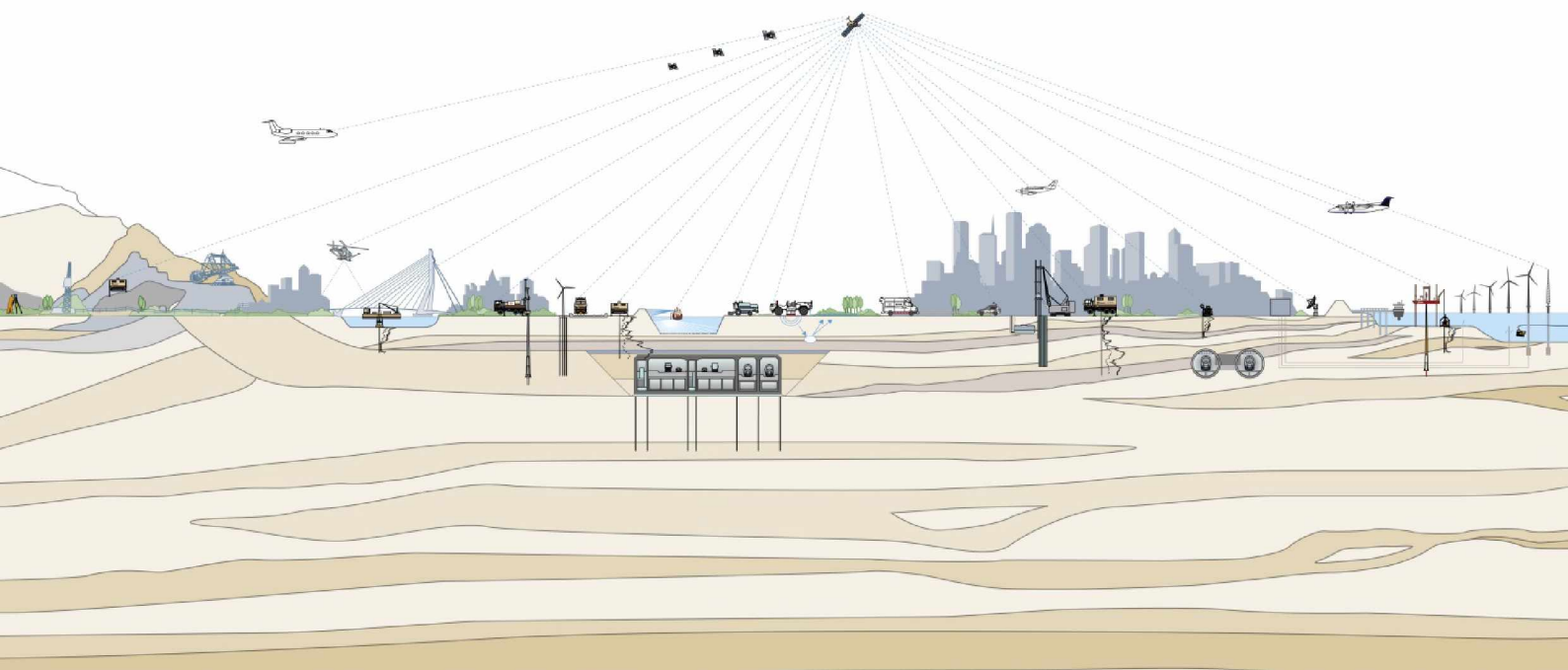


Bemalingsadvies
Verbouwing Van Eeghenstraat 104 Amsterdam

Document Nr.: 1017-0145-000

Versie: 1.0

Datum: 1 februari 2019



Opdrachtgever Camelot Europe
Meerenakkerplein 5
5652 BJ Eindhoven

Constructeur Van Rossem Raadgevende Ingenieurs

Datum 23 juni 2017 tot en met 1 juli 2017
grondonderzoek

Opdrachtnemer Fugro NL Land B.V.
Veurse Achterweg 10
2264 SG Leidschendam
T.: 070 31 11414

Projectleider ir.
Manager Geo-Consultancy
020 65 10800

Versiebeheer

1.0	Wijzigingen in ontwerp (kelder ondieper)	MRD	IVB	MJP	01-02-2019
Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum

INHOUDSOPGAVE

1.	INLEIDING	2
1.1	Overzicht van versiewijzigingen	2
2.	SAMENVATTING	3
3.	PROJECTOMSCHRIJVING	5
3.1	Projectlocatie	5
3.2	Afmetingen en niveaus	5
3.3	Uitvoeringswijze	6
4.	GEOHYDROLOGISCHE INVENTARISATIE	7
4.1	Bodemopbouw en geohydrologische schematisering	7
4.2	Oppervlaktewaterpeil	8
4.3	Grondwaterstand en stijghoogte	8
4.4	Grondwaterkwaliteit	9
5.	BEREKENINGEN EN EFFECTEN	10
5.1	Benodigde verlagingen en te bemalen lagen	10
5.1.1	Noodzakelijke verlaging van de grondwaterstand (laag 1)	10
5.1.2	Noodzakelijke verlaging van de stijghoogte (laag 3 en laag 5)	10
5.1.3	Overzicht benodigde verlagingen	11
5.2	Bemalingsberekeningen	12
5.2.1	Waterbezwaar	12
5.2.2	Vergunningsplicht / meldingsplicht	12
5.2.3	Lozing van het bemalingswater	13
5.3	Verlagingen / effecten in omgeving door bemaling	13
5.3.1	Maaiveldzettingen	13
5.3.2	Bebouwing	13
5.3.3	Grondwaterverontreinigingen	14
5.3.4	Vegetatie / groen-/natuurwaarden	14
5.3.5	Overige effecten	15
6.	CONCEPTUEEL BEMALINGS- EN MONITORINGSPLAN	16
6.1	Conceptueel bemalingsplan	16
6.2	Conceptueel monitoringsplan	16
7.	ADVIES EN AANDACHTSPUNTEN BEMALING	18

BIJLAGEN

A.	GEOTECHNISCH GRONDONDERZOEK	
B.	LOCATIEOVERZICHT EN TIJD-STIJGHOOGTEGRAFIEKEN WATERNET PEILBUIZEN	

1. INLEIDING

Fugro ontving van Camelot Europe de opdracht voor het uitvoeren van een grondonderzoek en het uitbrengen van diverse geotechnische en geohydrologische adviezen. Het grondonderzoek en de adviezen hebben betrekking op de verbouwing van de Van Eeghenstraat 104 te Amsterdam. Onderdeel van de verbouwing zijn het herstel van de fundering en een aanleg van een parkeerkelder.

Voorliggende rapportage betreft het bemalingsadvies. Het doel van het bemalingsadvies is:

- het verkrijgen van inzicht in de te onttrekken hoeveelheid grondwater;
- het aandragen van een bemalingswijze;
- het aangeven van de mogelijke effecten van deze onttrekking op de omgeving;
- het signaleren van knelpunten en het aangeven van mogelijk noodzakelijke vervolgstappen;
- het verkrijgen van inzicht in de noodzaak voor een melding of vergunning voor de bemalingswerkzaamheden.

Dit rapport is geschikt om de bemaling bij het bevoegd gezag te melden (mits de bemaling niet langer dan 6 maanden duurt). Een samenvatting van dit onderzoek is opgenomen in hoofdstuk 2 van dit rapport. Met de daarin aangegeven informatie kunt u de melding van de bemaling en lozing bij het bevoegd gezag doen.

1.1 Overzicht van versiewijzigingen

Door Fugro is in een eerder stadium een bemalingsadvies uitgebracht onder nummer 1017-0145-000.R01v3, d.d. 26-10-2017. Na het uitbrengen van de derde versie van deze rapportage zijn wijzigingen in het ontwerp doorgevoerd. Ten opzichte van het vorige ontwerp wordt er niet langer een (woon)kelder onder de huidige bebouwing aangelegd, waardoor een minder groot deel onderkelderd wordt. Daarnaast zal de parkeerkelder, gelegen onder het open terrein aan de zijkant van het gebouw, slechts één verdieping bedragen, waardoor het aanlegniveau van de kelder en de liftput 2,9 m minder diep zal zijn.

2. SAMENVATTING

ALGEMENE GEGEVENS	
Opdrachtnummer Fugro	1017-0145-000
Locatie	Van Eeghenstraat 104 te Amsterdam
Betreft	Aanleg parkeerkelder en funderingsherstel
RD-coördinaten (globaal)	X = 119.730 m Y = 485.530 m
Kadastrale aanduiding	Amsterdam, sectie U, perceel 4279
Doel rapport	<ul style="list-style-type: none"> ■ Het verkrijgen van inzicht in de te onttrekken hoeveelheid grondwater; ■ Het aandragen van een bemalingswijze; ■ Het aangeven van de mogelijke effecten van deze onttrekking op de omgeving; ■ Het signaleren van knelpunten en het aangeven van mogelijk noodzakelijke vervolgstappen; ■ Het verkrijgen van inzicht in de noodzaak voor een melding of vergunning voor de bemalingswerkzaamheden.

GEGEVENS ONTGRAVING			
Ontgravingswijze	Binnen een rondom met grond- en waterkerende damwanden gesloten bouwput.	●	
Maaiveldniveau	NAP +0,2 m à NAP -1,3 m	●	
Lengte x breedte x diepte	19,8 m x 3,7 m x 3 m	●	
Verlagen tot	Grondwaterstand: maximaal NAP -3,9 m Stijghoogte wadzandlaag: NAP -3,0 m	●	
Bemalingsduur + start	Onbekend, < 6 maanden (= aannname)	●	
Beschikbaar onderzoek	Sonderingen Fugro (op locatie) Freatische peilbuizen Fugro (op locatie)	●	
Globale bodemopbouw en laagdikte	Zand (watervoerend)	Laagdikte: ca. 0 à 5 m	●
	Klei en veen (waterremmend)	Laagdikte: ca. 3 à 6 m	
	Wadzand (watervoerend)	Laagdikte: 1 à 2 m	
	Klei en veen (waterremmend)	Laagdikte: 2 à 3 m	
	Zand	Laagdikte: ca. 30 m	
Grondwaterstand / Stijghoogte (1 ^e wvp) m t.o.v. NAP	Hoog: -1,3 / -2,7 Gemiddeld: -1,6 / -2,9 Laag: -1,9 / -3,1	●	

