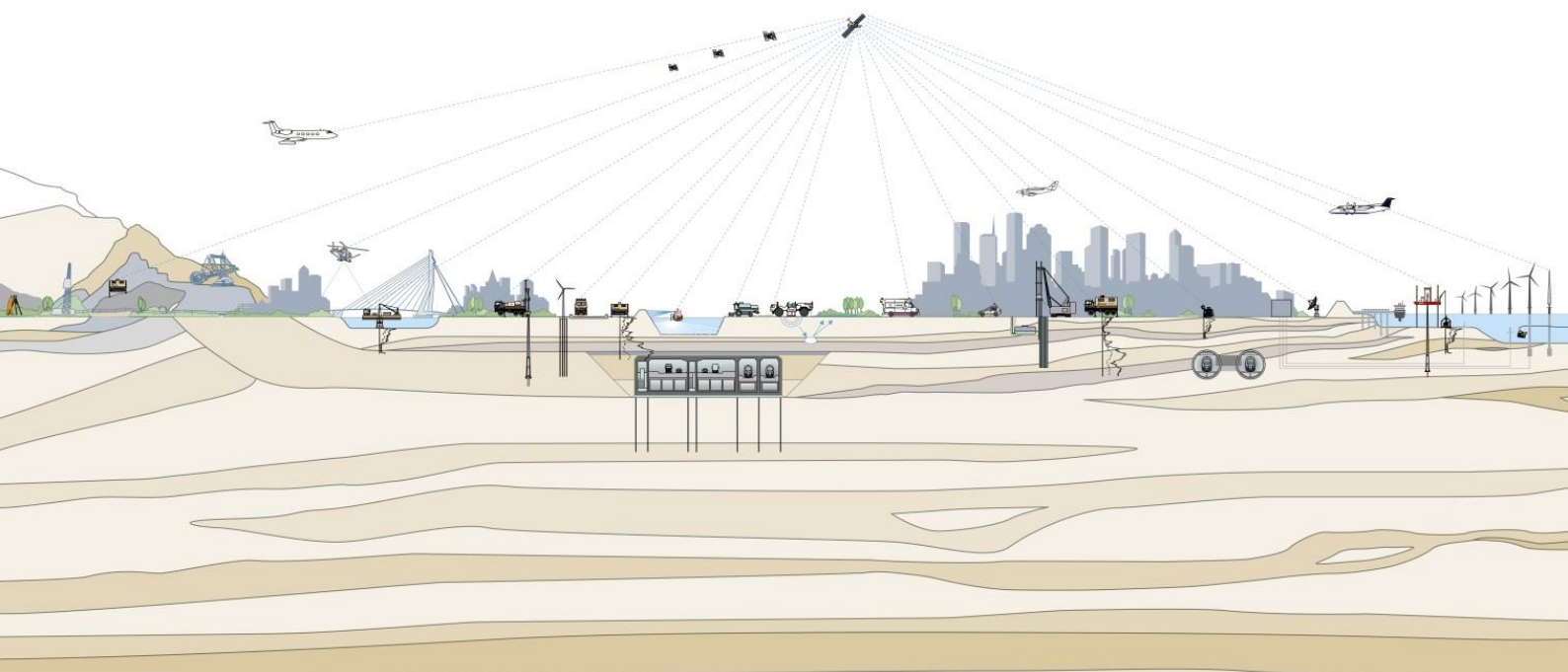


**Geotechnisch onderzoek en advies damwandconstructie
Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam**

Document Nr.: 1017-0080-020_31.R01v2

Versie: 2.0

Datum: 18 mei 2018



Opdrachtgever Stadswerf Oostenburg Ontwikkeling B.V.
 Veerweg 165
 3351 HC Papendrecht

Projectcoördinator bbn adviseurs
 De Molen 100
 3995 AX Houten

Constructeur CAE Nederland B.V.
 Adviseurs voor Bouwtechniek
 Postbus 9358
 3007 AJ Rotterdam

Datum grondonderzoek Maart 2018

Opdrachtnemer Fugro NL Land B.V.
 Zekeringstraat 41a
 1014 BV Amsterdam
 T 020 65 10 800

Projectleider /
Gecontroleerd door ir. F.C.M. Seignette
 Senior Geotechnical Consultant

Opgesteld door ir. R. Drieman
 Geotechnical Engineer

Versiebeheer

1.0	Initiële versie	RDN	FCS	FCS	17-4-2018
2.0	Doorsnede 1 aangepast, doorsnede 2 t.p.v. aanvulling gewelven toegevoegd	RDN	FCS	FCS	17-5-2018
Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum

INHOUDSOPGAVE

1.	ALGEMENE TOELICHTING	1
1.1	Inleiding	1
2.	PROJECTOMSCHRIJVING	2
3.	GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID	5
3.1	Algemeen	5
3.2	Globale bodemgesteldheid	5
3.3	Grondwaterstanden en stijghoogten	5
3.4	Grondparameters	6
4.	DAMWANDADVIES	8
4.1	Berekeningsmethode	8
4.2	Uitgangspunten berekeningen	9
4.3	Berekeningsresultaten	11
4.4	Toetsing vloeimoment	12
4.5	Toetsing vervormingen	13
4.6	Samenvatting	13
5.	UITVOERINGSASPECTEN	14
5.1	Algemeen	14
5.2	Trillings- en geluidhinder	14

BIJLAGEN

A.	GEOTECHNISCH ONDERZOEK
A.1	Rapportage geotechnisch veldwerk (1017-0080-131.R01_v0.1)
A.2	Sonderingen derden
B.	INVOER EN BEREKENINGSRESULTATEN DSHEET PILING
B.1	Doorsnede 1
B.2	Doorsnede 2

1. ALGEMENE TOELICHTING

1.1 Inleiding

Op 16 februari 2018 ontving Fugro van Stadswerf Oostenburg Ontwikkeling te Papendrecht de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek en het uitbrengen van diverse geotechnische en geohydrologische adviezen in het kader van de ontwikkeling van de kavels 7 en 8 op het Oostenburgereiland te Amsterdam.

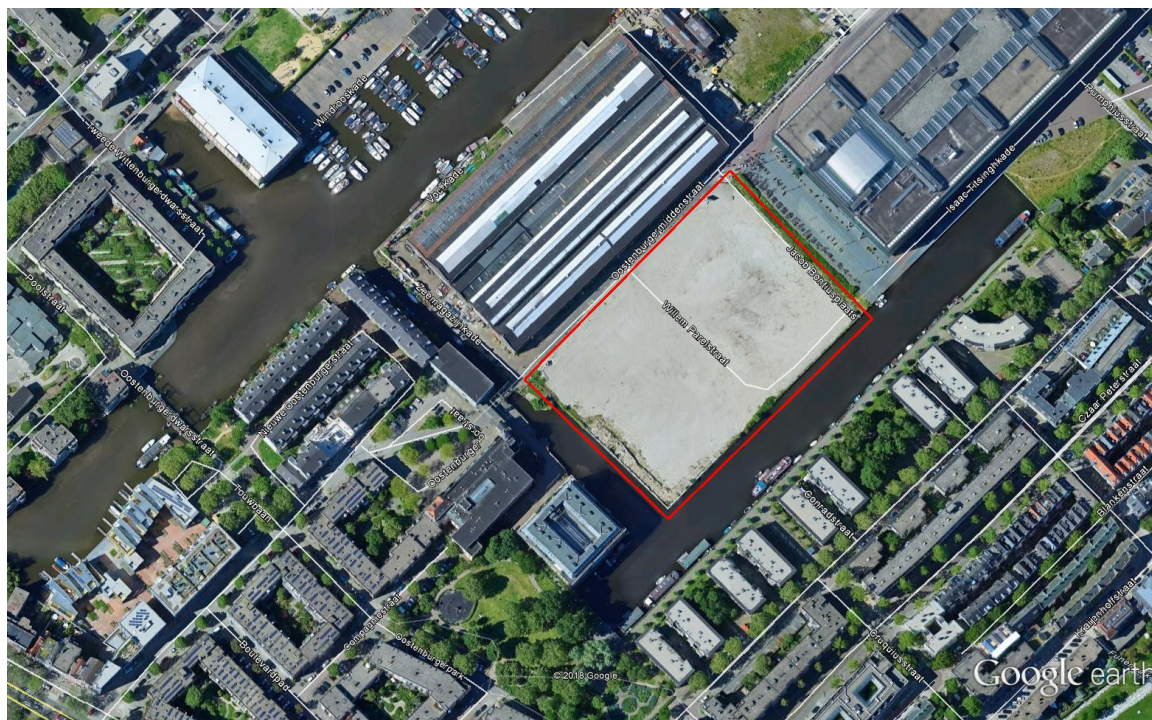
Dit rapport bevat:

- een korte projectomschrijving (hoofdstuk 2);
- een beschrijving van het uitgevoerde geotechnisch onderzoek en de bodemgesteldheid (hoofdstuk 3);
- een damwandadvies voor de in het project benodigde tijdelijke hulpdamwand (hoofdstuk 4);
- aanbevelingen met betrekking tot de uitvoering (hoofdstuk 5).

De resultaten van dit onderzoek zijn gebaseerd op de opdracht en de in het rapport beschreven uitgangspunten. Fugro neemt geen verantwoordelijkheid voor de juistheid van andere dan door ons gerapporteerde conclusies en interpretaties. De gerapporteerde resultaten van het geotechnisch onderzoek mogen slechts worden gehanteerd voor het doel zoals in de opdracht is beschreven. Fugro staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens.

2. PROJECTOMSCHRIJVING

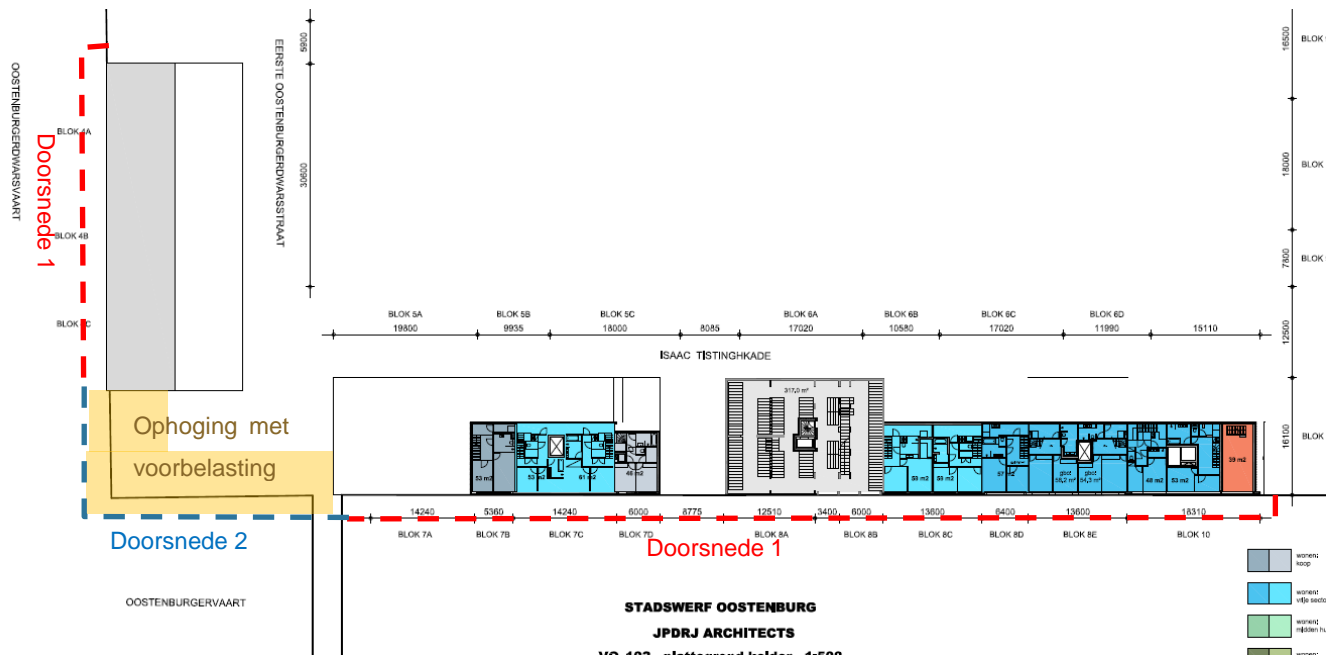
De bouwlocatie is gelegen aan de Oostenburgermiddenstraat te Amsterdam-Oost. De projectlocatie betreft een momenteel braakliggend terrein, dat aan de zuidwest- en zuidoostzijde wordt begrensd door een kanaal, zie figuur 2-1.



Figuur 2-1: Luchtfoto van de projectlocatie, met rood is de projectlocatie aangegeven (bron: Google Earth).

Het plan betreft de bouw van verschillende appartementencomplexen en/of woningen in verschillende bouwblokken, waarvan een aantal zullen worden voorzien van een kelder. Langs het kanaal bevindt zich een kademuur, welke voorafgaand aan de bouw zal worden gesloopt. Om deze kademuur in den droge te kunnen slopen, zal er in het kanaal op enige afstand uit de kade een vrijstaande damwand geplaatst worden. Deze damwand zal later in het project tevens dienstdoen als bouwputbegrenzing bij de aanleg van de kelders van de blokken die aan het water grenzen.

De aanname is gedaan dat de damwand ca. 2,0 m uit de bestaande kademuur in het kanaal zal worden geplaatst. De locatie van de damwand is met een stippellijn weergegeven in figuur 2-2.



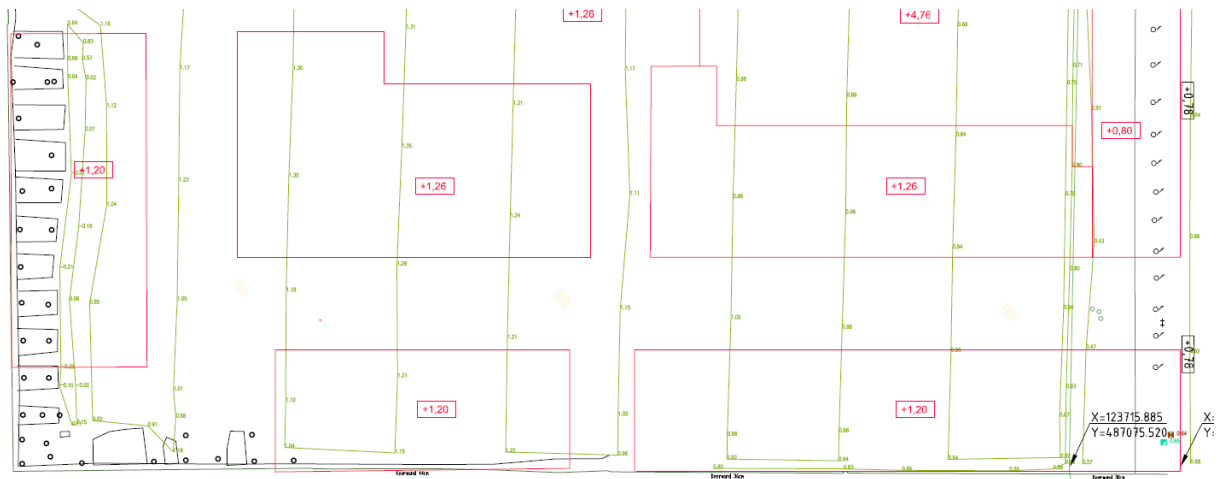
Figuur 2-2: Bovenaanzicht van de projectlocatie, met rood en blauw de locatie van de damwand aangegeven. De locatie van het voor te belasten gebied is aangegeven met geel (bron: 'Stadswerf Oostenburg, VO blok 7, 9 & 10', d.d. 2-2-18, JPDRJ Architects).

Op basis van de informatie uit de onderstaande figuren (PEIL bouwblokken = ca. NAP +1,2 m, uitgaande van een keldervloerdikte van ca. 0,5 m, incl. isolatie en afwerkvloer) kan worden afgeleid dat het aanlegniveau van de kelder zich op ca. NAP -2,0 bevindt. Er wordt geadviseerd om een grondverbetering van ca. 0,5 m van zand aan te brengen onder de kelder. Hiermee wordt het bruto ontgravniveau ca. NAP -2,5 m.

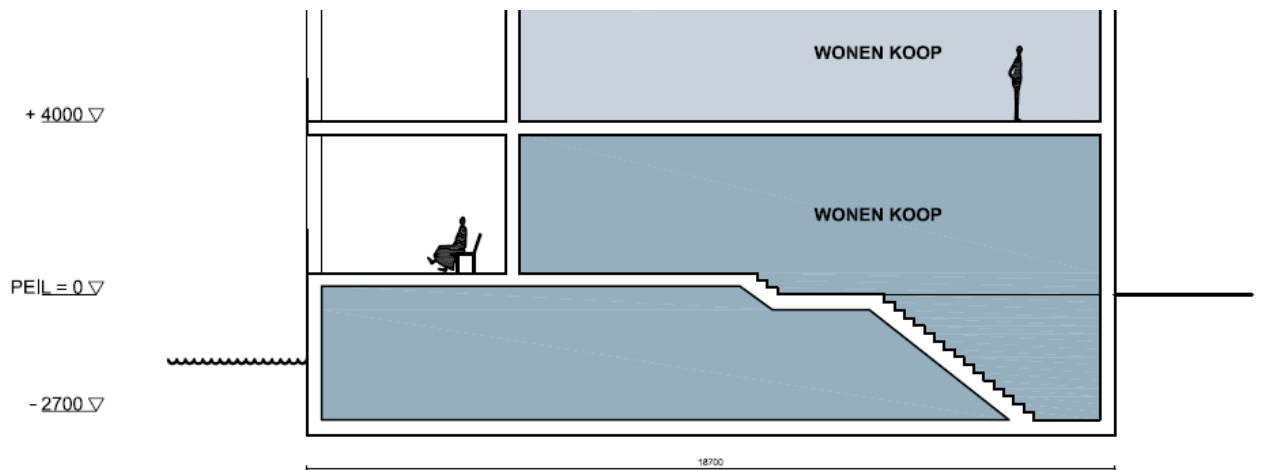
Aangenomen is dat de onderzijde van de nieuwe kademuur, uitgaande van een L-vormige op palen gefundeerde kademuur, niet dieper dan NAP -2,0 m zal komen te liggen. Bij een dieper aanlegniveau wordt de nieuwe kademuur maatgevend voor de hulpdamwand. Tevens is aangenomen dat voor sloop van de bestaande kademuur tot maximaal NAP -2,5 m wordt ontgraven.

Verder kan worden afgeleid dat maatgevende breedte van de kelders (loodrecht op het kanaal gemeten) ca. 18 m bedraagt, zie figuur 2-2 tot en met figuur 2-4.

In het huidige terrein bevinden zich restanten van oude gewelven. Deze zullen worden gesloopt en de holle ruimte onder en tussen de gewelven zal worden opgevuld met zand. Dit zal alleen nodig zijn ter plaatse van de meest zuidelijke hoek, aangegeven met geel in figuur 2-2. Hier komt namelijk geen bebouwing met kelder, maar blijft het maaiveld onbebouwd. De bovenkant van de (maatgevende) tijdelijke extra overhoogte bedraagt ca. NAP +3,0 m. Voor meer informatie over de ophoging met voorbelasting wordt verwezen naar de separaat uitgebrachte indicatieve zettingsanalyse met kenmerk 1017-0080-020_31.R02, d.d. 18 mei 2018.



Figuur 2-3: Bouwpeilen, aangegeven per blok, in m t.o.v. NAP.



Figuur 2-4: Dwarsdoorsnede van de kelders, met links het open water van het kanaal Hoogtematen in mm t.o.v. PEIL (bron: bestand 'SO_BLOK 4.pdf', aangeleverd per e-mail d.d. 18 april 2018).

Bovenstaande gegevens zijn door bbn verstrekt. Voor nadere gegevens omtrent de constructie wordt verwezen naar de berekeningen en tekeningen van de architect en constructeur.

3. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID

3.1 Algemeen

Het geotechnisch onderzoek voor dit project heeft bestaan uit een veldwerkonderzoek, bestaande uit 10 sonderingen. Tevens zijn 2 sonderingen van derden beschikbaar, deze zijn toegevoegd bijlage A.2 bij dit rapport.

De resultaten van het veldwerkonderzoek, eventuele afwijkingen van de opdracht en opmerkingen zijn gepresenteerd in de rapportage in bijlage A.1.

3.2 Globale bodemgesteldheid

De maaiveldniveaus ter plaatse van de sondeerlocaties bedroegen ten tijde van het onderzoek ca. NAP +1,0 m

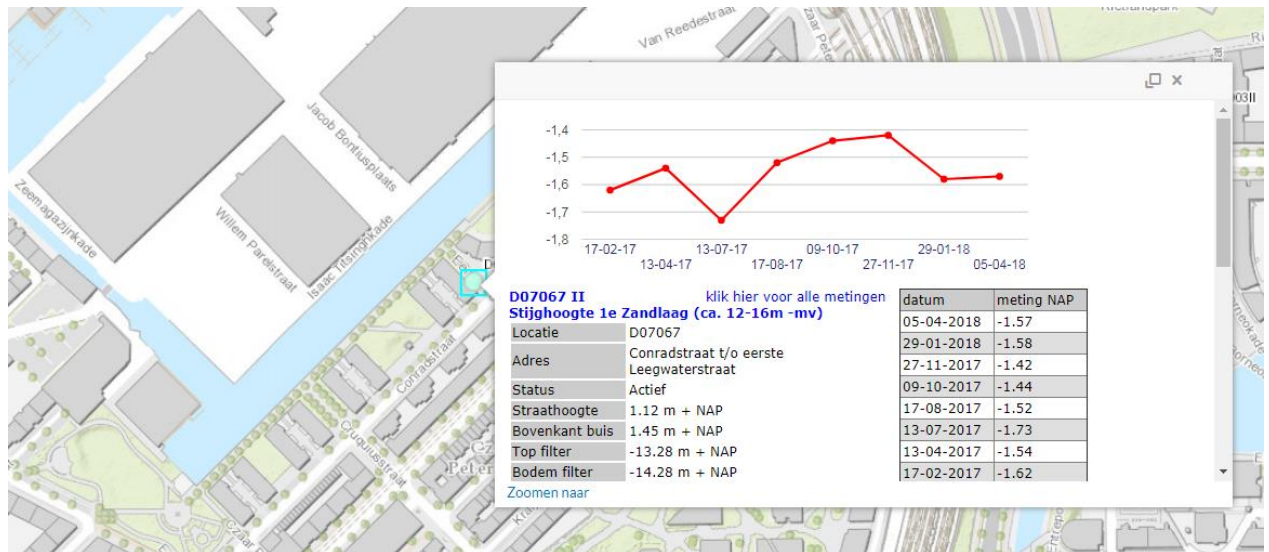
Op basis van het geotechnisch onderzoek kan de bodemgesteldheid globaal worden geschematiseerd zoals in tabel 3.1 is weergegeven. Deze bodembeschrijving is gebaseerd op de sonderingen welke het dichtst bij de kade bevinden.

Tabel 3.1: Globale bodemgesteldheid

Bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	Grondlaag
+ 1,3 à -0,7	ZAND / PUIN (toplaag)
Ca. -1,0	KLEI, sterk humeus
Ca. -2,0	KLEI
Ca. -4,0	VEEN
Ca. -6,5	KLEI, zandig
Ca. -9,0	KLEI
-12,0 à -12,5	BasisVEEN
-12,5 à -13,0	ZAND (1 ^e zandlaag)
Ca. -15,25	ZAND, kleiig
Ca. -16,0	ZAND (2 ^e zandlaag)
Ca. -25,0	Maximaal verkende diepte

3.3 Grondwaterstanden en stijghoogten

Bij de berekeningen is een open waterpeil en freatische grondwaterstand aangehouden van NAP -0,4 m, gelijk aan het stadspeil van Amsterdam. In figuur 3-1 zijn stijghoogtemetingen in de eerste zandlaag in een nabijgelegen peilbuis van Waternet te zien. Op basis van deze metingen is bij de damwandberekeningen een stijghoogte in eerste zandlaag van NAP -1,6 m aangehouden.



Figuur 3-1: Stijghoogtemetingen in de eerste zandlaag in een nabijgelegen peilbuis van Waternet (bron: Waternet).

3.4 Grondparameters

Voor de damwandberekeningen zijn representatieve waarden voor de relevante grondparameters bepaald aan de hand van interpretatie van het beschikbare grondonderzoek, tabel 2.b van NEN 9997-1, CUR-publicatie 166 en de in onze archieven beschikbare informatie. In tabel 3.2 zijn de in de berekeningen gehanteerde geotechnische parameters gegeven.

Tabel 3.2: Karakteristieke waarden grondparameters.

Laag -nr.	Bovenkant laag [m t.o.v. NAP]	Grondlaag	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ [°]	δ [°]	Horizontale beddingconstante [kN/m ³]		
								$k_{h,1}$	$k_{h,2}$	$k_{h,3}$
1	1,0	ZAND / PUIN (toplaag)	17,0	19,0	0	27,5	18,3	4.000	2.000	1.000
2	-1,0	KLEI, sterk humeus	12,5	12,5	2	15,0	0,0	1.200	600	300
3	-2,0	KLEI	15,0	15,0	2	17,5	11,7	1.200	600	300
4	-4,0	VEEN	11,0	11,0	5	15,0	0,0	1.000	500	250
5	-6,5	KLEI, zandig	17,0	17,0	2	25,0	16,7	2.000	1.000	500
6	-9,0	KLEI,	16,0	16,0	3	22,5	15,0	1.500	750	375
7	-12,5	BasisVEEN	12,0	12,0	10	15,0	0,0	1.500	750	375
8	-13,0	ZAND (1 ^e zandlaag)	18,0	20,0	0	32,5	20,0	20.000	10.000	5.000
9	-15,25	ZAND, kleiig	18,0	18,0	2	27,5	18,3	3.000	1.500	750
10	-16,0	ZAND (2 ^e zandlaag)	18,0	20,0	0	32,5	20,0	20.000	10.000	5.000
-	-	Grondverbetering (ZAND) & Ophoging (ZAND)	18,0	20,0	0	30,0	20,0	12.000	6.000	3.000
-	-	KLEI / VEEN (onderwaterberm)	17,0	17,0	2	22,5	0,0	1.000	500	250

Opmerkingen bij de tabel:

- γ en γ_{sat} = volumiek gewicht; sat = verzadigd
- c' = effectieve cohesie
- ϕ = effectieve hoek van inwendige wrijving
- δ = wandwrijvingshoek

Voor een berekening conform CUR Publicatie 166 kan een multi-lineaire veer karakteristiek worden gehanteerd, bestaande uit 3 tussentakken aangeduid met $k_{h,1}$ t/m $k_{h,3}$, waarin:

- $k_{h,1}$ = lage- of hoge waarde voor de horizontale beddingconstante van tak 1
- $k_{h,2}$ = lage- of hoge waarde voor de horizontale beddingconstante van tak 2
- $k_{h,3}$ = lage- of hoge waarde voor de horizontale beddingconstante van tak 3

4. DAMWANDADVIES

4.1 Berekeningsmethode

De damwandberekeningen zijn uitgevoerd conform de norm geotechniek NEN 9997-1, waarbij onderscheid is gemaakt in de uiterste grenstoestanden (UGT en UGT type B) en de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT). Daarnaast is gebruik gemaakt van CUR-publicatie 166.

Bij het bereiken van de UGT is de stabiliteit van de gehele damwandconstructie nog juist gewaarborgd. In een eerder stadium kunnen echter al dusdanige vervormingen van de damwandconstructie en het aangrenzende terrein optreden dat de stabiliteit van de daar aanwezige bouwwerken in gevaar komt. In die situatie is de UGT type B bereikt, die vervolgens een toetsing vereist van de optredende vervormingen aan de voor deze grenstoestand gestelde eisen.

De controle van de bruikbaarheidsgrenstoestand houdt eveneens verband met vervormingen, maar daarbij gaat het om de toetsing van de bruikbaarheid. Bij overschrijding van deze grenstoestand worden de vervormingen van de damwandconstructie en het aangrenzende terrein zodanig groot dat de bruikbaarheid in ernstige mate wordt geschaad. Hierbij moet onder andere worden gedacht aan invloed op belendende bebouwing en hinder voor verkeer en kranen door (ongelijkmatige) zakking van het achter de damwand gelegen terrein.

In het ontwerpstadium staat de controle van de UGT van de stabiliteit van de hoofdwand centraal, namelijk:

- het overschrijden van de passieve weerstand van de damwand (grondbreuk);
- het ontstaan van een vloeioment in de damwandplanken;

Daarnaast worden de vervormingen in de BGT globaal gecontroleerd.

De damwandberekeningen zijn uitgevoerd met het eendimensionaal eindig elementenprogramma DSHEET Piling, waarmee momenten, dwarskrachten en verplaatsingen van een al dan niet (meervoudig) gestempelde of verankerde damwand kunnen worden berekend.

De gronddruk op de damwand wordt in de berekening afhankelijk gesteld van de uitbuiging van de wand. De spanningsrekrelatie van de grond wordt beschreven door een multi-lineaire veerarakteristiek bestaande uit drie tussentakken, aangeduid met $k_{h;1}$, $k_{h;2}$ en $k_{h;3}$.

De volgende berekeningen zijn gemaakt:

- **Berekeningen UGT**

Met rekenwaarden voor de geotechnische- en geometrische parameters, alsmede rekenwaarden voor de buigstijfheid van de damwand en lage rekenwaarden voor de beddingsconstante van de grondlagen wordt een ontwerpberekening uitgevoerd, waarmee de minimale inbeddingsdiepte wordt bepaald.

De minimale inbeddingsdiepte kan echter ook beïnvloed worden door andere factoren, zoals de verticale draagkracht, geohydrologische omstandigheden en/of het beschikbare damwandprofiel.

Vervolgens worden gevoeligheidsberekeningen uitgevoerd met *lage* en *hoge* rekenwaarden voor de beddingsconstanten en wordt de inbeddingsdiepte geoptimaliseerd. Met deze berekeningen worden tevens eventuele onzekerheden in de buigstijfheid van de wand verwerkt. Ook wordt de grondwaterstand aan de lage zijde gevarieerd. De hier genoemde berekeningen zijn de berekeningen 1 t/m 4 volgens tabel 9.d van NEN 9997-1.

■ **Berekening BGT**

Tenslotte worden de berekeningen uitgevoerd met karakteristieke waarden van de geotechnische- en geometrische parameters. Hiermee kan een goede indruk worden verkregen van de te verwachten uitbuiging. Behalve voor de gebruikstoestand, wordt deze berekening ook gebruikt voor de toetsing van de uiterste grenstoestand, door een belastingsfactor van 1,2 op het moment, en de snedekrachten te zetten (berekening 5 volgens tabel 9.d van NEN 9997-1).

■ **Maatgevende waarden**

De maatgevende rekenwaarden van moment $M_{s;d}$ en dwarskracht $D_{s;d}$ van de bovengenoemde berekeningen 1 t/m 5 dienen getoetst te worden aan de rekenwaarde van de sterkte van de plank volgens materiaalgebonden normen. Voor de toetsing van de rekenwaarde van de stempel P_d , indien van toepassing, worden additionele partiële factoren gebruikt, onder andere vanwege het feit dat bij vloeï of breuk het stempel of anker volledig uitvalt.

4.2 Uitgangspunten berekeningen

Veiligheidsklasse

Conform B3.1 en tabel B1 in NEN-EN 1990 is de constructie, gezien de middelmatige gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, de aanzienlijke economische gevolgen, sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving, ingedeeld in veiligheidsklasse RC2.

Aangehouden doorsneden

In dit damwandadvies zijn twee doorsneden beschouwd, zie figuur 2-2. Doorsnede 1 betreft de vrijstaande damwand, doorsnede 2 betreft de doorsnede ter plaatse van de voorbelasting met tijdelijke extra overhoogte.

Damwandprofiel

Gezien de tijdelijke aard van de damwand is geen rekening gehouden met dikteverlies door corrosie.

Bouwfasen

In de berekeningen zijn de volgende bouwfasen beschouwd:

- bouwfase 1:
aanbrengen tijdelijke damwand.
- bouwfase 2:
slopen van oude kademuur
en bij doorsnede 1: ontgraven bouwput voor aanleg kelder.
- bouwfase 3:
eventueel aanmeren van werkpontons verdisconteerd door horizontale belasting ter hoogte van bovenkant damwand.
- bouwfase 4 (alleen bij doorsnede 2):
aanbrengen ophoging met tijdelijke extra overhoogte, in combinatie met aanmeren werkpontons.

Geometrie

Er zijn op dit moment geen dwarsprofielen met het verloop van de onderwaterbodem beschikbaar. In de berekeningen is aangenomen dat een onderwaterberm aanwezig is. De aangenomen afmetingen (buiten de damwand) bedragen:

- van 0,0 tot 0,5 m uit de damwand: NAP -0,9 m;
- van 0,5 tot 8,0 m uit de damwand onder 1:3 (v:h) verlopend van NAP -0,9 naar -3,4 m;
- vanaf 8,0 m verder vlak lopend op NAP -3,4 m (3,0 m waterdiepte).

