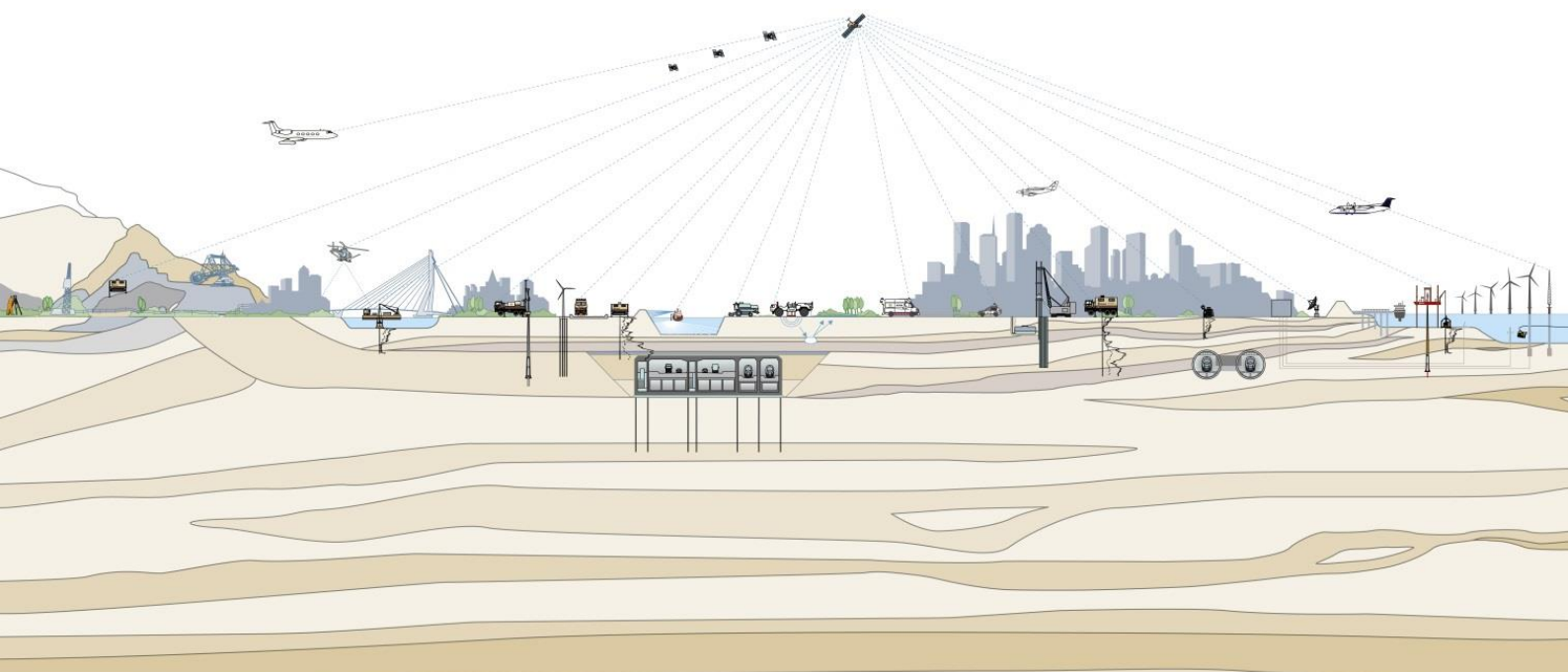


Geotechnisch onderzoek en advies bouwrijp maken Tuindershof Noord

Document Nr.: 9017-1705-000_31.R01

Versie: 1.0

Datum: 2 maart 2018



Opdrachtgever Gemeente Pijnacker-Nootdorp
 Afdeling R.O.B.
 Postbus 1
 2640 AA PIJNACKER

Datum grondonderzoek 22 tot en met 25 januari 2018

Opdrachtnemer Fugro NL Land B.V.
 Veurse Achterweg 10
 Postbus 63
 2260 AB Leidschendam
 T 070 31 70700

Projectleider ing. J.S.J. Misker
 Adviseur Geotechniek
 T 070 31 11206

Versiebeheer

1.0	concept versie	JSM	JEV	JSM	
Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum

INHOUDSOPGAVE

1.	ALGEMENE TOELICHTING	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Projectomschrijving	1
2.	GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID	3
2.1	Algemeen	3
2.2	Globale bodemgesteldheid	3
2.3	Grondwaterstanden en open waterpeilen	3
3.	GEOTECHNISCHE ANALYSES	4
3.1	Inleiding	4
3.2	Bodemschematisering en parameters	4
3.3	Monitoren en interpreteren van zettingen	5
3.4	Beheersing van de grondwaterstand	5
3.5	Zettingsanalyses en bouwrijp maken	5
	3.5.1 Voorbelasten van het wegtracé	5
	3.5.2 Voorbelasten van terreinophogingen	6
3.6	Randen / taludzones van ophogingen.	8
3.7	Invloed gronddeformaties van ophogingen op de omgeving	8
3.8	Stabiliteitsberekeningen	8
4.	UITVOERING	9
4.1	Algemeen	9
4.2	Zeezand	9
4.3	Ophoging en monitoring	9
4.4	Dempen sloten onder de ophoging	9
4.5	Verticale drainage	10
4.6	Metingen	10
5.	ZETTINGSANALYSES ACHTERGROND EN TERMOLOGIE	11
5.1	Relatie zetting en belasting	11
5.2	Relatie zetting en tijd	11
5.3	Literatuuroverzicht	13
5.4	Lijst van begrippen en definities	13

BIJLAGEN

A.	GEOTECHNISCH ONDERZOEK
A.1	Rapportage Geotechnisch veldwerk

1. ALGEMENE TOELICHTING

1.1 Inleiding

In december 2017 ontving Fugro te Leidschendam van Gemeente Pijnacker-Nootdorp de opdracht voor het uitvoeren van een geotechnisch onderzoek, het verrichten van zettingsberekeningen en advisering voor het bouwrijp maken van Tuindershof Noord te Pijnacker.

In en om het projectgebied zijn reeds verschillende opdrachten uitgevoerd, waarvan de meest relevante:

- 9017-0422-000 "Tuindershof" (in het zuidoosten) i.c.m. plangebied "Eilanden";
- 3006-0235-000 "Tuindersdorp" de verbindingsweg.

De oorspronkelijke benaming "Tuindersdorp" is later gewijzigd in "Tuindershof". Het relevante onderzoek van 3006-0235-000 is tevens beschouwd in deze opdracht.

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

1.2 Projectomschrijving

De bouwlocatie is gelegen in het zuidwesten van Pijnacker.



Figuur 1.1: "Tuindershof"

De rode sondeerlocaties zijn afkomstig uit opdracht 3006-0235-000, terwijl de zwarte sondeerlocaties onder de huidige opdracht zijn uitgevoerd.

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- Restzettingseis: 20 cm in 30 jaar;
- (Toekomstig) waterpeil: 2,70 meter - NAP
- Toekomstig straatpeil: 1,50 meter – NAP
- Toekomstig peil achtertuinen: 1,35 meter – NAP
- Te hanteren wegconstructie:
 - 0,08 m betonstraatstenen
 - 0,05 m straatzand
 - 0,20 m repac
 - 0,50 m zand voor zandbed
- Riolsleuf in principe aanvullen met aanvulzand
- Tuinen ophogen met gebiedseigen grond
- Periode van voorbelasten: 6 maanden en 12 maanden

Bovenstaande uitgangspunten zijn door de opdrachtgever verstrekt.

Behalve het uitvoeren van de zettingsanalyses en de advisering voor het bouwrijp maken van het gebied worden in onderhavige rapportage tevens de effecten van horizontale grondverplaatsingen en instabiliteit als risico's benoemt, deze aspecten zijn in dit stadium echter nog niet uitgewerkt.

Voorts worden in hoofdstuk 4 aandachtspunten voor de uitvoering benoemd (dempen van sloten, ophoogschema, horizontale en verticale drainage, zakbaakmetingen).

Voor nadere gegevens omtrent het project wordt verwezen de opdrachtgever.

2. GEOTECHNISCH ONDERZOEK EN BODEMGESTELDHEID

2.1 Algemeen

Het geotechnisch onderzoek voor dit project heeft bestaan uit sonderingen en enkele handboringen.

De resultaten hiervan, eventuele afwijkingen van de opdracht en opmerkingen zijn gepresenteerd in de bijlage "Rapportage Geotechnisch Veldwerk".

2.2 Globale bodemgesteldheid

Op basis van het geotechnisch onderzoek kan de bodemgesteldheid globaal worden geschematiseerd zoals in tabel 2.1 is weergegeven.

Tabel 2.1: Globale bodemgesteldheid

Bovenkant laag m t.o.v. NAP	Bodembeschrijving	
-1,5 à -2,7	KLEI	uitgedroogd (lokaal zand als toplaag)
-3,0	KLEI	lokaal sterk siltig
-3,5 à -5,0	VEEN	dikte ca. 1,0 m à 2,0 m
-4,5 à -7,5	KLEI	zwak tot lokaal sterk siltig, lokaal doorsneden door een veenlaagje
-16,0 à 16,5	ZAND	
-22	Maximaal verkende diepte	

Op basis van de uitgevoerde sonderingen bedraagt het gemiddelde maaiveldniveau NAP-2,05 m.

De maaiveldniveaus ten westen van de verbindingsweg hebben de tendens van noord naar zuid te verlopen van NAP-1,4 m à NAP-2,0 m tot NAP-2,0 m à NAP-2,4 m.

De maaiveldniveaus ten oosten van de verbindingsweg hebben de tendens van noord naar zuid te verlopen van NAP-1,7 m à NAP-2,0 m tot NAP-2,3 m à NAP-2,6 m.

Inzicht met betrekking tot maaiveldniveaus is gegeven op tekening "Tuindershof DTM.dwg".

2.3 Grondwaterstanden en open waterpeilen

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek zijn grondwaterstanden gepeild in enkele sondeer- en boorgaten. De grondwaterstand varieerde bij het peilen van MV-0,1 m tot MV-1,4 m, hetgeen overeenkomt met NAP-1,9 m tot NAP-3,6 m. Ten tijde van het veldwerk zijn tevens open waterpeilen gemeten op ca. NAP-2,7 m (noord) en op NAP-3,15 m (zuid).

3. GEOTECHNISCHE ANALYSES

3.1 Inleiding

Op basis van het grondonderzoek varieert het maaiveldniveau van NAP -1,5 m tot NAP-2,7 m en op de tekening van hoogtemetingen van NAP-1,4 m tot NAP-2,7 m.

De variatie in maaiveldniveaus en daardoor de benodigde netto ophoging zal in belangrijke mate bepalend zijn voor de grootte van de berekende zettingen. Daarnaast heeft de diepteligging en dikte van de veenlaag eveneens invloed op deze zettingen.

In de omgeving van sondering DKM122 mogen vanwege een laag maaiveldniveau van ca. NAP-2,7 m en een veenlaag van ca. NAP-4,0 m tot NAP-5,5 m de grootste zettingen worden verwacht door het ophogen.

3.2 Bodemschematisering en parameters

De bodemopbouw is qua voorkomende grondlagen redelijk uniform, er zijn wel verschillen in dikten en diepteligging.

Er zijn 4 sonderingen geselecteerd om de spreiding in het zettingsgedrag te onderzoeken.

Ter vereenvoudiging zijn eigenschappen van gelijksoortige grondlagen (in diepten) hetzelfde gehouden. In de diepere kleilaag kunnen onder andere dunne en / of diepgelegen veenlaagjes voorkomen.

De stijfheidseigenschappen van de bodem zijn bepaald aan de hand van een interpretatie van het uitgevoerde grondonderzoek en op basis van ervaring. De gemodelleerde bodemprofielen inclusief de relevante parameters zijn gegeven in tabel 3.1.

Tabel 3.1: Bodemschematisering en grondparameters

Grondlaag	γ kN/m ³	γ_{sat} kN/m ³	C_p' -	C_s' -	Bovenkant laag [m t.o.v. NAP]			
					DKM101	DKM103	DKM117	DKM122
KLEI, uitgedroogd	15	16	23,6	165	-2,1	-2,0	-2,3	-2,7
KLEI	15	15	12,5	75	-3,0	-3,0	-3,0	-3,0
VEEN	10,5	10,5	11,3	51	-4,5	-4,0	-3,25	-3,25
KLEI	14	14	10,8	54	-6,0	-5,0	-4,5	-5,5
KLEI	15	15	12,5	75	-10,5	-10,5	-6,5	-9,0
ZAND, vast gepakt	-	-	-	-	-16,0	16,0	-16,0	-16,0
Opmerkingen:								
■ c_v voor alle lagen is $5 \cdot 10^{-8}$ m/sec (ondergeschikt omdat verticale drainage wordt toegepast) ■ aangehouden POP = 4 kPa (grensspanning minus effectieve spanning) ■ factor C/C' ca. 4 voor toename spanningen tot de grensspanning in de ondergrond								

3.3 Monitoren en interpreteren van zettingen

Het volgen van de zettingen wordt door het meten van zakbaken gedaan. Om het verdere verloop van zettingen bij een beëindiging van het voorbelasten te kunnen voorspellen, dient eveneens het einde van de consolidatie (primaire zettingen) te zijn opgetreden. Het doen van een prognose m.b.t. resterende zettingen na het voorbelasten is dan uitvoerbaar op basis van secundaire zettingen. Dit heeft als consequentie dat de hydrodynamische periode kleiner moet zijn dan de effectieve periode van het voorbelasten, om restzettingen zo waarheidsgetrouw mogelijk te kunnen voorspellen.

3.4 Beheersing van de grondwaterstand

Gedurende het bouwrijp maken is een goede ontwatering vereist ten einde het effect van een (voor)belasting optimaal te doen zijn. Een goede ontwatering kan worden verkregen met behulp van een horizontaal drainagestelsel en afwatering op open water.

Voor een beheersing van de grondwaterstand in de klei-/veenlagen dient het drainagestelsel te bestaan uit bijvoorbeeld met polypropyleenweefsel omwikkelde ribbeldrains Ø 80 mm hart-op-hart 25 m, welke afwateren op het open water.

Indien de zettingen zodanig zijn dat de drainage in het begin van het zettingsproces onder de grondwaterstand zakt kan deze op maaiveldniveau in zand worden aangebracht.

Zijn de zettingen hiervoor onvoldoende, dan dient de horizontale drainage in zandsleuven op grondwaterniveau te worden aangelegd, met een h.o.h. afstand van 3,0 m.

In alle gevallen dient de drainage met zand omgeven te zijn aangebracht, anders kan de drainage te snel "dichtslibben".

Bij ophogingen met grond dient eerst een draineerde zandlaag te worden aangebracht, voor de afvoer van het water via de horizontale drainage. Bij voorkeur dient de dikte van de zandlaag (0,75 m à 1,0 m te bedragen, bij een gecontroleerde uitvoering is 0,6 m mogelijk.

Voor de afvoer van water onderuit de ophoging kan een drainsleuf worden aangelegd bestaande uit een met matig grof of grof zand opgevulde sleuf, voorzien van een kunststof drainage buis. De onderzijde van de drainage sleuf dient circa 0,5 m beneden het grondwaterpeil te liggen. De drainage sleuf dient af te wateren op een bestaande watergang.

3.5 Zettingsanalyses en bouwrijp maken

Voor de verschillende bodemprofielen gebaseerd op de genoemde sonderingen is het voorbelasten van de wegtracés en terreinophogingen geanalyseerd.

3.5.1 Voorbelasten van het wegtracé

Het toekomstig straatpeil bedraagt NAP -1,50 m.

De ligging van deze trajecten is niet bekend.

Voor de weg zijn de bodemprofielen o.b.v. de sonderingen DKM101, DKM103 en DKM117 gehanteerd, aangenomen is dat bij DKM122 geen weg wordt aangelegd.

Bij de uitgevoerde analyses bleek dat onderlinge verschillen in zettingen bij DKM101, DKM103 en DKM117 beperkt zijn.

De resultaten van de analyses zijn in de onderstaande tabel gegeven.

Tabel 3.2: Voorbelastingen van 6 maanden voor de weg

"oud" maaiveld	Aanleg niveau	vert. drainage	Voor- belasten	voorbelaasting zetting	Constr. hoogte
m - NAP	m - NAP	drain / m ²	m	m	m
-1,50	-2,25	1 / 1	1,0	0,14	0,89
-1,60	-2,25	1 / 1	1,0	0,14	0,89
-1,70	-2,25	1 / 1	1,0	0,14	0,89
-1,80	-2,25	1 / 1	1,0	0,15	0,90
-1,90	-2,25	1 / 1	1,0	0,15	0,90
-2,00	-2,20	1 / 1	1,0	0,22	0,92
-2,10	-2,10	1 / 1	1,0	0,30	0,90
-2,20	-2,20	1 / 1	1,1	0,47	1,17
-2,30	-2,30	1 / 1	1,4	0,61	1,41
-2,40	-2,40	1 / 1	1,7	0,75	1,65
-2,50	-2,50	1 / 1	2,1	0,93	1,93

Opmerkingen:

- Constructie hoogte na beëindiging van de voorbelasting en aanleg van de definitieve weg.

Bij huidige maaiveldniveaus van NAP-1,9 m en hoger kan het volgende worden aangehouden;

- Graven cunet tot het aanlegniveau van NAP-2,25 m (eventueel dieper voor de riolering), zie paragraaf "Beheersing van de grondwaterstand" m.b.t. horizontale drainage.
- Aanbrengen van 0,5 m zand.
- Installeren van verticale drainage, 1 drain per 1 m²;
- Verder ophogen met 0,5 m zand (totale voorbelasting 1,0 m).
- Na 6 maanden is naar verwachting circa 0,15 m zetting opgetreden en kan het overtollige zand worden verwijderd om de definitieve wegconstructie aan te brengen.

Tabel 3.3: Voorbelastingen van 12 maanden voor de weg

"oud" maaiveld	Aanleg- niveau	vert. drainage	Voor- belasten	voorbelaasting zetting	Constr. hoogte
m - NAP	m - NAP	drain / m ²	m	m	m
-2,30	-2,30	1 / 2	1,30	0,58	1,38
-2,40	-2,40	1 / 2	1,60	0,73	1,63
-2,50	-2,50	1 / 2	2,00	0,93	1,93

Bij het voorbelasten in 12 maanden is ca. 10 cm minder zand nodig in vergelijking met voorbelasten in 6 maanden en het benodigde stramien van verticale drainage is minder intensief.

3.5.2 Voorbelasten van terreinophogingen

Het toekomstig peil van het terrein (achtertuinen) bedraagt NAP -1,35 m.

Voor terreinophogingen zijn alle bodemprofielen o.b.v. de sonderingen DKM101, DKM103, DKM117 en DKM122 gehanteerd.

Het toepassen van gebiedseigen grond heeft beperkingen, zie paragraaf “Beheersing van de grondwaterstand” m.b.t. horizontale drainage.

Direct ophogen (maaiveldniveau NAP-1,9 m of hoger)

Voor netto ophogingen tot 55 cm grond kan de het terrein direct op (ontwerp)hoogte worden gebracht, de berekende eindzetting (zetting in 30 jaar) bedraagt minder dan de zettingseis van 20 cm.

Bij grotere netto ophogingen dan 55 cm dient een voorbelasting te worden uitgevoerd.

Voorbelastingen bij maaiveldniveaus lager dan NAP-1,9 m

Elke voorbelasting begint met minstens 60 cm zand, zie paragraaf “Beheersing van de grondwaterstand” m.b.t. horizontale drainage.

Tabel 3.4: Voorbelastingen van 6 maanden voor terreinophogingen

“oud” maaiveld	vert. drainage	Voor- belasten	voorbelasting zetting	Overhoogte	Constr. hoogte
m - NAP	drain / m ²	m	m	m	m
-2,00	1 / 1	0,75	0,29	-0,19	0,94
-2,10	1 / 1	1,05	0,44	-0,14	1,19
-2,20	1 / 1	1,35	0,58	-0,08	1,43
-2,30	1 / 1	1,55	0,67	-0,07	1,62
-2,40	1 / 1	1,85	0,80	0,00	1,85
-2,50	1 / 1	2,25	0,95	0,15	2,10
-2,60	1 / 1	2,75	1,13	0,37	2,38
-2,70	1 / 1	3,35	1,33	0,67	2,68

Opmerkingen:

- Elke voorbelasting bestaat uit minstens 0,6 m zand en de rest uit grond.
- Een negatieve waarde onder “Overhoogte” betekent dat de bovenkant van de voorbelasting onder het ontwerppeil is gezakt. Het op de gewenste hoogte brengen kan met elders af te graven zand / grond worden uitgevoerd.

Als voorbeeld; Bij een huidig maaiveldniveau van NAP-2,4 m kan het volgende worden aangehouden;

- Aanbrengen van minstens 0,6 m zand;
- Installeren van verticale drainage, 1 drain per 1 m²;
- Verder ophogen met 1,35 m zand of grond, met een ophoogsnelheid van 0,5 m per 2 weken. (kan wijzigen n.a.v. analyses van de stabiliteit).
- Na 6 maanden is naar verwachting circa 0,80 m zetting opgetreden en kan het eventueel overtollige zand of grond worden verwijderd.

Tabel 3.5: Voorbelastingen van 12 maanden voor terreinophogingen

“oud” maaiveld	vert. drainage	Voor- belasten	voorbelasting zetting	Overhoogte	Constr. hoogte
m - NAP	drain / m ²	m	m	m	m
-2,00	1 / 2	0,65	0,23	-0,23	0,88

"oud" maaiveld	vert. drainage	Voor- belasten	voorbelasting zetting	Overhoogte	Constr. hoogte
m - NAP	drain / m ²	m	m	m	m
-2,10	1 / 2	1,05	0,46	-0,16	1,21
-2,20	1 / 2	1,25	0,56	-0,16	1,41
-2,30	1 / 2	1,55	0,70	-0,10	1,65
-2,40	1 / 2	1,75	0,79	-0,09	1,84
-2,50	1 / 2	2,05	0,92	-0,02	2,07
-2,60	1 / 2	2,35	1,05	0,05	2,30
-2,70	1 / 2	2,85	1,25	0,25	2,60

Opmerkingen:

- Elke voorbelasting bestaat uit minstens 0,6 m zand en de rest uit grond.
- Een negatieve waarde onder "Overhoogte" betekent dat de bovenkant van de voorbelasting onder het ontwerppeil is gezakt. Het op de gewenste hoogte brengen kan met elders af te graven zand / grond worden uitgevoerd.

Aan de randen van ophogingen wordt geadviseerd verticale drainage van 1 drain per 1 m² toe te passen. Hiermee zal de ondergrond sneller consolideren, waardoor de ophoogslagen sneller aangebracht kunnen worden. Voorlopig kan uitgegaan worden van 0,5 m zand (of gebiedseigen materiaal) per 2 weken.

Het effect van het langer voorbelasten is bij de hogere netto ophogingen het grootst.

3.6 Randen / taludzones van ophogingen.

Langs de randen en in de taludzones van ophogingen zullen naast (verticale) zetting eveneens horizontale grondverplaatsingen optreden. Beide grondvervormingen hebben maaiveldzakking tot gevolg in de taludzones van ophogingen. Er kan ook nog een storing in de sterkte van de ondergrond optreden. Verder is de belasting door de ophoging in deze zone op de ondergrond beperkt. Door dit samenspel van factoren zal in deze zone nooit voldaan kunnen worden aan de restzettingseis.

3.7 Invloed gronddeformaties van ophogingen op de omgeving

Naast ophogingen zullen grondverplaatsingen /-vormingen optreden, die een verticale en een horizontale component hebben. Met een eindige elementen methode zoals Plaxis kunnen de richting en grootte hiervan voor elke positie t.o.v. de ophoging worden geanalyseerd.

Ter vereenvoudiging, door belastingspreiding zullen naast een ophoging nog (verticale) zettingen in de grondgrond optreden, waarvan de reikwijdte uit de ophoging vaak 1x de dikte van het samendrukbare grondpakket bedraagt. Daarnaast zullen horizontale grondverplaatsingen optreden, waarvan de reikwijdte uit de ophoging vaak 2x dikte van het samendrukbare grondpakket bedraagt.

3.8 Stabiliteitsberekeningen

Dit zal in een vervolgfase uitgewerkt kunnen worden.

De omgeving met sondering DKM122 komt in aanmerking voor een beschouwing.