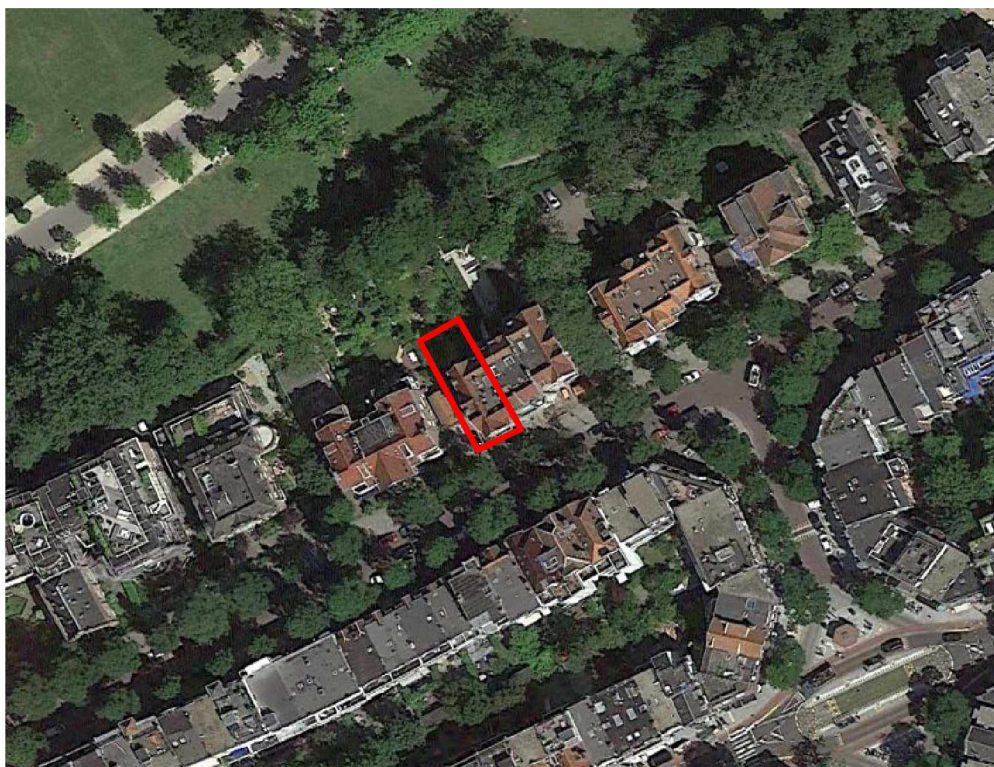
Type bemaling	Open bemaling, ontlastfilters in de wadzandlaag	●
Voorstel werkwijze	<p><i>Bemaling laag 1 (freatisch)</i> Geadviseerd wordt de bouwput tijdens het ontgraven leeg te malen met klokpompen. Een deel van het water zal bij het ontgraven reeds worden verwijderd. Nadat de bouwput is leeggemalen en het zandbed is aangebracht, dient de verlaging in stand te worden gehouden met een open bemaling. Deze kan bestaan uit drains die onder een licht verhang in met goed doorlatend zand gevulde sleuven direct onder, of op de bodem van het zandbed zijn aangebracht. De met zand gevulde sleuven dienen in direct contact te staan met het aan te brengen zandbed.</p> <p><i>Bemaling laag 3 (Wadzandlaag)</i> Geadviseerd wordt het spanningswater in de wadzandlaag af te malen met verticale filters. Hiervoor kunnen Ø 2" filters worden toegepast welke worden bemalen met Ø 1" inhangers. Het geperforeerde deel van de filters dient te worden afgesteld tussen ca. NAP -8,0 m en NAP -9,5 m. De verticale filters kunnen met een hart op hart afstand van ca. 5 m aan de binnenzijde van de damwand, worden geplaatst. Naar verwachting is het niet noodzakelijk de filters actief te bemalen. Door de bovenzijde van de filters gelijk af te stellen met het ontgravingsniveau, dienen de verticale filters als ontlastbronnen. Het toestromende water uit de ontlastbronnen loost op de ringdrain gelegen langs de damwand en kan worden afgevoerd via de open bemaling.</p>	●
Debiet	Enmalig leegmalen ca. 20 m ³ /uur, vervolgens ≤1 à 2 m ³ /uur	●
Totaal debiet	Bemalingsduur onbekend, bij een aanname van maximaal 6 maanden: ≤ 9.000 m ³	●
Beheersgebied	Waternet	●
Vergunningplichtig?	Nee, <u>mits</u> korter dan 6 maanden wordt bemalen	●
Afvoer bemalingswater	Via het riool (mogelijkheden nagaan)	●
Belangrijkste lozingsparameters	Onbekend	●
Max. invloedsgebied	Directe buiten kuip verlagingen van ca. ≤ 0,1 m, met maximaal te verwachten invloedsgebied van ≤ 5 à 15 m?? -	●

● Geen informatie (info) niet beschouwd
 ● voldoende info / beperkt risico
 ● Matig info / risico
 ● Onvoldoende info / risico

3. PROJECTOMSCHRIJVING

3.1 Projectlocatie

Het project betreft de verbouwing van het woonhuis aan de Van Eeghenstraat 104 te Amsterdam. Onderdeel van de verbouwing is het uitvoeren van funderingsherstel en de realisatie van een éénlaagse parkeerkelder naast de woning. Binnen het Rijksdriehoeksnet heeft de projectlocatie globaal de coördinaten $X = 119.730$ m en $Y = 485.530$ m. De projectlocatie is in figuur 3.1 op een luchtfoto weergegeven.



Figuur 3.1: Projectlocatie Van Eeghenstraat 104 te Amsterdam (rood, bron Google Earth)

3.2 Afmetingen en niveaus

Door de opdrachtgever zijn diverse tekeningen van architectenbureau OZ aangeleverd:

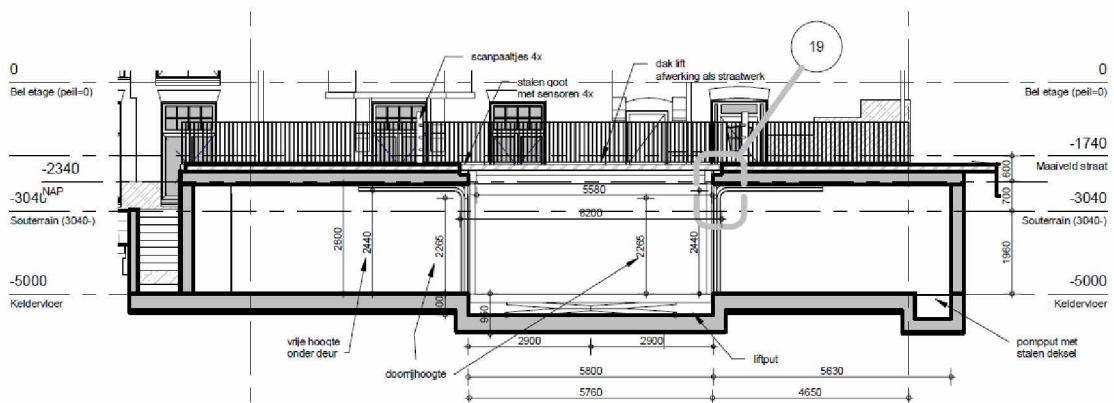
- Plattegronden kelder t/m bel etage, bladnummer 99-01, versie G en J, 11-12-2018;
- Doorsneden, bladnummer 66-01, versie D, 11-12-2018;
- Doorsneden, bladnummer 99-21, versie F, 11-12-2018;
- Doorsneden, bladnummer 99-22, versie G, 11-12-2018;
- Doorsneden, bladnummer 99-23, versie D, 11-12-2018.

Aan de hand deze tekeningen zijn voor het project relevante afmetingen en niveaus afgeleid zoals zijn weergegeven in tabel 3-1. Hierbij is aangenomen dat de bouwputbodem wordt voorzien van een goed doorlatend zandbed van ca. 0,3 m dikte onder de keldervloer, en onder de autoliftput en pompput.

Tabel 3-1: Afmetingen en ontgravingsniveaus.

Onderdeel	Afmetingen bodem werkput l x b [ca. m]	Peil	Aanlegniveau		Ontgravingsniveau (incl. grondverbetering) [m NAP]
		[m NAP]	[m peil]	[m NAP]	
Keldervloer	19,8 x 3,7	+2,34	-5,50	-3,16	-3,5
Autoliftput	6,4 x 3,7		-5,95	-3,61	-3,9
Pompput	1,5 x 1,5		-5,95	-3,61	-3,9

De dwarsdoorsnede van de te realiseren parkeerkelder met daarop aangegeven de autoliftput (midden) en de pompput (rechts) is weergegeven in figuur 3.2.



Figuur 3.2: Lengtedoorsnede parkeerkelder

3.3 Uitvoeringswijze

De werkzaamheden worden uitgevoerd in een ontgraving binnen grond- en waterkerende damwanden. Het inbrengniveau van de damwanden bedraagt ca. NAP -10,5 m. Voor meer informatie omtrent de damwanden wordt verwezen naar het damwandadvies. Zowel de bemalingsduur als startduur van de werkzaamheden is Fugro onbekend. In dit rapport wordt ervan uitgegaan dat de (bemalings)werkzaamheden binnen 6 maanden kunnen worden uitgevoerd. Geadviseerd wordt dit na te gaan.

4. GEOHYDROLOGISCHE INVENTARISATIE

4.1 Bodemopbouw en geohydrologische schematisering

Bij het opstellen van het bemalingsadvies is gebruik gemaakt van de volgende grond(water)onderzoeken:

- 4 sonderingen op de projectlocatie tot ca. MV -25 m, waarvan 1 met meting van de waterspanning (Fugro, juni 2017);
- 2 handboringen op de projectlocatie tot ca. MV -3 m, inclusief plaatsing peilbuis en enkele grondwaterstandsmetingen (Fugro, juni 2017);
- Langjarige stijghoogtemetingen van Waternet (2 freatische peilbuizen binnen ca. 50 m afstand van de projectlocatie en 4 peilbuizen met filter in de eerste zandlaag binnen ca. 1.500 m afstand van de projectlocatie).

Het grondonderzoek van Fugro is gepresenteerd in de Geotechnisch Veldwerkrapportage welk als bijlage A aan voorliggende rapportage is toegevoegd. Een locatieoverzicht en tijd-stijghoogtegrafieken van de peilbuizen van Waternet zijn in bijlage B gepresenteerd.

Op basis van de resultaten van bovengenoemd grondonderzoek en REGIS II v2.1 (TNO) is de bodemopbouw (geohydrologisch) geschematiseerd en weergegeven in tabel 4-1. In tabel 4-2 zijn de parameterwaarden gepresenteerd die behoren bij de bodemschematisering. Hierbij is de weerstand tegen verticale grondwaterstroming door een waterremmende laag weergegeven met een c-waarde en is het horizontaal doorlaatvermogen van een watervoerende laag weergegeven met een kD-waarde.

Tabel 4-1: Schematisering bodemopbouw

Laag	o.k. laag [ca. m NAP]	Bodembeschrijving	Typering
0	+0,2 à -1,3*	Maaiveld	Infiltratieoppervlak
1	-2,0 à -4,5**	Zand	Topzandlaag
2	-4,2 à -4,9	Veen	Waterremmende laag
	-7,5 à -8,0	Klei	
3	-9,5	(Wad)zand	Watervoerend pakket
4	-11,9 à -12,0	Klei en veen	Waterremmende laag
5	-17,0 à -17,3	Zand	Eerste zandlaag
6	-17,4 à -17,5	Klei	Waterremmende laag
7	-40	Zand	Tweede zandlaag

* Aan de straatzijde van de projectlocatie ligt het maaiveld op ca. NAP +0,2 m, dit is ca. 1,5 m hoger dan het maaiveldniveau aan de achterzijde van de projectlocatie (ca. NAP -1,3 m).

** Het wegcunet aan de voorzijde van de woning bestaat uit een 5 m dik pakket zand, terwijl bij de handboring achter de woning vanaf maaiveld slechts 0,4 m zandig materiaal is aangetroffen.

Tabel 4-2: Geohydrologische parameterwaarden

Laag	Parameterwaarden c [dagen] / kD [m ² /dag]			
	c /kD	Best-case	verwachting	Worst-case
0	c	100	200	300
1	kD	10*	20*	30*
2	c	1.500	1.000	500
3	kD	10*	15*	20*
4	c	3.000	2.500	2.000
5	kD	20	35	50
6	c	25	10	1
7	kD	150	225	300

* t.p.v. de damwanden wordt een kD-waarde van 0,01 m²/dag aangehouden.

4.2 Oppervlaktewaterpeil

Op ca. 100 m ten noorden van de projectlocatie, in het Vondelpark, ligt een vijver. Het oppervlaktewaterpeil van de vijver wordt door Waternet beheerst NAP -2,45 m. Dit is ca. 2 m lager dan het stadsboezempeil van Amsterdam op ca. NAP -0,4 m.

4.3 Grondwaterstand en stijghoogte

Om inzicht te krijgen in de grondwaterstand op de projectlocatie zijn stijghoogtegegevens gedownload uit de Waternetdatabase (bijlage B) en zijn op de projectlocatie twee peilbuizen geplaatst, waarin de grondwaterstand 3 keer (om de week) is ingemeten (tabel 4-3). Op basis van deze informatie zijn voor de projectlocatie maatgevende grondwaterstanden en stijghoogten ingeschat (tabel 4-4).

Tabel 4-3: Resultaten grondwaterstandsmetingen

Peilbuis	Filterafstelling [m NAP]	Meting grondwaterstand [m NAP]		
		4 juli 2017	19 juli 2017	31 juli 2017
HB1	-1,8 tot -2,8	-1,8	-1,7	-1,7
HB2	-2,9 tot -3,9	-1,8	-1,7	-1,8

Tabel 4-4: Raming grondwaterstand en stijghoogte op de projectlocatie

Laag	Hoog [NAP m]	Gemiddeld [NAP m]	Laag [NAP m]
1	-1,3	-1,6	-1,9
3*	-1,3 à -1,8	-1,6 à -2,1	-1,9 à -2,4
5 + 7	-2,7	-2,9	-3,1

*Opgemerkt wordt dat geen stijghoogtegegevens beschikbaar zijn van de wadzandlaag (laag 3). Aangenomen wordt dat de stijghoogte in de wadzandlaag maximaal gelijk is aan de freatische grondwaterstand, of ca. 0,5 m lager. Dit betreft een aanname.

De dikgedrukte waarden in tabel 4-4 worden als uitgangsgroundwaterstand beschouwd voor de berekening van de bemaling, maar mogen niet zonder meer worden gebruikt voor andere (ontwerp)doeleinden.

