Tabel 2.1 Belastingen uitgeoefend op de paal

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
$\gamma_{G;dst}$	1,00	1,35	1,00
$\gamma_{G;stb}$	1,00	1,00	0,90
$\gamma_{Q;dst}$	1,00	1,50	1,50
$\gamma_{Q;stb}$	0,00	0,00	0,00
Druk	**1428 kN**	**1928 kN**	**-**
Trek	**0 kN**	**0 kN**	**0 kN**

Wisselbelasting ☐

De grafieken en berekeningen per sondering zijn weergegeven in: EC7-STR/GEO

2.3 Factoren

Zoals beschreven in het toepassingsdocument van het WTCB zijn verschillende factoren van toepassing. In onderstaande tabellen worden de factoren die van toepassing zijn voor de gekozen configuratie per categorie weergegeven.

	Tert. Klei	Andere
α_b	1,00	1,00
$\alpha_{s,i}$	0,60	0,60
ε_b	0,76	1,00

Tabel 2.2 Installatiefactoren

	BGT-K	O.B.1.1	UPL
γ_b	1,00	1,00	-
γ_s	1,00	1,00	1,40
$\gamma_{s;t}$	1,25		

Tabel 2.3 Partiële factoren

Aantal palen	**1-3**
ξ_3	**1,40**
ξ_4	1,40

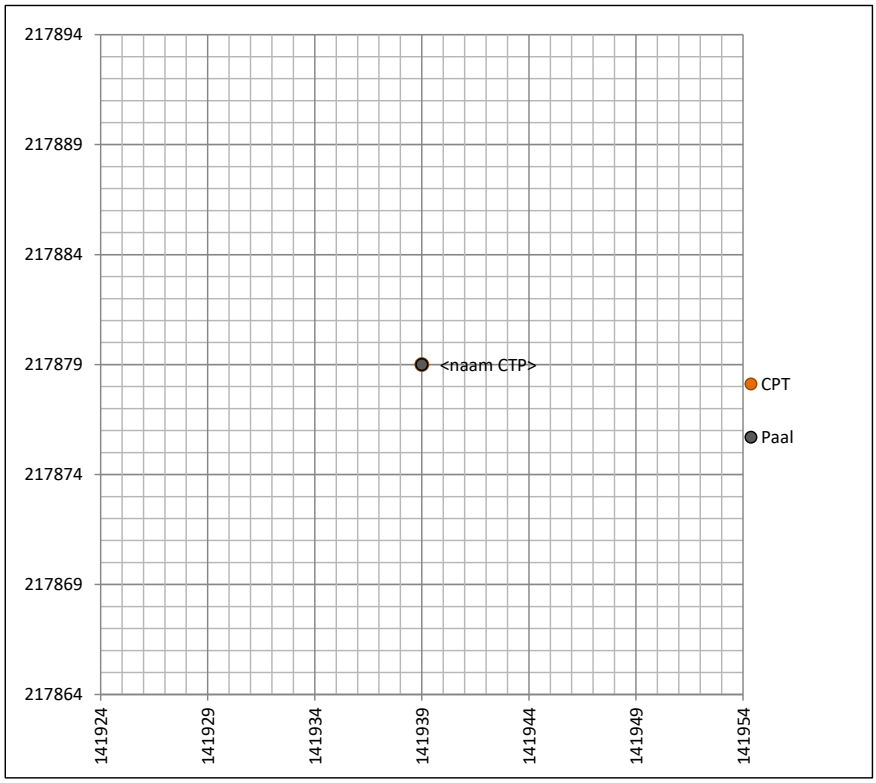
Tabel 2.4 Correlatiefactoren

λ	**1,00**
$\gamma_{r,d}$	1,00
β	**1,00**

Tabel 2.5 Overige factoren

2.4 Sonderingen

De situatieschets in Figuur 2.1 geeft weer waar de verschillende sonderingen zijn uitgevoerd in het projectgebied. De sonderingen die maatgevend zijn voor de geotechnische analyses met betrekking tot het kunstwerk zijn toegevoegd in Bijlage 1.



Figuur 2.1 Inplanting sonderingen en paal

Onderstaande tabel geeft de maatgevende sonderingen met hun corresponderende gegevens weer.

Tabel 2.6 Overzicht van de beschikbare sonderingen

Volgnr	Proefnummer	X (m)	Y (m)	Z (mTAW)	Diepte (m)	Conus	q_c [Mpa]	$q_{c;De\ Beer}$ [MPa]
01	S03	141938,6	217878,6	5,9	40,6	E	9,5	3,0

3 Berekening verticaal draagvermogen

3.1 Beschrijving

Om aan te tonen dat een paalfundering in staat is de voorziene belastingen op te nemen zonder risico op een grondmechanische breuk, moet aan onderstaande ongelijkheid voldaan worden [NBN EN 1997-1 § 7.6.2.1 (1)] :

$$F_{c,d} \leq R_{c,d}$$

waarbij:

- $F_{c,d}$: de rekenwaarde van de axiale drukbelasting op de paalfundering (zie Tabel 2.1);
- $R_{c,d}$: de rekenwaarde van het draagvermogen van de grond bij op druk belaste palen (zie onderstaande berekeningen).

3.2 Rekenwaarde draagvermogen

De rekenwaarde voor het paaldraagvermogen aan de hand van het WTCB-rapport wordt voor de gegevens sonderingen als volgt bekomen.

1. Bepaling van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_b, R_s**
2. Bepaling van het totaal draagvermogen als som van de punt- en wrijvingsweerstand; **R_c**
3. Bepaling van het gekalibreerde draagvermogen; **$R_{c;cal}$**

$R_{c;cal;01}$ = 3539,4 kN

Het minimum en gemiddeld gekalibreerde draagvermogen is dan:

$R_{c;cal,min}$ = 3539,4 kN

$R_{c;cal,mean}$ = 3539,4 kN

4. Bepaling van het karakteristieke draagvermogen; **$R_{c,k}$**

$$R_{c,k} = \min\left\{\frac{(R_{c,cal})_{gemiddeld}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4}\right\}$$

= 2528,1 kN (het gemiddelde is maatgevend)

5. Bepaling van de rekenwaarde van het draagvermogen. **$R_{c,d}$**

$$R_{c,d} = R_{b,k} / \gamma_b + R_{s,k} / \gamma_s$$

Voor de ontwerpbenaderingen combinatie 1 wordt volgende rekenwaarden van het draagvermogen in vergelijking met het nodig draagvermogen verkregen:

	$R_{c,d}$		$F_{c,d}$	SF
BGT-K	2528,1 kN	≥	1428,1 kN	1,77
O.B.1.1	2528,1 kN	≥	1928,0 kN	1,31

Uit berekeningen blijkt dat de gegeven paalfundering voldoet voor de opgegeven belastingen bij beide belastingscombinaties.

3.2 Negatieve kleef: Methode analoog positieve wrijving

3.2.1 Uitgangspunten

Bij deze methode wordt de negatieve kleef als volgt berekend:

$$F_{nk,rep} = \chi_s \cdot \sum(\alpha_{s,i} \cdot h_i \cdot q_{s,i})$$

waarbij gesommeerd wordt over alle lagen waarin er negatieve kleef optreedt en waarbij:

- $F_{nk,\,rep}$ de representatieve waarde van de belasting door negatieve kleef [kN]
- χ_s : de paalschachtomtrek [m]
- h_i : de dikte van de laag i [m]
- $\alpha_{s,i}$: een empirische installatiefactor voor de wrijvingsweerstand op druk voor laag i
- $q_{s,i}$: de eenheidswrijvingsweerstand van laag i [kPa].

3.2.2 Rekenwaarde van de negatieve kleef

De rekenwaarde van de negatieve kleef wordt bepaald door de representatieve waarde van de belasting door negatieve kleef (Fnk,rep) te vermenigvuldigen met een partiële factor gelijk aan 1,0.

De negatieve kleef moet niet gecombineerd worden met tijdelijke belastingen. Wanneer tijdelijke belastingen op de paal aangrijpen, moet men de meest nadelige van de hieronder vermelde combinaties in aanmerking nemen:

- blijvende belastingen + veranderlijke belastingen van lange duur + negatieve kleef
- blijvende belastingen + veranderlijke belastingen van lange duur + tijdelijke belastingen.

3.2.3 Resultaat alle sonderingen

$F_{n;k;01}$ = 1900,0 kN

Maatgevende sondering:

$R_{nk,rep}$ = #N/A

In rekening brengen: **nee**

p. 7-1

Sondering:	S03

Maaiveldpeil	5,90	mTAW
Stap	0,20	m
X-coordinaat	141938,59	m
Y-coordinaat	217878,59	m
Gewicht water	10,00	kN/m3
Diepte watertafel	2,00	m
Top pos. Wrijving	-11,68	mTAW
O.k. neg.wrijving	-11,68	mTAW
Diameter conus	0,036	m
Type conus	E	
Diameter paal	0,900	m

	Tert. Klei	Andere
ω	1	1
α_b	1	1
ε_b	0,76	1
β	1	1
λ	1	1
$\alpha_{s,i}$	0,6	0,6

Grondsoort	q_c [Mpa]	η^*_p of q_s [-] of [Mpa]	R_f* [%]	Notatie tabel
Klei	1 - 4,5	η^*_p = 1/30	3 - 6%	klei
	> 4,5	q_s = 0,150		Tertklei
Leem	1 - 6	η^*_p = 1/60	2 - 3%	leem
	> 6	q_s = 0,100		
Zandhoudende klei/leem	1 - 10	η^*_p = 1/80	1 - 2%	gemengd
Kleihoudende zand/leem	> 10	q_s = 0,125		
Zand	1 - 10	η^*_p = 1/90	< 1%	zand
	10 - 20	$q_s = 0{,}110+0{,}004*(q_c-10)$		
	> 20	q_s = 0,150		

Nr. 204	Diepte m	Peil mTAW	q_c Mpa	Grondsoort	γ_d kN/m³	γ_n kN/m³	$q_{c;reductie}$ Mpa	$q_{c\ de\ beer}$ N/mm²	R_b kN	$q_{s,i}$ N/m²	$\alpha_{s,i} . h_i . q_{s,i}$ N/m	R_s kN	Rc,d (OB11) kN	Rt,d (OB11) kN
1	0,00	5,90	5,00	zand	17,00	19,00	0,00	0,000	0,0	0,0000	0,000	0,0	0,0	0,0
2	0,20	5,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	0,518	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,0
3	0,40	5,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	0,636	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,0
4	0,60	5,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	0,756	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,0
5	0,80	5,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	0,872	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,0
6	1,00	4,90	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	0,988	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,1
7	1,20	4,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	1,097	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,3
8	1,40	4,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	1,201	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,5
9	1,60	4,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	1,302	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	0,8
10	1,80	4,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	1,400	0,0	0,0556	0,000	0,0	0,0	1,0
11	2,00	3,90	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	1,498	953,0	0,0556	0,000	0,0	680,7	1,2
12	2,20	3,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	1,596	1015,3	0,0556	0,000	0,0	725,2	1,4
13	2,40	3,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	1,703	1083,3	0,0556	0,000	0,0	773,8	1,6
14	2,60	3,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	1,820	1157,5	0,0556	0,000	0,0	826,8	1,8
15	2,80	3,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	1,948	1239,1	0,0556	0,000	0,0	885,0	2,1
16	3,00	2,90	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	2,090	1329,6	0,0556	0,000	0,0	949,7	2,3
17	3,20	2,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	2,244	1427,7	0,0556	0,000	0,0	1019,8	2,5
18	3,40	2,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	2,407	1531,2	0,0556	0,000	0,0	1093,7	2,7
19	3,60	2,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	2,575	1637,8	0,0556	0,000	0,0	1169,9	2,9
20	3,80	2,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	2,744	1745,4	0,0556	0,000	0,0	1246,7	3,2
21	4,00	1,90	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	2,910	1851,3	0,0556	0,000	0,0	1322,3	3,4
22	4,20	1,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	3,068	1951,9	0,0556	0,000	0,0	1394,2	3,6
23	4,40	1,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	3,218	2047,1	0,0556	0,000	0,0	1462,2	3,8
24	4,60	1,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	3,360	2137,2	0,0556	0,000	0,0	1526,6	4,0
25	4,80	1,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	3,494	2222,5	0,0556	0,000	0,0	1587,5	4,2
26	5,00	0,90	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	3,620	2303,2	0,0556	0,000	0,0	1645,1	4,5
27	5,20	0,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	3,740	2379,5	0,0556	0,000	0,0	1699,6	4,7
28	5,40	0,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	3,854	2451,7	0,0556	0,000	0,0	1751,2	4,9
29	5,60	0,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	3,961	2520,0	0,0556	0,000	0,0	1800,0	5,1
30	5,80	0,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,063	2584,6	0,0556	0,000	0,0	1846,1	5,3
31	6,00	-0,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,159	2645,6	0,0556	0,000	0,0	1889,7	5,5
32	6,20	-0,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,250	2703,4	0,0556	0,000	0,0	1931,0	5,8
33	6,40	-0,50	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,335	2758,0	0,0556	0,000	0,0	1970,0	6,0
34	6,60	-0,70	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,417	2809,7	0,0556	0,000	0,0	2006,9	6,2
35	6,80	-0,90	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,493	2858,4	0,0556	0,000	0,0	2041,7	6,4
36	7,00	-1,10	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,566	2904,6	0,0556	0,000	0,0	2074,7	6,6
37	7,20	-1,30	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,634	2948,1	0,0556	0,000	0,0	2105,8	6,9

p. 7-2

38	**7,40**	**-1,50**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,699	2989,3	0,0556	0,000	0,0	2135,2	7,1
39	**7,60**	**-1,70**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,760	3028,2	0,0556	0,000	0,0	2163,0	7,3
40	**7,80**	**-1,90**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,818	3065,0	0,0556	0,000	0,0	2189,3	7,5
41	**8,00**	**-2,10**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,873	3099,8	0,0556	0,000	0,0	2214,1	7,7
42	**8,20**	**-2,30**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,917	3127,8	0,0556	0,000	0,0	2234,2	7,9
43	**8,40**	**-2,50**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,951	3149,7	0,0556	0,000	0,0	2249,8	8,2
44	**8,60**	**-2,70**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,976	3165,6	0,0556	0,000	0,0	2261,1	8,4
45	**8,80**	**-2,90**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	4,992	3175,9	0,0556	0,000	0,0	2268,5	8,6
46	**9,00**	**-3,10**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,031	3200,5	0,0556	0,000	0,0	2286,1	8,8
47	**9,20**	**-3,30**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,091	3238,8	0,0556	0,000	0,0	2313,4	9,0
48	**9,40**	**-3,50**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,179	3294,8	0,0556	0,000	0,0	2353,5	9,2
49	**9,60**	**-3,70**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,294	3368,0	0,0556	0,000	0,0	2405,7	9,5
50	**9,80**	**-3,90**	5,00	zand	17,00	19,00	5,00	5,435	3457,4	0,0556	0,000	0,0	2469,6	9,7
51	**10,00**	**-4,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,600	3562,2	0,0889	0,000	0,0	2544,5	9,9
52	**10,20**	**-4,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,757	3662,2	0,0889	0,000	0,0	2615,9	10,1
53	**10,40**	**-4,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,907	3757,7	0,0889	0,000	0,0	2684,0	10,3
54	**10,60**	**-4,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,050	3848,7	0,0889	0,000	0,0	2749,1	10,5
55	**10,80**	**-4,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,181	3932,2	0,0889	0,000	0,0	2808,7	10,8
56	**11,00**	**-5,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,287	3999,3	0,0889	0,000	0,0	2856,7	11,0
57	**11,20**	**-5,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,367	4050,3	0,0889	0,000	0,0	2893,1	11,2
58	**11,40**	**-5,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,422	4085,4	0,0889	0,000	0,0	2918,1	11,4
59	**11,60**	**-5,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,452	4104,7	0,0889	0,000	0,0	2931,9	11,6
60	**11,80**	**-5,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,458	4108,4	0,0889	0,000	0,0	2934,6	11,9
61	**12,00**	**-6,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,445	4099,9	0,0889	0,000	0,0	2928,5	12,1
62	**12,20**	**-6,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,427	4088,4	0,0889	0,000	0,0	2920,3	12,3
63	**12,40**	**-6,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,404	4073,9	0,0889	0,000	0,0	2909,9	12,5
64	**12,60**	**-6,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,376	4056,3	0,0889	0,000	0,0	2897,4	12,7
65	**12,80**	**-6,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,344	4035,7	0,0889	0,000	0,0	2882,6	12,9
66	**13,00**	**-7,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,306	4011,9	0,0889	0,000	0,0	2865,7	13,2
67	**13,20**	**-7,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,264	3985,1	0,0889	0,000	0,0	2846,5	13,4
68	**13,40**	**-7,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,217	3955,2	0,0889	0,000	0,0	2825,1	13,6
69	**13,60**	**-7,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,165	3922,1	0,0889	0,000	0,0	2801,5	13,8
70	**13,80**	**-7,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,108	3885,8	0,0889	0,000	0,0	2775,6	14,0
71	**14,00**	**-8,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	6,046	3846,3	0,0889	0,000	0,0	2747,4	14,2
72	**14,20**	**-8,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,979	3803,5	0,0889	0,000	0,0	2716,8	14,5
73	**14,40**	**-8,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,906	3757,4	0,0889	0,000	0,0	2683,9	14,7
74	**14,60**	**-8,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,828	3707,9	0,0889	0,000	0,0	2648,5	14,9
75	**14,80**	**-8,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,745	3654,9	0,0889	0,000	0,0	2610,6	15,1
76	**15,00**	**-9,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,656	3598,4	0,0889	0,000	0,0	2570,3	15,3
77	**15,20**	**-9,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,562	3538,7	0,0889	0,000	0,0	2527,6	15,6
78	**15,40**	**-9,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,463	3475,6	0,0889	0,000	0,0	2482,6	15,8
79	**15,60**	**-9,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,359	3409,4	0,0889	0,000	0,0	2435,3	16,0
80	**15,80**	**-9,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,250	3340,2	0,0889	0,000	0,0	2385,9	16,2
81	**16,00**	**-10,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,137	3268,0	0,0889	0,000	0,0	2334,3	16,4
82	**16,20**	**-10,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	5,019	3192,8	0,0889	0,000	0,0	2280,6	16,6
83	**16,40**	**-10,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	4,896	3114,5	0,0889	0,000	0,0	2224,6	16,9
84	**16,60**	**-10,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	4,768	3033,0	0,0889	0,000	0,0	2166,4	17,1
85	**16,80**	**-10,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	4,634	2948,1	0,0889	0,000	0,0	2105,8	17,3
86	**17,00**	**-11,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	4,495	2859,7	0,0889	0,000	0,0	2042,6	17,5
87	**17,20**	**-11,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	4,350	2767,6	0,0889	0,000	0,0	1976,9	17,7
88	**17,40**	**-11,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	4,200	2671,8	0,0889	0,000	0,0	1908,4	17,9
89	**17,60**	**-11,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	4,043	2572,0	0,0889	0,011	30,2	1858,7	35,4
90	**17,80**	**-11,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	3,879	2468,0	0,0889	0,011	60,3	1806,0	52,8
91	**18,00**	**-12,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	3,709	2359,8	0,0889	0,011	90,5	1750,2	70,3
92	**18,20**	**-12,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	3,532	2247,1	0,0889	0,011	120,6	1691,3	87,7
93	**18,40**	**-12,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	3,348	2129,8	0,0889	0,011	150,8	1629,0	105,2

94	**18,60**	**-12,70**	**8,00**	**zand**	**17,00**	**19,00**	8,00	3,156	2007,6	0,0889	0,011	181,0	1563,3	122,7

p. 7-3

95	**18,80**	**-12,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	2,956	1880,4	0,0889	0,011	211,1	1493,9	140,1
96	**19,00**	**-13,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	2,748	1747,9	0,0889	0,011	241,3	1420,8	157,6
97	**19,20**	**-13,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	2,531	1609,9	0,0889	0,011	271,4	1343,8	175,0
98	**19,40**	**-13,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	2,305	1466,3	0,0889	0,011	301,6	1262,8	192,5
99	**19,60**	**-13,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	2,070	1316,7	0,0889	0,011	331,8	1177,5	209,9
100	**19,80**	**-13,90**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	1,825	1161,0	0,0889	0,011	361,9	1087,8	227,4
101	**20,00**	**-14,10**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	1,631	1037,5	0,0889	0,011	392,1	1021,1	244,8
102	**20,20**	**-14,30**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	1,486	945,5	0,0889	0,011	422,2	976,9	262,3
103	**20,40**	**-14,50**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	1,388	883,1	0,0889	0,011	452,4	953,9	279,7
104	**20,60**	**-14,70**	8,00	zand	17,00	19,00	8,00	1,337	850,7	0,0889	0,011	482,5	952,3	297,2
105	**20,80**	**-14,90**	1,18	zand	17,00	19,00	1,18	1,347	857,1	0,0132	0,002	487,0	960,1	299,9
106	**21,00**	**-15,10**	2,99	zand	17,00	19,00	2,99	1,446	919,6	0,0332	0,004	498,3	1012,8	306,6
107	**21,20**	**-15,30**	2,65	zand	17,00	19,00	2,65	1,577	1003,1	0,0294	0,004	508,2	1079,6	312,5
108	**21,40**	**-15,50**	2,14	zand	17,00	19,00	2,14	1,747	1111,6	0,0238	0,003	516,3	1162,8	317,3
109	**21,60**	**-15,70**	2,00	zand	17,00	19,00	2,00	1,961	1247,3	0,0222	0,003	523,9	1265,1	321,9
110	**21,80**	**-15,90**	3,73	zand	17,00	19,00	3,73	2,212	1406,9	0,0414	0,005	537,9	1389,1	330,1
111	**22,00**	**-16,10**	7,27	zand	17,00	19,00	7,27	2,494	1586,4	0,0808	0,010	565,3	1536,9	346,0
112	**22,20**	**-16,30**	8,08	zand	17,00	19,00	8,08	2,779	1768,0	0,0898	0,011	595,8	1688,4	363,6
113	**22,40**	**-16,50**	8,77	zand	17,00	19,00	8,77	3,057	1944,6	0,0974	0,012	628,8	1838,1	382,7
114	**22,60**	**-16,70**	8,98	zand	17,00	19,00	8,98	3,323	2113,7	0,0998	0,012	662,7	1983,1	402,3
115	**22,80**	**-16,90**	8,33	zand	17,00	19,00	8,33	3,569	2270,5	0,0926	0,011	694,1	2117,6	420,4
116	**23,00**	**-17,10**	9,43	zand	17,00	19,00	9,43	3,812	2425,2	0,1048	0,013	729,6	2253,5	441,0
117	**23,20**	**-17,30**	9,32	zand	17,00	19,00	9,32	4,037	2568,0	0,1035	0,012	764,8	2380,6	461,3
118	**23,40**	**-17,50**	8,59	zand	17,00	19,00	8,59	4,251	2704,3	0,0954	0,011	797,1	2501,0	480,0
119	**23,60**	**-17,70**	8,72	zand	17,00	19,00	8,72	4,459	2836,4	0,0968	0,012	830,0	2618,8	499,0
120	**23,80**	**-17,90**	7,80	zand	17,00	19,00	7,80	4,664	2967,3	0,0867	0,010	859,4	2733,4	516,0
121	**24,00**	**-18,10**	9,27	zand	17,00	19,00	9,27	4,872	3099,4	0,1030	0,012	894,4	2852,7	536,2
122	**24,20**	**-18,30**	8,22	zand	17,00	19,00	8,22	5,073	3227,0	0,0914	0,011	925,4	2966,0	554,1
123	**24,40**	**-18,50**	9,14	zand	17,00	19,00	9,14	5,268	3351,6	0,1016	0,012	959,8	3079,6	574,0
124	**24,60**	**-18,70**	8,90	zand	17,00	19,00	8,90	5,442	3462,0	0,0989	0,012	993,4	3182,4	593,4
125	**24,80**	**-18,90**	9,64	zand	17,00	19,00	9,64	5,582	3551,3	0,1071	0,013	1029,7	3272,2	614,4
126	**25,00**	**-19,10**	9,22	zand	17,00	19,00	9,22	5,685	3616,5	0,1025	0,012	1064,5	3343,6	634,5
127	**25,20**	**-19,30**	9,45	zand	17,00	19,00	9,45	5,753	3660,0	0,1050	0,013	1100,1	3400,1	655,1
128	**25,40**	**-19,50**	8,71	zand	17,00	19,00	8,71	5,786	3680,8	0,0968	0,012	1133,0	3438,4	674,0
129	**25,60**	**-19,70**	8,64	zand	17,00	19,00	8,64	5,788	3682,5	0,0960	0,012	1165,5	3462,9	692,9
130	**25,80**	**-19,90**	7,78	zand	17,00	19,00	7,78	5,772	3672,0	0,0865	0,010	1194,9	3476,4	709,9
131	**26,00**	**-20,10**	8,48	zand	17,00	19,00	8,48	5,750	3657,8	0,0942	0,011	1226,9	3489,0	728,4
132	**26,20**	**-20,30**	8,67	zand	17,00	19,00	8,67	5,721	3639,4	0,0964	0,012	1259,5	3499,3	747,3
133	**26,40**	**-20,50**	9,20	zand	17,00	19,00	9,20	5,685	3616,5	0,1022	0,012	1294,2	3507,7	767,3
134	**26,60**	**-20,70**	8,95	zand	17,00	19,00	8,95	5,641	3589,0	0,0994	0,012	1328,0	3512,1	786,8
135	**26,80**	**-20,90**	9,01	zand	17,00	19,00	9,01	5,590	3556,4	0,1001	0,012	1361,9	3513,1	806,4
136	**27,00**	**-21,10**	9,43	zand	17,00	19,00	9,43	5,531	3518,7	0,1048	0,013	1397,5	3511,6	826,9
137	**27,20**	**-21,30**	10,12	zand	17,00	19,00	10,12	5,463	3475,5	0,1105	0,013	1435,0	3507,5	848,6
138	**27,40**	**-21,50**	9,74	zand	17,00	19,00	9,74	5,386	3426,7	0,1082	0,013	1471,7	3498,9	869,8
139	**27,60**	**-21,70**	10,38	zand	17,00	19,00	10,38	5,301	3372,1	0,1115	0,013	1509,5	3486,9	891,6
140	**27,80**	**-21,90**	9,82	zand	17,00	19,00	9,82	5,205	3311,4	0,1091	0,013	1546,5	3469,9	913,0
141	**28,00**	**-22,10**	10,13	zand	17,00	19,00	10,13	5,100	3244,5	0,1105	0,013	1584,0	3448,9	934,6
142	**28,20**	**-22,30**	10,11	zand	17,00	19,00	10,11	4,985	3171,4	0,1104	0,013	1621,5	3423,5	956,2
143	**28,40**	**-22,50**	10,74	zand	17,00	19,00	10,74	4,860	3092,0	0,1129	0,014	1659,8	3394,1	978,4
144	**28,60**	**-22,70**	10,70	zand	17,00	19,00	10,70	4,725	3006,2	0,1128	0,014	1698,1	3360,2	1000,4
145	**28,80**	**-22,90**	10,42	zand	17,00	19,00	10,42	4,581	2914,1	0,1117	0,013	1736,0	3321,5	1022,3
146	**29,00**	**-23,10**	9,12	zand	17,00	19,00	9,12	4,426	2815,8	0,1014	0,012	1770,4	3275,8	1042,2
147	**29,20**	**-23,30**	10,31	zand	17,00	19,00	10,31	4,262	2711,2	0,1113	0,013	1808,1	3228,1	1064,0
148	**29,40**	**-23,50**	10,06	zand	17,00	19,00	10,06	4,087	2599,8	0,1103	0,013	1845,5	3175,3	1085,6
149	**29,60**	**-23,70**	8,88	zand	17,00	19,00	8,88	3,901	1880,6	0,0986	0,012	1879,0	2685,4	1104,9
150	**29,80**	**-23,90**	10,09	zand	17,00	19,00	10,09	3,705	1786,0	0,1104	0,013	1916,4	2644,6	1126,5