4. UITVOERING

4.1 Algemeen

Gezien de complexiteit van het werk is een zorgvuldige en deskundige begeleiding noodzakelijk. Er zijn grote ophogingen voorzien in een zettingsgevoelig gebied waardoor mogelijk extra voorzieningen en / of maatregelen te nemen zijn en er kunnen ook beperkingen gelden.

4.2 Zeezand

Voor het bouwrijp maken van terreinen wordt veelvuldig zeezand gebruikt. Uit dit zeezand moet eerst zout worden gespoeld, omdat zout een negatieve invloed heeft op de waterkwaliteit. Nadat deze spoeling heeft plaatsgevonden wordt er een behandelingscertificaat afgegeven.

Zeezand, dat tot 200 mg/kg droge stof is ontzilt, wordt in het kader van het BSB aangemerkt als schone grond. Het opbrengen van ontzilt zeezand kan evenwel Wvo-vergunningsplichtig zijn. Dit is afhankelijk van de hoeveelheid en de eventuele verontreiniging van het oppervlaktewater door lozing van drainagewater of af- en uitspoeling. Zand dat maximaal 35 mg/kg droge stof aan zout bevat, wordt in de praktijk als zoutvrij zand aangemerkt.

4.3 Ophoging en monitoring

Het aanbrengen van alle voorbelastingen (en ophogingen) gelijktijdig heeft de voorkeur. Hiermee wordt voorkomen dat grote zettingsverschillen ontstaan door een verschil in de duur van het voorbelasten en afwijkingen zettingen optreden door gefaseerd voorbelasten / ophogen.

De taluds dienen in de meeste gevallen niet steiler dan 1:3 (verticaal:horizontaal) te worden opgezet, afhankelijk van de hoogte van de ophoging, (later uit te werken).

Eventuele sloten binnen een afstand van circa 10 m uit de teen van het talud dienen bij voorkeur vooraf te worden opgevuld om het risico van stabiliteitsverlies te beperken. Is dit vanwege ruimtegebrek niet mogelijk, dan dienen de bestaande sloten te worden geballast door op de bodem een laag zand met een dikte van circa 0,75 m aan te brengen. Is dit niet mogelijk dan zal een aangepast ophogingschema moeten worden bepaald.

Nieuwe sloten mogen pas worden gegraven nadat de eventuele overhoogte is verwijderd en de wateroverspanningen grotendeels zijn gedissipeerd.

Nogmaals de grondwaterstand in de ophoging dient beheerst te worden zodat de afvoer van water uit de verticale drains ongehinderd kan plaatsvinden.

4.4 Dempden sloten onder de ophoging

Sloten die zich onder de ophoging bevinden dienen bij voorkeur zodanig te worden gedempt dat de homogene situatie van vóór het graven van de sloot zoveel mogelijk wordt hersteld. Afhankelijk van de bodemgesteldheid ter plaatse kan het dempen worden uitgevoerd met zand of droge grond. Door de

sloot met droge grond te dempen wordt bereikt dat de bodemgesteldheid ter plaatse van de sloot zo min mogelijk afwijkt van de rest van het terrein.

Wordt de sloot gedempt met zand dan dient dit sproeiend te worden aangebracht. Slib op de slootbodem wordt hierbij opgesloten, zodat het risico voor zijdelings wegpersen zoveel mogelijk wordt beperkt.

Als alternatief kan de sloot worden droog gezet, het slib worden verwijderd en droog zand of droge grond in lagen van 0,5 m worden aangebracht. Het droogzetten van de sloot kan op de volgende wijzen worden uitgevoerd:

- het slootpeil verlagen en door middel van dammetjes of schotten verdelen in vakken van circa 15 m;
- de sloot vervolgens per vak droogzetten en aanvullen met 'droge' (niet-verknede) grond, die wordt verdicht door aandrukken met de bak van een graafwerktuig.
- Ter beperking van het zettingsverschil wordt aangeraden ter plaatse van de sloot een overhoogte aan te brengen.

4.5 Verticale drainage

Aangeraden wordt kunststof drains met een breedte van 0,1 m categorie III te gebruiken, zie CROW-publicatie 77. Om kortsluiting tussen het freatische water en het diepe grondwater te voorkomen, dient de onderkant van de verticale drains niet dieper dan circa 1 m boven het Pleistocene zand (watervoerend zandpakket) te worden geplaatst. De aangegeven h.o.h.-afstanden van de drains zijn gebaseerd op plaatsing in een driehoekstramien.

4.6 Metingen

Om het zakkingsproces te kunnen volgen wordt aangeraden zakbaken te plaatsen met een onderlinge afstand van 25 m à 50 m. Met de metingen van de zakbaken moeten de relaties zetting – belasting en zetting – tijd kunnen worden bepaald.

In aanvulling hierop kan de stabiliteit van de ophoging worden beoordeeld door op circa 1 m uit de teen in een rechte lijn perkoenpalen te plaatsen, h.o.h.-afstand 10 m en 2 à 3 m diep, en dagelijks te controleren of de palen nog verticaal en in een rechte lijn staan. Een dergelijke controle kan goed door het dagelijks toezicht worden uitgevoerd.

5. ZETTINGSANALYSES ACHTERGROND EN TERMOLOGIE

5.1 Relatie zetting en belasting

Door het aanbrengen van ophogingen zal een zettingsproces op gang worden gebracht. De zettingen worden veroorzaakt door verhogingen van de korrelspanningen. Deze korrelspanningen worden beïnvloed door het aanbrengen of weghalen van ophogingen en veranderingen in de grondwaterstanden. De zettingen treden tijdsafhankelijk op. Enerzijds is sprake van het uitdrijven van water (consolidatie gedurende de hydrodynamische periode), anderzijds treedt kruip op (ook wel secundaire zakking genoemd). De berekende zettingen betreffen theoretische eindzettingen en zullen pas na geruime tijd worden bereikt. Hiervoor is een periode van 30 jaar in acht genomen. Het zettingsproces gedurende de consolidatiefase kan in het algemeen worden versneld door het aanbrengen van drains in de samendrukbare lagen en het eventueel aanbrengen van een tijdelijke overhoogte.

De zettingen zijn berekend met de formule van Koppejan (gecombineerde formule Terzaghi-Buisman), die in grote lijnen als volgt kan worden geschreven:

$$s = d \cdot \left(\frac{1}{C_p} + \frac{\log t}{C_s} \right) \cdot \ln \left(\frac{\sigma'_{v;z} + \Delta\sigma'_{v;z}}{\sigma'_{v;z}} \right)$$

Waarin:

s	= zetting, samendrukking [m]
d	= laagdikte [m]
C_p	= primaire samendrukkingscoëfficiënt
C_s	= secundaire samendrukkingscoëfficiënt
t	= tijd [dagen]; voor 30 jaar: $\log t = \text{circa } 4$
$\sigma'_{v;z}$	= oorspronkelijke verticale korrelspanning [kN/m ²]
$\Delta\sigma'_{v;z}$	= verticale korrelspanningsverhoging [kN/m ²]

De berekeningen zijn kunnen onder andere analytisch worden uitgevoerd en / of met een computerprogramma zoals DSettlement.

Bij de analyses is rekening gehouden met het onder water zakken van de grondlagen, waardoor het effectief gewicht van de ophoging vermindert. De berekeningen geven het verloop van de zetting in de tijd en de zogenaamde eindzettingen, dat wil zeggen de zettingen die over een periode van ca. 30 jaar optreden. De onnauwkeurigheid in de berekende zetting bedraagt circa 30 %.

5.2 Relatie zetting en tijd

Deze relatie wordt vaak het tijd-zettingsverloop genoemd. Het optreden van zettingen is een tijdsafhankelijk proces. In eerste instantie zal een ophoging een wateroverspanning veroorzaken in de samendrukbare lagen. Het hierdoor ontstane potentiaalverschil geeft een grondwaterstroming,

waardoor de wateroverspanning geleidelijk afneemt en de korrelspanning toeneemt, hetgeen zetting veroorzaakt. De tijdsduur van dit proces wordt de hydrodynamische periode genoemd. De lengte van deze periode (t_e) is afhankelijk van de laagdikte, de doorlatendheid van de samendrukbare lagen en de afstromingsmogelijkheden van het uit te persen water. De hydrodynamische periode is met de volgende formule berekend:

$$t_e = \frac{T \cdot (a \cdot d)^2}{c_v}$$

Waarin:

t_e = hydrodynamische periode [s]

d = laagdikte samendrukbaar pakket [m]

c_v = consolidatiecoëfficiënt [m^2/s]

T = tijdfactor; praktisch einde van de consolidatie bij $T=2$

a = constante; bij tweezijdige afstroming $a = 0,5$; bij eenzijdige afstroming $a = 1$

Het verband tussen de consolidatiegraad U en de tijdfactor T is benaderd volgens:

$$U_v(\Delta t) = \sqrt[6]{\frac{T^3}{0,5 + T^3}}$$

Waarin:

$U_v(\Delta t)$ = consolidatiegraad na tijdsduur Δt bij alleen verticale afstroming

De zetting die in de hydrodynamische periode optreedt bestaat deels uit primaire en deels uit secundaire zetting. Na het verstrijken van de hydrodynamische periode treden alleen nog secundaire zettingen op. In geval van een dik pakket slappe lagen bepaalt de lengte van de hydrodynamische periode in belangrijke mate de grootte van de restzettingen na ingebruikname.

Bij toepassing van verticale drainage is de consolidatietijd berekend met de formule van Barron/Kjellman.

Voor de gecombineerde werking van verticale en horizontale consolidatie is gebruik gemaakt van de formule van Carillo:

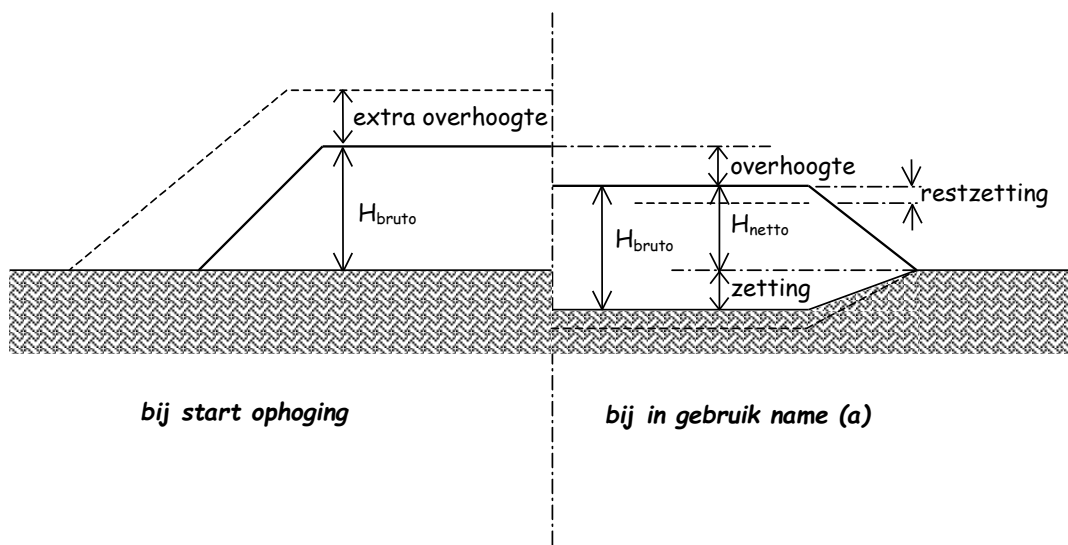
5.3 Literatuuroverzicht

- *Construeren met grond*, CUR rapport 162, CUR Gouda, 1992, ISBN 90-376-0024-7
- *Verticale drainage*, CROW rapport 77, CROW Ede, 1993, ISBN 90-6628-163-4
- *Betrouwbaarheid van zettingsprognoses*, CROW publicatie 204, CROW Ede, 2004, ISBN 90-6628-430-7

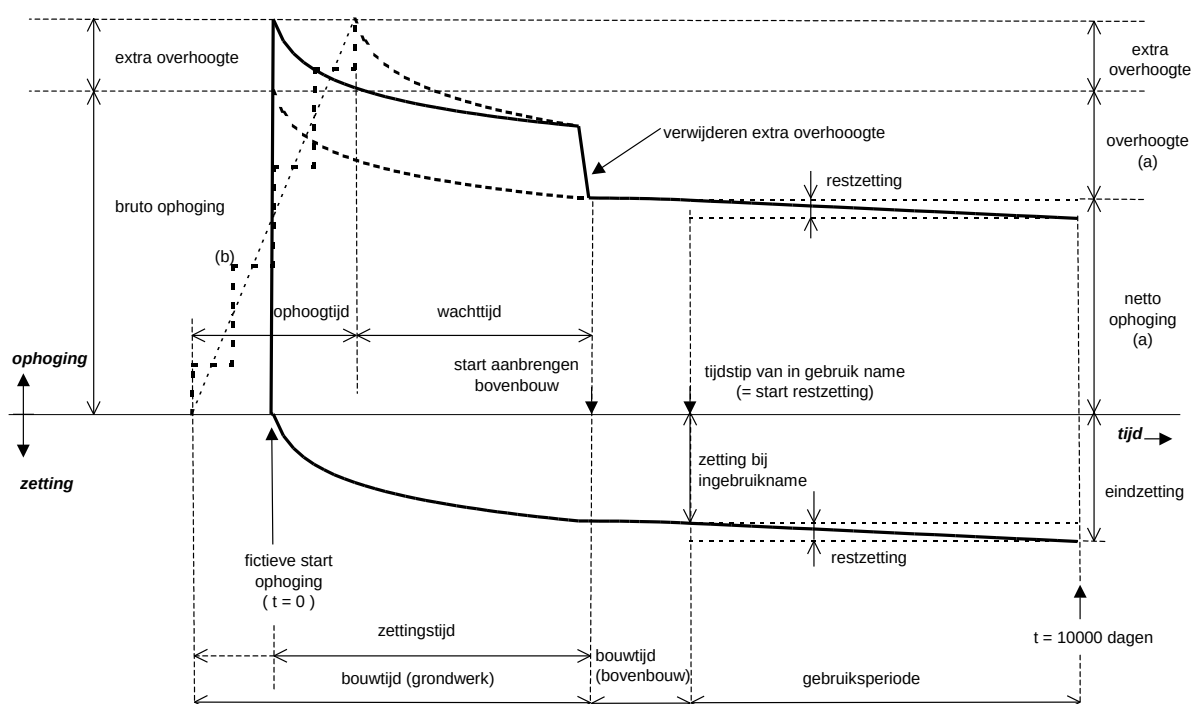
5.4 Lijst van begrippen en definities

Begrip	Omschrijving
ophoging	Gedeelte van de grondconstructie dat boven het oorspronkelijk maaiveld uitsteekt.
netto ophoging	Gedeelte van de grondconstructie dat na een arbitrair gekozen periode van 10000 dagen boven het oorspronkelijk maaiveld uitsteekt.
bruto ophoging	Totale hoogte van de aangebrachte grondconstructie. bruto ophoging = netto ophoging + overhoogte
overhoogte	Zandlaagdikte (hoeveelheid grond) die wordt aangebracht met het doel na zetting van de ondergrond de gewenste hoogte van de constructie te bereiken.
extra overhoogte	Extra zandlaagdikte (hoeveelheid grond) die tijdelijk wordt aangebracht om zetting van het grondlichaam te bespoedigen.
fictieve start ophoging	Tijdstip waarop een gefaseerde ophoging geacht wordt in zijn geheel aanwezig te zijn. Dit begrip wordt gebruikt indien in de berekening een gefaseerde ophoging wordt geschematiseerd tot een eenmalige ophoging van dezelfde grootte. Dit tijdstip wordt aangeduid met $t = 0$ en wordt, bij een gelijkmatige ophoogsnelheid, doorgaans halverwege de ophooftijd genomen; soms wordt 2/3 aangehouden.
zetting	Geleidelijk en min of meer gelijkmatig afnemen van de hoogteligging van het maaiveld of de cunetbodem waarop de constructie is aangelegd.
eindzetting	Zetting na een arbitrair gekozen periode van 10000 dagen (= circa 27 jaar) vanaf start ophoging. Soms wordt aangehouden: 10, 50 of 100 jaar.
restzetting	Zetting die zich voordoet in een bepaalde periode vanaf de oplevering van de bovenbouw (verharding/spoorstaven).
zettingsverschil	Verschil in zetting van twee locaties.
achtergrondzetting of autonome zetting	Zetting ten gevolge van inklinking in polders door polderpeilverlaging, voortgaande zetting door vroegere ophogingen, gas- en zoutwinning en dergelijke.
bouwtijd (grondwerk)	Tijdsduur vanaf begin ophoging tot begin aanbrengen verharding of spoorstaven.
bouwtijd (bovenbouw)	Tijdsduur benodigd voor het aanbrengen van de verharding of de spoorstaven.
ophooftijd	Tijdsduur vanaf begin ophoging tot tijdstip waarop bruto ophoging geheel aanwezig is.
Zettingstijd/ wachttijd	Tijdsduur die voor de slappe lagen beschikbaar is om te zetten (consolideren) onder het gewicht van de ophoging, voordat de verharding of bovenbouw wordt aangebracht (einde bouwtijd grondwerk).

Zie ook onderstaande figuren, overgenomen uit CROW publicatie 204.



Figuur 5.1: Toelichting terminologie in schematisch dwarsprofiel



Figuur 5.2: Toelichting terminologie in ophoging - zetting - tijd - diagram

- (a) hier aangegeven: overhoogte is zetting bij ingebruikname; andere definitie is: overhoogte is eindzetting;
- (b) de stippellijn geeft het theoretisch verloop van de ophoging weer; in werkelijkheid treedt tijdens de ophoofasen ook al zetting op.

BIJLAGEN

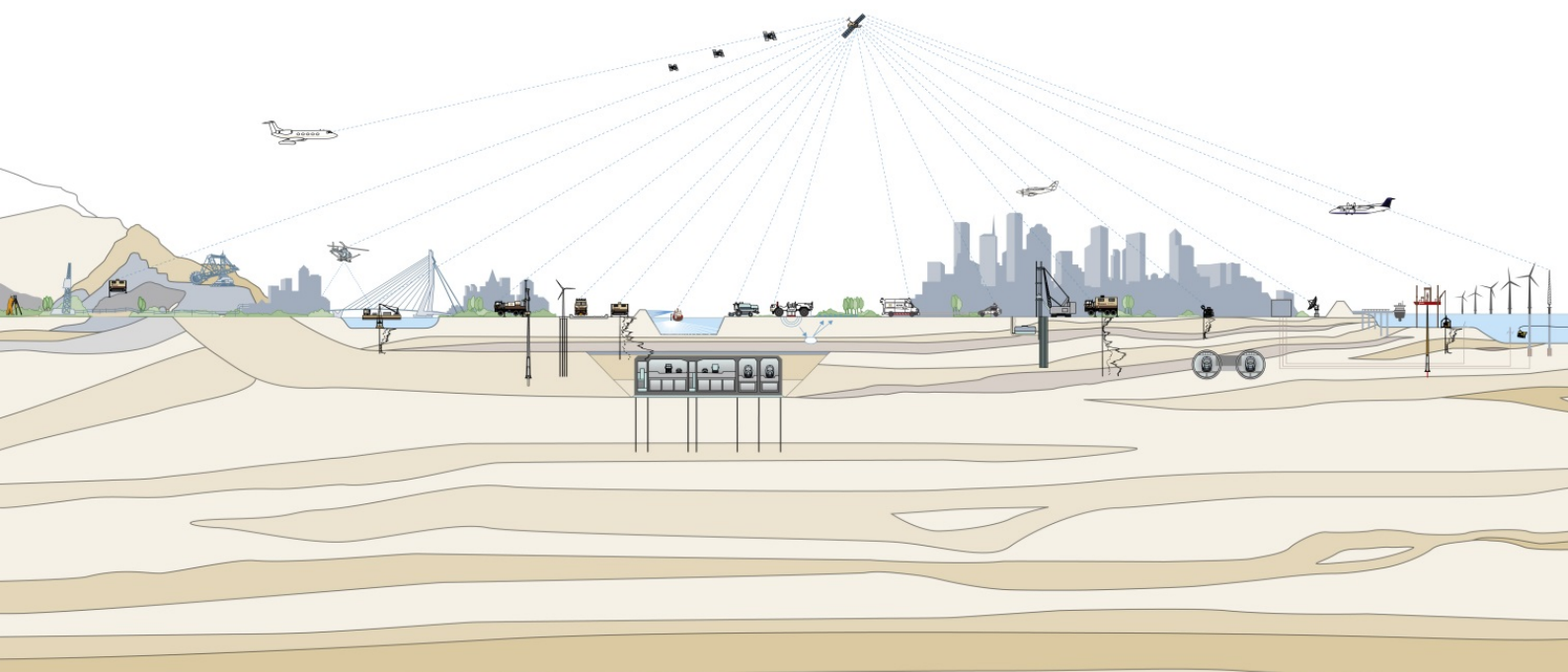
- A. GEOTECHNISCH ONDERZOEK**
- A.1 Rapportage Geotechnisch veldwerk

**Geotechnisch onderzoek
Tuindershof Noord**

Document Nr.: 9017-1705-000

Versie: 1.0

Datum: 26 januari 2018



Opdrachtgever Gemeente Pijnacker-Nootdorp
 Afdeling R.O.B.
 Postbus 1
 2640 AA PIJNACKER

Opdrachtnemer Fugro NL Land B.V.
 Dillenburgsingel 69
 2263 HW Leidschendam
 T 070 31 70700

Projectleider ing. J.S.J. Misker

Versiebeheer

1.0	Initiële versie	UGU	RUV	JSM	26-01-2018
Rev	Omschrijving	Opgesteld	Gecontroleerd	Goedgekeurd	Datum

INHOUDSOPGAVE

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

RAPPORTAGE OVERZICHT

Projectomschrijving: Tuindershof Noord
Projectnummer: 9017-1705-000

Naam	RD Coördinaten (m)		Hoogte (m)	Grondwater- stand (m)	Opmerking
	X	Y	t.o.v. NAP	t.o.v. NAP	
DKM101	89436.5	447416.0	-2.11		
DKM102	89391.8	447399.3	-2.13		
DKM103	89328.7	447377.3	-1.96		
DKM104	89267.1	447355.3	-2.07		
DKM105	89228.5	447341.0	-1.85		
DKM106	89166.5	447317.0	-1.72	-2.52	
DKM107	89135.7	447272.7	-1.91	-3.11	
DKM108	89086.7	447224.4	-1.59	-2.69	
DKM109	89059.9	447171.4	-1.53	-1.93	
DKM110	89150.3	447158.7	-1.66		
DKM111	89256.8	447073.0	-2.16		
DKM112	89255.0	447003.3	-2.20		
DKM113	89205.6	446976.6	-2.16		
DKM114	89295.7	446961.3	-2.19		
DKM115	89270.7	446924.3	-2.12	-3.52	
DKM116	89303.2	446879.9	-1.99	-3.49	
DKM117	89329.4	446871.3	-2.24	-3.04	
DKM118	89324.2	447069.7	-2.03		
DKM119	89371.8	447085.3	-2.46		
DKM120	89428.5	447106.7	-2.44		
DKM121	89487.0	447126.6	-2.50		
DKM122	89523.1	447139.0	-2.73		
DKM123	89493.9	447205.7	-2.17		
DKM124	89461.5	447197.6	-2.09		
DKM125	89401.9	447175.4	-2.18		
DKM126	89298.5	447138.2	-2.26		
DKM127	89275.4	447205.8	-1.75	-1.85	
DKM128	89322.4	447224.8	-1.71		Onderzoekslocatie verplaatst i.o.m. projectleider
DKM129	89261.4	447249.0	-1.87		
DKM130	89241.9	447300.7	-1.57		
DKM131	89285.1	447319.6	-1.99		
DKM132	89343.8	447340.2	-1.96		
DKM133	89405.7	447361.6	-2.14		
DKM134	89445.4	447375.0	-1.88		
HB1	89391.8	447399.5	-2.16	-3.36	
HB2	89059.2	447171.3	-1.53	-3.43	
HB3	89461.3	447197.4	-2.08	-2.28	
HB4	89295.8	446961.0	-2.21	-3.61	
Kruin weg 1	89004.2	447261.4	-1.27		
Kruin weg 2	89522.7	447217.2	-2.24		

