

# Ongelijkvloerse Kruisingen en Haltes DO Bemalingsadvies

Project: Ombouw Amstelveenlijn

Opdrachtgever: OAVL

Documentnummer: VITAL-011775


Revisie: 4.0

Status: Definitief

Datum: 10-05-2019

Werkpakket: WP-00030



Opgesteld door Gerhard Winters Specialist Geohydrologie  Paraaf 		Gecontroleerd door Coen te Boekhorst Specialist Geotechniek  Paraaf		Gecontroleerd door Gerralt Partiman Teamleider Verdiepte Liggingen  Paraaf		Vrijgegeven door Ralf van Leeuwen Ontwerpmanager  Paraaf	
Datum	10 mei 2019	Datum	10 mei 2019	Datum	10 mei 2019	Datum	10 mei 2019



Revisie	Datum	Toelichting
1.0	04-04-18	Eerste uitgave
2.0	07-06-18	Tweede uitgave
3.0	07-03-19	Derde uitgave
4.0	10-05-19	Vierde uitgave

© Niets uit dit rapport en / of dit ontwerp mag worden verveelvoudigd, openbaar gemaakt en / of overhandigd aan derden, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van VITAL

Beheer: de meest recente revisie in het DMS is de geldende revisie.



# INHOUDSOPGAVE

0	Wijzigingen ten opzichte van voorgaande versies .....	5
0.1	Wijzigingen ten opzichte van versie 1.0 .....	5
0.2	Wijzigingen ten opzichte van versie 2.0 .....	5
0.3	Wijzigingen ten opzichte van versie 3.0 .....	6
1	Inleiding .....	7
1.1	Scope en doelstelling .....	8
1.2	Leeswijzer .....	8
2	Referenties.....	9
2.1	Documenten opgesteld door Vital .....	9
2.2	Documenten verstrekt door opdrachtgever .....	9
2.3	Geraadpleegde Literatuur .....	9
3	Uitgangspunten .....	10
3.1	Eisen .....	10
3.2	EMVI documenten .....	10
4	Geometrie .....	12
5	Ontwerpaanpak .....	14
5.1	Schematisering .....	14
5.1.1	Pompproeven .....	16
5.2	Situatieschets.....	19
5.2.1	Zonnestein en Kronenburg .....	19
5.2.2	Sportlaan.....	19
5.2.3	Haltes.....	21
5.3	Uitvoeringswijze .....	22
5.3.1	Algemeen .....	22
5.3.2	Kronenburg/Zonnestein .....	22
5.3.3	Sportlaan.....	22
5.3.4	Haltes.....	23
5.3.5	Lozingsvoorziening .....	24
5.3.6	Samenloop andere bemalingen.....	24
6	Resultaten .....	26
6.1	Debieten en omgevingseffecten.....	26
6.2	Effect van retourbemaling.....	28
6.2.1	Retourbemaling Kronenburg / Zonnestein.....	29
6.2.2	Retourbemaling Sportlaan.....	30
7	Raakvlakken / Omgevingseffecten .....	32
7.1	Fluctuatie grondwaterstanden .....	32
7.1.1	Effecten van verlaging op gebouwen en infrastructuur .....	33
7.2	Effecten van verlaging op verontreiniging .....	33
7.3	Effecten op WKO bronnen .....	34
7.4	Effecten op waterkeringen.....	37
7.4.1	Kronenburg / Zonnestein .....	37
7.4.2	Sportlaan.....	37



7.4.3	Uilenstede .....	37
7.5	Effecten op ecologie/beplanting .....	37
7.6	Effecten op watersystemen Amstelveen .....	39
8	Monitoring .....	40
8.1	Monitoring omgeving .....	40
8.2	Monitoring stijghoogte onttrekkingslocaties .....	40
8.3	Monitoring stijghoogte retourlocaties .....	40
9	Samenvatting en conclusies .....	41
9.1	Aandachtspunten voor uitvoering .....	42
Bijlage 1. Isohypsens Kronenburg / Zonnestein / Onderuit / oranjebaan / Uilenstede .....		43
Bijlage 2. Isohypsens Sportlaan .....		51
Bijlage 3. Isohypsens Halte Meent .....		55
Bijlage 4. Locatie monitoringspeilbuizen omgeving Kronenburg / Zonnestein / Sportlaan .....		57
Bijlage 5. Omgevingseffecten Kronenburg / Zonnestein / Haltes .....		59
Bijlage 6. Omgevingseffecten Sportlaan .....		63
Bijlage 7. Overzicht (mogelijke) grondwaterverontreinigingen .....		65
Bijlage 8. Lijst WKO bronnen .....		68
Bijlage 9. Resultaten pompproef November 2017 .....		74
Bijlage 10.	Pomproeven Kronenburg februari 2019 .....	78
Bijlage 11.	Grondwaterstanden peilbuizen .....	87
Bijlage 12.	Grondwaterstanden peilbuizen van de gemeente Amstelveen .....	88
Bijlage 13.	Grondwaterkwaliteit (1 <sup>e</sup> WVP) .....	90
Bijlage 14.	Memo - verwachte omgevingsbeïnvloeding a.g.v. spanningsbemaling .....	94
Bijlage 15.	Memo nadere analyse opbarsten retourvelden .....	95



## 0 WIJZIGINGEN TEN OPZICHTE VAN VOORGAANDE VERSIES

### 0.1 Wijzigingen ten opzichte van versie 1.0

In versie 2.0 zijn de volgende wijzigingen ten opzichte van versie 1.0 verwerkt:

1. Wijziging van de oppervlakte en locatie van het retourveld voor Kronenburg en Zonnestein. De retourvelden zijn van Laan Walcheren, Eleanor Rooseveltlaan en aan de Florence Nightingalelaan verplaatst naar Tulpenburg, Saskia van Uylenburgweg, Frits Mullerlaan en de Olympiadelaan. De uitbreiding van het retourveld zorgt voor een drukverlaging in het retourveld, waardoor het risico op opbarsten is grotendeels weggenomen.
2. Wijziging van de oppervlakte en locatie van het retourveld voor Sportlaan. De retourvelden zijn verplaatst van oppervlaktewater langs de Beneluxlaan naar het oppervlaktewater langs de Sportlaan, van der Hooplaan en de Beneluxlaan.
3. Bovenstaande wijzigingen (punt 1 en punt 2) hebben effect op de verlagingscontouren, verplaatsing verontreinigingen, effect op de grondwaterstandsverlaging nabij waterkeringen en invloed op de thermische verplaatsing van de WKO systemen.
4. De debieten van de verdiepte liggingen zijn iets afgenomen ten opzichte van versie 1.0. De reden hiervoor is de toegenomen afstand van het retourveld ten opzichte van de verdiepte liggingen.
5. In de monitoring is onderscheid gemaakt tussen monitoring ten behoeve van beheersing van de omgevingseffecten waarbij de focus ligt op het monitoren van zetting van panden en kritische kabels en leidingen. Deze peilbuizen worden beheerd door Vital. Peilbuizen ten behoeve van het aanbrengen, inregelen en werking van de bemaling worden beheerd door Tjaden.

### 0.2 Wijzigingen ten opzichte van versie 2.0

In versie 3.0 zijn ten opzichte van versie 2.0 zijn een aantal wijzigingen bij Kronenburg en Zonnestein doorgevoerd:

1. Wijziging van de oppervlakte en locatie van het retourveld voor Kronenburg en Zonnestein. De retourvelden aan de Saskia van Uylenburgweg is uitgebreid in oostelijke richting. Aan de Olympiadelaan vervalt het retourveld.
2. Er is rekening gehouden met een drietal bemalingen van derden, te weten: Straat van Messina 10, Klaasje Zevensterstraat 1 en Bankrashof 3.
3. Er is een pompretourproef en twee aanvullende pompproeven gedaan ter hoogte van Kronenburg. Deze proeven hebben het inzicht in de bodemopbouw en parameterwaarden vergroot. Deze nieuwe kennis is toegepast in de modelberekeningen voor de bemaling, retourbemaling en de omgevingseffecten.
4. Opnemen lozingsvoorziening op de Amstel van 500 m<sup>3</sup>/uur.
5. Aanpassing filterniveau van onttrekkingsbronnen bij verdiepte liggingen.
6. Er zijn geen aanpassingen doorgevoerd bij de haltes.



## 0.3 Wijzigingen ten opzichte van versie 3.0

In de onderhavige versie 4.0 zijn ten opzichte van v3.0 een aantal wijzigingen bij Sportlaan doorgevoerd:

1. Wijziging van retourlocatie, het retourveld parallel langs de Peter Postbaan is vanwege de hinder voor het verkeer verplaatst naar de zuidzijde langs Gondel en Turfschip.
2. In het grondwatermodel is de damwandlengte in moten 2, 3 en 9 aangepast. Het puntniveau van deze damwanden was in deze moten 1 á 2,5 m te lang.
3. Aanpassing filterdiepte, lengte en positionering van bronnen aan binnenzijde bouwkuip.
4. Update berekening omgevingsbeïnvloeding (zie Bijlage 14).
5. Aanvulling berekening opbarsten (zie Bijlage 15).



# 1 INLEIDING

De bemalingen van de bouwkuipen van de Amstelveenlijn zijn in de tenderfase door middel van een grondwatermodel (modflow GWVistas 7.23 build 7) doorgerekend. Hierbij is de nadruk gelegd op de mogelijkheid tot bemalen, waterbezwaar en invloedsgebied.

In onderhavig rapport is een uitgebreide beschouwing van de effecten van de bemaling gemaakt voor de drie verdiepte liggingen Kronenburg, Zonnestein en Sportlaan (Figuur 1). Daarnaast is de bemaling voor de verbouwing van de stijpunten van de haltes Meent, Oranjebaan, Onderuit en Uilenstede beschouwd. Deze zijn tezamen gerapporteerd.

Dit document beschrijft de bemaling en de effecten van de waterstand in de omgeving, waterstand op kleine en grote afstand van de bouwkuip, debiet, verlaging in freatische pakket en watervoerende pakket.

Voor de berekeningen zijn de uitgangspunten voor de waterstanden en grondparameters afgeleid uit basis van RegisII 2.1 (2017), beschikbare sonderingen en boringen en is er informatie over de ondergrond toegevoegd op basis van de resultaten van de pompproeven die in november 2017, pompretourproef in januari 2019 en pompproeven in februari 2019 zijn uitgevoerd bij Kronenburg en Sportlaan.



Figuur 1. Overzicht verdiepte liggingen en haltes.



## 1.1 Scope en doelstelling

In dit rapport wordt verslag gedaan van de benodigde bemalingen voor de verdiepte liggingen en haltes (objectnummer obj-0059). De berekeningen zijn uitgevoerd in het werkpakket WP-00030.

Het doel van de DO-berekeningen is het rapporteren van het definitieve ontwerp en de uitvoeringswijze. Verder dient dit rapport als bewijsdocument voor eisen die conform het verificatieplan in deze fase door middel van berekening dienen te worden aangetoond.

## 1.2 Leeswijzer

In deze rapportage wordt in hoofdstuk 2 verwezen naar relevante documenten en gebruikte literatuur. In hoofdstuk 3 worden de eisen en de maatregelen uit de EMVI gepresenteerd. Hoofdstuk 4 beschrijft de geometrie van de bouwkuipen en in hoofdstuk 5 de schematisatie van het grondwatermodel en de uitvoeringswijze. De resultaten worden beschreven in hoofdstuk 6. Vervolgens zijn in hoofdstuk 7 de raakvlakken en omgevingseffecten geanalyseerd. De monitoring en conclusies worden respectievelijk besproken in 8 en hoofdstuk 9.



## 2 REFERENTIES

### 2.1 Documenten opgesteld door Vital

Onderstaande documenten zijn opgesteld door Vital en hebben een relatie met het onderhavige document.

- [1] VITAL-011411 DO Geotechnisch ontwerp grondkeringen – Ongelijkvloerse Kruising Kronenburg, Zonnestein en Sportlaan.
- [2] VITAL-011375 DO Geotechnisch ontwerp bouwkuip - Ongelijkvloerse Kruising Kronenburg
- [3] VITAL-011389 DO Geotechnisch ontwerp bouwkuip - Ongelijkvloerse Kruising Zonnestein
- [4] VITAL-011401 DO Geotechnisch ontwerp bouwkuip - Ongelijkvloerse Kruising Sportlaan
- [5] VITAL-011380 DO Pompkelder Ongelijkvloerse Kruising Kronenburg
- [6] VITAL-011394 DO Pompkelder - Ongelijkvloerse Kruising Zonnestein
- [7] VITAL-011406 DO Pompkelder - Ongelijkvloerse Kruising Sportlaan
- [8] VITAL-011205 Halte Meent – DO Geotechnisch ontwerp bouwkuip en paalfundering
- [9] VITAL-011139 Halte Onderuit – DO Geotechnisch ontwerp bouwkuip en paalfundering
- [10] VITAL-011149 Halte Oranjebaan – DO Geotechnisch ontwerp bouwkuip en paalfundering
- [11] VITAL-011129 Halte Uilenstede – DO Geotechnisch ontwerp bouwkuip en Paalfundering
- [12] Dialoogproduct 1 – projectmanagementplan – EMVI document
- [13] VITAL-012429 Ongelijkvloerse Kruisingen Haltes en Opstelsterrein - Monitoringsplan
- [14] VITAL-016327 OGK Kronenburg Overzicht Bemaling
- [15] VITAL-016328 OGK Zonnestein Overzicht Bemaling
- [16] VITAL-016329 OGK Sportlaan Overzicht Bemaling

### 2.2 Documenten verstrekt door opdrachtgever

Onderstaande documenten zijn verstrekt door opdrachtgever en hebben een relatie met het onderhavige document.

- [17] Ombouw Amstelveenlijn - 4000 - DEFINITIEF 3.0 - 20161118 1310-4002 (Kronenburg)
- [18] Ombouw Amstelveenlijn - 4000 - DEFINITIEF 3.0 - 20161118 1310-4003 (Zonnestein)
- [19] Ombouw Amstelveenlijn - 4000 - DEFINITIEF 3.0 - 20161118 1310-4007 (Sportlaan)
- [20] Omgevingsscan haltes vanuit geohydrologisch perspectief, d.d. 3 oktober 2016

### 2.3 Geraadpleegde Literatuur

De volgende literatuur is geraadpleegd.

- [21] Dinoloket (Bodemmodel en peilbuizen)
- [22] Hoogheemraadschap Rijnland (legger)
- [23] Waterschap Amstel Gooi en Vecht (legger)
- [24] Waternet
- [25] Omgevingsdienst ODNZKG
- [26] NEN9997-1 Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: algemene regels, d.d. juni 2016
- [27] Bouwjaartallen woningen: <http://code.waag.org/buildings/>
- [28] Waterkwaliteit Amsterdam (<https://www.ois.amsterdam.nl/popup/1559>)
- [29] Loots Grondwatertechniek, Bemalingsadvies Sloop en nieuwbouw Bankrashof te Amstelveen, 3 april 2018
- [30] Loots Grondwatertechniek, Bemalingsadvies nieuwbouw Klaasje Zevensterstraat te Amstelveen, 6 juni 2018
- [31] Loots Grondwatertechniek, Bemalingsadvies Straat van Messina 10 te Amstelveen, 11 juli 2018



### 3 UITGANGSPUNTEN

#### 3.1 Eisen

In het DO bemalingsplan worden de effecten van de bemaling en het waarborgen van de waterhuishouding getoetst. Het gaat om onderstaande eisen VS1\_0679 en VS1\_0895.

VS1_0679	Bemaling	Bovenl. Eis	Onderl. Eis	Eiseigenaar
	Tijdens de realisatie van het Werk dient bemaling niet te leiden tot een verlaging van de grondwaterstand die schadelijk is voor de beplanting.	VS1_0358		Gemeente Amstelveen

VS1_0895	Waarborgen waterhuishouding	Bovenl. Eis	Onderl. Eis	Eiseigenaar
	Tijdens de realisatie van het Werk dient de waterhuishouding niet nadelig te worden beïnvloed.	VS1_0016		Waterschap
Toelichting	Door derden wordt bij de noordelijke kruisingen voorafgaand aan de Uitvoeringswerkzaamheden extra waterberging gerealiseerd conform bijlage I.10.02. Nabij Sportlaan wordt buiten de systeemgrenzen door derden extra waterberging gerealiseerd met een oppervlakte van 1.800 m <sup>2</sup> .			

#### 3.2 EMVI documenten

In het EMVI document [12] is de toepassing spanningsbemaling met (anaerobe) retourbemaling beschreven (maatregel 24).

In maatregel 24 worden drie uitdagingen beschreven voor de bemaling.

- De geologische opbouw van scheef gestelde lagen door opstuwing tijdens de ijstijden, waardoor een gelinjectie risicovol is.
- De zoutgrens in het eerste watervoerend pakket ligt relatief hoog, waardoor de lozingsmogelijkheden met een hoog debiet beperkt zijn.
- Het ijzergehalte in het eerste watervoerend pakket is relatief hoog. In het geval van oxidatie van het ijzer ontstaan vlokken waardoor retourbronnen verstopt raken.

Gedurende de tenderfase is na een gedegen analyse besloten een robuust bronbemalingssysteem en anaeroob retoursysteem te installeren. In dit systeem worden de volgende risico's beschreven:

- Onttrekkingsdebiet is groter dan verwacht.
- Bemaling (onttrekkingsbronnen) functioneert onvoldoende.
- Retoursysteem functioneert onvoldoende.
- Bij hoge grondwaterdruk in het retourveld (hoge stijghoogte) kunnen wellen ontstaan in het oppervlaktewater.

Om de bovenstaande risico's te verminderen worden de volgende maatregelen getroffen:

- Het retoursysteem wordt anaeroob uitgevoerd om het oxidatieproces tegen te gaan.
- De retourbemaling wordt van NAP -30 á -50 m NAP aangelegd om de capaciteit te vergroten en rondpompen te verminderen.
- Het valideren van debieten door middel van pompproeven en een pompretourproef (reeds uitgevoerd).



- Het bemalingssysteem wordt 4 weken voor de start TBGN uitvoering getest en indien nodig geoptimaliseerd
- Het bemalingssysteem (pompsysteem) wordt over gedimensioneerd.
- De retourleidingen zijn van HDPE en gespiegeld.

Correctieve maatregelen Kronenburg en Zonnestein

- Bij een te lage opnamecapaciteit van het retourveld, of bij het ontstaan van wellen wordt er gebruik gemaakt van de lozingsvoorziening bij de Amstel voor herverdeling van water.

Terugvalscenario in geval van nood

- Het opnemen van een lozingsvoorziening van 500 m<sup>3</sup>/uur op de Amstel in het geval een deel van het retourveld uitvalt (alleen voor Kronenburg en Zonnestein).
- De herstelwerkzaamheden van retourleiding wordt binnen 4 uur herstelt, uitwerking van het terugvalscenario volgt in het bemalingsplan.



## 4 GEOMETRIE

Het DO bemalingsadvies bevat in-stationaire modelberekeningen voor 3 ongelijkvloerse kruisingen en voor 4 haltes. De ongelijkvloerse kruisingen zijn: Zonnestein, Kronenburg en Sportlaan. De haltes zijn: Onderuit, Oranjebaan, Meent en Uilenstede.

In de modelschematisatie zijn voor Zonnestein en Kronenburg dezelfde dimensies aangenomen. Tevens worden Zonnestein en Kronenburg ook gelijktijdig met de haltes Onderuit, Oranjebaan en Uilenstede bemalen. Tabel 1 geeft een overzicht van de dimensies en noodzakelijke waterniveaus. De beschreven dimensies in de tabel zijn de maximale breedte en diepte. Deze breedte is toegepast op de gehele bouwkuip waardoor een bovengrens is berekend. Voor de diepte van de bouwkuip is rekening gehouden met een diepteverloop in de damwand en voor de benodigde drooglegging.

De haltes (Tabel 2) zijn berekend in dezelfde grondwatermodellen als de verdiepte liggingen. De haltes zijn gemodelleerd zonder aanwezigheid van damwanden, omdat deze door de beperkte damwanddiepte geen waterkerend effect hebben.

Tabel 1. Uitgangspunten werkzaamheden ongelijkvloerse kruisingen

PARAMETER		ZONNESTEIN / KRONENBURG	SPORTLAAN
BREEDTE BOUWPUT	m	20 / 23,5	30,46
LENGTE BOUWPUT	m	316	324
ONTGRAVINGSDIEPTE	m NAP	-10,14	-11,04
DROOGLEGGINGSNIVEAU	m NAP	-10,51	-11,54
DAMWANDDIEPTE	m NAP	-17,5 / -23,0	-17,5 / -23,5
MAAIVELD	m NAP	-3,2 / -3,6	-3,9 / -4,5
GRONDWATERSTAND (GHG/GLG)	m NAP	-4,2 / -4,9	-4,6 / -5,3
STIJGHOOGTE	m NAP	-3,8 / -4,3	-4,2 / -4,7
BENODIGDE VERLAGING	m	6,71	7,34
LENGTE WATERKELDER	m	27	33,8
BREEDTE WATERKELDER	m	6	5
DROOGLEGGINGSNIVEAU WATERKELDER	m NAP	-14,5	-15,5
BENODIGDE VERLAGING (CIRCA)	m	10,5	11,0
DUUR TOTAAL	d	70	112
DUUR BEMALING WATERKELDER	d	28 (vóór bouwkuip bemaling) *	28 (tijdens bouwkuip bemaling) *
DUUR BEMALING VERDIEPTE LIGGING	d	42 (na waterkelder)	112 (inclusief waterkelder)

\* Dit is exclusief het inregelen en testen van de bemaling. Hiervoor is een periode van 2 weken gereserveerd



Tabel 2. Uitgangspunten werkzaamheden haltes.

PARAMETER		ONDERUIT	ORANJEBAAN	MEENT	UILENSTEDE
BREEDTE BOUWPUT (CIRCA)	m	9,5	10	10	4,5
LENGTE BOUWPUT (CIRCA)	m	14	17	17	4
BREEDTE NIEUWE LIFTPUT (CIRCA)	m	4	4	3,5	4
LENGTE NIEUWE LIFTPUT (CIRCA)	m	4	2,5	2,5	4
ONTGRAVINGSDIEPTE BOUWKUIP	m NAP	-6,95	-4,4	-5,4	n.v.t.
DROOGLEGGING BOUWKUIP	m NAP	-7,25	-4,7	-5,7	n.v.t.
ONDERZIJDE DAMWAND BOUWKUIP	m NAP	-14,0	-12,5	-13,0	n.v.t.
ONTGRAVINGSDIEPTE LIFTPUT	m NAP	-8,4	-6,7	-6,8	-5,8
DROOGLEGGING LIFTPUT	m NAP	-8,7	-7,0	-7,1	-6,1
ONDERZIJDE DAMWAND LIFTPUT	m NAP	-16,5	-16,0	-16,0	n.v.t.
MAAIVELD	m NAP	-2,8	-0,85	-1,2	-0,2
GRONDWATERSTAND (GHG/GLG)	m NAP	-4,3	-4,5	-4,7	-4,5
STIJGHOOGTE	m NAP	-3,6	-3,9	-4,2	-3,5
BENODIGDE VERLAGING BOUWPUT	m	2,9	0,2	1,0	n.v.t.
BENODIGDE VERLAGING LIFTPUT	m	4,4	2,5	2,4	1,6
BENODIGDE VERLAGING T.B.V. SPANNINGSBEMALING BOUWPUT	m	1,5	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
BENODIGDE VERLAGING T.B.V. SPANNINGSBEMALING LIFTPUT	m	3,0	1,0	0,8	n.v.t.
DUUR	d	42	42	70*	42

\* halte Meent is onderdeel van tracé zuid, deze werkzaamheden vallen buiten de 6-weeks zomer TBGN

De stabiliteitsberekeningen i.r.t. de benodigde verlaging en spanningsbemaling zijn per halte berekent in de DO rapportages van het geotechnisch ontwerp bouwkuip en paalfundering [8 t/m 11].



## 5 ONTWERPAANPAK

### 5.1 Schematisering

De bodem onder Amstelveen wordt gekenmerkt door een dikke deklaag bestaande uit klei en veen die bij Kronenburg en met name bij Zonnestein lokaal onderbroken wordt door zandlaagjes. De deklaag ligt op watervoerende pakketten met een hoge doorlatendheid, zie Tabel 3 voor de modelopbouw. Het eerste watervoerend pakket wordt op de locatie Kronenburg in een aantal sonderingen op een diepte van omstreeks NAP -40 m een kleilaag aangetroffen. Een dikkere kleilaag heeft een reducerend effect op het debiet, maar kan een grotere verlaging net aan de buitenzijde van de damwanden teweegbrengen. In modelberekeningen is deze kleilaag meegenomen met een kleine weerstand van 1 dag.

In vrijwel alle sonderingen en boringen bij Zonnestein en Kronenburg komt een stoorlaag van klei, veen of lemig zand op een diepte van circa NAP -26 m. Deze laag is ook als een weerstand biedende laag met een kleine weerstand in het model opgenomen.

Opgemerkt wordt dat de dieptes geografisch wisselen. De genoteerde dieptes zijn de dieptes in de omgeving van de projectlocatie.

De bodemopbouw is afkomstig van reeds uitgevoerd grondonderzoek, de bodemparameters zijn afkomstig van literatuurwaardes. De bodemopbouw is geverifieerd met een tweetal uitgevoerde pompproeven ter hoogte van Zonnestein en de Sportlaan in november 2017. Begin 2019 is aan de zuidwestzijde van Kronenburg een pompretourproef uitgevoerd die de onzekerheden in bodemparameters verder verkleind heeft. De onderstaande Tabel 4 geeft hiervan een overzicht. De pompproeven geven aanvullende informatie over de lagen 2 en 3 in Tabel 3, c.q. laag 3 en in Tabel 4. Uit de pompproeven en sonderingen volgt dat er een kleilige stoorlaag of stoorlaagjes op de overgang naar de gestuwde afzettingen aanwezig is met een weerstand die het bemalingsdebiet sterk bepaald.

Tabel 3. geohydrologische bodemopbouw o.b.v. Regis2.1. De laagscheidingen zijn ruimtelijke variabel en de min/max is aangegeven. De Regis laagnummers komen niet overeen met het de nummering in model.

Laag	Diepte [m NAP]	Geohydrologische eenheid	Parameter K [m/dag]
1	-4 / -10.5	Deklaag, klei / veen <sup>1)</sup>	0.005 - 1
2	-10.5 / -17	Formatie van Bortel, Kreftenheye en Drenthe, matig grof tot zeer grof zand	26-38
3	-17 / -38	Gestuwde afzettingen	Afhankelijk van bodem
4	-38 / -49	Formatie van Urk, matig grof tot grof zand	14-27
5	-49 / -58	Formatie van Sterkstel, klei	0.10
6	-58 / -71	Formatie van Sterksel, zand	23
7	-71 / -75	Formatie van Waalre, klei	0.025
8	-75 / -198	Formatie van Peize Waalre, zand	29-38

1) Regis2.1 maakt geen onderscheid in deze laag.



Tabel 4. Kronenburg/Zonnestein:

Bodemopbouw model o.b.v. Regis2.1, sonderingen en pompproef. De laagnummers komen niet overeen met het de nummering in model. De reden hiervoor is dat verschillende geohydrologische lagen in het grondwatermodel in meerdere lagen zijn opgedeeld. Dit t.b.v. model nauwkeurigheid.

Laag	Diepte [m NAP]	Geohydrologische eenheid	Parameter		
			Kx [m/d]	Ky [m/d]	Kz [m/d]
1	-4 / -9,7	Deklaag, klei (incl. dunne lagen wadzand)	1,0	1,0	0,1
2	-9,7 / -10,5	Deklaag, veen	0,001- 0,005	0,001- 0,005	0,001- 0,005
3	-10,5 / -26	Formatie van Boxtel, Kreftenheye en Drenthe, matig grof tot zeer grof zand	25 - 35	25 - 35	0,5 - 2,5
4	-26 / -38	Gestuwde afzettingen	13 -20	35 – 50	2 – 3,1
5	-38 / -49	Formatie van Urk, matig grof tot grof zand	13 -20*	28,6 – 50*	2 – 3,1*
6	-49 / -58	Formatie van Sterkstel, klei	16,5 - 21*	35,1 – 52*	2,5 – 3,2*
7	-58 / -71	Formatie van Sterksel, zand	17 - 23*	39 - 54*	2,7 – 3,2*
8	-71 / -75	Formatie van Waalre, klei	0,025	0,025	0,025
9	-75 / -198	Formatie van Peize Waalre, zand	29 - 38	29 - 38	4 - 6

\* Uit de pompproeven volgt dat de anisotropie niet alleen in de laag 'gestuwde afzettingen' voorkomt maar ook in de lagen eronder (Urk en Sterksel).

Tabel 5. Sportlaan:

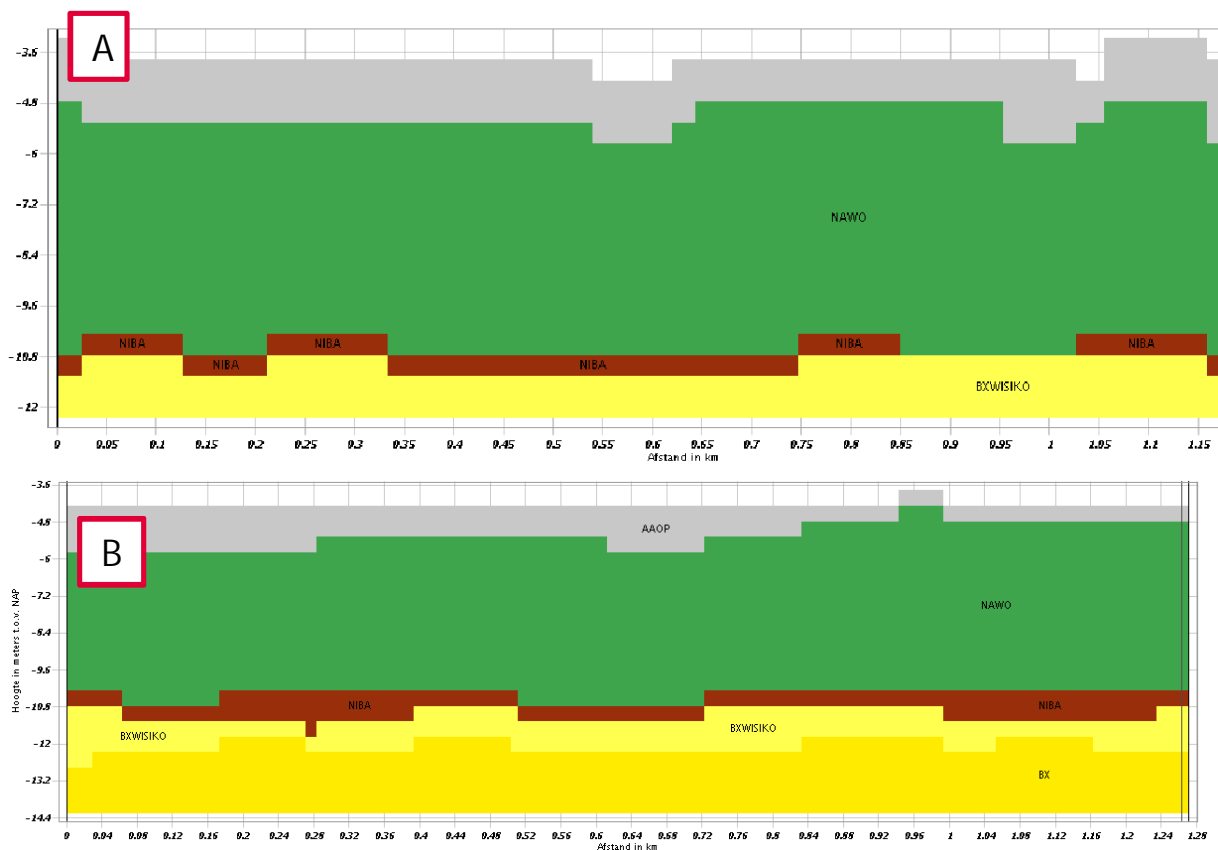
Bodemopbouw model o.b.v. Regis2.1, sonderingen en pompproef. De laagnummers komen niet overeen met het de nummering in model. De reden hiervoor is dat verschillende geohydrologische lagen in het grondwatermodel in meerdere lagen zijn opgedeeld. Dit t.b.v. model nauwkeurigheid.

Laag	Diepte [m NAP]	Geohydrologische eenheid	Parameter		
			Kx [m/d]	Ky [m/d]	Kz [m/d]
1	-4 / -9,7	Deklaag, klei (incl. dunne lagen wadzand)	1,0	1,0	0,1
2	-9,7 / -10,5	Deklaag, veen	0,001- 0,005	0,001- 0,005	0,001- 0,005
3	-10,5 / -26	Formatie van Boxtel, Kreftenheye en Drenthe, matig grof tot zeer grof zand	25 - 35	25 - 35	0,5 - 2,5
4	-26 / -38	Gestuwde afzettingen	13 -20	13 -20	2 – 3,1
5	-38 / -49	Formatie van Urk, matig grof tot grof zand	13 -20*	13 -20*	2 – 3,1*
6	-49 / -58	Formatie van Sterkstel, klei	16,5 - 21*	16,5 - 21*	2,5 – 3,2*
7	-58 / -71	Formatie van Sterksel, zand	17 - 23*	17 - 23*	2,7 – 3,2*
8	-71 / -75	Formatie van Waalre, klei	0,025	0,025	0,025
9	-75 / -198	Formatie van Peize Waalre, zand	29 - 38	29 - 38	4 - 6

\* Uit de pompproeven volgt dat de anisotropie niet alleen in de laag 'gestuwde afzettingen' voorkomt maar ook in de lagen eronder (Urk en Sterksel).

In onderstaande GEOTOP doorsnede langs de bouwkuipen Kronenburg en Zonnestein [17] is zijn de AAOP (antropogene zanden) , NAWO (Formatie van Naaldwijk, Laagpakket van Wormer), NIBA (formatie van Nieuwkoop, basisveenlaag) en BXWISIKO (Formatie van Boxtel) weergegeven. Hieruit blijkt dat de deklaag uit AAOP, NAWO en NIBA bestaat en dat de basisveenlaag is niet overal aanwezig is (dit is ook verwerkt in de grondwatermodellen). De Formatie van Naaldwijk wordt gekenmerkt door een sterke variatie in de lithologische samenstelling, die varieert van zand, tot klei. Het overgrote deel van de afzettingen vertoont een kleinschalige (cm-schaal) gelaagdheid; de kleien bevatten vaak zandige laagjes en de zanden vaak kleiige laagjes.





Figuur 2. A) Verticale doorsnede GEOTOP door Kronenburg en Zonnestein en B) Verticale doorsnede GEOTOP door Sportlaan.

### 5.1.1 Pompproeven

#### 5.1.1.1 Proeven november 2017

Voor het definitieve ontwerp zijn pompproeven uitgevoerd ter hoogte van de verdiepte liggingen Kronenburg en Sportlaan. Gedurende twee dagen is het effect op de stijghoogte op een diepte van NAP – 15,0 m en NAP – 25,0 m gemeten. Op basis van de resultaten van de pompproeven (bijlage 9) is een anisotropie in de bodem waargenomen als hydrologische eigenschap van gestuwde lagen. Dit resulteert in een herziening van de doorlatendheid en de anisotropie in het model ten opzichte van de waarden in de VO fase.

Er dient opgemerkt te worden dat de anisotrope bevindingen weinig verandering van de grootte van de doorlatendheid laten zien ten opzichte van de VO rapportage. Daarentegen hebben de pompproef resultaten invloed op de verhouding van de doorlatendheden in de  $K_x$  ( $K_h$ ),  $K_y$  ( $K_h$ ) en  $K_z$  ( $K_v$ ) richting.

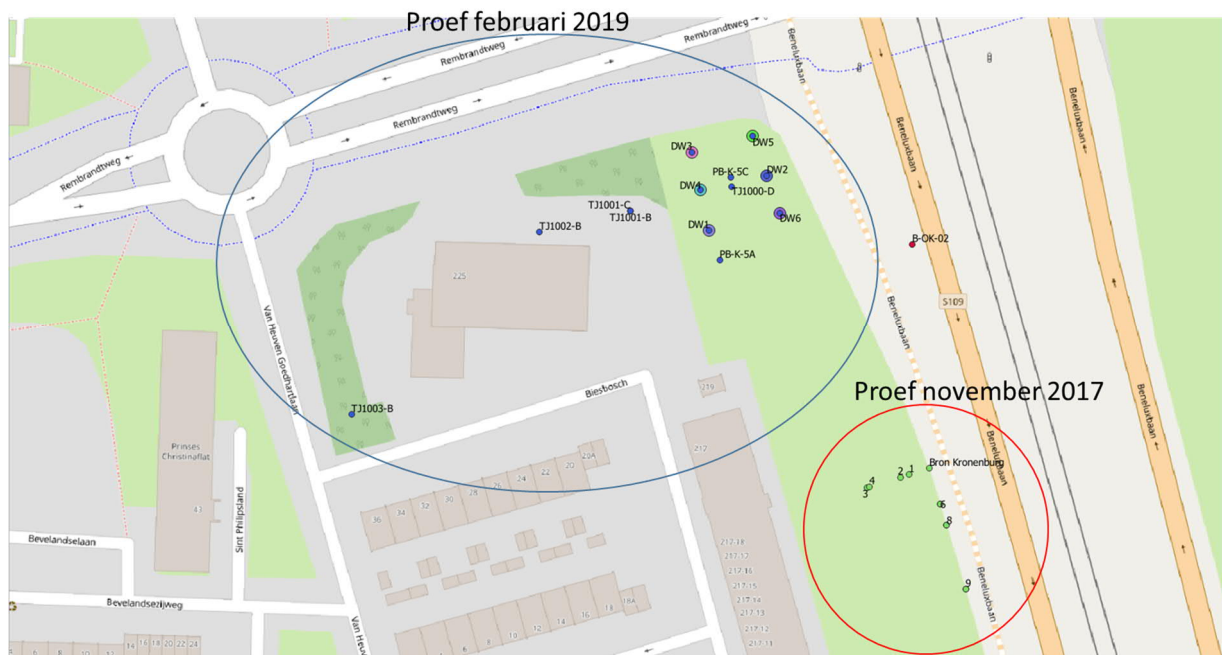
In het grondwatermodel voor de DO berekeningen is op basis van de pompproeven aangehouden dat de doorlatendheid in de  $K_y$  richting circa 2 tot 2,5 maal hoger is dan de doorlatendheid in de  $K_x$  richting. De aanwezigheid van gestuwde afzettingen is waarschijnlijk de natuurlijke oorzaak van deze anisotropie in  $x$  ( $\approx$  oost-west) en  $y$  ( $\approx$  noord-zuid) richting en dat heeft invloed op de bemaling. Deze scheef gestelde lagen zorgen voor ellipsvormige verlagingcontouren, in tegenstelling tot een bemaling bij een isotrope doorlatendheid waar de verlagingcontour cirkelvormig is. Het invloedsgebied zal dus groter zijn in de richting haaks op de scheefstelling en kleiner in de richting van de scheefstelling/dip.

#### 5.1.1.2 Proeven februari 2019

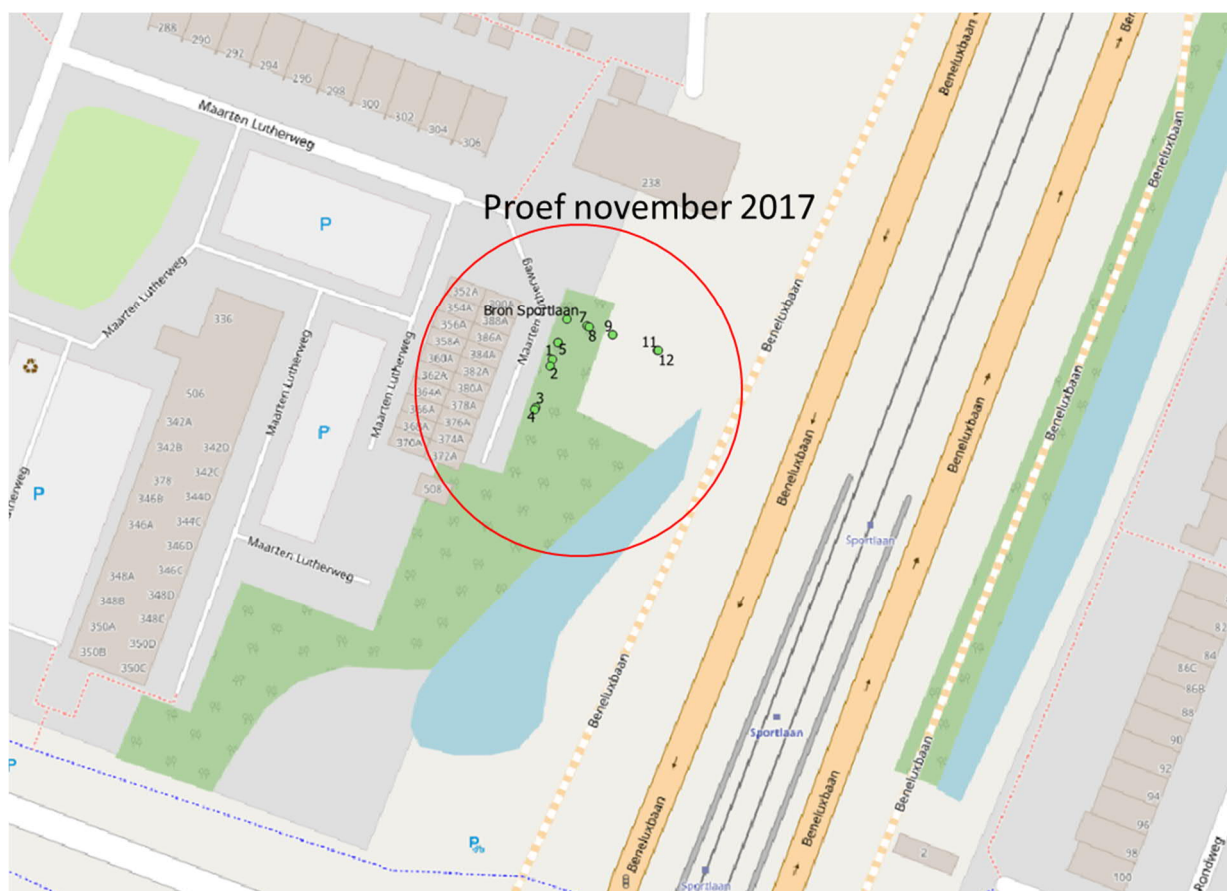
In januari en februari 2019 zijn nieuwe proefbemalingen gedaan ter hoogte van Kronenburg. De opzet van de proeven is full scale bemalen en retourneren in een opstelling zoals ontworpen voor de waterkelders van de verdiepte liggingen Kronenburg en Zonnestein (zie Bijlage 10). Voor de onttrekking zijn door Tjaden 6 diepwell bronnen geboord en peilbuizen geplaatst. Het tweede deel van de proefopzet is retour bemalen van het opgepompte water. Daartoe is aan de Tulpenburg een retourveld ingericht.



De posities van de drie proeven zijn weergegeven in Figuur 3 en Figuur 4.



Figuur 3 Locatie pompproeven Kronenburg



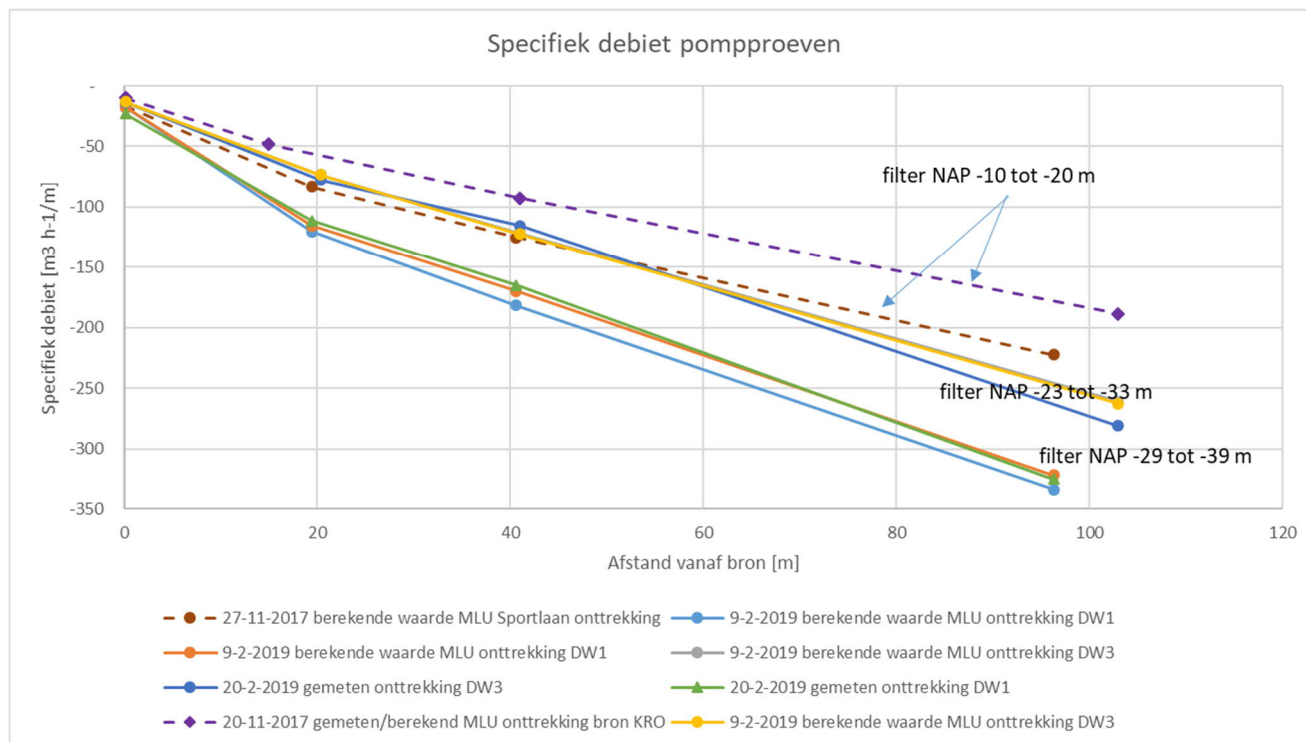
Figuur 4 Locatie pompproeven Sportlaan

Samenvattend kan uit de pompproeven geconcludeerd worden dat er een overgang in doorlatendheid zit op een niveau van NAP -26 a -28 m. Dat is een stoorlaag die in alle sonderingen wordt aangetroffen. Het is geen



dikke kleilaag, maar het effect op debiet en verlaging is groot genoeg om daar met de inrichting van de bemaling rekening mee te houden.

In Figuur 5 is een samenvatting gegeven van alle in het veld gerealiseerde proeven, omgerekend naar het specifiek debiet. Dat is het debiet per meter verlaging. Zo is te zien dat de diepste filters in de laag met de grootste doorlatendheid onder de stoorlaag een groot debiet bij een kleinere verlaging geven. De filters boven de stoorlaag geven een grotere verlaging bij een lager debiet. Het bemalingsontwerp is hierop consequent aangepast door geen bemalingsfilters dieper dan de genoemde stoorlaag op te nemen. Concreet de filterafstelling van de onttrekkingsbronnen bij Kronenburg niet dieper dan NAP -23 m en bij Zonnestein en Sportlaan is deze begrensd op NAP -25 m.



Figuur 5 Verlaging en debiet pompproeven



## 5.2 Situatieschets

In totaal zijn 3 modelsituaties doorberekend, waarbij Situatie 1 (Figuur 6) als basismodel dient. Ten opzichte van het VO grondwatermodel is de veenlaag opgedeeld in twee dunnere lagen. Hierdoor worden de verlagingen in de veen- en kleilaag representatiever. Situatie 2 (Figuur 7) representeert de afstemming in de DO fase, namelijk bronnen aan de buitenzijde van de verdiepte liggingen voor Zonnestein en Kronenburg. Situatie 3 representeert de bemaling voor de Sportlaan (Figuur 8) met bronnen aan de binnenzijde van de kuip.

### 5.2.1 Zonnestein en Kronenburg

De verdiepte liggingen Zonnestein, Kronenburg en haltes Onderuit, Oranjebaan en Uilenstede zijn tezamen in een grondwatermodel berekend. In het model is, in tegenstelling tot de VO berekeningen, uitgegaan van de aanwezigheid van waterkelders, retourvelden en de anisotropie. Voor het berekenen van de verlaging is rekening gehouden met een diepteverloop van de onderdoorgang. Hierbij neemt het diepteverloop (en droogleggingsniveau) in drie stappen toe richting het midden van de kuip. De waterkelders worden uitgevoerd zonder onderwaterbeton en liggen in de lengterichting van de kuip aan de westkant.

De ontworpen bemalingswerkzaamheden zijn weergegeven middels een situatieschets in Figuur 7. In deze schets is ook aangegeven wat de aanwezigheid van anisotropie voor effect heeft op de bemaling. In de situatieschets is een zogenaamde 'spannende' laag weergegeven, dat wil zeggen dat door de aanwezigheid van scheefgestelde lagen en het buiten deze laag plaatsen van bronnen deze laag niet drooggelegd wordt. Als gevolg van een te hoge waterstand in de 'spannende' laag zal uit de bronnen extra worden onttrokken. Dit resulteert niet in drooglegging van de bouwput maar zorgt er wel voor dat meer grondwater uit een ander bereik wordt onttrokken en er andere (grotere) onbedoelde verlagingen ontstaan. De plaatsingsdiepte van de bronnen is daarom door de aanwezigheid van de scheefgestelde lagen een belangrijk onderdeel in het plaatsen van de bemaling en het monitoren van de bemalingseffecten.

De onttrekkingsbronnen worden bij Kronenburg en Zonnestein buiten de bouwkuip geplaatst in de kas in de damwandconstructie. Bij Kronenburg is de filterlengte 7,5 m met de onderzijde op NAP -23,0 m, met uitzondering van de bronnen ter plaatse van de waterkelder welke een filterlengte hebben van 5,0 m. Bij Zonnestein is de filterlengte 7,5 m met de onderzijde op NAP -25,0 m, met uitzondering van de bronnen ter plaatse van de waterkelder welke een filterlengte hebben van 7,0 m. Het hogere niveau bij Kronenburg is bewust gekozen, dit heeft te maken met de aanwezigheid van kleige stoorlagen. Ter plaatse van de onttrekkingsbronnen zijn de damwandconstructie (dubbele plank 1,4 m tot NAP -18,0 m) gestaffeld.

De retourbemaling (Figuur 10) wordt uitgevoerd middels een drietal retourvelden. Zonnestein en Kronenburg delen het retourveld langs het oppervlaktewater aan de Tulpenburg, Saskia van Uylenburgweg en de Frits Mullerlaan. Het retourveld bevindt zich tussen circa NAP -29 m en NAP -49 m. Er is uitgegaan van 100% retourbemaling

### 5.2.2 Sportlaan

De verdiepte ligging Sportlaan en de halte Meent zijn uitgerekend tezamen in één grondwatermodel. In het model is, ten opzichte van de VO en DO berekeningen, uitgegaan van waterkelders, retourvelden en de anisotropie zoals vastgesteld in een pompproef (Figuur 8). Voor het berekenen van de verlaging is rekening gehouden met een diepteverloop van de onderdoorgang. Hierbij neemt het diepteverloop in drie stappen toe richting het midden. De waterkelder voor de Sportlaan ligt overdwars in het midden van de bouwkuip en wordt omrand door damwanden. Middels de pompproef zijn bij de Sportlaan ook scheefgestelde zandlagen waargenomen (Figuur 8). Ook hier kan de zogenaamde 'spannende laag' voorkomen.

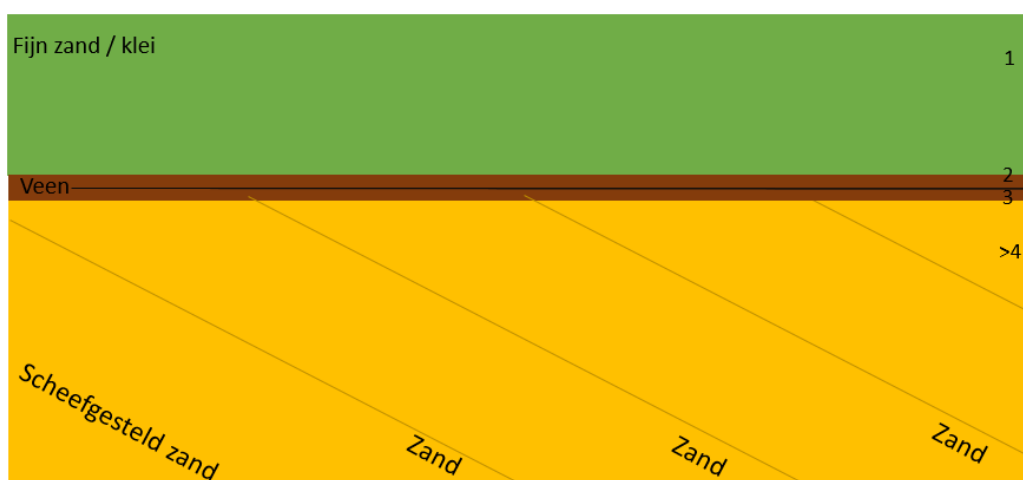
De bemaling is in-stationair berekend in 2 tijdvakken (in modflow "stressperiods"). Fase 1 bestaat uit 12 weken bemaling van de verdiepte ligging. De daaropvolgende fase 2 bestaat uit 4 weken bemalen van de verdiepte



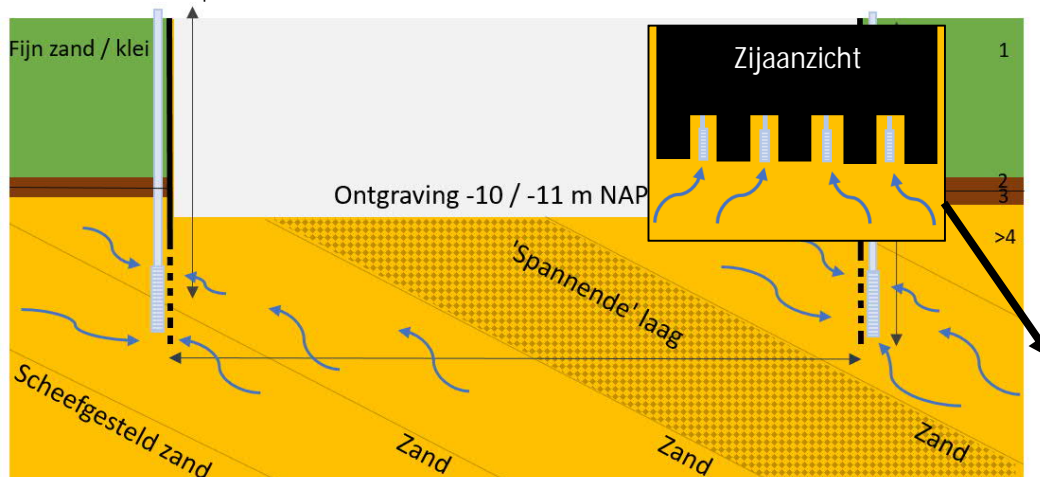
ligging inclusief de waterkelder. De gerapporteerde verlagingscontouren representeren deze fase, dit weergeeft een worst-case scenario met de grootste verlagingen.

Er dient opgemerkt te worden dat de onttrekkingsbronnen in alle moten in meer of mindere mate onder de damwandconstructie uitkomen. De onttrekkingsbronnen staan aan binnen de kuip op ca. 1 m van de buik van de damwandconstructie. De filterlengte van de bronnen is 7,5 m met de onderzijde op NAP -25,0 m, met uitzondering van de bronnen ter plaatse van de waterkelder welke een filterlengte hebben van 5,0 m. Het puntniveau van de damwanden varieert van NAP -17,5 tot -23,5 m. Dat betekent dat de damwanden deels een afschermende werking hebben.

Voor de verdiepte ligging aan de Sportlaan is gerekend met een retourveld langs een oppervlakte water langs de Sportlaan, van der Hooplaan en Gondel/Turfschip ten zuiden van de verdiepte ligging. Tussen NAP -25 m en NAP -30 m worden met enige regelmaat siltige lagen aangetroffen, daarom is uitgegaan dat het retourveld zicht bevindt tussen circa NAP -30 m en NAP -50 m waarbij is uitgegaan van 100% retourbemaling.

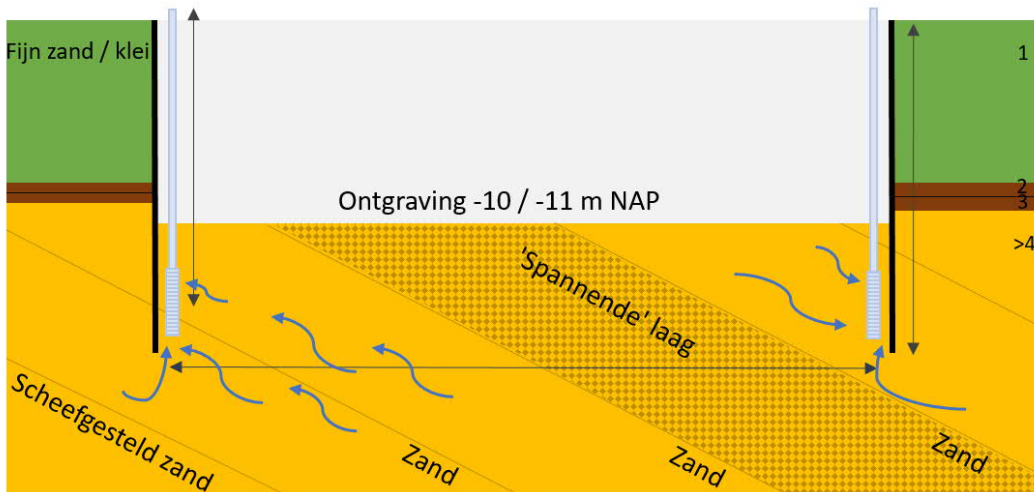


Figuur 6. Basismodel 1: de lagen zijn aangegeven middels nummers. De veenlaag is opgedeeld in twee modellagen. Let op: nummering lagen komt niet overeen met de bodemopbouw in tabel hoofdstuk 5.



Figuur 7. Situatieschets 2: Kronenburg en Zonnestein inclusief anisotropie en bemaling aan de buitenzijde. De damwanden worden eerst lokaal gestaffeld aangebracht, de bronnen staan tussen de kortere damwanden, dit is afgebeeld in zwart omrand figuur. De bronnen (lichtblauw) worden t.h.v. de kortere damwanden (zwarte blokken) geplaatst. De 'spannende' laag is een laag die mogelijk o.i.v. de locatie van de bronnen niet bemalen wordt. Dit is een resultaat van anisotropie. Het niet kunnen droogleggen van deze laag dient ten alle tijde voorkomen te worden. Opgemerkt wordt dat de h.o.h. afstand tussen de bronnen groter is dan in de schets weergegeven.





Figuur 8. Situatieschets 3: Sportlaan inclusief anisotropie en bemaling aan de binnenzijde. De damwanden worden aangebracht op verschillende niveaus. Het niveau neemt toe richting het midden van de bouwkuip. De bronnen komen aan de uiteinden onder het damwandniveau uit. De 'spannende' laag is een laag die mogelijk o.i.v. de locatie van de bronnen niet bemalen wordt. Dit is een resultaat van anisotropie. Het niet kunnen droogleggen van deze laag dient ten alle tijde voorkomen te worden.

### 5.2.3 Haltes

De haltes zijn berekend in dezelfde grondwatermodellen als de verdiepte liggingen. De haltes zijn gemodelleerd zonder aanwezigheid van damwanden, omdat deze geen waterremmend effect hebben. De debieten zijn berekend zonder aanwezigheid van een retourveld.



## 5.3 Uitvoeringswijze

### 5.3.1 Algemeen

Er is een vooronderzoek geweest waarbij pompproeven zijn uitgevoerd. Uit de pompproeven komt naar voren dat er sprake is van anisotropie door scheefstelling van bodemlagen. De opstelling van de pompproeven met bijbehorende locatie en filterstelling van de bronnen is weergegeven in Bijlagen 9 en 10.

De bronnen worden aan de uiteinden geplaatst met een onderlinge afstand van ca. 40 m. Ter plaatse van moot 4 t/m 7 is een dichter stramien van ca. 20 m benodigd zijn. Na plaatsen van de bronnen worden deze getest. Deze opzet houdt in dat de lozing, lozingsleiding en retourveld al aangelegd is voordat de bronnen geboord worden. De retourbronnen hebben filters tussen ca. NAP -30 m en NAP -50 m.

### 5.3.2 Kronenburg/Zonnestein

De bemaling voor Kronenburg en Zonnestein wordt buiten de kuip aangebracht. Om de invloed van de bemaling op de bouwkuip niet te verminderen door de aanwezigheid van de damwanden worden deze ter plaatse van de onttrekkingsbronnen gestaffeld tot NAP -18 m aangebracht. Dit houdt in dat naast de onttrekkingsbron, de damwand tot minder diep wordt aangebracht. Zo wordt de verbinding tussen de bouwkuip en de bron niet belemmert. Voor de waterkelders worden ook een aantal bronnen in de kuip geboord.

De onttrekkingsbronnen worden uitgevoerd met een diameter van 200 á 250 mm tot een diepte van NAP -23 m bij Kronenburg en NAP -25 m bij Zonnestein. Uit de pompproeven kan wat gezegd worden over de waterstand op het diepste punt in de verdiepte ligging in de bron is. Die is afhankelijk van de bronafstand, voor de verdiepte liggingen komt dat neer op:

- Bronafstand 40 meter, daling in de bron tot NAP -14.54 m (opbolling tussen bronnen 3.84m)
- Bronafstand 20 meter, daling in de bron tot NAP -12.81 m (opbolling tussen bronnen 2.11m)

De bovenzijde van de onttrekkingsfilters liggen op NAP -17,5 m. De filters moeten tot één meter onder dat niveau worden aangebracht om aantrekken van lucht te voorkomen. Hier wordt dus voldaan.

Het retourveld is reeds beschreven in paragraaf 2 van dit hoofdstuk. De retourbronnen van de bemaling worden aangebracht met een diepte van de perforatie van NAP -30 tot -50 m. Er zijn sonderingen ter plaatse van de retourvelden uitgevoerd, op basis hiervan is de lengte van de filter bepaald. Dit is gedaan in overleg met de uitvoerende partij. De retourbronnen dienen afgedicht te worden met zweiklei (bv. Mikolit), welke met zijn zwelvermogen een afdichtende werking heeft. Mikolit heeft dichtheid van circa 1,8 t/m<sup>3</sup> en is daarmee ongeveer even zwaar als zand

### 5.3.3 Sportlaan

De bemaling voor Sportlaan wordt binnen de kuip aangebracht. Door de damwanden wordt de invloed van de bemaling op de omgeving beperkt.

De onttrekkingsbronnen worden uitgevoerd met een diameter van minimaal 250 mm tot een diepte van NAP -25 m. Uit de pompproeven kan worden afgeleid dat de waterstand op het diepste punt in de verdiepte ligging zal dalen tot NAP -14.45 m in de bron. De bovenzijde van de onttrekkingsfilters liggen op NAP -17,5 m. De filters moeten tot één meter onder dat niveau worden aangebracht om aantrekken van lucht te voorkomen. Hier wordt dus voldaan.

Het retourveld is reeds beschreven in paragraaf 2. De retourbronnen van de bemaling worden aangebracht met een diepte van de perforatie NAP -30 tot -50 m. Er zijn sonderingen ter plaatse van de retourvelden uitgevoerd, op basis hiervan is de lengte van de filter bepaald. Dit is gedaan in overleg met de uitvoerende partij.



De retourbronnen dienen afgedicht te worden met zweikleij (bv. Mikolit), welke met zijn zwelvermogen een afdichtende werking heeft. Mikolit heeft dichtheid van circa 1,8 t/m<sup>3</sup> en is daarmee ongeveer even zwaar als zand.

#### 5.3.4 Haltes

Voor de haltes wordt een freatische en spanningsbemaling aangebracht. De spanningsbemaling bestaat uit bronneringsfilters binnen de damwandkassen. Het gevolg van het gebruik van bronneringsfilters is dat het bemalingswater niet geretourneerd kan worden door menging van anaeroob en aeroob water. Echter is het debiet en waterbezwaar minder door het gebruik van korte filters. De filters worden geplaatst tot 2 meter onder de onderkant van de deklaag.

De freatische bemaling wordt ook uitgevoerd door middel van een filterbemaling en heeft als doel het regen- en kwelwater af te pompen. Mocht er een wadzand ter hoogte van de halte aanwezig zijn, zal het debiet iets toenemen. Door het gebruik van damwanden en aanwezigheid van voornamelijk klei zal weinig freatisch grondwater worden onttrokken uit de deklaag.

Het freatische bronneringswater kan geloosd worden op het oppervlaktewater of in het hemelwater riool. Het spanningswater kan geretourneerd worden, maar gezien de lage debieten (hoofdstuk 6) kan het spanningswater ook geloosd worden op het hemelwater riool. Lozing op het hemelwater riool is alleen mogelijk als het water voorbehandeld wordt met een zandfilter of een strobak.

De grondwaterkwaliteit van het spanningswater is getest tijdens de pompproeven en de analysestaten zijn bijgevoegd in bijlage 13. In Tabel 6 en Tabel 7 zijn de chloride en ijzerconcentraties weergegeven. Ijzergehalten boven de 4 á 5 mg/L zorgen voor oranje/bruine verkleuring in oppervlaktewateren. In oppervlaktewater in Amsterdam worden chloride gehalten tussen 53 en 500 mg/L gemeten als gevolg van zoute kwel [24]. Dat wil zeggen dat de gemeten concentratie chloride in het bronneringswater bij lozing niet zorgt voor een verslechtering van de waterkwaliteit.

Tabel 6. Grondwaterkwaliteit 1e WVP pompproef november 2017

	ANALYSE KRONENBURG (NAP -24 M)	ANALYSE SPORTLAAN (NAP -24 M)
IJZER [MG/L]	5,7	8,1
CHLORIDE [MG/L]	24	30

Tabel 7. Grondwaterkwaliteit 1e WVP pompproef februari 2019

	ANALYSE KRONENBURG TJ1000D (NAP -27,2 M)	ANALYSE TULPENBURG (NAP - 34,3 M)
IJZER [MG/L]	8,5	18
CHLORIDE [MG/L]	29	19



### 5.3.5 Lozingsvoorziening

Het uitgangspunt is dat 100% van het onttrokken water wordt retourneert. Echter doordat het gehele retourveld parallel langs de Olympiadeaan is komen te vervallen is de overcapaciteit die aanwezig is in de retourvelden beperkt. Vanuit het oogpunt van bedrijfszekerheid wordt als terugvalsscenario een lozingsvoorziening opgenomen van 500 m<sup>3</sup>/uur op de Amstel opgenomen. Wanneer een retourveld door bijvoorbeeld leidingbreuk uitvalt of minder gaat presteren kan deze tijdelijk buiten gebruik worden genomen.

De lozing geschiedt via een afvoerleiding die rechtstreeks loodst op de Amstel. Waternet heeft aangegeven dat een lozing voor het gemaal Middenpolder niet is toegestaan, omdat de capaciteit van het gemaal onder extreme omstandigheden te laag is.

Het lozingswater dient voorbehandeld te worden met een zandfilter om verkleuring van oppervlaktewater tegen te gaan. Aanvullend zal de waterkwaliteit van het lozingswater maandelijks worden gemonitord, en ter controle aangeboden te worden aan het waterschap. Belangrijke parameters zijn het gehalte arseen (MAC waarde 8 µg/L) en chloridegehalte (MAC waarde 200 mg/L), deze dienen onder de maximaal aanvaardbare concentratie (MAC) te blijven.

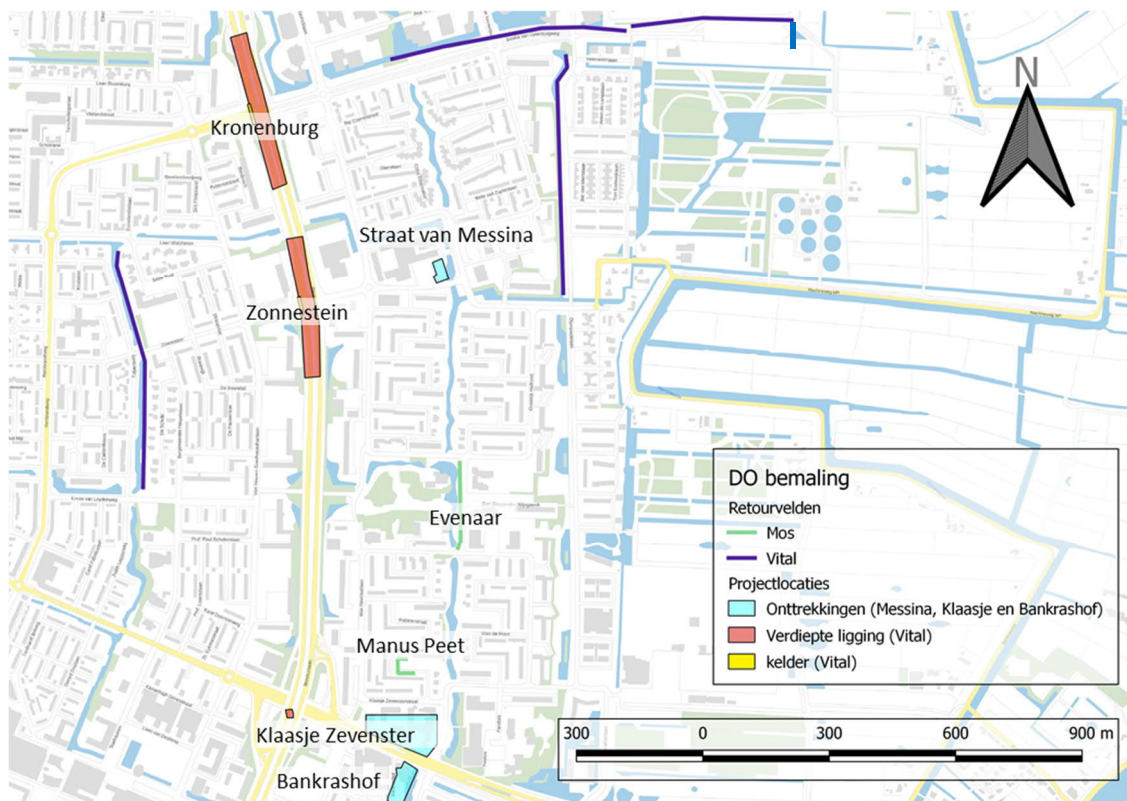
Opgemerkt wordt dat deze lozingsvoorziening van toepassing is op Kronenburg en Zonnestein. Voor Sportlaan is voldoende reservecapaciteit (ca. 20%) in de retourvelden ingebouwd om tegenvallers op te vangen.

### 5.3.6 Samenloop andere bemalingen

In de omgeving van het project vinden nog een drietal andere bemalingen plaats. Deze zijn:

- Straat van Messina, bouw 1-laags parkeerkelder
- Klaasje Zevenster, bouw 1-laags parkeerkelder
- Bankrashof, sloop bestaande kelder en nieuwbouw 1<sup>e</sup> laags parkeerkelder

Alle drie de bemalingen retourneren water in de bodem op de retourvelden “Evenaar”, “Manus Peet” en een retourveld bij de Burgemeester Boersweg (nabij A9).



Figuur 9 Bemaling Vital en naburige bemalingen



Omdat de uitvoering van de bemaling mogelijk overlap heeft zijn de bemalingsactiviteiten van de drie buurbemalingen integraal in de bemalingsberekeningen voor Vital meegenomen. De drie buurbemalingen zijn gecontroleerd aan de hand van de bijbehorende bemalingsadviezen en meetgegevens omtrent de stijghoogteverlagingen bij de bemalingen en de stijghoogte verhogingen bij de retourvelden. Deze gegevens zijn verkregen na een afstemmingsgesprek met Waternet geleverd door Loots Grondwatertechniek ([29], [30] en [31]). De inpassing van de retourvelden van Vital is afgestemd met de andere bemalingen om zo min mogelijk nadelige onderlinge beïnvloeding te hebben. De belangrijkste kenmerken van deze bemalingen zijn samengevat in Tabel 8.

Tabel 8. Samenvatting uitgangspunten bemalingen MOS

LOCATIE	DATUM RAPPORT	DIEPTE [M NAP]	DAMWAND DIEPTE [M NAP]	DEBIET [M3/H]	WATER BEZWAAR [M3]	AFMETINGEN [M*M]
BANKRASHOF	3/4/18	Kelder -7.95 Lift -9.6	-19	Kelder 220-270 Lift 275-325	1,470,000	105*45
KLAASJE ZEVENSTER	6/6/18	Kelder -7.30 Lift -8.6	-19	Kelder 175-265 Lift 250-350	900,000	60*75
STR V MESSINA	11/7/18	Kelder -7.30 Lift -8.72	-19	Kelder 80-120 Lift 220-270	540,000	52*31



## 6 RESULTATEN

### 6.1 Debieten en omgevingseffecten

De modelresultaten zijn in onderstaande tabellen weergegeven en de invloedslijnen zijn weergegeven in de bijlages.

Tabel 9. Modelresultaten verdiepte ligging Kronenburg en Zonnestein

	Debiet [m <sup>3</sup> /uur]	Debiet [m <sup>3</sup> /dag]	Tijdsduur [dagen]	Waterbezwaar [m <sup>3</sup> ]
Zonnestein	630 - 670	15120 - 16080	42	635040 - 675360
Kronenburg	630 - 680	15120 - 16320	42	635040 - 685440
Waterkelder Zonnestein	270 - 300	6480 - 7200	28 *	181440 - 201600
Waterkelder Kronenburg	320 - 330	7680 - 7920	28 *	215040 - 221760
Totaal				1.666.560 - 1.784.160

\* Dit is exclusief het inregelen en testen van bemaling voor een periode ca. 2 weken voorafgaand de bemaling van de waterkelders

De debieten van met name de waterkelders worden sterk bepaald door het toevoegen van enige weerstand op een diepte van NAP -26 m naar aanleiding van de pompproefresultaten. De laagdiktes waaruit gepompt wordt zijn volgens Regis bij Zonnestein iets kleiner dan bij Kronenburg. Dat resulteert in een verwacht debiet voor de waterkelder van Zonnestein dat iets lager is dan bij Kronenburg. De mogelijkheid bestaat dat deze debieten in de praktijk dichter bij elkaar liggen.

De waterkelders van Zonnestein en Kronenburg worden gerealiseerd vóór de verdiepte liggingen. Deze zullen apart bemalen worden. In de berekening is uitgegaan van een opeenvolging van werkzaamheden. Voor het retourdebiet dienen de debieten van beide waterkelders c.q. verdiepte liggingen bij elkaar te worden opgesteld.

Tabel 10. Modelresultaten verdiepte ligging Sportlaan

	Debiet [m <sup>3</sup> /uur]	Debiet [m <sup>3</sup> /dag]	Tijdsduur [dagen]	Waterbezwaar [m <sup>3</sup> ]
Sportlaan	610 - 630	14.640 - 15.120	84 *	1.229.760 - 1.270.080
Waterkelder + bemaling Sportlaan	680 - 700	16.320 - 16.800	28	456.960 - 470.400
Totaal				1.686.720 - 1.740.480

\* Dit is exclusief het inregelen en testen van bemaling voor een periode ca. 2 weken voorafgaand de bemaling van de verdiepte ligging

De waterkelder en de verdiepte ligging Sportlaan wordt gelijktijdig gerealiseerd met de rest van de verdiepte ligging.

Om de gevoeligheid van de anisotropie te testen en controleren is een berekening uitgevoerd met een isotrope aquifer, oftewel de horizontale en verticale doorlatendheid zijn gelijk ( $K_x=K_y=K_z$ ). De reden hiervoor is



het verschil in aannames tussen de verschillende bemalende partijen in de omgeving. Het onttrekkingsdebiet in een isotrope aquifer resulteert in een verhoging van de debieten van ca. 100 á 150 m<sup>3</sup>/uur zonder en met waterkelder. Het grondwatermodel is gekalibreerd aan de hand van de resultaten van de pompretourproef uit 2019 en pompproef uit 2017. Hieruit blijkt dat de aanname van een volledig isotrope ( $K_x=K_y=K_z$ ) bodemopbouw niet overeenkomt met de resultaten van de veldmetingen. De horizontale doorlatendheid moet hoger zijn dan de verticale doorlatendheid, de verhouding is ca. 1:10. Om de reden wordt het onttrekkingsdebiet met een isotrope aquifer gezien de informatie uit de pompproeven niet representatief geacht.

Uit de analyse blijkt vanwege de anisotropie ook dat er een zeer sterke relatie tussen het onttrekkingsdebiet en de onttrekkingsdiepte. Hoe ondieper de onttrekkingsbronnen hoe gunstiger(lager) het onttrekkingsdebiet (Figuur 5). Dit is enerzijds afkomstig uit de anisotropie en anderzijds uit een licht stijgende doorlatendheid naar de diepte toe. De herziende debieten zijn verkregen door middel van het plaatsen van de onttrekkingbronnen tot maximaal NAP -25 m diepte.

Daarnaast is het onttrekkingsdebiet van de werkzaamheden aan de Sportlaan gewijzigd door de aanpassingen die zijn benoemd in paragraaf 0.3.

Tabel 11. Modelresultaten haltes, inclusief spanningsbemaling van overige haltes (zonder retourbemaling)

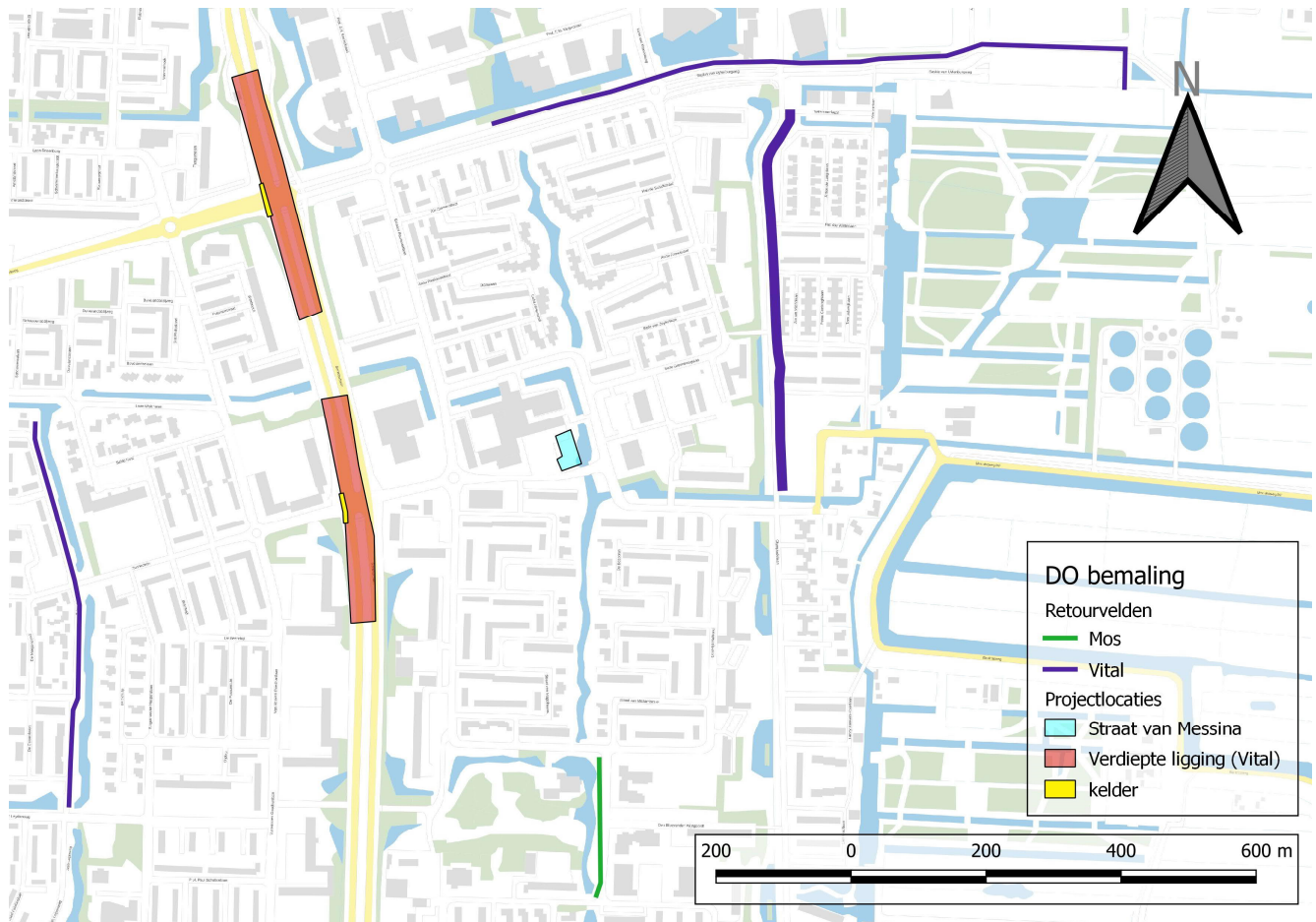
	Debiet [m <sup>3</sup> /uur]	Debiet [m <sup>3</sup> /dag]	Tijdsduur [dagen]	Waterbezwaar [m <sup>3</sup> ]
Onderuit	9	216	42	9.072
Onderuit spanningsbemaling	35	825	42	34.650
Oranjebaan	5	125	42	5.250
Oranjebaan Spanningsbemaling	13	310	42	13.020
Meent	5	125	70	5.250
Meent Spanningsbemaling	13	310	70	13.020
Uilenstede	5	120	42	5.040
				85.302

De figuren tonen de verlaging aan het eind van de werkzaamheden. In deze verlagingcontouren zijn de benodigde verlagingen voor de waterkelders meegenomen. Na enkele dagen bemalen wordt een zo goed als steady-state situatie bereikt.