151	**30,00**	**-24,10**	10,02	zand	17,00	19,00	10,02	3,497	1686,0	0,1101	0,013	1953,8	2599,8	1148,1

p. 7-4

152	**30,20**	**-24,30**	10,38	zand	17,00	19,00	10,38	3,321	1601,0	0,1115	0,013	1991,6	2566,2	1169,9
153	**30,40**	**-24,50**	9,36	zand	17,00	19,00	9,36	3,177	1531,3	0,1040	0,012	2026,9	2541,6	1190,3
154	**30,60**	**-24,70**	9,46	zand	17,00	19,00	9,46	3,066	1477,8	0,1051	0,013	2062,6	2528,8	1210,9
155	**30,80**	**-24,90**	9,46	zand	17,00	19,00	9,46	2,990	1441,2	0,1051	0,013	2098,2	2528,1	1231,5
156	**31,00**	**-25,10**	2,95	Tertklei	19,00	19,00	2,95	2,950	1422,2	0,0982	0,012	2131,5	2538,3	1250,7
157	**31,20**	**-25,30**	3,04	Tertklei	19,00	19,00	3,04	2,953	1423,4	0,1014	0,012	2165,9	2563,8	1270,6
158	**31,40**	**-25,50**	3,32	Tertklei	19,00	19,00	3,32	2,958	1426,0	0,1107	0,013	2203,5	2592,5	1292,3
159	**31,60**	**-25,70**	3,79	Tertklei	19,00	19,00	3,79	2,966	1430,1	0,1262	0,015	2246,3	2626,0	1317,0
160	**31,80**	**-25,90**	3,55	Tertklei	19,00	19,00	3,55	2,985	1439,0	0,1184	0,014	2286,4	2661,0	1340,1
161	**32,00**	**-26,10**	2,95	Tertklei	19,00	19,00	2,95	3,016	1454,0	0,0982	0,012	2319,7	2695,5	1359,4
162	**32,20**	**-26,30**	3,14	Tertklei	19,00	19,00	3,14	3,059	1474,8	0,1047	0,013	2355,3	2735,8	1379,9
163	**32,40**	**-26,50**	3,32	Tertklei	19,00	19,00	3,32	3,100	1494,3	0,1108	0,013	2392,9	2776,6	1401,6
164	**32,60**	**-26,70**	3,21	Tertklei	19,00	19,00	3,21	3,136	1511,7	0,1071	0,013	2429,2	2814,9	1422,6
165	**32,80**	**-26,90**	4,19	Tertklei	19,00	19,00	4,19	3,168	1527,3	0,1398	0,017	2476,6	2859,9	1449,9
166	**33,00**	**-27,10**	4,61	Tertklei	19,00	19,00	4,61	3,190	1537,7	0,1500	0,018	2527,5	2903,7	1479,2
167	**33,20**	**-27,30**	4,50	Tertklei	19,00	19,00	4,50	3,197	1541,3	0,1500	0,018	2578,4	2942,7	1508,5
168	**33,40**	**-27,50**	4,40	Tertklei	19,00	19,00	4,40	3,192	1538,7	0,1466	0,018	2628,1	2976,3	1537,1
169	**33,60**	**-27,70**	3,84	Tertklei	19,00	19,00	3,84	3,184	1535,0	0,1279	0,015	2671,5	3004,6	1562,1
170	**33,80**	**-27,90**	4,31	Tertklei	19,00	19,00	4,31	3,174	1530,1	0,1435	0,017	2720,2	3035,9	1590,2
171	**34,00**	**-28,10**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74	3,161	1523,9	0,1500	0,018	2771,1	3067,9	1619,5
172	**34,20**	**-28,30**	4,18	Tertklei	19,00	19,00	4,18	3,146	1516,5	0,1395	0,017	2818,4	3096,4	1646,7
173	**34,40**	**-28,50**	4,26	Tertklei	19,00	19,00	4,26	3,140	1513,9	0,1421	0,017	2866,6	3129,0	1674,5
174	**34,60**	**-28,70**	4,68	Tertklei	19,00	19,00	4,68	3,146	1516,4	0,1500	0,018	2917,5	3167,1	1703,8
175	**34,80**	**-28,90**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	3,165	1525,9	0,1500	0,018	2968,4	3210,3	1733,1
176	**35,00**	**-29,10**	4,34	Tertklei	19,00	19,00	4,34	3,207	1546,0	0,1446	0,017	3017,5	3259,6	1761,4
177	**35,20**	**-29,30**	3,10	Tertklei	19,00	19,00	3,10	3,269	1575,7	0,1033	0,012	3052,5	3305,9	1781,6
178	**35,40**	**-29,50**	4,10	Tertklei	19,00	19,00	4,10	3,345	1612,7	0,1366	0,016	3098,9	3365,4	1808,3
179	**35,60**	**-29,70**	4,21	Tertklei	19,00	19,00	4,21	3,421	1649,3	0,1402	0,017	3146,4	3425,5	1835,7
180	**35,80**	**-29,90**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74	3,491	1682,9	0,1500	0,018	3197,3	3485,9	1865,0
181	**36,00**	**-30,10**	5,81	Tertklei	19,00	19,00	5,81	3,552	1712,4	0,1500	0,018	3248,2	3543,3	1894,3
182	**36,20**	**-30,30**	5,56	Tertklei	19,00	19,00	5,56	3,601	1735,8	0,1500	0,018	3299,1	3596,4	1923,6
183	**36,40**	**-30,50**	4,94	Tertklei	19,00	19,00	4,94	3,637	1753,3	0,1500	0,018	3350,0	3645,2	1952,9
184	**36,60**	**-30,70**	4,38	Tertklei	19,00	19,00	4,38	3,661	1765,1	0,1460	0,018	3399,6	3689,0	1981,4
185	**36,80**	**-30,90**	3,80	Tertklei	19,00	19,00	3,80	3,685	1776,3	0,1268	0,015	3442,6	3727,8	2006,2
186	**37,00**	**-31,10**	3,90	Tertklei	19,00	19,00	3,90	3,712	1789,3	0,1300	0,016	3486,7	3768,6	2031,6
187	**37,20**	**-31,30**	4,35	Tertklei	19,00	19,00	4,35	3,740	1803,0	0,1449	0,017	3535,8	3813,4	2060,0
188	**37,40**	**-31,50**	4,24	Tertklei	19,00	19,00	4,24	3,768	1816,6	0,1414	0,017	3583,8	3857,5	2087,6
189	**37,60**	**-31,70**	3,71	Tertklei	19,00	19,00	3,71	3,798	1830,8	0,1236	0,015	3625,7	3897,6	2111,8
190	**37,80**	**-31,90**	4,38	Tertklei	19,00	19,00	4,38	3,837	1849,7	0,1461	0,018	3675,3	3946,5	2140,3
191	**38,00**	**-32,10**	4,45	Tertklei	19,00	19,00	4,45	3,876	1868,4	0,1482	0,018	3725,6	3995,7	2169,3
192	**38,20**	**-32,30**	4,26	Tertklei	19,00	19,00	4,26	3,915	1887,2	0,1419	0,017	3773,8	4043,5	2197,0
193	**38,40**	**-32,50**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	3,954	1906,3	0,1500	0,018	3824,7	4093,5	2226,3
194	**38,60**	**-32,70**	4,42	Tertklei	19,00	19,00	4,42	3,997	1927,0	0,1472	0,018	3874,6	4144,0	2255,1
195	**38,80**	**-32,90**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05	4,041	1948,2	0,1500	0,018	3925,5	4195,5	2284,4
196	**39,00**	**-33,10**	4,54	Tertklei	19,00	19,00	4,54	4,082	1967,9	0,1500	0,018	3976,4	4245,9	2313,7
197	**39,20**	**-33,30**	4,73	Tertklei	19,00	19,00	4,73	4,123	1987,5	0,1500	0,018	4027,3	4296,3	2342,9
198	**39,40**	**-33,50**	4,59	Tertklei	19,00	19,00	4,59	4,162	2006,2	0,1500	0,018	4078,2	4346,0	2372,2
199	**39,60**	**-33,70**	5,24	Tertklei	19,00	19,00	5,24	4,202	2025,6	0,1500	0,018	4129,1	4396,2	2401,5
200	**39,80**	**-33,90**	4,82	Tertklei	19,00	19,00	4,82	0,000	0,0	0,1500	0,018	4180,0	2985,7	2430,8
201	**40,00**	**-34,10**	4,84	Tertklei	19,00	19,00	4,84	0,000	0,0	0,1500	0,018	4230,9	3022,0	2460,1
202	**40,20**	**-34,30**	4,74	Tertklei	19,00	19,00	4,74			0,1500	0,018	4281,7		
203	**40,40**	**-34,50**	4,68	Tertklei	19,00	19,00	4,68			0,1500	0,018	4332,6		
204	**40,60**	**-34,70**	5,05	Tertklei	19,00	19,00	5,05			0,1500	0,018	4383,5		

p. 7-5

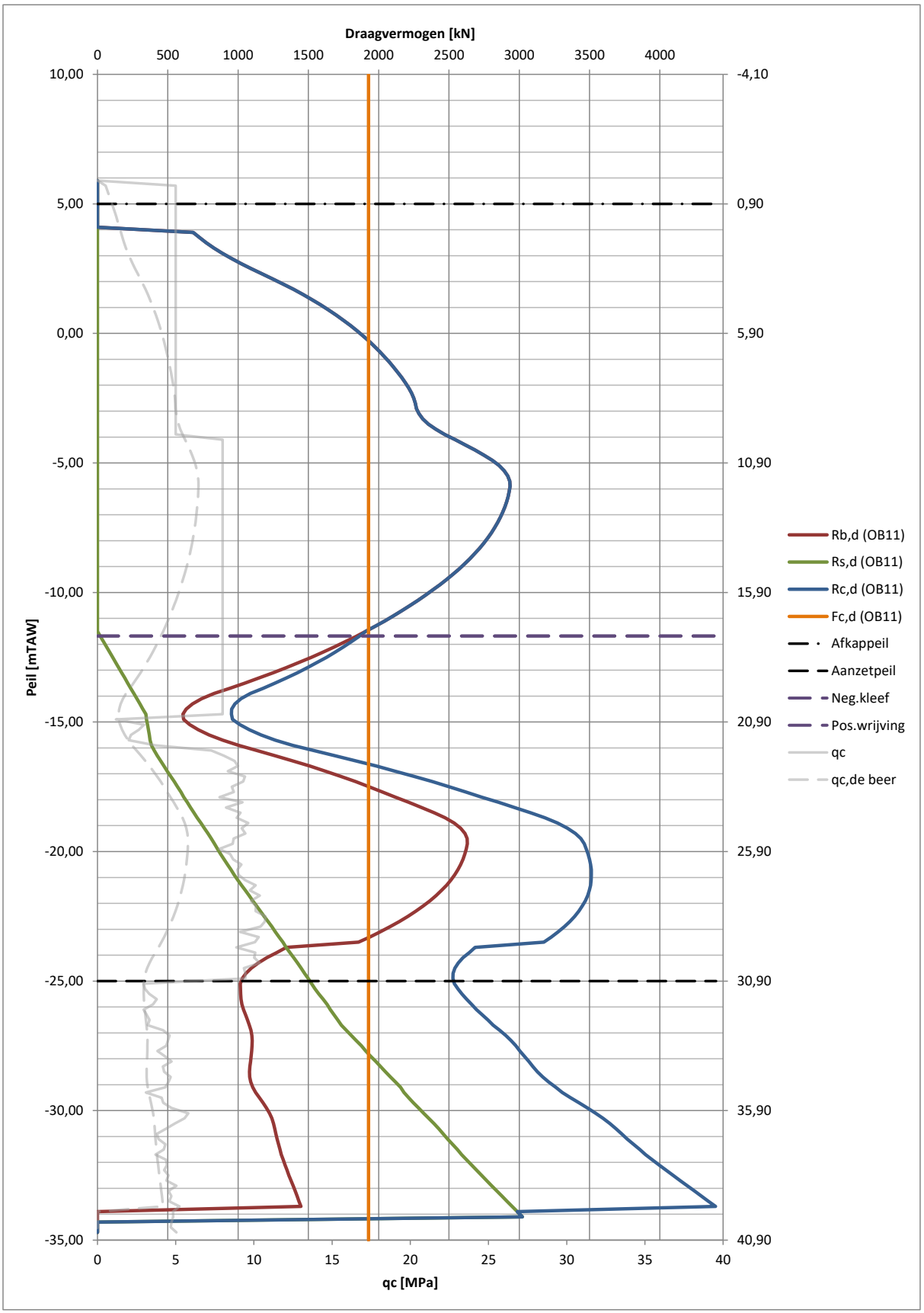
Bijlagen

A. Diagramma paaldraagvermogens

CS 07002 Paal 0.8

A.1. CPT no. <naam CTP>

Verticaal draagvermogen: Ontwerpbenadering 1 combinatie 1 (druk)



Bijlage 6
Zettingen ten gevolge van bemaling

RB 07401 Bemaling bouwput4.0

Zettingen ten gevolge van bemalingen voor een bouwput - of sleuf

Conform Richtlijn bemalingen 2009 en zettingen volgens Terzaghi

Copyrights Sweco Belgium, 2020

Project:	BSP NID
Onderdeel:	Zettingen tgv grondwaterverlaging achter CB wand (waterpeil 3,3mTAW)
Projectnummer:	6145010020
Opdrachtgever:	PoAB
Revisie:	-
Datum:	vrijdag 7 maart 2025
Geotechnisch ingenieur:	TMA
Contact:	Sweco Belgium - Kantoor Gent Elfjulistraat 43 B-9000 Gent T: +32 9 241 59 20 F: +32 9 296 11 10 gent@swecobelgium.be www.swecobelgium.be

1 Inleiding

1.1 Beschrijving

Deze rekennota betreft de zettingsberekeningen ter hoogte van de uit te voeren werken. Het gaat hierbij om de volgende onderdelen/aspecten:

- Opsomming van het beschikbare grondonderzoek (zie bijlage(n));
- Geometrie van bouwput en/of -sleuf;
- Zettingsberekeningen ten gevolge van de bemalingen.

1.2 Uitgangspunten

1.2.1 Grondkarakteristieken

De grondlaagopbouw wordt bepaald aan de hand van de beschikbare sonderingen en boringen. De laagindeling volgt de karakteristieken waarden in Tabel 2.1 van prNBN EN 1997-1 ANB. De doorlatendheidscoëfficiënten zijn afgeleid uit CUR 166 of volgens de formules van oa. Hazen, Seelheim, Zieschung en Beyer.

1.2.2 Bemalingsberekeningen

De verhanglijnen en bemalingsdiepten worden berekend met behulp van de formules van Dupuit (freatisch grondwater), Tessendorf (artesisch grondwater) en Sichardt.

De invloedstraal bij een bemaling van een rechthoekige bouwput is dan als volgt:

$R = 3000 \times s \times k^{1/2}$ (invloedstraal bemaling)

$R_{eq} = (l \times b / \pi)^{1/2}$ (equivalente straal bouwput)

De invloedstraal bij een bemaling van een sleuf is dan als volgt:

$R = 2000 \times s \times k^{1/2}$ (invloedstraal bemaling)

$R_{eq} = b/2$ (equivalente straal bouwput)

De totale invloedsstraal van de bemaling wordt aldus :

$R_{tot} = R + R_{eq}$

Waarbij:

k : doorlatendheidscoëfficiënt
s : afmalingsdiepte
b : breedte bouwput
l : lengte bouwput

Vervolgens wordt het verloop van de waterlijn berekend, voor een willekeurig punt op afstand x van de bouwputrand, met volgende formules:

In het geval van een sleuf:

$$s_x = H - \left(H^2 - (H^2 - h^2) \frac{R_{tot} - x}{R_{tot} - R_{eq}} \right)^{\frac{1}{2}}$$ (freatisch water)

$$s_x = (H - h) \frac{R_{tot} - x}{R_{tot} - R_{eq}}$$ (artesisch water)

In het geval van een bouwput:

$$s_x = H - \left(H^2 - (H^2 - h^2) \frac{\ln R_{tot} - \ln x}{\ln R_{tot} - \ln R_{eq}} \right)^{\frac{1}{2}}$$ (freatisch water)

$$s_x = (H - h) \frac{\ln R_{tot} - \ln x}{\ln R_{tot} - \ln R_{eq}}$$ (artesisch water)

Waarbij:

H : waterhoogte initieel peil ten opzichte van ondoorlatende laag
h : waterhoogte te bemalen peil ten opzichte van ondoorlatende laag
x : afstand van de rand van de bouwput

1.2.3 Zettingsberekeningen

De zettingen worden bepaald door middel van de samendrukkingswet van Terzaghi:

$$s = \sum_{\infty}^{i=0} \frac{\Delta h_i}{C_i} \ln\left(1 + \frac{\Delta \sigma_v}{\sigma_{v;i}}\right)$$

Hierbij wordt de ondergrond opgesplitst in deellaagjes met hoogte Δhi en samendrukkingsconstante Ci. Die laatsten worden berekend uit de conusweerstanden van de sonderingen met behulp van de coëfficiënten van Sanglerat, zoals aangegeven in "Richlijnen Bemalingen 2009".

σv;i is de initiële effectieve spanning van de grond in rust in elk deellaagje en Δσv is de spanningstoename tengevolge van de bemaling in elk deellaagje. De spanningstoename is gereduceerd in de diepte door middel van de invloedscoëfficiënt i(z).

2 Berekeningen

Op de volgende pagina's wordt voor de verschillende locaties en/of sonderingen het volgende gegeven:

- Gegevens met betrekking tot de geometrie van de bouwput;
- Gegevens met betrekking tot de grondkarakteristieken;
- Berekeningen van de invloedstralen;
- Berekeningen van de verwachte zettingen;
- Overzichtstabel van de berekeningen.

#REF!
#REF!
#REF!
#REF!
#REF!
#REF!

RB 07401 Bemaling bouwput4.0

2.1,5 Bemaling ter hoogte van sondering S19

2.1,5.1 Gegevens

2.1,5.1.1 Geometrie

Maaiveldpeil	MV =	6,30	mTAW
Grondwaterpeil	GW =	3,30	mTAW
Spanningswater	☐		
Vorm bouwput		sleuf	
Bodempeil bouwput	Z_{bp} =	6,30	mTAW
Breedte sleuf	B_{bp} =	1,00	m
Bemalingspeil	Z_{bem} =	1,90	mTAW
Lengte geplaatste filter	L_f =	10,00	m (schatting)
Diameter filter	d =	0,15	m

2.1,5.1.2 Grondkarakteristieken

Uitvoerder grondonderzoek:	Fugro
Referentie grondonderzoek:	CAM104
Sondering:	S19
Boring:	-

De volgende volumegewichten worden aangenomen:

Gewicht droge grond	γ_d =	EC7	kN/m^3
Gewicht natte grond	γ_n =	EC7	kN/m^3
Gewicht water	γ_w =	10	kN/m^3

De horizontale doorlatendheidscoëfficiënt k wordt geschat volgens CUR 166. Het grondtype is: fijn zand

De grenzen volgens de CUR zijn: 1E-04 m/s - 1E-05 m/s

Voor deze bemaling geldt: k = 1,00E-04 m/s

2.1,5.2 Berekeningen

Uit de geometrische gegevens volgt de afmalingsdiepte s, de laagdikte H en de waterhoogte in de sleuf h0:

Laagdikte	H =	7,00	m
Afmalingsdiepte	s =	1,40	m
Waterhoogte (H-s)	h =	5,60	m

2.1,5.2.1 Invloedstraal

Uit de horizontale doorlatendheid en de afmalingshoogte s, volgt de invloedsstraal van de bemaling, volgens de formule zoals gegeven in 1.2.2:

R = 28,00 m

De equivalente straal van de bouwput is als volgt:

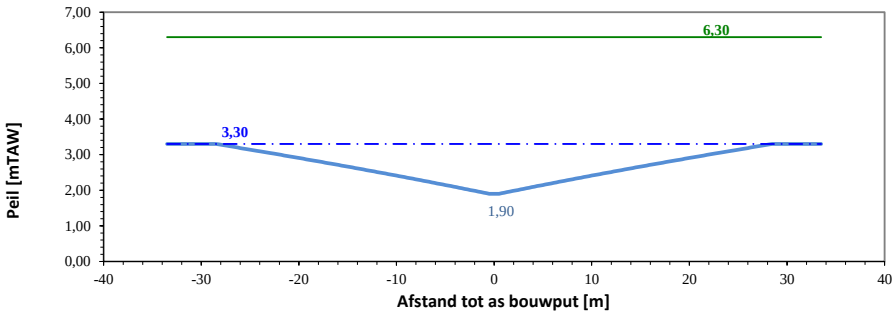
R_{eq} = 0,50 m

De totale invloedsstraal van de bemaling is dan:

R_{tot} = 28,50 m

2.1,5.2.2 Verloop verhanglijn

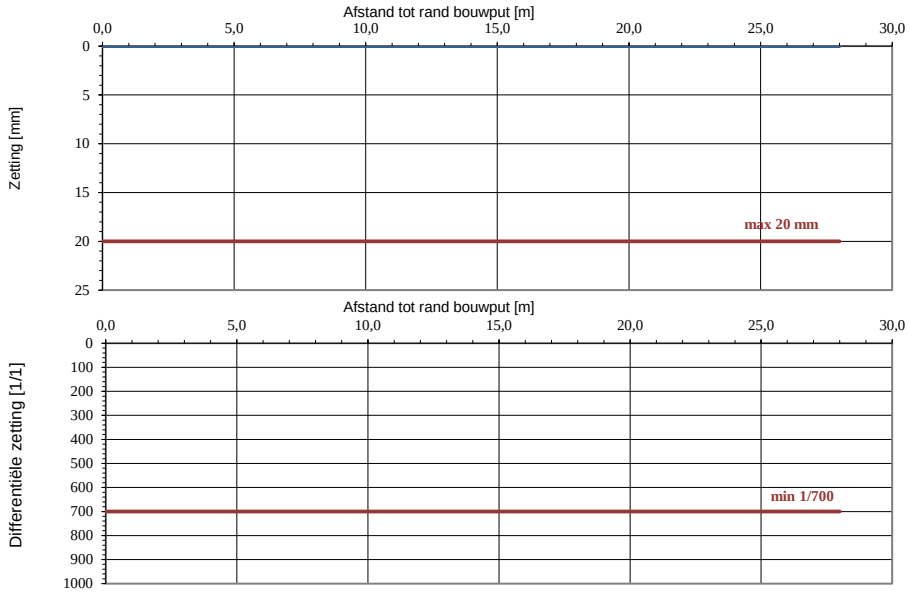
Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand x van de bouwputrand, met de formule als gegeven in 1.2.2.



Figuur 2.1,5.1 Grafische voorstelling verhanglijn en bouwput.

2.1,5.2.3 Zettingskromme

De grafische voorstelling van respectievelijk de zettingskromme en de differentiële zetting zien er als volgt uit



Figuur 2.1,5.2 Grafische voorstelling zettingskromme en differentiële zetting.

2.1,5.2.4 Lokale zetting

Ten slotte wordt wordt de plaatselijke zetting weergegeven voor een afstand 0 m tot de rand van de bouwput (dichtstbijzijnde bebouwing).

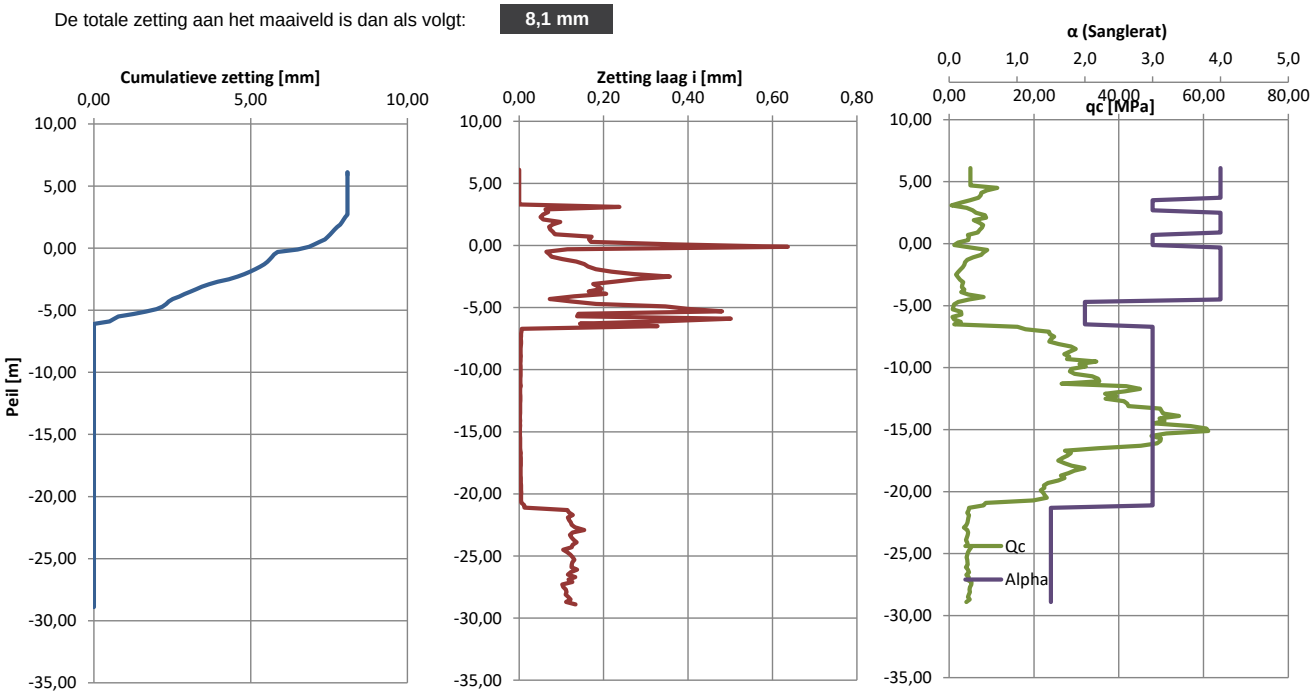
Afstand tot rand bouwput x = 0,00 m

Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand 0 m:

In het geval van freatisch water:

s_x = 1,40 m

De totale zetting aan het maaiveld is dan als volgt: **8,1 mm**



Figuur 2.1,5.3 Grafische voorstelling van a) de cumulatieve zetting, b) de zetting in laag i en c) de conusweerstand.

2.1,5.2 Tabel zettingsberekeningen op 0 m van de rand van de bouwput

p. 7,5-1

	h [m]	z [mTAW]	q_c [N/mm²]	Grond-type	(Her-) belasting	β	Sanglerat α	γ_d (kN/m³)	γ_n (kN/m³)	p_0 [kN/m²]	A/C $\alpha.(C_{u,i}/p_0)$	Δp [kN/m²]	p $p_0+\Delta p$ [kN/m²]	z $\Delta h/C.\ln(p/p_0)$ [mm]	Σz [mm]
1	0,20	6,10	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	3,40	5882	0,00	3,40	0,00	8,09
2	0,40	5,90	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	6,80	2941	0,00	6,80	0,00	8,09
3	0,60	5,70	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	10,20	1961	0,00	10,20	0,00	8,09
4	0,80	5,50	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	13,60	1471	0,00	13,60	0,00	8,09
5	1,00	5,30	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	17,00	1176	0,00	17,00	0,00	8,09
6	1,20	5,10	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	20,40	980	0,00	20,40	0,00	8,09
7	1,40	4,90	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	23,80	840	0,00	23,80	0,00	8,09
8	1,60	4,70	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	27,20	735	0,00	27,20	0,00	8,09
9	1,80	4,50	11,37	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	30,60	1487	0,00	30,60	0,00	8,09
10	2,00	4,30	8,93	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	34,00	1051	0,00	34,00	0,00	8,09
11	2,20	4,10	7,62	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	37,40	815	0,00	37,40	0,00	8,09
12	2,40	3,90	7,45	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	40,80	730	0,00	40,80	0,00	8,09
13	2,60	3,70	6,90	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	44,20	624	0,00	44,20	0,00	8,09
14	2,80	3,50	4,98	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	47,60	314	0,00	47,60	0,00	8,09
15	3,00	3,30	2,72	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	51,00	160	0,00	51,00	0,00	8,09
16	3,20	3,10	0,55	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	52,40	32	2,00	54,40	0,24	8,09
17	3,40	2,90	4,13	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	53,80	230	4,00	57,80	0,06	8,09
18	3,60	2,70	5,53	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	55,20	300	6,00	61,20	0,07	8,09
19	3,80	2,50	6,34	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	57,00	445	7,60	64,60	0,06	8,02
20	4,00	2,30	8,46	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	58,80	575	9,20	68,00	0,05	7,96
21	4,20	2,10	8,74	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	60,60	577	10,80	71,40	0,06	7,91
22	4,40	1,90	5,81	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	62,40	372	12,40	74,80	0,10	7,86
23	4,60	1,70	7,09	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	64,20	442	12,40	76,60	0,08	7,76
24	4,80	1,50	8,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	66,00	485	12,40	78,40	0,07	7,68
25	5,00	1,30	7,77	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	67,80	458	12,40	80,20	0,07	7,61
26	5,20	1,10	7,16	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	69,60	412	12,40	82,00	0,08	7,53
27	5,40	0,90	6,75	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	71,40	378	12,40	83,80	0,08	7,45
28	5,60	0,70	4,45	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	72,80	184	12,40	85,20	0,17	7,37
29	5,80	0,50	4,62	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	74,20	187	12,40	86,60	0,17	7,20
30	6,00	0,30	4,50	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	75,60	178	12,40	88,00	0,17	7,03
31	6,20	0,10	2,11	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	77,00	82	12,40	89,40	0,36	6,86
32	6,40	-0,10	1,21	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	78,40	46	12,40	90,80	0,64	6,50
33	6,60	-0,30	5,04	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	80,00	252	12,40	92,40	0,11	5,86
34	6,80	-0,50	9,00	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	81,60	441	12,40	94,00	0,06	5,75
35	7,00	-0,70	8,11	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	83,20	390	12,40	95,60	0,07	5,68
36	7,20	-0,90	7,54	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	84,80	356	12,40	97,20	0,08	5,61
37	7,40	-1,10	5,65	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	86,40	262	12,40	98,80	0,10	5,54
38	7,60	-1,30	4,27	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	88,00	194	12,40	100,40	0,14	5,43
39	7,80	-1,50	3,77	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	89,60	168	12,40	102,00	0,15	5,30
40	8,00	-1,70	3,56	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	91,20	156	12,40	103,60	0,16	5,14
41	8,20	-1,90	3,20	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	92,80	138	12,40	105,20	0,18	4,98
42	8,40	-2,10	2,66	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	94,40	113	12,40	106,80	0,22	4,80
43	8,60	-2,30	2,13	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	96,00	89	12,40	108,40	0,27	4,58
44	8,80	-2,50	1,64	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	97,60	67	12,40	110,00	0,36	4,31
45	9,00	-2,70	2,10	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	99,20	85	12,40	111,60	0,28	3,95
46	9,20	-2,90	2,56	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	100,80	102	12,40	113,20	0,23	3,67
47	9,40	-3,10	3,34	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	102,40	130	12,40	114,80	0,18	3,44
48	9,60	-3,30	3,13	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	104,00	120	12,40	116,40	0,19	3,27
49	9,80	-3,50	3,00	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	105,60	114	12,40	118,00	0,20	3,08
50	10,00	-3,70	3,57	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	107,20	133	12,40	119,60	0,16	2,88
51	10,20	-3,90	2,85	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	108,80	105	12,40	121,20	0,21	2,72
52	10,40	-4,10	4,52	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	110,40	164	12,40	122,80	0,13	2,51
53	10,60	-4,30	8,13	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	112,00	290	12,40	124,40	0,07	2,38
54	10,80	-4,50	4,72	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	113,60	166	12,40	126,00	0,12	2,31
55	11,00	-4,70	2,15	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	115,00	112	12,40	127,40	0,18	2,19
56	11,20	-4,90	1,14	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	116,40	59	12,40	128,80	0,35	2,00
57	11,40	-5,10	0,98	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	117,80	50	12,40	130,20	0,40	1,66
58	11,60	-5,30	0,82	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	119,20	41	12,40	131,60	0,48	1,26
59	11,80	-5,50	2,81	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	120,60	140	12,40	133,00	0,14	0,78
60	12,00	-5,70	2,88	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	122,00	141	12,40	134,40	0,14	0,64
61	12,20	-5,90	0,79	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	123,40	38	12,40	135,80	0,50	0,50