Aangeraden wordt dit uitgangspunt tijdig te controleren door enkele profielinmetingen. Opgemerkt wordt dat een diepere ligging van de onderwaterbodem in het geval van de vrijstaande damwand ter plaatse van doorsnede 1 een lagere belasting van de damwand inhoudt. Bij doorsnede 2, ter plaatse van de ophoging met voorbelasting, is een diepere bodemligging dan nu is aangenomen ongunstig.

Ter plaatse van doorsnede 2 zal aan de landzijde lokaal tot maximaal NAP – 2,5 m worden ontgraven in verband met de sloop van de bestaande kademuur. Het zou te conservatief zijn om over de volle breedte van het aangevulde gebied met een zandaanvulling vanaf NAP – 2,5 m tot NAP + 3,0 m rekening te houden, aanzien de zandaanvulling slechts plaatselijk de maximale dikte zal hebben. Om deze reden is een zandaanvulling in rekening gebracht vanaf het gemiddelde van het verwachte maaiveld onder de gewelven (NAP + 0,0 m) en het maximale ontgravingsniveau (NAP – 2,5 m), ofwel vanaf NAP – 1,25 m.

Door het aanbrengen van de zandaanvulling zullen in de samendrukbare bodemlagen wateroverspanningen ontstaan. Door de verticale drainage zullen die relatief snel afstromen. Gerekend is met een wateroverspanning aan de landzijde van 10 kPa, ofwel ca. 20 % van het gewicht van zandophoging.

Het talud aan de waterzijde bedraagt 1 verticaal op 2 horizontaal.

Bovenbelastingen en horizontale belasting

Er is geen rekening gehouden met bovenbelastingen achter de damwand.

In verband met het mogelijk afmeren van schepen of pontons aan de damwand is er rekening gehouden met een horizontale belasting aan de bovenzijde van de damwand van 10 kN/m in de BGT of 15 kN/m in de UGT. Indien er in de praktijk sprake zal zijn van hogere belastingen, dient de damwand hier opnieuw op te worden getoetst. Er kan een strijkgording worden toegepast om mogelijke puntbelastingen gelijkmatig over de damwand te verdelen.

Geohydrologische aspecten

Opgemerkt wordt dat er tijdens de sloop van de bestaande kade en de aanleg van de nieuwe kademuur zeer waarschijnlijk geen sprake zal zijn van een gesloten bouwput (er wordt geen damwand aan de landzijde geplaatst).

Aan de landzijde dient de freatische grondwaterstand met een bemaling te worden verlaagd. Voor de stabiliteit van de vrijstaande damwand en het ontgravingsniveau is het tevens nodig dat de waterspanningen in de, hier relatief slecht ontwikkelde, wadafzettingen tussen NAP -6,5 en -9,0 m, met ontlastbronnen of mogelijk een lichte spanningsbemaling worden verlaagd tot NAP -2,2 m.

De opzet van bovengenoemde bemaling dient in een bemalingsadvies nader te worden uitgewerkt.

Berekeningsschema (9.7.1(h) van NEN 9997-1)

De berekeningen zijn gemaakt volgens schema A, dat wil zeggen dat in alle bouwfases rekenwaarden van de parameters zijn gebruikt.

4.3 Berekeningsresultaten

In tabel 4.1 zijn de uitgangspunten en berekeningsresultaten voor doorsnede 1 en 2 gepresenteerd. De berekeningsresultaten zijn tevens grafisch gepresenteerd in bijlage B.

Tabel 4.1: Maatgevende rekenwaarden en uitgangspunten voor toetsing UGT en BGT.

Doorsnede	Eenheid	1 Vrijstaande damwand t.p.v. kelders	2 Vrijstaande damwand ter plaatse van ophoging
Damwandprofiel	-	AZ 26 of gelijkwaardig	AZ 48-700 of gelijkwaardig
Staalkwaliteit	-	S240	S240
Niveau bovenzijde damwand	ca. m NAP	+0,5	+0,5
Inbeddingsdiepte	ca. m NAP	-14,0	-15,5
Lengte	m	14,5	16,0
rekenwaarde opneembaar buigend moment $M_{r,d}$ (UGT)	kNm/m ¹	624	1141
Bodemniveau kanaal	m NAP	-3,4	-3,4
Ontgravingsniveau (onderkant grondverbetering)	m NAP	-2,5	n.v.t.
Bovenkant ophoging	m NAP	n.v.t.	+3,0
rekenwaarde optredend buigend moment $M_{s,d}$ (UGT)	kNm/m ¹	266 (fase 2) 410 (fase 3)	260 (fase 2) 377 (fase 3) 1067 (fase 4)
maximum uitbuiging u_{\max} (BGT)	mm	117 (fase 2, richting bouwput) 166 (fase 3, richting bouwput) ¹⁾	50 (fase 2, richting bouwput) 68 (fase 3, richting bouwput) 144 (fase 4, richting kanaal)

Opmerking bij de tabel

1) Extra uitbuiging ten gevolge van in acht genomen aanmeerbelasting bedraagt ca. 0,05 m

4.4 Toetsing vloeimoment

Conform 9.7.1(l, m en n) van NEN 9997-1 dienen momenten en krachten in de constructie te worden getoetst aan de materiaal gebonden normen NEN-EN 1993 (staalconstructies).

Momenten

Voor de momenten moet worden voldaan aan:

$$M_{s,d} < M_{r,d}$$

waarin:

$$M_{r,d} = \text{rekenwaarde van het vloeimoment} = M_{r,rep} / \gamma_m$$

$$M_{r,rep} = \text{representatieve waarde van het vloeimoment}$$

$$\gamma_m = 1,0 \text{ (staal)}$$

In tabel 4.1 zijn per doorsnede de rekenwaarde van het maximum opneembare moment $M_{r,d}$ en het optredende moment $M_{s,d}$ genoemd. In alle gevallen geldt vergelijking 4.1, dus aan de sterkte-eis wat betreft moment is voldaan.

4.5 Toetsing vervormingen

Bij de controle op vervormingen conform 9.7.1(s) van NEN 9997-1 dient aan de eisen in 9.8 van NEN 9997-1 te worden voldaan. De vervormingseis is als volgt:

$$u_{max} \leq u_{req}$$

waarin:

u_{req} = maximaal toelaatbare uitbuiging in de BGT

u_{max} = optredende uitbuiging in de BGT

De berekende waarde van u_{max} is groter dan de maximale waarde die normaal gesproken voor damwanden in bebouwde omgeving wordt gehanteerd. In dit geval lijkt de te verwachten uitbuiging van ca. 0,15 m voor de vrijstaande damwand acceptabel, aangezien deze zich in het water bevindt (ter plaatse van doorsnede 1) of langs een tijdelijke voorbelasting (ter plaatse van doorsnede 2).

4.6 Samenvatting

Uit de berekeningsresultaten voor dit project kan worden geconcludeerd dat een damwandconstructie bestaande uit damwanden zoals beschreven in tabel 4.1 voldoet.

Voor de berekende waarden van krachten en vervormingen wordt verwezen naar de voorgaande paragrafen.

Opgemerkt wordt dat de gehanteerde uitgangspunten (zoals ontgravingsdiepte) en vervormingseisen dienen te worden geverifieerd door de opdrachtgever.

Fugro is niet verantwoordelijk voor door derden uitgevoerde detailberekeningen van de gehele damwandconstructie. Als bij de detailberekeningen afwijkende uitgangspunten worden gehanteerd, dient ook de hier gerapporteerde berekening te worden herzien.

5. UITVOERINGSASPECTEN

5.1 Algemeen

Damwanden kunnen heidend, trillend of drukkend op diepte worden gebracht. De wijze waarop de damwandplanken kunnen worden aangebracht en eventueel verwijderd is sterk afhankelijk van de bodemopbouw, de kwaliteit van de belendende bebouwing en de wijze waarop deze is gefundeerd, de aanwezigheid van kabels en leidingen en de bereikbaarheid van de locatie voor bouwmaterieel. De mogelijkheid om planken schadevrij in de grond te brengen is globaal getoetst aan de richtlijnen van NVAF (*Schadevrij installeren van stalen damwand in Nederland*) opgenomen in bijlage B van CUR-publicatie 166 Deel 1. Deze toets geeft geen beoordeling van mogelijke schade aan belendingen. Binnen onze opdrachtverlening is geen ruimte om op deze aspecten nader in te gaan. Desgewenst kunnen wij u hierin nader adviseren. Verder wordt verwezen naar NEN-EN 12063, de Europese norm voor de uitvoering van damwand en.

Het trekken van de damwanden dient zodanig te geschieden dat zo min mogelijk grond wordt opgehaald. Geadviseerd wordt de profielen voor het trekken enigszins los te wrikken.

5.2 Trillings- en geluidhinder

In het kader van het Bouwbesluit 2012 kan een toets op trilling- en geluidhinder noodzakelijk zijn. De toets op geluidhinder is met name van belang als sprake is van belendende woningen, scholen en ziekenhuizen.

Trillingen

Heidend of trillend inbrengen van damwanden brengt trillingen in de bodem die uitdempen naarmate de afstand tot de trillingsbron toeneemt. Deze trillingen kunnen schadelijk zijn voor belendingen, hinderlijk zijn voor personen in de belendingen en/of storing geven van in de belendingen opgestelde trillingsgevoelige apparatuur. De grootte van de optredende trillingen en vervormingen alsmede eventuele schadelijke gevolgen zijn onder andere afhankelijk van

- de afstand;
- het energieniveau / slagkracht en de aard van de trillingsbron.

In een later stadium van dit project zal door Fugro een trillingsrisicoanalyse worden opgesteld, waarmee inzicht wordt verkregen in de te verwachten trillingsniveaus en de invloed hiervan op gebouwen, personen en apparatuur. De analyse wordt opgesteld conform de berekeningsmethodiek zoals deze is opgenomen in de CUR 166 "*Damwandconstructies*". De geprognosticeerde intensiteiten worden getoetst aan de grenswaarden uit de SBR richtlijnen (A, B en/of C).

Desgewenst kunnen door Fugro tijdens de bouwactiviteiten de trillingen worden gemeten en op basis van de SBR richtlijnen (A, B en/of C) worden getoetst.

In dit kader wordt opgemerkt dat de zettingen achter de damwand door intrillen, heien of trekken over het algemeen groter zijn dan de zettingen door uitbuiging van de damwand. Desgewenst kan deze invloed op achterliggende constructies nader worden geanalyseerd.

Trillingen in de ondergrond kunnen worden beperkt door de toepassing van een hoogfrequent trilblok met variabel moment.

Trillingen kunnen worden voorkomen door de damwanden drukkend op diepte te brengen (b.v. met de Silent Piler Methode).

Geluid

Door de bouwactiviteiten wordt geluid geproduceerd, dat mogelijk tot overlast in de omgeving kan leiden. De invloed van het geluid bij de belendingen is afhankelijk van onder meer de afstand tussen de geluidbron en de ontvanger en de meteorologische omstandigheden.

Desgewenst kan door Fugro een geluidsprognose (bouwlawaai) worden opgesteld, waarmee inzicht wordt verkregen in de te verwachten geluidsniveaus. De analyse wordt opgesteld conform het handboek "*Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai*" van VROM. De geprognosticeerde geluidbelastingen worden getoetst aan de waarden uit de Circulaire bouwlawaai 2010.

Desgewenst kunnen door Fugro tijdens de bouwactiviteiten geluidmetingen worden verricht en op basis van de '*Circulaire Bouwlawaai 2010*' worden getoetst.

BIJLAGEN

A. GEOTECHNISCH ONDERZOEK

A.1 Rapportage geotechnisch veldwerk (1017-0080-131.R01_v0.1)

A.2 Sonderingen derden

B. INVOER EN BEREKENINGSRESULTATEN DSHEET PILING

B.1 Doorsnede 1

B.2 Doorsnede 2

A. GEOTECHNISCH ONDERZOEK

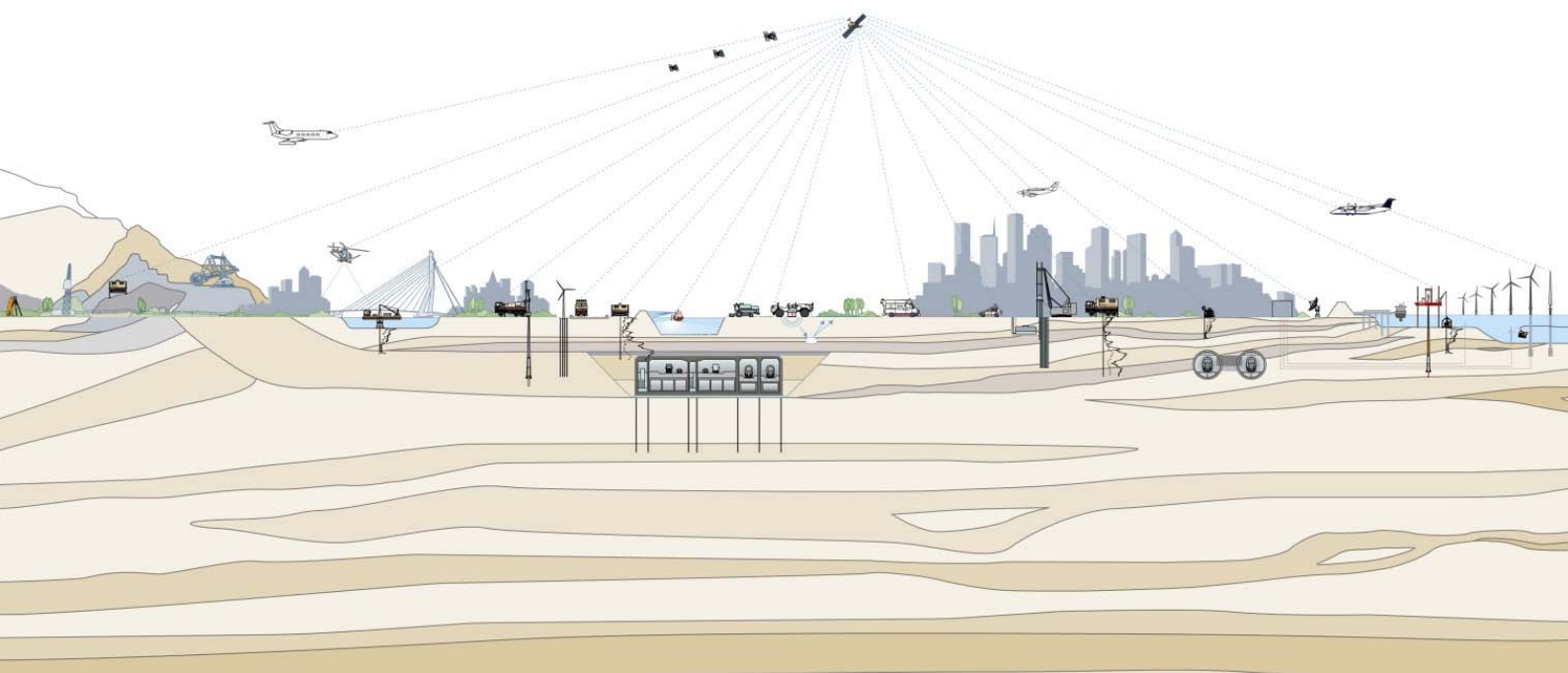
A.1 RAPPORTAGE GEOTECHNISCH VELDWERK (1017-0080-131.R01_V0.1)

Geotechnisch onderzoek
Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam

Document Nr.: 1017-0080-131

Versie: 0.1

Datum: 21 maart 2018



Opdrachtgever Stadsverf Oostenburg Ontwikkeling B.V.
 Veerweg 165
 3351 HC Papendrecht

Opdrachtnemer Fugro NL Land B.V.
 Prismastraat 2
 2631 RT Nootdorp
 T 070 31 11333

Projectleider B. Scheepers

Versiebeheer

0.1	Initiële versie	LMU	RFE	BSS	21-03-2018
Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum

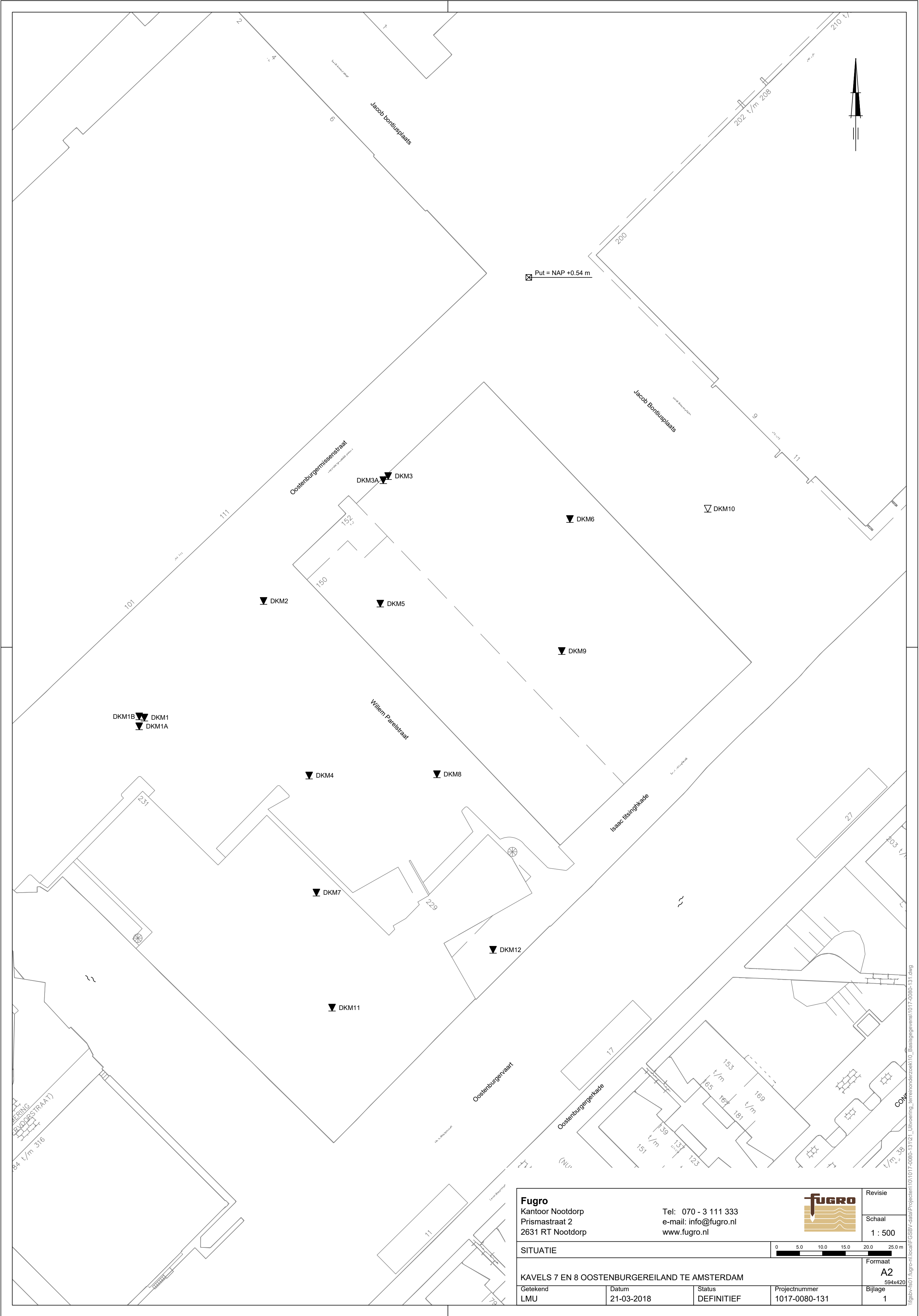
INHOUDSOPGAVE

- 1. RAPPORTAGE OVERZICHT**
- 2. SITUATIETEKENING**
- 3. ONDERZOEKSDATA**
- 4. TOELICHTING GEOTECHNISCH ONDERZOEK**
- 5. CONTINUE ELEKTRISCH SONDEREN**
- 6. LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN**

RAPPORTAGE OVERZICHT

Projectomschrijving: Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Projectnummer: 1017-0080-131

Naam	RD Coördinaten (m)		Hoogte (m) t.o.v. NAP	Grondwater- stand (m) t.o.v. NAP	Opmerking
	X	Y			
DKM1	123573.6	487066.8	+1.21		Gestaakt, obstakel(s)
DKM1A	123572.4	487064.8	+1.20		Gestaakt, obstakel(s)
DKM1B	123572.4	487067.0	+1.19		
DKM2	123599.6	487092.2	+0.92		
DKM3	123626.7	487119.4	+0.82		Gestaakt, obstakel(s)
DKM3A	123625.7	487118.5	+0.82		
DKM4	123609.5	487054.1	+1.29		
DKM5	123625.0	487091.6	+0.91		
DKM6	123666.4	487110.1	+0.67		
DKM7	123611.1	487028.6	+1.29		
DKM8	123637.4	487054.4	+1.21		
DKM9	123664.6	487081.3	+1.00		
DKM10					Niet uitgevoerd, volgt in nieuwe fase
DKM11	123614.5	487003.5	+1.01		
DKM12	123649.6	487016.1	+1.14		
Put	123657.4	487162.7	+0.54		
					Geen grondwaterstand gepeild



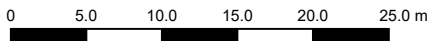
Fugro
Kantoor Nootdorp
Prismastraat 2
2631 RT Nootdorp

Tel: 070 - 3 111 333
e-mail: info@fugro.nl
www.fugro.nl



Revisie
Schaal
1 : 500

SITUATIE



KAVELS 7 EN 8 OOSTENBURGEREILAND TE AMSTERDAM

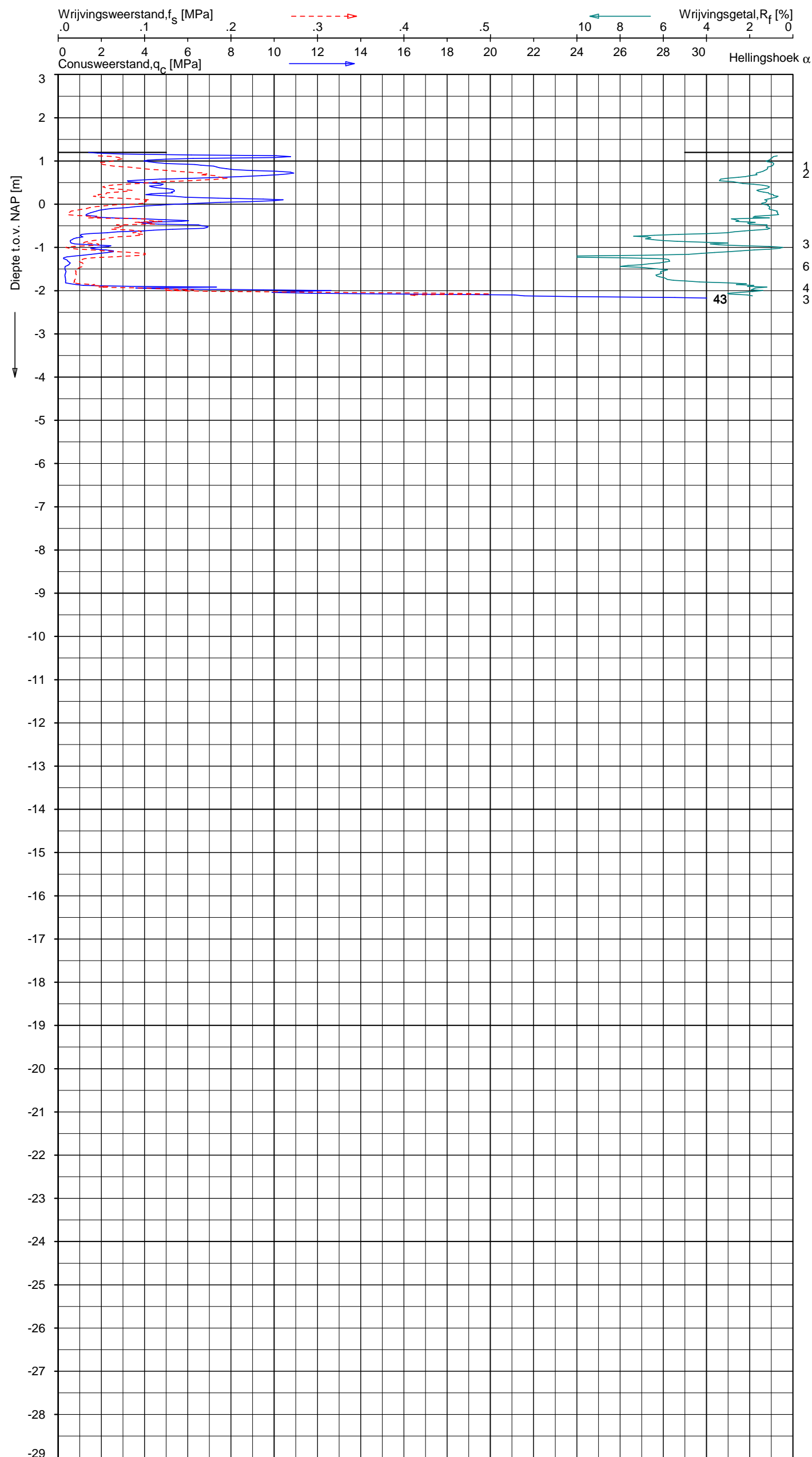
Formaat
A2
594x420

Getekend LMU	Datum 21-03-2018	Status DEFINITIEF	Projectnummer 1017-0080-131	Bijlage 1
-----------------	---------------------	----------------------	--------------------------------	--------------

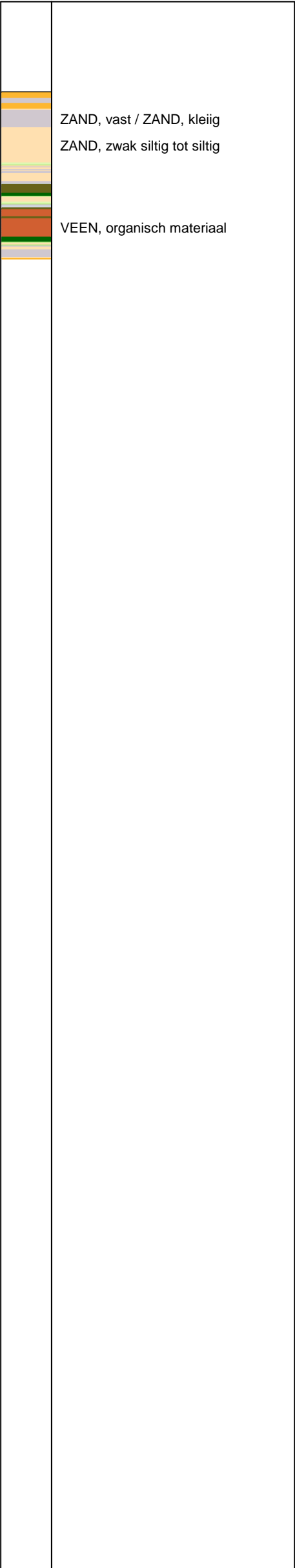
V:\gsbv-fs01\Fugro-nl\local\FGSBV-data\Projecten\101017-0080-131\21_Uitvoering_Terrainonderzoek\10_Basisgegevens\1017-0080-131.dwg



	ZAND tot ZAND, grindig
	ZAND, vast / ZAND, kleiig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	VEEN, organisch materiaal



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

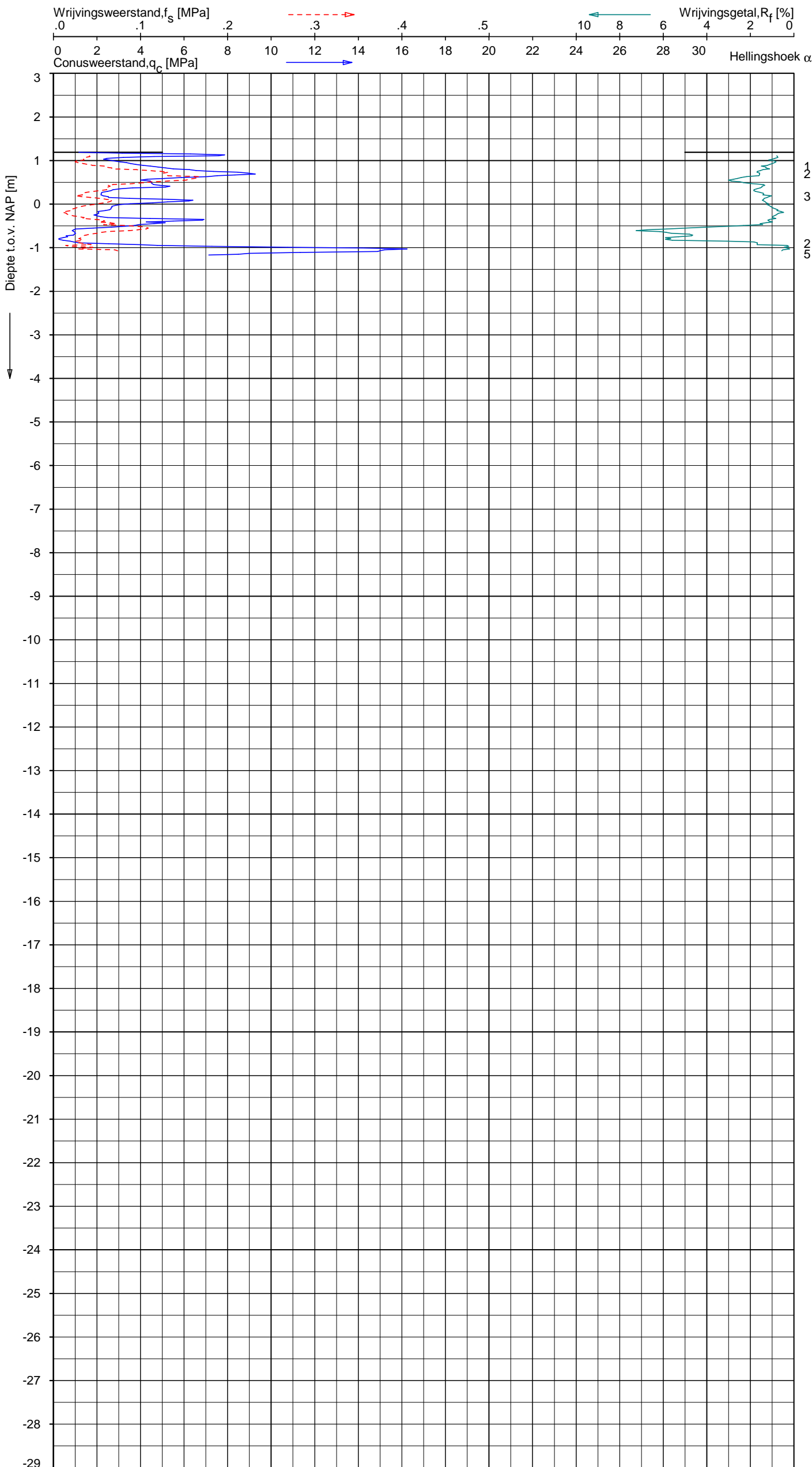


Opg. : DRD d.d. 16-mrt-2018 Coord.: X= 123572.4 m Y= 487064.8 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : LMURENAITE d.d. 21-mrt-2018 MV = NAP +1.20 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1817 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

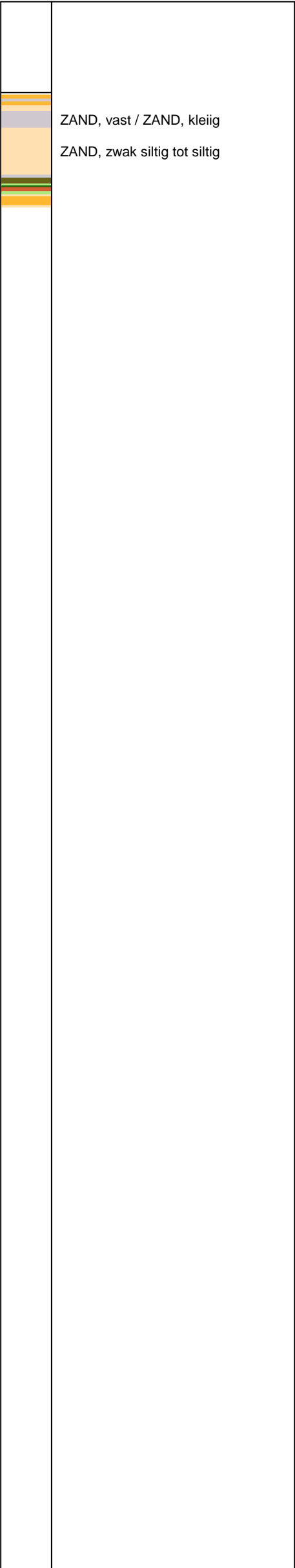
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

KAVELS 7 EN 8 OOSTENBURGEREILAND TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0080-131
Sond. DKM1A