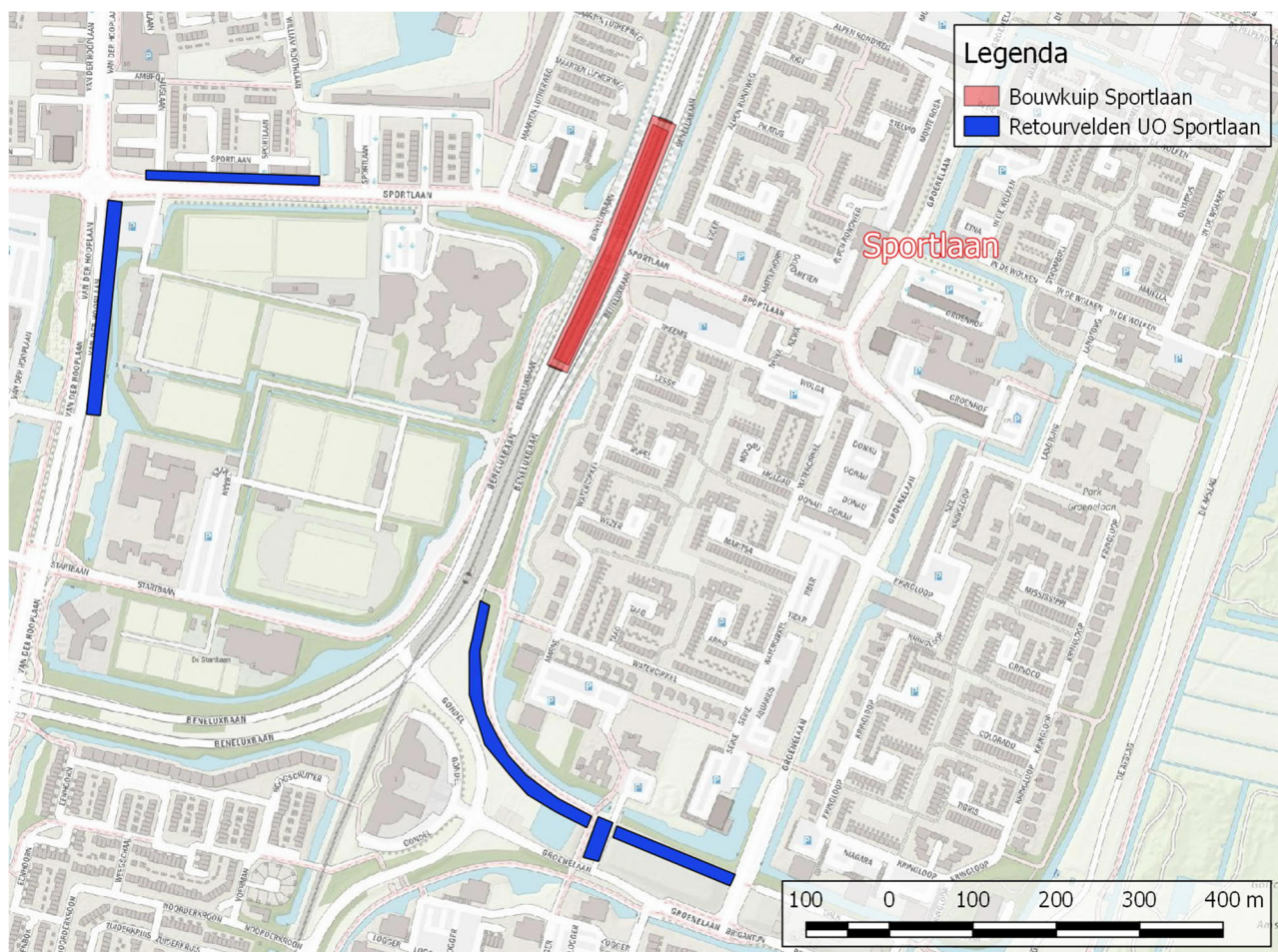
## 6.2 Effect van retourbemaling

Het effect van retourbemaling op het invloedsgebied is berekend voor de Zonnestein/Kronenburg en Sportlaan. Deze zijn weergegeven in Bijlages 1 t/m 8. In onderstaand Figuur 10 en Figuur 11 zijn de locaties van de retourvelden en bemaling weergegeven. De locaties zijn tezamen met de uitvoerende partij aangewezen i.v.m. praktische inpassing. Op deze locaties zijn sonderingen uitgevoerd om de geschiktheid en diepte vast te kunnen stellen. De haltes Onderuit, Oranjebaan, Meent en Uilenstede zijn berekend zonder retourbemaling.



Figuur 10. Locatie retourveld Kronenburg en Zonnestein (paars) welke aangehouden is in de berekening. De retourvelden van de naastgelegen bemalingen van Mos in groen.





Figuur 11. Locatie retourveld Sportlaan.

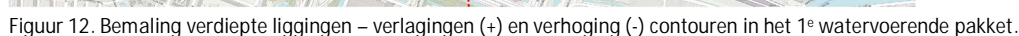
### 6.2.1 Retourbemaling Kronenburg / Zonnestein

De retourbemaling (Figuur 10) wordt uitgevoerd middels een drietal retourvelden. Zonnestein en Kronenburg delen het retourveld langs het oppervlaktewater aan de Tulpenburg, Saskia van Uylenburgweg, Frits Mullerlaan. De filters van het retourveld bevinden zich tussen ca. NAP -30 m en NAP -50 m. Er is uitgegaan van 100% retourbemaling. In totaal zijn 107 retourbronnen (34 stuks bij Tulpenburg, 55 stuks bij Saskia van Uylenburgweg en 18 stuks bij de Frits Müllerlaan) aangebracht met een capaciteit van 15 m<sup>3</sup>/uur. Dit is een veilige waarde op basis van een recent uitgevoerde retourbemalingsproef. De totale retourcapaciteit bij Kronenburg en Zonnestein is ca. 1605 m<sup>3</sup>/uur. In Bijlage 15 is te zien dat opbarsten bij de bemaling van de verdiepte liggingen kritisch is. De overcapaciteit die aanwezig in de retourvelden is beperkt. Om deze reden is vanuit het oogpunt van bedrijfszekerheid een lozingsvoorziening opgenomen van 500 m<sup>3</sup>/uur op de Amstel opgenomen.

De kans op opbarsten van de bodem als gevolg van de toenemende druk in het retourveld hangt af van de verhouding tussen grondopbouw(gronddruk) en waterdruk. Opwaartse druk wordt veroorzaakt door de waterstand (druk) onder scheidende lagen (klei of veen). In de natuurlijke situatie is de neerwaartse druk (gronddruk) van de scheidende laag en bovenliggen lagen hoger dan de opwaartse druk, er is dan geen risico op opbarsten. Door het retourneren van het bronneringswater zal de waterdruk onder de scheidende laag toenemen, oftewel de opwaartse druk neemt toe.

In Figuur 12 zijn de verhogingscontouren weergegeven ter plaatse van de retourbronnen. Voor de analyse van het opbarsten wordt verwezen naar Bijlage 15. Conclusie is dat bij de gekozen configuratie van de retourvelden het risico van opbarsten van de deklaag beheersbaar wanneer ter plaatse van de retourvelden de stijghoogte actief wordt gemonitord.





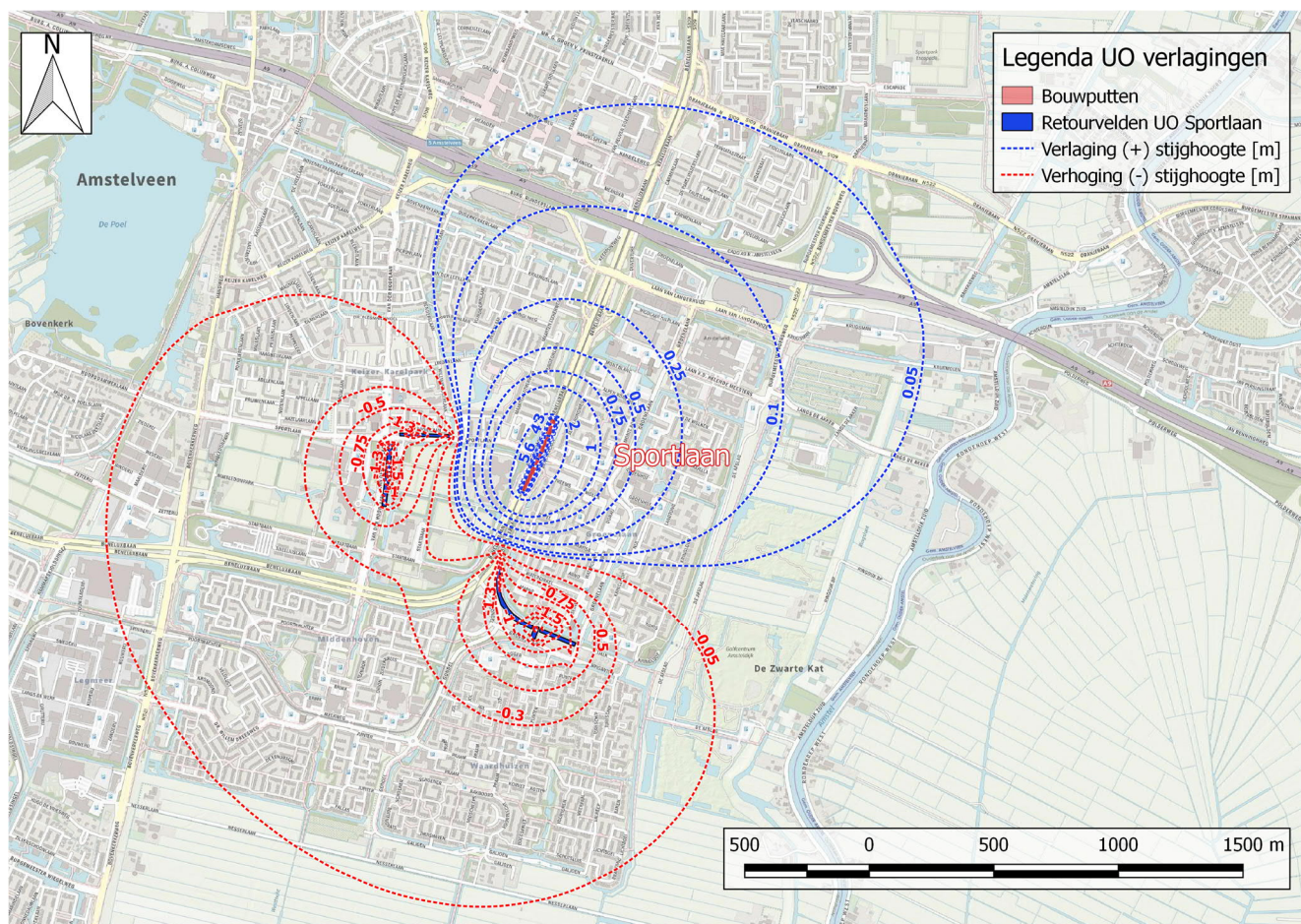
De berekende debieten zijn inclusief het rondpompen van water als gevolg van de nabijheid van het retourveld. Voor de verdiepte ligging aan de Sportlaan is gerekend met een retourveld langs een oppervlakte water langs de Sportlaan, van der Hooplaan, Gondel en het Turfschip (Figuur 11). De onttrekkingsbronnen worden geplaatst tot maximaal NAP -25m diepte. Het retourveld wordt geplaatst op een diepte van circa NAP -30 m en NAP -50 m, waarbij is uitgegaan van 100% retourbemaling. In totaal zijn ca. 57 retourbronnen voorzien (12 stuks bij Sportlaan, 15 stuks bij Van der Hooplaan, 15 stuks bij Gondel en 15 stuks bij Turfschip) met een capaciteit van 15 m<sup>3</sup>/uur. Dit is een veilige waarde op basis van een recent uitgevoerde retourbemalingsproef. De totale retourcapaciteit bij Sportlaan is ca. 850 m<sup>3</sup>/uur. Dat betekent dat er theoretisch 20% marge aanwezig is.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99



onder scheidende lagen (klei of veen). In de huidige situatie is de neerwaartse druk (gronddruk) van de scheidende laag en bovenliggende lagen hoger dan de opwaartse druk, er is dus geen risico op opbarsten. Door het retourneren van het bronneringswater zal de druk onder de scheidende laag toenemen, oftewel de opwaartse druk neemt toe.

In Figuur 13 zijn de verhogingscontouren weergegeven ter plaatse van de retourbronnen. Voor de analyse van het opbarsten wordt verwezen naar Bijlage 15. Conclusie is dat bij de gekozen configuratie van de retourvelden het risico van opbarsten van de deklaag beheersbaar wanneer ter plaatse van de retourvelden de stijghoogte actief wordt gemonitord.



Figuur 13. Bemaling verdiepte ligging en waterkelder – verlagingen (+) en verhoging (-) contouren in het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket (Sportlaan).



## 7 RAAKVLAKKEN / OMGEVINGSEFFECTEN

### 7.1 Fluctuatie grondwaterstanden

In Bijlage 11 en Bijlage 12 zijn de grondwaterreeksen geplot van de peilbuizen die geplaatst zijn door Vital en peilbuizen van de gemeente Amstelveen. Uit deze reeksen is natuurlijke fluctuatie afgeleid (Tabel 12 en Tabel 13). De verlaging in stijghoogte bij Kronenbrug en Sportlaan door de pompproef zijn niet meegenomen in deze analyse. Er dient opgemerkt te worden dat de freatische waterstanden niet zijn beïnvloed door de pompproef.

Tabel 12. Minimale en maximale grondwaterstanden Kronenburg, Zonnestein en Sportlaan: periode 22 september 2017 t/m 4 maart 2018.

KRONENBURG	B-OK-01 FREATISCH	B-OK-02 FREATISCH	B-OK-02 STIJGHOOGTE
FILTER VAN – TOT [MNAP]	-5,3 tot 6,3	5,12 tot -6,12	17,62 tot -18,62
MINIMALE WATERSTAND	-4,9	-5,1	-3,96 <sup>1)</sup>
MAXIMALE WATERSTAND	-4,7	-4,4	-3,62
VERSCHIL	0,2	0,7	0,35
ZONNESTEIN	B-OZ-01 FREATISCH	B-OZ-02 FREATISCH	B-OZ-01 STIJGHOOGTE
FILTER VAN – TOT [MNAP]	-7,61 tot -8,61	-6,38 tot -7,38	-17,61 tot -18,61
MINIMALE WATERSTAND	-4,9	-4,76	-4,0
MAXIMALE WATERSTAND	-4,4	-4,54	-3,7
VERSCHIL	0,5	0,22	0,35
SPORTLAAN	B-OS-01 FREATISCH	B-OS-02 FREATISCH	B-OS-01 STIJGHOOGTE
FILTER VAN – TOT [MNAP]	-5,65 tot -6,65	-5,73 tot -6,73 m)	-18,09 tot -19,09
MINIMALE WATERSTAND	-5,3	-5,3	-4,53 <sup>1)</sup>
MAXIMALE WATERSTAND	-4,9	-4,9	-4,33
VERSCHIL	0,4	0,4	0,33

1) Verlaging o.i.v. de pompproef zijn uitgesloten in de reeks.

Tabel 13. Statistieken van meetreeksen van gemeentelijke peilbuizen. Metingen zijn van de periode februari 2011 tot januari 2016.

tabel 10: statistieken van meetresultaten van gemeentelijke peilbuisen, metingen zijn van de periode februari 2014 tot januari 2016						
PEILBUIS	FILTERSTELLING		STATISTIEKEN			Verschil percentiel [m NAP]
	Van [m NAP]	Tot [m NAP]	90 percentiel [m NAP]	Gemiddelde [m NAP]	10 percentiel [m NAP]	
KRONENBURG / ZONNESTEIN						
MPO1-0	-4,91	-5,91	-4,51	-4,68	-4,88	0,37
MPO1-2	-4,76	-5,76	-4,37	-4,49	-4,60	0,23
MPO1-4	-4,65	-5,65	-4,22	-4,38	-4,56	0,34
MPO2-0	-5,15	-6,15	-4,73	-4,87	-5,02	0,29
MPO5-1	-5,24	-6,24	-4,43	-4,67	-4,94	0,51
MPO5-2	-5,07	-6,07	-4,35	-4,59	-4,84	0,49
SPORTLAAN						
MPO8-0	-5,31	-6,31	-4,88	-5,10	-5,29	0,41
MPO8-3	-5,05	-6,05	-4,71	-4,84	-4,98	0,27
MPO8-4	-5,05	-6,05	-4,52	-4,67	-4,82	0,30
MPO9-0	-5,27	-6,27	-4,62	-4,75	-4,85	0,23
MPO9-1	-5,26	-6,26	-4,98	-5,30	-5,66	0,68
MPO9-2	-5,33	-6,33	-5,02	-5,13	-5,27	0,25



Peilbuizen MPO2-0, MPO5-2 en MPO1-0 zijn peilbuizen nabij Kronenburg/Zonnestein en peilbuizen MPO8-3 en MPO9-1 staan op enkele tientallen meters vanaf de Sportlaan. De laagst gemeten grondwaterstand in de peilbuizen nabij Kronenburg/Zonnestein is NAP -5,1 m (zie Figuur 70) en voor de laagst gemeten grondwaterstanden nabij Sportlaan is NAP -5,9 m in peilbuis MPO9-1 (zie Figuur 72). Deze waterstand is 2 maal gemeten gedurende eind zomer – begin najaar 2013 en eind zomer – begin najaar 2015. In peilbuis MPO8-3 bedraagt de laagst gemeten freatische grondwaterstand NAP -5,5 m.

#### 7.1.1 Effecten van verlaging op gebouwen en infrastructuur

Ondanks het retourbemalen treden er verlagingen op in het freatische grondwater van de ca. 7 m dikke deklaag. Als gevolg van een verlaging van de freatische grondwater neemt de korrelspanning in de samendrukbare deklaag toe waardoor er zettingen op kunnen treden die in de loop van de tijd voortschrijden. Afhankelijk van de grootte worden de onderstaande risico's geïdentificeerd.

- Schade aan nabijgelegen bebouwing door extra negatieve kleef belasting op de fundering
- Schade aan nabijgelegen bebouwing door droogstand van houten palen
- Hinder voor de bedrijfsvoering van tramlijn 5 en 51 door verzakking van het spoor tijdens de uitvoering van de waterkelders bij Kronenburg en Zonnestein
- Hinder voor het wegverkeer op de verlegde Beneluxbaan door verzakking van het weglichaam
- Schade aan nabijgelegen kabels en leidingen die gevoelig zijn voor (verschil)zettingen

In Bijlage 14 is een memo bijgevoegd waarin de invloed van deze zettingen op de omgeving worden beschreven.

## 7.2 Effecten van verlaging op verontreiniging

### VOCI verontreiniging nabij Zonnestein

In een separate rapportage worden de actuele verontreinigingswaarden van de VOCI verontreiniging aan de Van Heuven Goedhartlaan gerapporteerd. Daarnaast is een verzamelrapportage opgesteld met in het verleden gemeten waarden.

Er heeft afstemming plaatsgevonden met bevoegd gezag plaatst ten behoeve van de beheersing van de VOCI verontreiniging. De beheersmaatregelen worden in een separate rapportage uitgewerkt.

### Overige bodemverontreinigingen

In bijlage 7 is een overzicht (Tabel 16 en Figuur 46) bijgevoegd met potentieel ernstig tot urgente grondwaterverontreinigingen die bekend zijn bij de omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied.

De effecten van de bemaling op mogelijke verontreinigingen zijn geanalyseerd aan de hand van de functie Modpath in het grondwaterprogramma Groundwatervistas. Modpath maakt de verplaatsing van het grondwater op locatie van de targets inzichtelijk, de verplaatsing (lijn) houdt rekening met de natuurlijke stroming en de invloed van de bemaling.

Er dient opgemerkt te worden dat de gemodelleerde verplaatsing rekening houdt met de verplaatsing van niet-verontreinigd grondwater. De verplaatsing van verontreinigingen is (vaak) trager dan grondwater, dit komt door retardatie. Daarnaast is aangenomen dat de verontreinigingen alleen voorkomen de deklaag. De reden hiervoor is dat gezien de dikte van de deklaag er een zeer kleine kans is dat de verontreiniging door deze klei en veenachtige lagen doorgedrongen is. De resultaten en interpretatie van de resultaten zijn bijgevoegd in bijlage 7.

In Figuur 47 en Figuur 48 (bijlage 7) is de verplaatsing (middels stroomlijnen) van grondwater weergegeven. Geconcludeerd wordt dat de verontreinigingen niet verplaatsen onder invloed van de bemaling.



### 7.3 Effecten op WKO bronnen

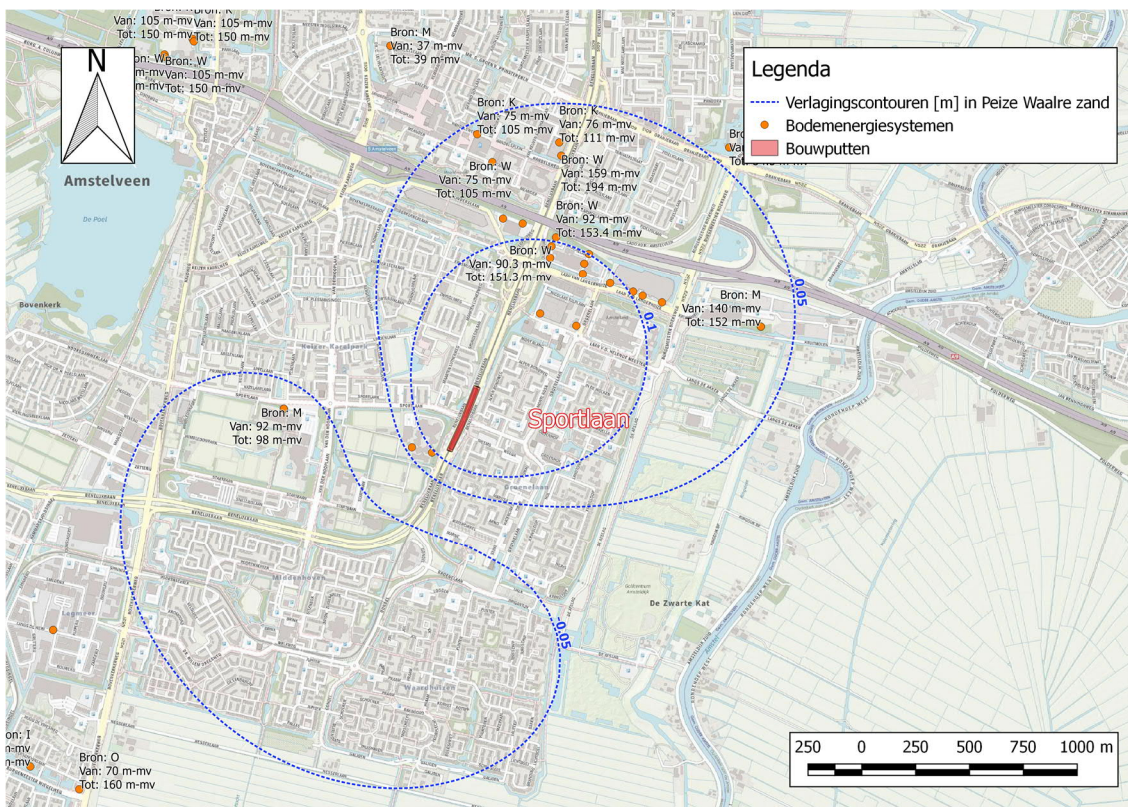
In bijlage 8 is een lijst (Tabel 17) en een afbeelding (Figuur 49) en Tabel 17 weergegeven van de aanwezige bodemenergiesystemen in Amstelveen [20], [21]. Onderstaande bevat alleen de systemen die dichtbij de bouwkuipen aanwezig zijn.

Aan de diepte van de filters kan worden afgeleid dat de systemen onder de Waalre klei, dieper dan NAP -70 m, in de formatie van Peize Waalre gepositioneerd zijn. Er dient opgemerkt te worden dat de Waalre klei bij Zonnestein 55% dikker is dan bij de Sportlaan (o.b.v. Regis2.2). Het verschil in dikte van de kleilaag resulteert in geen effecten van de bemaling in de Peize Waalre zanden ter hoogte van de bouwkuipen Kronenburg en Zonnestein, daarentegen zorgt de retourbemaling wel voor een kleine tijdelijke verandering in de stijghoogte. Er worden ook kleine effecten in het zandpakket waargenomen ter hoogte van de Sportlaan. In Tabel 15 zijn de systemen weergegeven die beïnvloed worden. Om de invloed van de bemaling op de mogelijke verplaatsing van de warmte/koude voorraden in beeld te brengen is ook hier gekeken naar het verschil in het verhang van het grondwater in de basis situatie en in de situatie wanneer de bemaling en retournering actief zijn. Vervolgens is de verplaatsing gedurende 16 weken bemaling bepaald uit het verschil in verhang. De maximale waterverplaatsing is 14,9 m bij het systeem van Tulip Property. De thermische verplaatsing bedraagt uiteindelijk 11,5 m. Naar verwachting zal deze verplaatsing geen negatief effect hebben op de werking van de bodemenergie systemen. Deze invloed dient gemeld te worden bij de beheerder van het WKO systeem zodat, mocht het nodig zijn, het systeem anders ingeregeld kan worden.

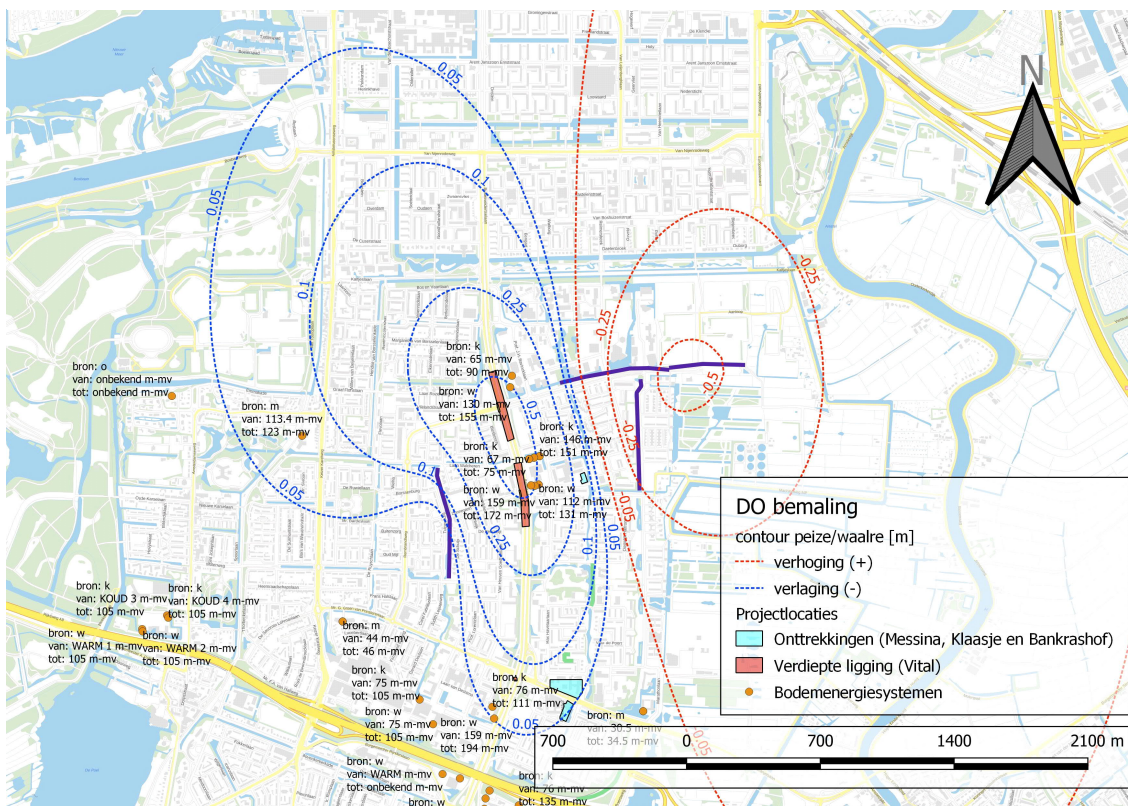
Tabel 14. Bodemenergiesystemen nabij Kronenburg/Zonnestein/Sportlaan in 1e WVP.

LOCATIE	BRON	FILTERDIEPTE VAN [M-MV]	FILTERDIEPTE TOT [M-MV]
INTERNATIONAL SCHOOL OF AMSTERDAM SPORTLAAN 45	Doublet, koud	onbekend	onbekend
	Doublet, warm	onbekend	onbekend
VERPLEEGHUIS HET ZONNEHUIS LAAN VAN DE HELENDE MEESTERS 12	Doublet, koud	onbekend	170
	Doublet, warm	onbekend	170
KPMG GEBOUW BURGERMEESTER RIJNDERSLAAN 10-30	Doublet, warm 1	onbekend	170
	Doublet, koud 3	onbekend	170
	Doublet, koud 4	onbekend	170
	Doublet, warm 2	onbekend	170
ABN AMRO COMPUTERCENTRUM CCA-ZUID GROENELAAN 2	Doublet warm 3	92	153.4
	Doublet koud 3	76	135
	Doublet warm 2	90.3	151.3
	Doublet koud 2	78.4	144
	Doublet warm 1	76.2	137.8
	Doublet koud 1	96	146.1
LANGS DE WERF 8-10	Koud	onbekend	onbekend
	Warm	onbekend	onbekend
KANTOOR ZWITSERLEVEN BURGEMEESTER RIJNDERSLAAN 7	Doublet, warm	onbekend	onbekend
	Doublet koud	onbekend	onbekend
CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1	Koud 1	82	109
	Koud 1	115	143
	Koud 1	146	151
	Koud 2	82	113
	Koud 2	117	120
	Koud 2	123	151
	Koud 3	67	75
	Koud 3	91	94
	Koud 3	99	134
	Koud 3	137	151
	Warm 1	111.8	175.4
	Warm 1	112	131
	Warm 1	134	175.5
	Warm 2	110	154
	Warm 2	159	172
	Warm 3	110.6	163.6
	Warm 3	168.2	173
TULIP PROPERTY JH BAVINCKLAAN 1	Doublet koud	65	90
	Doublet warm	130	155
AMSTELVEEN COLLEGE SPORTLAAN 27	Monobron, Koud	onbekend	onbekend
	Monobron, Warm	81	83
	Monobron, Warm	86	89
	Monobron, Warm	92	98





Figuur 14. Verlagingscontouren Sportlaan in het Peize Waalre zand (zandpakket waar WKO systemen aanwezig zijn). Enkele systemen liggen binnen de verlagingscontouren of verhogingscontouren.



Figuur 15 Verlagingscontouren Kronenburg/Zonnestein in het Peize Waalre zand (zandpakket waar WKO systemen aanwezig zijn). Enkele systemen liggen binnen de verhogingscontouren en verlagingscontouren



Tabel 15. Effect van bemaling/retournering op de werking van de bodemenergiesystemen. Het effect is bekeken middels de vergelijking van grondwater verhang in de basis situatie en tijdens de bemalingsperiode. Het verschil in verhang is hieronder weergegeven.

In de bodemenergie wordt een vuistregel gehanteerd, die stelt dat de verbreiding/invloedsgebied van geïnfilterd water (hydraulisch) een factor 1,3 groter is dan de thermische effecten. De reden hiervoor is dat de thermische overdracht van energie niet gelijk is aan de verplaatsing van water.

BODEM ENERGIE SYSTEEM (BES)	TYPE BRON	VERSCHIL IN VERHANG TUSSEN BASIS EN BEMALING [M]	EXTRA VERPLAATSING WATER IVM BEMALING (HYDRAULISCH) [M]	THERMISCHE VERPLAATSING [M]
ZWITSERLEVEN	Warme bron	-0.00008	-1.0	-0.8
ZWITSERLEVEN	Koude bron	-0.00008	-1.0	-0.8
VERPLEEGHUIS ZONNELAAN	Warme bron	-0.00011	-1.4	-1.1
VERPLEEGHUIS ZONNELAAN	Koude bron	-0.00011	-1.4	-1.1
ABN AMRO COMPUTERCENTRUM CCA	Warme bron	-0.00007	-0.9	-0.7
ABN AMRO COMPUTERCENTRUM CCA	Koude bron	-0.00007	-0.9	-0.7
INTERNATIONALE SCHOOL SPORTLAAN	Warme bron	0.00010	1.3	1.0
INTERNATIONALE SCHOOL SPORTLAAN	Koude bron	0.00037	4.9	3.8
KPMG	Warme bron	-0.00014	-1.8	-1.4
KPMG	Koude bron	-0.00013	-1.7	-1.3
AMSTELVEEN COLLEGE	mono bron	0.00007	0.9	0.7
TULIP PROPERTY	Warme bron	0.00086	11.2	8.6
TULIP PROPERTY	Koude bron	0.00114	14.9	11.5
CCA-NOORD	Warme bron	0.00045	5.9	4.5
CCA-NOORD	Koude bron	-0.00014	-1.9	-1.4
HOOFDKANTOOR ESPRIT KRIJGSMAN 75	Warme bron	-0.00008	-1.1	-0.8
BRANDWEERKAZERNE ORANJEBAAN	mono bron	0.00009	1.1	0.9

1) Verplaatsing is berekend middels de vergelijking van Darcy. Er is uitgegaan van  $K = 35 \text{ m/dag}$  en de porositeit = 0,3.



## 7.4 Effecten op waterkeringen

### 7.4.1 Kronenburg / Zonnestein

De verlagingscontouren in de veenlaag (Figuur 41) laten zien dat er een grondwaterstandsverlaging van circa 5 cm is op aanwezige keringen en monumenten. Deze verlaging valt binnen de natuurlijke fluctuatie, waardoor er geen nadelige effecten te verwachten zijn. De bemaling in het eerste watervoerende pakket (Figuur 42) zorgt voor 25 cm verlaging ter hoogte van een secundaire en een overige kering. Deze verlaging valt binnen de natuurlijke fluctuatie, waardoor er geen nadelige effecten te verwachten zijn.

### 7.4.2 Sportlaan

De freatische (Figuur 44) verlaging en de verlaging van stijghoogte (Figuur 13) zijn weergegeven in bijlage 6. De afbeeldingen laten zien dat er een verlaging (freatisch) kan optreden van circa 5 cm rondom de 'overige kering' aan de Ouderkerkerlaan. De stijghoogte laat een verlaging van circa 10 cm verlaging zien. De 5-10 cm verlaging valt binnen de natuurlijke fluctuatie van de grondwaterstand (zie paragraaf 7.1). In het algemeen is een overige waterkering een kade of een andere (kleinere) waterkering die het achterliggende gebied tegen wateroverlast binnen het regionale watersysteem.

### 7.4.3 Uilenstede

De werkzaamheden voor de halte Uilenstede vinden plaats op enkele meters van een secundaire kering. De grondwaterstand wordt daardoor ook verlaagd in de secundaire kering, de overige kering en in de zonering van de secundaire kering (Figuur 40). Er geldt een zorgplicht voor de waterkeringen. Dat wil zeggen dat "een ieder die een activiteit verricht die nadelige gevolgen kan hebben voor de goede staat en werking van de waterkering, is verplicht de negatieve effecten te voorkomen of zoveel mogelijk te beperken. De effecten die kunnen optreden zijn beschadiging grasmat, beplanting of andersoortige dijkbekleding en oeverbescherming. Erosie van de waterkering, het verstoren van de standvastigheid van het grondlichaam. In de keur van het waterschap is vermeld dat daarvoor gewaarborgd dient te worden dat er geen verlaging van de grondwaterstand optreedt in het beperkingengebied van waterkerende dijklichamen en half-verholten waterkeringen." [Keur Amstel Gooi en Vecht]

Omdat het om een klein debiet gaat door middel van een open bemaling en een verlaging heeft van circa 25 cm dient de grondwaterstand gemonitord te worden. Indien nodig kunnen beheersmaatregelen zijn 1) het lokaal aanvullen van het grondwater uit de nabijgelegen watergang of 2) het plaatsen van een retourscherm.

## 7.5 Effecten op ecologie/beplanting

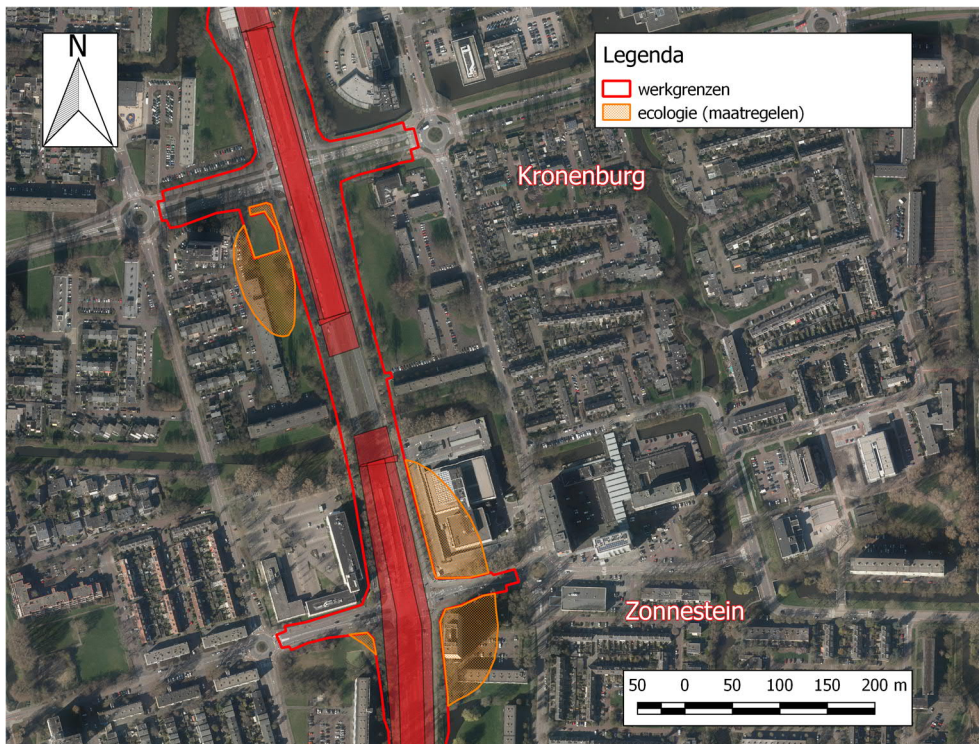
Aanleiding van maatregelen treffen voor ecologie/beplanting is dat de bemalingsperiodes van de verdiepte liggingen en haltes binnen het groeiseizoen plaats vindt en de bemalingsduur langer dan 2 weken bedraagt. Er zijn dus maatregelen noodzakelijk. De beplanting binnen de werkgrenzen wordt verwijderd, maatregelen zijn benodigd buiten de grenzen (Figuur 16 en Figuur 17).

Er is ingeschat dat maatregelen t.b.v. beplanting nodig zijn wanneer de freatische grondwaterstandsverlaging groter is dan 0,5 m ten opzichte van de gemiddelde freatische grondwaterstand. Maatregelen die genomen kunnen worden zijn het controleren van de grondwaterstand via peilbuizen (binnen het oranje gearceerde gebied) en waterbehoefte van de bomen en overige beplanting aanvullen met oppervlaktewater uit de omgeving.

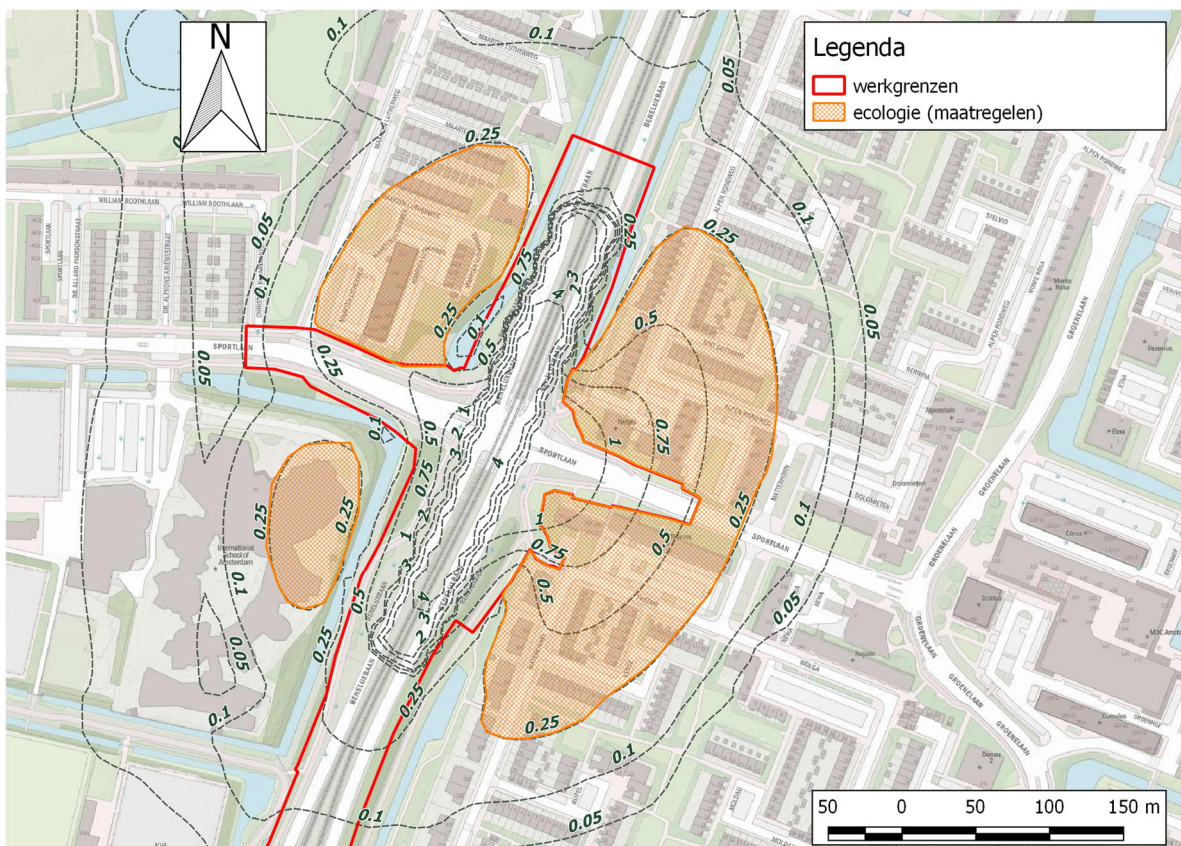
Mogelijke maatregelen die genomen kunnen worden zijn:

- Grondwaterstand via peilbuizen controleren; EN
- Waterbehoefte bomen aanvullen met oppervlaktewater (zuurstofrijk) uit de omgeving;
- De waterbehoefte van de bomen is afhankelijk van verschillende factoren. Hiervoor is nadere afstemming enkele weken voor aanvang bemaling noodzakelijk. Deze zal een signaalwaarde bepalen aan de hand van de grondwaterstand voor de start van de werkzaamheden.





Figuur 16. In het oranje gearceerde gebied zijn maatregelen voor ecologie benodigd. De bomen die binnen de rode werkgrenzen vallen worden verwijderd.



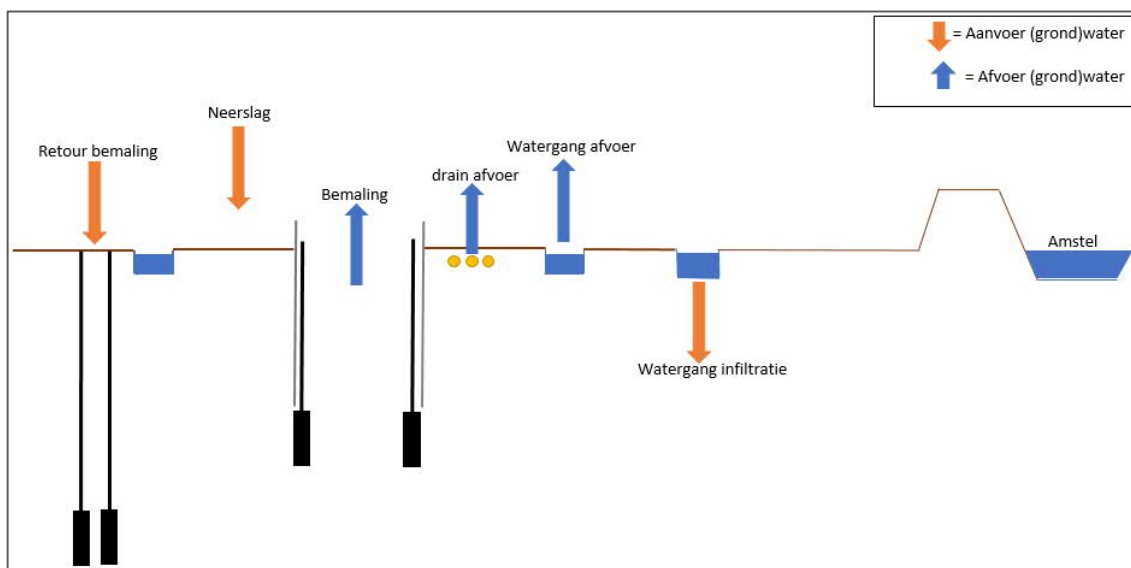
Figuur 17. In het oranje gearceerde gebied zijn maatregelen voor ecologie benodigd. De bomen die binnen de rode werkgrenzen vallen worden verwijderd.



## 7.6 Effecten op watersystemen Amstelveen

Er is een analyse uitgevoerd naar de balans van het watersysteem onder invloed van de bemaling en de retourbemaling. Hierbij is de basis situatie vergeleken met de situatie tijdens de bemalingswerkzaamheden. Binnen het invloedsgebied zijn de effecten op de rivieren, drains, neerslag en de bemaling geanalyseerd (Figuur 18).

Uit de waterbalansanalyse blijkt dat de aanvoer van kwel ervoor zorgt dat de bemaling van Kronenburg/Zonnestein en Sportlaan geen verdroging van de deklaag veroorzaakt. Dat wil zeggen dat het gebied gevoed blijft met kwel. Watergangen in de omgeving van de retourvelden voeren deze extra kwel af. De hoeveelheid extra kwel bedraagt maximaal 2,53 L/s of 0,0024 L/S/ha. Deze watergangen zijn in staat deze extra kwel af te voeren. Ter vergelijking het gemaal Middelpolder voert 5,37 m<sup>3</sup>/s af. De effecten van de bemalingswerkzaamheden op oppervlaktewater vallen ruim binnen de normale maten van het waterbeheer in Amstelveen.



Figuur 18. Schets waterbalans



## 8 MONITORING

Gezien de omvang van de bemaling is monitoring van grondwaterstanden noodzakelijk. De monitoring is toegespitst op een specifiek doel, welke per onderdeel hieronder nader toegelicht.

### 8.1 Monitoring omgeving

Voor de monitoring van de freatische grondwaterstanden in de omgeving wordt verwezen naar Bijlage 4. De signaal- en interventiewaarden zijn nader beschreven in paragraaf 9.2 van het Monitoringsplan VITAL-012429.

### 8.2 Monitoring stijghoogte onttrekkingslocaties

De monitoring van de stijghoogte in het 1<sup>e</sup> wvp op de onttrekkingslocatie is weergegeven in de bemalingsoverzichten VITAL-016327, VITAL-016328 en VITAL-016329.

### 8.3 Monitoring stijghoogte retourlocaties

Ter plaatse van de retourvelden zijn een aantal aanvullende peilbuizen voorzien om de stijghoogte onder de deklaag te monitoren. Voor het aantal en locatie wordt verwezen naar Bijlage 15.



## 9 SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In dit advies zijn de definitieve configuraties van de uitvoering doorberekend en zijn de effecten beschouwd. De berekende debieten per bouwkuip/halte zijn berekend middels een diepteverloop en bevat ook de benodigde debieten voor de aanleg van de waterkelders. Bovendien is er uitgegaan van retourbemaling. Retourbemaling resulteert niet in grotere verlaging, maar genereert wel het rondpomp effect waardoor het onttrokken debiet groter is dan zonder retourbemaling. Nabij de retourbronnen zal de stijghoogte in het 1e watervoerend pakket toenemen. De maximaal toelaatbare stijghoogte in het retourveld is bepaald, deze mag niet overschreden worden.

### Anisotropie

In onderhavig bemalingsadvies zijn ook de pompproef resultaten meegenomen en verwerkt in het grondwatermodel. Uit de pompproeven kwam naar voren dat er sprake is van anisotropie bij Kronenburg, Zonnestein en Sportlaan. De doorlatendheden zijn ten opzichte van openbare data beperkt toegenomen, maar daarentegen zijn de doorlatendheden in de Kx, Ky en Kz richting sterk gewijzigd. Dit zorgt voor ellipsvormige verlagingcontouren waarbij isotrope doorlatendheid een cirkelvorm optreedt. Het invloedsgebied zal dus groter zijn in de richting haaks op de scheefstelling en kleiner in de richting van de scheefstelling/dip.

### Invloedsgebied

Het invloedsgebied is opgedeeld in drie lagen: de kleilaag (het freatisch pakket), het basisveen en de pleistocene zanden (watervoerend pakket). In de modelresultaten komt duidelijk naar voren dat de verlaging in de deklaag sterk wordt gereduceerd door de toestroom vanuit watergangen en regenwater.

### Haltes

De bemalingen voor de haltes zijn in dit advies berekend. De bemaling is onderverdeelt in freatische bemaling en spanningsbemaling. De debieten zijn berekend zonder retourbemaling. Daarnaast zijn de effecten op de omgeving door de bemaling van deze bouwkuip en liftputten klein.

Het bronneringswater wat vrijkomt door de spanningsbemaling dient in de omgeving geloosd te worden te worden als gevolg van de keuze in bemalingswijze.

### Omgevingseffecten/raakvlakken

Effecten op de omgeving (met name bebouwing), verontreinigingen, warmte- koudeopslag systemen, waterkeringen, ecologie en het totale watersysteem van Amstelveen zijn geanalyseerd in hoofdstuk 7.

De verlagingen in de deklaag nabij de bouwkuipen van de verdiepte liggingen zijn een aandachtspunt, het monitoringsplan en de daarbij behorende beheersmaatregelen dienen ter voorkoming van negatieve effecten. Er is een zeer gering effect (enkele meters verplaatsing) op de bodemenergiesystemen gemodelleerd. Er zijn geen negatieve effecten te verwachten op de werking van deze systemen.

De bemalingswerkzaamheden van Uilenstede bevinden zich in de secundaire kering (Kalfjeslaan) en in de zonering van de secundaire kering. Het functioneren van deze kering mag niet negatief beïnvloed worden door de bemaling, er dient dus gemonitord te worden en mogelijk beheersmaatregelen getroffen te worden. Het totale watersysteem in Amstelveen wordt niet negatief beïnvloed door de bemaling. Amstelveen is een kwelgebied en zal gedurende de bemaling of een droge zomer aangevuld worden uit het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket.



### Monitoring

Er is grondwatermonitoring voorzien voor omgeving en bemalingsinstallatie en aanvullend ter plaatse van retourvelden om het risico van opbarsten te beheersen.

### Vergunningsprocedure

Dit bemalingsadvies wordt ingediend als een wijziging op de reeds verleende gewijzigde vergunning van 1 april 2019. Opgemerkt wordt dat bij de aanvraag van de vergunning rekening worden gehouden met een groter waterbezwaar dan berekend in hoofdstuk 6, om de tegenvallers in de uitvoering op te vangen.

## 9.1 Aandachtspunten voor uitvoering

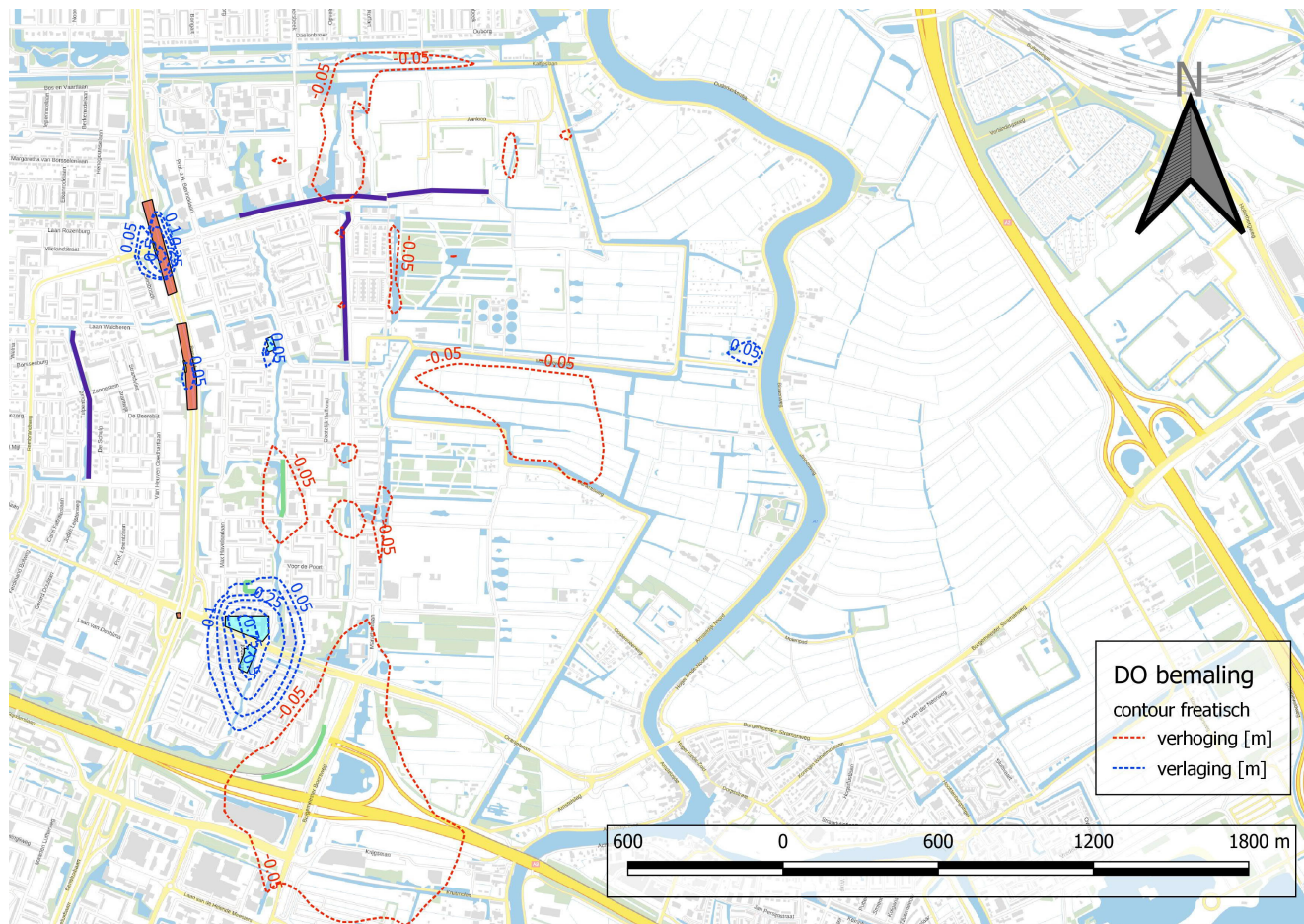
In de uitvoering dient rekening gehouden te worden met de onderstaande aandachtspunten.

1. Voor de start van de bemaling dient in overleg met ecooloog detailafstemming plaats te vinden over welke maatregelen met betrekking tot beplanting benodigd zijn.
2. De monitoringspeilbuizen dienen minimaal één maand voor start bemaling geplaatst en gemonitord te worden.
3. Tijdens ontgraving grond zal de grond, ondanks de aanwezigheid van diepere bemaling, verzadigd zijn. Er dient rekening gehouden te worden met een aantal horizontale drains om droog te kunnen ontgraven.
4. Haltes: een aandachtspunt is de aansluiting van de damwanden van de bouwkuip met de bestaande constructie. De aansluiting dient in ieder geval grond dicht te zijn.
5. Retourbronnen dienen voorafgaand aan start bemaling uitvoering getest en ontwikkeld te worden.
6. Retourbronnen afdichten met zweikleij (bv. Mikolit) zodat er geen lekweg gecreëerd wordt.
7. Retourbronnen voorzien van een overloop opening die loost op openwater, om eventuele overdruk en risico op opbarsten van de deklaag te voorkomen.
8. Bij de positionering van onttrekkings- en retourbronnen dient rekening gehouden te worden met het aanwezige kabels en leidingen.
9. Het maandelijks monitoren van de waterkwaliteit op de lozingslocatie (indien er wordt geloosd).



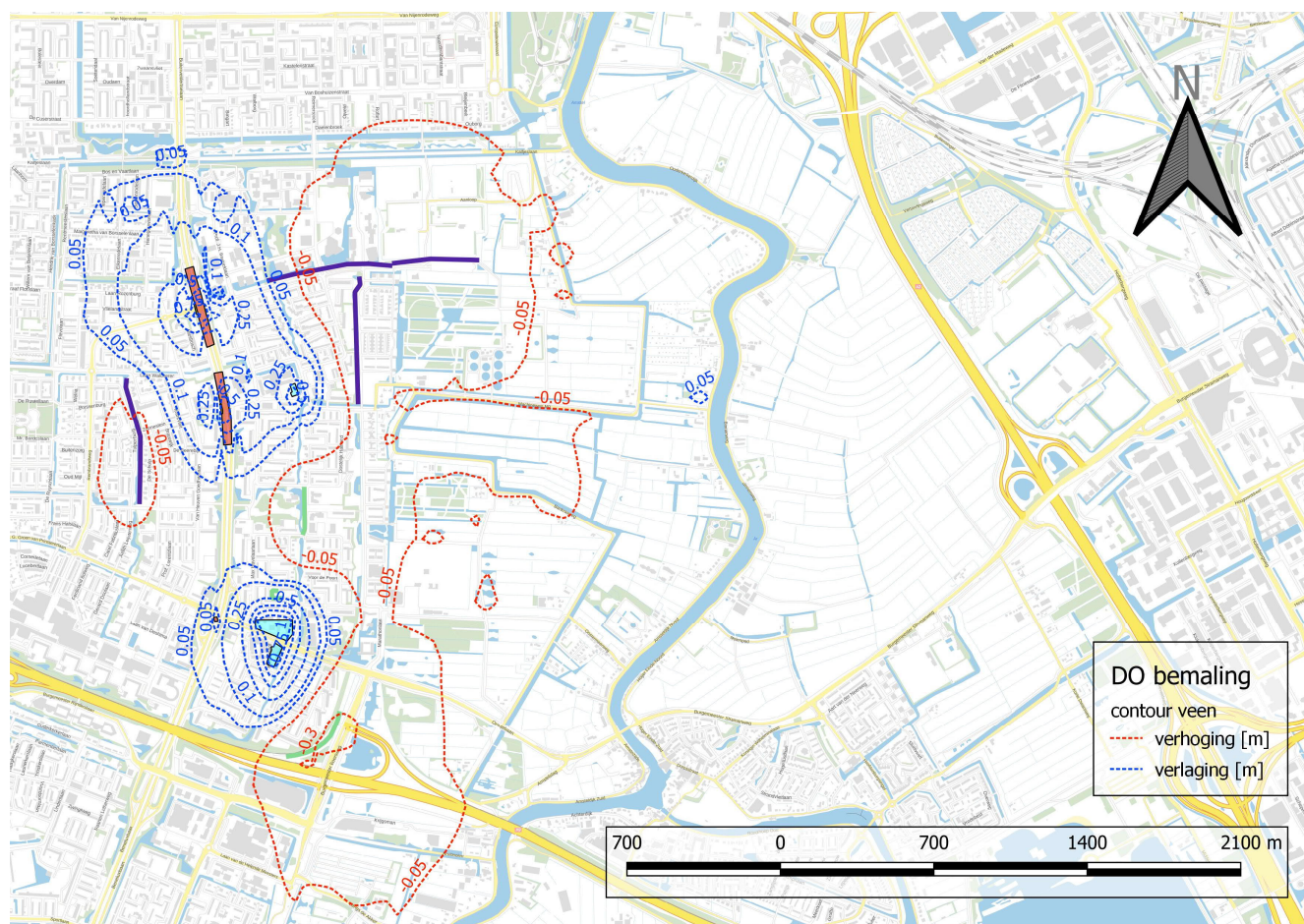
## BIJLAGE 1. ISOHYPSEN KRONENBURG / ZONNESTEIN / ONDERUIT / ORANJEBAAN / UILENSTEDE

In bijlage 1 bevat de verlagingscontouren voor de verdiepte liggingen en de haltes.  
Figuur 19 t/m Figuur 21 laten de verlagingscontouren zien na 28 dagen bemalen voor de waterkelder.  
Figuur 22 t/m Figuur 25 laten de verlagingscontouren zien na 70 dagen bemalen. Dat wil zeggen de verlagingscontouren na het bemalen van de waterkelder en de verdiepte ligging. In bijlage 5 zijn de verhogingscontouren o.i. van het retourveld weergegeven.



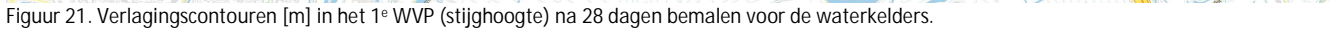
Figuur 19. Freatische verlagingscontouren [m] na 28 dagen bemalen voor de waterkelders.





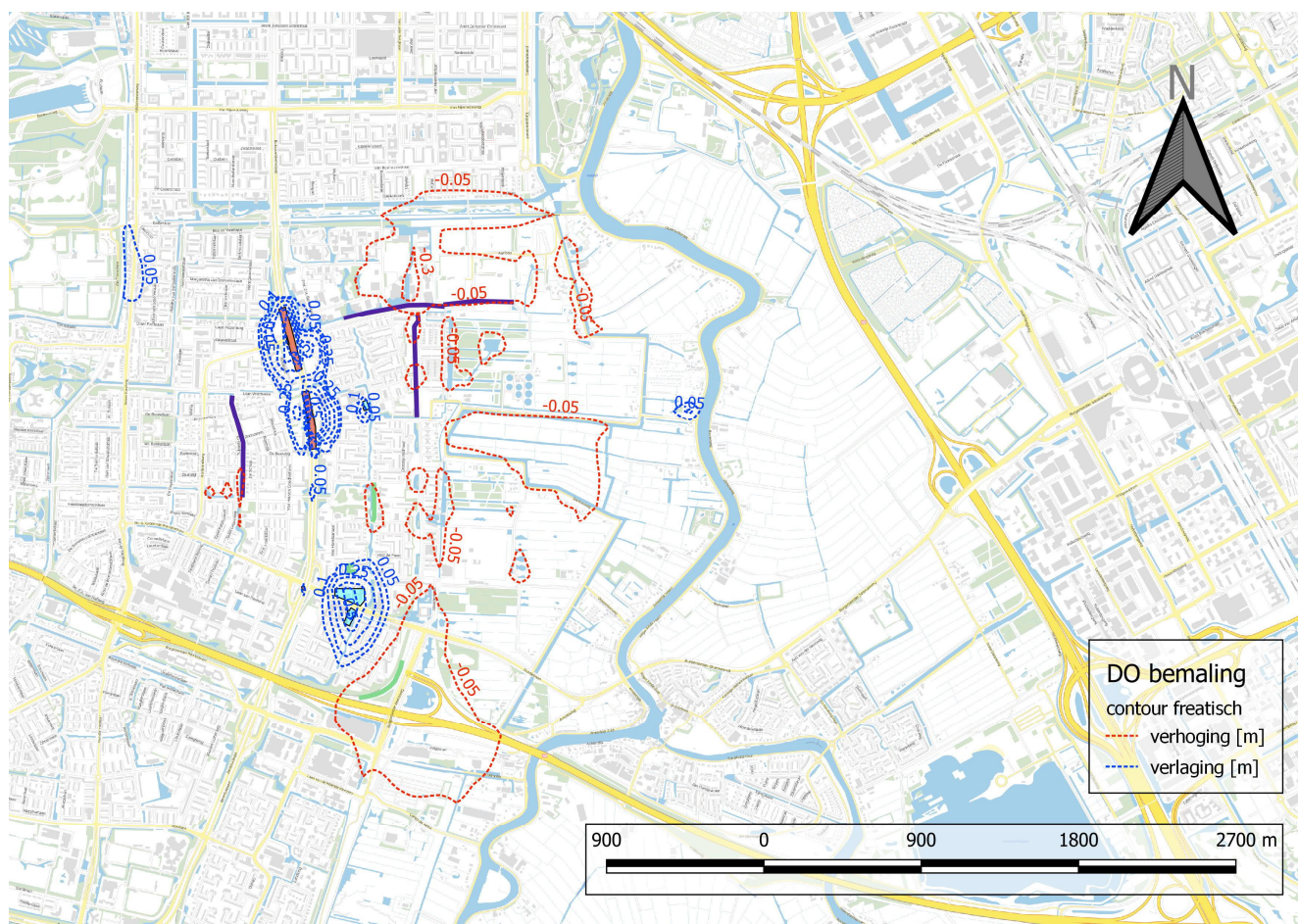
Figuur 20. Verlagingcontouren [m] in de veenlaag na 28 dagen bemalen voor de waterkelder.





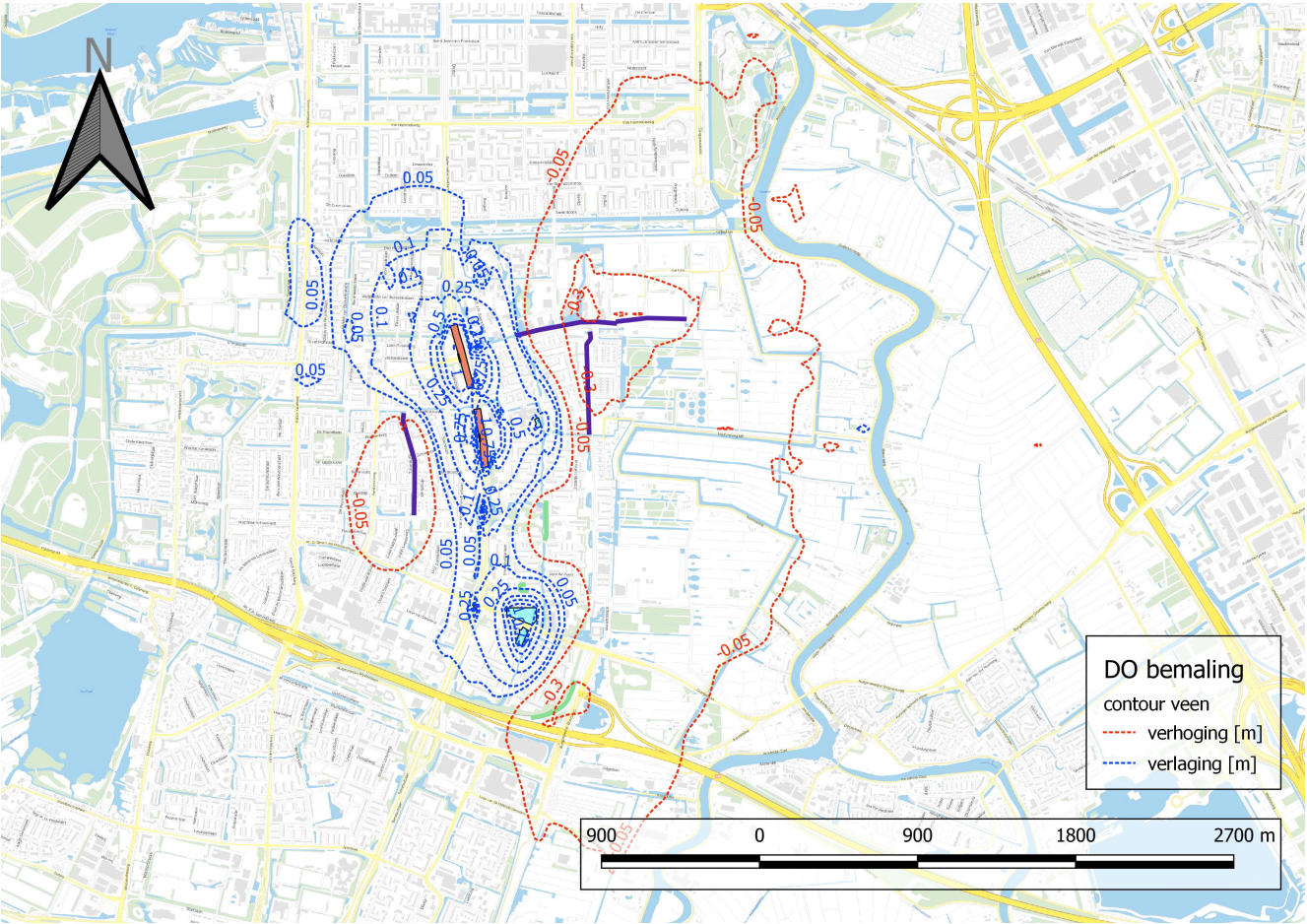


Onderstaande figuren weergeven de verlagingcontouren van de verdiepte liggingen na 70 dagen bemalen:

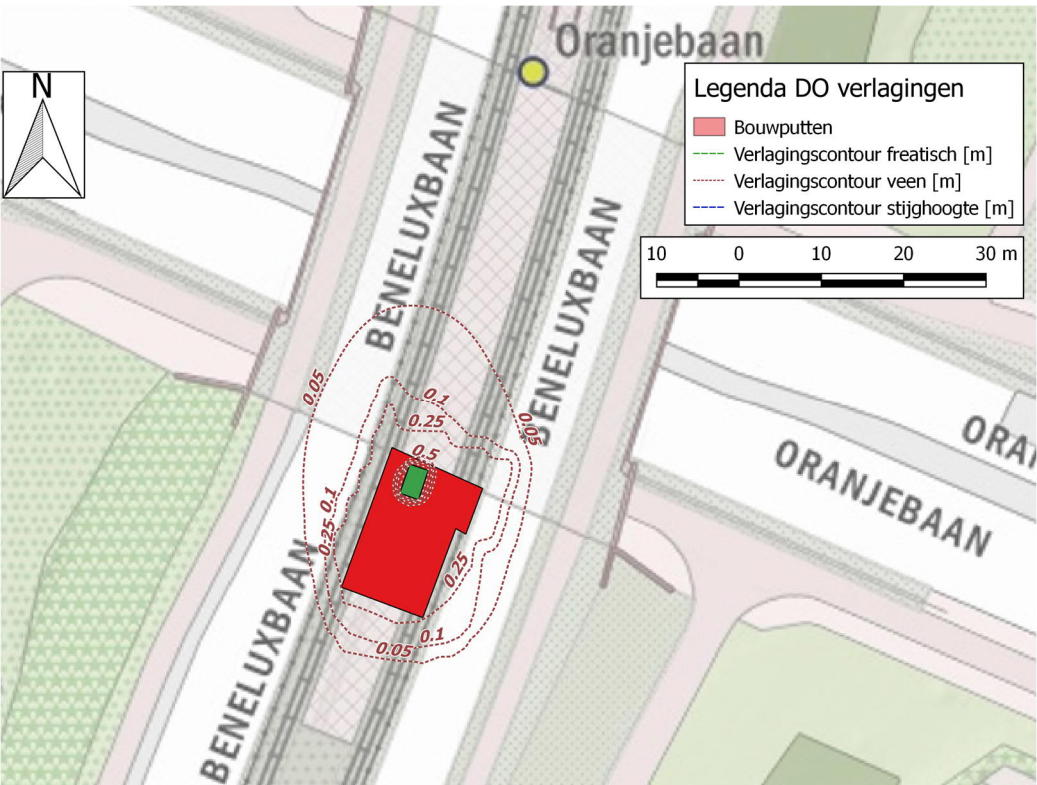


Figuur 22. Freatische verlagingcontouren.



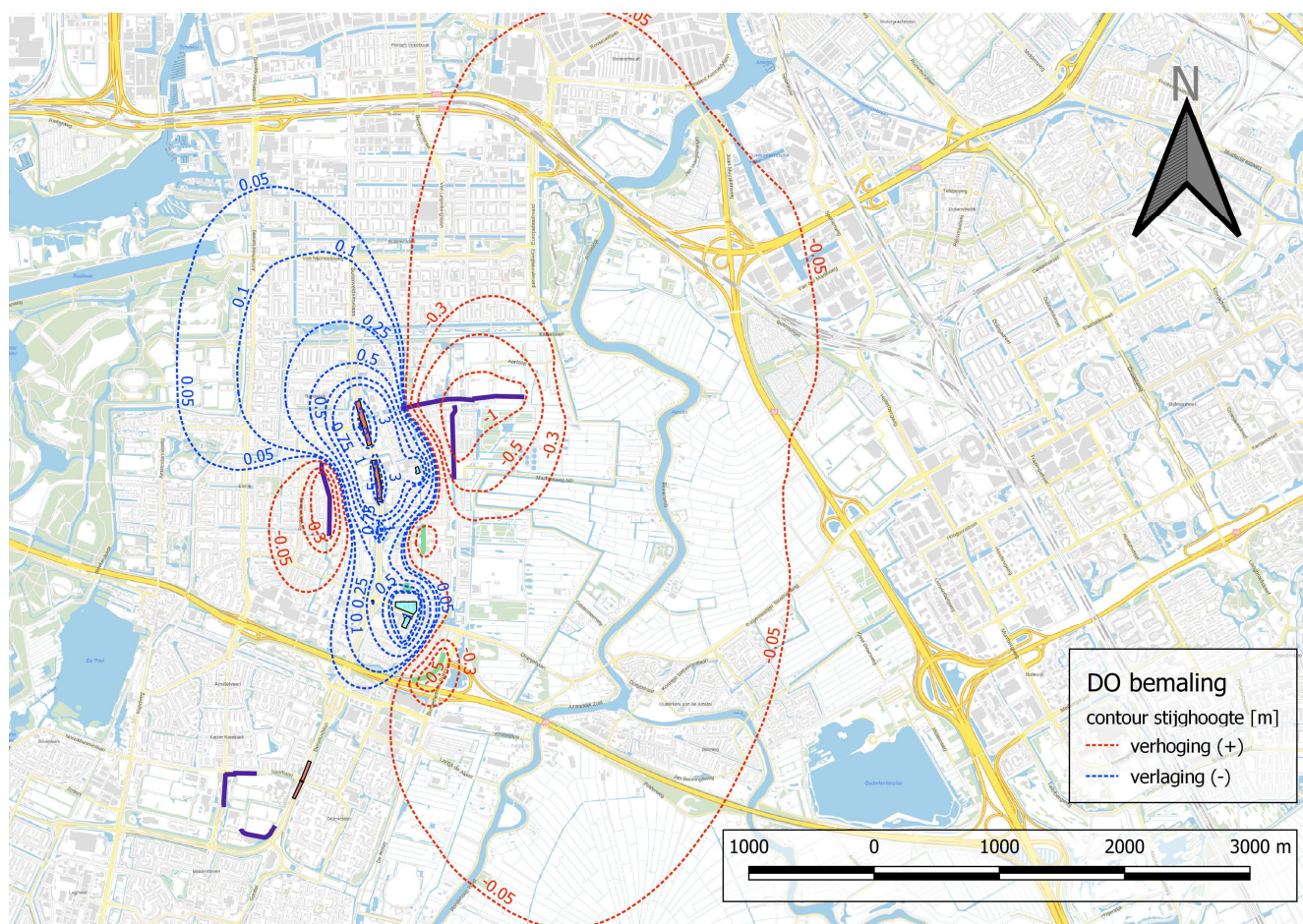


Figuur 23. Verlagingscontouren veenlaag.



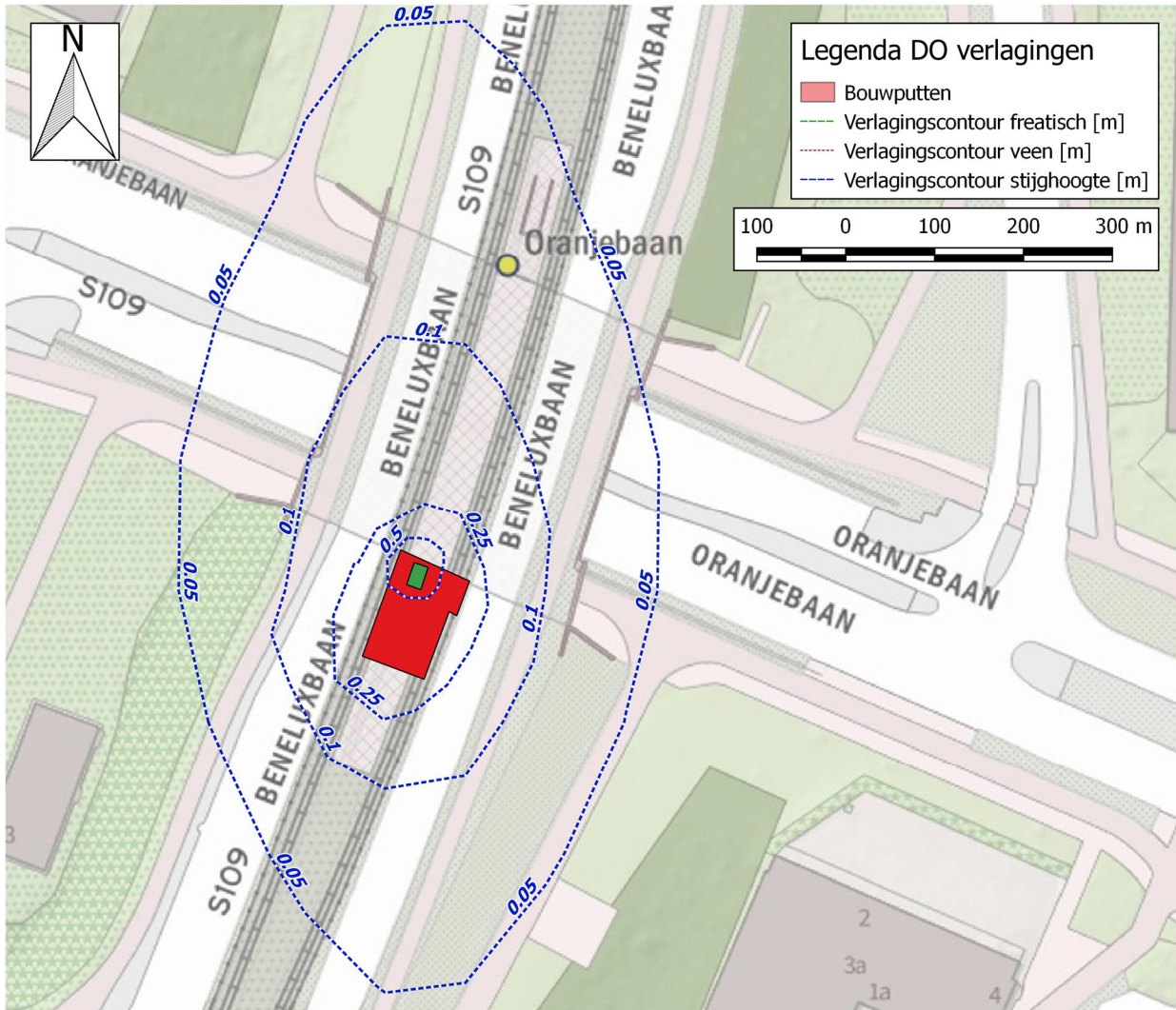
Figuur 24. Verlagingscontouren veenlaag halte Oranjebaan.





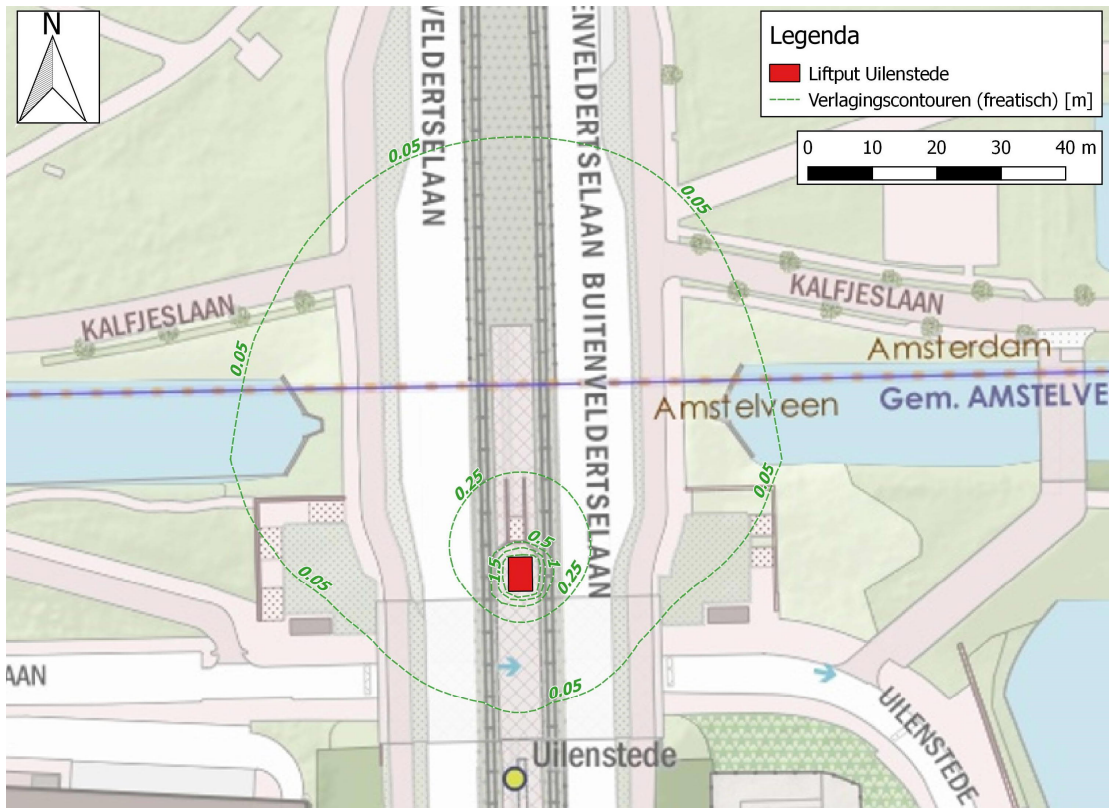
Figuur 25. Verlagscontouren 1e WVP (stijg- en verhoging).