2.2,5 Bemaling ter hoogte van sondering S20

2.2,5.1 Gegevens

2.2,5.1.1 Geometrie

Maaiveldpeil	MV =	6,30	mTAW
Grondwaterpeil	GW =	3,30	mTAW
Spanningswater	☐		
Vorm bouwput		sleuf	
Bodempeil bouwput	Z_{bp} =	6,30	mTAW
Breedte sleuf	B_{bp} =	1,00	m
Bemalingspeil	Z_{bem} =	1,90	mTAW
Lengte geplaatste filter	L_f =	10,00	m (schatting)
Diameter filter	d =	0,15	m

2.2,5.1.2 Grondkarakteristieken

Uitvoerder grondonderzoek:	Fugro
Referentie grondonderzoek:	CAM104
Sondering:	S20
Boring:	-

De volgende volumegewichten worden aangenomen:

Gewicht droge grond	γ_d =	EC7	kN/m^3
Gewicht natte grond	γ_n =	EC7	kN/m^3
Gewicht water	γ_w =	10	kN/m^3

De horizontale doorlatendheidscoëfficiënt k wordt geschat volgens CUR 166. Het grondtype is: fijn zand

De grenzen volgens de CUR zijn: 1E-04 m/s - 1E-05 m/s

Voor deze bemaling geldt: k = 1,00E-04 m/s

2.2,5.2 Berekeningen

Uit de geometrische gegevens volgt de afmalingsdiepte s, de laagdikte H en de waterhoogte in de sleuf h0:

Laagdikte	H =	7,00	m
Afmalingsdiepte	s =	1,40	m
Waterhoogte (H-s)	h =	5,60	m

2.2,5.2.1 Invloedstraal

Uit de horizontale doorlatendheid en de afmalingshoogte s, volgt de invloedsstraal van de bemaling, volgens de formule zoals gegeven in 1.2.2:

R = 28,00 m

De equivalente straal van de bouwput is als volgt:

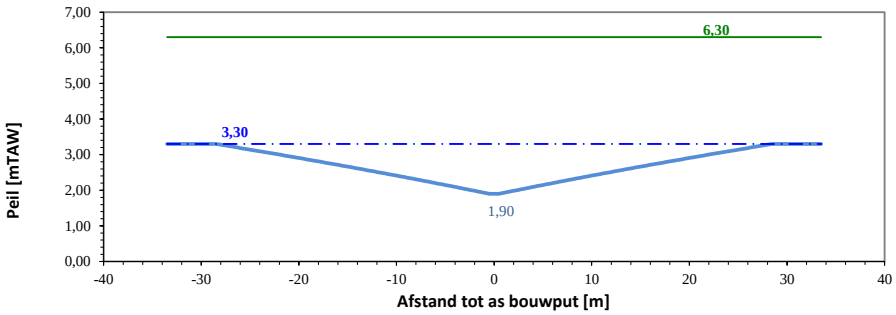
R_{eq} = 0,50 m

De totale invloedsstraal van de bemaling is dan:

R_{tot} = 28,50 m

2.2,5.2.2 Verloop verhanglijn

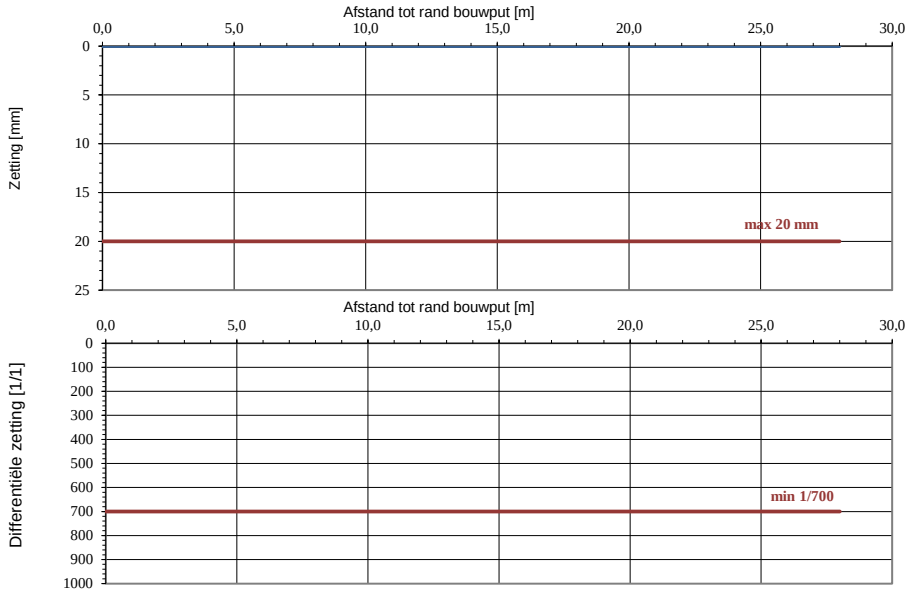
Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand x van de bouwputrand, met de formule als gegeven in 1.2.2.



Figuur 2.2,5.1 Grafische voorstelling verhanglijn en bouwput.

2.2,5.2.3 Zettingskromme

De grafische voorstelling van respectievelijk de zettingskromme en de differentiële zetting zien er als volgt uit



Figuur 2.2,5.2 Grafische voorstelling zettingskromme en differentiële zetting.

2.2,5.2.4 Lokale zetting

Ten slotte wordt wordt de plaatselijke zetting weergegeven voor een afstand 0 m tot de rand van de bouwput (dichtstbijzijnde bebouwing).

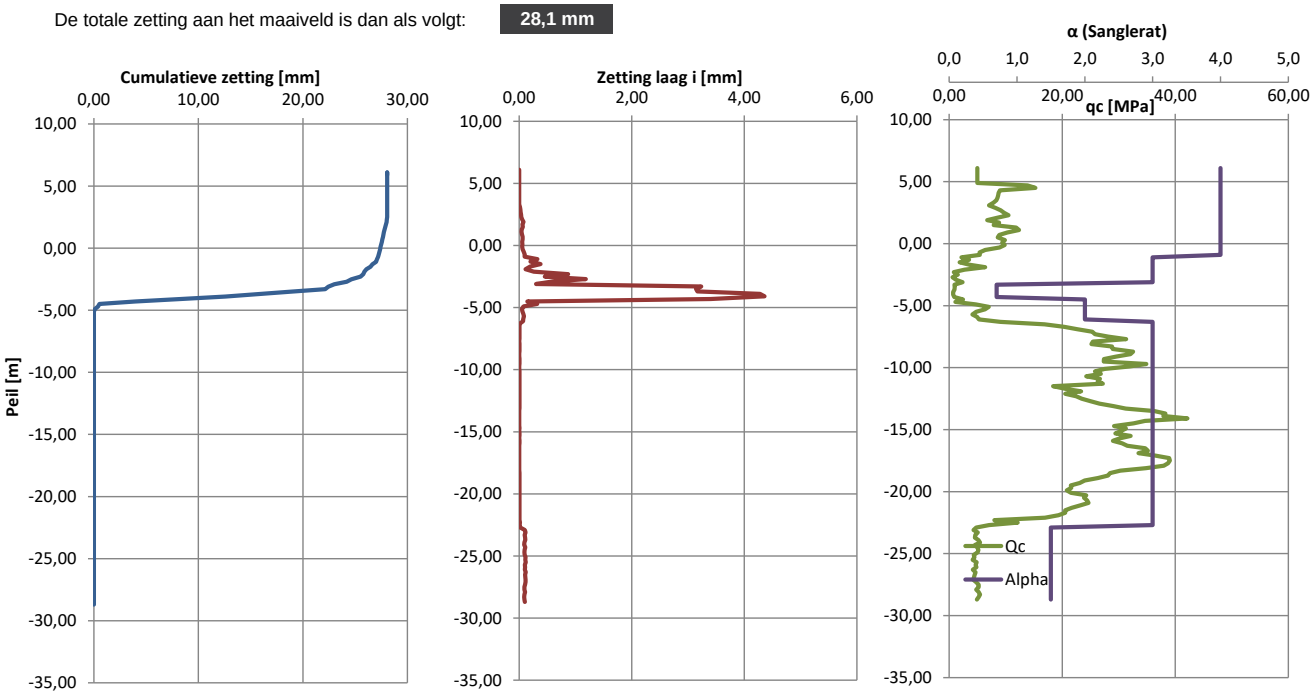
Afstand tot rand bouwput x = 0,00 m

Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand 0 m:

In het geval van freatisch water:

s_x = 1,40 m

De totale zetting aan het maaiveld is dan als volgt: **28,1 mm**



Figuur 2.2,5.3 Grafische voorstelling van a) de cumulatieve zetting, b) de zetting in laag i en c) de conusweerstand.

2.2,5.2 Tabel zettingsberekeningen op 0 m van de rand van de bouwput

p. 10,5-1

	h [m]	z [mTAW]	q_c [N/mm²]	Grond-type	(Her-) belasting	β	Sanglerat α	γ_d (kN/m³)	γ_n (kN/m³)	p_0 [kN/m²]	A/C $\alpha.(C_{u,i}/p_0)$	Δp [kN/m²]	p $p_0+\Delta p$ [kN/m²]	z $\Delta h/C.\ln(p/p_0)$ [mm]	Σz [mm]
1	0,20	6,10	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	3,40	5882	0,00	3,40	0,00	28,06
2	0,40	5,90	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	6,80	2941	0,00	6,80	0,00	28,06
3	0,60	5,70	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	10,20	1961	0,00	10,20	0,00	28,06
4	0,80	5,50	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	13,60	1471	0,00	13,60	0,00	28,06
5	1,00	5,30	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	17,00	1176	0,00	17,00	0,00	28,06
6	1,20	5,10	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	20,40	980	0,00	20,40	0,00	28,06
7	1,40	4,90	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	23,80	840	0,00	23,80	0,00	28,06
8	1,60	4,70	13,87	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	27,20	2039	0,00	27,20	0,00	28,06
9	1,80	4,50	15,27	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	30,60	1996	0,00	30,60	0,00	28,06
10	2,00	4,30	8,99	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	34,00	1057	0,00	34,00	0,00	28,06
11	2,20	4,10	8,76	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	37,40	937	0,00	37,40	0,00	28,06
12	2,40	3,90	8,68	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	40,80	851	0,00	40,80	0,00	28,06
13	2,60	3,70	8,54	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	44,20	773	0,00	44,20	0,00	28,06
14	2,80	3,50	8,37	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	47,60	703	0,00	47,60	0,00	28,06
15	3,00	3,30	7,83	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	51,00	614	0,00	51,00	0,00	28,06
16	3,20	3,10	7,05	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	52,80	534	1,60	54,40	0,01	28,06
17	3,40	2,90	8,15	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	54,60	597	3,20	57,80	0,02	28,06
18	3,60	2,70	9,13	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	56,40	647	4,80	61,20	0,03	28,06
19	3,80	2,50	9,70	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	58,20	667	6,40	64,60	0,03	28,06
20	4,00	2,30	10,50	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	60,00	700	8,00	68,00	0,04	28,03
21	4,20	2,10	8,57	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	61,80	555	9,60	71,40	0,05	28,00
22	4,40	1,90	6,74	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	63,60	424	11,20	74,80	0,08	27,94
23	4,60	1,70	8,83	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	65,40	540	11,20	76,60	0,06	27,87
24	4,80	1,50	7,87	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	67,20	468	11,20	78,40	0,07	27,81
25	5,00	1,30	11,83	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	69,00	686	11,20	80,20	0,04	27,74
26	5,20	1,10	12,37	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	70,80	699	11,20	82,00	0,04	27,70
27	5,40	0,90	10,31	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	72,60	568	11,20	83,80	0,05	27,66
28	5,60	0,70	8,88	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	74,40	477	11,20	85,60	0,06	27,61
29	5,80	0,50	8,60	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	76,20	451	11,20	87,40	0,06	27,55
30	6,00	0,30	9,87	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	78,00	506	11,20	89,20	0,05	27,49
31	6,20	0,10	9,38	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	79,80	470	11,20	91,00	0,06	27,43
32	6,40	-0,10	9,83	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	81,60	482	11,20	92,80	0,05	27,38
33	6,60	-0,30	8,92	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	83,40	428	11,20	94,60	0,06	27,32
34	6,80	-0,50	6,39	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	85,20	300	11,20	96,40	0,08	27,27
35	7,00	-0,70	5,40	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	87,00	248	11,20	98,20	0,10	27,18
36	7,20	-0,90	5,42	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	88,80	244	11,20	100,00	0,10	27,09
37	7,40	-1,10	2,17	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	90,20	72	11,20	101,40	0,32	26,99
38	7,60	-1,30	3,52	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	91,60	115	11,20	102,80	0,20	26,66
39	7,80	-1,50	1,86	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	93,00	60	11,20	104,20	0,38	26,46
40	8,00	-1,70	3,60	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	94,40	114	11,20	105,60	0,20	26,09
41	8,20	-1,90	6,36	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	95,80	199	11,20	107,00	0,11	25,89
42	8,40	-2,10	2,72	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	97,20	84	11,20	108,40	0,26	25,78
43	8,60	-2,30	0,81	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	98,60	25	11,20	109,80	0,87	25,52
44	8,80	-2,50	1,55	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	100,00	47	11,20	111,20	0,46	24,65
45	9,00	-2,70	0,60	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	101,40	18	11,20	112,60	1,18	24,19
46	9,20	-2,90	1,21	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	102,80	35	11,20	114,00	0,59	23,01
47	9,40	-3,10	2,36	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	104,20	68	11,20	115,40	0,30	22,42
48	9,60	-3,30	0,94	V2	C	1,00	0,70	12,00	12,00	104,60	6	11,20	115,80	3,23	22,12
49	9,80	-3,50	0,97	V2	C	1,00	0,70	12,00	12,00	105,00	6	11,20	116,20	3,14	18,89
50	10,00	-3,70	0,96	V2	C	1,00	0,70	12,00	12,00	105,40	6	11,20	116,60	3,17	15,74
51	10,20	-3,90	0,71	V2	C	1,00	0,70	12,00	12,00	105,80	5	11,20	117,00	4,28	12,58
52	10,40	-4,10	0,70	V2	C	1,00	0,70	12,00	12,00	106,20	5	11,20	117,40	4,36	8,30
53	10,60	-4,30	0,90	V2	C	1,00	0,70	12,00	12,00	106,60	6	11,20	117,80	3,40	3,94
54	10,80	-4,50	2,46	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	108,00	137	11,20	119,20	0,14	0,54
55	11,00	-4,70	1,11	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	109,40	61	11,20	120,60	0,32	0,39
56	11,20	-4,90	4,72	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	110,80	255	11,20	122,00	0,08	0,08
57	11,40	-5,10	7,03	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	112,20	376	11,20	123,40	0,05	0,00
58	11,60	-5,30	6,35	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	113,60	336	11,20	124,80	0,06	0,00
59	11,80	-5,50	4,80	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	115,00	250	11,20	126,20	0,07	0,00
60	12,00	-5,70	4,12	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	116,40	212	11,20	127,60	0,09	0,00
61	12,20	-5,90	4,96	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	117,80	252	11,20	129,00	0,07	0,00

RB 07401 Bemaling bouwput4.0

2.3,5 Bemaling ter hoogte van sondering S22

2.3,5.1 Gegevens

2.3,5.1.1 Geometrie

Maaiveldpeil	MV =	6,30	mTAW
Grondwaterpeil	GW =	3,30	mTAW
Spanningswater	☐		
Vorm bouwput		sleuf	
Bodempeil bouwput	Z_{bp} =	6,30	mTAW
Breedte sleuf	B_{bp} =	1,00	m
Bemalingspeil	Z_{bem} =	1,90	mTAW
Lengte geplaatste filter	L_f =	10,00	m (schatting)
Diameter filter	d =	0,15	m

2.3,5.1.2 Grondkarakteristieken

Uitvoerder grondonderzoek:	Fugro
Referentie grondonderzoek:	CAM104
Sondering:	S22
Boring:	-

De volgende volumegewichten worden aangenomen:

Gewicht droge grond	γ_d =	EC7	kN/m^3
Gewicht natte grond	γ_n =	EC7	kN/m^3
Gewicht water	γ_w =	10	kN/m^3

De horizontale doorlatendheidscoëfficiënt k wordt geschat volgens CUR 166. Het grondtype is: fijn zand

De grenzen volgens de CUR zijn: 1E-04 m/s - 1E-05 m/s

Voor deze bemaling geldt: k = 1,00E-04 m/s

2.3,5.2 Berekeningen

Uit de geometrische gegevens volgt de afmalingsdiepte s, de laagdikte H en de waterhoogte in de sleuf h0:

Laagdikte	H =	7,00	m
Afmalingsdiepte	s =	1,40	m
Waterhoogte (H-s)	h =	5,60	m

2.3,5.2.1 Invloedstraal

Uit de horizontale doorlatendheid en de afmalingshoogte s, volgt de invloedsstraal van de bemaling, volgens de formule zoals gegeven in 1.2.2:

R = 28,00 m

De equivalente straal van de bouwput is als volgt:

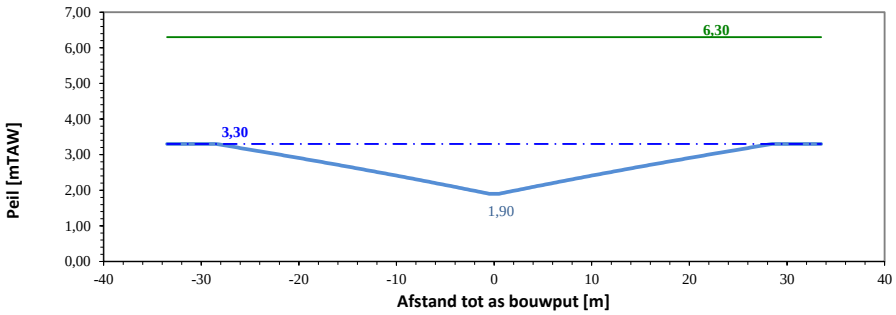
R_{eq} = 0,50 m

De totale invloedsstraal van de bemaling is dan:

R_{tot} = 28,50 m

2.3,5.2.2 Verloop verhanglijn

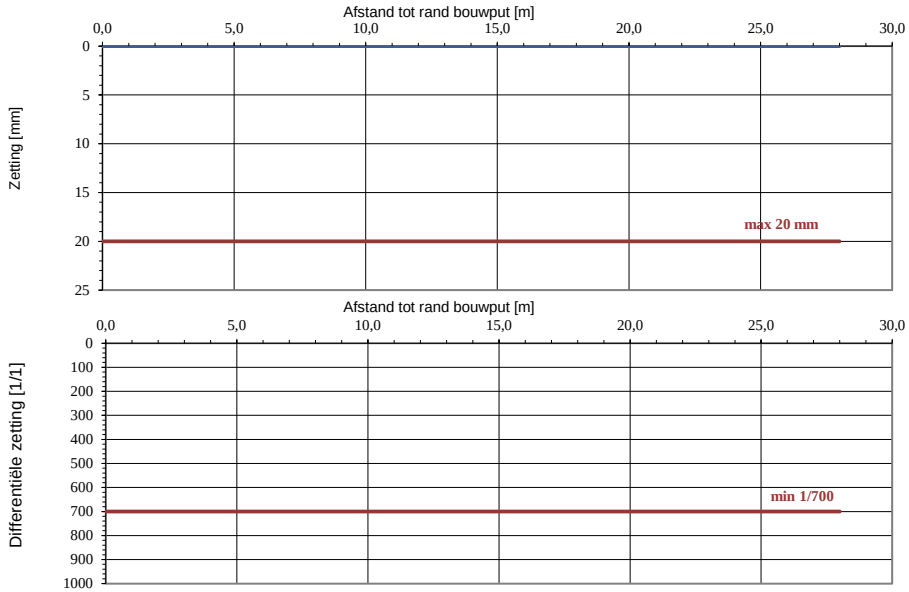
Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand x van de bouwputrand, met de formule als gegeven in 1.2.2.



Figuur 2.3,5.1 Grafische voorstelling verhanglijn en bouwput.

2.3,5.2.3 Zettingskromme

De grafische voorstelling van respectievelijk de zettingskromme en de differentiële zetting zien er als volgt uit



Figuur 2.3,5.2 Grafische voorstelling zettingskromme en differentiële zetting.

2.3,5.2.4 Lokale zetting

Ten slotte wordt wordt de plaatselijke zetting weergegeven voor een afstand 0 m tot de rand van de bouwput (dichtstbijzijnde bebouwing).

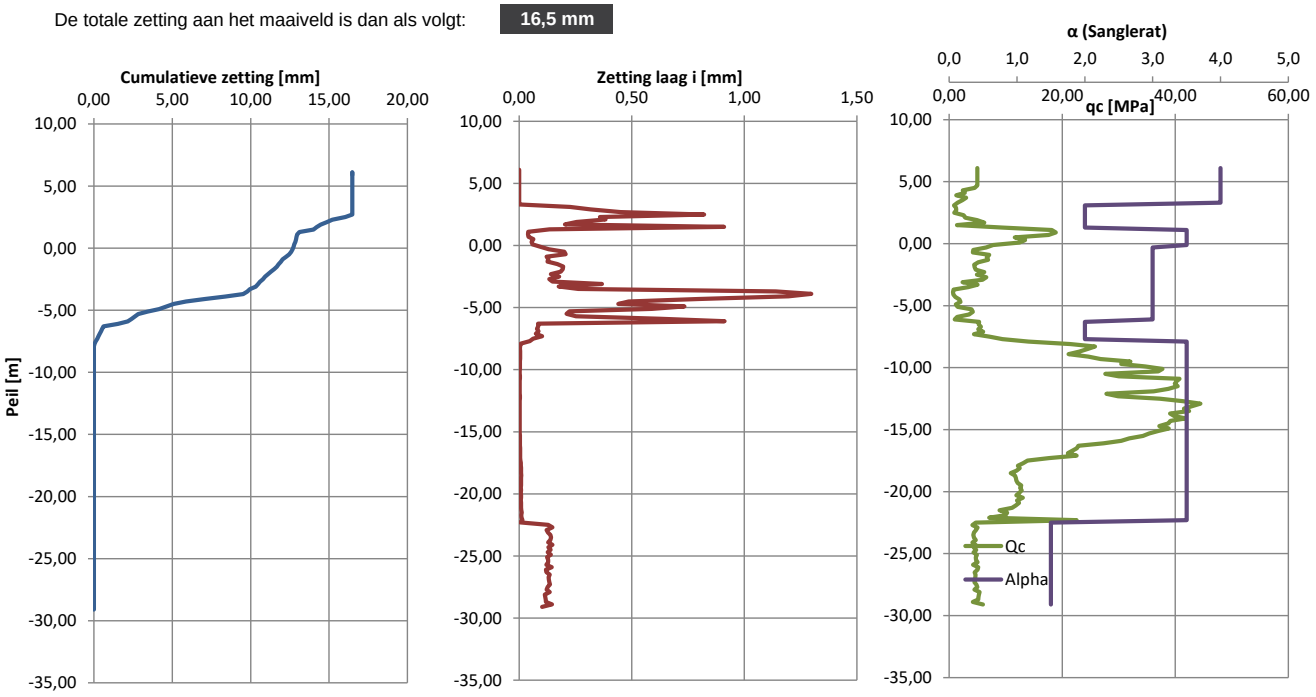
Afstand tot rand bouwput x = 0,00 m

Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand 0 m:

In het geval van freatisch water:

s_x = 1,40 m

De totale zetting aan het maaiveld is dan als volgt: **16,5 mm**



Figuur 2.3,5.3 Grafische voorstelling van a) de cumulatieve zetting, b) de zetting in laag i en c) de conusweerstand.

2.3,5.2 Tabel zettingsberekeningen op 0 m van de rand van de bouwput

p. 13,5-1

	h [m]	z [mTAW]	q_c [N/mm²]	Grond-type	(Her-) belasting	β	Sanglerat α	γ_d (kN/m³)	γ_n (kN/m³)	p_0 [kN/m²]	A/C $\alpha.(C_{u0}/p_0)$	Δp [kN/m²]	p $p_0+\Delta p$ [kN/m²]	z $\Delta h/C.\ln(p/p_0)$ [mm]	Σz [mm]
1	0,20	6,10	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	3,40	5882	0,00	3,40	0,00	16,48
2	0,40	5,90	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	6,80	2941	0,00	6,80	0,00	16,48
3	0,60	5,70	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	10,20	1961	0,00	10,20	0,00	16,48
4	0,80	5,50	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	13,60	1471	0,00	13,60	0,00	16,48
5	1,00	5,30	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	17,00	1176	0,00	17,00	0,00	16,48
6	1,20	5,10	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	20,40	980	0,00	20,40	0,00	16,48
7	1,40	4,90	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	23,80	840	0,00	23,80	0,00	16,48
8	1,60	4,70	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	27,20	735	0,00	27,20	0,00	16,48
9	1,80	4,50	4,51	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	30,60	590	0,00	30,60	0,00	16,48
10	2,00	4,30	2,42	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	34,00	285	0,00	34,00	0,00	16,48
11	2,20	4,10	2,77	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	37,40	297	0,00	37,40	0,00	16,48
12	2,40	3,90	1,26	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	40,80	124	0,00	40,80	0,00	16,48
13	2,60	3,70	3,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	44,20	271	0,00	44,20	0,00	16,48
14	2,80	3,50	2,31	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	47,60	194	0,00	47,60	0,00	16,48
15	3,00	3,30	1,48	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	51,00	116	0,00	51,00	0,00	16,48
16	3,20	3,10	0,87	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	52,40	33	2,00	54,40	0,23	16,48
17	3,40	2,90	1,22	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	53,80	45	4,00	57,80	0,32	16,48
18	3,60	2,70	1,27	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	55,20	46	6,00	61,20	0,45	16,48
19	3,80	2,50	0,91	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	56,60	32	8,00	64,60	0,82	16,03
20	4,00	2,30	2,58	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	58,00	89	10,00	68,00	0,36	15,21
21	4,20	2,10	2,85	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	59,40	96	12,00	71,40	0,38	14,85
22	4,40	1,90	4,94	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	60,80	163	14,00	74,80	0,25	14,47
23	4,60	1,70	6,21	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	62,20	200	14,00	76,20	0,20	14,22
24	4,80	1,50	1,39	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	63,60	44	14,00	77,60	0,91	14,01
25	5,00	1,30	9,41	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	65,00	289	14,00	79,00	0,13	13,10
26	5,20	1,10	18,17	Zk3 Q	C	8,00	3,50	18,00	20,00	67,00	949	14,00	81,00	0,04	12,97
27	5,40	0,90	18,85	Zk3 Q	C	8,00	3,50	18,00	20,00	69,00	956	14,00	83,00	0,04	12,93
28	5,60	0,70	17,61	Zk3 Q	C	8,00	3,50	18,00	20,00	71,00	868	14,00	85,00	0,04	12,89
29	5,80	0,50	11,61	Zk3 Q	C	8,00	3,50	18,00	20,00	73,00	557	14,00	87,00	0,06	12,85
30	6,00	0,30	13,42	Zk3 Q	C	8,00	3,50	18,00	20,00	75,00	626	14,00	89,00	0,05	12,79
31	6,20	0,10	12,44	Zk3 Q	C	8,00	3,50	18,00	20,00	77,00	566	14,00	91,00	0,06	12,73
32	6,40	-0,10	7,76	Zk3 Q	C	8,00	3,50	18,00	20,00	79,00	344	14,00	93,00	0,09	12,67
33	6,60	-0,30	6,54	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	80,80	243	14,00	94,80	0,13	12,58
34	6,80	-0,50	4,29	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	82,60	156	14,00	96,60	0,20	12,45
35	7,00	-0,70	4,19	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	84,40	149	14,00	98,40	0,21	12,24
36	7,20	-0,90	7,08	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	86,20	247	14,00	100,20	0,12	12,04
37	7,40	-1,10	6,66	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	88,00	227	14,00	102,00	0,13	11,92
38	7,60	-1,30	6,88	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	89,80	230	14,00	103,80	0,13	11,79
39	7,80	-1,50	5,14	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	91,60	168	14,00	105,60	0,17	11,66
40	8,00	-1,70	4,45	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	93,40	143	14,00	107,40	0,20	11,49
41	8,20	-1,90	4,50	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	95,20	142	14,00	109,20	0,19	11,30
42	8,40	-2,10	4,73	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	97,00	146	14,00	111,00	0,18	11,10
43	8,60	-2,30	6,21	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	98,80	189	14,00	112,80	0,14	10,92
44	8,80	-2,50	4,93	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	100,60	147	14,00	114,60	0,18	10,78
45	9,00	-2,70	6,57	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	102,40	192	14,00	116,40	0,13	10,60
46	9,20	-2,90	5,92	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	104,20	170	14,00	118,20	0,15	10,47
47	9,40	-3,10	2,39	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	106,00	68	14,00	120,00	0,37	10,32
48	9,60	-3,30	5,01	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	107,80	140	14,00	121,80	0,18	9,95
49	9,80	-3,50	3,35	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	109,60	92	14,00	123,60	0,26	9,78
50	10,00	-3,70	0,77	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	111,00	21	14,00	125,00	1,14	9,51
51	10,20	-3,90	0,68	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	112,40	18	14,00	126,40	1,30	8,37
52	10,40	-4,10	0,74	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	113,80	19	14,00	127,80	1,20	7,08
53	10,60	-4,30	1,11	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	115,20	29	14,00	129,20	0,79	5,88
54	10,80	-4,50	1,82	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	116,60	47	14,00	130,60	0,49	5,09
55	11,00	-4,70	2,00	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	118,00	51	14,00	132,00	0,44	4,60
56	11,20	-4,90	1,20	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	119,40	30	14,00	133,40	0,73	4,16
57	11,40	-5,10	1,50	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	120,80	37	14,00	134,80	0,59	3,43
58	11,60	-5,30	3,97	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	122,20	97	14,00	136,20	0,22	2,84
59	11,80	-5,50	4,21	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	123,60	102	14,00	137,60	0,21	2,61
60	12,00	-5,70	3,51	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	125,00	84	14,00	139,00	0,25	2,40
61	12,20	-5,90	1,42	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	126,40	34	14,00	140,40	0,62	2,15