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

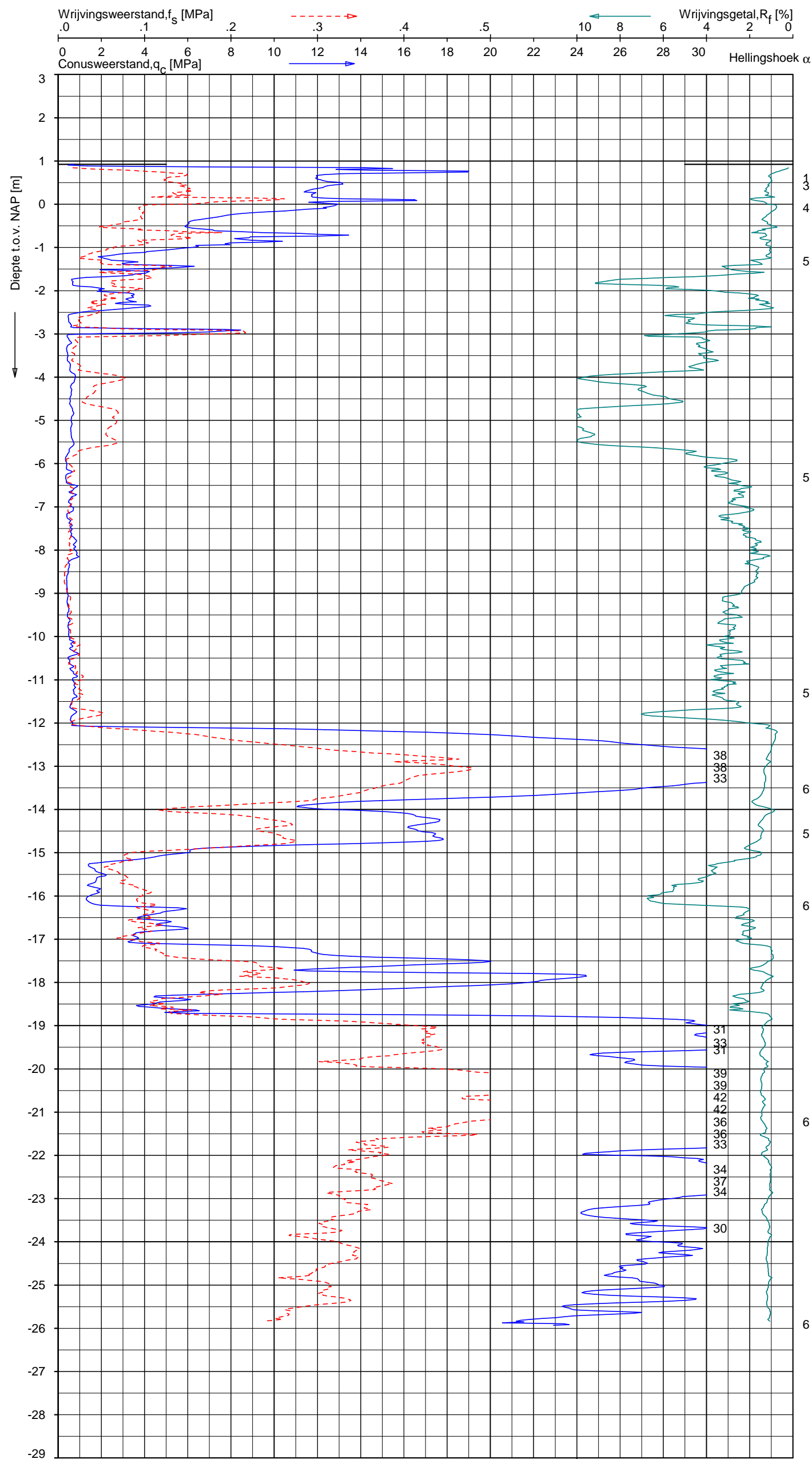


Opg. : DRD d.d. 16-mrt-2018 Coord.: X= 123572.4 m Y= 487067.0 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : L.MURENAITE d.d. 21-mrt-2018 MV = NAP +1.19 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1817 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

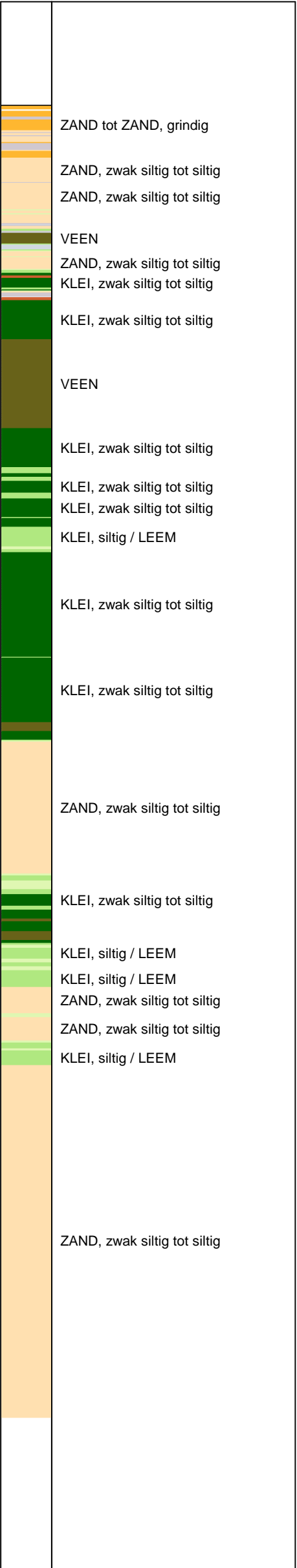
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

KAVELS 7 EN 8 OOSTENBURGEREILAND TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0080-131
Sond. DKM1B



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

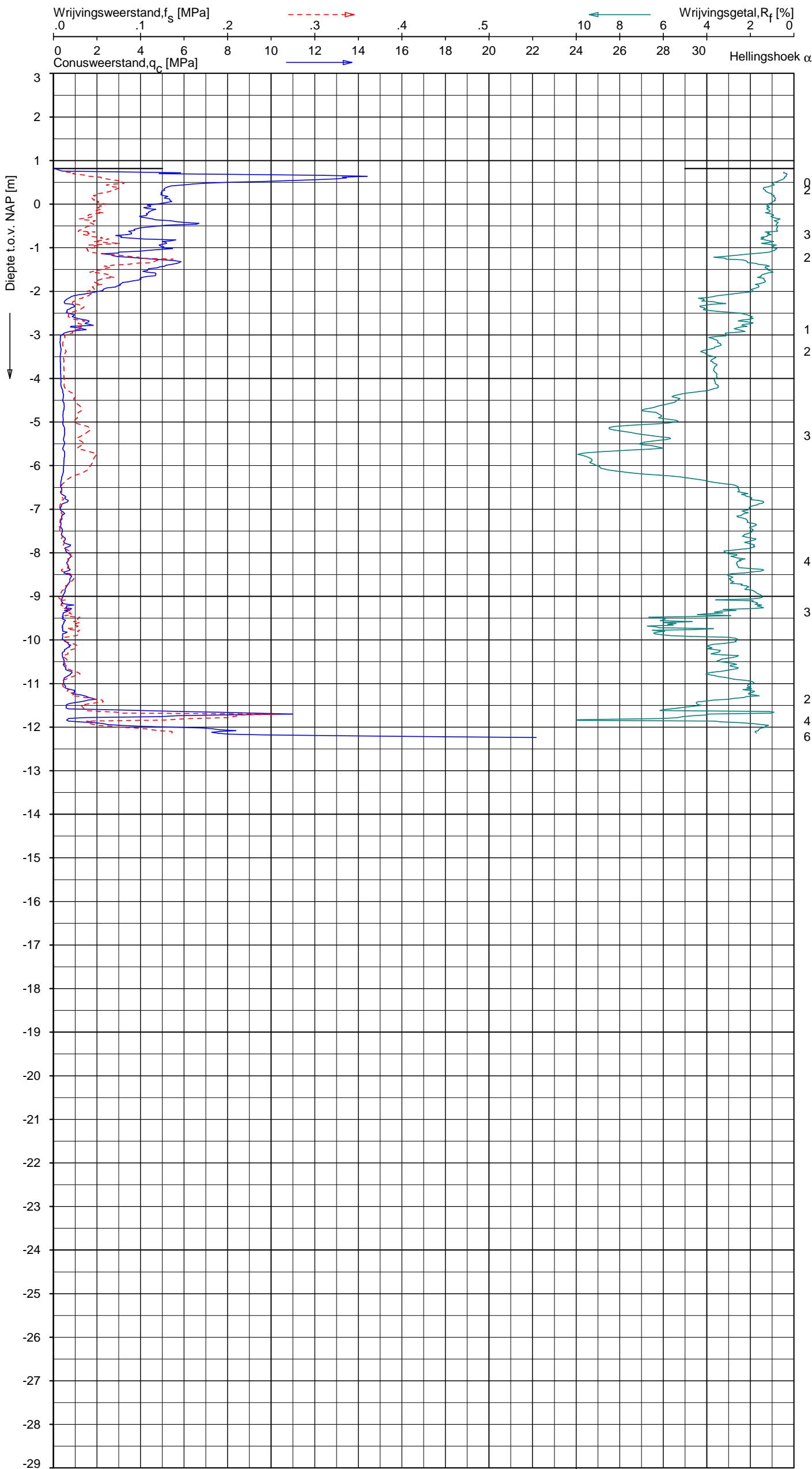


Opg.: DRD d.d. 16-mrt-2018 Coord.: X=123599.6 m Y=487092.2 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: L.MURENAITE d.d. 21-mrt-2018 MV = NAP +0.92 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1817 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

KAVELS 7 EN 8 OOSTENBURGEREILAND TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0080-131
Sond. DKM2



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

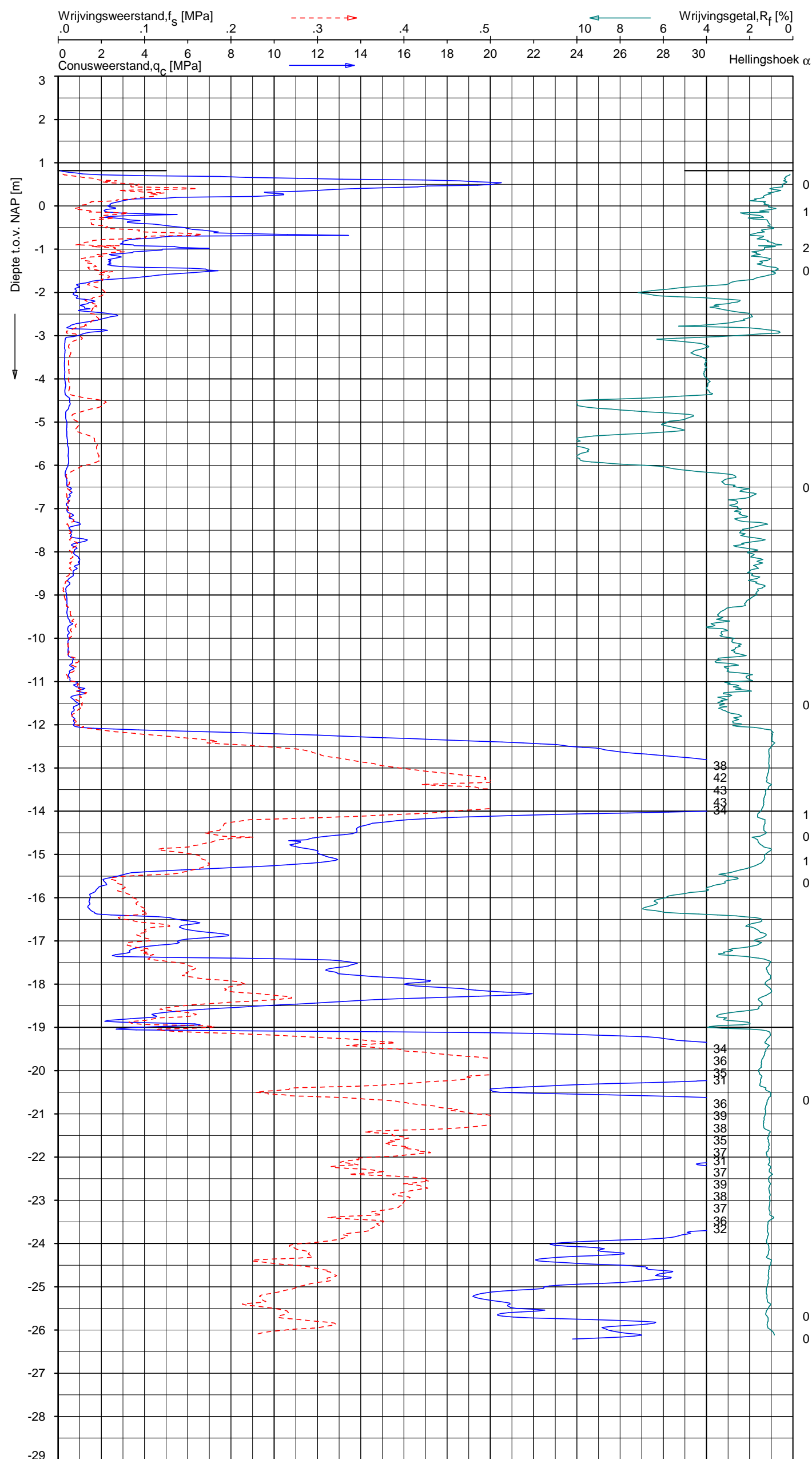
	ZAND tot ZAND, grindig
2	ZAND, zwak siltig tot siltig
3	ZAND, zwak siltig tot siltig
2	ZAND, zwak siltig tot siltig
1	
2	KLEI, zwak siltig tot siltig
3	VEEN, organisch materiaal
	VEEN, organisch materiaal
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
4	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
3	
	KLEI, zwak siltig tot siltig
2	
4	
6	

Opg. : DRD d.d. 16-mrt-2018 Coord.: X= 123626.7 m Y= 487119.4 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : L.MURENAITE d.d. 22-mrt-2018 MV = NAP +0.82 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1817 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

KAVELS 7 EN 8 OOSTENBURGEREILAND TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0080-131
Sond. DKM3



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



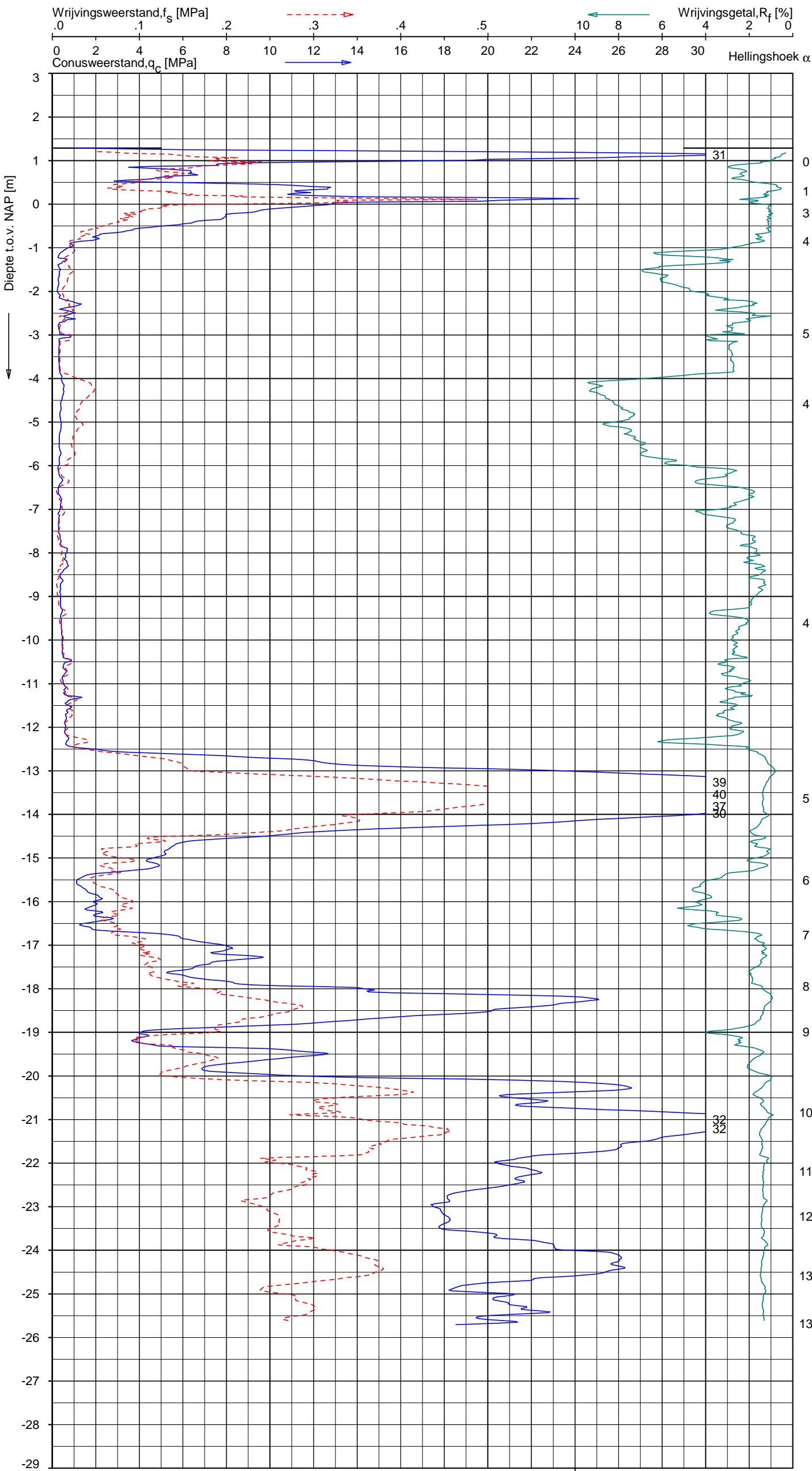
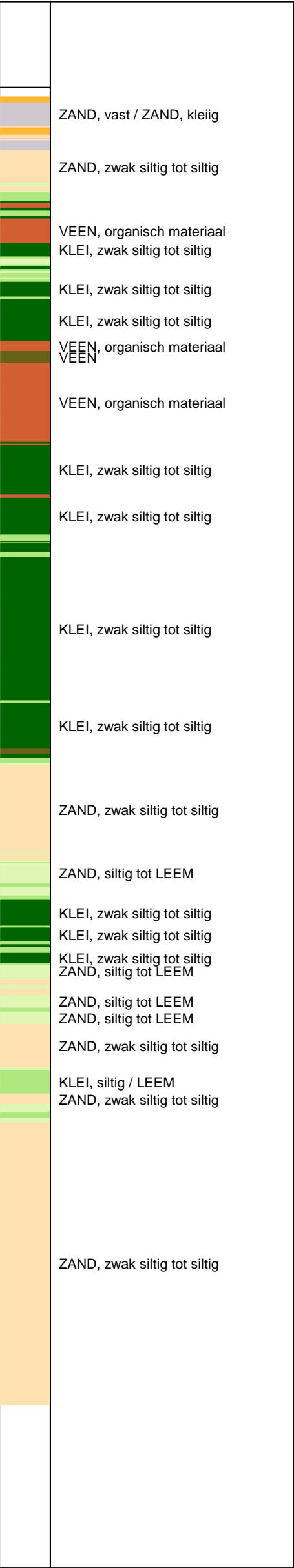
Opg.: DRD d.d. 16-mrt-2018 Coord.: X=123625.7 m Y=487118.5 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: UNISTART d.d. 21-mrt-2018 MV = NAP +0.82 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1817 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conus type: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

KAVELS 7 EN 8 OOSTENBURGEREILAND TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0080-131
Sond. DKM3A

Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

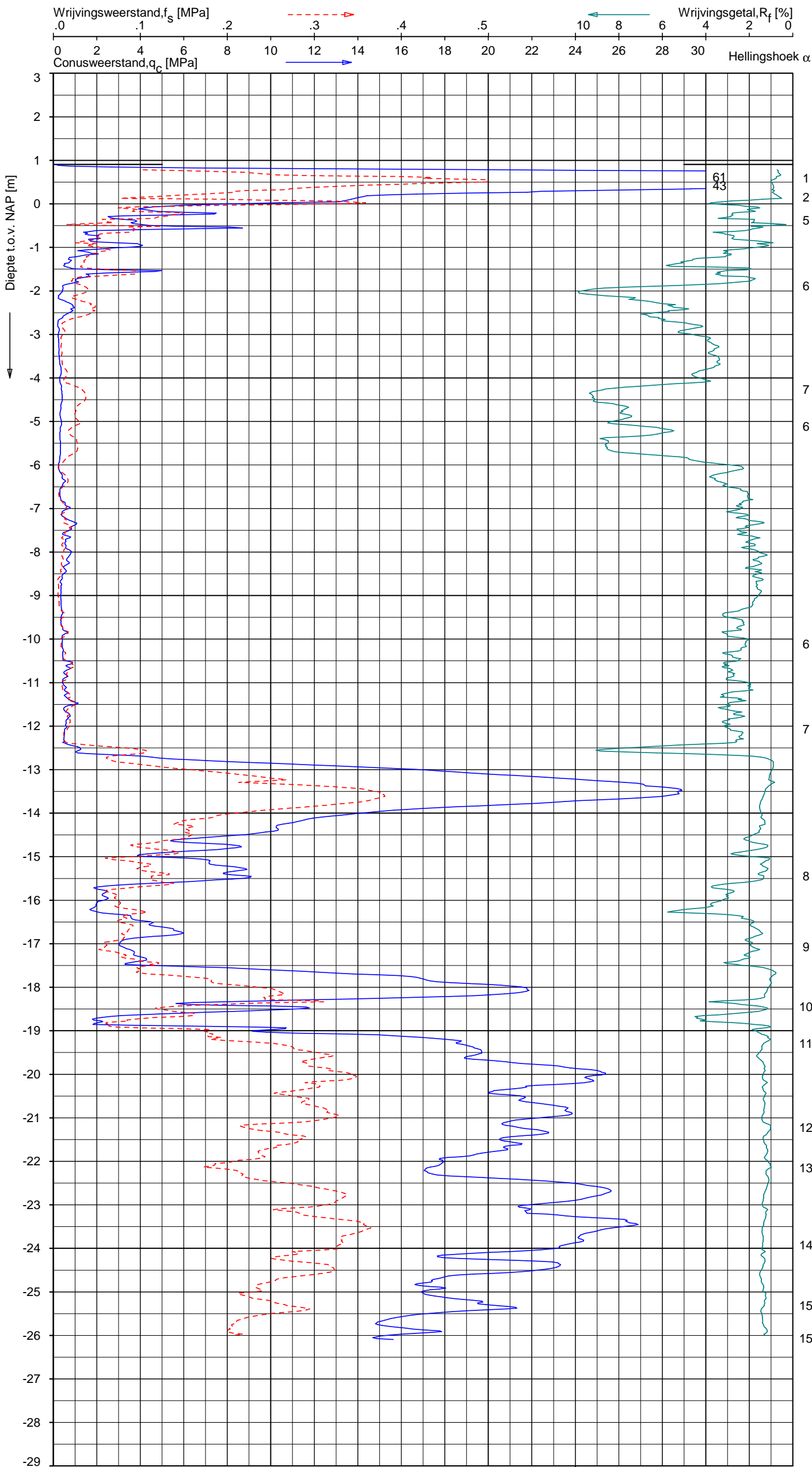


Opg.: DRD d.d. 19-mrt-2018 Coord.: X= 123609.5 m Y= 487054.1 m Systeem: RD
Get.: L.MURENAITE d.d. 22-mrt-2018 MV = NAP +1.29 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1817
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

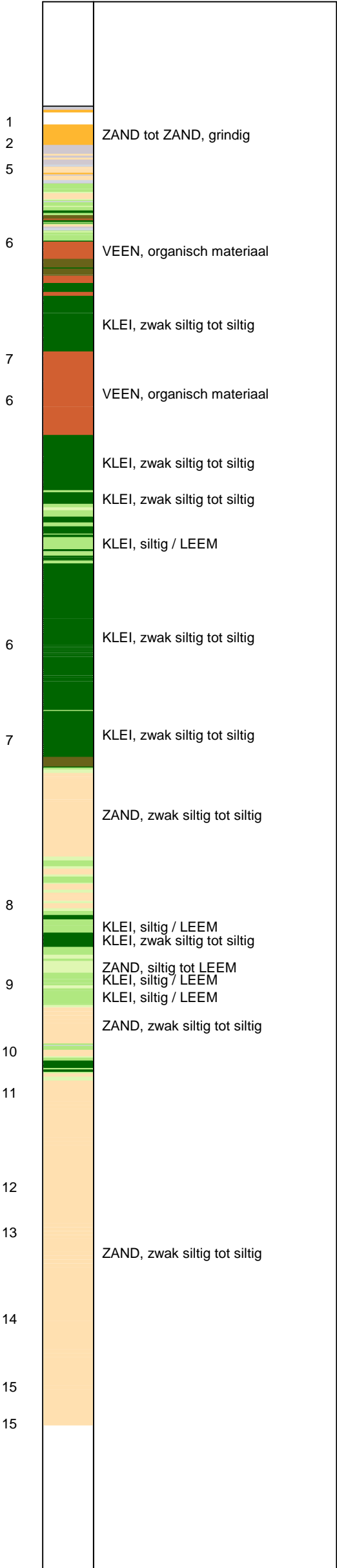
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

KAVELS 7 EN 8 OOSTENBURGEREILAND TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0080-131
Sond. DKM4



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



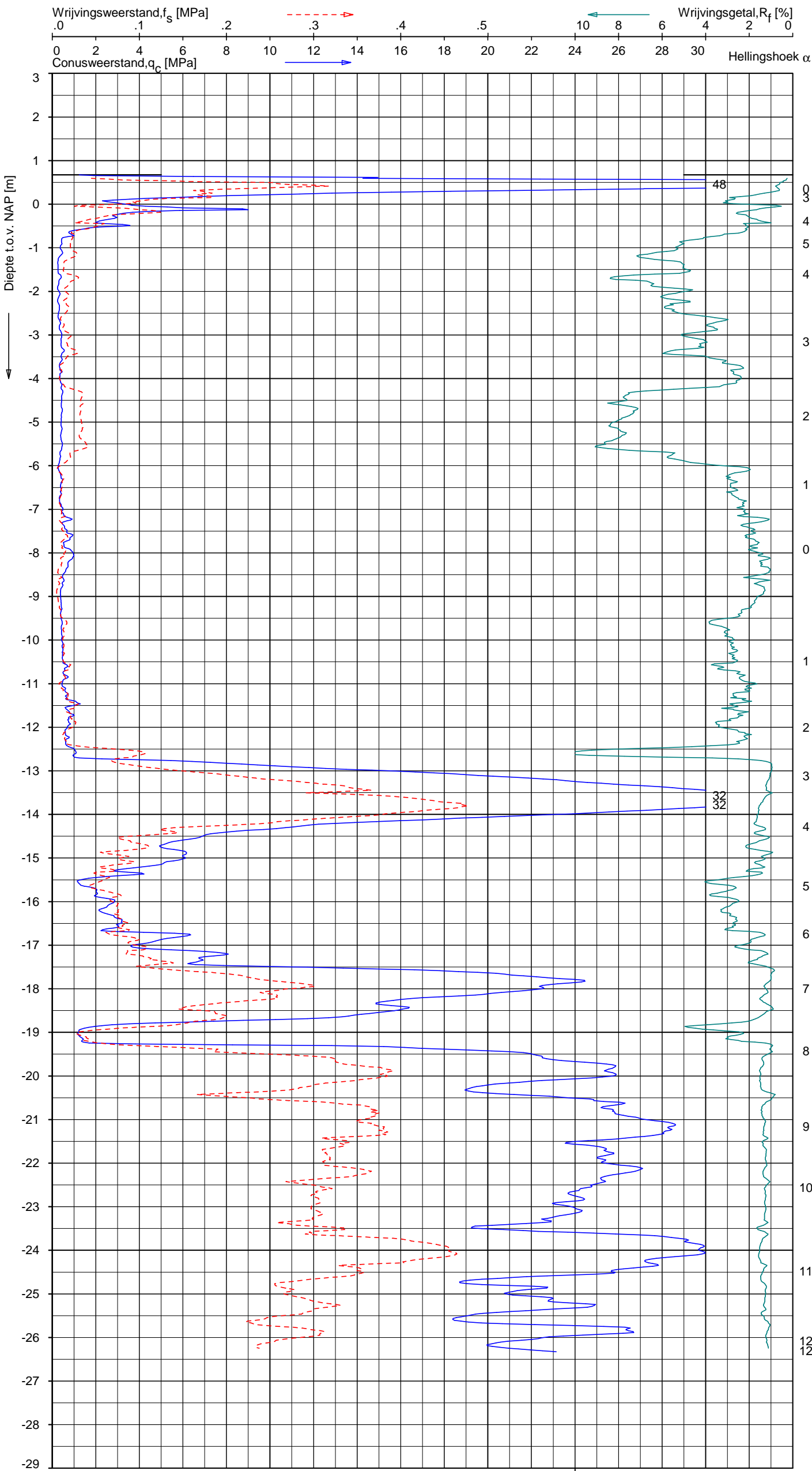
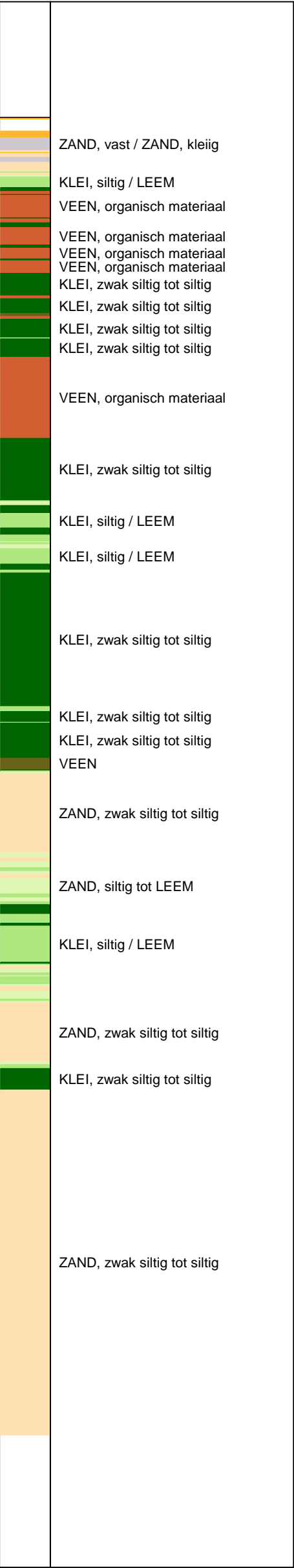
Opg.: DRD d.d. 19-mrt-2018 Coord.: X=123625.0 m Y=487091.6 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: L.MURENAITE d.d. 22-mrt-2018 MV = NAP +0.91 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1817 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

KAVELS 7 EN 8 OOSTENBURGEREILAND TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0080-131
Sond. DKM5

Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

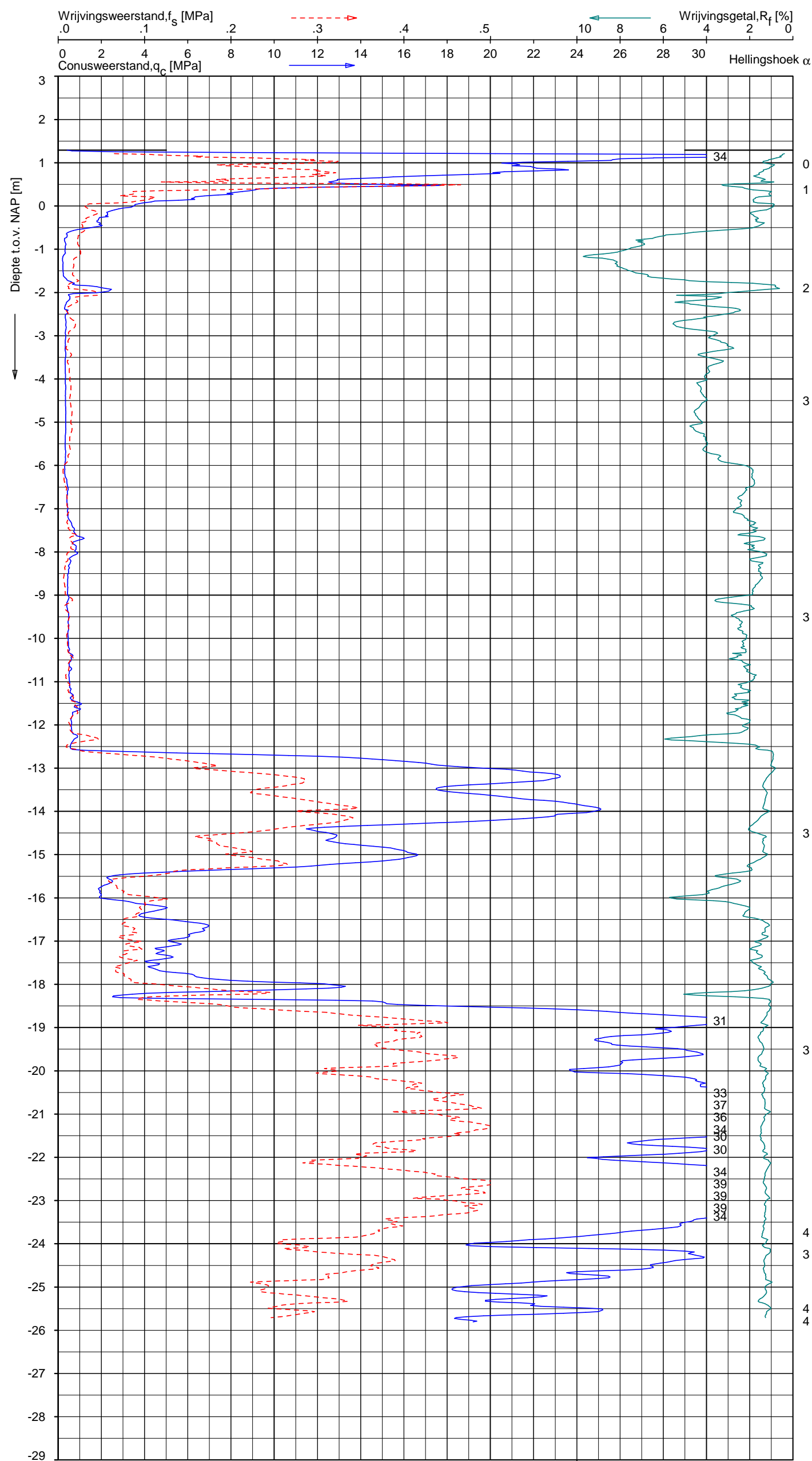


Opg.: DRD d.d. 19-mrt-2018 Coord.: X=123666.4 m Y=487110.1 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: L.MURENAITE d.d. 21-mrt-2018 MV = NAP +0.67 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1817 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conus type: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