4.4 Grondwaterkwaliteit

Bij Fugro zijn geen gegevens bekend omtrent de kwaliteit van het grondwater. Op basis van de Grondwaterkaart van Nederland wordt verwacht dat het freatisch grondwater en het grondwater in de wadzandlaag en eerste zandlaag zoet is. Het grondwater in de tweede zandlaag is mogelijk brak.

Voor de lozing wil de waterontvangende instantie graag voortijdig inzicht krijgen in de kwaliteit van het te lozen water. Om deze reden wordt geadviseerd op de projectlocatie een grondwater monster te laten nemen uit de te bemalen lagen.

5. BEREKENINGEN EN EFFECTEN

In dit hoofdstuk worden alle noodzakelijke, binnen de opdracht vallende berekeningen gepresenteerd. Tevens wordt op basis van de berekeningen kort stilgestaan bij de omgevingseffecten van de bemaling.

5.1 Benodigde verlagingen en te bemalen lagen

5.1.1 Noodzakelijke verlaging van de grondwaterstand (laag 1)

Voor een droge en goed begaanbare bouwputbodembodem dient de grondwaterstand te worden verlaagd tot 0,3 m onder de onderzijde van het aanlegniveau voor de keldervloer en de overige verdiepte delen. Dit komt neer op een grondwaterstandsverlaging van respectievelijk 2,2 m en 2,6 m voor de keldervloer en de overige delen ten opzichte van de aangehouden hoge uitgangsgroundwaterstand van NAP -1,3 m.

Opgemerkt wordt dat het verlagen van de grondwaterstand in een waterremmende klei-/veenlaag moeilijk realiseerbaar is. Aangenomen wordt dat de grondwaterstand kan worden verlaagd in een toe te passen grondverbetering bestaande uit zand reikend tot minimaal 0,3 m onder het aanlegniveau van de keldervloer. Een overzicht van de benodigde verlagingen is opgenomen in tabel 5-3.

5.1.2 Noodzakelijke verlaging van de stijghoogte (laag 3 en laag 5)

Conform de NEN 9997-1, hoofdstuk 10, dient ten opzichte van elk niveau sprake te zijn van verticale stabiliteit van de ontgraving. Door het ontgraven van de bouwput neemt de neerwaartse belasting af. Dit kan (bij onvoldoende veiligheid) leiden tot het opbarsten van de bodem of tot welvorming. Bij de stabiliteitsberekeningen dient de neerwaartse belasting van de grond te worden vermenigvuldigd met een (partiële materiaal)factor 0,9. De volumieke gewichten zijn gebaseerd op ervaring.

Wadzandlaag, laag 3

De stabiliteitsberekening voor opbarsten vanuit de wadzandlaag is weergegeven in tabel 5-1. Het verticale evenwicht van de bouwputbodembodem is voor de berekende bodemopbouw instabiel. Om het opbarsten van de bouwput te voorkomen dient de wadzandlaag te worden ontlast. Gekozen kan worden om de stijghoogte te verifiëren door middel van een te plaatsen peilbuis. Bij een laag uitvallende stijghoogte is het ontlasten mogelijk niet nodig.

Tabel 5-1: Stabiliteitsberekening bouwputbodembodem keldervloer laag 3

Bodemopbouw: Fugro sondering 1017-0145-000-DKM2				
Niveau [ca. NAP m]	Typering	Dikte laag [ca. m]	Volumiek gewicht γ [ca. kN/m ³]	Neerwaartse belasting [ca. kN/m ²]
-3,3	Aanlegniveau			
(-3,2 tot -3,5)	(Zandbed)	(0,3)	(18,0)	(5,4)
-3,5 tot -4,5	Veen	1,0	11,0	11,0
-4,5 tot -7,6	Klei	3,1	14,5	45,0
-7,6	Opbarstniveau (laag 3)			
			TOTAAL:	56,0 (61,4)
	Totaal bij toepassing materiaalfactor 0,9:			50,4 (55,2)
	Toelaatbare stijghoogte:			NAP -2,6 m (NAP -2,1)
	Verticaal stabiel bij stijghoogte NAP -1,3 à -1,8 m:			Nee (Nee)

Eerste zandlaag, laag 5

De berekening van de stabiliteit van de bouwputbodem tegenover de stijghoogte in laag 5 is weergegeven in tabel 5-2. Hierbij is het diepere ontgravingsniveau van de pompput en de autolift beschouwd (als zijnde integraal ontgravingsniveau = worst-case).

Het verticale evenwicht van de bouwputbodem is voor de berekende bodemopbouw stabiel. Na het storten van het zandbed voor de pompput neemt de stabiliteit verder toe.

Tabel 5-2: Stabiliteitsberekening bouwputbodem pompput/autolift laag 5

Bodemopbouw: Fugro sondering 1017-0145-000-DKM2				
Niveau [ca. NAP m]	Typering	Dikte laag [ca. m]	Volumiek gewicht γ [ca. kN/m ³]	Neerwaartse belasting [ca. kN/m ²]
-3,9	Ontgravingsniveau			
-3,9 tot -4,5	Veen	0,6	11,0	6,6
-4,5 tot -7,6	Klei	3,1	14,5	45,0
-7,6 tot -9,3	Wadzand	1,7	18,0	30,6
-9,3 tot -11,7	Klei	2,4	14,5	34,8
-11,7 tot -12,0	Veen	0,3	12,0	3,6
-12,0	Opbarstniveau (Laag 5)			
			TOTAAL:	120,6
	Totaal bij toepassing materiaalfactor 0,9:			108,5
	Maximaal toelaatbare stijghoogte:			NAP -1,6 m
	Verticaal stabiel bij stijghoogte NAP -2,7 à -3,1 m:			Ja

5.1.3 Overzicht benodigde verlagingen

Een overzicht van de benodigde grondwaterstands- en stijghoogteverlagingen ten opzichte van de hoge uitgangsgroundwaterstand en -stijghoogte is opgenomen in tabel 5-3.

Tabel 5-3: Benodigde verlagingen van de grondwaterstand ten opzichte van de maatgevend hoge grondwaterstand (NAP -1,3 m) en stijghoogte in de wadzandlaag (NAP -1,3 m)

Onderdeel	Grondwaterstand (laag 1)		Stijghoogte (laag 3)	
	Verlagen tot [ca. NAP m]	Verlaging [ca. m]	Verlagen tot [ca. NAP m]	Verlaging [ca. m]
Keldervloer	-3,6	2,3	-2,6 (-2,1)	1,3 (0,8)
Autoliftput	-3,9	2,6	-3,0 (-2,5)	1,7 (1,2)
Pompput				

5.2 Bemalingsberekeningen

Om inzicht te verkrijgen in het waterbezwaar en de verlagingen in de omgeving als gevolg van de bemaling zijn analytische berekeningen uitgevoerd. In de onderhavige situatie worden de volgende waterbezwaren onderscheiden:

- éénmalig leegmalen damwandkuip;
- lekkage door de damwandsloten;
- ontlasten wadzandlaag en eventuele kwel door waterremmende lagen onder de bouwputbodem.

5.2.1 Waterbezwaar

De berekende waterbezwaren zijn opgenomen in tabel 5-4. Bij de berekeningen is uitgegaan van de geohydrologische parameterwaarden zoals gepresenteerd in tabel 4-2.

Tabel 5-4: Waterbezwaar

Onderdeel	Waterbezwaar	
	Éénmalig leegmalen bouwkuip	Lekkage damwandsloten en ontlasten wadzandlaag
	[m ³]	[m ³ /uur]
Keldervloer	40 à 50	1 à 2
Autoliftput	2 à 5	
Pompput		
Totaal bij ingeschatte bemalingsduur van maximaal 6 maanden		ca. ≤ 9.000 m ³ (o.b.v. ≤ 1.500 m ³ /maand)

Aanvullend op de berekende debieten dient rekening te worden gehouden met een extra waterbezwaar als gevolg van neerslag. Namelijk ca. 1 m³/uur of 2 m³/dag bij maatgevende buien van 10 mm/uur of 30 mm/dag. Bij de dimensionering van de bemalingsinstallatie dient met dit extra waterbezwaar rekening te worden gehouden.

5.2.2 Vergunningsplicht / meldingsplicht

De projectlocatie is gelegen in het beheersgebied van het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (uitvoerende taken door Waternet). Hier geldt dat in het kader van de Waterwet een onttrekkingsvergunning moet worden aangevraagd indien:

- meer dan 50 m³ per uur wordt onttrokken;
- of meer dan 15.000 m³ per maand wordt onttrokken (in dit geval geldt eveneens een retourplicht);
- of meer dan 6 maanden wordt bemalen.

Op basis van het berekende waterbezwaar en de ingeschatte bemalingsduur van minder dan 6 maanden is de bemaling **niet vergunningplichtig en niet retourplichtig**.

De bemalingsduur moet worden geverifieerd. Bij een bemaling van langer dan 6 maanden moet een vergunning worden aangevraagd en moet voorliggend rapport (mogelijk) worden uitgebreid. De bemaling dient wel ca. 6 weken voor aanvang bij Waternet te zijn gemeld. De melding kan via het omgevingsloket (<https://www.omgevingsloket.nl>) online worden ingediend.

Voorts wijzen wij u erop dat Waternet voorschriften zal verbinden aan de bemaling. Door deze voorschriften nauwkeurig op te volgen kunnen problemen tijdens en na de bemaling worden voorkomen. Tevens dient rekening te worden gehouden met een heffing, die per onttrokken m³ grondwater moet worden betaald. Voor zowel het onttrekken als het lozen van het grondwater is het in het kader van eventuele heffingen en belastingen noodzakelijk dat de hoeveelheden onttrokken grondwater worden gemeten met behulp van geijkte debietmeters en worden geregistreerd in een logboek.

5.2.3 Lozing van het bemalingswater

Gezien het beperkte debiet en er geen open water in de directe omgeving aanwezig is, wordt voorgesteld het bemalingswater te lozen op het riool. De lozing op het riool dient (minimaal) ca. 4 weken voor aanvang te worden gemeld via de website van de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied (www.odnzkg.nl). Het verdient echter de voorkeur om al in een eerder stadium in overleg te treden met de omgevingsdienst over de mogelijke locatie van de put waarop geloosd kan worden en het te lozen debiet alsmede de kwaliteit van het te lozen grondwater.

5.3 Verlagen / effecten in omgeving door bemaling

Aangezien er bij goed in het slot zittende damwandplanken geen noemenswaardige verlagingen van de grondwaterstand en stijghoogte direct buiten de bouwkuip worden verwacht, zullen de effecten door de bouwkuipbemaling op de omgeving naar verwachting (zeer) beperkt zijn. Rekening dient te worden gehouden met verlagingen van maximaal ca. 0,1 m direct buiten de damwandkuip, met een te verwachten maximaal invloedsgebied (0,05 m-verlagingslijn) van ≤ 5 à 15 meter

5.3.1 Maaiveldzettingen

Door de zeer beperkt te verwachten verlagingen buiten de bouwkuip worden geen noemenswaardige maaiveldzakkingen verwacht.

5.3.2 Bebouwing

Door Fugro is bij het stadsdeel een archiefonderzoek uitgevoerd naar de funderingswijze en aanwezigheid van kelders onder de Van Eeghenstraat 100 t/m 106. De resultaten van archiefonderzoek zijn in tabel 5-5 gepresenteerd. In het geval van een fundering op houten palen is eveneens het niveau van de bovenzijde van het funderingshout aangegeven.

Tabel 5-5: Funderingswijze belendingen

Woning nr.	Funderingswijze (niveau bovenzijde funderingshout)	Herkomst informatie	Opmerking
100	Houten palen (NAP -2,23 m)	Resultaat funderingsinspectie	Funderingsherstel gepland
102	Houten palen (NAP -2,23 m)	Aanname: gelijk aan nr. 100, want zelfde bouweenheid	
106	Houten palen (NAP -1,8 m)	Als maximaal niveau vermeld op vergunning, mogelijk lager aangelegd	Fundering staat mogelijk droog in droge perioden

Op basis van de ingeschatte lage grondwaterstand van NAP -1,9 m en het maximale niveau van het funderingshout van de Van Eeghenstraat 106 op NAP -1,8 m, staat de bovenzijde van het mogelijk soms al droog. Dit gebouw bevindt zich op minder dan 1 m van de geplande kelder. Door de bemaling

is het mogelijk dat er (kortdurend verdere) droogstand optreedt van het funderingshout bij de ingeschatte (gemiddelde) lage grondwaterstand. Geadviseerd wordt deze risico's te beheersen door de damwandsloten te dichtten (toepassen van slotverkliekers en dichtsmere met bitumen of dichtlassen) en de grondwaterstand in een peilbuis tussen de bouwkuip en de belending goed te monitoren. Indien ontoelaatbare verlagingen worden gemeten aan de buitenzijde van de damwand moet de damwand worden nagelopen op eventuele lekkages die moeten worden gedicht, en wordt geadviseerd een compenserende maatregel in de vorm van een retourbemaling (infiltratiedrain) toe te passen.

