

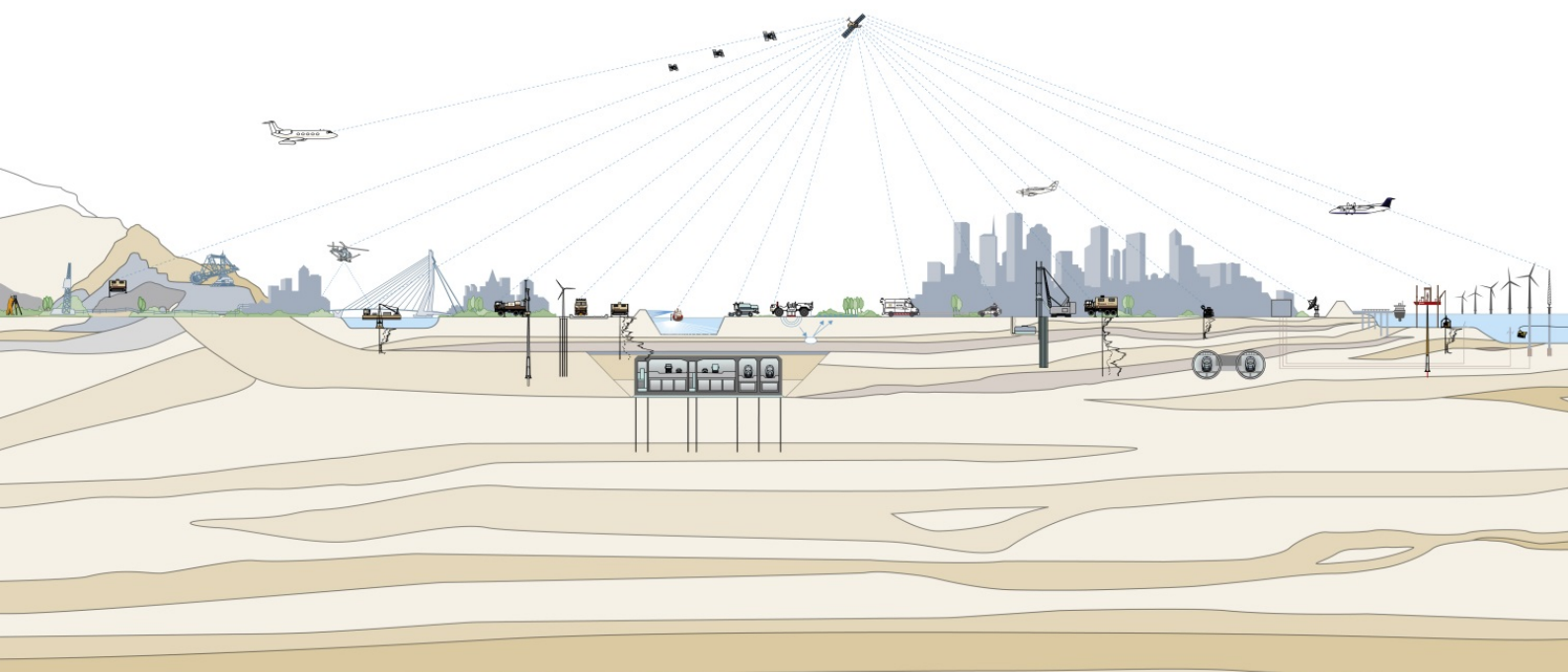
**Vergunningonderbouwend bemalingsadvies
Spaarndammerhart te Amsterdam**

Document Nr.: 1017-0029-002

Versie: 1.0

Datum: 22 januari 2018

heijmans



**VERGUNNINGONDERBOUWEND BEMALINGSADVIES
SPAARNDAMMERHART TE AMSTERDAM**

Opdrachtgever Heijmans Vastgoed B.V.
Postbus 197
3800 AD Amersfoort

Constructeur: BV Bouwadviesbureau Strackee
Postbus 14558
1001 LB Amsterdam

Datum 13 tot en met 17 maart 2017
grondonderzoek

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

Projectleider ir. F.C.M. Seignette
Senior Geotechnical Consultant
020 65 10800

Versiebeheer

1.0	Initiële versie	A.R. Jongerius MSc.	Ing. V. Lubbers	Ing. V. Lubbers	22-1-2018
Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum

INHOUDSOPGAVE

INHOUDSOPGAVE	I
1. SAMENVATTING	1
2. INLEIDING	3
3. PROJECTOMSCHRIJVING	4
3.1 Projectlocatie	4
3.2 Afmetingen en niveaus	4
3.3 Uitvoeringswijze	5
3.4 Omgeving projectlocatie	5
3.4.1 Bebouwing	5
3.4.2 Grondwaterverontreinigingen	6
3.4.3 Vegetatie	6
3.4.4 Beoordeling beschikbare gegevens	6
4. GEOHYDROLOGISCHE INVENTARISATIE	8
4.1 Bodemopbouw en geohydrologische schematisering	8
4.2 Oppervlaktewaterpeil, drainage, grondwaterstand en stijghoogte	9
4.2.1 Oppervlaktewaterpeil	9
4.2.2 Drainage	9
4.2.3 Grondwaterstand en stijghoogte	10
4.3 Grondwaterkwaliteit	11
4.4 Beoordeling kwaliteit beschikbaar (grond)wateronderzoek	11
5. BEMALINGSBEREKENING EN EFFECTEN	12
5.1 Benodigde verlagingen en te bemalen lagen	12
5.2 Bemalingsberekeningen	13
5.2.1 Waterbezwaar	13
5.2.2 Lozing van het bemalingswater	14
5.2.3 Verlagingen van de grondwaterstand in de omgeving	14
6. OMGEVINGSASPECTEN	15
6.1.1 Maaiveldzettingen	15
6.1.2 Bebouwing	15
6.1.3 Vegetatie	16
6.1.4 Grondwaterverontreinigingen	16
6.1.5 Overige effecten	16
6.2 Conceptueel monitoringsplan	16
7. BEMALINGSWIJZE	18
7.1.1 Freatisch pakket (laag 1)	18
7.1.2 Zandlagen in laag 2	18

7.1.3	Retourbemaling	18
8.	UITWERKING RETOURBEMALING	19
8.1	Waterbezwaar	19
8.1.1	Verlagingen van de grondwaterstand in de omgeving	19
9.	VERGUNNINGEN	20
9.1	Waternvergunning	20
9.2	Lozingsvergunning	20
BIJLAGEN		1
A.	GEOHYDROLOGISCHE INFORMATIE	1
A1	Peilbuislocaties	1
A2	Tijd-stijghoogtegrafieken	1
A3	Geotechnisch onderzoek	1
A4	Analyseresultaten grondwatermonsters	1
B.	ONTWERPTEKENINGEN	2
C.	PRODUCTEN	3
C1.	Bebouwing omgeving	3
C2.	Grondwaterstandsverlagingen in de omgeving	4
C3.	Grondwaterstandsverlagingen in de omgeving bij Toepassing retourbemaling	5
C4.	Voorstel monitoringspeilbuizen	6
D.	ADVIES WATERNET LOZING OP RIOOL	7

1. SAMENVATTING

ALGEMENE GEGEVENS	
Opdrachtnummer Fugro	1017-0029-002
Locatie	Krommeniestraat te Amsterdam
Betreft	Project Spaarndammerhart: de nieuwbouw van twee appartementencomplexen met beide een kelder
RD-coördinaten (globaal)	X = 120.100 m en Y = 489.300 m
Kadastrale aanduiding	ASD20X2080G0000, ASD20X2082G0000 en ASD20X2319G0000
Doel rapport	<ul style="list-style-type: none"> ■ Voorstel bemalingswijze; ■ Het verkrijgen van inzicht in de te onttrekken hoeveelheid grondwater; ■ Het aangeven van de effecten van deze onttrekking op de omgeving; ■ Het verkrijgen van een watervergunning.

GEGEVENS ONTGRAVING		
Ontgravingswijze	Ontgraving binnen twee bouwputten die beide rondom zijn afgesloten met grond- en waterkerende damwanden tot in een natuurlijke bodemafsluiting (gesloten bouwputten)	●
Maaiveldniveau	NAP +0,7 m à +0,2 m	●
Lengte x breedte x diepte	Kelder blok A: 63 x 46 x 4 Kelder blok B: 73 x 10 x 4	●
Verlagen tot	Kelder blok A: NAP -4,4 m Kelder blok B: NAP -3,5 m	●
Bemalingsduur	39 weken (grotendeels gelijktijdige uitvoering blokken A en B)	●

GEGEVENS ONDERGROND EN GRONDWATER			
Beschikbaar onderzoek	Sonderingen, handboringen en grondwaterstandsmetingen op de projectlocatie		●
Globale bodemopbouw en laagdikte	Zand (watervoerend)	Laagdikte: ca. 3 à 4 m	●
	Klei en veen (waterremmend)	Laagdikte: ca. 9 à 14 m	
	Zand (watervoerend)	Laagdikte: ca. 15 à 20 m	
Grondwaterstand / Stijghoogte (1 ^e wvp) m t.o.v. NAP	Hoog: +0,0 / -1,5 Gemiddeld: -0,3 / -2,0 Laag: -0,6 / -2,3		●

BEMALING		
Type bemaling	Freatisch pakket: verticale filters en horizontale drains Zandlagen in waterremmend pakket: ontlastfilters	●

DEBIET/VERGUNNING/LOZING/INVLOEDSGEBIED		
Stationair debiet	Onttrekking: 6 à 10 m ³ /uur (ca. 50 m ³ /uur tijdens het leegmalen van de bouwkuipen) Retour: 1-3 m ³ /uur	●
Totaal debiet	Onttrekking: maximaal 70.000 m ³ in een periode van 39 weken Retour: maximaal 19.500 m ³	●
Beheersgebied	Waternet	●
Vergunningplichtig?	Ja	●
Afvoer bemalingswater	Lozing op riool	●
Belangrijkste lozingsparameters	Onopgeloste bestanddelen: 700 mg/l	●
	IJzer (totaal): 6,9 mg/l	
	Chloride: 8,1 mg/l	
Max. invloedsgebied	Ca. 100 m	●

● niet beschouwd
 ● goed
 ● matig
 ● onvoldoende

RISICO'S/KANSEN
<p>Risico 1: Droogstand van het funderingshout van belendingen Als gevolg van de bemalingswerkzaamheden dient rekening te worden gehouden met (een toename van) droogstand van het funderingshout van panden in de omgeving. Door de grondwaterstand te monitoren kan echter tijdig worden gesignaleerd of droogstand dreigt te gaan optreden. In dit geval dient een retourbemaling te worden toegepast.</p> <p>Risico 2: Vochttekort voor bomen In droge perioden kan de bemaling leiden tot (extra) vochttekort voor de bomen rond de bouwputten. Door een goede monitoring kan tijdig worden gesignaleerd of vochttekort kan gaan optreden. In dit geval dienen de bomen binnen ca. 20 m afstand van de bouwputten van water te worden voorzien.</p> <p>Risico 3: Lozing grondwater Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat in één peilbuis op de projectlocatie een interventiewaarde overschrijding met PAK in het grondwater is aangetoond. Door de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied dient te worden beoordeeld of het grondwater (na zuivering) op het riool kan worden geloosd.</p>

2. INLEIDING

Fugro ontving van Heijmans Vastgoed B.V. de opdracht voor het uitvoeren van een grondonderzoek en het opstellen van diverse geotechnische en geohydrologische adviezen. Het grondonderzoek en de adviezen hebben betrekking op de nieuwbouw van twee appartementencomplexen met kelder aan de Krommeniestraat te Amsterdam (project Spaarndammerhart).

Om de kelders in den droge aan te kunnen leggen is een bemaling benodigd. Omdat langer dan 6 maanden zal worden bemalen geldt een vergunningplicht in het kader van de Waterwet. Voorliggende rapportage betreft het vergunningonderbouwend bemalingsadvies welke bij de aanvraag van de watervergunning bij Waternet kan worden ingediend. Voorliggende rapportage bevat:

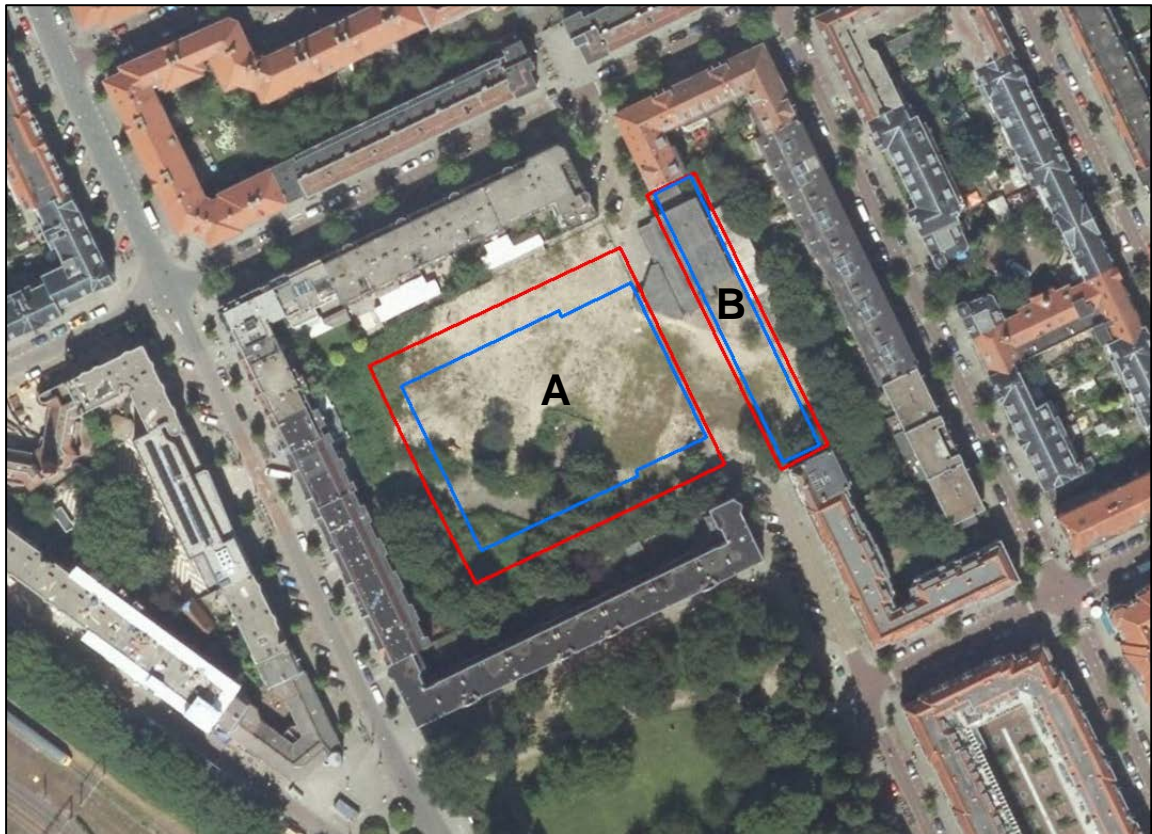
- Een inventarisatie van de omgevingsaspecten;
- Een berekening van het waterbezwaar en de verlagingen in de omgeving;
- Een beoordeling van de effecten van de bemaling op de omgeving;
- Een voorstel voor de monitoring van omgevingsrisico's.

Een samenvatting van dit onderzoek is opgenomen in hoofdstuk 1 van dit rapport. Met de daarin aangegeven informatie kan de vergunningsaanvraag bij Waternet worden ingediend.

3. PROJECTOMSCHRIJVING

3.1 Projectlocatie

Het project betreft de nieuwbouw van twee woonblokken in de Spaarndammerbuurt te Amsterdam. Onder beide woonblokken (blok A en blok B) is een eenlaags (parkeer)kelder voorzien. Binnen het Rijksdriehoeksnet heeft de projectlocatie globaal de coördinaten $X = 120.100$ m en $Y = 489.300$ m. De projectlocatie is in figuur 3-1 op een luchtfoto weergegeven.



Figuur 3-1: Kelders Blok A en Blok B (blauw) op de projectlocatie Spaarndammerhart te Amsterdam. De damwandcontour van de twee bouwputten is met rood aangegeven (luchtfoto 2016, Esri Nederland)

3.2 Afmetingen en niveaus

Door de constructeur is een ontwerptekening van de kelder aangeleverd (Spaarndammerhart te Amsterdam, keldervloer, Strackee bv Bouwadviesbureau, werknr: 916-393, tekeningnr: 0A K1.01). Deze tekening is in bijlage B gepresenteerd. Op basis van de tekening zijn voor het project relevante afmetingen en niveaus afgeleid zoals weergegeven in tabel 3-1. Hierbij is ervan uitgegaan dat onder het aanlegniveau een goed doorlatend zandbed wordt aangebracht van 0,5 m dikte onder de keldervloer en 0,3 m dikte onder de overige verdiepte onderdelen (poeren en liftputten).

Tabel 3-1: Afmetingen en ontgravingsniveaus

Onderdeel		Afmetingen bodem werkput l x b [ca. m]	Aanlegniveau		Ontgravingsniveau [m NAP]
			[m PEIL]	[m NAP]	
Blok A	Parkeerkelder	63 x 46	-3,7	-3,0	-3,5
	Liftput (2 stuks)	3,0 x 2,5	-4,8	-4,1	-4,4
	4 paalspoeren (5 stuks)	2,2 x 2,2	-4,4	-3,7	-4,0
	Balken en overige poeren	Diverse	-3,9	-3,2	-3,5
Blok B - keldervloer		73 x 10	-3,7	-3,0	-3,5

3.3 Uitvoeringswijze

Beide kelders worden in een aparte bouwput gerealiseerd. Deze bouwputten zijn beiden rondom omsloten met grond- en waterkerende damwanden (inbeddingsdiepte: NAP -12,5 m à NAP -13,0 m, zie Damwandadvies Fugro met kenmerk 1017-0029-000_31.R03, d.d. 19 september 2017). Voor blok A geldt dat de damwanden op ca. 7,5 m afstand van de te realiseren kelder worden geplaatst (bouwputafmeting: ca. 68 m bij 60 m, zie figuur 3-1). Dit wordt gedaan om in de bouwkuip ruimte vrij te houden voor een grondwal. Bij blok B worden de damwanden direct rondom de te realiseren kelder geïnstalleerd. Het grootste deel van de damwanden wordt na de realisatie van de kelders getrokken. Door de opdrachtgever is aangegeven dat alleen de damwanden langs de korte zijde van Blok B, welke op korte afstand van belendingen worden gerealiseerd, niet worden getrokken.

Door de opdrachtgever is voor de bemalingswerkzaamheden de volgende planning doorgegeven:

- Blok A: start bemaling week 17 2018, einde bemaling week 2 2019, totaal 38 weken;
- Blok B: start bemaling week 20 2018, einde bemaling week 2 2019, totaal 35 weken.

3.4 Omgeving projectlocatie

3.4.1 Bebouwing

De nieuwbouw wordt op het binnenterrein tussen bestaande woningen gerealiseerd. Om inzicht te krijgen in de funderingswijze van deze woningen en de aanwezigheid van kelders is een archiefonderzoek uitgevoerd bij het stadsdeel en is de digitale Beeldbank geraadpleegd. De resultaten van het archiefonderzoek zijn in tabel 3-2 en bijlage C1 gepresenteerd.

Een deel van de panden staat op houten palen gefundeerd, waarvan de bovenzijde van het funderingshout zich op ca. NAP -0,5 m bevindt. Dit is ca. 0,1 m boven de geraamde lage grondwaterstand op de projectlocatie (tabel 4-4). Derhalve is bij deze woningen in droge perioden mogelijk reeds sprake van droogstand van het funderingshout.

Tabel 3-2: Resultaten archiefonderzoek

Adres (per bouweenheid)	Funderingswijze (niveau bovenzijde funderingshout)	Kelder
Oostzaanstraat 10 t/m 86	Houten paalfundering (NAP -1,3 m)	Nee
Oostzaanstraat 88 t/m 126	Houten paalfundering (NAP -1,3 m)	Nee
Oostzaanstraat 128 t/m 134	Houten paalfundering (NAP -1,3 m*)	Nee
Spaarndammerplantsoen 60 t/m 138 + Oostzaanstraat 2 t/m 8	Houten paalfundering (NAP -1,3 m)	Nee
Spaarndammerplantsoen 2 t/m 58	Houten paalfundering (NAP -0,5 m)**	Onbekend
Knollendamstraat 86 t/m 116	Houten paalfundering (NAP -1,85 m/-1,93 m)	Nee
Polanstraat 181 t/m 235	Houten paalfundering (NAP -0,5 m)	Nee
Polanstraat 237 t/m 315	Houten paalfundering (NAP -0,5 m)**	Onbekend
Polanstraat 317 t/m 331 + Krommeniestraat 6 t/m 20 + Hemrugstraat 67 t/m 95	Houten paalfundering (NAP -1,85 m/-1,93 m)	Nee
Hembrugstraat 161 t/m 223	Beton palen	Nee
Hembrugstraat 225 t/m 239	Houten palen (onbekend)	Nee

* Niveau niet te achterhalen uit tekeningen, vermoedelijk gelijk aan aangrenzende bouweenheid

** Funderingswijze niet te achterhalen uit tekeningen, vermoedelijk gelijk aan Polanstraat 181 t/m 235 (zelfde bouwjaar)

3.4.2 Grondwaterverontreinigingen

Via de website van de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied is een bodemrapportage opgevraagd met de resultaten van de milieukundige bodemonderzoeken die in het verleden binnen ca. 150 m afstand van de projectlocatie zijn uitgevoerd. Uit de ontvangen rapportage blijkt dat in de omgeving van de projectlocatie in het verleden diverse grondwaterverontreinigingen zijn aangetroffen. De matige en ernstige gevallen van grondwaterverontreiniging (overschrijding tussenwaarden en/of interventiewaarde) zijn in tabel 3-3 gepresenteerd. Op basis van de beschikbare informatie wordt niet duidelijk of de verontreinigingen (volledig) zijn gesaneerd. Tot slot wordt opgemerkt dat bij diverse onderzoeken verhoogde achtergrondconcentraties arseen zijn aangetroffen.

Tabel 3-3: Grondwaterverontreinigingen omgeving projectlocatie

Naam / Adres	Afstand (richting)	Stof
Ns emplacement Singelgracht / Transformatorweg 1	Ca. 90 m (zuidwest)	o.a. minerale olie, aromatische en gechloreerde koolwaterstoffen
Wormerveerstraat 15	Ca. 110 m (zuid)	Minerale olie, zink

3.4.3 Vegetatie

In de omgeving van de projectlocatie zijn geen natuur- en/of landbouwgebieden aanwezig. Rond de projectlocatie staan diverse bomen die gehandhaafd blijven (o.a. in tuinen particulieren). Het betreffen geen monumentale bomen.

3.4.4 Beoordeling beschikbare gegevens

De volledigheid en kwaliteit van de beschikbare uitgangspunten en omgevingsinformatie zijn door Fugro beoordeeld. In tabel 3-4 is via de stoplichtmethode aangegeven of de gegevens voldoende, matig of onvoldoende zijn.

**VERGUNNINGONDERBOUWEND BEMALINGSADVIES
SPAARNDAMMERHART TE AMSTERDAM**

Tabel 3-4: Beoordeling kwaliteit en volledigheid beschikbare informatie (uitgangspunten en omgeving)

<i>Onderdeel</i>		<i>Advies/opmerking</i>
Realisatieplan (afmetingen, ontgravingsdiepte, etc.)	●	
Uitvoeringswijze (open ontgraving, damwanden, sleufbekisting, etc.)	●	
Start werkzaamheden / bemalingsduur	●	
Aanwezige grondwaterverontreinigingen	●	
Informatie over bebouwing in de omgeving	●	
Informatie overige omgevingsaspecten	●	

● niet beschouwd
 ● goed
 ● matig
 ● onvoldoende

4. GEOHYDROLOGISCHE INVENTARISATIE

4.1 Bodemopbouw en geohydrologische schematisering

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

- 15 sonderingen tot ca. NAP -25 m (Fugro, maart 2017, bijlage A3);
- 4 handboringen, inclusief freatische peilbuis en enkele opnamen grondwaterstand (Fugro, maart t/m juni 2017, bijlage A3);
- Langjarige stijghoogtedata uit 5 freatische peilbuizen in de directe omgeving van de projectlocatie en 2 peilbuizen met filter in de eerste zandlaag op ca. 500 en 1.000 m afstand van de projectlocatie (Waternet, bijlage A1 en A2).

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 bodemschematisatie. 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	+0,7 à +0,2	Maaiveld	Infiltratieoppervlak
1	-2,5 à -4,0	Zand	Topzandlaag
2	-5,2 à -6,0	Veen	Waterremmende laag
	-13,0 à -15,0	Klei, bevat zandige laagjes	
	-13,4 à -16,5	Veen	
3	-30	Zand*	Eerste watervoerend pakket

* Bij een groot deel van sonderingen is rond NAP -18 m een kleilaag aangetroffen die het eerste watervoerend pakket scheidt in een eerste en tweede zandlaag.