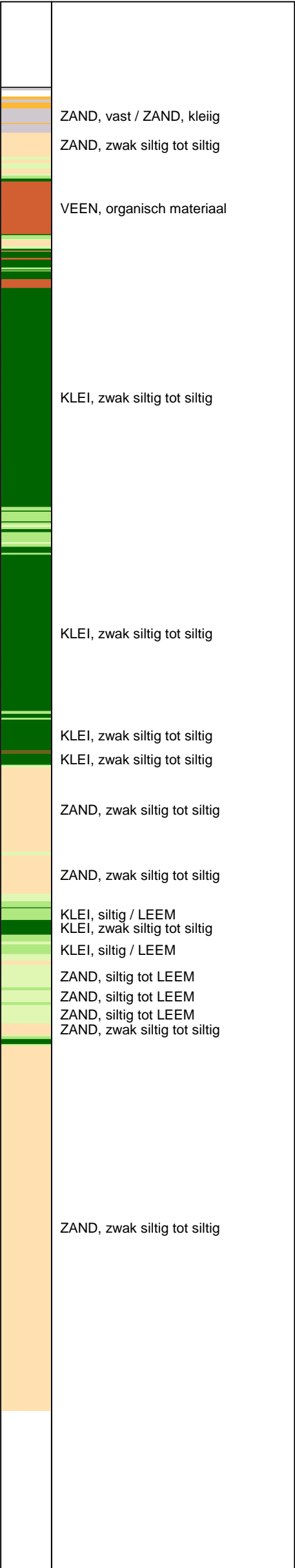
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

KAVELS 7 EN 8 OOSTENBURGEREILAND TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0080-131
Sond. DKM6



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



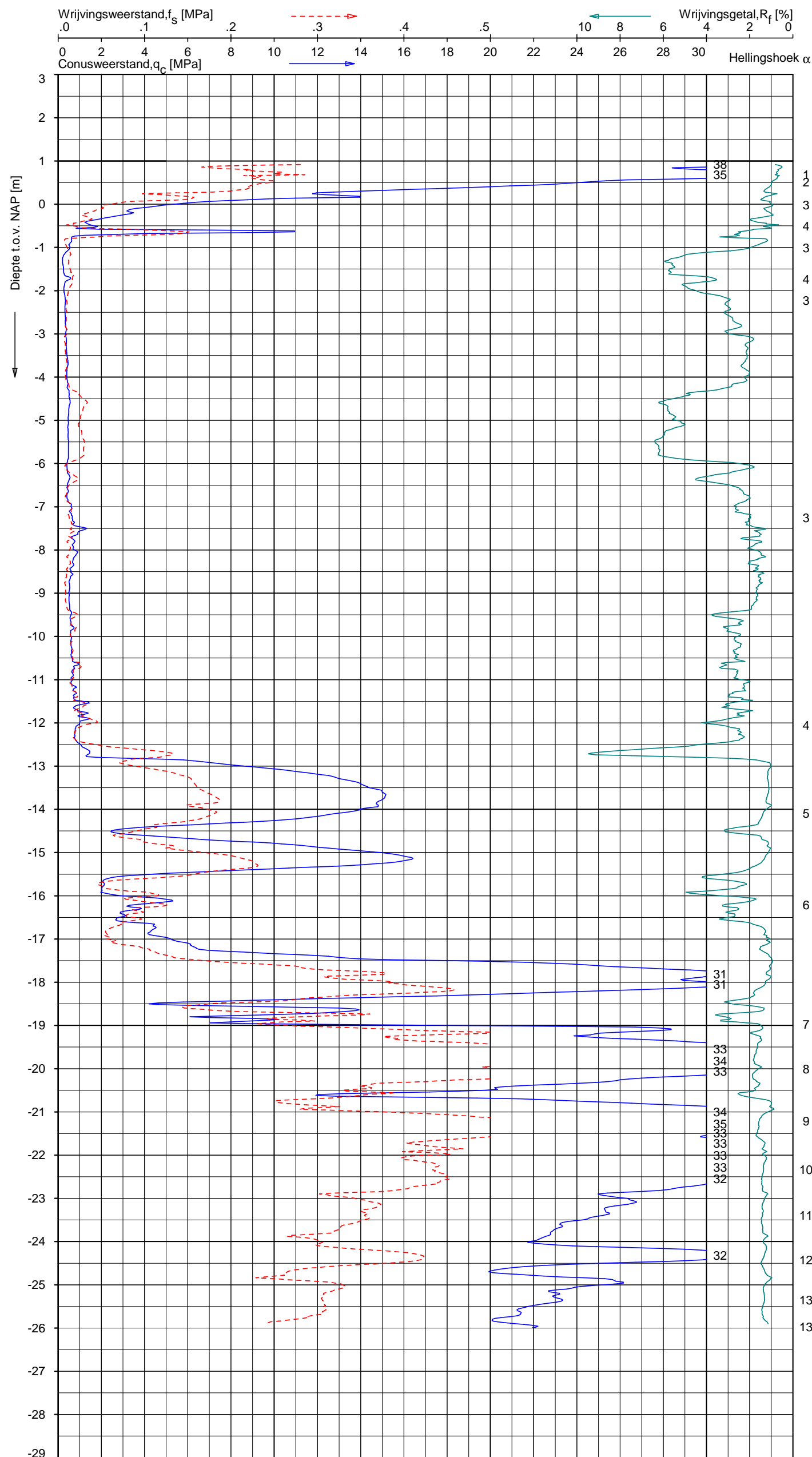
Opg. : DRD d.d. 16-mrt-2018 Coord.: X=123611.1 m Y=487028.6 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : L.MURENAITE d.d. 21-mrt-2018 MV = NAP +1.29 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1817 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

KAVELS 7 EN 8 OOSTENBURGEREILAND TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0080-131
Sond. DKM7

[illegible]



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

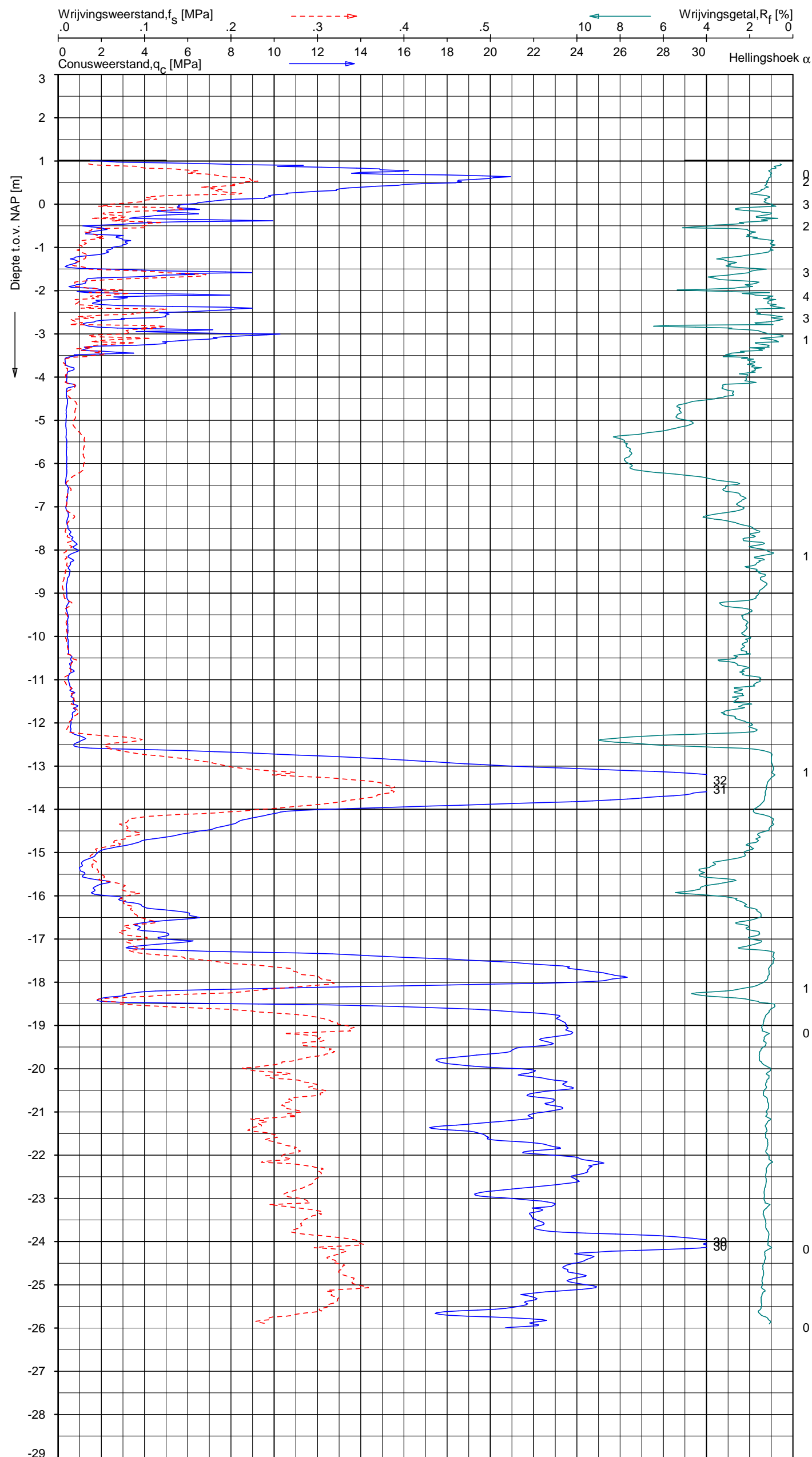
1	ZAND tot ZAND, grindig
2	ZAND, zwak siltig tot siltig
3	VEEN, organisch materiaal
4	KLEI, zwak siltig tot siltig
3	KLEI, zwak siltig tot siltig KLEI, siltig / LEEM
4	KLEI, zwak siltig tot siltig
3	VEEN
4	VEEN, organisch materiaal
3	KLEI, zwak siltig tot siltig
3	KLEI, siltig / LEEM KLEI, siltig / LEEM
4	KLEI, zwak siltig tot siltig
4	KLEI, zwak siltig tot siltig VEEN
5	ZAND, zwak siltig tot siltig
6	KLEI, siltig / LEEM
6	ZAND, zwak siltig tot siltig
6	KLEI, siltig / LEEM
6	KLEI, siltig / LEEM
7	ZAND, siltig tot LEEM
7	ZAND, zwak siltig tot siltig
7	KLEI, siltig / LEEM
8	ZAND, zwak siltig tot siltig
9	ZAND, zwak siltig tot siltig
10	ZAND, zwak siltig tot siltig
11	ZAND, zwak siltig tot siltig
12	ZAND, zwak siltig tot siltig
13	ZAND, zwak siltig tot siltig
13	ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg.: DRD d.d. 19-mrt-2018 Coord.: X= 123664.6 m Y= 487081.3 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: L.MURENAITE d.d. 21-mrt-2018 MV = NAP +1.00 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1817 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

KAVELS 7 EN 8 OOSTENBURGEREILAND TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0080-131
Sond. DKM9



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

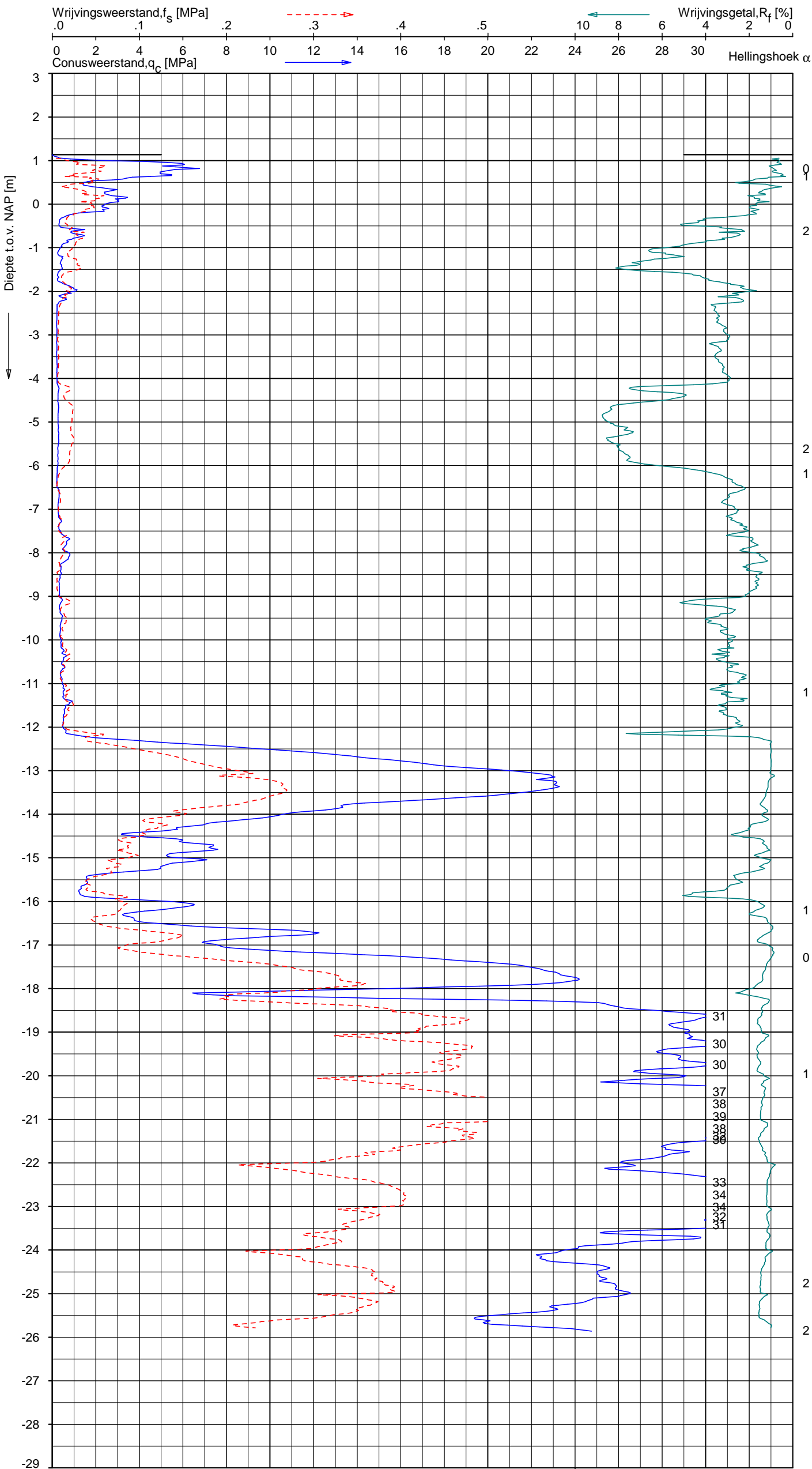


Opg.: DRD d.d. 16-mrt-2018 Coord.: X=123614.5 m Y=487003.5 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: F.DEVALK d.d. 22-mrt-2018 MV = NAP +1.01 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1817 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

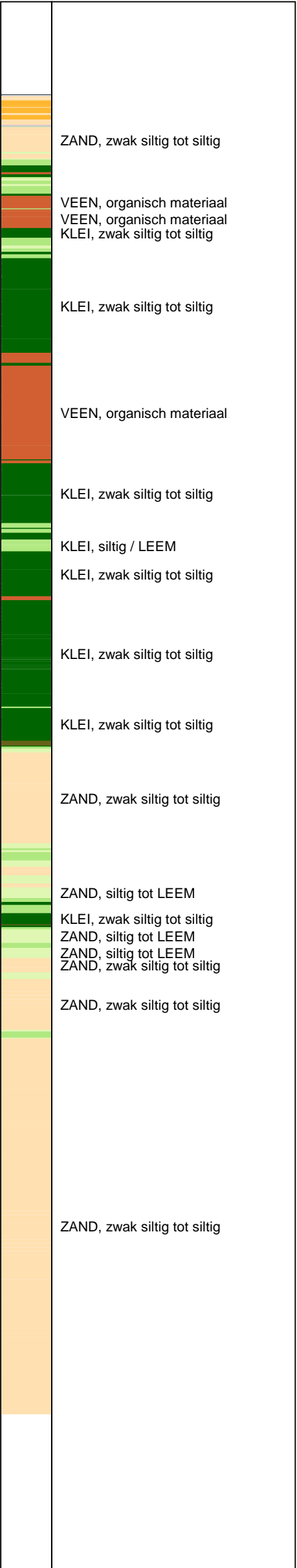
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

KAVELS 7 EN 8 OOSTENBURGEREILAND TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0080-131
Sond. DKM11



Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg.: DRD d.d. 16-mrt-2018 Coord.: X=123649.6 m Y=487016.1 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: L.MURENAITE d.d. 21-mrt-2018 MV = NAP +1.14 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1817 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conus type: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

KAVELS 7 EN 8 OOSTENBURGEREILAND TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0080-131
Sond. DKM12

Coördinaten en hoogte van de onderzoekspunten

Indien de hoogte en coördinaten van de onderzoekslocaties zijn bepaald in NAP en RD bedragen de maximale afwijking van de meting van de coördinaten ca. 10 cm en de maximale afwijking van de meting van de hoogte ca. 5 cm. Bij projecten waarbij de sonderingen zijn gerefereerd aan een lokaal vast punt bedraagt de maximale afwijking in de hoogte ca 5 cm. De maximale afwijking in de maatvoering doormiddel van traditioneel uitzetten met een meetband bedraagt ca. 25 cm.

Indien de onderzoekslocaties niet zijn gerefereerd aan een vaste referentiehoogte wijkt het onderzoek af van de gestelde eisen in de NEN-EN-ISO 22476-1.

De hoogtebepaling van de onderzoekslocaties is uitgevoerd met als doel de bodemopbouw te refereren aan een vaste referentiehoogte. Deze gegevens zijn niet geschikt voor andere doeleinden dan dit onderzoek.

Sonderen

Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen".

Boren

Mechanisch boorwerk wordt verbuisd uitgevoerd, waarbij de grond uit de buis wordt verwijderd met behulp van een puls (niet-cohesieve gronden) en/of een avegaarboor (cohesieve gronden).

Bij handboren wordt gebruik gemaakt van een edelmanboor (cohesieve gronden) en een handpuls (niet-cohesieve gronden).

De werkzaamheden worden uitgevoerd conform de NEN-EN-ISO 22475-1.

Peilbuizen worden gepresenteerd op de betreffende boorstaten. De boringen met peilbuis zijn met bijbehorend symbool aangegeven op de situatietekening.

Ongeroerde monsternamen bij het mechanisch boren kan plaatsvinden door:

- een Ackermann steekbus te slaan of te drukken
- een Pistonbus te drukken
- een Gelpush monster te drukken

Bij handboren worden ongeroerde monsters genomen met een Van der Horst steekapparaat.

De tijdens het boren genomen geroerde monsters worden in het veld globaal geclassificeerd. Als er laboratoriumonderzoek volgt na het veldwerk, worden in het laboratorium de monsters gedetailleerd geclassificeerd. Bij eventuele verschillen tussen de veld- en laboratorium-classificatie, is de laboratoriumclassificatie bepalend.

Op de classificatie van grond is de NEN 5104 van toepassing.

(Grond)waterstand

De gemeten (grond)waterstand(en) betreffen een eenmalige opname en zijn bedoeld als een oriënterend gegeven. De grondwaterstand kan in de tijd fluctueren onder invloed van de weersgesteldheid en de seizoenen.

Kwaliteitsborging

Alle werkzaamheden zijn verricht in overeenstemming met het managementsysteem van Fugro GeoServices B.V. dat voldoet aan de NEN-ISO 9001:2008 en VCA ** 2008/05.

De kalibratiesheet(s) van de gebruikte conus(sen) kunnen op verzoek worden toegestuurd.

Meettechniek

De standaard bij Fugro toegepaste conus is de “elektrische kleefmantelconus”, waarmee de conusweerstand, de plaatselijke wrijvingsweerstand en de helling gelijktijdig worden gemeten. Sinds februari 2013 is de nieuwe norm *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013 Geotechnisch onderzoek en beproeving - Veldproeven - Deel 1: Elektrische sondering met en zonder waterspanningsmeting* van toepassing als vervanging van NEN 5140, die is terug getrokken. In NEN 9997-1 wordt echter nog wel verwezen naar NEN 5140.

Bij het uitvoeren van een sondering conform *NEN-EN-ISO 22476-1:2012/C1:2013* wordt de puntweerstand gemeten, die moet worden overwonnen om een conus met een tophoek van 60° en een basisoppervlak van 1000 mm^2 met een constante snelheid van ca 20 mm/s in de bodem te drukken. Voor de meting van de wrijvingsweerstand is een mantel met een oppervlak van 15000 mm^2 boven de punt aangebracht. De druk op de conuspunt (conusweerstand in MPa) en de wrijving langs de kleefmantel (plaatselijke wrijvingsweerstand in MPa) worden door rekstroken in de conus continu digitaal gemeten. Volgens *NEN-EN-ISO 22476-1* mag het basisoppervlak van de conus tussen 500 en 2000 mm^2 variëren zonder dat correctiefactoren op de meetresultaten moeten worden toegepast. Fugro sonderingen worden standaard uitgevoerd met een sondeerconus met een basisoppervlak van 1500 mm^2 en een manteloppervlak van 20000 mm^2 .

Veelal wordt gebruik gemaakt van een conus met een korter cilindrisch deel boven de conuspunt dan in *NEN-EN-ISO 22476-1* vermelde 400 mm voor een standaard conus. Het cilindrische deel vanaf de conuspunt van de standaard door Fugro gebruikte conussen heeft een lengte van 230 mm in plaats van de genormeerde lengte. Onderzoek¹⁾ heeft aangetoond, dat de invloed van de lengte van deze conus op het sondeerresultaat verwaarloosbaar is, terwijl met een kortere conus met minder risico een grotere sondeerdiepte kan worden bereikt.

De meetsignalen worden digitaal naar een elektrische meeteenheid gestuurd en samen met de diepte en de tijd opgeslagen. Definitieve verwerking vindt daarna op kantoor plaats, waarbij de gemeten parameters tegen de diepte in grafiekvorm worden uitgewerkt. Door continue registratie van de gemeten conus- en wrijvingsweerstand wordt een nauwkeurig beeld van de gelaagdheid en de vastheid van de bodem verkregen.

Afwijking van de conus met de verticaal worden continu geregistreerd, waarmee bij de uitwerking de diepte wordt gecorrigeerd en zo een onjuiste diepte-aanduiding als gevolg van “scheef sonderen” wordt voorkomen.

Interpretatie van de sonderingen met plaatselijke wrijvingsweerstand

Meting van zowel de conusweerstand q_c als de plaatselijke wrijvingsweerstand f_s maakt het mogelijk het wrijvingsgetal R_f te berekenen. Het wrijvingsgetal wordt gedefinieerd als het quotiënt van de plaatselijke wrijving en de op gelijke diepte gemeten conusweerstand in procenten. Hierbij wordt rekening gehouden met laagscheidingen ter hoogte van de mantel.

Het wrijvingsgetal R_f geeft samen met de conusweerstand q_c een goed beeld van de bodemopbouw *beneden* de grondwaterspiegel. In de onderstaande tabel zijn enige kenmerkende waarden van het wrijvingsgetal aangegeven. *Met nadruk dient te worden gesteld dat deze waarden slechts indicatief zijn en getoetst dienen te worden aan boringen of lokale ervaring en uitsluitend gelden voor de cilindrische elektrische conus.*

grondsoort	wrijvingsgetal in %	grondsoort	Wrijvingsgetal in %
Grind, grof zand	0,2 – 0,6	Klei	3,0 – 5,0
Zand	0,6 – 1,2	Potklei	5,0 – 7,0
Silt, leem, löss	1,2 – 4,0	Veen	5,0 – 10,0

In geroerde grond en in grond boven de grondwaterspiegel kunnen grote afwijkingen ten opzichte van de genoemde waarden voorkomen en gelden deze waarden niet.

¹⁾ Lunne en Powell, A comparison of different sized piezocones in UK clays.

Presentatie sondeergegevens

Sonderingen kunnen worden uitgewerkt met interpretatie van het wrijvingsgetal voor identificatie van de bodemlagen. De identificatie van de bodemlagen is dan uitgevoerd volgens Robertson [1990]², die door Fugro is aangepast aan de Nederlandse omstandigheden. Bij deze interpretatie wordt uitgegaan van de genormaliseerde waarden van de conusweerstand nQ_c en wrijvingsgetal nR_f als ingangsparameters.

De genormaliseerde waarden van de conusweerstand nQ_c en wrijvingsgetal nR_f worden berekend, uit de gemeten wrijvingsweerstand f_s en conusweerstand q_c , indien mogelijk gecorrigeerd voor de waterspanning en de verticale effectieve - en totale grondspanning volgens de onderstaande formules.

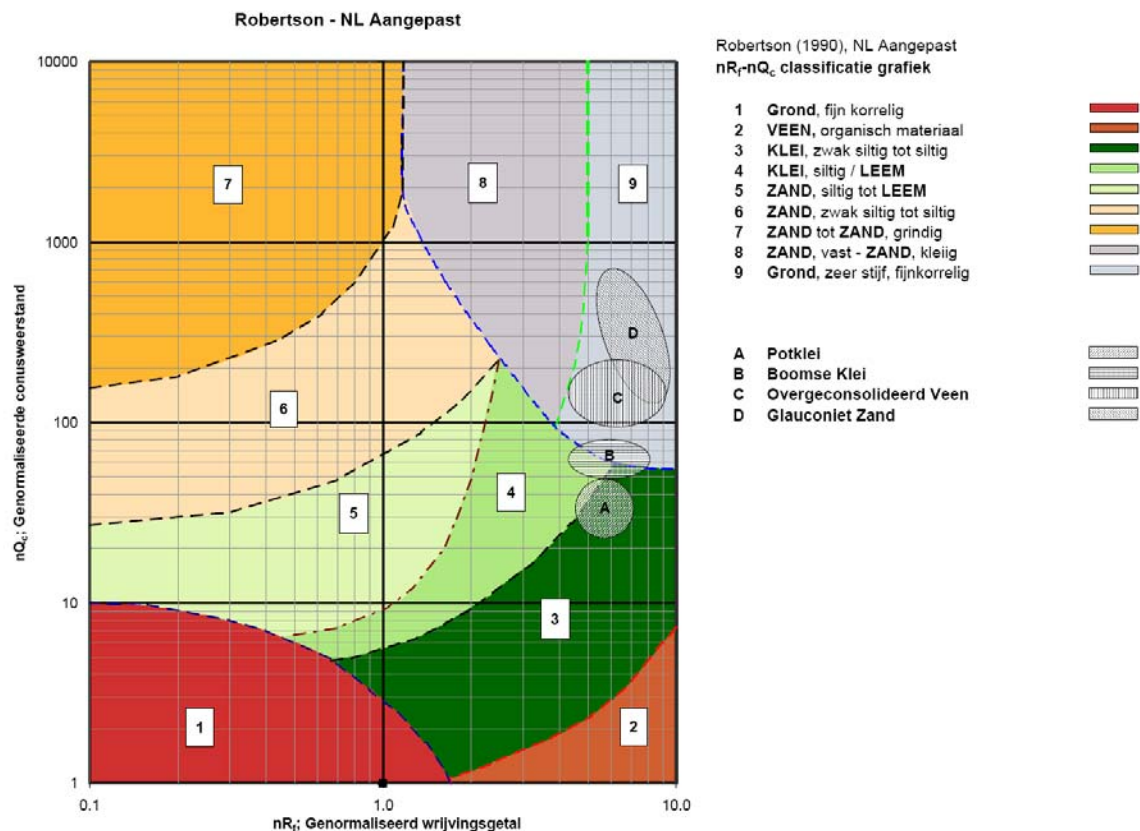
Genormaliseerde conusweerstand:
$$nQ_c = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}$$

Genormaliseerd wrijvingsgetal:
$$nR_f = \frac{100 \cdot f_s}{q_t - \sigma_{v0}}$$

In geval er geen waterspanning is gemeten, wordt voor q_t de waarde van q_c gebruikt.

Voor de grondsoorten, die specifiek zijn voor de Nederlandse ondergrond condities, zijn in de Bodem Classificatiegrafiek van Robertson [1990] twee aanpassingen gedaan om de Nederlandse situatie beter te beschrijven:

- Gebieden 4 en 5 zijn anders ingedeeld, zodat losgepakte zanden en ondiepe kleilagen beter worden geïnterpreteerd. Deze aanpassingen zijn in onderstaande figuur weergegeven.
- Bovendien is een extra voorwaarde ingebracht om Holocene veenlagen goed te kunnen classificeren. Voor $q_c < 1,5$ MPa en $R_f > 5$ % wordt de grond als veen geclassificeerd.



Voor een aantal specifieke grondtypen, zoals bijvoorbeeld Potklei, Boomse klei, overgeconsolideerd veen en glauconiethoudend zand is tevens het classificatie gebied aangegeven. Deze stemmen niet direct overeen met de benamingen van gebieden 1 tot en met 9.

² Robertson, P.K. [1990] "Soil Classification using the cone penetration test". Canadian Geotechnical Journal, 27(1), 151-8²

De identificatie is indicatief en alleen geldig voor lagen onder de grondwaterstand. De resultaten dienen te worden geverifieerd met boringen of geologische informatie. Uitgedroogde cohesieve top lagen geven een te hoge waarde worden voor het wrijvingsgetal, waardoor bijvoorbeeld uitgedroogde kleilagen mogelijk onterecht worden geïnterpreteerd als veenlagen. Ook is de correlatie voor de top lagen minder betrouwbaar vanwege het lage effectieve spanningsniveau in deze lagen.