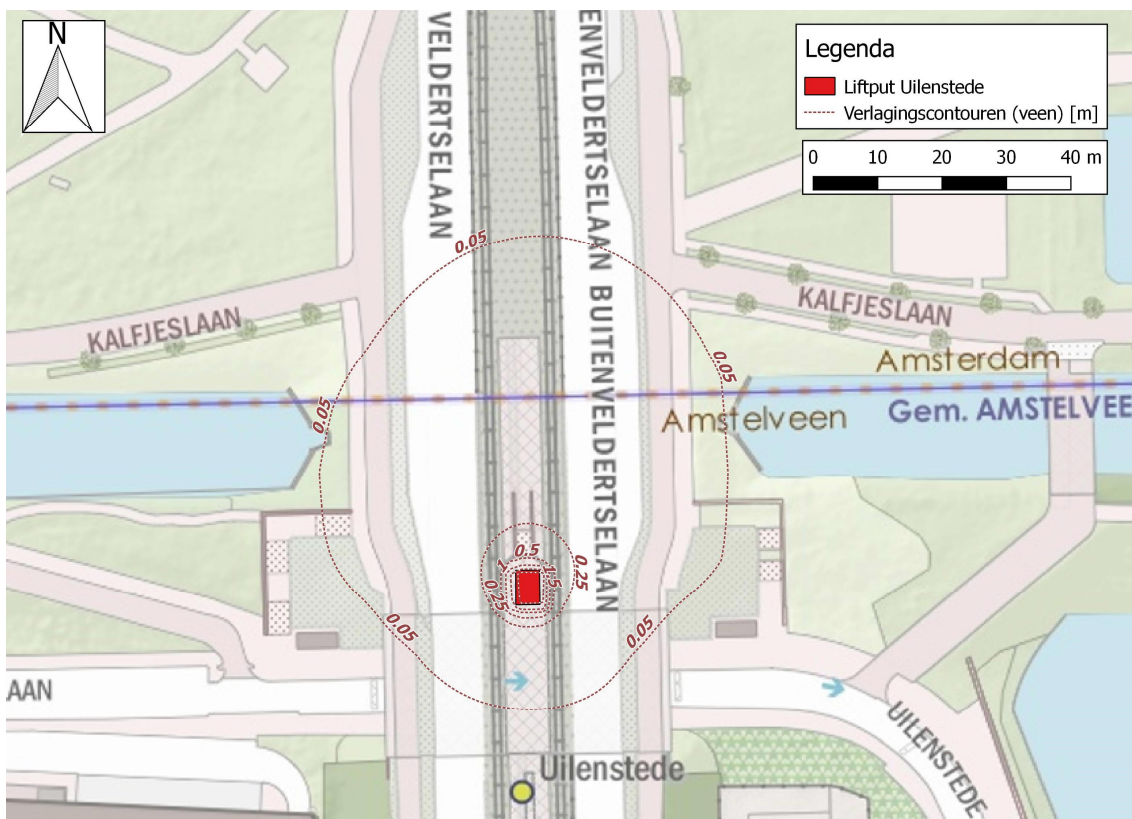


Figuur 26. Verlagsingscontouren 1e WVP (stijghoogte) halte Oranjebaan.





Figuur 27. Freatische verlagingcontouren Uilenstede.

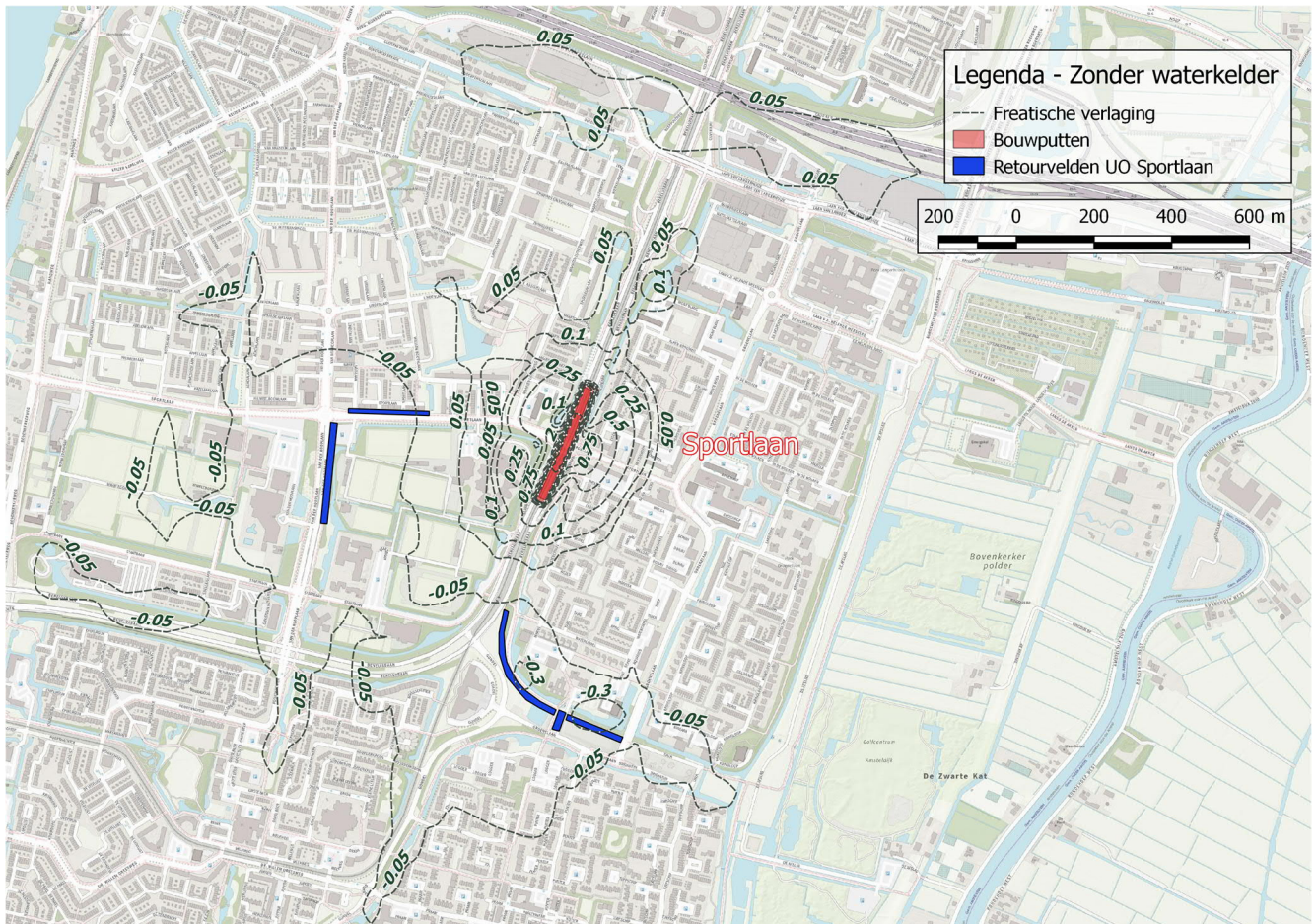


Figuur 28. Verlagingcontouren in de veenlaag tijdens liftwerkzaamheden halte Uilenstede.



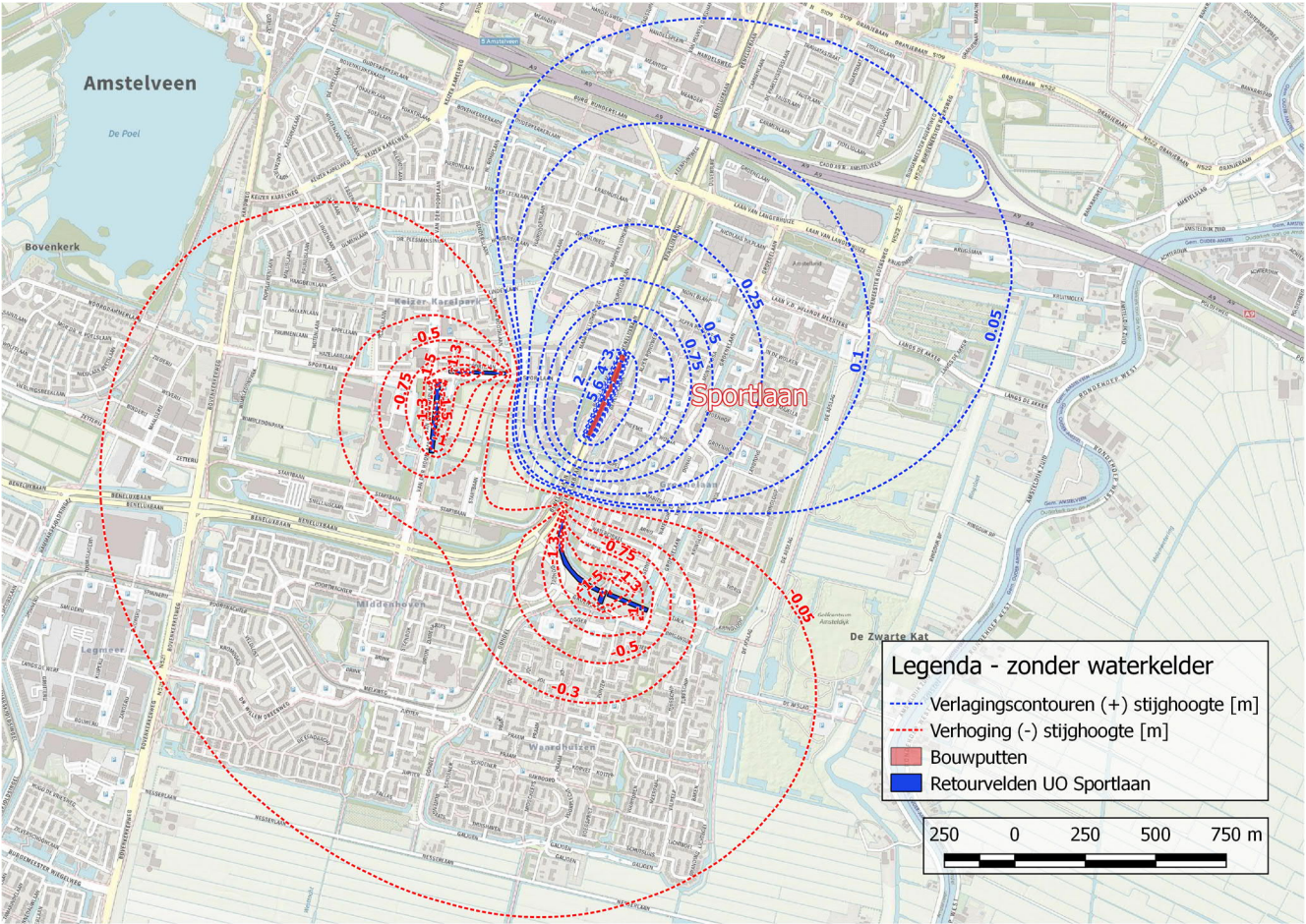
## BIJLAGE 2. ISOHYPSEN SPORTLAAN

In bijlage 1 bevat de verlagingscontouren voor de verdiepte ligging en de halte.  
 Figuur 29 t/m Figuur 30 laten de verlagingscontouren zonder bemaling t.b.v. de waterkelder.  
 Figuur 31 t/m Figuur 33 laten de verlagingscontouren zien na 112 dagen bemalen. Dat wil zeggen de verlagingscontouren na het bemalen van de waterkelder en de verdiepte ligging. In bijlage 6 zijn de verhogingscontouren o.i. van het retourveld weergegeven.



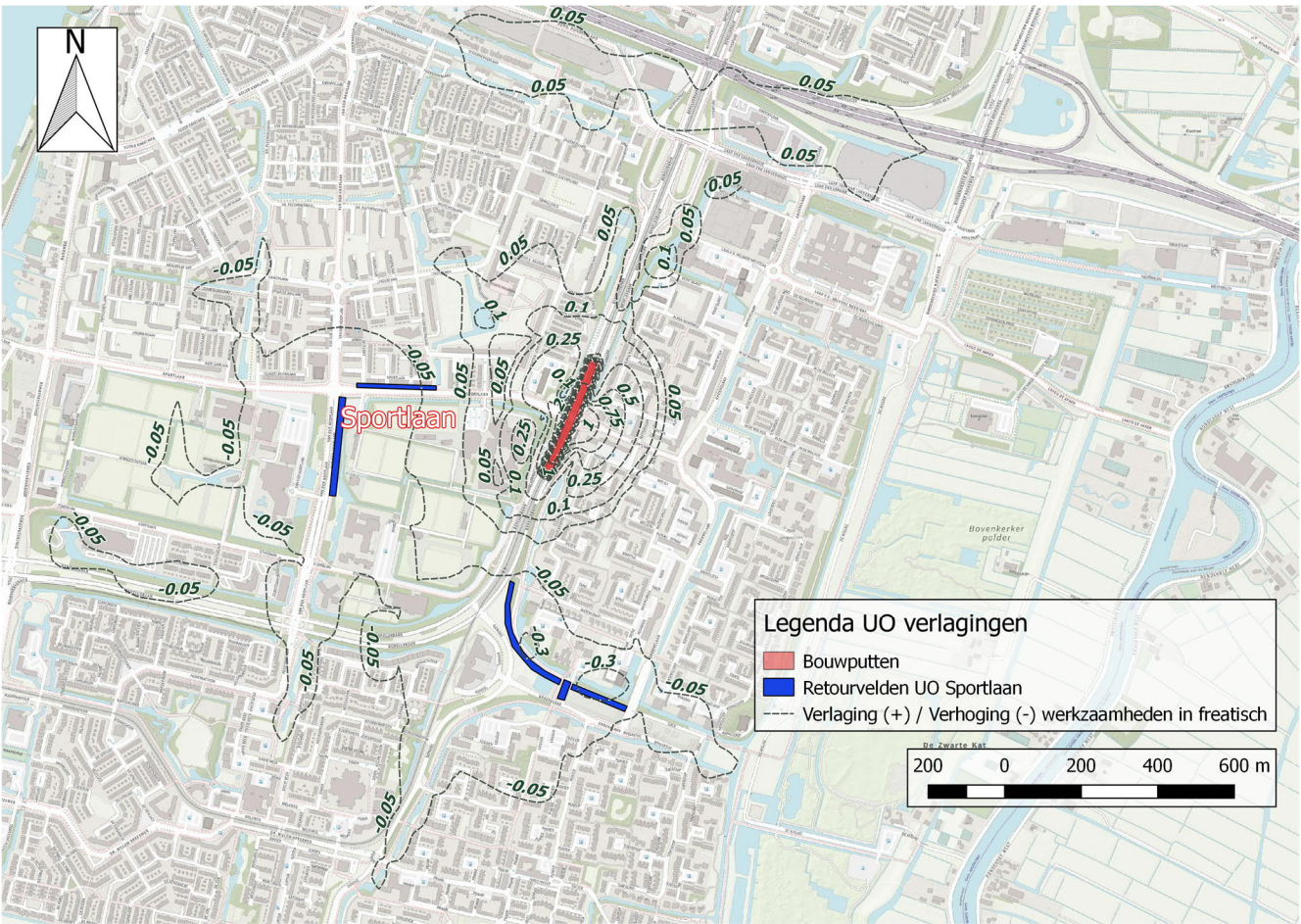
Figuur 29. Freatische verlagingscontouren. Deze contouren weergeven het effect zonder bemaling van de waterkelder.





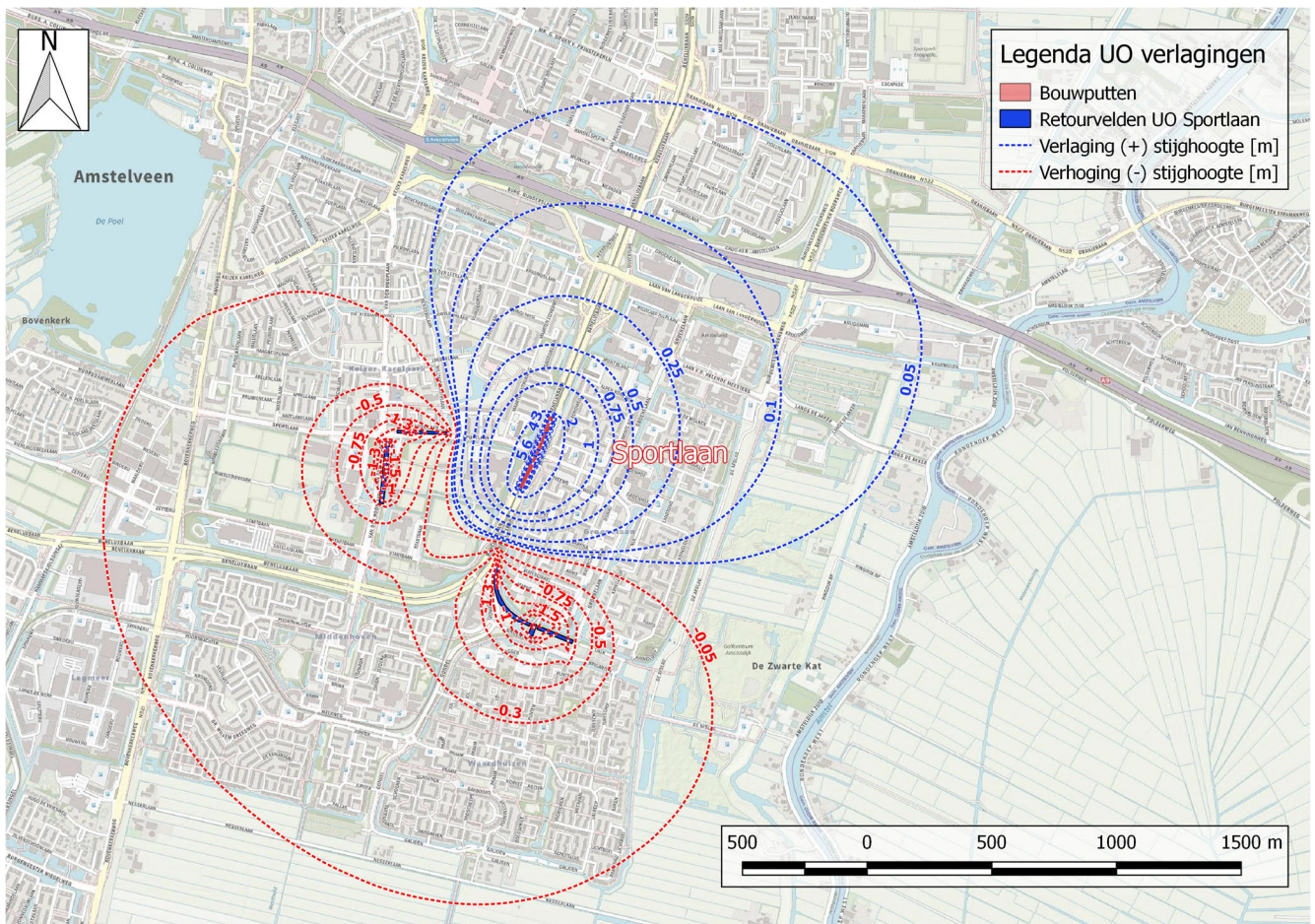
Figuur 30. Verlagingscontouren in het 1e WVP. De verlagingscontouren geven de situatie weer zonder bemaling van de waterkelder.





Figuur 31. Verlagscontouren Sportlaan in de kleilaag (freatisch). Inclusief bemaling waterkelder.





Figuur 32. Verlagscontouren Sportlaan in de pleistocene zanden onder de veenlaag. Inclusief bemaling waterkelder. Positief(+) = verlaging o.i.v. bemaling, negatief (-) = verhoging o.i.v. retourbemaling.



BIJLAGE 3. ISOHYPSEN HALTE MEENT



Figuur 33. Verlagingscontour (Freatisch) halte Meent. In rood: bouwput en in paars: liftput.





Figuur 34. Verlagscontour (Veen) halte Meent. In rood: bouwput en in paars: liftput



Figuur 35. Verlagscontour (stijghoogte, 1e WVP) halte Meent. In rood: bouwput en in paars: liftput.

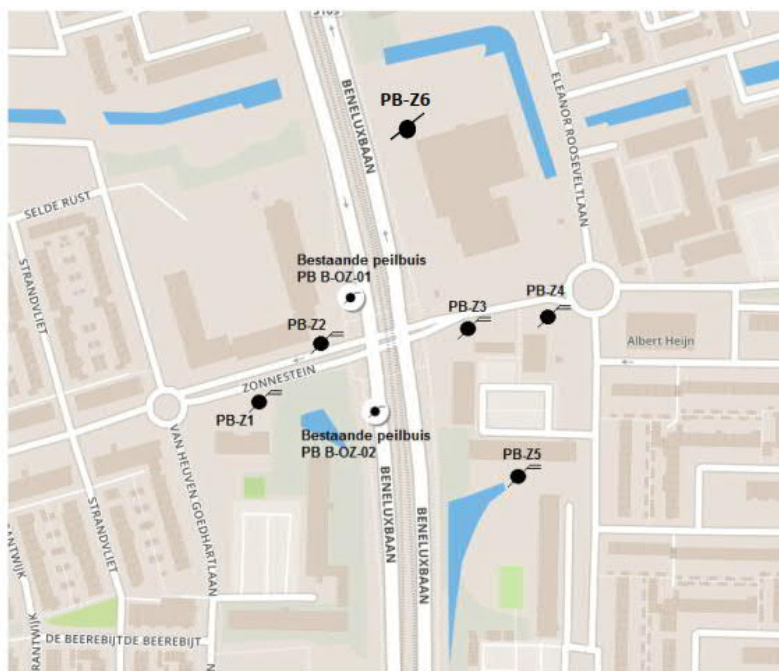


BIJLAGE 4. LOCATIE MONITORINGSPEILBUIZEN OMGEVING KRONENBURG / ZONNESTEIN / SPORTLAAN

Voor monitoring freatische grondwaterstand. Filterafstelling 1,5 á 2,5 m -mv.



Figuur 36. Locatie peilbuizen Kronenbrug



Figuur 37. Locatie peilbuizen Zonnestein





Figuur 38. Locatie peilbuizen Sportlaan

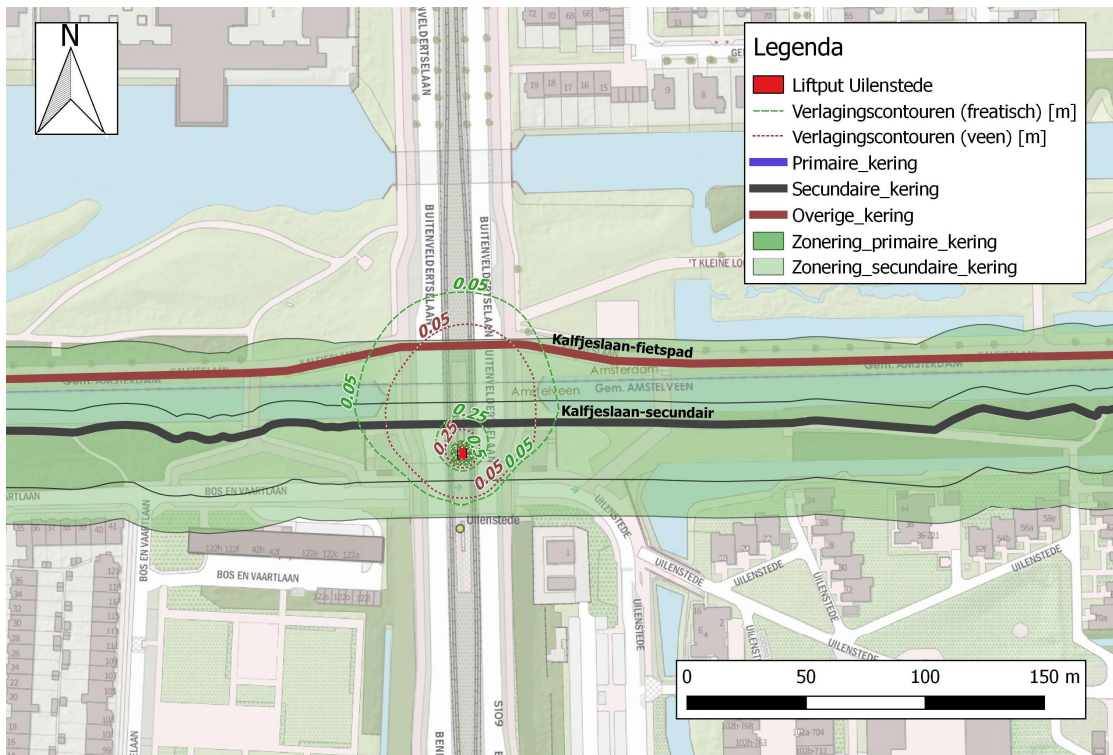


Figuur 39. Locatie peilbuizen Uilenstede



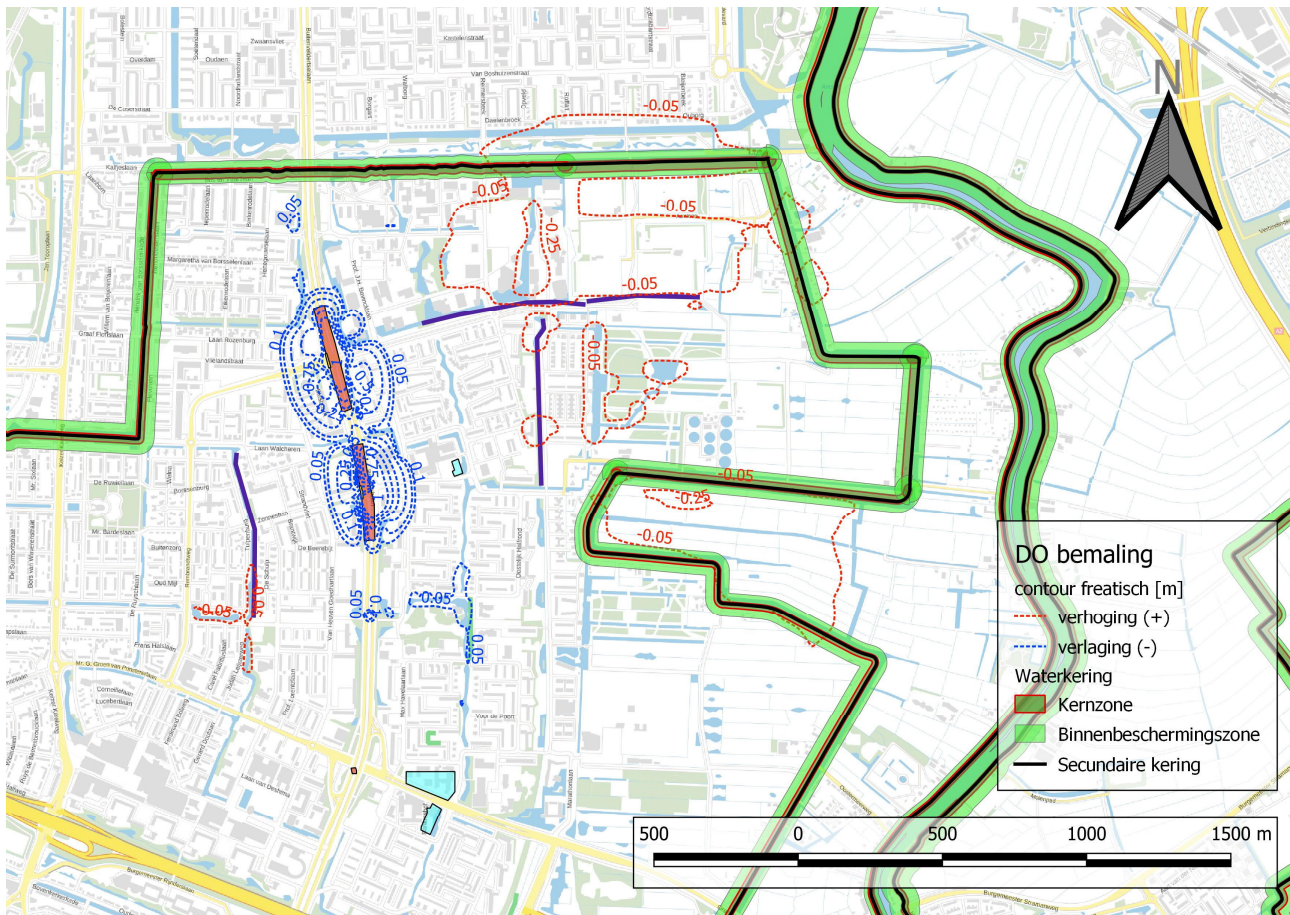
## BIJLAGE 5. OMGEVINGSEFFECTEN KRONENBURG / ZONNESTEIN / HALTES

Onderstaande afbeeldingen representeren de verlagingscontouren van de bemaling en het eventuele effect op aanwezige keringen (primaire, secundaire en overig)



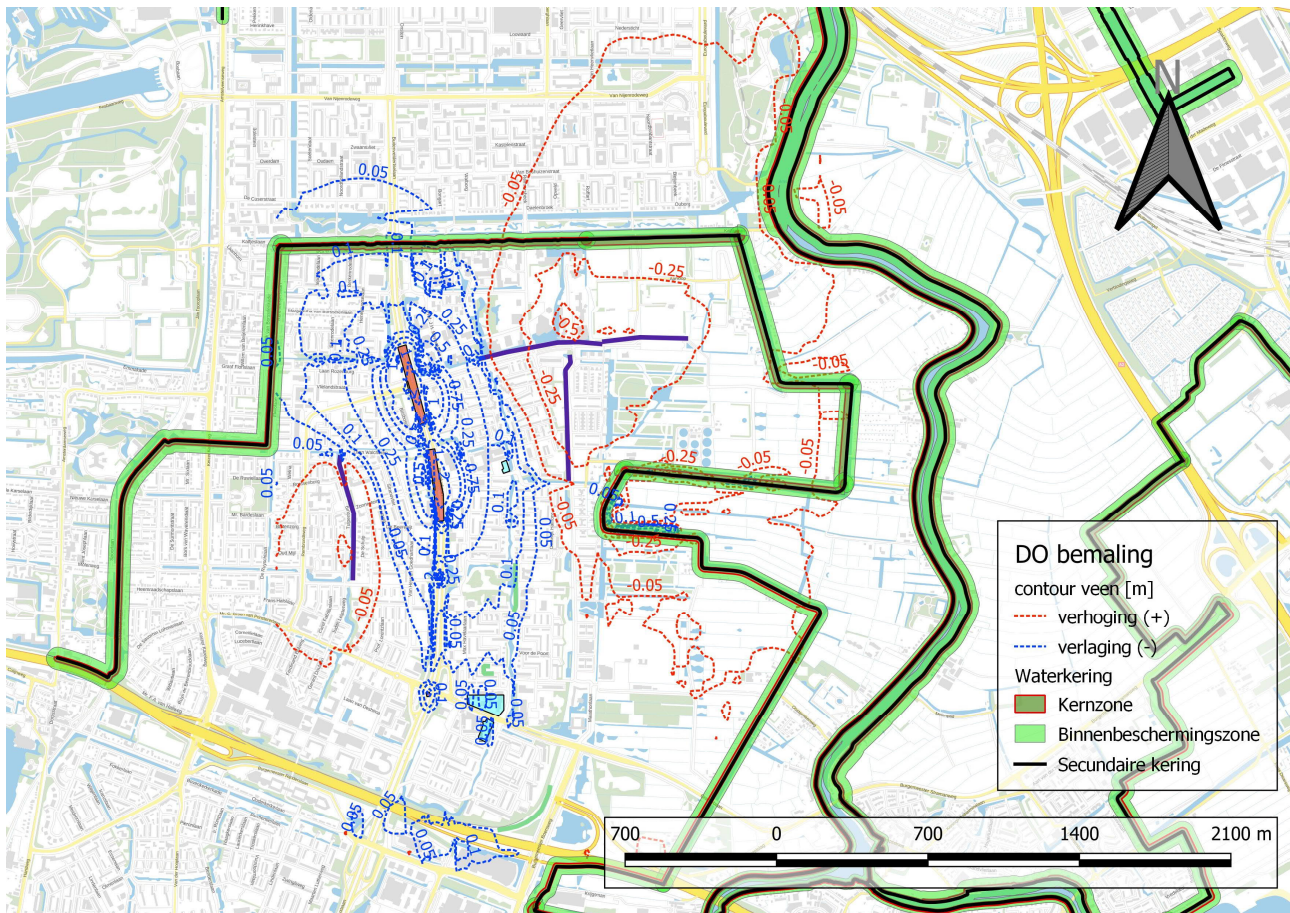
Figuur 40. Verlagingscontouren binnen secundaire en overige kering nabij Uilenstede.





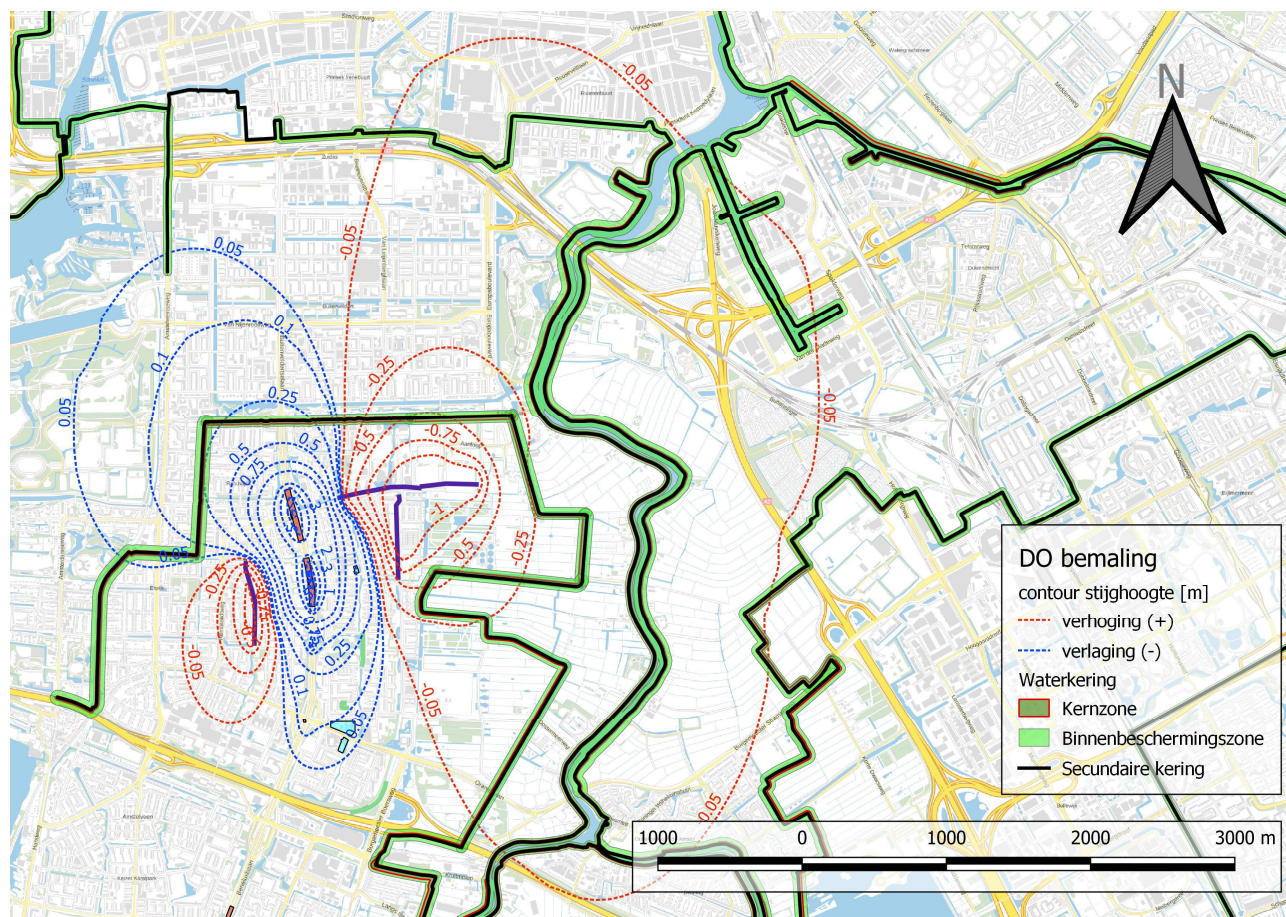
Figuur 41. Verlagingscontouren in veenlaag en omgevingseffecten





Figuur 42. Verlagscontouren in veenlaag.



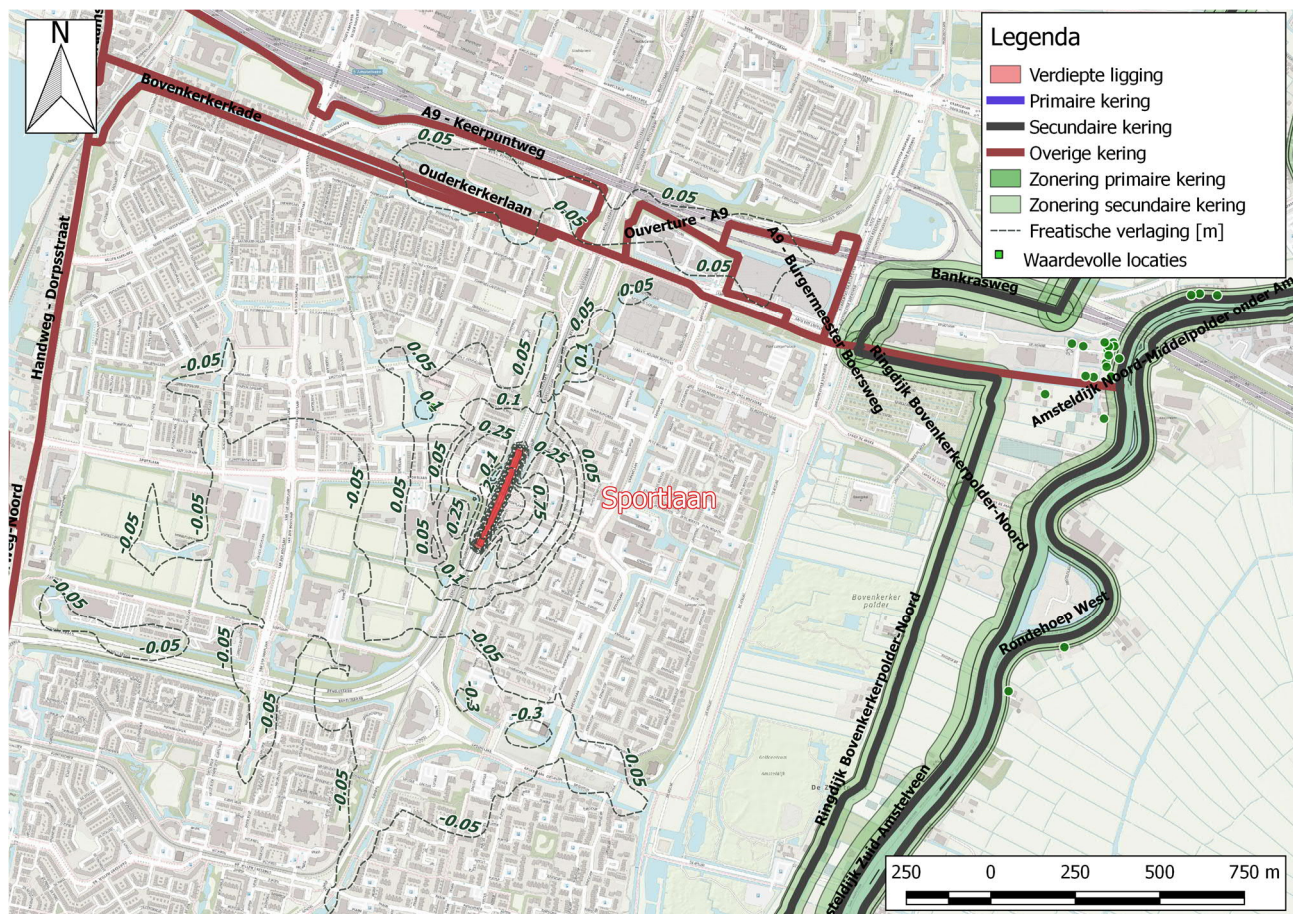


Figuur 43. Verlagscontouren in 1<sup>e</sup> WVP en omgevingseffecten..



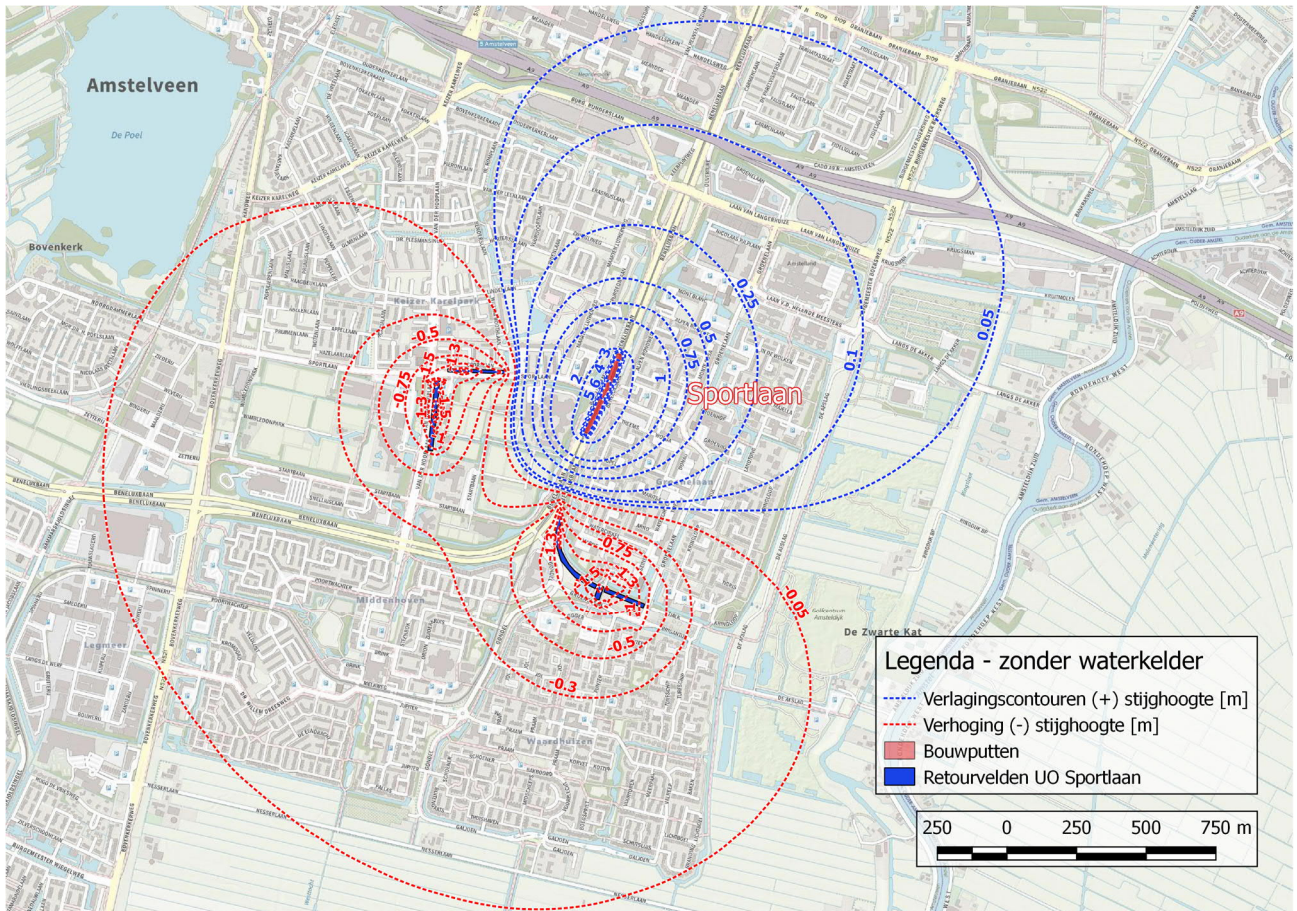
## BIJLAGE 6. OMGEVINGSEFFECTEN SPORTLAAN

Onderstaande afbeeldingen repressenteren de verlagingcontouren van de bemaling en het eventuele effect op aanwezige keringen (primair, secundair en overig) en monumentale panden.



Figuur 44. Omgevingseffecten freatische verlaging.





Figuur 45. Verlaging (+) door bemalingswerkzaamheden en verhoging (-) door retourveld van de stijghoogte in 1e WVP na 112 dagen bemalen.



## BIJLAGE 7. OVERZICHT (MOGELIJKE) GRONDWATERVERONTREINIGINGEN

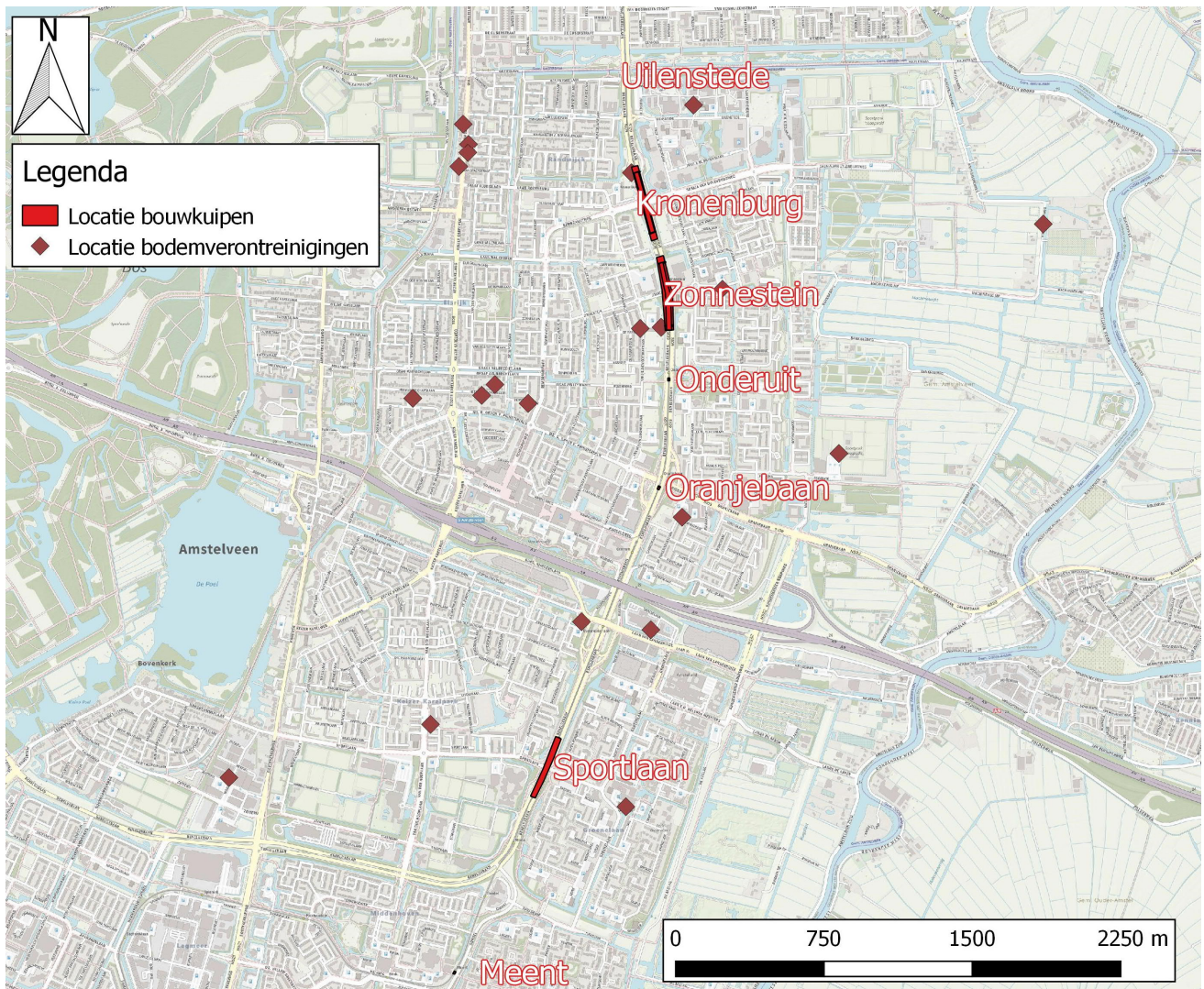
In onderstaande Tabel 16 zijn de mogelijke grondwaterverontreinigingen opgesomd inclusief historie en ernst van de verontreiniging. De gegevens zijn opgevraagd bij omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied. In onderstaand figuur zijn de locaties van de verontreinigingen weergegeven.

Tabel 16. Overzicht (mogelijke) grondwaterverontreinigingen.

	LOC.CODE BEVOEGD GEZAG	LOC.CODE (NAZCA- CODE)	ADRES	HISTORIE	CONCLUSIE
<b>ZONNESTEIN</b>					
1	NH036200188	NH036200188	Amsterdamseweg 498	terpentinepompinstallatie	Potentieel ernstig
2		NZ036200056	Amsterdamseweg 488	benzine-service-station	urgent san binnen 4 jaar
3	NH036200092	NZ036201646	Amsterdamseweg 488	autoreparatiebedrijf	Potentieel Ernstig
4	NH036200232	NZ014800999	Amsterdamseweg 465A	benzine-service-station	Rest verontreiniging - ernstig
5	NH036200238	NZ014801062	Uilenstede	Demping met baggerspecie	niet ernstig, plaatselijk sterk verontreinigd
6	NH036200626	NZ036201693	Beneluxbaan 9	ESSO tankstation	ernstig, spoed, risico's wegnemen
<b>KRONENBURG</b>					
7	NH036200054	NZ036200142	De Beerebijt 16	hbo-tank (ondergronds)	Ernstig, niet urgent
8	NH036200094	NZ036200499	Van Heuven Goedhartlaan 789	chemische wasserij/stomerij	ernstig, geen spoed
9	NH036200053	NZ036201661	Straat van Messina	benzine-service-station	Urgent, san binnen 4 jaar
10	NH036200140	NZ036201748	Kostverlorenweg 8	fotografisch bedrijf	Pot. verontreinigd
<b>ONDERUIT</b>					
11	NH036200031	NZ036200171	Frans Halslaan naast nr. 21	dieselpompinstallatie	Ernstig, niet urgent
12	NH036200071	NZ036200818	Heemraadschapslaan 96-100	benzine-service-station	Urgent, san binnen 4 jaar
13	NH036200228	NZ036200713	Heemraadschapslaan 85	houtbe- en -verwerkende industrie	Ernstig, niet urgent
14	NH036200014	NZ036200265	Mr. S. van Houtenlaan	benzine-service-station	Ernstig, urgentie niet bepaald
15	NH036200215	NZ036200169	Escapade 5	dieseltank (bovengronds)	Ernstig, urgentie niet bepaald
<b>ORANJEBAAN</b>					
16	NH036200061	NZ036200485	Traviatastraat 2	benzine-service-station	Urgent, san binnen 4 jaar
17	NH036200603	NZ014801091	Groenelaan 2	stookolietank (ondergronds)	ernstig, geen risico's bepaald
<b>SPORTLAAN</b>					
18	NH036200065	NZ036200401	Ouderkerkerlaan 150	benzine-service-station	Urgent, san binnen 4 jaar
19	NH036200091	NZ036200677	Groenhof 153	chemische wasserij/stomerij	Pot. verontreinigd



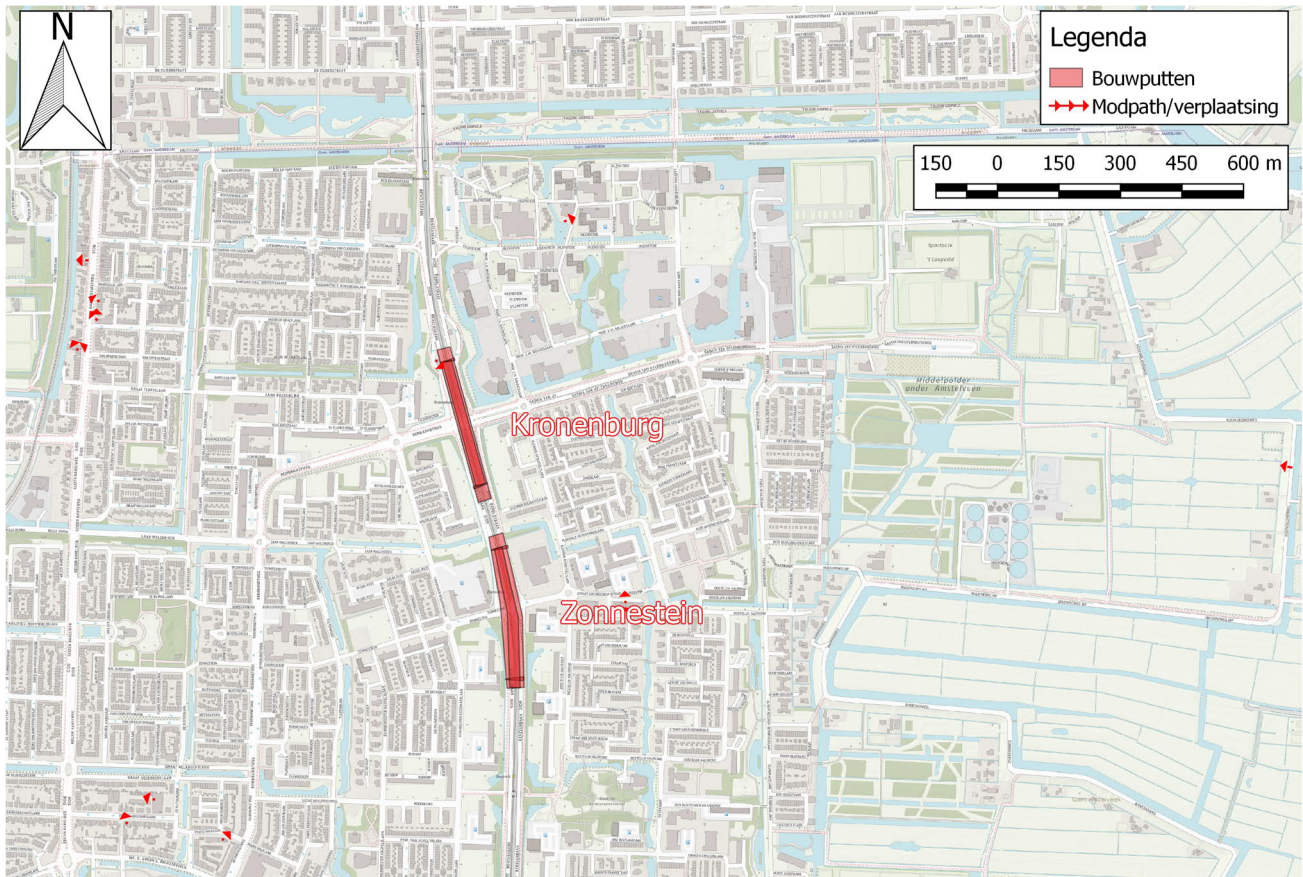
20	NH036200012	NZ036200158	Van der Hooplaan 180	benzine-service-station	Ernstig, urgentie niet bepaald
21	NH036200087	NZ036200603	Maalderij 25	galvaniseerinrichting	Ernstig, niet urgent



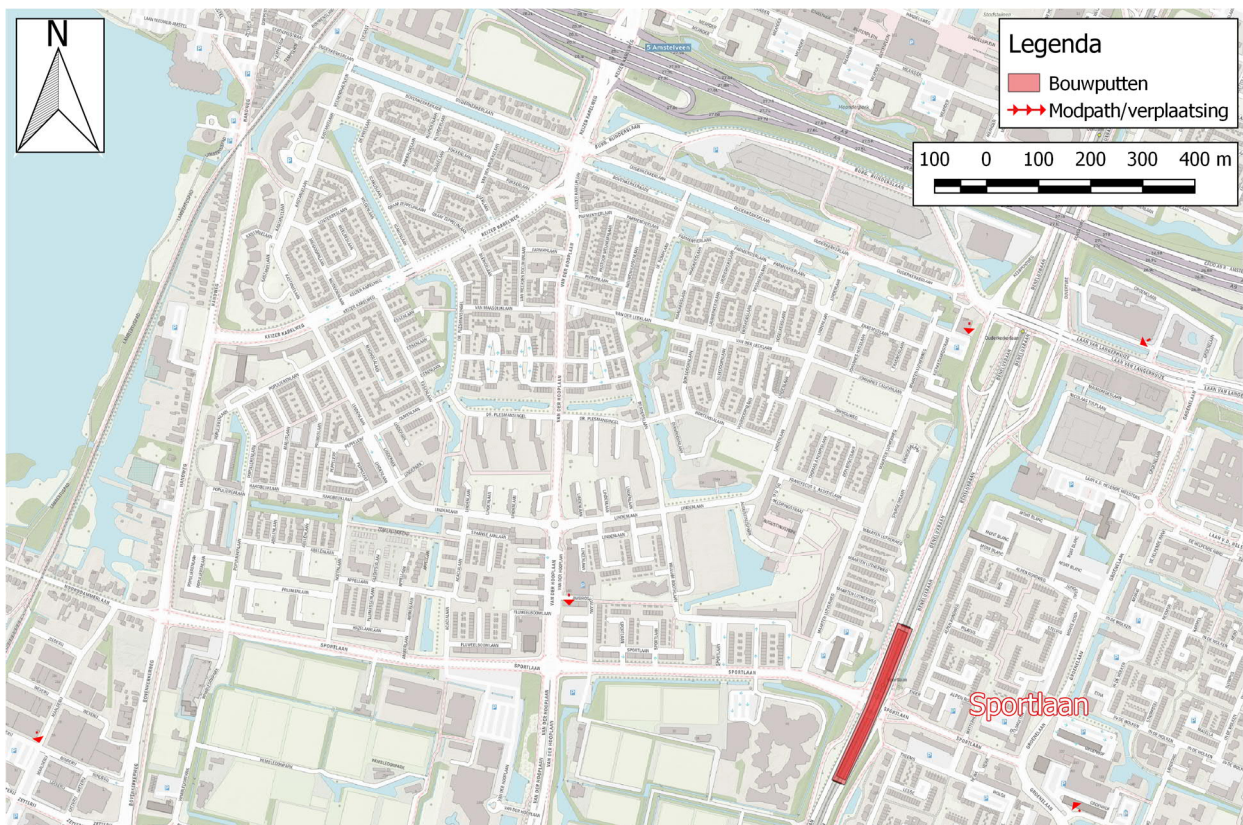
Figuur 46. Locatie (mogelijke) verontreiniging.

In onderstaande Figuur 47 en Figuur 48 is de verplaatsing van grondwater onder invloed van de grondwaterstroming en bemaling weergegeven. De rode lijnen geven de stromingsrichting van water aan op de locaties. Opvallend is de verplaatsing van het verontreinigde grondwater van de bouwkuip af. Dit heeft te maken met het peil in de zogenaamde 'peilgebieden'. Op deze locaties is er geen freatische invloed van de bemaling en waardoor de verschillen in waterstand in de peilgebieden bepalend zijn voor de verplaatsing. De verontreinigingen op de locaties nabij de bemaling verplaatsen nauwelijks, dit komt omdat de bemaling ook op deze locaties geen verlaging teweegbrengt.





Figuur 47. Verplaatsing verontreiniging. De peil geeft de richting van de verplaatsing aan. De verplaatsing is minimaal, tussen 1,2 en 5,0 m.



Figuur 48. Verplaatsing mogelijke verontreinigingen nabij Sportlaan. Verplaatsing is tussen 1,8 en 5,2 m. De freatische verlagingscontouren en de verlagingscontouren in de veenlaag reiken niet de locatie van de verontreinigingen. De verplaatsing is dus onder invloed van natuurlijke stroming.



## BIJLAGE 8. LIJST WKO BRONNEN

Bij Waternet en de omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied is een lijst opgevraagd met (alle) aanwezige warmte-koude opslag systemen. De lijst is weergegeven in onderstaande Tabel 17. De locatie van de bronnen zijn afgebeeld in Figuur 49.

Tabel 17. Overzicht aanwezige bodemenergiesystemen (BES) Amstelveen

PROJECT	X	Y	BRONNAAM	FILTERDIEPTE VAN [M-MV]	FILTERDIEPTE TOT [M-MV]	VERGUND /JAAR
BES THE GARDEN STROOMBAAN 10 AMSTELVEEN	119721	479433	KOUDE BRON	76	111	752,000
BES THE GARDEN STROOMBAAN 10 AMSTELVEEN	119730	479372	WARME BRON	159	194	752,000
BES WESTWIJK ZUIDWEST FASE 4 AMSTELVEEN	115906	476958	KOUD	onbekend	onbekend	1,160,000
BES WESTWIJK ZUIDWEST FASE 4 AMSTELVEEN	116103	476865	WARM	onbekend	onbekend	1,160,000
BES KANTOOR ZWITSERLEVEN BURGEMEESTER RIJNDERSLAAN 7 AMSTELVEEN	119460	479081	DOUBLET, WARM	onbekend	onbekend	350,000
BES KANTOOR ZWITSERLEVEN BURGEMEESTER RIJNDERSLAAN 7 AMSTELVEEN	119551	479058	DOUBLET, KOUD	onbekend	onbekend	350,000
OBES KPMG GEBOUW BURGERMEESTER RIJNDERSLAAN 10-30 AMSTELVEEN	119957	478779	DOUBLET, WARM 1	onbekend	170	1,440,000
OBES KPMG GEBOUW BURGERMEESTER RIJNDERSLAAN 10-30 AMSTELVEEN	120064	478739	DOUBLET, KOUD 3	onbekend	170	1,440,000
OBES KPMG GEBOUW BURGERMEESTER RIJNDERSLAAN 10-30 AMSTELVEEN	120108	478720	DOUBLET, KOUD 4	onbekend	170	1,440,000
OBES KPMG GEBOUW BURGERMEESTER RIJNDERSLAAN 10-30 AMSTELVEEN	120198	478689	DOUBLET, WARM 2	onbekend	170	1,440,000
BES WESTWIJK ZUIDWEST TE AMSTELVEEN GELEGEN TUSSEN LEGMEERDIJK,JC V HATTUMWEG EN NOORD AMSTELVEEN	116020	476675	RECIRCULATIE, ONTTREKKING	110	160	1,160,000
BES WESTWIJK ZUIDWEST TE AMSTELVEEN GELEGEN TUSSEN LEGMEERDIJK,JC V HATTUMWEG EN NOORD AMSTELVEEN	115809	476761	RECIRCULATIE, INJECTIE	110	160	1,160,000
BES LEGMEERDIJK 125 AALSMEER	115550	476550	ONBEKEND 1	onbekend	onbekend	40,000
BES LEGMEERDIJK 125 AALSMEER	115550	476550	ONBEKEND 2	onbekend	onbekend	40,000



BES WESTWIJK ZUIDOOST ZILVERSCHOONLAAN 121A AMSTELVEEN	117265	476535	RECIRCULATIE, INFILTRATIE	70	160	950,000
BES WESTWIJK ZUIDOOST ZILVERSCHOONLAAN 121A AMSTELVEEN	117492	476430	RECIRCULATIE, ONTREKKEN	70	160	950,000
BES VAN HATTUMWEG 114 AMSTELVEEN	115872	476600	ONBEKEND	25	30	25,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116474	475711	DOUBLET, KOUD 6	80	140	1,490,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116455	475675	DOUBLET, KOUD 7	80	140	1,490,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116438	475630	DOUBLET, KOUD 8	80	140	1,490,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116417	475587	DOUBLET, KOUD 9	80	140	1,490,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116389	475536	DOUBLET, KOUD 10	80	140	1,490,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116555	475465	DOUBLET, WARM 1	80	140	1,490,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116534	475427	DOUBLET, WARM 2	80	140	1,490,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116515	475391	DOUBLET, WARM 3	80	140	1,490,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116494	475334	DOUBLET, WARM 4	80	140	1,490,000
BES KASSENCOMPLEX APHRODITE ORCHIDEE MEERLANDEN 23-25 AMSTELVEEN	116475	475291	DOUBLET, WARM 5	80	140	1,490,000
BES VERPLEEGHUIS HET ZONNEHUIS LAAN VAN DE HELENDE MEESTERS 12 AMSTELVEEN	119632	478637	DOUBLET, KOUD	onbekend	170	500,000
BES VERPLEEGHUIS HET ZONNEHUIS LAAN VAN DE HELENDE MEESTERS 12 AMSTELVEEN	119800	478580	DOUBLET, WARM	onbekend	170	500,000
BES J.C. VAN HATTUMWEG 112 AMSTELVEEN	115855	476638	RECIRCULATIE, ONTTREKKING	65	80	30,000
BES J.C. VAN HATTUMWEG 112 AMSTELVEEN	115846	476620	RECIRCULATIE, INJECTIE	65	80	30,000
BES WOONWIJK WESTWIJK ZUIDWEST FASE II GELEGEN TUSSEN	116370	476875	RECIRCULATIE, ONTTREKKING	78	118	1,040,000



LEGMEERDIJK J.C. HATTUMWEG EN NOORD AMSTELVEEN AMSTELVEEN						
BES WOONWIJK WESTWIJK ZUIDWEST FASE II GELEGEN TUSSEN LEGMEERDIJK J.C. HATTUMWEG EN NOORD AMSTELVEEN AMSTELVEEN	116300	476648	RECIRCULATIE, INJECTIE	70	133	1,040,000
BES KLM HOOFDKANTOOR & ROEMER AMSTERDAMSEWEG 55 AMSTELVEEN	118018	479912	DOUBLET, KOUD 3	105	150	775,000
BES KLM HOOFDKANTOOR & ROEMER AMSTERDAMSEWEG 55 AMSTELVEEN	118024	479900	DOUBLET, KOUD 4	105	150	775,000
BES KLM HOOFDKANTOOR & ROEMER AMSTERDAMSEWEG 55 AMSTELVEEN	117888	479840	DOUBLET, WARM 1	105	150	775,000
BES KLM HOOFDKANTOOR & ROEMER AMSTERDAMSEWEG 55 AMSTELVEEN	117890	479828	DOUBLET, WARM 2	105	150	775,000
BES HOOFDKANTOOR ESPRIT KRIJGSMAN 75 AMSTELVEEN	120657	478576	MONOBRON, KOUD	128	140	162,000
BES HOOFDKANTOOR ESPRIT KRIJGSMAN 75 AMSTELVEEN	120657	478576	MONOBRON, WARM	81	93	162,000
BES HOOFDKANTOOR ESPRIT KRIJGSMAN 75 AMSTELVEEN	120657	478576	MONOBRON, WARM	140	152	162,000
BES BELLA DONNA 2-4 AMSTELVEEN	118725	480853	mono koud 9.6m	113.4	123	146,000
BES BELLA DONNA 2-4 AMSTELVEEN	118725	480853	Mono warm 9.6m	67.6	82	146,000
BES WOONHUIS PRINSES MARGRIETLAAN 7 AMSTELVEEN	118043	481061	ONBEKEND	onbekend	onbekend	51,840
BES WESTWIJK ZUIDWEST 4 LEGMEERDIJK AMSTELVEEN	116110	476864	RECIRCULATIE, INJECTIE	70	160	1,205,000
BES WESTWIJK ZUIDWEST 4 LEGMEERDIJK AMSTELVEEN	115904	476957	RECIRCULATIE, ONTTREKKING	70	160	1,205,000
BES AMSTELVEEN COLLEGE SPORTLAAN 27 AMSTELVEEN	118442	478195	MONOBRON, KOUD 12M	onbekend	onbekend	246,000
BES AMSTELVEEN COLLEGE SPORTLAAN 27 AMSTELVEEN	118442	478195	MONOBRON, WARM 12,5M	81	83	246,000
BES AMSTELVEEN COLLEGE SPORTLAAN 27 AMSTELVEEN	118442	478195	MONOBRON, WARM 12,5M	86	89	246,000
BES AMSTELVEEN COLLEGE SPORTLAAN 27 AMSTELVEEN	118442	478195	MONOBRON, WARM 12,5M	92	98	246,000

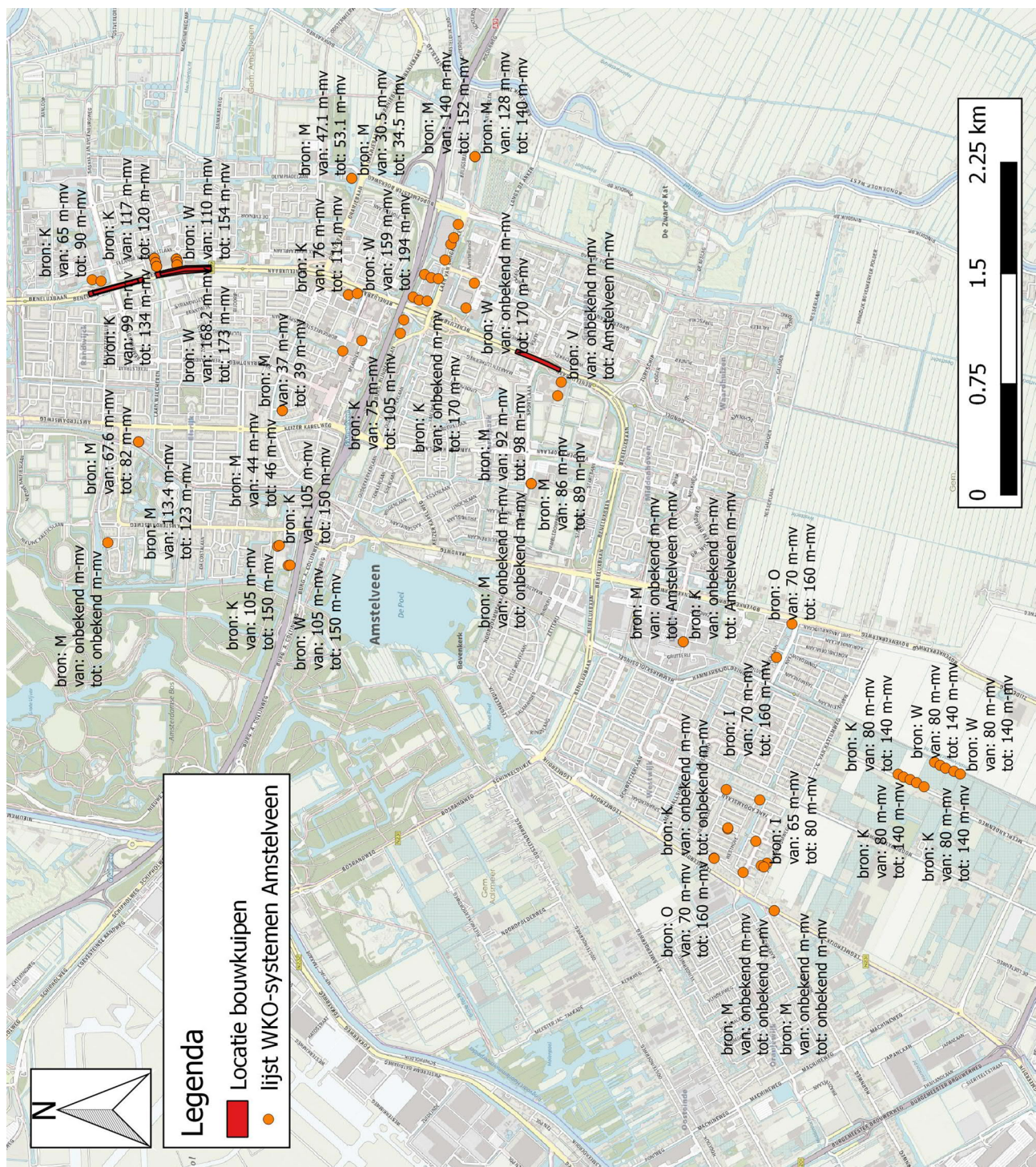


BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119968	480746	KOUD 1	82	109	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119968	480746	KOUD 1	115	143	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119968	480746	KOUD 1	146	151	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119939	480738	KOUD 2	82	113	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119939	480738	KOUD 2	117	120	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119939	480738	KOUD 2	123	151	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119913	480731	KOUD 3	67	75	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119913	480731	KOUD 3	91	94	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119913	480731	KOUD 3	99	134	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119913	480731	KOUD 3	137	151	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119963	480597	WARM 1	111.8	175.4	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119963	480597	WARM 1	112	131	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119963	480597	WARM 1	134	175.5	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119943	480591	WARM 2	110	154	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119943	480591	WARM 2	159	172	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119923	480593	WARM 3	110.6	163.6	2,505,000
BES CCA-NOORD ELEANOR ROOSEVELTLAAN 1 AMSTELVEEN	119923	480593	WARM 3	168.2	173	2,505,000
BES LANGS DE WERF 8-10 AMSTELVEEN	117371	477166	KOUD	onbekend	onbekend	
BES LANGS DE WERF 8-10 AMSTELVEEN	117371	477166	WARM	onbekend	onbekend	
BES BREDE SCHOOL REMBRANDT MR. P.J.M. AALBERSELAAN 39 AMSTELVEEN	118937	479880	MONOBRON GEOCOMF KOUD	onbekend	onbekend	44,200
BES BREDE SCHOOL REMBRANDT MR. P.J.M. AALBERSELAAN 39 AMSTELVEEN	118937	479880	MONOBRON GEOCOMF WARM	37	39	44,200



BES BREDE SCHOOL REMBRANDT MR. P.J.M. AALBERSELAAN 39 AMSTELVEEN	118937	479880	MONOBRON GEOCOMF WARM	44	46	44,200
BES INTERNATIONAL SCHOOL OF AMSTERDAM SPORTLAAN 45 AMSTELVEEN	119037	478016	DOUBLET KOUDE BRON	onbekend	onbekend	97,100
BES INTERNATIONAL SCHOOL OF AMSTERDAM SPORTLAAN 45 AMSTELVEEN	119130	477992	DOUBLET WARME BRON	onbekend	onbekend	97,100
BES ABN AMRO COMPUTERCENTRUM CCA- ZUID GROENELAAN 2 AMSTELVEEN	119706	478994	doublet Warm 3	92	153.4	2,500,000
BES ABN AMRO COMPUTERCENTRUM CCA- ZUID GROENELAAN 2 AMSTELVEEN	119859	478917	doublet Koud 3	76	135	2,500,000
BES ABN AMRO COMPUTERCENTRUM CCA- ZUID GROENELAAN 2 AMSTELVEEN	119685	478953	doublet Warm 2	90.3	151.3	2,500,000
BES ABN AMRO COMPUTERCENTRUM CCA- ZUID GROENELAAN 2 AMSTELVEEN	119837	478872	doublet koud 2	78.4	144	2,500,000
BES ABN AMRO COMPUTERCENTRUM CCA- ZUID GROENELAAN 2 AMSTELVEEN	119679	478899	doublet Warm 1	76.2	137.8	2,500,000
BES ABN AMRO COMPUTERCENTRUM CCA- ZUID GROENELAAN 2 AMSTELVEEN	119830	478824	doublet koud 1	96	146.1	2,500,000
BES TULIP PROPERTY JH BAVINCKLAAN 1 AMSTELVEEN	119823	481167	doublet koud	65	90	285,000
BES TULIP PROPERTY JH BAVINCKLAAN 1 AMSTELVEEN	119814	481107	doublet warm	130	155	285,000
OBES HUDSON BAY BUITENPLEIN 101 AMSTELVEEN	119340	479471	doublet koud	75	105	302,000
OBES HUDSON BAY BUITENPLEIN 101 AMSTELVEEN	119410	479342	doublet warm	75	105	302,000
OBES BRANDWEERKAZERNE ORANJEBAAN 1 AMSTELVEEN	120510	479410	monobron koud	47.1	53.1	17,000
OBES BRANDWEERKAZERNE ORANJEBAAN 1 AMSTELVEEN	120510	479410	monobron warm	30.5	34.5	17,000





Figuur 49. Overzicht bodemenergiesystemen Amstelveen.

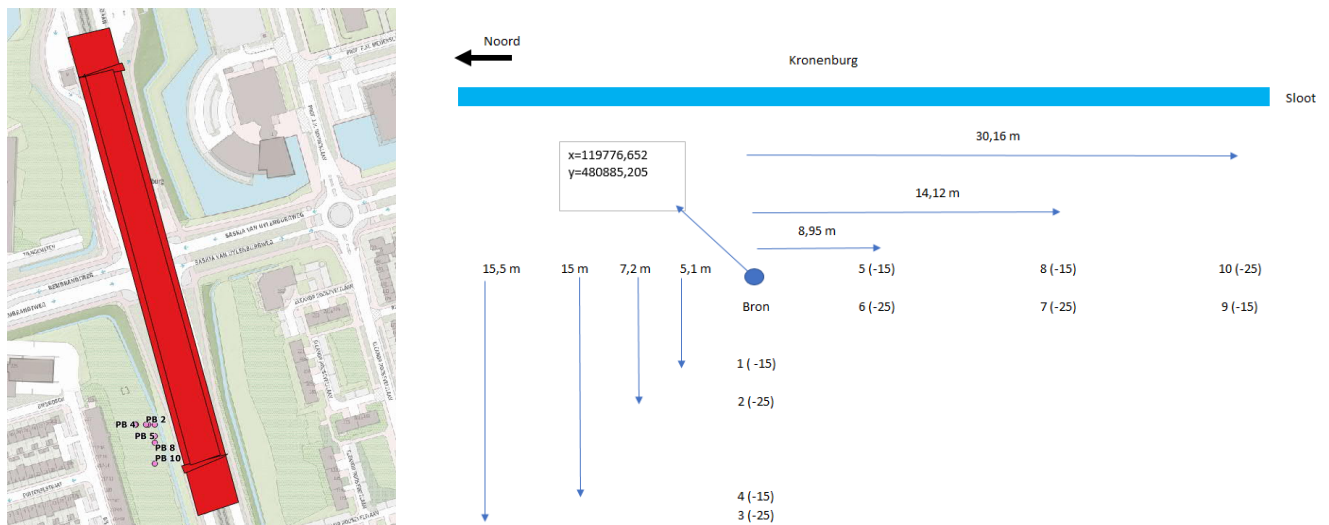


## BIJLAGE 9. RESULTATEN POMPPROEF NOVEMBER 2017

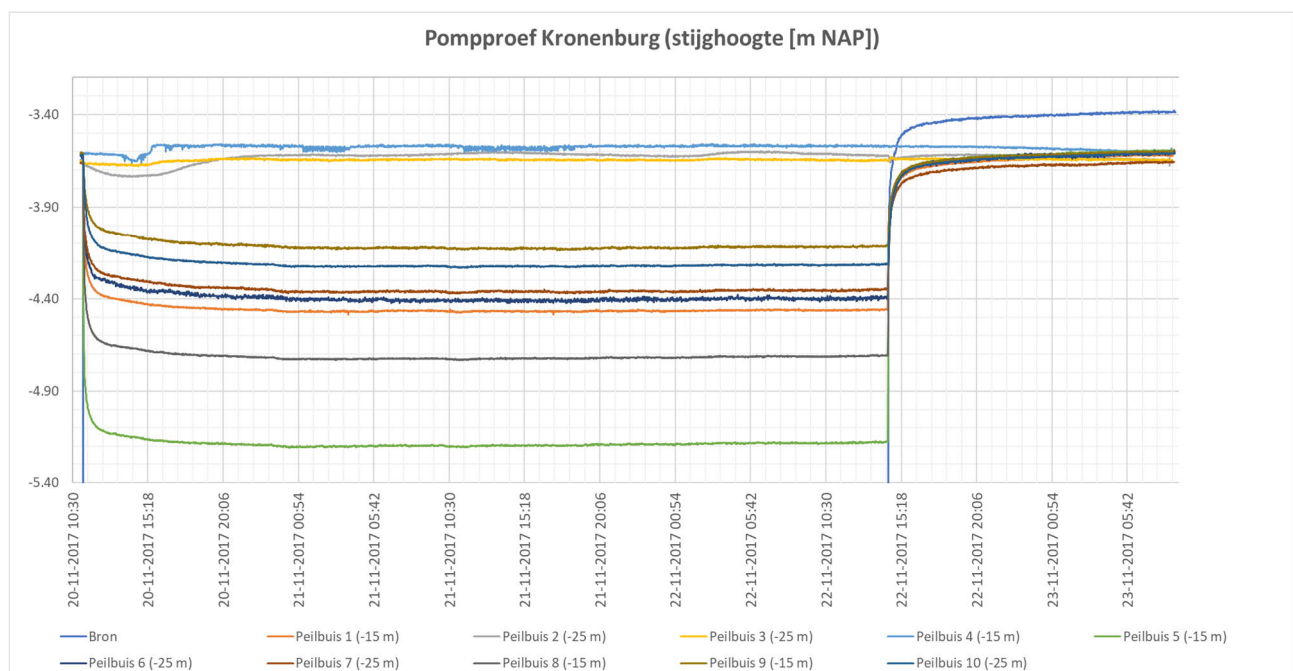
In deze bijlage worden de opstelling en resultaten van de pompproeven aan de Kronenburg en Sportlaan gepresenteerd. De pompproef is uitgevoerd door Tjaden in november 2017.

Onttrekkingsdebiet bron Kronenburg	50	m <sup>3</sup> /uur
Onttrekkingsdebiet bron Sportlaan	50	m <sup>3</sup> /uur
Onttrekkingsduur Kronenburg	2,5	dagen
Onttrekkingsduur Sportlaan	3	dagen
Filterdieptes: zie onderstaande figuren.		

## Pompproef Kronenburg



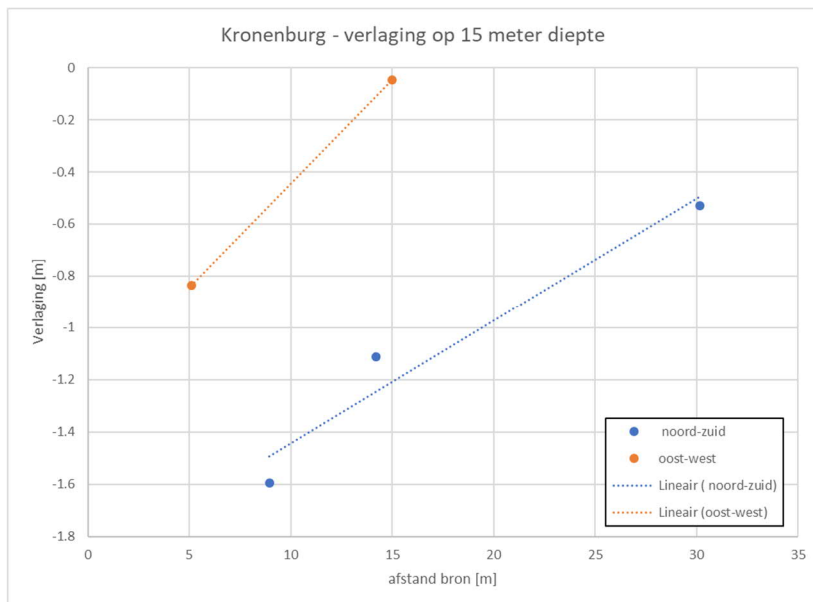
Figuur 50. Overzicht pompproef Kronenburg. Links: in roze de locatie van de peilbuizen, rechts: diepte [m-mv] en afstand van peilbuizen.