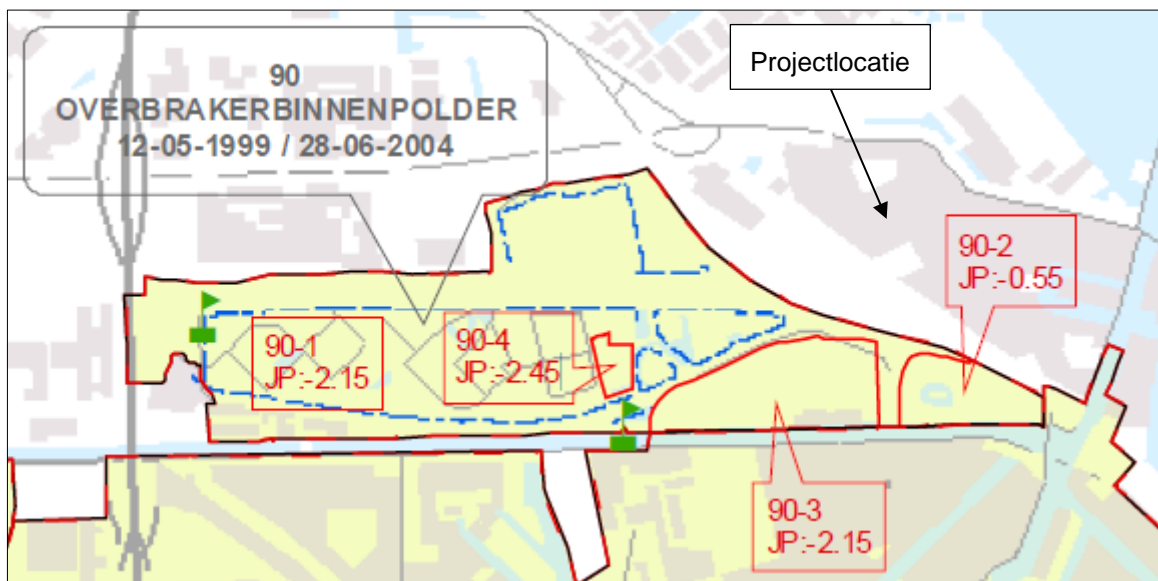
Tabel 4-2: Geohydrologische parameterwaarden

Laag	Parameterwaarden c [dagen] / kD [m ² /dag]			
	c /kD	Best-case	verwachting	Worst-case
1	kD	10	20	30
2	c	5.000	4.000	3.000
3	kD	300	400	500

4.2 Oppervlaktewaterpeil, drainage, grondwaterstand en stijghoogte

4.2.1 Oppervlaktewaterpeil

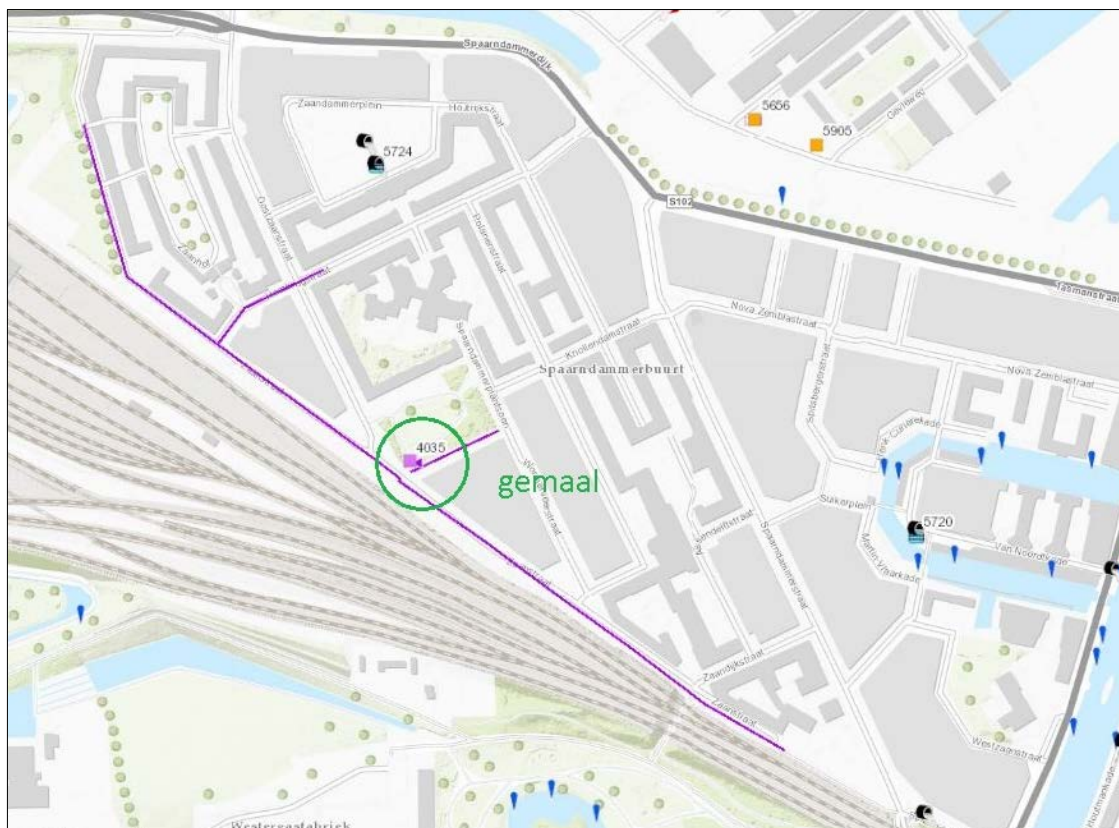
De projectlocatie bevindt zich op relatief grote afstand van oppervlaktewater. Op ca. 250 tot 350 m ten zuiden en ten zuidwesten van de projectlocatie ligt de Overbrakerbinnenpolder waar door Waternet verschillende oppervlaktewaterpeilen worden gehandhaafd (zie figuur 4-1). Op ca. 300 m ten noordwesten ligt een terrein met volkstuinen omringd door watergangen met een oppervlaktewaterpeil van NAP -0,4 m. Het oppervlaktewaterpeil van de Lijnbaansgracht (ca. 350 m ten oosten van de projectlocatie) bedraagt eveneens NAP -0,4 m.



Figuur 4-1: Oppervlaktewaterpeilen in de Overbrakerbinnenpolder (Vigerende peilenkaart 1 januari 2006, Hoogheemraadschap Amstel Gooi en Vecht)

4.2.2 Drainage

Bij Waternet is nagevraagd of in de omgeving van de projectlocatie drainage aanwezig is. Uit de verstrekte gegevens blijkt dat in de Zaanstraat (parallel aan het spoor) ca. 900 m drainage ligt en in de Hembrugstraat nog eens ca. 120 m (figuur 4-2). Het drainageniveau en de staat van de drainage zijn niet bij Waternet bekend.



Figuur 4-2: Drainage (paars) in de omgeving van de projectlocatie (bron: Waternet)

4.2.3 Grondwaterstand en stijghoogte

Om inzicht te krijgen in de grondwaterstand op de projectlocatie zijn 4 freatische peilbuizen geplaatst, waarin de grondwaterstand enkele keren is ingemeten (tabel 4-3). Tijdens de meetrondes van de grondwaterstand zijn ook enkele peilbuizen van Waternet en Tauw ingemeten. In bijlage A1 is een locatieoverzicht gepresenteerd van alle peilbuizen. Aanvullend zijn langjarige grondwaterstandsmeetreeksen gedownload uit de Waternetdatabase. In bijlage A2 zijn tijd-stijghoogtegrafieken van de Waternetpeilbuizen gepresenteerd. Op basis van de beschikbare stijghoogtedata en informatie over oppervlaktewater en drainage zijn voor de bemaling maatgevende grondwaterstanden en stijghoogten bepaald en in tabel 4-4 gepresenteerd.

Tabel 4-3: Resultaten grondwaterstandsmetingen

	Meting grondwaterstand [m NAP]							
	20-3-17	24-3-17	5-4-17	10-4-17	18-4-17	3-5-17	19-5-17	6-6-17
Tauw 1		-0,2	-0,3	-0,3				
Tauw 2		-0,2	-0,3	-0,3				
C05017A		-0,2	-0,3	-0,3				
C05128A		-0,1		-0,3				
C05077A			-0,3	-0,3				
Pb1	-0,3	-0,4	-0,5			-0,5		
Pb2	-0,4	-0,4	-0,6			-0,7		
Pb3				-0,4	-0,4		-0,4	-0,5
Pb4				-0,3	-0,3		-0,6	-0,5

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

Laag	Hoog [NAP m]	Gemiddeld [NAP m]	Laag [NAP m]
1	+0,0	-0,3	-0,6
3	-1,5	-2,0	-2,3

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.

4.3 Grondwaterkwaliteit




Door Fugro is op 24 maart 2017 op de projectlocatie een grondwatermonster genomen uit het freatische pakket. Dit monster is in een laboratorium geanalyseerd op diverse lozingsparameters. Uit de analyseresultaten van het grondwatermonster (bijlage A4) blijkt dat de concentraties ijzer en onopgeloste bestanddelen in het grondwater relatief hoog zijn (respectievelijk 6,9 mg/l en 700 mg/l).

Door bk Ingenieurs is in 2017 op de projectlocatie een verkennend en nader bodemonderzoek uitgevoerd (projectnummer 170489, versie 2, d.d. 17-10-2017). Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat in één peilbuis op de projectlocatie een interventiewaarde overschrijding met PAK in het grondwater is aangetoond. Deze spot is afgeperkt en in de omliggende peilbuizen ten hoogste licht verhoogd aangetoond. Door de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied dient te worden beoordeeld of het grondwater (na zuivering) op het riool kan worden geloosd.

4.4 Beoordeling kwaliteit beschikbaar (grond)wateronderzoek

De volledigheid en kwaliteit van het beschikbare grond(water)onderzoek is door Fugro beoordeeld. In tabel 4-5 is via de stoplichtmethode aangegeven of de gegevens voldoende, matig of onvoldoende zijn.

Tabel 4-5: Beoordeling kwaliteit en volledigheid beschikbaar geohydrologisch onderzoek

Onderdeel		Advies/opmerking
Informatie over de bodemgesteldheid (sonderingen en boringen)		
Informatie over de grondwaterstanden/stijghoogten (peilbuisgegevens)		
Informatie over de grondwaterkwaliteit		

 niet beschouwd  goed  matig  onvoldoende

5. BEMALINGSBEREKENING EN EFFECTEN

In dit hoofdstuk worden alle noodzakelijke, binnen de opdracht vallende berekeningen gepresenteerd.

5.1 Benodigde verlagingen en te bemalen lagen

Noodzakelijke verlaging van de grondwaterstand

Voor een droge en voor zwaar materieel goed begaanbare bouwputbodembodem dient de grondwaterstand te worden verlaagd tot ca. 0,5 m onder het aanlegniveau van de keldervloeren en 0,3 m onder het aanlegniveau van de overige verdiepte onderdelen. Tijdens de aanleg van het zandbed ter verbetering van de draagkracht van de bodem dient de grondwaterstand tijdelijk verder te worden verlaagd.

Tabel 5-1: Benodigde verlagingen van de grondwaterstand ten opzichte van de maatgevend hoge grondwaterstand van NAP +0,0 m

Onderdeel		Grondwaterstand (laag 1)	
		Verlagen tot [ca. NAP m]	Verlaging [ca. m]
Blok A	Parkeerkelder	-3,5	3,5
	Liftput (2 stuks)	-4,4	4,4
	4 paalspoeren (5 stuks)	-4,0	4,0
	Balken en overige poeren	-3,5	3,5
Blok B - keldervloer		-3,5	3,5

Stabiliteit bouwputbodembodem

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 bouwputten 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.

In tabel 5-2 is één maatgevende stabiliteitsberekening gepresenteerd voor de bouwput. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Het diepste ontgravingsniveau: NAP -4,4 m (ontgravingsniveau liftputten);
- Maatgevend opbarstniveau: NAP -14,1 m (eerste zandlaag);
- De minst gunstige sondering: DKM8;
- Volumieke gewichten geraamd op basis van ervaring.

Opgemerkt wordt dat binnen laag 2 op verschillende diepten zandlagen voorkomen. Omdat de dikte en diepteligging van deze zandlagen binnen de bouwput sterk variëren en omdat deze lagen door grond- en waterkerende damwanden worden afgesloten zijn voor deze lagen geen stabiliteitsberekeningen uitgevoerd. De waterspanning in deze lagen dient echter wel te worden verlaagd (tot aan het ontgravingsniveau) voordat met het ontgraven wordt gestart (met ontlastfilters of filters met inhangers, zie paragraaf 7.1.2).

Tabel 5-2: Stabiliteitsberekening 1^e zandlaag o.b.v. aanlegniveau liftputten

Niveau [ca. NAP m]	Typering	Dikte laag [ca. m]	Volumiek gewicht γ [ca. kN/m ³]	Neerwaartse belasting [ca. kN/m ²]
-4,1	Aanlegniveau			
-4,1 tot -4,4	Zandbed	0,3	18,0	(5,4)
-4,4 tot -6,0	Veen	1,6	11,0	17,6
-6,0 tot -13,8	Klei	7,8	15,5	120,9
-13,8 tot -14,1	Veen	0,3	11,0	3,3
-14,1	Opbarstniveau	Totaal:		142 (147)
		Inclusief materiaalfactor 0,9:		128 (133)

* Waarde tussen haken betreft de neerwaartse belasting na aanleg van het zandbed

Bij een stijghoogte in de eerste zandlaag van NAP -1,5 m bedraagt de opwaartse waterdruk op het opbarstniveau 126 kN/m². Dit is minder dan de representatieve neerwaartse grondbelasting van 128 kN/m², waardoor voldoende veiligheid bestaat tegen opbarsten van de bouwputbodan. Om deze reden is geen bemaling in de 1^e zandlaag benodigd.

5.2 Bemalingsberekeningen

Om inzicht te krijgen in het waterbezwaar en de grondwaterstandsverlagingen in de omgeving als gevolg van de bemaling zijn met het softwarepakket MicroFEM stationaire bemalingsberekeningen uitgevoerd. Omdat sprake is van bemalingswerkzaamheden binnen twee met grond- en waterkerende damwanden gesloten bouwputten is in de berekeningen uitgegaan van 1 maatgevend verlagningsniveau per bouwput.

5.2.1 Waterbezwaar

De berekende waterbezwaren zijn opgenomen in tabel 5-3. Het stationaire debiet voor beide bouwputten bedraagt ca. 5 à 10 m³/uur. Het totale onttrekkingsdebiet voor beide bouwputten, inclusief het eenmalig leegpompen bedraagt 37.000 à 63.000 m³.

Tijdens het eenmalig leegmalen van de bouwkuip zal het onttrekkingsdebiet tijdelijk hoger zijn (met Waternet is een lozingsdebiet van 50 m³/uur afgestemd voor lozing op het riool, zie paragraaf 5.2.2 en bijlage D). Tot slot wordt opgemerkt dat het waterbezwaar als gevolg van neerslag bij maatgevende buien van 10 mm/uur of 30 mm/dag kan toenemen met ca. 45 m³/uur en 135 m³/dag.

Tabel 5-3: Waterbezwaar

Onderdeel	Maatgevende verlaging* [ca. m]	Kwel en lekdebiet [m ³ /uur]	Eenmalig leegmalen bouwkuip [m ³]	Bemalingsduur [weken]	Totaal debiet [m ³]
Blok A	4,4*	4 à 7	5.500	38	25.000 à 45.000
Blok B	3,5	2 à 3	1.500	35	12.000 à 18.000
	Totaal:	6 à 10	7.000	38	37.000 à 63.000

* Verlagningsniveau voor de liftputten (bouwput A) en vloer (bouwput B).

5.2.2 Lozing van het bemalingswater

Gezien het ontbreken van open water in de directe omgeving van de projectlocatie wordt voorgesteld het bemalingswater te lozen op het riool. Door Waternet is aangegeven dat de capaciteit van de riolering voldoende groot is om 50 m³/uur te lozen (tijdens het eenmalig leegmalen van de bouwkuipen, zie bijlage D). Voor de lozing dient bij de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied (bevoegd gezag) een watervergunning te worden aangevraagd.

De Omgevingsdienst kan aan de hand van de resultaten van de grondwateranalyses en het milieukundig bodemonderzoek beoordelen of voor de lozing waterzuiverende maatregelen benodigd zijn. Gezien de hoge concentratie onopgeloste bestanddelen in het grondwater dient voor de lozing sowieso een bezinkbak te worden toegepast, mogelijk is eveneens een ontijzering benodigd (afhankelijk van lozing op vuilwaterriool of hemelwaterriool).

5.2.3 Verlagen van de grondwaterstand in de omgeving

De bemaling op de projectlocatie leidt tot verlagingen van de grondwaterstand in de omgeving. De berekende stationaire verlagingen ten opzichte van de aangehouden hoge grondwaterstand zijn weergegeven in tabel 5-4 en bijlage C2. Opgemerkt dat de berekende verlagingen tussen de twee bouwputten in groter zijn dan de in tabel 5-4 gepresenteerde waarden (maximaal 0,7 m verlaging). Dit komt doordat de toestroom van grondwater uit de omgeving op deze locatie kleiner is en het effect van beide bemalingen optreedt. Tot slot wordt opgemerkt dat de werkelijke verlagingen anders kunnen zijn door variaties in de bodemopbouw, eventuele neerslag en lekkages in de damwandkuip.

Tabel 5-4: Berekende stationaire verlagingen t.o.v. een hoge grondwaterstand (NAP +0 0 m)

Bouwput	Laag	Afstand tot ontgraving [m]			
		5	10	50	100
A / B	1	0,3	0,2	0,1	0,05

6. OMGEVINGSASPECTEN

Het verlagen van de grondwaterstand kan ongewenste gevolgen hebben voor o.a. zakkingsgevoelige objecten, houten (paal)funderingen, grondwaterverontreinigingen, archeologie en/of kwetsbare begroeiing binnen het invloedsgebied van de bemaling. De opdrachtgever van de bemaling is in principe altijd aansprakelijk voor schade, in welke vorm dan ook, die optreedt als gevolg van een bemaling.

De effecten van de bemaling op de omgeving zullen naar verwachting beperkt zijn. Er wordt immers met grond- en waterkerende damwanden een gesloten bouwput gerealiseerd, waardoor de verlaging van de grondwaterstand in de omgeving beperkt is (tabel 5-4).

6.1.1 Maaiveldzettingen

In een zeer droge periode kan de grondwaterstand direct buiten de bouwput dalen tot ca. 0,3 m beneden de maatgevende lage waarde (tussen de twee bouwputten in tot 0,7 m beneden de maatgevende lage waarde). Deze verlaging van de grondwaterstand kan leiden tot het optreden van zettingen in cohesieve grondlagen. Hierbij dient rekening te worden gehouden met maaiveldzettingen die direct buiten de bouwputten op kunnen lopen tot ca. 20 mm (indicatief berekende eindzetting met de methode Terzaghi). De daadwerkelijk op tredende zetting is afhankelijk van de duur van de optredende verlaging en de mate waarin de bodem in het verleden is voorbelast en zal altijd kleiner zijn dan de berekende eindzetting. Bij een gemiddelde of hoge grondwaterstand tijdens uitvoering worden überhaupt geen verlagingen beneden de maatgevend lage waarde verwacht en derhalve ook geen zettingen.

Voor zover bekend zijn binnen het invloedsgebied, waar als gevolg van de bemaling verlagingen optreden verder dan de lage grondwaterstand, geen zettingsgevoelige objecten aanwezig. Tot slot wordt opgemerkt dat zettingen als gevolg van andere werkzaamheden dan de bemaling niet zijn beschouwd.

6.1.2 Bebouwing

De bovenzijde van het funderingshout van een deel van de woningen rond de projectlocatie bevindt zich op ca. NAP -0,5 m (bijlage C1, paragraaf 3.4.1). Dit is net boven de lage grondwaterstand en net onder de gemiddelde grondwaterstand. Hierdoor dient, ondanks de beperkte verwachte verlagingen, als gevolg van de bemaling rekening te worden gehouden met (een toename van) droogstand van het funderingshout (de berekende verlaging bedraagt ter plaatse van deze woningen 0,1 tot 0,3 m).

Omdat (een toename van) droogstand van het funderingshout gedurende een periode die kan oplopen tot 38 weken ongewenst is, wordt geadviseerd de grondwaterstand nabij de desbetreffende woningen te monitoren en bij dreiging van het optreden van droogstand retourbemaling toe te passen. In paragraaf 6.2 is een voorstel gedaan voor de toe te passen monitoring in hoofdstuk 8 zijn berekeningsresultaten gepresenteerd voor een uitvoering met retourbemaling.

6.1.3 Vegetatie

Wanneer de bemaling in een droge meteorologische periode wordt uitgevoerd kan dit leiden tot (een toename van) vochttekort voor de bomen rond de projectlocatie. Om deze reden wordt geadviseerd de grondwaterstand te monitoren (paragraaf 6.2) en indien nodig de bomen binnen ca. 20 m afstand van de bouwputten van extra water te voorzien (beregenen). Dit geldt zowel voor de bomen in de openbare ruimte als de bomen in de tuinen van particulieren.

6.1.4 Grondwaterverontreinigingen

De grondwaterverontreiniging bij het NS emplacement bevindt zich op de rand van het invloedsgebied van de bemaling. Op basis van de beperkte verlaging die ter plaatse van deze locatie is berekend, wordt geen meetbare verplaatsing van de verontreiniging verwacht.

6.1.5 Overige effecten

De bemaling op de projectlocatie heeft geen negatief effect op ondergrondse bodemsystemen, natuur- en landbouwgebieden en archeologische terreinen. Deze aspecten zijn niet aanwezig binnen het invloedsgebied van de bemaling. Omdat sprake is van een hydrologisch gesloten bouwput heeft de bemaling ook geen effect op de diepteligging van het zoet-zoutgrensvlak.

6.2 Conceptueel monitoringsplan

Op basis van de berekende verlagingen in de omgeving in relatie tot de omgevingsaspecten zijn de volgende risico's gesignaleerd:

- Droogstand van houten paalfunderingen (zie paragraaf 6.1.2);
- Vochttekort voor bomen (zie paragraaf 6.1.3).

Om bovenstaande risico's te kunnen beheersen is een intensieve monitoring van de freatische grondwaterstand buiten de bouwkuip noodzakelijk. Om deze reden wordt geadviseerd 7 freatische peilbuizen te plaatsen (bijlage C4) en de grondwaterstand in de peilbuizen gedurende de werkzaamheden minimaal 2 keer per week op te nemen. Om per peilbuis werkbare grens- en actiewaarden te kunnen vaststellen wordt geadviseerd de monitoringspeilbuizen ten minste 2 maanden voor aanvang van de bemalingswerkzaamheden te plaatsen en de grondwaterstand in de periode tussen plaatsing en bemaling 1 keer per week op te nemen (nulmetingen). Bij voorkeur wordt deze nulmeting in de zomerperiode uitgevoerd.

Op basis van nulmetingen dienen voor de bemaling grens- en actiewaarden te worden vastgesteld. Geadviseerd wordt de grenswaarde van de grondwaterstand gelijk te stellen aan de maatgevend lage grondwaterstand en een actiewaarde te kiezen van 0,1 m beneden de maatgevend lage grondwaterstand. Opgemerkt wordt dat de grens- en actiewaarde per peilbuis kunnen verschillen. Bij overschrijding van de grenswaarde dient de monitoringsfrequentie te worden opgeschroefd en dienen voorbereidingen te worden genomen op te nemen maatregelen. Bij overschrijding van de actiewaarde dienen maatregelen te worden genomen ter voorkoming van schade (beregening bij de bomen en retourbemaling bij houten paalfundering).

VERGUNNINGONDERBOUWEND BEMALINGSADVIES SPAARNDAMMERHART TE AMSTERDAM

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 te worden gedaan.

7. BEMALINGSWIJZE

7.1.1 Freatisch pakket (laag 1)

De bemaler (Pijpers Bronbemaling) heeft aangegeven de grondwaterstand in het freatisch pakket eerst met verticale filters te gaan verlagen tot ca. NAP -1,75 m. Vervolgens zullen horizontale drains worden ingegraven die worden aangesloten op vacuümpompen waarmee de grondwaterstand verder wordt verlaagd. Ter plaatse van de verdiepte onderdelen wordt een gescheiden systeem aangebracht om de grondwaterstand lokaal verder te verlagen.

7.1.2 Zandlagen in laag 2

Bij het sondeonderzoek op de projectlocatie is in de deklaag geen eenduidige wadzandlaag aangetroffen. Wel zijn tussen ca. NAP -6,5 m en NAP -12,0 m op verschillende diepten zandige lagen aangetroffen. De waterspanning in deze zandlagen dient tot aan het ontgravingsniveau van de bouwkuip te worden verlaagd. In bouwkuip B kan deze verlaging met ontlastbronnen worden gerealiseerd. De ontlastbronnen kunnen bestaan uit Ø 2" filters waarvan het geperforeerde gedeelte wordt afgesteld tussen ca. NAP -6,0 m en NAP -12,0 m. In bouwkuip A is het vanwege de aanwezigheid van een grondwal aan de binnenzijde van de damwand niet mogelijk om ontlastfilters te plaatsen in de damwandkassen. Pijpers Bronbemaling heeft om deze reden aangegeven de bemaling te gaan uitvoeren met verticale filters voorzien van inhangs (zodat de filters actief kunnen worden bemalen).