RAPPORTAGE OVERZICHT

Projectomschrijving: Tuindershof Noord
Projectnummer: 9017-1705-000

Naam	RD Coördinaten (m)		Hoogte (m)	Grondwater- stand (m)	Opmerking
	X	Y	t.o.v. NAP	t.o.v. NAP	
Kruin weg 3	89460.4	447423.3	-1.68		
Kruin weg 4	89551.9	447135.9	-2.62		
Waterpeil 1 d.d.24-01-2018	89227.8	447343.6	-2.69		
Waterpeil 2 d.d.24-01-2018	89312.6	446973.5	-3.14		



Fugro Kantoor Leidschendam Veurse Achterweg 10 2264 SG Leidschendam			Tel: 070 - 3 111 333 Fax: 070 - 3 277 091 www.fugro.nl				Revisie
					Schaal 1 : 1000		Formaat A1 841x594
SITUATIE							
TUINDERSHOF NOORD							
Getekend UGU	Datum 26-01-2018	Status DEFINITIEF	Projectnummer 9017-1705-000		Bijlage 1		

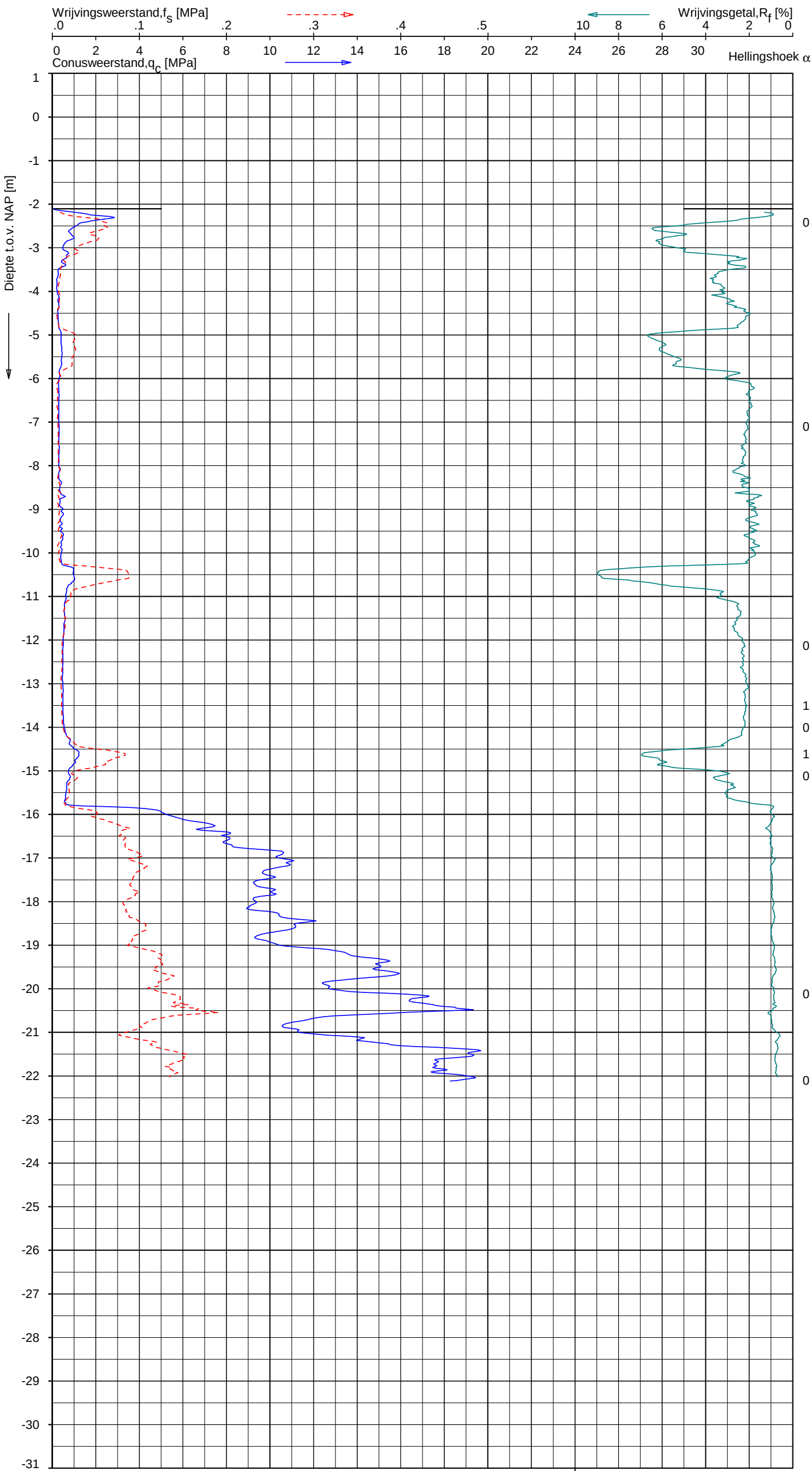
U:\gevoelst\Fugro\Kantoor Leidschendam\9017-1705-000\9017-1705-0001_Tuindershof Noord.dwg

UNIPLOT 05.34.nl / QcFClass-R3.cmd / 2018-01-29 09:46:43

9017-1705-000

DKM101 - 1

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



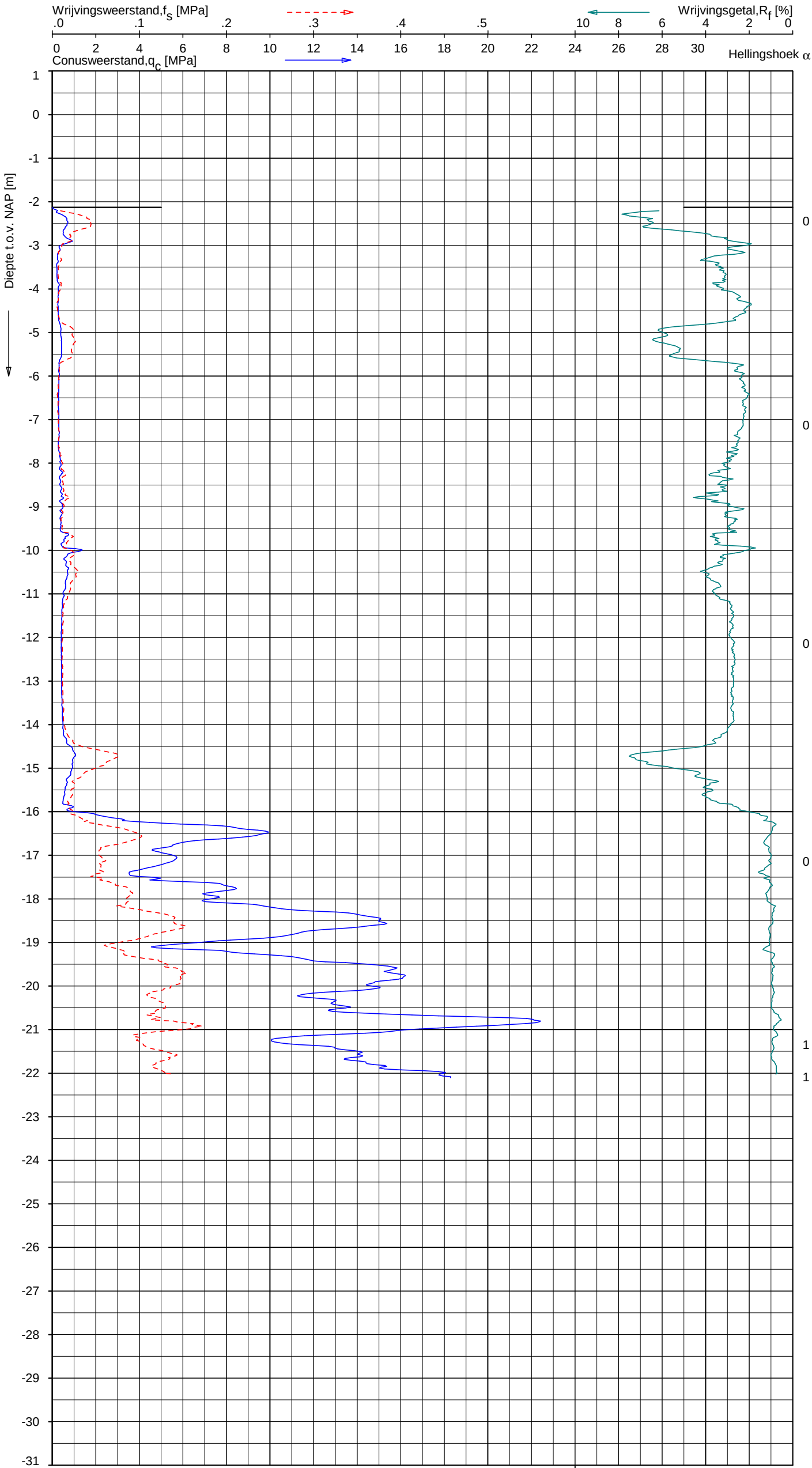
Opg.: GEV/ d.d. 22-jan-2018 Coord.: X= 89436.5 m Y= 447416.0 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -2.11 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM101

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

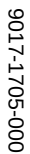


Opg.: GEV/ d.d. 22-jan-2018 Coord.: X= 89391.8 m Y= 447399.3 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -2.13 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

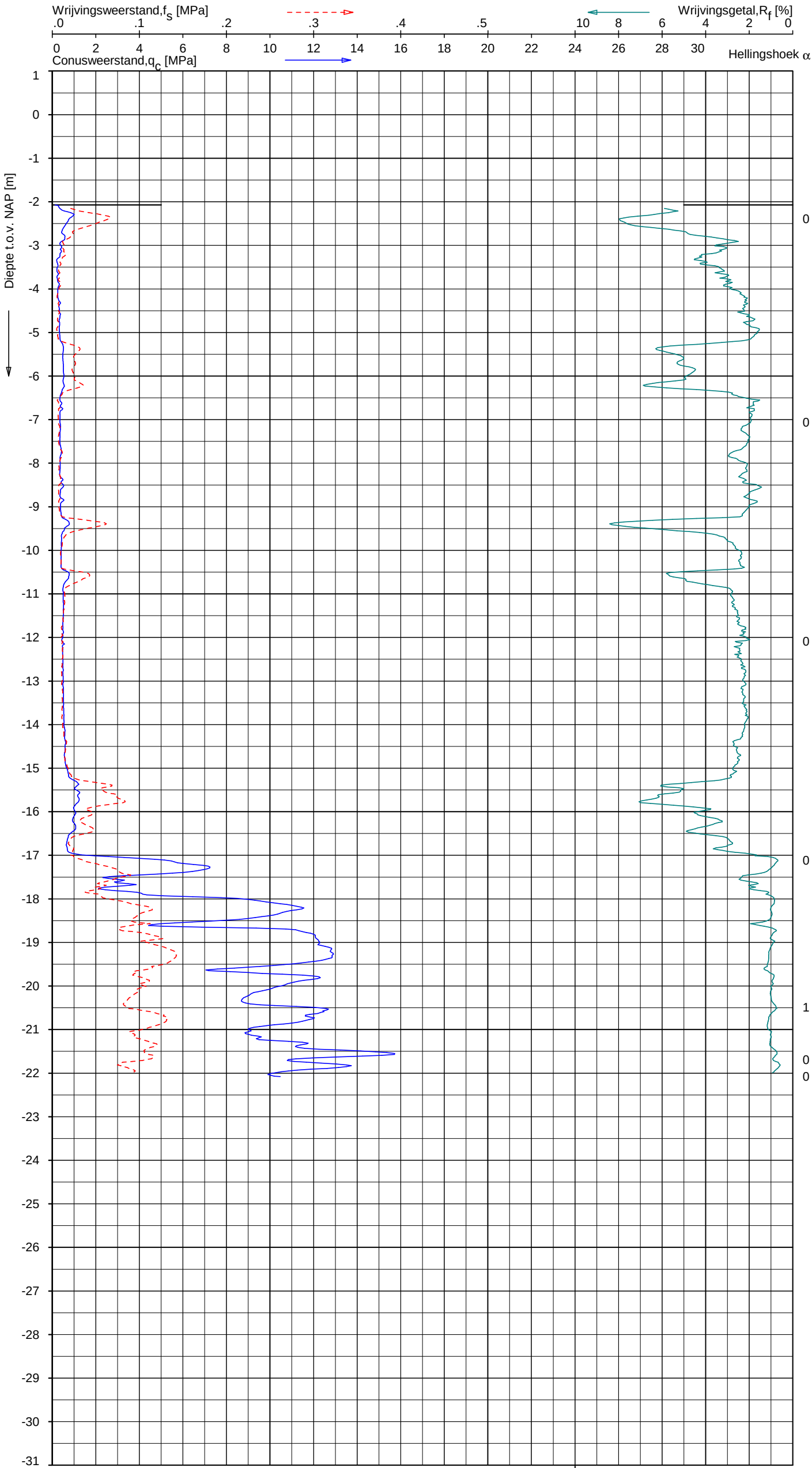
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM102

[illegible]

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



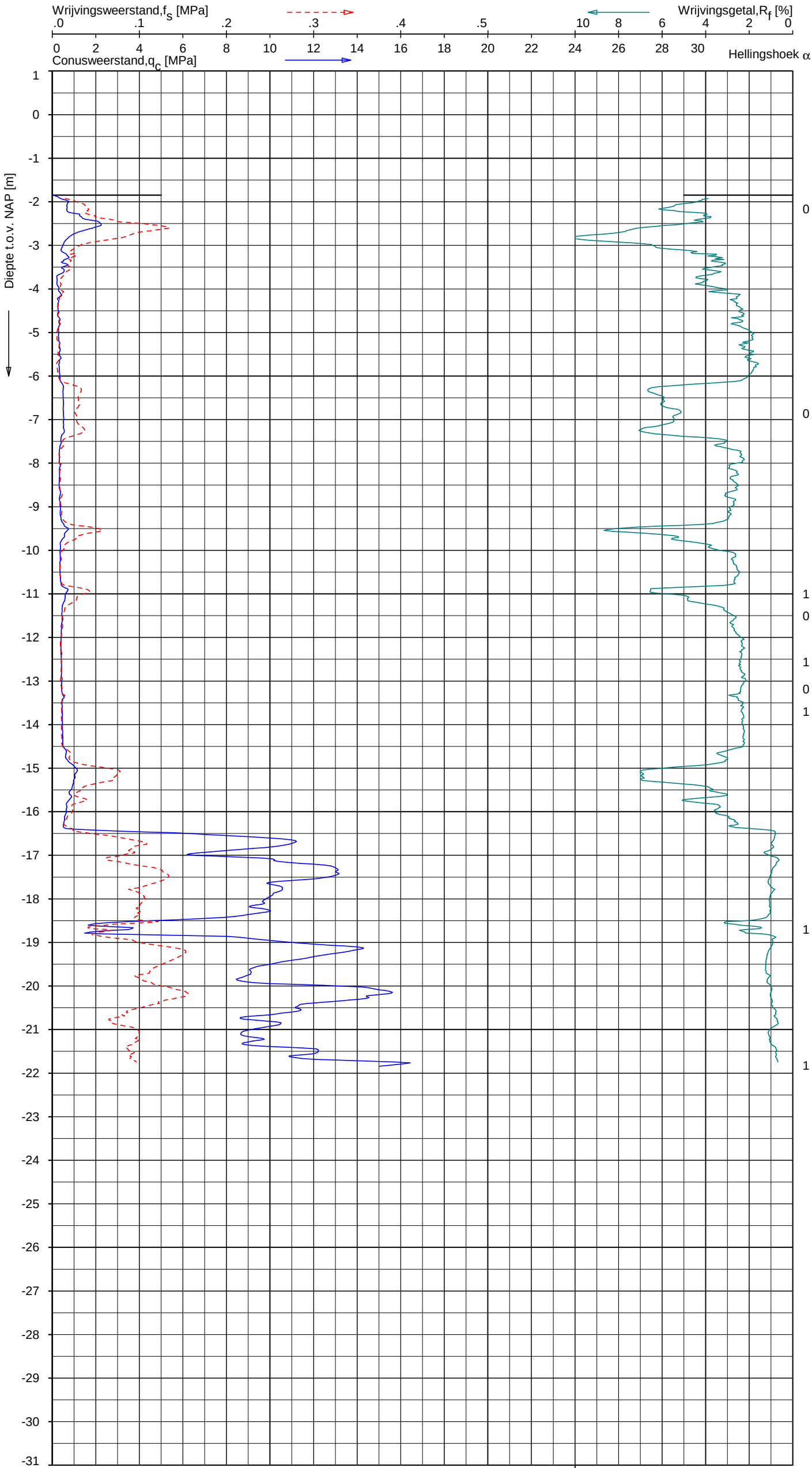
Opg.: GEV/ d.d. 22-jan-2018 Coord.: X= 89267.1 m Y= 447355.3 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -2.07 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM104

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

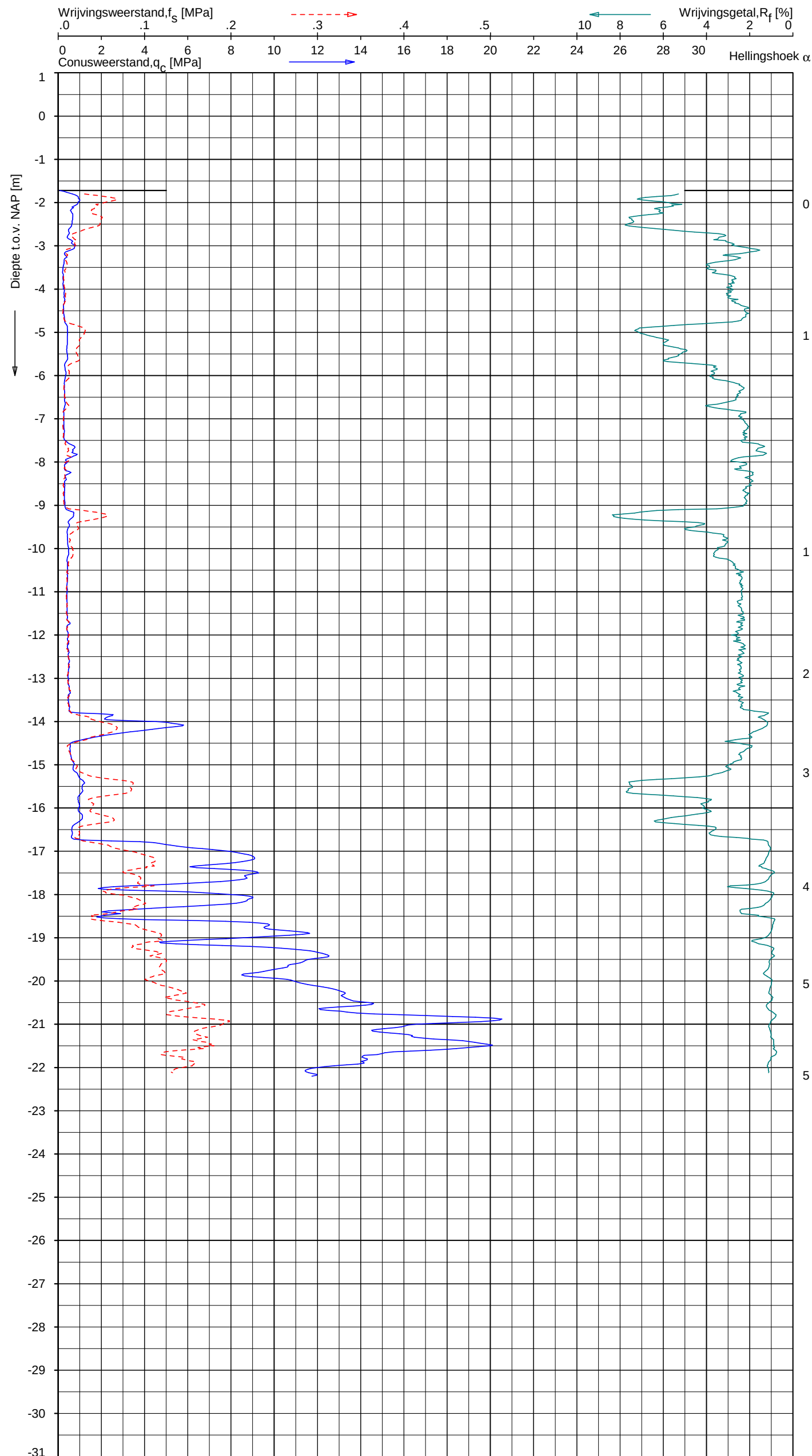


Opg.: GEV/ d.d. 24-jan-2018 Coord.: X= 89228.5 m Y= 447341.0 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -1.85 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM105



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

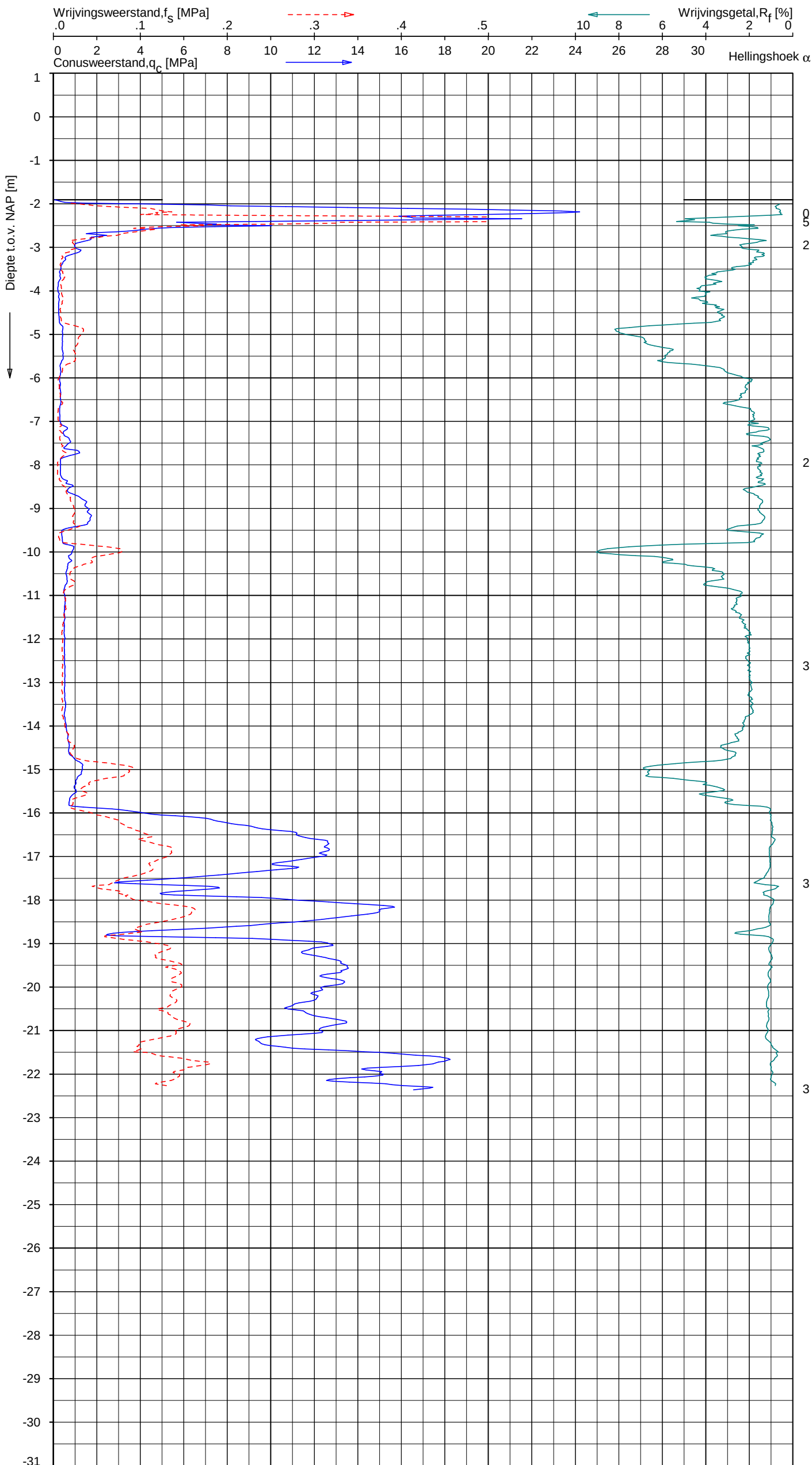


Opg.: JSL d.d. 24-jan-2018 Coord.: X= 89166.5 m Y= 447317.0 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -1.72 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2809 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM106