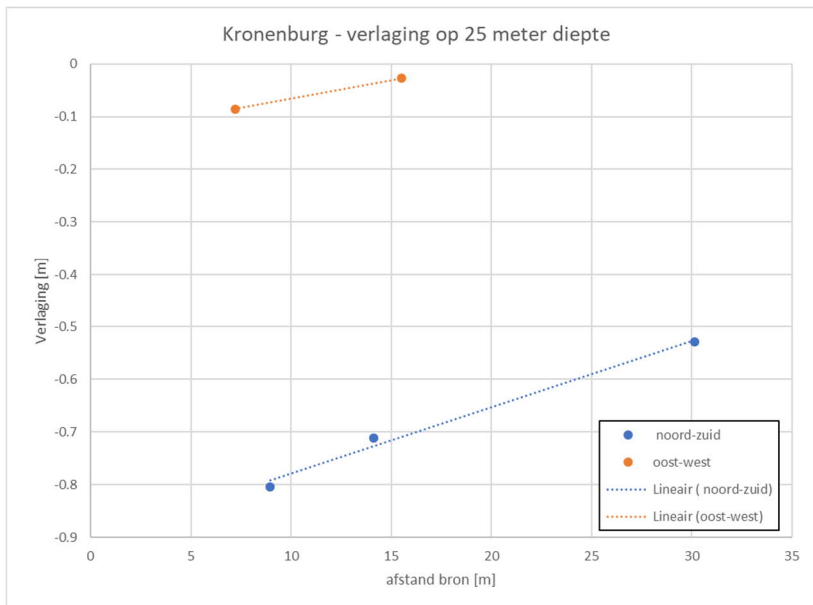
Figuur 51. Verlaging stijgheoghte pompproef Kronenburg (stijgheoghte in bron is NAP -8,3 m).



Bij een verlaging in een isotrope omgeving tonen de contouren een cirkelvormige patroon. Zoals vermeldt in paragraaf 5.1 heeft de pompproef aangetoond dat we te maken hebben met anisotropie wat resulteert ellipsvormige verlagingcontouren. Bij ellipsvormige verlagingen is de verlaging in de X-richting anders dan in de Y-richting en is de hoeveelheid verlaging anders. In Figuur 52 en Figuur 53 is de anisotropie nabij Kronenburg aangetoond. Deze figuren laten de verschillen in verlagingrichting zien. Het is niet mogelijk om uit deze figuren de doorlatendheid te bepalen.



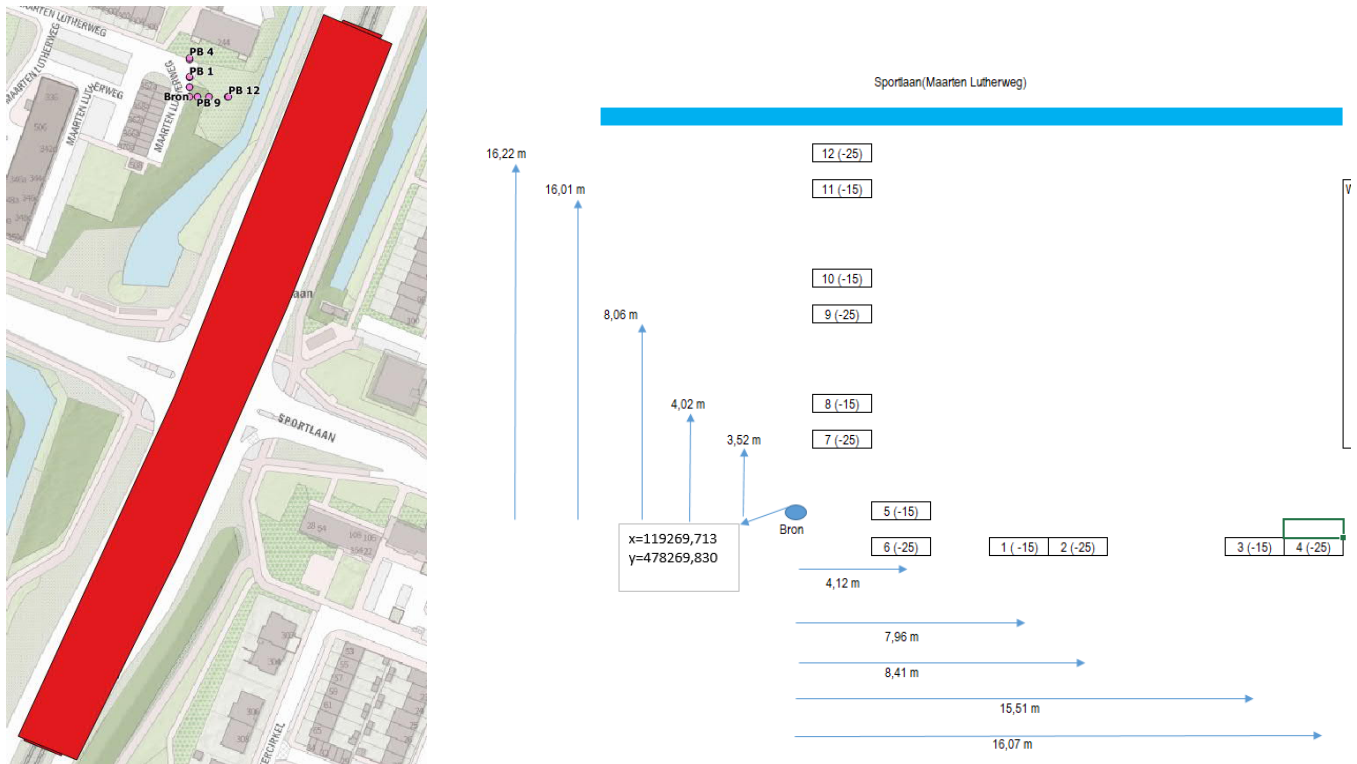
Figuur 52. Waarneming anisotropie op 15 m-mv nabij Kronenburg.



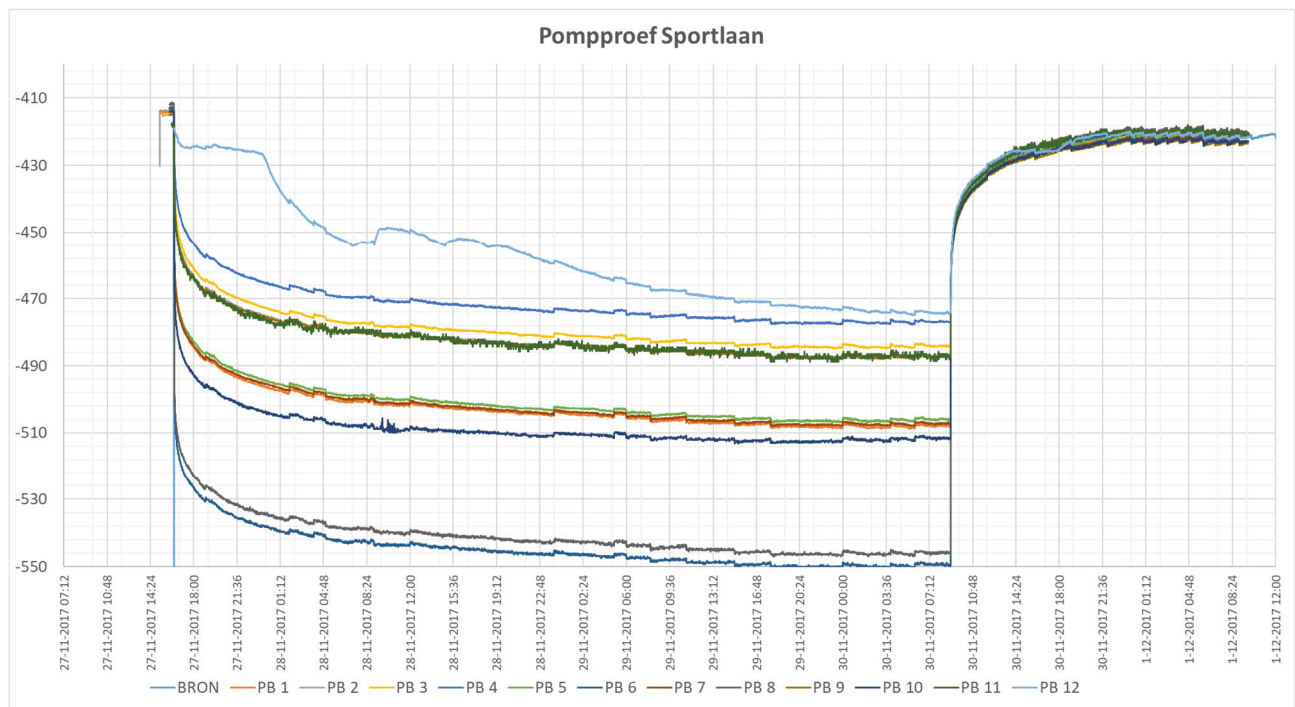
Figuur 53. Waarneming anisotropie op 25 m-mv nabij Kronenburg.



## Pompproef Sportlaan



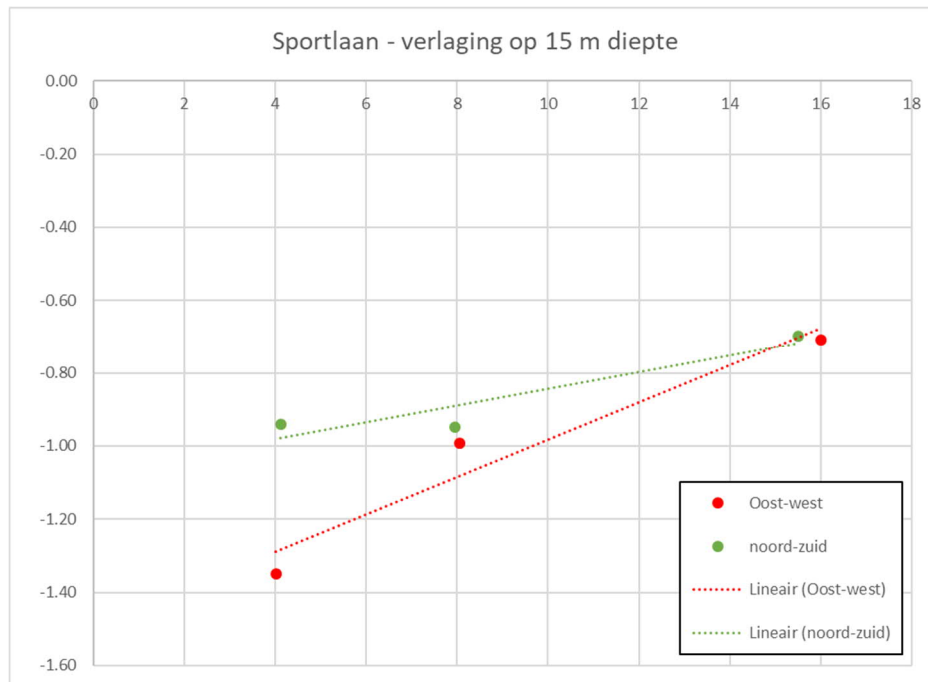
Figuur 54. Overzicht pompproef Sportlaan. Links: in roze de locatie van de peilbuizen, rechts: diepte [m-mv] en afstand van peilbuizen.



Figuur 55. Verlaging stijghoogte pompproef Sportlaan (stijghoogte in bron is NAP -7,5 m).



Ook bij de Sportlaan is anisotropie aangetoond door middel van de pompproef. In onderstaande figuren zijn de verschillen in verlagingrichting en diepte weergegeven. De lijnen laten op dezelfde afstand van de onttrekkingsbron verschillende verlagingen zien. Dit betekent dat de horizontale doorlatendheid,  $K_x$  ten opzichte van  $K_y$  verschilt. Het verschil in horizontale gelaagdheid zorgt voor ellipsvormige verlagingcontouren omdat de verlaging in de X-richting anders is dan in de Y-richting.



Figuur 56. Waarneming anisotropie op 15 m-mv nabij Sportlaan.



Figuur 57. Waarneming anisotropie op 25 m-mv nabij Sportlaan.



BIJLAGE 10. POMPROEVEN KRONENBURG FEBRUARI 2019



Memo opzet pompretourproef



## Memo

---

Aan : R. Riep  
Van : C. te Boekhorst en G. Winters  
c.c. : R. van Leeuwen, R. Visser, G. Partiman en R. van der Heijden  
Project : Ombouw Amstelveenlijn (C11021)  
Documentnummer : VITAL-015585 v1.0 (definitief)  
Datum : 12 november 2018  
Betreft : Opzet pomp-retourproef

---

### 1. Inleiding

In deze memo wordt ingegaan op de voorgenomen pomp-retourproef bij Kronenburg om de risico's van het bemalen beter in beeld te brengen. Deze proef wordt ingericht om de toekomstige bemaling bij de waterkelder na te bootsen die in weken 24 t/m 28 van 2019 uitgevoerd (i.e. net voor 6 weekse zomer TBGN). Om de waterkelder droog te kunnen bouwen is een verlaging van ca. 10 m benodigd met naar verwachting een bijbehorend debiet van ca. 400 m<sup>3</sup>/uur [1]. Dit onttrekkingsdebiet is gebaseerd op de beschikbare informatie uit RegisII v2.2 open database, het beschikbare grondonderzoek en twee pompproeven die zijn uitgevoerd bij Kronenburg en Sportlaan in november 2017. De onderzoeksopzet van deze pompproeven was er destijds op gericht om over de gestuwde afzetting betrouwbare informatie te verzamelen met als praktische randvoorwaarde binnen de grenzen van een melding te werken.

De argumenten voor een aanvullende proef zijn dat de bestaande pompproeven met een onttrekkingsdebiet van 50 m<sup>3</sup>/uur wel de kennis voor de rekenparameters vergroot hebben, maar qua schaalgrootte niet representatief zijn als proefbemaling. Daarnaast is geen uitsluitsel verkregen over de exacte richting van de anisotropie, het is dus mogelijk dat een andere belendende panden worden beïnvloed dan verwacht. Tenslotte zijn de eerdere proefresultaten niet geschikt om de capaciteit van de retourbronnen te bepalen.

Om meer zekerheid te krijgen over de gemaakte aannamen in het bemalingsontwerp heeft Vital besloten om bij voorkeur nog voor het einde van het jaar een aanvullende pomp-retourproef uit te voeren. Met deze proef is beoogd om een bevestiging te krijgen van onttrekkingsdebiet, uitsluitsel te krijgen over het terugstroomdebiet van de retourbronnen, maar ook om het risico van zettingen (omgevingsbeïnvloeding) beter in kaart te brengen.

Er is gekozen om de pomp-retourproef uit te voeren bij Kronenburg. Aan de zuidwest zijde van Zonnestein (Van Heuven Goedhartlaan) is ten tijde van de voorgenomen proef nog een VOCI verontreiniging aanwezig is, waardoor een aanvullende proef Zonnestein niet wenselijk is. Bij Sportlaan zijn de gestuwde afzettingen minder nadrukkelijk aanwezig en liggen deze op een dieper niveau, waardoor er minder onzekerheid is over gemaakte aannamen in het bemalingsontwerp.



Daarnaast is bij Sportlaan meer tijd om aanvullende maatregelen te treffen, omdat deze ongelijkvloerse kruising buiten de 6 weekse TBGN valt.

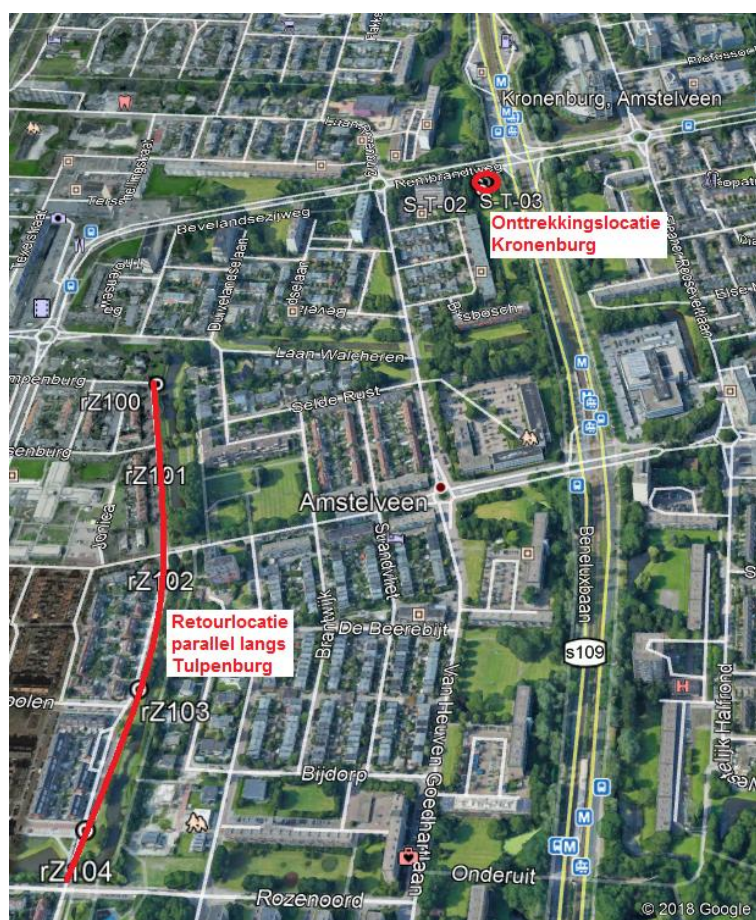
## 2. Referenties

De onderstaande referenties zijn gebruikt:

- [1] VITAL-011775 – DO Bemalingsadvies v2.0, d.d. 7 juni 2018
- [2] VITAL-014218 – Bemalingsplan v1.0, d.d. 25 juni 2018
- [3] VITAL-012387 – Verwachte omgevingsbeïnvloeding a.g.v. spanningsbemaling, d.d. 4 juni 2018
- [4] VITAL-012429 – Monitoringplan ongelijkvloerse kruisingen, haltes en opstelterrein, d.d. 23 juli 2018
- [5] VITAL-014341 – Nadere analyse opbarstrisico retourvelden, 20 juli 2018

## 3. Inrichting

In Figuur 1 is de voorgestelde onttrekkings- en retourlocatie weergegeven. De onttrekkingslocatie is dezelfde locatie waar eerder de kleinere pompproef en bezwijkproeven op de Gewi palen zijn uitgevoerd. Opgemerkt wordt dat de bronnen op de retourlocatie kunnen worden hergebruikt voor infiltratie tijdens de bemaling van de ongelijkvloerse kruising. De onttrekkingsbronnen dienen als verloren beschouwd te worden.

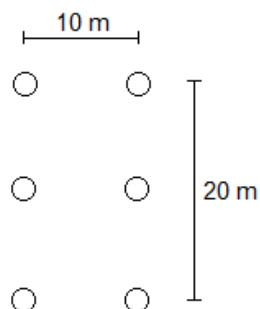


Figuur 1 – Locatie onttrekking en retour Kronenburg



### 3.1 Onttrekkingsbronnen

Voorgesteld wordt om 6 bronnen met een filterdiameter van Ø250mm tot NAP -29,0 m met perforatie over de laatste 10 m te plaatsen in onderstaand stramien.



Eén onttrekkingsbron hoger  
aangebracht op NAP -23,0 m

Uit het aanvullend grondonderzoek blijkt het geperforeerde deel overwegend in zwak siltig matig fijn zandpakket staat die lokaal wordt onderbroken door kleilig stoorlaagje (zie ook Bijlage A).

### 3.2 Retourbronnen

Het installeren van 18 retourbronnen met een filterdiameter Ø250mm tot NAP -45,0 m met perforatie over de laatste 10 m conform het Bemalingsplan [2]. Dat betekent dat de retourbronnen een opnamecapaciteit dienen te hebben van ca. 22 m<sup>3</sup>/uur om het water 100% te kunnen retourneren.

De aanvullende sonderingen (RZ-100 t/m RZ-104) die zijn uitgevoerd tot 50 m -mv zijn opgenomen in Bijlage B. Hierin is te zien dat het geperforeerde deel van de retourbronnen in een matig grove zandlaag staan die regelmatig wordt onderbroken silthoudend stoorlaagjes.

### 3.3 Gewenste verlaging

Beoogd droogleggingsniveau ter plaatse van de onttrekkingsbronnen NAP -14,5 m. Dit komt neer op een verlaging van ca. 10 m in het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket.

### 3.4 Tijdsduur

Om het risico op zettingen in beeld te krijgen dient de pomp-retourproef 2 weken te duren.

### 3.5 Peilbuizen

De pomp-retourproef zorgt voor een verlaging en een verhoging in de omgeving. De gemeten verlagingen worden gebruikt om de doorlatendheid te bepalen van de zandlagen. Om de verlaging goed in beeld te brengen moeten 8 peilbuizen aangebracht worden die op twee niveaus meten (één diep niveau 15 m -mv, en één ondiep niveau 3 m -mv).

In Figuur 2 is een overzicht gegeven van de peilbuizen bij Kronenburg. Peilbuis PB-K5 dient direct naast de onttrekkingsbronnen te staan.

Naast de onderstaande dienen nog 3 peilbuizen op 10 m -mv geplaatst te worden bij het retourveld om de verhogingen van de stijghoogte in het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket net onder de deklaag te



monitoren. De verhoging van de stijghoogte onder deklaag dient beperkt tot 1,1 m te blijven om opbarsten te voorkomen [5]. In Figuur 3 is te zien dat aan deze voorwaarde wordt voldaan.



Figuur 2 – Overzicht locaties peilbuizen Kronenburg [4]

De bovengenoemde peilbuizen moeten worden ingemeten (x, y, z) en voorzien worden van een diver die continue (1 minuut interval) de grondwaterstand meet. De peilbuizen en divers moeten tenminste één week voor aanvang van de proef worden geïnstalleerd.

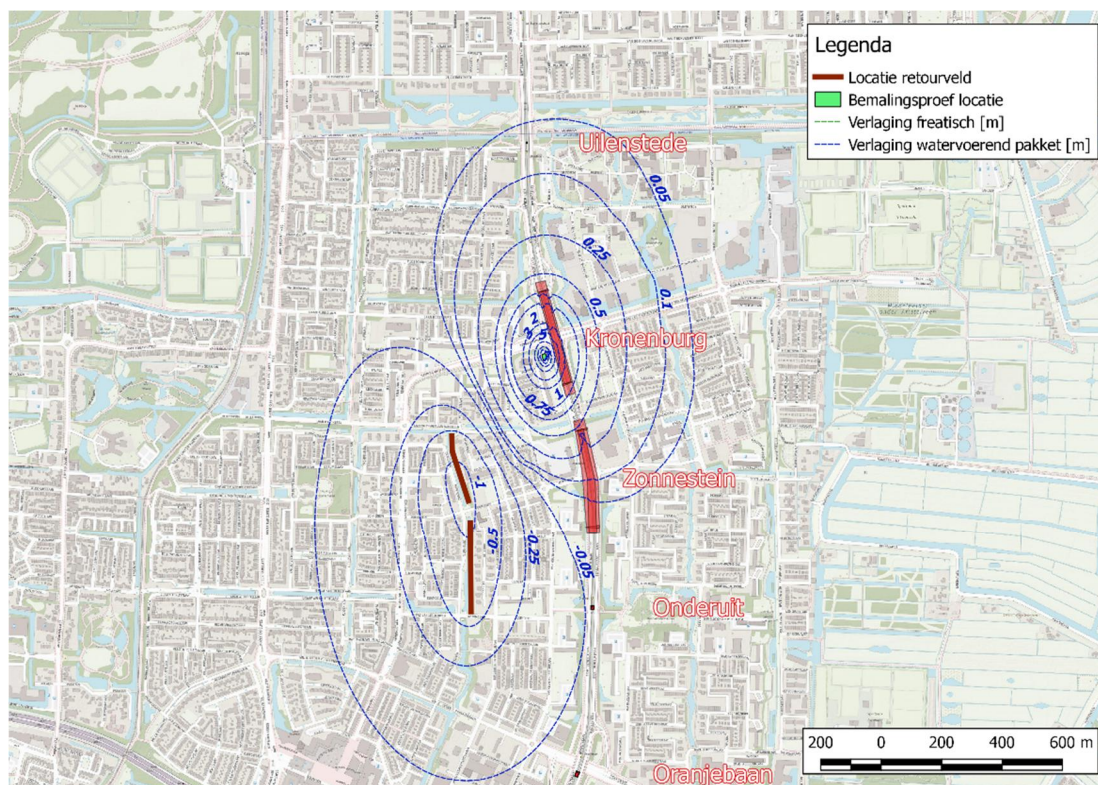
#### 4. Verwachte verlaging- en verhogingscontouren

De verwachte verlaging- en verhogingscontouren van de pomp-retourproef zijn berekend met Modflow op basis van een GHG waarde van de freatische grondwaterstand en stijghoogte. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Figuren 3 en 4.

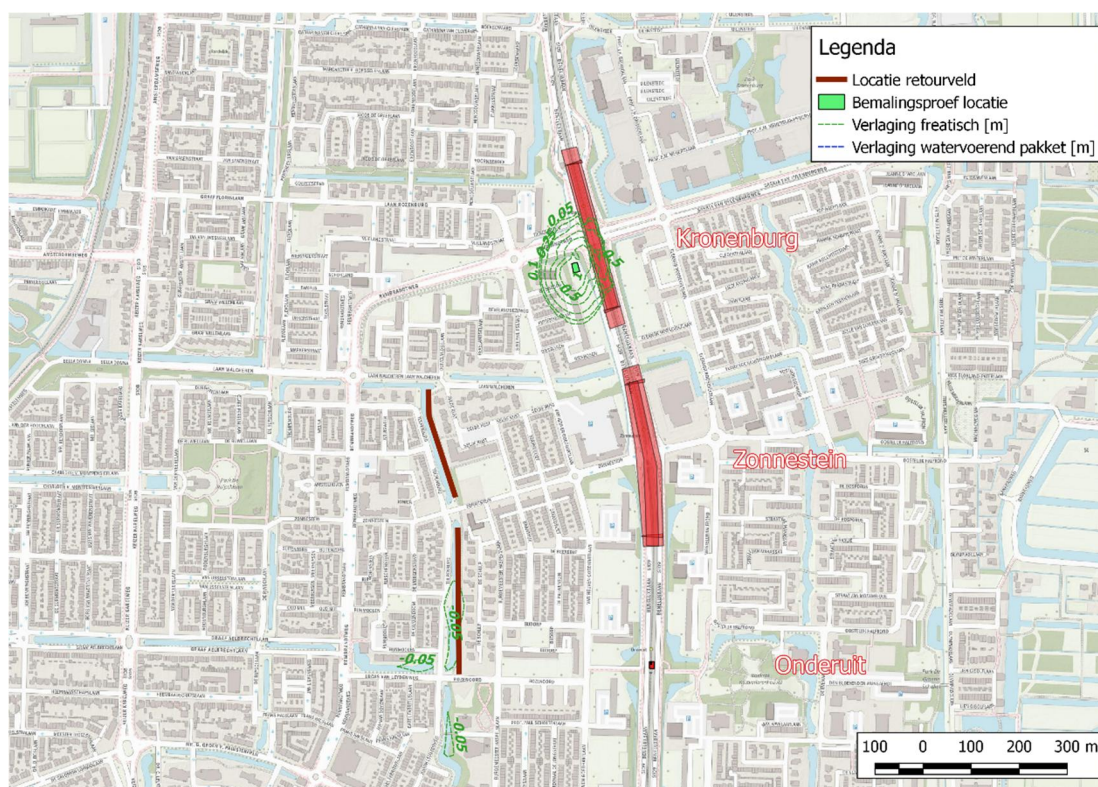
In Figuur 3 worden de verlagingen bij de onttrekkingslocatie en de verhogingen bij de retourlocatie van de stijghoogte in het 1<sup>e</sup> watervoerend gepresenteerd. De reikwijdte van de pomp-retourproef in het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket is ca. 500 m.

In Figuur 4 zijn de freatische verlagingen in de samendrukbare deklaag weergegeven. Hieruit blijkt dat dat een afstand van ca. 80 m verlagingen worden verwacht.





Figuur 3 – Verlaging en verhoging stijghoogte 1<sup>e</sup> WVP (verlaging = positief en verhoging = negatief)



Figuur 4 – Verlaging en verhoging freatische grondwaterstand



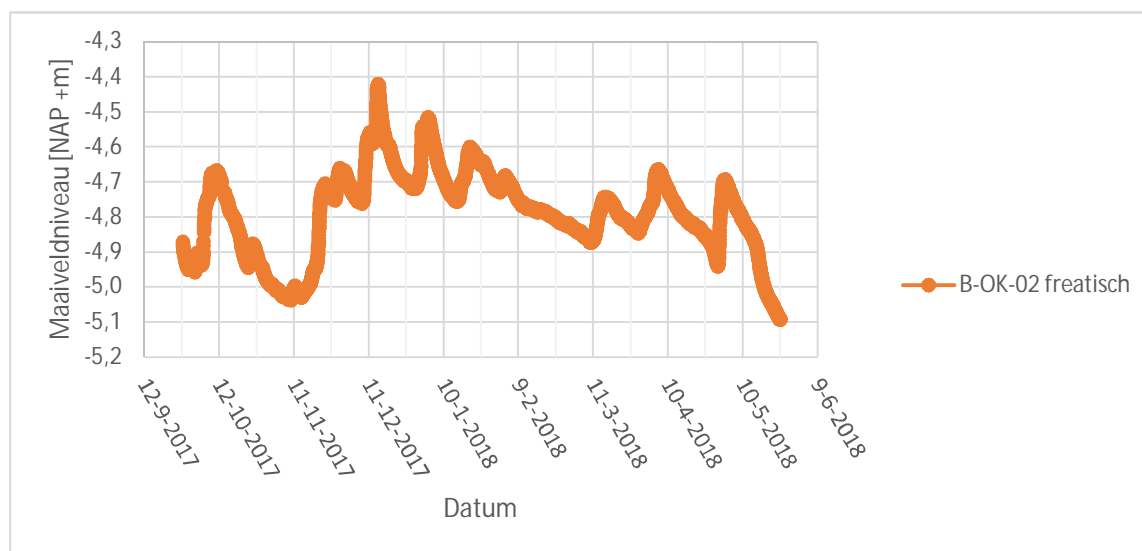
## 5. Vergunning

Het bevoegd gezag in Amstelveen is het waterschap Waternet. Binnen dit waterschap is een bemaling vergunningsplichtig wanneer de onttrekking groter is dan 50 m<sup>3</sup>/uur, waterbezwaar groter is dan 15.000 m<sup>3</sup>/maand of de bemalingsduur groter is dan 26 weken. De voorgenomen pomp-retourproef is vergunningsplichtig. Het verwachte waterbezwaar na 2 weken is 150.000 m<sup>3</sup>.

## 6. Omgevingsrisico's

### 5.1 Zettingen

De natuurlijke fluctuatie van de grondwaterstand in het afgelopen jaar op de onttrekkingslocatie is +/- 40 cm (zie onderstaand Figuur). Voor de locatie van de peilbuis wordt verwezen naar Figuur 2.



Figuur 5 – Monitoring freatische grondwaterstand Kronenburg

De verwachte freatische verlaging ten gevolge van de pomp-retourproef is ter plaatse van de onttrekkingslocatie maximaal 1,0 m. Dit valt naar verwachting buiten de natuurlijke fluctuatie waardoor enige maaiveldzakking is te verwachten. Op basis van eerder gemaakte berekeningen wordt een maaiveldzetting van maximaal 20 mm verwacht bij de onttrekkingslocatie [3]. Ter plaatse van dichtstbijzijnde bebouwing die op ca. 40 afstand ligt is dat naar verwachting nog 7 mm. Uitgaande dat 50% van de rekenkundige zettingen worden overgedragen aan de op palen gefundeerde palen resulteert dat in een pandvervorming van 3 á 4 mm. Dergelijke vervormingen hebben geen negatieve invloed op belendende panden en de aanwezige kabels en leidingen.

### 5.2 Verontreinigingen

De aanwezige verontreinigingen in de omgeving verplaatsen niet als gevolg van de pomp-retourproef. Een nadere analyse van de verontreiniging is opgenomen in het Bemalingsadvies [1].

Aan de Van Heuven Goedhartlaan is een grondwaterverontreiniging met VOCI aanwezig. Deze ligt buiten de 5 cm verlagingcontour in het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket van de proef. Deze waarde ligt binnen de natuurlijke variatie. Om deze reden wordt dan geen invloed verwacht.



### 5.3 WKO installaties

De invloed op WKO installaties is naar verwachting verwaarloosbaar. Dezelfde conclusie is getrokken in het Bemalingsadvies voor de bemaling van de ongelijkvloerse kruisingen [1].

### 7. Monitoring

De belendende panden aan de westzijde van halte Kronenburg (nr. 1, 6, 7, 8 en 9 in onderstaand figuur en tabel) en het tramspoor die in het Monitoringsplan zijn beschreven dienen tijdens de uitvoering van de pomp-retourproef tenminste 3x ingemeten te worden [3].



Figuur 5 – Belendende panden Kronenburg

Tabel 1: Overzicht belendende objecten ongelijkvloerse kruising Kronenburg

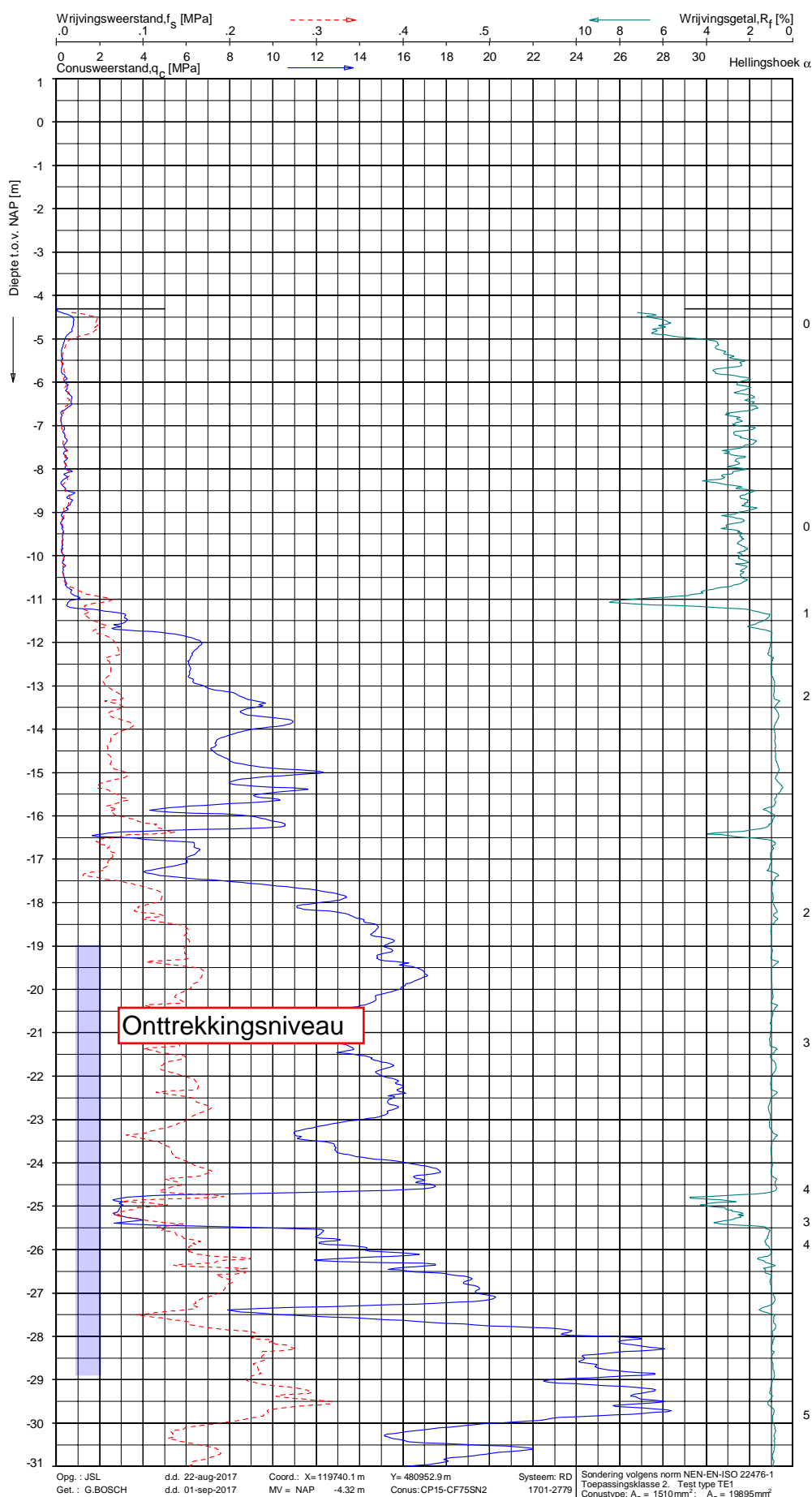
Nr.	Belendend object	Funderingswijze	Minimale afstand tot bouwkuip	SBR-A categorie
1	Flatgebouw, Tiengemetten 41-215	Op palen	ca. 55 m	1
6	Kantoorpand, Biesbosch 225	Op palen	ca. 75 m	1
7	Flatgebouw, Biesbosch Zuid 80-217	Op palen	ca. 50 m	1
8	Rijtjeshuizen Biesbosch 2-36	Op palen	ca. 90 m	2
9	Rijtjeshuizen Puttensestraat 1-18	Op palen	ca. 90 m	2
13	Tramspoor	Op staal	ca. 5 á 10 m	n.v.t.



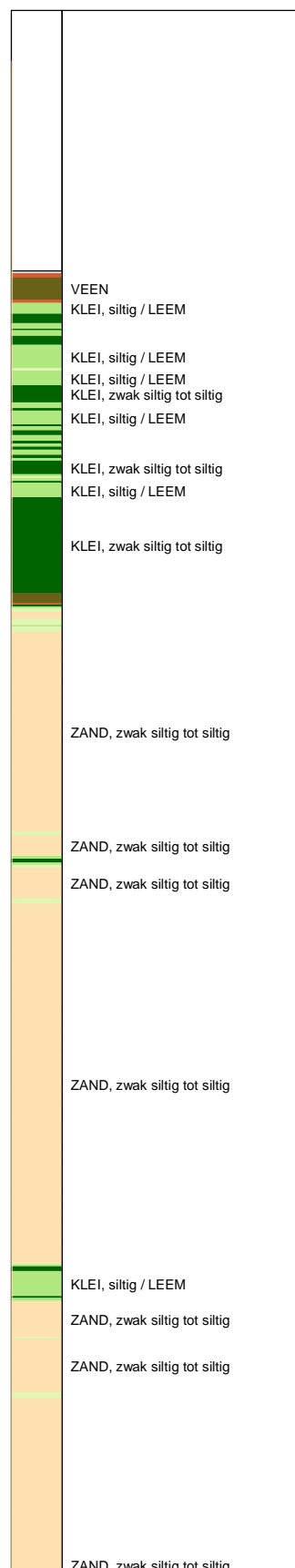


## BIJLAGE A – Sonderingen ter plaatse van onttrekkingslocatie





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

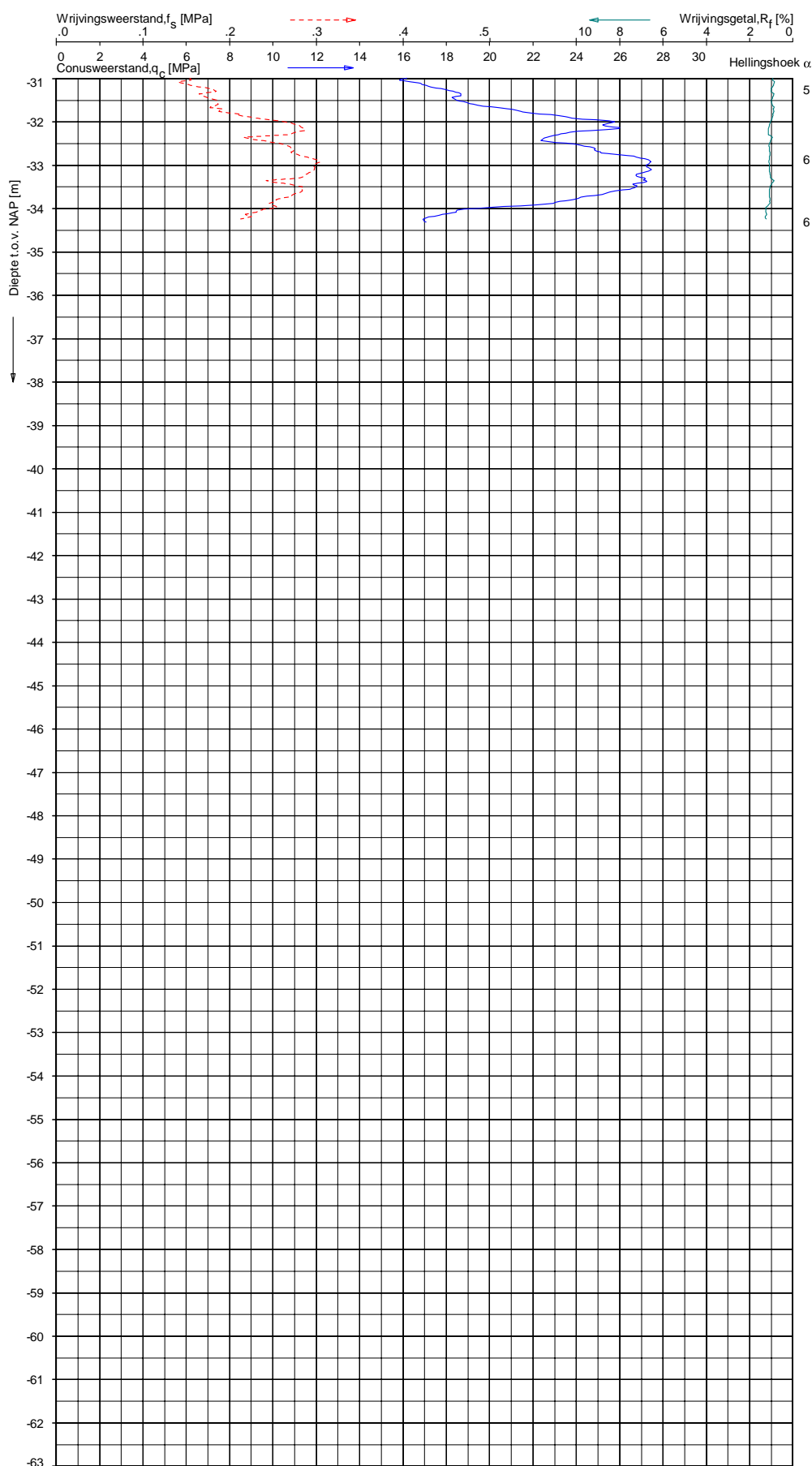


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN

Opdr. 1317-0190-211  
 Sond. S-T-01





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

ZAND, zwak siltig tot siltig

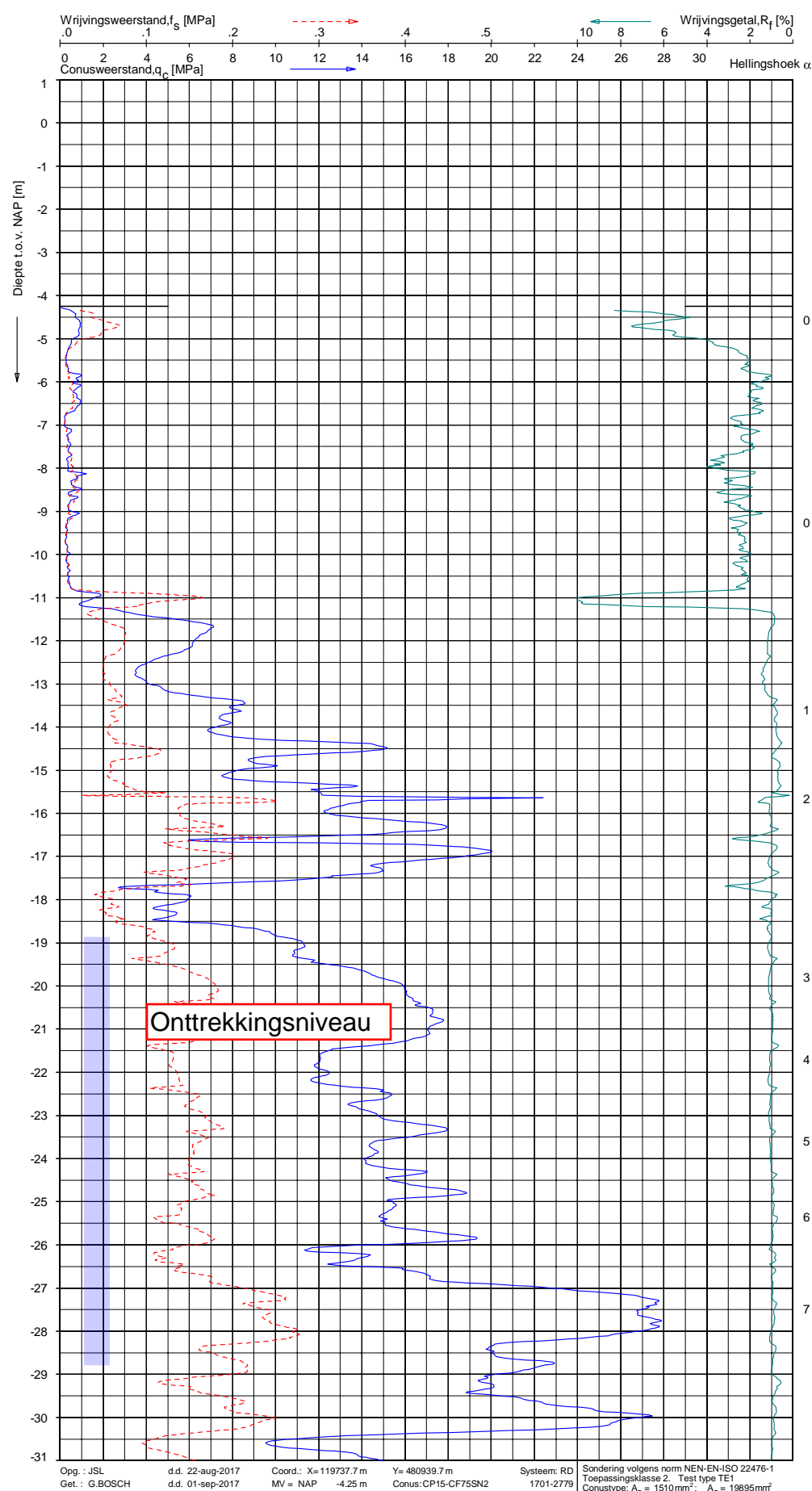
Opg.: JSL d.d. 22-aug-2017 Coord.: X=119740.1 m Y= 480952.9 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1  
 Get.: G.BOSCH d.d. 01-sep-2017 MV = NAP -4.32 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2779 Toepassingsklasse 2. Test type TE1  
 Conus type:  $A_n = 1510 \text{ mm}^2$ ;  $A_g = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

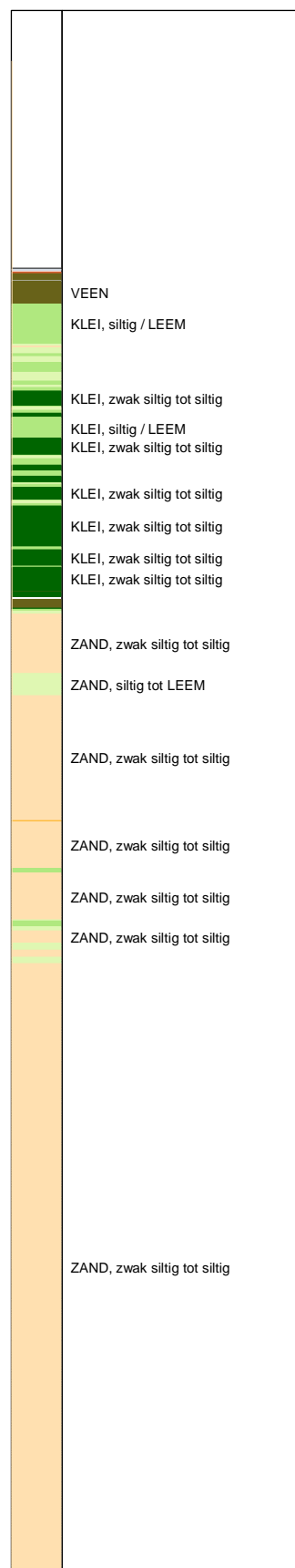
PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN

Opdr. 1317-0190-211  
 Sond. S-T-01





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

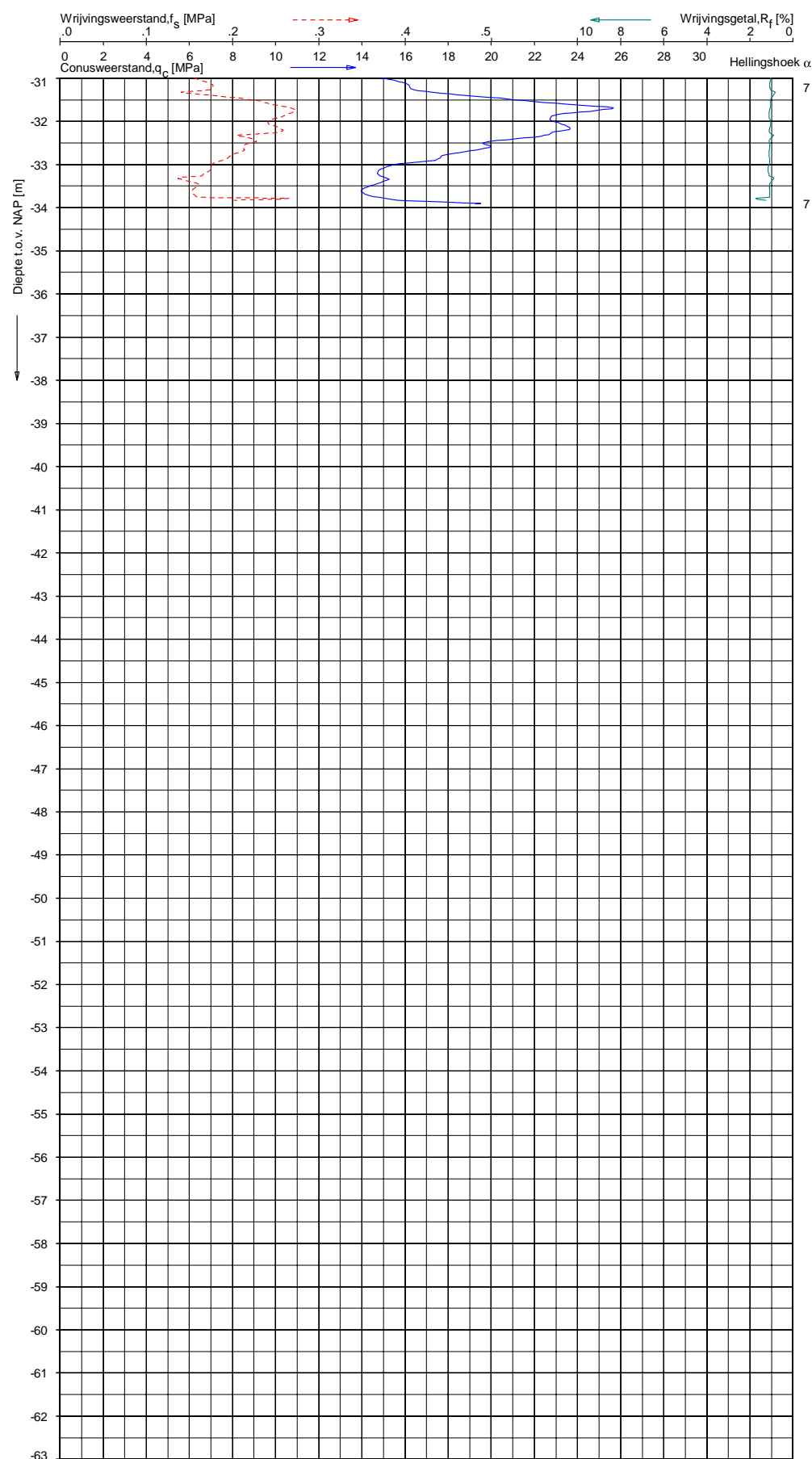


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN

Opdr. 1317-0190-211  
 Sond. S-T-02





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

ZAND, zwak siltig tot siltig

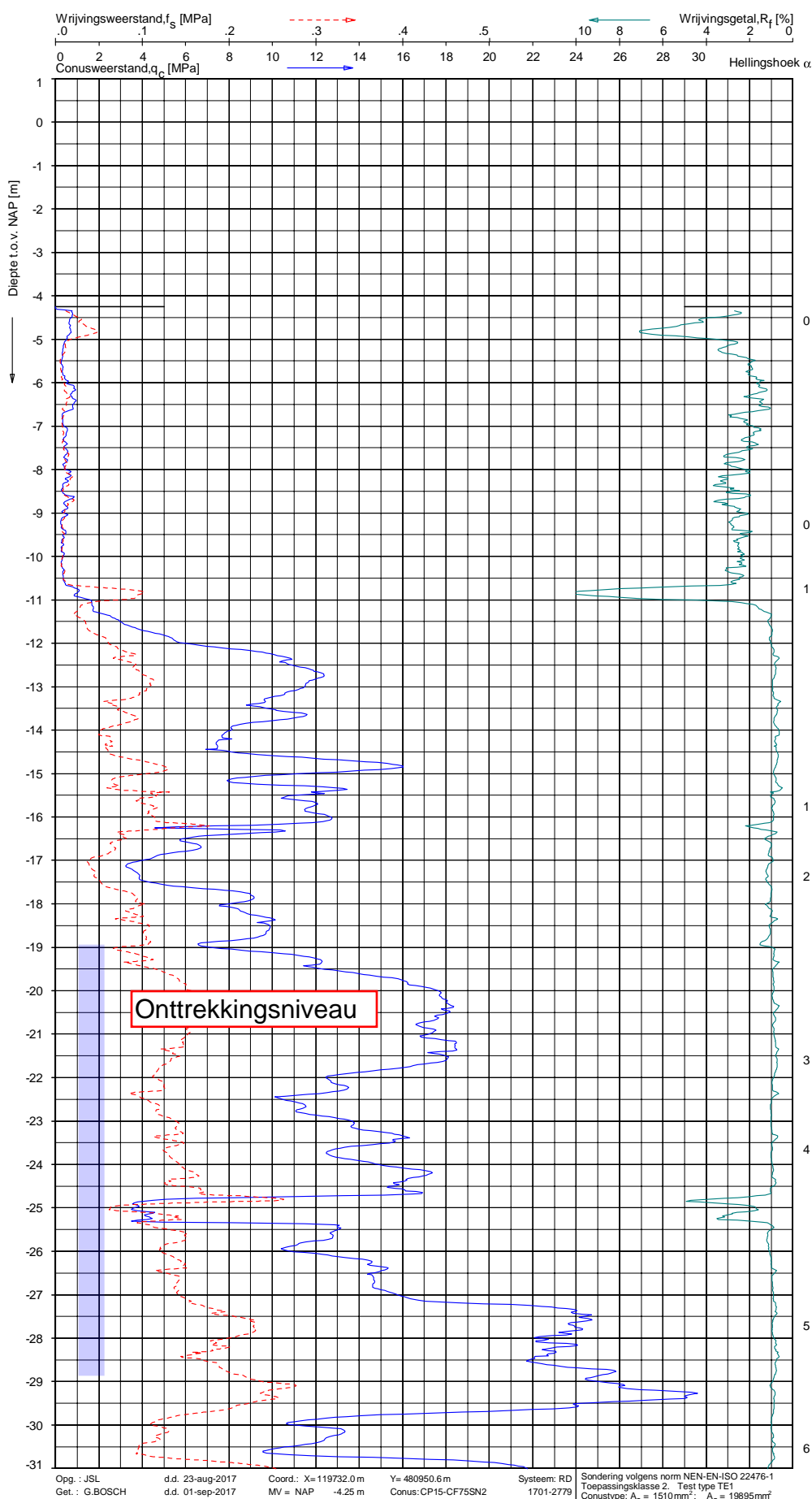
Opg.: JSL d.d. 22-aug-2017 Coord.: X=119737.7m Y= 480939.7m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1  
 Get.: G.BOSCH d.d. 01-sep-2017 MV = NAP -4.25 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2779 Toepassingsklasse 2. Test type TE1  
 Conus type:  $A_c = 1510 \text{ mm}^2$ ;  $A_g = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

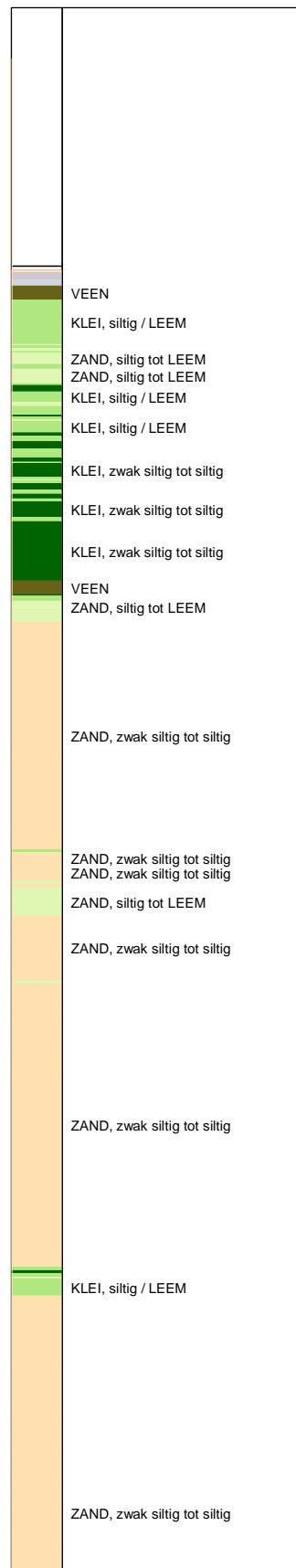
PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN

Opdr. 1317-0190-211  
 Sond. S-T-02





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

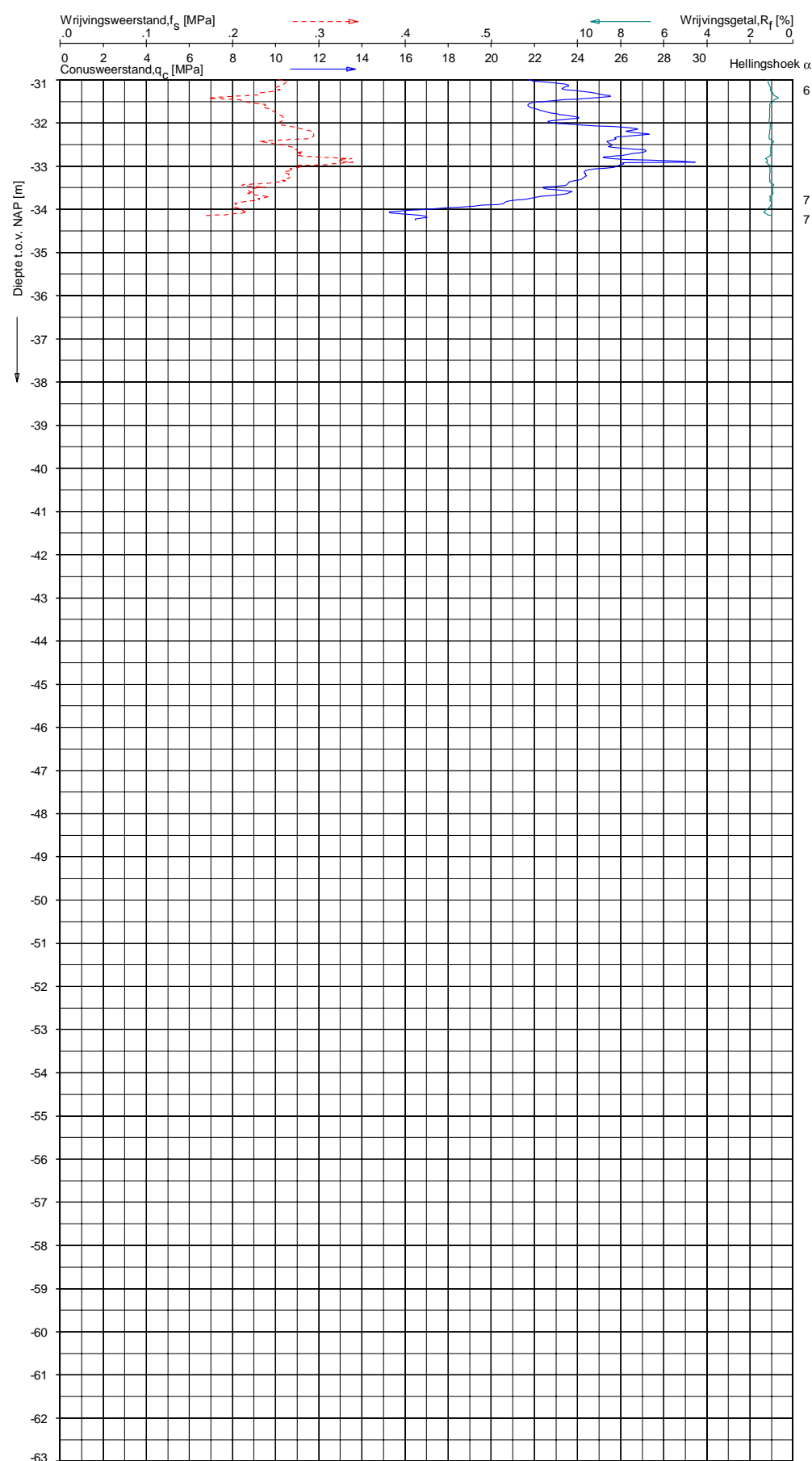


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN

Opdr. 1317-0190-211  
 Sond. S-T-03





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

ZAND, zwak siltig tot siltig

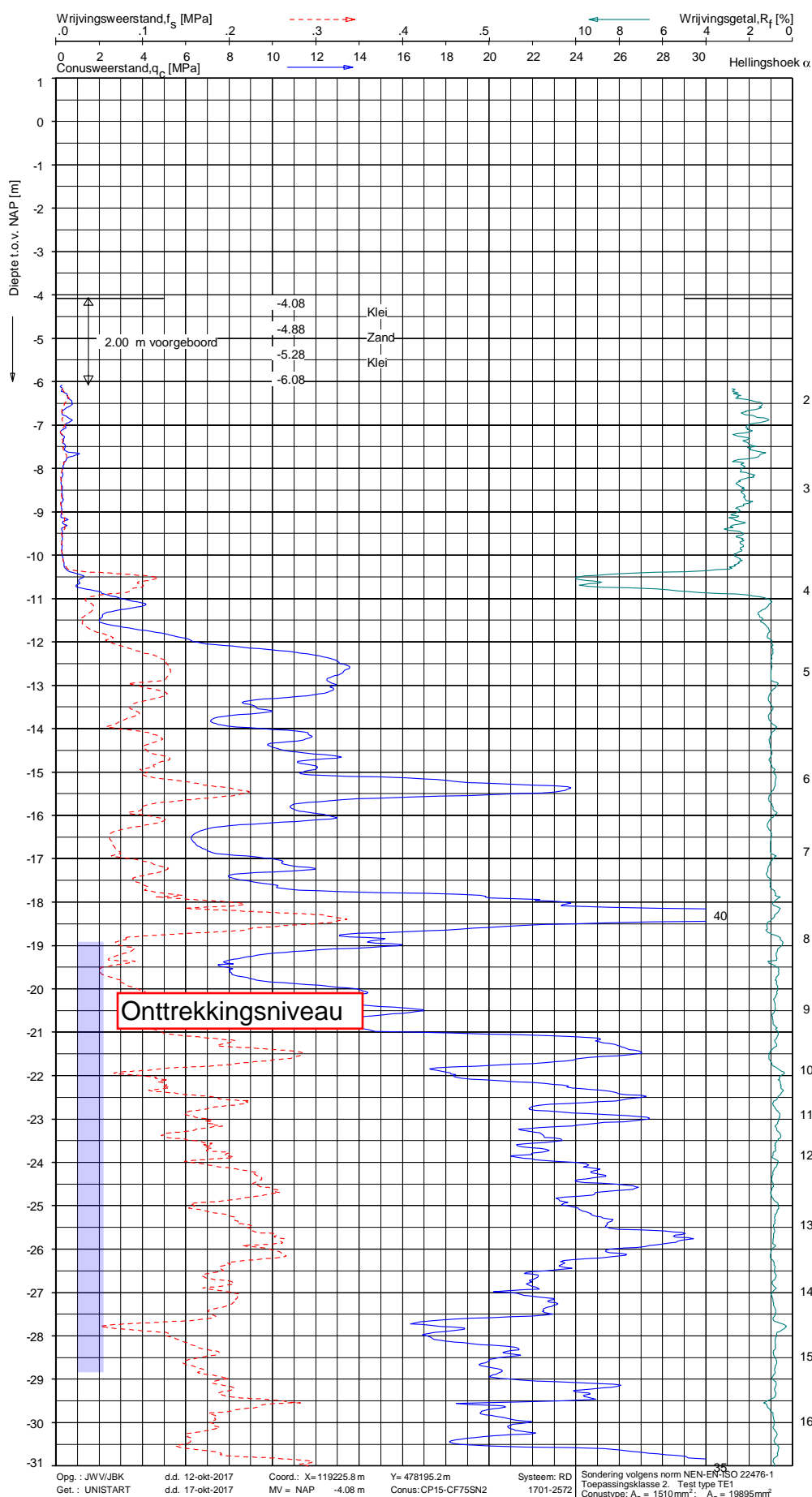
Opg.: JSL d.d. 23-aug-2017 Coord.: X=119732.0m Y= 480950.6m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1  
 Get.: G.BOSCH d.d. 01-sep-2017 MV = NAP -4.25 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2779 Toepassingsklasse 2. Test type TE1  
 Conus type:  $A_c = 1510 \text{ mm}^2$ ;  $A_g = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN

Opdr. 1317-0190-211  
 Sond. S-T-03





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

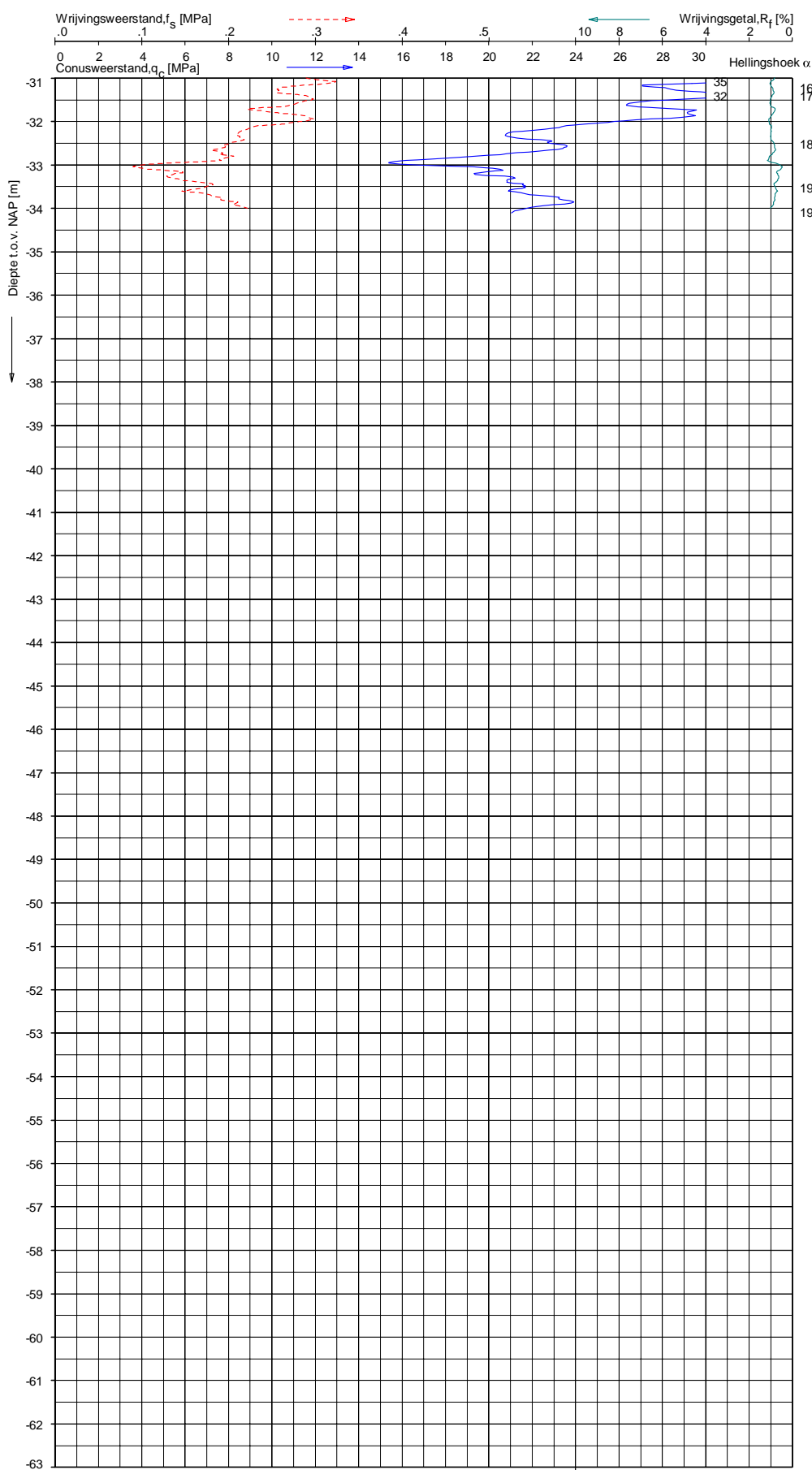


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN

Opdr. 1317-0190-211  
 Sond. S-T-04





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

ZAND, zwak siltig tot siltig

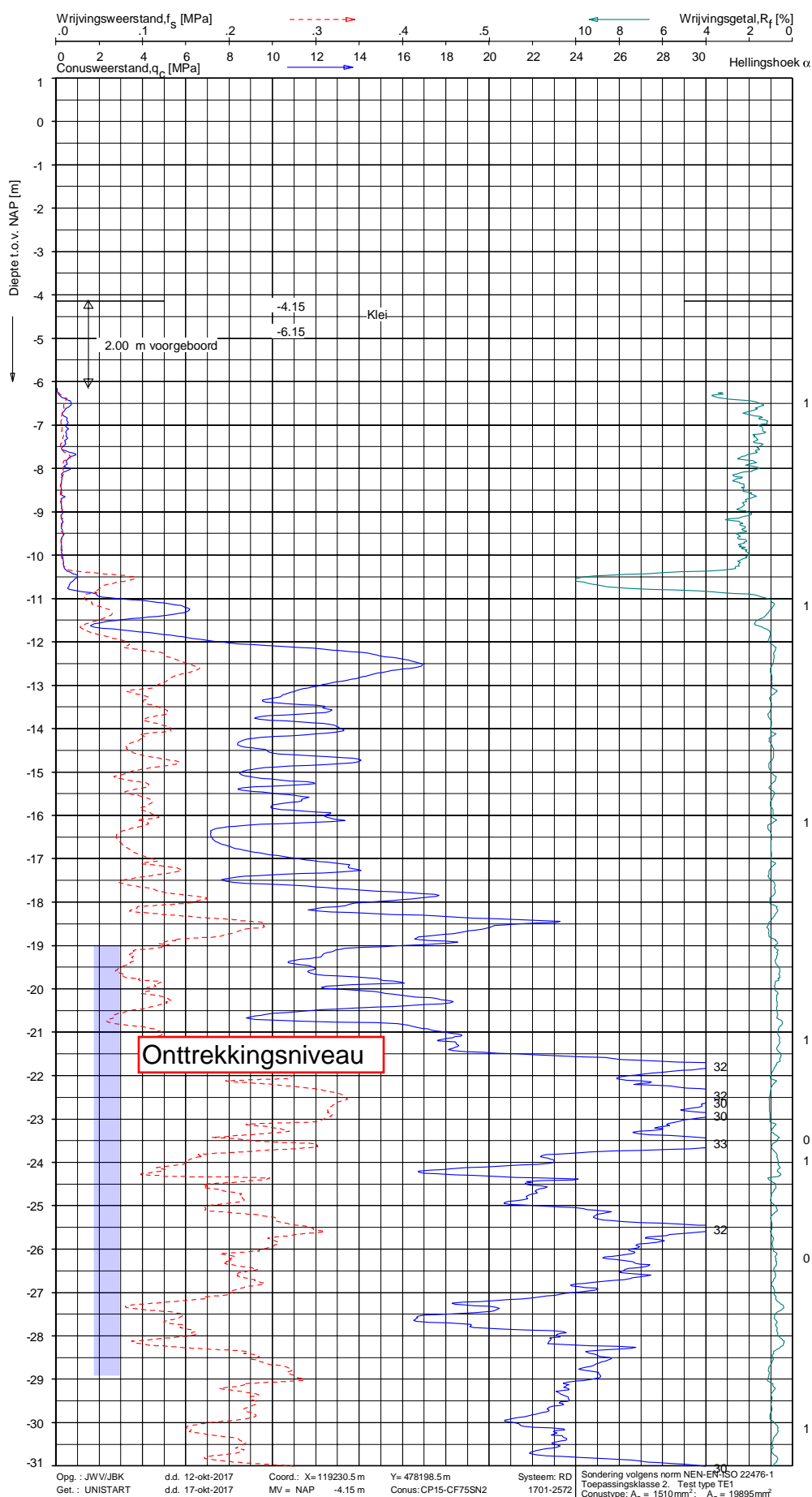
Opg.: JWW/VJBK d.d. 12-okt-2017 Coord.: X=119225.8m Y= 478195.2m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1  
 Get.: UNISTART d.d. 17-okt-2017 MV = NAP -4.08 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2572 Toepassingsklasse 2. Test type TE1  
 Conustype:  $A_c = 1510 \text{ mm}^2$ ;  $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

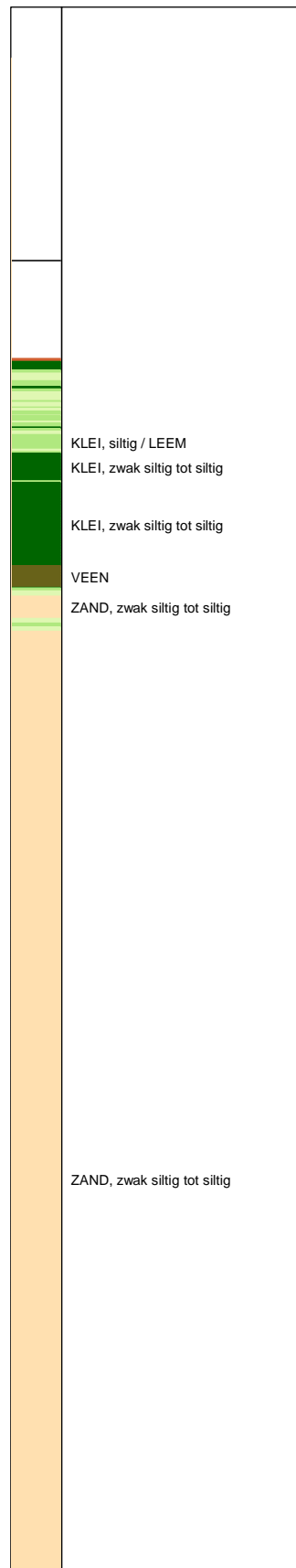
PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN

Opdr. 1317-0190-211  
 Sond. S-T-04





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

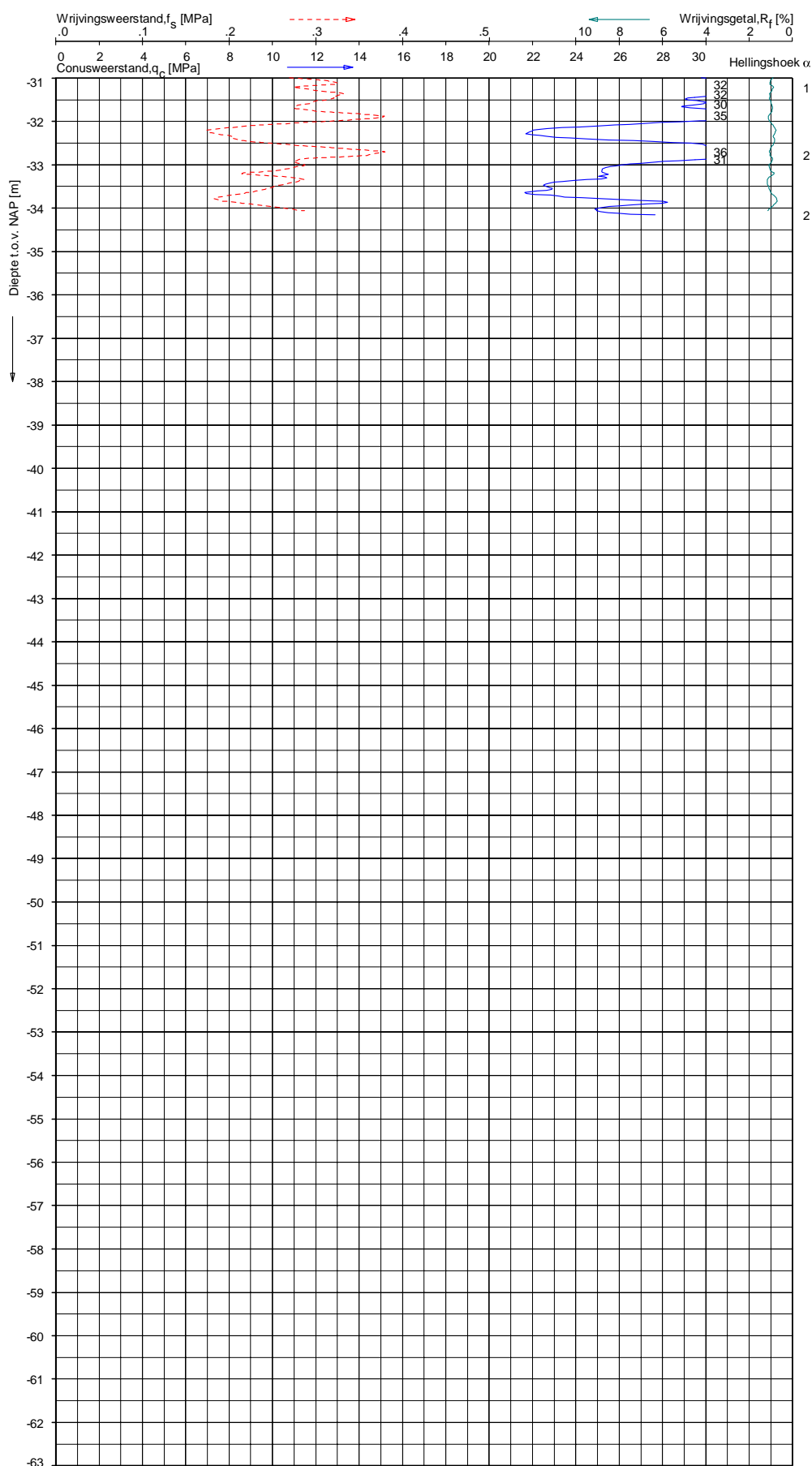


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN

Opdr. 1317-0190-211  
 Sond. S-T-05





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

ZAND, zwak siltig tot siltig	

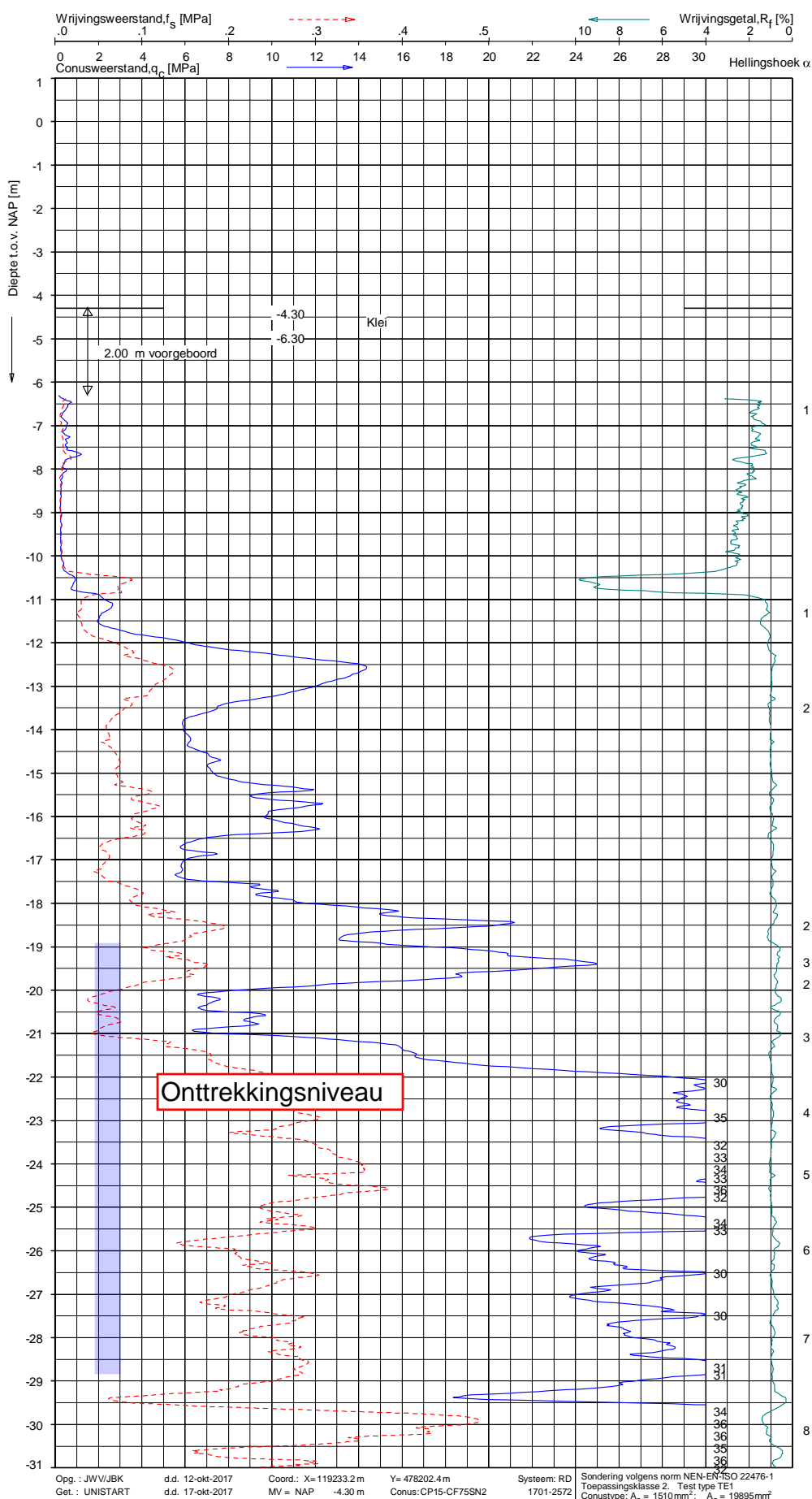
Opg.: JWW/VJBK d.d. 12-okt-2017 Coord.: X=119230.5m Y=478198.5m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1  
 Get.: UNISTART d.d. 17-okt-2017 MV = NAP -4.15 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2572 Toepassingsklasse 2. Test type TE1  
 Conustype: A<sub>c</sub> = 1510mm<sup>2</sup>; A<sub>g</sub> = 19895mm<sup>2</sup>