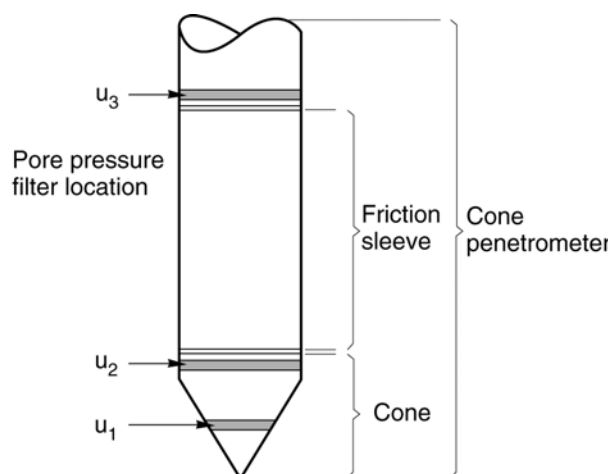
Andere conustypen

Naast de meting van conusweerstand en plaatselijke wrijving is het mogelijk extra (combinaties van) metingen uit te voeren. In onderstaand schema zijn enkele mogelijkheden aangegeven. Indien gewenst kan nadere informatie over metingen en toepassingsmogelijkheden worden verschaft.

type meting	Meetresultaten	toepassingsmogelijkheden
waterspanning	waterspanning ter plaatse van de punt	registreren waterremmende lagen indicatie stijghoogte grondwater classificatie / gelaagdheid bodem
magnetometer	Magnetische veldsterkte in 3 orthogonale richtingen (X,Y,Z)	Blindganger onderzoek, onderzoek ligging obstakels (stalen leidingen, grondankers), onderzoek paalpunt niveau / schoorstand funderingspalen, onderzoek ligging onderzijde stalen damwanden
geleidbaarheid	elektrische geleiding grond en grondwater	indicatie waterkwaliteit / zoet - zout water grens onderzoek verspreiding verontreiniging
temperatuur	temperatuurmeting op verschillende diepten	warmteoverdracht in de bodem bepaling temperatuurgradiënt
schuifgolfsnelheid (seismisch)	dynamische bodemparameters op verschillende diepten	machinefunderingen, windturbinefunderingen
versnelling	versnellingen op verschillende diepten	heitrillingen / verkeerstrillingen
MIP (membrane interface probe)	verticale verspreiding van vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen	bestudering zak/drijflagen en/of verontreinigingen met vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen
ROST (rapid optical screening tool)	verticale verspreiding van (aromatische) koolwaterstoffen	bestudering zak/drijflagen en/of verontreinigingen met (aromatische) koolwaterstoffen

Waterspanningssonderingen

Naast registratie van conusweerstand en plaatselijke wrijvingsweerstand wordt bij een groot deel van de sonderingen waterspanning geregistreerd. Een waterspanningsconus (*piëzo-conus*) is voorzien van een ingebouwde druksensor, waarmee de waterdruk tijdens het sonderen wordt gemeten. Een filter voorkomt het contact van grond met de druksensor. De waterdruk kan op drie locaties in de conus worden gemeten waarbij de posities u_1 en u_2 veelvuldig voorkomen (zie figuur 1). Positie u_3 wordt zelden toegepast. Slechts een kleine hoeveelheid water ($0,2 \text{ mm}^3$) is nodig om een nauwkeurige waterdruk te meten. Het meetbereik kan worden gekozen afhankelijk van de te verwachten wateroverspanning. In stijve kleien kan deze oplopen tot meer dan 3 MPa.



Figuur 1 Principe piëzo-conus

Uitvoeringswijze

Om een juiste meting van de waterspanning te verkrijgen, dient het gehele meetsysteem volledig ontluicht en gevuld te zijn met een weinig samendrukbare vloeistof. Om te voorkomen dat de vloeistof tijdens het sonderen in de onverzadigde lagen boven de grondwaterstand wegvloeit zijn een juiste keuze van vloeistof, het gebruik van een rubber membraam, een goede uitvoering en de poriëngrootte van het filter belangrijk.

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

Indien het grondwater relatief ondiep aanwezig is, wordt bij voorkeur voorgeboord tot het niveau van de grondwaterspiegel teneinde luchttoetreding te voorkomen. Hiermee wordt ook de kans op beschadiging en in de grond achterblijven van het rubber membraan verkleind.

Interpretatie

De resultaten van de piëzo-sonderingen bestaan uit de gemeten conusweerstand (q_c), de plaatselijke wrijvingsweerstand (f_s), het wrijvingsgetal (R_f), de gemeten waterspanning (u_1 of u_2 respectievelijk in de punt en achter de punt) en de wateroverspanningindex B_q .

De resultaten van de waterspanningsmeting tijdens het sonderen vormen uit grondmechanisch en geohydrologisch oogpunt een belangrijke extra informatiebron voor de interpretatie van de bodemopbouw. Door combinatie van de meting van de conusweerstand en de waterspanning, bij voorkeur samen met de plaatselijke wrijvingsweerstand, wordt optimaal gebruik gemaakt van de sondeertechniek en kan het benodigde aanvullend grondonderzoek efficiënter worden gepland.

Bij de interpretatie speelt met name de wateroverspanning een rol, dat wil zeggen de verhoging van de waterspanning die door het indrukken van de conus ontstaan is. Dunne cohesieve laagjes in een zandpakket en dunne zandlaagjes in een kleipakket, die in de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand door uitmiddeling niet of slecht zichtbaar zijn, kunnen goed worden gedetecteerd aan de hand van de water(over)spanningen, die door het sonderen ontstaan. Deze laagjes kunnen van groot belang zijn voor het zettingsgedrag van funderingen en voor de verticale (on)doorlatendheid van de grond.

Verder kunnen met de piëzo-conus, met name via de u_1 -meting, sterk gelaagde structuren van zand en klei onderscheiden worden van homogene lagen hetgeen op basis van conusweerstand en plaatselijke wrijving in de meeste gevallen niet lukt. Aangetoond is dat het detectievermogen van de u_1 -meting veel hoger is dan van de u_2 -meting.

Wateroverspanningindex B_q

Met de wateroverspanningindex B_q kan een meer nauwkeurige classificatie van de grondsoort worden verkregen. Deze index is de verhouding van de wateroverspanning en de netto conusweerstand q_{net} , zijnde de gemeten conusweerstand q_c gecorrigeerd voor de waterspanning op het netto oppervlak van de sondeerconus, rekeninghoudend met de heersende effectieve verticale spanning op het betreffende niveau. De wateroverspanningindex B_q wordt als volgt berekend:

$$B_q = \beta \cdot (u_1 - u_0) / q_{net} \quad \text{of} \quad B_q = (u_2 - u_0) / q_{net}$$

waarin:

- β = factor voor de verschillende grondsoorten voor omrekening van u_1 naar u_2 ; standaard wordt hiervoor aangehouden 0,8, zijnde normaal geconsolideerde kleien (zie hierna volgende tabel);
- q_{net} = $q_t - \sigma_{v0}$ = netto conusweerstand;
- q_t = $q_c + (1-a) \cdot \{\beta \cdot (u_1 - u_0) + u_0\}$ voor een filter in de conuspunt;
- q_t = $q_c + (1-a) \cdot u_2$ voor een filter direct achter de conuspunt;
- σ_{v0} = de verticale grondspanning; standaard wordt hierbij uitgegaan van een gemiddeld volumiek gewicht van de bodemlagen van 14 kN/m^3 en een grondwaterstand op 1 m beneden maaiveld;
- a = netto oppervlakteverhoudingscoëfficiënt van de conus i.v.m. de spleet achter de conuspunt;
- u_1 = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing *in* de punt;
- u_2 = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing *achter* de punt;
- u_0 = de hydrostatische stijghoogte; standaard wordt hiervoor in de berekening een niveau uitgegaan van 1 m beneden maaiveld.

Voor andere grondsoorten zijn de β -factoren in onderstaande tabel gegeven.

Grond gedrag	β -factor
Normaal geconsolideerde klei	0,6 - 0,8
Licht overgeconsolideerde klei	0,5 - 0,7
Sterk overgeconsolideerde klei	0 ¹⁾ - 0,3
Leem samendrukbaar	0,5 - 0,6
Leem, vast en dilatant gedrag	0 ¹⁾ - 0,2
Zand siltig, los gepakt	0,2 - 0,4

¹⁾ Bij meting van de waterspanning achter de conuspunt worden in bepaalde gevallen negatieve waterspanningen gemeten. Deze waarden geven nauwelijks een indicatie van de doorlatendheid, doch alleen over het materiaalgedrag.

Dissipatietest

Het is ook mogelijk het sondeerproces op een bepaalde diepte tijdelijk te stoppen en de afname van de wateroverspanning (dissipatie) als functie van de tijd te registreren. Daarna kan het sondeerproces worden voortgezet.

In doorlatende gronden geeft de dissipatietest een goed beeld van de heersende hydrostatische waterspanning en daarmee van de stijghoogte. Het betreft slechts een indicatie aangezien de meetnauwkeurigheid beperkt is. Door het uitvoeren van meerdere metingen in een grondlaag en de gemiddelde waarde van de stijghoogte te bepalen kan een beduidend hogere nauwkeurigheid worden behaald. Ervaring leert dat de onnauwkeurigheid circa 0,5 m bedraagt. Voor een meer nauwkeurige bepaling en de optredende fluctuaties zijn peilbuismetingen over een langere waarnemingsperiode nodig, afhankelijk van het doel.

In slecht doorlatende, cohesieve lagen kan met behulp van de dissipatietest een indicatie van de consolidatiecoëfficiënt en daarmee van de verticale (on)doorlatendheid worden verkregen. Hierbij dient de dissipatietest te worden voortgezet totdat de wateroverspanning tenminste met 50 % is afgenomen. In de praktijk komt dat in zand overeen met circa 1/2 uur à 3/4 uur. Uit berekeningen en kwalitatieve vergelijking van de metingen wordt inzicht verkregen in het consolidatiegedrag van de grond. Voor het vaststellen van de heersende hydrostatische waterspanning in kleilagen is de dissipatietest in de meeste gevallen weinig geschikt, vanwege de benodigde lange aanpassingstijd en de onnauwkeurigheid.

Klassenindeling EN-ISO 22476-1

Voorafgaand aan de uitvoering diende een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse met bijbehorende toelaatbare meetonzekerheid het werk minimaal uitgevoerd moet worden. De klassenindeling heeft voornamelijk betrekking op de nauwkeurigheid van de gemeten parameters.

Door invoering van de Eurocode is op Europees niveau de internationale sondeernorm EN-ISO 22476-1 "Electrical cone and piezocone testing" ontwikkeld, welke de oorspronkelijke NEN 5140 heeft vervangen. De nieuwe elektrische sondeernorm **EN-ISO 22476-1** is in opzet vergelijkbaar met de oude Nederlandse norm NEN 5140 voor elektrische sonderingen. Een verschil tussen norm **EN-ISO 22476-1** met NEN 5140 is dat in de nieuwe norm de nauwkeurigheid van de meetresultaten wordt gekoppeld aan het toepassingsgebied met bijbehorend bodemkenmerken / geschiktheid voor interpretatie en afleiding van bodemparameters. Verder is de meting van de waterspanning genormeerd.

In de Europese tabel van sondeerclassen worden de sondeerclassen ingedeeld naar de toepassing van de sondering, zie onderstaande tabel.

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

Toepassing Klasse	Test type	Gemeten parameter	Toegestane minimum nauwkeurigheid ^a	Maximum lengte tussen metingen	Gebruik	
					Grondsoort ^b	Interpretatie ^c
1	TE 2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning Helling Sondeerlengte	35 kPa of 5 % 5 kPa of 10 % 10kPa of 2 % 2° 0,1 m of 1%	20 mm	A	G, H
2	TE1 TE2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning Helling Sondeerlengte	100 kPa of 5 % 15 kPa of 15 % 25 kPa of 3 % 2° 0,1 m of 1 %	20 mm	A B C D	G, H* G, H G, H G, H
3	TE1 TE2	Conus weerstand Mantel wrijving Waterspanning ^d Helling Sondeerlengte	200 kPa of 5 % 25 kPa of 15 % 50 kPa of 5 % 5° 0,2 m of 2 %	50 mm	A B C D	G G, H* G, H G, H
4	TE1	Conus weerstand Mantel wrijving Sondeerlengte	500 kPa of 5 % 50 kPa of 20 % 0,2 m of 1 %	50 mm	A B C D	G* G* G* G*
NOOT 1 Richtlijnen voor gebruik van Tabel 2 zijn gegeven in bijlage F.						
NOOT 2 Voor uiterst slappe gronden maken soms nog hogere nauwkeurigheden noodzakelijk.						
^a De toegestane minimum nauwkeurigheid van de gemeten parameters is de grootste van de twee genoemde. De relatieve nauwkeurigheid geldt voor de gemeten waarde en niet voor het meetbereik. ^b Volgens ISO 14688-2: A Homogene gronden bestaande uit zeer slappe tot stijve kleien (en silt) ($q_c < 3$ MPa) B Gemengde bodemprofielen met slappe tot stijve kleien ($q_c \leq 3$ MPa) en matig vaste tot vaste zanden (conusweerstand $5 \text{ MPa} \leq q_c < 10 \text{ MPa}$) C Gemengde bodemprofielen met stijve kleien (conusweerstand $1,5 \text{ MPa} \leq q_c < 3 \text{ MPa}$) en zeer dichte zanden ($q_c > 20 \text{ MPa}$) D Zeer stijve tot harde kleien ($q_c \geq 3 \text{ MPa}$) en zeer vaste grove gronden ($q_c \geq 20 \text{ MPa}$) ^c G vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een laag niveau van onzekerheid G* indicatieve vaststelling bodemprofiel en bepaling van grondsoort met een hoog niveau van onzekerheid H interpretatie met betrekking tot ontwerp met een laag niveau van onzekerheid H* interpretatie met betrekking tot ontwerp met een hoog niveau van onzekerheid ^d Waterspanning kan alleen worden gemeten als TE2 wordt toegepast.						

Voor projecten, waarbij parameters op basis van Tabel 2.b NEN 9997-1 worden afgeleid, is een hoge nauwkeurigheidsklasse gewenst. Het is echter in een bodemgesteldheid met zowel zeer slappe grondlagen als zeer vaste zandlagen met hoge conusweerstand onmogelijk om aan de eisen van toepassing klasse 1 voldoen zoals ook blijkt uit de bovenstaande tabel. Het bij Fugro gehanteerde meetsysteem voor sonderen is bijzonder nauwkeurig door toepassing van digitale conussen, strikte kwaliteitscontroles en calibraties. In de praktijk is gebleken dat standaard Fugro sonderingen in de nieuwe norm voor het overgrote deel (>95%) in toepassingsklasse 2 vallen. Sonderingen volgens toepassingsklasse 3 in de nieuwe norm zijn vergelijkbaar met sonderingen volgens klasse 2 van de oude NEN 5140.

Toepassingklasse 1 sonderingen kunnen alleen met speciale gevoelige conussen met een beperkt meetbereik en een kleibodemprofiel met $q_c < 3$ MPa worden bereikt. In bodemprofielen waarin zowel zeer slappe lagen als zeer vaste lagen voorkomen kan de hoogste meetnauwkeurigheid van klasse 1 enigszins worden benaderd door aanvullende maatregelen en procedures. Toepassingklasse 2 sonderingen kunnen in bodemprofielen, waarin zowel zeer slappe lagen als zeer vaste lagen voorkomen, alleen worden verkregen door toepassing van digitale conussen met regelmatige calibraties, aanvullende uitvoeringsmaatregelen en kwaliteitscontroles. Toepassingklasse 1 is in deze bodem niet haalbaar. De enige praktische indicatie over de bereikte sondeerklasse is controle van calibraties en 0-puntsverlopen tussen het begin en eind van de sondering.

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

In de praktijk komt het af en toe voor dat sonderingen worden uitgevoerd, waarbij door de opdrachtgever is aangegeven dat de maaiveldhoogte niet ten opzichte van een vast referentiepeil (NAP) hoeft te worden vastgelegd. Deze sonderingen voldoen derhalve op dit punt niet aan **EN-ISO 22476-1**.

Klassenindeling NEN 5140














De norm NEN 5140 ging uit van vier kwaliteitsklassen. Voorafgaand aan de uitvoering diende een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse met bijbehorende toelaatbare meetonzekerheid het werk minimaal uitgevoerd moet worden. De klassenindeling heeft voornamelijk betrekking op de nauwkeurigheid van de gemeten conusweerstand, plaatselijke wrijvingsweerstand en diepte, zoals blijkt uit de onderstaande tabel.

klasse	Meetgrootheid	toelaatbare meetonzekerheid	meetinterval
1	Conusweerstand	0,05 MPa of 3%	20 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,01 MPa of 10%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 1 %	
2	Conusweerstand	0,25 MPa of 5%	50 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 15%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 2 %	
3	Conusweerstand	0,5 MPa of 5%	100 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 20%	
	Helling	5°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 2 %	
4	Conusweerstand	0,5 MPa of 5%	100 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 20%	
	Sondeerlengte	0,1 m of 1%	
Opmerking: De toelaatbare meetonzekerheid is de grotere waarde van de absolute meetonzekerheid en de relatieve meetonzekerheid. De relatieve meetonzekerheid geldt voor de meetwaarde en niet voor het meetbereik.			



Vergelijking van de gespecificeerde nauwkeurigheden van de NEN 5140 en NEN-EN-ISO 22476-1 laat zien dat de nauwkeurigheid van de meest in NL gehanteerde sondeerklasse 2 volgens NEN 5140 iets hoger ligt dan die van de toepassingklasse 3 volgens de ISO norm.

LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN

Boringen / Peilbuizen

	Handboring nog niet uitgevoerd
	Handboring uitgevoerd
	Handboring uitgevoerd met 1 peilbuis
	Handboring uitgevoerd met 2 peilbuizen
	Mechanische boring nog niet uitgevoerd
	Mechanische boring uitgevoerd
	Mechanische boring uitgevoerd met 1 peilbuis
	Mechanische boring uitgevoerd met 2 peilbuizen
	Mechanische boring uitgevoerd met 3 peilbuizen
	Boring uitgevoerd door derden
	Boring uitgevoerd met peilbuis door derden
	Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) nog niet uitgevoerd
	Gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF) uitgevoerd

Overige symbolen

	Meetpunt
	Hoogtemaat

Type sonderingen

D	Diepsondering
HS	Handsondering
S	Slagsondering

Legenda / Terminologie

Grind

	Grind, siltig
	Grind, zwak zandig
	Grind, matig zandig
	Grind, sterk zandig
	Grind, uiterst zandig

Zand

	Zand, kleilig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig



Veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleilig
	Veen, sterk kleilig
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

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
	Puin

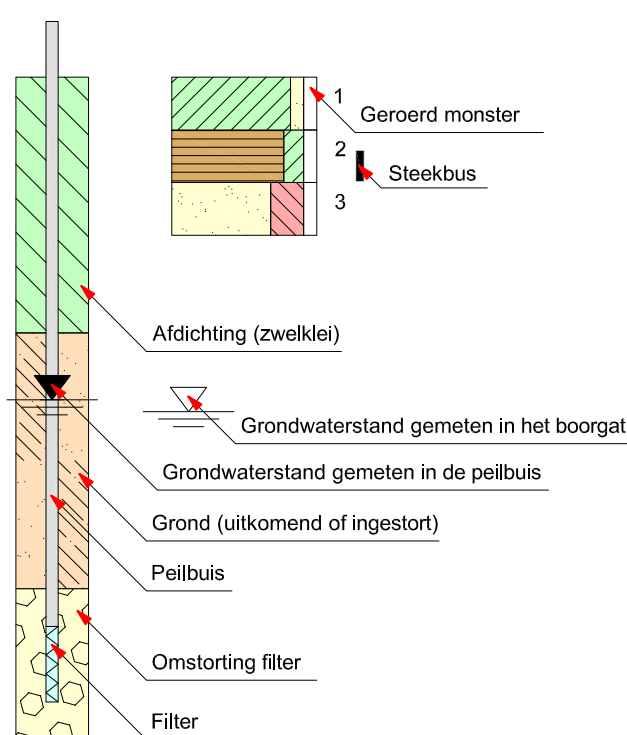
Sonderingen

	Sondering met plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
	Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
	Sondering zonder plaatselijke kleefmeting nog niet uitgevoerd
	Sondering zonder plaatselijke kleefmeting uitgevoerd
	Slagsondering uitgevoerd
	Handsondering uitgevoerd
	Multigrondwatersondering nog niet uitgevoerd
	Multigrondwatersondering uitgevoerd
	Sondering met bolconus nog niet uitgevoerd
	Sondering met bolconus uitgevoerd
	Waterspanningsmeter nog niet uitgevoerd
	Waterspanningsmeter uitgevoerd
	Sondering uitgevoerd door derden
	Sondering met plaatselijke kleefmeting uitgevoerd door derden
	Hellingmeterbuis nog niet uitgevoerd
	Hellingmeterbuis uitgevoerd

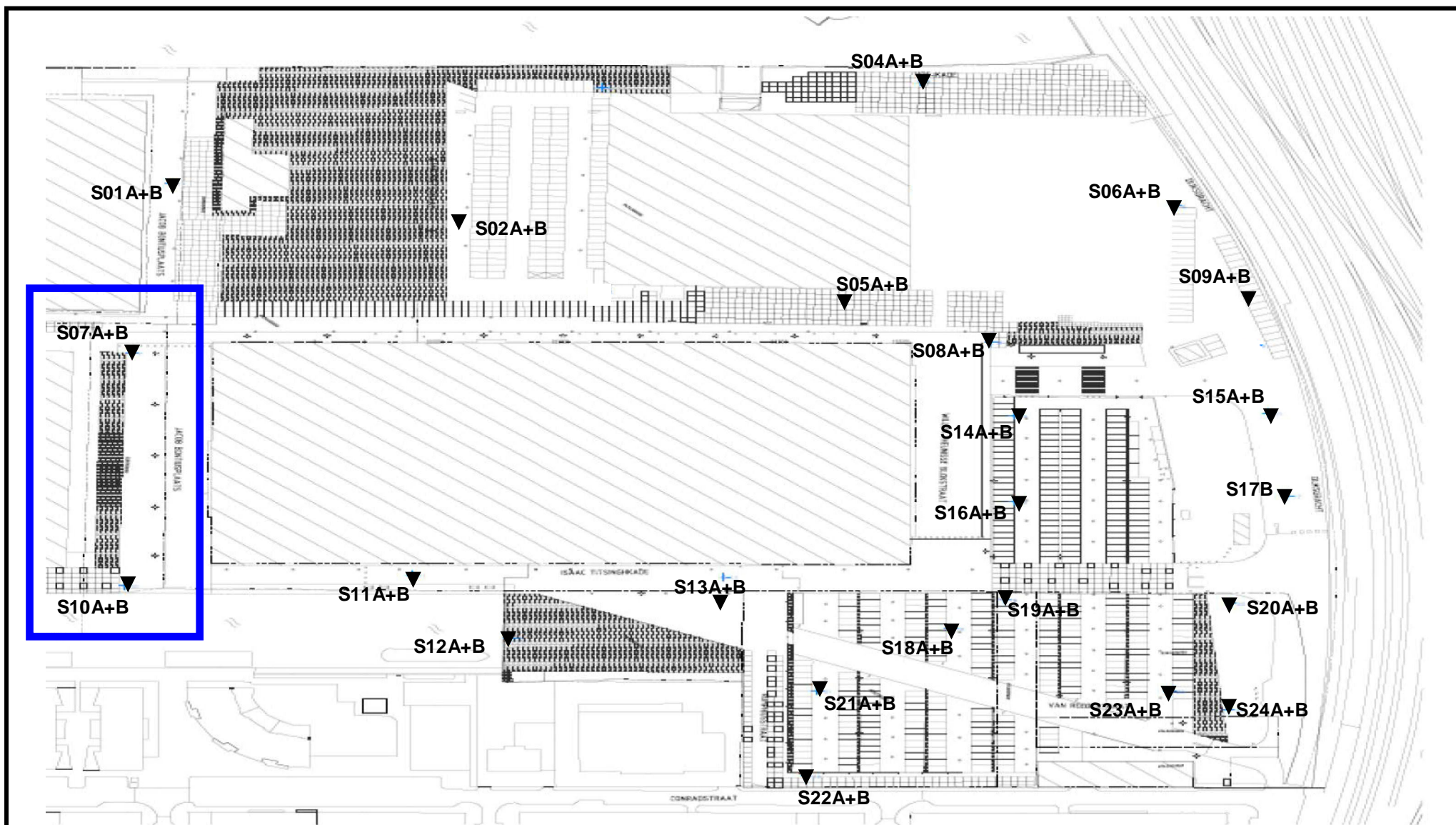
Toegevoegde metingen

KM	Meting van de plaatselijke kleef
P	Meting van de waterspanning
M	Meting van de magnetische veldsterkte
G	Meting van de geleidbaarheid
S	Meting van de schuifgolfsnelheid (seismische meting)
T	Meting van de temperatuur

Peilbuis



A.2 SONDERINGEN DERDEN



Overzichtstekening

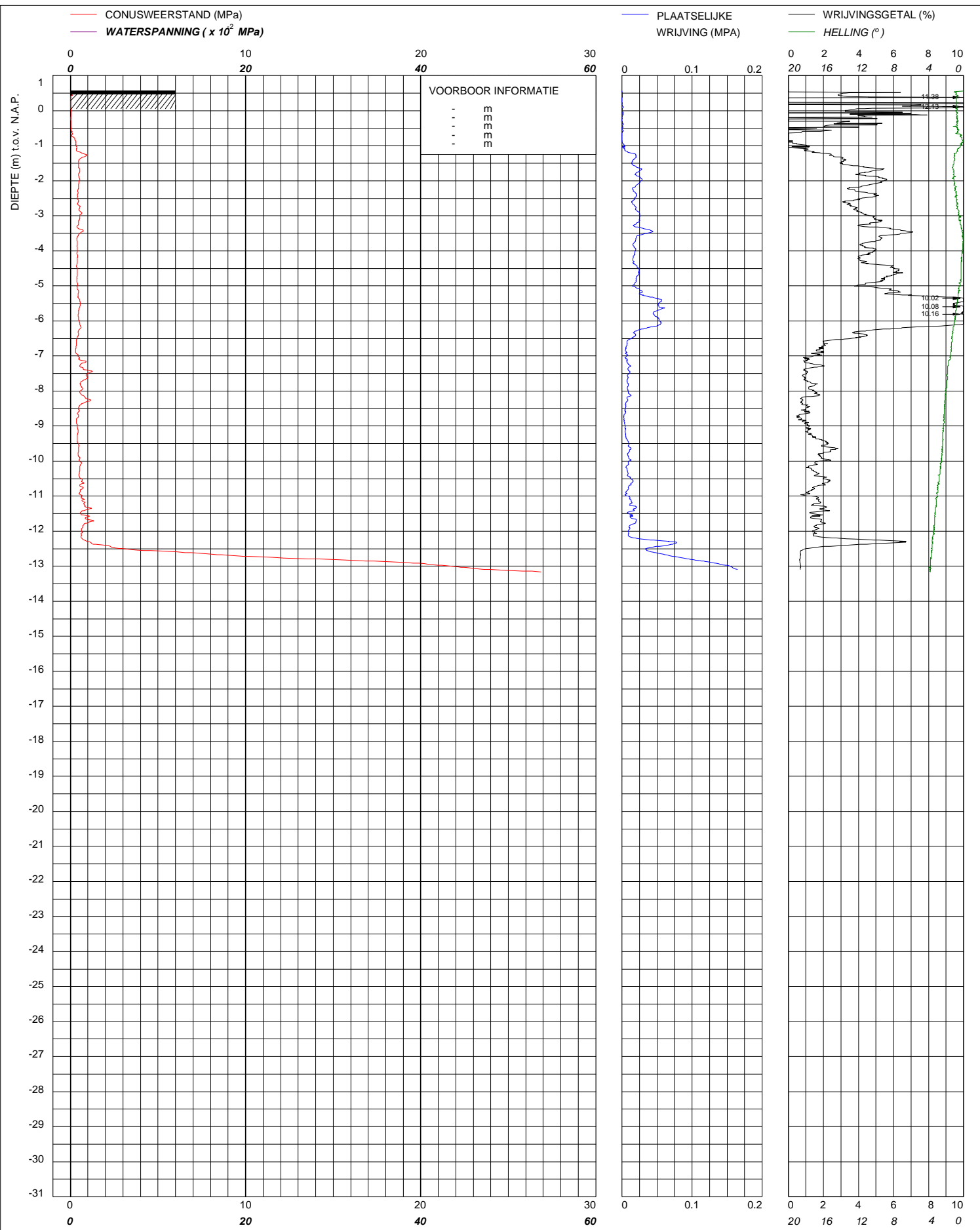
Projectnummer : 003797-001
 Opdrachtgever : Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
 Kenmerk opdrachtgever : -

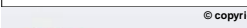
Plaats : Amsterdam
 Locatie : Oostenbrug



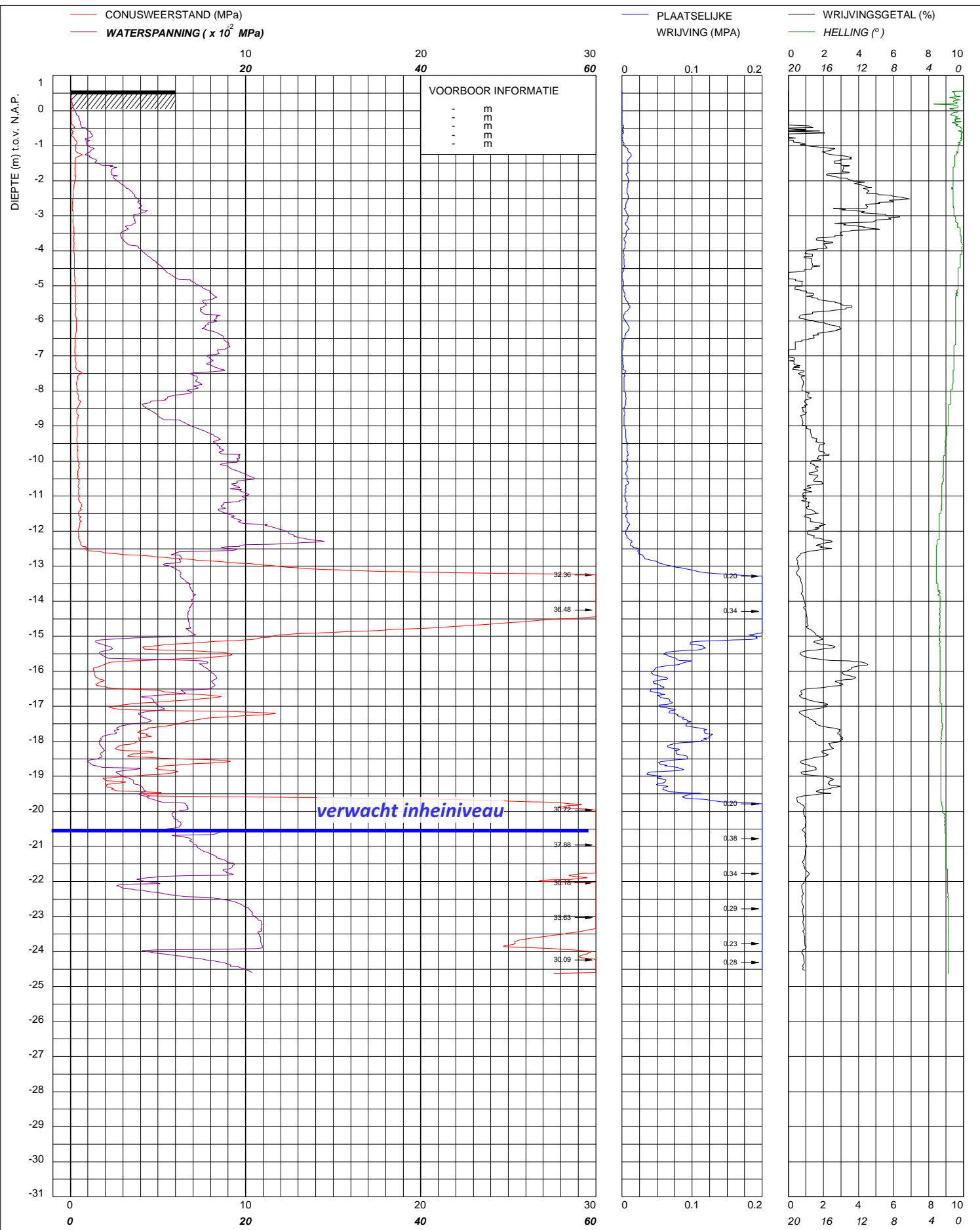
Multiconsult


Contactweg 60, 1014 BW Amsterdam
 Telefoon +31(0)20 410 85 43 / www.multiconsult.nl / info@multiconsult.nl