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



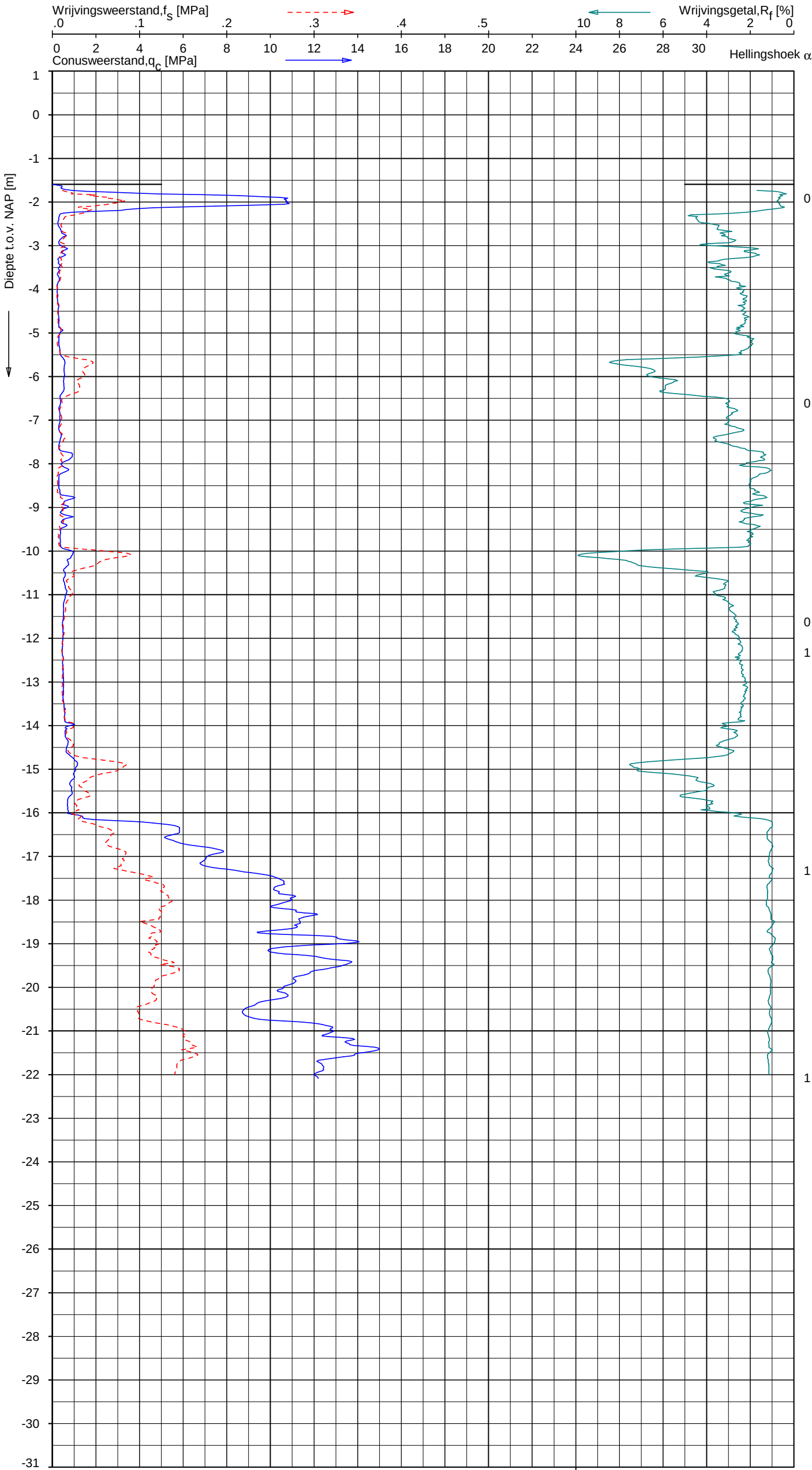
Opg.: JSL d.d. 24-jan-2018 Coord.: X= 89135.7 m Y= 447272.7 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -1.91 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2809 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_C = 1510 mm²; A_S = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM107

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

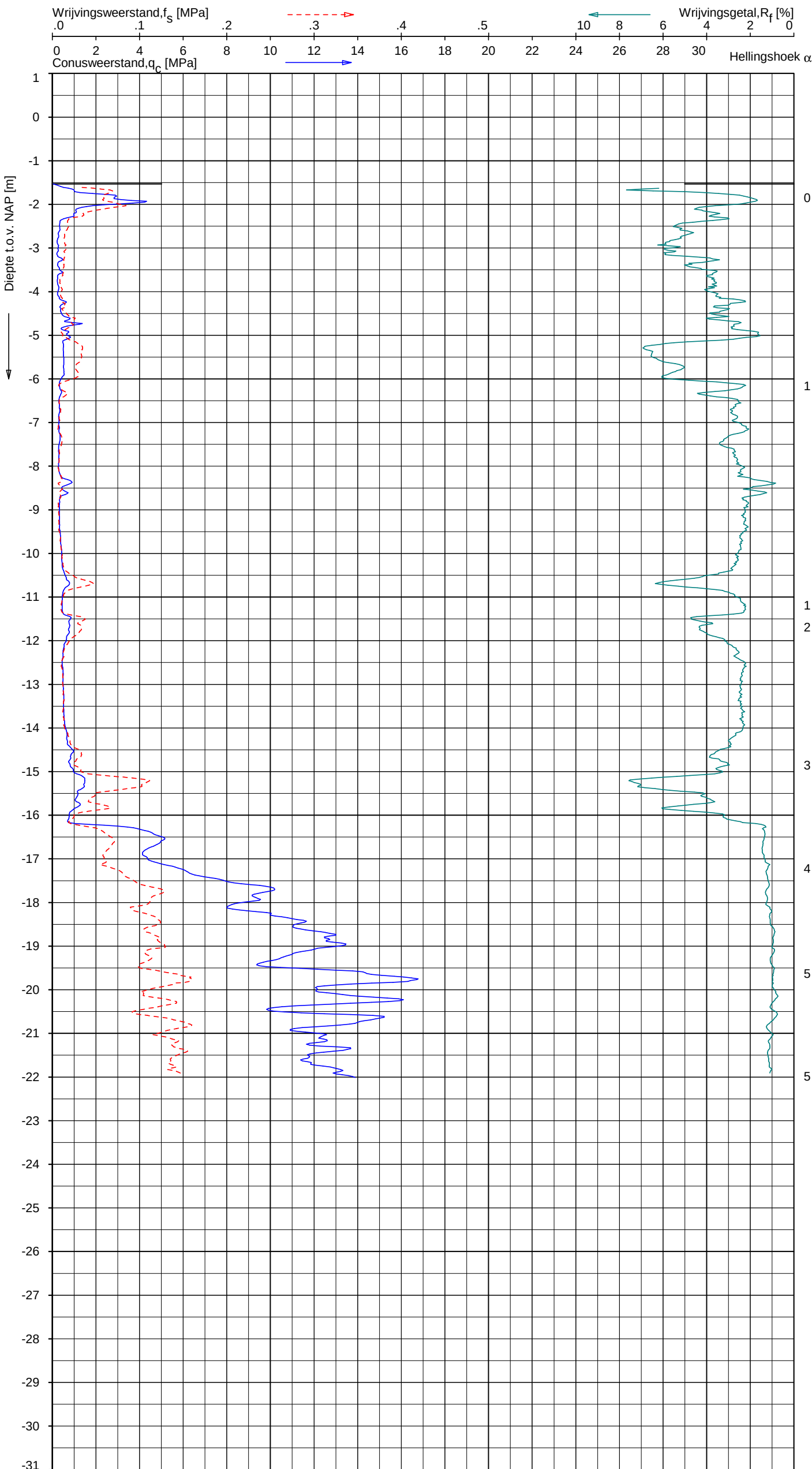


Opg.: JSL d.d. 24-jan-2018 Coord.: X= 89086.7 m Y= 447224.4 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -1.59 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2809 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM108



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



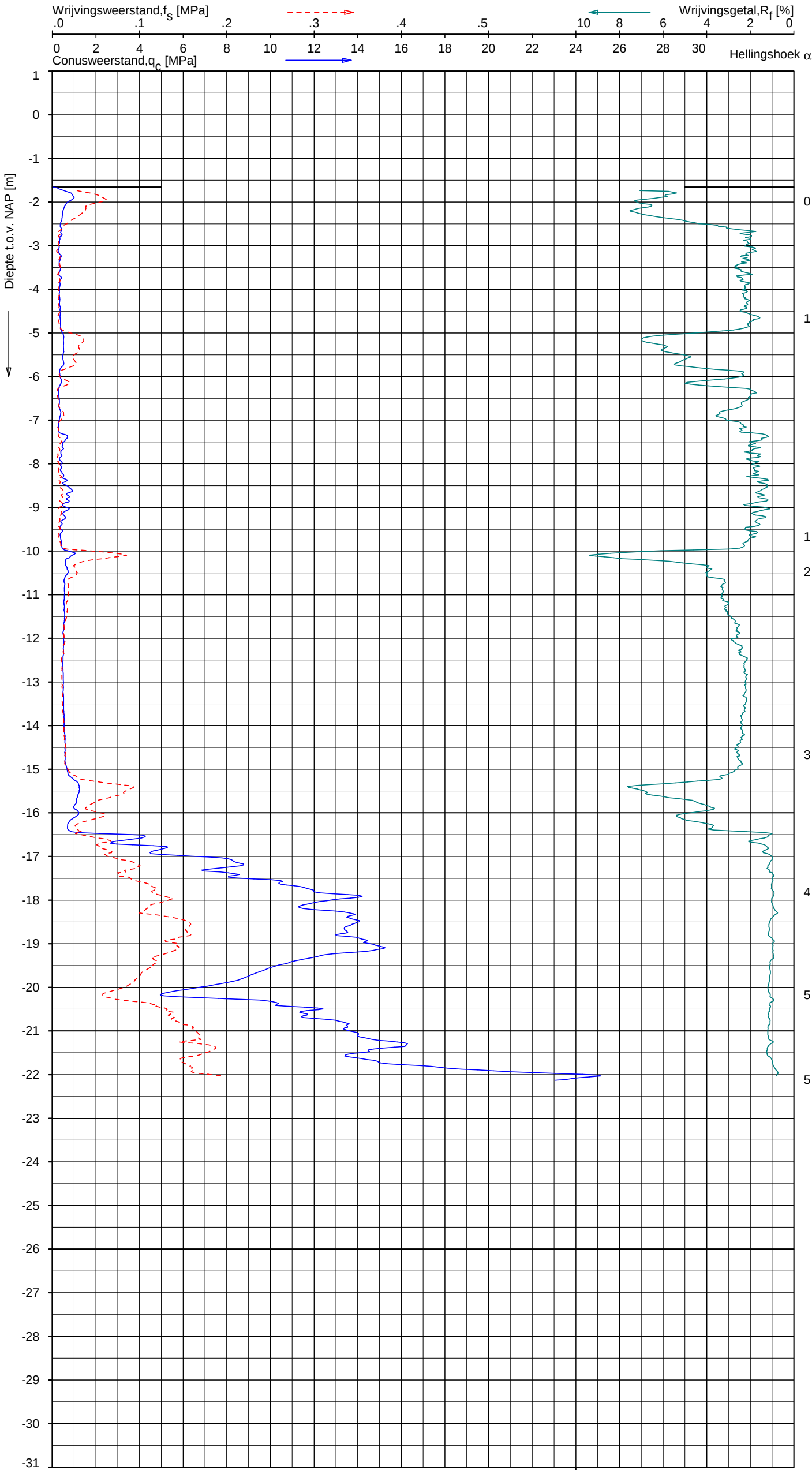
Opg.: JSL d.d. 23-jan-2018 Coord.: X= 89059.9 m Y= 447171.4 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: G.BOSCH d.d. 29-jan-2018 MV = NAP -1.53 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2809 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_C = 1510 mm²; A_S = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM109

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



Opg.: JSL d.d. 23-jan-2018 Coord.: X= 89150.3 m Y= 447158.7 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -1.66 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2809 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

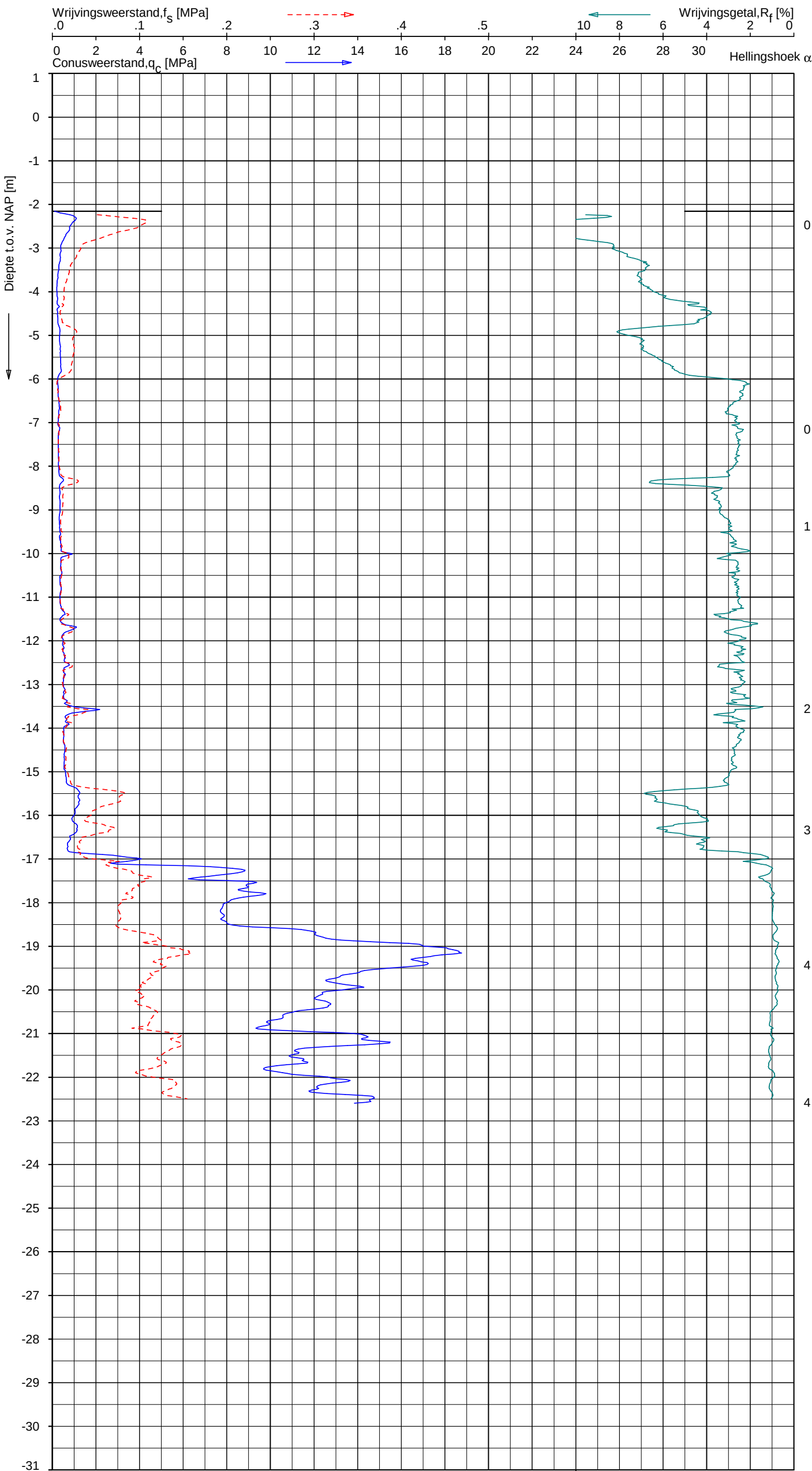
TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM110

UNIPLOT 05.34.nl / QcFClass-R3.cmd / 2018-01-29 09:47:09

9017-1705-000

DKM111 - 1



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

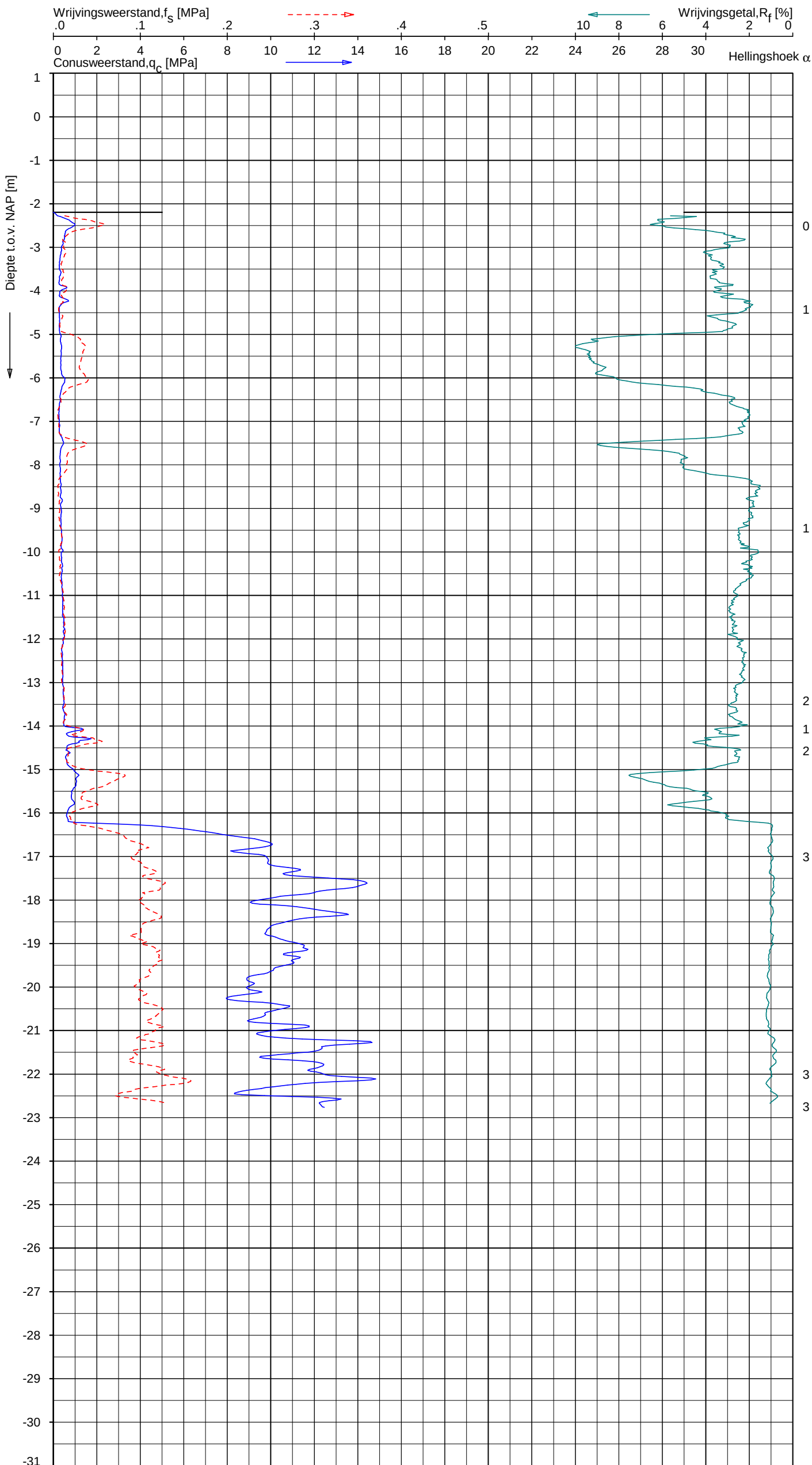


Opg.: JSL d.d. 24-jan-2018 Coord.: X= 89256.8 m Y= 447073.0 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -2.16 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2809 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_C = 1510 mm²; A_S = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM111



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

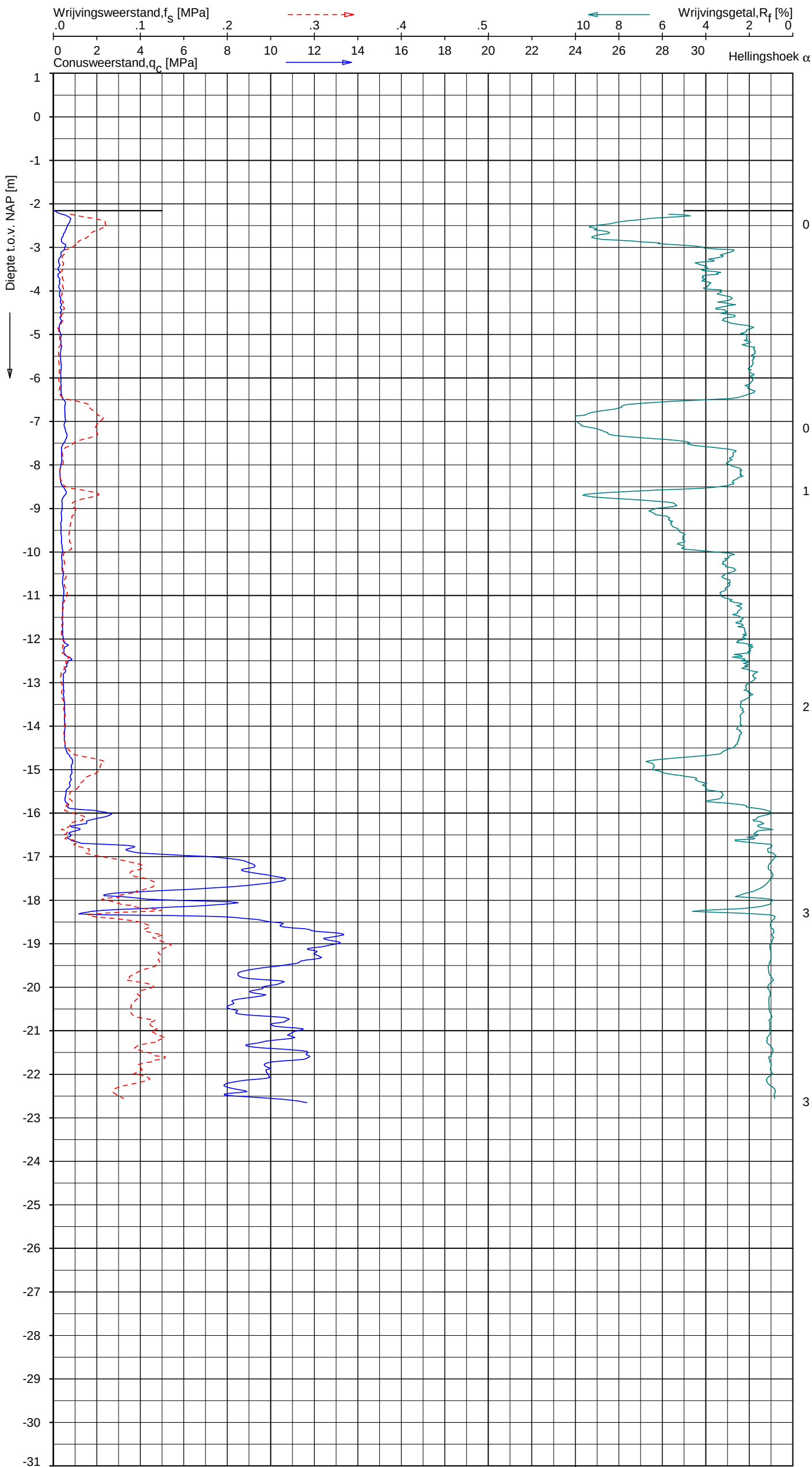


Opg.: JSL d.d. 23-jan-2018 Coord.: X= 89255.0 m Y= 447003.3 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -2.20 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2809 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM112