5.3.3 Grondwaterverontreinigingen

Via de website van de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied (www.odnzkg.nl) is een bodemrapportage opgevraagd met de resultaten van de milieukundige bodemonderzoeken die in het verleden binnen ca. 100 m afstand van de projectlocatie zijn uitgevoerd. Uit de ontvangen rapportage blijkt dat in deze zone geen ernstige grondwaterverontreinigingen zijn aangetroffen.

5.3.4 Vegetatie / groen-/natuurwaarden

In de omgeving van de projectlocatie zijn geen natuur-/landbouwgebieden aanwezig. Aan de zijde van het Vondelpark staat op een afstand van minder dan 25 m van de projectlocatie een rij monumentale Zwarte Elsen. In de Van Eeghenstraat staan diverse lepen (dichtstbijzijnde lep op minder dan 5 m). Een aantal van deze lepen heeft eveneens een monumentale status (dichtstbijzijnde monumentale lep is aanwezig op ca. 20 m). Gezien de zeer beperkte mogelijke verlaging buiten de bouwkuip, wordt door de bemaling geen noemenswaardig nadelig effect op het groen in de omgeving verwacht.

Een overzicht van de vegetatie rond de projectlocatie is weergegeven in figuur 5.1.



Figuur 5.1: Bomen in het beheer van de Gemeente Amsterdam (maps.amsterdam.nl)

5.3.5 Overige effecten

De bemaling op de projectlocatie binnen de gesloten bouwkuip heeft geen negatief effect op eventueel aanwezige ondergrondse bodemenergiesystemen, overige onttrekkingen het zoet-zoutgrensvlak en eventueel aanwezige archeologische resten in de bodem.

6. CONCEPTUEEL BEMALINGS- EN MONITORINGSPLAN

In dit hoofdstuk wordt aangegeven welke bemalingsinstallatie kan worden toegepast voor het bereiken van de benodigde verlaging en op welke wijze de werkzaamheden kunnen worden gemonitord. Hierbij wordt opgemerkt dat het conceptuele plannen betreffen die moeten worden gezien als een voorstel voor de mogelijke wijze van bemalen of monitoren.

6.1 Conceptueel bemalingsplan

Bemaling laag 1 (freatisch)

Geadviseerd wordt de bouwput tijdens het ontgraven leeg te malen met klokpompen. Een deel van het water zal bij het ontgraven reeds worden verwijderd. Nadat de bouwput is leeggemalen en het zandbed is aangebracht, dient de verlaging in stand te worden gehouden met een open bemaling. Deze kan bestaan uit drains die onder een licht verhang in met goed doorlatend zand gevulde sleuven direct onder, of op de bodem van het zandbed zijn aangebracht. De met zand gevulde sleuven dienen in direct contact te staan met het aan te brengen zandbed.

Bemaling laag 3 (Wadzandlaag)

Geadviseerd wordt het spanningswater in de wadzandlaag af te malen met verticale filters. Hiervoor kunnen Ø 2" filters worden toegepast welke worden bemalen met Ø 1" inhangers. Het geperforeerde deel van de filters dient te worden afgesteld tussen ca. NAP -8,0 m en NAP -9,5 m. De verticale filters kunnen met een hart op hart afstand van ca. 5 m aan de binnenzijde van de damwand, worden geplaatst. Naar verwachting is het niet noodzakelijk de filters actief te bemalen. Door de bovenzijde van de filters gelijk af te stellen met het ontgravingsniveau, dienen de verticale filters als ontlastbronnen. Het toestromende water uit de ontlastbronnen loost op de ringdrain gelegen langs de damwand en kan worden afgevoerd via de open bemaling. Of een dergelijke uitvoering mogelijk is, dient in het werk te worden vastgesteld.

Algemeen

De bemaling dient zo te worden ingeregeld dat niet meer wordt verlaagd dan strikt noodzakelijk is. De uitvoering van de bemaling dient te worden overgelaten aan de bemaler, die voldoende lokale ervaring moet hebben. Wij adviseren in het bestek een resultaatverplichting voor de bemaler op te nemen voor het realiseren en in stand houden van de verlagingen.

6.2 Conceptueel monitoringsplan

Op basis van de verwachte verlagingen in de omgeving in relatie tot de omgevingsaspecten worden er beperkte risico's op de omgeving verwacht; aandachtspunt vorm de houten paalfundering van de belending(en).

Geadviseerd wordt na het leegmalen van de bouwput een visuele inspectie uit te voeren van de bouwput en bij (grote) lekkages door de damwandsloten, de damwandsloten dichtlassen. Daarnaast dienen er direct buiten de damwand enkele peilbuizen te worden geplaatst om te controleren of de damwanden voldoende waterremmend zijn.

Door de bemaling bij een lage grondwaterstand kan (verdere) blootstand van het funderingshout optreden bij de Van Eeghenstraat 106. Geadviseerd wordt tevens op de stoep ter plaatse van nummer 106 een peilbuis te plaatsen en hierin de grondwaterstand te monitoren gedurende de werkzaamheden.

BEMALINGSADVIES VERBOUWING VAN EEGHENSTRAAT 104 AMSTERDAM











De resultaten van de grondwaterstandsmetingen kunnen aanleiding geven tot het toepassen van een compenserende maatregel in de vorm van een retourbemaling-/drain buiten de damwand.





In alle gevallen dienen de hoeveelheden onttrokken grondwater te worden gemeten met geijkte debietmeters en te worden geregistreerd in een logboek. Dit dient, in verband met heffingen, voor Waternet, dagelijks te worden gedaan.

7. ADVIES EN AANDACHTSPUNTEN BEMALING

Op basis van de voorgestelde uitvoeringswijze zijn de risico's beschouwd. De resultaten hiervan zijn weergegeven in tabel 7.1 en onder de tabel is per aandachtspunt een advies gegeven. De tabel betreft tevens een kwaliteits- en volledigheidsbeoordeling van de beschikbare informatie, verplicht volgens protocol 12010.

Tabel 7.1: Beoordeling kwaliteit beschikbare informatie en geo-risicoscan

Geo-risicoscan		Advies
Realisatieplan (afmetingen, ontgravingsdiepte, etc.)		--
Uitvoeringswijze (open ontgraving, damwanden, sleufbekisting, etc.)		--
Start werkzaamheden / bemalingsduur (en melding/vergunning)		1
Bodemopbouw en schematisering ondergrond		--
Grondwaterstanden en stijghoogten		--
Aanwezige grondwaterverontreinigingen		--
Mogelijk (verdere) droogstand van houten paalfundering belending(en)		1
Aanwezigheid overige (kwetsbare) bodemgebruiksfuncties		--
Lozingsmogelijkheden onderzoeken (incl. grondwaterkwaliteit)		2
Bemalings- en monitoringsplan opstellen en laten controleren		3

 niet beschouwd / geen info
  voldoende info / beperkt risico
  Matig info / risico
  Onvoldoende info / risico

Advies 1: Bemalingsduur, -periode, melding/vergunning en risico houten palen belending

Bij Fugro zijn de bemalingsduur en de periode van uitvoering onbekend. Uit wordt gegaan van een maximale duur van 6 maanden. Bij een langere duur geldt een vergunningplicht. Geadviseerd wordt dit na te gaan.

Op basis van deze gegevens kunnen (ook) de omgevingsrisico's beter worden ingeschat. Indien de werkzaamheden worden uitgevoerd bij een lage grondwaterstand, bestaat er als gevolg van de bemaling een risico op (een toename van) droogstand van het funderingshout van de naastgelegen woning nummer 106 (bovenzijde funderingshout op NAP -1,8 m).

Geadviseerd wordt om bij uitvoering bij een lage grondwaterstand de verlagingen te beperken door na het leegmalen van de damwandkuip een visuele inspectie uitvoeren van de bouwput en indien (grote) lekkage door de damwandsloten wordt waargenomen de damwandsloten dichten, en daarnaast de grondwaterstand rond de projectlocatie en nummer 106 te monitoren en indien noodzakelijk buiten de damwand met een retourdrain water in de bodem te infiltreren om het grondwater op peil te houden.

Optioneel kan er worden gekozen om een peilbuis te plaatsen in de wadzandlaag en te verifiëren of het ontlasten van deze laag nodig is.

Advies 2: Lozingsmogelijkheden onderzoeken

Gezien het ontbreken van open water in de directe omgeving van de projectlocatie dient het bemalingswater op het riool te worden geloosd. Geadviseerd wordt om hierover in een zo vroeg mogelijk

stadium in overleg te treden met het bevoegd gezag, bij de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied, betreffende de kwaliteit van het te lozen grondwater en de capaciteit van het riool. Het bevoegd gezag verkrijgt doorgaans graag vooraf meer inzicht in de kwaliteit van het te lozen water. Hiertoe dient een grondwatermonster te worden genomen uit te plaatsen (monitorings)peilbuizen en geanalyseerd op diverse lozingsparameters en het standaard (milieukundig) grondwaterpakket (STAPW).

Advies 3: Bemalings- en monitoringsplan opstellen en laten controleren

In alle gevallen wordt geadviseerd de omgevingseffecten door de (bemalings)werkzaamheden te monitoren aan de hand van een op te stellen monitoringsplan.

BIJLAGEN

- A. GEOTECHNISCH GRONDONDERZOEK**
- B. LOCATIEOVERZICHT EN TIJD-STIJGHOOGTEGRAFIEKEN WATERNET PEILBUIZEN**

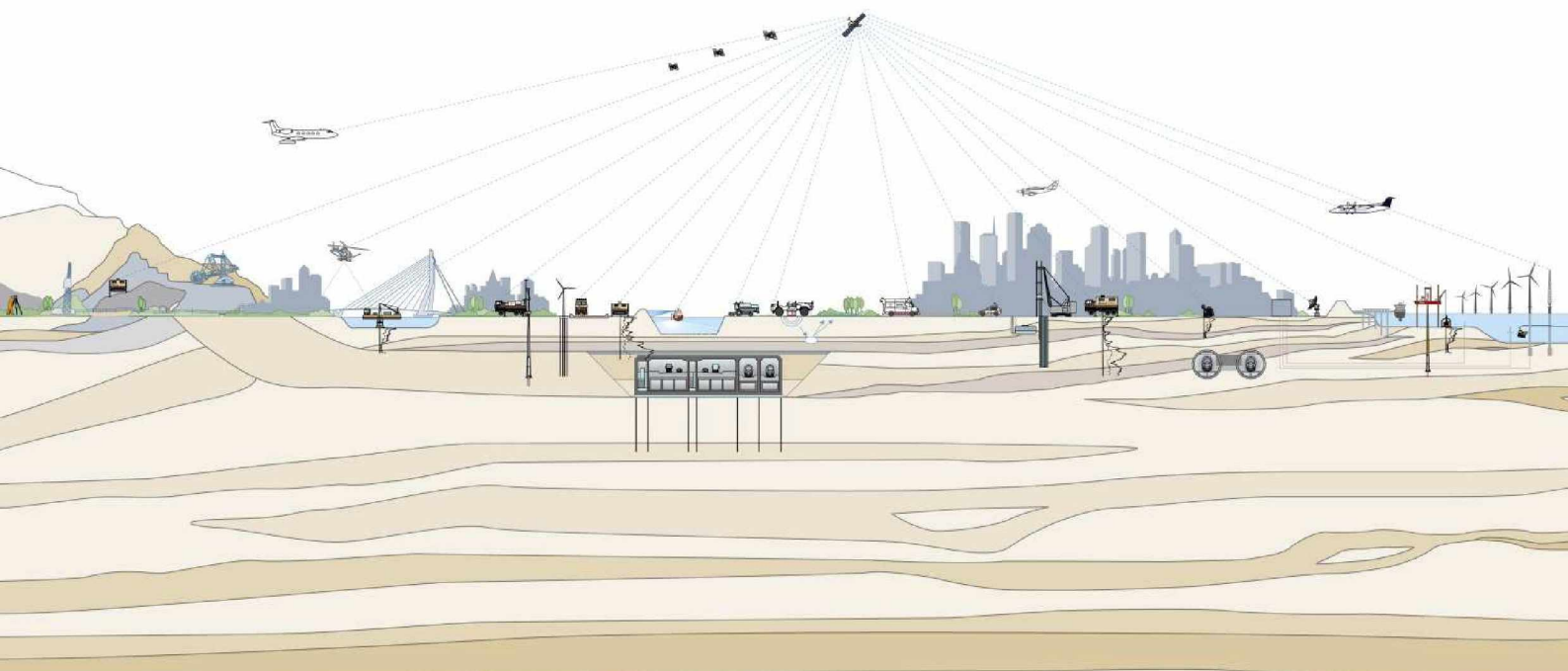
A. GEOTECHNISCH GRONDONDERZOEK

Geotechnisch onderzoek
Verbouwing/ uitbreiding Van Eeghenstraat 104 Amsterdam

Document Nr.: 1017-0145-000

Versie: 1.0

Datum: 5 juli 2017



Opdrachtgever Camelot Europe
Meerenakkerplein 5
5652 BJ Eindhoven

Opdrachtnemer Fugro NL Land B.V.
Zekeringstraat 41a
1014 BV Amsterdam
T.: 020 65 10800

Projectleider ir.