Geadviseerd wordt in het midden van bouwkuip A een peilbuis te plaatsen (filterafstelling ca. NAP -6,5 m tot ca. NAP -12,0 m) met als doel de gerealiseerde verlaging in het midden van de bouwkuip te kunnen controleren. Bouwkuip B is relatief smal, waardoor het niet noodzakelijk wordt geacht om hier ook een peilbuis in het midden van de bouwkuip te plaatsen.

7.1.3 Retourbemaling

Bij dreigende droogstand van het funderingshout van de belendende panden dient een retourbemaling te worden toegepast. De retourbemaling kan bestaan uit een infiltratiedrain of retourfilters die tussen de bouwput en de desbetreffende belending worden ingegraven/geplaatst. De retourbemaling dient zo te worden ingericht dat deze de verlagingen van de bemaling compenseert, maar niet leidt tot wateroverlast. Opgemerkt wordt dat alleen een risico bestaat op (een toename van) droogstand van het funderingshout bij de woningen waarvan de bovenzijde van het funderingshout zich op NAP -0,5 m bevindt (nabij bouwkuip B, zie bijlage C1). Alleen op deze locatie dient bij onderschrijding van de lage grondwaterstand een retourbemaling te worden toegepast (bijlage C3). In hoofdstuk 8 zijn berekeningsresultaten gepresenteerd voor een uitvoering met retourbemaling.

8. UITWERKING RETOURBEMALING

De bovenzijde van het funderingshout van een deel van de woningen rond de projectlocatie bevindt zich op ca. NAP -0,5 m (bijlage C1, paragraaf 3.4.1). Dit is net boven de lage grondwaterstand en net onder de gemiddelde grondwaterstand. Hierdoor dient, ondanks de beperkte verwachte verlagingen, als gevolg van de bemaling rekening te worden gehouden met (een toename van) droogstand van het funderingshout (de berekende verlaging bedraagt ter plaatse van deze woningen 0,1 tot 0,3 m).

Om het risico (een toename van) droogstand van het funderingshout te beheersen wordt geadviseerd de grondwaterstand in peilbuizen te monitoren (zie paragraaf 6.2) en indien noodzakelijk retourbemaling uit te voeren.

8.1 Waterbezwaar

Met MicroFEM is een aanvullende berekening uitgevoerd voor een situatie met retourbemaling. Uit de berekening blijkt dat een retourbemaling van ca. 1-3 m³/uur voldoende is om de grondwaterstandsverlaging door de bemalingswerkzaamheden te compenseren. Doordat grond- en waterkerende damwanden worden toegepast zal de retourbemaling zal niet leiden tot een toename van het te onttrekken waterbezwaar. Uitgaande van 39 weken retourbemaling bedraagt het totale retour waterbezwaar ca. 6.500 à 19.500 m³. Hierbij wordt opgemerkt dat dit een worstcase debiet is, aangezien in de praktijk nooit gedurende de gehele bemalingsperiode retourbemaling zal worden uitgevoerd.

8.1.1 Verlagingen van de grondwaterstand in de omgeving

Door het toepassen van retourbemaling worden de verlagingen van de grondwaterstand in de omgeving van de bouwkuipen gecompenseerd. In bijlage C3 zijn de berekende grondwaterstandsverlagingen bij een uitvoering met retourbemaling op een topografische ondergrond gepresenteerd.

9. VERGUNNINGEN

9.1 Watervergunning

De bemalingswerkzaamheden zijn vergunningplichtig in het kader van de Waterwet. De watervergunning dient bij Waternet (bevoegd gezag) te worden aangevraagd. In Tabel 9-1 is een overzicht gepresenteerd van de aan te vragen debieten.

Tabel 9-1: Aan te vragen debieten

	Uurdebiet [m³/uur]	Dagdebiet [m³/dag]	Maanddebiet [m³/maand]**	Halfjaar debiet [m³/half jaar]**	Jaardebiet [m³/jaar]**
Onttrekking en lozing	50	1.200	14.200	50.000	70.000
Retourbemaling	1	72	2.160	13.000	19.500

* Op basis van het eenmalig

** Eén maand/half jaar/38 weken stationair (10 m³/uur) + eenmalig leegmalen bouwkuipen à 7.000 m³

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.

9.2 Lozingsvergunning

De lozing van het bemalingswater op het riool is vergunningplichtig. De lozingsvergunning dient bij de Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied (bevoegd gezag) te worden aangevraagd. De voor de lozingsvergunning aan te vragen debieten zijn in Tabel 9-1 gepresenteerd.

BIJLAGEN

A. GEOHYDROLOGISCHE INFORMATIE

- A1 Peilbuislocaties
- A2 Tijd-stijghoogtegrafieken
- A3 Geotechnisch onderzoek
- A4 Analyseresultaten grondwatermonsters

B. ONTWERPTEKENINGEN

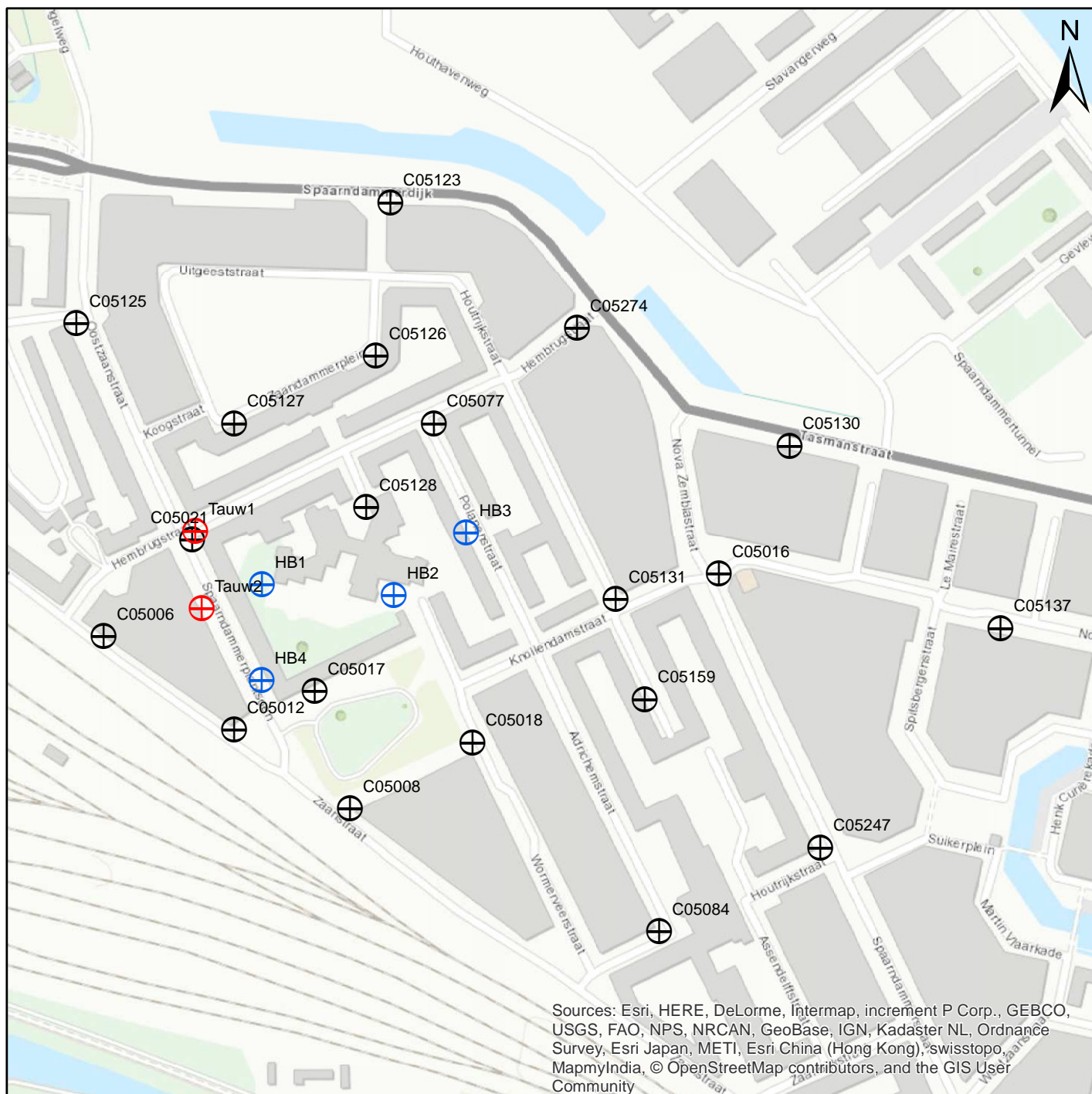
C. PRODUCTEN

- C1. Bebouwing omgeving
- C2. Grondwaterstandsverlagingen in de omgeving
- C3. Grondwaterstandsverlagingen in de omgeving bij Toepassing retourbemaling
- C4. Voorstel monitoringspeilbuizen




D. ADVIES WATERNET LOZING OP RIOOL

A. GEOHYDROLOGISCHE INFORMATIE

A1 PEILBUISLOCATIES



Legenda

-  Peilbuizen Tauw (freatisch)
-  Peilbuizen Fugro (freatisch)
-  Peilbuizen Waternet (freatisch)

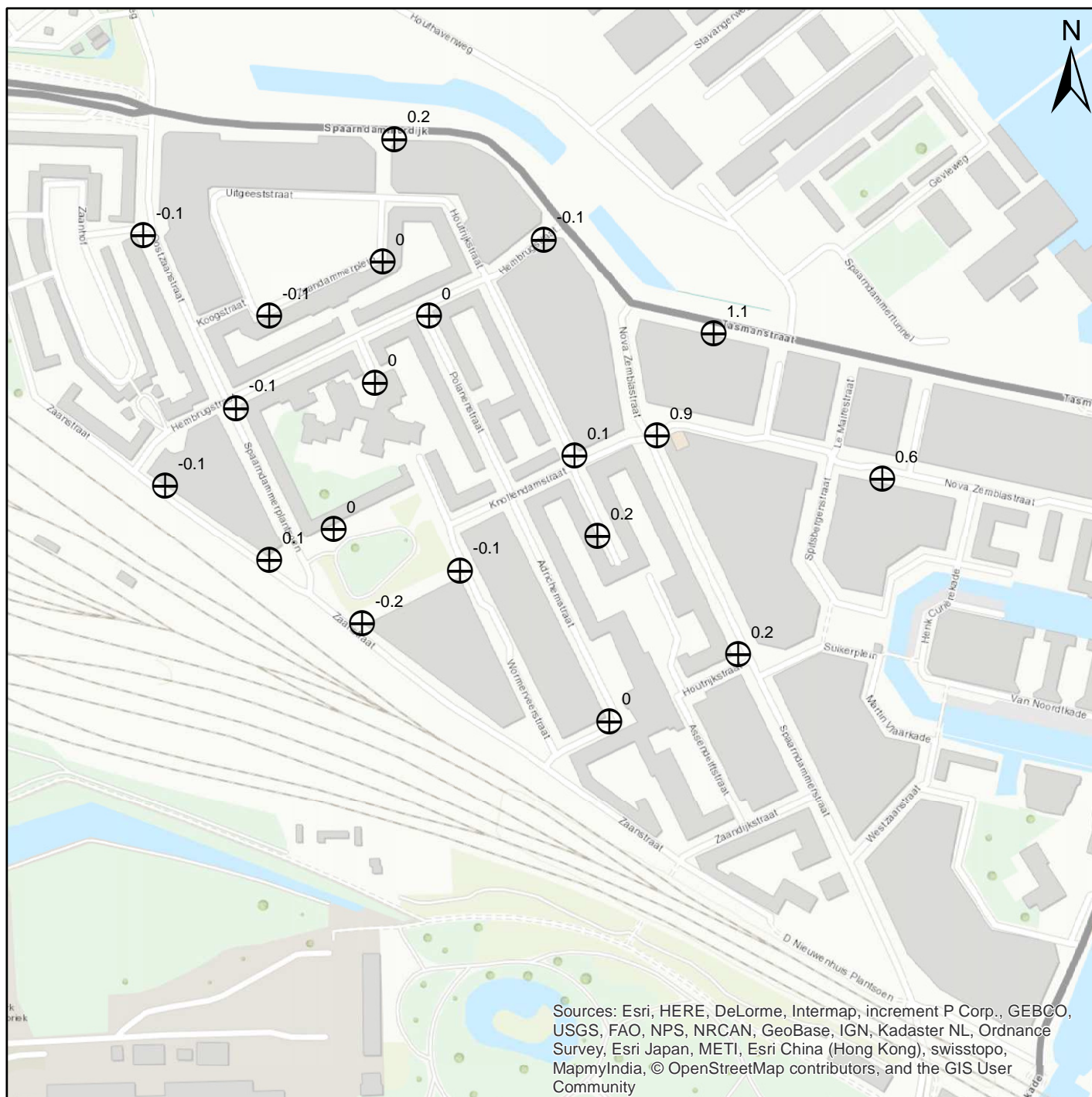
0 20 40 60 80
m

LOCATIEOVERZICHT PEILBUIZEN

SPAARNDAMMERHART TE AMSTERDAM

Opdr.nr.: 1017-0017-029

Bijlage : A1.1

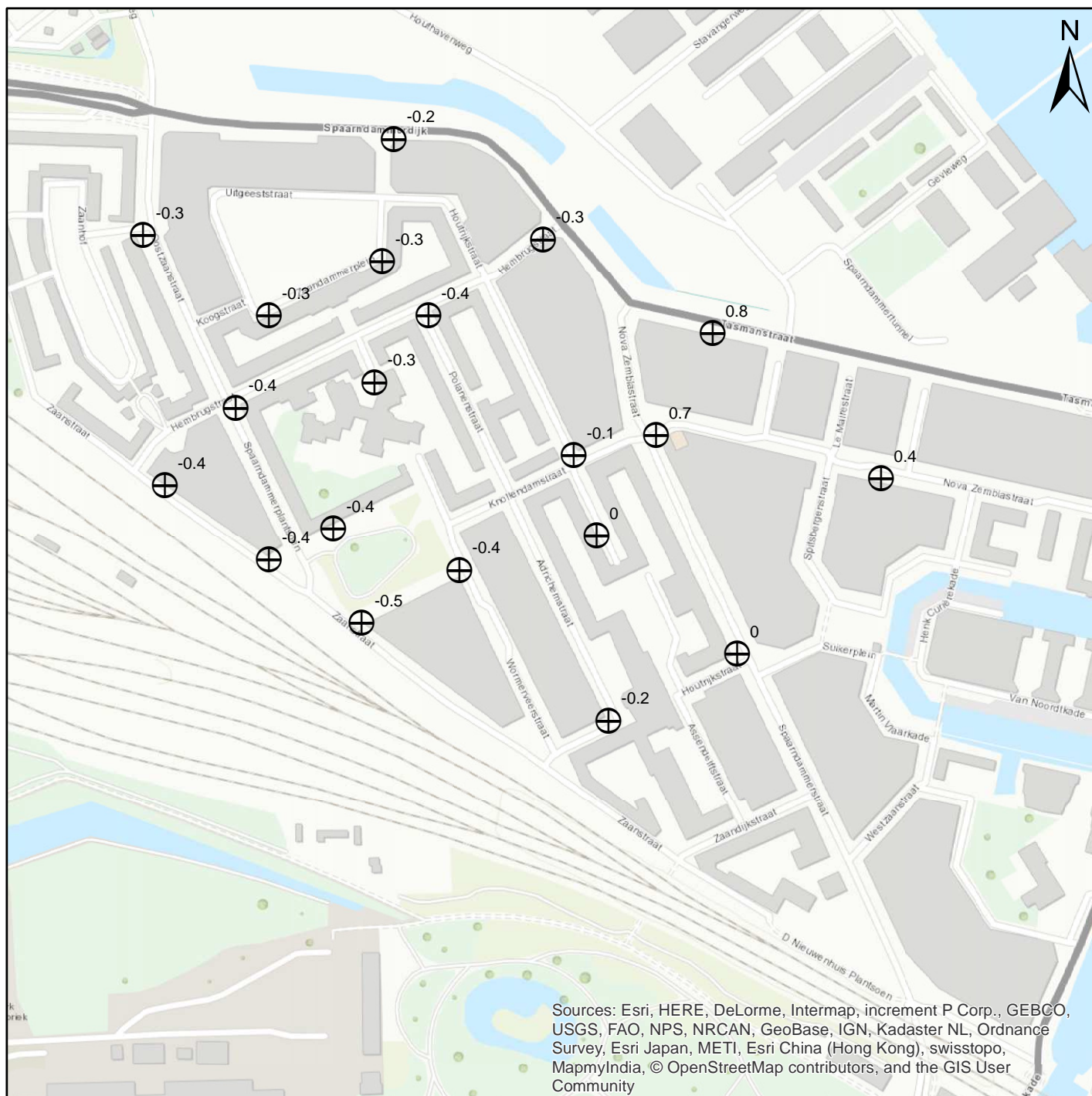


Legenda

⊕ Peilbuizen Waternet, inclusief hoge grondwaterstand [m NAP]

0 30 60 90 120
m

LOCATIEOVERZICHT PEILBUIZEN WATERNET



Legenda

⊕ Peilbuizen Waternet, inclusief gemiddelde grondwaterstand [m NAP]

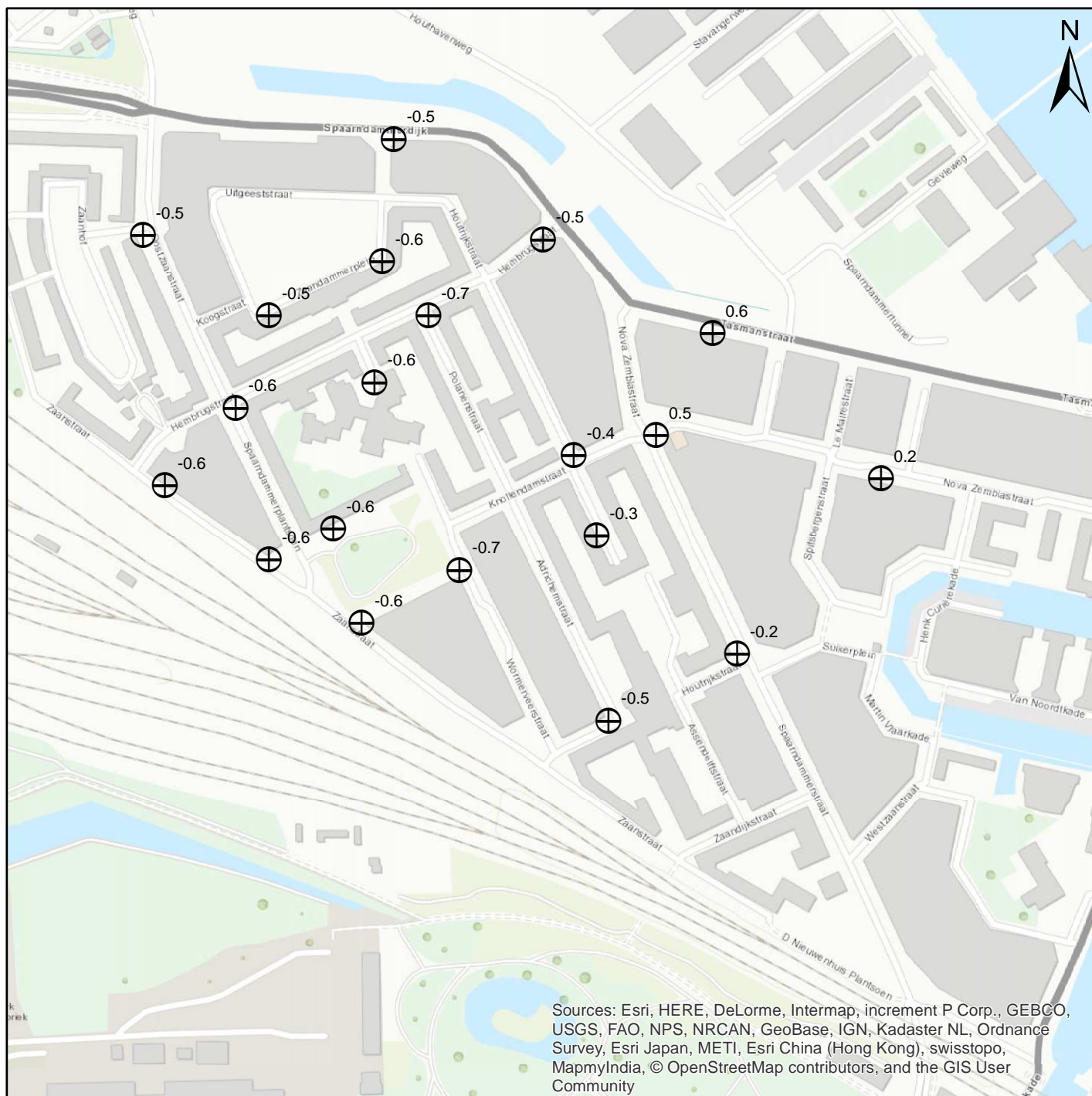
0 30 60 90 120
m

LOCATIEOVERZICHT PEILBUIZEN WATERNET

SPAARNDAMMERHART TE AMSTERDAM

Opdr.nr.: 1017-0017-029

Bijlage : A1.3



Legenda

⊕ Peilbuizen Waternet, inclusief lage grondwaterstand [m NAP]

0 30 60 90 120
m

LOCATIEOVERZICHT PEILBUIZEN WATERNET

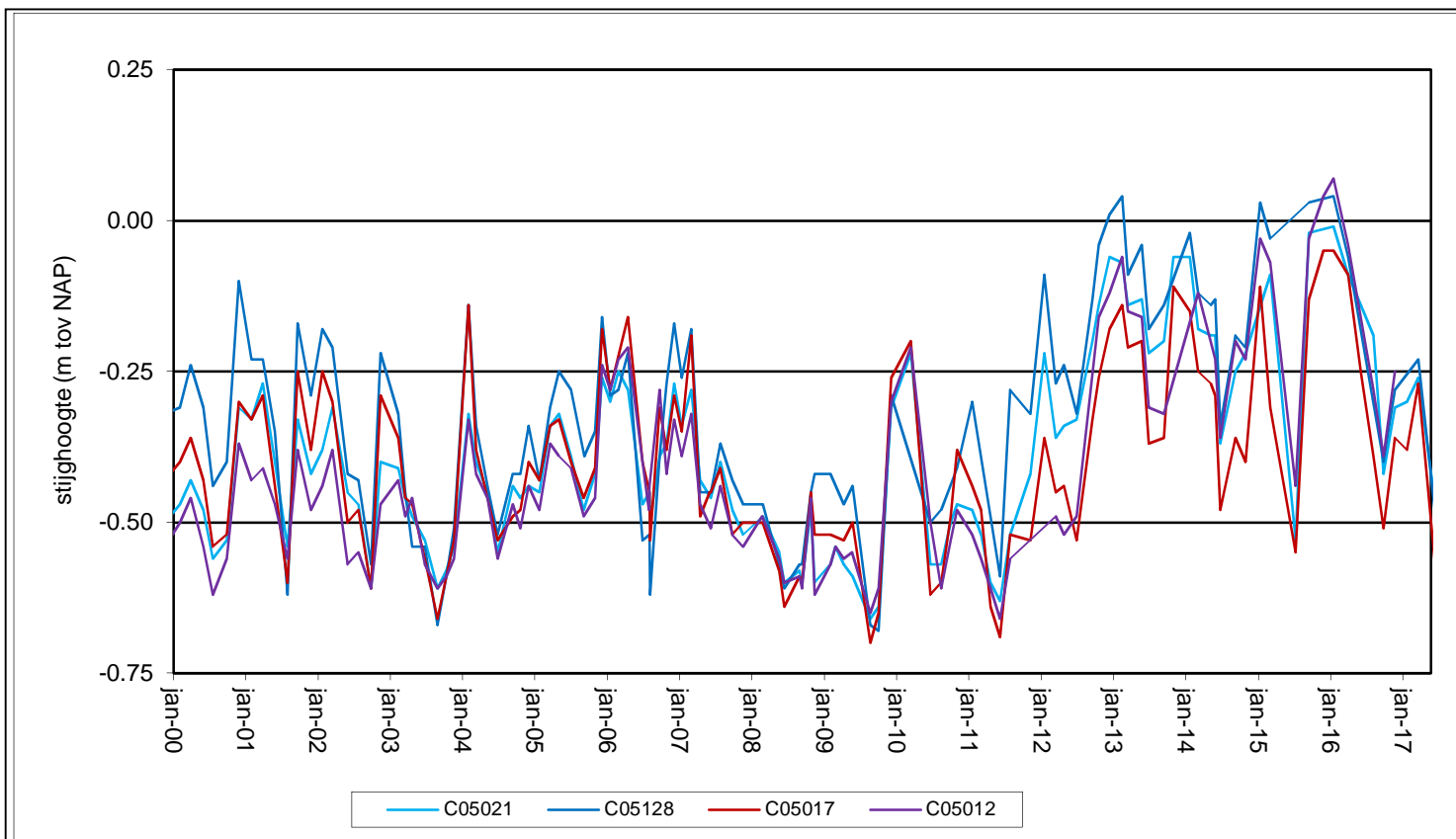
A2 TIJD-STIJGHOOGTEGRAFIEKEN

Waternet
Grondwater

Tijd-stijghoogtelijnen

Periode van: 1-1-2000 tot: 1-6-2017

Referentie: NAP



Peilbuisnummer:	C05021	Filterafstelling:	van	-2.21	m tov NAP
			tot	-3.21	m tov NAP
Peilbuisnummer:	C05128	Filterafstelling:	van	-1.89	m tov NAP
			tot	-2.89	m tov NAP
Peilbuisnummer:	C05017	Filterafstelling:	van	-2.13	m tov NAP
			tot	-3.13	m tov NAP
Peilbuisnummer:	C05012	Filterafstelling:	van	-2.04	m tov NAP
			tot	-3.04	m tov NAP