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



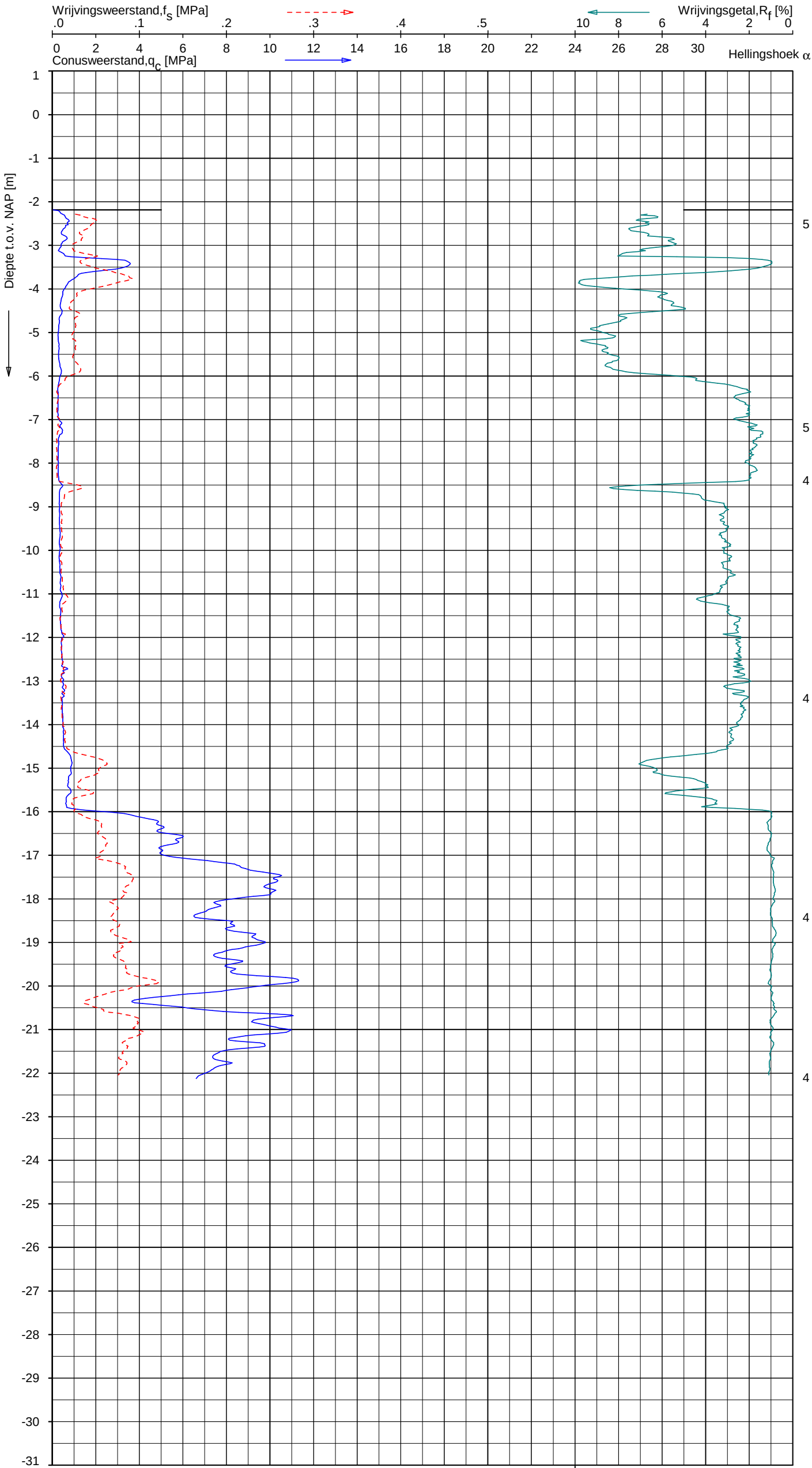
Opg.: JSL d.d. 23-jan-2018 Coord.: X= 89205.6 m Y= 446976.6 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -2.16 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2809 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM113

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

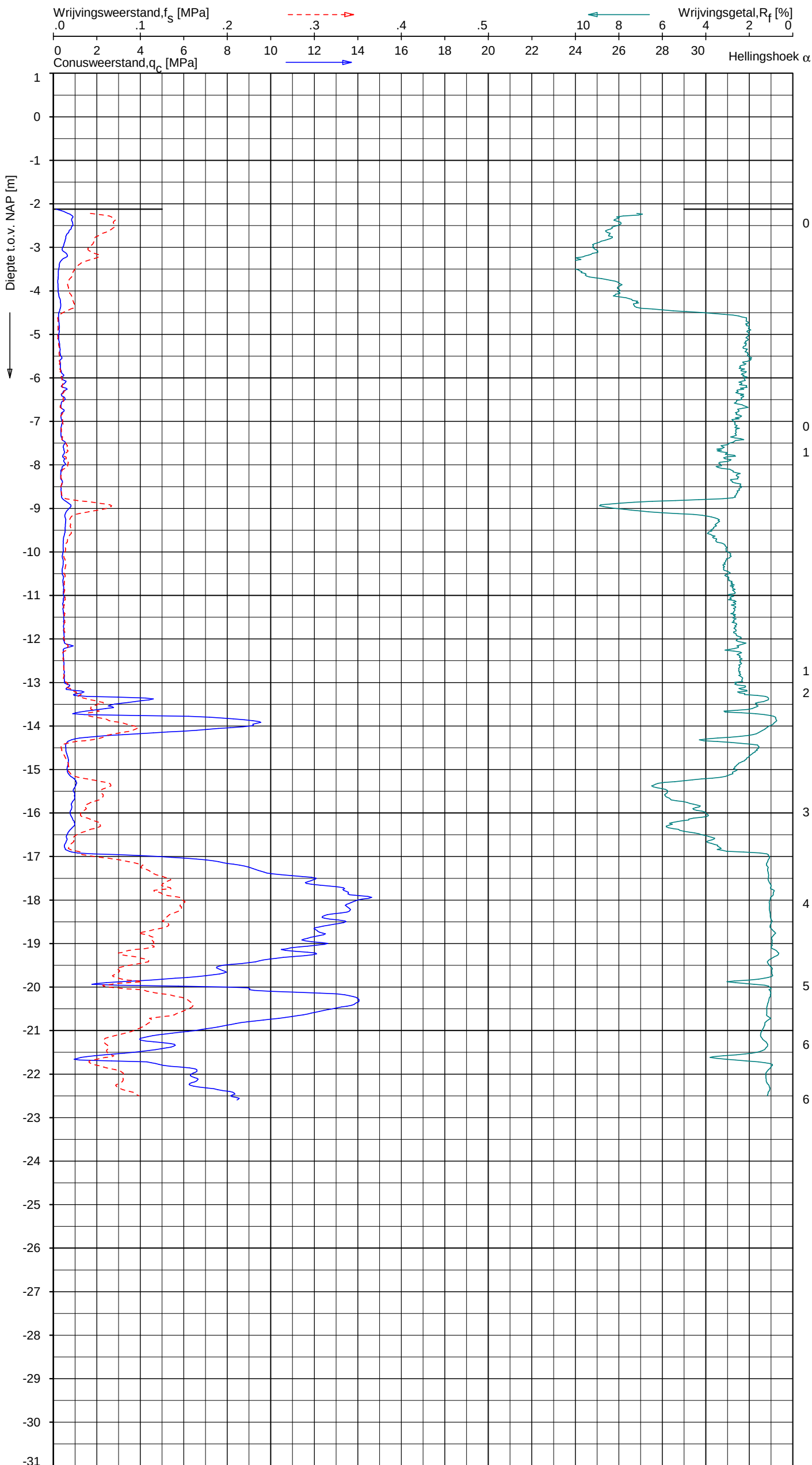


Opg.: JSL d.d. 24-jan-2018 Coord.: X= 89295.7 m Y= 446961.3 m Systeem: RD
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -2.19 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2809
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conus type: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM114



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

	VEEN
	VEEN, organisch materiaal
	VEEN, organisch materiaal
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
0	KLEI, zwak siltig tot siltig
1	KLEI, zwak siltig tot siltig
	VEEN
	KLEI, zwak siltig tot siltig
1	KLEI, zwak siltig tot siltig
2	ZAND, zwak siltig tot siltig
	KLEI, zwak siltig tot siltig
	VEEN
3	KLEI, zwak siltig tot siltig
	VEEN
	KLEI, zwak siltig tot siltig
4	ZAND, zwak siltig tot siltig
5	ZAND, zwak siltig tot siltig
6	ZAND, siltig tot LEEM
6	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig

Opg.: JSL d.d. 23-jan-2018 Coord.: X= 89270.7 m Y= 446924.3 m Systeem: RD
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -2.12 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2809
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

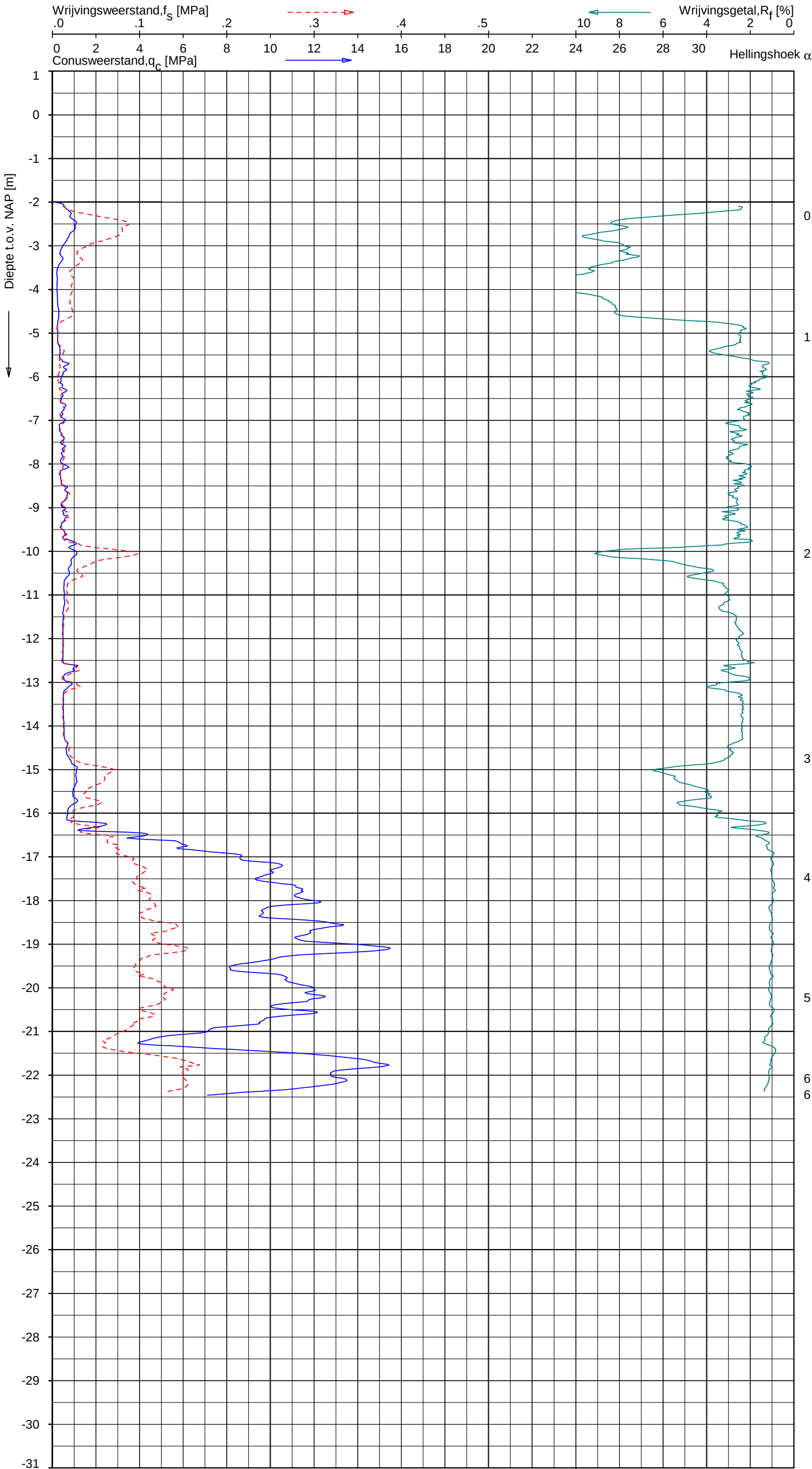
TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM115

UNIPLOT 05.34.nl / QcFClass-R3.cmd / 2018-01-29 09:47:21

9017-1705-000

DKM116 - 1



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

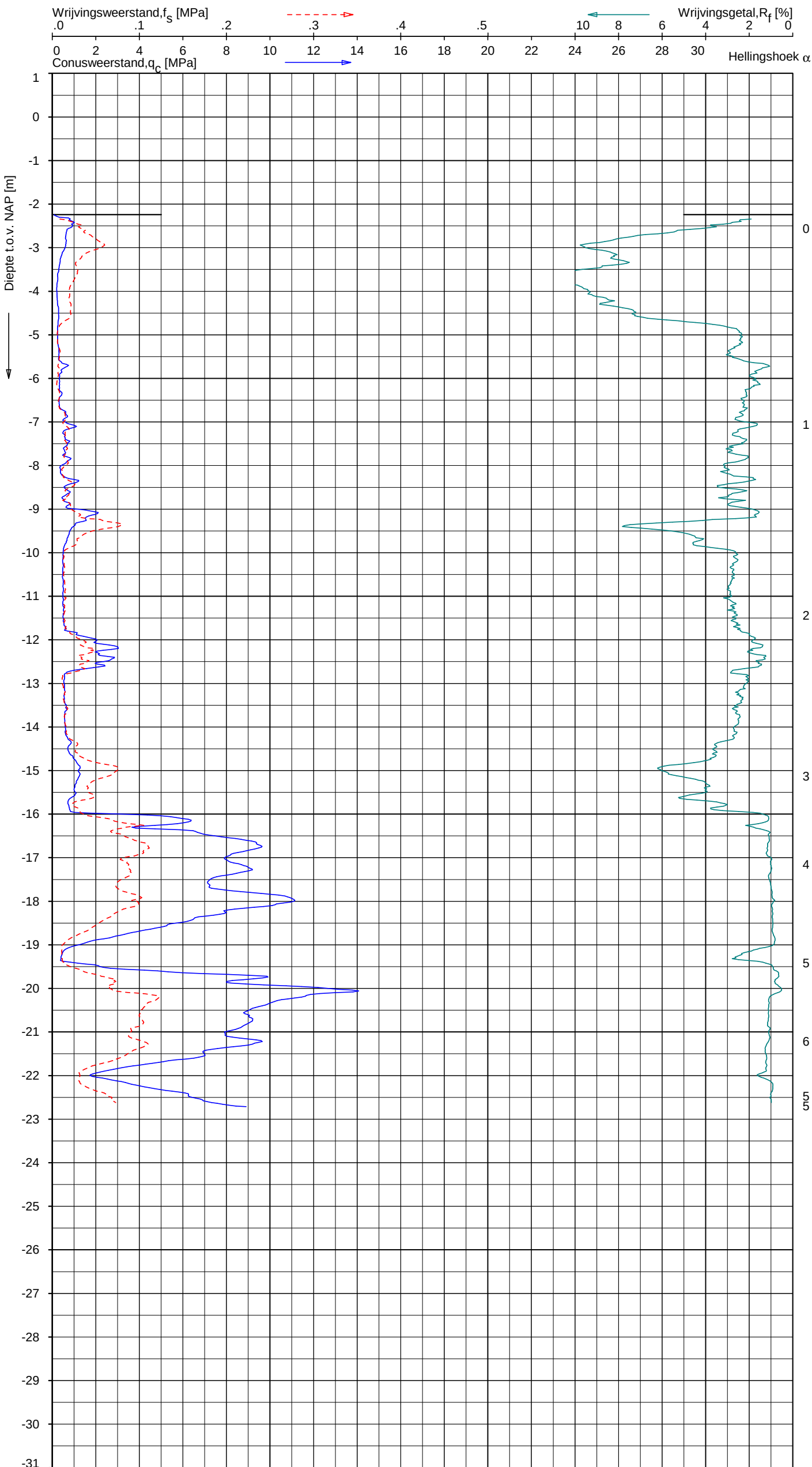


Opg.: JSL d.d. 23-jan-2018 Coord.: X= 89303.2 m Y= 446879.9 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: G.BOSCH d.d. 29-jan-2018 MV = NAP -1.99 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2809 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM116



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

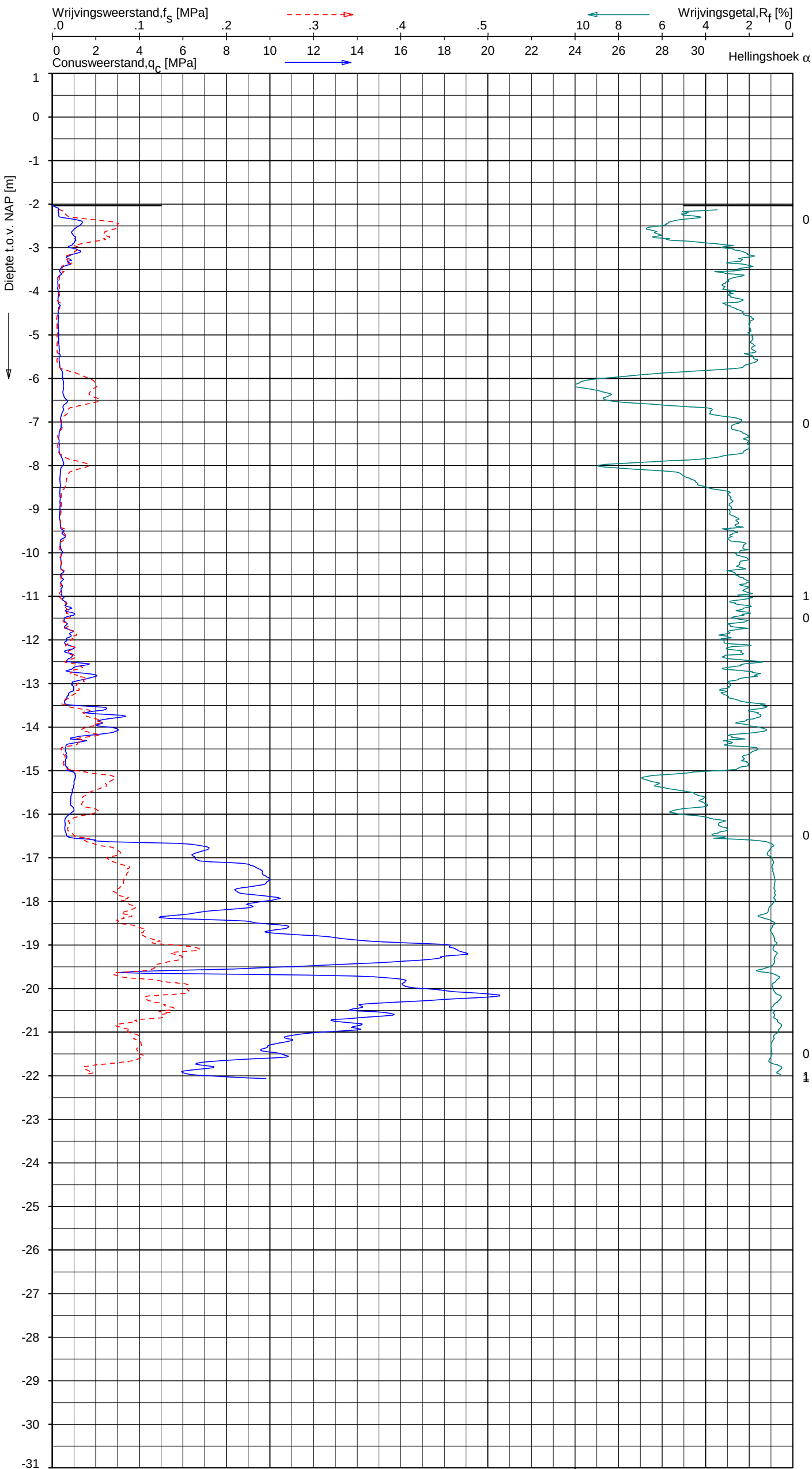


Opg.: JSL d.d. 23-jan-2018 Coord.: X= 89329.4 m Y= 446871.3 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -2.24 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2809 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

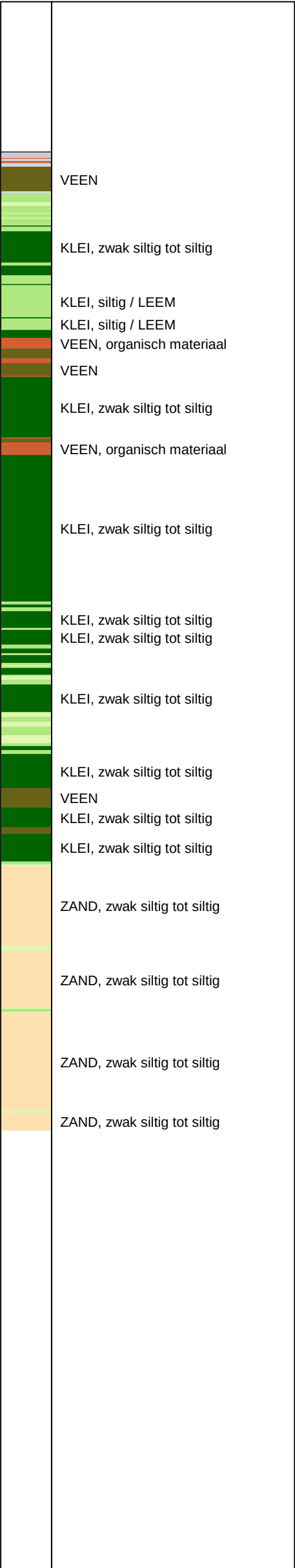
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM117



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

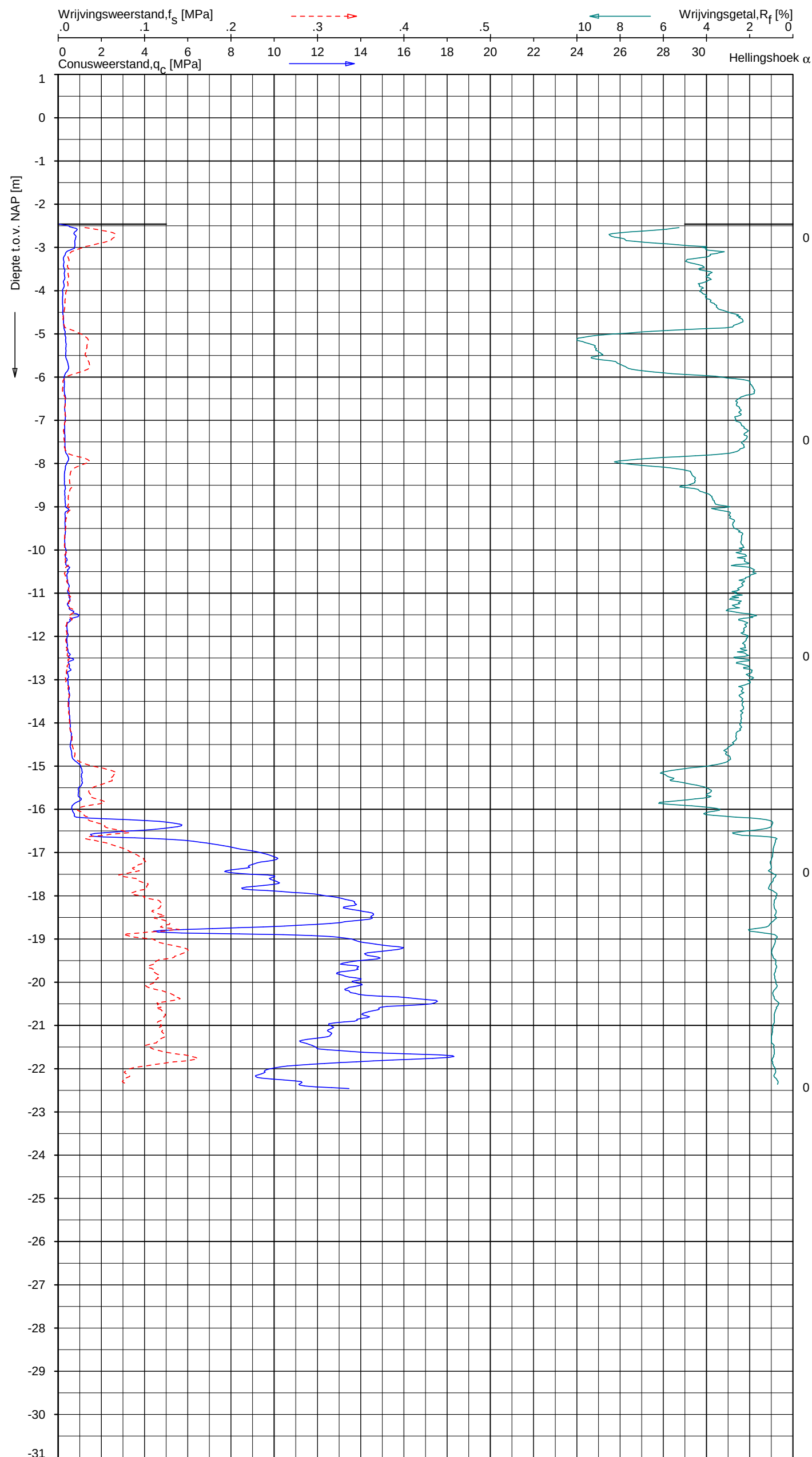


Opg.: GEV/ d.d. 23-jan-2018 Coord.: X= 89324.2 m Y= 447069.7 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -2.03 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_C = 1510 mm²; A_S = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM118