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

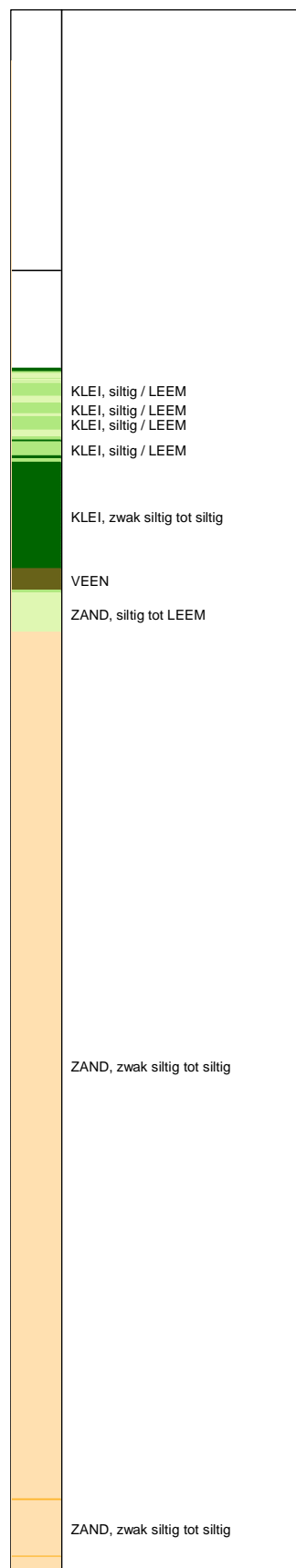
PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN

Opdr. 1317-0190-211  
 Sond. S-T-05





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

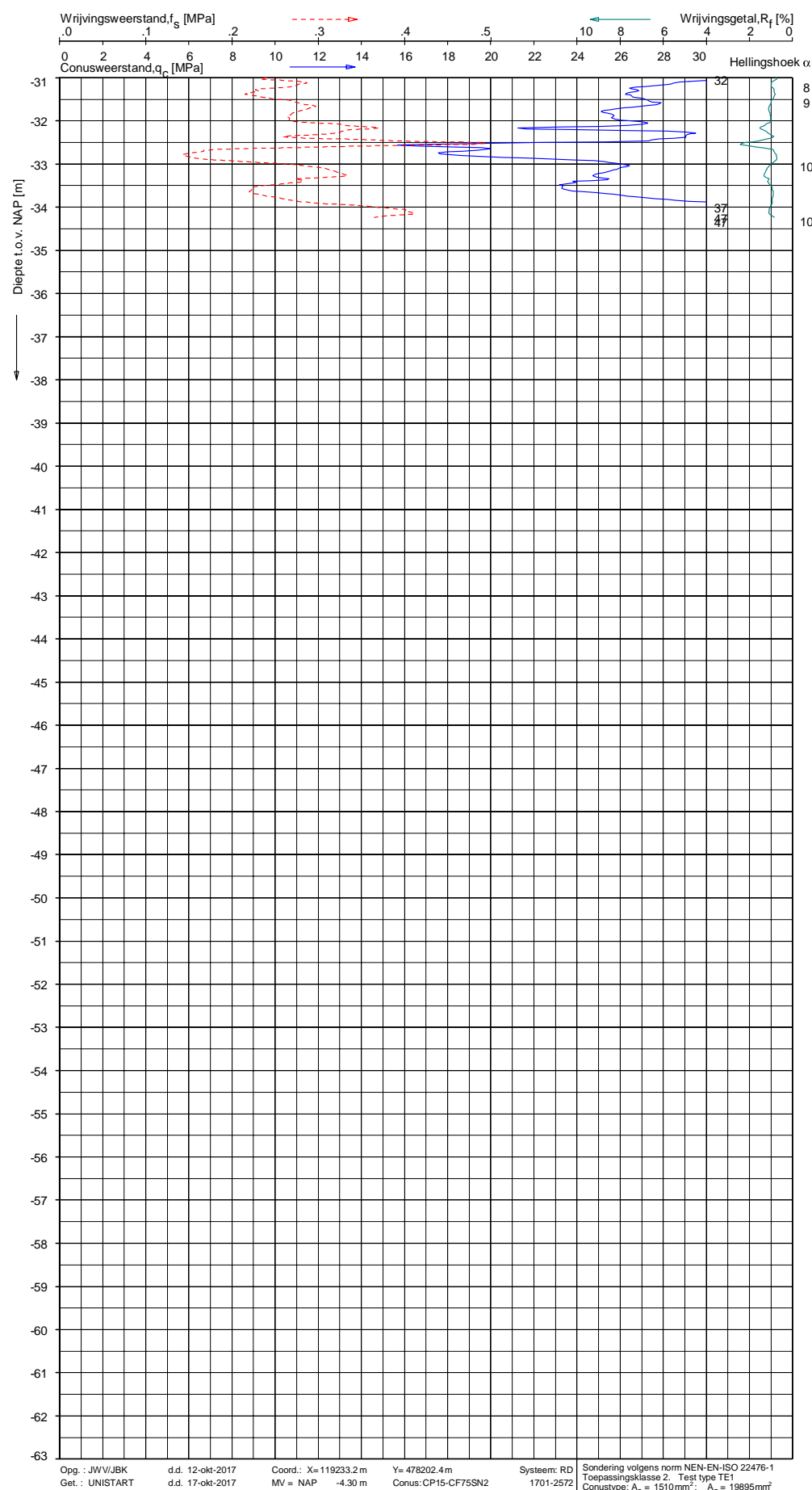


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN

Opdr. 1317-0190-211  
 Sond. S-T-06

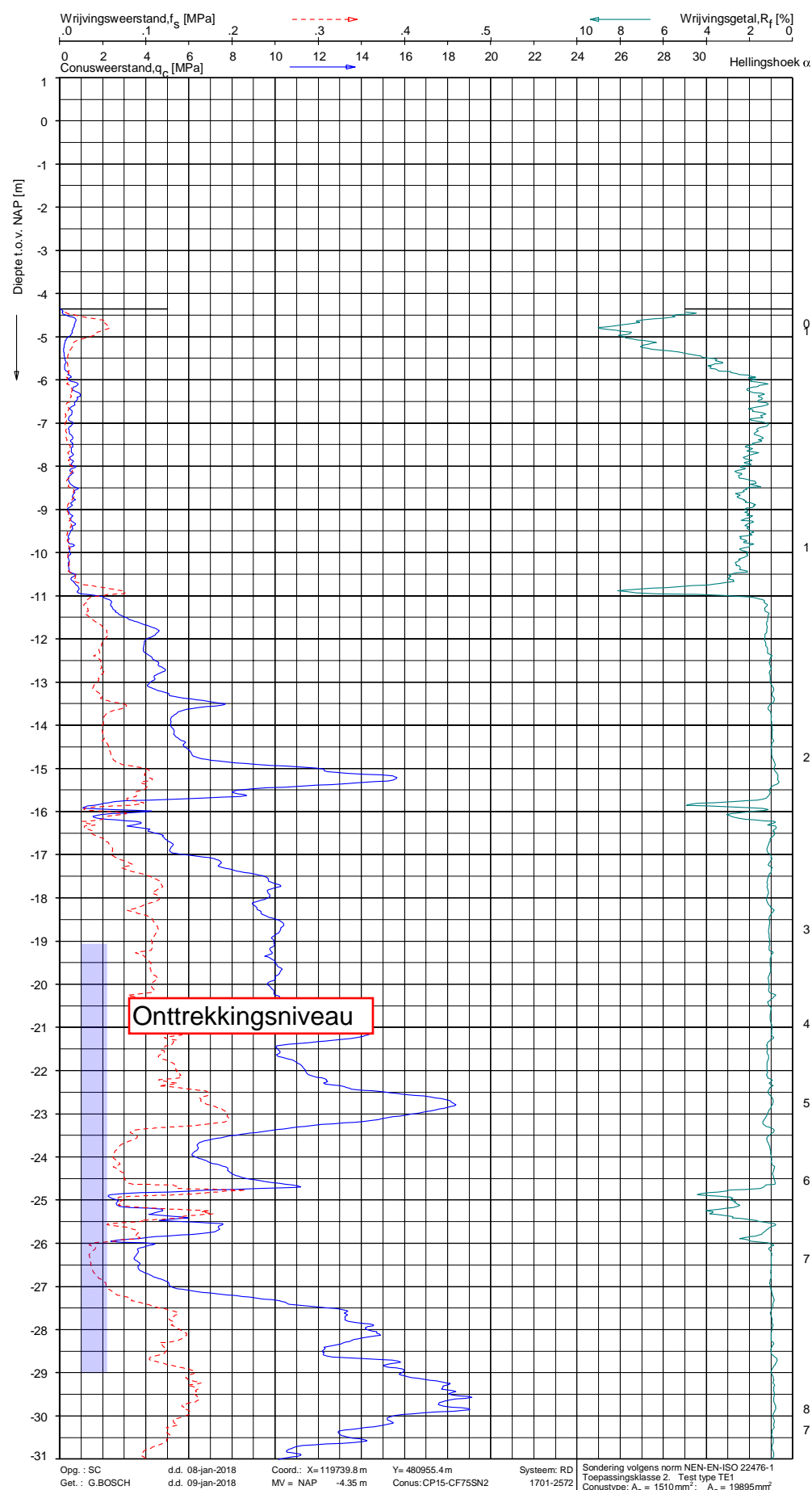




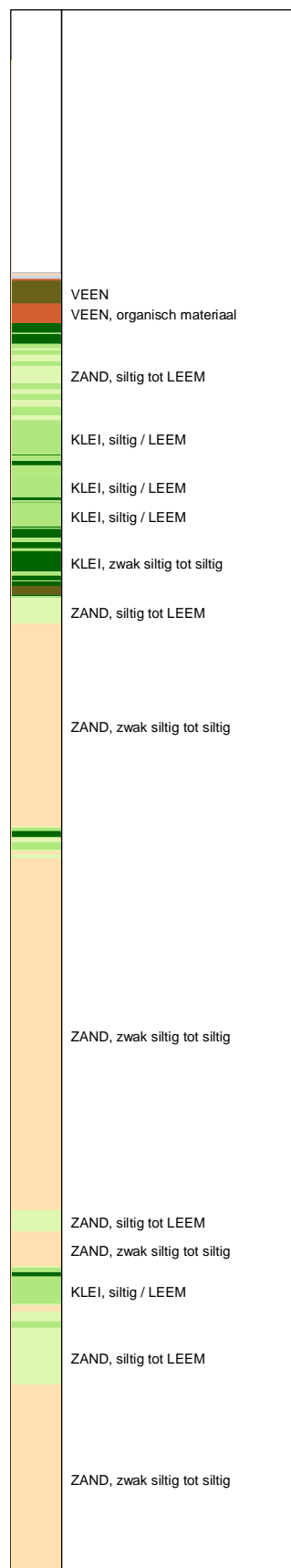
**Indicatieve bodembeschrijving**  
 Automatisch gegenereerd uit data  
 van de sondering, geldig onder  
 grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

ZAND, zwak siltig tot siltig
ZAND, zwak siltig tot siltig





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

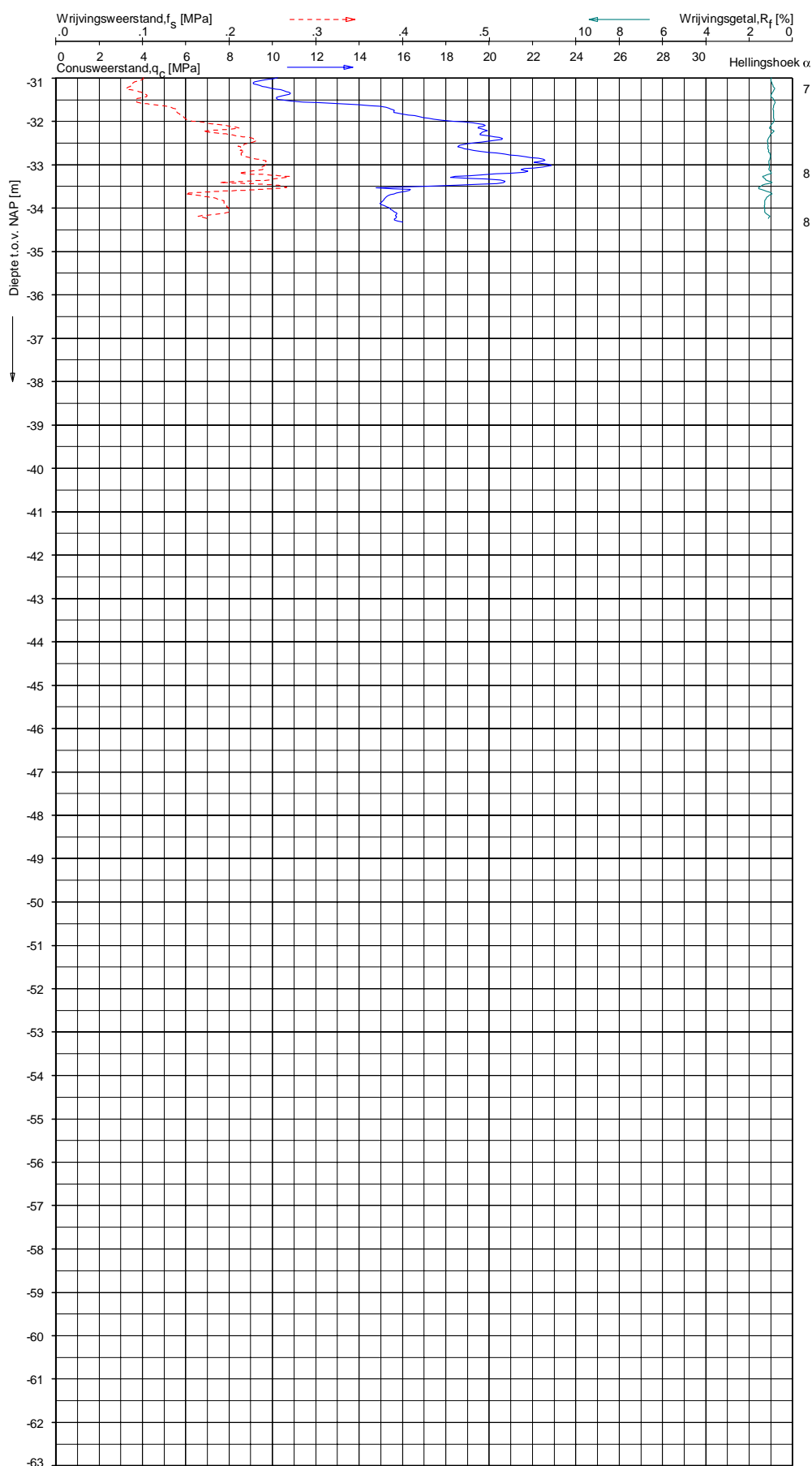


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN AANVULLENDE SONDERINGEN

Opdr. 1317-0444-000  
Sond. S-T-07





**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

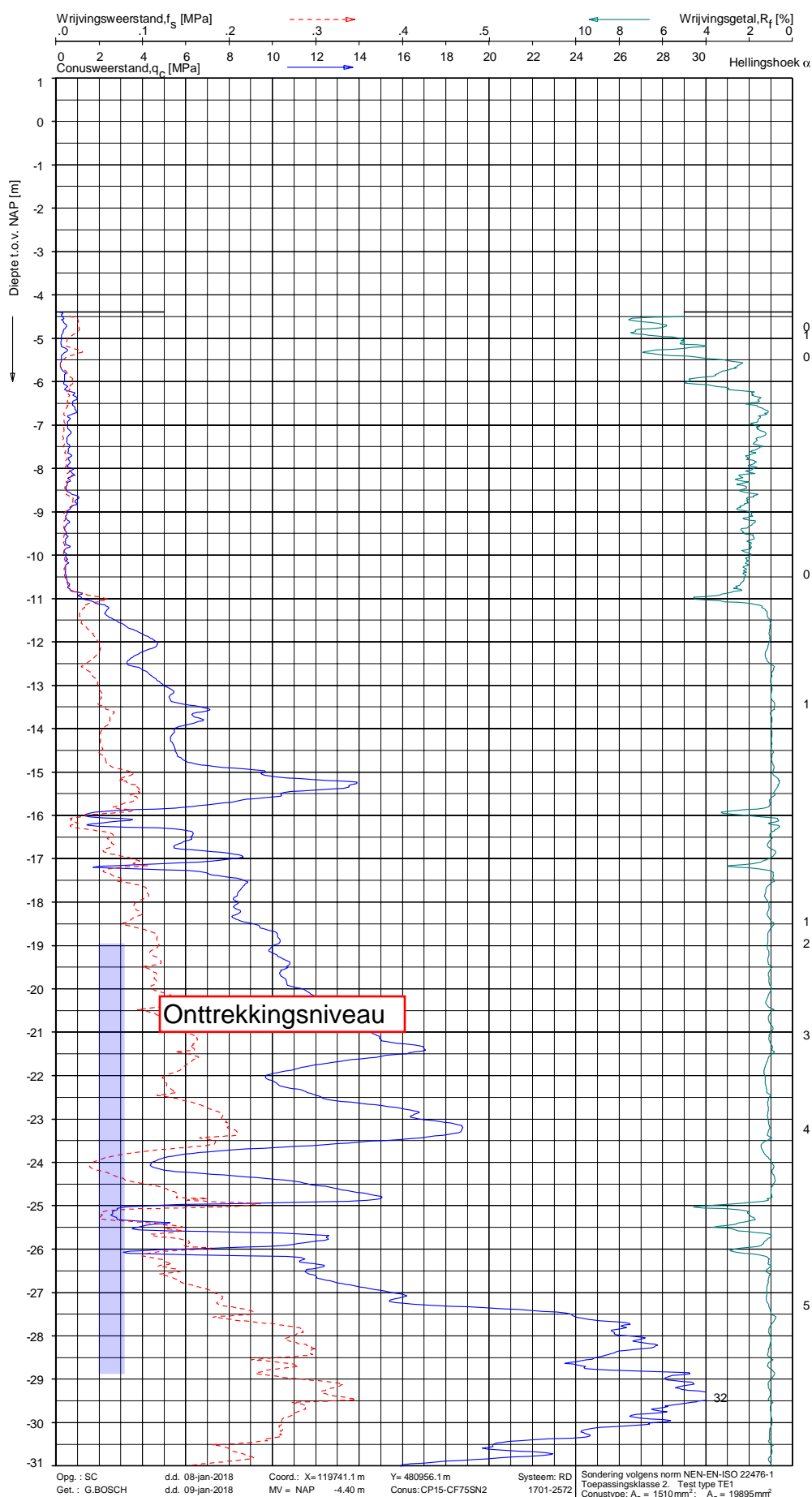
Opg. : SC d.d. 08-jan-2018 Coord.: X=119739.8m Y= 480955.4m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1  
 Get.: G.BOSCH d.d. 09-jan-2018 MV = NAP -4.35 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2572 Toepassingsklasse 2. Test type TE1  
 Conustype:  $A_c = 1510\text{mm}^2$ ;  $A_s = 19895\text{mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

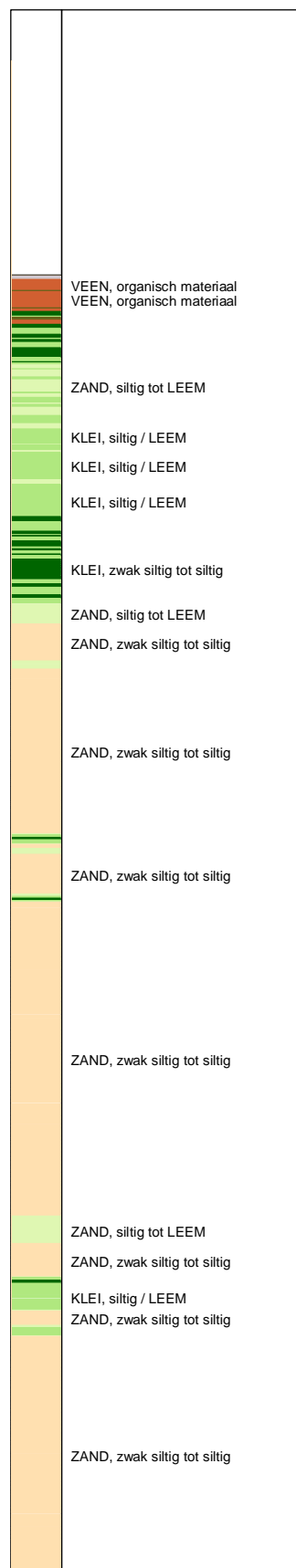
PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN AANVULLENDE SONDERINGEN

Opdr. 1317-0444-000  
 Sond. S-T-07





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

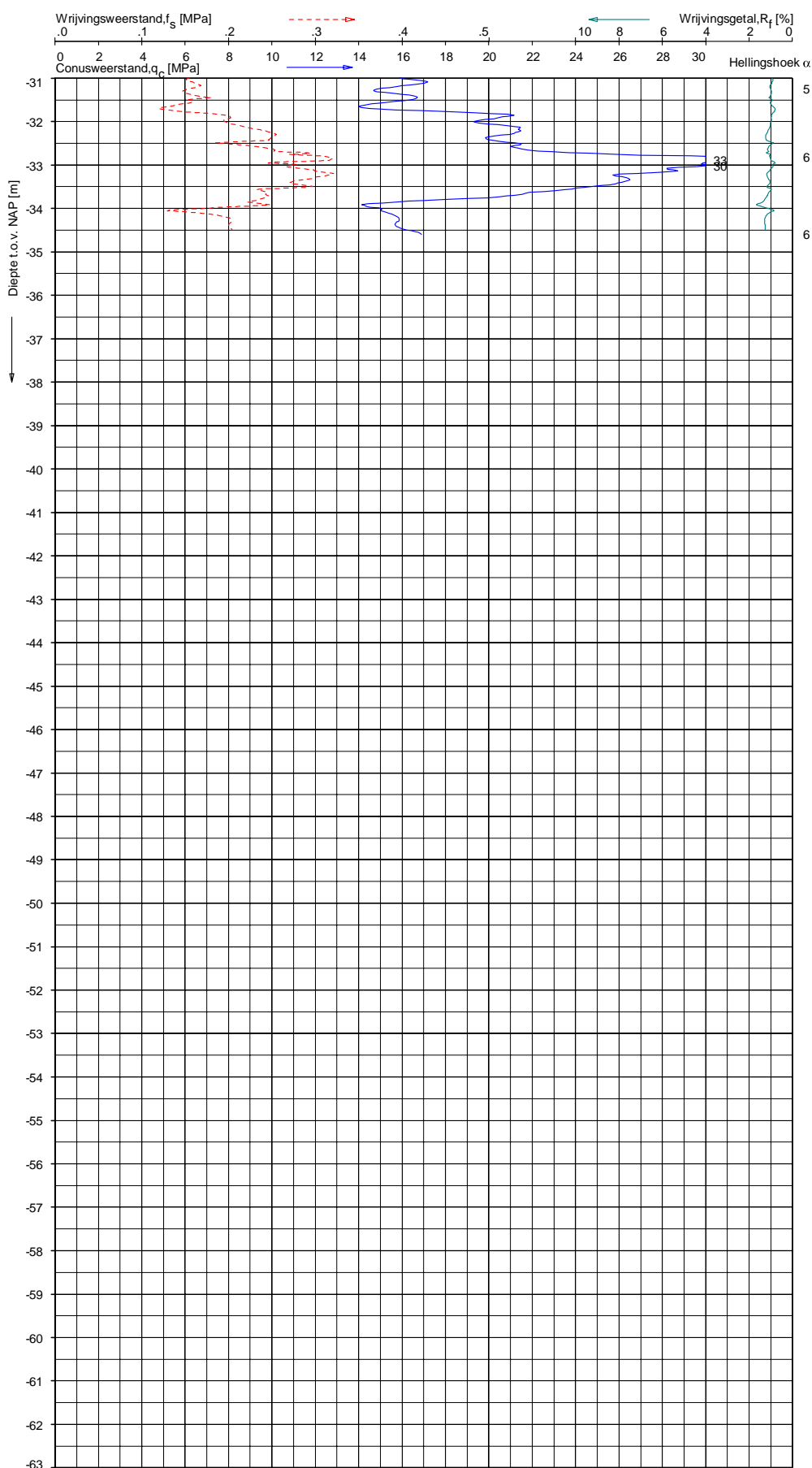


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN AANVULLENDE SONDERINGEN

Opdr. 1317-0444-000  
Sond. S-T-08





**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

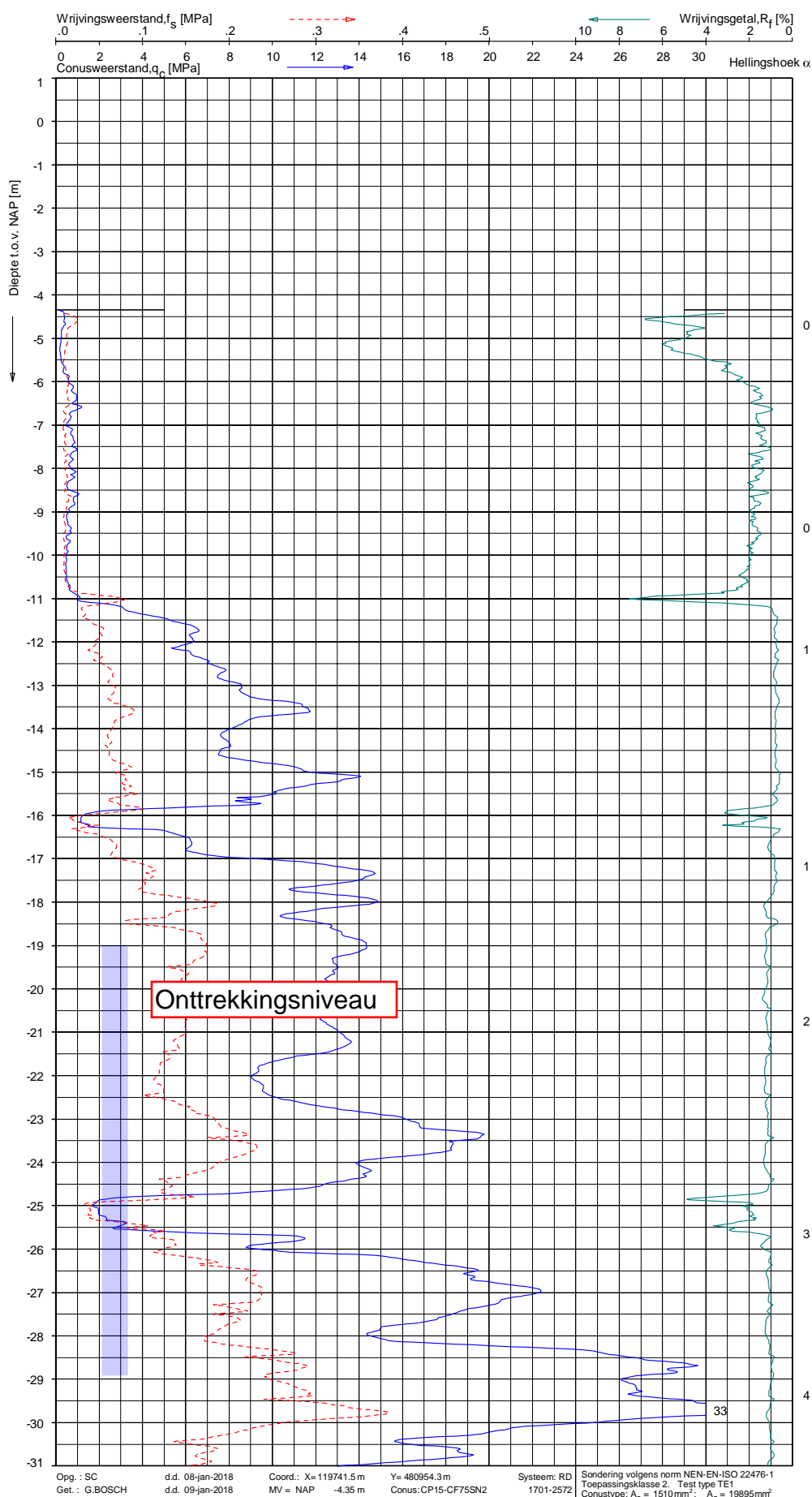
Opg. : SC d.d. 08-jan-2018 Coord.: X=119741.1 m Y= 480956.1 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1  
 Get.: G.BOSCH d.d. 09-jan-2018 MV = NAP -4.40 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-2572 Toepassingsklasse 2. Test type TE1  
 Conustype:  $A_c = 1510 \text{ mm}^2$ ;  $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN AANVULLENDE SONDERINGEN

Opdr. 1317-0444-000  
 Sond. S-T-08





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

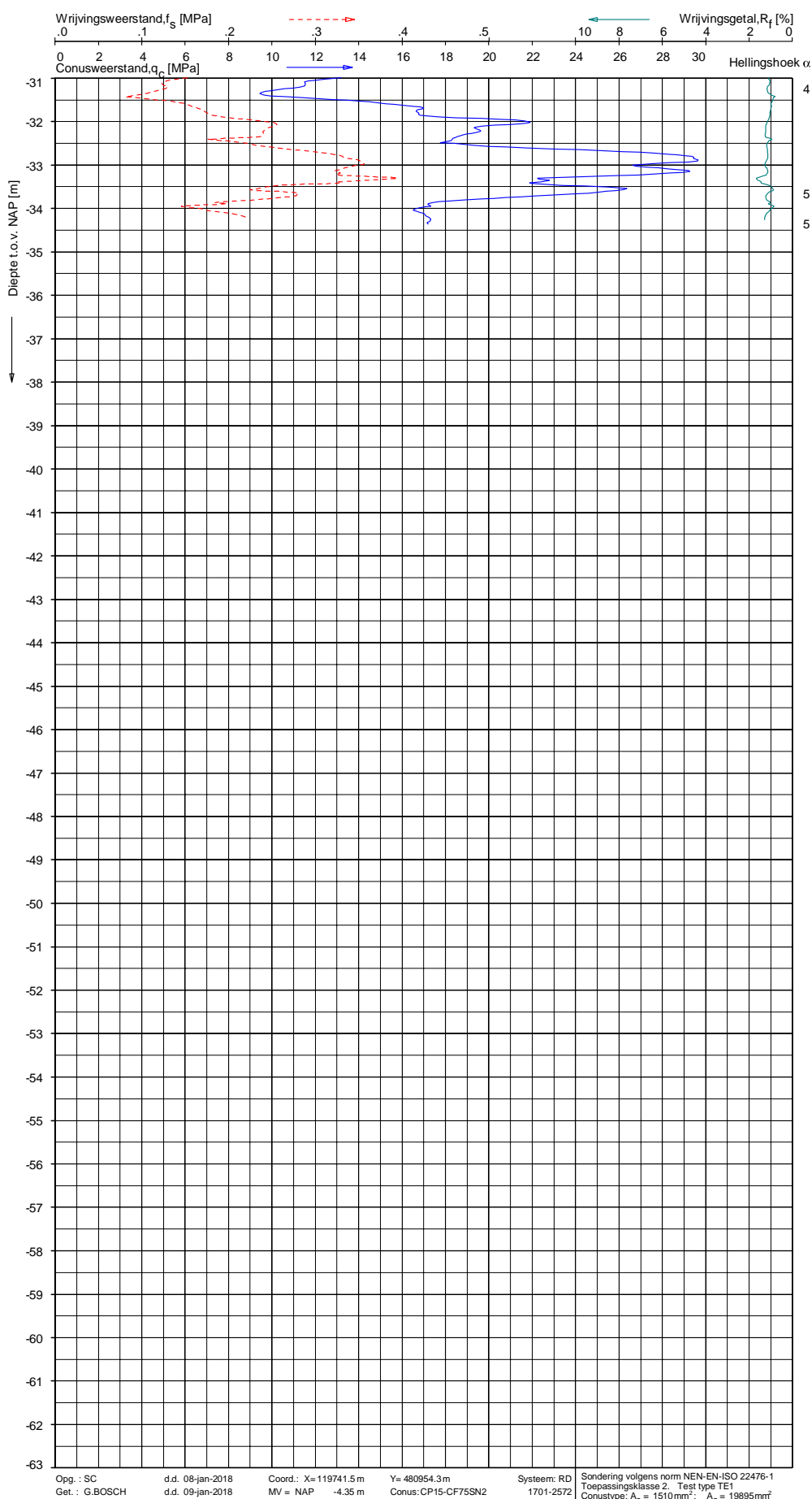


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN AANVULLENDE SONDERINGEN

Opdr. 1317-0444-000  
Sond. S-T-09





**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

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN AANVULLENDE SONDERINGEN

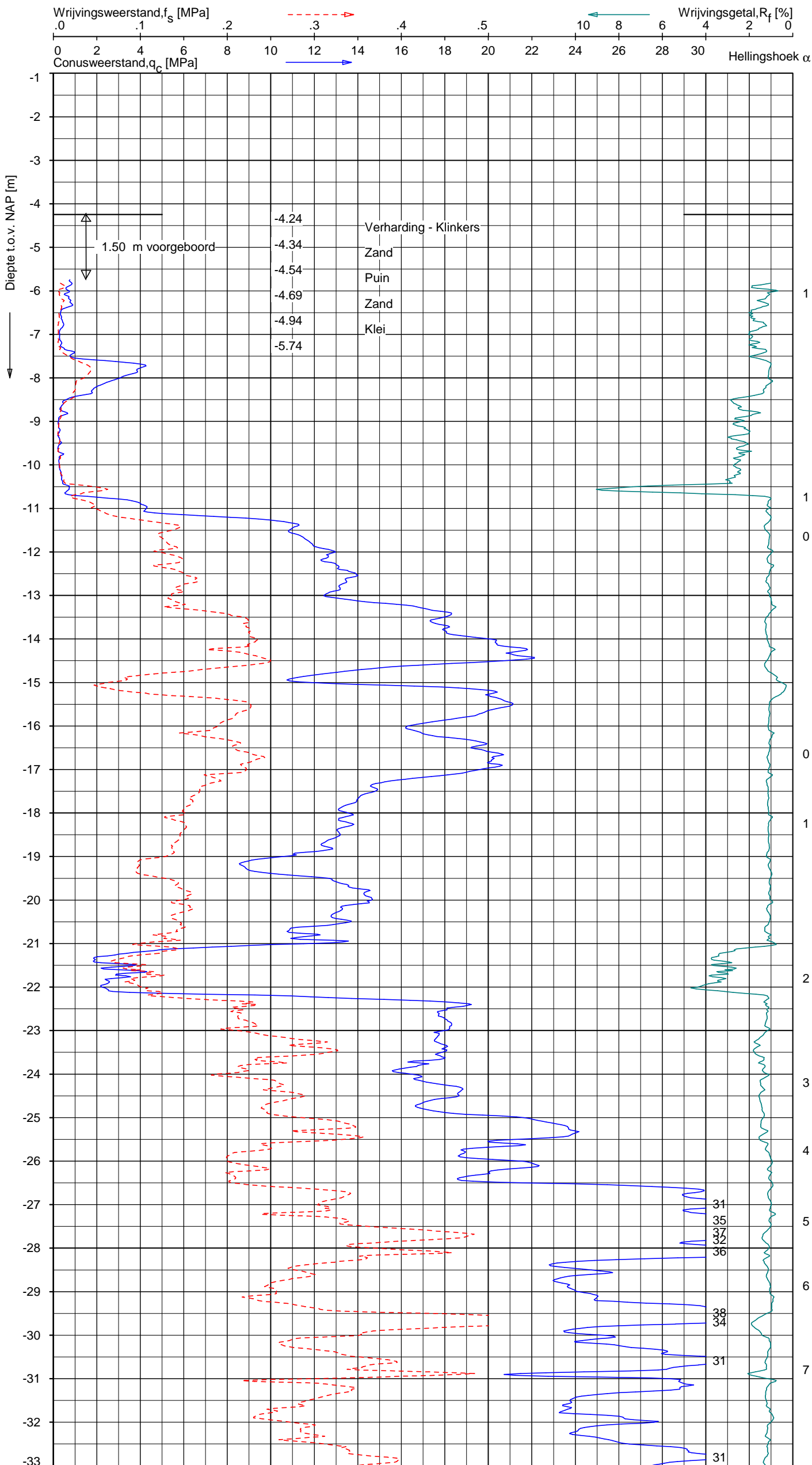
Opdr. 1317-0444-000  
Sond. S-T-09





## BIJLAGE B – Sonderingen ter plaatse van retourlocatie





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



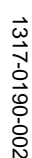
Opg. : Herbert	d.d. 21-jun-2018	Coord.: X=119412.6 m Y=480639.1 m	Systeem: RD	Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Get. : G.BOSCH	d.d. 18-jul-2018	MV = NAP -4.25 m Conus: CP15-CF75SN2	1701-3007	Toepassingsklasse 2. Test type TE1
				Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$ ; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RZ100





ZAND, zwak siltig tot siltig

ZAND, zwak siltig tot siltig

ZAND, siltig tot LEEM  
KLEI, siltig / LEEM  
ZAND, siltig tot LEEM

ZAND, zwak siltig tot siltig

ZAND, siltig tot LEEM

ZAND, siltig tot LEEM

ZAND, zwak siltig tot siltig

ZAND, siltig tot LEEM

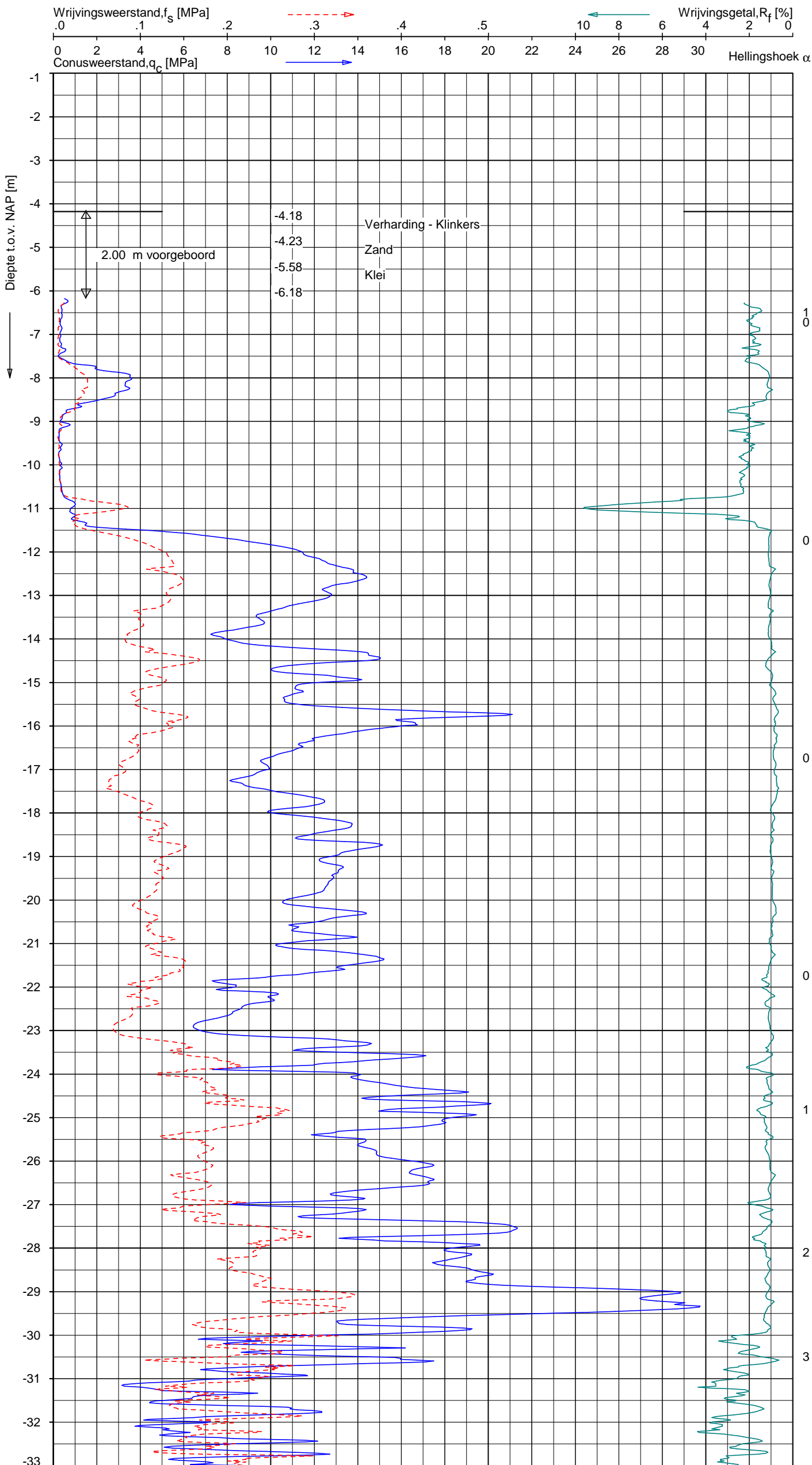
ZAND, zwak siltig tot siltig

ZAND, siltig tot LEEM

ZAND, siltig tot LEEM

ZAND, zwak siltig tot siltig





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



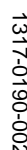
Opg. : Herbert d.d. 21-jun-2018 Coord.: X=119440.1 m Y=480524.6 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1  
Get. : G.BOSCH d.d. 18-jul-2018 MV = NAP -4.18 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-3007 Toepassingsklasse 2. Test type TE1  
Conustype:  $A_c = 1510 \text{ mm}^2$ ;  $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

**SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING**

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

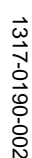
Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RZ101





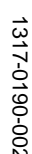
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	KLEI, siltig / LEEM
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig



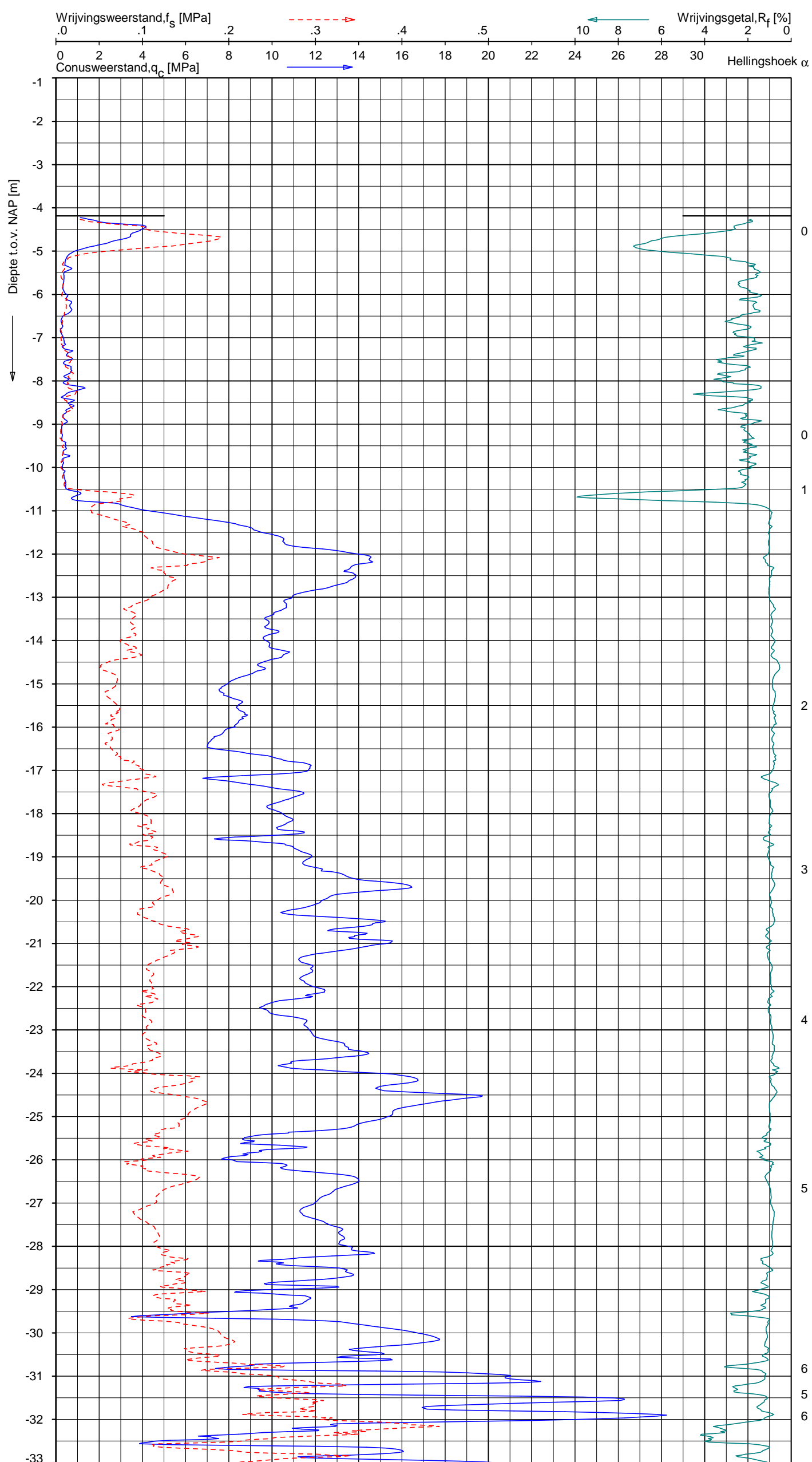


ZAND, siltig tot LEEM	
KLEI, siltig / LEEM	
ZAND, zwak siltig tot siltig	
KLEI, zwak siltig tot siltig	
KLEI, zwak siltig tot siltig	
VEEN	
ZAND, zwak siltig tot siltig	
ZAND, zwak siltig tot siltig	
ZAND, zwak siltig tot siltig	
ZAND, zwak siltig tot siltig	
ZAND, zwak siltig tot siltig	
KLEI, siltig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



[illegible]





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



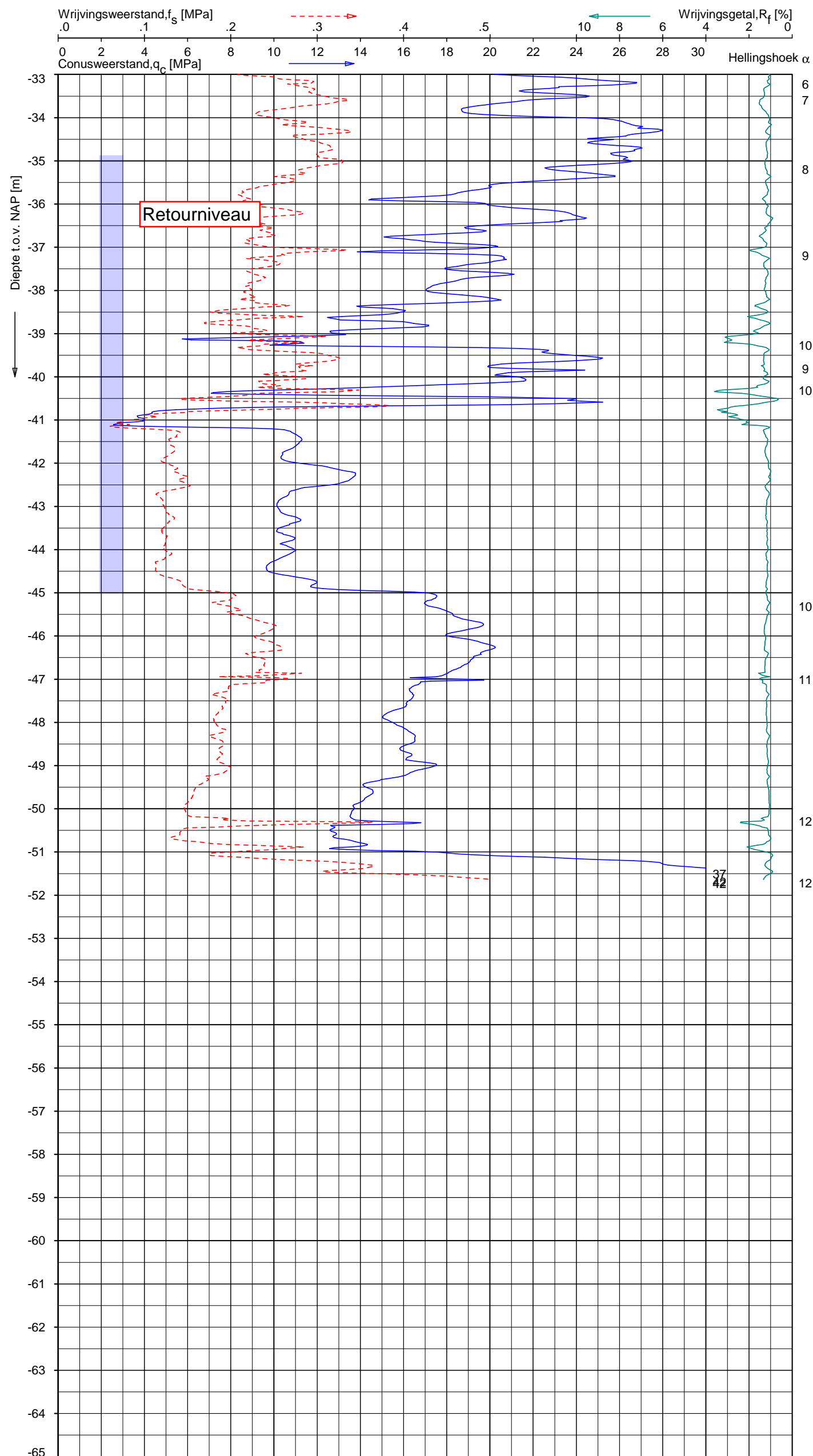
Opg.: Herbert	d.d. 22-jun-2018	Coord.: X=119477.7 m	Y=480251.2 m	Systeem: RD	Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 2. Test type TE1 Constate: $A_x = 1510 \text{ mm}^2$ ; $A_c = 19895 \text{ mm}^2$
Get.: G.BOSCH	d.d. 18-jul-2018	MV = NAP -4.19 m	Conus: CP15-CF75SN2	1701-3007	

## SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RZ103





**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
	KLEI, siltig / LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	KLEI, siltig / LEEM
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig

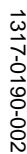
Opg. : Herbert d.d. 22-jun-2018 Coord.: X=119477.7 m Y=480251.2 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1  
Get. : G.BOSCH d.d. 18-jul-2018 MV = NAP -4.19 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-3007 Toepassingsklasse 2. Test type TE1  
Conustype:  $A_c = 1510 \text{ mm}^2$ ;  $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RZ103





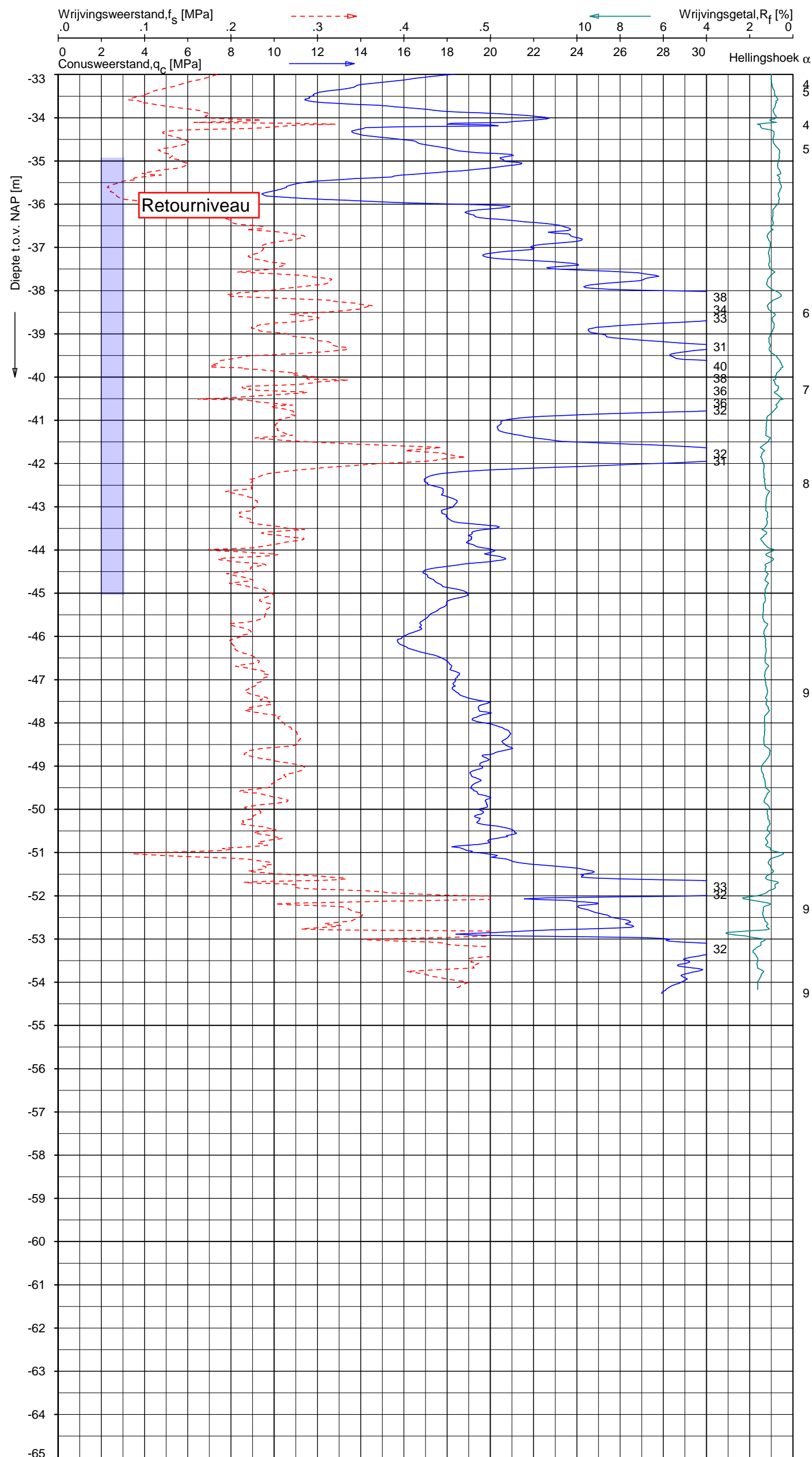
RZ104 -1



PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RZ104





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

4	ZAND, zwak siltig tot siltig
4	
5	
6	
6	
7	ZAND, zwak siltig tot siltig
7	
8	
8	
9	ZAND, zwak siltig tot siltig ZAND, siltig tot LEEM
9	
9	ZAND, zwak siltig tot siltig
9	
9	
9	ZAND, zwak siltig tot siltig
9	
9	ZAND, zwak siltig tot siltig
9	
9	

Opg. : Herbert d.d. 22-jun-2018 Coord.: X= 119469.0 m Y= 480124.9 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1  
Get. : G.BOSCH d.d. 18-jul-2018 MV = NAP -4.27 m Conus: CP15-CF75SN2 1701-3007 Toepassingsklasse 2. Test type TE1  
Conustype:  $A_c = 1510 \text{ mm}^2$ ;  $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RZ104



## Memo opzet aanvullende pompproeven



## Notitie

Plaats en datum  
Heerjansdam, 19-2-2019

Projectnummer  
1871-002

Documentnummer  
T190007

Blad  
1 van 3

Aan  
VITAL

Kopie aan  
M. van der Broek

Project  
Ongelijkvloerse kruisingen Amstelveenlijn

Betreft  
Opzet aanvullende pompproef op retourbemalingsproef Kronenburg (hoek Beneluxbaan met Rembrandtweg Amstelveen)

### 1 INLEIDING

In het project Amstelveenlijn wordt de huidige traminfrastructuur vernieuwd en geschikt gemaakt voor nieuwe trams. Voor de aanleg van een drietal ongelijkvloerse kruisingen (OGK) is een bronspanningsbemaling nodig.

Van 30 januari t/m 4 februari 2019 is een retourbemalingsproef ten westen van de kruising Kronenburg uitgevoerd. Ten behoeve van deze proef zijn 5 onttrekkingsbronnen en 19 retourputten gebruikt. Uit de proef is gebleken dat bij het geprognosticeerde onttrekkingsdebiet niet de gewenste verlaging is behaald. Op een diepte van circa NAP -20 m à NAP -25 m komen kleilenzen voor van zeer beperkte dikte. Deze lenzen zijn niet op alle sondeerdiagrammen zichtbaar en vormen derhalve geen aaneengesloten laag. Eén onttrekkingsbron (DW3) is tot circa NAP -23 m uitgevoerd (boven de kleilens) i.v.m. simulatie bij aanwezigheid van gestuurde boringen. De overige onttrekkingsbronnen bevinden zich tot circa NAP -29 m conform opzet pomp-retourproef [1]. Deze laatstgenoemde bronnen zijn snijdend met de kleilens geplaatst, waardoor tussen beide zandlagen kortsluiting bestaat.

Het is wenselijk om meer inzicht te krijgen over het optredende stijghoogteverschil over deze kleilens gedurende een grondwateronttrekking boven deze kleilens. Tevens zal een bronfilter snijdend met de kleilens worden gebruikt. De uitkomsten van de analyse kunnen impact hebben op de uitvoering en het bronontwerp. Gezien de bouwwerkzaamheden dient de proef op korte termijn in één weekend of twee nachten plaats te vinden.

Voor het opstellen van dit voorstel is gebruik gemaakt van:

- [1] Vital, *Memo opzet pomp-retourproef Ombouw Amstelveenlijn*, VITAL-015585 v1.0. 12-11-2018.
- [2] Tjaden, *Concept verslag retourbemalingsproef Kronenburg*, T190006. 11-2-2019.

### 2 AANPAK PROEF

De pompproef omvat de volgende taken:

- a. Voorbereiding van de pompproef.
- b. Begeleiding van de pompproef.
- c. Uitvoering van de pompproef.
- d. Analyseren en rapporteren van de veldresultaten.

#### Ad. a. Voorbereiding

De voorbereiding van de pompproef bestaat uit het regelen van de benodigde vergunningen, KLIC-melding en toestemmingen, de overleggen met de betreffende diensten en verkeersmaatregelen. De voorbereiding wordt uitgevoerd door Vital. Ook dient een voldoende gezeekerde voedingspunt te worden opgesteld.



Voorafgaand aan de proef dient peilbuis PB-K-5C te worden geplaatst door Tjaden. De peilbuis heeft een filterstelling van 14 meter tot 15 meter minus maaiveld (circa NAP -18 m tot NAP -19 m) [1]. De peilbuis dient te worden schoongepompt en de goede werking dient gecontroleerd te worden. De locatie van de peilbuis wordt gemeten in RD en de bovenkant van de peilbuis wordt ingemeten t.o.v. NAP.

#### Ad. b. Begeleiding

In de peilbuizen en de bestaande onttrekkingsbronnen worden automatische dataloggers geplaatst. De te gebruiken bronnen en peilbuizen zijn samengevat in tabel 1. De stijghoogten worden voor het installeren van automatische drukopnemers in de bronnen en peilbuizen en nadat deze worden verwijderd handmatig gemeten. De stijghoogten worden minimaal 1 dag van te voren automatisch gemeten (tijdens deze dag is het meetinterval circa 1 maal per uur). Ook na beëindiging van de pompproef worden de stijghoogten gedurende minimaal 2 dagen doorgemeten.

**Tabel 1 Gegevens wegdruk peilbuizen**

Peilbuizen	RDx	RDy	MV (AHN3)	Bkb	Filterstelling [m NAP]		Afstand tot puttenveld [m]	Stijghoogte [m NAP]
			[m NAP]		Van	Tot		
PB-K-5A							8	
PB-K-5C							0	
TJ1000-D	119732,4	480952,7	-4,26	-2,58	-26,2	-27,2	0	
TJ1001-B	119708,1	480946,9	-4,20	-3,14	-13,2	-14,2	Ca. 17 - W	
TJ1001-C	119708,1	480946,9	-4,20	-3,12	-18,2	-19,2	Ca. 17 - W	
TJ1002-B	119686	480942	-4,13	-3,15	-13,1	-14,1	Ca. 40 - W	
TJ1003-B	119641,4	480898,0	-4,12	-3,07	-13,1	-14,1	Ca. 100 - ZW	
RZ2000-B	119414,3	480651,5	-4,22	-2,37	-13,8	-14,8	Ca. 425 - ZW	
DW1	119727,0	480942,2	-4,2		-19,2	-29,2	0	
DW2	119740,8	480955,3	-4,4		-19,8	-29,8	0	
DW3	119722,9	480960,9	-4,3		-13,1	-23,1	0	
DW4	119725,0	480951,9	-4,2		-19,4	-29,4	0	
DW5	119737,4	480964,8	-4,4		-18,5	-28,5	0	
DW6	119743,9	480946,3	-4,4		-19,1	-29,1	0	

De ligging van het pompputtenveld met de waarnemingsbuizen zijn weergegeven in figuur 1.

De bestaande onttrekkingsbronnen DW1 en DW3 worden gebruikt. In tabel 2 zijn de gegevens van deze bronnen vermeld.

**Tabel 2 Gegevens geboorde pomp- en retourputten**

Pompputten	RDx	RDy	MV AHN3	Boorgat- diameter	Filter- diameter	Filterdiepte	Perforatie lengte
			[m NAP]				
DW1	119727,0	480942,2	-4,2	630	250	-29,2	10
DW3	119722,9	480960,9	-4,3	630	250	-23,1	10

Er wordt een onderwaterpomp gebruikt met een brutocapaciteit van circa 100 m<sup>3</sup>/u. Het onttrokken water wordt via een watermeter, zonder bijzondere voorzieningen, geloosd op het riool. Het onttrekkingsdebiet wordt met een watermeter (begin en eindstand of bij iedere wijziging) geregistreerd.





**Figuur 1 Ligging pompputtenveld en retourveld met waarnemingsbuizen**

#### Ad. c. Uitvoering

De pomproef bestaat uit twee pomptesten.

Eerst wordt onttrokken uit de 'diepe' onttrekkingsbron DW1:

- Een 12 uur durende constant-debiet-test (gedurende circa 19:00-7:00 uur). Het is hierbij van belang dat een stijghoogteverlaging wordt gemeten in de waarnemingsbuizen. Als geen verandering van de stijghoogten gemeten wordt, zal de test worden verlengd. Er mag geen onttrekking van grondwater plaatsvinden tijdens de groutwerkzaamheden. De stijghoogte dient weer hersteld te zijn na 12:00 uur. De stijghoogte wordt automatisch opgemeten met automatische dataloggers in de waarnemingsbuizen en de onttrekkingsbronnen. De metingen worden voor en bij beëindiging handmatig geverifieerd. Het meetinterval van de dataloggers zal oplopen van circa 1 minuut aan het begin van de pompproef, tot enkele uren aan het einde van de proef.
- Een circa 12 uur durende stoptest, waarin geen onttrekking plaatsvindt en het grondwater zal terugkeren naar minimaal 95% van het natuurlijke niveau.

Vervolgens wordt onttrokken uit de 'ondiepe' onttrekkingsbron DW3:

- Een 12 uur durende constant-debiet-test. Zie verder bij DW1.
- Een stoptest, waarin geen onttrekking plaatsvindt en het grondwater zal terugkeren naar minimaal 95% van het natuurlijke niveau.

De pompproef heeft naar verwachting 2 nachten of een weekend doorlooptijd.

#### Ad. d. Rapportage

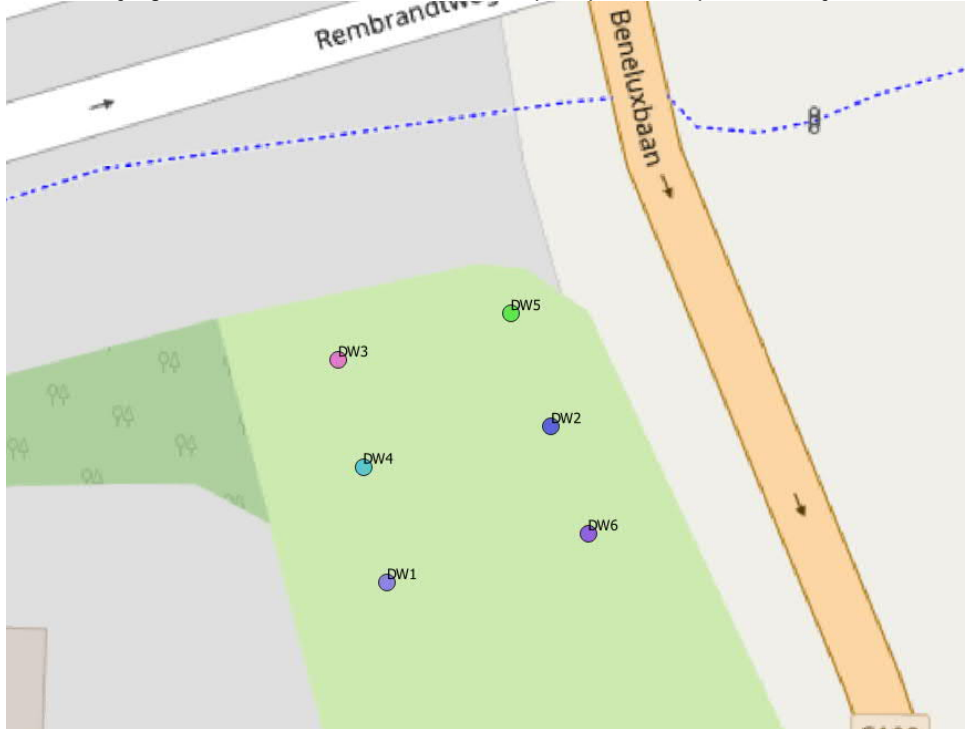
De veldresultaten van de pompproef worden verzameld en gerapporteerd. De rapportage wordt digitaal verstrekt aan Vital.

De uitwerking en de analyse van de pompproef worden uitgevoerd door Vital.

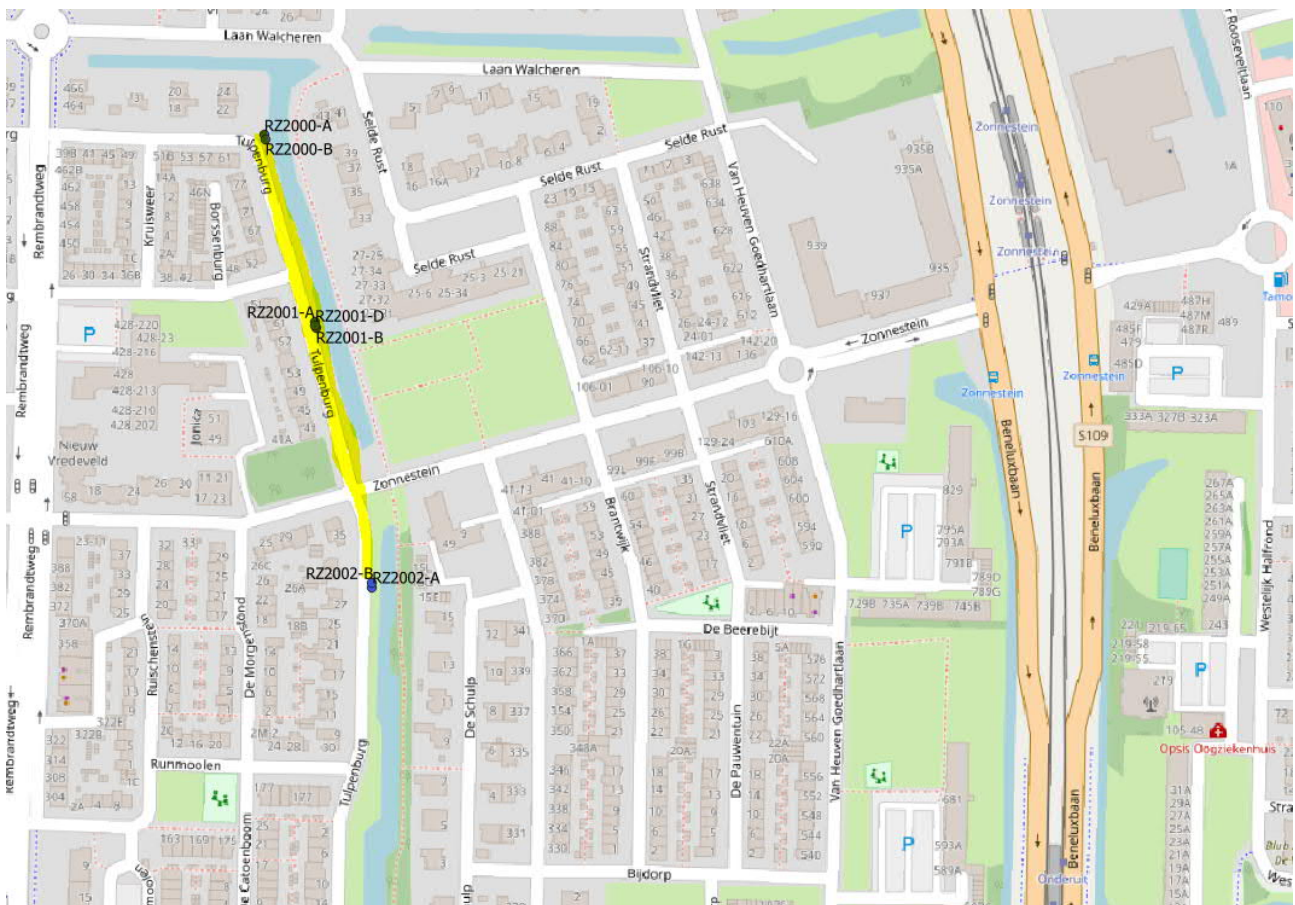


## Uitwerking pompretourproef en aanvullende pompproeven

In deze bijlage worden de resultaten van de pomp/retour proeven bij Kronenburg uitgewerkt.



Figuur 58 Deepwell locaties Kronenburg



Figuur 59 Retourlocatie Tulpenburg



Tabel 18 peilbuizen en bronnen pomp retourproef

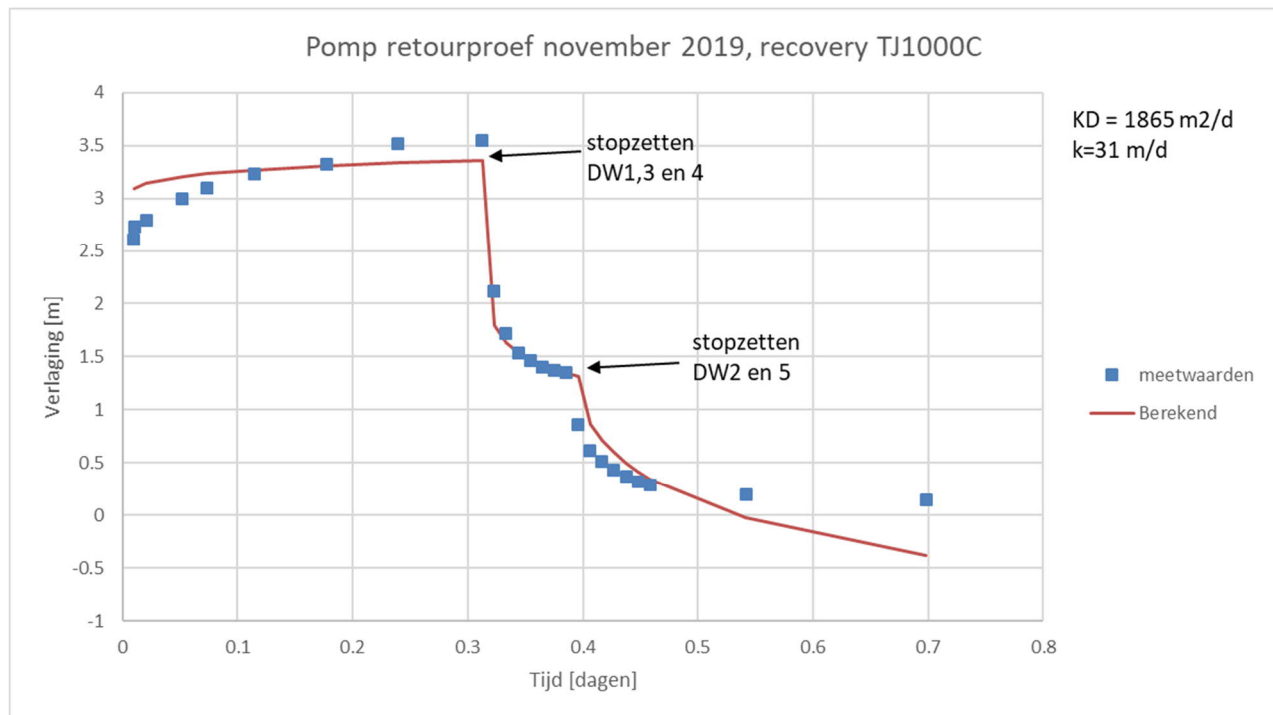
Put	x	y	zBKP_ NAP	zmv_ NAP	Diep_ mv	Diep_ mNAP	filterlengte_ m	Boorgat_ mm	Filter_ mm
DW1	119727.00	480942.20		-4.2	25	-29.2	10	630	250
DW2	119740.80	480955.30		-4.4	25	-29.8	10	500	250
DW3	119722.90	480960.90		-4.3	20	-23.1	10	630	250
DW4	119725.00	480951.90		-4.2	25	-29.4	10	630	250
DW5	119737.40	480964.80		-4.4	25	-28.5	10	500	250
DW6	119743.90	480946.30		-4.4	25	-29.1	10	630	250
TJ1000-D	119732.38	480952.74	-2.58	-4.3	23.24	-27.2	1	50	32
TJ1001-B	119708.12	480946.85	-3.14	-4.2	9.1	-14.2	1	50	32
TJ1001-C	119708.12	480946.86	-3.12	-4.2	14.15	-19.2	1	50	32
TJ1002-B	119686.40	480941.80	-3.15	-4.1	9.1	-14.1	1	50	32
TJ1003-B	119641.43	480898.03	-3.07	-4.1	9.1	-14.1	1	50	32
RZ2000-A	119413.73	480654.10	-3.28	-4.28	3	-7.3	1	50	32
RZ2000-B	119414.31	480651.55	-2.37	-4.22	10.6	-14.8	1	50	32
RZ2001-A	119444.79	480539.08	-3.58	-4.35	3	-7.4	1	50	32
RZ2001-B	119445.57	480535.40	-2.14	-4.28	10	-14.3	1	50	32
RZ2001-D	119445.15	480536.81	-2.21	-4.26	30	-34.3	1	50	32
RZ2002-A	119480.36	480375.47	-3.41	-4.12	3	-7.1	1	50	32
RZ2002-B	119480.30	480378.15	-2.14	-4.13	10	-14.1	1	50	32
PB-K-5A	119729.50	480935.10	-3.86		4.5	-8.9	1		40
PB-K-5C	119732.10	480954.80	-3.25		14.15	-18.3	1	50	32

De proef is in twee fasen uitgevoerd:

1. Onttrekken uit DW1 t/m 5 met totaal debiet van 426 m<sup>3</sup>/h, van 30 januari 2019 tot 4 februari 2019 met retourbemaling aan Tulpenburg en deels lozing op riolering. Stopzetten in twee fasen: eerst DW1, DW3 en DW4 (westzijde) en daarna DW2 en DW5 (oostzijde).
2. Onttrekken uit telkens één bron:
  - a. Onttrekken uit DW1 (diepste bron onder stoorlaag, 117 m<sup>3</sup>/h) van 20 feb 18:00 tot 21 feb 6:00
  - b. Onttrekken uit DW3 (ondiepe bron boven stoorlaag, 104 m<sup>3</sup>/h) van 21 feb 18:00 tot 22 feb 6:00

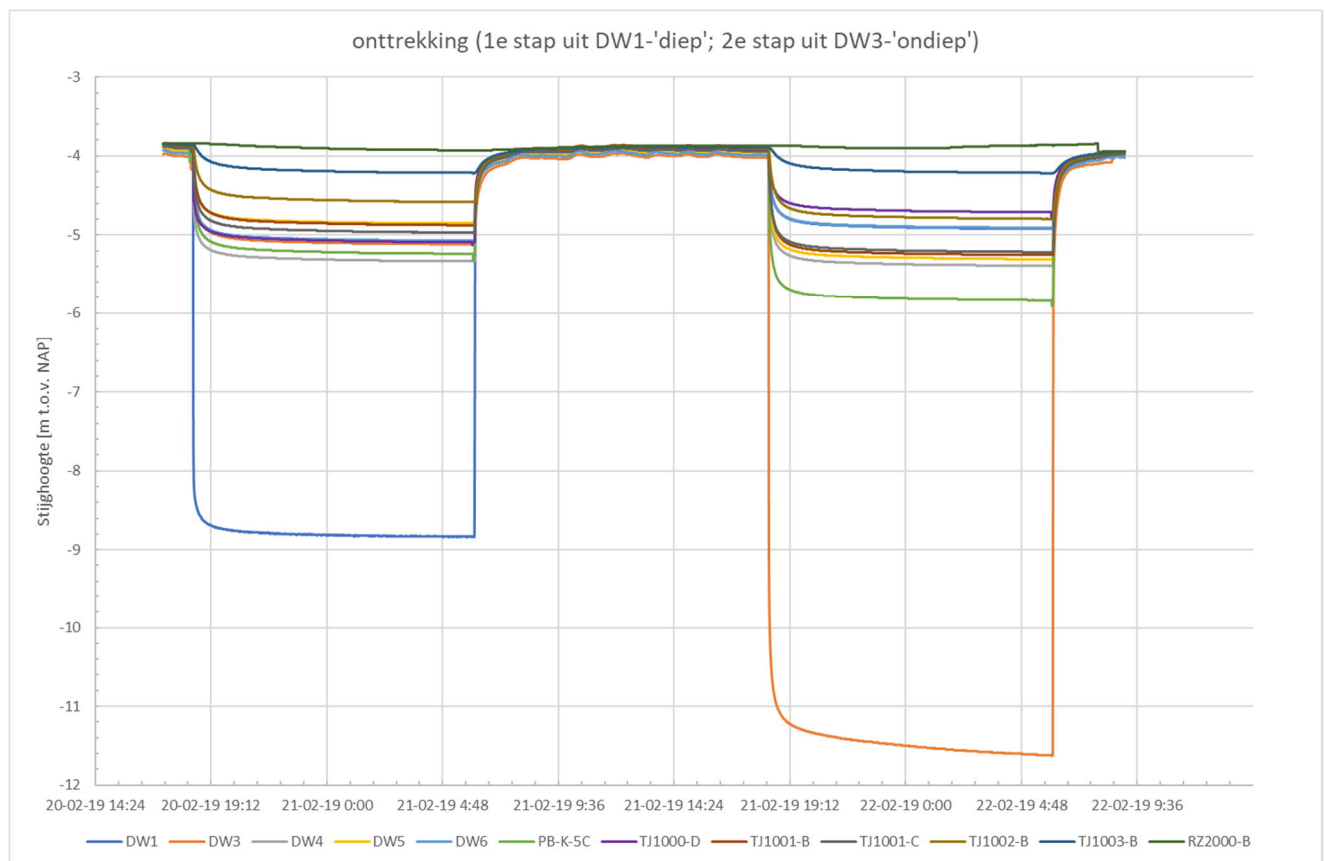
De recovery fase van de eerste proeffase is het beste numeriek te analyseren, de onttrekkingsfase is onregelmatig opgebouwd omdat door lozingsproblemen pompen stuk voor stuk worden bijgeschakeld en bijgesteld qua debiet. Na enige tijd is een stationaire toestand bereikt. De stapsgewijze recovery in twee stappen is goed te simuleren met een KD-waarde van 1865 m<sup>2</sup>/d, wat neer komt op een k-waarde van 31 m/d.





Figuur 60 Recovery in twee stappen peilbuis TJ1000C

De tweede fase van de proef is uitgevoerd door eerst uit één bron onder de stoorlaag op NAP -26 m te onttrekken en daarna uit één bron boven deze stoorlaag te onttrekken. De stijghoogtes zijn gemeten in de onttrekkingsbron en in alle peilbuizen en in de bronnen waaruit niet onttrokken wordt.



Figuur 61 Gemeten stijghoogtes 20 tot 22 november 2019 (Tjaden)

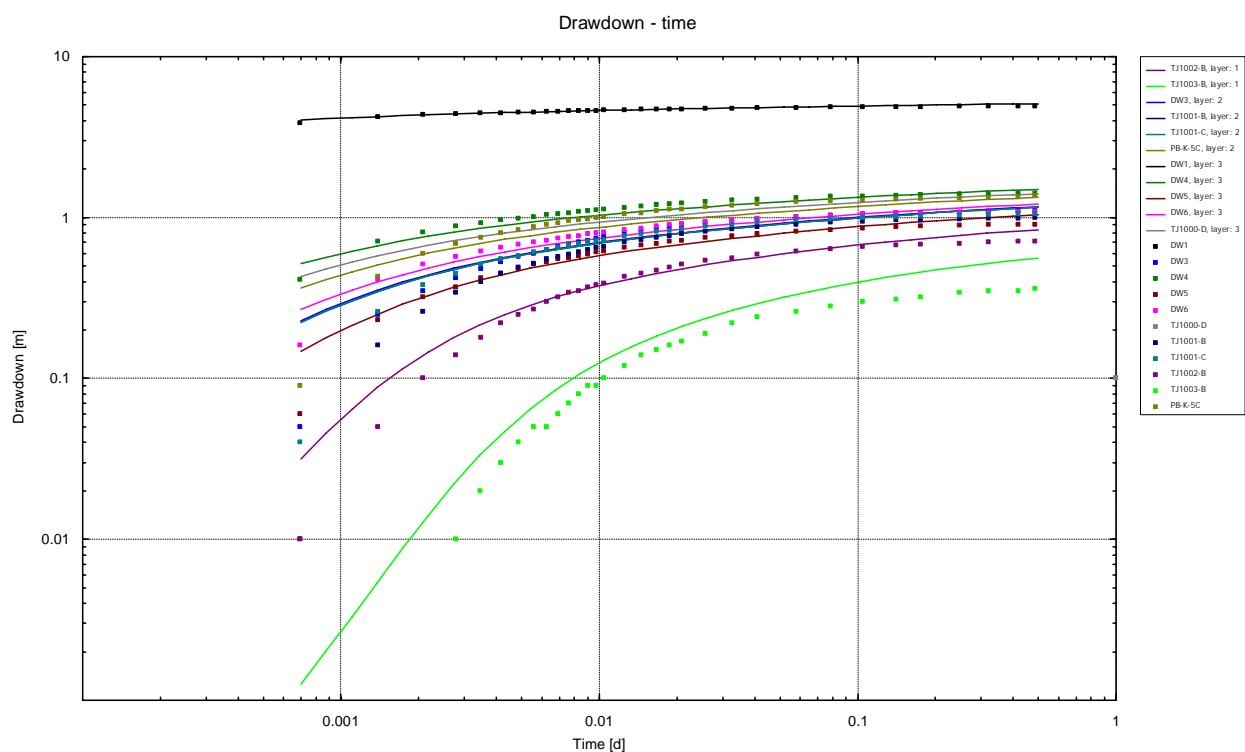


In MLU is een tijdsafhankelijke analyse uitgevoerd van de beide proeven waarbij dezelfde bodemopbouw is toegepast.