RB 07401 Bemaling bouwput4.0

2.4,5 Bemaling ter hoogte van sondering S25

2.4,5.1 Gegevens

2.4,5.1.1 Geometrie

Maaiveldpeil	MV =	6,30	mTAW
Grondwaterpeil	GW =	3,30	mTAW
Spanningswater	☐		
Vorm bouwput		sleuf	
Bodempeil bouwput	Z_{bp} =	6,30	mTAW
Breedte sleuf	B_{bp} =	1,00	m
Bemalingspeil	Z_{bem} =	1,90	mTAW
Lengte geplaatste filter	L_f =	10,00	m (schatting)
Diameter filter	d =	0,15	m

2.4,5.1.2 Grondkarakteristieken

Uitvoerder grondonderzoek:	Fugro
Referentie grondonderzoek:	CAM104
Sondering:	S25
Boring:	-

De volgende volumegewichten worden aangenomen:

Gewicht droge grond	γ_d =	EC7	kN/m^3
Gewicht natte grond	γ_n =	EC7	kN/m^3
Gewicht water	γ_w =	10	kN/m^3

De horizontale doorlatendheidscoëfficiënt k wordt geschat volgens CUR 166. Het grondtype is: fijn zand

De grenzen volgens de CUR zijn: 1E-04 m/s - 1E-05 m/s

Voor deze bemaling geldt: k = 1,00E-04 m/s

2.4,5.2 Berekeningen

Uit de geometrische gegevens volgt de afmalingsdiepte s, de laagdikte H en de waterhoogte in de sleuf h0:

Laagdikte	H =	7,00	m
Afmalingsdiepte	s =	1,40	m
Waterhoogte (H-s)	h =	5,60	m

2.4,5.2.1 Invloedstraal

Uit de horizontale doorlatendheid en de afmalingshoogte s, volgt de invloedsstraal van de bemaling, volgens de formule zoals gegeven in 1.2.2:

R = 28,00 m

De equivalente straal van de bouwput is als volgt:

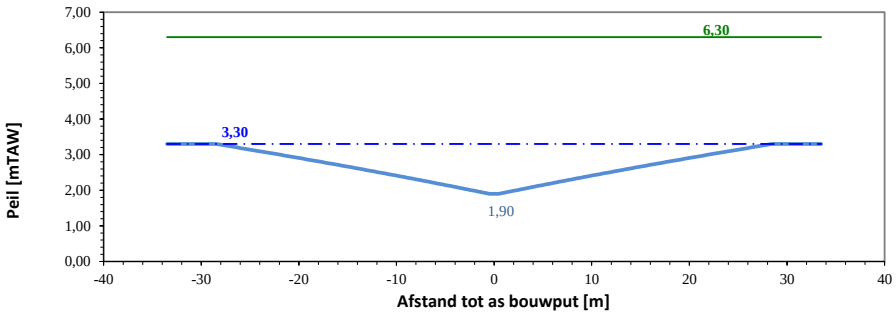
R_{eq} = 0,50 m

De totale invloedsstraal van de bemaling is dan:

R_{tot} = 28,50 m

2.4,5.2.2 Verloop verhanglijn

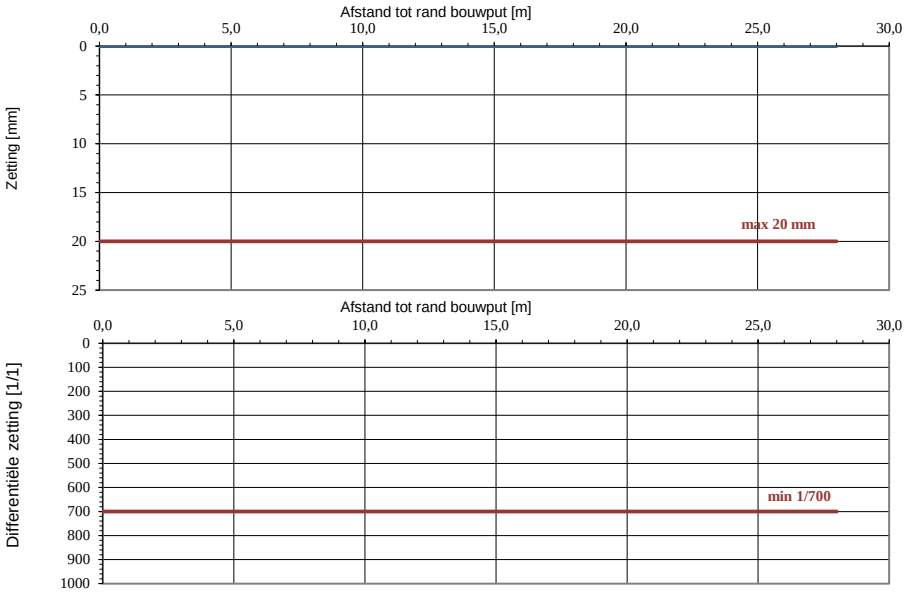
Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand x van de bouwputrand, met de formule als gegeven in 1.2.2.



Figuur 2.4,5.1 Grafische voorstelling verhanglijn en bouwput.

2.4,5.2.3 Zettingskromme

De grafische voorstelling van respectievelijk de zettingskromme en de differentiële zetting zien er als volgt uit



Figuur 2.4,5.2 Grafische voorstelling zettingskromme en differentiële zetting.

2.4,5.2.4 Lokale zetting

Ten slotte wordt wordt de plaatselijke zetting weergegeven voor een afstand 0 m tot de rand van de bouwput (dichtstbijzijnde bebouwing).

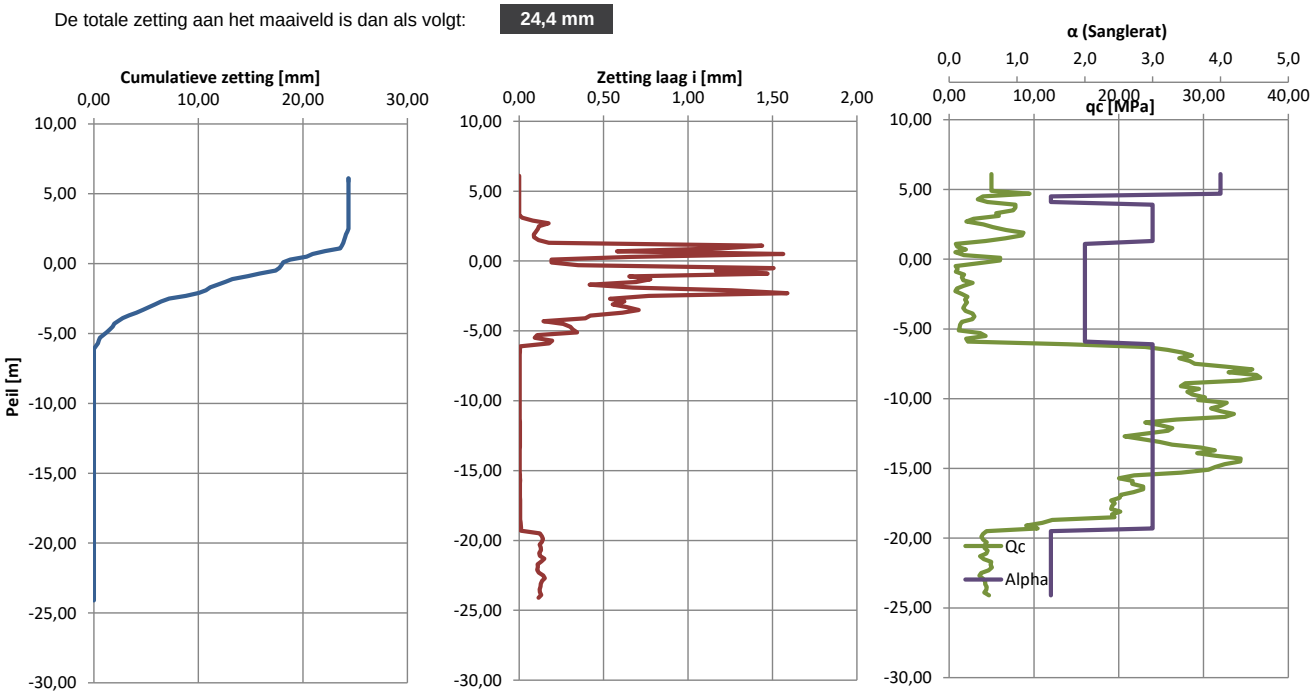
Afstand tot rand bouwput x = **0,00** m

Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand 0 m:

In het geval van freatisch water:

s_x = 1,40 m

De totale zetting aan het maaiveld is dan als volgt: **24,4 mm**



Figuur 2.4,5.3 Grafische voorstelling van a) de cumulatieve zetting, b) de zetting in laag i en c) de conusweerstand.

2.4,5.2 Tabel zettingsberekeningen op 0 m van de rand van de bouwput

p. 16,5-1

	h [m]	z [mTAW]	q_c [N/mm²]	Grond-type	(Her-) belasting	β	Sanglerat α	γ_d (kN/m³)	γ_n (kN/m³)	p_0 [kN/m²]	A/C $\alpha.(C_{u0}/p_0)$	Δp [kN/m²]	p $p_0+\Delta p$ [kN/m²]	z $\Delta h/C.\ln(p/p_0)$ [mm]	Σz [mm]
1	0,20	6,10	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	3,40	5882	0,00	3,40	0,00	24,36
2	0,40	5,90	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	6,80	2941	0,00	6,80	0,00	24,36
3	0,60	5,70	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	10,20	1961	0,00	10,20	0,00	24,36
4	0,80	5,50	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	13,60	1471	0,00	13,60	0,00	24,36
5	1,00	5,30	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	17,00	1176	0,00	17,00	0,00	24,36
6	1,20	5,10	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	20,40	980	0,00	20,40	0,00	24,36
7	1,40	4,90	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	23,80	840	0,00	23,80	0,00	24,36
8	1,60	4,70	9,49	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	27,20	1395	0,00	27,20	0,00	24,36
9	1,80	4,50	3,98	K3 Q	C	3,00	1,50	18,00	18,00	30,80	194	0,00	30,80	0,00	24,36
10	2,00	4,30	3,37	K3 Q	C	3,00	1,50	18,00	18,00	34,40	147	0,00	34,40	0,00	24,36
11	2,20	4,10	4,52	K3 Q	C	3,00	1,50	18,00	18,00	38,00	179	0,00	38,00	0,00	24,36
12	2,40	3,90	7,82	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	41,40	567	0,00	41,40	0,00	24,36
13	2,60	3,70	7,83	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	44,80	524	0,00	44,80	0,00	24,36
14	2,80	3,50	7,55	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	48,20	470	0,00	48,20	0,00	24,36
15	3,00	3,30	5,55	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	51,60	323	0,00	51,60	0,00	24,36
16	3,20	3,10	5,86	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	53,40	329	1,60	55,00	0,02	24,36
17	3,40	2,90	2,89	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	54,80	158	3,60	58,40	0,08	24,36
18	3,60	2,70	2,04	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	56,20	109	5,60	61,80	0,17	24,36
19	3,80	2,50	4,04	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	57,60	211	7,60	65,20	0,12	24,36
20	4,00	2,30	5,15	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	59,40	260	9,20	68,60	0,11	24,24
21	4,20	2,10	6,71	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	61,20	329	10,80	72,00	0,10	24,13
22	4,40	1,90	8,78	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	63,00	418	12,40	75,40	0,09	24,03
23	4,60	1,70	8,58	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	64,80	397	12,40	77,20	0,09	23,95
24	4,80	1,50	6,63	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	66,60	299	12,40	79,00	0,11	23,86
25	5,00	1,30	4,31	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	68,40	189	12,40	80,80	0,18	23,75
26	5,20	1,10	0,79	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	69,80	23	12,40	82,20	1,44	23,57
27	5,40	0,90	0,96	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	71,20	27	12,40	83,60	1,19	22,13
28	5,60	0,70	1,98	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	72,60	54	12,40	85,00	0,58	20,94
29	5,80	0,50	0,73	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	74,00	20	12,40	86,40	1,56	20,36
30	6,00	0,30	1,74	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	75,40	46	12,40	87,80	0,66	18,79
31	6,20	0,10	6,02	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	76,80	157	12,40	89,20	0,19	18,13
32	6,40	-0,10	6,00	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	78,20	154	12,40	90,60	0,19	17,94
33	6,60	-0,30	3,30	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	79,60	83	12,40	92,00	0,35	17,75
34	6,80	-0,50	0,77	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	81,00	19	12,40	93,40	1,51	17,40
35	7,00	-0,70	0,99	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	82,40	24	12,40	94,80	1,16	15,89
36	7,20	-0,90	0,79	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	83,80	19	12,40	96,20	1,47	14,73
37	7,40	-1,10	1,78	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	85,20	42	12,40	97,60	0,65	13,26
38	7,60	-1,30	1,49	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	86,60	34	12,40	99,00	0,78	12,60
39	7,80	-1,50	1,67	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	88,00	38	12,40	100,40	0,69	11,83
40	8,00	-1,70	2,78	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	89,40	62	12,40	101,80	0,42	11,14
41	8,20	-1,90	1,73	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	90,80	38	12,40	103,20	0,67	10,72
42	8,40	-2,10	0,93	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	92,20	20	12,40	104,60	1,26	10,04
43	8,60	-2,30	0,73	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	93,60	16	12,40	106,00	1,59	8,79
44	8,80	-2,50	1,52	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	95,00	32	12,40	107,40	0,77	7,20
45	9,00	-2,70	2,17	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	96,40	45	12,40	108,80	0,54	6,43
46	9,20	-2,90	1,88	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	97,80	38	12,40	110,20	0,62	5,89
47	9,40	-3,10	2,11	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	99,20	43	12,40	111,60	0,55	5,27
48	9,60	-3,30	1,83	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	100,60	36	12,40	113,00	0,64	4,72
49	9,80	-3,50	1,65	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	102,00	32	12,40	114,40	0,71	4,08
50	10,00	-3,70	1,92	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	103,40	37	12,40	115,80	0,61	3,37
51	10,20	-3,90	2,78	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	104,80	53	12,40	117,20	0,42	2,76
52	10,40	-4,10	3,00	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	106,20	56	12,40	118,60	0,39	2,34
53	10,60	-4,30	2,73	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	107,60	152	12,40	120,00	0,14	1,94
54	10,80	-4,50	1,50	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	109,00	83	12,40	121,40	0,26	1,80
55	11,00	-4,70	1,29	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	110,40	70	12,40	122,80	0,30	1,54
56	11,20	-4,90	1,24	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	111,80	66	12,40	124,20	0,32	1,24
57	11,40	-5,10	1,14	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	113,20	61	12,40	125,60	0,34	0,92
58	11,60	-5,30	3,67	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	114,60	192	12,40	127,00	0,11	0,58
59	11,80	-5,50	4,30	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	116,00	222	12,40	128,40	0,09	0,47
60	12,00	-5,70	2,02	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	117,40	103	12,40	129,80	0,19	0,38
61	12,20	-5,90	2,22	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	118,80	112	12,40	131,20	0,18	0,18

RB 07401 Bemaling bouwput4.0

Zettingen ten gevolge van bemalingen voor een bouwput - of sleuf

Conform Richtlijn bemalingen 2009 en zettingen volgens Terzaghi

Copyrights Sweco Belgium, 2020

Project:	BSP NID
Onderdeel:	Zettingen tgv grondwaterverlaging achter CB wand (waterpeil 2,6mTAW)
Projectnummer:	6145010020
Opdrachtgever:	PoAB
Revisie:	-
Datum:	vrijdag 7 maart 2025
Geotechnisch ingenieur:	TMA
Contact:	Sweco Belgium - Kantoor Gent Elfjulistraat 43 B-9000 Gent T: +32 9 241 59 20 F: +32 9 296 11 10 gent@swecobelgium.be www.swecobelgium.be

1 Inleiding

1.1 Beschrijving

Deze rekennota betreft de zettingsberekeningen ter hoogte van de uit te voeren werken. Het gaat hierbij om de volgende onderdelen/aspecten:

- Opsomming van het beschikbare grondonderzoek (zie bijlage(n));
- Geometrie van bouwput en/of -sleuf;
- Zettingsberekeningen ten gevolge van de bemalingen.

1.2 Uitgangspunten

1.2.1 Grondkarakteristieken

De grondlaagopbouw wordt bepaald aan de hand van de beschikbare sonderingen en boringen. De laagindeling volgt de karakteristieken waarden in Tabel 2.1 van prNBN EN 1997-1 ANB. De doorlatendheidscoëfficiënten zijn afgeleid uit CUR 166 of volgens de formules van oa. Hazen, Seelheim, Zieschung en Beyer.

1.2.2 Bemalingsberekeningen

De verhanglijnen en bemalingsdiepten worden berekend met behulp van de formules van Dupuit (freatisch grondwater), Tessendorf (artesisch grondwater) en Sichardt.

De invloedstraal bij een bemaling van een rechthoekige bouwput is dan als volgt:

$R = 3000 \times s \times k^{1/2}$ (invloedstraal bemaling)

$R_{eq} = (l \times b / \pi)^{1/2}$ (equivalente straal bouwput)

De invloedstraal bij een bemaling van een sleuf is dan als volgt:

$R = 2000 \times s \times k^{1/2}$ (invloedstraal bemaling)

$R_{eq} = b/2$ (equivalente straal bouwput)

De totale invloedsstraal van de bemaling wordt aldus :

$R_{tot} = R + R_{eq}$

Waarbij:

k : doorlatendheidscoëfficiënt
s : afmalingsdiepte
b : breedte bouwput
l : lengte bouwput

Vervolgens wordt het verloop van de waterlijn berekend, voor een willekeurig punt op afstand x van de bouwputrand, met volgende formules:

In het geval van een sleuf:

$$s_x = H - \left(H^2 - (H^2 - h^2) \frac{R_{tot} - x}{R_{tot} - R_{eq}} \right)^{\frac{1}{2}}$$ (freatisch water)

$$s_x = (H - h) \frac{R_{tot} - x}{R_{tot} - R_{eq}}$$ (artesisch water)

In het geval van een bouwput:

$$s_x = H - \left(H^2 - (H^2 - h^2) \frac{\ln R_{tot} - \ln x}{\ln R_{tot} - \ln R_{eq}} \right)^{\frac{1}{2}}$$ (freatisch water)

$$s_x = (H - h) \frac{\ln R_{tot} - \ln x}{\ln R_{tot} - \ln R_{eq}}$$ (artesisch water)

Waarbij:

H : waterhoogte initieel peil ten opzichte van ondoorlatende laag
h : waterhoogte te bemalen peil ten opzichte van ondoorlatende laag
x : afstand van de rand van de bouwput

1.2.3 Zettingsberekeningen

De zettingen worden bepaald door middel van de samendrukkingswet van Terzaghi:

$$s = \sum_{\infty}^{i=0} \frac{\Delta h_i}{C_i} \ln\left(1 + \frac{\Delta \sigma_v}{\sigma_{v;i}}\right)$$

Hierbij wordt de ondergrond opgesplitst in deellaagjes met hoogte Δhi en samendrukkingsconstante Ci. Die laatsten worden berekend uit de conusweerstanden van de sonderingen met behulp van de coëfficiënten van Sanglerat, zoals aangegeven in "Richlijnen Bemalingen 2009".

σv;i is de initiële effectieve spanning van de grond in rust in elk deellaagje en Δσv is de spanningstoename tengevolge van de bemaling in elk deellaagje. De spanningstoename is gereduceerd in de diepte door middel van de invloedscoëfficiënt i(z).

2 Berekeningen

Op de volgende pagina's wordt voor de verschillende locaties en/of sonderingen het volgende gegeven:

- Gegevens met betrekking tot de geometrie van de bouwput;
- Gegevens met betrekking tot de grondkarakteristieken;
- Berekeningen van de invloedstralen;
- Berekeningen van de verwachte zettingen;
- Overzichtstabel van de berekeningen.

#REF!
#REF!
#REF!
#REF!
#REF!
#REF!

RB 07401 Bemaling bouwput4.0

Bemaling ter hoogte van sondering S19

Gegevens

Geometrie

Maaiveldpeil	MV =	6,30	mTAW
Grondwaterpeil	GW =	2,60	mTAW
Spanningswater	☐		
Vorm bouwput		sleuf	
Bodempeil bouwput	Z_{bp} =	6,30	mTAW
Breedte sleuf	B_{bp} =	1,00	m
Bemalingspeil	Z_{bem} =	1,20	mTAW
Lengte geplaatste filter	L_f =	10,00	m (schatting)
Diameter filter	d =	0,15	m

Grondkarakteristieken

Uitvoerder grondonderzoek:	Fugro
Referentie grondonderzoek:	CAM104
Sondering:	S19
Boring:	-

De volgende volumegewichten worden aangenomen:

Gewicht droge grond	γ_d =	EC7	kN/m^3
Gewicht natte grond	γ_n =	EC7	kN/m^3
Gewicht water	γ_w =	10	kN/m^3

De horizontale doorlatendheidscoëfficiënt k wordt geschat volgens CUR 166. Het grondtype is: fijn zand

De grenzen volgens de CUR zijn: 1E-04 m/s - 1E-05 m/s

Voor deze bemaling geldt: k = 1,00E-04 m/s

Berekeningen

Uit de geometrische gegevens volgt de afmalingsdiepte s, de laagdikte H en de waterhoogte in de sleuf h0:

Laagdikte	H =	6,30	m
Afmalingsdiepte	s =	1,40	m
Waterhoogte (H-s)	h =	4,90	m

Invloedstraal

Uit de horizontale doorlatendheid en de afmalingshoogte s, volgt de invloedsstraal van de bemaling, volgens de formule zoals gegeven in 1.2.2:

R = 28,00 m

De equivalente straal van de bouwput is als volgt:

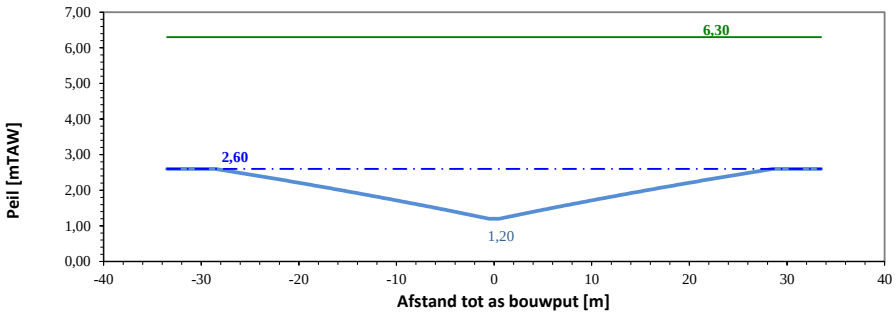
R_{eq} = 0,50 m

De totale invloedsstraal van de bemaling is dan:

R_{tot} = 28,50 m

Verloop verhanglijn

Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand x van de bouwputrand, met de formule als gegeven in 1.2.2.

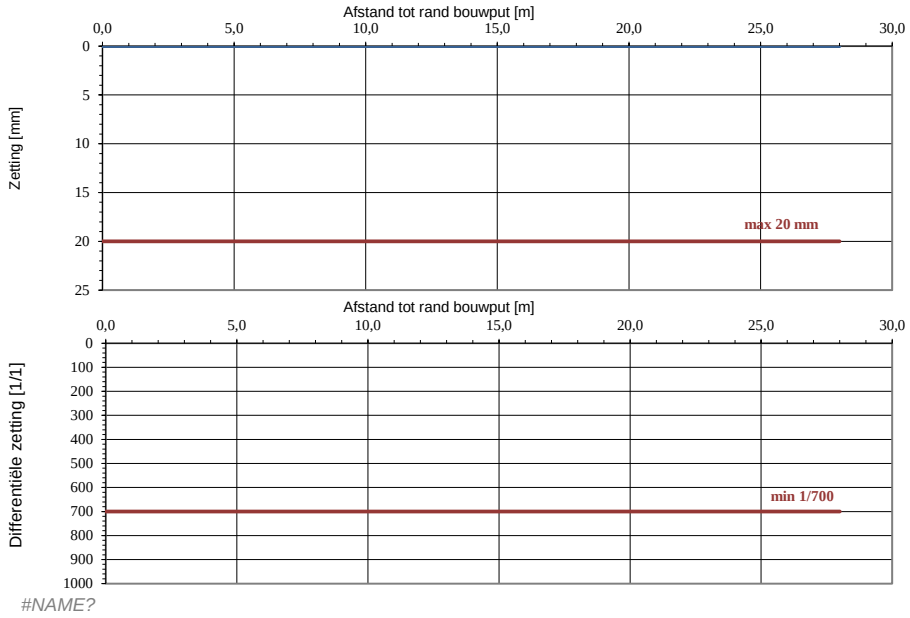


#NAME?

RB 07401 Bemaling bouwput4.0

Zettingskromme

De grafische voorstelling van respectievelijk de zettingskromme en de differentiële zetting zien er als volgt uit



#NAME?

Lokale zetting

Ten slotte wordt wordt de plaatselijke zetting weergegeven voor een afstand 0 m tot de rand van de bouwput (dichtstbijzijnde bebouwing).

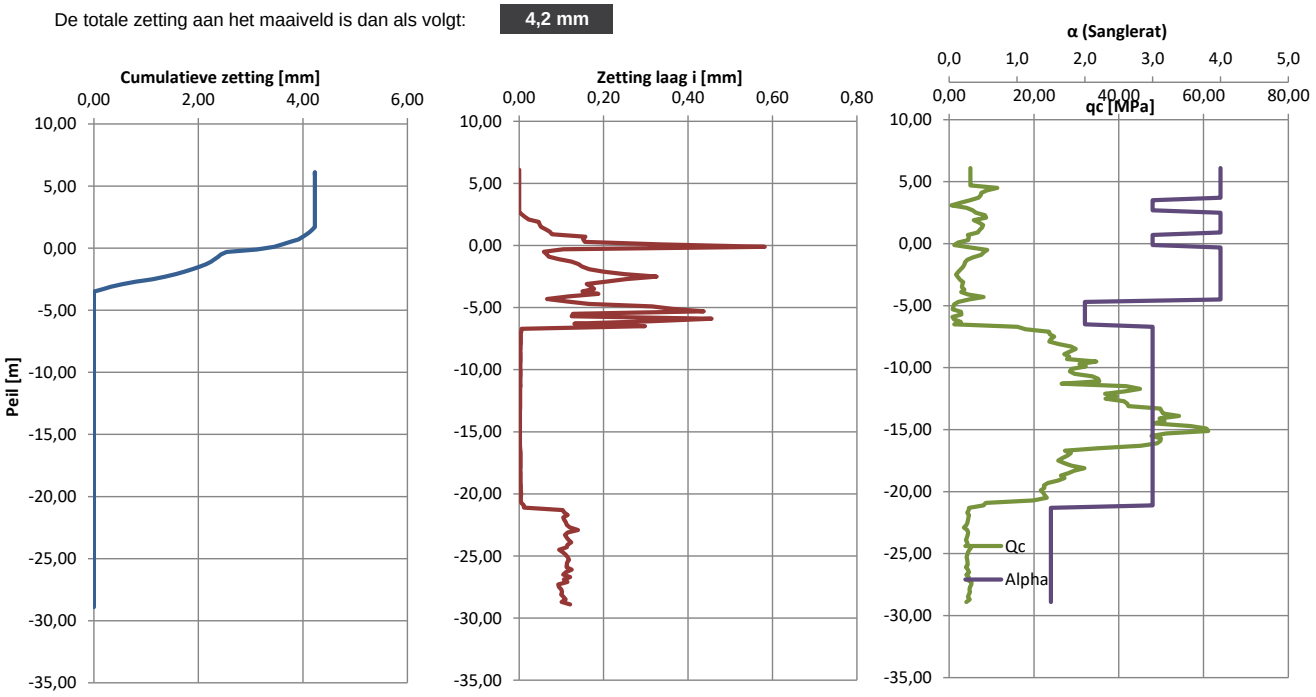
Afstand tot rand bouwput x = 0,00 m

Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand 0 m:

In het geval van freatisch water:

s_x = 1,40 m

De totale zetting aan het maaiveld is dan als volgt: **4,2 mm**



#NAME?

Division Infrastructure Elfjulistraat 43 B-9000 Gent	Project: **BSP NID** Onderdeel: **Zettingen tgv grondwaterverlaging achter CB wand (waterpeil 2,6mTAW)**		Projectnummer: **Xxxxx** -
Geotechnisch ingenieur: **TMA**		Pagina: **#NAME?**	Datum: **7/03/25**

Division Infrastructure Elfjulistraat 43 B-9000 Gent	Project: **BSP NID** Onderdeel: **Zettingen tgv grondwaterverlaging achter CB wand (waterpeil 2,6mTAW)**			Projectnummer: **Xxxxx** -
Geotechnisch ingenieur:	**TMA**	Pagina:	**#NAME?**	Datum: **7/03/25**

#NAME?