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



Opg.: GEV/ d.d. 23-jan-2018 Coord.: X= 89371.8m Y= 447085.3m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -2.46 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

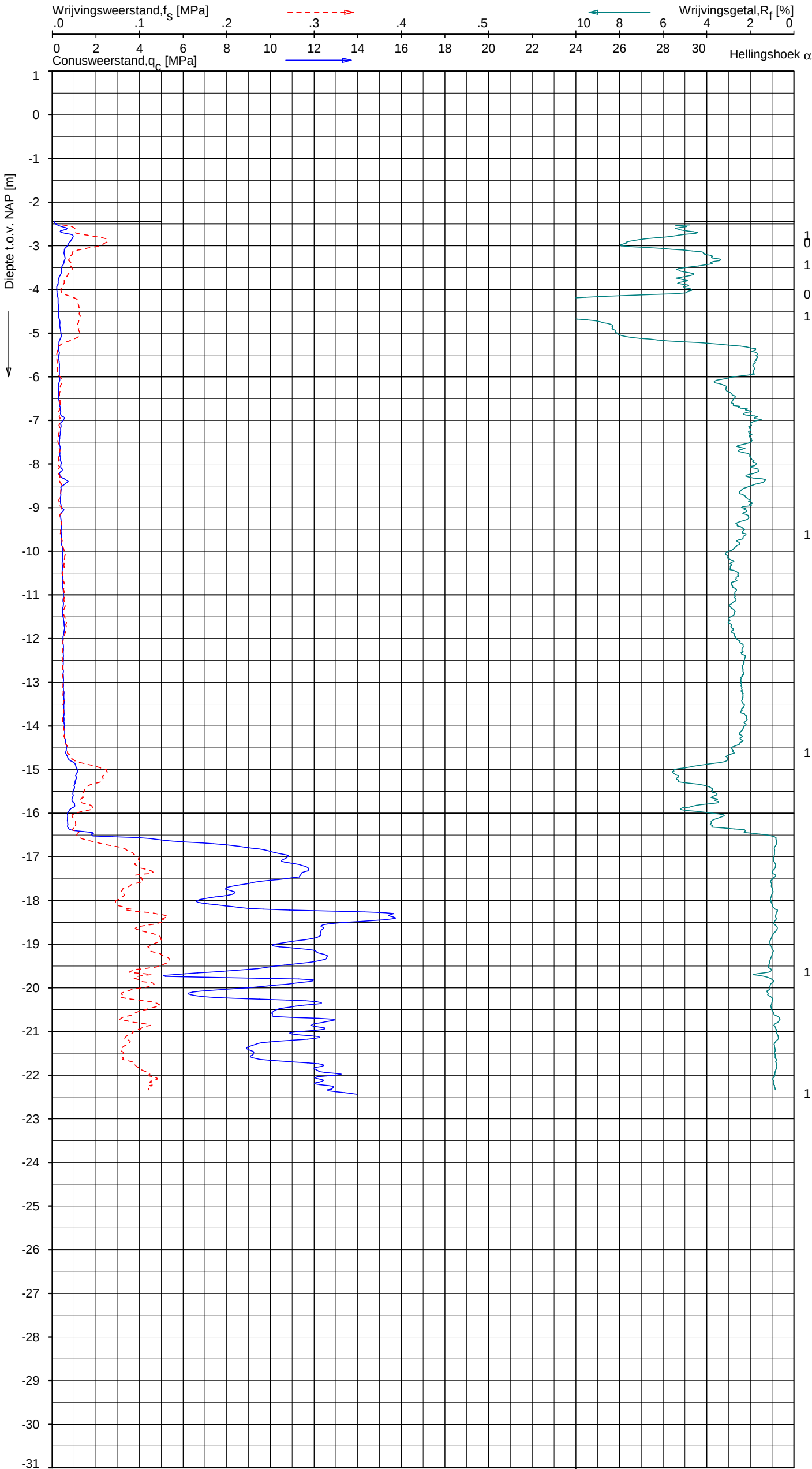
TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM119

UNIPLOT 05.34.nl / QcFClass-R3.cmd / 2018-01-29 09:47:32

9017-1705-000

DKM120 - 1



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



Opg.: GEV/ d.d. 23-jan-2018 Coord.: X= 89428.5 m Y= 447106.7 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -2.44 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

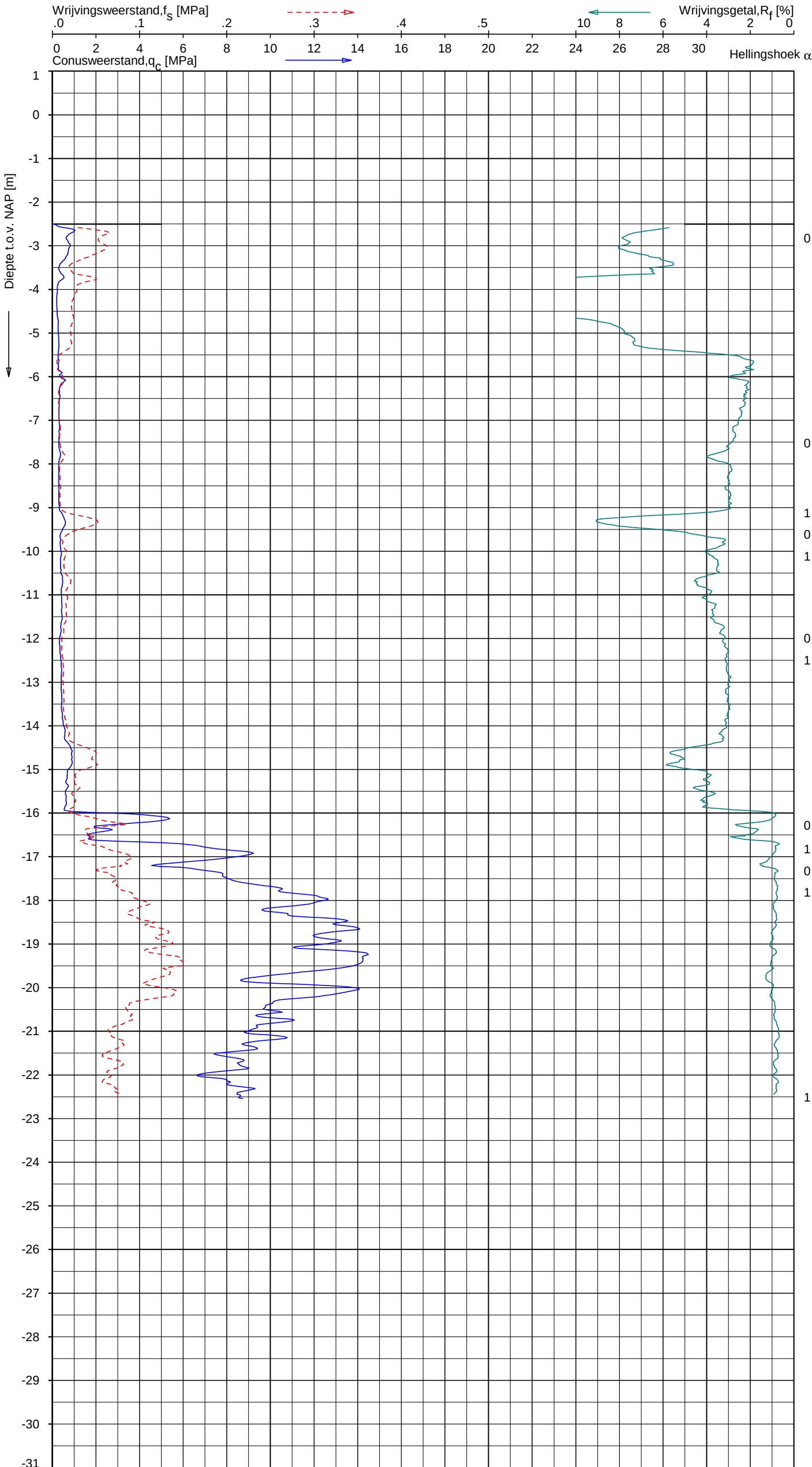
TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM120

UNIPLOT 05.34.nl / QcFClass-R3.cmd / 2018-01-29 09:47:35

9017-1705-000

DKM121 - 1



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



Opg.: GEV/ d.d. 23-jan-2018 Coord.: X= 89487.0 m Y= 447126.6 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -2.50 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_C = 1510 mm²; A_S = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

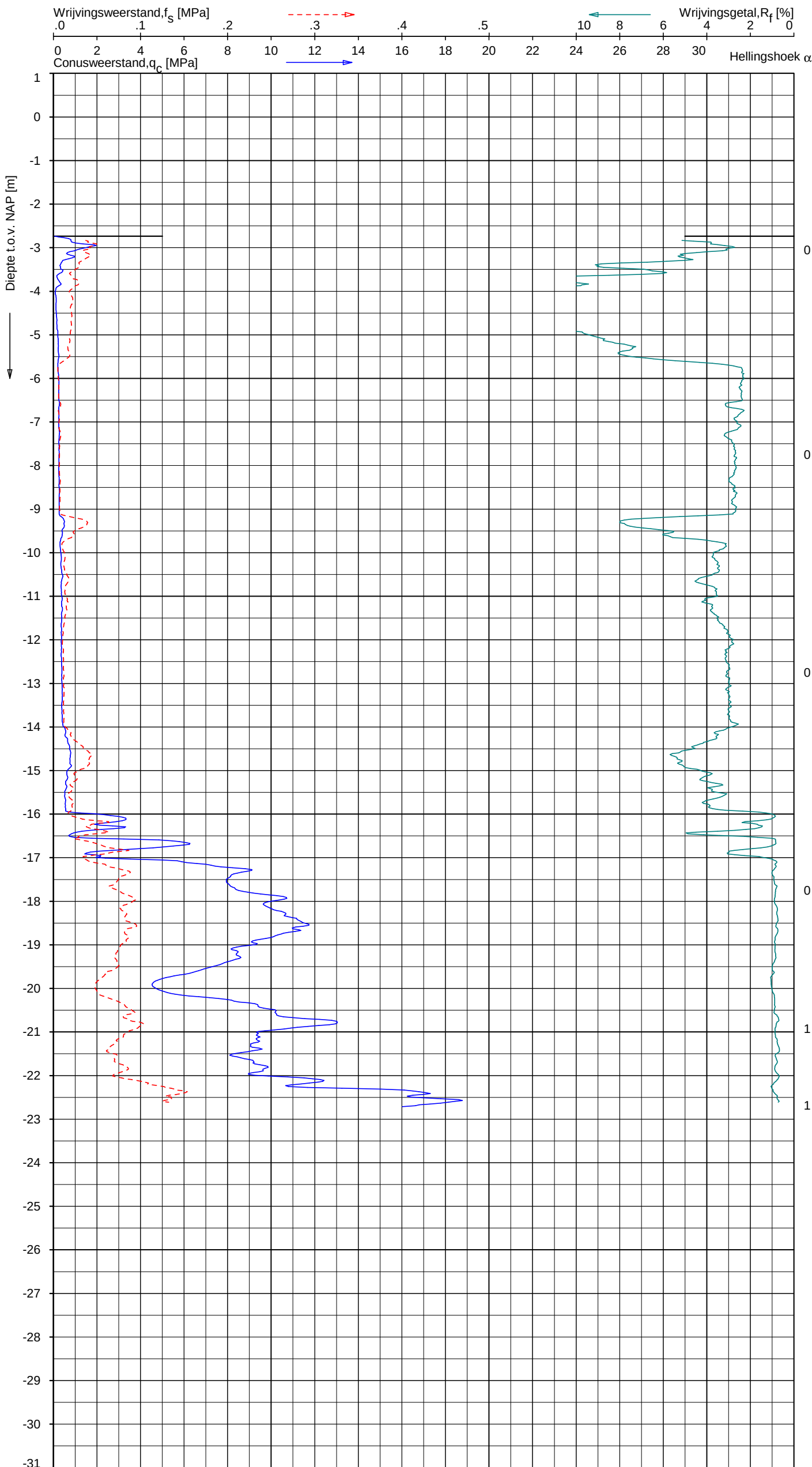
TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM121

UNIPLOT 05.34.nl / QcFClass-R3.cmd / 2018-01-29 09:47:37

9017-1705-000

DKM122 - 1



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

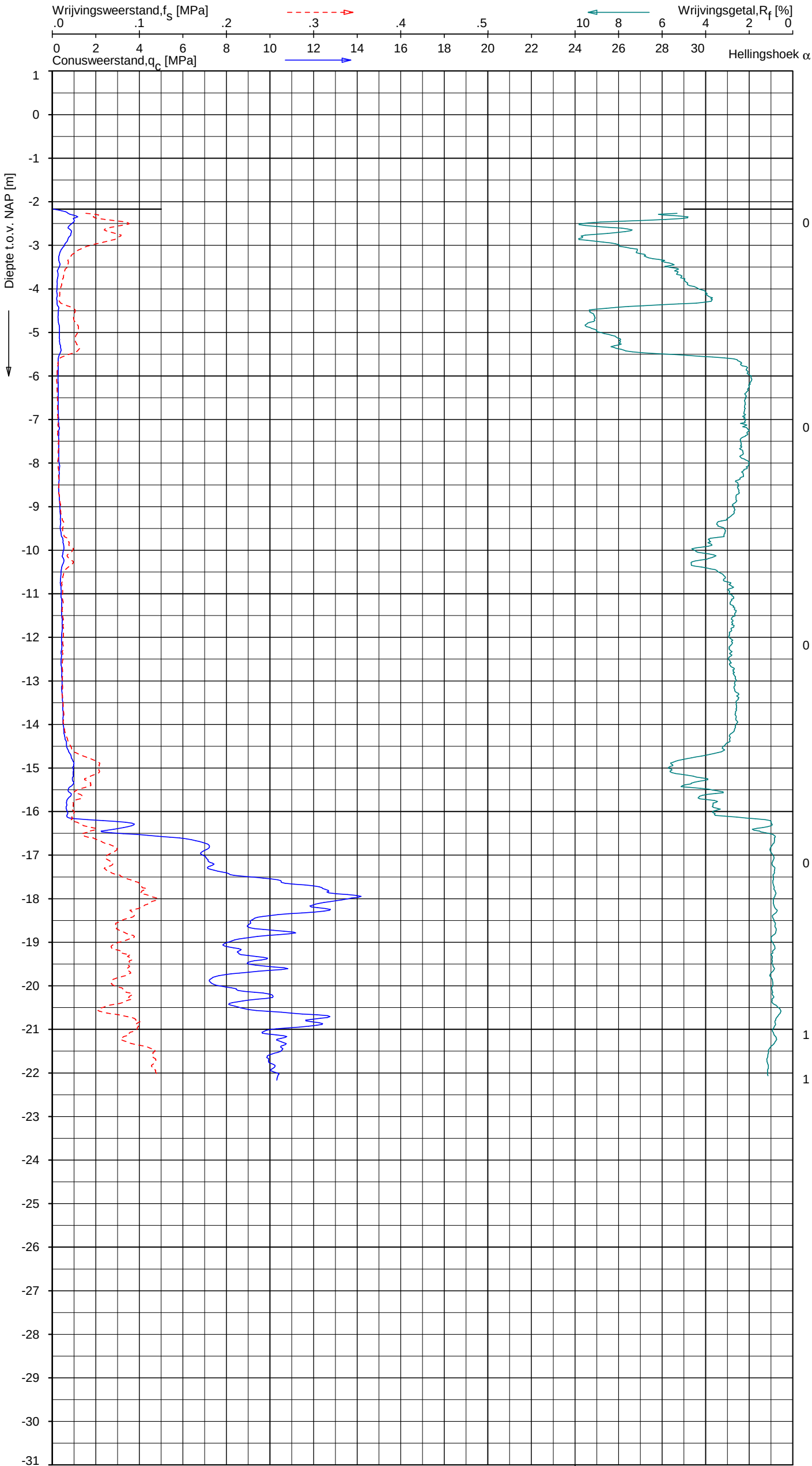


Opg.: GEV/ d.d. 23-jan-2018 Coord.: X= 89523.1 m Y= 447139.0 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -2.73 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM122



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

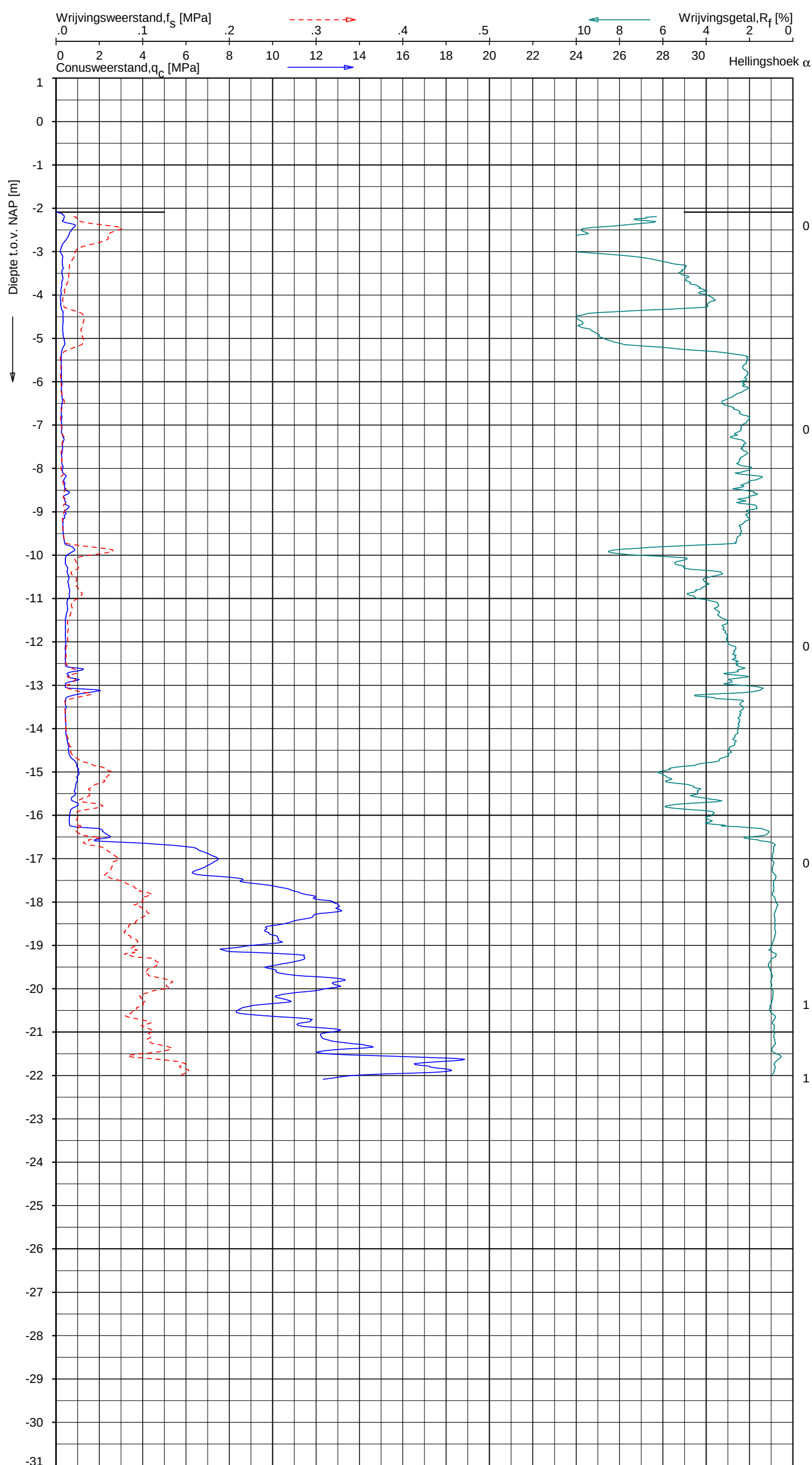


Opg.: GEV/ d.d. 23-jan-2018 Coord.: X= 89493.9m Y= 447205.7m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -2.17m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM123



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

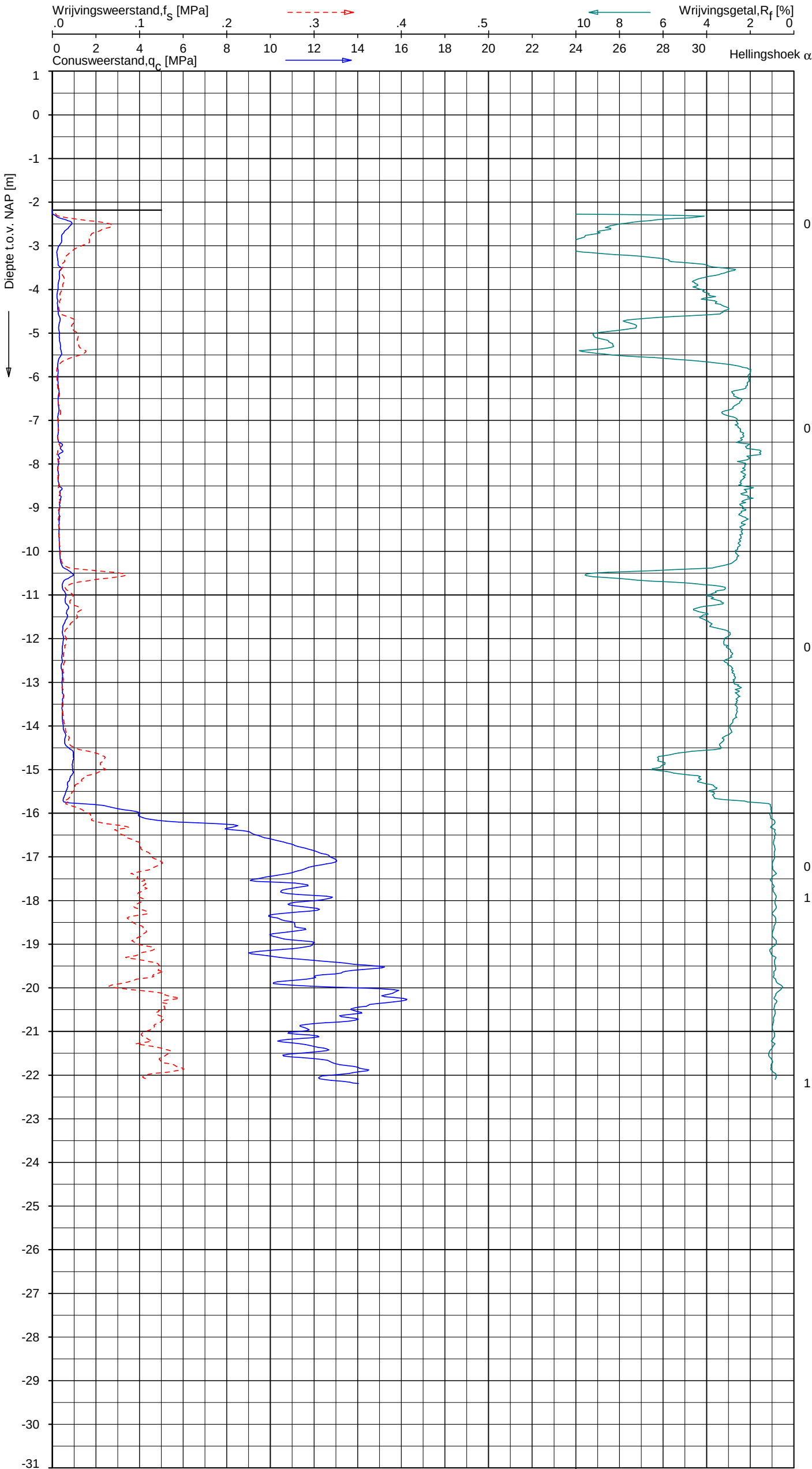


Opg. : GEV/	d.d. 23-jan-2018	Coord.: X= 89461.5 m	Y= 447197.6 m	Systeem: RD	Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 2. Test type TE1 Conustype: A _c = 1510 mm ² ; A _{tr} = 19895 mm ²
Get. : U.GUMULIAUSKAITE	d.d. 26-jan-2018	MV = NAP -2.09m	Conus: CP15-CF75SN2	1701-2858	