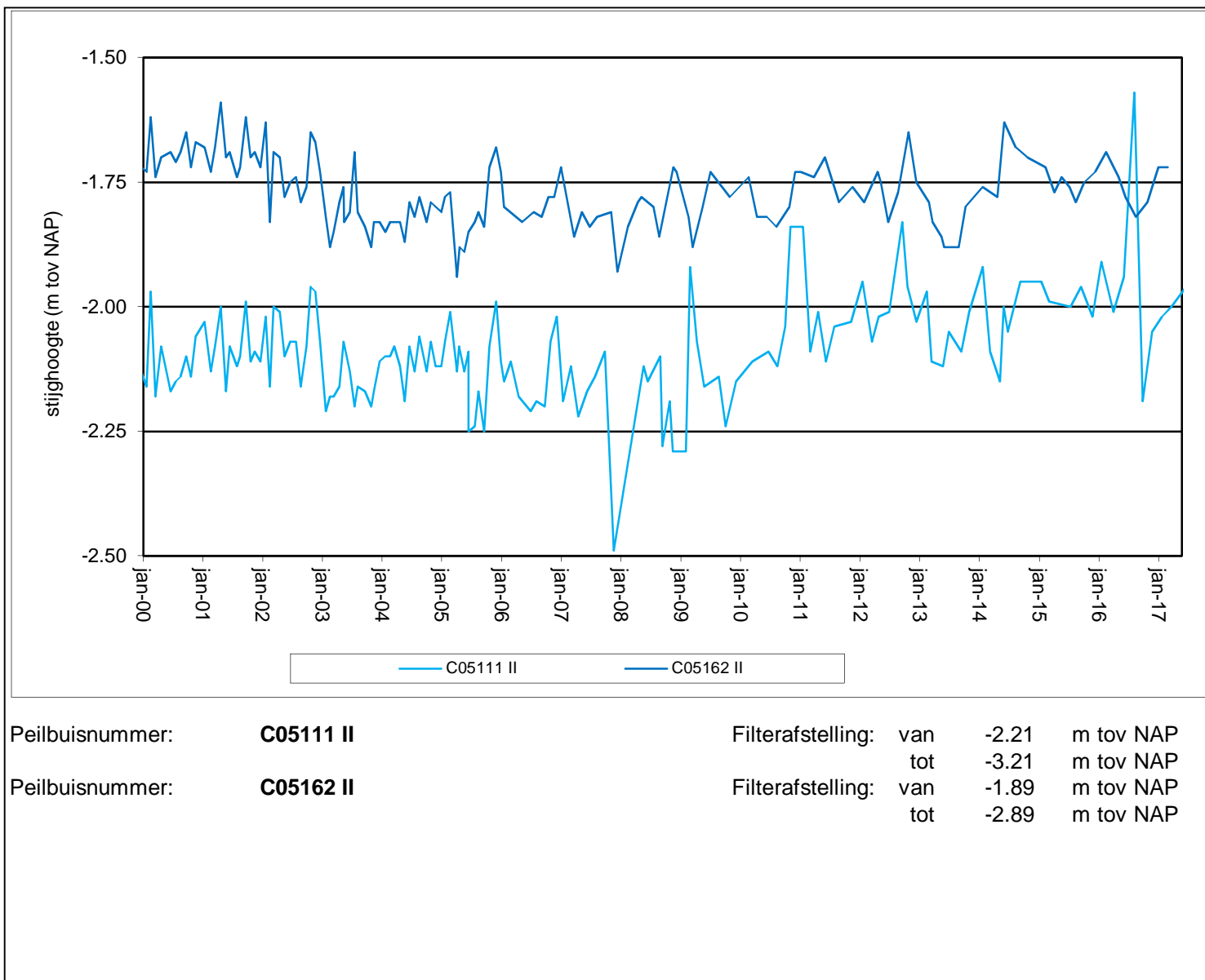
Waternet

Grondwater

Tijd-stijghoogtelijnen

Periode van: 1-1-2000 tot: 1-6-2017

Referentie: NAP



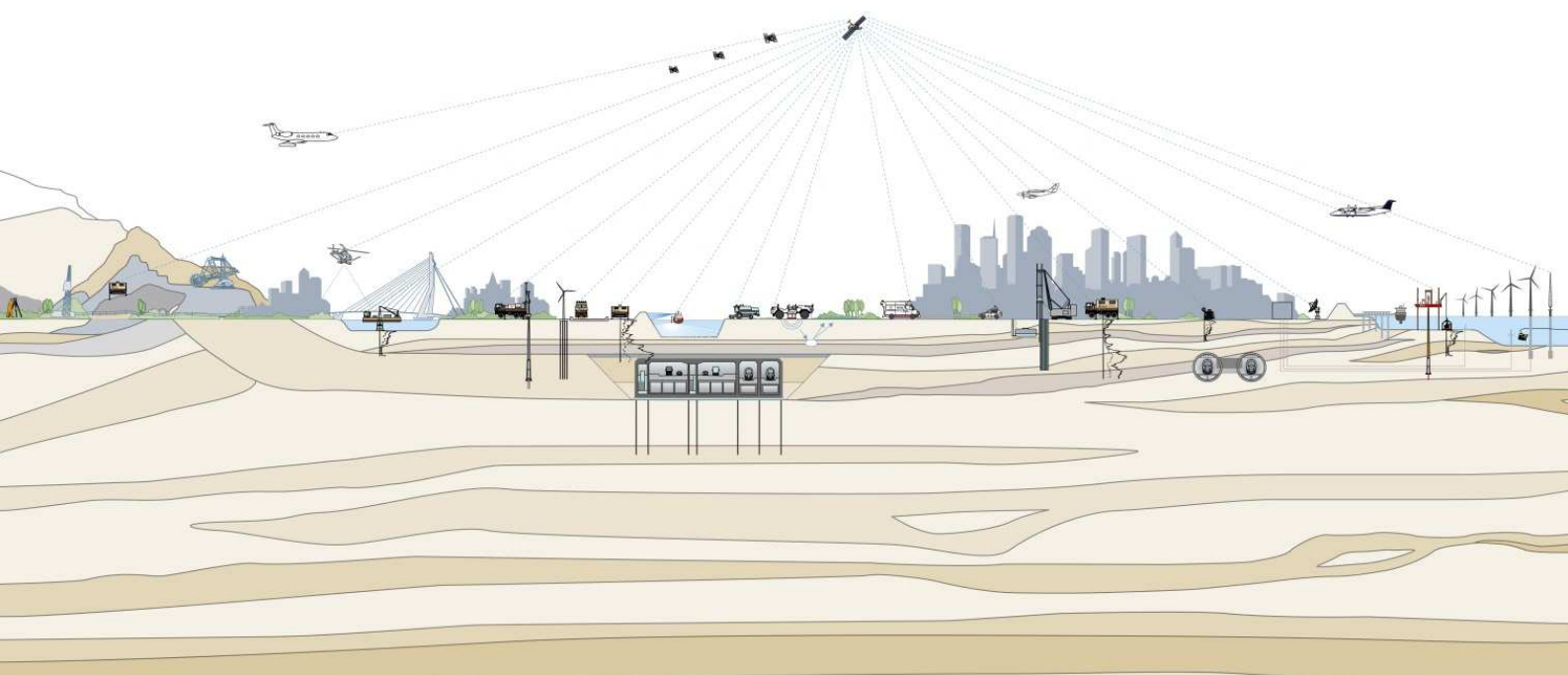
A3 GEOTECHNISCH ONDERZOEK

FUGRO

**Geotechnisch onderzoek
Spaarndammerhart Spaarndammerbuurt te Amsterdam**

Project Nr.: 1017-0029-000

Datum: 20 maart 2017



Opdrachtgever Heijmans Vastgoed B.V.
Postbus 197
3800 AD Amersfoort

Opdrachtnemer Fugro GeoServices B.V.
Zekeringstraat 41a
1014 BV Amsterdam
Tel.: 020-6510800

Projectleider ir. F.C.M. Seignette

Versiebeheer

1.0	Initiële versie	BVI	GDB	FCS	20-3-2017
Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum

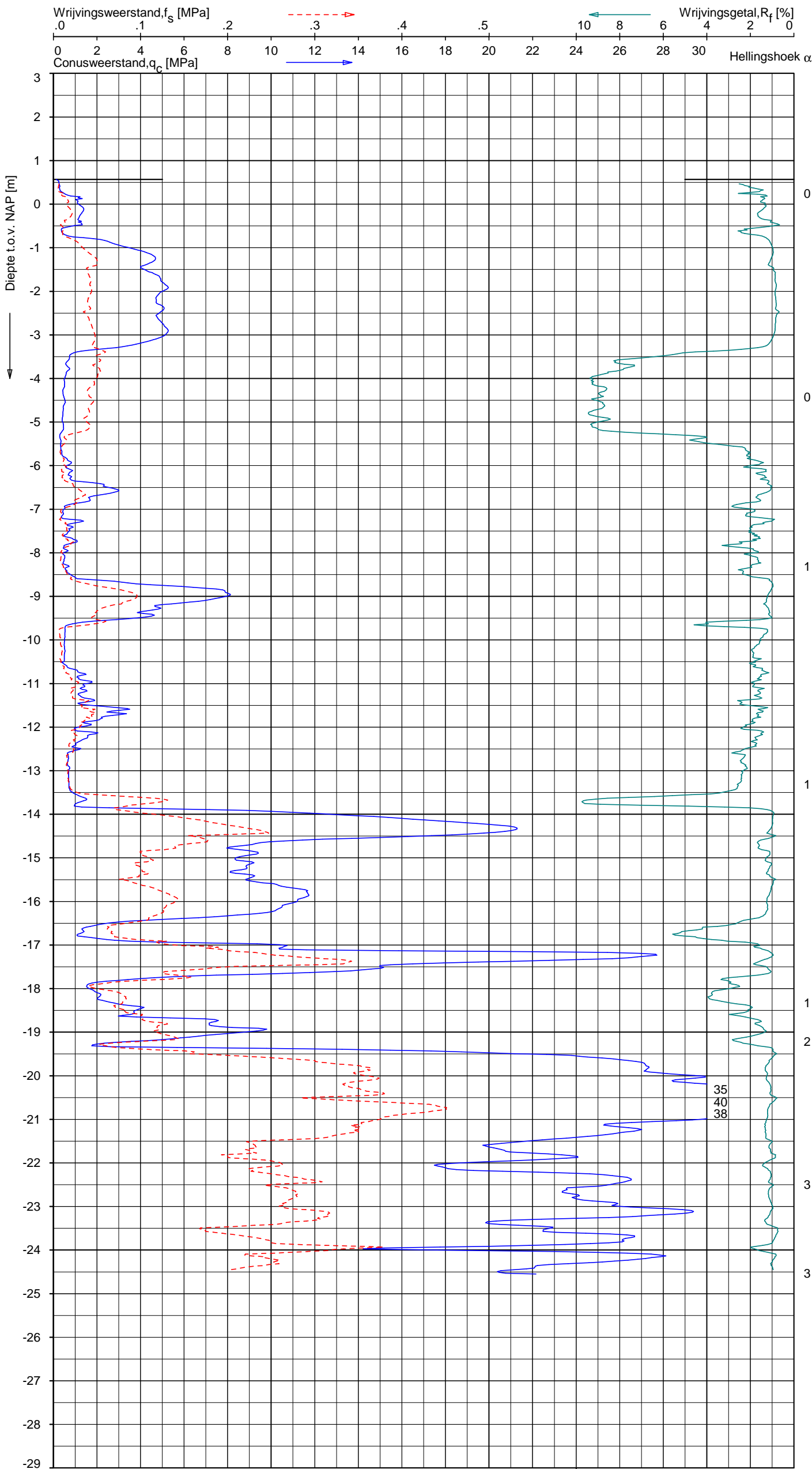
INHOUDSOPGAVE

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

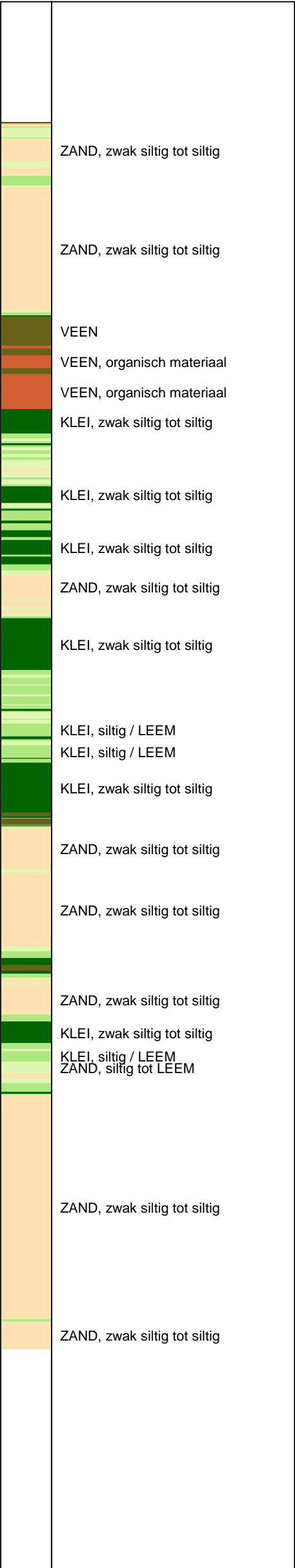
RAPPORTAGE OVERZICHT

Projectomschrijving: Spaarndammerhart Spaarndammerbuurt te Amsterdam
Projectnummer: 1017-0029-000

Naam	RD Coördinaten (m)		Hoogte m tov	Grondwater- stand m tov NAP	Opmerking
	X	Y	NAP		
DKM1	120098.8	489338.3	0.57		
DKM2	120115.8	489344.5	0.59		
DKM3	120132.5	489354.1	0.45		
DKM4	120147.5	489365.4	0.72		
DKM5					Niet uitgevoerd
DKM6	120103.1	489320.6	0.49		
DKM7	120122.7	489327.7	0.51	-0.09	
DKM8	120142.1	489340.2	0.43		
DKM9	120150.8	489353.8	0.51		
DKM10	120178.4	489365.2	0.55		
DKM11					Niet uitgevoerd
DKM12					Niet uitgevoerd
DKM13	120149.5	489321.1	0.39		
DKM14	120162.1	489336.5	0.35		
DKM15	120184.6	489346.6	0.62		Helling
DKM15A	120184.5	489346.5	0.55		
DKM16					Niet uitgevoerd
DKM17					Niet uitgevoerd
DKM18	120158.5	489306.5	0.70		
DKM19	120169.4	489323.7	0.24		Helling
DKM19A	120169.6	489323.6	0.23		
DKM20	120192.0	489330.9	0.62		
DKM21					Niet uitgevoerd
DKM22					Niet uitgevoerd
HB1	120090.4	489320.1	0.78		
HB2	120172.2	489313.2	0.72		
Put	120151.2	489364.3	0.64		



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

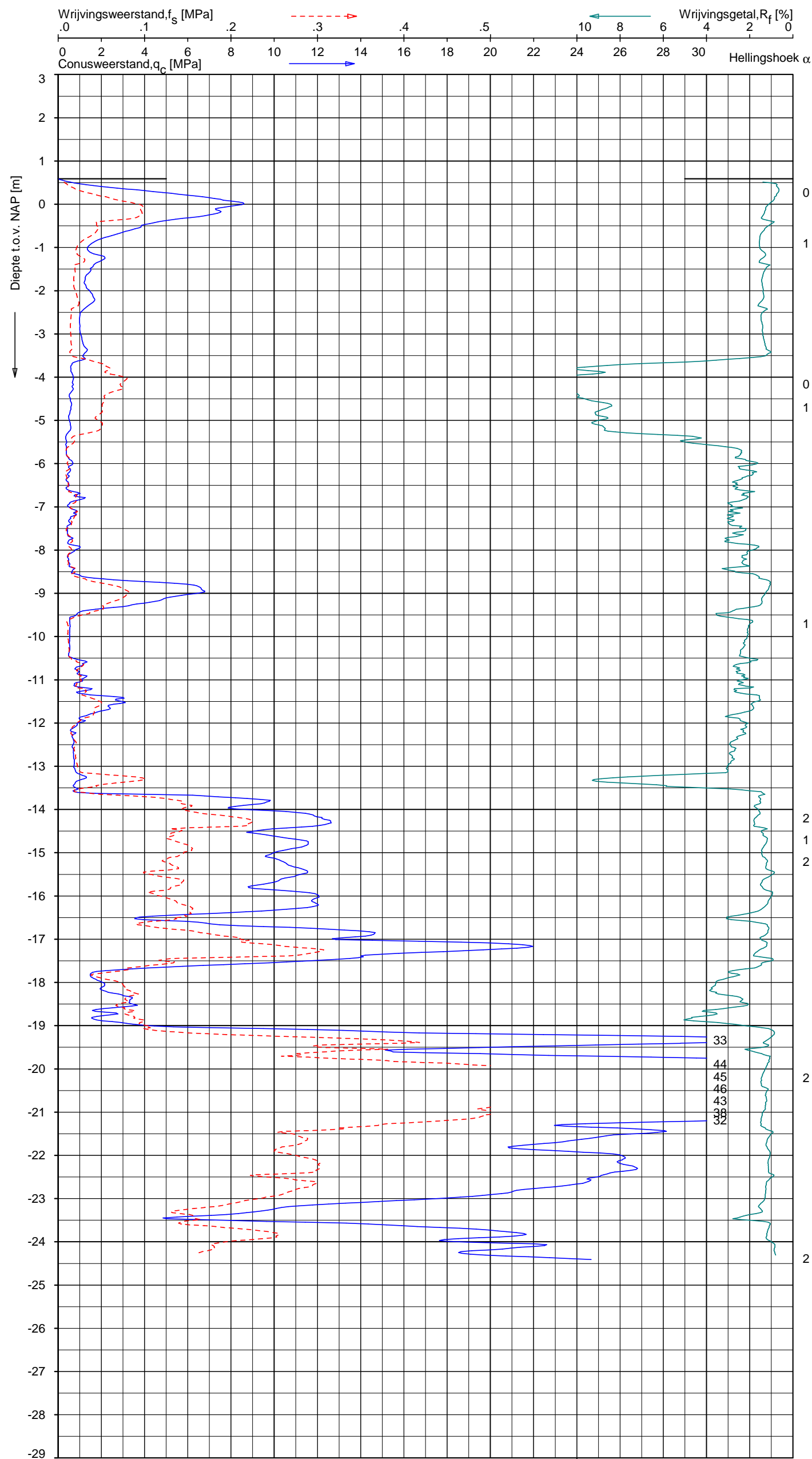


Opg.: SC/JWV d.d. 14-mrt-2017 Coord.: X=120098.8m Y=489338.3m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: B.VILKAITYTE d.d. 20-mrt-2017 MV = NAP +0.57 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2674 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

SPAARN DAMMERHART SPAARN DAMMERBUURT TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0029-000
Sond. DKM1



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

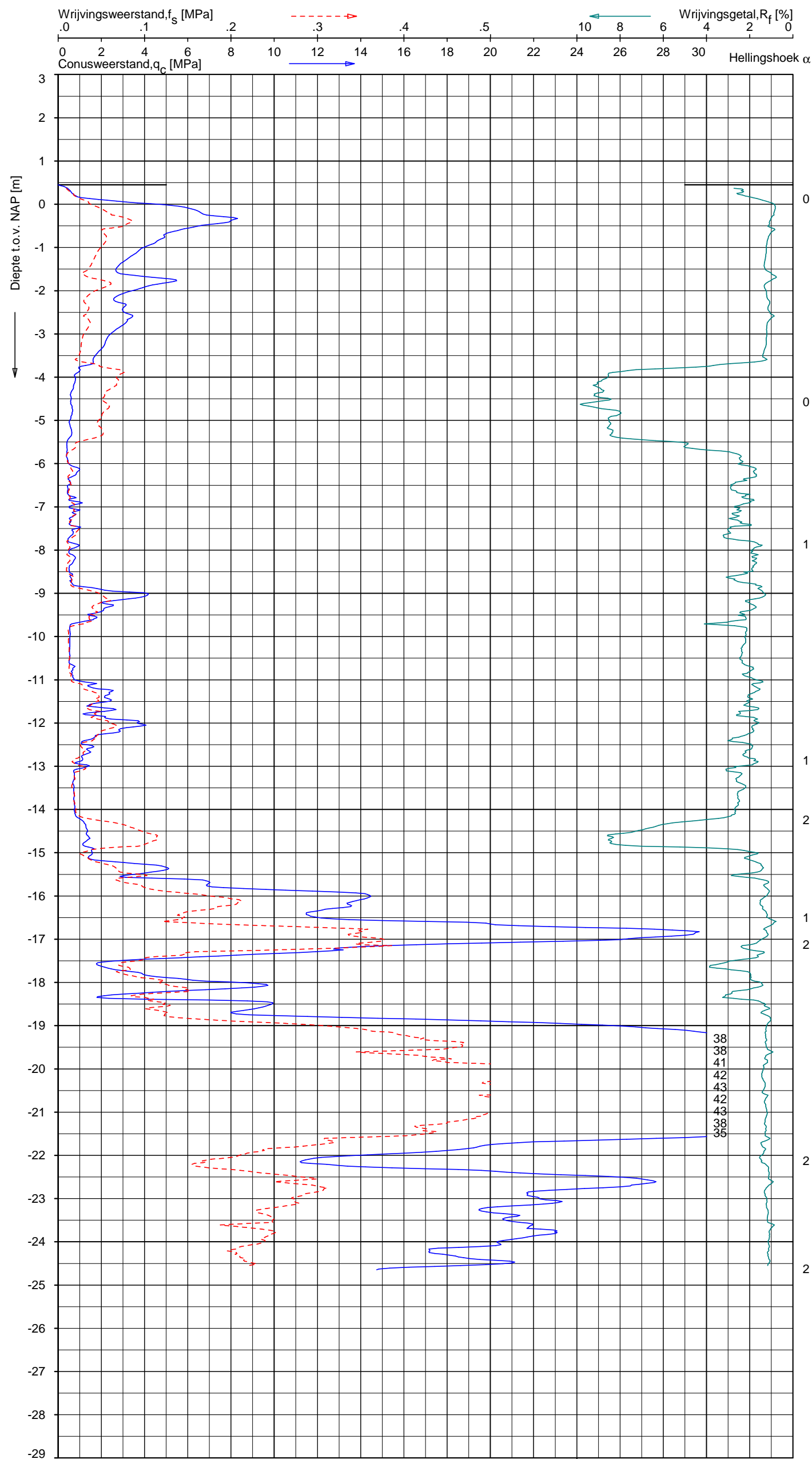


Opg.: SC/JWV d.d. 14-mrt-2017 Coord.: X=120115.8m Y=489344.5m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: F.DEVALK d.d. 20-mrt-2017 MV = NAP +0.59 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2674 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

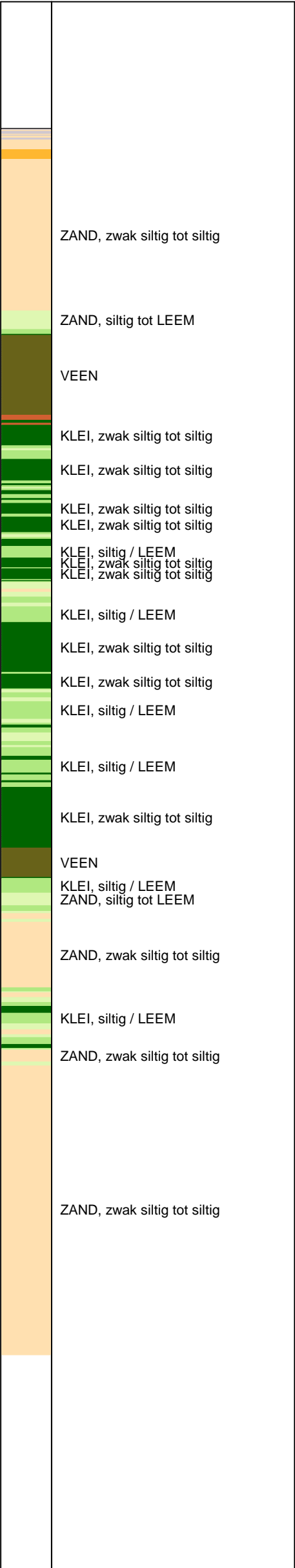
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