Versiebeheer

1.0	Initiële versie	BVI	RFE	MJP	5-7-2017
Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum

INHOUDSOPGAVE

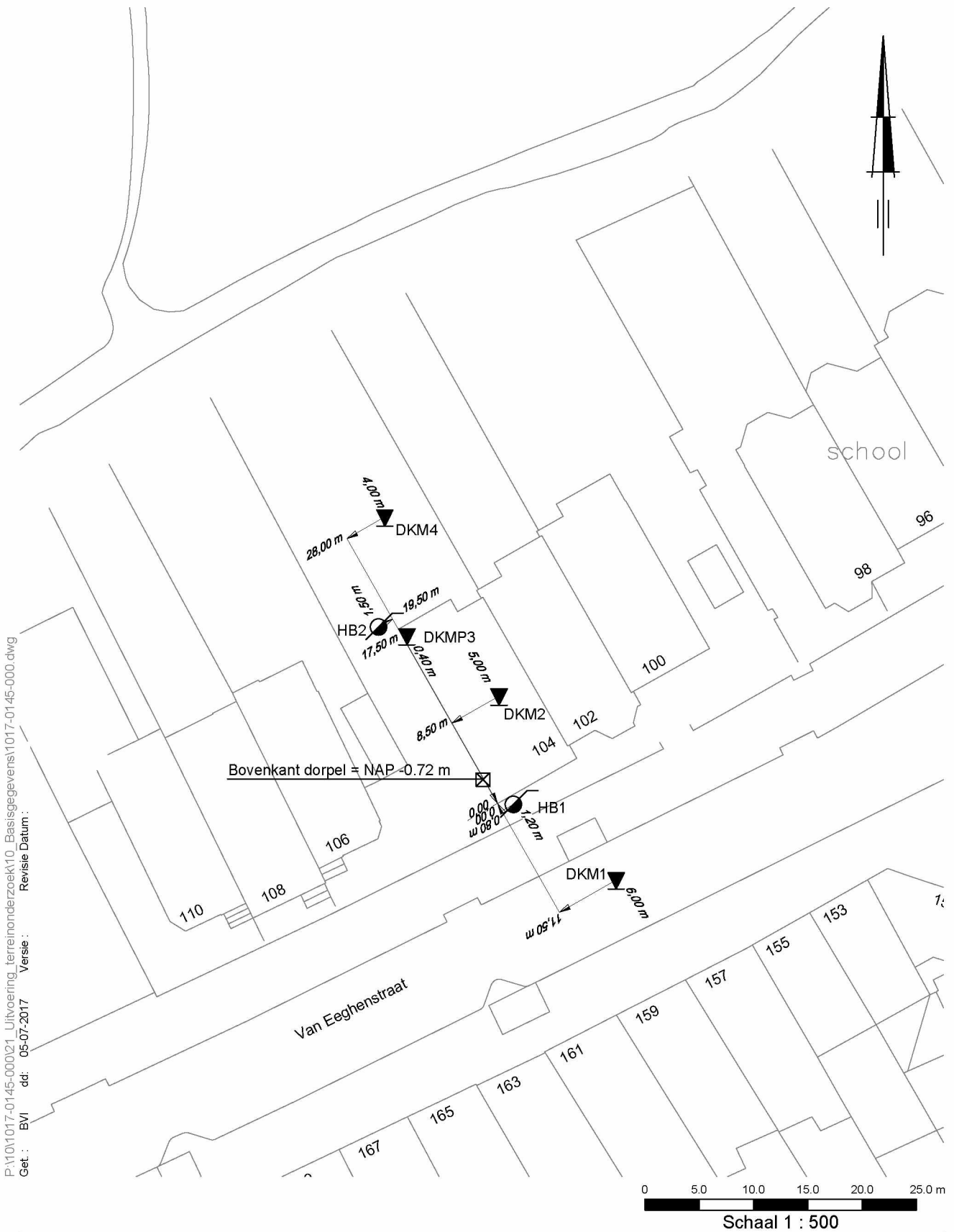
1. **RAPPORTAGE OVERZICHT**
2. **SITUATIETEKENING**
3. **ONDERZOEKSDATA**
4. **TOELICHTING GEOTECHNISCH ONDERZOEK**
5. **CONTINUE ELEKTRISCH SONDEREN**
6. **LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN**

RAPPORTAGE OVERZICHT

Projectomschrijving: Verbouwing/ uitbreiding Van Eeghenstraat 104 Amsterdam
Projectnummer: 1017-0145-000

Naam	RD Coördinaten (m)		Hoogte m tov	Grondwater- stand m tov	Opmerking
	X	Y	NAP	NAP	
DKM1	119741.2	485520.0	0.17		Knikgevaar
DKM2	119730.4	485536.9	-0.86	-1.96	
DKMP3	119721.9	485542.4	-0.88	-1.88	
DKM4	119719.9	485553.3	-1.28	-2.28	
HB1	119731.7	485526.9	0.22	-2.28	Maximale wegdrukkracht
HB2	119719.3	485543.2	-0.97	-2.17	
HB_PB1			0.22	-1.81	
HB_PB2			-0.89	-1.82	
Bovenkant dorpel			-0.72		