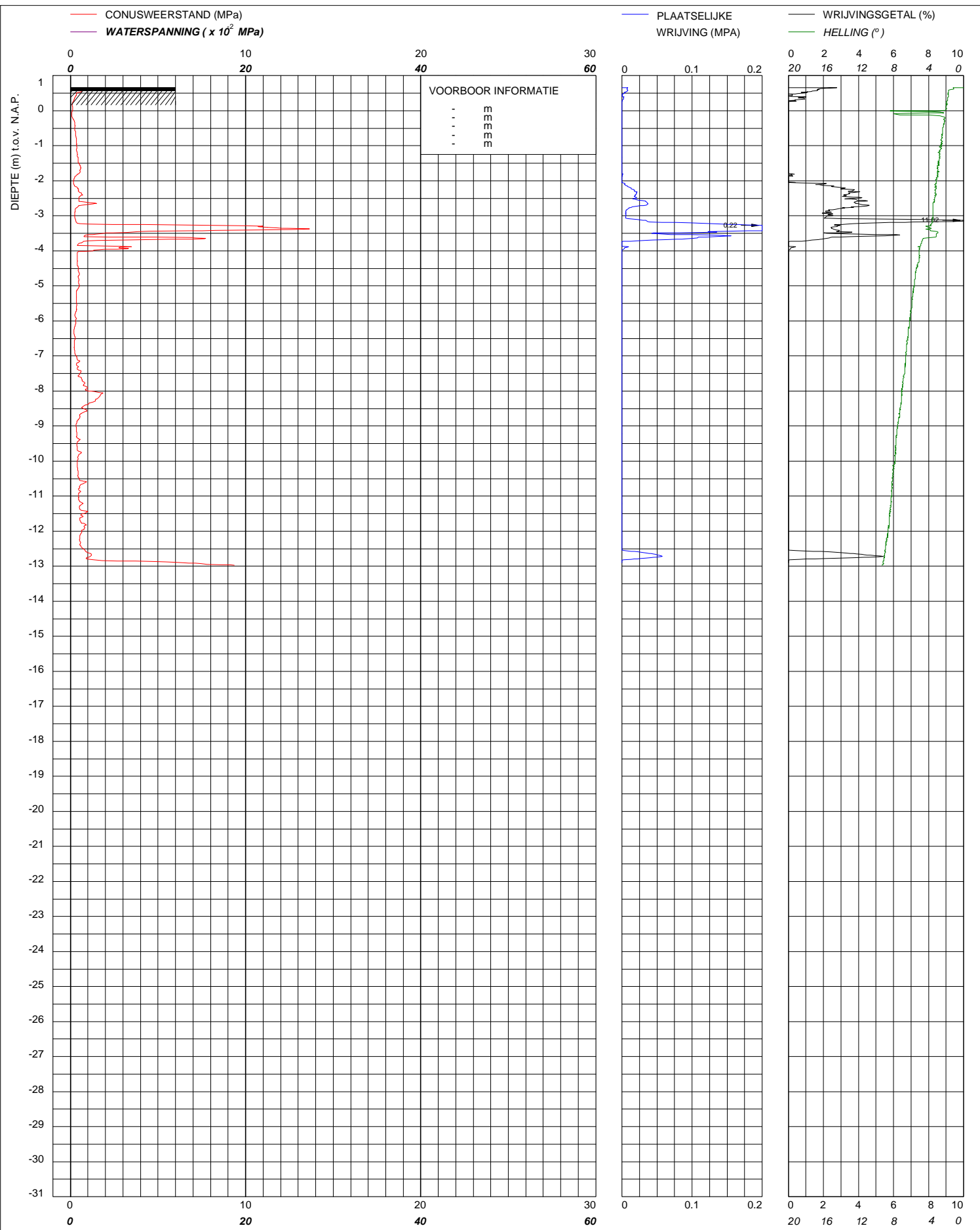


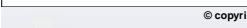
 <div><div>© copyright</div><div>Multiconsult</div><div><div>Multiconsult</div><div>Contactweg 60</div><div>1014 BW AMSTERDAM</div><div>Telefoon (020) 410 85 43</div><div>Email info@multiconsult.nl</div></div></div>	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 3 Conus: 001443, Ac: 1.500 mm2 Filterpositie U2	MV	0.566 m N.A.P.	X	123666	Opdrachtnummer : 003797-001
	Witteveen + Bos Oostenburg te Amsterdam	Km		Y	487153	Locatiecode : S07A
		Uitvoeringsdatum		8-8-2016		
		Printdatum		12-8-2016		

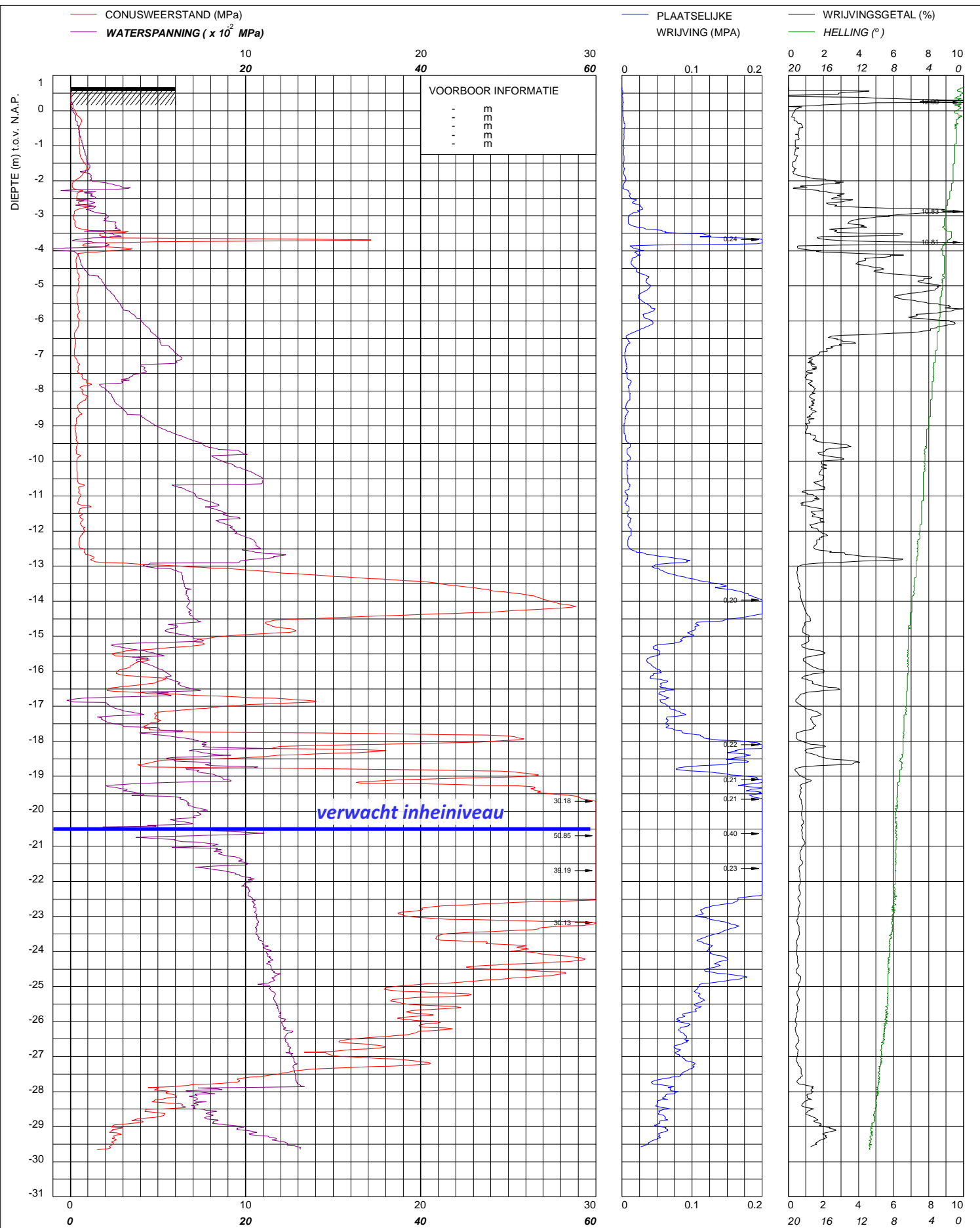
Witteveen + Bos
Oostenburg te Amsterdam




<div><div>© copyright</div><div>Multiconsult</div><div><div>Multiconsult</div><div>Contactweg 60</div><div>1014 BW AMSTERDAM</div><div>Telefoon (020) 410 85 43</div><div>Email info@multiconsult.nl</div></div></div>	Sondering TE2 volgens NEN-EN-22476, klasse 3 Conus: 141008, Ac: 1.500 mm2 Filterpositie U2	MV	0.566 m N.A.P.	X	123666	Opdrachtnummer :
	Witteveen + Bos Oostenburg te Amsterdam	Km		Y	487153	003797-001
		Uitvoeringsdatum		10-8-2016		Locatie code :
		Printdatum		12-8-2016		S07B



 <div>© copyright Multiconsult Contactweg 60 1014 BW AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info@multiconsult.nl</div>	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 3 Conus: 001443, Ac: 1.500 mm2 Filterpositie U2	MV	0.664 m N.A.P.	X	123721	Opdrachtnummer : 003797-001
	Witteveen + Bos Oostenburg te Amsterdam	Km		Y	487084	Locatiecode : S10A
		Uitvoeringsdatum		8-8-2016		
		Printdatum		12-8-2016		

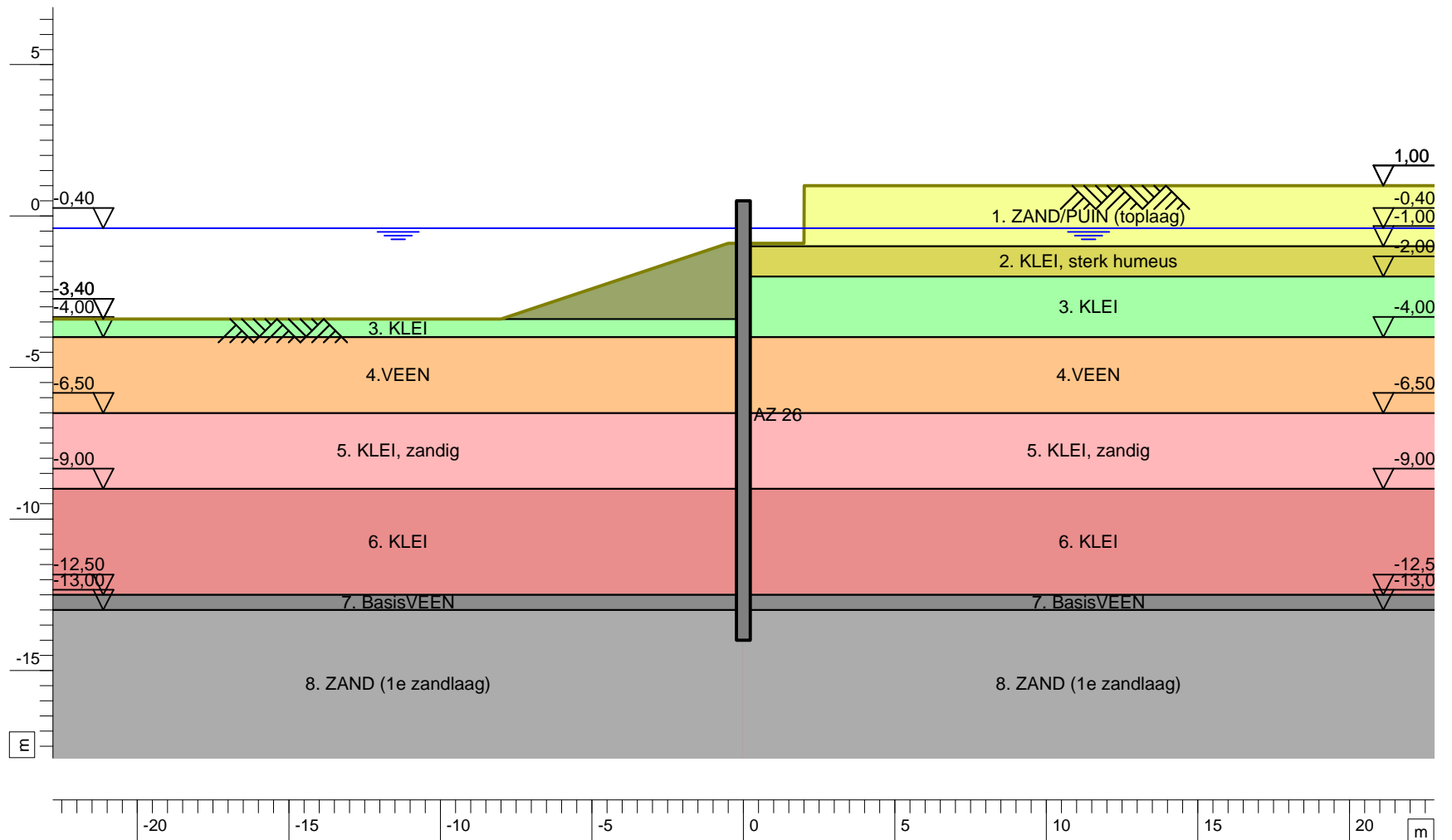


 <p>© copyright Multiconsult Contactweg 60 1014 BW AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info@multiconsult.nl</p>	Sondering TE2 volgens NEN-EN-22476, klasse 3 Conus: 140119, Ac: 1.500 mm2 Filterpositie U2		MV	0.664 m N.A.P.	X	123721	Opdrachtnummer : 003797-001
	Witteveen + Bos Oostenburg te Amsterdam		Km		Y	487084	
			Uitvoeringsdatum		10-8-2016		Locatie code : S10B
			Printdatum		12-8-2016		

B. INVOER EN BEREKENINGSRESULTATEN DSHEET PILING

B.1 DOORSNEDE 1

Overzicht - Fase 1: Beginsituatie



D-Sheet Piling 18.1 : Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde - brede kelder - UGT-berekening s'lt

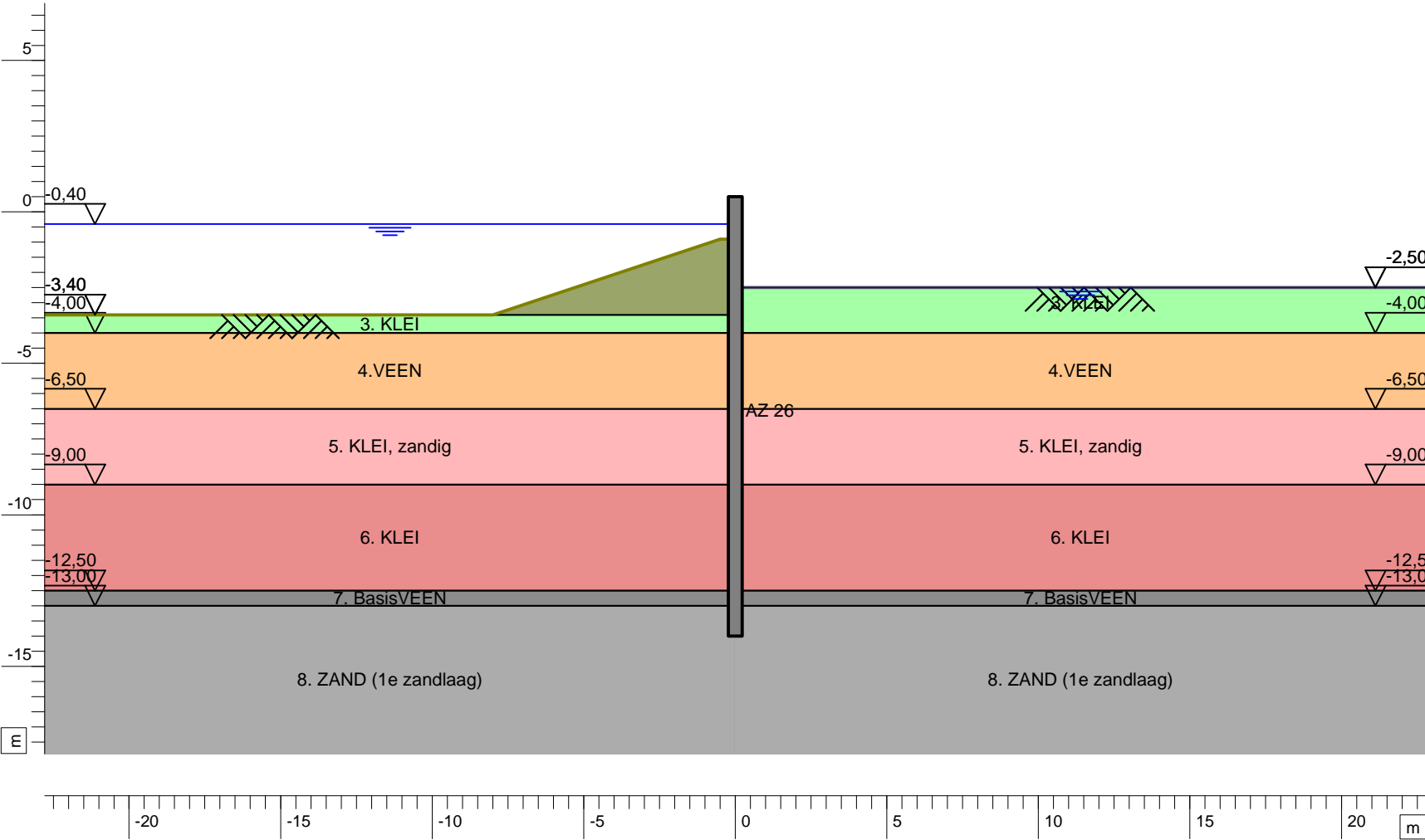
Tel
Fax

datum
5/18/2018

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

1017-0080-020
Bijl.

Overzicht - Fase 2: Ontgraven bouwput



D-Sheet Piling 18.1 : Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde - brede kelder - UGT-berekening s'lt

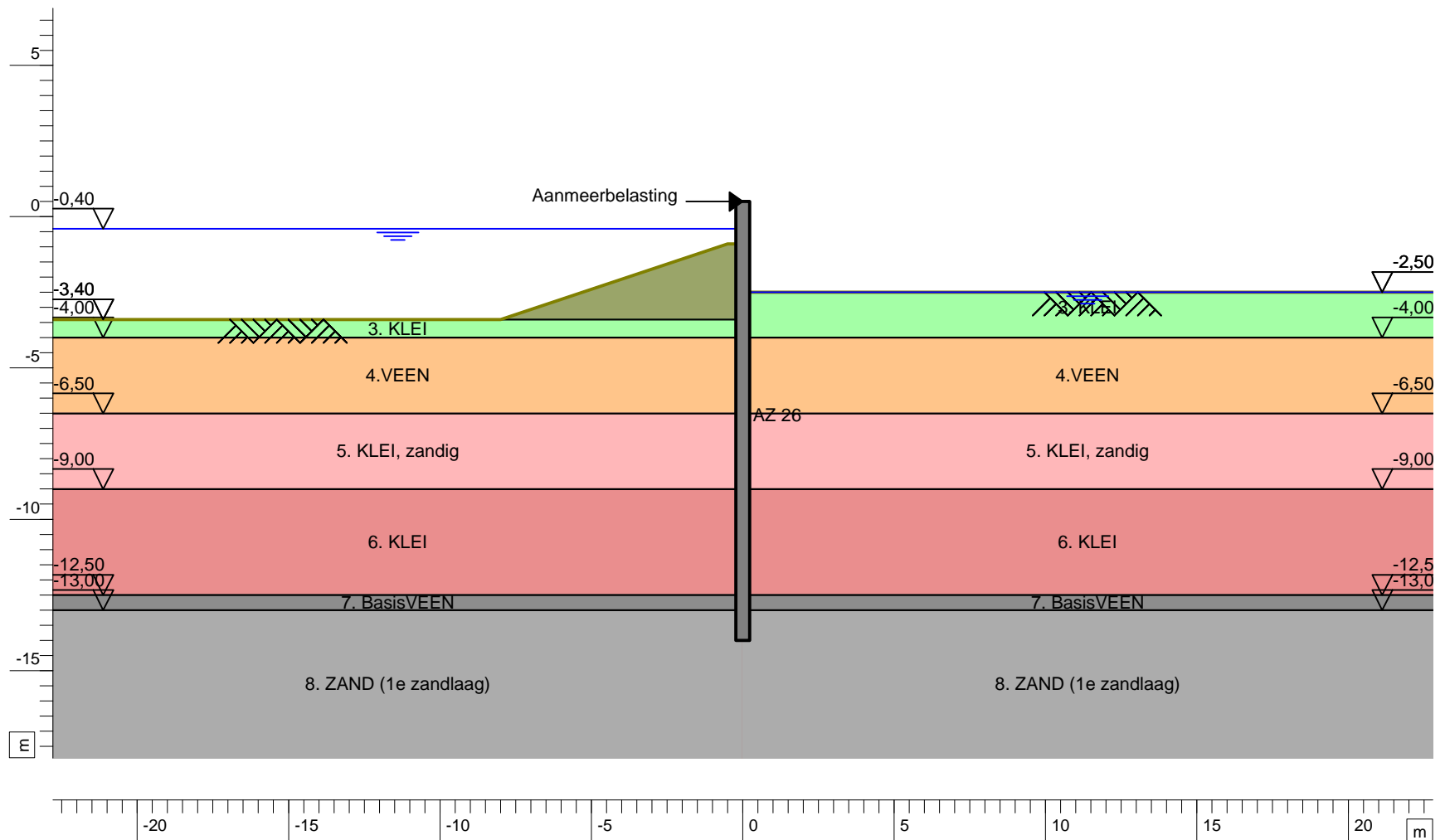
Tel
Fax
datum
5/18/2018

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

1017-0080-020

Bijl.

Overzicht - Fase 3: Aangrijpen aanmeerbelasting



D-Sheet Piling 18.1 : Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde - brede kelder - UGT-berekening s'lt

Tel
Fax

datum
5/18/2018

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

Bijl.

1017-0080-020

Rapport voor D-Sheet Piling 18.1

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares

Datum van rapport: 5/18/2018
Tijd van rapport: 8:58:32 AM
Rapport met versie: 18.1.1.2

Datum van berekening: 5/8/2018
Tijd van berekening: 9:42:58 AM
Berekend met versie: 18.1.1.2

Bestandsnaam: P:\.\Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde - brede kelder - UGT-berekening

Projectbeschrijving: Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

1 Overzicht

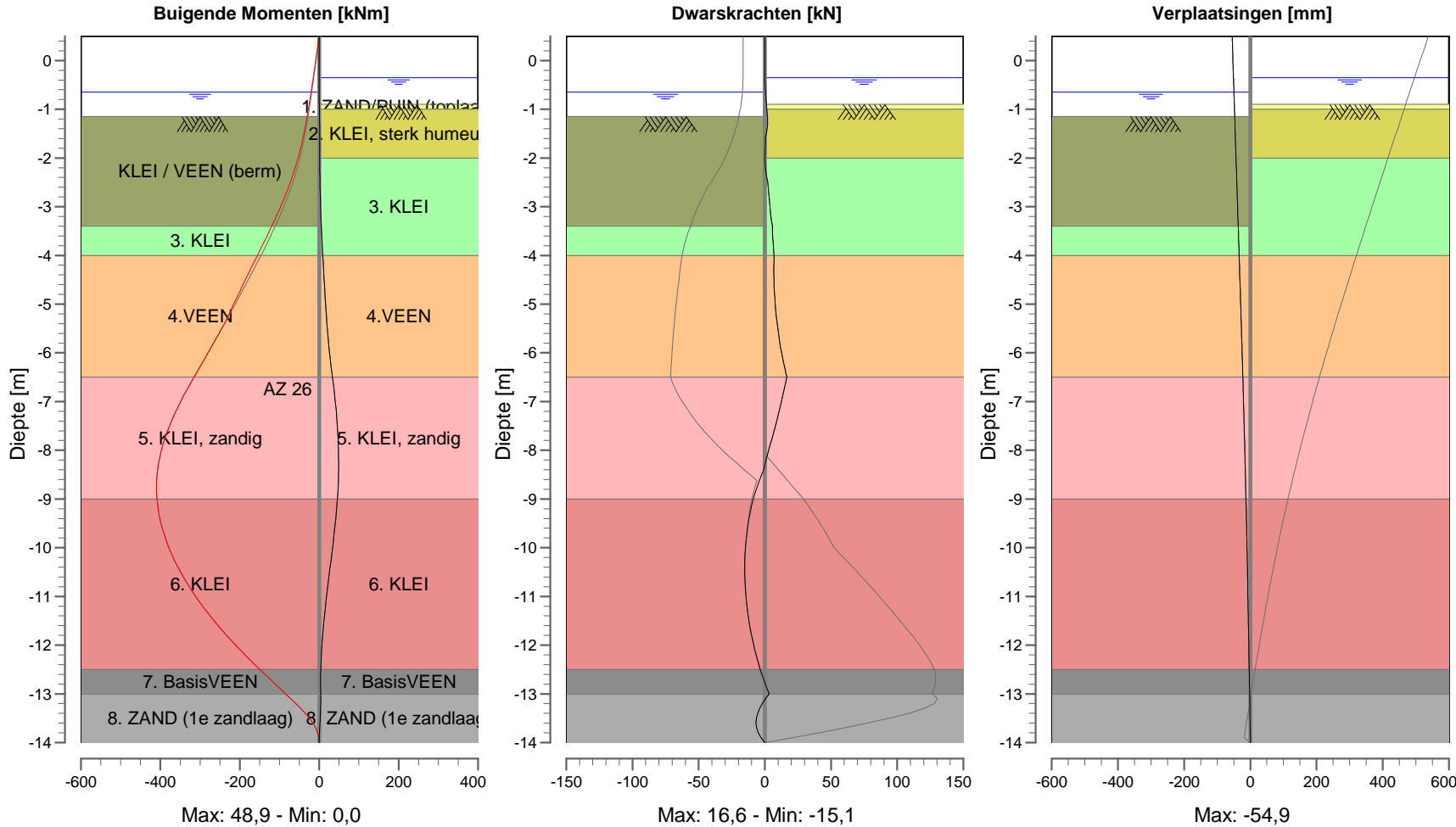
1.1 Overzicht per Fase en Toets

Fase nr.	Verificatie	Verplaatsing [mm]	Moment [kNm]	Dwarskracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]	Verticaal evenwicht
1	EC7(NL)-Stap 6.3		48,86	16,55	0,0	35,4	---
1	EC7(NL)-Stap 6.4		37,02	13,85	0,0	35,5	---
1	EC7(NL)-Stap 6.5	-15,0	-12,17	12,73	0,0	24,4	---
1	EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,20		-14,60	15,28			
2	EC7(NL)-Stap 6.3		-266,44	76,71	0,0	47,6	---
2	EC7(NL)-Stap 6.4		-263,22	72,66	0,0	47,0	---
2	EC7(NL)-Stap 6.5	117,2	-181,76	43,81	0,0	32,2	---
2	EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,20		-218,11	52,57			
3	EC7(NL)-Stap 6.3		-409,96	130,37	0,0	55,2	---
3	EC7(NL)-Stap 6.4		-409,52	126,03	0,0	54,7	---
3	EC7(NL)-Stap 6.5	192,3	-286,86	70,59	0,0	35,6	---
3	EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,20		-344,23	84,71			
Max			-409,96	130,37	0,0	55,2	---

Einde Rapport

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 1: Beginsituatie

Stap 6.3 - Partiële factor set: RC 2



D-Sheet Piling 18.1 : Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde - brede kelder - UGT-berekening.sht

TELEPHONE
TELEFAX

date

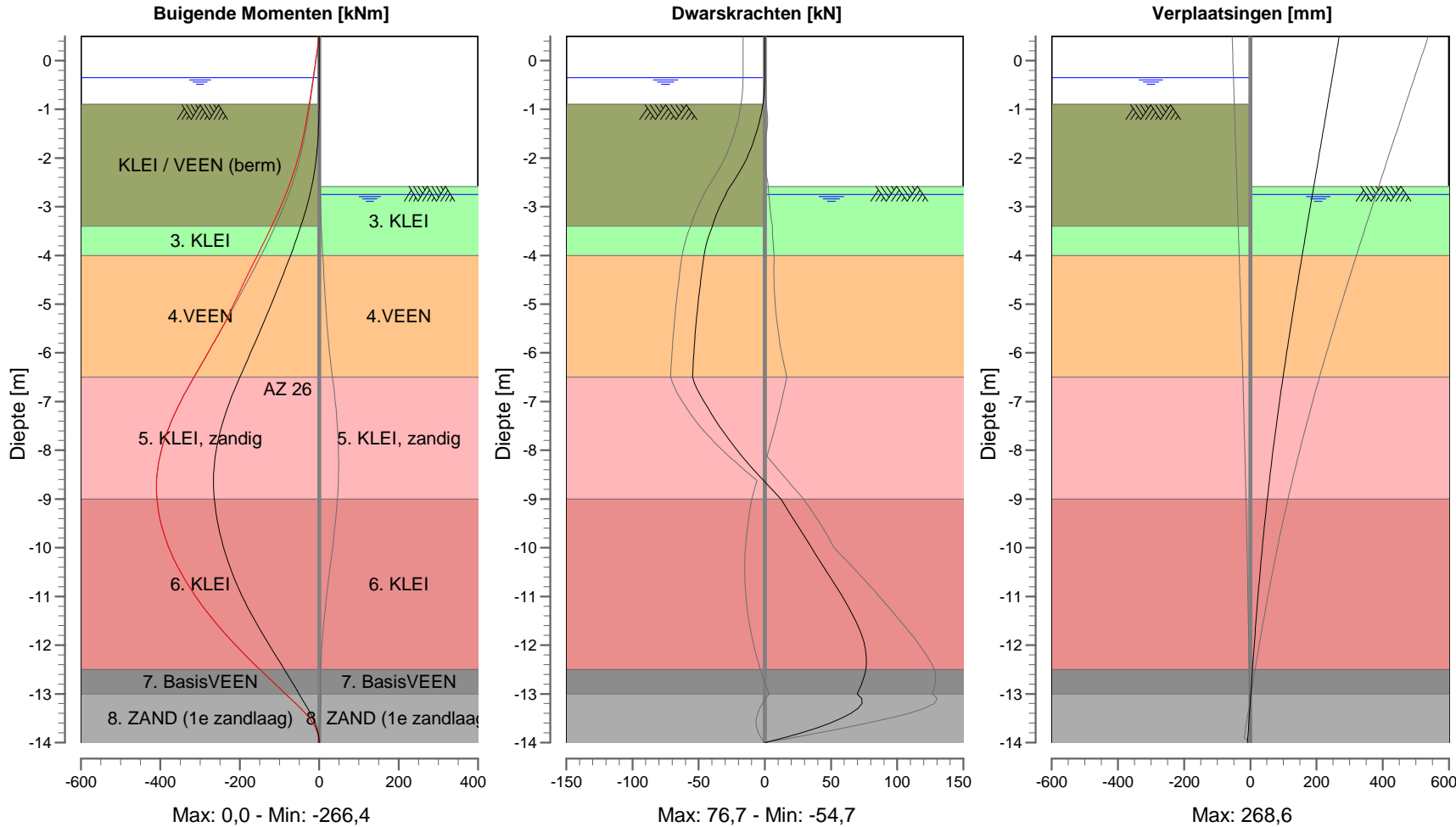
5/18/2018

1017-0080-020

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 2: Ontgraven bouwput

Stap 6.3 - Partiële factor set: RC 2



D-Sheet Piling 18.1 : Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde - brede kelder - UGT-berekening.sht

TELEPHONE
TELEFAX

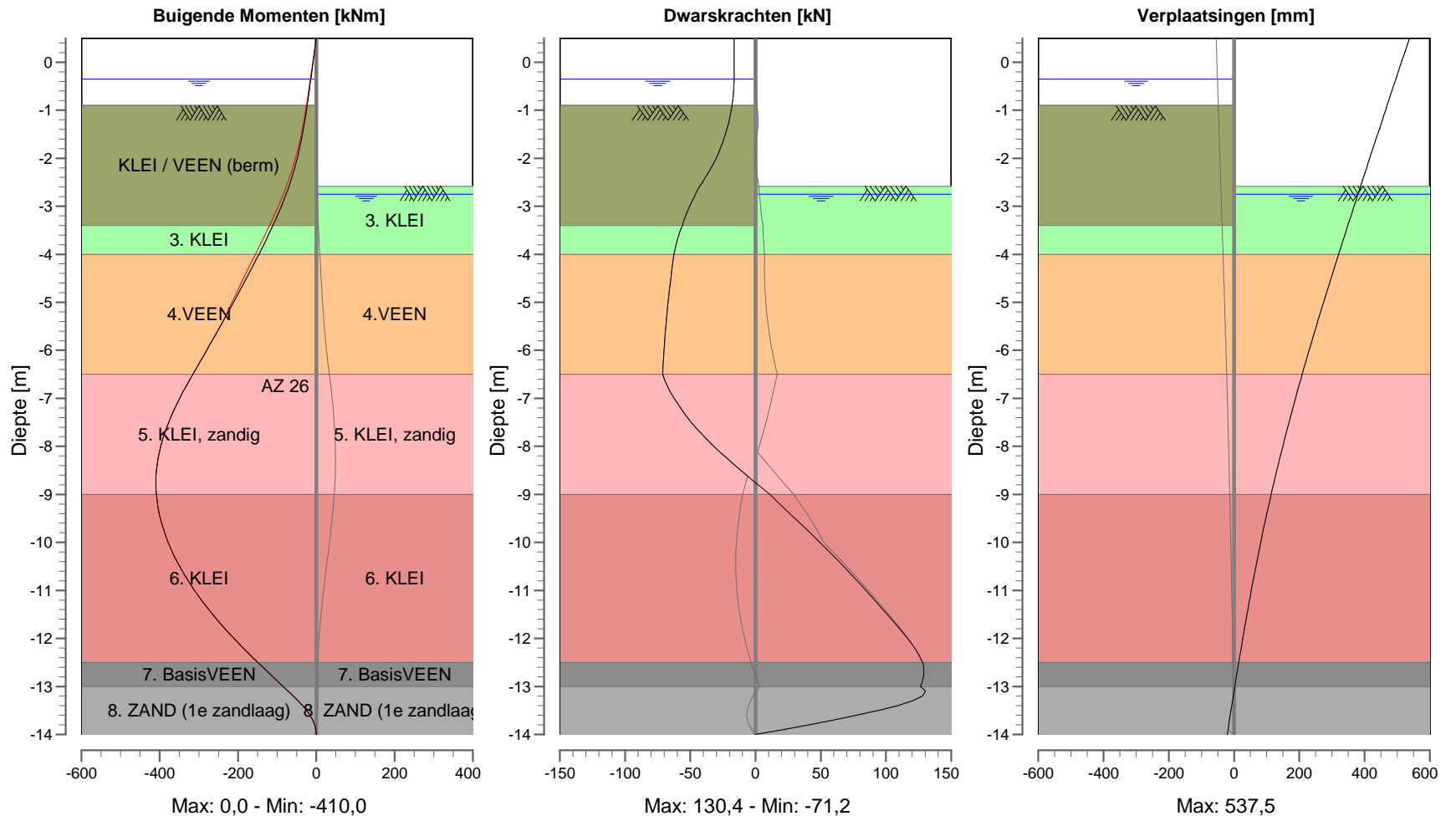
date
5/18/2018

1017-0080-020

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 3: Aangrijpen aanmeerbelasting