SPAARN DAMMERHART SPAARN DAMMERBUURT TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0029-000
Sond. DKM2



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

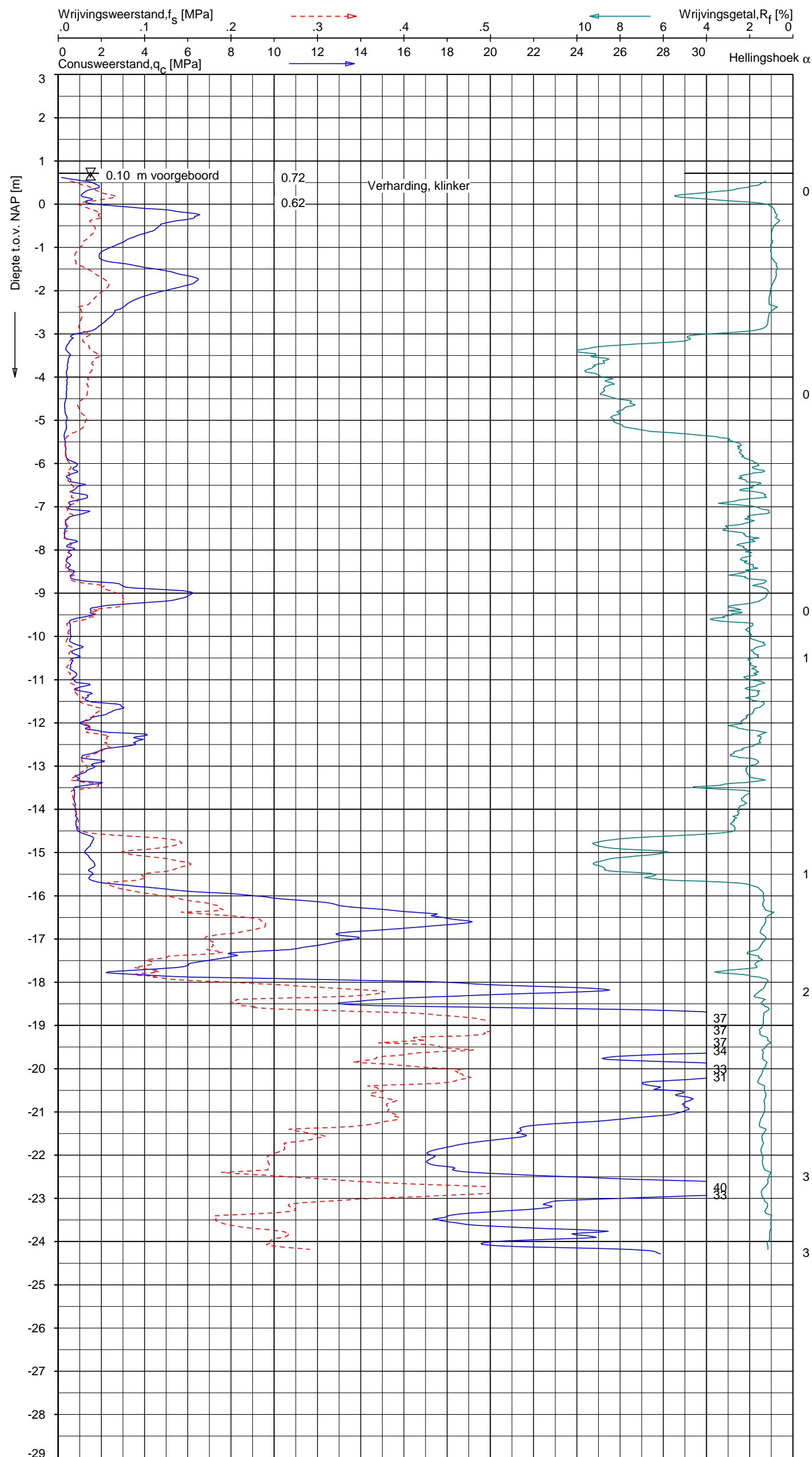


Opg.: SC/JWV d.d. 14-mrt-2017 Coord.: X=120132.5 m Y= 489354.1 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: B.VILKAITYTE d.d. 20-mrt-2017 MV = NAP +0.45 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2674 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

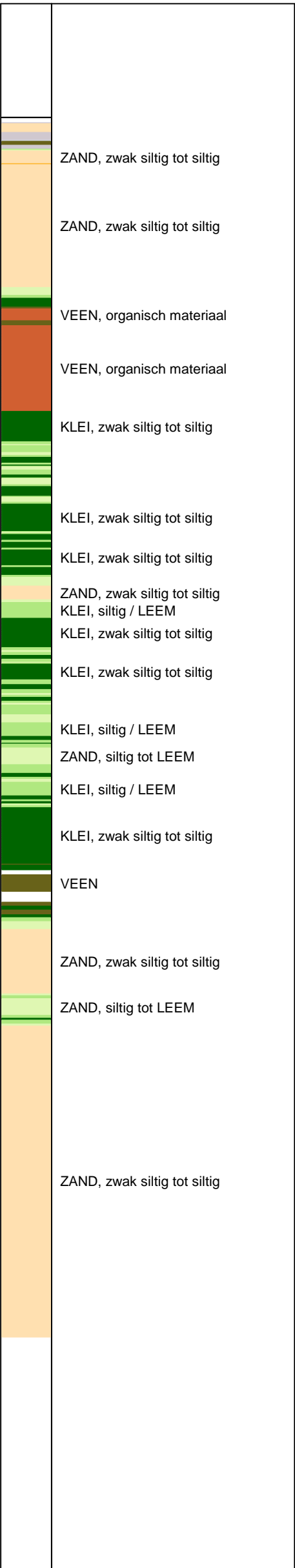
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

SPAARNDAMMERHART SPAARNDAMMERBUURT TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0029-000
Sond. DKM3



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

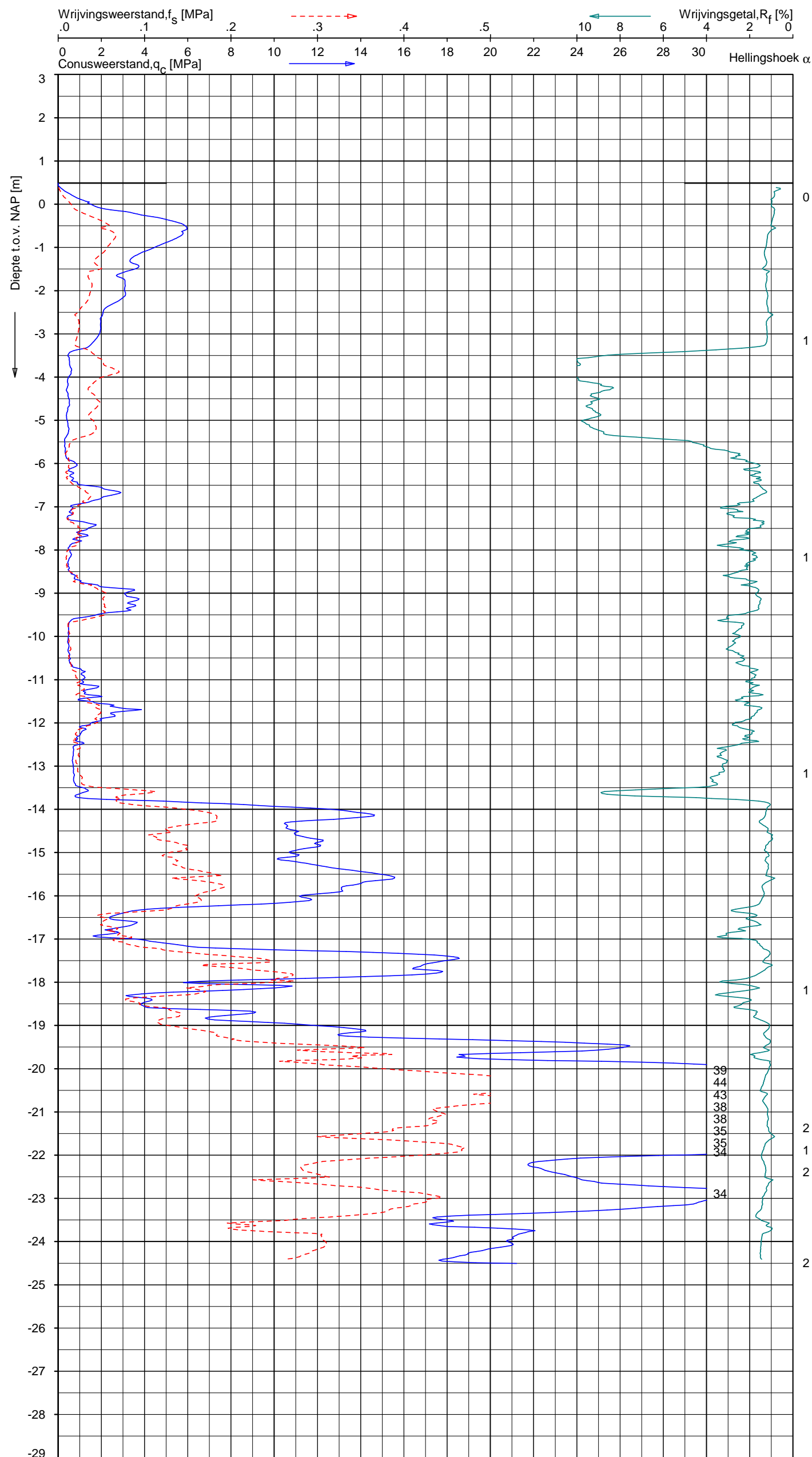


Opg.: SC/JWV d.d. 16-mrt-2017 Coord.: X=120147.5 m Y=489365.4 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: B.VILKAITYTE d.d. 20-mrt-2017 MV = NAP +0.72 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2779 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

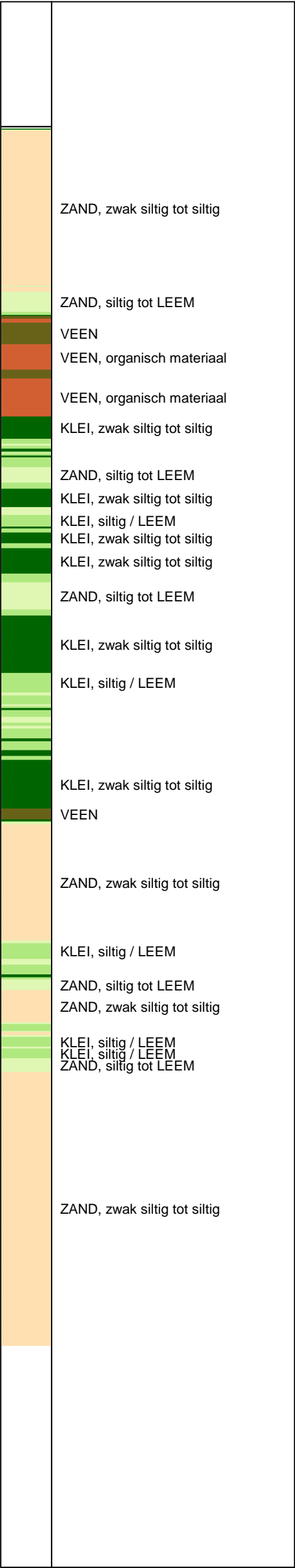
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

SPAARN DAMMERHART SPAARN DAMMERBUURT TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0029-000
Sond. DKM4



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



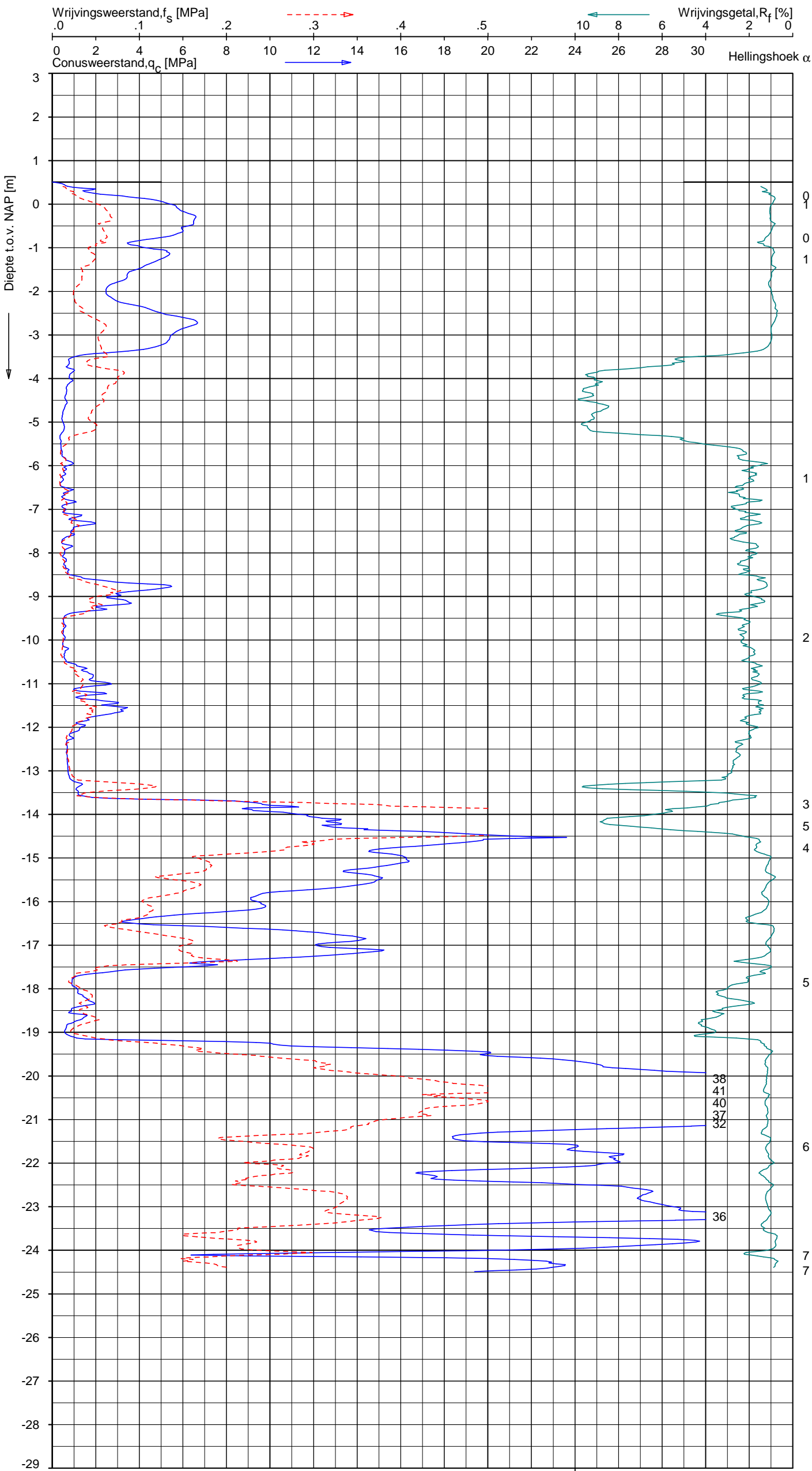
Opg.: SC/JWV d.d. 16-mrt-2017 Coord.: X=120103.1 m Y=489320.6 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: F.DEVALK d.d. 20-mrt-2017 MV = NAP +0.49 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2779 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

SPAARN DAMMERHART SPAARN DAMMERBUURT TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0029-000
Sond. DKM6

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

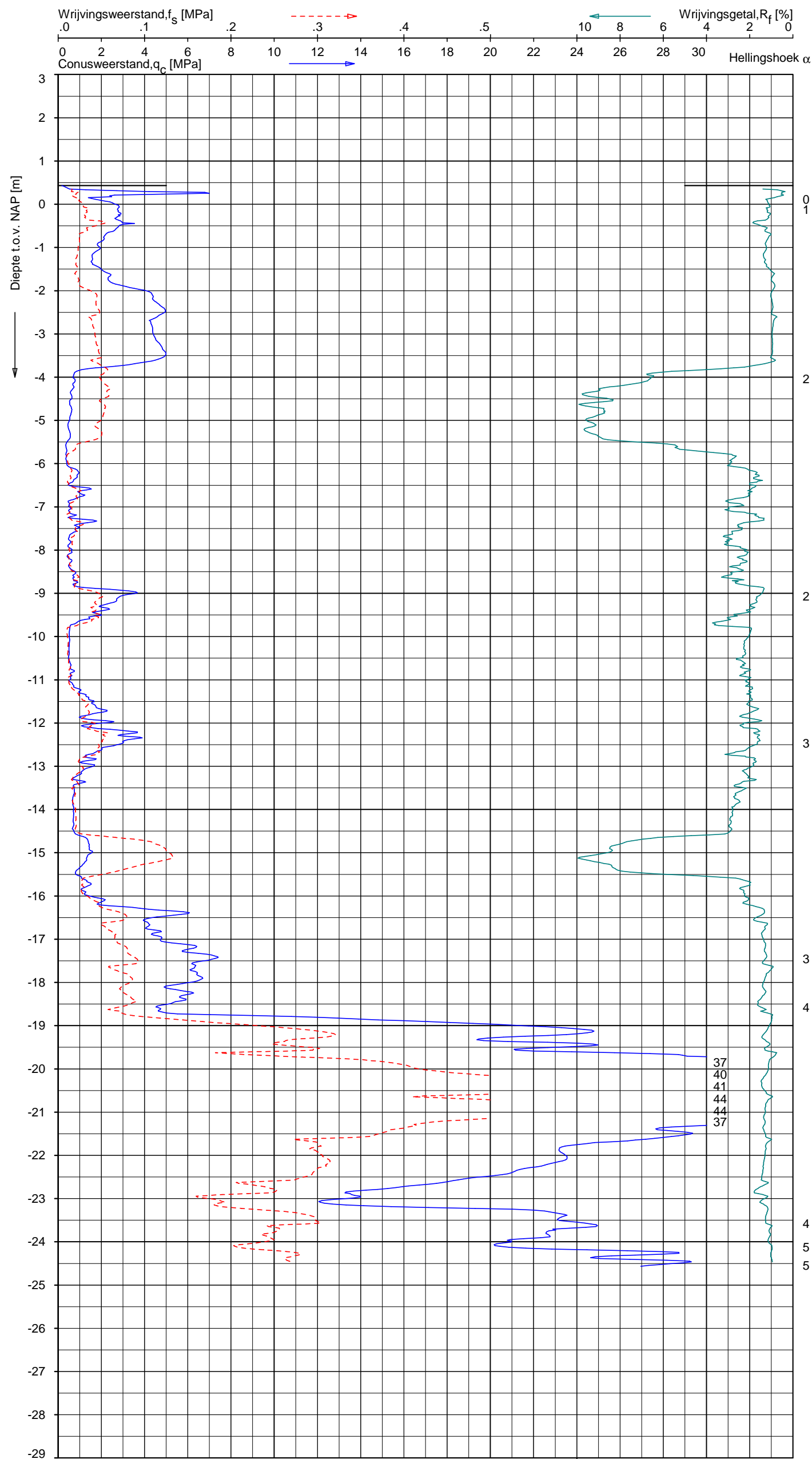


Opg.: SC/JWV d.d. 14-mrt-2017 Coord.: X=120122.7 m Y= 489327.7 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: B.VILKAITYTE d.d. 20-mrt-2017 MV = NAP +0.51 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2674 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conus type: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

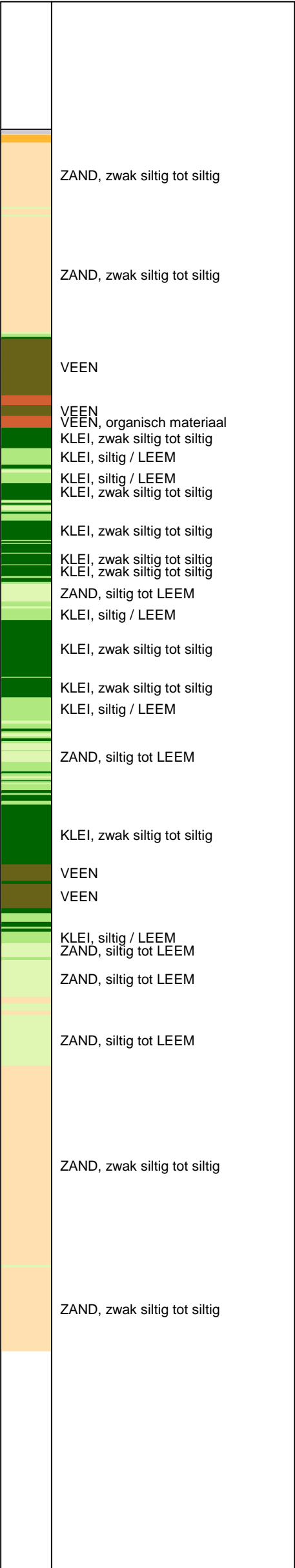
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

SPAARNDAMMERHART SPAARNDAMMERBUURT TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0029-000
Sond. DKM7



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

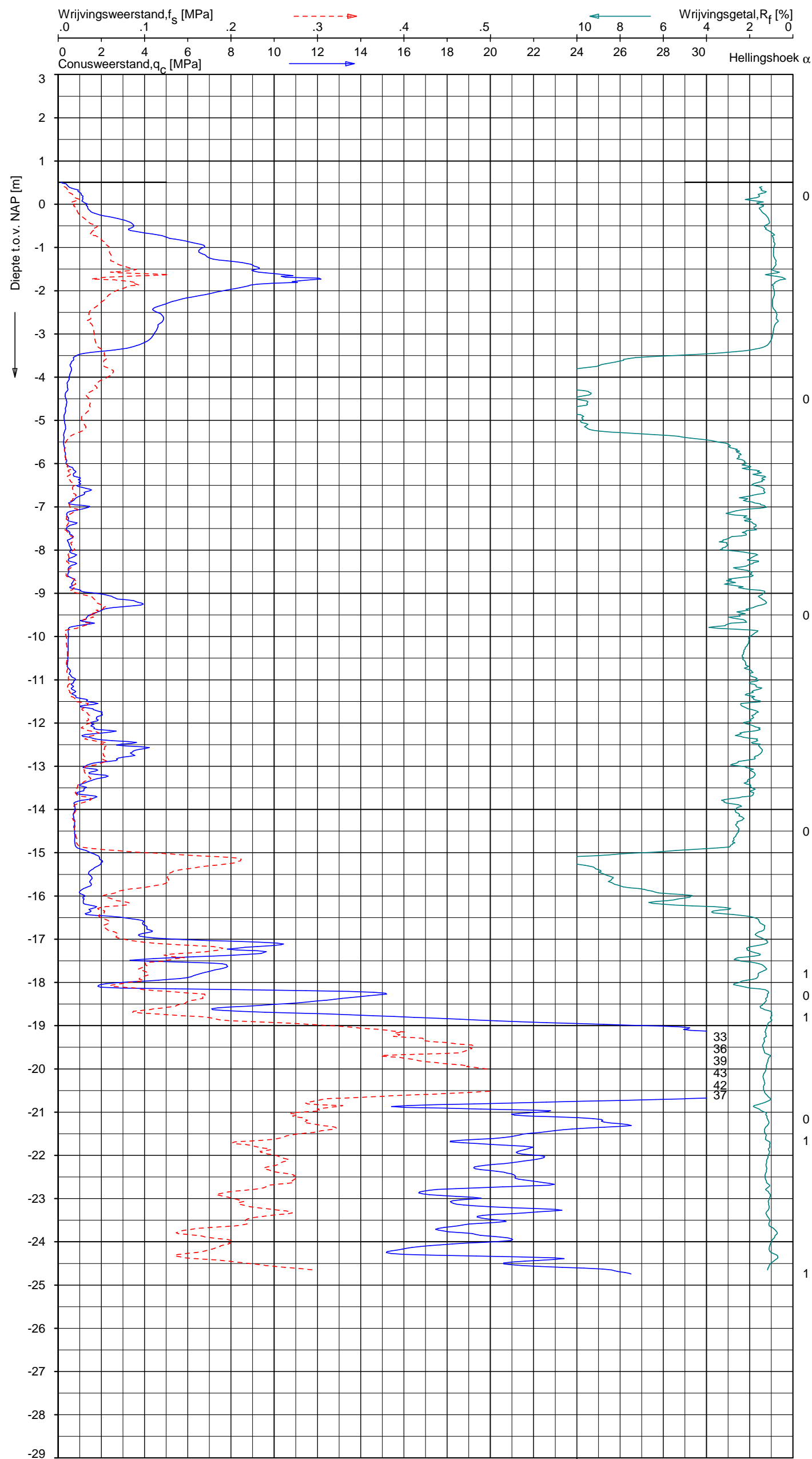


Opg.: SC/JWV d.d. 14-mrt-2017 Coord.: X=120142.1 m Y=489340.2 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: F.DEVALK d.d. 20-mrt-2017 MV = NAP +0.43 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2674 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conus type: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