Tabel zettingsberekeningen op 0 m van de rand van de bouwput

	h [m]	z [mTAW]	q_c [N/mm²]	Grond-type	(Her-) belasting	β	Sanglerat α	γ_d (kN/m³)	γ_n (kN/m³)	p_0 [kN/m²]	A/C $\alpha.(C_{u0}/p_0)$	Δp [kN/m²]	p $p_0+\Delta p$ [kN/m²]	z $\Delta h/C.\ln(p/p_0)$ [mm]	Σz [mm]
1	0,20	6,10	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	3,40	5882	0,00	3,40	0,00	4,23
2	0,40	5,90	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	6,80	2941	0,00	6,80	0,00	4,23
3	0,60	5,70	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	10,20	1961	0,00	10,20	0,00	4,23
4	0,80	5,50	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	13,60	1471	0,00	13,60	0,00	4,23
5	1,00	5,30	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	17,00	1176	0,00	17,00	0,00	4,23
6	1,20	5,10	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	20,40	980	0,00	20,40	0,00	4,23
7	1,40	4,90	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	23,80	840	0,00	23,80	0,00	4,23
8	1,60	4,70	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	27,20	735	0,00	27,20	0,00	4,23
9	1,80	4,50	11,37	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	30,60	1487	0,00	30,60	0,00	4,23
10	2,00	4,30	8,93	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	34,00	1051	0,00	34,00	0,00	4,23
11	2,20	4,10	7,62	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	37,40	815	0,00	37,40	0,00	4,23
12	2,40	3,90	7,45	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	40,80	730	0,00	40,80	0,00	4,23
13	2,60	3,70	6,90	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	44,20	624	0,00	44,20	0,00	4,23
14	2,80	3,50	4,98	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	47,60	314	0,00	47,60	0,00	4,23
15	3,00	3,30	2,72	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	51,00	160	0,00	51,00	0,00	4,23
16	3,20	3,10	0,55	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	54,40	30	0,00	54,40	0,00	4,23
17	3,40	2,90	4,13	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	57,80	214	0,00	57,80	0,00	4,23
18	3,60	2,70	5,53	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	61,20	271	0,00	61,20	0,00	4,23
19	3,80	2,50	6,34	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	63,80	397	0,80	64,60	0,01	4,23
20	4,00	2,30	8,46	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	65,60	516	2,40	68,00	0,01	4,23
21	4,20	2,10	8,74	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	67,40	519	4,00	71,40	0,02	4,23
22	4,40	1,90	5,81	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	69,20	336	5,60	74,80	0,05	4,23
23	4,60	1,70	7,09	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	71,00	399	7,20	78,20	0,05	4,23
24	4,80	1,50	8,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	72,80	440	8,80	81,60	0,05	4,18
25	5,00	1,30	7,77	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	74,60	416	10,40	85,00	0,06	4,13
26	5,20	1,10	7,16	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	76,40	375	11,20	87,60	0,07	4,07
27	5,40	0,90	6,75	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	78,20	345	11,20	89,40	0,08	3,99
28	5,60	0,70	4,45	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	79,60	168	11,20	90,80	0,16	3,92
29	5,80	0,50	4,62	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	81,00	171	11,20	92,20	0,15	3,76
30	6,00	0,30	4,50	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	82,40	164	11,20	93,60	0,16	3,61
31	6,20	0,10	2,11	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	83,80	75	11,20	95,00	0,33	3,45
32	6,40	-0,10	1,21	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	85,20	42	11,20	96,40	0,58	3,12
33	6,60	-0,30	5,04	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	86,80	232	11,20	98,00	0,10	2,54
34	6,80	-0,50	9,00	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	88,40	407	11,20	99,60	0,06	2,43
35	7,00	-0,70	8,11	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	90,00	360	11,20	101,20	0,07	2,37
36	7,20	-0,90	7,54	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	91,60	329	11,20	102,80	0,07	2,31
37	7,40	-1,10	5,65	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	93,20	243	11,20	104,40	0,09	2,24
38	7,60	-1,30	4,27	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	94,80	180	11,20	106,00	0,12	2,15
39	7,80	-1,50	3,77	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	96,40	156	11,20	107,60	0,14	2,02
40	8,00	-1,70	3,56	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	98,00	145	11,20	109,20	0,15	1,88
41	8,20	-1,90	3,20	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	99,60	129	11,20	110,80	0,17	1,73
42	8,40	-2,10	2,66	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	101,20	105	11,20	112,40	0,20	1,57
43	8,60	-2,30	2,13	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	102,80	83	11,20	114,00	0,25	1,37
44	8,80	-2,50	1,64	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	104,40	63	11,20	115,60	0,33	1,12
45	9,00	-2,70	2,10	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	106,00	79	11,20	117,20	0,25	0,79
46	9,20	-2,90	2,56	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	107,60	95	11,20	118,80	0,21	0,54
47	9,40	-3,10	3,34	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	109,20	122	11,20	120,40	0,16	0,33
48	9,60	-3,30	3,13	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	110,80	113	11,20	122,00	0,17	0,17
49	9,80	-3,50	3,00	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	112,40	107	11,20	123,60	0,18	0,00
50	10,00	-3,70	3,57	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	114,00	125	11,20	125,20	0,15	0,00
51	10,20	-3,90	2,85	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	115,60	99	11,20	126,80	0,19	0,00
52	10,40	-4,10	4,52	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	117,20	154	11,20	128,40	0,12	0,00
53	10,60	-4,30	8,13	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	118,80	274	11,20	130,00	0,07	0,00
54	10,80	-4,50	4,72	Z1	C	8,00	4,00	16,00	18,00	120,40	157	11,20	131,60	0,11	0,00
55	11,00	-4,70	2,15	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	121,80	106	11,20	133,00	0,17	0,00
56	11,20	-4,90	1,14	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	123,20	55	11,20	134,40	0,31	0,00
57	11,40	-5,10	0,98	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	124,60	47	11,20	135,80	0,36	0,00
58	11,60	-5,30	0,82	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	126,00	39	11,20	137,20	0,44	0,00
59	11,80	-5,50	2,81	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	127,40	132	11,20	138,60	0,13	0,00
60	12,00	-5,70	2,88	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	128,80	134	11,20	140,00	0,12	0,00
61	12,20	-5,90	0,79	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	130,20	36	11,20	141,40	0,46	0,00

RB 07401 Bemaling bouwput4.0

Bemaling ter hoogte van sondering S20

Gegevens

Geometrie

Maaiveldpeil	MV =	6,30	mTAW
Grondwaterpeil	GW =	2,60	mTAW
Spanningswater	☐		
Vorm bouwput		sleuf	
Bodempeil bouwput	Z_{bp} =	6,30	mTAW
Breedte sleuf	B_{bp} =	1,00	m
Bemalingspeil	Z_{bem} =	1,20	mTAW
Lengte geplaatste filter	L_f =	10,00	m (schatting)
Diameter filter	d =	0,15	m

Grondkarakteristieken

Uitvoerder grondonderzoek:	Fugro
Referentie grondonderzoek:	CAM104
Sondering:	S20
Boring:	-

De volgende volumegewichten worden aangenomen:

Gewicht droge grond	γ_d =	EC7	kN/m^3
Gewicht natte grond	γ_n =	EC7	kN/m^3
Gewicht water	γ_w =	10	kN/m^3

De horizontale doorlatendheidscoëfficiënt k wordt geschat volgens CUR 166. Het grondtype is: fijn zand

De grenzen volgens de CUR zijn: 1E-04 m/s - 1E-05 m/s

Voor deze bemaling geldt: k = 1,00E-04 m/s

Berekeningen

Uit de geometrische gegevens volgt de afmalingsdiepte s, de laagdikte H en de waterhoogte in de sleuf h0:

Laagdikte	H =	6,30	m
Afmalingsdiepte	s =	1,40	m
Waterhoogte (H-s)	h =	4,90	m

Invloedstraal

Uit de horizontale doorlatendheid en de afmalingshoogte s, volgt de invloedsstraal van de bemaling, volgens de formule zoals gegeven in 1.2.2:

R = 28,00 m

De equivalente straal van de bouwput is als volgt:

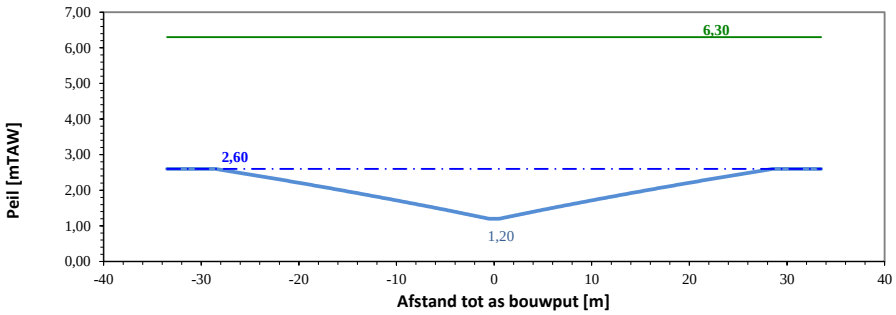
R_{eq} = 0,50 m

De totale invloedsstraal van de bemaling is dan:

R_{tot} = 28,50 m

Verloop verhanglijn

Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand x van de bouwputrand, met de formule als gegeven in 1.2.2.

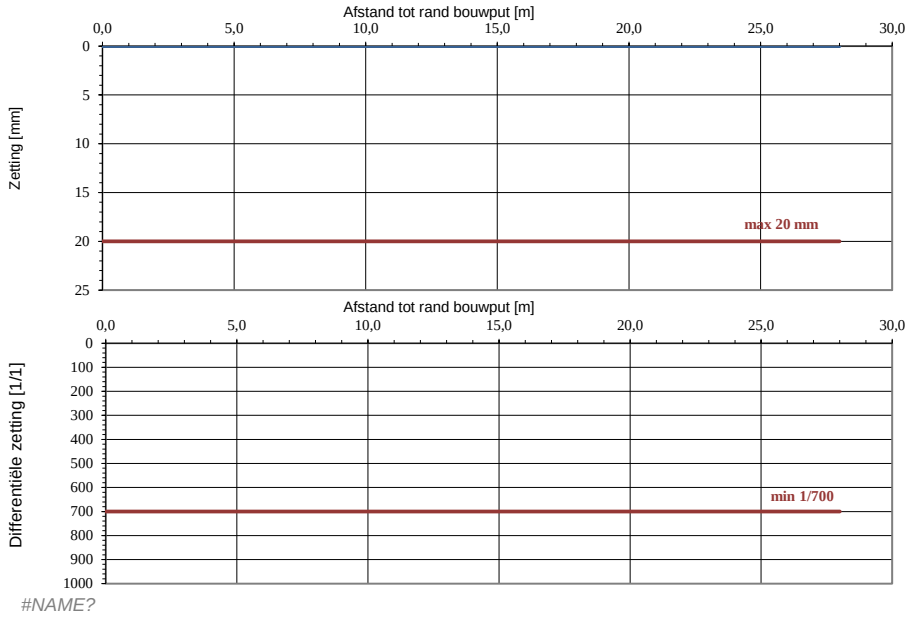


#NAME?

RB 07401 Bemaling bouwput4.0

Zettingskromme

De grafische voorstelling van respectievelijk de zettingskromme en de differentiële zetting zien er als volgt uit



#NAME?

Lokale zetting

Ten slotte wordt wordt de plaatselijke zetting weergegeven voor een afstand 0 m tot de rand van de bouwput (dichtstbijzijnde bebouwing).

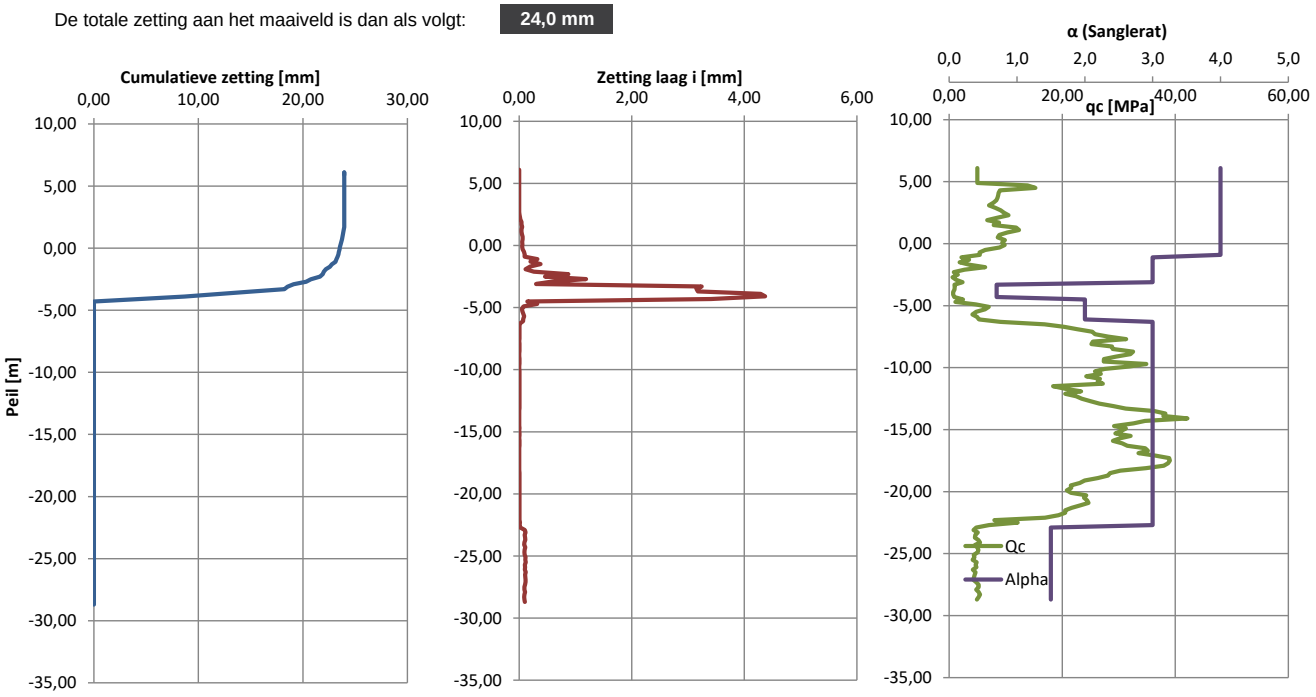
Afstand tot rand bouwput x = 0,00 m

Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand 0 m:

In het geval van freatisch water:

s_x = 1,40 m

De totale zetting aan het maaiveld is dan als volgt: **24,0 mm**



#NAME?

Division Infrastructure Elfjulistraat 43 B-9000 Gent	Project: **BSP NID** Onderdeel: **Zettingen tgv grondwaterverlaging achter CB wand (waterpeil 2,6mTAW)**			Projectnummer: **Xxxxx** -
Geotechnisch ingenieur:	**TMA**	Pagina:	**#NAME?**	Datum: **7/03/25**

Tabel zettingsberekeningen op 0 m van de rand van de bouwput

#NAME?

	h [m]	z [mTAW]	q_c [N/mm²]	Grond-type	(Her-) belasting	β	Sanglerat α	γ_d (kN/m³)	γ_n (kN/m³)	p_0 [kN/m²]	A/C $\alpha.(C_{u,i}/p_0)$	Δp [kN/m²]	p $p_0+\Delta p$ [kN/m²]	z $\Delta h/C.\ln(p/p_0)$ [mm]	Σz [mm]
1	0,20	6,10	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	3,40	5882	0,00	3,40	0,00	23,95
2	0,40	5,90	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	6,80	2941	0,00	6,80	0,00	23,95
3	0,60	5,70	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	10,20	1961	0,00	10,20	0,00	23,95
4	0,80	5,50	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	13,60	1471	0,00	13,60	0,00	23,95
5	1,00	5,30	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	17,00	1176	0,00	17,00	0,00	23,95
6	1,20	5,10	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	20,40	980	0,00	20,40	0,00	23,95
7	1,40	4,90	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	23,80	840	0,00	23,80	0,00	23,95
8	1,60	4,70	13,87	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	27,20	2039	0,00	27,20	0,00	23,95
9	1,80	4,50	15,27	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	30,60	1996	0,00	30,60	0,00	23,95
10	2,00	4,30	8,99	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	34,00	1057	0,00	34,00	0,00	23,95
11	2,20	4,10	8,76	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	37,40	937	0,00	37,40	0,00	23,95
12	2,40	3,90	8,68	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	40,80	851	0,00	40,80	0,00	23,95
13	2,60	3,70	8,54	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	44,20	773	0,00	44,20	0,00	23,95
14	2,80	3,50	8,37	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	47,60	703	0,00	47,60	0,00	23,95
15	3,00	3,30	7,83	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	51,00	614	0,00	51,00	0,00	23,95
16	3,20	3,10	7,05	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	54,40	518	0,00	54,40	0,00	23,95
17	3,40	2,90	8,15	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	57,80	564	0,00	57,80	0,00	23,95
18	3,60	2,70	9,13	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	61,20	597	0,00	61,20	0,00	23,95
19	3,80	2,50	9,70	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	63,80	608	0,80	64,60	0,00	23,95
20	4,00	2,30	10,50	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	65,60	640	2,40	68,00	0,01	23,95
21	4,20	2,10	8,57	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	67,40	508	4,00	71,40	0,02	23,95
22	4,40	1,90	6,74	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	69,20	390	5,60	74,80	0,04	23,95
23	4,60	1,70	8,83	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	71,00	497	7,20	78,20	0,04	23,95
24	4,80	1,50	7,87	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	72,80	432	8,80	81,60	0,05	23,92
25	5,00	1,30	11,83	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	74,60	634	10,40	85,00	0,04	23,86
26	5,20	1,10	12,37	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	76,40	648	11,20	87,60	0,04	23,82
27	5,40	0,90	10,31	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	78,20	527	11,20	89,40	0,05	23,78
28	5,60	0,70	8,88	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	80,00	444	11,20	91,20	0,06	23,73
29	5,80	0,50	8,60	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	81,80	420	11,20	93,00	0,06	23,67
30	6,00	0,30	9,87	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	83,60	472	11,20	94,80	0,05	23,61
31	6,20	0,10	9,38	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	85,40	439	11,20	96,60	0,06	23,56
32	6,40	-0,10	9,83	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	87,20	451	11,20	98,40	0,05	23,50
33	6,60	-0,30	8,92	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	89,00	401	11,20	100,20	0,06	23,45
34	6,80	-0,50	6,39	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	90,80	281	11,20	102,00	0,08	23,39
35	7,00	-0,70	5,40	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	92,60	233	11,20	103,80	0,10	23,30
36	7,20	-0,90	5,42	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	94,40	229	11,20	105,60	0,10	23,21
37	7,40	-1,10	2,17	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	95,80	68	11,20	107,00	0,33	23,11
38	7,60	-1,30	3,52	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	97,20	109	11,20	108,40	0,20	22,78
39	7,80	-1,50	1,86	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	98,60	57	11,20	109,80	0,38	22,58
40	8,00	-1,70	3,60	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	100,00	108	11,20	111,20	0,20	22,20
41	8,20	-1,90	6,36	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	101,40	188	11,20	112,60	0,11	22,01
42	8,40	-2,10	2,72	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	102,80	79	11,20	114,00	0,26	21,89
43	8,60	-2,30	0,81	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	104,20	23	11,20	115,40	0,87	21,63
44	8,80	-2,50	1,55	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	105,60	44	11,20	116,80	0,46	20,76
45	9,00	-2,70	0,60	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	107,00	17	11,20	118,20	1,19	20,30
46	9,20	-2,90	1,21	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	108,40	33	11,20	119,60	0,59	19,12
47	9,40	-3,10	2,36	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	109,80	64	11,20	121,00	0,30	18,53
48	9,60	-3,30	0,94	V2	C	1,00	0,70	12,00	12,00	110,20	6	11,20	121,40	3,24	18,23
49	9,80	-3,50	0,97	V2	C	1,00	0,70	12,00	12,00	110,60	6	11,20	121,80	3,15	14,99
50	10,00	-3,70	0,96	V2	C	1,00	0,70	12,00	12,00	111,00	6	11,20	122,20	3,18	11,83
51	10,20	-3,90	0,71	V2	C	1,00	0,70	12,00	12,00	111,40	4	11,20	122,60	4,29	8,66
52	10,40	-4,10	0,70	V2	C	1,00	0,70	12,00	12,00	111,80	4	11,20	123,00	4,37	4,37
53	10,60	-4,30	0,90	V2	C	1,00	0,70	12,00	12,00	112,20	6	11,20	123,40	3,41	0,00
54	10,80	-4,50	2,46	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	113,60	130	11,20	124,80	0,14	0,00
55	11,00	-4,70	1,11	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	115,00	58	11,20	126,20	0,32	0,00
56	11,20	-4,90	4,72	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	116,40	243	11,20	127,60	0,08	0,00
57	11,40	-5,10	7,03	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	117,80	358	11,20	129,00	0,05	0,00
58	11,60	-5,30	6,35	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	119,20	320	11,20	130,40	0,06	0,00
59	11,80	-5,50	4,80	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	120,60	239	11,20	131,80	0,07	0,00
60	12,00	-5,70	4,12	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	122,00	202	11,20	133,20	0,09	0,00
61	12,20	-5,90	4,96	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	123,40	241	11,20	134,60	0,07	0,00

RB 07401 Bemaling bouwput4.0

Bemaling ter hoogte van sondering S22

Gegevens

Geometrie

Maaiveldpeil	MV =	6,30	mTAW
Grondwaterpeil	GW =	2,60	mTAW
Spanningswater	☐		
Vorm bouwput		sleuf	
Bodempeil bouwput	Z_{bp} =	6,30	mTAW
Breedte sleuf	B_{bp} =	1,00	m
Bemalingspeil	Z_{bem} =	1,20	mTAW
Lengte geplaatste filter	L_f =	10,00	m (schatting)
Diameter filter	d =	0,15	m

Grondkarakteristieken

Uitvoerder grondonderzoek:	Fugro
Referentie grondonderzoek:	CAM104
Sondering:	S22
Boring:	-

De volgende volumegewichten worden aangenomen:

Gewicht droge grond	γ_d =	EC7	kN/m^3
Gewicht natte grond	γ_n =	EC7	kN/m^3
Gewicht water	γ_w =	10	kN/m^3

De horizontale doorlatendheidscoëfficiënt k wordt geschat volgens CUR 166. Het grondtype is: fijn zand

De grenzen volgens de CUR zijn: 1E-04 m/s - 1E-05 m/s

Voor deze bemaling geldt: k = 1,00E-04 m/s

Berekeningen

Uit de geometrische gegevens volgt de afmalingsdiepte s, de laagdikte H en de waterhoogte in de sleuf h0:

Laagdikte	H =	6,30	m
Afmalingsdiepte	s =	1,40	m
Waterhoogte (H-s)	h =	4,90	m

Invloedstraal

Uit de horizontale doorlatendheid en de afmalingshoogte s, volgt de invloedsstraal van de bemaling, volgens de formule zoals gegeven in 1.2.2:

R = 28,00 m

De equivalente straal van de bouwput is als volgt:

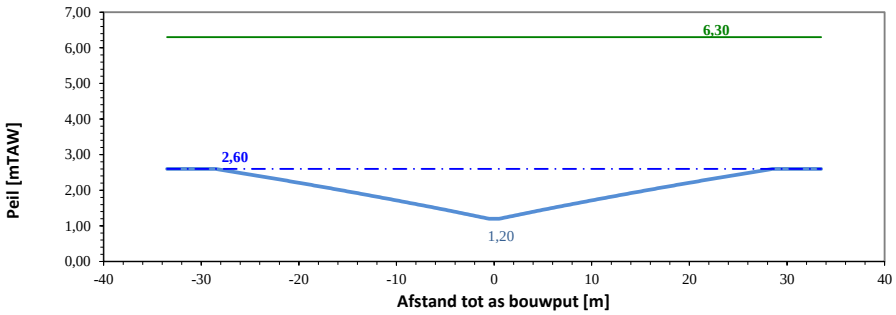
R_{eq} = 0,50 m

De totale invloedsstraal van de bemaling is dan:

R_{tot} = 28,50 m

Verloop verhanglijn

Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand x van de bouwputrand, met de formule als gegeven in 1.2.2.

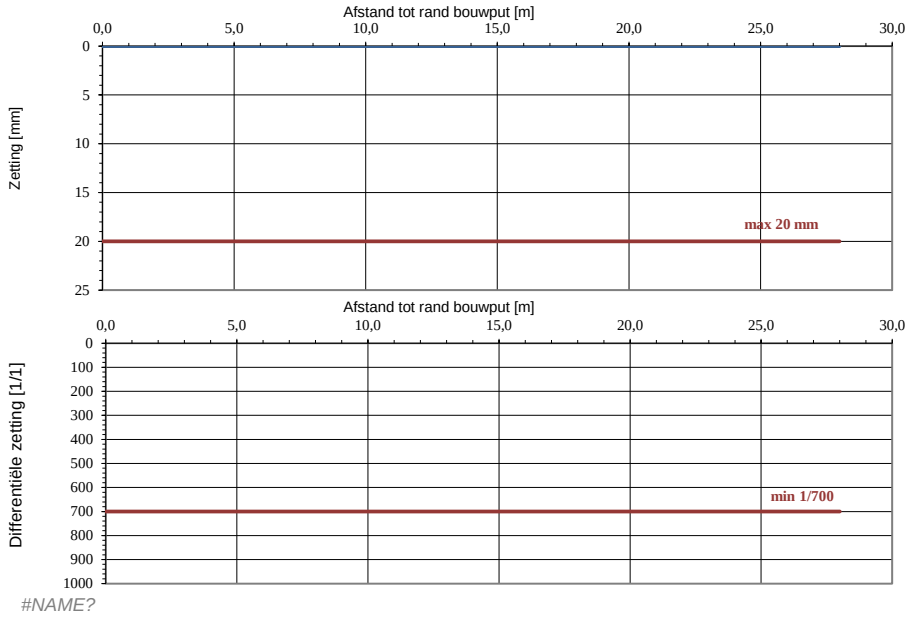


#NAME?

RB 07401 Bemaling bouwput4.0

Zettingskromme

De grafische voorstelling van respectievelijk de zettingskromme en de differentiële zetting zien er als volgt uit



#NAME?

Lokale zetting

Ten slotte wordt wordt de plaatselijke zetting weergegeven voor een afstand 0 m tot de rand van de bouwput (dichtstbijzijnde bebouwing).

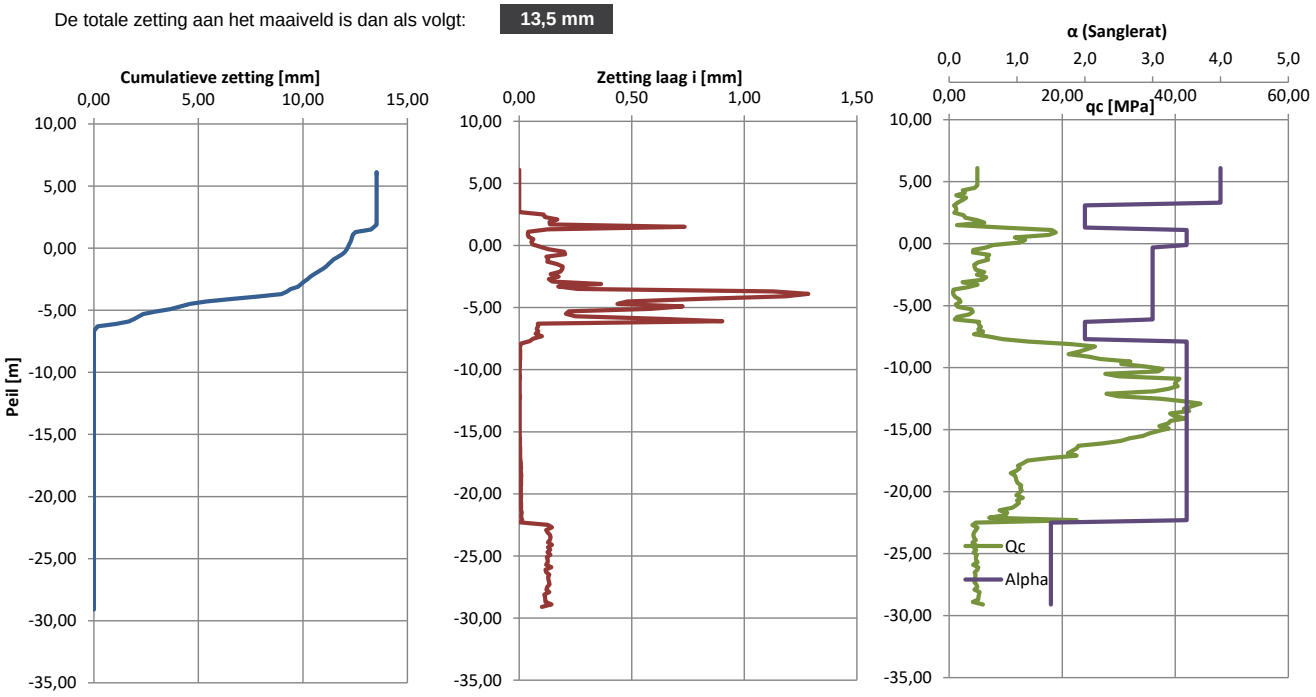
Afstand tot rand bouwput x = 0,00 m

Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand 0 m:

In het geval van freatisch water:

s_x = 1,40 m

De totale zetting aan het maaiveld is dan als volgt: **13,5 mm**



#NAME?