Aquifer	Base [m]	Thickness [m]	K [m/d]	Code	T [m <sup>2</sup> /d], c [d]	#	Code	S [-]	#	Name
	-11	6	0.00012	c1	50000		S'1	0		Deklaag
1	-15	4	25	T1	100		S1	0.001768		
	-16	1	10	c2	0.1		S'2	0		
2	-26	10	25	T2	250		S2	5E-07		
	-27	1	1	c3	1		S'3	0		scheidende laag
3	-40	13	35	T3	455		S3	5E-06		onttrekking DW1
	-42	2	1	c4	2		S'4	0		
4	-70	28	35	T4	980		S4	5E-06		
	-72	2	0.004	c5	500		S'5	0		Waalre klei
5	-180	108	35	T5	3780		S5	5E-06		

Uit alle pompproeven tezamen blijkt dat er een verschil in doorlatendheid is tussen de lagen boven de stoorlaag op NAP-26 m en daaronder.

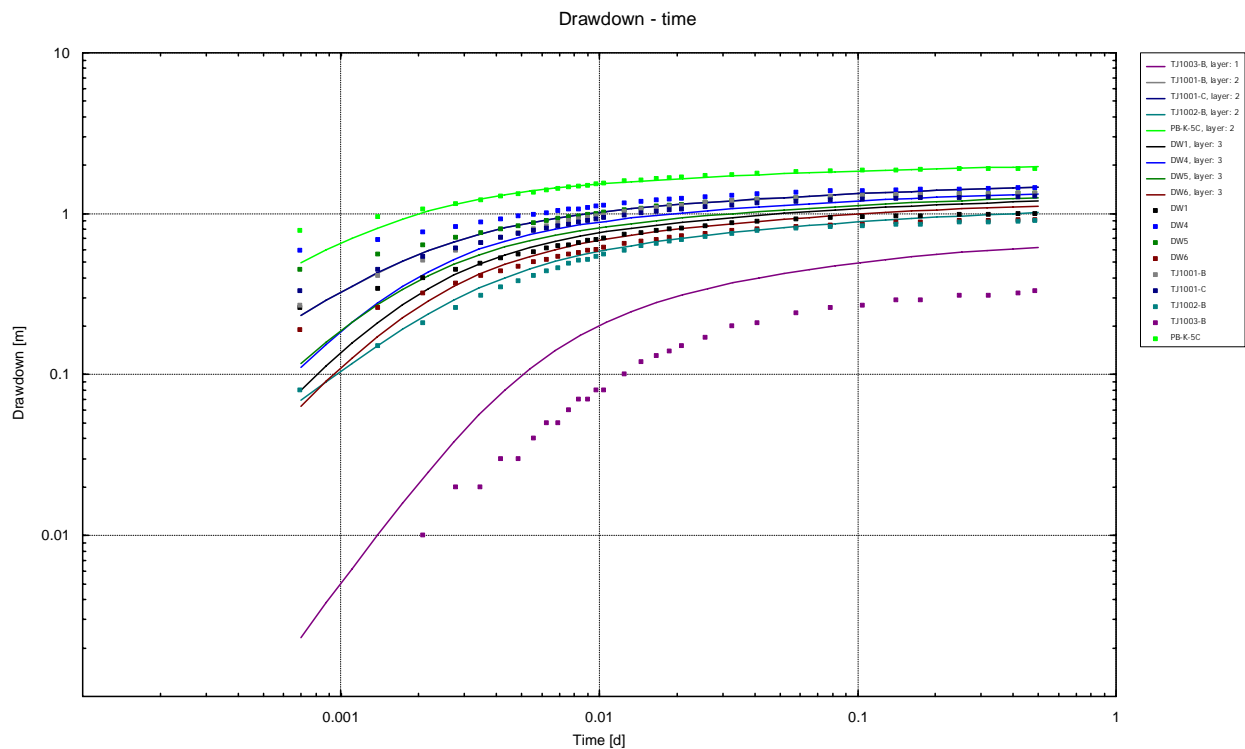
#### Analyse MLU DW1 (onder stoorlaag)



Figuur 62 Tijd versus verlaging DW1 (117 m<sup>3</sup>/h) met MLU fit

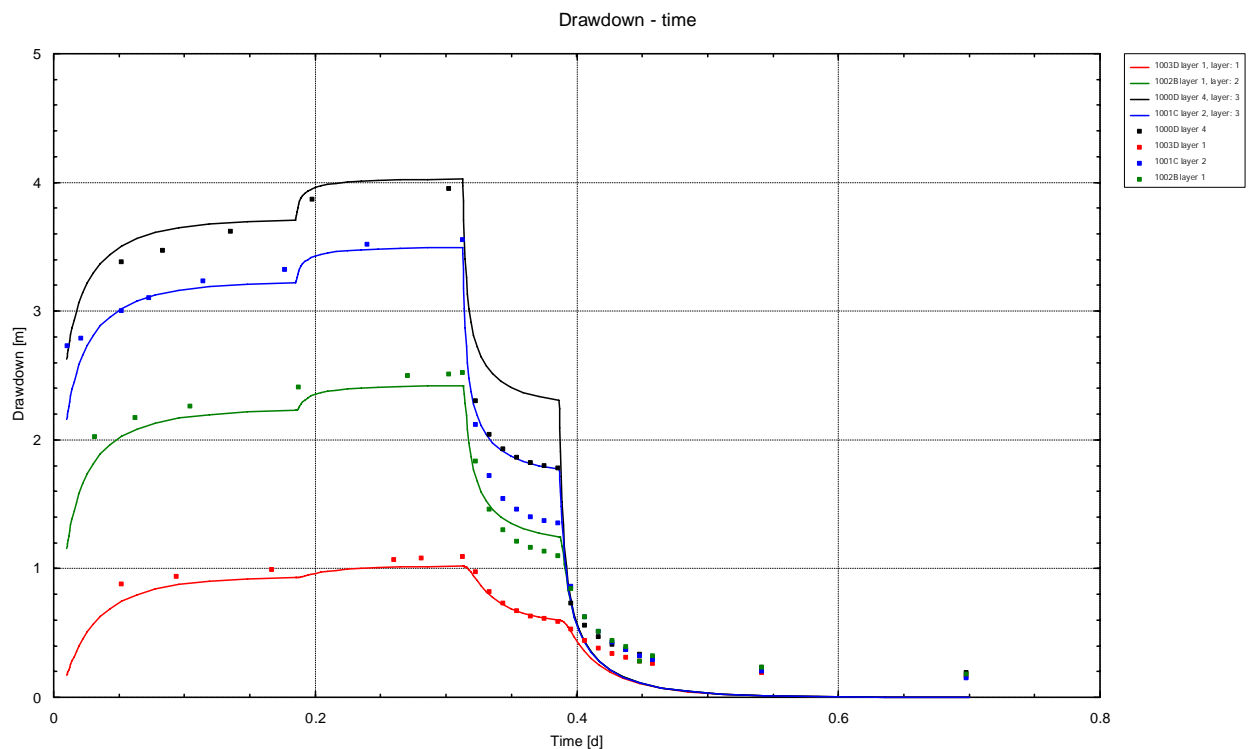
#### Analyse MLU onttrekking DW3 (boven stoorlaag)





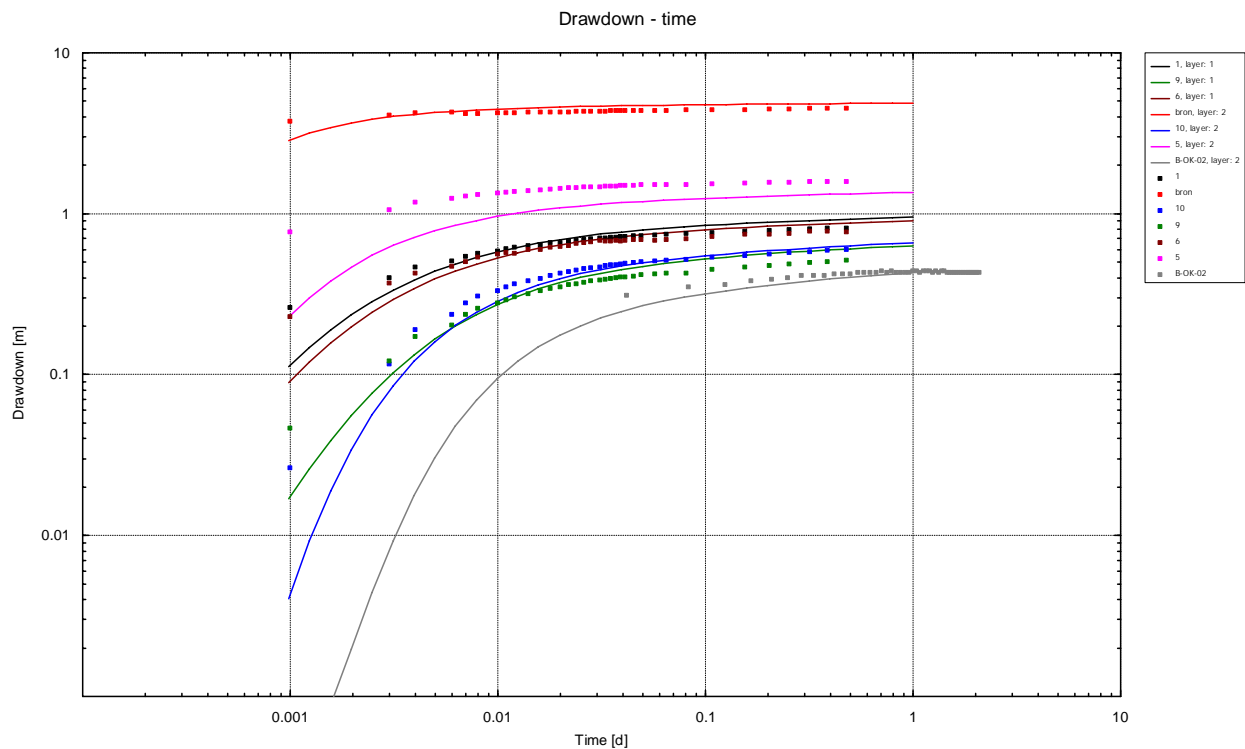
Figuur 63 Tijd versus verlaging DW3 (104 m<sup>3</sup>/h) met MLU fit

Als extra verificatie zij de recovery van de proeffase op 4 februari e ook de eerste proef uit 2017 nogmaals doorgerekend met de bodemparameters uit de laatst gehouden proef.



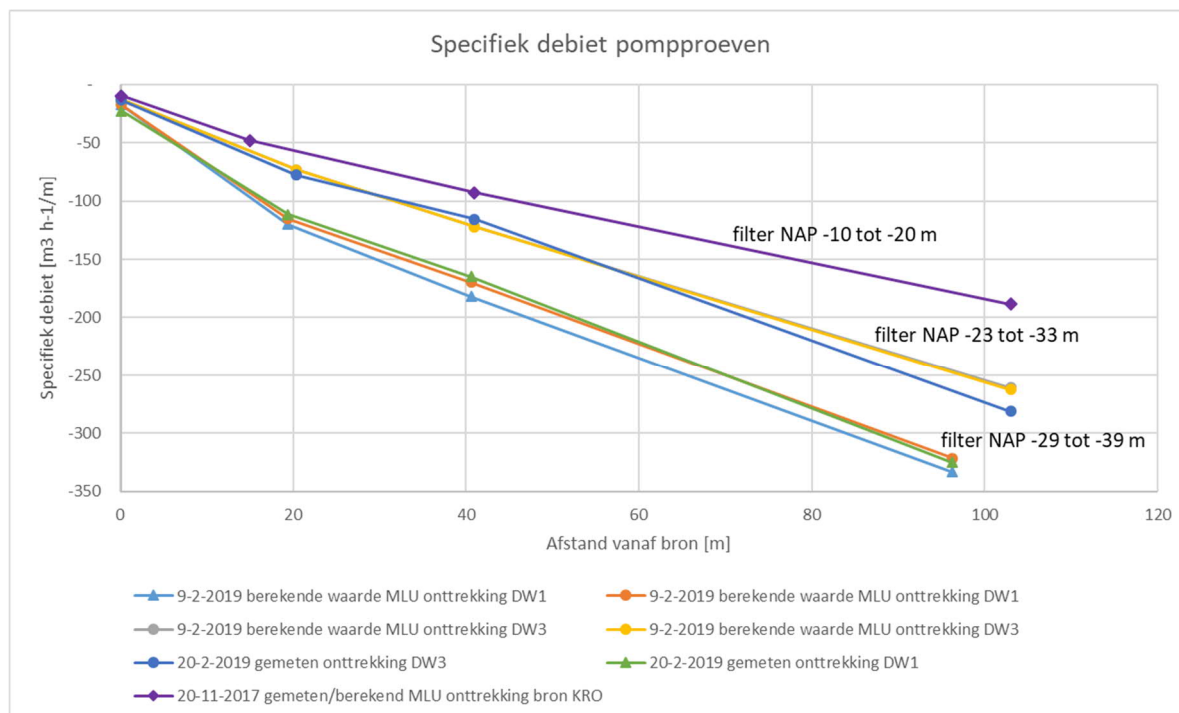
Figuur 64 Tijd versus verlaging DW1,2,3,4 en 5 (426 m<sup>3</sup>/h) met MLU fit





Figuur 65 Tijd versus verlaging Bron Kronenburg nov 2017 (49 m<sup>3</sup>/h) met MLU fit

De resultaten van alle pompproeven kunnen ook worden samengevat in het specifieke debiet. In onderstaande grafiek is af te lezen dat voor 1 meter verlaging op 40 meter afstand van een bron bij onttrekken onder de stoorlaag een debiet nodig is van 165 m<sup>3</sup>/h. wordt gepompt uit filters boven de stoorlaag, dan is dat maximaal 116 m<sup>3</sup>/h.

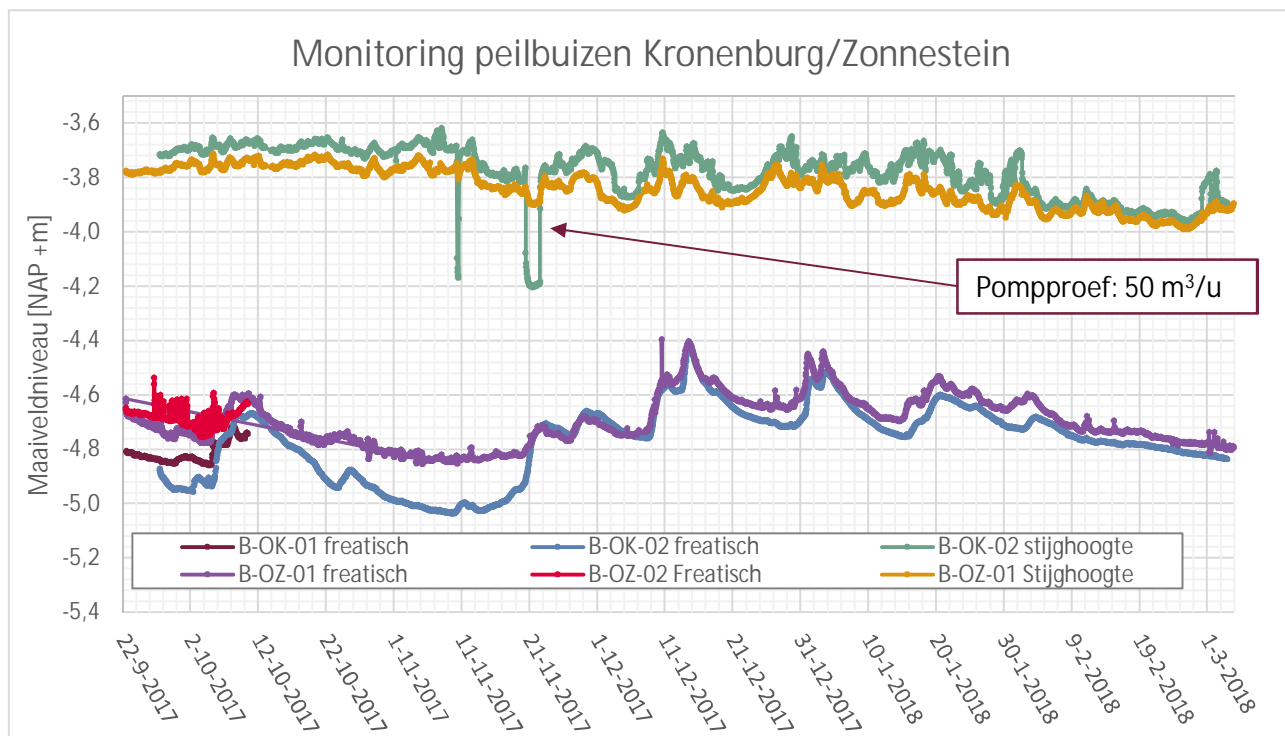


Figuur 66 Specifiek debiet en verlaging

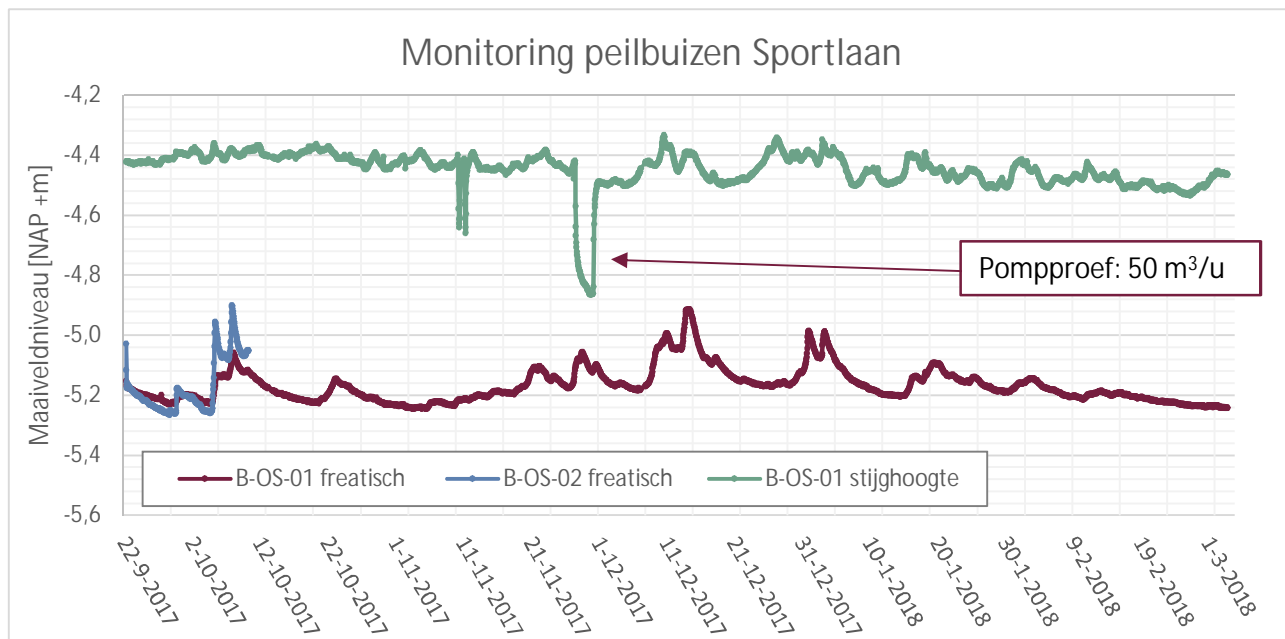


## BIJLAGE 11. GRONDWATERSTANDEN PEILBUIZEN

In onderstaande Figuur 68 en Figuur 67 zijn grondwaterreeksen tussen september 2017 en maart 2018 weergegeven. Deze gegevens zijn van peilbuizen die geplaatst zijn door Vital. Uit deze korte reeksen kan geen fluctuatie worden afgeleid, daarom zijn middels de peilbuizen van de gemeente Amstelveen de laagste grondwaterstanden bepaald.



Figuur 68. Fluctuatie grondwaterstanden Kronenburg (OK) en Zonnestein (OZ) september 2017 – maart 2018

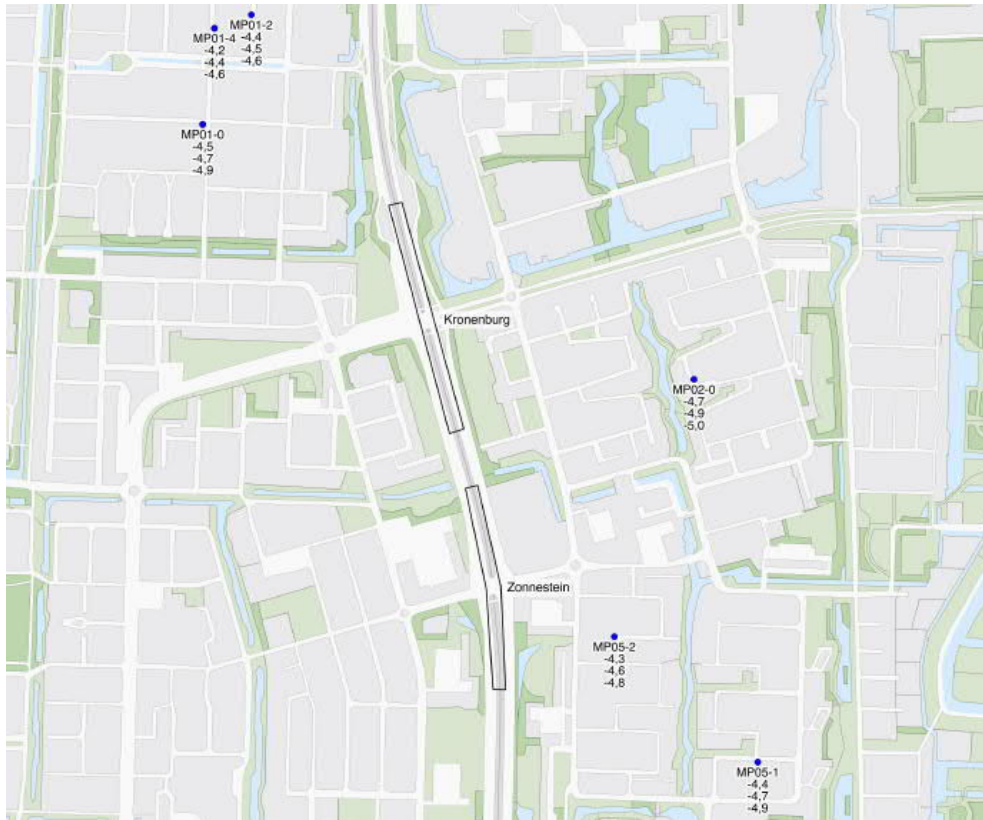


Figuur 67. Fluctuatie grondwaterstanden Sportlaan september 2017 – maart 2018.

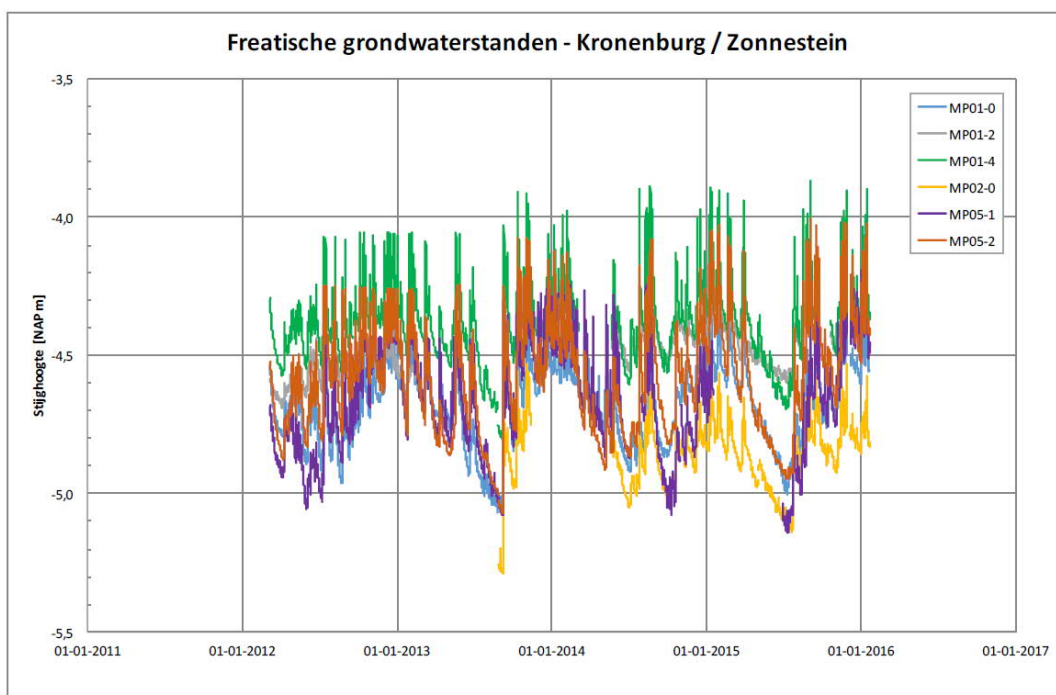


## BIJLAGE 12. GRONDWATERSTANDEN PEILBUIZEN VAN DE GEMEENTE AMSTELVEEN

Hieronder zijn de locaties van de peilbuizen en grafieken van de freatische grondwaterstand van de gemeente Amstelveen weergegeven. De gegevens in Tabel 13 zijn afgeleid van onderstaande reeksen.

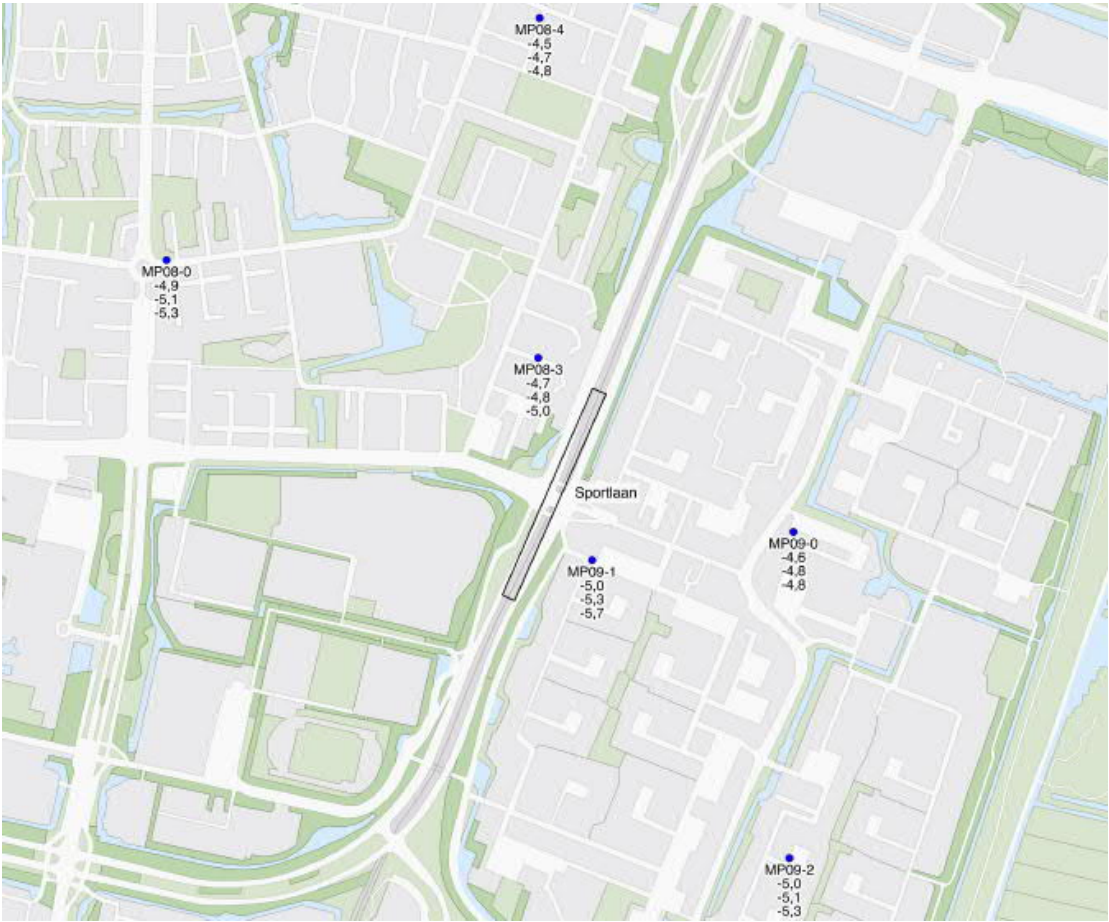


Figuur 69. Locatie peilbuizen gemeente Amstelveen.

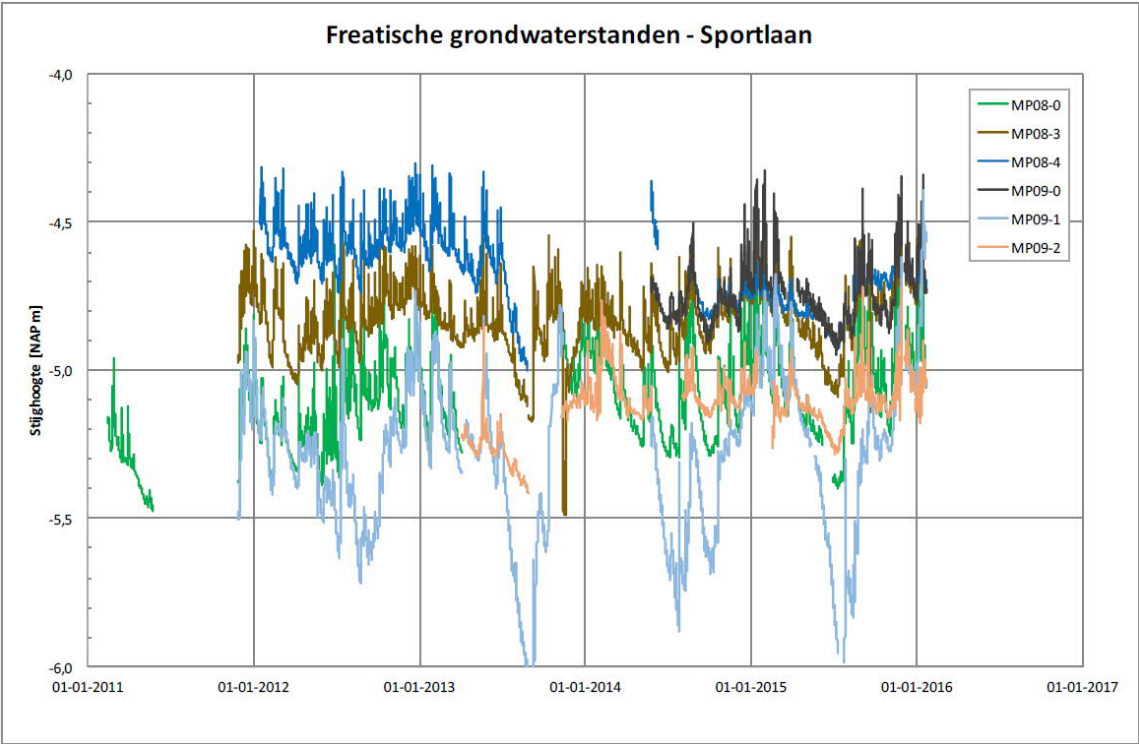


Figuur 70. Grondwaterreeks Kronenburg/Zonnestein gemeente Amstelveen.





Figuur 71. Locatie peilbuizen gemeente Amstelveen.



Figuur 72. Grondwaterreeks Sportlaan gemeente Amstelveen.



BIJLAGE 13. GRONDWATERKWALITEIT (1<sup>E</sup> WVP)

Hieronder zijn twee printscreens van de grondwaterkwaliteit weergegeven. De monsters zijn genomen tijdens de pompproef in november 2017 nabij Kronenburg en Sportlaan.



— analytico®

**Analysecertificaat**

Uw project/verslagnummer 1751-019  
 Uw projectnaam Vital  
 Uw ordernummer

Monsternemer  
 Monstrematrix Grondwater

Certificaatnummer/Versie 2017156295/1  
 Startdatum 21-Nov-2017  
 Rapportagedatum 24-Nov-2017/09:54  
 Bijlage A, C  
 Pagina 1/1

Analyse	Eenheid	1
<b>Metalen</b>		
Q IJzer (Fe)	mg/L	5.7
<b>Fysisch-chemische analyses</b>		
Q Droogrest onopgel. bestand. (NEN6484)	mg/L	21
Meettemperatuur (pH)	°C	19.7
Q pH		6.8
<b>Anorganische verbindingen</b>		
Q Chloride	mg/L	24

Nr. **Monsteromschrijving**  
 1 Kronenburg

**Datum monstername** 21-Nov-2017  
**Monster nr.** 9826512

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 42-46 Tel. +31 (0)34 242 63 00  
 3771 NS Barneveld Fax +31 (0)34 242 63 99  
 P.O. Box 459 E-mail info-env@eurofins.nl  
 3770 AL Barneveld NL Site www.eurofins.nl

BNP Paribas S.A. 227 9245 25  
 IBAN: NL71BNP0227924525  
 BIC: BNPANL2A  
 KvK/CoC No. 09088623  
 BTW/VAT No. NL 8043.14.883.801

Q: door RvA geaccrediteerde verificatie  
 A: BPS erkende verificatie  
 S: AS QXS erkende verificatie  
 V: VAREL erkende verificatie  
 M: MERTS erkend

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.  
 Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001:2004 gecertificeerd door TÜV  
 en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. Omgeving),  
 het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD)  
 en door de overheid van Luxemburg (MEV).

**Akkoord**  
**Pr.coörd.**







— analytico®

**Analysecertificaat**

Uw project/verslagnummer 1751-019  
 Uw projectnaam Vital  
 Uw ordernummer  
 Monsternemer  
 Monstermatrix Grondwater

Certificaatnummer/Versie 2017162587/1  
 Startdatum 05-Dec-2017  
 Rapportagedatum 07-Dec-2017/09:53  
 Bijlage A, C, D  
 Pagina 1/1

Analyse	Eenheid	1
<b>Metalen</b>		
Q IJzer (Fe)	mg/L	8.1
<b>Fysisch-chemische analyses</b>		
Q Droogrest onopgel. bestand. (NEN6484)	mg/L	31
Meettemperatuur (pH)	°C	20.3
Q pH		7.3
<b>Anorganische verbindingen</b>		
Q Chloride	mg/L	30

Nr. **Monsteromschrijving**  
 1 1751-019 Sportlaan

**Datum monstername** **Monster nr.**  
 01-Dec-2017 9845327

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 42-46 Tel. +31 (0)34 242 63 00  
 3771 NB Barneveld Fax +31 (0)34 242 63 99  
 P.O. Box 489 E-mail info-env@eurofins.nl  
 3770 AL Barneveld NL Site www.eurofins.nl

BNP Paribas S.A. 227 9245 25  
 IBAN: NL71BNPA0227924525  
 BIC: BNPA NL2A  
 KVK/Coc No. 09088623  
 BTW/VAT No. NL 8043.14.063.801

Q: door KVK geaccrediteerde verificatie  
 A: AP04 erkende verificatie  
 S: AS QX0 erkende verificatie  
 V: VUKR0 erkende verificatie  
 M: MGR05 erkend

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.  
 Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2004 gecertificeerd door TÜV  
 en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. Omgeving),  
 het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD)  
 en door de overheid van Luxemburg (MEV).

**Akkoord**  
**Pr.coörd.**

VS





Hieronder de analysestaten van de monsters genomen tijdens de pomp retourproef in november 2019:



— analytico®

### Analysecertificaat

Uw project/verslagnummer 1871-002  
Uw projectnaam Vital - Amstelveen  
Uw ordernummer

Monsternemer Intech  
Monstermatrix Afvalwater

Certificaatnummer/Versie 2019015579/1  
Startdatum 05-Feb-2019  
Rapportagedatum 08-Feb-2019/14:57  
Bijlage A, C, D  
Pagina 1/2

Analyse	Eenheid	1	2
<b>Metalen</b>			
Q Arseen (As) na ontsluiting	µg/L	<1.5	4.3
Q Cadmium (Cd) na ontsluiting	µg/L	<0.40	<0.40
Q Chroom (Cr) na ontsluiting	µg/L	<5.0	<5.0
Q Koper (Cu) na ontsluiting	µg/L	<5.0	<5.0
Q IJzer (Fe) na ontsluiting	mg/L	8.5	18
Q Kwik (Hg) na ontsluiting	µg/L	<0.10	<0.10
Q Nikkel (Ni) na ontsluiting	µg/L	<5.0	<5.0
Q Lood (Pb) na ontsluiting	µg/L	<5.0	<5.0
Q Zink (Zn) na ontsluiting	µg/L	18	14
<b>Vluchtige Aromatische Koolwaterstoffen</b>			
Q Benzeen	µg/L	<0.20	<0.20
Q Toluene	µg/L	1.00	<0.20
Q Ethylbenzeen	µg/L	<0.20	<0.20
Q o-Xyleen	µg/L	<0.20	<0.20
Q m,p-Xyleen	µg/L	<0.20	<0.20
Q Xylenen (som)	µg/L	<0.40	<0.40
Q BTEX (som)	µg/L	<1.0	<1.0
Q Naftaleen	µg/L	<0.20	<0.20
<b>Vluchtige organische halogeenkoolwaterstoffen</b>			
Q Trichloormethaan	µg/L	<0.10	<0.10
Q Tetrachloormethaan	µg/L	<0.10	<0.10
Q Trichlooretheen	µg/L	<0.10	<0.10
Q Tetrachlooretheen	µg/L	<0.10	<0.10
Q 1,2-Dichloorethaan	µg/L	<0.10	<0.10
Q 1,1,1-Trichloorethaan	µg/L	<0.10	<0.10
Q 1,1,2-Trichloorethaan	µg/L	<0.10	<0.10
Q cis 1,2-Dichlooretheen	µg/L	<0.10	<0.10
Q Monochloorbenzeen	µg/L	<0.10	<0.10
Q 1,2-Dichloorbenzeen	µg/L	<0.10	<0.10
Q 1,3-Dichloorbenzeen	µg/L	<0.10	<0.10
<b>Nr. Monsteromschrijving</b>			
1 Tj-1000-D		<b>Datum monstername</b> 31-Jan-2019 14:22	<b>Monster nr.</b> 10538092
2 RZ-2001-D		31-Jan-2019 14:25	10538093

Q: door R+R geaccrediteerde verrichting  
R: AP04 erkende verrichting  
S: AS SIEB erkende verrichting  
V: VLAREL erkende verrichting  
M: MCERTS erkend

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 42-46 Tel. +31 (0)34 242 63 00  
3771 NB Barneveld Fax +31 (0)34 242 63 99  
P.O. Box 459 E-mail info-env@eurofins.nl  
3770 AL Barneveld NL Site www.eurofins.nl

BNP Paribas S.A. 227 9245 25  
IBAN: NL71BNPA0227924525  
BIC: BNPANL2A  
KvK/CoC No. 09088623  
BTW/VRT No. NL 8043.14.883.B01

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.  
Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2004 gecertificeerd door TÜV  
en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. Omgeving),  
het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD)  
en door de overheid van Luxemburg (MEV).







— analytico®

**Analysecertificaat**

Uw project/verslagnummer 1871-002  
 Uw projectnaam Vital - Amstelveen  
 Uw ordernummer  
 Monsternemer Intech  
 Monstermatrix Afvalwater

Certificaatnummer/Versie 2019015579/1  
 Startdatum 05-Feb-2019  
 Rapportagedatum 08-Feb-2019/14:57  
 Bijlage A, C, D  
 Pagina 2/2

Analyse	Eenheid	1	2
Q 1,4-Dichloorbenzeen	µg/L	<0.10	<0.10
Q Dichloorbenzenen (som 3)	µg/L	<0.30	<0.30
Q Chloorbenzenen (som 4)	µg/L	<0.40	<0.40
Q CKW (som 8)	µg/L	<0.80	<0.80
<b>Minerale olie</b>			
Minerale olie (C10-C12)	µg/L	<10	11
Minerale olie (C12-C16)	µg/L	<10	<10
Minerale olie (C16-C21)	µg/L	<10	<10
Minerale olie (C21-C30)	µg/L	17	52
Minerale olie (C30-C35)	µg/L	<10	10
Minerale olie (C35-C40)	µg/L	<10	<10
Q Minerale olie totaal (C10-C40)	µg/L	<50	89
Chromatogram			Zie bijl.
<b>Fysisch-chemische analyses</b>			
Q Droogrest onopgel. bestand. (NEN6621)	mg/L	100	350
Meettemperatuur (pH)	°C	21.0	21.0
Q pH		7.0	7.0
<b>Anorganische verbindingen</b>			
Q Chloride	mg/L	29	19

Nr.	Monsteromschrijving	Datum monstername	Monster nr.
1	Tj-1000-D	31-Jan-2019 14:22	10538092
2	RZ-2001-D	31-Jan-2019 14:25	10538093

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 42-46  
 3771 NB Barneveld  
 P.O. Box 459  
 3770 AL Barneveld NL

Tel. +31 (0)34 242 63 00  
 Fax +31 (0)34 242 63 99  
 E-mail info-env@eurofins.nl  
 Site www.eurofins.nl

BNP Paribas S.A. 227 9245 25  
 IBAN: NL71BNPA0227924525  
 BIC: BNPARL2A  
 KvK/CoC No. 09088623  
 BTW/VRT No. NL 8043.14.883.B01

Q: door RvA geaccrediteerde verrichting  
 R: OP04 erkende verrichting  
 S: AS SIKB erkende verrichting  
 V: VLAREL erkende verrichting  
 M: MCERTS erkend

Dit certificaat mag uitsluitend in zijn geheel worden gereproduceerd.  
 Eurofins Analytico B.V. is ISO 14001: 2004 gecertificeerd door TÜV  
 en erkend door het Vlaamse Gewest (OVAM en Dep. Omgeving),  
 het Brusselse Gewest (BIM), het Waalse Gewest (DGRNE-OWD)  
 en door de overheid van Luxemburg (MEV).

Akkoord  
 Pr.coörd.

VS





BIJLAGE 14. MEMO - VERWACHTE OMGEVINGSBEÏNVLOEDING A.G.V. SPANNINGSBEMALING



## Memo

---

Aan : M. Voet  
Van : C. te Boekhorst  
Verificatie : S. Castellani  
c.c. : R. van Leeuwen  
Project : Ombouw Amstelveenlijn (C11021)  
Documentnummer : VITAL-012387 v3.0  
Datum : 9 mei 2019  
  
Betreft : Verwachte omgevingsbeïnvloeding a.g.v. spanningsbemaling

---

### 1. Inleiding

Bij de verdiepte liggingen Kronenburg, Zonnestein en Sportlaan is gekozen voor een spanningsbemaling om de bouwkuip inclusief waterkelder droog uit te kunnen voeren, en daarnaast om opbarsten van de bouwkuipbodem te voorkomen. De benodigde verlaging in deze bouwkuipen is maximaal 7 m, en lokaal ter plaatse van de waterkelder is ca. 11 m verlaging benodigd.

Bij Kronenburg en Zonnestein wordt de waterkelder 4 weken voorafgaand aan de verdiepte ligging gebouwd. Na de bouw van de waterkelder is de spanningsbemaling nog 6 weken in werking (excl. opstart en afbouwfase van ca. 1 week) voor de ruwbouw van de rest van de verdiepte ligging. Dit vindt plaats tijdens de buitendienststelling in de zomer van 2019 (week 29 t/m 34). In deze periode gaan tramlijn 5 en 51 tijdelijk uit dienst.

Bij Sportlaan wordt de waterkelder gelijktijdig bemalen met de verdiepte ligging, wederom in een periode van maximaal 4 weken om de omgevingseffecten van de diepe onttrekking te minimaliseren. De totale duur van de bemaling bij Sportlaan is 16 weken (excl. opstart en afbouwfase van ca. 1 week).

Om de invloed van de spanningsbemaling op de omgeving te beperken is naast het minimaliseren van de uitvoeringsduur bij de verdiepte liggingen een 100% retourbemaling voorzien. Kronenburg en Zonnestein maken gebruik van dezelfde retourvelden dat rondom verdiepte liggingen is gepositioneerd. Bij Sportlaan ligt de retourbemaling deels ten westen en deels ten zuiden van de verdiepte ligging.

Ondanks het retourbemalen treden er verlagingen op in het freatische grondwater van de ca. 7 m dikke deklaag. Deze deklaag bestaat uit een zandige antropogene toplaag van ca. 1 m, daaronder een matig tot sterk zandige kleilaag die lokaal is onderbroken door dunne laagjes wadzand, en de deklaag eindigt met een basisveenlaag van ca. 0,5 m. Daaronder ligt het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket dat bestaat uit zandlagen met een wisselende pakking die lokaal worden onderbroken door kleiige stoorlaagjes. In de onderhavige memo worden de effecten van de freatische grondwaterstandsverlagingen bij de verdiepte liggingen als gevolg van de spanningsbemaling in het 1<sup>e</sup> watervoerende pakket nader



beschouwd. Deze memo dient beschouwd te worden als een aanvulling op het DO Bemalingsadvies, hierin is de omgevingsbeïnvloeding slechts summier beschreven [2]. Voor de beschouwing van de verwachte omgevingsbeïnvloeding zijn de gepresenteerde verlagingen uit dit advies in de deklaag en 1<sup>e</sup> watervoerend pakket (hierna 1<sup>e</sup> wvp genoemd) gehanteerd.

Als gevolg van een verlaging van de freatische grondwater neemt de korrelspanning in de samendrukbare deklaag toe waardoor er zettingen op kunnen treden die in de loop van de tijd voortschrijden. Afhankelijk van de grootte worden de onderstaande risico's geïdentificeerd.

- Schade aan nabijgelegen bebouwing door extra negatieve kleeft belasting op de fundering
- Schade aan nabijgelegen bebouwing door droogstand van houten palen
- Hinder voor de bedrijfsvoering van tramlijn 5 en 51 door verzakking van het spoor tijdens de uitvoering van de waterkelders bij Kronenburg en Zonnestein
- Hinder voor het wegverkeer op de verlegde Beneluxbaan door verzakking van het weglichaam
- Schade aan nabijgelegen kabels en leidingen die gevoelig zijn voor (verschil)zettingen

Het gros van de bebouwing rondom de verdiepte liggingen dateert van na 1960, aan de westzijde bij Kronenburg en Zonnestein is enige bebouwing aanwezig dat dateert van na 1945. De verwachting is dat de bebouwing is gefundeerd op betonpalen [1]. Indien een aantal panden toch op houten palen is gefundeerd wordt het risico op schade als laag geclassificeerd, vanwege de beperkte bemalingsduur.

Tenslotte wordt een waardeoordeel gegeven over de invloed van de zettingen op de nabijgelegen panden en infrastructuur. Zijn ze acceptabel of zijn aanvullende maatregelen benodigd om de grootte te beperken.

Ten opzichte van versie 1.0 (d.d. 1 mei 2018) zijn de locaties en grootte van de retourvelden bij Kronenburg en Zonnestein aangepast. Als gevolg hiervan zijn de verlaginglijnen rondom de bouwkuipen gewijzigd. In deze versie zijn deze aanpassingen meegenomen en het effect hiervan op de omgeving is opnieuw beschouwd.

Ten opzichte van versie 2.0 (d.d. 4 juni 2018) is een vergelijkbare aanpassing doorgevoerd voor Sportlaan.

## 2. Referenties

De gehanteerde referenties zijn hieronder puntsgewijs opgesomd.

[1] VITAL-010057 Ontwerpbasis Geotechniek v2.0

[2] VITAL-011775 DO Bemalingsadvies v2.0

[3] VITAL-011375 DO Geotechnisch Ontwerp Bouwkuip Kronenburg v1.0

[4] VITAL-011389 DO Geotechnisch Ontwerp Bouwkuip Zonnestein v1.0

[5] VITAL-011401 DO Geotechnisch Ontwerp Bouwkuip Sportlaan v1.0

[6] SBR rapport "Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsaling op de bebouwing", 1998

[7] GVB "Voorschriften en eisen voor werken langs- en/of in trambanen", d.d. 17 februari 2016



### 3. Uitgangspunten zettingsberekeningen

In de uitgevoerde zettingsberekeningen zijn de onderstaande uitgangspunten gehanteerd.

- Zettingsverloop ten gevolge van de bemaling is berekend met Plaxis 2D versie 2017.
- De verlagingen in de deklaag en 1<sup>e</sup> watervoerend pakket zijn conform het berekeningsresultaat uit DO Bemalingsadvies [2].
- De representatieve grondparameters zijn weergegeven in Tabel 1. Voor meer informatie over de bepaling van de grondparameters wordt verwezen naar de Ontwerpbasis Geotechniek [1].

Tabel 1 – Gehanteerde representatieve grondparameters

Omschrijving [-]	$\gamma_{dr} / \gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi'_{2\%}$ [°]	$c'_{2\%}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$E_{oed;ref}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$E_{50;ref}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	$E_{ur;ref}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	POP [kN/m <sup>2</sup> ]	$K_v$ [m/s]
Ophoogzand	17 / 19	30	0	15	15	60	10	1,0 E-05
Sterk zandige klei	18 / 18	27	1	2,5	5	15	10	5,0 E-08
Zwak zandige klei	16 / 16	25	3	2	4	12	10	5,0 E-09
Stoorlaag klei/leem	17 / 20	28	1	6	6	18	10	1,0 E-06
Basisveen	11 / 11	22	1	1	2	6	20	2,0 E-09
Zand, matig	18 / 20	34	0	40	40	160	20	2,5 E-05

Waarin:

$\gamma_{dr}$  = volumiek gewicht van de grond bij een natuurlijk watergehalte [kN/m<sup>3</sup>]

$\gamma_{sat}$  = volumiek gewicht van verzadigde grond [kN/m<sup>3</sup>]

$c'$  = effectieve cohesie bij 2% of 5% rek [kN/m<sup>2</sup>]

$\phi'$  = hoek van interne wrijving bij 2% of 5% rek [°]

$E_{oed;ref}$  = oedometer stijfheid bij referentiespanning van 100 kPa [MN/m<sup>2</sup>]

$E_{50;ref}$  = triaxiaal stijfheid bij referentiespanning van 100 kPa [MN/m<sup>2</sup>]

$E_{ur;ref}$  = ontlast-herbelast stijfheid bij referentiespanning van 100 kPa [MN/m<sup>2</sup>]

POP= initiële overconsolidatie [kN/m<sup>2</sup>]

$K_v$ = verticale doorlatendheid [m/s]

- De aangehouden horizontale doorlatendheid is een factor 1,5 hoger dan de verticale doorlatendheid die gepresenteerd in Tabel 1 voor klei- en veenlagen. Voor zandlagen is een factor 10 aangehouden.
- De zettingen zijn in Plaxis gemodelleerd met het Hardening Soil Small Strain model waarbij het tijdsafhankelijke effect is meegenomen middels een consolidatie analyse. Opgemerkt wordt dat de kruipzetting niet meegenomen wordt in dit grondmodel. Gezien de korte bemalingsduur zal de kruipzetting naar verwachting verwaarloosbaar zijn.
- Voor de nulsituatie (i.e. situatie voor bemaling) is uitgegaan van een gemiddelde freatische grondwaterstand en stijghoogte in het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket. Op basis van de beschikbare peilbuisgegevens is bij Kronenburg en Zonnestein uitgegaan van een freatische grondwaterstand van NAP -4,6 m en een stijghoogte van NAP -3,8 m. Bij Sportlaan is uitgegaan van een gemiddelde freatische grondwaterstand van NAP -5,0 m en een stijghoogte van NAP -4,5 m [2].



- De gehanteerde bodemopbouw voor Kronenburg en Zonnestein is weergegeven in Tabel 2A, en voor Sportlaan is de bodemopbouw weergegeven in Tabel 2B.

Tabel 2A – Bodemopbouw Kronenburg en Zonnestein

Grondlaag	Nadere classificering	Modellering Drainage Plaxis	B.k. Grondlaag [NAP +m]
Zandige antropogene toplaag (gemodelleerd als ophoogzand)	Deklaag 1	Drained	-4,0 (= mv)
Sterk zandige klei	Deklaag 1	Undrained A	-5,0
Wadzand (gemodelleerd als stoorlaag klei/leem)	Deklaag 1	Undrained A	-7,5
Zwak zandige klei	Deklaag 1	Undrained A	-8,5
Basisveen	Deklaag 2	Undrained A	-10,5
Pleistoceen zand (gemodelleerd als zand, matig)	1 <sup>e</sup> Watervoerend pakket	Drained	-11,0

\* mv = maaiveld

Tabel 2B – Bodemopbouw Sportlaan

Grondlaag	Nadere classificering	Modellering Drainage Plaxis	B.k. Grondlaag [NAP +m]
Zandige antropogene toplaag (gemodelleerd als ophoogzand)	Deklaag 1	Drained	-4,3 (= mv)
Sterk zandige klei	Deklaag 1	Undrained A	-5,3
Zwak zandige klei	Deklaag 1	Undrained A	-8,0
Basisveen	Deklaag 2	Undrained A	-10,5
Pleistoceen zand (gemodelleerd als zand, matig)	1 <sup>e</sup> Watervoerend pakket	Drained	-11,0

\* mv = maaiveld

#### 4. Beschouwde doorsneden

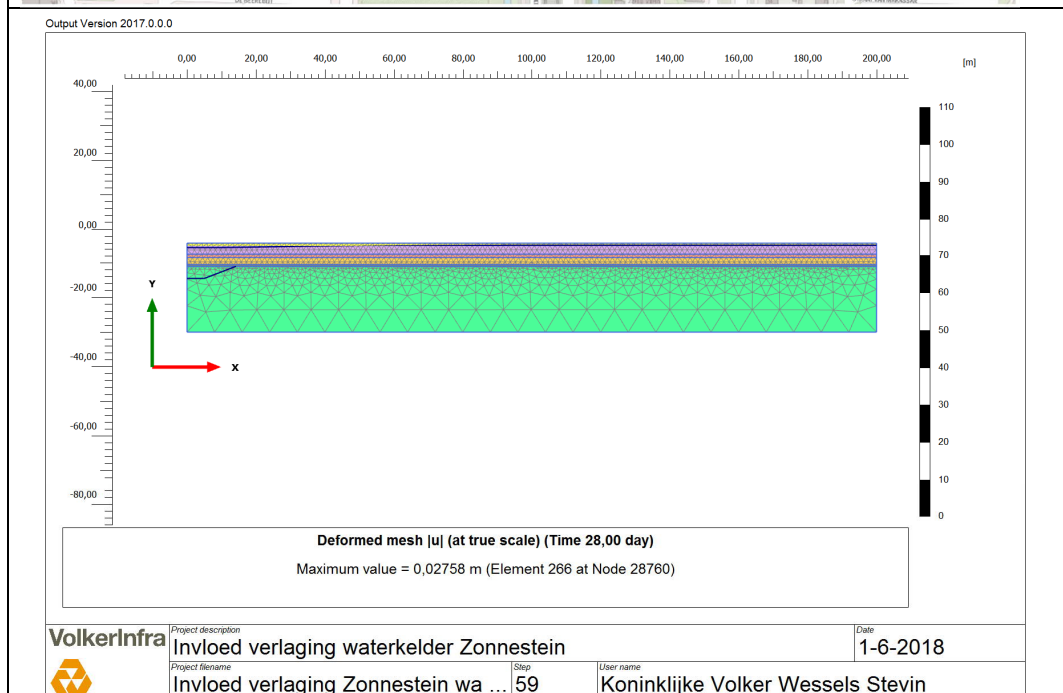
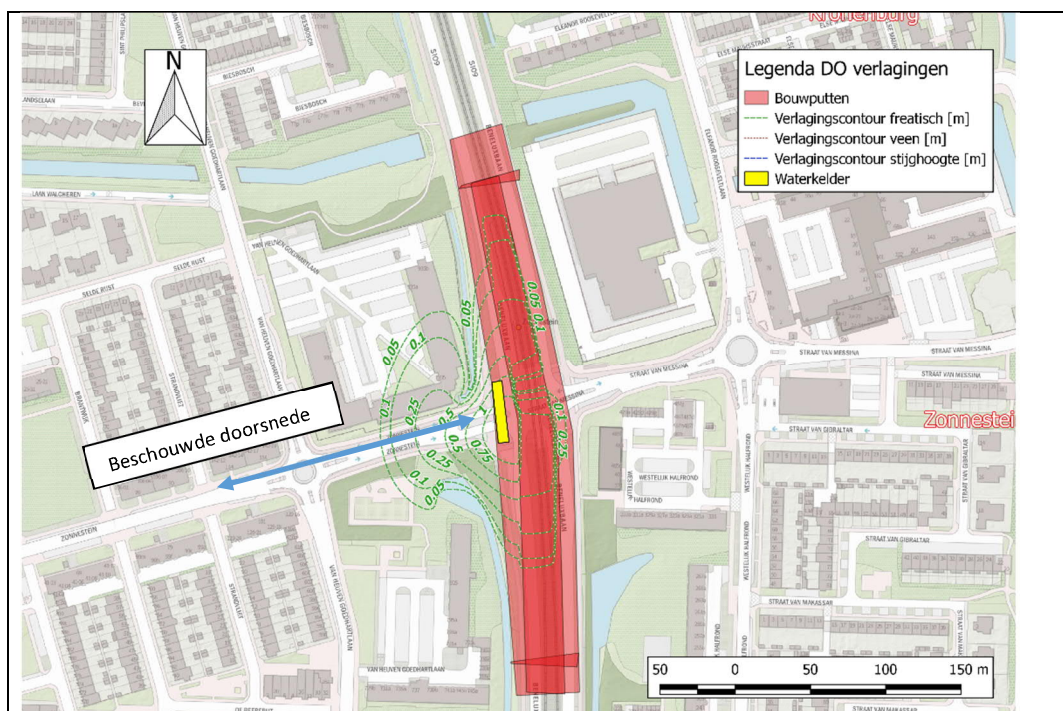
In totaal zijn er 4 doorsneden beschouwd om de maaiveldzettingen als gevolg van de spanningsbemaling te bepalen (zie Figuren 1 t/m 4). Het betreft de situatie met en zonder de bemaling van de waterkelder voor verdiepte liggingen Zonnestein en Sportlaan.

Er is bewust gekozen om Zonnestein en niet Kronenburg te beschouwen, omdat de bebouwing bij Zonnestein dicht bij de bouwkuip ligt. Bij Zonnestein wordt bij de bemaling van de waterkelder de grootste verlagingen verwacht aan de westzijde. Bij de bemaling van de rest van de verdiepte ligging zijn de verlagingen aan weerszijden van de bouwkuip gelijkwaardig.

Bij Sportlaan wordt bij de bemaling van de verdiepte ligging de grootste verlagingen berekend aan de oostzijde van de bouwkuip, omdat het retourveld aan de zuid- en westzijde van de verdiepte ligging is gepositioneerd. Bij de keuze van de beschouwde doorsneden is hier rekening mee gehouden. Opgemerkt wordt dat de consolidatie nagenoeg volledig is opgetreden na 84 dagen. Dat betekent dat de onzekerheid in doorlatendheid hiermee wordt afgedekt.

In de onderstaande figuren zijn tevens de gemodelleerde verlagingcontouren weergegeven voor de deklaag en het 1<sup>e</sup> wvp, waarbij X=0 ter plaatse is van de bouwkuip. Tussen de punten is de waterstand lineair geïnterpoleerd.





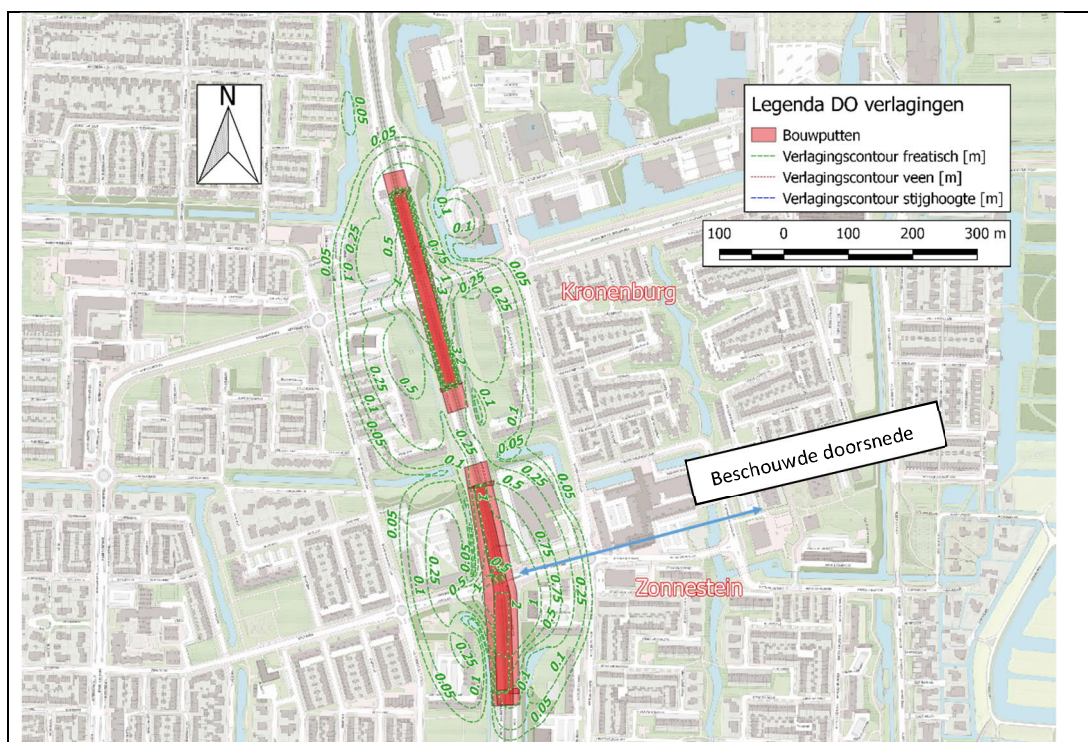
Deklaag 1: X=0 m NAP -5,6 m; X=10 m NAP -5,6 m; X=25 m NAP -5,35 m; X=40 m NAP -5,1 m; X=60 m NAP -4,85 m; X=75 m NAP -4,7 m; X=100 m NAP -4,6 m; X=200 m NAP -4,6 m

Deklaag 2: X=0 m NAP -7,6 m; X=5 m NAP -7,6 m; X=20 m NAP -6,6 m; X=45 m NAP -5,6 m; X=60 m NAP -5,35 m; X=75 m NAP -5,1 m; X=100 m NAP -4,85 m; X=150 m NAP -4,6 m; X=200 m NAP -4,6 m

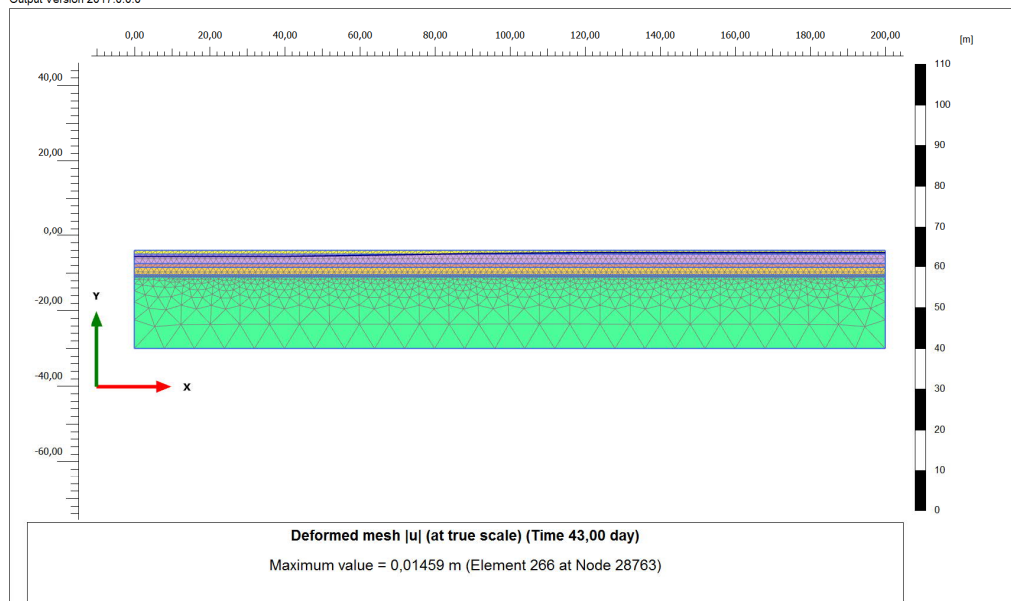
1<sup>e</sup> WVP: X=0 m NAP -14,5 m; X=5 m NAP -14,5 m; X=20 m NAP -8,8 m; X=60 m NAP -5,8 m; X=100 m NAP -4,8 m; X=150 m NAP -4,3 m; X=180 m NAP -3,8 m; X=200 m NAP -3,8 m

Figuur 1 – Modelleringsdoorsnede waterkelder Zonnestein (na 28 dagen)





Output Version 2017.0.0.0



Project description  
Verlaging verdiepte ligging Zonnestein

Date  
1-6-2018

Project filename  
Invloed verlaging Zonnestein VD ... 69

User name  
Koninklijke Volker Wessels Stevin

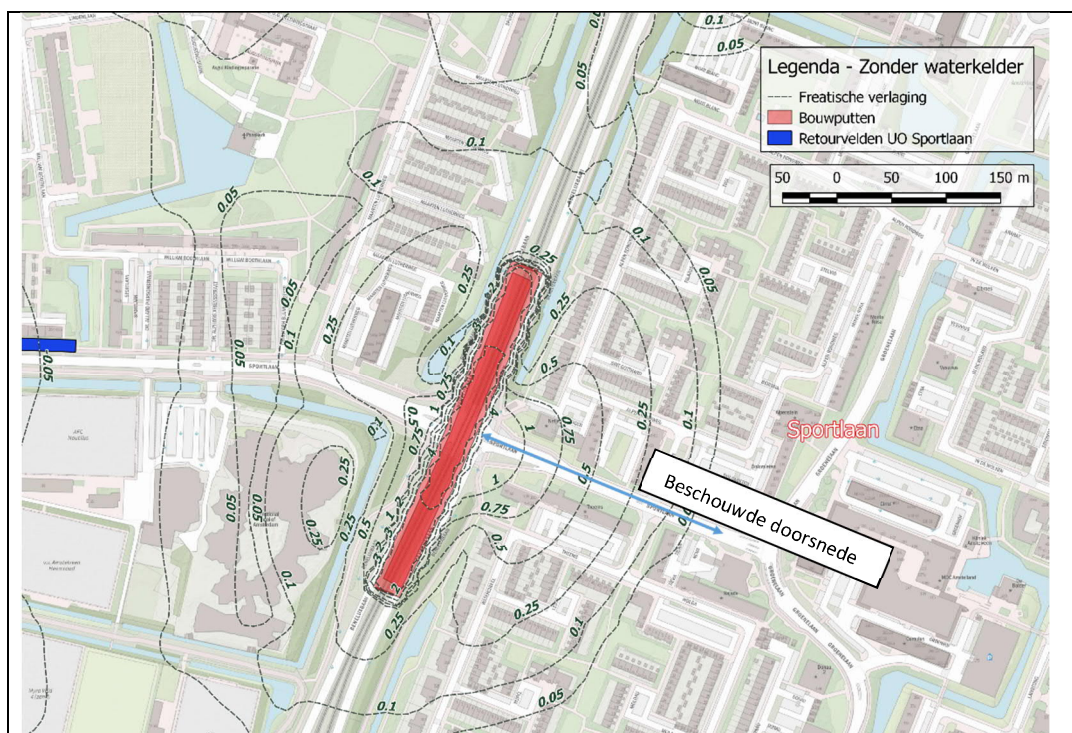
Deklaag 1: X=0 m NAP -5,6 m; X=40 m NAP -5,6 m; X=60 m NAP -5,35 m; X=75 m NAP -5,1 m; X=90 m NAP -4,85 m; X=120 m NAP -4,6 m; X=200 m NAP -4,6 m

Deklaag 2: X=0 m NAP -6,6 m; X=20 m NAP -6,6 m; X=60 m NAP -5,6 m; X=120 m NAP -4,85 m; X=160 m NAP -4,6 m; X=200 m NAP -4,6 m

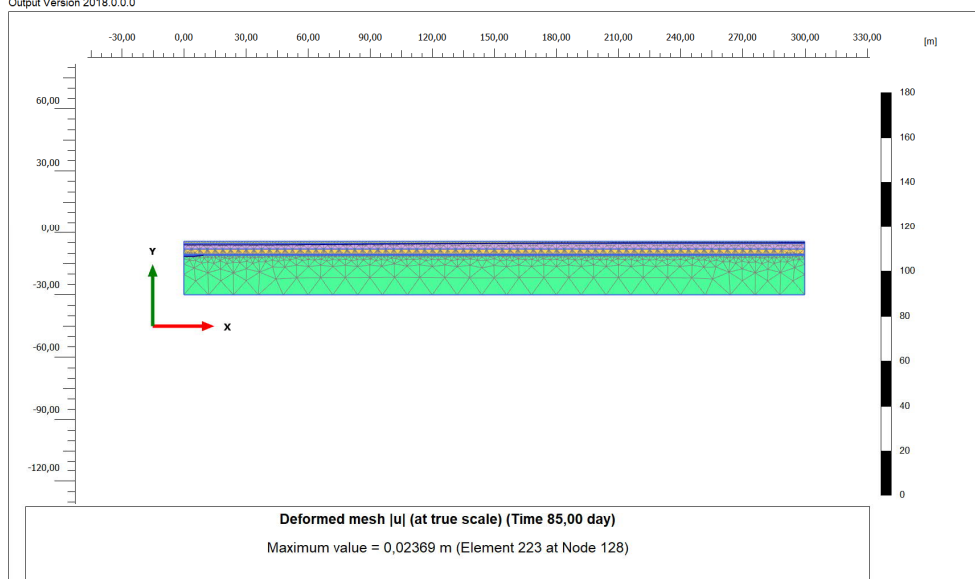
1<sup>e</sup> WVP: X=0 m NAP -10,5 m; X=5 m NAP -10,5 m; X=40 m NAP -6,8 m; X=90 m NAP -4,8 m; X=180 m NAP -3,8 m; X=200 m NAP -3,8 m

Figuur 2 – Modelleringsdoorsnede verdiepte ligging Zonnestein (na 42 dagen)





Output Version 2018.0.0.0



Project description	Date
Bemaling Sportlaan na 84 dagen	9-5-2019
Project filename	User name
Invloed verlaging Sportlaan VDL ...	Koninklijke Volker Wessels Stevin

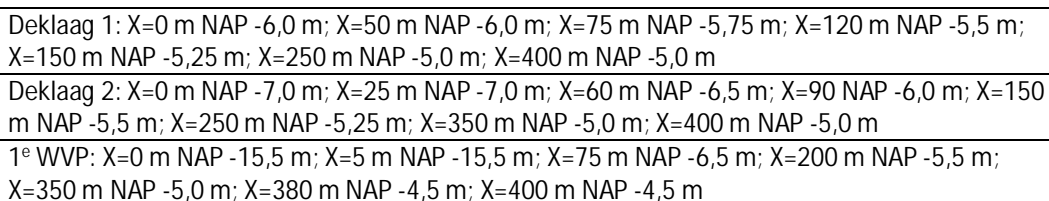
Deklaag 1: X=0 m NAP -6,0 m; X=40 m NAP -6,0 m; X=80 m NAP -5,75 m; X=110 m NAP -5,5 m; X=150 m NAP -5,25 m; X=180 m NAP -5,1 m; X=300 m NAP -5,0 m

Deklaag 2: X=0 m NAP -7,0 m; X=25 m NAP -7,0 m; X=50 m NAP -6,5 m; X=75 m NAP -5,75 m; X=100 m NAP -5,5 m; X=160 m NAP -5,25 m; X=250 m NAP -5,0 m; X=300 m NAP -5,0 m

1<sup>e</sup> WVP: X=0 m NAP -11,5 m; X=5 m NAP -11,5 m; X=50 m NAP -6,5 m; X=180 m NAP -6,0 m; X=250 m NAP -5,0 m; X=280 m NAP -4,5 m; X=300 m NAP -4,5 m

Figuur 3 – Modelling doorsnede verdiepte ligging Sportlaan excl. waterkelder (na 84 dagen)





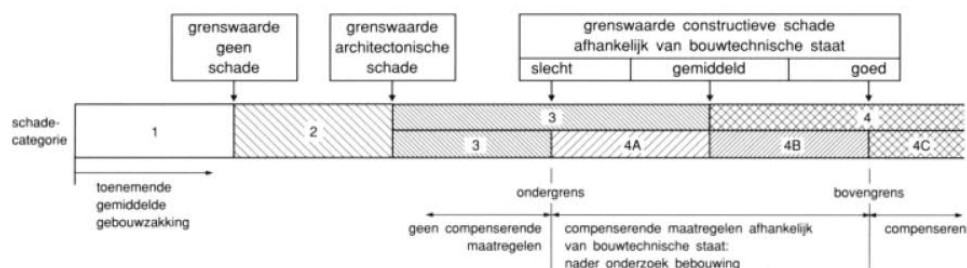


## 5. Aanpak omgevingsbeïnvloeding panden

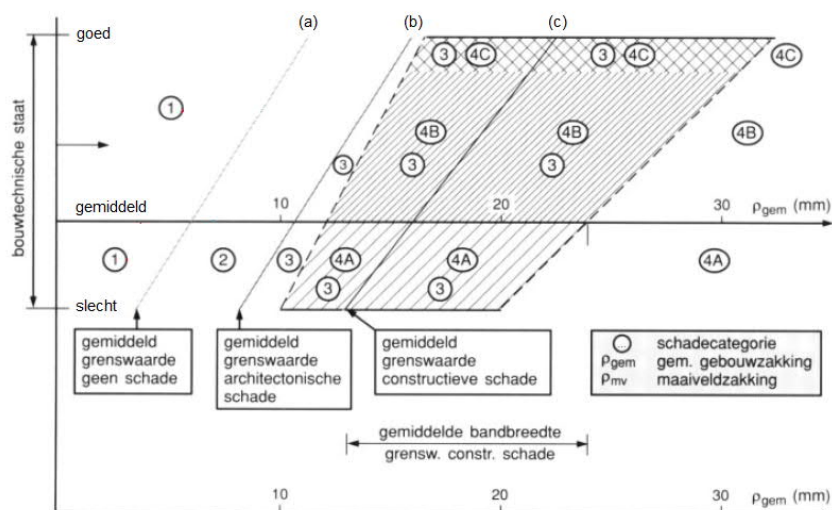
De invloed van maaiveldzettingen op de nabijgelegen panden is bepaald conform SBR rapport "Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstands daling op de bebouwing". Deze leidraad houdt rekening met het feit dat in de praktijk door heterogeniteit van het bodemprofiel en variatie in de samendrukbaarheid binnen grondlagen pandzakkingen optreden die ongelijkmatiger kunnen verlopen dan verwacht op basis van het berekende zettingsverloop. Alle panden binnen het invloedsgebied van de spanningsbemaling worden aan deze grenswaarde getoetst.

Op basis van deze leidraad kan een inschatting van de schade gemaakt worden aan de hand van de bouwkundige staat van de bebouwing, het funderingstype en de omvang van de duur van de bemaling. Voor de classificatie (zie Figuren 5 en 6) van de panden zijn de onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- Panden rondom de verdiepte liggingen bevinden zich in redelijke tot goede staat.
- Ervan uitgaande dat de panden op betonpalen zijn gefundeerd wordt aangenomen dat maximaal 50% van de rekenkundige maaiveldzettingen worden overgedragen aan de panden. Dit is een veilige aanname omdat een deel van de belasting mogelijk ook wordt afgedragen in de wadzandlaag/-lagen.
- De belendende panden liggen op een dusdanige afstand dat vervormingen ten gevolge van het ontgraven van de bouwkuip geen invloed hebben.



Figuur 5 – Weergave van grenswaarden en categorieën [6]

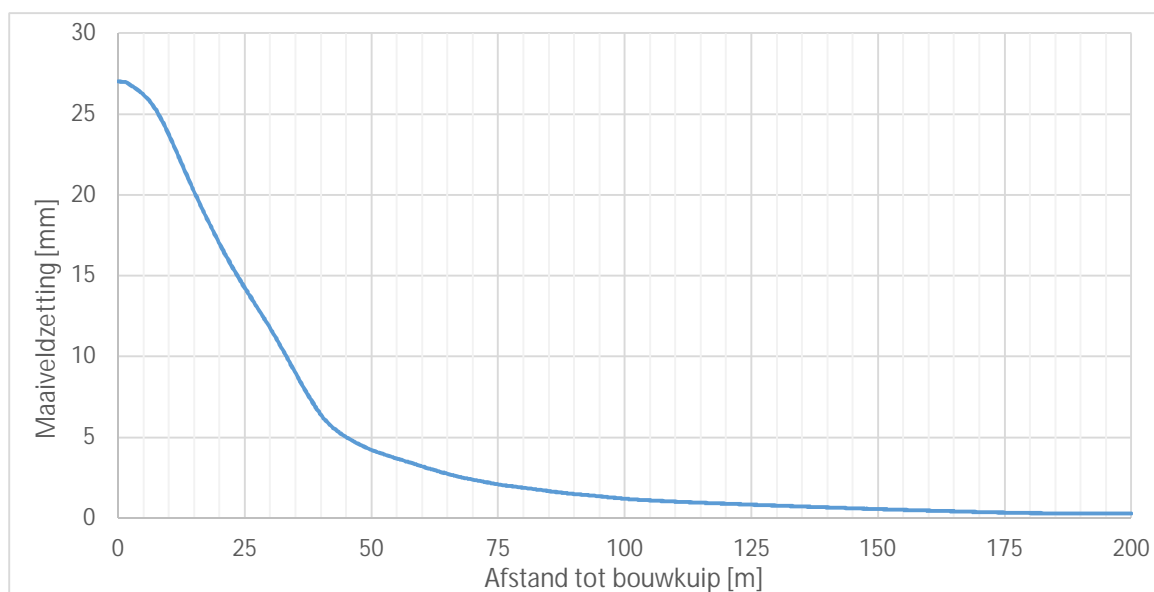


Figuur 6 – Grenswaarden gebouwszakking door grondwaterstands daling [6]

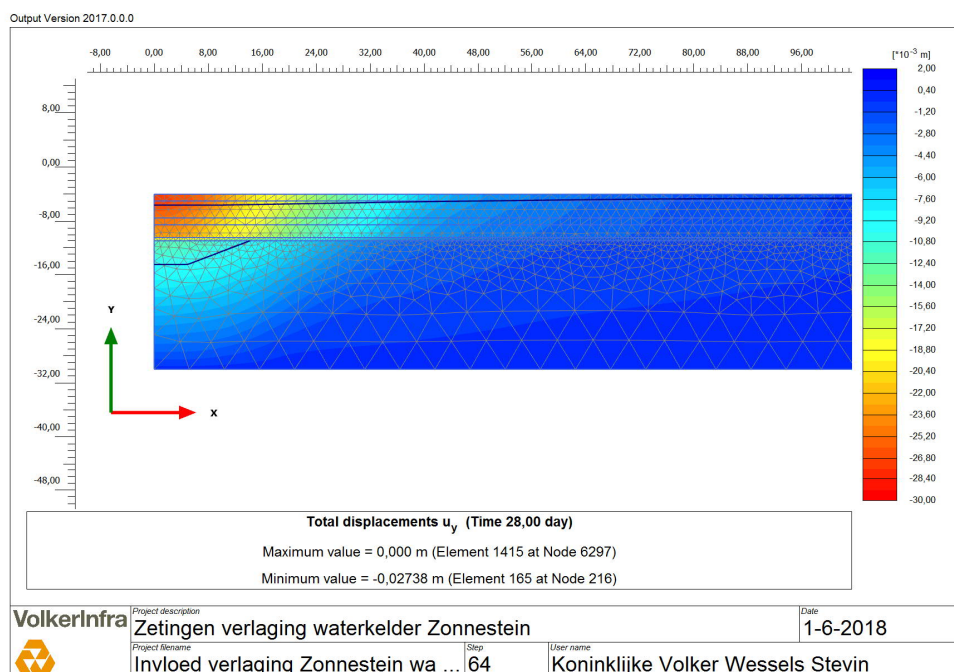


## 6. Resultaten

Het verwachte zettingsverloop op maaiveld na 28 dagen bemalen van de waterkelder van de verdiepte ligging Zonnestein is weergegeven in Figuren 7 en 8. Het zettingsverloop is gebaseerd op de verwachte verlagingcontouren welke zijn opgenomen in Bijlage 1. Opgemerkt wordt dat het gepresenteerde zettingsverloop uitsluitend van toepassing is voor de westzijde in het centrale deel van bouwkuip Kronenburg en Zonnestein (i.e. ter hoogte van moten 5 en 6). Buiten deze zone wordt geen noemenswaardige zetting verwacht als gevolg van de spanningsbemaling van de waterkelder.