Stap 6.3 - Partiële factor set: RC 2



D-Sheet Piling 18.1 : Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde - brede kelder - UGT-berekening.sht

TELEPHONE
TELEFAX

date
5/18/2018

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

1017-0080-020

Rapport voor D-Sheet Piling 18.1

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares

Datum van rapport: 5/18/2018
Tijd van rapport: 9:00:49 AM
Rapport met versie: 18.1.1.2

Datum van berekening: 5/8/2018
Tijd van berekening: 9:47:41 AM
Berekend met versie: 18.1.1.2

Bestandsnaam: P:\.\Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde - brede kelder - BGT-berekening

Projectbeschrijving: Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

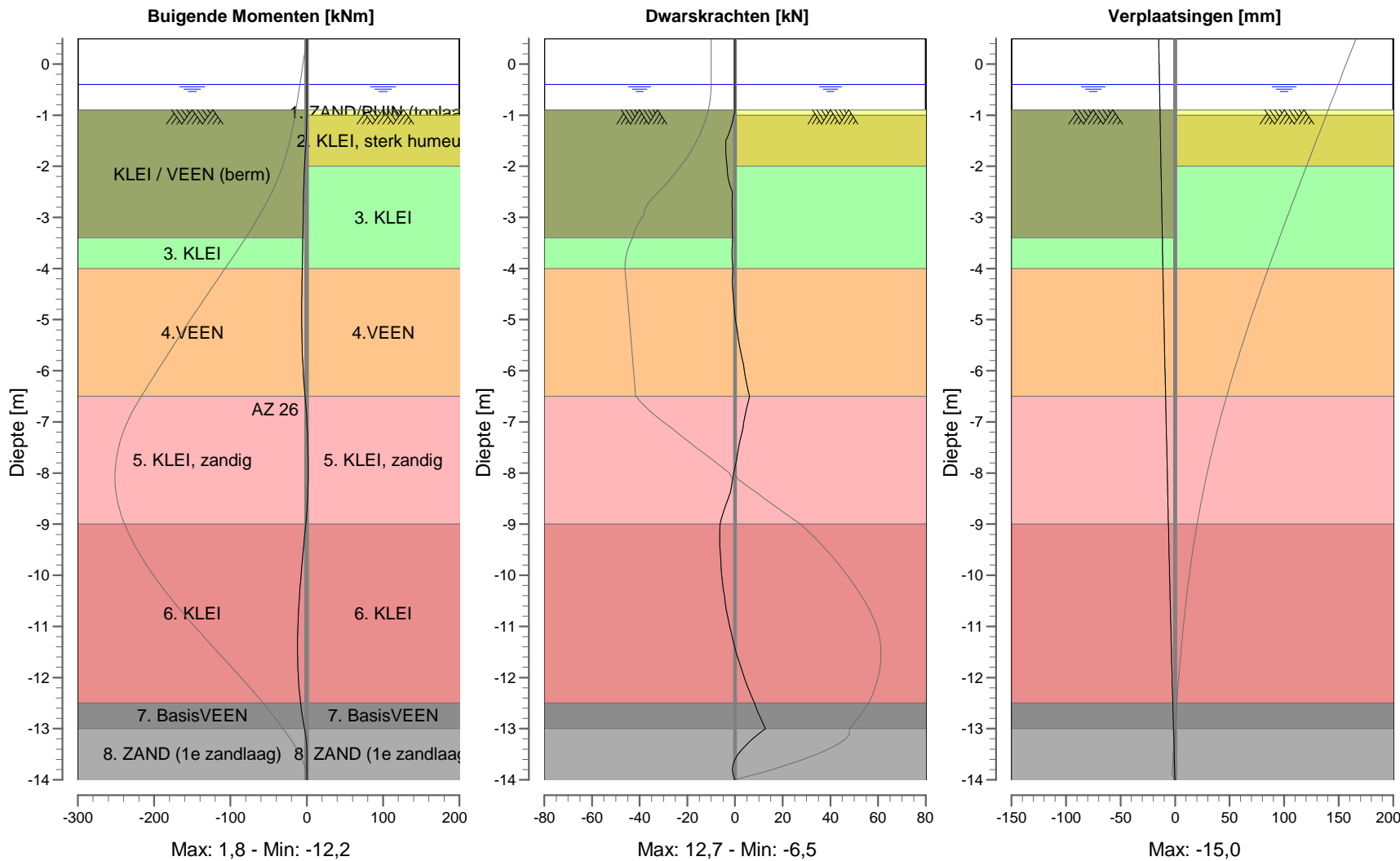
1 Overzicht

1.1 Maxima per Fase

Fase nr.	Fase	Verplaat-sing [mm]	Moment [kNm]	Dwars-kracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]	Verticaal evenwicht
1	Beginsituatie	-15,0	-12,17	12,73	0,0	24,4	---
2	Ontgraven bouw...	117,2	-181,76	43,81	0,0	32,2	---
3	Aangrijpen aan...	165,9	-251,33	61,20	0,0	34,4	---
Max			-251,33	61,20	0,0	34,4	---

Einde Rapport

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 1: Beginsituatie



D-Sheet Piling 18.1 : Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde - BGT-berekening.sh

TELEPHONE
TELEFAX

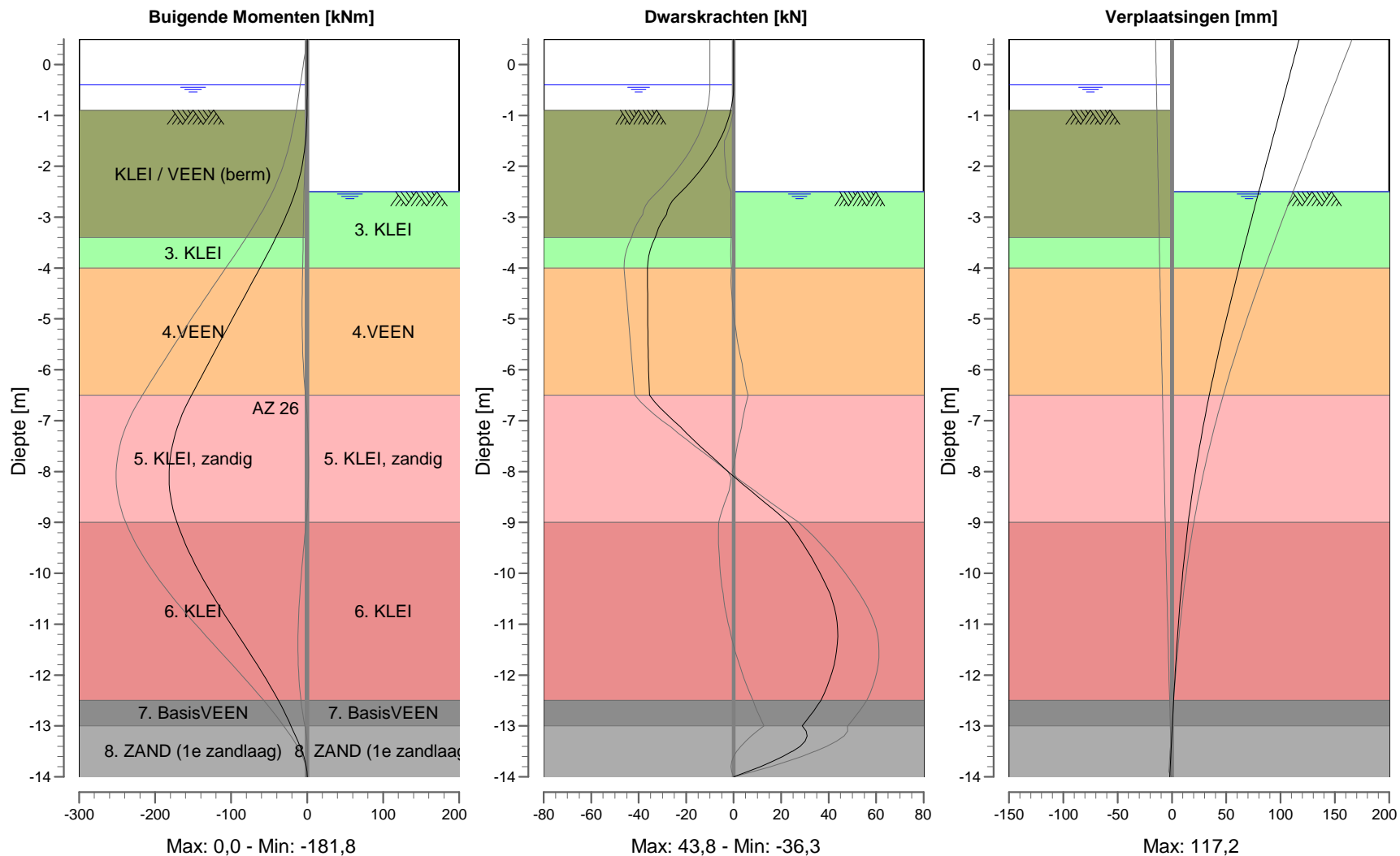
date

5/18/2018

1017-0080-020

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 2: Ontgraven bouwput



D-Sheet Piling 18.1 : Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde - BGT-berekening.sh

TELEPHONE
TELEFAX

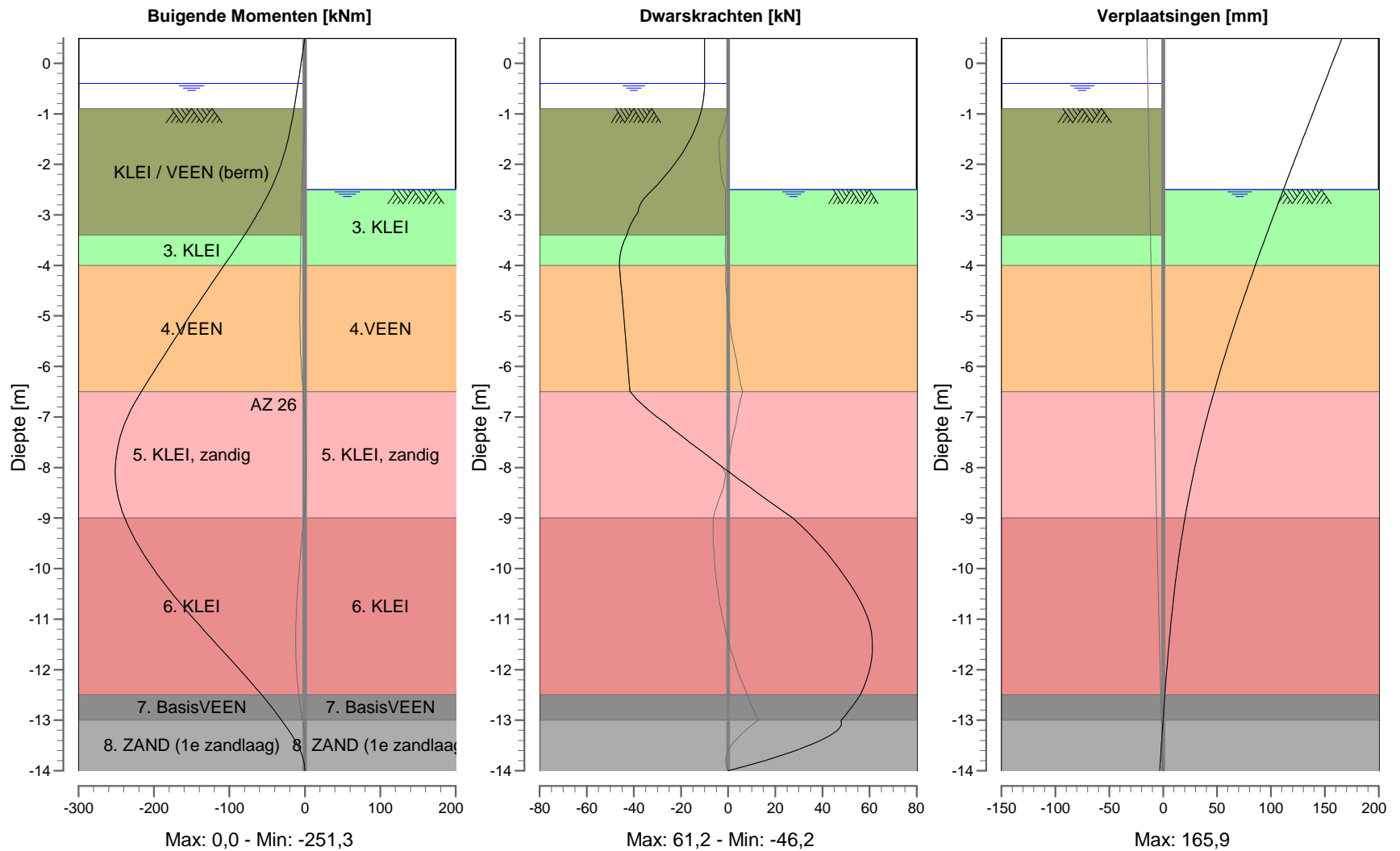
date

5/18/2018

1017-0080-020

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 3: Aangrijpen aanmeerbelasting



D-Sheet Piling 18.1 : Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde - BGT-berekening.sh

TELEPHONE
TELEFAX

date

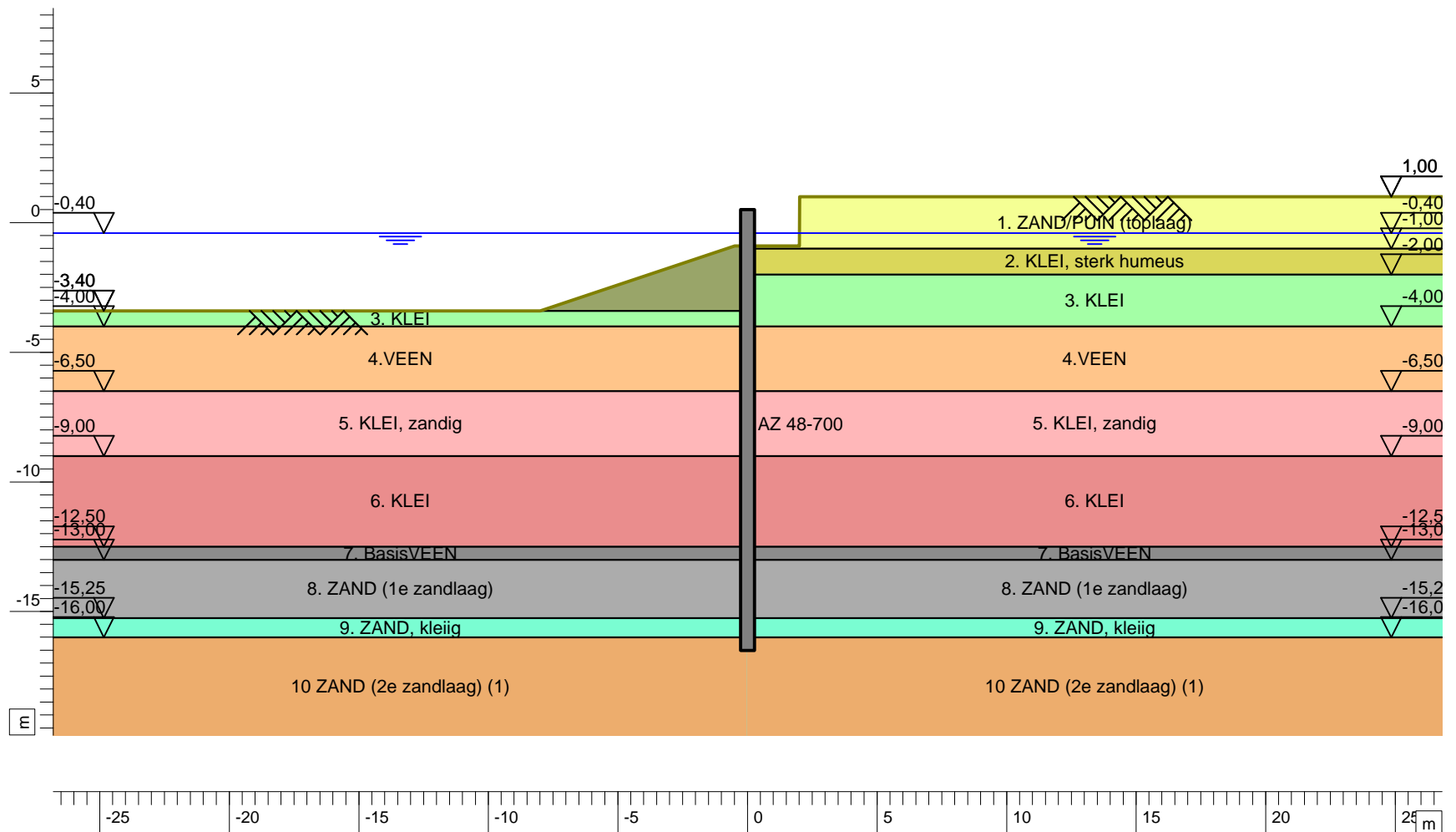
5/18/2018

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

1017-0080-020

B.2 DOORSNEDE 2

Overzicht - Fase 1: Beginsituatie



D-Sheet Piling 18.1 : Doorsnede 2 - Damwand t.o.v. voorbelasting - UGT-berekening, v2.sh

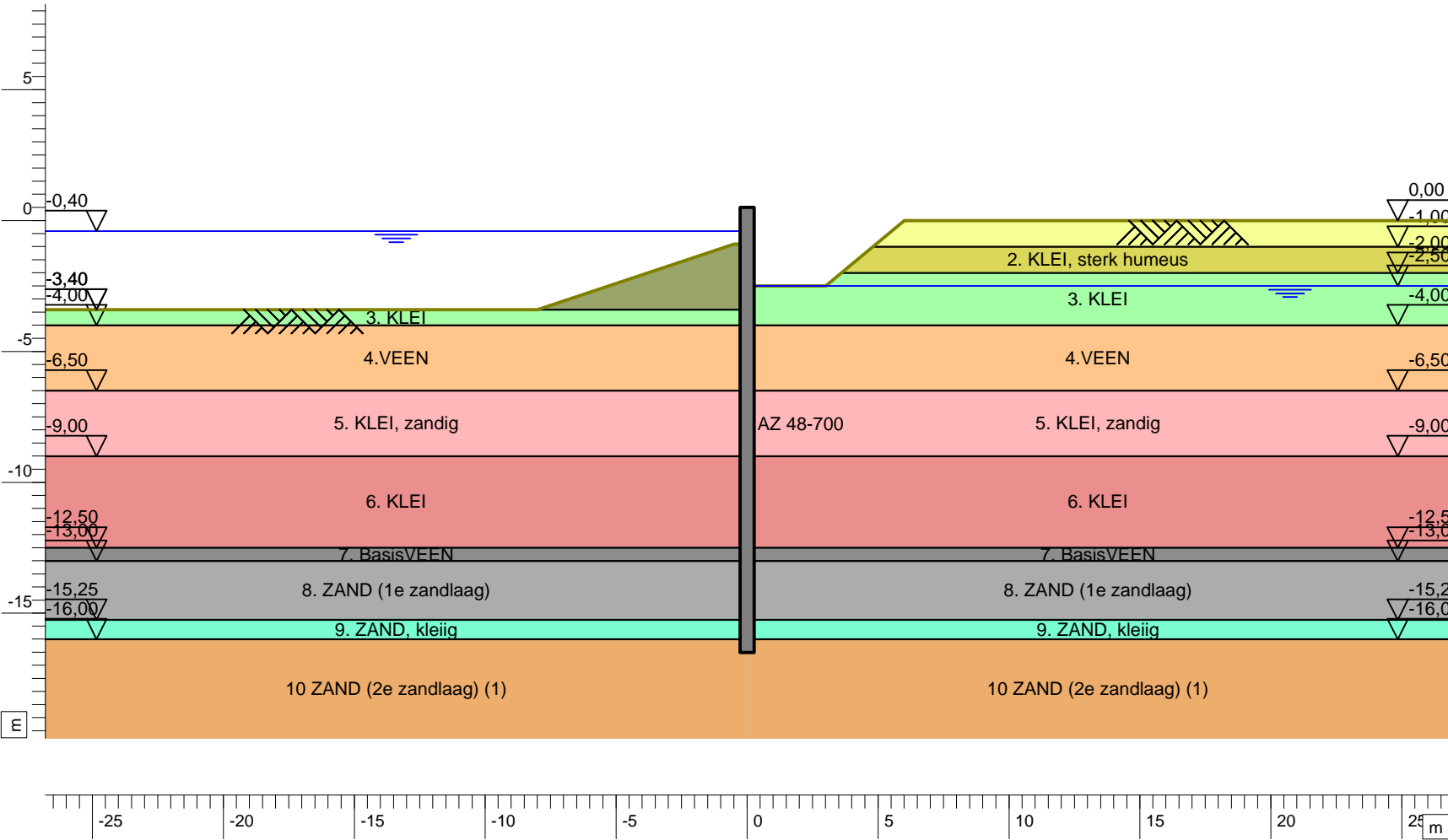
Tel
Fax

datum
5/18/2018

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

Bijl.
1017-0080-020

Overzicht - Fase 2: Slopen kade



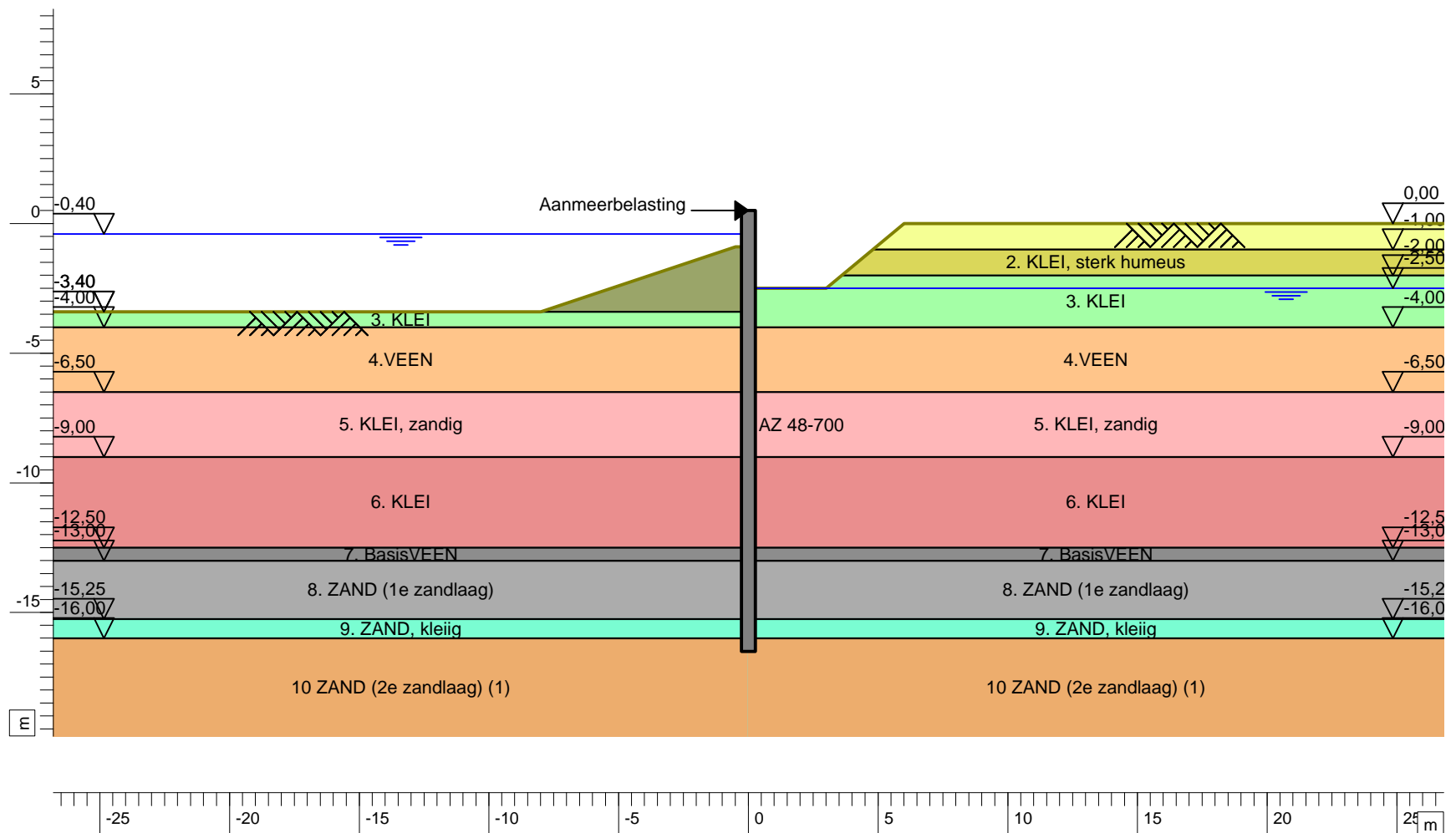
D-Sheet Pilling 18.1 : Doorsnede 2 - Damwand t.p.v. voorbelasting - UGT-berekening, v2.sht

Tel
Fax
datum
5/18/2018

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

Bijl.
1017-0080-020

Overzicht - Fase 3: Aangrijpen aanmeerbelasting



D-Sheet Pilling 18.1 : Doorsnede 2 - Damwand t.p.v. voorbelasting - UGT-berekening, v2.sh

Tel
Fax

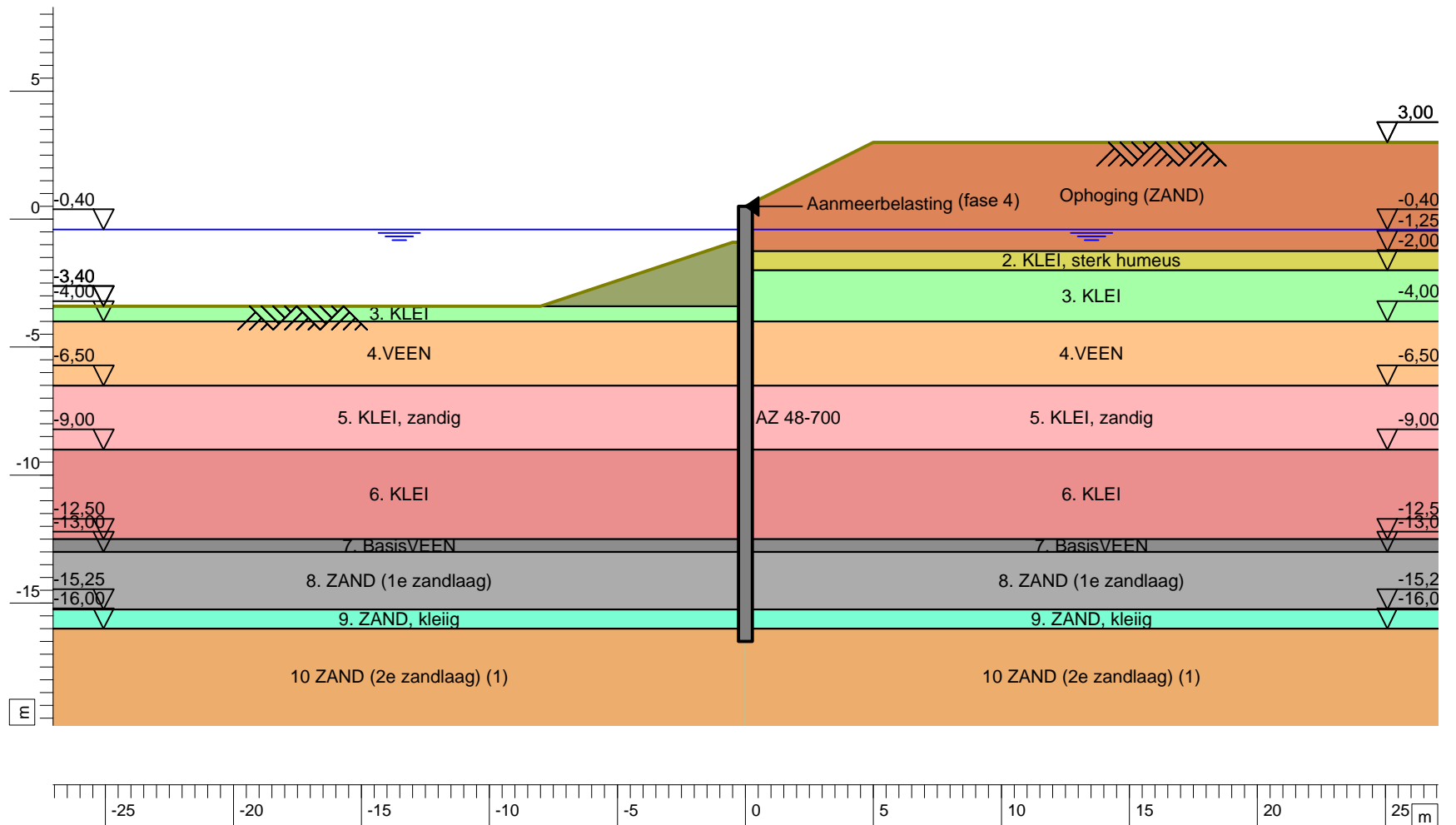
datum
5/18/2018

1017-0080-020

Bijl.

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

Overzicht - Fase 4: Aanbrengen voorbelasting



D-Sheet Pilling 18.1 : Doorsnede 2 - Damwand t.o.v. voorbelasting - UGT-berekening, v2.sh

Tel
Fax

datum
5/18/2018

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

Bijl.