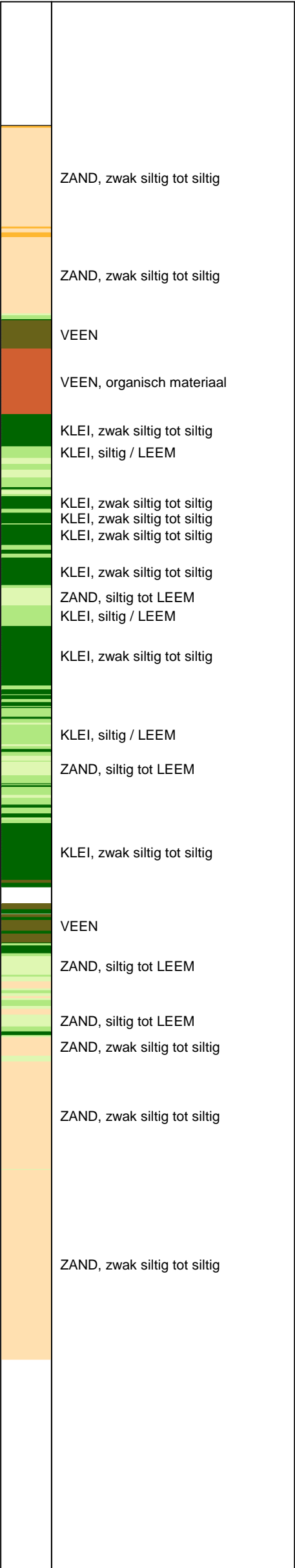
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

SPAARN DAMMERHART SPAARN DAMMERBUURT TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0029-000
Sond. DKM8



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



Opg.: SC/JWV d.d. 15-mrt-2017 Coord.: X=120150.8m Y= 489353.8m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: F.DEVALK d.d. 20-mrt-2017 MV = NAP +0.51 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2674 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

SPAARNDAMMERHART SPAARNDAMMERBUURT TE AMSTERDAM

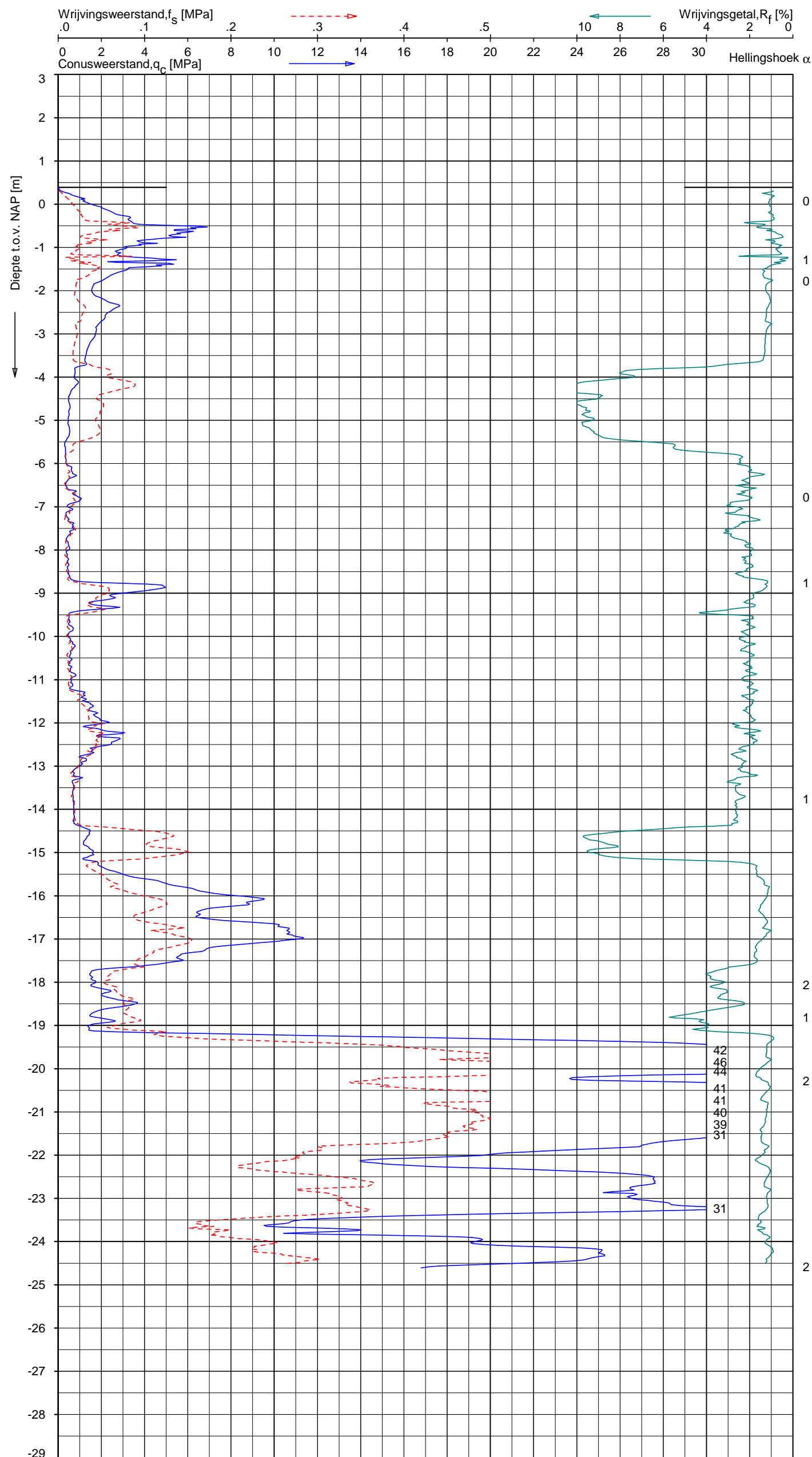
Opdr. 1017-0029-000
Sond. DKM9



ZAND tot ZAND, grindig	
ZAND, zwak siltig tot siltig	
ZAND, zwak siltig tot siltig	
ZAND, siltig tot LEEM	
VEEN	
VEEN, organisch materiaal	
VEEN, organisch materiaal	
VEEN, organisch materiaal	
KLEI, zwak siltig tot siltig	
KLEI, siltig / LEEM	
KLEI, siltig / LEEM	
KLEI, zwak siltig tot siltig	
KLEI, zwak siltig tot siltig	
KLEI, zwak siltig tot siltig	
KLEI, zwak siltig tot siltig	
KLEI, siltig / LEEM	
ZAND, siltig tot LEEM	
ZAND, siltig tot LEEM	
ZAND, siltig tot LEEM	
KLEI, siltig / LEEM	
KLEI, zwak siltig tot siltig	
VEEN	
ZAND, siltig tot LEEM	
ZAND, siltig tot LEEM	
ZAND, zwak siltig tot siltig	
ZAND, zwak siltig tot siltig	

DKM10 -1

Opdr. 1017-0029-000
Sond. DKM10



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

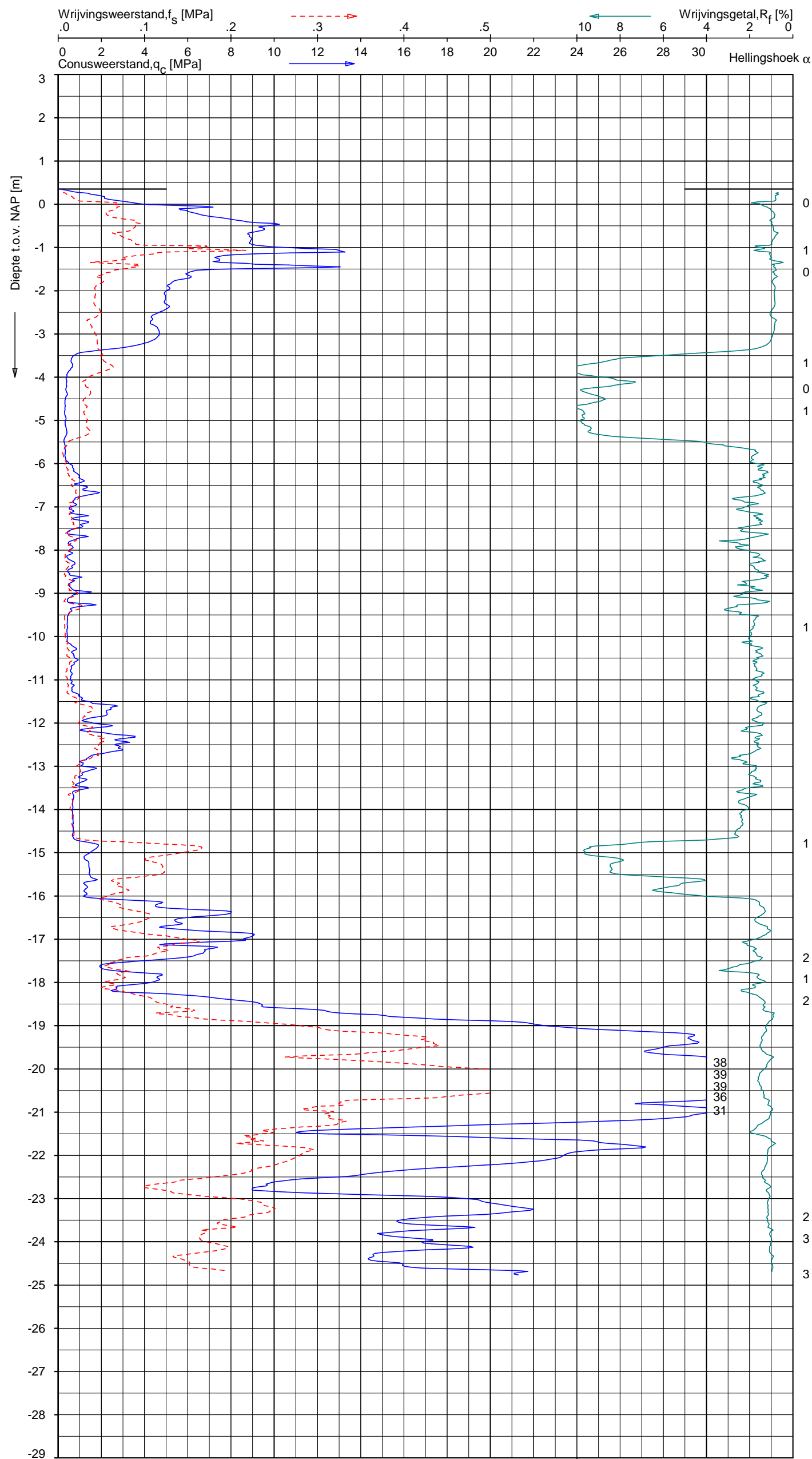
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM
	VEEN
	VEEN, organisch materiaal
	VEEN, organisch materiaal
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	VEEN
	KLEI, siltig / LEEM
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg.: SC/JWV d.d. 16-mrt-2017 Coord.: X=120149.5 m Y= 489321.1 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: B.VILKAITYTE d.d. 20-mrt-2017 MV = NAP +0.39 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2779 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conus type: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

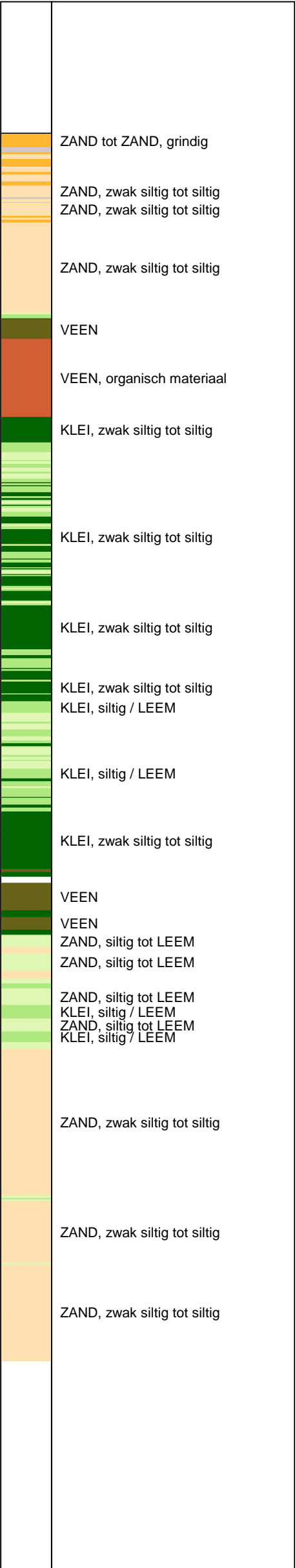
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

SPAARNDAMMERHART SPAARNDAMMERBUURT TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0029-000
Sond. DKM13



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

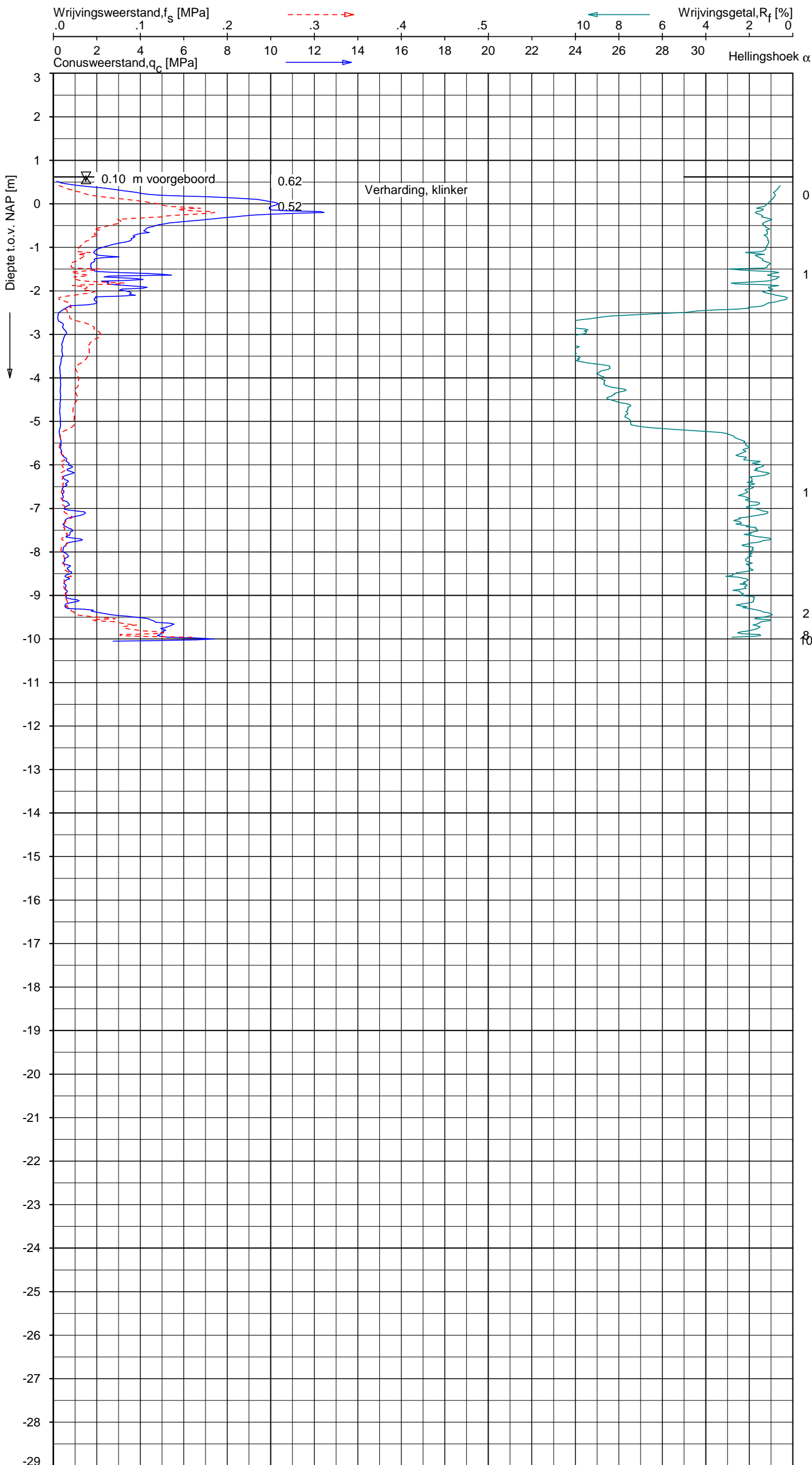


Opg.: SC/JVV d.d. 14-mrt-2017 Coord.: X=120162.1 m Y=489336.5 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: B.VILKAITYTE d.d. 20-mrt-2017 MV = NAP +0.35 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2674 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

SPAARN DAMMERHART SPAARN DAMMERBUURT TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0029-000
Sond. DKM14



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

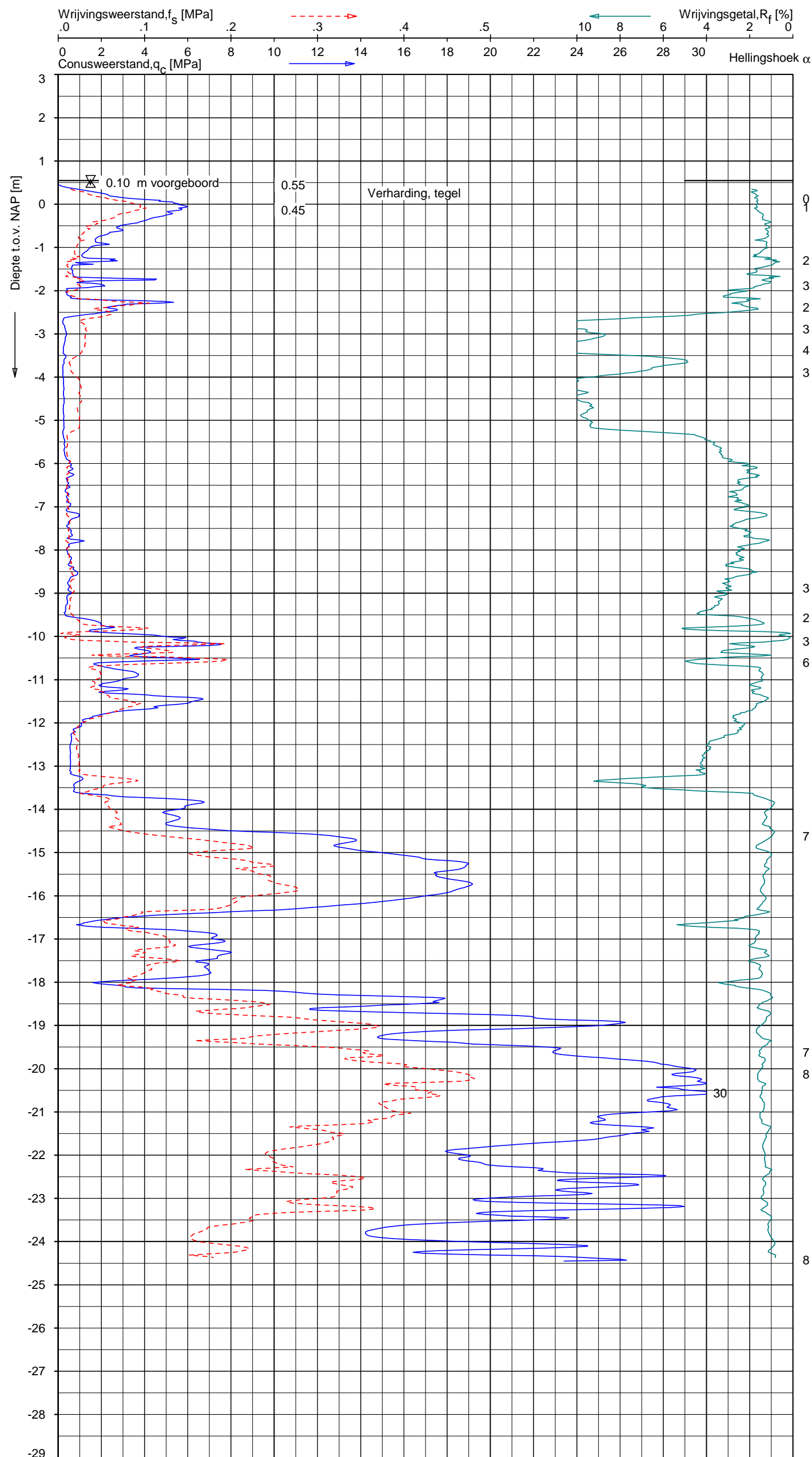
	ZAND tot ZAND, grindig
	ZAND, vast / ZAND, kleilig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
0	
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
1	VEEN, organisch materiaal
	VEEN, organisch materiaal
	KLEI, zwak siltig tot siltig
1	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
2	ZAND, siltig tot LEEM
2	

Opg.: SC/JWV d.d. 16-mrt-2017 Coord.: X=120184.6m Y= 489346.6m Systeem: RD
Get.: B.VILKAITYTE d.d. 20-mrt-2017 MV = NAP +0.62 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2779 Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_C = 1510 mm²; A_S = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

SPAARN DAMMERHART SPAARN DAMMERBUURT TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0029-000
Sond. DKM15



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

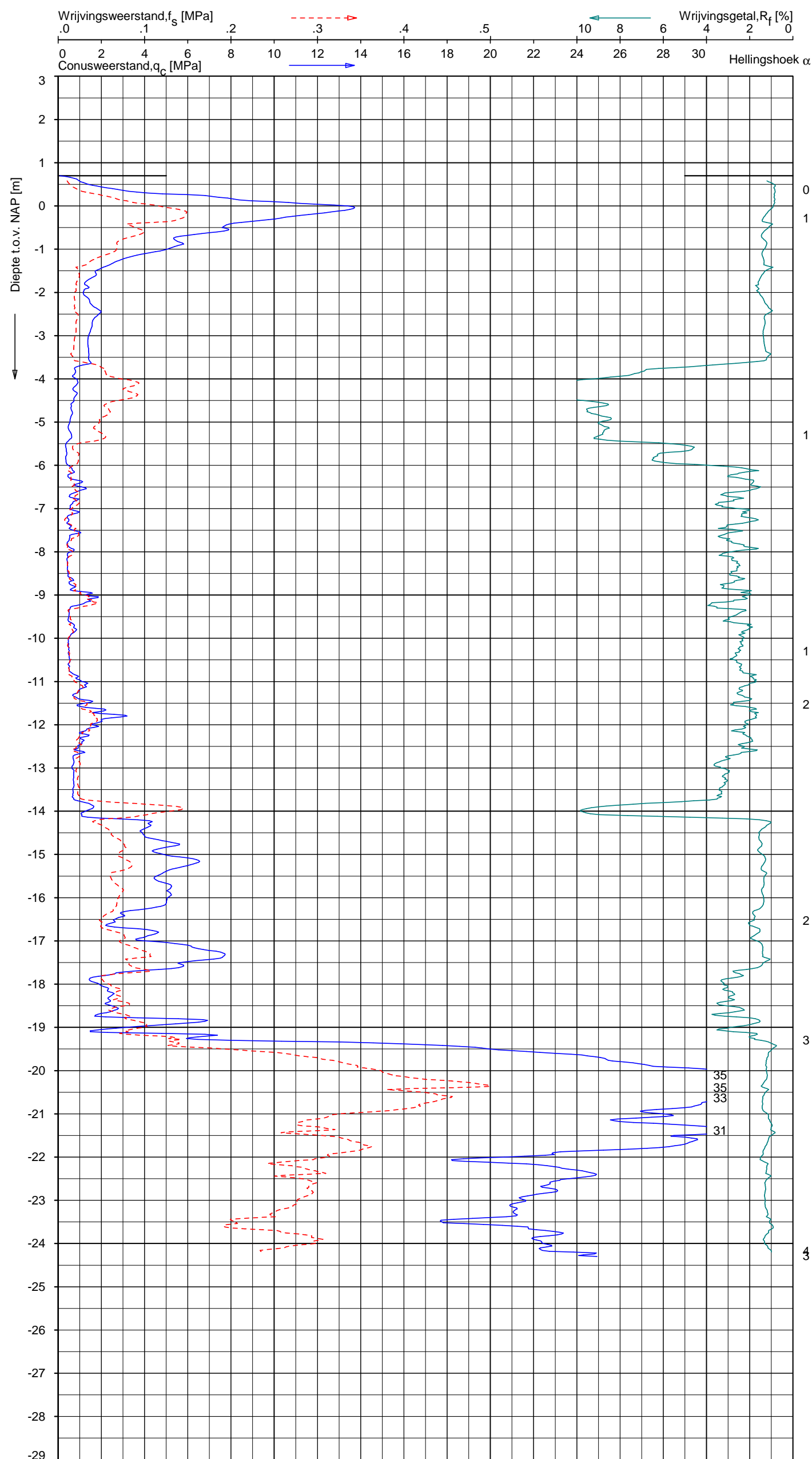


Opg.: SC/JWV d.d. 16-mrt-2017 Coord.: X=120184.5m Y=489346.5m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: B.VILKAITYTE d.d. 20-mrt-2017 MV = NAP +0.55 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2779 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

SPAARN DAMMERHART SPAARN DAMMERBUURT TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0029-000
Sond. DKM15A