Division Infrastructure Elfjulistraat 43 B-9000 Gent	Project: **BSP NID** Onderdeel: **Zettingen tgv grondwaterverlaging achter CB wand (waterpeil 2,6mTAW)**			Projectnummer: **Xxxxx** -
Geotechnisch ingenieur:	**TMA**	Pagina:	**#NAME?**	Datum: **7/03/25**

Tabel zettingsberekeningen op 0 m van de rand van de bouwput

#NAME?

	h [m]	z [mTAW]	q_c [N/mm²]	Grond-type	(Her-) belasting	β	Sanglerat α	γ_d (kN/m³)	γ_n (kN/m³)	p_0 [kN/m²]	A/C $\alpha.(C_{u2}/p_0)$	Δp [kN/m²]	p $p_0+\Delta p$ [kN/m²]	z $\Delta h/C.\ln(p/p_0)$ [mm]	Σz [mm]
1	0,20	6,10	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	3,40	5882	0,00	3,40	0,00	13,53
2	0,40	5,90	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	6,80	2941	0,00	6,80	0,00	13,53
3	0,60	5,70	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	10,20	1961	0,00	10,20	0,00	13,53
4	0,80	5,50	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	13,60	1471	0,00	13,60	0,00	13,53
5	1,00	5,30	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	17,00	1176	0,00	17,00	0,00	13,53
6	1,20	5,10	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	20,40	980	0,00	20,40	0,00	13,53
7	1,40	4,90	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	23,80	840	0,00	23,80	0,00	13,53
8	1,60	4,70	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	27,20	735	0,00	27,20	0,00	13,53
9	1,80	4,50	4,51	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	30,60	590	0,00	30,60	0,00	13,53
10	2,00	4,30	2,42	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	34,00	285	0,00	34,00	0,00	13,53
11	2,20	4,10	2,77	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	37,40	297	0,00	37,40	0,00	13,53
12	2,40	3,90	1,26	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	40,80	124	0,00	40,80	0,00	13,53
13	2,60	3,70	3,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	44,20	271	0,00	44,20	0,00	13,53
14	2,80	3,50	2,31	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	47,60	194	0,00	47,60	0,00	13,53
15	3,00	3,30	1,48	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	51,00	116	0,00	51,00	0,00	13,53
16	3,20	3,10	0,87	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	54,40	32	0,00	54,40	0,00	13,53
17	3,40	2,90	1,22	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	57,80	42	0,00	57,80	0,00	13,53
18	3,60	2,70	1,27	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	61,20	41	0,00	61,20	0,00	13,53
19	3,80	2,50	0,91	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	63,60	29	1,00	64,60	0,11	13,53
20	4,00	2,30	2,58	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	65,00	79	3,00	68,00	0,11	13,53
21	4,20	2,10	2,85	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	66,40	86	5,00	71,40	0,17	13,53
22	4,40	1,90	4,94	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	67,80	146	7,00	74,80	0,13	13,53
23	4,60	1,70	6,21	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	69,20	180	9,00	78,20	0,14	13,39
24	4,80	1,50	1,39	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	70,60	39	11,00	81,60	0,73	13,26
25	5,00	1,30	9,41	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	72,00	261	13,00	85,00	0,13	12,52
26	5,20	1,10	18,17	Zk3 Q	C	8,00	3,50	18,00	20,00	74,00	859	13,80	87,80	0,04	12,39
27	5,40	0,90	18,85	Zk3 Q	C	8,00	3,50	18,00	20,00	76,00	868	13,80	89,80	0,04	12,35
28	5,60	0,70	17,61	Zk3 Q	C	8,00	3,50	18,00	20,00	78,00	790	13,80	91,80	0,04	12,32
29	5,80	0,50	11,61	Zk3 Q	C	8,00	3,50	18,00	20,00	80,00	508	13,80	93,80	0,06	12,27
30	6,00	0,30	13,42	Zk3 Q	C	8,00	3,50	18,00	20,00	82,00	573	13,80	95,80	0,05	12,21
31	6,20	0,10	12,44	Zk3 Q	C	8,00	3,50	18,00	20,00	84,00	518	13,80	97,80	0,06	12,16
32	6,40	-0,10	7,76	Zk3 Q	C	8,00	3,50	18,00	20,00	86,00	316	13,80	99,80	0,09	12,10
33	6,60	-0,30	6,54	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	87,80	223	13,80	101,60	0,13	12,00
34	6,80	-0,50	4,29	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	89,60	144	13,80	103,40	0,20	11,87
35	7,00	-0,70	4,19	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	91,40	138	13,80	105,20	0,20	11,67
36	7,20	-0,90	7,08	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	93,20	228	13,80	107,00	0,12	11,47
37	7,40	-1,10	6,66	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	95,00	210	13,80	108,80	0,13	11,35
38	7,60	-1,30	6,88	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	96,80	213	13,80	110,60	0,13	11,22
39	7,80	-1,50	5,14	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	98,60	156	13,80	112,40	0,17	11,09
40	8,00	-1,70	4,45	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	100,40	133	13,80	114,20	0,19	10,93
41	8,20	-1,90	4,50	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	102,20	132	13,80	116,00	0,19	10,73
42	8,40	-2,10	4,73	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	104,00	136	13,80	117,80	0,18	10,54
43	8,60	-2,30	6,21	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	105,80	176	13,80	119,60	0,14	10,36
44	8,80	-2,50	4,93	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	107,60	137	13,80	121,40	0,18	10,22
45	9,00	-2,70	6,57	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	109,40	180	13,80	123,20	0,13	10,04
46	9,20	-2,90	5,92	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	111,20	160	13,80	125,00	0,15	9,91
47	9,40	-3,10	2,39	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	113,00	63	13,80	126,80	0,36	9,77
48	9,60	-3,30	5,01	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	114,80	131	13,80	128,60	0,17	9,40
49	9,80	-3,50	3,35	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	116,60	86	13,80	130,40	0,26	9,23
50	10,00	-3,70	0,77	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	118,00	20	13,80	131,80	1,13	8,97
51	10,20	-3,90	0,68	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	119,40	17	13,80	133,20	1,28	7,84
52	10,40	-4,10	0,74	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	120,80	18	13,80	134,60	1,18	6,56
53	10,60	-4,30	1,11	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	122,20	27	13,80	136,00	0,79	5,37
54	10,80	-4,50	1,82	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	123,60	44	13,80	137,40	0,48	4,59
55	11,00	-4,70	2,00	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	125,00	48	13,80	138,80	0,44	4,11
56	11,20	-4,90	1,20	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	126,40	29	13,80	140,20	0,73	3,67
57	11,40	-5,10	1,50	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	127,80	35	13,80	141,60	0,58	2,94
58	11,60	-5,30	3,97	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	129,20	92	13,80	143,00	0,22	2,36
59	11,80	-5,50	4,21	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	130,60	97	13,80	144,40	0,21	2,14
60	12,00	-5,70	3,51	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	132,00	80	13,80	145,80	0,25	1,93
61	12,20	-5,90	1,42	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	133,40	32	13,80	147,20	0,61	1,68

RB 07401 Bemaling bouwput4.0

Bemaling ter hoogte van sondering S25

Gegevens

Geometrie

Maaiveldpeil	MV =	6,30	mTAW
Grondwaterpeil	GW =	2,60	mTAW
Spanningswater	☐		
Vorm bouwput		sleuf	
Bodempeil bouwput	Z_{bp} =	6,30	mTAW
Breedte sleuf	B_{bp} =	1,00	m
Bemalingspeil	Z_{bem} =	1,20	mTAW
Lengte geplaatste filter	L_f =	10,00	m (schatting)
Diameter filter	d =	0,15	m

Grondkarakteristieken

Uitvoerder grondonderzoek:	Fugro
Referentie grondonderzoek:	CAM104
Sondering:	S25
Boring:	-

De volgende volumegewichten worden aangenomen:

Gewicht droge grond	γ_d =	EC7	kN/m^3
Gewicht natte grond	γ_n =	EC7	kN/m^3
Gewicht water	γ_w =	10	kN/m^3

De horizontale doorlatendheidscoëfficiënt k wordt geschat volgens CUR 166. Het grondtype is: fijn zand

De grenzen volgens de CUR zijn: 1E-04 m/s - 1E-05 m/s

Voor deze bemaling geldt: k = 1,00E-04 m/s

Berekeningen

Uit de geometrische gegevens volgt de afmalingsdiepte s, de laagdikte H en de waterhoogte in de sleuf h0:

Laagdikte	H =	6,30	m
Afmalingsdiepte	s =	1,40	m
Waterhoogte (H-s)	h =	4,90	m

Invloedstraal

Uit de horizontale doorlatendheid en de afmalingshoogte s, volgt de invloedsstraal van de bemaling, volgens de formule zoals gegeven in 1.2.2:

R = 28,00 m

De equivalente straal van de bouwput is als volgt:

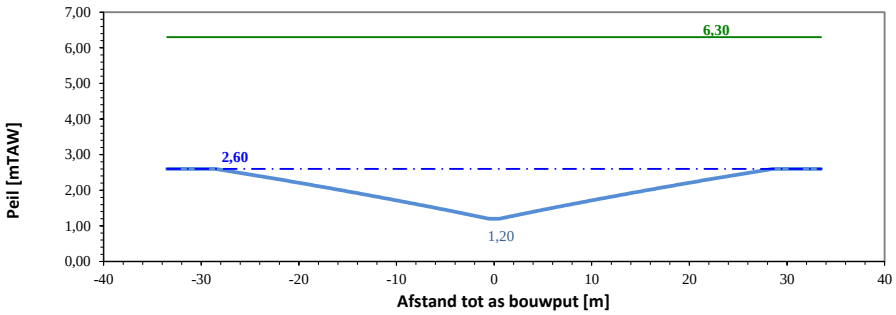
R_{eq} = 0,50 m

De totale invloedsstraal van de bemaling is dan:

R_{tot} = 28,50 m

Verloop verhanglijn

Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand x van de bouwputrand, met de formule als gegeven in 1.2.2.

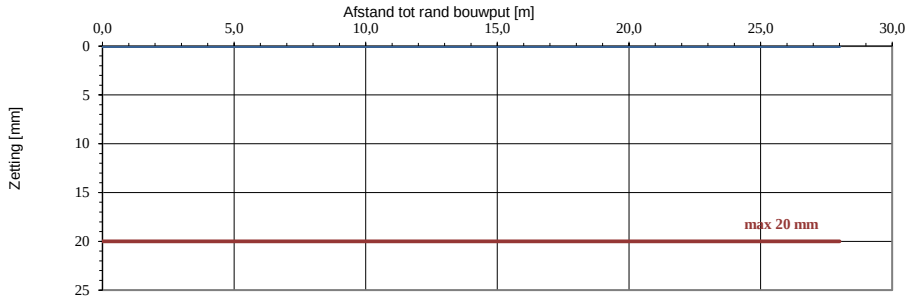


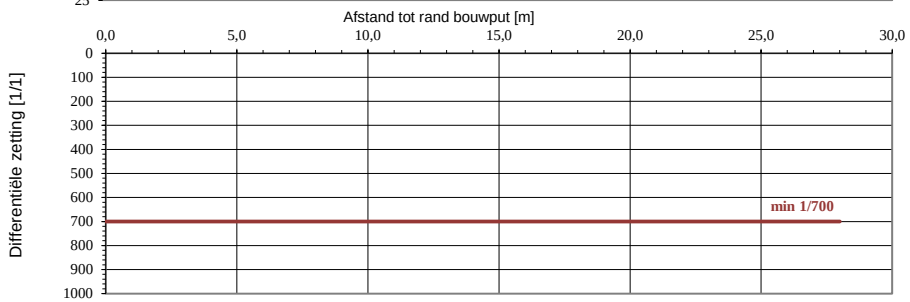
#NAME?

RB 07401 Bemaling bouwput4.0

Zettingskromme

De grafische voorstelling van respectievelijk de zettingskromme en de differentiële zetting zien er als volgt uit





#NAME?

Lokale zetting

Ten slotte wordt wordt de plaatselijke zetting weergegeven voor een afstand 0 m tot de rand van de bouwput (dichtstbijzijnde bebouwing).

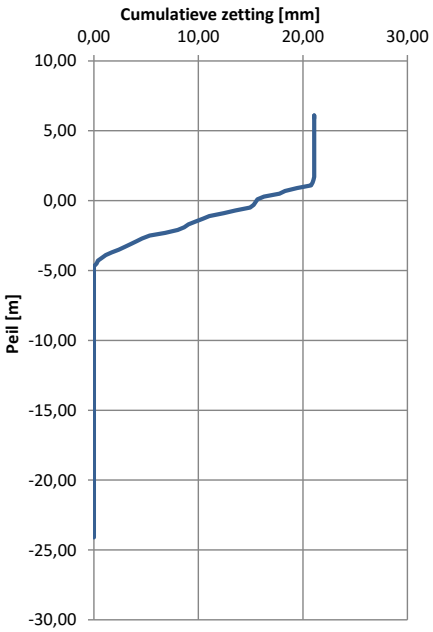
Afstand tot rand bouwput x = 0,00 m

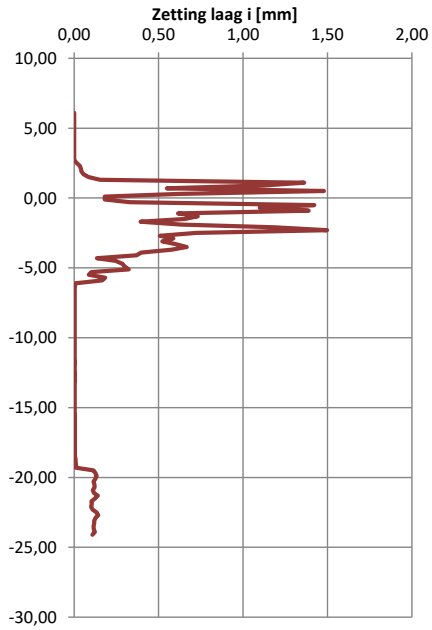
Vervolgens wordt de vergelijking van de waterlijn berekend op afstand 0 m:

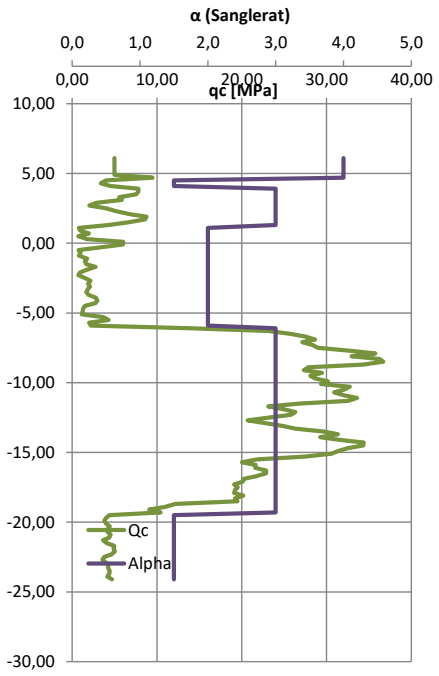
In het geval van freatisch water:

s_x = 1,40 m

De totale zetting aan het maaiveld is dan als volgt: **21,1 mm**







#NAME?

Division Infrastructure Elfjulistraat 43 B-9000 Gent	Project: **BSP NID** Onderdeel: **Zettingen tgv grondwaterverlaging achter CB wand (waterpeil 2,6mTAW)**			Projectnummer: **Xxxxx** -
Geotechnisch ingenieur: **TMA**		Pagina: **#NAME?**		Datum: **7/03/25**

Division Infrastructure Elfjulistraat 43 B-9000 Gent	Project: **BSP NID** Onderdeel: **Zettingen tgv grondwaterverlaging achter CB wand (waterpeil 2,6mTAW)**			Projectnummer: **Xxxxx** -
Geotechnisch ingenieur:	**TMA**	Pagina:	**#NAME?**	Datum: **7/03/25**

#NAME?

Tabel zettingsberekeningen op 0 m van de rand van de bouwput

	h [m]	z [mTAW]	q_c [N/mm²]	Grond-type	(Her-) belasting	β	Sanglerat α	γ_d (kN/m³)	γ_n (kN/m³)	p_0 [kN/m²]	A/C $\alpha.(C_{u0}/p_0)$	Δp [kN/m²]	p $p_0+\Delta p$ [kN/m²]	z $\Delta h/C.\ln(p/p_0)$ [mm]	Σz [mm]
1	0,20	6,10	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	3,40	5882	0,00	3,40	0,00	21,08
2	0,40	5,90	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	6,80	2941	0,00	6,80	0,00	21,08
3	0,60	5,70	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	10,20	1961	0,00	10,20	0,00	21,08
4	0,80	5,50	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	13,60	1471	0,00	13,60	0,00	21,08
5	1,00	5,30	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	17,00	1176	0,00	17,00	0,00	21,08
6	1,20	5,10	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	20,40	980	0,00	20,40	0,00	21,08
7	1,40	4,90	5,00	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	23,80	840	0,00	23,80	0,00	21,08
8	1,60	4,70	9,49	Z2	C	8,00	4,00	17,00	19,00	27,20	1395	0,00	27,20	0,00	21,08
9	1,80	4,50	3,98	K3 Q	C	3,00	1,50	18,00	18,00	30,80	194	0,00	30,80	0,00	21,08
10	2,00	4,30	3,37	K3 Q	C	3,00	1,50	18,00	18,00	34,40	147	0,00	34,40	0,00	21,08
11	2,20	4,10	4,52	K3 Q	C	3,00	1,50	18,00	18,00	38,00	179	0,00	38,00	0,00	21,08
12	2,40	3,90	7,82	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	41,40	567	0,00	41,40	0,00	21,08
13	2,60	3,70	7,83	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	44,80	524	0,00	44,80	0,00	21,08
14	2,80	3,50	7,55	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	48,20	470	0,00	48,20	0,00	21,08
15	3,00	3,30	5,55	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	51,60	323	0,00	51,60	0,00	21,08
16	3,20	3,10	5,86	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	55,00	319	0,00	55,00	0,00	21,08
17	3,40	2,90	2,89	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	58,40	148	0,00	58,40	0,00	21,08
18	3,60	2,70	2,04	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	61,80	99	0,00	61,80	0,00	21,08
19	3,80	2,50	4,04	K2	C	3,00	3,00	17,00	17,00	64,20	189	1,00	65,20	0,02	21,08
20	4,00	2,30	5,15	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	66,00	234	2,60	68,60	0,03	21,08
21	4,20	2,10	6,71	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	67,80	297	4,20	72,00	0,04	21,08
22	4,40	1,90	8,78	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	69,60	378	5,80	75,40	0,04	21,08
23	4,60	1,70	8,58	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	71,40	360	7,40	78,80	0,05	21,08
24	4,80	1,50	6,63	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	73,20	272	9,00	82,20	0,09	21,03
25	5,00	1,30	4,31	Zk2 Q	C	8,00	3,00	17,00	19,00	75,00	172	10,60	85,60	0,15	20,94
26	5,20	1,10	0,79	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	76,40	21	11,60	88,00	1,36	20,79
27	5,40	0,90	0,96	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	77,80	25	11,60	89,40	1,13	19,42
28	5,60	0,70	1,98	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	79,20	50	11,60	90,80	0,55	18,29
29	5,80	0,50	0,73	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	80,60	18	11,60	92,20	1,48	17,75
30	6,00	0,30	1,74	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	82,00	42	11,60	93,60	0,63	16,27
31	6,20	0,10	6,02	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	83,40	144	11,60	95,00	0,18	15,64
32	6,40	-0,10	6,00	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	84,80	142	11,60	96,40	0,18	15,46
33	6,60	-0,30	3,30	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	86,20	77	11,60	97,80	0,33	15,28
34	6,80	-0,50	0,77	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	87,60	17	11,60	99,20	1,42	14,95
35	7,00	-0,70	0,99	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	89,00	22	11,60	100,60	1,10	13,53
36	7,20	-0,90	0,79	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	90,40	17	11,60	102,00	1,39	12,43
37	7,40	-1,10	1,78	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	91,80	39	11,60	103,40	0,62	11,04
38	7,60	-1,30	1,49	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	93,20	32	11,60	104,80	0,73	10,43
39	7,80	-1,50	1,67	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	94,60	35	11,60	106,20	0,65	9,69
40	8,00	-1,70	2,78	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	96,00	58	11,60	107,60	0,39	9,04
41	8,20	-1,90	1,73	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	97,40	35	11,60	109,00	0,64	8,65
42	8,40	-2,10	0,93	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	98,80	19	11,60	110,40	1,19	8,01
43	8,60	-2,30	0,73	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	100,20	15	11,60	111,80	1,50	6,83
44	8,80	-2,50	1,52	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	101,60	30	11,60	113,20	0,72	5,33
45	9,00	-2,70	2,17	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	103,00	42	11,60	114,60	0,51	4,60
46	9,20	-2,90	1,88	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	104,40	36	11,60	116,00	0,59	4,10
47	9,40	-3,10	2,11	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	105,80	40	11,60	117,40	0,52	3,51
48	9,60	-3,30	1,83	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	107,20	34	11,60	118,80	0,60	2,99
49	9,80	-3,50	1,65	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	108,60	30	11,60	120,20	0,67	2,39
50	10,00	-3,70	1,92	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	110,00	35	11,60	121,60	0,58	1,72
51	10,20	-3,90	2,78	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	111,40	50	11,60	123,00	0,40	1,15
52	10,40	-4,10	3,00	Kz2	C	3,00	2,00	17,00	17,00	112,80	53	11,60	124,40	0,37	0,75
53	10,60	-4,30	2,73	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	114,20	144	11,60	125,80	0,13	0,38
54	10,80	-4,50	1,50	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	115,60	78	11,60	127,20	0,25	0,25
55	11,00	-4,70	1,29	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	117,00	66	11,60	128,60	0,29	0,00
56	11,20	-4,90	1,24	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	118,40	63	11,60	130,00	0,30	0,00
57	11,40	-5,10	1,14	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	119,80	57	11,60	131,40	0,32	0,00
58	11,60	-5,30	3,67	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	121,20	181	11,60	132,80	0,10	0,00
59	11,80	-5,50	4,30	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	122,60	210	11,60	134,20	0,09	0,00
60	12,00	-5,70	2,02	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	124,00	98	11,60	135,60	0,18	0,00
61	12,20	-5,90	2,22	Kz2	A	3,00	2,00	17,00	17,00	125,40	106	11,60	137,00	0,17	0,00

Bijlage 16: Evaluatie saneringsmaatregelen t.h.v. de Westelijke Ontsluitingsweg

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

EVALUATIE SANERINGSMAATREGELEN T.H.V. DE WESTELIJKE ONTSLUITINGSWEG

Tweede Getijdendok

NOTA



TRACTEBEL ENGINEERING N.V.
Kantoor Gent
Esplanade Oscar Van de Voorde 1
9000 Gent– België
Tel. +32 9 240 09 11
www.tractebel.engie.com

DOSSIER NR.:	P.016898.0500
OPDRACHTGEVER:	PORT OF ANTWERP-BRUGES
OPSTELLER(S):	Eline Beelen
DATUM:	02/02/2026
REVISOR:	Maarten Behiels
VERSIE:	07

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

INHOUDSTAFEL

1. Inleiding 3

2. Uitgangspunten 3

2.1. Finale situatie met saneringsmaatregelen 3

2.2. Scenario's 4

3. Evaluatie van het verspreidingsrisico 7

3.1. Verspreidingsrisico naar de polders 7

3.2. Verspreidingsrisico naar Doeldok en Deurganckdok 10

4. Besluit 14

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

1. Inleiding

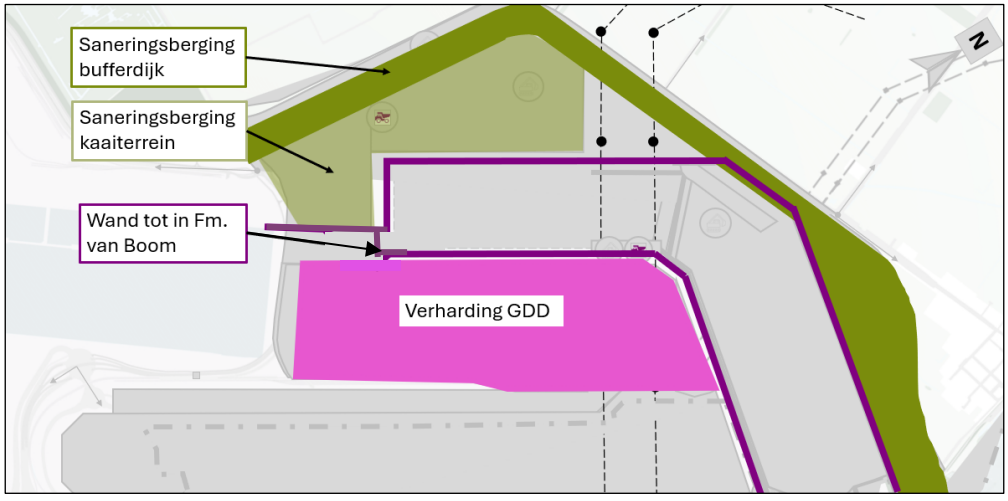
In het kader van het project Tweede Getijdendok (2GD) wordt door TE een bodemsaneringsproject (BSP) opgesteld inzake de PFAS verontreiniging in het vaste deel van de aarde en het grondwater. Uit eerdere evaluatie door TE (BBO) is gebleken dat er een verspreidingsrisico naar de polders, het Doeldok en het Deurganckdok bestaat in de finale situatie. In de finale situatie is het nieuw dok gerealiseerd. Dit risico wordt verholpen door het plaatsen van een cement-bentonietwand (CB-wand) tot aan het Doeldok en het verharden van het gedempt Doeldok tot aan het Doeldok.

In deze nota worden specifiek voor de Westelijke Ontsluitingsweg (WOW) de voorgestelde saneringsmaatregelen geëvalueerd. Dit wordt gedaan door het verspreidingsrisico op een kwalitatieve en kwantitatieve manier te evalueren met behulp van het beschikbare grondwatermodel opgesteld in GMS 10.7 (“Groundwater Modeling System”) in het kader van dit project.

2. Uitgangspunten

2.1. Finale situatie met saneringsmaatregelen

In het BSP wordt het plaatsen van een volledige CB-wand rondom het te bouwen 2GD en een bijkomende CB-wand, te plaatsen tussen het 2GD en het Doeldok, voorzien. De wanden reiken tot in de Boomse Klei. Daarnaast wordt het huidige gedempt Doeldok volledig verhard om op die wijze verspreiding van de PFAS verontreinigingen via het grondwater te stoppen. Deze maatregelen worden voorgesteld om het verspreidingsrisico naar de polders, het Deurganckdok en het Doeldok te mitigeren en worden in onderstaande figuur gevisualiseerd (in paars).



Figuur 1: Voorstel saneringsmaatregelen.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

2.2. Scenario's

Het referentiescenario is de finale situatie met volledige verharding van het gedempt Doeldok en het bouwen van een volledige wand rond het 2GD. Er wordt in de referentiesituatie echter geen CB-wand voorzien tussen het 2GD en het Doeldok.

Tabel 1 geeft een overzicht van de 6 scenario's die worden geëvalueerd. Deze worden ook schematisch weergegeven op Figuur 3. Volgende parameters variëren tussen de scenario's:

- Respectievelijk wel en geen aansluiting van de CB-wand op het Doeldok. Wanneer de aansluiting onvolledig is, wordt een opening van ca. 150 m in acht genomen;
- De grondwatervoeding (infiltrerende neerslag) aan de WOW: geen grondwatervoeding (0 mm/j), gemiddelde grondwatervoeding (ca. 300 mm/j) en maximale grondwatervoeding (ca. 600 mm/j). Voor de maximale grondwatervoeding wordt aangenomen dat het merendeel van de neerslag infiltreert in de ondergrond en dat er geen maatregelen getroffen worden die de infiltratie verhinderen. Voor wat betreft de gemiddelde grondwatervoeding (300 mm/j) wordt ervan uitgegaan dat er infiltratie remmende maatregelen, bvb. waterdichte grachten en vegetatie op de onverharde delen, genomen worden.

Figuur 2 toont een close-up met waar de opening in de wand zal geëvalueerd worden en zone waarvoor de infiltrerende neerslag wordt verhoogd.



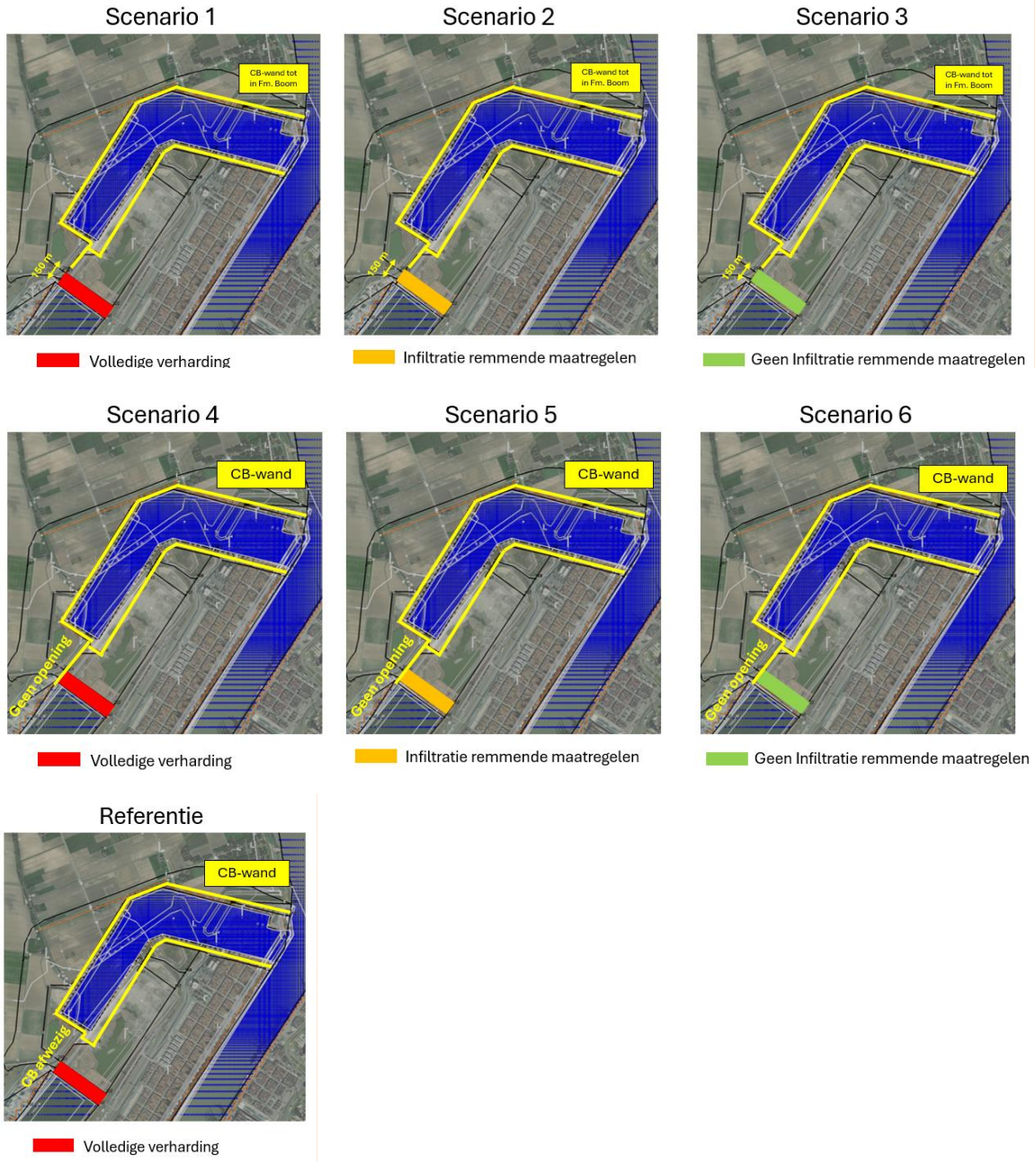
Figuur 2: Aanduiding van variërende parameters in deze nota tussen de scenario's.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

TABEL 1: VOORGESTELDE SCENARIO'S MET HUIDIG SCENARIO IN BSP GEARCEERD IN HET ROOD.