1017-0080-020

Rapport voor D-Sheet Piling 18.1

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares

Datum van rapport: 5/18/2018
Tijd van rapport: 9:54:00 AM
Rapport met versie: 18.1.1.2

Datum van berekening: 5/17/2018
Tijd van berekening: 2:54:44 PM
Berekend met versie: 18.1.1.2

Bestandsnaam: P:\.\Doorsnede 2 - Damwand t.p.v. voorbelasting - UGT-berekening_v2

Projectbeschrijving: Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

Verificatie volgens Nationale Bijlage van Eurocode 7 in Nederland (NEN 9997-1:2016)

1 Overzicht

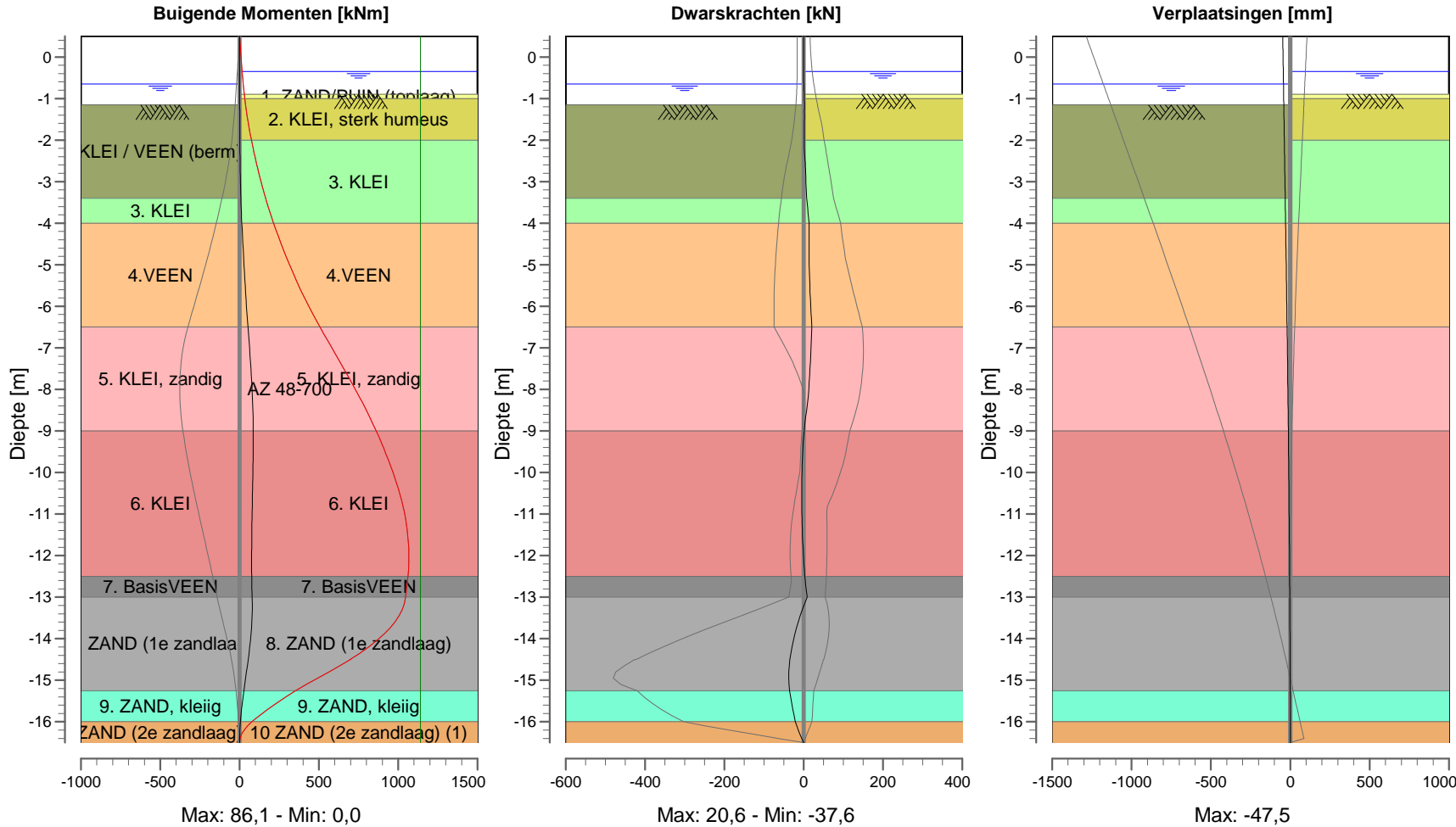
1.1 Overzicht per Fase en Toets

Fase nr.	Verificatie	Verplaat-sing [mm]	Moment [kNm]	Dwars-kracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]	Verticaal evenwicht
1	EC7(NL)-Stap 6.3		86,10	-37,58	0,0	25,5	---
1	EC7(NL)-Stap 6.4		61,28	-22,64	0,0	25,3	---
1	EC7(NL)-Stap 6.5	-16,8	37,04	-20,16	0,0	17,4	---
1	EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,20		44,44	-24,19			
2	EC7(NL)-Stap 6.3		-259,81	-61,92	0,0	20,0	---
2	EC7(NL)-Stap 6.4		-236,51	-57,18	0,0	20,1	---
2	EC7(NL)-Stap 6.5	50,4	-193,14	-43,14	0,0	14,2	---
2	EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,20		-231,77	-51,77			
3	EC7(NL)-Stap 6.3		-376,91	-74,84	0,0	21,0	---
3	EC7(NL)-Stap 6.4		-350,76	-71,31	0,0	21,0	---
3	EC7(NL)-Stap 6.5	77,4	-291,54	-55,16	0,0	14,7	---
3	EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,20		-349,85	-66,19			
4	EC7(NL)-Stap 6.3		1067,27	-479,80	0,0	62,9	---
4	EC7(NL)-Stap 6.4		1065,31	-473,27	0,0	62,5	---
4	EC7(NL)-Stap 6.5	-162,7	357,99	-113,93	0,0	28,6	---
4	EC7(NL)-Stap 6.5 * 1,20		429,58	-136,72			
Max			1067,27	-479,80	0,0	62,9	---

Einde Rapport

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 1: Beginsituatie

Stap 6.3 - Partiële factor set: RC 2



TELEPHONE
TELEFAX

date
5/18/2018

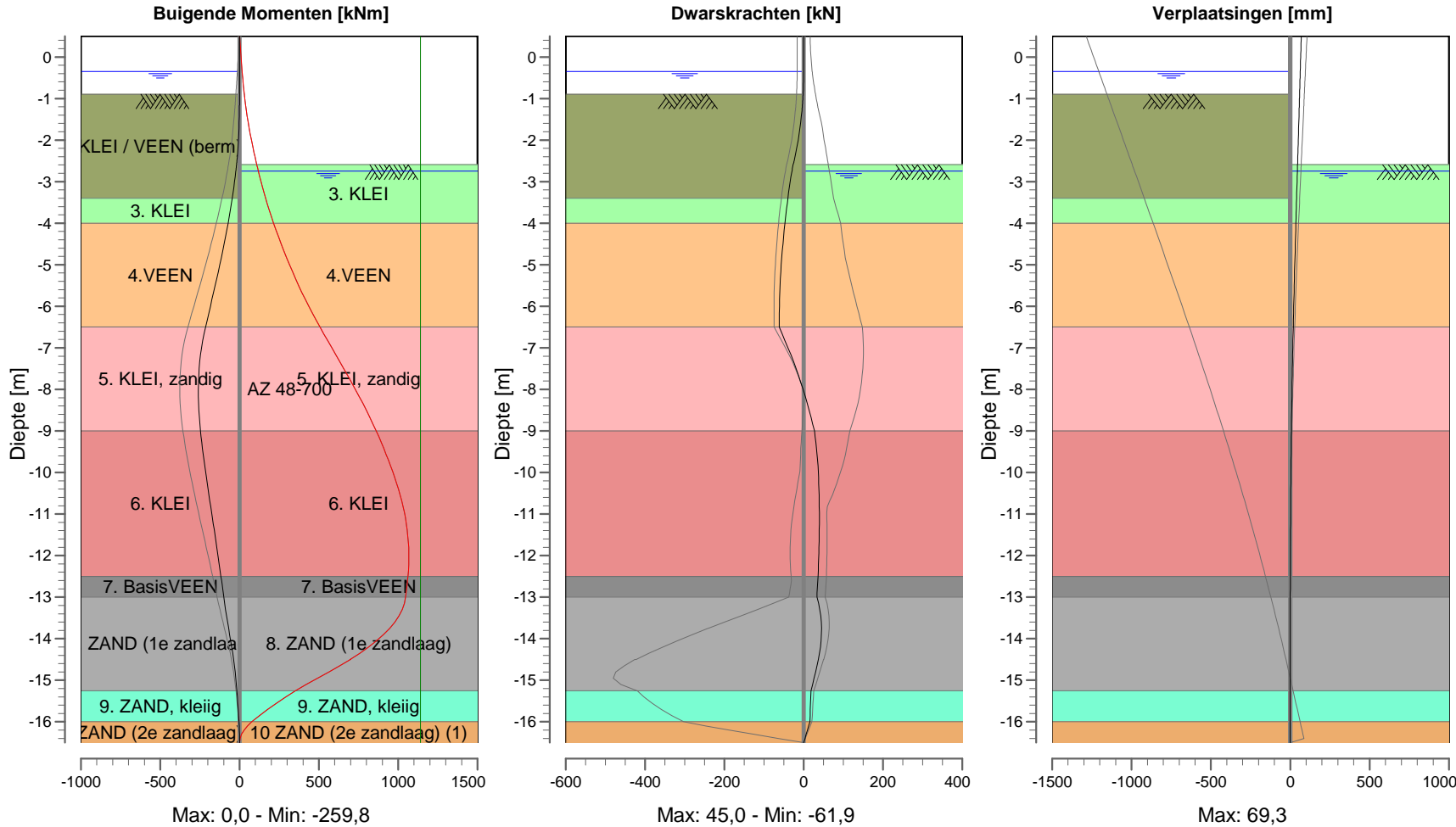
1017-0080-020

D-Sheet Piling 18.1 : Doorsnede 2 - Damwand t.p.v. voorbelasting - UGT-berekening, v2.511

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 2: Slopen kade

Stap 6.3 - Partiële factor set: RC 2



TELEPHONE
TELEFAX

date
5/18/2018

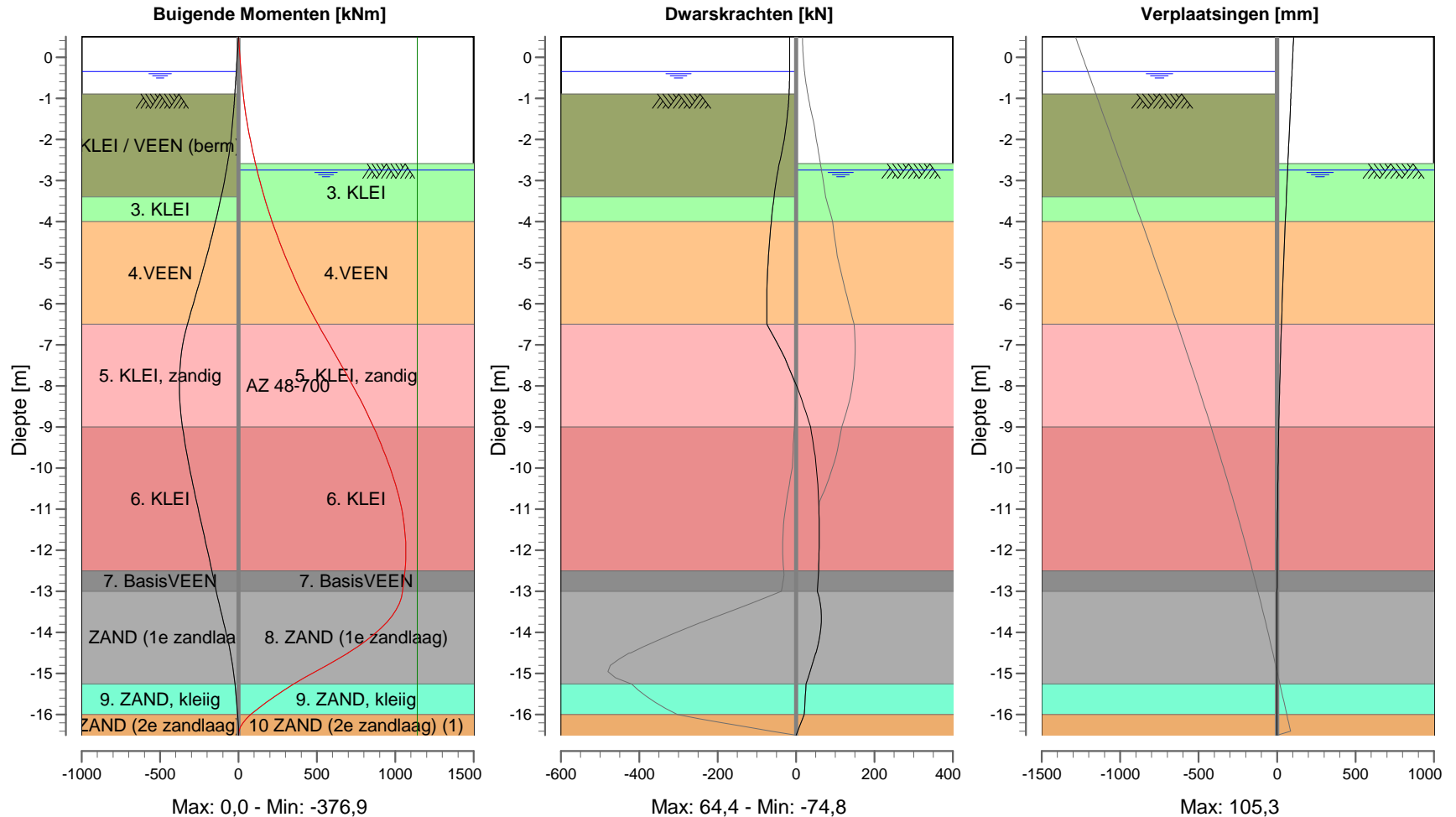
1017-0080-020

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

D-Sheet Piling 18.1 : Doorsnede 2 - Damwand t.p.v. voorbelasting - UGT-berekening, v2.511

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 3: Aangrijpen aanmeerbelasting

Stap 6.3 - Partiële factor set: RC 2



TELEPHONE
TELEFAX

date
5/18/2018

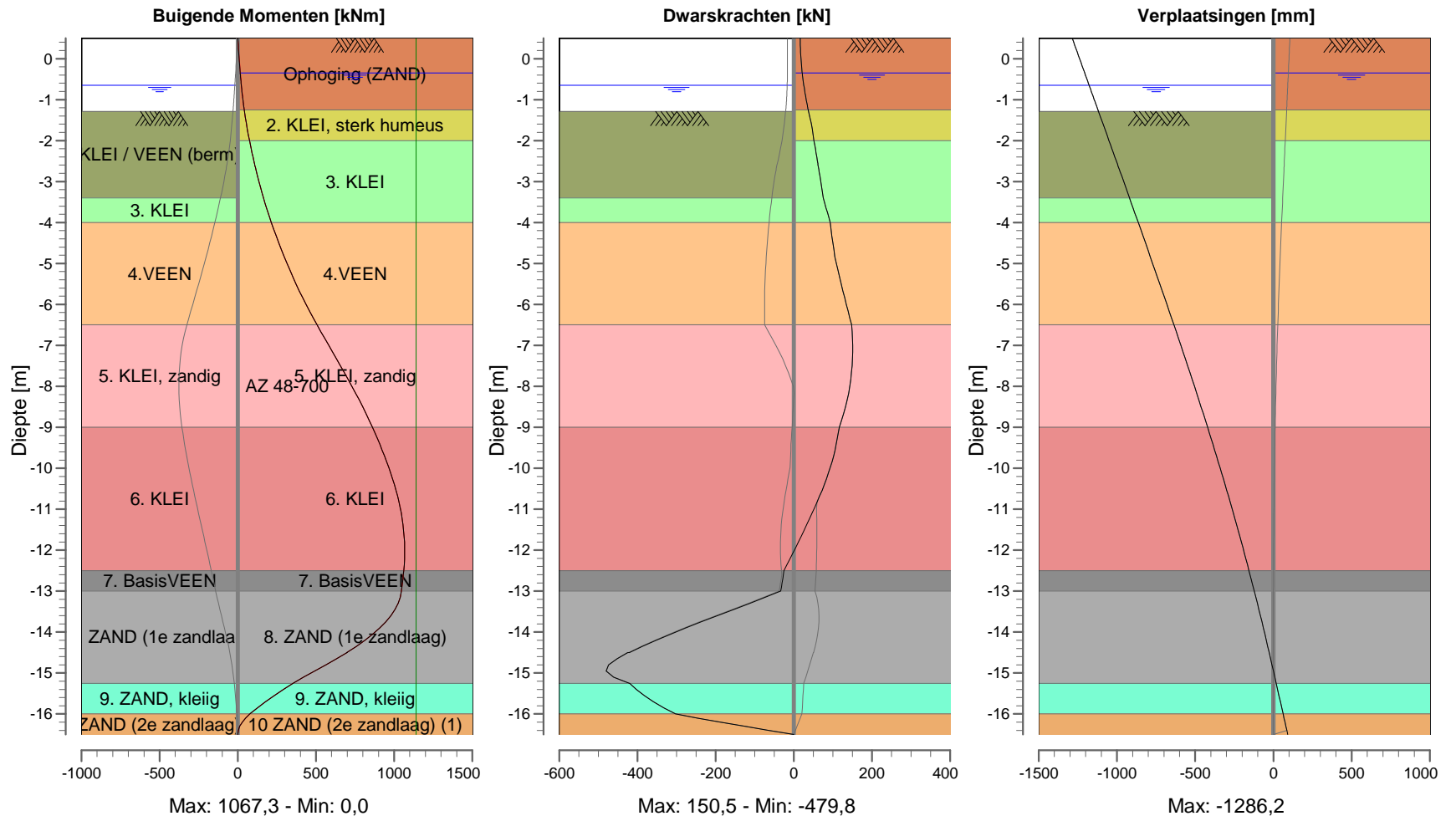
1017-0080-020

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

D-Sheet Piling 18.1 : Doorsnede 2 - Damwand t.p.v. voorbelasting - UGT-berekening, v2.sh

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 4: Aanbrengen voorbelasting

Stap 6.3 - Partiële factor set: RC 2



TELEPHONE
TELEFAX

date
5/18/2018

1017-0080-020

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

D-Sheet Piling 18.1 : Doorsnede 2 - Damwand t.p.v. voorbelasting - UGT-berekening, v2.5h

Rapport voor D-Sheet Piling 18.1

Ontwerp van Diepwanden en Damwanden
Ontwikkeld door Deltares

Datum van rapport: 5/18/2018
Tijd van rapport: 9:58:50 AM
Rapport met versie: 18.1.1.2

Datum van berekening: 5/17/2018
Tijd van berekening: 3:49:23 PM
Berekend met versie: 18.1.1.2

Bestandsnaam: P:\.\Doorsnede 2 - Damwand t.p.v. voorbelasting - BGT-berekening_v2

Projectbeschrijving: Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

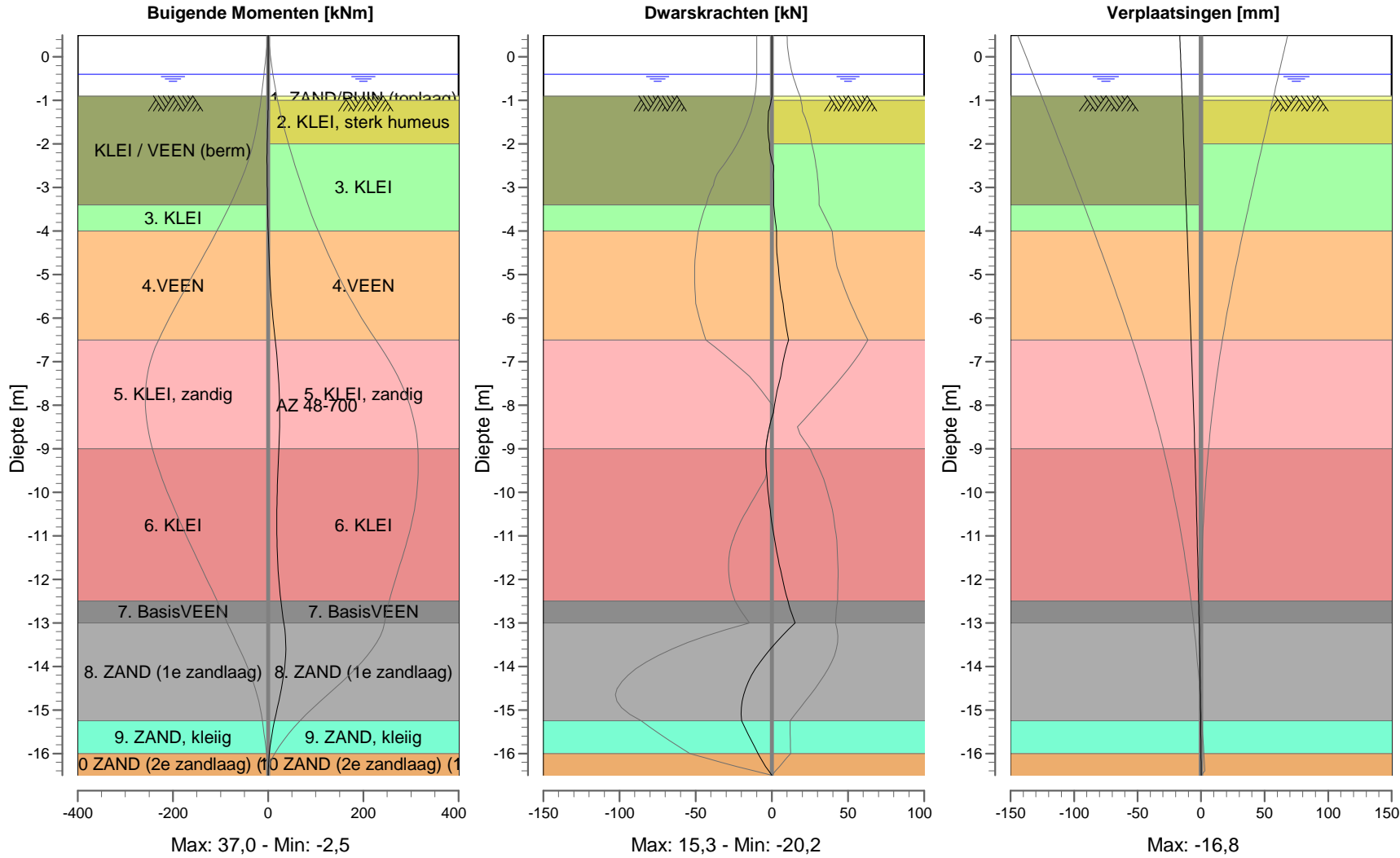
1 Overzicht

1.1 Maxima per Fase

Fase nr.	Fase	Verplaat-sing [mm]	Moment [kNm]	Dwars-kracht [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. weerstand [%]	Verticaal evenwicht
1	Beginsituatie	-16,8	37,04	-20,16	0,0	17,4	---
2	Slopen kade	50,4	-193,14	-43,14	0,0	14,2	---
3	Aangrijpen aan...	68,3	-258,11	-50,77	0,0	14,6	---
4	Aanbrengen vo...	-144,4	315,17	-102,78	0,0	28,2	---
Max			315,17	-102,78	0,0	28,2	---

Einde Rapport

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 1: Beginsituatie



TELEPHONE
TELEFAX

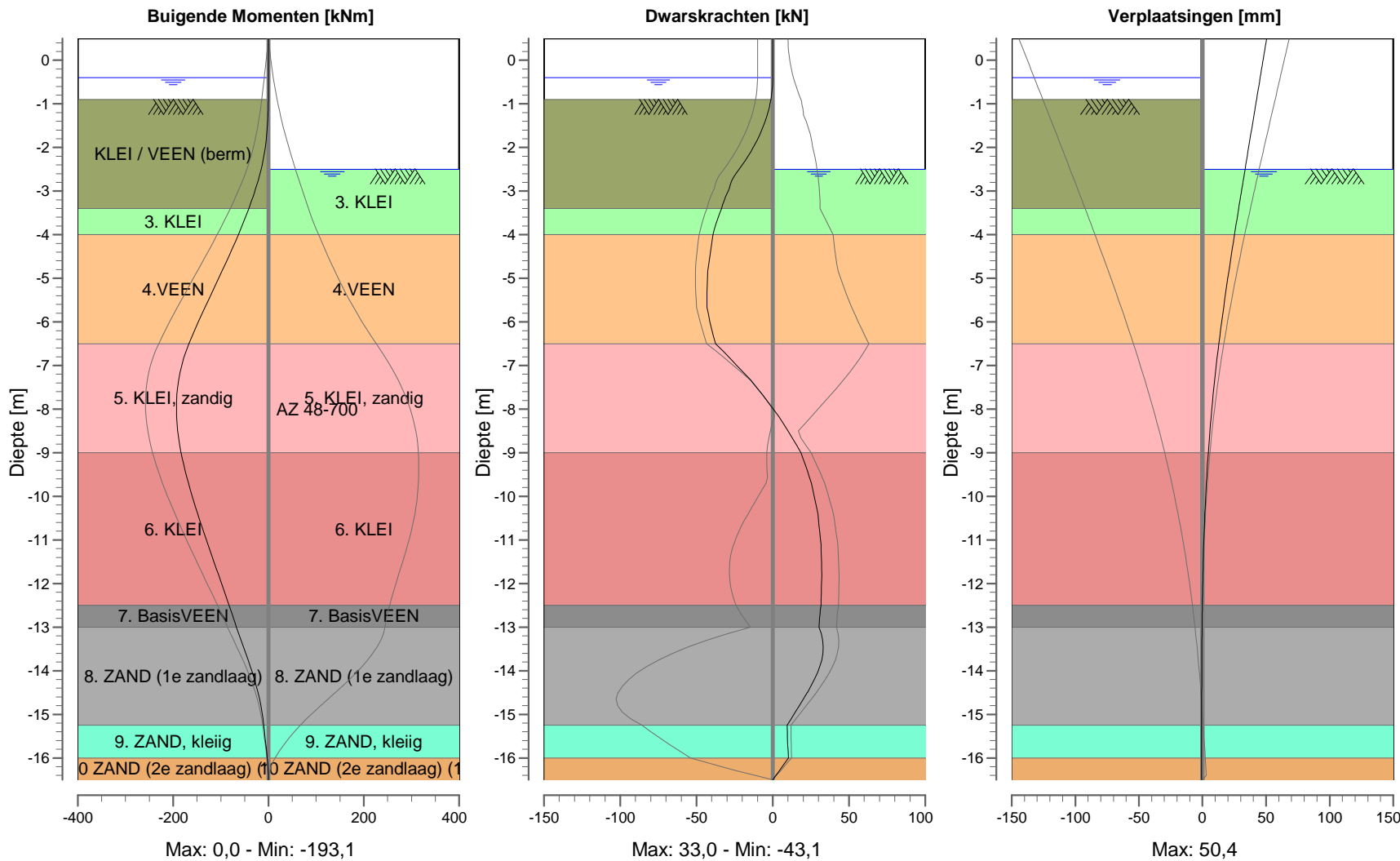
date
5/18/2018

1017-0080-020

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

D-Sheet Piling 18.1 : Doorsnede 2 - Damwand t.p.v. voorbelasting - BGT-berekening v2.sh

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 2: Slopen kade



D-Sheet Piling 18.1 : Doorsnede 2 - Damwand t.p.v. voorbelasting - BGT-berekening, v2.sh

TELEPHONE
TELEFAX

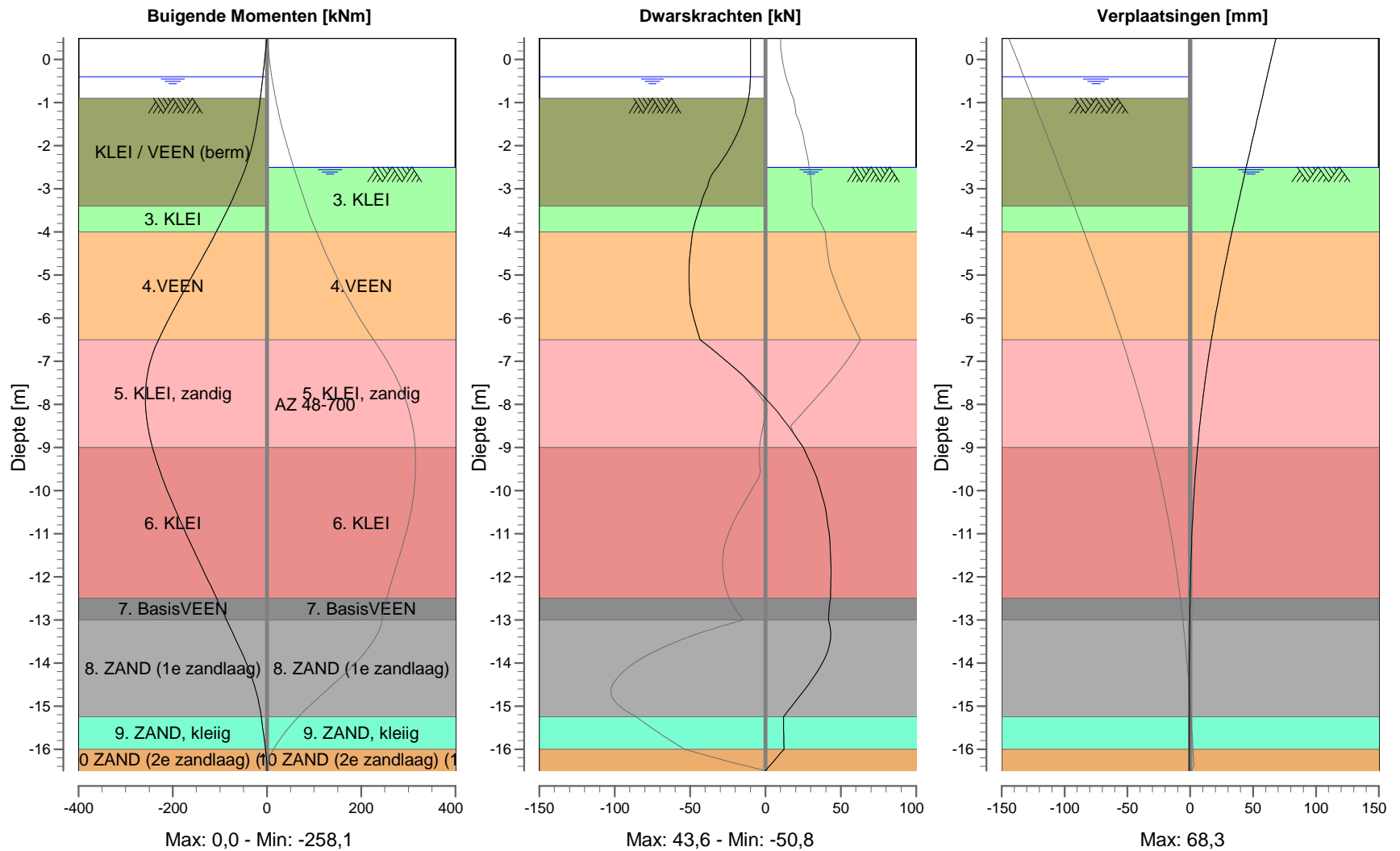
date

5/18/2018

1017-0080-020

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 3: Aangrijpen aanmeerbelasting



D-Sheet Piling 18.1 : Doorsnede 2 - Damwand t.p.v. voorbelasting - BGT-berekening, v2.5h

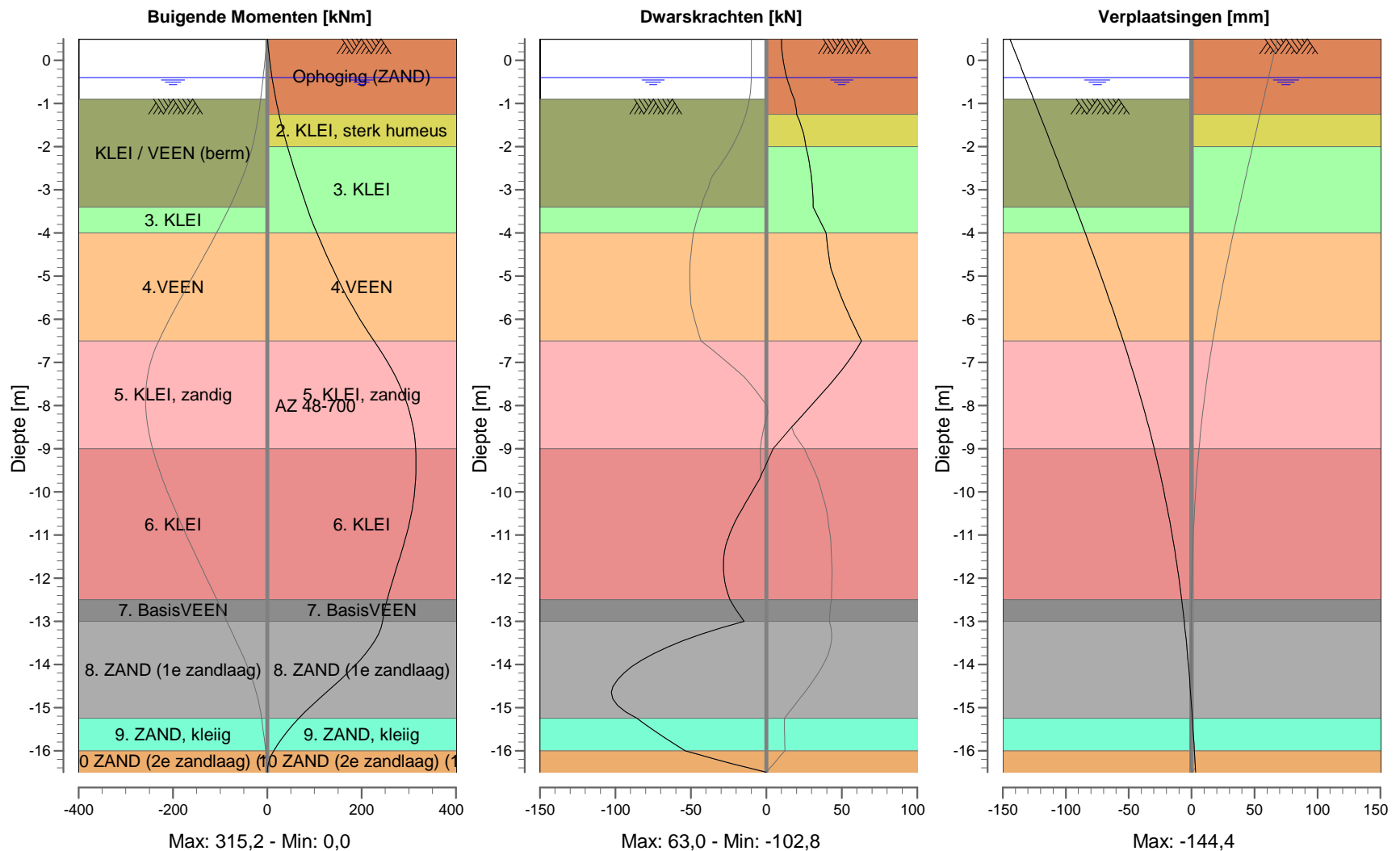
TELEPHONE
TELEFAX

date
5/18/2018

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

1017-0080-020

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 4: Aanbrengen voorbelasting



D-Sheet Piling 18.1 : Doorsnede 2 - Damwand t.p.v. voorbelasting - BGT-berekening, v2.5/11

TELEPHONE
TELEFAX

date
5/18/2018

Kavels 7 en 8 Oostenburgereiland te Amsterdam
Doorsnede 1 - Vrijstaande damwand waterzijde

1017-0080-020