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

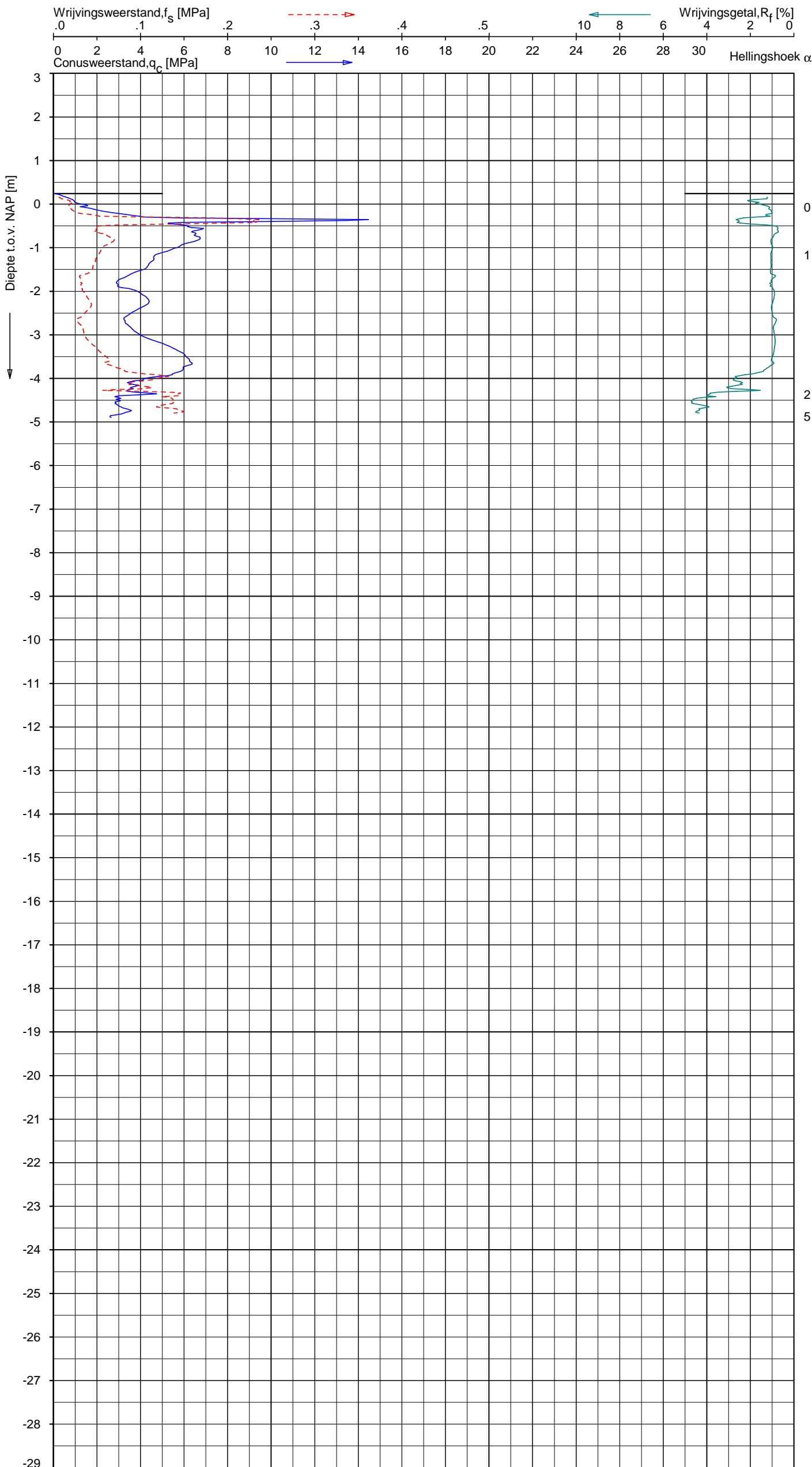
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND tot ZAND, grindig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, siltig tot LEEM
	VEEN
	VEEN
	VEEN, organisch materiaal
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, siltig tot LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, siltig tot LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg.: SC/JWV d.d. 16-mrt-2017 Coord.: X=120158.5m Y= 489306.5m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: B.VILKAITYTE d.d. 20-mrt-2017 MV = NAP +0.70 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2779 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conus type: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

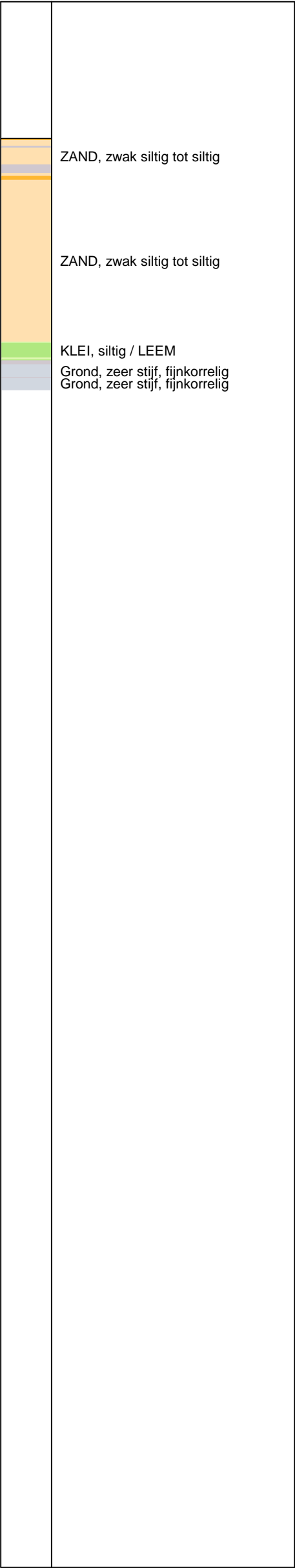
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

SPAARN DAMMERHART SPAARN DAMMERBUURT TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0029-000
Sond. DKM18



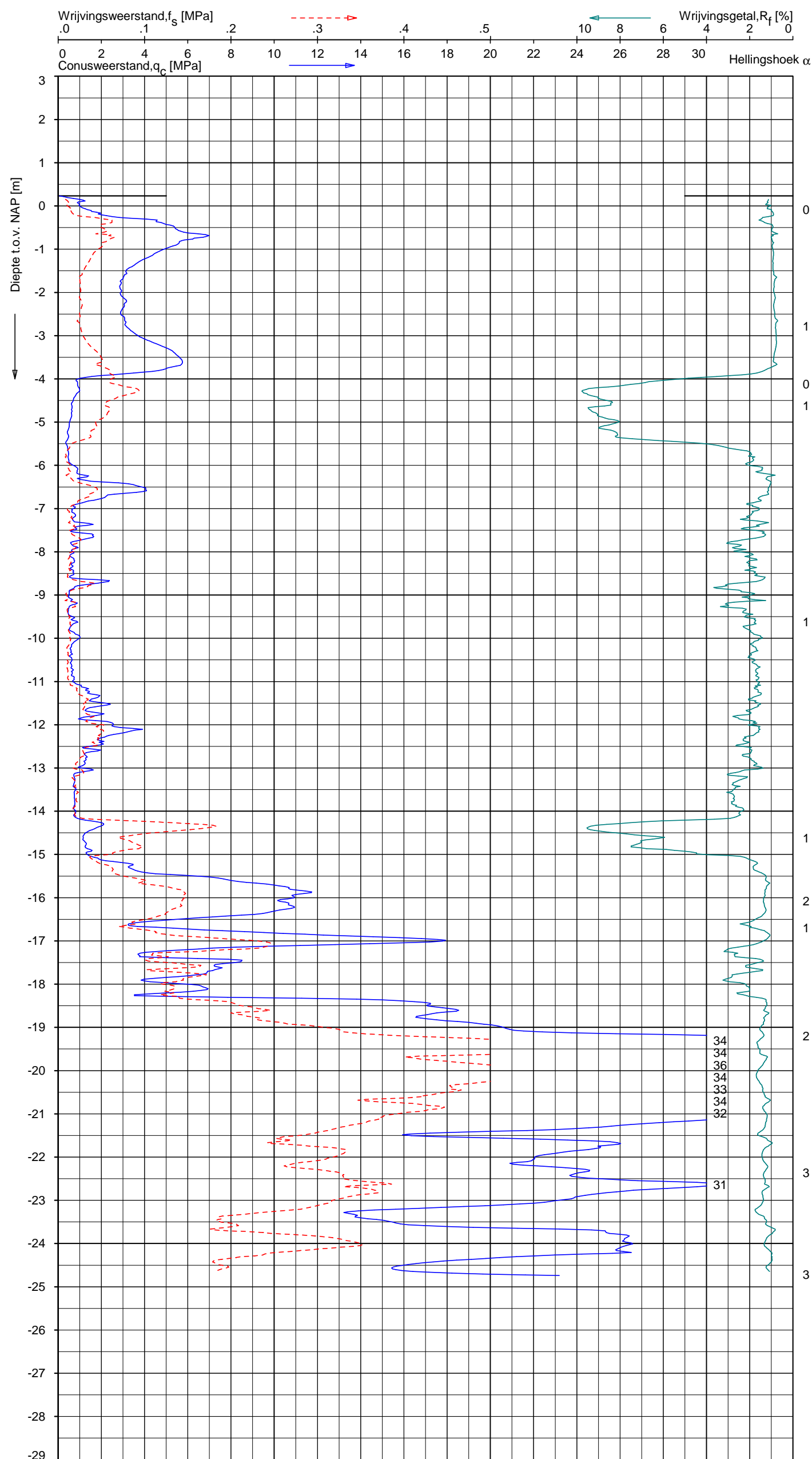
Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



Opg.: SC/JWV d.d. 16-mrt-2017 Coord.: X=120169.4 m Y= 489323.7 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: B.VILKAITYTE d.d. 20-mrt-2017 MV = NAP +0.24 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2779 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
SPAARNDAMMERHART SPAARNDAMMERBUURT TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0029-000
Sond. DKM19



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

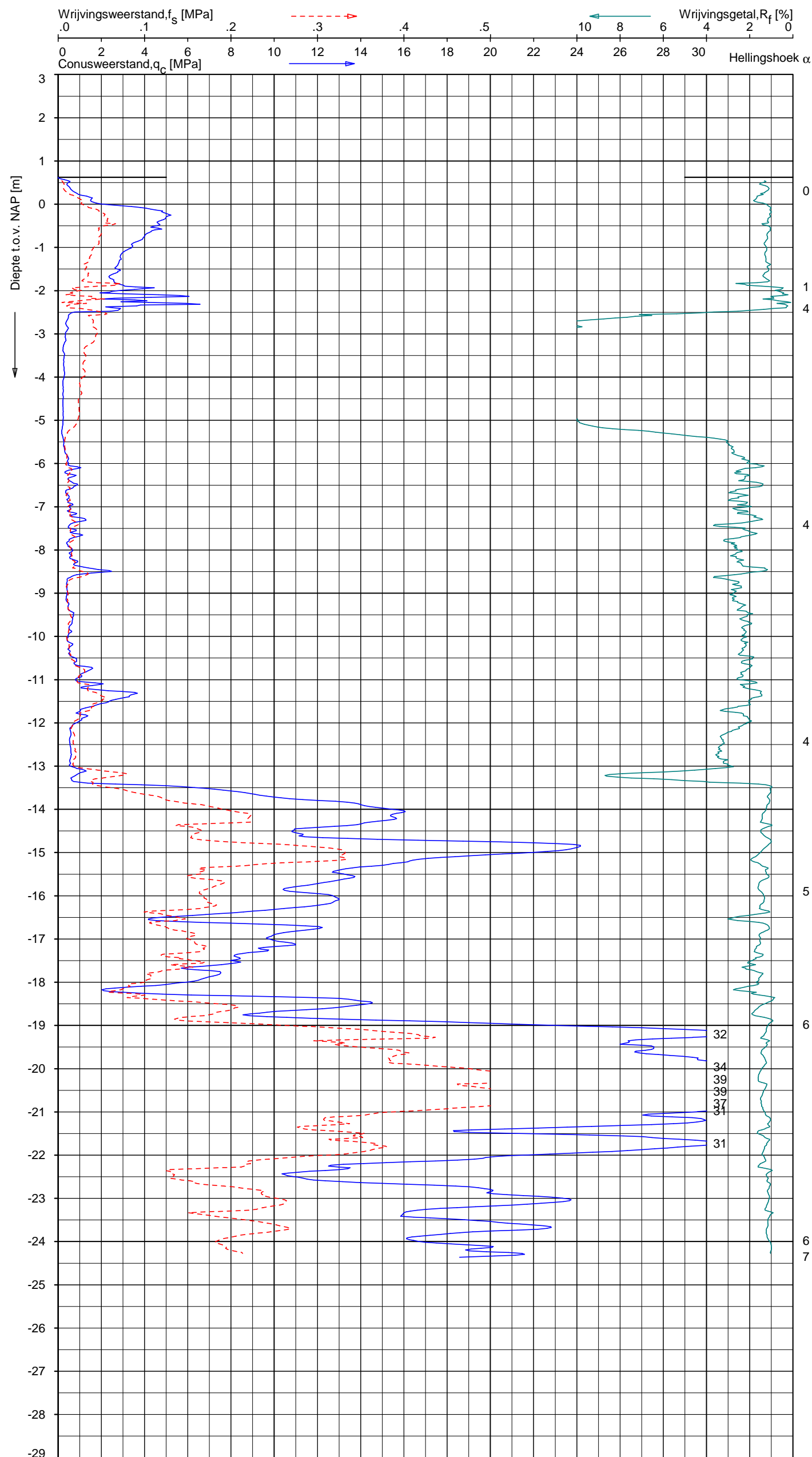


Opg.: SC/JWV d.d. 16-mrt-2017 Coord.: X=120169.6m Y=489323.6m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: B.VILKAITYTE d.d. 20-mrt-2017 MV = NAP +0.23 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2779 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

SPAARN DAMMERHART SPAARN DAMMERBUURT TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0029-000
Sond. DKM19A



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

	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	VEEN, organisch materiaal
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	VEEN
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg.: SC/JWV d.d. 16-mrt-2017 Coord.: X=120192.0m Y= 489330.9m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: B.VILKAITYTE d.d. 20-mrt-2017 MV = NAP +0.62 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2779 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

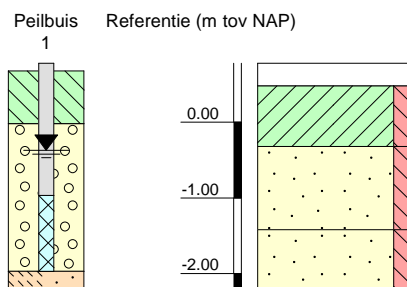
SPAARN DAMMERHART SPAARN DAMMERBUURT TE AMSTERDAM

Opdr. 1017-0029-000
Sond. DKM20

Boring: HB1

Veldclassificatie

Pagina 1 van 1



Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104

0.78 tot 0.48	, Gras zode
0.48 tot -0.32	Klei, zwak siltig, matig stevig, donker grijs
-0.32 tot -1.42	Zand, matig fijn, zwak siltig grijs
-1.42 tot -2.22	Zand, matig grof, zwak siltig zwart

Algemene opmerking:

X: 120090.4

Y: 489320.1

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP):

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 0.78

bk PB1 (m tov NAP): 0.78

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloestof:

WS PB1 (m tov NAP): -0.37

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 14-03-2017

Boormeester: vv

Geclassificeerd door: vv

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Spaarndammerhart Spaarndammerbuurt te Amsterdam

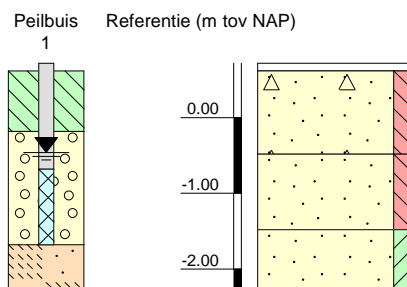
Fugro GeoServices B.V.

1017-0029-000

Boring: HB2

Veldclassificatie

Pagina 1 van 1



Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104

-0.72 tot 0.62	Verharding , tegel
0.62 tot -0.48	Zand, matig fijn, zwak siltig, resten puin bruin
-0.48 tot -1.48	Zand, matig fijn, zwak siltig grijs
-1.48 tot -2.28	Zand, matig grof, zwak kleiig zwart

Algemene opmerking:

X: 120172.2

Y: 489313.2

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP):

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): 0.72

bk PB1 (m tov NAP): 0.72

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorloeistof:

WS PB1 (m tov NAP): -0.46

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 14-03-2017

Boormeester: vv

Geclassificeerd door: vv

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Spaarndammerhart Spaarndammerbuurt te Amsterdam

Fugro GeoServices B.V.

1017-0029-000

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.

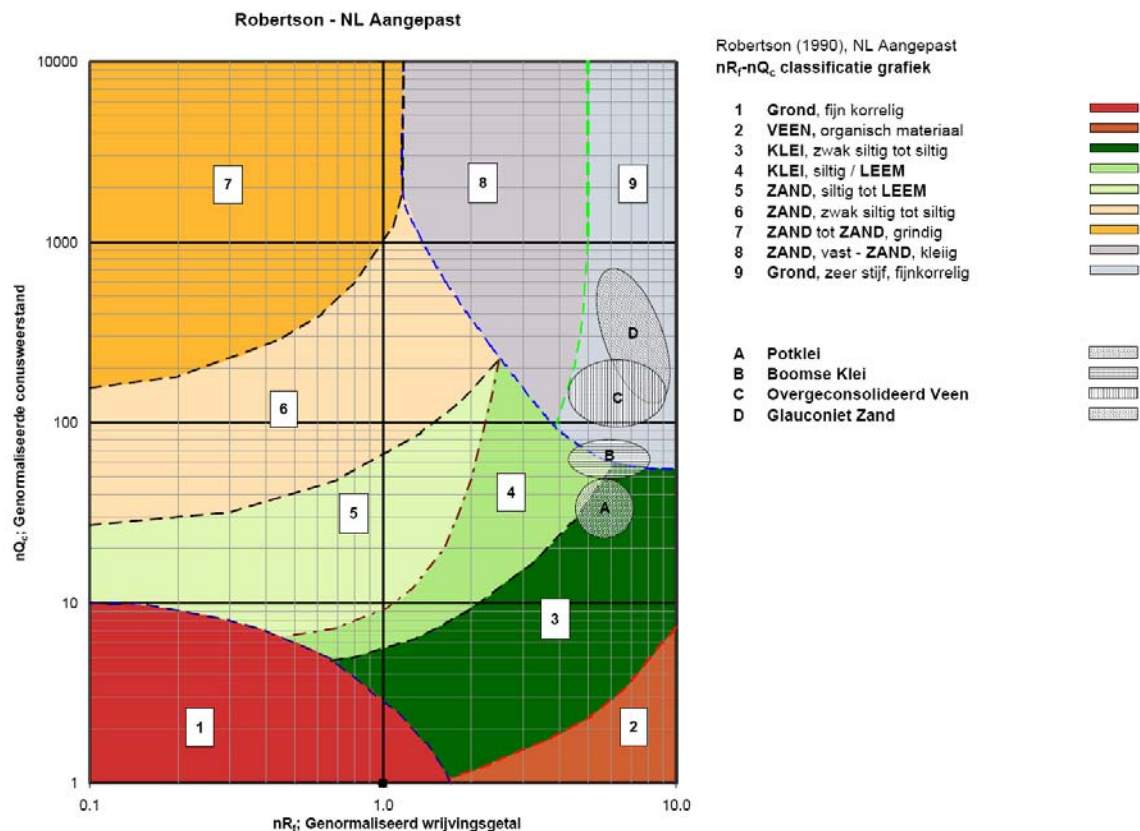
Genormaliseerde conusweerstand:
$$nQ_c = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}$$

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.

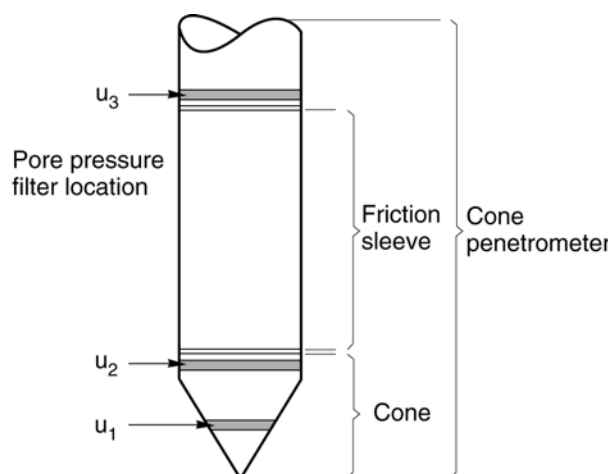
Andere conustypen

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 sondeerklassen worden de sondeerklassen 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. Toepassingsklasse 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) 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

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

Type sonderingen

D	Diepsondering
HS	Handsondering
S	Slagsondering

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

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

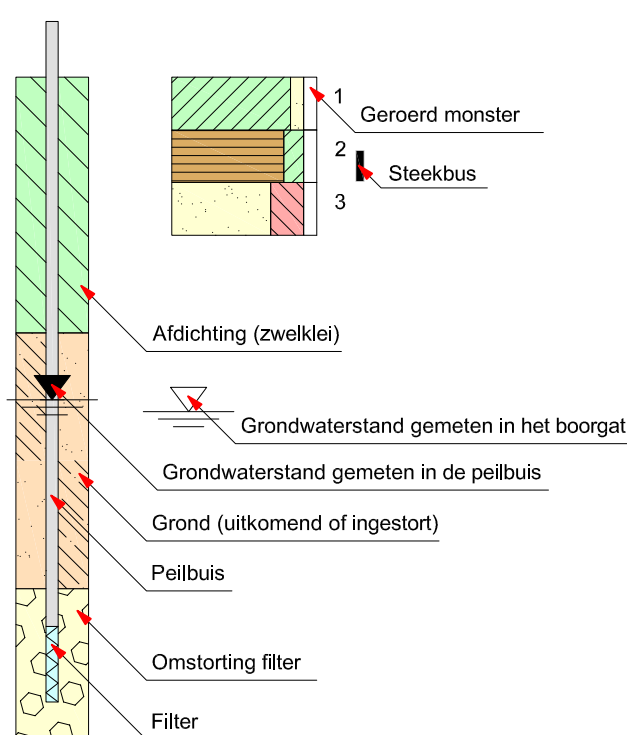
Leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

Overige toevoegingen

	Zwak humeus
	Matig humeus
	Sterk humeus
	Zwak grindig
	Matig grindig
	Sterk grindig
	Puin

Peilbuis

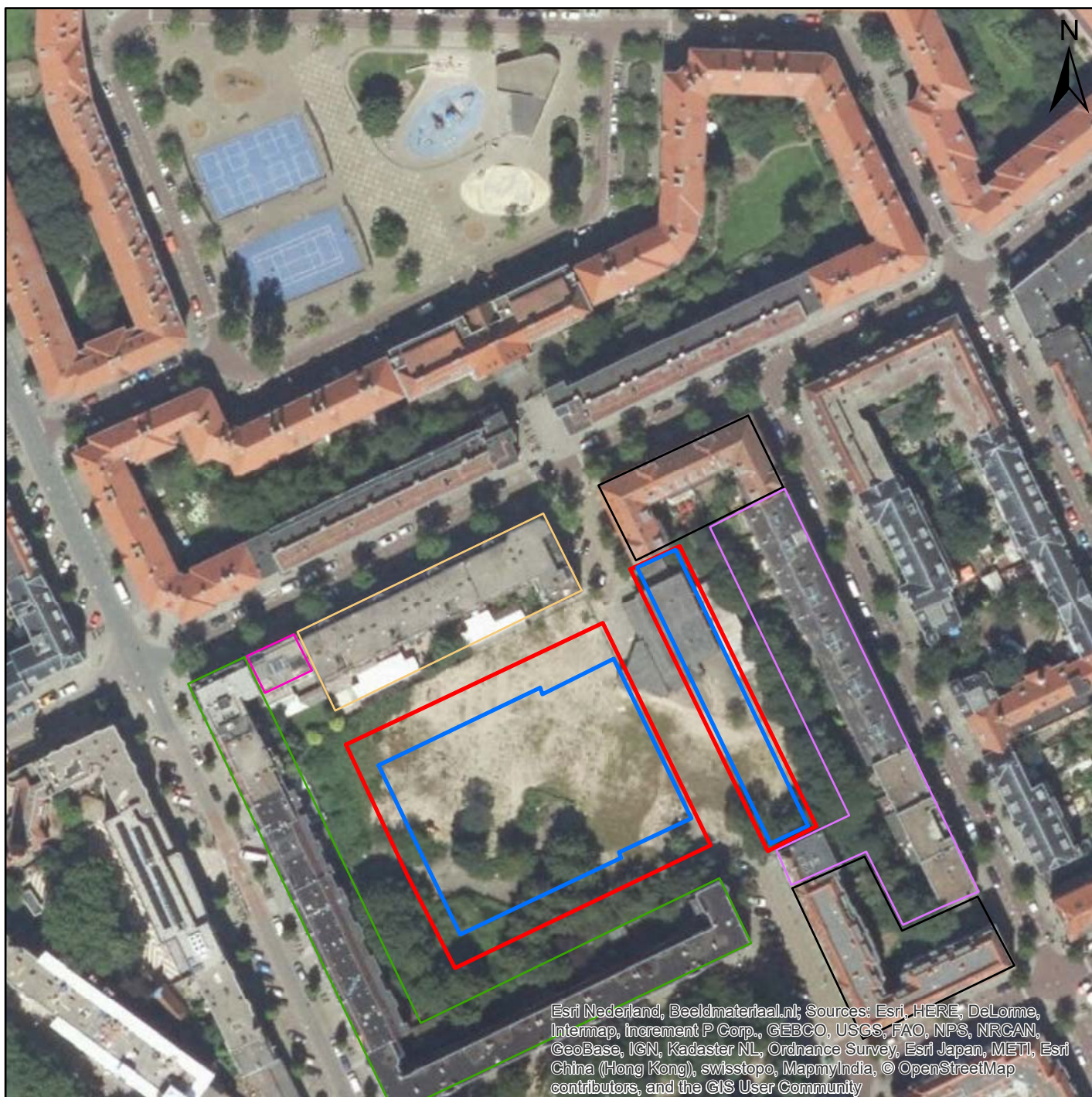


A4 ANALYSERESULTATEN GRONDWATERMONSTERS

B. ONTWERPTEKENINGEN

C. PRODUCTEN

C1. BEBOUWING OMGEVING



Legenda

- Kelders
- Bouwput
- Bebouwing: b.k. funderingshout NAP -1,3 m
- Bebouwing: b.k. funderingshout NAP -0,5 m
- Bebouwing: b.k. funderingshout NAP -1,85 à -1,93 m
- Bebouwing: beton palen
- Bebouwing: b.k. funderingshout onbekend