zij ingang Huisnr. 104

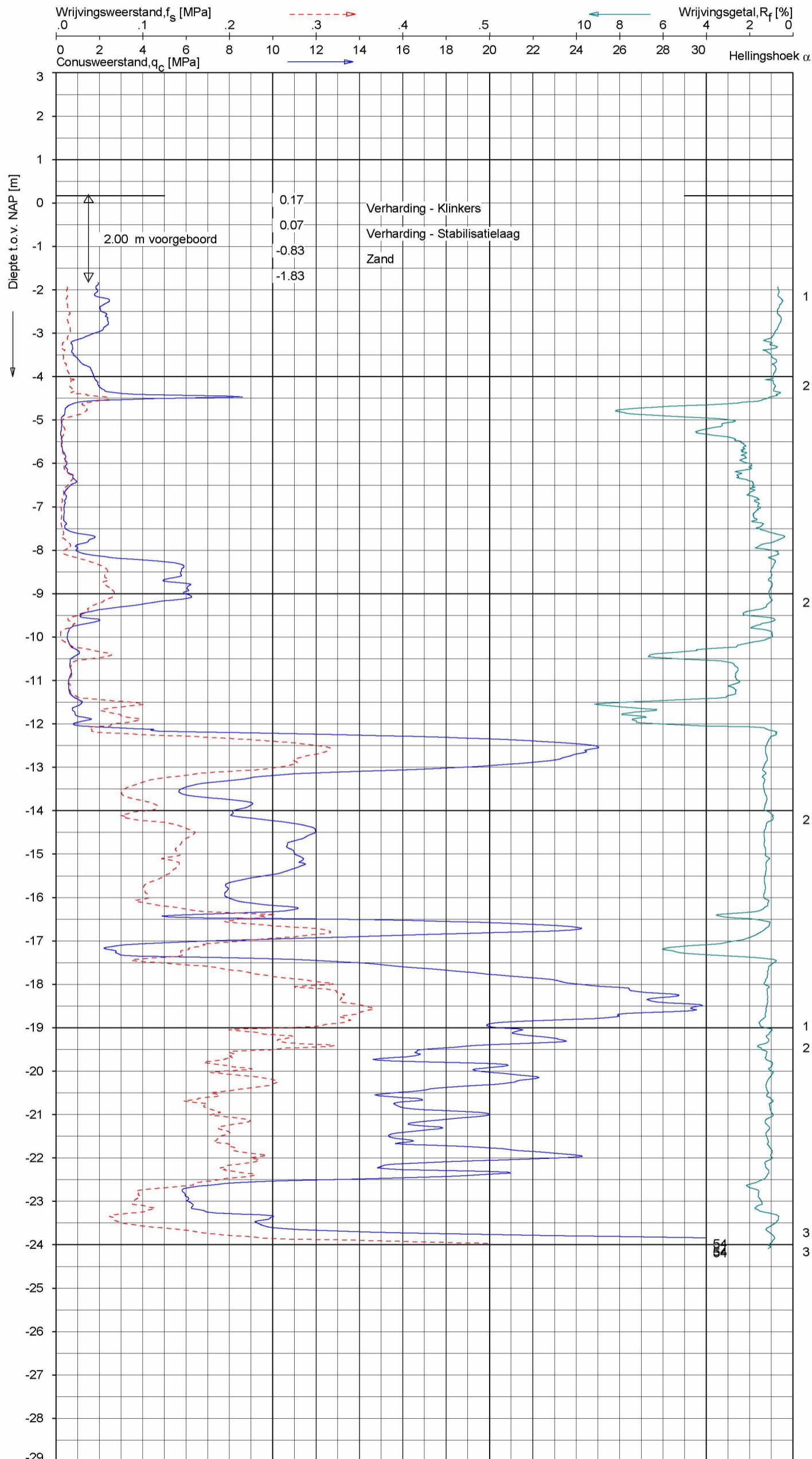


SITUATIE

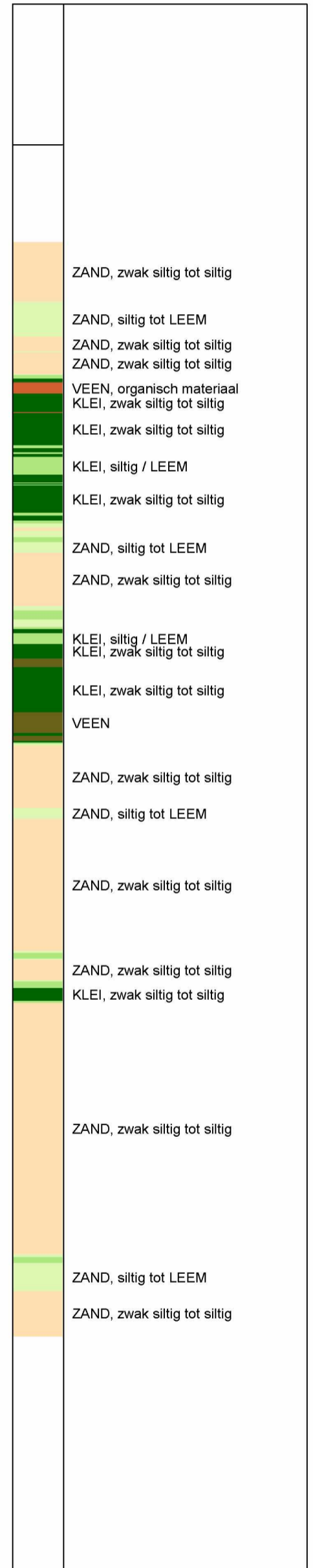
VERBOUWING/ UITBREIDING VAN EEGHENSTRAAT 104 AMSTERDAM

Opdr.: 1017-0145-000

Bijl.: 1



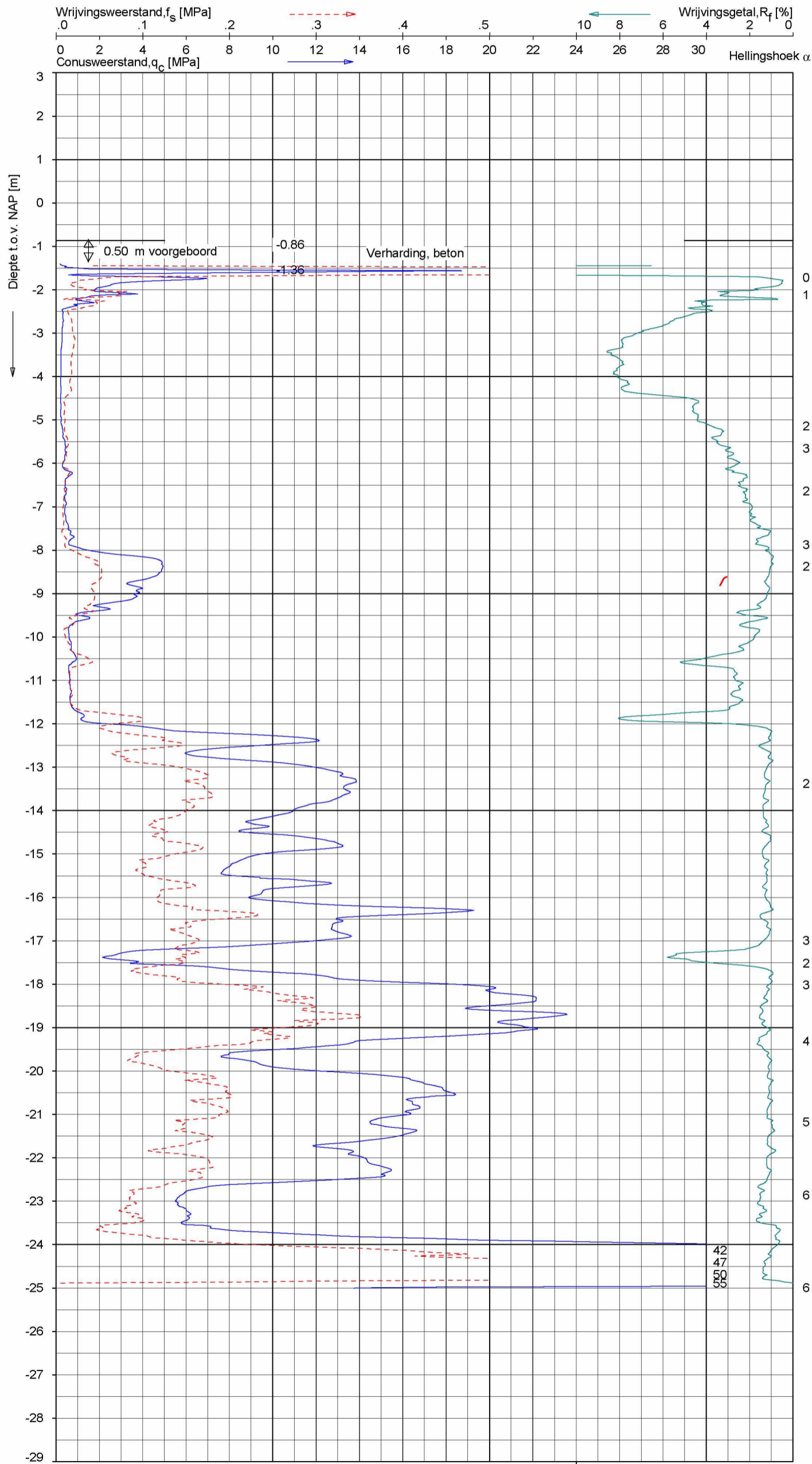
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



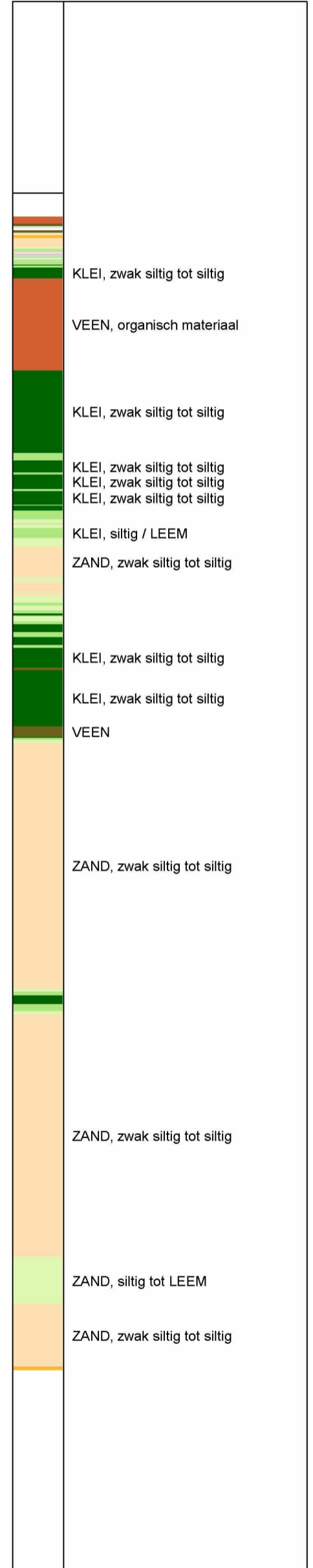
Opg.: DRD d.d. 26-Jun-2017 Coord.: X=119741.2m Y=485520.0m Systeem: RD
 Get.: B.VILKAITYTE d.d. 05-Jul-2017 MV = NAP +0.17m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1817
 Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 VERBOUWING/ UITBREIDING VAN EEGHENSTRAAT 104 AMSTERDAM

Opdr. 1017-0145-000
 Sond. DKM1



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

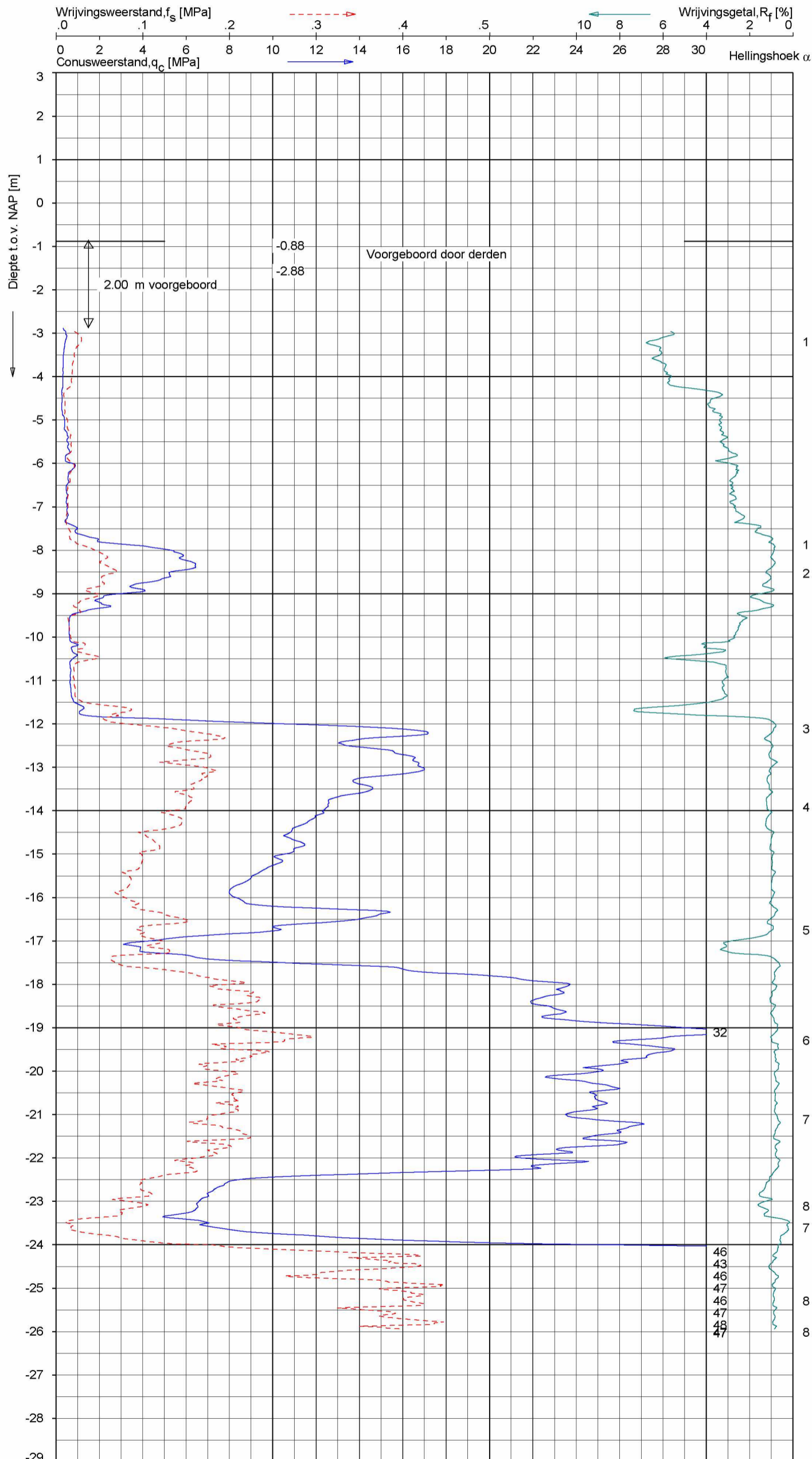


Opg.: YDL/JBK d.d. 30-Jun-2017 Coord.: X=119730.4 m Y= 485536.9 m Systeem: RD
 Get.: B.VILKAITYTE d.d. 05-Jul-2017 MV = NAP -0.86 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1347
 Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_c = 1510mm²; A_s = 19895mm²

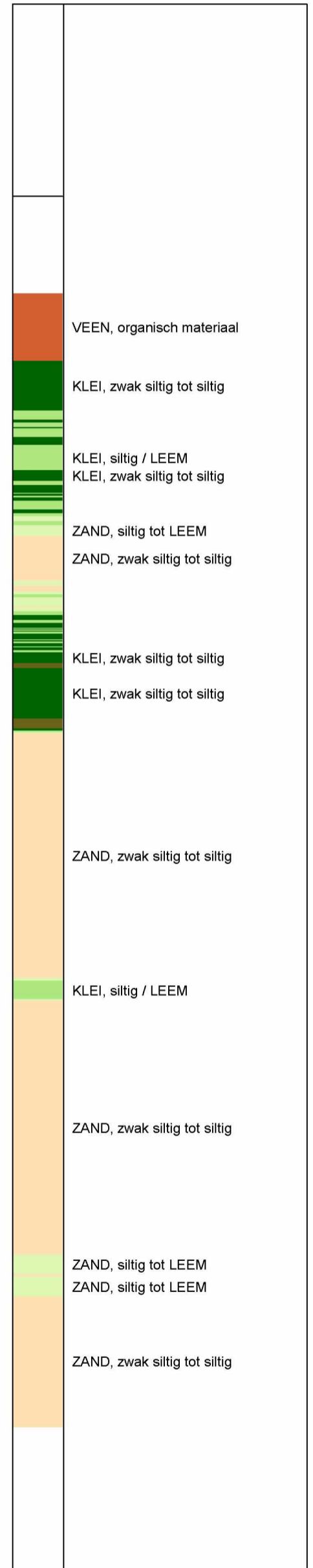
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