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM124



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



Opg.: GEV/ d.d. 23-jan-2018 Coord.: X= 89401.9m Y= 447175.4m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -2.18m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

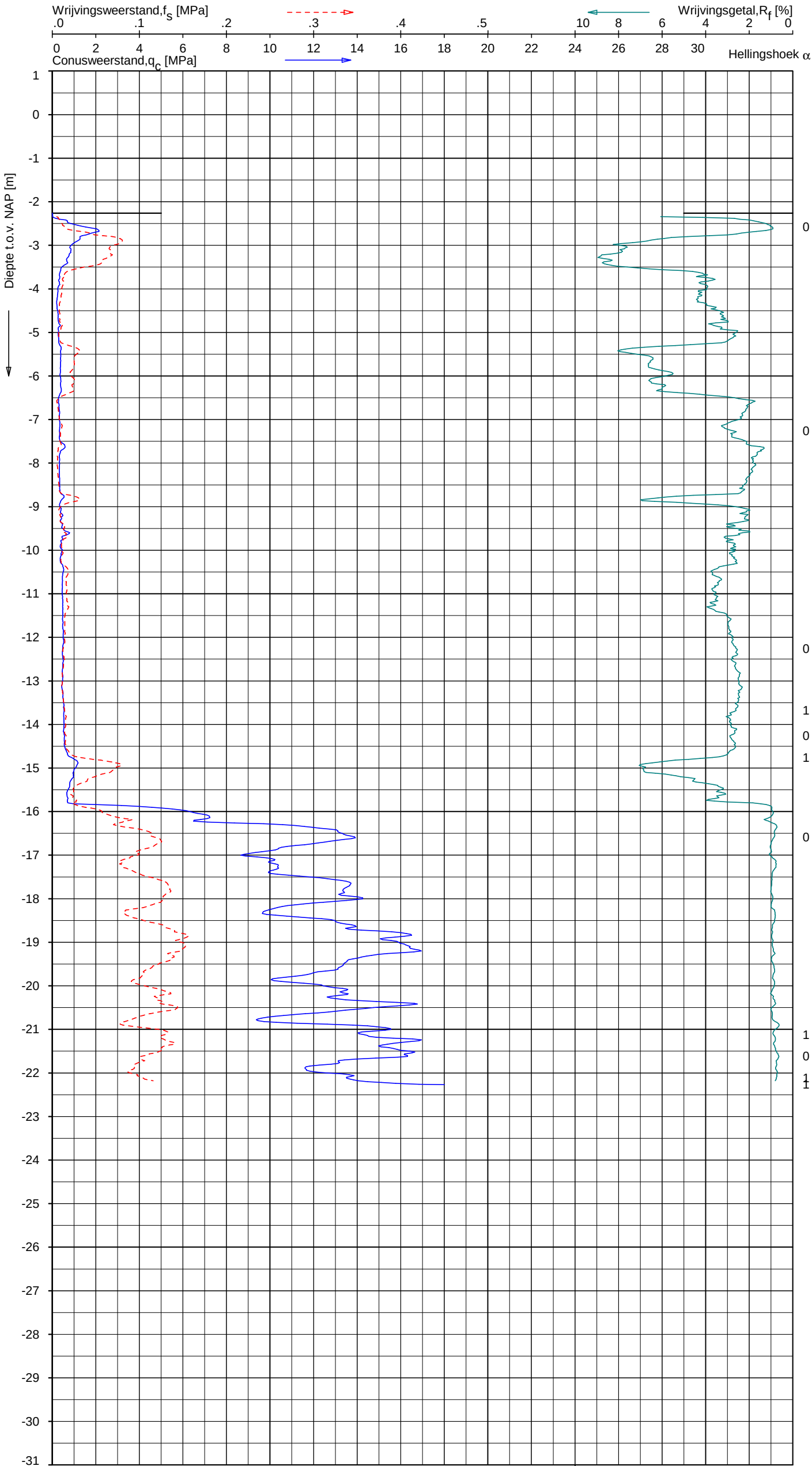
TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM125

UNIPLOT 05.34.nl / QcFClass-R3.cmd / 2018-01-29 09:47:47

9017-1705-000

DKM126 - 1



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

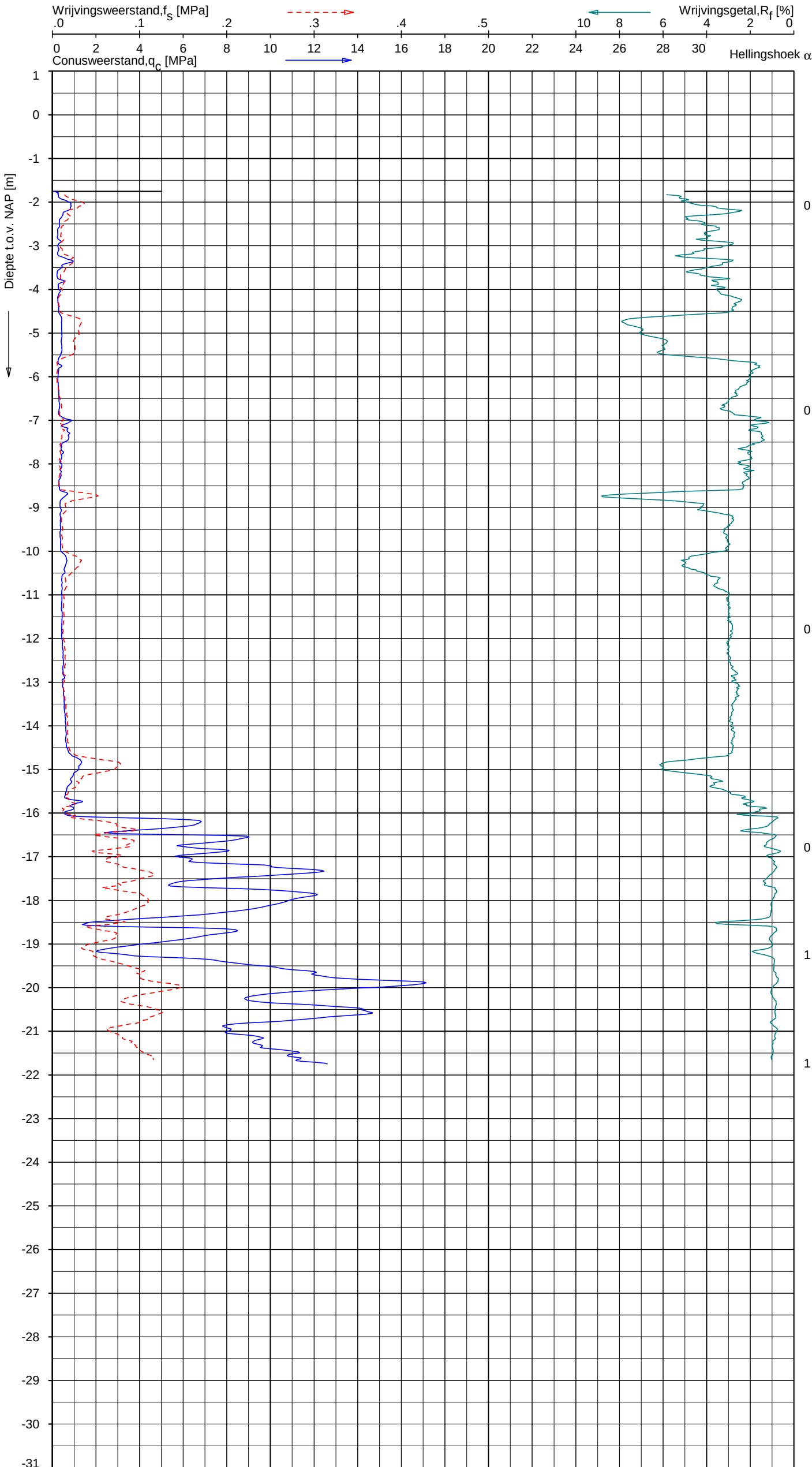


Opg. : GEV/ d.d. 24-jan-2018 Coord.: X= 89298.5 m Y= 447138.2 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -2.26 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM126



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

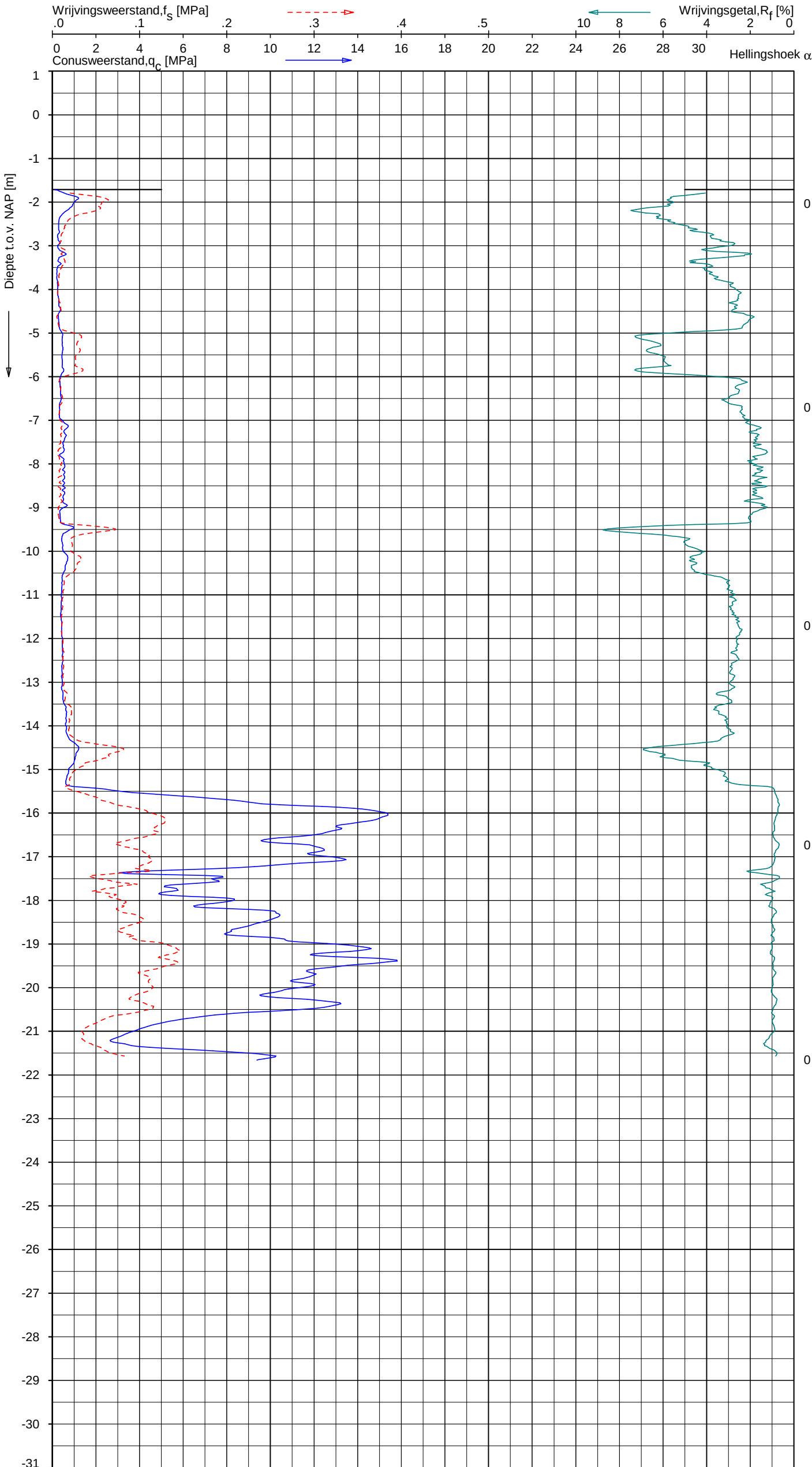


Opg.: GEV/ d.d. 24-jan-2018 Coord.: X= 89275.4 m Y= 447205.8 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -1.75 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_C = 1510 mm²; A_S = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM127



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



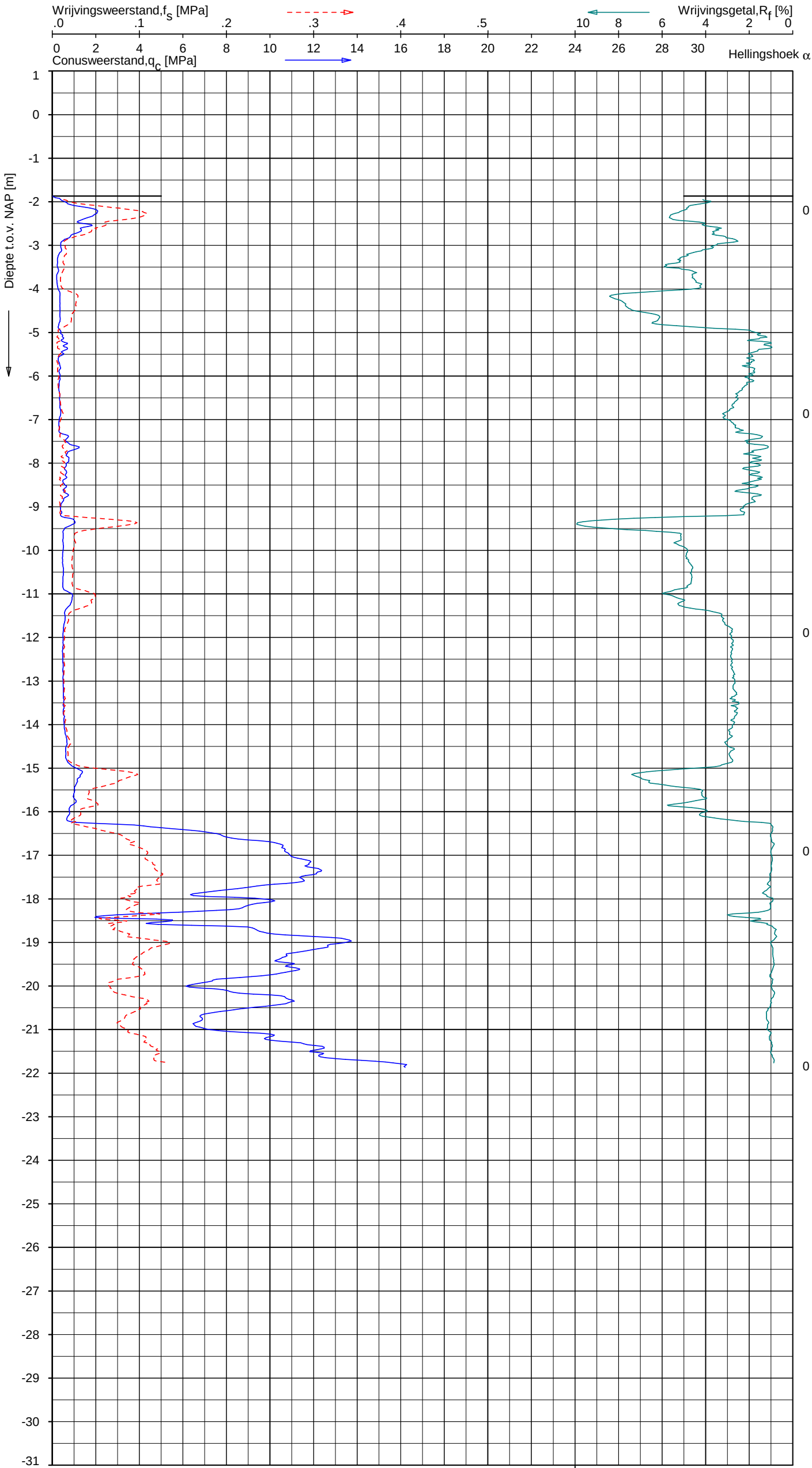
Opg.: GEV/ d.d. 24-jan-2018 Coord.: X= 89322.4 m Y= 447224.8 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -1.71 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM128

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



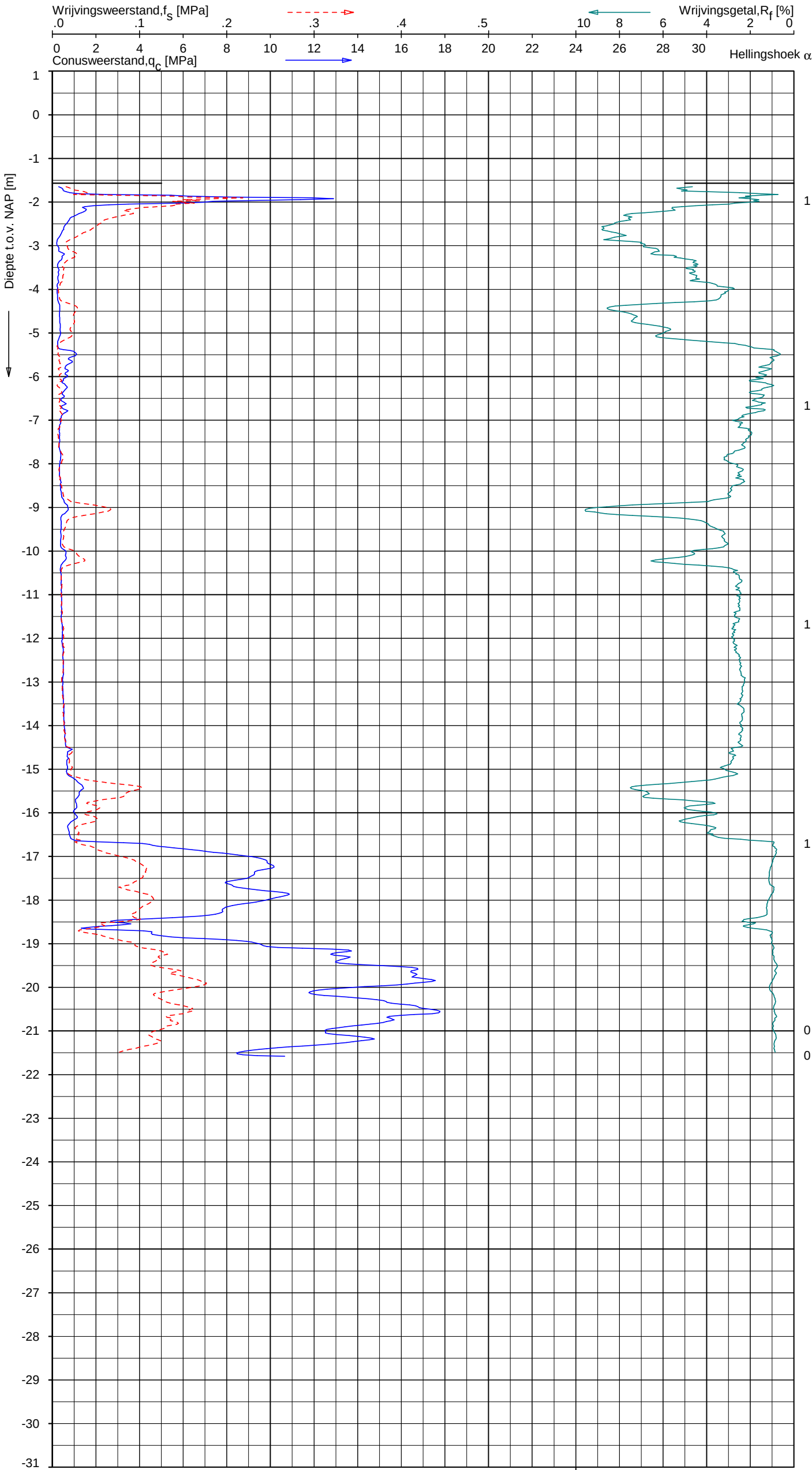
Opg.: GEV/ d.d. 24-jan-2018 Coord.: X= 89261.4 m Y= 447249.0 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -1.87 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM129

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



Opg.: GEV/ d.d. 24-jan-2018 Coord.: X= 89241.9m Y= 447300.7m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -1.57 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

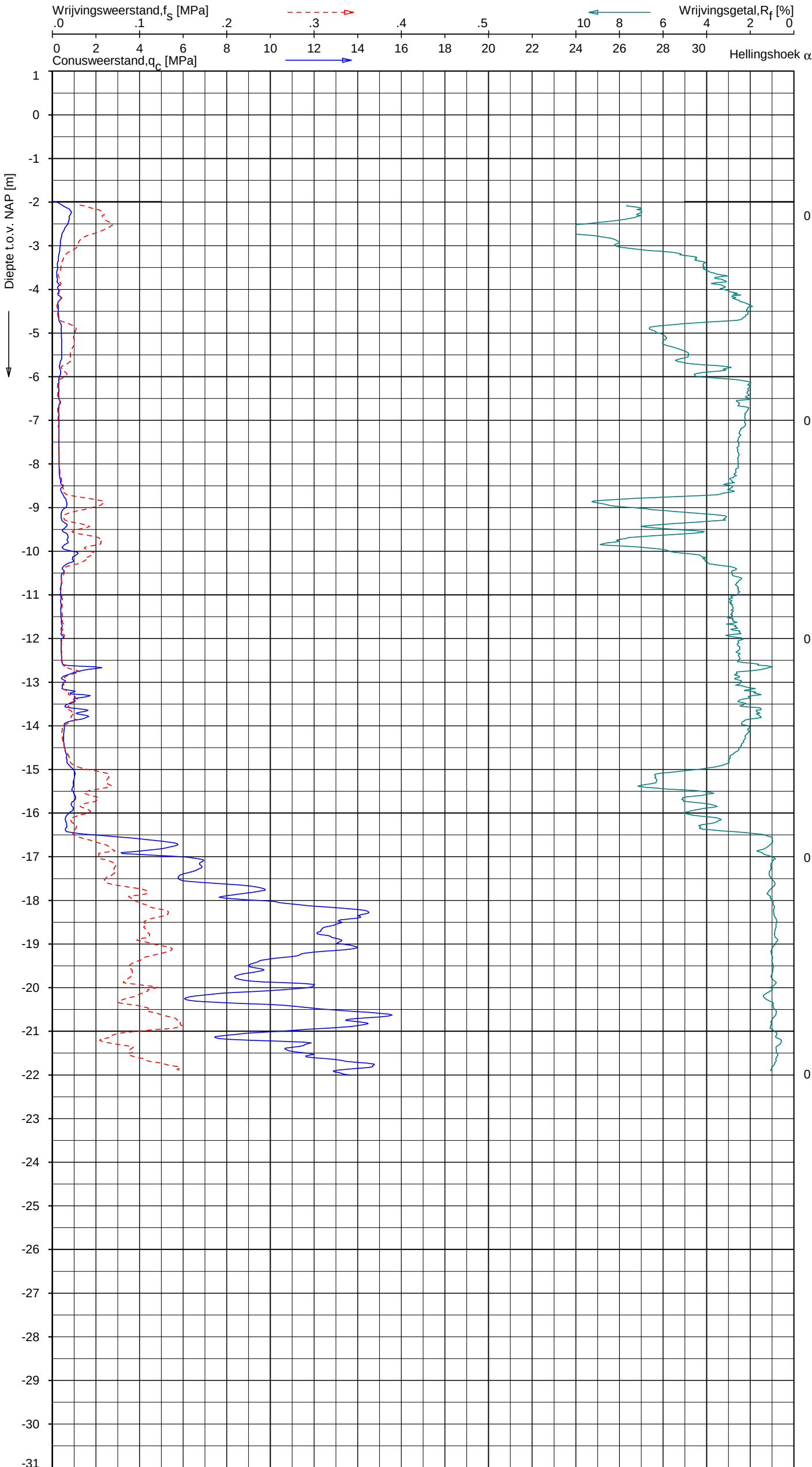
TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM130