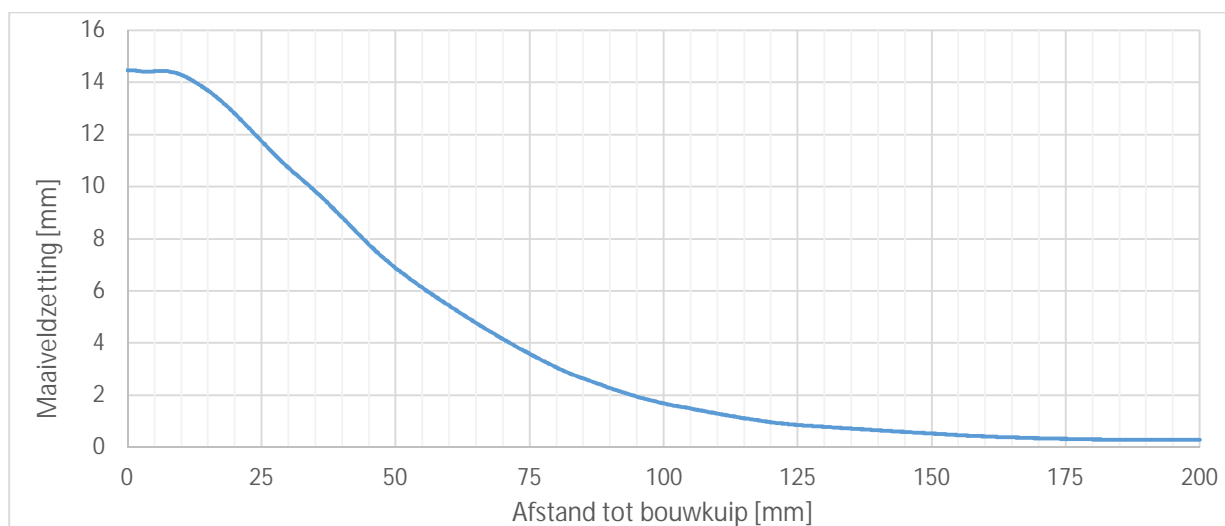
Figuur 7 – Zettingsverloop op maaiveld bij doorsnede waterkelder Zonnestein (na 28 dagen)



Figuur 8 – Plaxis uitvoer na 28 dagen bemalen waterkelder



In Figuur 9 is het verwachte zettingsverloop op maaiveld van verdiepte ligging Zonnestein na 42 dagen bemalen gepresenteerd, de bijbehorende verlagingscontouren zijn opgenomen in Bijlage 2. Dit zettingsverloop is van toepassing op de oostzijde van de bouwkuip Kronenburg en Zonnestein. Voor het verwachte zettingsverloop aan de westzijde ter hoogte van de waterkelder dienen Figuren 7 en 9 gecombineerd te worden. Dit is een bovengrens benadering.



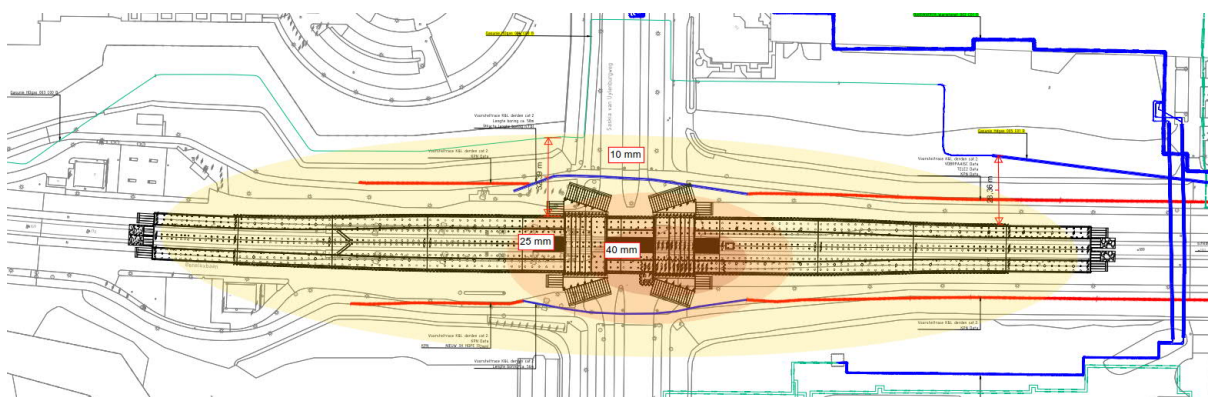
Figuur 9 – Zettingsverloop op maaiveld bij doorsnede verdiepte ligging Zonnestein (na 42 dagen)

Dit betekent het volgende voor de nabijgelegen bebouwing en infrastructuur:

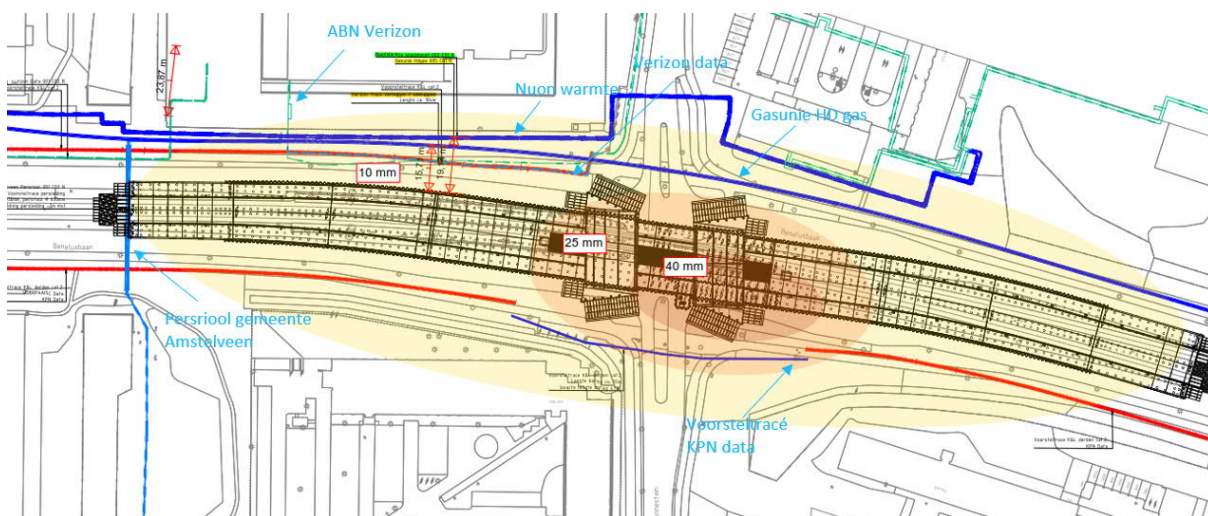
- Het kantoorpand aan de Van Heuven Goedhartlaan 935 aan de westzijde van Zonnestein ligt op ca. 40 m afstand van de waterkelder. Ter plaatse van dit belendende pand wordt 7 mm pandvervorming (i.e. 14 mm maaiveldzakking) verwacht. Dit gebouw verkeert in goede staat, op basis van de SBR leidraad wordt maximaal lichte architectonische schade verwacht (d.w.z. haarscheurtjes in het metsel- en/of stucwerk aan de buitenzijde van het pand).
- Voor de belendende panden op 25 á 30 m afstand aan de oostzijde van de bouwkuip, zoals het ABN kantoor CCA Noord en het flatgebouw aan het Westelijk Halfrond nr. 323-499, wordt 4 mm pandvervorming (i.e. 8 mm maaiveldzakking) verwacht. Ervan uitgaande dat deze gebouwen in redelijke tot goede staat verkeren wordt geen schade verwacht.
- De belendende panden bij Kronenburg liggen op dusdanige afstand dat geen schade wordt verwacht ten gevolge van de bemalingswerkzaamheden.
- Voor het tramspoor ter plaatse van de waterkelder wordt een gelijkmatige zetting van ca. 40 mm verwacht ten gevolg van de spanningsbemaling. Het GVB geeft in haar voorschriften aan dat een dergelijke zetting (boven de 10 mm) is toegestaan indien de zetting gelijkmatig optreedt, de afwatering van de trambaan in stand blijft en geen scheurvorming optreedt [7]. Tijdens de uitvoering zal het zettingsverloop van het tramspoor nauwlettend in de gaten worden gehouden. Op basis van de monitoring wordt beoordeeld of aanvullende maatregelen benodigd zijn.
- Het weglichaam van de verlegde Belenuxbaan ondergaat naar verwachting een gelijkmatige zetting van 20 mm aan de oostzijde en 40 mm aan de westzijde in het centrale deel van de bouwkuip. Aan de uiteinden van de bouwkuip wordt maximaal 5 mm zetting verwacht. Gezien het feit dat het gaat om een tijdelijke verlegging van ca. 1 jaar wordt deze gelijkmatige zetting geaccepteerd.



- De kabels en leidingen die in de samendrukbare deklaag op ca. 1 m -mv liggen op de kleinste afstand van de bouwkuip (ca. 10 m), deze ondervinden maximaal een gelijkmatige zetting van respectievelijk 10 mm aan de oostzijde en 25 mm aan de westzijde als gevolg van de spanningsbemaling (zie Figuren 10 en 11). Of dit acceptabel is zal besproken moet worden met de beheerders. De verwachting is dat een dergelijke zetting acceptabel is, aangezien deze zetting gelijkmatig optreedt en daardoor resulteert in een zeer beperkte hoekdraaiing van kabels en/of leidingen.



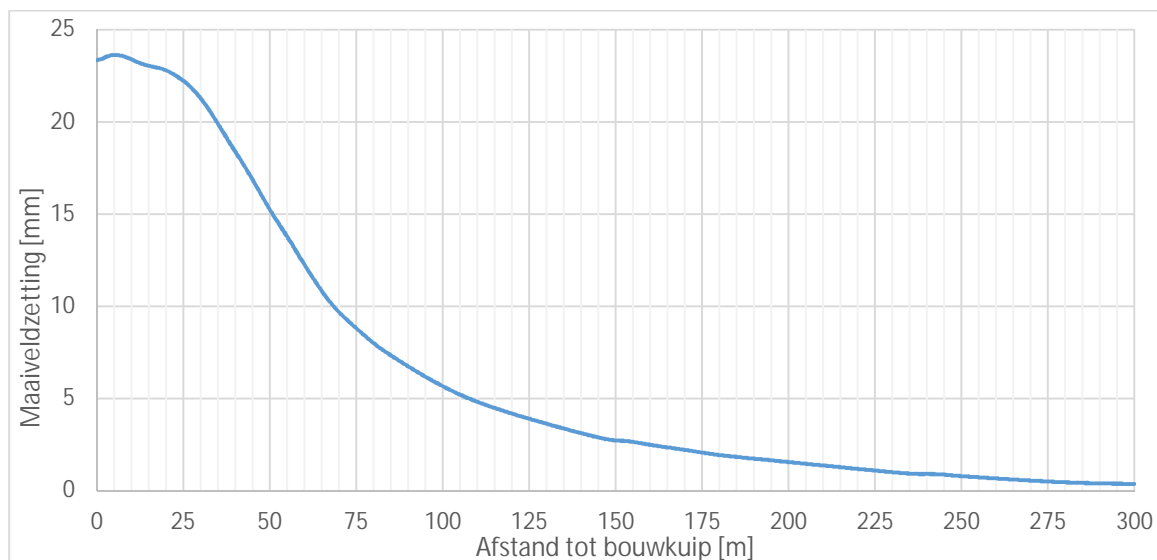
Figuur 10 – Zettingscontour Kronenburg na bemaling verdiepte ligging



Figuur 11 – Zettingscontour Zonnestein na bemaling verdiepte ligging

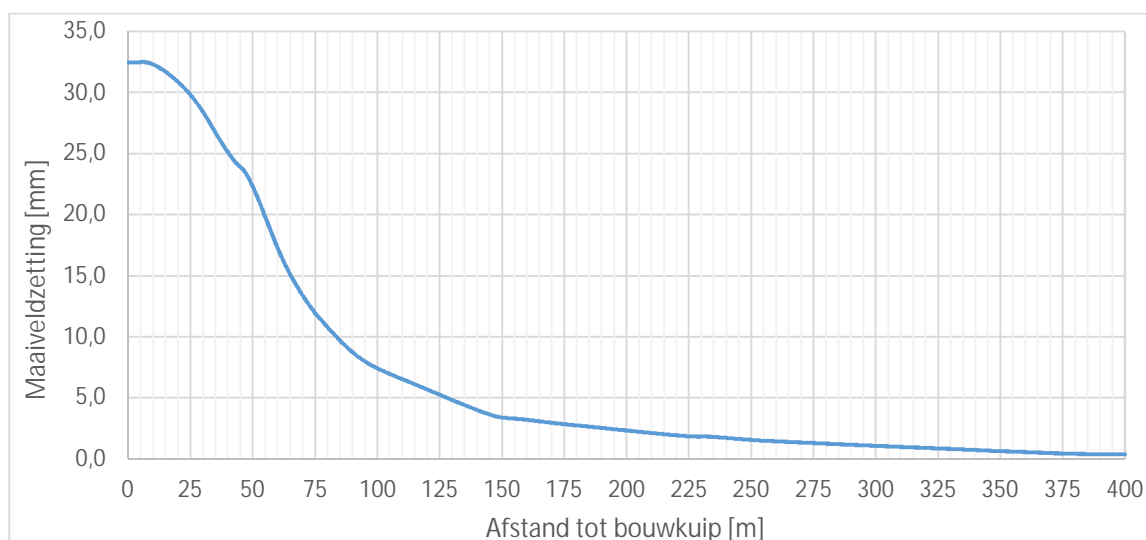


Het verwachte zettingsverloop op maaiveld na 84 dagen bemalen voor de verdiepte ligging Sportlaan is weergegeven in Figuur 12. Opgemerkt wordt dat dit zettingsverloop van toepassing is voor de oostzijde van de bouwkuip. Aan de westzijde van de bouwkuip zijn de zettingen naar verwachting 50% lager. De verlagingslijnen na 84 dagen bemalen zijn opgenomen in Bijlage 3.



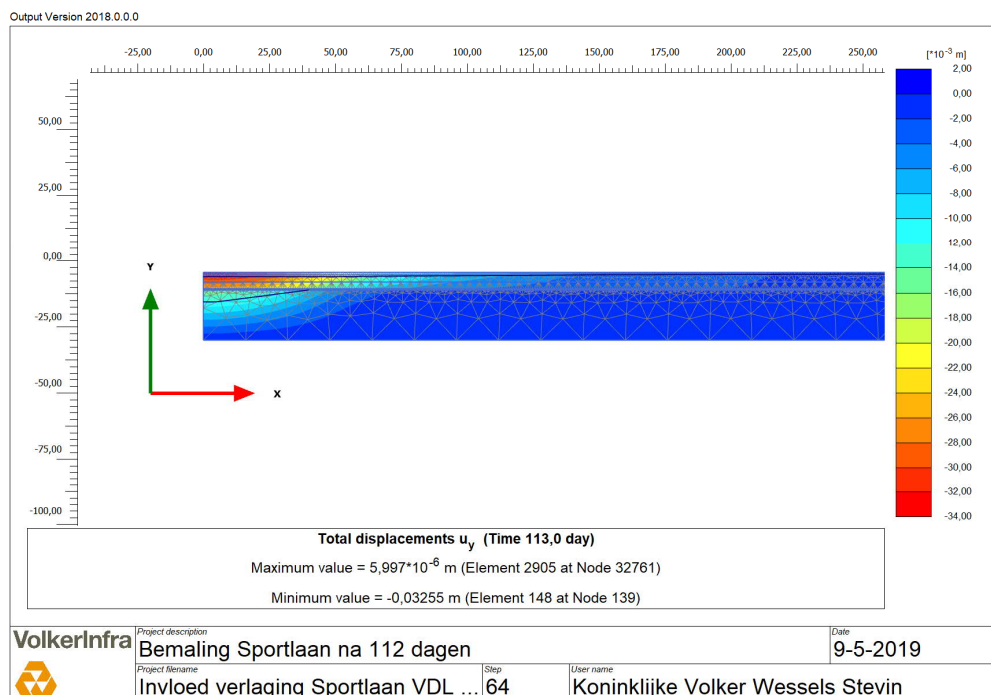
Figuur 12 – Zettingsverloop op maaiveld bij doorsnede verdiepte ligging Sportlaan exclusief waterkelder (na 84 dagen)

Figuren 13 en 14 laten het verwachte zettingsverloop op maaiveld na 112 dagen bemalen aan de oostzijde van de bouwkuip zien (i.e. ter hoogte van moot 5 en 6), waarin de laatste 28 dagen de bemaling voor de waterkelder is meegenomen. Aan de westzijde van de bouwkuip zijn de zettingen naar verwachting 50% lager. Dit komt door de positionering van het retourveld aan de zuid- en westzijde van de bouwkuip. De bijbehorende verlagingscontouren zijn opgenomen in Bijlage 4.



Figuur 13 – Zettingsverloop op maaiveld bij doorsnede verdiepte ligging Sportlaan inclusief waterkelder (na 112 dagen)



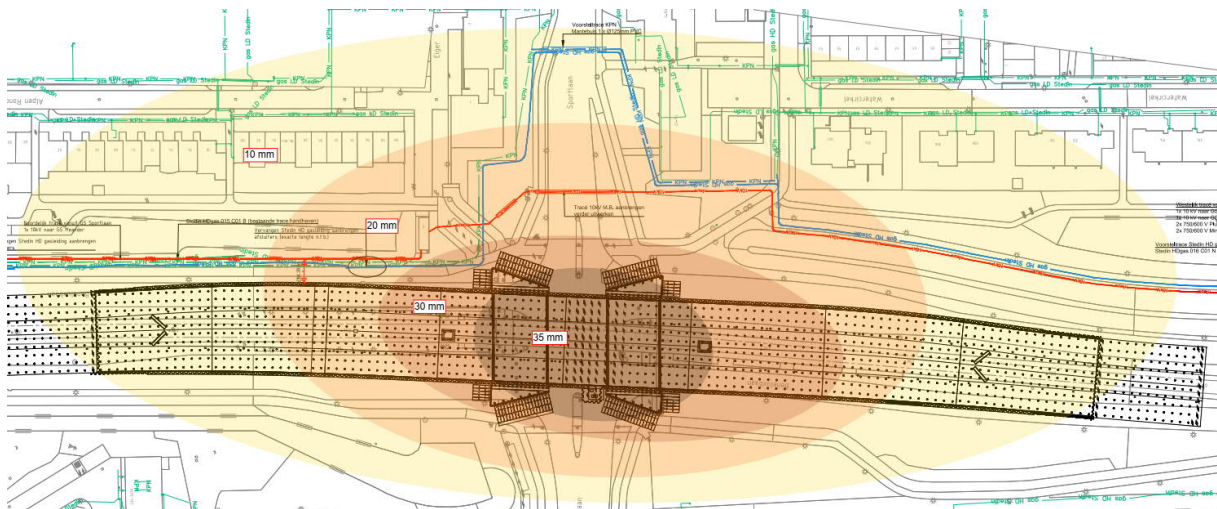


Figuur 14 – Plaxis uitvoer na 112 dagen bemalen verdiepte ligging inclusief waterkelder

Dit betekent het volgende voor de nabijgelegen bebouwing en infrastructuur:

- Voor de belendende panden aan de oostzijde tot ca. 60 m van de waterkelder, dit zijn rijtjeshuizen langs de Alpen Rondweg nr. 96, 98 en 110, kantoorpand aan de Eiger 1, en flatgebouw aan de Theems nr. 2-152 wordt 10 mm pandvervorming (i.e. 20 mm maaiveldzakking) verwacht. Ervan uitgaande dat deze panden in redelijke tot goede staat verkeren ligt deze pandvervorming op de grens van het gebied waar architectonische schade wordt verwacht (zie Figuren 5 en 6).
- Voor de belendende panden op ca. 25 m aan de westzijde van de bouwkuip, zoals het flatgebouw langs de Maarten Lutherweg nr. 252-286, wordt 2 mm pandvervorming (i.e. 4 mm pandvervorming) verwacht. Opgemerkt wordt dat dit flatgebouw buiten het freatisch invloedsgebied valt van de waterkelder.
- Het tramspoor is ten tijden van de bemaling buiten dienst. Zettingen zijn om deze reden niet van toepassing.
- Het weglichaam van de verlegde Belenuxbaan ondergaat naar verwachting een gelijkmatige zetting van ca. 35 mm in het centrale deel van de bouwkuip en ongeveer 5 mm richting de uiteinden van de bouwkuip. Gezien het feit dat het gaat om een tijdelijke verlegging van 1 jaar wordt deze relatief gelijkmatige zetting geaccepteerd.
- De kabels en leidingen die in de samendrukbare deklaag op ca. 1 m -mv liggen op de kleinste afstand van de bouwkuip (ca. 10 m), deze ondervinden maximaal een gelijkmatige zetting van ca. 30 mm als gevolg van de spanningsbemaling. Of dit acceptabel is zal besproken moet worden met de beheerders. De verwachting is dat een dergelijke zetting acceptabel is, aangezien deze zetting gelijkmatig optreedt en daardoor resulteert in een zeer beperkte hoekdraaiing van kabels en/of leidingen.





Figuur 15 – Zettingscontour bemaling Sportlaan verdiepte ligging en waterkelder

## 7. Conclusie

Uit de berekeningen volgt dat de maaiveldzetting als gevolg van de spanningsbemaling naar verwachting geen negatieve invloed heeft op de belendende panden rondom de verdiepte liggingen. Echter voor het kantoorpand aan de Van Heuven Goedhartlaan 935 aan de westzijde van Zonnestein en aan de oostzijde van Sportlaan (ter plaatse van rijtjeshuizen langs de Alpen Rondweg nr. 96, 98 en 110, kantoorpand aan de Eiger 1, en flatgebouw aan de Theems nr. 2-152) is rekenkundig wel een kans op architectonische schade (d.w.z. een aantal haarscheurtjes in het metsel- en/of stucwerk aan de buitenzijde van het pand). Een dergelijk schadeprofiel wordt in de Nederlandse ontwerppraktijk voor binnenstedelijke bouwwerkzaamheden als acceptabel schadeprofiel beschouwd. De verwachting is dat de berekende pandvervormingen een bovengrens zullen zijn, omdat in de berekeningen uit is gegaan van veilige aannamen, zoals de overdrachtsfactor van 50% en het bepalen van zettingen met representatieve parameters (5% ondergrens waarden).

Voor het tramspoor wordt uitsluitend invloed van de spanningsbemaling verwacht tijdens de bouw van de waterkelder bij Kronenburg en Zonnestein. In deze periode dient de ligging van de spoor nauwlettend gemonitord worden. Tijdens de grote bemaling van de verdiepte ligging Kronenburg en Zonnestein, en bij Sportlaan gedurende de gehele bemalingsperiode zijn lijn 5 en 51 buiten bedrijf.

De Beneluxbaan voor het wegverkeer wordt tijdens de bouw van de verdiepte ligging voor een periode van ca. 1 jaar verlegd naar de buitenzijde tegen de tijdelijke systeemgrens. Na deze periode wordt de Beneluxbaan definitief verplaatst direct naast de verdiepte ligging. In de bouwfase dat er wordt bemalen wordt een maximale maaiveldzetting van 20 á 40 mm verwacht bij Kronenburg en Zonnestein, en 45 mm bij Sportlaan. Gezien het feit dat het gaat om een tijdelijke verlegging en een relatief gelijkmatig verloopt wordt een dergelijke zetting geaccepteerd.

De aanwezige kabels en leidingen rondom de verdiepte ligging die in de samendrukbare deklaag zijn aangelegd kunnen ook een zetting ondervinden van maximaal 10 á 30 mm op ca. 10 m afstand uit de bouwkuip op 1 m onder bestaand maaiveld. Of dit acceptabel is zal besproken moet worden met de beheerders. De verwachting is er geen schade optreedt aan deze kabels en leiding als gevolg van de zetting door de spanningsbemaling, omdat de zetting gelijkmatig verloopt en daardoor resulteert in een zeer beperkte hoekdraaiing.



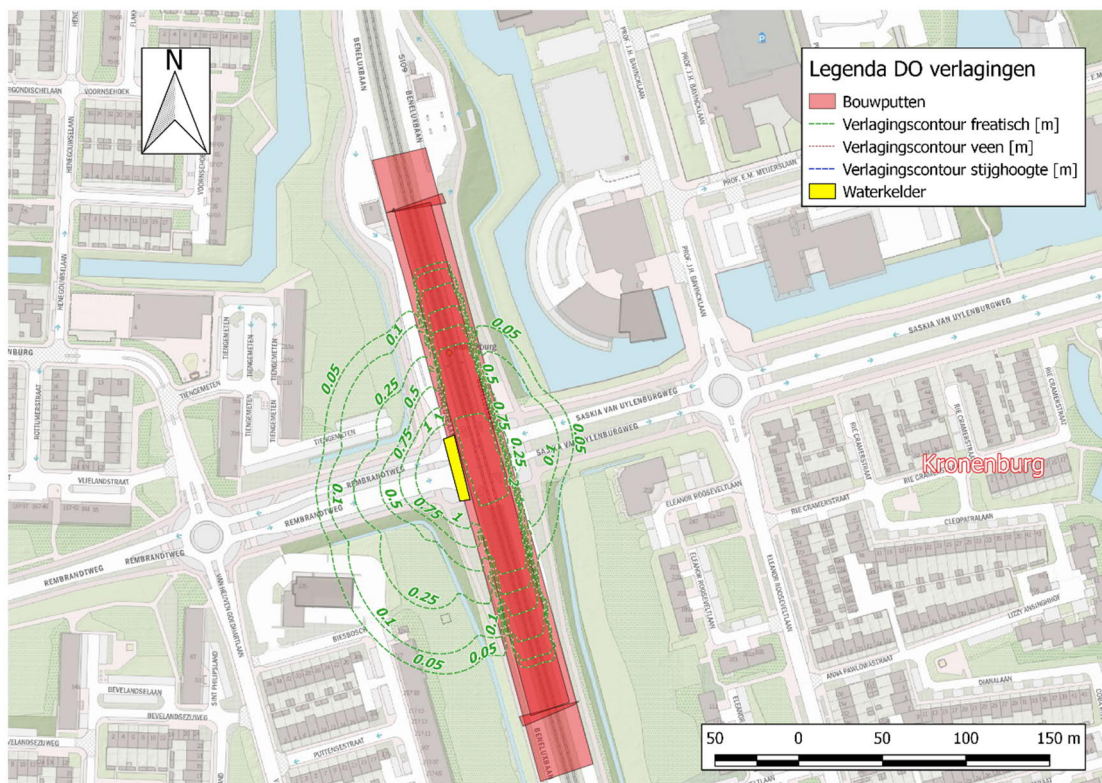
Op basis van het bovenstaande wordt geconcludeerd dat vanuit het oogpunt van omgevingsbeïnvloeding bij een zorgvuldige uitvoering en bewaking van de spanningsbemaling de bouw van de verdiepte liggingen met behulp van een spanningsbemaling uitgevoerd kan worden. Aan de oostzijde van Sportlaan (ter plaatse van rijtjeshuizen langs de Alpen Rondweg nr. 96, 98 en 110, kantoorpand aan de Eiger 1, en flatgebouw aan de Theems nr. 2-152) wordt voorgesteld om een paar ondiepe retourbronnen onder de deklaag te plaatsen, omdat de pandvervorming net onder de grens ligt voor constructieve schade. In de uitvoering is geen tijd om bij te schakelen wanneer de metingen tegen blijken te vallen.



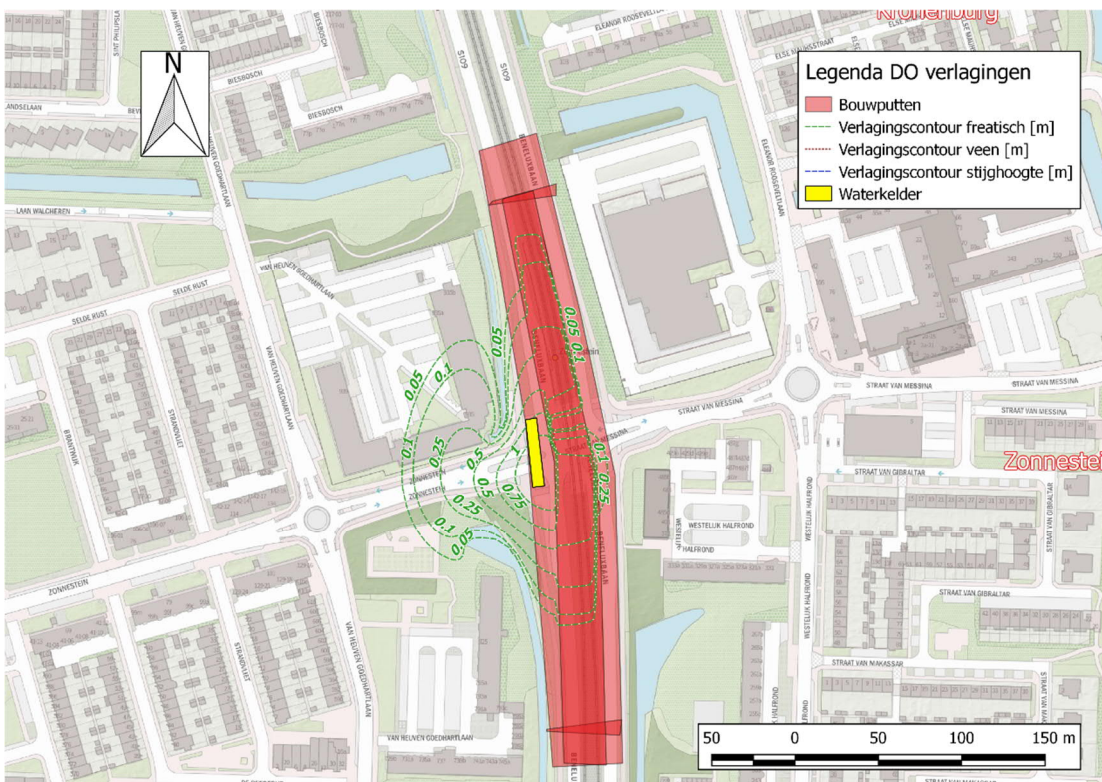


Bijlage 1 – Isohypsens bemaling waterkelder Kronenburg en Zonnestein (na 28 dagen)



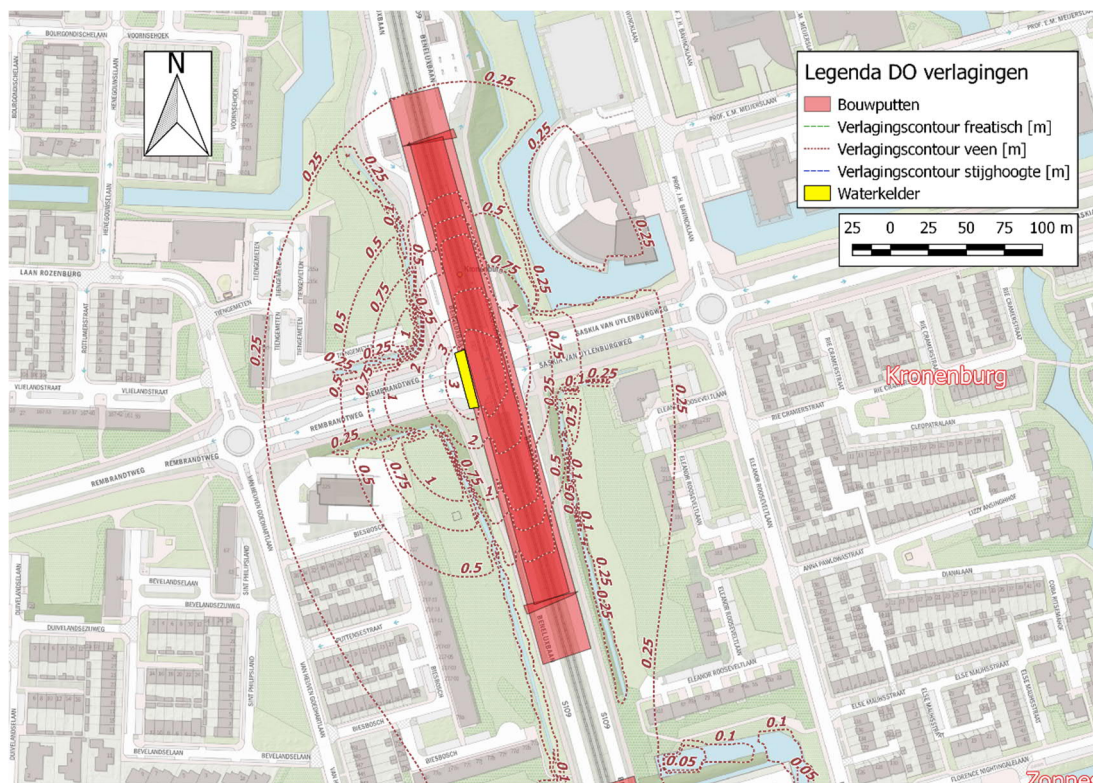


Kronenburg - verlaging freatische grondwaterstand in deklaag 1

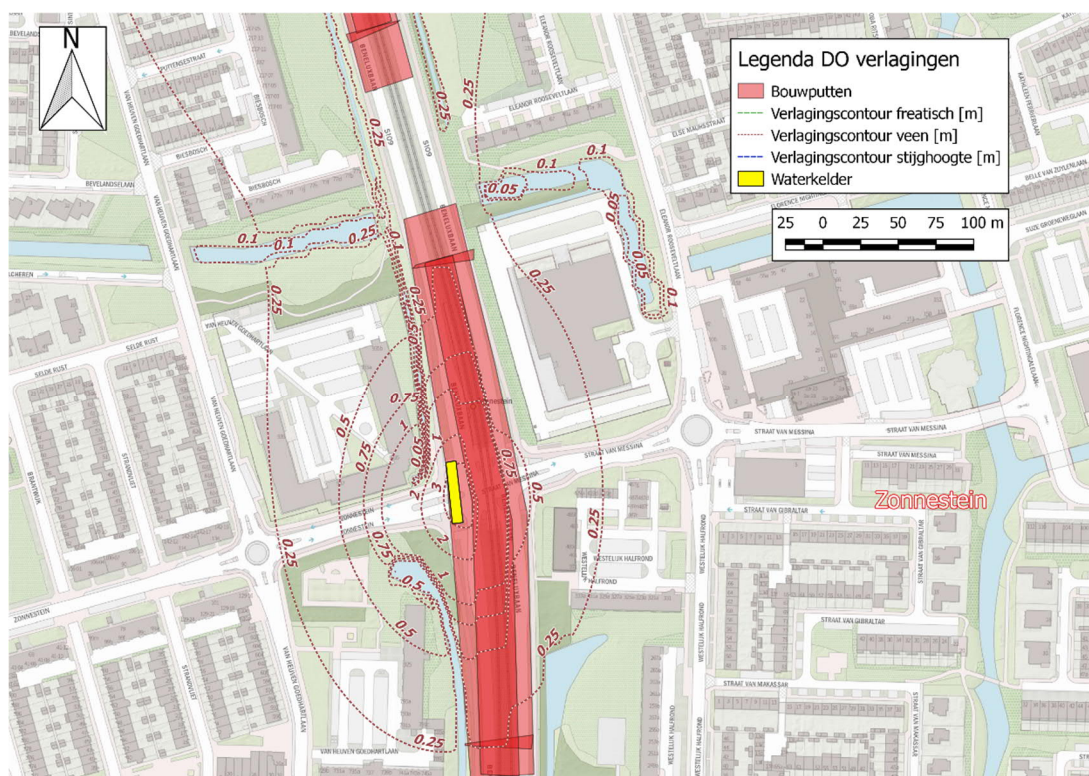


Zonnestein - verlaging freatische grondwaterstand in deklaag 1



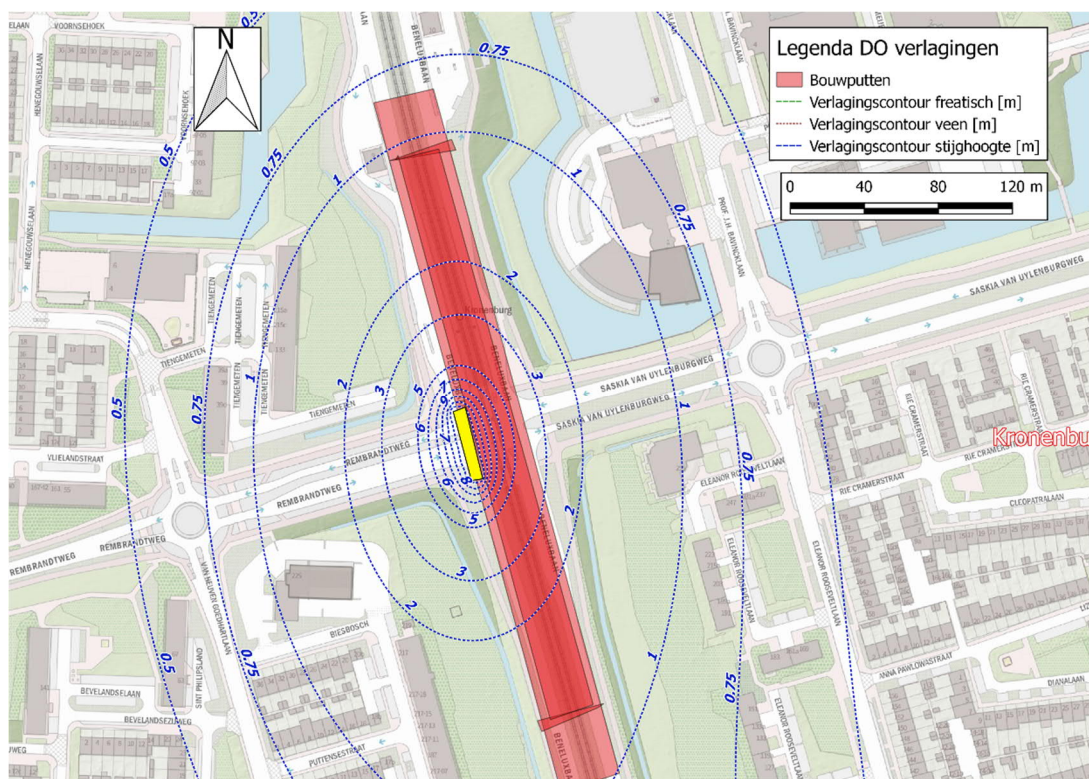


Kronenburg - verlaging freatische grondwaterstand in deklaag 2 (Basisveen)

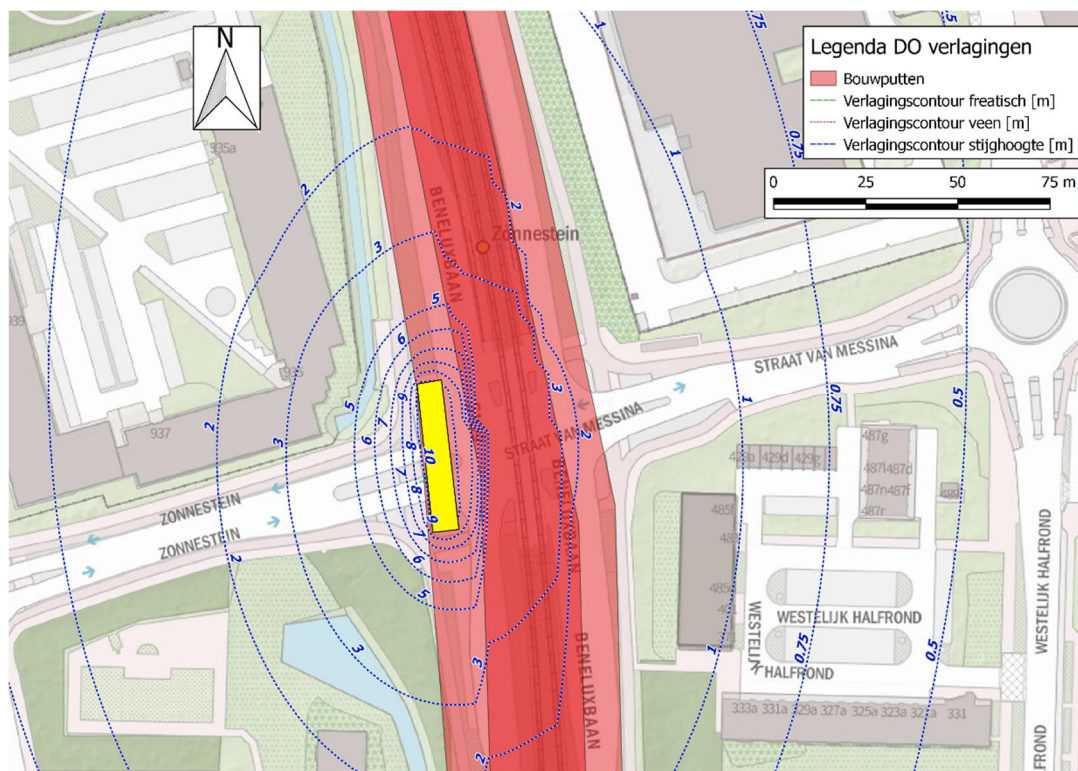


Zonnestein - verlaging freatische grondwaterstand in deklaag 2 (Basisveen)





Kronenburg - verlaging stijghoogte in 1<sup>e</sup> WVP



Zonnestein - verlaging stijghoogte in 1<sup>e</sup> WVP



Pagina 21 van 28





## Bijlage 2 – Isohypsens bemaling verdiepte ligging Kronenburg en Zonnestein (na 70 dagen)

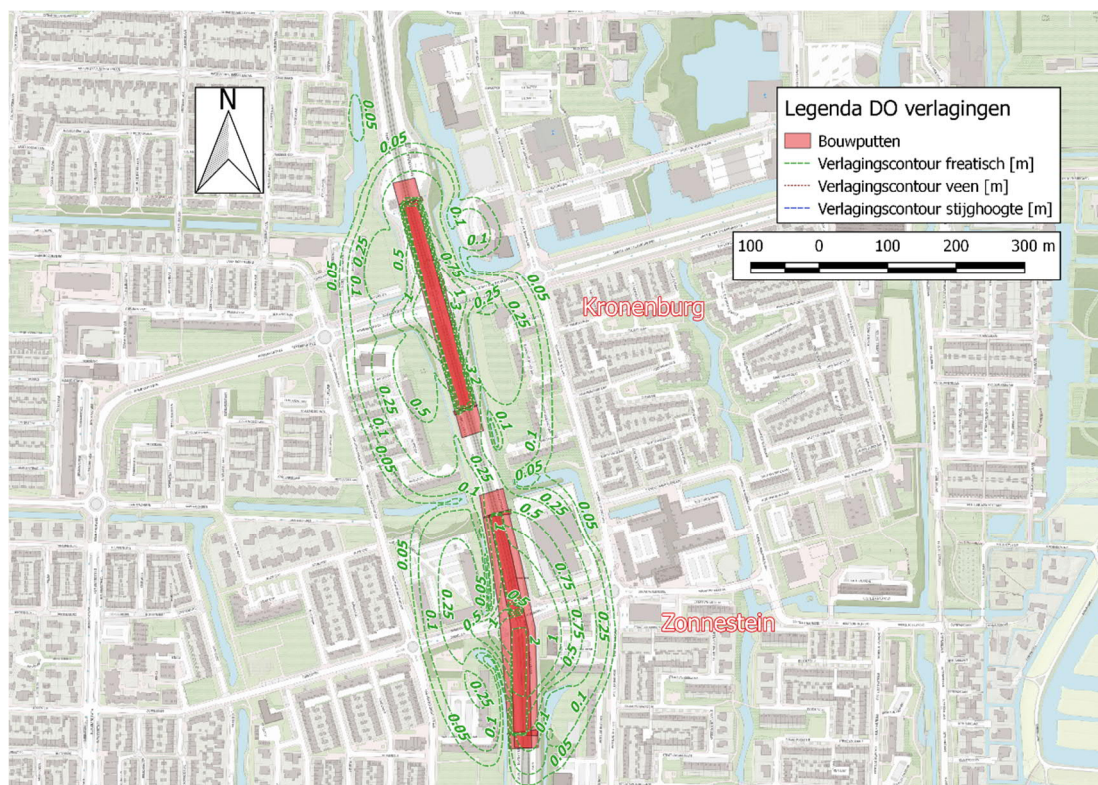
T=0 dagen – Start bemaling waterkelder (duur 4 weken)

T=28 dagen – Einde bemaling waterkelder

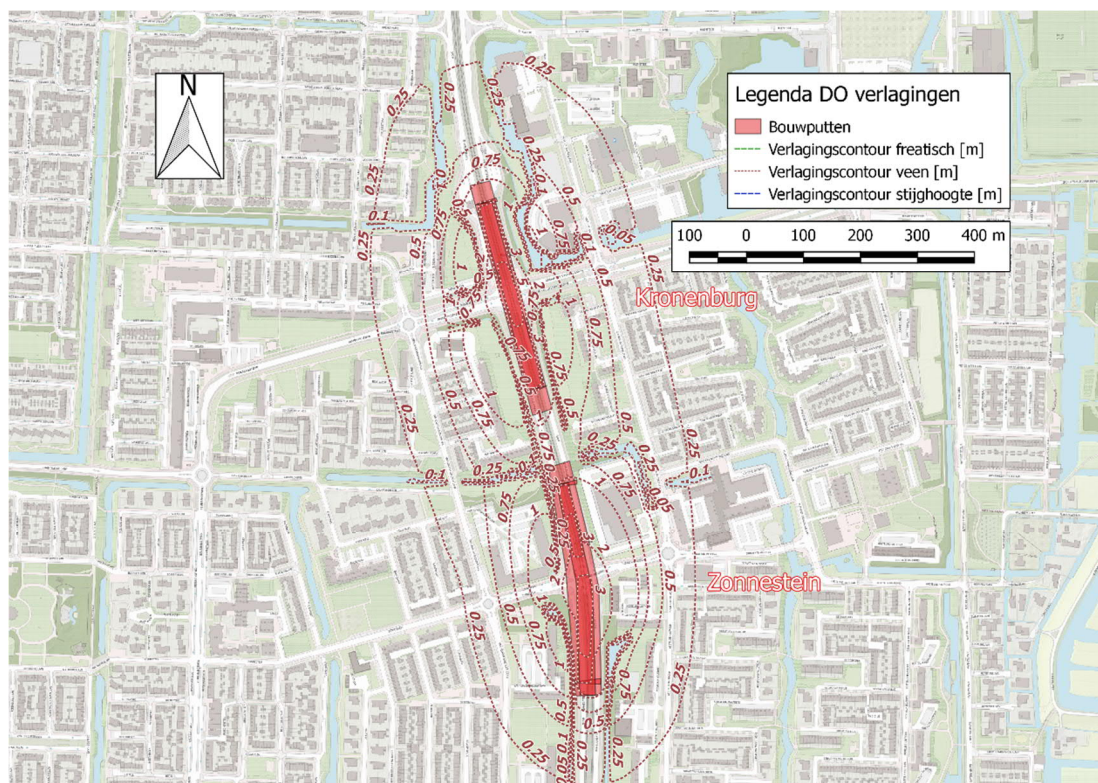
T= 29 dagen – Start bemaling verdiepte ligging (duur 6 weken)

T=70 dagen – Einde bemaling verdiepte ligging



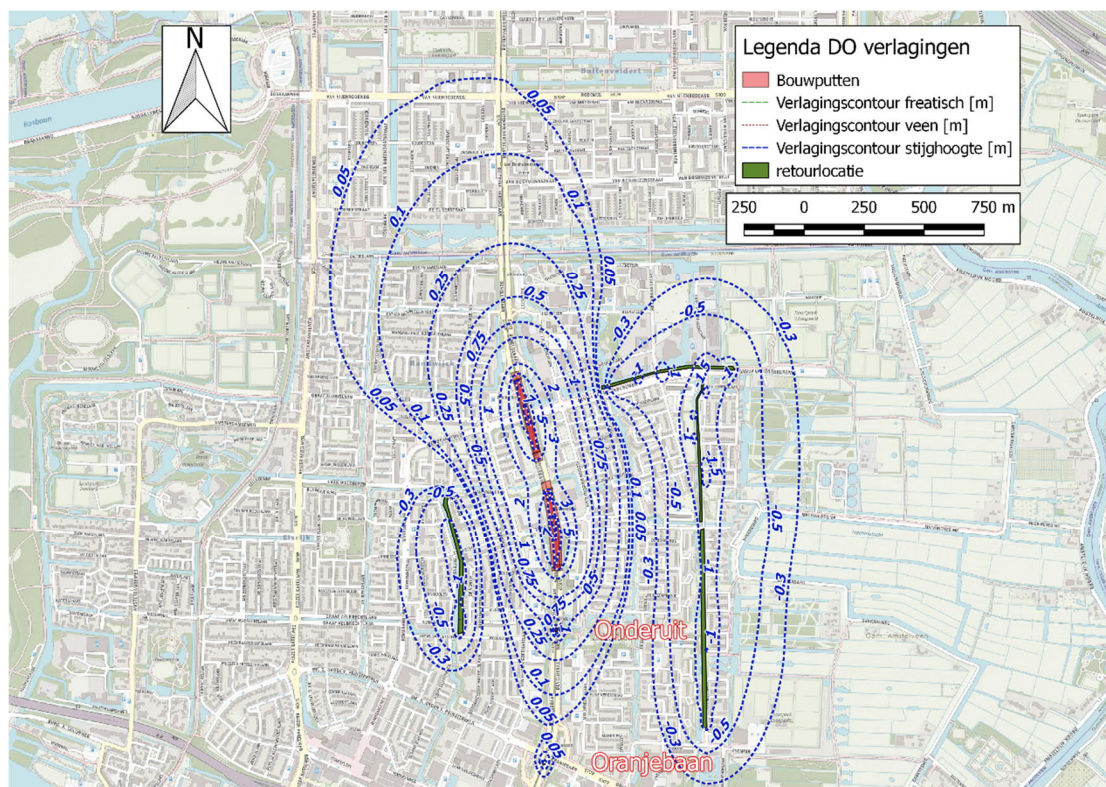


Kronenburg en Zonnestein - verlaging freatische grondwaterstand in deklaag 1



Kronenburg en Zonnestein - verlaging freatische grondwaterstand in deklaag 2 (Basisveen)





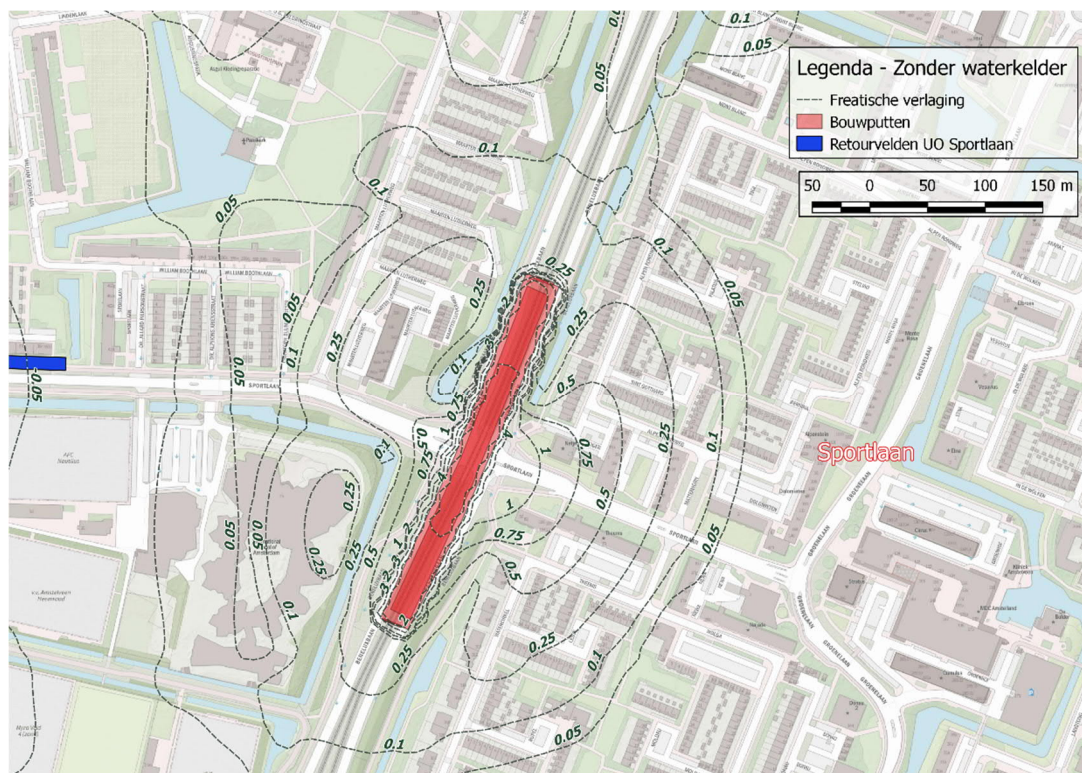
Kronenburg en Zonnestein – verlaging en verhoging stijghoogte in 1<sup>e</sup> WVP



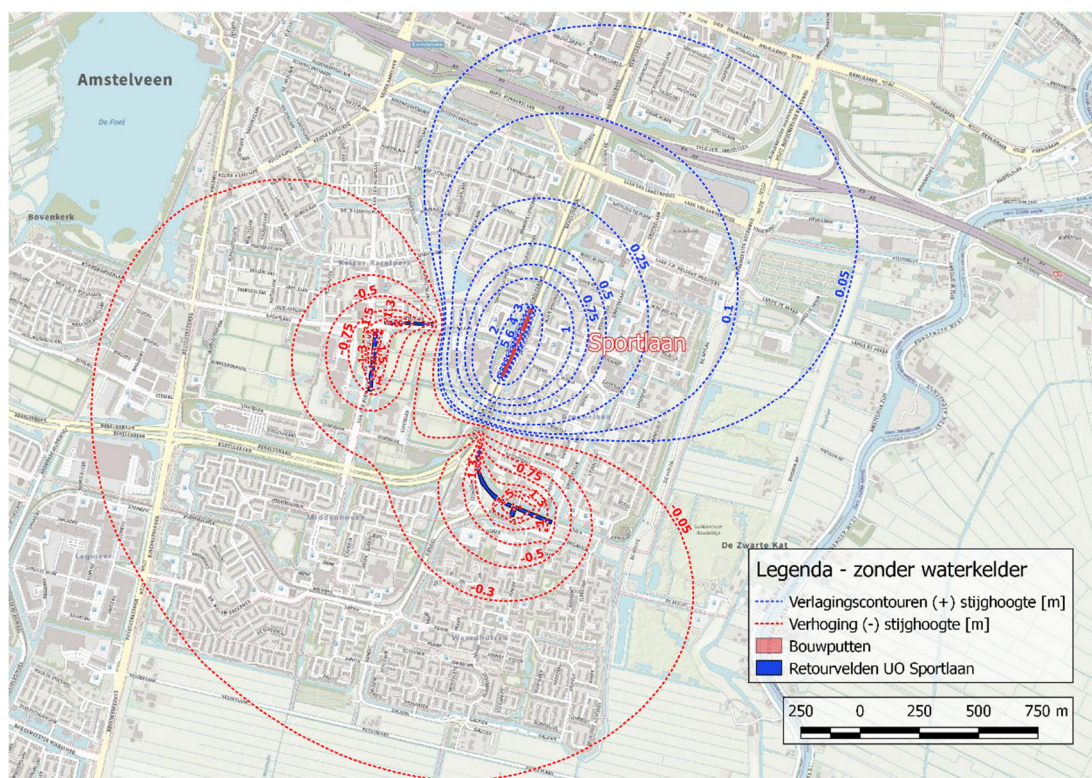


Bijlage 3 – Isohypsen bemaling verdiepte ligging Sportlaan excl. waterkelder (na 84 dagen)





Sportlaan - verlaging freatische grondwaterstand in deklaag 1



Sportlaan – verlaging en verhoging stijghoogte in 1<sup>e</sup> WVP





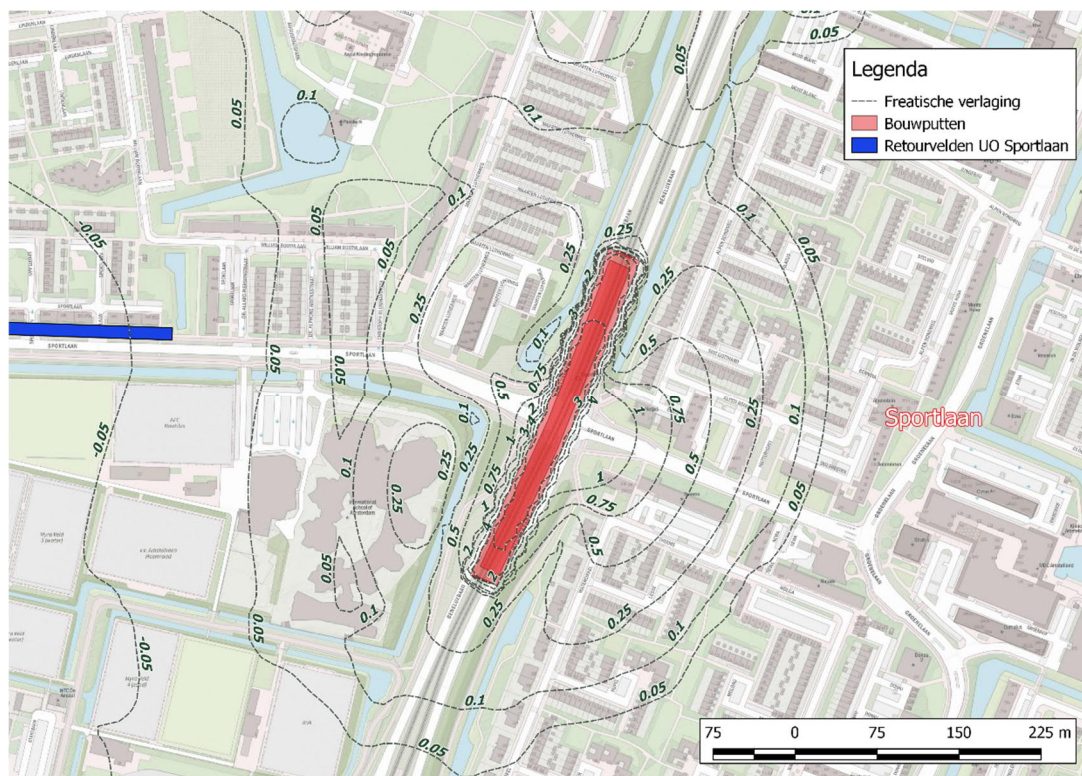
#### Bijlage 4 – Isohypsens bemaling verdiepte ligging Sportlaan incl. waterkelder (na 112 dagen)

T=0 dagen – Start bemaling verdiepte ligging (duur 12 weken)

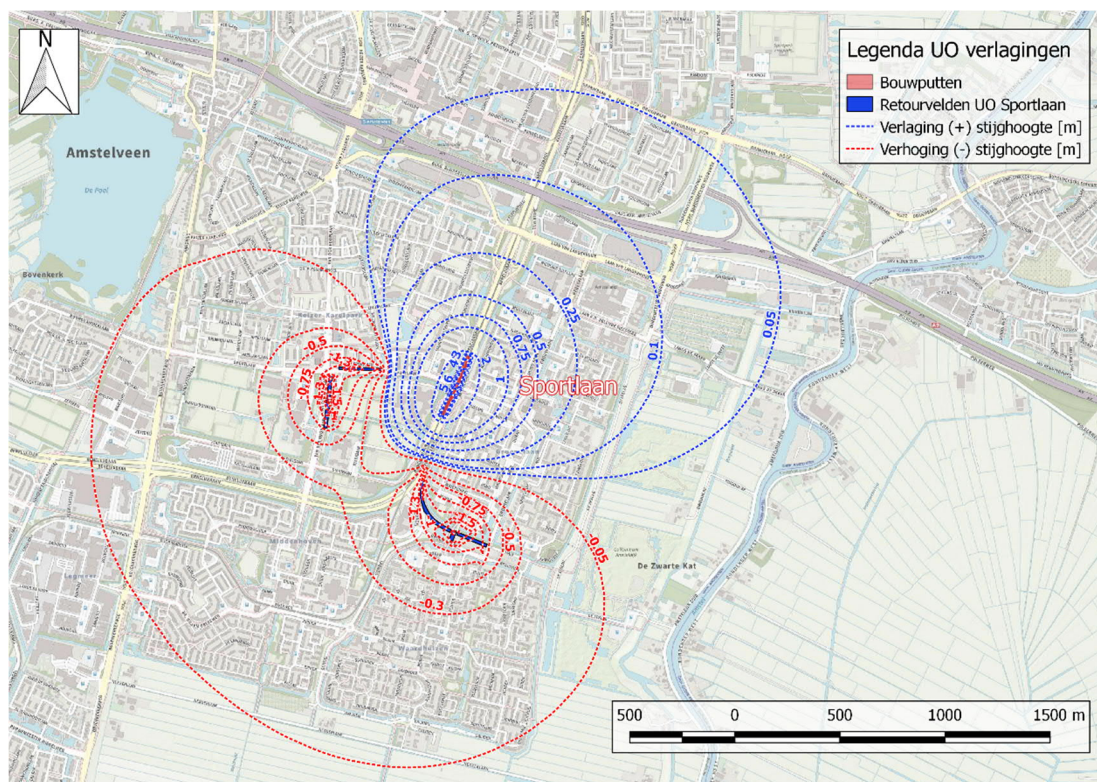
T= 85 dagen – Start bemaling verdiepte ligging + waterkelder (duur 4 weken)

T=112 dagen – Einde bemaling verdiepte ligging + waterkelder





Sportlaan - verlaging freatische grondwaterstand in deklaag 1



Sportlaan - verlaging en verhoging stijghoogte in 1<sup>e</sup> WVP



BIJLAGE 15. MEMO NADERE ANALYSE OPBARSTEN RETOURVELDEN

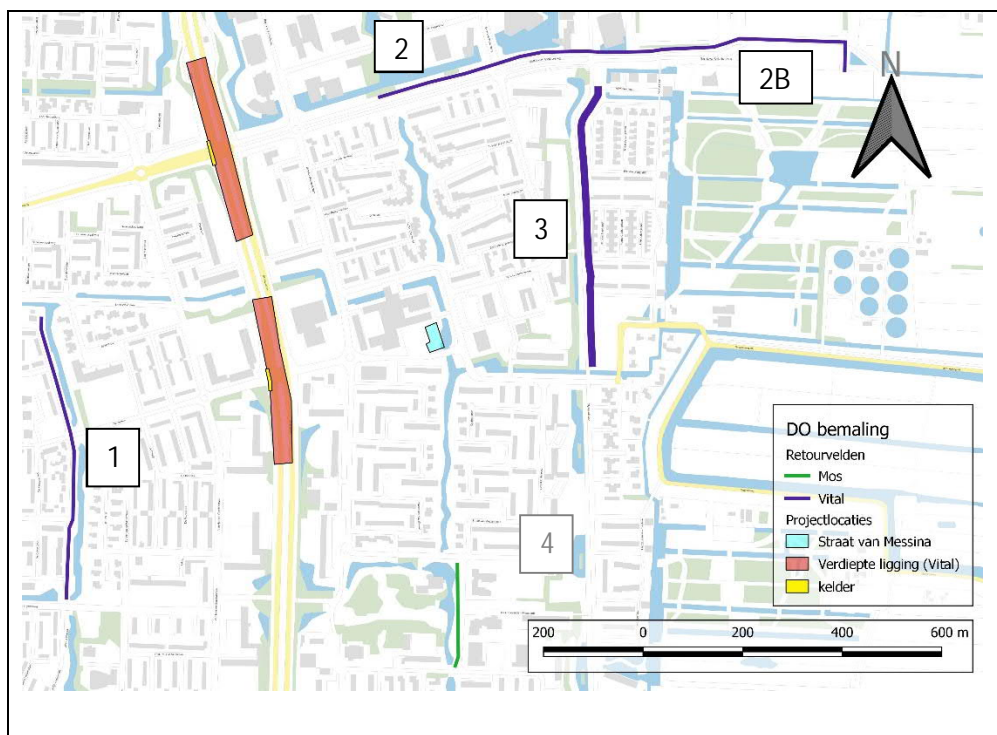


## Memo

Aan : M. van der Broek  
Van : C. te Boekhorst  
Verificatie : A. Feddema  
c.c. : G. Winters  
Project : Ombouw Amstelveenlijn (C11021)  
Documentnummer : VITAL-014341 v3.0  
Datum : 9 mei 2019  
Betreft : Nadere analyse opbarstrisico retourvelden

### 1. Inleiding

Bij de bouw van de verdiepte liggingen (hierna VDL) Kronenburg, Zonnestein en Sportlaan is een spanningsbemaling met retourbemaling voorzien. Ter plaatse van de retourvelden neemt de waterdruk onder de deklaag toe als gevolg van het retourneren van bronneringswater, waardoor het risico van opbarsten van de deklaag toeneemt. Het gros van de retourbronnen zijn geplaatst parallel langs watergangen. In Figuren 1 en 2 zijn de retourlocaties schematisch weergegeven en beschreven.





Retourveld deelgebied 1:

Parallel langs Tulpenburg met een begrenzing aan noordzijde door Laan Walcheren en zuidzijde Lucas van Leydenweg.

Retourveld deelgebied 2:

Parallel langs Saskia van Uylenburgweg met begrenzing aan oostzijde door Frits Mullerlaan

Retourveld deelgebied 2B:

Uitbreiding langs Saskia van Uylenburgweg vanaf Frits Mullerlaan tot aan parkeerplaats VVV & ACC (deels weergegeven in figuur)

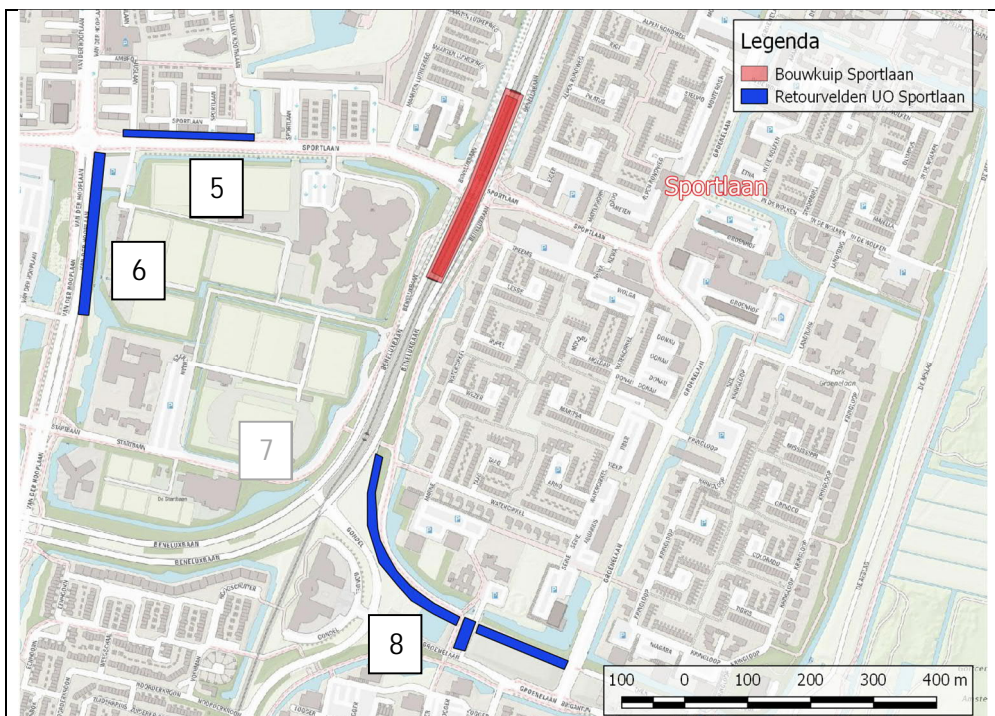
Retourveld deelgebied 3:

Parallel langs Frits Mullerlaan met een begrenzing aan zuidzijde door Oostelijk Halfmond

Retourveld deelgebied 4 (vervallen):

Parallel langs Olympialaan met een begrenzing aan de zuidzijde door Camera Obscuralaan

Figuur 1 – Locatie retourvelden VDL Kronenburg en Zonnestein



Retourveld deelgebied 5:

Parallel langs Sportlaan

Retourveld deelgebied 6:

Parallel langs Van der Hooplaan met een begrenzing aan zuidzijde tot het Hermann Wesselink College

Retourveld deelgebied 7 (vervallen):

Parallel langs Peter Postlaan rondom de atletiekbaan

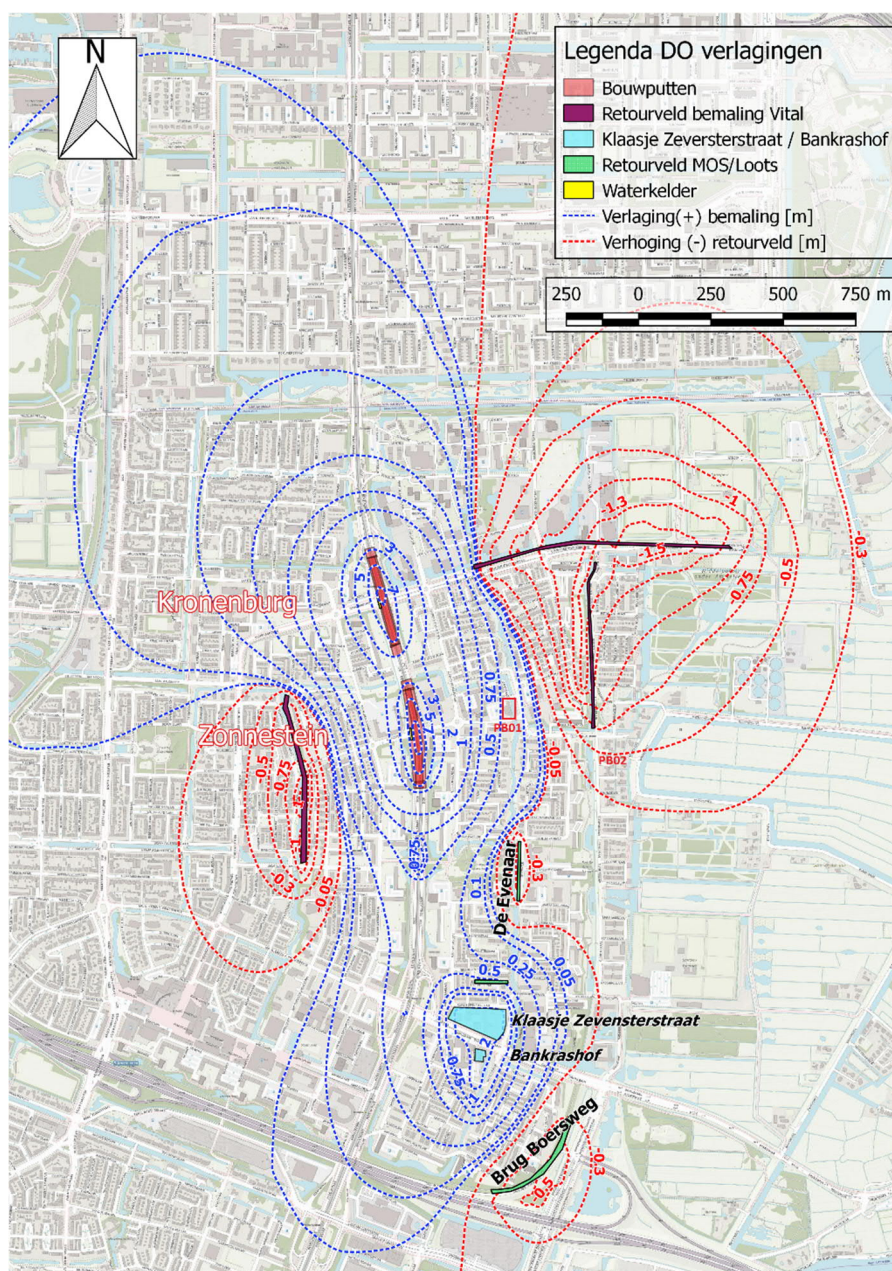
Retourveld deelgebied 8:

Parallel langs Gondel en Turfschip met begrenzing aan oostzijde door Groenelaan

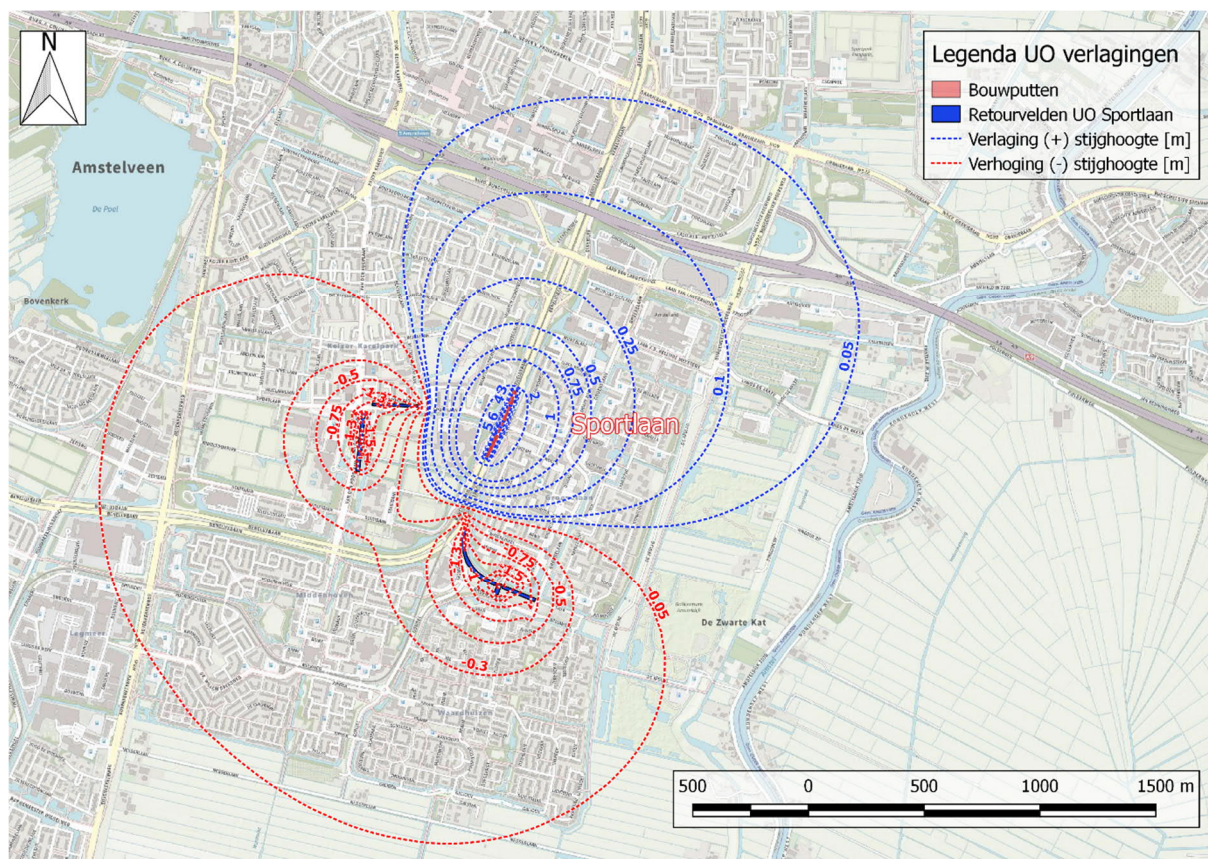
Figuur 2 – Locatie retourvelden VDL Sportlaan



In het DO Bemalingsplan [2] is het risico van opbarsten van de deklaag op hoofdlijnen beschouwd. In dit plan zijn bij Kronenburg en Zonnestein een aantal locaties benoemd met een verhoogd risico op opbarsten. Wanneer de deklaag opbarst komt het relatief zoute water uit het eerste watervoerende pakket (hierna 1<sup>e</sup> wvp) in aanraking met het zoete freatische water. Dit is schadelijk voor de beplating in de omgeving, en dient voorkomen te worden (zie ook eis VS1\_0306). De maatgevende verlagingen en verhogingen in het 1<sup>e</sup> wvp zijn voor Kronenburg en Zonnestein weergegeven in Figuur 3, en Figuur 4 zijn deze te zien voor Sportlaan.







Figuur 4 – Verlagingen [+] en verhogingen [-] in het 1<sup>e</sup> wvp bij VDL Sportlaan (situatie bemaling tijdens bemaling verdiepte ligging i.c.m. waterkelder)

In de onderhavige memo is een meer gedetailleerde analyse uitgevoerd om het risico van opbarsten van de deklaag ter plaatse van retourbronnen nader te bepalen. Het retourneren vindt plaats nabij watergangen, welke maatgevend zijn in de opbarstberekening. Aanvullend op het DO Bemalingsadvies [2] is rekening gehouden met de beperkte breedte van de watergangen en is de diepteligging van de watergangen ingemeten. De opbarstberekening is getoetst aan de GHG waarde en niet de gemiddelde waarde van de stijghoogte in het 1<sup>e</sup> wvp. Dit is een veilig uitgangspunt.

Deze memo is een update van een eerder uitgebrachte versies v1.0 d.d. 20 juli 2018 en v2.0 d.d. 6 maart 2019. Het retourveld parallel langs de Olympiadelaan is komen te vervallen vanwege het raakvlak met een naastgelegen retourveld parallel langs de Evenaar die behoort bij een bemaling van derden. De gecombineerde effecten zouden resulteren in een onacceptabel risico op opbarsten. Dit was aanleiding om de bemaling van Vital en in het bijzonder de ligging van de retourvelden aan te passen. Ter compensatie van de Olympiadelaan is het retourveld parallel langs de Saskia van Uylenburgweg uitgebreid tot aan de parkeerplaats van de naastgelegen sportverenigingen. Bij Sportlaan is het retourveld parallel langs de Peter Postbaan komen te vervallen. Dit bleek niet haalbaar vanwege de hinder voor het verkeer tijdens het boren van de retourbronnen. Als alternatief is gekozen om het retourveld te verplaatsen naar zuidzijde parallel aan Gondel en Turfschip.



## 2. Referenties

De gehanteerde referenties zijn hieronder puntsgewijs opgesomd.

[1] VITAL-010057 Ontwerpbasis Geotechniek v2.0

[2] VITAL-011775 DO Bemalingsadvies v4.0

[3] Omgevingsscan haltes vanuit geohydrologisch perspectief, Gemeente Amstelveen, d.d. 3 oktober 2016

## 3. Uitgangspunten

In de uitgevoerde berekeningen zijn de onderstaande uitgangspunten gehanteerd.

- Opbarstberekening conform paragraaf 10.2 van NEN9997-1 (2016).
- De bodemopbouw is gebaseerd op uitgevoerde sonderingen ter plaatse van de retourvelden. De sonderingen die gebruikt zijn in de berekening zijn opgenomen in Bijlage 1.
- De representatieve volumieke gewichten zijn weergegeven in de onderstaande tabel, en zijn conform Ontwerpbasis Geotechniek [1]. De rekenwaarde van de volumieke gewichten wordt gevonden door de representatieve waarden met een factor 0,9 te reduceren conform Tabel A.15 van de NEN9997-1 (2016).

Tabel 1 – Representatieve volumieke gewichten

Omschrijving [-]	$\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]
Toplaag zand (goed verdicht)	19	21
Sterk zandige klei	18	18
Zwak zandige klei	16	16
Basisveen	11	11

- De taludhelling van de watergangen varieert behoorlijk van de kruin (boven polderpeil) tot de teen op de bodem van de watergang. In de opbarstberekening is een taludhelling van 1v:1,5h aangehouden. Dit is op basis van de uitgevoerde inmetingen een veilig gekozen waarde.
- Het aangehouden polderpeil bij Kronenburg en Zonnestein is NAP -5,2 m.
- Het aangehouden polderpeil bij Sportlaan is NAP -5,4 m.
- De stijghoogte in het 1<sup>e</sup> wvp is in de huidige situatie gelijk gesteld aan de GHG waarde, dit is een veilige aanname in de opbarstberekening. Voor Kronenburg en Zonnestein is de GHG waarde NAP -3,6 m, en voor Sportlaan is dat NAP -4,2 m.



In totaal zijn voor 8 doorsneden de opbarstveiligheid beschouwd in de huidige situatie en de situatie tijdens bemalen en retourneren. Voor ieder retourveld aangegeven in Figuren 1 en 2 is een maatgevende doorsnede uitgewerkt. In Tabel 2 zijn de uitgangspunten weergegeven van de beschouwde doorsneden die maatgevend zijn voor het betreffende deel van het retourveld.

Tabel 2 – Uitgangspunten beschouwde doorsneden

Retourveld	Locatie	Breedte Watergang	B.k. kruin Watergang <sup>(1)</sup>	Diepteligging Watergang <sup>(1)</sup>	Sondering	Bovenzijde 1 <sup>e</sup> wvp
Deelgebied 1	Kronenburg & Zonnestein	15 m	NAP -4,6 m	NAP -6,7 m	rZ-104	NAP -11,0 m
Deelgebied 2		30 m	NAP -4,5 m	NAP -6,4 m	rK-105	NAP -11,0 m
Deelgebied 2B		15 m	NAP -4,3 m	NAP -6,3 m	rK-108	NAP -11,0 m
Deelgebied 3		10 m	NAP -4,5 m	NAP -6,3 m	rK-110	NAP -10,7 m
Deelgebied 4 <sup>(2)</sup>	Sportlaan	25 m	NAP -4,5 m	NAP -6,1 m	rK-113	NAP -12,2 m
Deelgebied 5		7 m	NAP -5,1 m	NAP -6,5 m	rS-119	NAP -10,6 m
Deelgebied 6		8 m	NAP -5,0 m	NAP -6,3 m	rS-118	NAP -11,2 m
Deelgebied 7 <sup>(3)</sup>		12 m	NAP -5,1 m	NAP -6,3 m	rS-114	NAP -11,0 m
Deelgebied 8		15 m	NAP -4,9 m	NAP -6,2 m	rS-123	NAP -10,5 m

(1) Diepteligging vastgesteld op basis van metingen

(2) Retourveld is komen te vervallen i.v.m. het raakvlak met omliggende bemalingen van derden

(3) Retourveld is komen te vervallen i.v.m. hinder voor het verkeer bij het inboren van de bronnen

De legger van het waterschap geeft aan dat de watergangen een diepteligging van NAP -6,0 m hebben. Echter uit inmetingen blijkt de werkelijke diepte van de watergangen in veel gevallen dieper te liggen. Deze diepere ligging is meegenomen in de opbarstberekening.