Scenario	Beschrijving scenario	CB-wand tussen 2GD en Doeldok	Infiltrerende neerslag aan WOW (mm/j)
Referentie	Wand afwezig & volledige verharding	Afwezig	0
1	Opening in wand van 150m & volledige verharding	Opening 150 m	0
2	Opening in wand van 150m & infiltratie remmende maatregelen	Opening 150 m	300
3	Opening in wand van 150m & geen infiltratie remmende maatregelen	Opening 150 m	600
4	Wand aanwezig & volledige verharding	Volledig	0
5	Wand aanwezig & infiltratie remmende maatregelen	Volledig	300
6	Wand aanwezig & geen infiltratie remmende maatregelen	Volledig	600

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



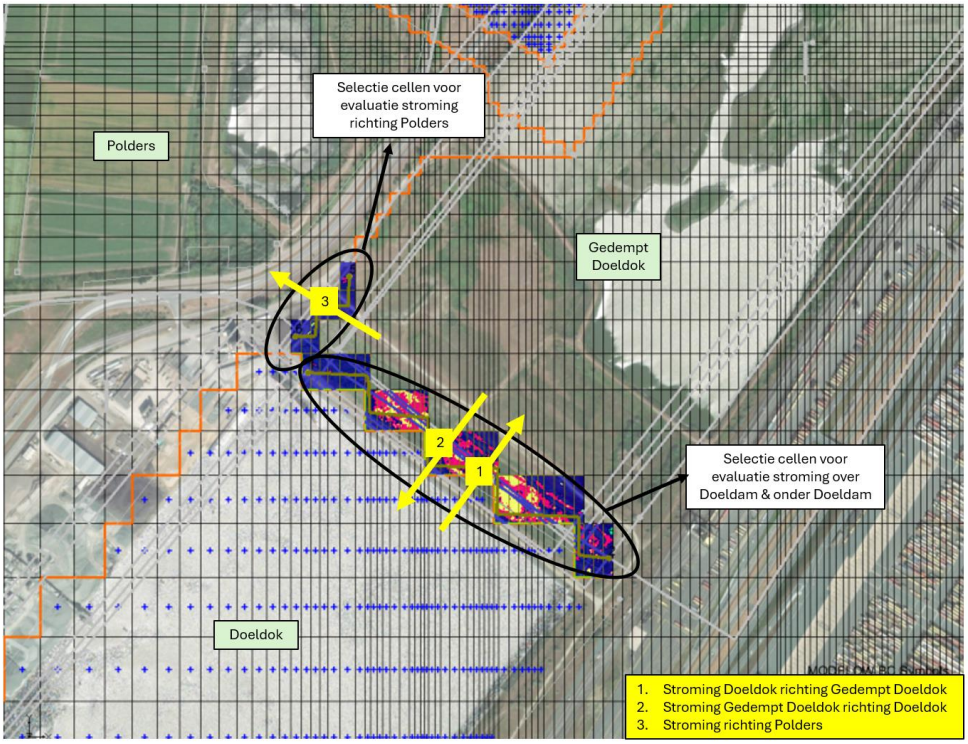
Figuur 3: Schematische weergave van de referentie situatie en de 6 scenario's.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

3. Evaluatie van het verspreidingsrisico

Het verspreidingsrisico wordt zowel op een kwalitatieve en op kwantitatieve wijze geëvalueerd:

- **Kwalitatief:** in GMS wordt met de MODPATH code de stroombanen berekend van de grondwaterdeeltjes die vertrekken vanuit de bronzone, namelijk de slibcellen. Voor de evaluatie van het verspreidingsrisico wordt de verplaatsing van deze grondwaterdeeltjes gesimuleerd;
- **Kwantitatief:** in GMS wordt via 'Flow Budget' het debiet van de grondwaterstroming afgelezen die door een cel passeert in een welbepaalde richting. Door het oppervlak in rekening te brengen waardoor de stroming passeert, wordt de waterflux verkregen. Dit is een maatstaf die toelaat de scenario's op een kwantitatieve manier onderling te vergelijken.



Figuur 4: Kwantitatieve evaluatie met behulp van 'Flow Budget' in GMS (Foto: screenshot uit GMS).

3.1. Verspreidingsrisico naar de polders

Wanneer de CB-wand niet wordt doorgetrokken tot aan het Doeldok, en er dus een opening is van 150 m, is er een verspreidingsrisico naar de polders. Dit wordt zowel bevestigd door de waterflux als door de stroombanen over 500 jaar (Tabel 2 en Figuur 5). De waterflux is in het geval van een opening in de wand hoger dan in het referentiescenario zonder wand. Dit verschil is te wijten aan het feit dat bij een beperkte opening relatief meer grondwater door de opening migreert dan wanneer er geen wand is en het grondwater over de hele zone tussen het 2GD en het Doeldok naar de polders kan stromen.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Bij een opening in de CB-wand migreren de deeltjes richting de polders, ook al is er geen infiltrerende neerslag aan de WOW (scenario 1, Tabel 2 en Figuur 5). Er is bijgevolg enkel geen verspreidingsrisico richting de polders indien er een volledige wand geplaatst wordt.

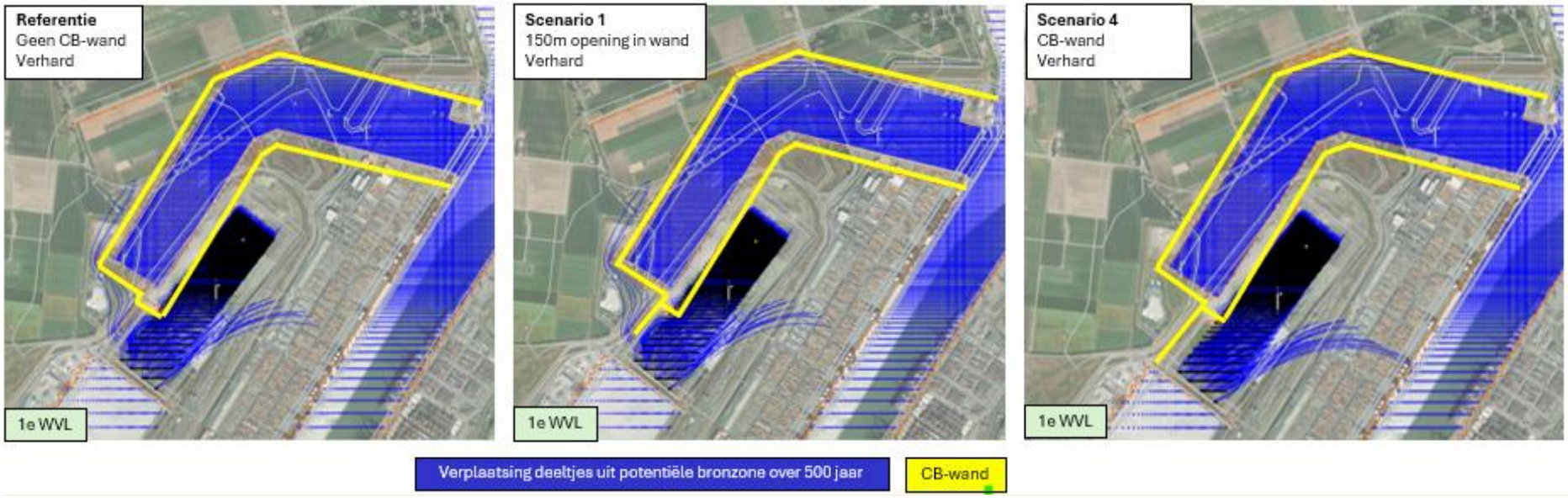
Uit een gevoeligheidsanalyse blijkt dat de wijze waarop de poldergrachten gesimuleerd worden (als afzonderlijke gracht met verschillende afmalingspeilen, ofwel als oppervlakkige drainage randvoorwaarde) een impact heeft op de mate van verspreiding van PFAS richting de polders in geval van de afwezigheid van de CB-wand. In de huidige nota wordt het meest nadelige scenario weerhouden.

TABEL 2: FLUX AAN DOORHEEN DE CB-WAND OF OP DE LOCATIE WAAR DE CB-WAND AFWEZIG IS RICHTING POLDERS.

Scenario	Beschrijving scenario	CB-wand tussen 2GD en Doeldok	Infiltrerende neerslag aan WOW (mm/j)	Totale waterflux gemeten over alle modellagen (zowel in 1e als 2e WVL) (m/d)
Referentie	Wand afwezig & volledige verharding	Afwezig	0	0,00190
1	Opening in wand van 150m & volledige verharding	Opening 150 m	0	0,00263
2	Opening in wand van 150m & infiltratie remmende maatregelen	Opening 150 m	300	0,00362
3	Opening in wand van 150m & geen infiltratie remmende maatregelen	Opening 150 m	600	0,00456
4	Volledige wand aanwezig & volledige verharding	Volledig	0	0,00002
5	Volledige wand & infiltratie remmende maatregelen	Volledig	300	0,00002
6	Volledige wand & geen infiltratie remmende maatregelen	Volledig	600	0,00003

Voorgesteld scenario in BSP: volledige wand en verharding aanwezig.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 5: Stroombanen in 1eWVL vanaf de bronzone voor de scenario's zonder infiltrerende neerslag.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

3.2. Verspreidingsrisico naar Doeldok en Deurganckdok

Tabel 3 geeft een overzicht van het verschil in waterflux en de stijghoogtegradiënt over de Doeldam. Het verschil in waterflux 'Δq' en de stijghoogtegradiënt 'Δh' zijn als volgt berekend:

$$\Delta q = q_{gedempt\ Doeldok \rightarrow Doeldok} - q_{Doeldok \rightarrow gedempt\ Doeldok}$$

$$\Delta h = \frac{h_{Doeldok} - h_{Gedempt\ Doeldok}}{l}$$

Hierbij betreft 'q' de waterflux, 'h' de stijghoogte in mTAW en 'l' de afstand tussen de twee stijghoogtemetingen (zie ook Figuur 6). De twee punten bevinden zich aan de weerszijden van de dam die het Doeldok scheidt van het gedempt Doeldok.

Wanneer Δq negatief is, betekent dit dat er overheersende waterflux is van het Doeldok naar het gedempt Doeldok. Als dit verschil positief is, is er een overheersende flux van het gedempt Doeldok naar het Doeldok.

Bij volledige verharding, referentiescenario en scenario 1 & 4, bestaat er geen verspreidingsrisico richting het Doeldok, ongeacht de aanwezigheid van de CB-wand. Wanneer er wel neerslag kan infiltreren, neemt de waterflux richting Doeldok toe en richting het gedempt Doeldok af. Wanneer de flux richting Doeldok hoger is dan de flux richting het gedempt Doeldok (Δq > 0), is er een preferentiële stroming vanuit het gedempt Doeldok naar het Doeldok en is er mogelijks een verspreidingsrisico. Er bestaat een mogelijk verspreidingsrisico naar het Doeldok voor scenario's 3, 5 en 6.

Analoog zegt de stijghoogtegradiënt (Δh) iets over de stromingsrichting (Figuur 6):

- Wanneer de gradiënt **positief** is, is het waterpeil in het Doeldok hoger dan het grondwaterpeil in het gedempt Doeldok en is er een preferentiële stroming richting het gedempt Doeldok. Dit wordt vastgesteld in het referentiescenario en scenario's 1 & 4;
- Wanneer de stijghoogtegradiënt **negatief** is, is het grondwaterpeil in het gedempt Doeldok hoger dan het waterpeil in het Doeldok en is er een preferentiële stroming richting Doeldok. Voor scenario 2, 3, 5 en 6 is er een preferentiële stroming richting het Doeldok.

De resultaten met evaluatie van de grondwaterstroming van het gedempt Doeldok naar het Doeldok en vice versa worden weergegeven in Tabel 3. Scenario 4 betreft het voorgestelde scenario in het BSP, de variant waarbij de volledige wand en volledige verharding aanwezig zijn. Deze wordt weergegeven met een zalmroze kleur.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

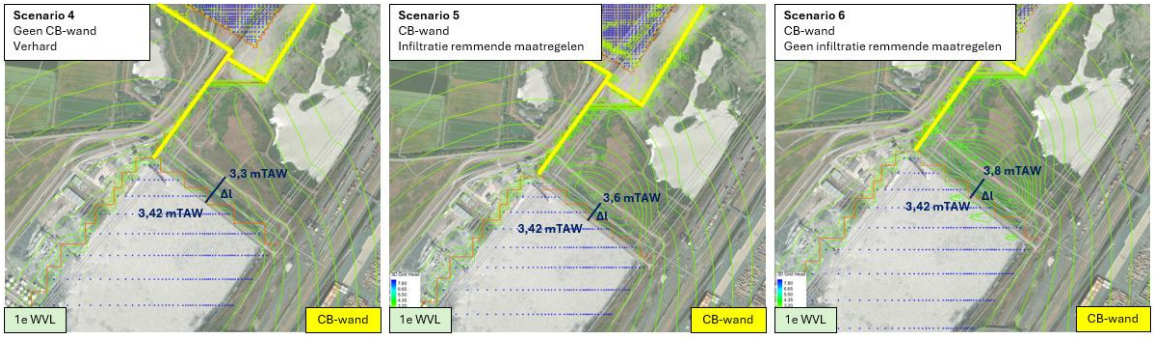
TABEL 3: KWANTITATIEVE EVALUATIE STROMING VAN HET GEDEMPT DOELDOK NAAR HET DOELDOK

Scenario	Beschrijving scenario	CB-wand tussen 2GD en Doeldok	Infiltrerende neerslag aan WOW (mm/j)	Δq (m/d) (verschil in waterflux over Doeldam)	Δh (mTAW/m) Stijghoogte gradiënt over de Doeldam	Conclusie
Referentie	Wand afwezig & volledige verharding	Afwezig	0	-0,00209 (Preferentiële stroming richting gedempt Doeldok)	0,00145 (Waterpeil in Doeldok hoger dan grondwaterpeil in gedempt Doeldok)	Waterpeil in Doeldok is hoger dan grondwaterpeil in gedempt Doeldok. Er is een preferentiële stroming richting gedempt Doeldok. **Er is geen verspreidingsrisico**
1	Opening in wand van 150m & volledige verharding	Opening 150 m	0	-0,00201 (Preferentiële stroming richting gedempt Doeldok)	0,00121 (Waterpeil in Doeldok hoger dan grondwaterpeil in gedempt Doeldok)	Waterpeil in Doeldok is hoger dan grondwaterpeil in gedempt Doeldok. Er is een preferentiële stroming richting gedempt Doeldok. **Er is geen verspreidingsrisico**
2	Opening in wand van 150m & infiltratie remmende maatregelen	Opening 150 m	300	-0,00027 (Kleine flux. Preferentiële stroming richting gedempt Doeldok)	-0,00043 (Grondwaterpeil in gedempt Doeldok in beperkte mate hoger dan waterpeil in Doeldok)	Grondwaterpeil in gedempt Doeldok is slechts beperkt hoger dan waterpeil in Doeldok. De preferentiële stroming is minder uitgesproken, maar blijft hoofdzakelijk gericht naar het gedempt Doeldok. **Er is geen verspreidingsrisico**
3	Opening in wand van 150m & geen infiltratie remmende maatregelen	Opening 150 m	600	0,00108 (Preferentiële stroming richting Doeldok)	-0,00388 (Grondwaterpeil in gedempt Doeldok hoger dan waterpeil in Doeldok)	Grondwaterpeil in gedempt Doeldok is hoger dan waterpeil in Doeldok. Er is een preferentiële stroming richting Doeldok. **Er is wel een verspreidingsrisico**
4	Volledige wand & volledige verharding	Volledig	0	-0,00149 (Preferentiële stroming richting gedempt Doeldok)	0,00100 (Waterpeil in Doeldok hoger dan grondwaterpeil in gedempt Doeldok)	Waterpeil in Doeldok is hoger dan grondwaterpeil in gedempt Doeldok. Er is een preferentiële stroming richting gedempt Doeldok. **Er is geen verspreidingsrisico**
5	Volledige wand & infiltratie remmende maatregelen	Volledig	300	0,00047 (Kleine flux. Preferentiële stroming richting Doeldok)	-0,00217 (Grondwaterpeil in gedempt Doeldok hoger dan waterpeil in Doeldok)	Grondwaterpeil in gedempt Doeldok is hoger dan waterpeil in Doeldok. De berekende waterflux is bijzonder klein. De preferentiële stroming blijft naar Doeldok gericht, maar heeft een verwaarloosbare impact. **Er is een verwaarloosbaar verspreidingsrisico**
6	Volledige wand & geen infiltratie remmende maatregelen	Volledig	600	0,00190 (Preferentiële stroming richting Doeldok)	-0,00447 (Grondwaterpeil in gedempt Doeldok hoger dan waterpeil in Doeldok)	Grondwaterpeil in gedempt Doeldok is hoger dan waterpeil in Doeldok. Er is een preferentiële stroming richting Doeldok. **Er is wel een verspreidingsrisico**

Voorgesteld scenario in BSP: volledige wand en verharding aanwezig.

Overheersende flux vanuit gedempt Doeldok naar Doeldok.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



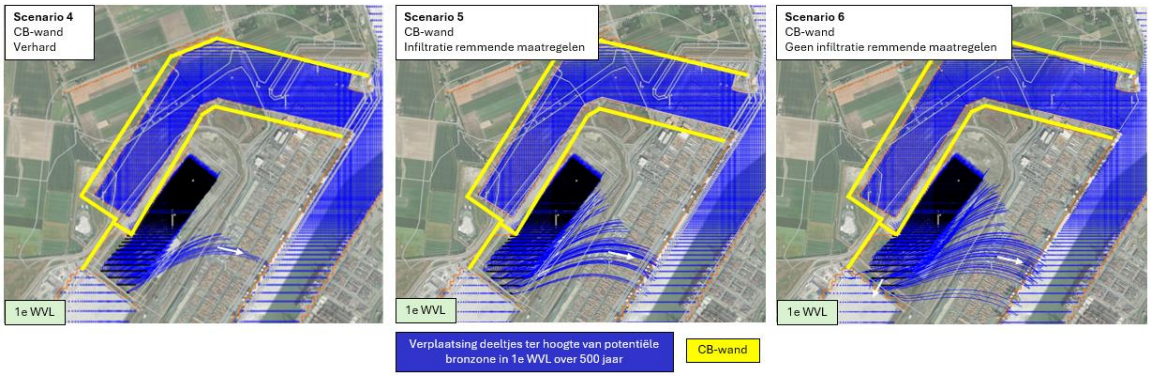
$\Delta h = 0{,}0010$ $\Delta h = -0{,}0022$ $\Delta h = -0{,}0044$

Figuur 6: Bepaling stijghoogtegradiënt.

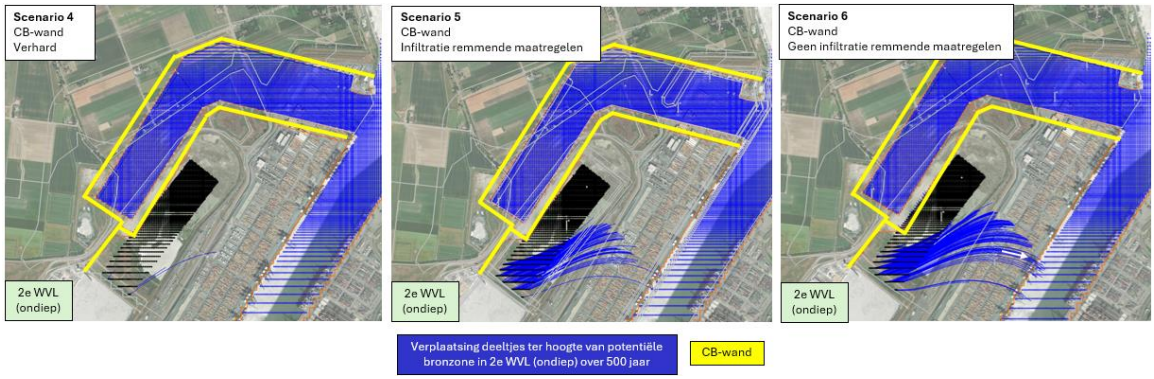
In de 1e WVL en het ondiepe deel van de 2e WVL bereiken meer deeltjes het Deurganckdok wanneer er meer neerslag kan infiltreren (zie Figuur 7). Bij scenario 4 is er geen infiltrerende neerslag, bij scenario 5 neemt de infiltrerende neerslag toe terwijl bij scenario 6 de infiltrerende neerslag maximaal is. In het scenario met volledige verharding bereiken er reeds een aantal deeltjes het Deurganckdok (scenario 4). Aangezien het enkel de deeltjes betreffen die zich op de rand van de contour van de bronzone bevinden, wordt het verspreidingsrisico in scenario 4 scenario eerder laag geacht.

In scenario 6, waarbij er geen infiltratie remmende maatregelen getroffen worden, bereiken beduidend meer deeltjes het Deurganckdok. Hiernaast zijn er in dit scenario ook enkele deeltjes die richting het Doeldok migreren en hierin terecht komen. In dit scenario is er bijgevolg sprake van een verspreidingsrisico zowel richting het Deurganckdok als richting het Doeldok.

In de ondiepe 2e WVL bereiken de deeltjes het Deurganckdok enkel wanneer er geen infiltratie remmende maatregelen getroffen worden (scenario 6). Voor de scenario's met volledige verharding (scenario 4) en infiltratie remmende maatregelen (scenario 5) bestaat er hier geen verspreidingsrisico. Zie ook Figuur 7.



This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval



Figuur 7: Stroombanen in 1eWVL en 2e WVL (ondiep) vanuit de contouren van de bronzone, de slibcellen voor de scenario's met volledige CB-wand en verschillende grondwatervoedingen.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

4. Besluit

In deze nota werden de saneringsmaatregelen om het verspreidingsrisico richting de polders, het Deurganckdok en het Doeldok te mitigeren, geëvalueerd. Ook werd de impact van het al dan niet verharden van de WOW op het verspreidingsrisico onderzocht.

Bij het ontbreken van de CB-wand onder de WOW zal bij toenemende infiltratie van regenwater een toenemende waterflux en bijgevolg toenemende verspreiding van de PFAS-verontreinigingen richting polders optreden. Ook bij een volledige verharding is er een verspreidingsrisico richting de polders. Het verspreidingsrisico richting de polders kan enkel gemitigeerd worden als de CB-wand wordt doorgetrokken tot aan het Doeldok. Een opening in deze wand zorgt voor een preferentiële stroming richting de polders wat betekent dat er een verspreidingsrisico is.

De impact van de infiltratie van regenwater op de verspreiding richting het Doeldok in geval van een CB wand die volledig aanwezig is werd beoordeeld aan de hand van twee paramaters, namelijk de stijghoogtegradiënt en de waterflux telkens over de Doeldam. Daaruit blijkt het volgende:

- Wanneer de zone van de WOW volledig verhard is treedt geen infiltratie van regenwater op. Er is in dit scenario een duidelijke waterflux richting gedempt Doeldok en er treedt bijgevolg geen verspreiding van de PFAS-verontreinigingen op richting Doeldok;
- Wanneer de zone van de WOW niet verhard is, maar er infiltratie remmende maatregelen genomen worden (300 mm infiltratie/jaar), is er een beperkte flux vanuit het gedempt Doeldok richting Doeldok. De berekende flux betreft een zeer lage waarde, waardoor de verspreiding als verwaarloosbaar beschouwd wordt. Er is voor dit scenario geen sprake van een duidelijke verspreiding van de PFAS-verontreinigingen richting Doeldok;
- Wanneer de zone van de WOW niet verhard is en er bovendien geen infiltratie remmende maatregelen genomen worden (600 mm infiltratie/jaar), treedt er een duidelijke waterflux op richting Doeldok en er treedt bijgevolg een verspreiding van de PFAS verontreinigingen op richting Doeldok.

Concreet betekent dit dat bij de aanleg van de WOW twee maatregelen dienen genomen te worden, namelijk het doortrekken van de CB-wand tot aan het Doeldok en minimaal het uitwerken en uitvoeren van infiltratie remmende maatregelen.