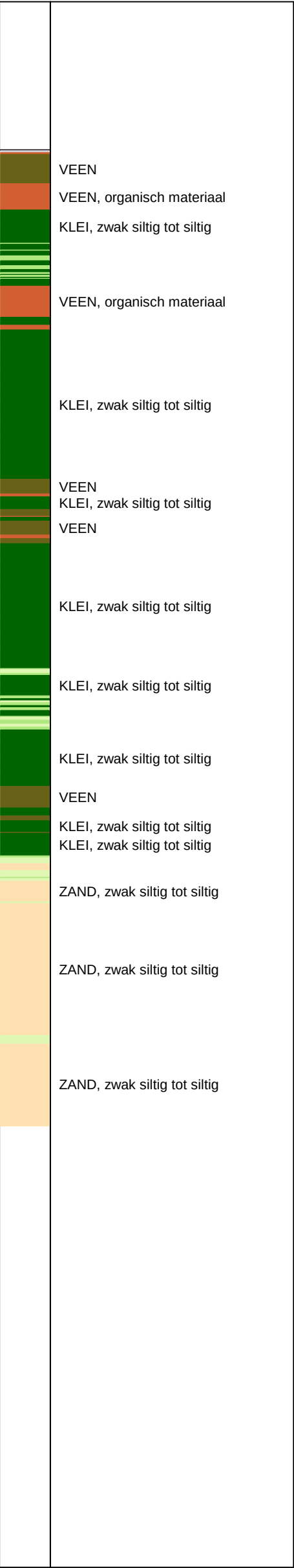
UNIPLOT 05.34.nl / QcFClass-R3.cmd / 2018-01-29 09:48:00

9017-1705-000

DKM131 - 1



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



Opg.: GEV/ d.d. 22-jan-2018 Coord.: X= 89285.1 m Y= 447319.6 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -1.99 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

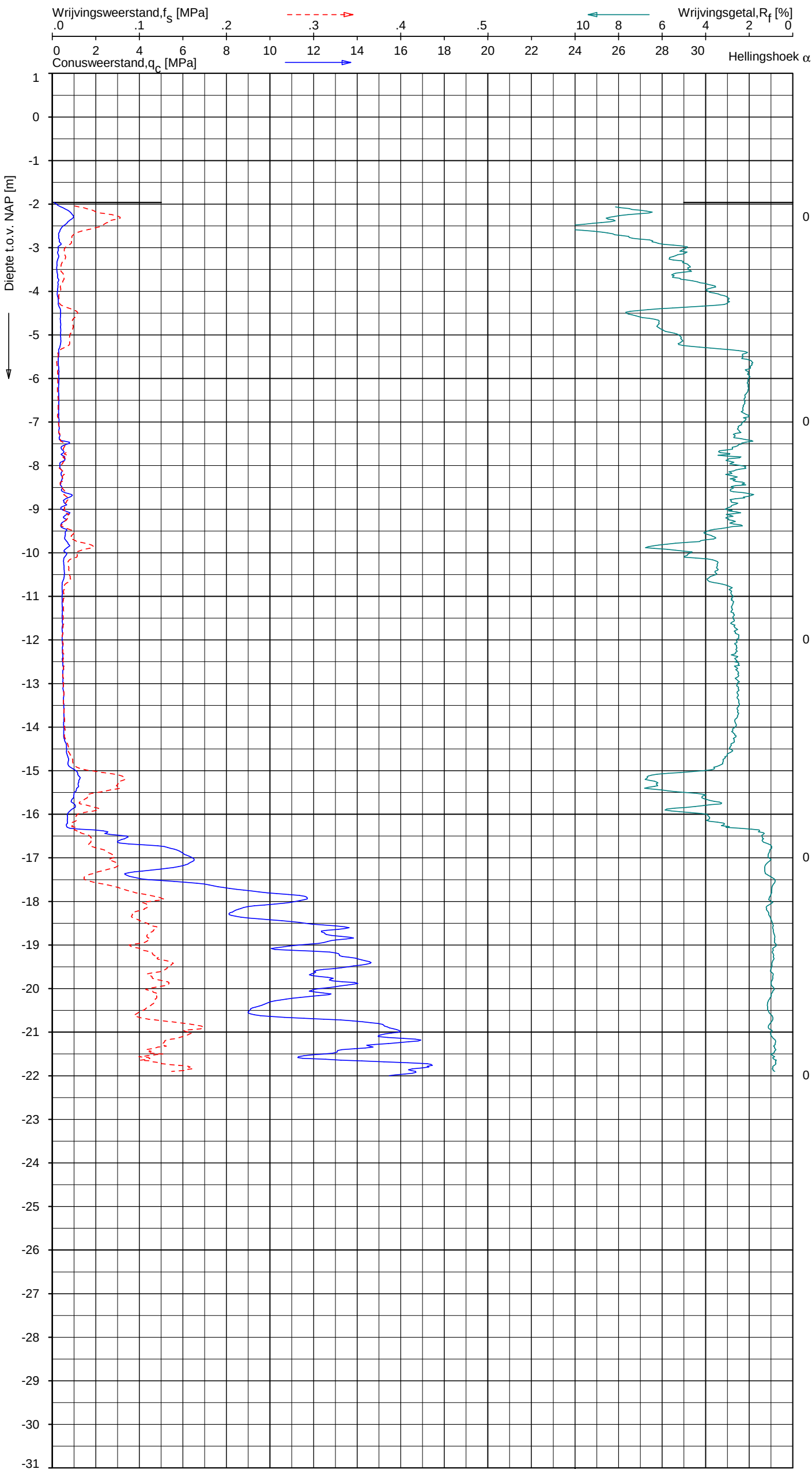
TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM131

UNIPLOT 05.34.nl / QcFClass-R3.cmd / 2018-01-29 09:48:02

9017-1705-000

DKM132 - 1



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

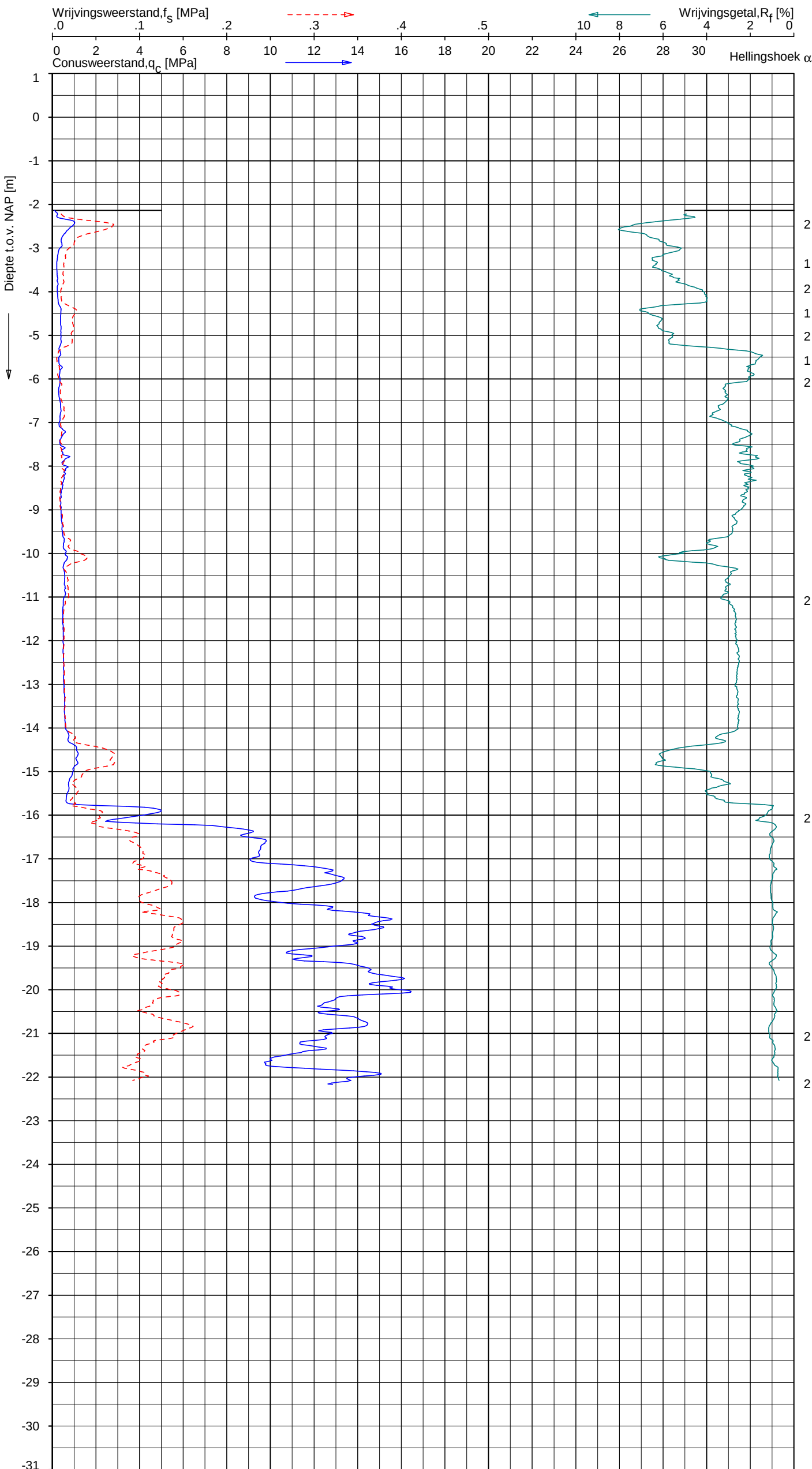


Opg.: GEV/ d.d. 22-jan-2018 Coord.: X= 89343.8 m Y= 447340.2 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -1.96 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM132



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



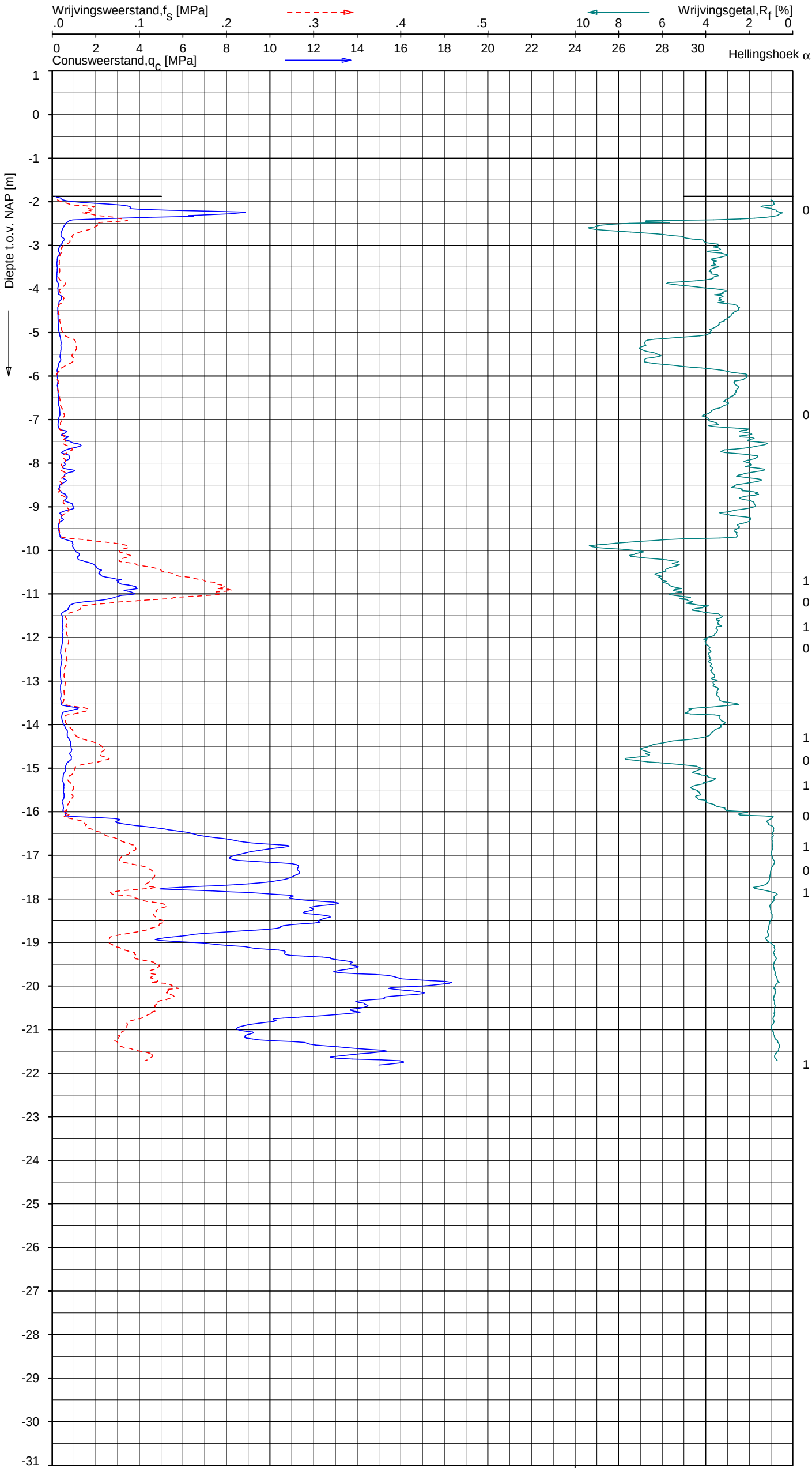
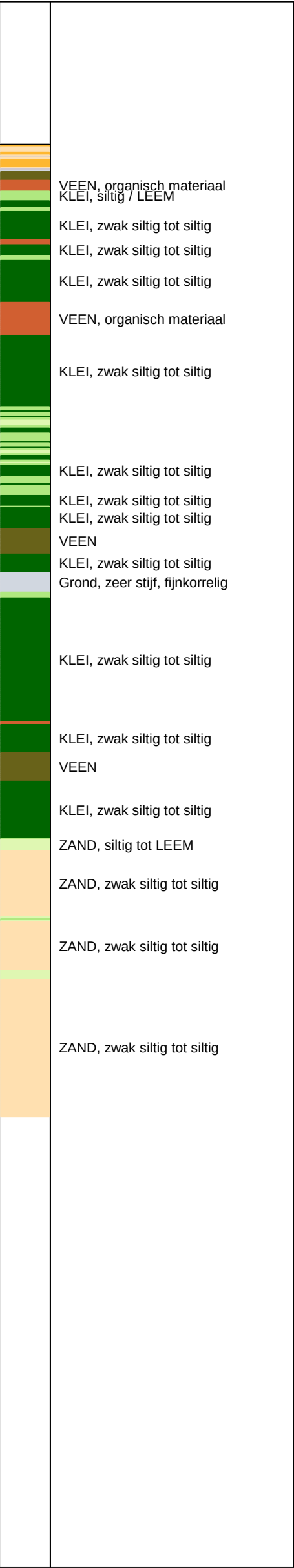
Opg.: GEV/ d.d. 22-jan-2018 Coord.: X= 89405.7 m Y= 447361.6 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -2.14 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM133

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



Opg.: GEV/ d.d. 23-jan-2018 Coord.: X= 89445.4 m Y= 447375.0 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get.: U.GUMULIAUSKAITE d.d. 26-jan-2018 MV = NAP -1.88 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2858 Toepassingsklasse 2. Test type TE1
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

TUINDERSHOF NOORD

Opdr. 9017-1705-000
Sond. DKM134

Boring: HB1

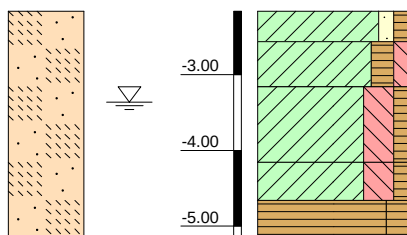
Veldclassificatie

Pagina 1 van 1

Referentie (m tov NAP)

Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



-2.16 tot -2.56	Klei, zwak zandig, zwak humeus, matig stevig bruin
-2.56 tot -3.16	Klei, zwak siltig, matig humeus, matig slap grijs
-3.16 tot -4.16	Klei, sterk siltig, zwak humeus, matig slap grijs
-4.16 tot -4.66	Klei, sterk siltig, zwak humeus, matig slap grijs
-4.66 tot -5.16	Veen, matig humeus, matig slap zwart

Algemene opmerking:

X: 89391.8

Y: 447399.5

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): -3.36

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): -2.16

bk PB1 (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 22-01-2018

Boormeester: gev

Geclassificeerd door: gev

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Tuindershof Noord

9017-1705-000

Boring: HB2

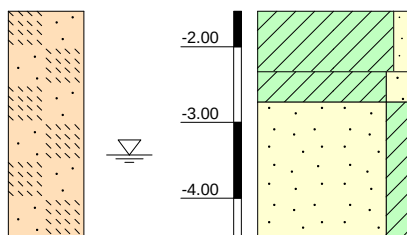
Veldclassificatie

Pagina 1 van 1

Referentie (m tov NAP)

Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



-1.53 tot -2.33 Klei, zwak zandig, matig stevig grijs

-2.33 tot -2.73 Klei, matig zandig, matig slap geel-bruin

-2.73 tot -4.53 Zand, matig fijn, kleiig grijs

Algemene opmerking:

X: 89059.2

GWS (m tov NAP): -3.43

Y: 447171.3

GHG (m tov NAP):

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): -1.53

bk PB1 (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 23-01-2018

Boormeester: jsl

Geclassificeerd door: jsl

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

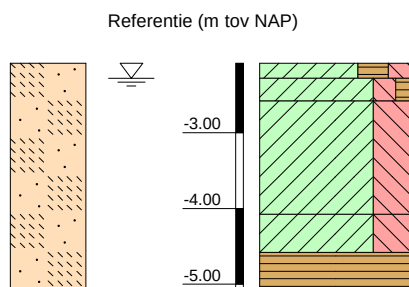
Tuindershof Noord

9017-1705-000

Boring: HB3

Veldclassificatie

Pagina 1 van 1



Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104

-2.08 tot -2.28	Klei, matig siltig, sterk humeus, stevig bruin
-2.28 tot -2.58	Klei, matig siltig, zwak humeus, matig slap, sporen roest grijs
-2.58 tot -4.08	Klei, uiterst siltig, zeer slap, sporen roest grijs
-4.08 tot -4.58	Klei, uiterst siltig, zeer slap grijs
-4.58 tot -5.08	Veen, mineraalarm, matig slap bruin

Algemene opmerking:

X: 89461.3

Y: 447197.4

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): -2.28

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): -2.08

bk PB1 (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 23-01-2018

Boormeester: gev

Geclassificeerd door: gev

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Tuindershof Noord

9017-1705-000

Boring: HB4

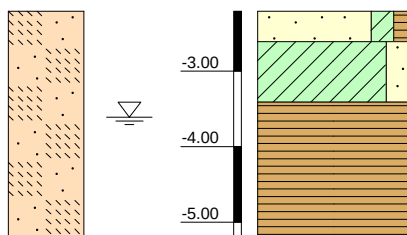
Veldclassificatie

Pagina 1 van 1

Referentie (m tov NAP)

Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



-2.21 tot -2.61 Zand, matig fijn, kleiig, zwak humeus bruin

-2.61 tot -3.41 Klei, matig zandig, matig stevig grijs

-3.41 tot -5.21 Veen, mineraalarm, matig slap bruin

Algemene opmerking:

X: 89295.8

Y: 446961.0

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP): -3.61

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): -2.21

bk PB1 (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

bk PB4 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

WS PB4 (m tov NAP):

Datum uitvoering: 24-01-2018

Boormeester: jsl

Geclassificeerd door: jsl

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Tuindershof Noord

9017-1705-000

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.

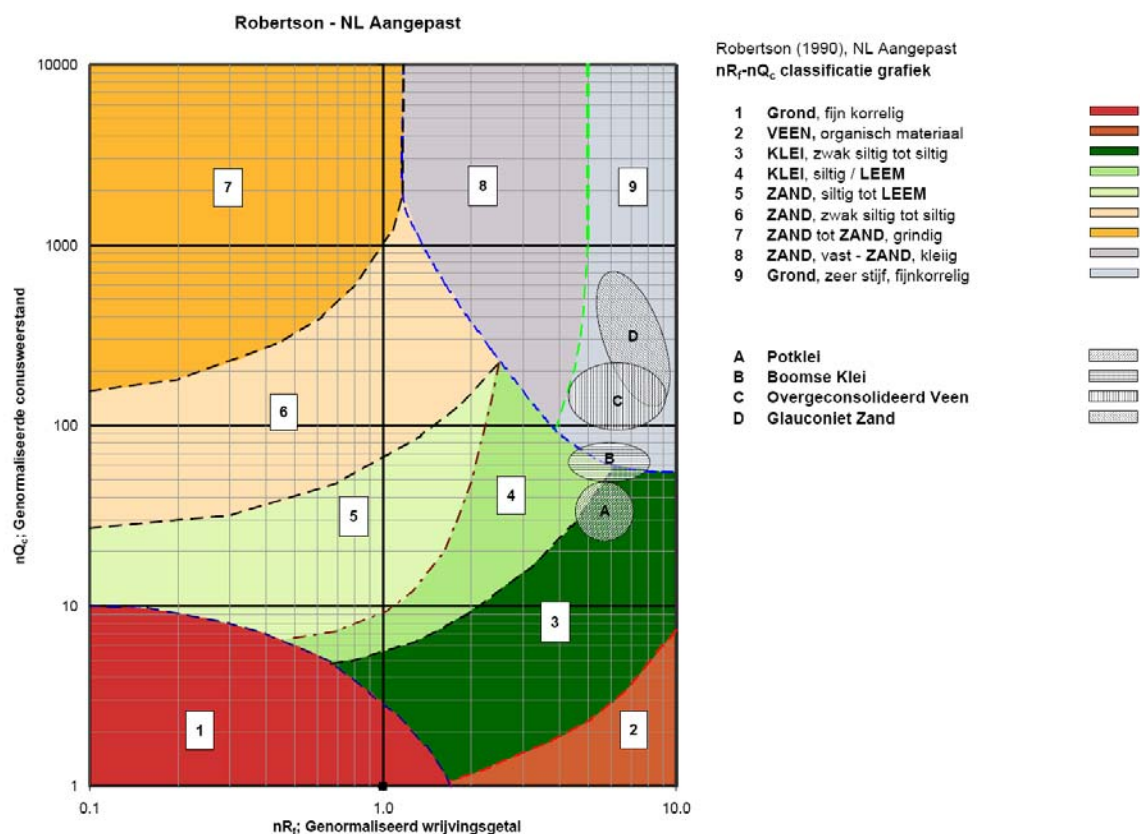
Genormaliseerde conusweerstand:
$$nQ_c = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}$$

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 toplagen geven een te hoge waarde worden voor het wrijvingsgetal, waardoor bijvoorbeeld uitgedroogde kleilagen mogelijk onterecht worden geïnterpreteerd als veenlagen. Ook is de correlatie voor de toplagen minder betrouwbaar vanwege het lage effectieve spanningsniveau in deze lagen.

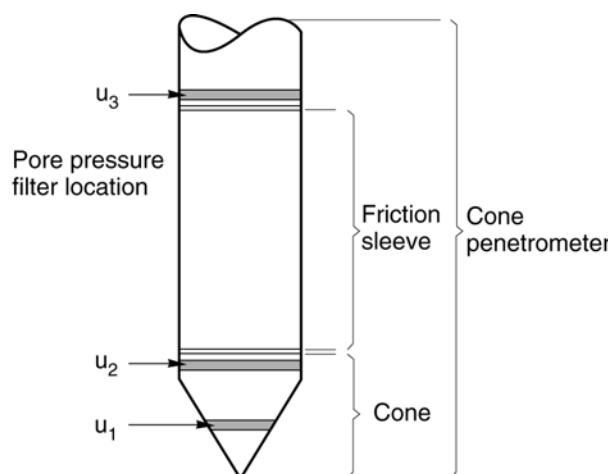
Andere conustypen

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

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

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 dillatant gedrag	0 ¹⁾ - 0,2
Zand siltig, los gepakt	0,2 - 0,4

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

Dissipatietest

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

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

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

Klassenindeling EN-ISO 22476-1

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

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

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

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

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

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

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

Klassenindeling NEN 5140

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

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

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

LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN

Boringen / Peilbuizen

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

Overige symbolen

	Meetpunt
	Hoogtemaat

Type sonderingen

D	Diepsondering
HS	Handsondering
S	Slagsondering

Legenda / Terminologie

Grind

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

Zand

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

Veen

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

Klei

	Klei, zwak siltig
	Klei, matig siltig
	Klei, sterk siltig
	Klei, uiterst siltig
	Klei, zwak zandig
	Klei, matig zandig
	Klei, sterk zandig

Leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

Overige toevoegingen

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

Sonderingen

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

Toegevoegde metingen

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

Peilbuis