VERBOUWING/ UITBREIDING VAN EEGHENSTRAAT 104 AMSTERDAM

Opdr. 1017-0145-000
 Sond. DKM2



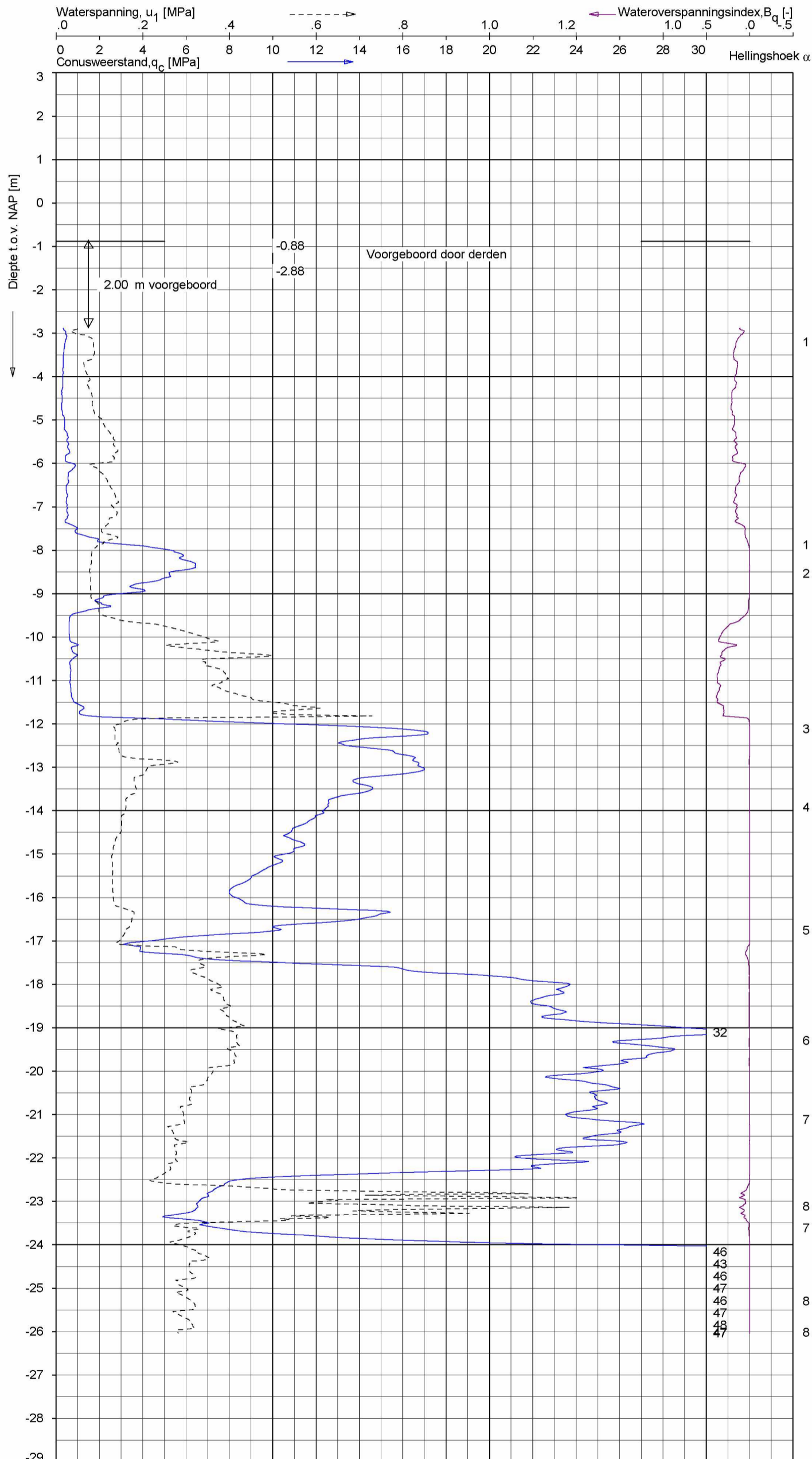
Indicatieve bodembeschrijving
 Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



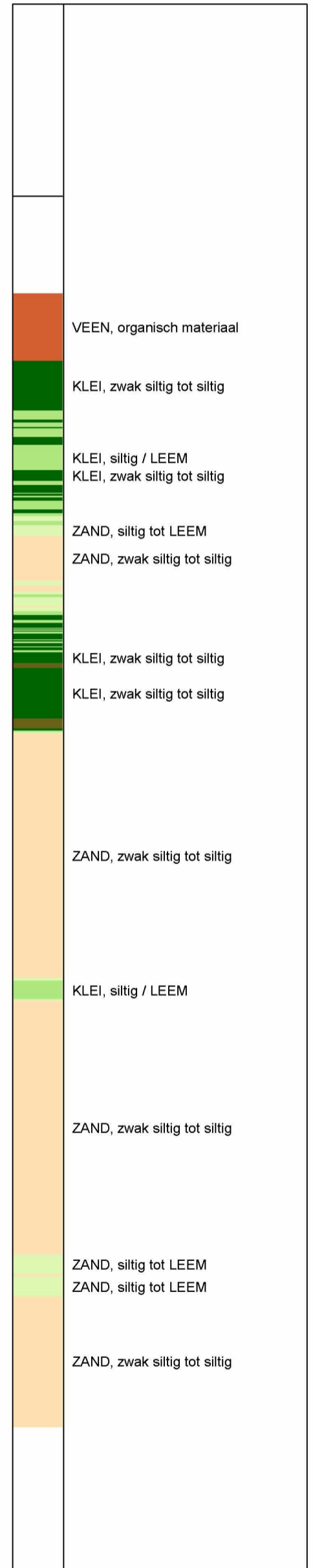
Opg.: YDL/JBK d.d. 30-jun-2017 Coord.: X=119721.9m Y=485542.4m Systeem: RD
 Get.: P.GOMMER d.d. 05-jul-2017 MV = NAP -0.88 m Conus: CP15-CF75PA1SN2 1701-2578
 Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conustype: A_c = 1510mm²; A_s = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 VERBOUWING/ UITBREIDING VAN EEGHENSTRAAT 104 AMSTERDAM

Opdr. 1017-0145-000
 Sond. DKMP3



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

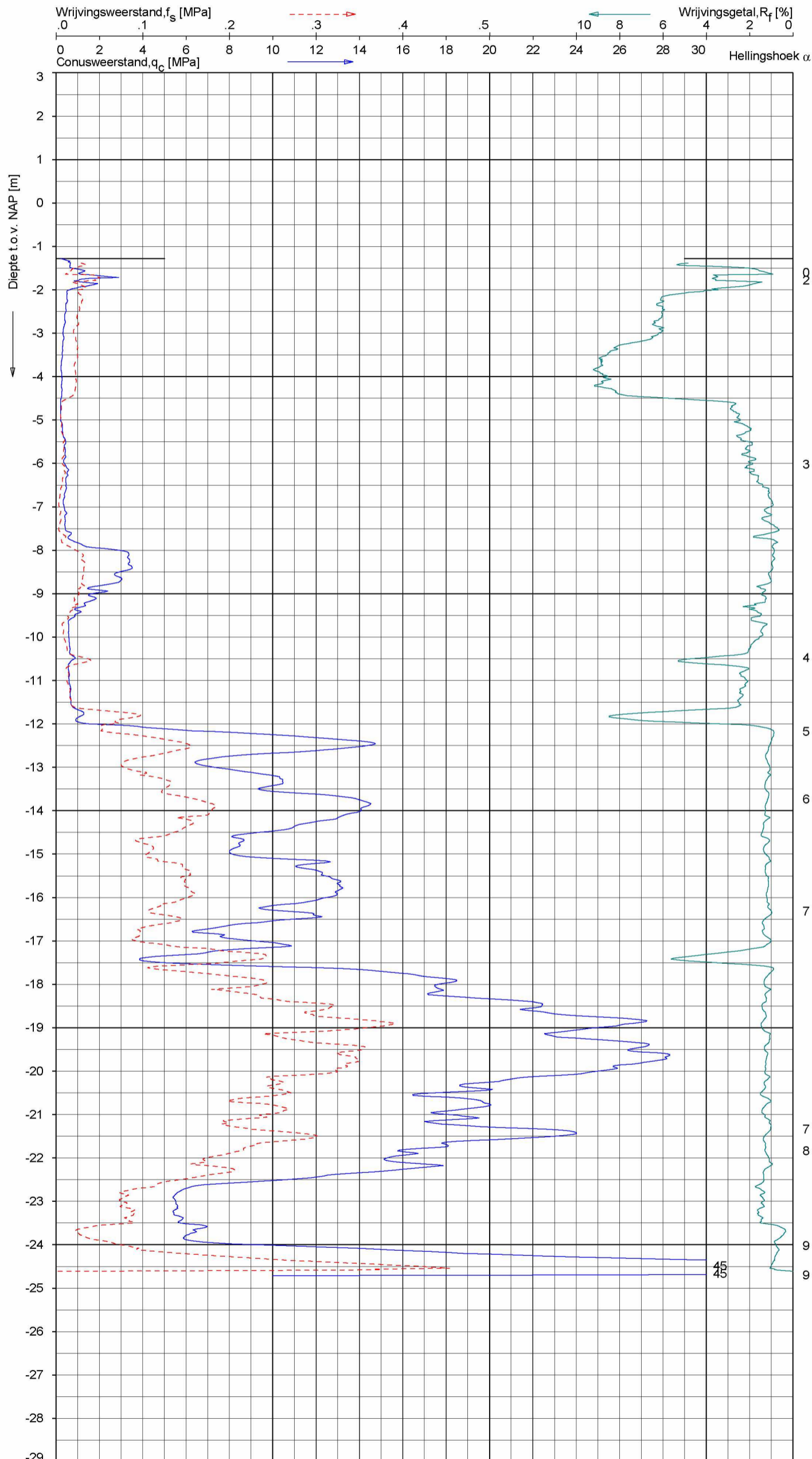


Opg.: YDL/JBK d.d. 30-jun-2017 Coord.: X=119721.9m Y=485542.4m Systeem: RD
 Get.: P.GOMMER d.d. 05-jul-2017 MV = NAP -0.88 m Conus: CP15-CF75PA1SN2 1701-2578
 Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

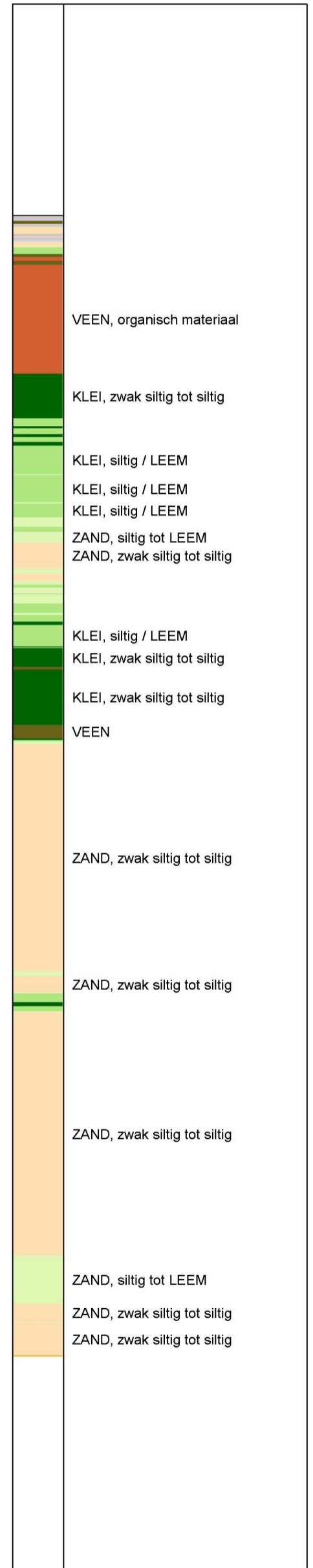
SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

VERBOUWING/ UITBREIDING VAN EEGHENSTRAAT 104 AMSTERDAM

Opdr. 1017-0145-000
 Sond. DKMP3



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



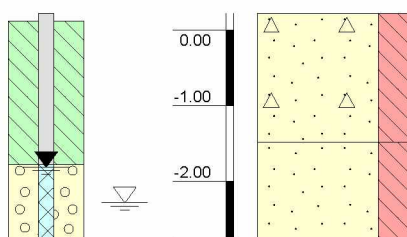
Opg.: CHM/GBK d.d. 23-Jun-2017 Coord.: X=119719.9m Y= 485553.3m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get.: B.VILKAITYTE d.d. 05-Jul-2017 MV = NAP -1.28m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1215 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
 Conustype: A_c = 1510mm²; A_s = 19895mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
 VERBOUWING/ UITBREIDING VAN EEGHENSTRAAT 104 AMSTERDAM

Opdr. 1017-0145-000
 Sond. DKM4

Boring: HB1

Peilbuis 1 Referentie (m tov NAP)


Veldclassificatie

Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104

0.22 tot -1.48 Zand, matig fijn, sterk siltig, volledig puin grijs

-1.48 tot -2.78 Zand, matig fijn, sterk siltig, licht bruin

Algemene opmerking:

X: 119731.7

GWS (m tov NAP): -2.28

MV (m tov NAP): 0.22

Boorloeistof:

Datum uitvoering: 23-06-2017

Y: 485526.9

GHG (m tov NAP):

bk PB1 (m tov NAP): 0.22

WS PB1 (m tov NAP): -1.81

Boormeester: chm

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

Geclassificeerd door: chm

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

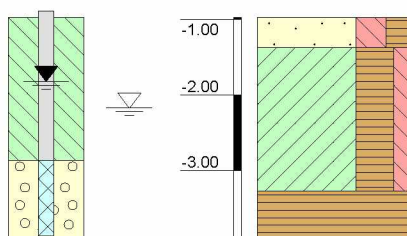
bk PB4 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Boring: HB2

Peilbuis 1 Referentie (m tov NAP)

Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104



-0.97 tot -1.37 Zand, matig fijn, sterk siltig, matig humeus, donker bruin

-1.37 tot -3.27 Klei, zwak siltig, uiterst humeus, matig stevig bruin

-3.27 tot -3.97 Veen, mineraalarm, matig stevig bruin

Algemene opmerking:

X: 119719.3

GWS (m tov NAP): -2.17

MV (m tov NAP): -0.97

Boorloeistof:

Datum uitvoering: 23-06-2017

Y: 485543.2

GHG (m tov NAP):

bk PB1 (m tov NAP): -0.89

WS PB1 (m tov NAP): -1.82

Boormeester: chm

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

Geclassificeerd door: chm

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

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.