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

Bijlage 17: Overzichtstabel waterstromen, rubrieken en capaciteit WZI

This document is the property of Tractebel Engineering S.A. Any duplication or transmission to third parties is forbidden without prior written approval

OVERZICHT WATERSTROMEN

							TERMIJN			DEBIETEN EN VOLUMES					Opmerkingen
										Opslagdebiet		Evenwichtsdebiet		Totaal	
Waterstroom	Watertype	Rubriek*	Klasse	WZI	Hoe deelstromen naar lozingspunt gebracht?	Lozingspunt	Lozingsnormen	Start	Stop	Duur	Maximaal debiet (m^3/h) (opstart van bemaling)	Maximaal debiet (m^3/u) (opstart van bemaling)	Maximaal debiet (m^3/h) (opstart van bemaling)	Debiet (m^3/h) Evenwicht	Debiet (m^3/u) Evenwicht	Debiet (m^3/h) Evenwicht	Volume (m^3) Totaal	
Bemaling - uitvoeringsperiode P1	Bemalingswater	53.2.3°, 53.8.3° en 53.11.1° (voor bemaling) & 3.8.2° (voor zuivering & lozen)	1	WZI_DD2 Er wordt opgemerkt dat deze WZI gedurende de periode 4 taar t.e.m. 12jaar 9 maand mogelijk ook nog in gebruik zal zijn. Voor de berekening van de maximale debieten wordt hier abstractie van gemaakt.	Collectorsleiding**	DD2 Er wordt opgemerkt dat dit lozingspunten gedurende de periode 4 taar t.e.m. 12jaar 9 maand mogelijk ook nog in gebruik zal zijn. Voor de berekening van de maximale debieten wordt hier abstractie van gemaakt.	PFAS individueel: - kwantitatieve PFAS uit WAC/IV/025 = 20 ng/l - indicatieve PFAS uit WAC/IV/A/025 = 50 ng/l PFBA = 50 ng/l TFA = 4 µg/l Ba = 350 µg/l Zn = 1000 µg/l	0 jaar	9 maand	9 maanden	7.908	330	*	3.954	165	*	1.095.258	
Bemaling - uitvoeringsperiode P2	Bemalingswater	53.2.3°, 53.8.3° en 53.11.1° (voor bemaling) & 3.8.2° (voor zuivering & lozen)	1					9 maand	1 jaar 6 maand	9 maanden	7.254	302	*	3.627	151	*	1.004.679	
Bemaling - uitvoeringsperiode P3	Bemalingswater	53.2.3°, 53.8.3° en 53.11.1° (voor bemaling) & 3.8.2° (voor zuivering & lozen)	1					1 jaar 6 maand	2 jaar 3 maand	9 maanden	6.902	288	*	3.451	144	*	955.927	
Bemaling - uitvoeringsperiode P4	Bemalingswater	53.2.3°, 53.8.3° en 53.11.1° (voor bemaling) & 3.8.2° (voor zuivering & lozen)	1					2 jaar 3 maand	3 jaar 3 maand	12 maanden	7.046	294	2.571.790	3.523	147	1.285.895	1.292.941	
Bemaling - uitvoeringsperiode P5a	Bemalingswater	53.2.3°, 53.8.3° en 53.11.1° (voor bemaling) & 3.8.2° (voor zuivering & lozen)	1					3 jaar 3 maand	3 jaar 9 maand	6 maanden	7.664	319	*	3.832	160	1.388.680	716.584	
Bemaling - uitvoeringsperiode P5b	Bemalingswater	53.2.3°, 53.8.3° en 53.11.1° (voor bemaling) & 3.8.2° (voor zuivering & lozen)	1					3 jaar 9 maand	4 jaar	3 maanden	8.592	358	*	4.296	179	1.568.040	416.712	
Bemaling - uitvoeringsperiode P6a	Bemalingswater	53.2.3°, 53.8.3° en 53.11.1° (voor bemaling) & 3.8.2° (voor zuivering & lozen)	1	WZI_2GD2 Collectorsleiding**	2GD2	PFAS individueel: - kwantitatieve PFAS uit WAC/IV/025 = 20 ng/l - indicatieve PFAS uit WAC/IV/A/025 = 50 ng/l PFBA = 50 ng/l TFA = 4 µg/l Ba = 350 µg/l Zn = 1000 µg/l	4 jaar	4 jaar 3 maand	3 maanden	2.590	108	*	1.295	54	472.675	125.615	
Bemaling - uitvoeringsperiode P6b	Bemalingswater	53.2.3°, 53.8.3° en 53.11.1° (voor bemaling) & 3.8.2° (voor zuivering & lozen)	1					4 jaar 3 maand	5 jaar 3 maand	12 maanden	3.770	157	1.376.650	1.885	79	688.025	691.795	
Bemaling - uitvoeringsperiode P7a	Bemalingswater	53.2.3°, 53.8.3° en 53.11.1° (voor bemaling) & 3.8.2° (voor zuivering & lozen)	1					5 jaar 3 maand	6 jaar	9 maanden	3.770	157	*	1.885	79	688.025	522.145	
Bemaling - uitvoeringsperiode P7b	Bemalingswater	53.2.3°, 53.8.3° en 53.11.1° (voor bemaling) & 3.8.2° (voor zuivering & lozen)	1					6 jaar	7 jaar	12 maanden	3.744	156	1.366.560	1.872	78	683.280	687.024	
Bemaling - uitvoeringsperiode P10a (deel 1)	Bemalingswater	53.2.3°, 53.8.3° en 53.11.1° (voor bemaling) & 3.8.2° (voor zuivering & lozen)	1	WZI_2GD2 Collectorsleiding**	2GD2	PFAS individueel: - kwantitatieve PFAS uit WAC/IV/025 = 20 ng/l - indicatieve PFAS uit WAC/IV/A/025 = 50 ng/l PFBA = 50 ng/l TFA = 4 µg/l Ba = 350 µg/l Zn = 1000 µg/l	10 jaar 7 maand	11 jaar 8 maand	13 maanden	11.792	491	4.300.430	5.891	245	2.150.215	2.427.092	
Bemaling - uitvoeringsperiode P10a (deel 2)	Bemalingswater	53.2.3°, 53.8.3° en 53.11.1° (voor bemaling) & 3.8.2° (voor zuivering & lozen)	1					11 jaar 8 maand	12 jaar 9 maand	13 maanden	11.518	480	4.304.870	5.759	240	2.102.035	2.372.768	
Bemaling NID (fase 3)	Bemalingswater	53.2.3°, 53.8.3° en 53.11.1° (voor bemaling) & 3.8.2° (voor zuivering & lozen)	1	WZI_NID2 Collectorsleiding**	NID2	PFAS individueel: - kwantitatieve PFAS uit WAC/IV/025 = 20 ng/l - indicatieve PFAS uit WAC/IV/A/025 = 50 ng/l PFBA = 50 ng/l TFA = 4 µg/l Ba = 350 µg/l Zn = 1000 µg/l	3 jaar 9 maand	7 jaar 9 maand	4 jaar	NVT	NVT	NVT	1.500	63	547.500	1.394.592	
Tankenpark	Bedrijfsafvalwater	3.4.2° (lozen)	2	NVT	Collectorsleiding**	DD3 Indien op basis van monitoring blijkt dat het te lozen water niet aan de sectorale lozingsvoorwaarden voldoet, zal het water alsnog afgevoerd worden naar WZI_GDD1 of WZI_GDD2 en vervolgens gelijkwaardig worden in oppervlaktewater. De lozingspunten blijven identiek aan deze die hierboven opgenomen zijn.	Sectorale lozingswoorwaarden voor bedrijfsafvalwater opgenomen in Bijlage 5.3.2.52 van VLAREM II	0 jaar	13 jaar 6 maand	13 jaar 6 maanden	NVT	NVT	NVT	8 m^3/dag (gebaseerd op een T2 bui)	3,2 m^3/u (gebaseerd op een T2 bui)	160 (op basis van gemiddelde jaarlijkse neerslag)	96.760 (op basis van gemiddelde jaarlijkse neerslag)	Opmerking: Indien niet voldaan wordt aan de sectorale lozingsvoorwaarden voor bedrijfsafvalwater opgenomen in Bijlage 5.3.2.52 van VLAREM II wordt het water alsnog afgevoerd naar WZI_GDD1 of WZI_GDD2 alvorens lozing. Opmerking: De maximale grootte van het tankenpark werd vastgelegd op 200 m^3. Voor het berekenen van het totaalvolume en het jaarlijks debiet wordt uitgegaan van de gemiddelde jaarlijkse neerslag (800 mm). Voor het berekenen van het uur- en dagdebiet wordt uitgegaan van een compositiebui met een terugkeerperiode van 2 jaar. Volgende berekening werd gehanteerd: - Uurdebiet = oppervlakte x 0.0159 m^3/um^2 - Dagdebiet = oppervlakte x 0.0408 m^3/dag/m^2
TOP 2GD; Verontreinigd	Bedrijfsafvalwater	3.6.3.3° (voor zuivering & lozen)	1	WZI_GDD1 of WZI_GDD2	Collectorsleiding**	Er zal maximaal ingezet worden op nuttig gebruik van het water binnen de werfzone. Indien de hoeveelheid gezuiverd water de capaciteit van de nuttige toepassingen overschrijdt, zal het water gelooseld worden in oppervlaktewater. Het lozingspunt betreft DD3.	PFAS individueel: - kwantitatieve PFAS uit WAC/IV/025 = 20 ng/l - indicatieve PFAS uit WAC/IV/A/025 = 50 ng/l PFBA = 50 ng/l TFA = 4 µg/l Ba = 350 µg/l Zn = 1000 µg/l	0 jaar	7 jaar	7 jaar	NVT	NVT	NVT	>1.200 m^3/dag (op basis van gemiddelde jaarlijkse neerslag bedraagt het uurdebiet 167 m^3/u. Om rekening te houden met piekdebieten tijdens intense regenbuien wordt een debiet van >50 m^3/u aangenaagd)	> 50 m^3/u (op basis van gemiddelde jaarlijkse neerslag bedraagt het uurdebiet 7 m^3/u. Om rekening te houden met piekdebieten tijdens intense regenbuien wordt een debiet van >50 m^3/u aangenaagd)	60.800 (op basis van gemiddelde jaarlijkse neerslag)	425.600 (op basis van gemiddelde jaarlijkse neerslag)	Opmerking bij WZI's: Voor het te zuiveren debiet afhomstig van de verontreinigde W-TOP's worden 2WZI's voorzien. Naar welke WZI de waterstroom exact gestuurd zal worden, hangt af van de fasering van het project en de uitvoeringstechnische omstandigheden (proximiteit/bereikbaarheid/reeds gerealiseerde werken). Dit dient in het detailontwerp uitgewerkt te worden en kan nu nog niet eenduidig bepaald worden. Voor het aanvragen van de debieten wordt bijgevolg worst case aangenomen dat het maximale debiet toegekend wordt aan één WZI. Tevens dient opgemerkt te worden dat het uurdebiet van 7 m^3/u bepaald is op basis van gemiddelde jaarlijkse neerslag. In het kader van het detailontwerp dienen exacte berekening uitgevoerd te worden naar piekdebieten. Naar aanleiding hiervan wordt rubriek 3.6.3.3 aangevraagd.
Wielwasinstallatie 2GD	Bedrijfsafvalwater	3.6.3.3° (voor zuivering & lozen)	1	WZI_GDD1 of WZI_GDD2	Collectorsleiding**	Er zal maximaal ingezet worden op nuttig gebruik van het water binnen de werfzone. Indien de hoeveelheid gezuiverd water de capaciteit van de nuttige toepassingen overschrijdt, zal het water gelooseld worden in oppervlaktewater. Het lozingspunt betreft DD3.	PFAS individueel: - kwantitatieve PFAS uit WAC/IV/025 = 20 ng/l - indicatieve PFAS uit WAC/IV/A/025 = 50 ng/l PFBA = 50 ng/l TFA = 4 µg/l Ba = 350 µg/l Zn = 1000 µg/l	0 jaar	7 jaar	7 jaar	NVT	NVT	NVT	19,6	0,8	7.154	50.078	Opmerking bij WZI's: Voor het te zuiveren debiet afhomstig van de wielwasinstallaties worden 2WZI's voorzien. Naar welke WZI de waterstroom exact gestuurd zal worden, hangt af van de fasering van het project en de uitvoeringstechnische omstandigheden (proximiteit/bereikbaarheid/reeds gerealiseerde werken). Dit dient in het detailontwerp uitgewerkt te worden en kan nu nog niet eenduidig bepaald worden.
TOP NID	Bedrijfsafvalwater	3.6.3.3° (voor zuivering & lozen)	1	WZI_NID1 Collectorsleiding**		Er zal maximaal ingezet worden op nuttig gebruik van het water binnen de werfzone. Indien de hoeveelheid gezuiverd water de capaciteit van de nuttige toepassingen overschrijdt, zal het water gelooseld worden in oppervlaktewater. Het lozingspunt betreft NID1.	PFAS individueel: - kwantitatieve PFAS uit WAC/IV/025 = 20 ng/l - indicatieve PFAS uit WAC/IV/A/025 = 50 ng/l PFBA = 50 ng/l TFA = 4 µg/l Ba = 350 µg/l Zn = 1000 µg/l	3 jaar 9 maand	7 jaar	3 jaar 3maand	NVT	NVT	NVT	>1.200 m^3/dag (op basis van gemiddelde jaarlijkse neerslag bedraagt het uurdebiet 57 m^3/u. Om rekening te houden met piekdebieten tijdens intense regenbuien wordt een debiet van >50 m^3/u aangenaagd)	> 50 m^3/u (op basis van gemiddelde jaarlijkse neerslag bedraagt het uurdebiet 2,4 m^3/u. Om rekening te houden met piekdebieten tijdens intense regenbuien wordt een debiet van >50 m^3/u aangenaagd)	20.800 (op basis van gemiddelde jaarlijkse neerslag)	67.600 (op basis van gemiddelde jaarlijkse neerslag)	
Wielwasinstallaties NID	Bedrijfsafvalwater	3.6.3.3° (voor zuivering & lozen)	1	WZI_NID1 Collectorsleiding**		Er zal maximaal ingezet worden op nuttig gebruik van het water binnen de werfzone. Indien de hoeveelheid gezuiverde water de capaciteit van de nuttige toepassingen overschrijdt, zal het water gelooseld worden in oppervlaktewater. Het lozingspunt betreft NID1	PFAS individueel: - kwantitatieve PFAS uit WAC/IV/025 = 20 ng/l - indicatieve PFAS uit WAC/IV/A/025 = 50 ng/l PFBA = 50 ng/l TFA = 4 µg/l Ba = 350 µg/l Zn = 1000 µg/l	3 jaar 9 maand	7 jaar	3 jaar 3maand	NVT	NVT	NVT	19,6	0,8	7.154	23.251	
Saneringsberging Dijken	Bedrijfsafvalwater	3.6.3.3° (voor zuivering & lozen)	1	0 jaar t.e.m. 4 jaar: WZI_DD1 Er wordt opgemerkt dat deze WZI gedurende de periode 4 taar t.e.m. 7jaar 6 maand mogelijk ook nog in gebruik zal zijn. Voor de berekening van de maximale debieten wordt hier abstractie van gemaakt.	Collectorsleiding**	0 jaar t.e.m. 4 jaar: DD1 Er wordt opgemerkt dat dit lozingspunten gedurende de periode 4 taar t.e.m. 7jaar 6 maand mogelijk ook nog in gebruik zal zijn. Voor de berekening van de maximale debieten wordt hier abstractie van gemaakt.	PFAS individueel: - kwantitatieve PFAS uit WAC/IV/025 = 20 ng/l - indicatieve PFAS uit WAC/IV/A/025 = 50 ng/l PFBA = 50 ng/l TFA = 4 µg/l Ba = 350 µg/l Zn = 1000 µg/l	0 jaar	4 jaar	4 jaar	NVT	NVT	NVT	888	37	324.000	1.296.000	Er dient opgemerkt te worden dat het uurdebiet van 37 m^3/u bepaald is op basis van gemiddelde jaarlijkse neerslag. In het kader van het detailontwerp dienen exacte berekening uitgevoerd te worden naar piekdebieten. Naar aanleiding hiervan wordt rubriek 3.6.3.3 aangevraagd.
		3.6.3.3° (voor zuivering & lozen)	1	4 jaar t.e.m. 7 jaar 6 maand: WZI_2GD1	Collectorsleiding**	4 jaar t.e.m. 7 jaar 6 maand: 2GD1	PFAS individueel: - kwantitatieve PFAS uit WAC/IV/025 = 20 ng/l - indicatieve PFAS uit WAC/IV/A/025 = 50 ng/l PFBA = 50 ng/l TFA = 4 µg/l Ba = 350 µg/l Zn = 1000 µg/l	4 jaar	7 jaar 6 maand	3 jaar 6 maand	NVT	NVT	NVT	888	37	324.000	1.134.000	Er dient opgemerkt te worden dat het uurdebiet van 37 m^3/u bepaald is op basis van gemiddelde jaarlijkse neerslag. In het kader van het detailontwerp dienen exacte berekening uitgevoerd te worden naar piekdebieten. Naar aanleiding hiervan wordt rubriek 3.6.3.3 aangevraagd.
Saneringsberging Kazitermolenen	Bedrijfsafvalwater	3.6.3.3° (voor zuivering & lozen)	1	0 jaar t.e.m. 4 jaar: WZI_DD1	Collectorsleiding**	0 jaar t.e.m. 4 jaar: DD1	PFAS individueel: - kwantitatieve PFAS uit WAC/IV/025 = 20 ng/l - indicatieve PFAS uit WAC/IV/A/025 = 50 ng/l PFBA = 50 ng/l TFA = 4 µg/l Ba = 350 µg/l Zn = 1000 µg/l	0 jaar	4 jaar	4 jaar	NVT	NVT	NVT	1.198	50	437.360	1.749.440	Er dient opgemerkt te worden dat het uurdebiet van 50 m^3/u bepaald is op basis van gemiddelde jaarlijkse neerslag. In het kader van het detailontwerp dienen exacte berekening uitgevoerd te worden naar piekdebieten. Naar aanleiding hiervan wordt rubriek 3.6.3.3 aangevraagd.
		3.6.3.3° (voor zuivering & lozen)	1	4 jaar t.e.m. 12 jaar 9 maand: WZI_2GD1	Collectorsleiding**	4 jaar t.e.m. 12 jaar 9 maand: 2GD1	PFAS individueel: - kwantitatieve PFAS uit WAC/IV/025 = 20 ng/l - indicatieve PFAS uit WAC/IV/A/025 = 50 ng/l PFBA = 50 ng/l TFA = 4 µg/l Ba = 350 µg/l Zn = 1000 µg/l	4 jaar	12 jaar 9 maand	8 jaar 9 maand	NVT	NVT	NVT	1.198	50	437.360	3.826.900	Er dient opgemerkt te worden dat het uurdebiet van 50 m^3/u bepaald is op basis van gemiddelde jaarlijkse neerslag. In het kader van het detailontwerp dienen exacte berekening uitgevoerd te worden naar piekdebieten. Naar aanleiding hiervan wordt rubriek 3.6.3.3 aangevraagd.
Saneringsberging gedempt Doktdok	Bedrijfsafvalwater	3.6.3.3° (voor zuivering & lozen)	1	WZI_DD1	Collectorsleiding**	DD1	PFAS individueel: - kwantitatieve PFAS uit WAC/IV/025 = 20 ng/l - indicatieve PFAS uit WAC/IV/A/025 = 50 ng/l PFBA = 50 ng/l TFA = 4 µg/l Ba = 350 µg/l Zn = 1000 µg/l	0 jaar	3 jaar	3 jaar	NVT	NVT	NVT	649	27	296.885	730.655	Er dient opgemerkt te worden dat het uurdebiet van 27 m^3/u bepaald is op basis van gemiddelde jaarlijkse neerslag. In het kader van het detailontwerp dienen exacte berekening uitgevoerd te worden naar piekdebieten. Naar aanleiding hiervan wordt rubriek 3.6.3.3 aangevraagd.

* Het jaardebiet is niet van toepassing voor deze bemalingsstroom aangezien de bemalingsperiode minder dan één jaar lopende is.
**Exacte locatie te bepalen door de aannemer

Overzicht rubrieken

Rubriek	Betreft	Capaciteit/debiet per rubriek	Termijn
53.2.3° & 53.8.3°	Bemalingswater	Zone 2GD = 12.308.480 m^3 Zone NID = 1.394.592 m^3 Totaal = 13.703.072 m^3	Jaar 0 t.e.m. jaar 12,75
53.11.1°	Bemalingswater	Max debiet = 11.782 m^3/dag (zie uitvoeringsperiode P10 deel 1; hierbij wordt uitgegaan van opstartdebieten)	Jaar 0 t.e.m. jaar 12,75
3.8.2°	Bemalingswater	Max debiet = 11.782 m^3/dag (zie uitvoeringsperiode P10 deel 1; hierbij wordt uitgegaan van opstartdebieten)	Jaar 0 t.e.m. jaar 12,75
3.4.2	Bedrijfsafvalwater: Tankenpark	3,2 m^3/u	Jaar 0 t.e.m. jaar 13,5
3.6.3.3°	Bedrijfsafvalwater: Verontreinigde W-TOP 2GD + Bedrijfsafvalwater: Wielwasinstallatie	**WZI_GDD1 of WZI_GDD2** Nuttige toepassing, maar worst case WZI: >50 m^3/u (gemiddeld 7 m^3/u) + Nuttige toepassing, maar worst case WZI: 0,8 m^3/u **Totale capaciteit: >50 m^3/u (gemiddeld 7,8 m^3/u)**	Jaar 0 t.e.m. jaar 7
3.6.3.3°	Bedrijfsafvalwater: Verontreinigde W-TOP NID + Bedrijfsafvalwater: Wielwasinstallatie	**WZI_NID 1** Nuttige toepassing, maar worst case WZI: >50 m^3/u (gemiddeld 2,4 m^3/u) + Nuttige toepassing, maar worst case WZI: 0,8 m^3/u **Totale capaciteit: > 50 m^3/u (gemiddeld 3,2 m^3/u)**	Jaar 3,75 t.e.m. jaar 7
3.6.3.3°	Bedrijfsafvalwater: Saneringsberging Dijken + Bedrijfsafvalwater: Saneringsberging Kaaiterreinen + Bedrijfsafvalwater: Saneringsberging Gedempt Doeldok	**WZI_DD1** Saneringsberging Dijken: >50 m^3/u (gemiddeld 37 m^3/u) + Saneringsberging Kaaiterreinen: >50 m^3/u (gemiddeld 50 m^3/u) + Saneringsberging gedempt Doeldok: >50 m^3 (gemiddeld 27 m^3/u) **Totale capaciteit: >50 m^3/u (gemiddeld 114 m^3/u)**	Jaar 1 tem jaar 4 Er wordt opgemerkt dat deze WZI's gedurdende de periode 4 jaar t.e.m. jaar 12,75 maand ook nog in gebruik zullen zijn. Voor de berekening van de maximale debieten wordt hier abstractie van gemaakt.
3.6.3.3°	Bedrijfsafvalwater: Saneringsberging Dijken + Bedrijfsafvalwater: Saneringsberging Kaaiterreinen	**WZI_2GD1** Saneringsberging Dijken: >50 m^3/u (gemiddeld 37 m^3/u) + Saneringsberging Kaaiterreinen: >50 m^3/u (gemiddeld 50 m^3/u) **Totale capaciteit: >50 m^3/u (gemiddeld 87 m^3/u)**	Jaar 4 tem jaar 12,75

Capaciteit WZI voor bemaling

Deel	Start	Stop	Duur	WZI	Uitvoeringsperiodes	Omschrijving	Max. debiet bemalingswater (m^3/d)	Max. debiet bemalingswater (m^3/u)	Lozingspunt
Noord	0 jaar	12,75 jaar	12,75 jaar	WZI_DD2 Tijdens de periode 0 tot 4 jaar, wordt er enkel gezuiverd via deze WZI. Vanaf de periode 4 jaar t.e.m. 12 jaar 9 maand wordt WZI_2GD2 in gebruik genomen. In functie van de fasering, uitvoeringsmodaliteiten en bereikbaarheid zal ook deze WZI mogelijk in gebruik blijven. De termijn wordt bijgevolg aangevraagd voor de volledige looptijd. Voor de berekening van de maximale debieten wordt hier abstractie van gemaakt en wordt vanaf jaar 4 het volledig te zuiveren debiet toegend aan WZI_2GD2. Alle WZI's lozen in hetzelfde oppervlaktewater (Schelde)	P1 t.e.m. P5b	Bemaling	8.592	358	DD2
Zuid	4	7 jaar	3 jaar	WZI_2GD2	P6a t.e.m. P7b	Bemaling	3.770	157	2GD2
P10a	10 jaar 7 maand	12 jaar 9 maand	2 jaar 2 maand	WZI_2GD2	P10a (deel 1 & 2)	Bemaling	11.782	491	2GD2
NID	3 jaar 9 maand	7 jaar 9 maand	4 jaar	WZI_NID2	NID fase 3	Bemaling	1.500	63	NID2

Capaciteit WZI voor percolaat saneringsbergingen & TOP verontreinigd hemelwater

Deel	Start	Stop	Duur	WZI	Uitvoeringsperiodes	Omschrijving	Max. debiet bedrijfsafvalwater (m^3/d)	Max. debiet bedrijfsafvalwater (m^3/u)	Lozingspunt
Noord	0 jaar	12,75 jaar	12,75 jaar	WZI_DD1 Tijdens de periode 0 tot 4 jaar, wordt er enkel gezuiverd via deze WZI. Vanaf de periode 4 jaar t.e.m. 12 jaar 9 maand wordt WZI_2GD1 in gebruik genomen. In functie van de fasering, uitvoeringsmodaliteiten en bereikbaarheid zal ook deze WZI mogelijk in gebruik blijven. De termijn wordt bijgevolg aangevraagd voor de volledige looptijd. Voor de berekening van de maximale debieten wordt hier abstractie van gemaakt en wordt vanaf jaar 4 het volledig te zuiveren debiet toegend aan WZI_2GD1. Alle WZI's lozen in hetzelfde oppervlaktewater (Schelde)	P1 t.e.m. P5b	Saneringsberging Dijken Saneringsberging Kaaiterreinen Saneringsberging Gedempt Doeldok	2.735 = 888 + 1.198 + 2375	114	DD1
				WZI_GDD1 & WZI GDD2	Volledige looptijd	TOP 2GD_Verontreinigd Wielwasinstallatie 2GD	187 = 167 + 20	8	DD3
Zuid	4	7 jaar	3 jaar	WZI_2GD1	P6a t.e.m. P7b	Saneringsberging Dijken Saneringsberging Kaaiterreinen	2.086 = 888 + 1.198	87	2GD1
Zuid	7 jaar	10 jaar 7 maand	3 jaar 7 maand	WZI_2GD1	P8a t.e.m. P9b	Saneringsberging Dijken Saneringsberging Kaaiterreinen	2.086 = 888 + 1.198	87	2GD1
P10a	10 jaar 7 maand	12 jaar 9 maand	2 jaar 2 maand	WZI_2GD1	P10a (deel 1 & 2)	Saneringsbergin Kaaiterreinen	1.198	50	2GD1
NID	3 jaar 9 maand	7 jaar 9 maand	4 jaar	WZI_NID1	NID fase 3	TOP_NID Wielwasinstallaties NID	77 = 57 + 20	3	NID 1

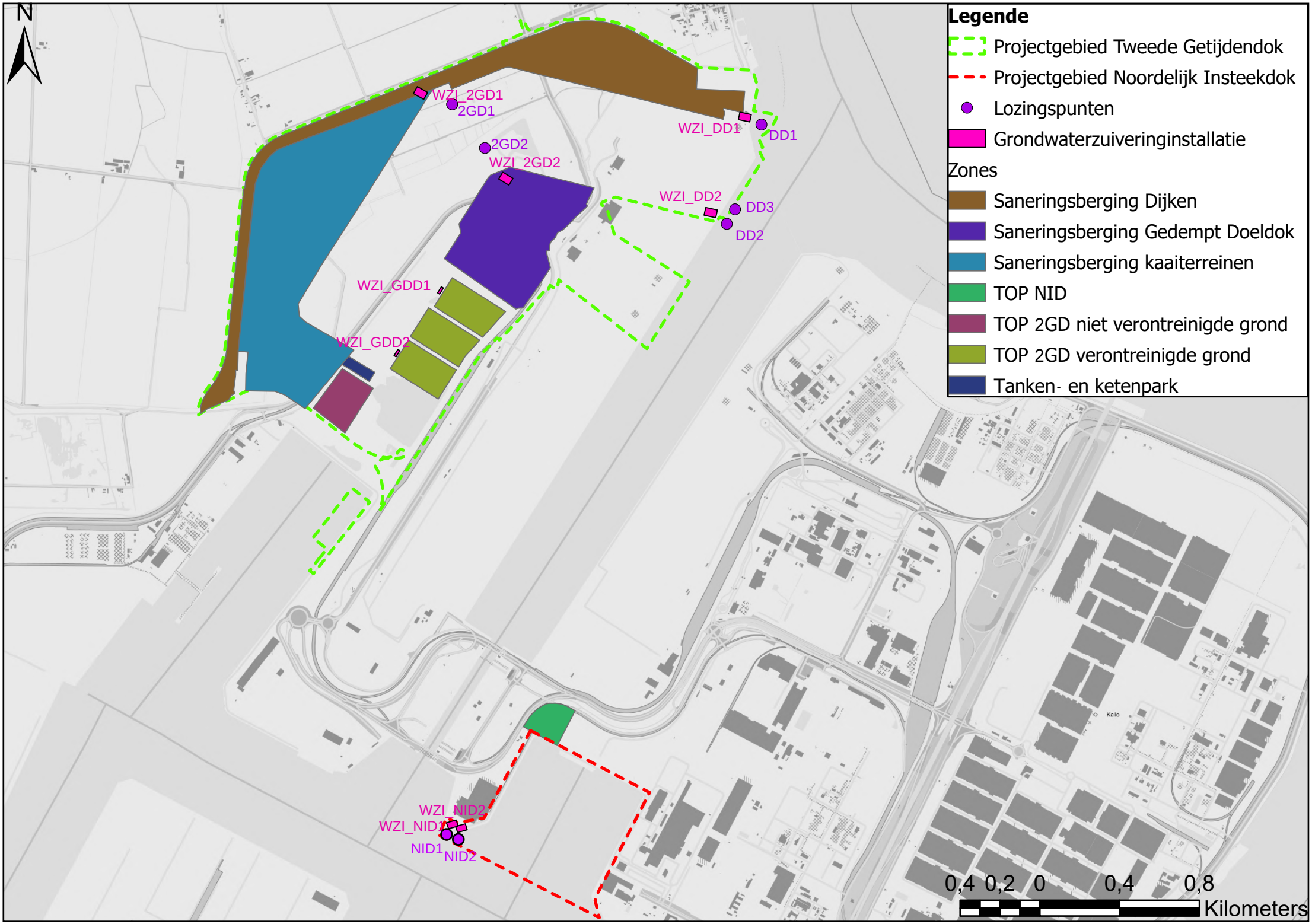
Berekening volumes bedrijfsafvalwater

TOP's	Oppervlakte (m^2)	Neerslag (mm)	Duurtijd (jaar)	Totaalvolume te zuiveren (m^3)	Debiet (m^3/j)	Debiet (m^3/dag)	Debiet (m^3/u)
TOP 2GD Verontreinigd	76.000	800	7	425.600	60.800	167	7
TOP NID Verontreinigd	26.000	800	3,25	67.600	20.800	57	2,4

Saneringsbergingen	Oppervlakte (m^2)	Neerslag (mm)	Duurtijd (jaar)	Totaalvolume te zuiveren (m^3)	Debiet (m^3/j)	Debiet (m^3/dag)	Debiet (m^3/u)
Saneringsberging Dijken - totaal	405.000	800	7,5	2.430.000			
Saneringsberging Dijken - fase Noord			4	1.296.000	324.000	888	37
Saneringsberging Dijken - fase Zuid			3,5	1.134.000	324.000	888	37
Saneringsberging Kaaiterreinen	546.700	800	12,75	5.576.340			
Saneringsberging Kaaiterreinen - fase Noord			4	1.749.440	437.360	1198	50
Saneringsberging Kaaiterreinen - fase Zuid			8,75	3.826.900	437.360	1198	50
Saneringsberging Gedempt Doeldok	296.000	800	3	710.400	236.800	649	27

Wielwasinstallatie	Volume water in wielwasinstallatie (m^3)	Frequentie verserven van water in wielwasinstallatie	Duurtijd (jaar)	Totaalvolume te zuiveren (m^3)	Debiet (m^3/j)	Debiet (m^3/dag)	Debiet (m^3/u)
Wielwasinstallatie 2GD	19,6	1 x per dag	7	50.078	7.154	19,6	0,8
Wielwasinstallatie NID	19,6	1 x per dag	3,25	23.251	7.154	19,6	0,8

Tankenpark	Oppervlakte (m^2)	Neerslag (mm)	Duurtijd (jaar)	Totaalvolume (m^3)	Debiet (m^3/j)	Debiet (m^3/dag)	Debiet (m^3/u)
Tankenpark (aanname = 10 x 20 m)	200	800	13,5	2.160	160	8	3,2


N
WZI_2GD1
2GD1
2GD2
WZI_2GD2
WZI_DD1
DD1
WZI_DD2
DD3
DD2
WZI_GDD1
WZI_GDD2
WZI_NID2
WZI_NID1
NID1
NID2
Legende
Projectgebied Tweede Getijdendok
Projectgebied Noordelijk Insteekdok
Lozingspunten
Grondwaterzuiveringinstallatie
Zones
Saneringsberging Dijken
Saneringsberging Gedempt Doeldok
Saneringsberging kaaiterreinen
TOP NID
TOP 2GD niet verontreinigde grond
TOP 2GD verontreinigde grond
Tanken- en ketenpark
0,4 0,2 0 0,4 0,8
Kilometers