Luchtfoto

0 9 18 27 36
m

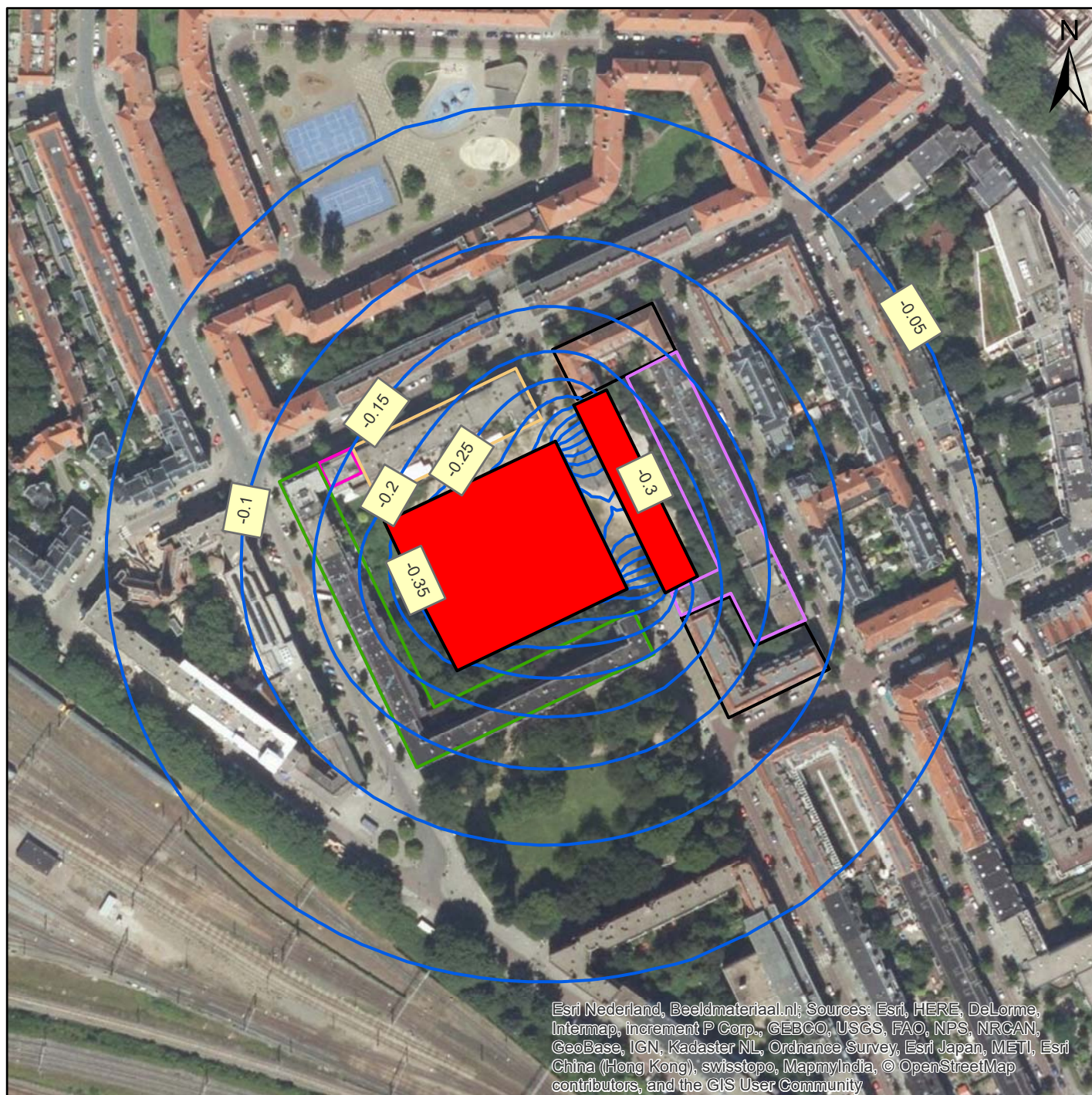
BEBOUWING OMGEVING

SPAARNDAMMERHART TE AMSTERDAM

Opdr.nr.: 1017-0029-002

Bijlage : C1

C2. GRONDWATERSTANDSVERLAGINGEN IN DE OMGEVING



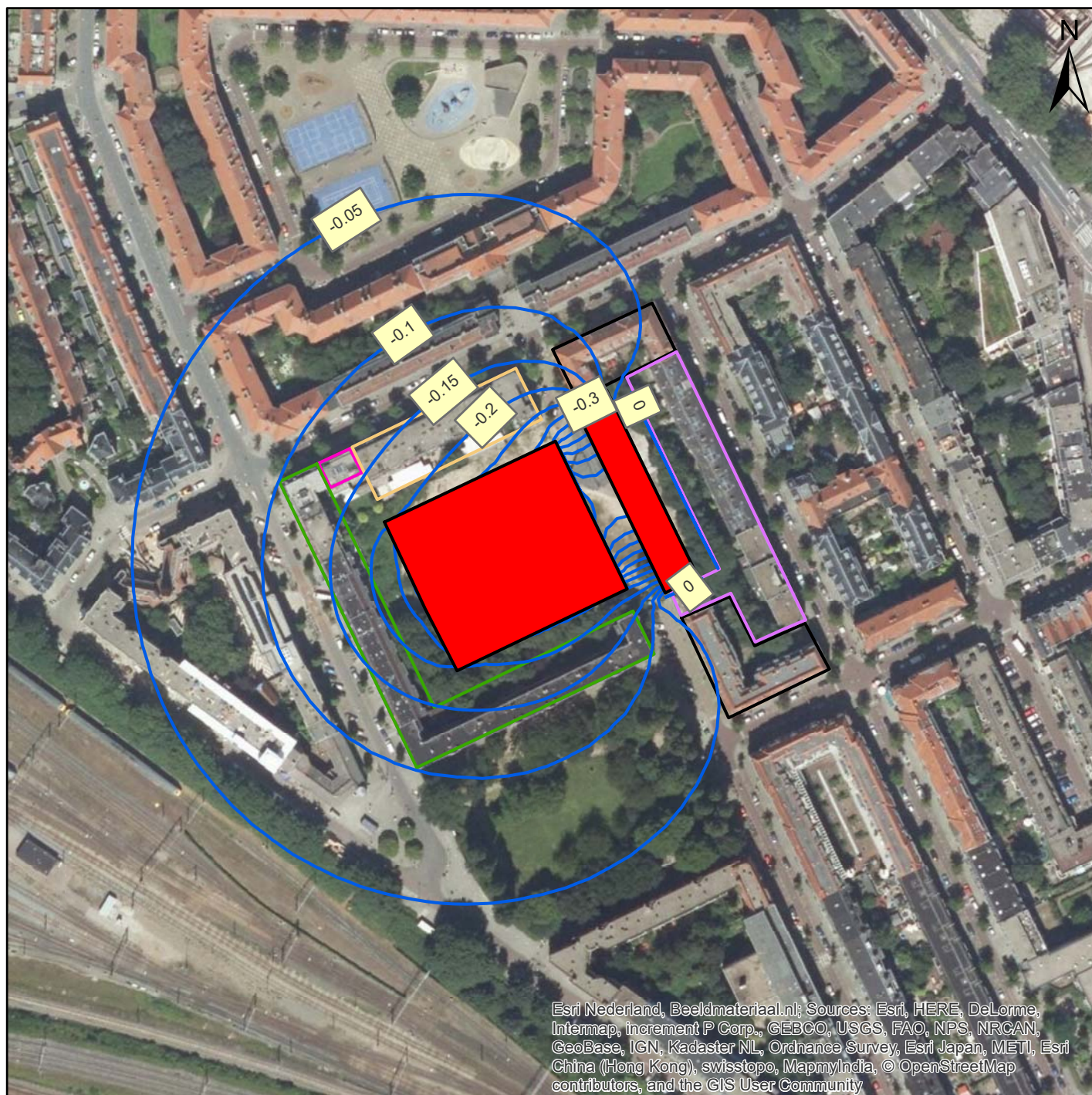
Legenda

- Bouwput
- Bebouwing: b.k. funderingshout NAP -1,3 m
- Bebouwing: b.k. funderingshout NAP -0,5 m
- Bebouwing: b.k. funderingshout NAP -1,85 à -1,93 m
- Bebouwing: beton palen
- Bebouwing: b.k. funderingshout onbekend

0 10 20 30 40
m

BEREKENDE GRONDWATERSTANDSVRLAGINGEN

C3. GRONDWATERSTANDSVERLAGINGEN IN DE OMGEVING BIJ TOEPASSING RETOURBEMALING



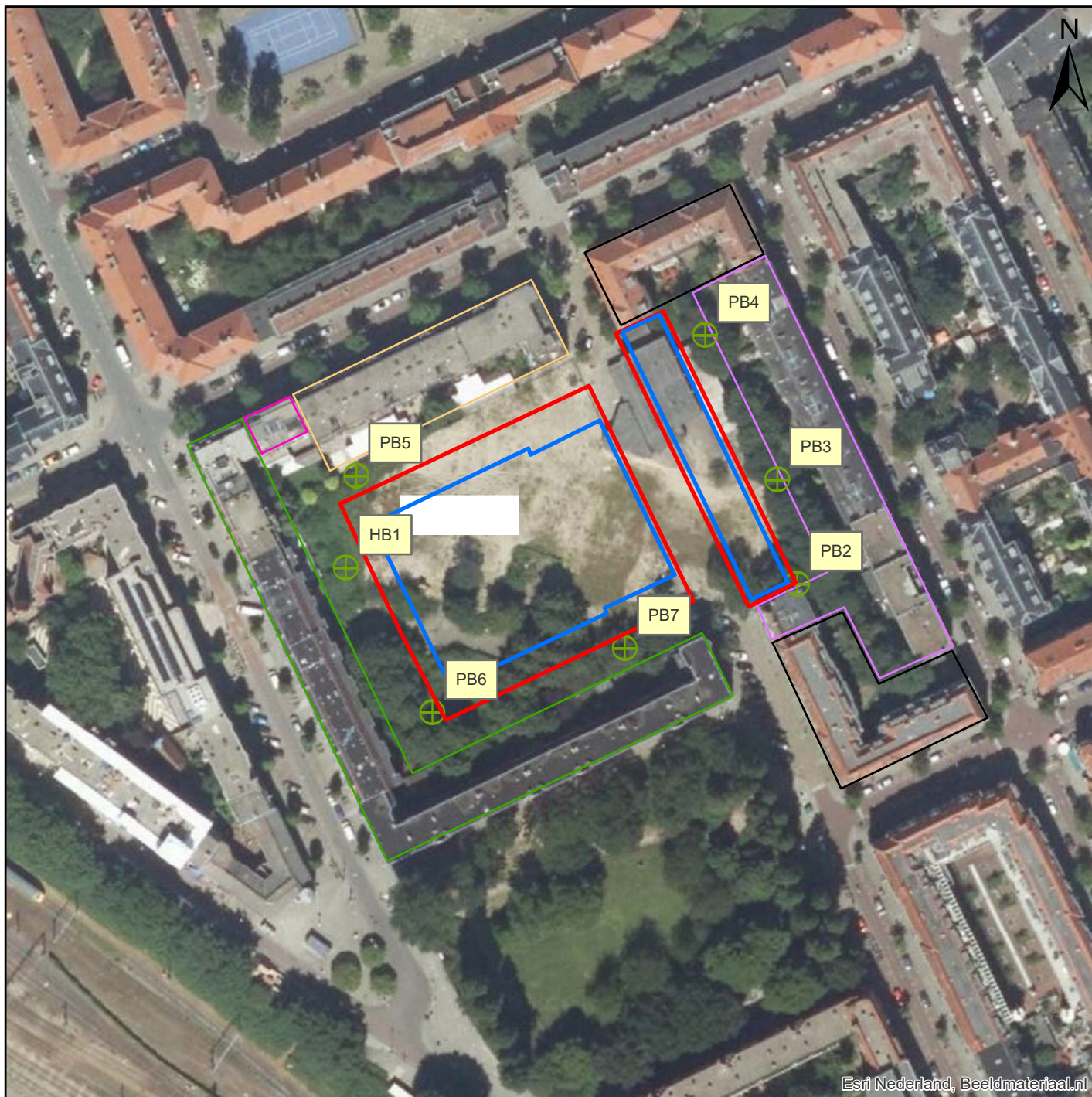
Legenda

- Bouwput
- Bebouwing: b.k. funderingshout NAP -1,3 m
- Bebouwing: b.k. funderingshout NAP -0,5 m
- Bebouwing: b.k. funderingshout NAP -1,85 à -1,93 m
- Bebouwing: beton palen
- Bebouwing: b.k. funderingshout onbekend

0 10 20 30 40
m

BEREKENDE GRONDWATERSTANDSVRLAGINGEN INCLUSIEF RETOUREBEMALING

C4. VOORSTEL MONITORINGSPEILBUIZEN



Legenda

- Kelders
- Bouwput
- ⊕ Monitoringspeilbuizen (freatisch)
- Bebouwing: b.k. funderingshout NAP -1,3 m
- Bebouwing: b.k. funderingshout NAP -0,5 m
- Bebouwing: b.k. funderingshout NAP -1,85 à -1,93 m
- Bebouwing: beton palen
- Bebouwing: b.k. funderingshout onbekend

0 9.5 19 28.5 38
m

VOORSTEL MONITORINGSPEILBUIZEN

SPAARNDAMMERHART TE AMSTERDAM

Opdr.nr.: 1017-0029-002
Bijlage : C4

D. ADVIES WATERNET LOZING OP RIOOL

Adviesrapport

Opdrachtnummer	2018-2
Bemalings- of stroomgebied	FE013/5013
Datum opdracht	10-01-2018
Auteur	J. Bonillo
Opdrachtgever	M. Quaars
2e Lezer	K. Tromp
Betrokken Assetbeheerder	D. Meijer-E. Wink
Locatie IW model (rungroup)	>000binnenstad>2018-002

1 Introductie

Fugro is bezig met de verdere uitwerking van de bemaling ten behoeve van de vergunningaanvraag (onttrekking en lozing) voor het realiseren van twee kelders. Ze willen afstemmen met welk debiet de bouwkuipen kunnen worden leeggemalen zonder dat dit problemen oplevert voor de riolering.

In onderstaande tabel is voor verschillende debieten aangegeven hoe lang moet worden bemalen voordat de bouwkuipen leeg zijn. Voor de goede orde:

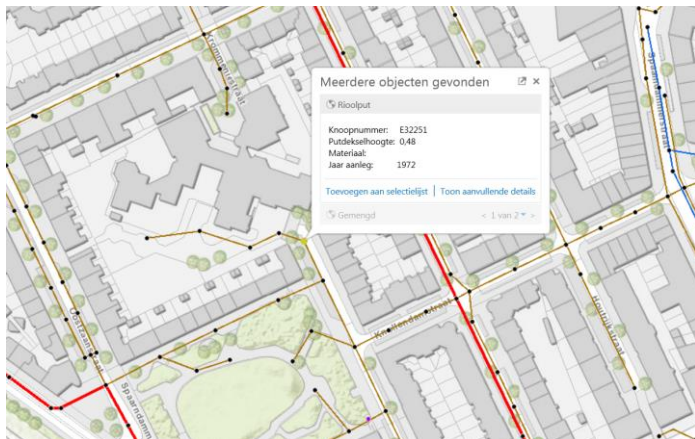
- De bouwkuipen worden niet gelijktijdig leeggemalen;
- Nadat de bouwkuipen zijn leeggemalen bedraagt het stationaire debiet door lekkage en kwel minder dan 5 m³/uur.

	Bouwput A		Bouwput B	
Debiet [m3/uur]	uren	Dagen	uren	Dagen
50	114	5	27	1
40	143	6	34	1
30	190	8	46	2
20	286	12	68	3
10	571	24	137	6
5	1142	48	273	11

De vraag aan team Assetanalyse is of het mogelijk is om 50 m³/uur te lozen op het riool. En indien dit niet mogelijk is, aan te geven welk debiet wel maximaal kan worden geloosd?

2 Uitgangspunten

De bemaling van de bouwput zal op de put E32251 lozen (bemaalingsgebied 5013-Jacob Catskade).



Het rioolstelsel in de Spaandammerbuurt voert richting de Nassaukade en het gemaal 5013-Jacob Catskade. Het rioolstelsel bovenstrooms van de zinker (F44011-F44013) onder de Haarlemmervaart/Singelgracht kan via drie externe drempels (625 BBB Zaandammerplein, 638 en 403) overstorten.

3 Berekeningsresultaat

Het rioolstelsel is met bui 6 (T=1 jaar) berekend voor de volgende scenario's:

- Huidige situatie bij bui 6 zonder injectie
- Huidige situatie bij bui 6 met injectie van 50 m³/h (13,9 l/s) op de put E22251
- Huidige situatie bij bui 6 met injectie van 30 m³/h (8,3 l/s) op de put E22251

In de huidige situatie is er geen externe overstort bij bui 6 maar stroomt er 161 m³ binnen in het bergbezinkbassin in het Zaandammerplein.

In het scenario met de injectie van 50 m³/h en bij bui 6 treden de externe overstortdrempels niet in werking maar stroomt er 191 m³ in het Bergbezinkbassin (30 m³ meer dan in de huidige situatie zonder injectie). De maximale waterstand voor dit scenario neemt circa 2 cm toe in het gebied maar de minimale waakhoogte blijft meer dan 40 cm.

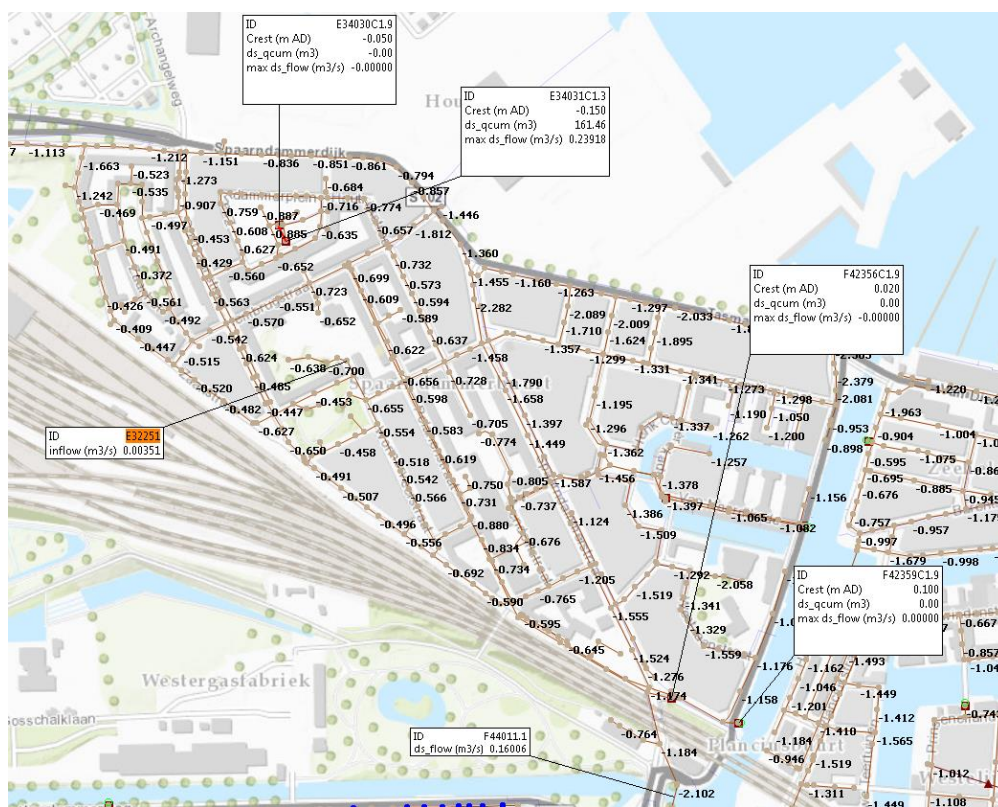
Het maximale debiet in de zinker naar de Nasaaukade bedraagt 162 l/s, dat is maar 2 l/s meer dan in de huidige situatie (160 l/s).

Scenario	Huidige bij bui 6	Plan bij bui 6 en 50 m ³ /h op E22251	Plan bij bui 6 en 30 m ³ /h op E22251
Injectie op put E22251	0 m ³ /h	50 m ³ /h	30 m ³ /h
Waakhoogte E22251	47 cm	45 cm	46 cm
Interne overstort (BBB Zaandammerplein)	161.4 m ³	190.8 m ³	179.7 m ³
Externe overstort 625 (BBB Zaandammerplein)	0 m ³	0 m ³	0 m ³
Externe overstort 638	0 m ³	0 m ³	0 m ³
Externe overstort 403	0 m ³	0 m ³	0 m ³
Max debiet zinker F44011- +F44013	0.160 m ³ /s	0.162 m ³ /s	0.161 m ³ /s

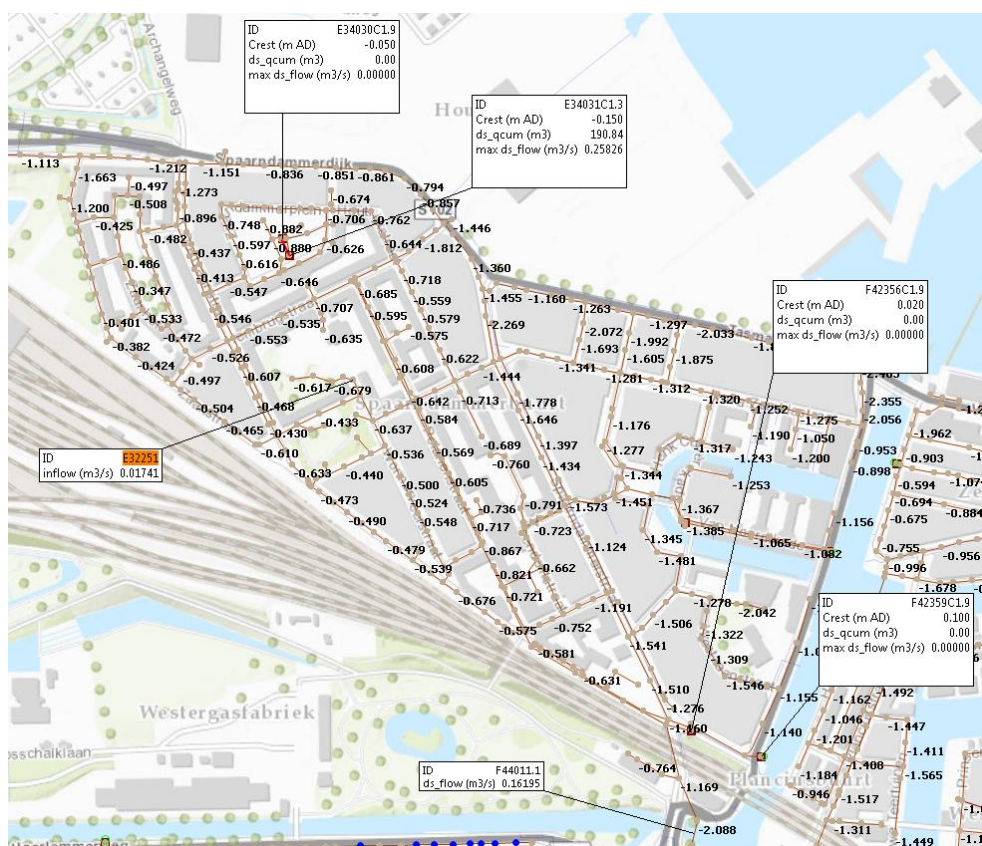
Tabel 1. Berekeningsresultaat

4 Conclusies

Het rioolstelsel in de Spaarndammerbuurt heeft voldoende capaciteit voor de afvoer van een injectie van 50 m³/h uit de bouwkelders.



Figuur 1. Scenario zonder injectie. Waakhoogte [m+mv] bij bui 6.



Figuur 2. Scenario met injectie van 50 m³/h. Waakhoogte [m+mv] bij bui 6.