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

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 ingangspanparameters.

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.

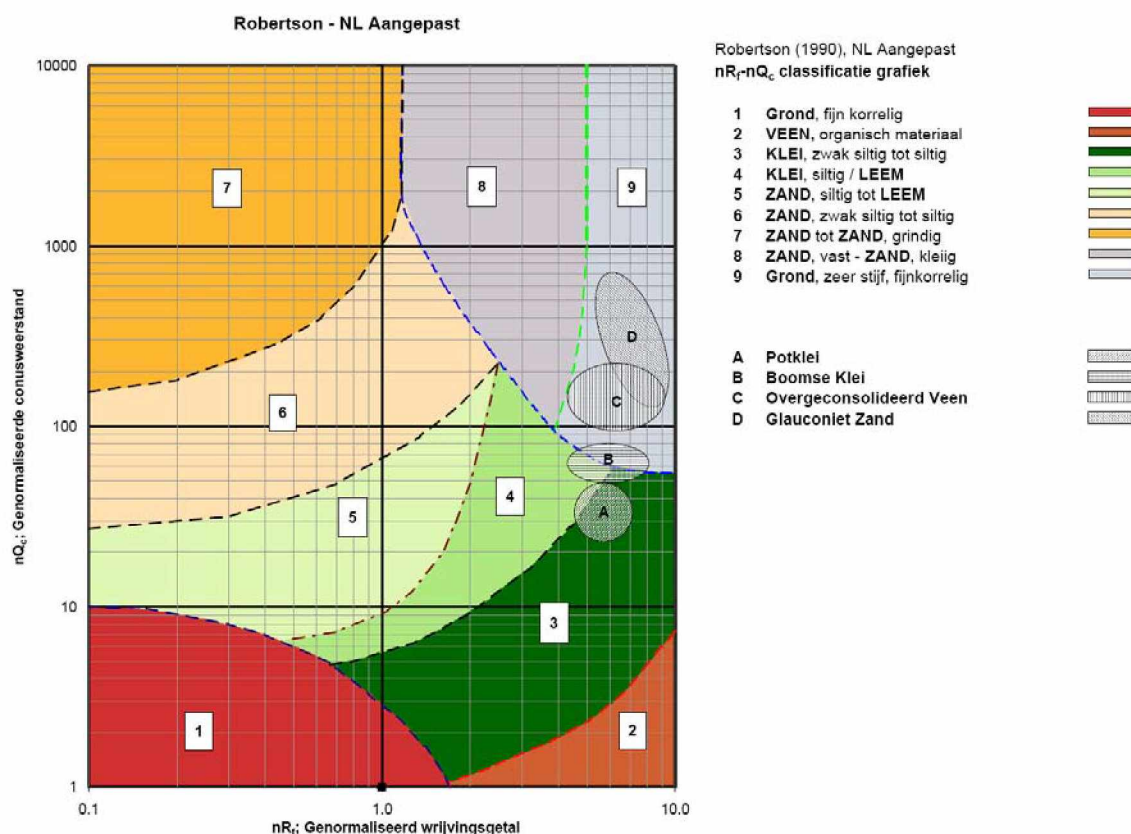
Genormaliseerde conusweerstand:
$$nQ_c = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}$$

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 geïnterpreteerd.



Voor een aantal specifieke grondtypen, zoals bijvoorbeeld Potklei, Boomse klei, overgeconsolideerd veen en glauconiëthoudend 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 toplagen 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 toplagen minder betrouwbaar vanwege het lage effectieve spanningsniveau in deze lagen.

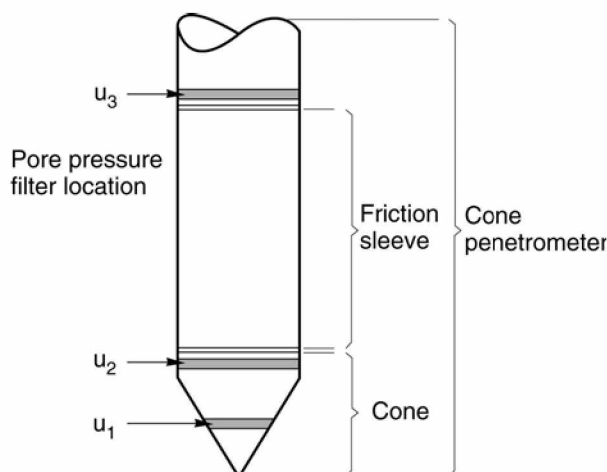
Andere conustypen

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/drijfslagen en/of verontreinigingen met vluchtige (gechloreerde) koolwaterstoffen
ROST (rapid optical screening tool)	verticale verspreiding van (aromatische) koolwaterstoffen	bestudering zak/drijfslagen 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 (*piëzoconus*) 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.

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.

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.

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) behoeft 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 | Klei |
| Grind, siltig | Klei, zwak siltig |
| Grind, zwak zandig | Klei, matig siltig |
| Grind, matig zandig | Klei, sterk siltig |
| Grind, sterk zandig | Klei, uiterst siltig |
| Grind, uiterst zandig | Klei, zwak zandig |
| Zand | Klei, matig zandig |
| Zand, kleilig | Klei, sterk zandig |
| Zand, zwak siltig | Leem |
| Zand, matig siltig | Leem, zwak zandig |
| Zand, sterk siltig | Leem, sterk zandig |
| Zand, uiterst siltig | Overige toevoegingen |
| Veen | Zwak humeus |
| Veen, mineraalarm | Matig humeus |
| Veen, zwak kleilig | Sterk humeus |
| Veen, sterk kleilig | Zwak grindig |
| Veen, zwak zandig | Matig grindig |
| Veen, sterk zandig | Sterk grindig |
| | Puin |

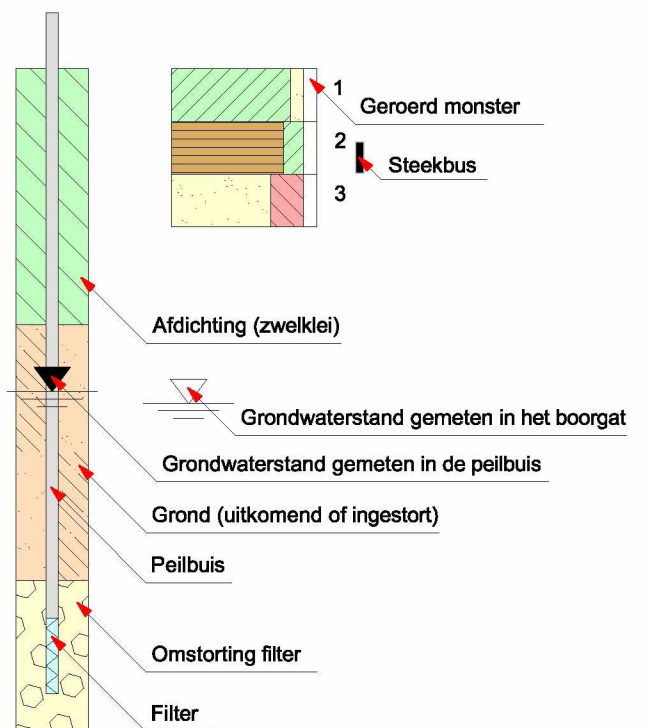
Sonderingen

- 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

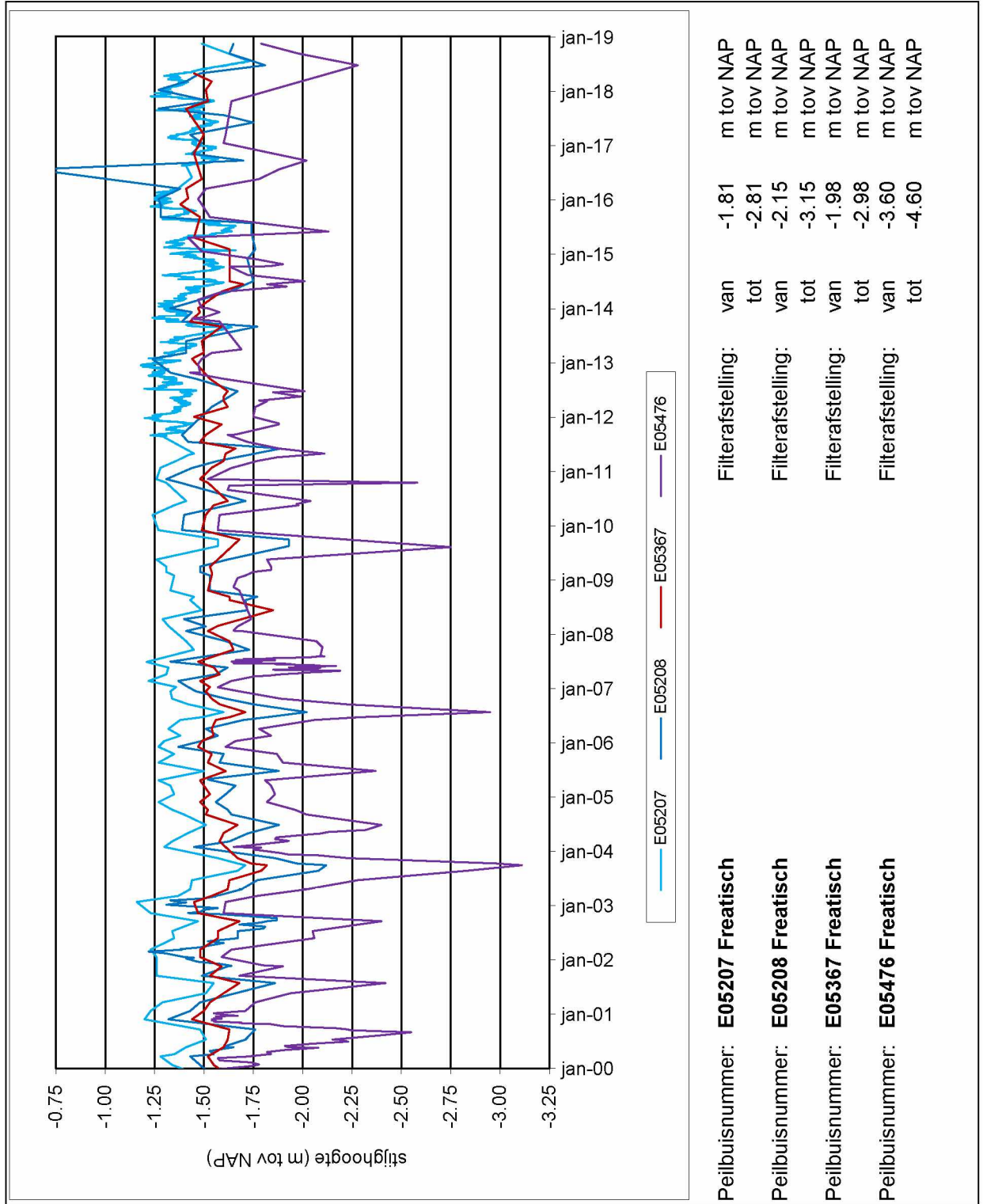


B. LOCATIEOVERZICHT EN TIJD-STIJGHOOGTEGRAFIEKEN WATERNET PEILBUIZEN

**Waternet
Grondwater**

Tijd-stijghoogtelijnen

Periode van: 1-1-2000 tot: 1-1-2019 Referentie: NAP





**Waternet
Grondwater**

Tijd-stijghoogtelijnen

Referentie: NAP

Periode van: 1-1-2000 tot: 1-1-2019