#### 4. Resultaten

De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in Tabel 3. De output van de berekening is opgenomen in Bijlage 2.

Tabel 3 – Resultaten berekening opbarsten deklaag

Retourveld	Locatie	Verwachte Max. Verhoging 1 <sup>e</sup> wvp <sup>(1)</sup>	Huidige Stijghoogte 1 <sup>e</sup> wvp (GHG)	Toelaatbare Stijghoogte 1 <sup>e</sup> wvp	Maximaal Toegestane Verhoging
Deelgebied 1	Kronenburg / Zonnestein	+1,2 m	NAP -3,6 m	NAP -2,3 m	+1,3 m
Deelgebied 2		+1,0 m	NAP -3,6 m	NAP -2,6 m	+1,0 m
Deelgebied 2B		+1,5 m	NAP -3,6 m	NAP -2,1 m	+1,5 m
Deelgebied 3		+1,3 m	NAP -3,6 m	NAP -2,1 m	+1,5 m
Deelgebied 4 <sup>(2)</sup>	Sportlaan	n.v.t.	NAP -3,6 m	NAP -1,9 m	+1,7 m
Deelgebied 5		+1,3 m	NAP -4,2 m	NAP -2,1 m	+2,1 m
Deelgebied 6		+1,5 m	NAP -4,2 m	NAP -2,1 m	+2,1 m
Deelgebied 7 <sup>(3)</sup>		n.v.t.	NAP -4,2 m	NAP -2,8 m	+1,4 m
Deelgebied 8		+1,5	NAP -4,2 m	NAP -2,7 m	+1,5 m

(1) Verwachte verhoging op basis van DO Bemalingsadvies [2]

(2) Retourveld is komen te vervallen i.v.m. het raakvlak met omliggende bemalingen van derden

(3) Retourveld is komen te vervallen i.v.m. hinder voor het verkeer bij het inboren van de bronnen

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat opbarsten van de deklaag tijdens het retourbemalen een aandachtspunt blijft met uitzondering van de retourvelden aan de westzijde van Sportlaan. In deelgebied 2, 2B en 8 wordt een minimale overschrijding op de rekenwaarde van 1 á 2% gevonden.



## 7. Conclusie

Het meenemen van randeffecten blijkt een gunstige bijdrage te leveren aan de veiligheid tegen opbarsten. Echter de diepteligging van de watergang is ter plaatse van alle retourlocaties op basis van inmetingen dieper dan de NAP -6,0 m die verwacht kon worden op basis van de legger van het waterschap. Daarnaast is bij de bepaling van de veiligheid tegen opbarsten uitgegaan van de GHG waarde in het 1<sup>e</sup> wvp. Uit langjarige peilbuismetingen blijkt de kans dat de GHG waarde in het 1<sup>e</sup> wvp (= uitgangspunt opbarstberekening) samenvalt met de bemaling die in de zomer van 2019 wordt uitgevoerd klein is [3]. Om deze reden worden de beperkte overschrijdingen van 1 á 2% op de rekenwaarde geaccepteerd.

Bij de gekozen configuratie van de retourvelden is het risico van opbarsten van de deklaag beheersbaar wanneer ter plaatse van de retourvelden de stijghoogte actief wordt gemonitord. De interventie- en signaleringswaarden die aangehouden kunnen worden zijn weergegeven in Tabel 4.

Tabel 4 – Monitoringswaarden retourvelden

Retourveld	Locatie	Signaleringswaarde	Interventiewaarde
Deelgebied 1	Kronenburg / Zonnestein	NAP -2,5 m	NAP -2,3 m
Deelgebied 2		NAP -2,8 m	NAP -2,6 m
Deelgebied 2B		NAP -2,3 m	NAP -2,1 m
Deelgebied 3		NAP -2,3 m	NAP -2,1 m
Deelgebied 4		n.v.t.	n.v.t.
Deelgebied 5	Sportlaan	NAP -2,3 m	NAP -2,1 m
Deelgebied 6		NAP -2,3 m	NAP -2,1 m
Deelgebied 7		n.v.t.	n.v.t.
Deelgebied 8		NAP -2,9 m	NAP -2,7 m

Om de stijghoogte onder de deklaag in ieder deelgebied te monitoren dienen 3 peilbuizen met een filterafstelling van 9 m tot 10 m -mv geplaatst te worden langs de oever van de watergang ter hoogte van een retourbron. Deze peilbuizen dienen gelijkmatig verdeeld te worden over het deelgebied. Er dient gebruik gemaakt te worden van dataloggers met telemetrie en een waarschuwingssysteem met een meetfrequentie 1x per half uur. Daarnaast dient in ieder deelgebied tenminste één ondiepe peilbuis met een filterafstelling van 2 m tot 3 m -mv geplaatst te worden.

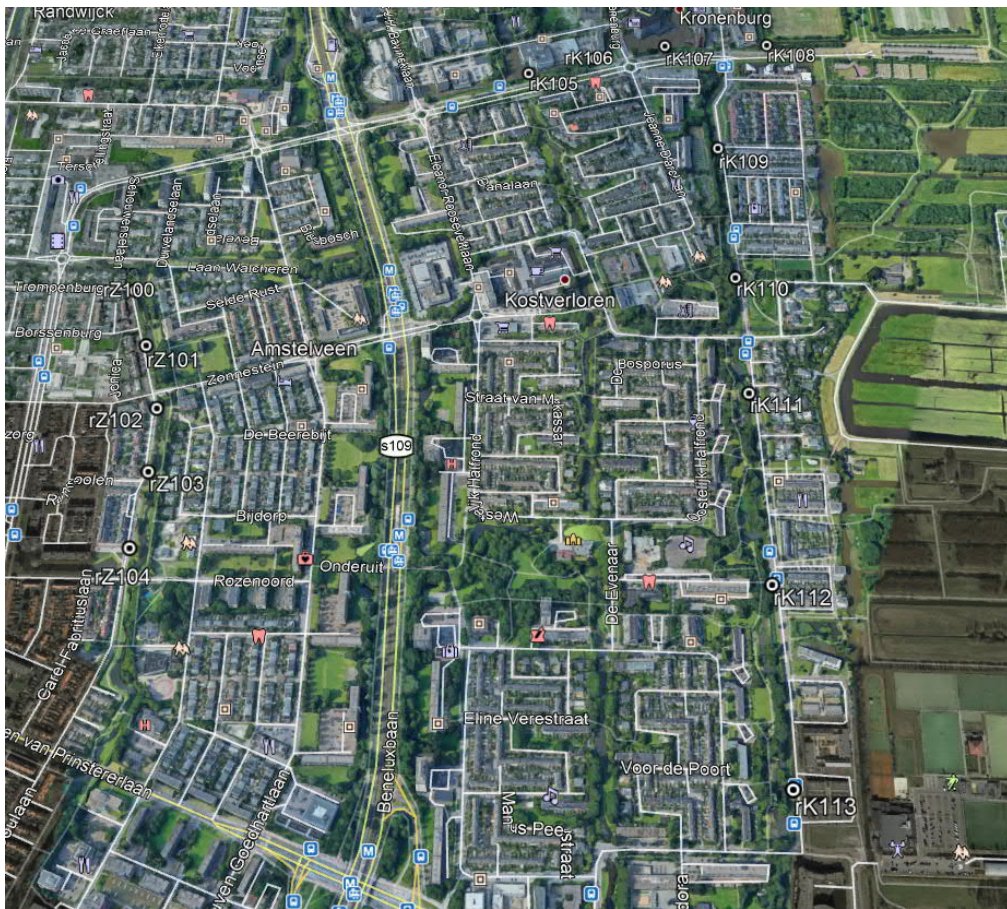
De signaleringswaarde dient beschouwd te worden als waarschuingswaarde. Bij het bereiken van de interventiewaarde dient de retournering onmiddellijk verminderd te worden. Bij Kronenburg en Zonnestein dient het deel dat niet kan worden geretourneerd via de lozingsvoorziening afgevoerd te worden naar de Amstel. Bij Sportlaan hebben de westelijk gelegen retourvelden nog enige reservecapaciteit. Op dit moment wordt ook nog gekeken naar de mogelijkheden om bij calamiteit tijdelijk te kunnen lozen op een (hoofd)riool.



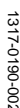


## Bijlage 1 – Sonderingen t.p.v. retourvelden

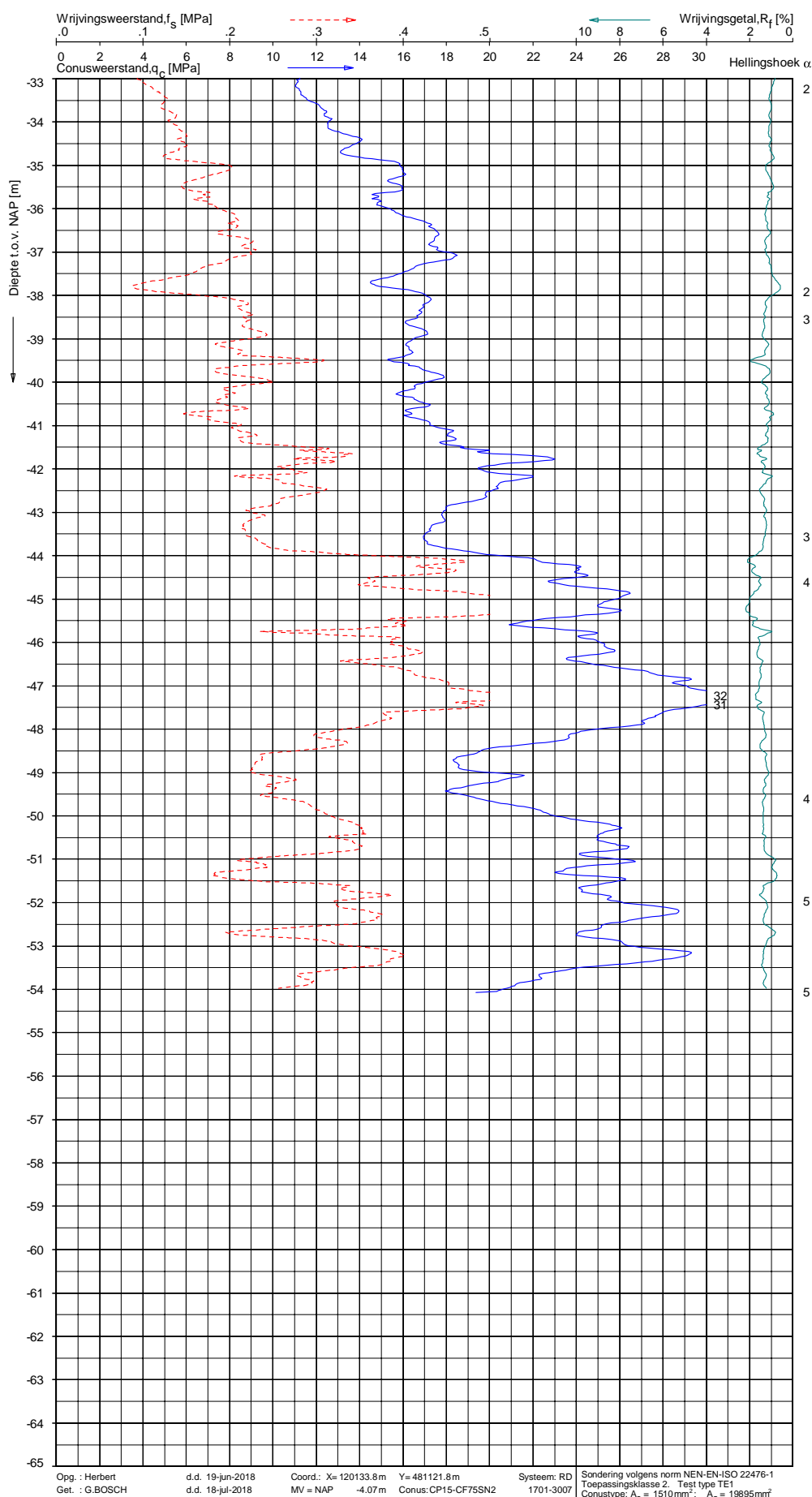




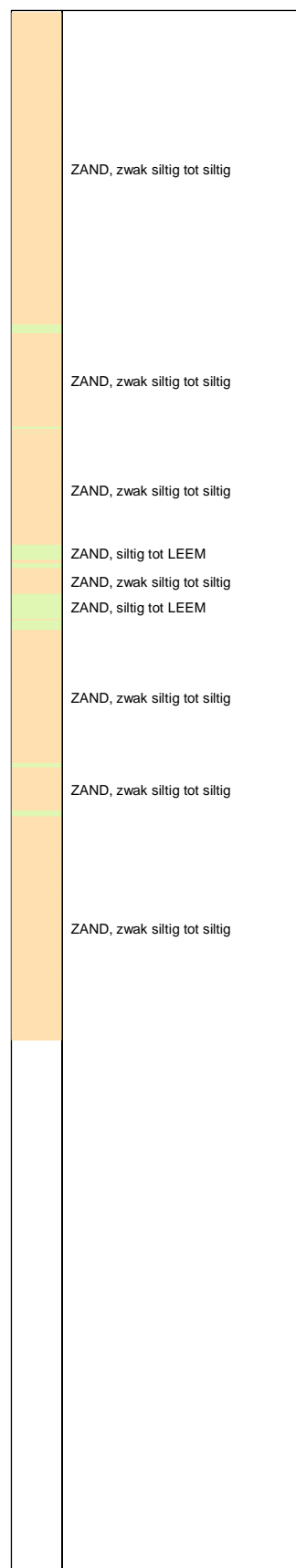


[illegible]





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

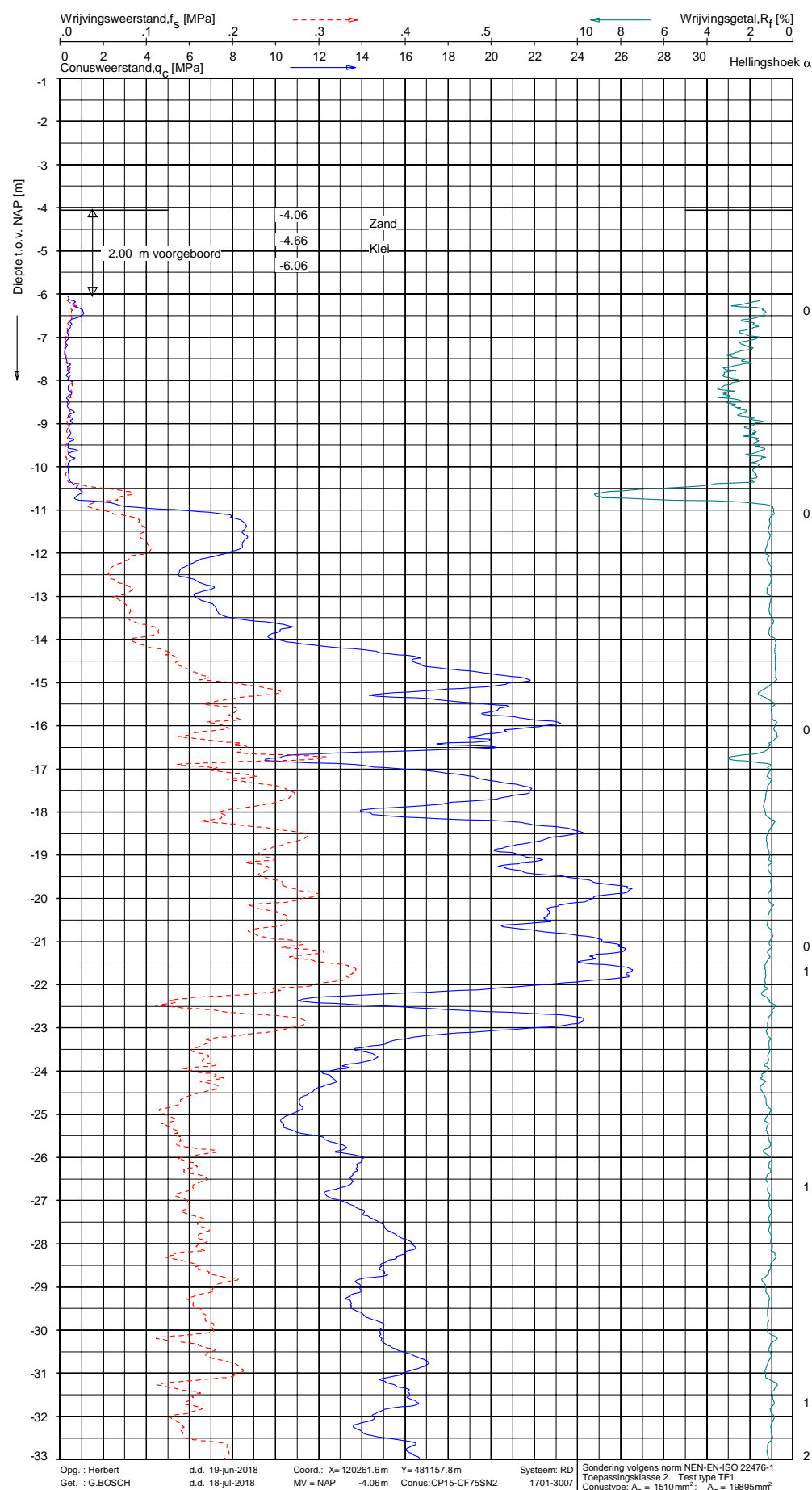


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

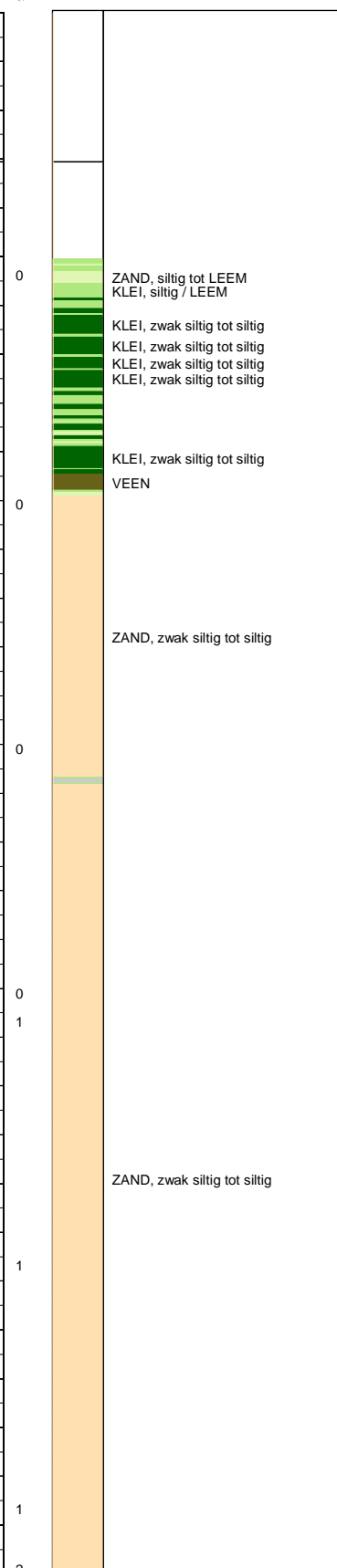
PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RK105

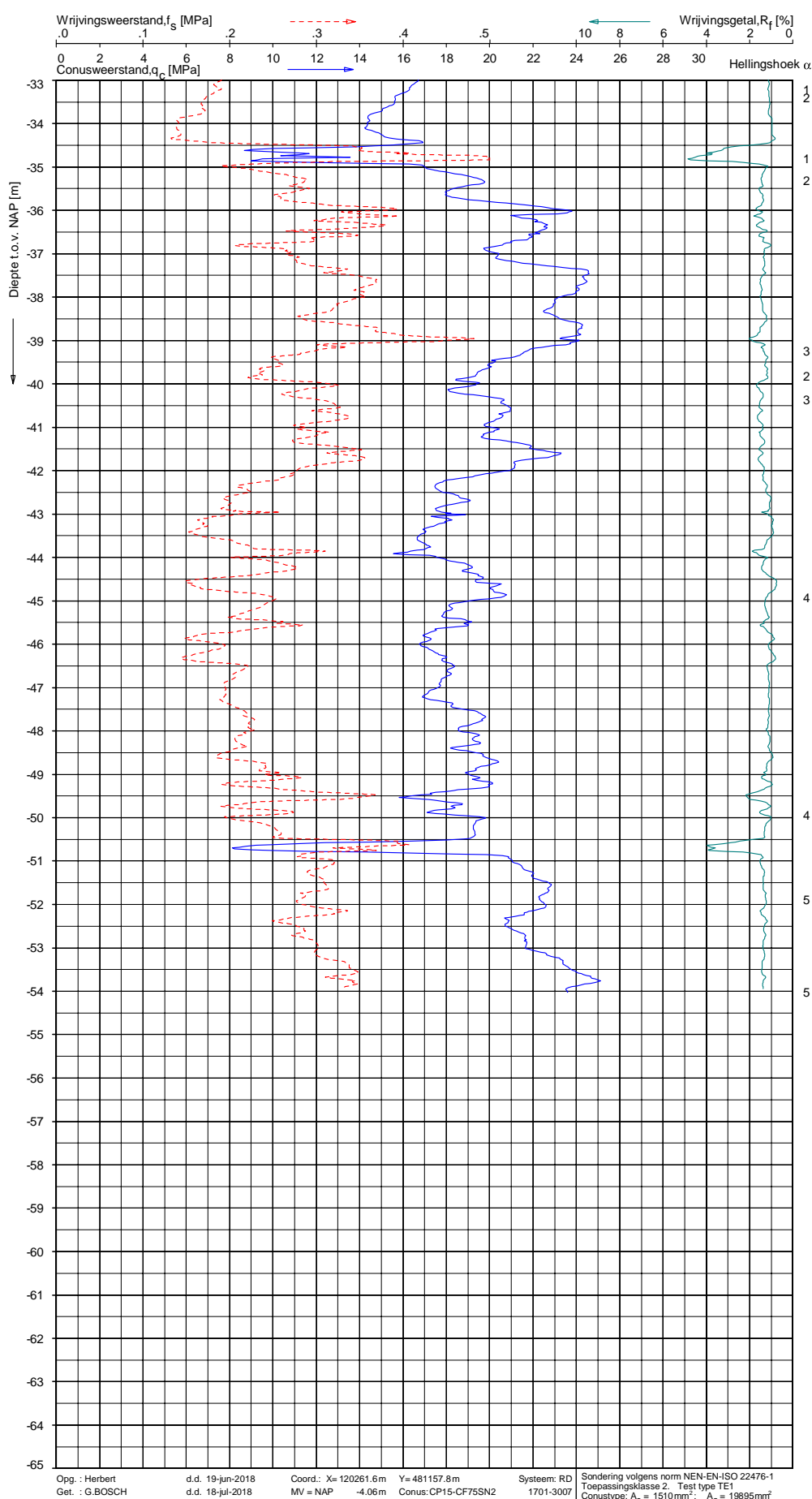




**Indicatieve bodembeschrijving**  
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



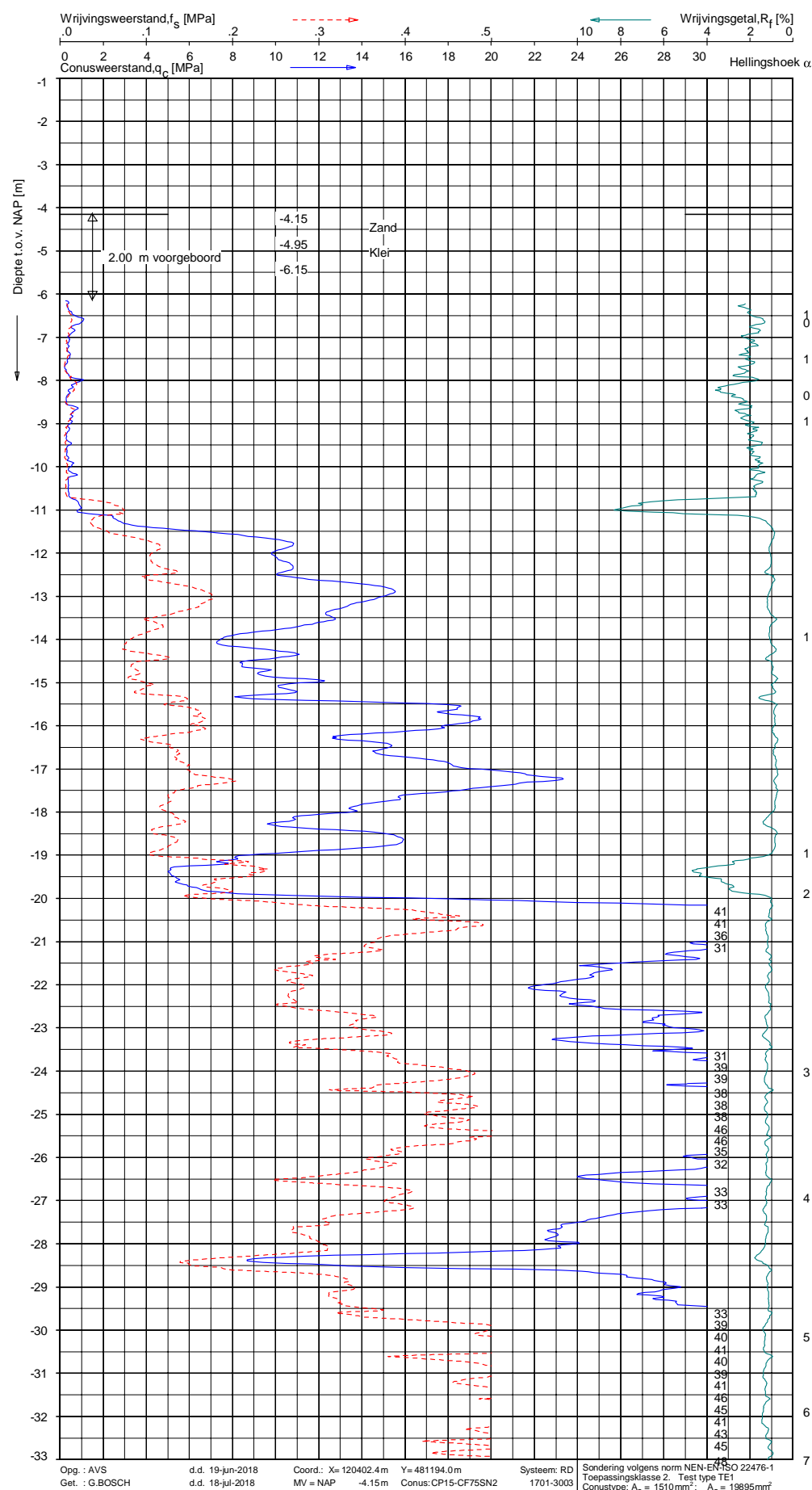




**Indicatieve bodembeschrijving**  
 Automatisch gegenereerd uit data  
 van de sondering, geldig onder  
 grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

ZAND, zwak siltig tot siltig
KLEI, siltig / LEEM
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, zwak siltig tot siltig
ZAND, zwak siltig tot siltig
KLEI, siltig / LEEM
ZAND, zwak siltig tot siltig
ZAND, zwak siltig tot siltig





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

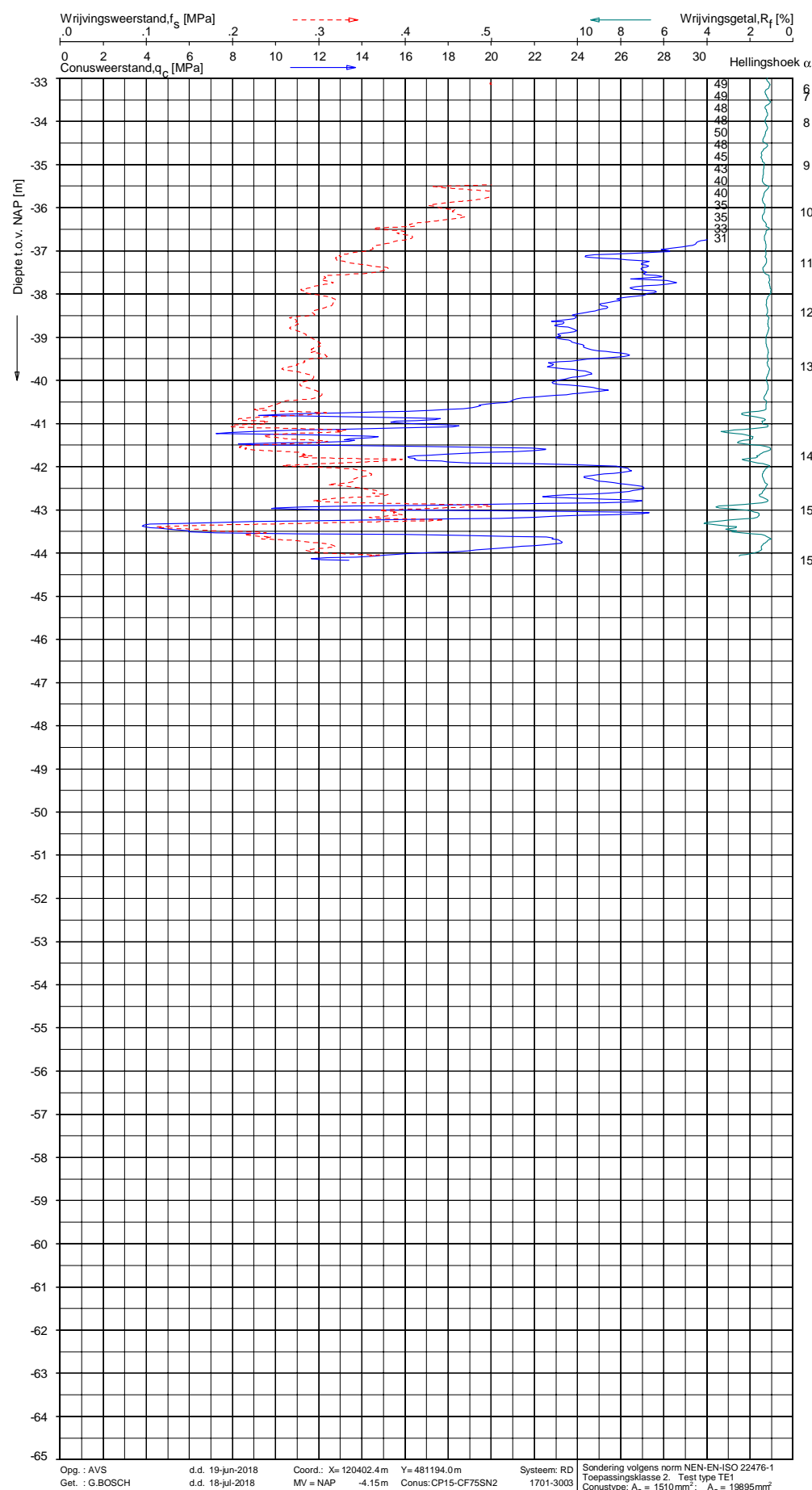


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RK107





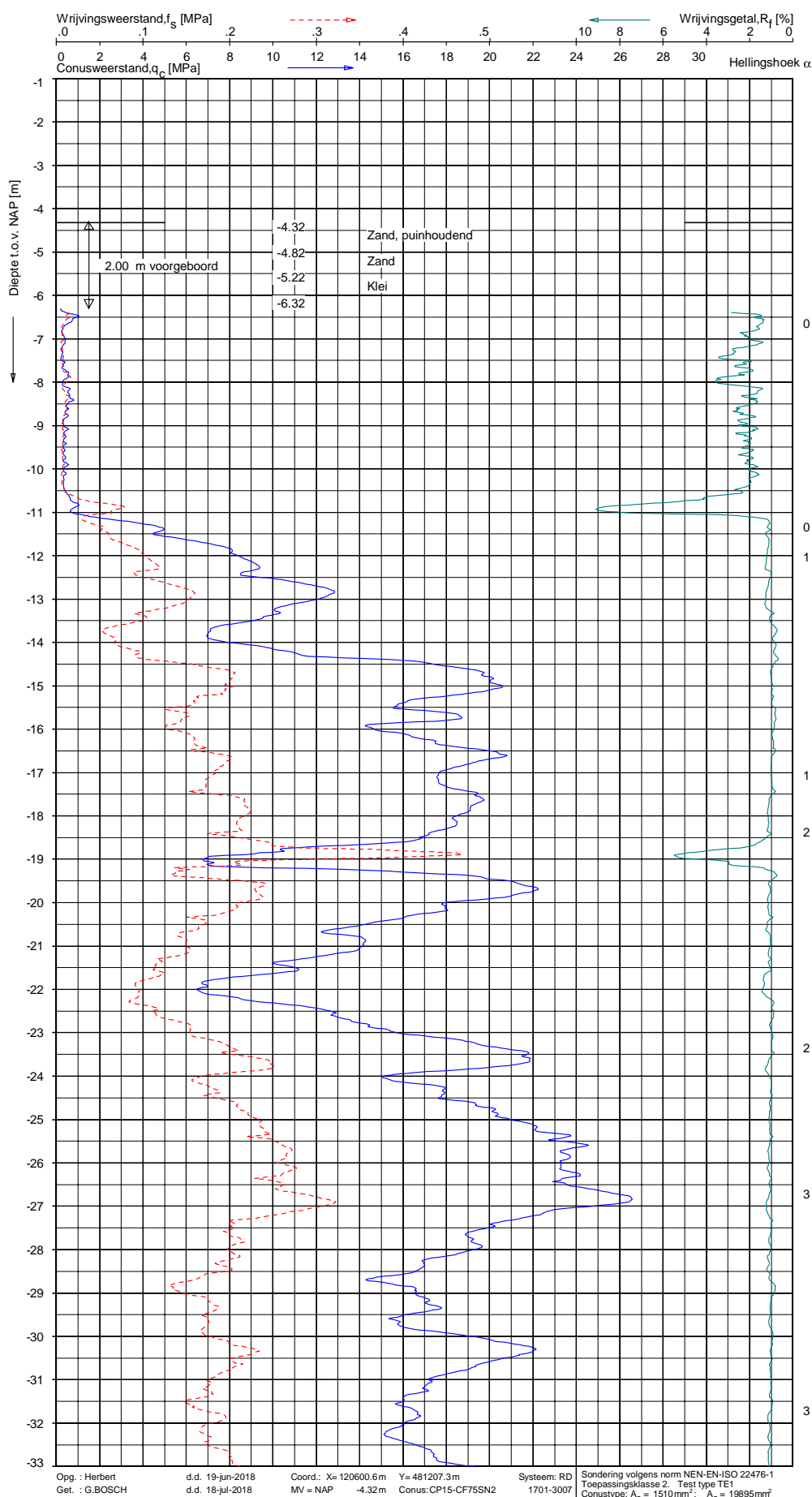
**Indicatieve bodembeschrijving**  
Automatisch gegenereerd uit data  
van de sondering, geldig onder  
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RK107





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

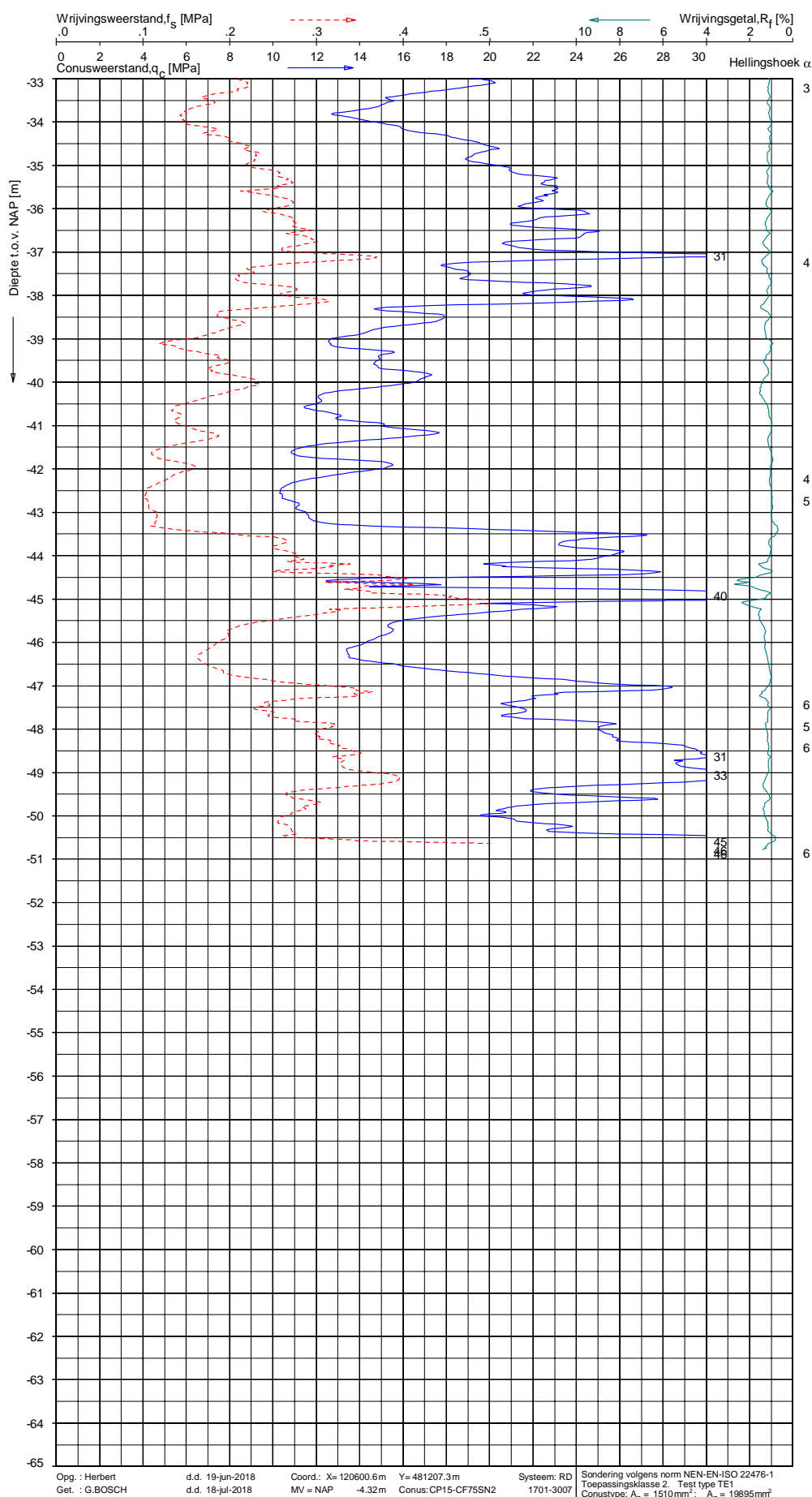


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

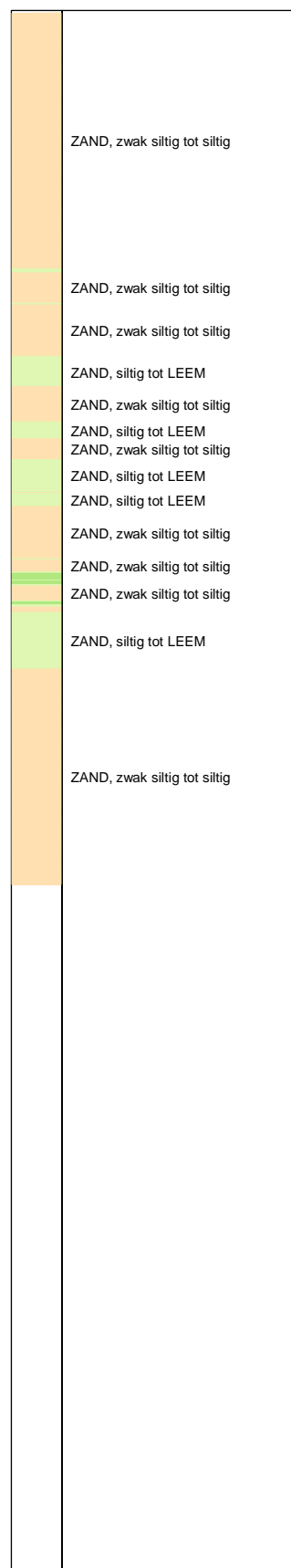
PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RK108





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

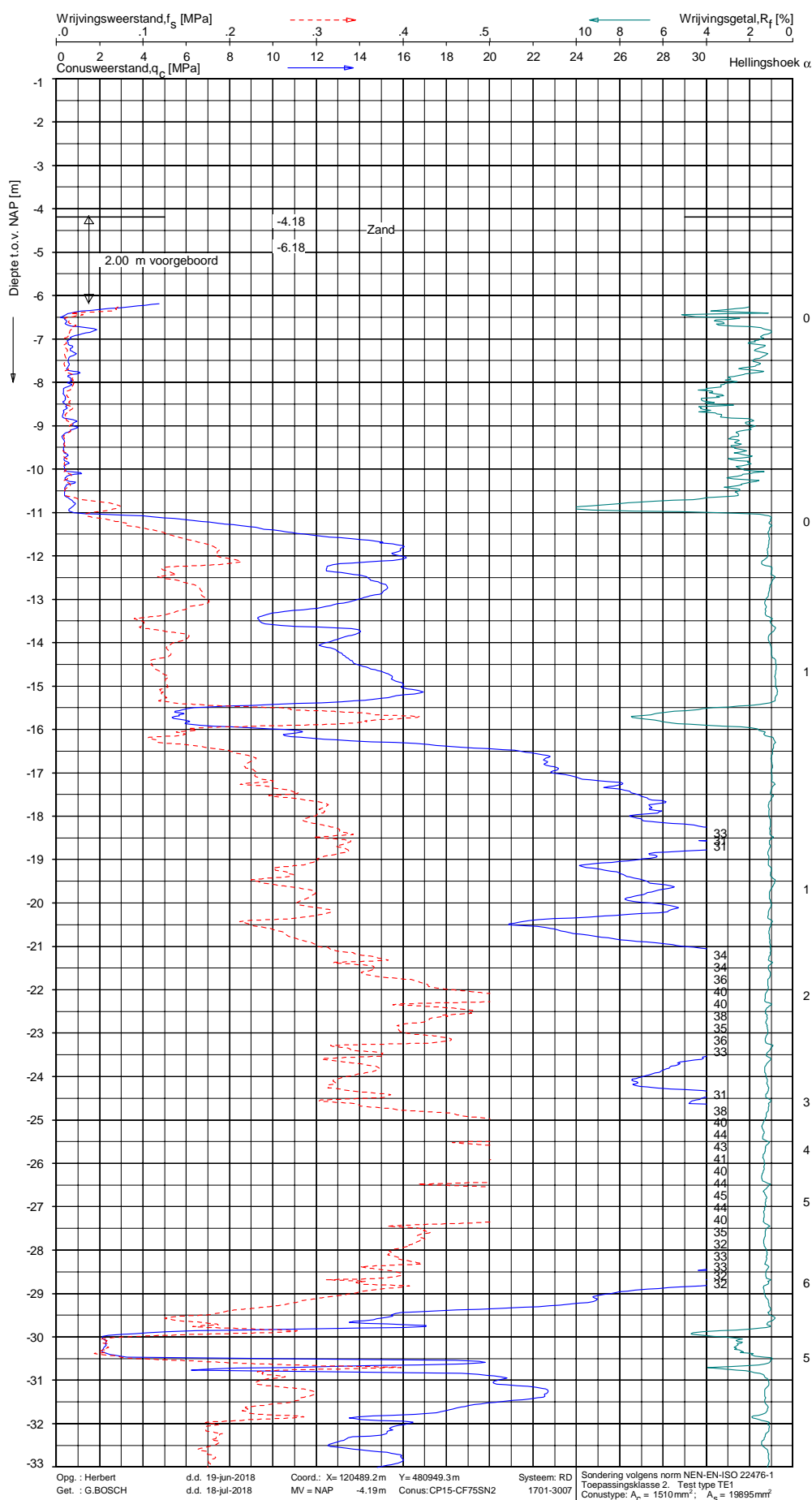


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RK108

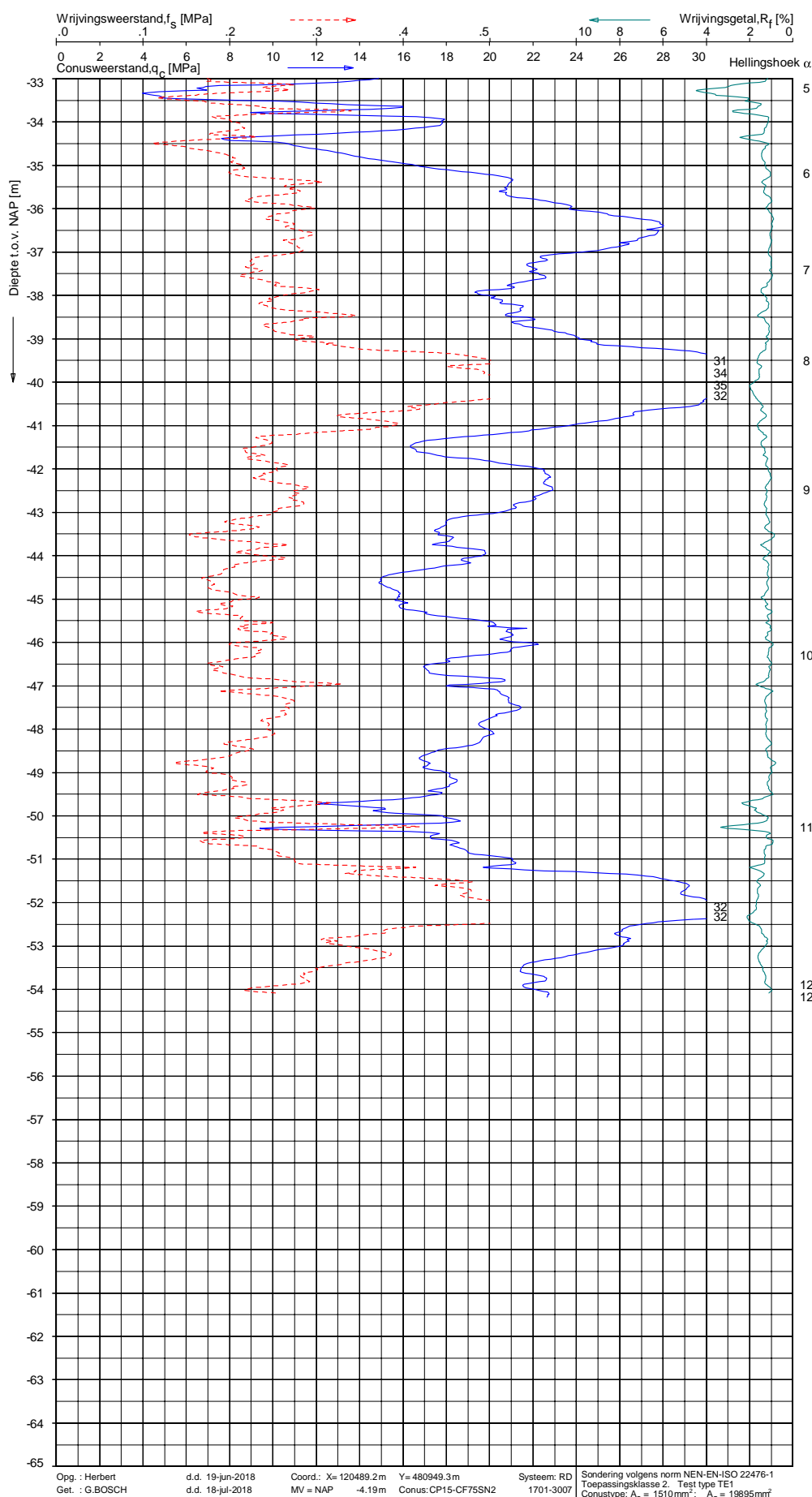




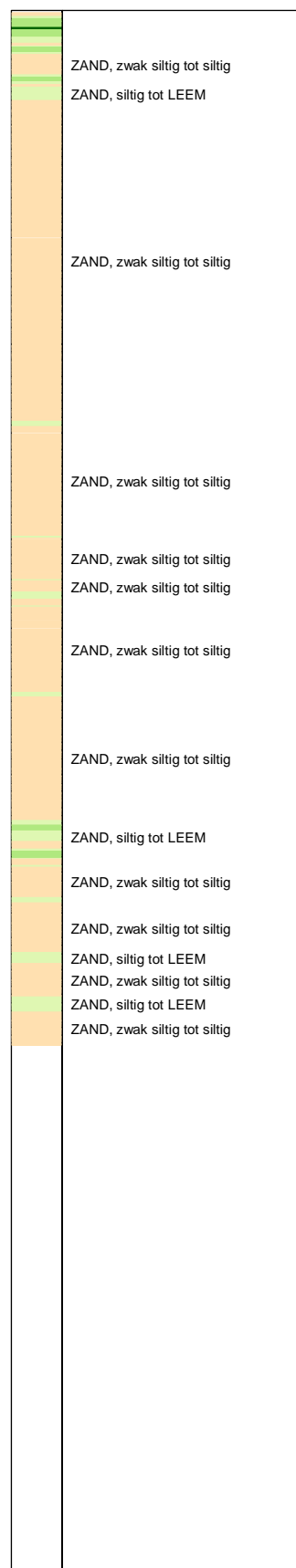
**Indicatieve bodembeschrijving**  
Automatisch gegenereerd uit data  
van de sondering, geldig onder  
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)







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

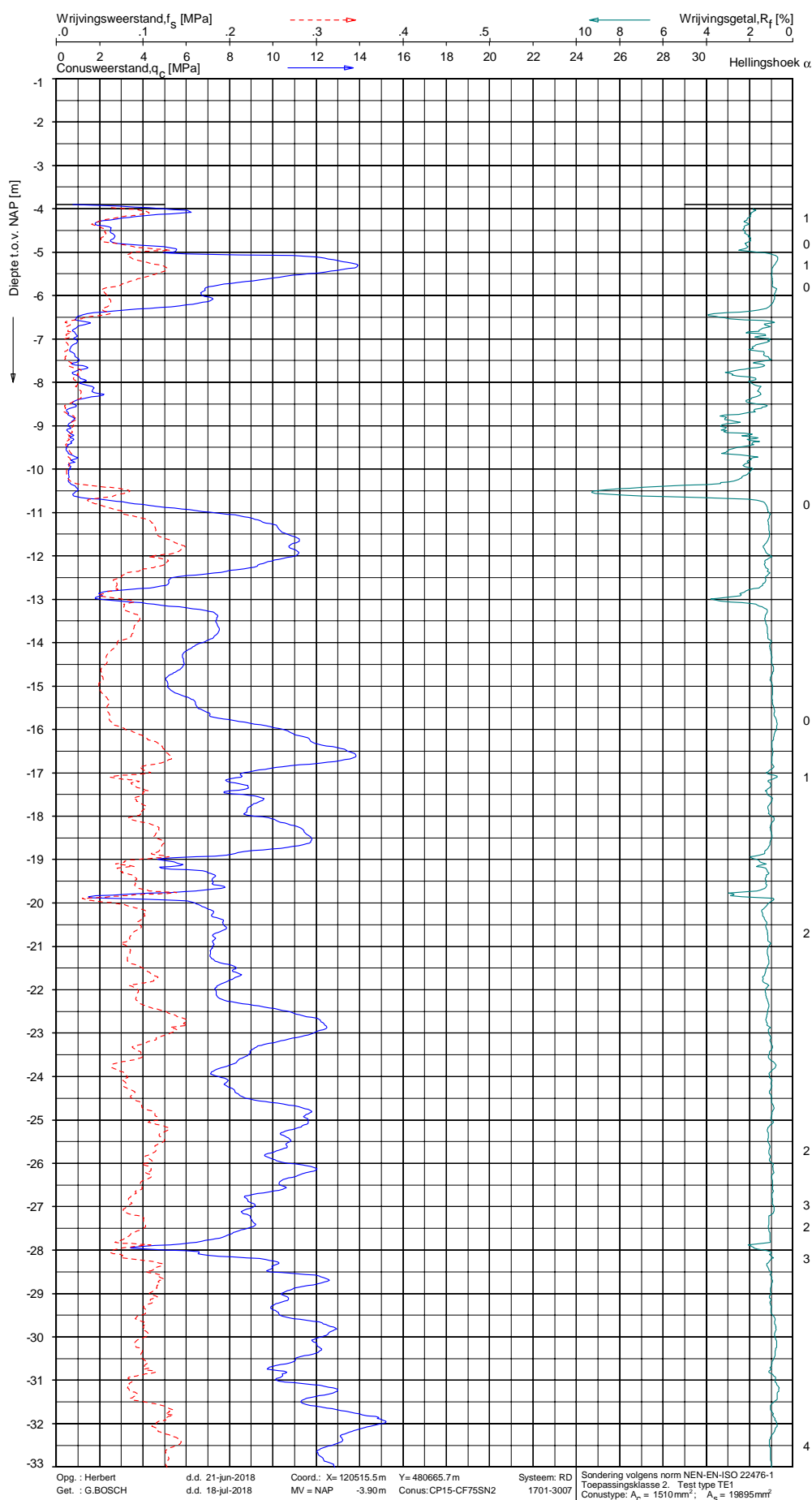


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

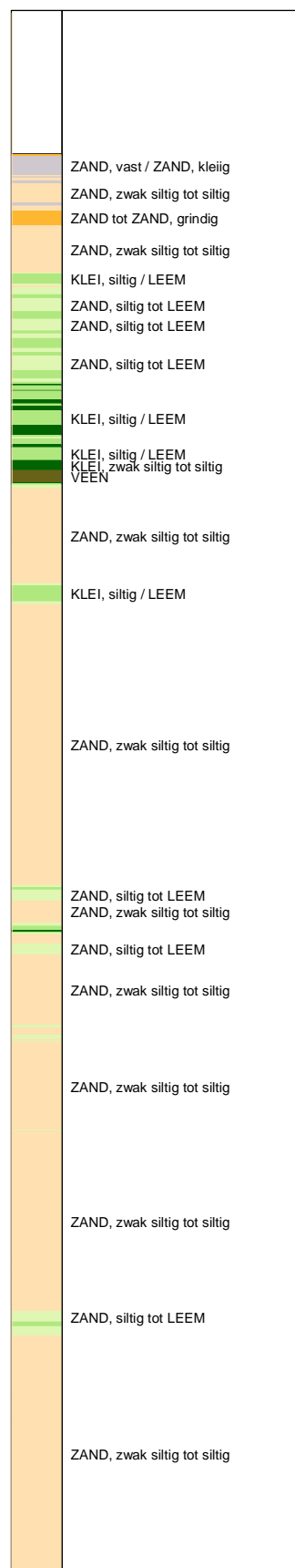
PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RK109

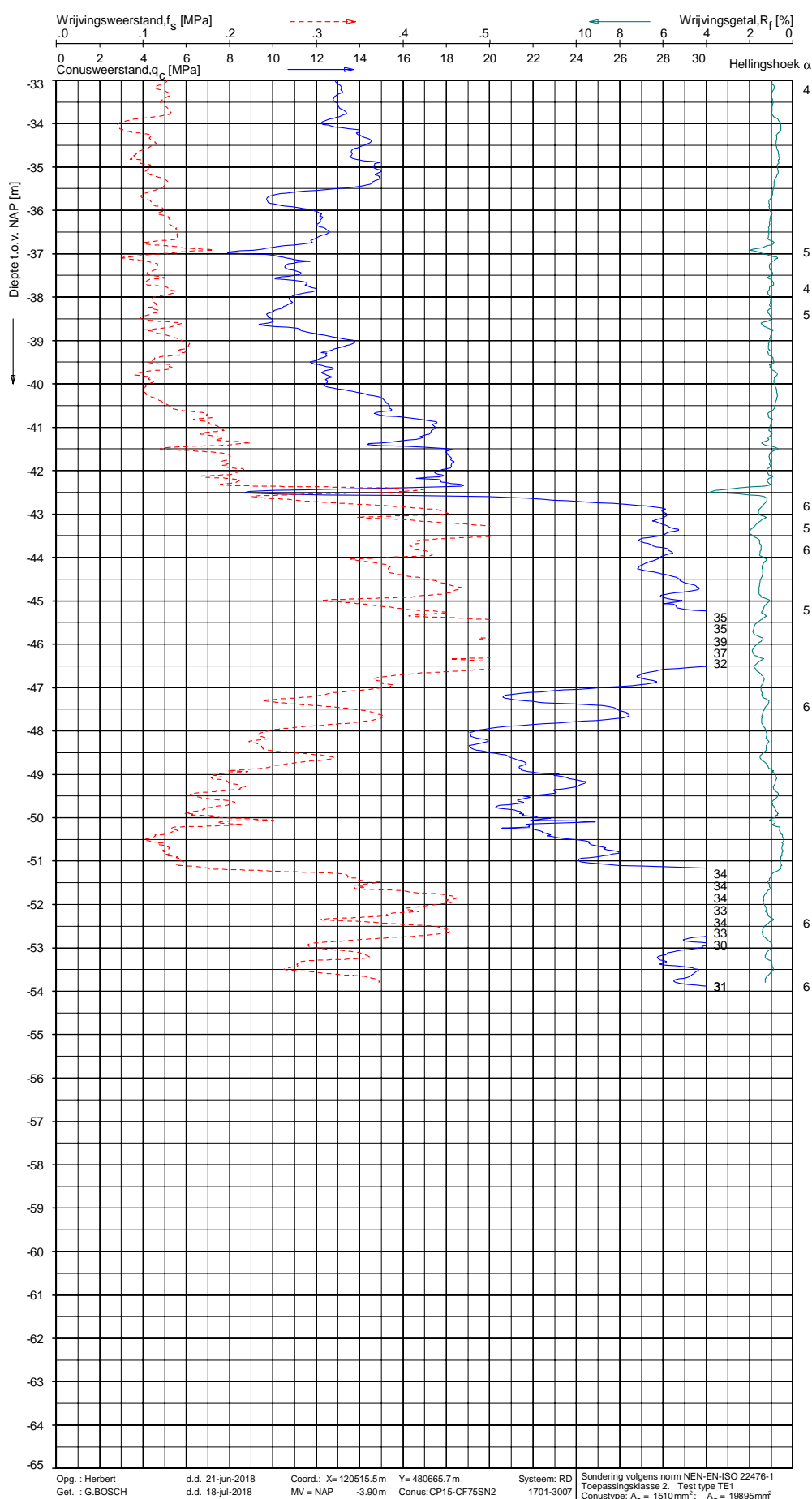




**Indicatieve bodembeschrijving**  
Automatisch gegenereerd uit data  
van de sondering, geldig onder  
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)







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

ZAND, zwak siltig tot siltig

ZAND, siltig tot LEEM

ZAND, zwak siltig tot siltig

ZAND, zwak siltig tot siltig

ZAND, siltig tot LEEM

ZAND, zwak siltig tot siltig

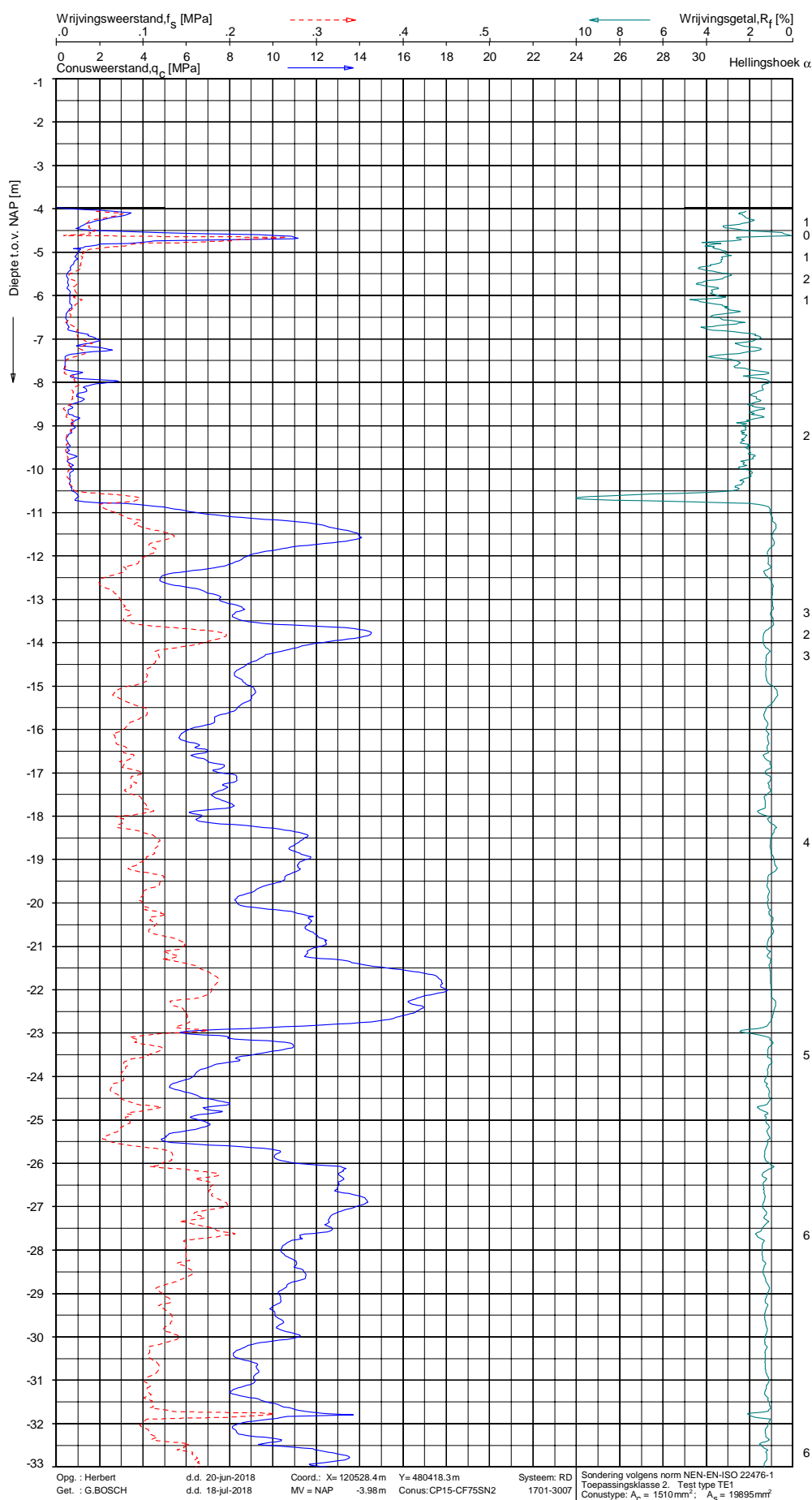
ZAND, zwak siltig tot siltig

ZAND, zwak siltig tot siltig

ZAND, zwak siltig tot siltig

ZAND, zwak siltig tot siltig

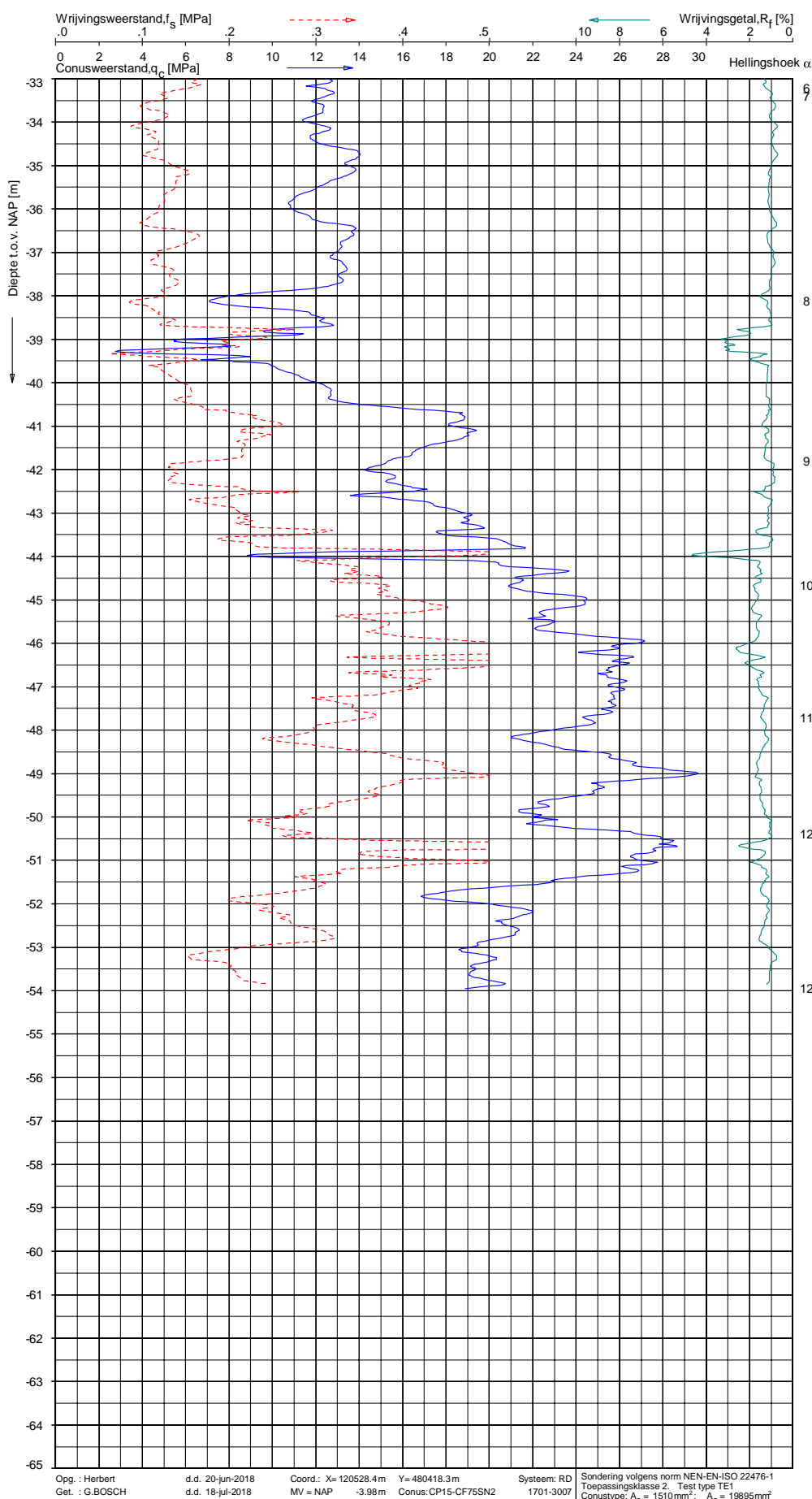




**Indicatieve bodembeschrijving**  
Automatisch gegenereerd uit data  
van de sondering, geldig onder  
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)







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

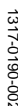


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RK111

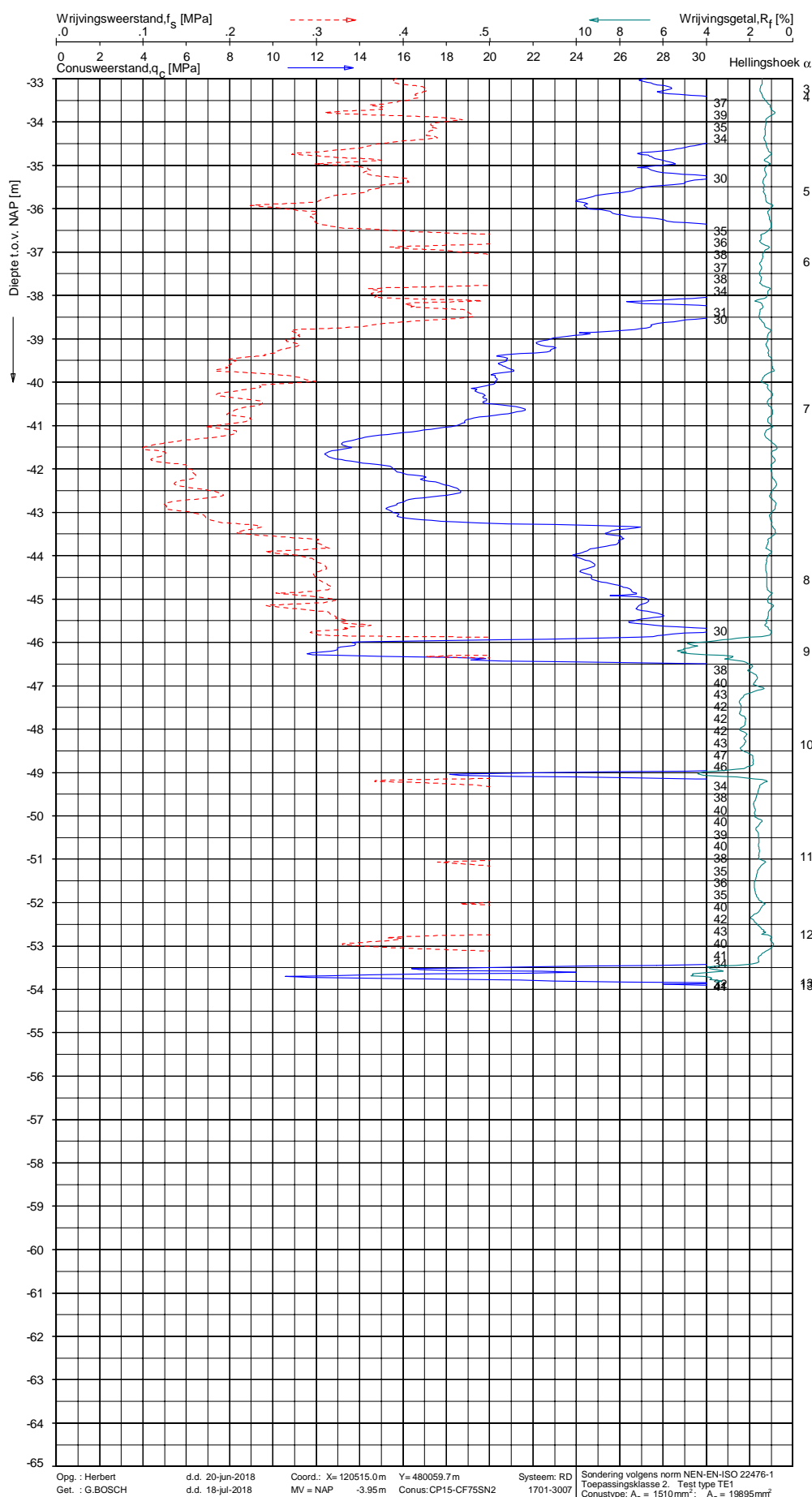




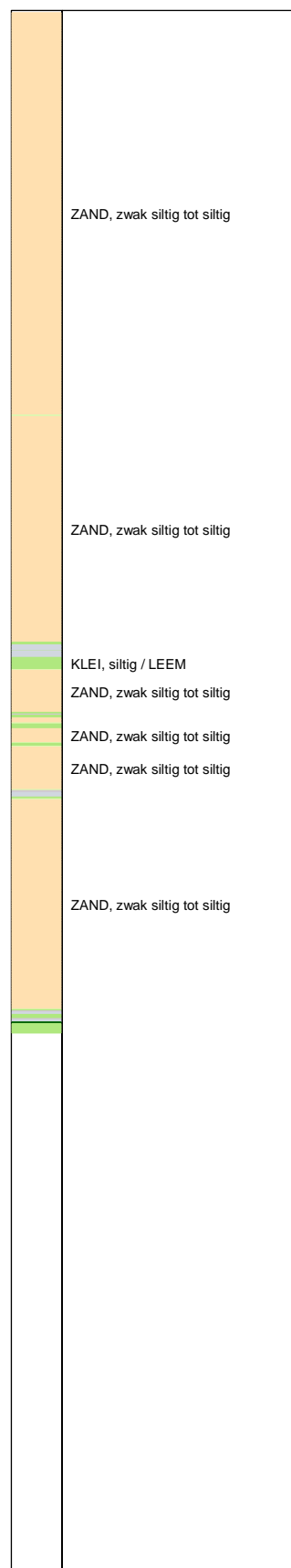
RK112 -







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

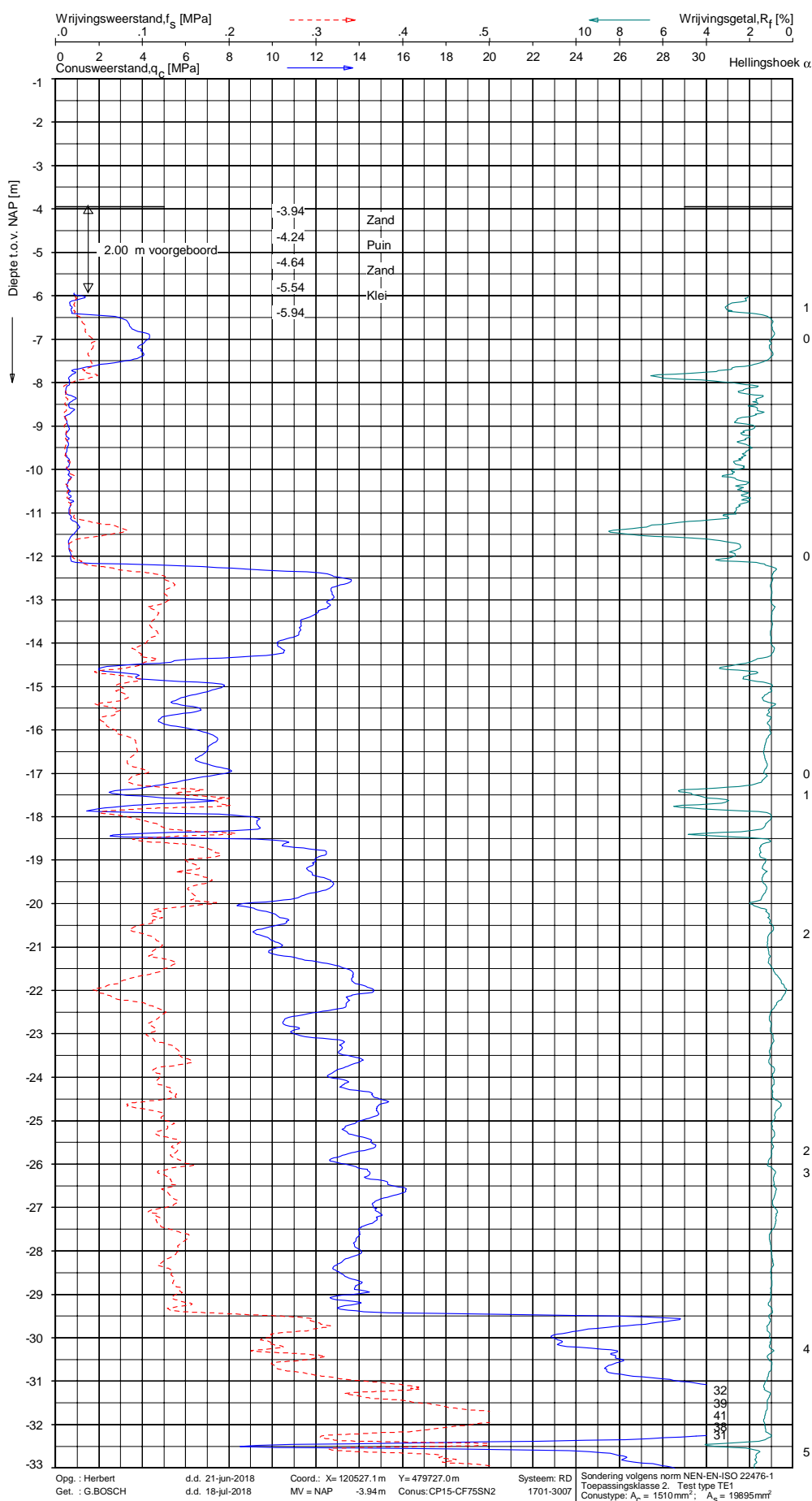


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

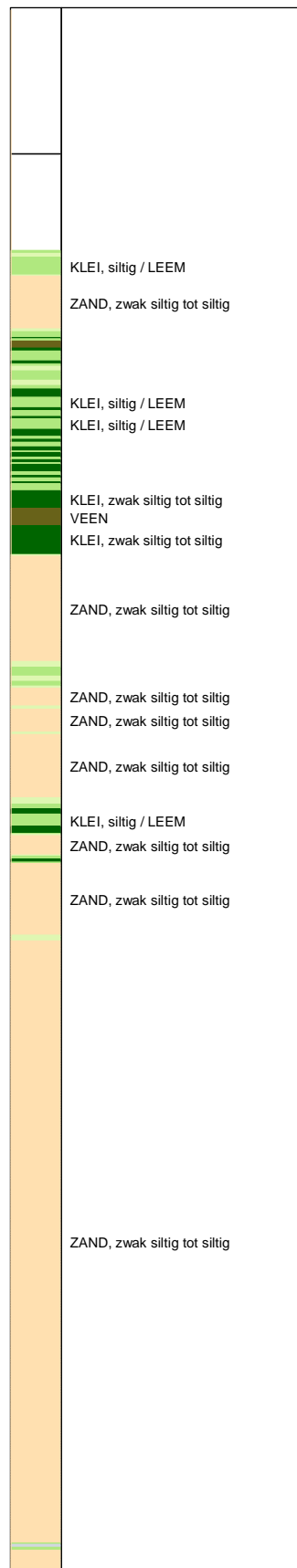
PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RK112





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

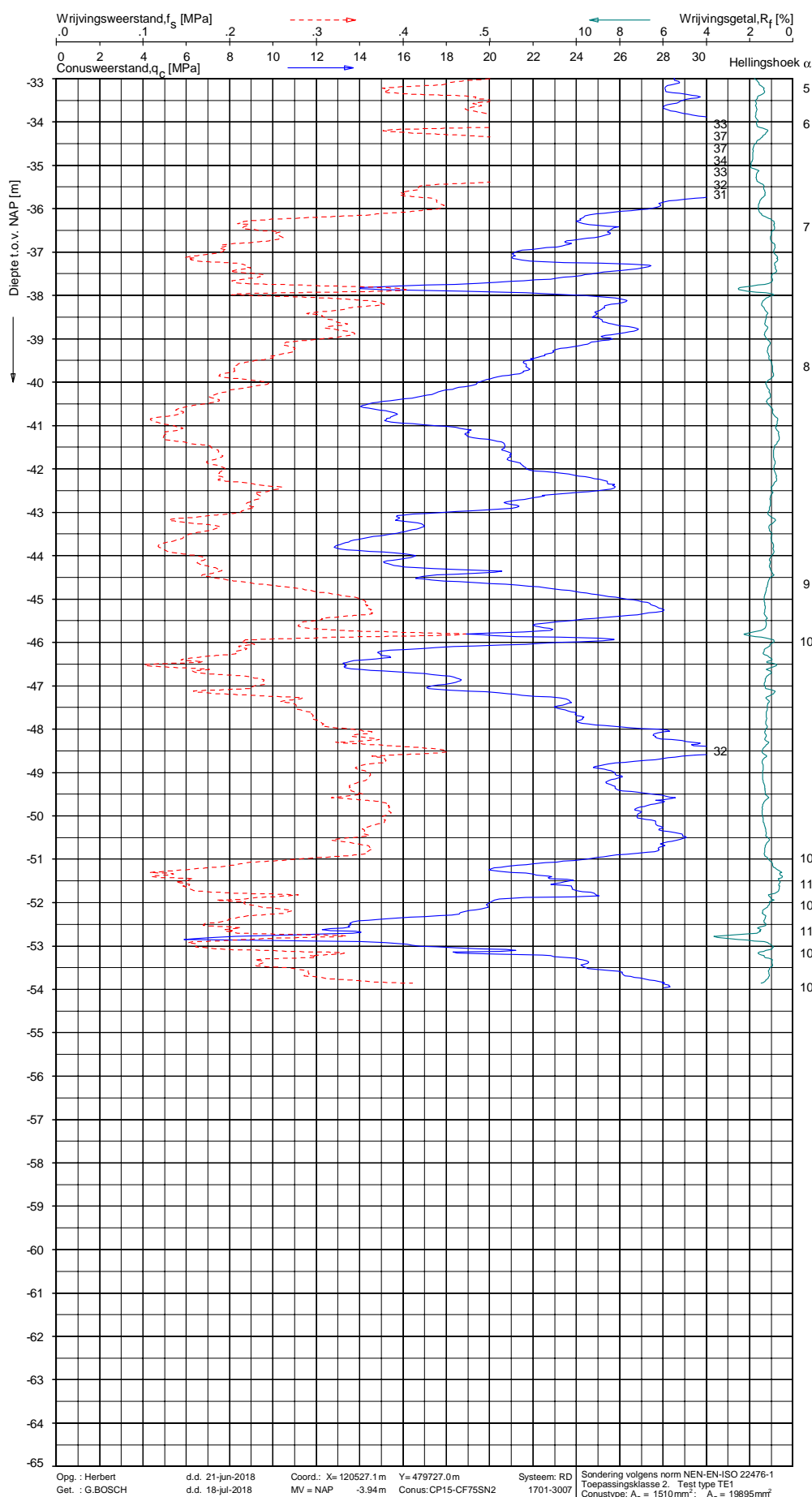


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

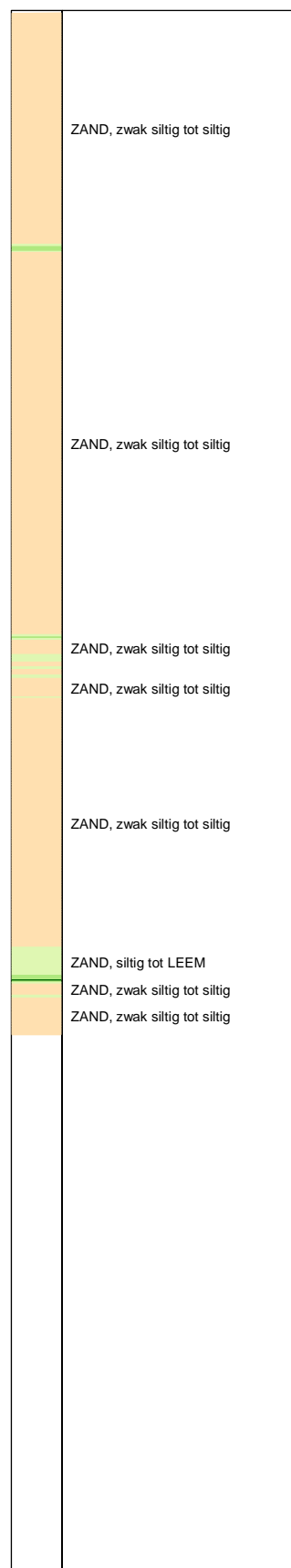
PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
 Sond. RK113





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

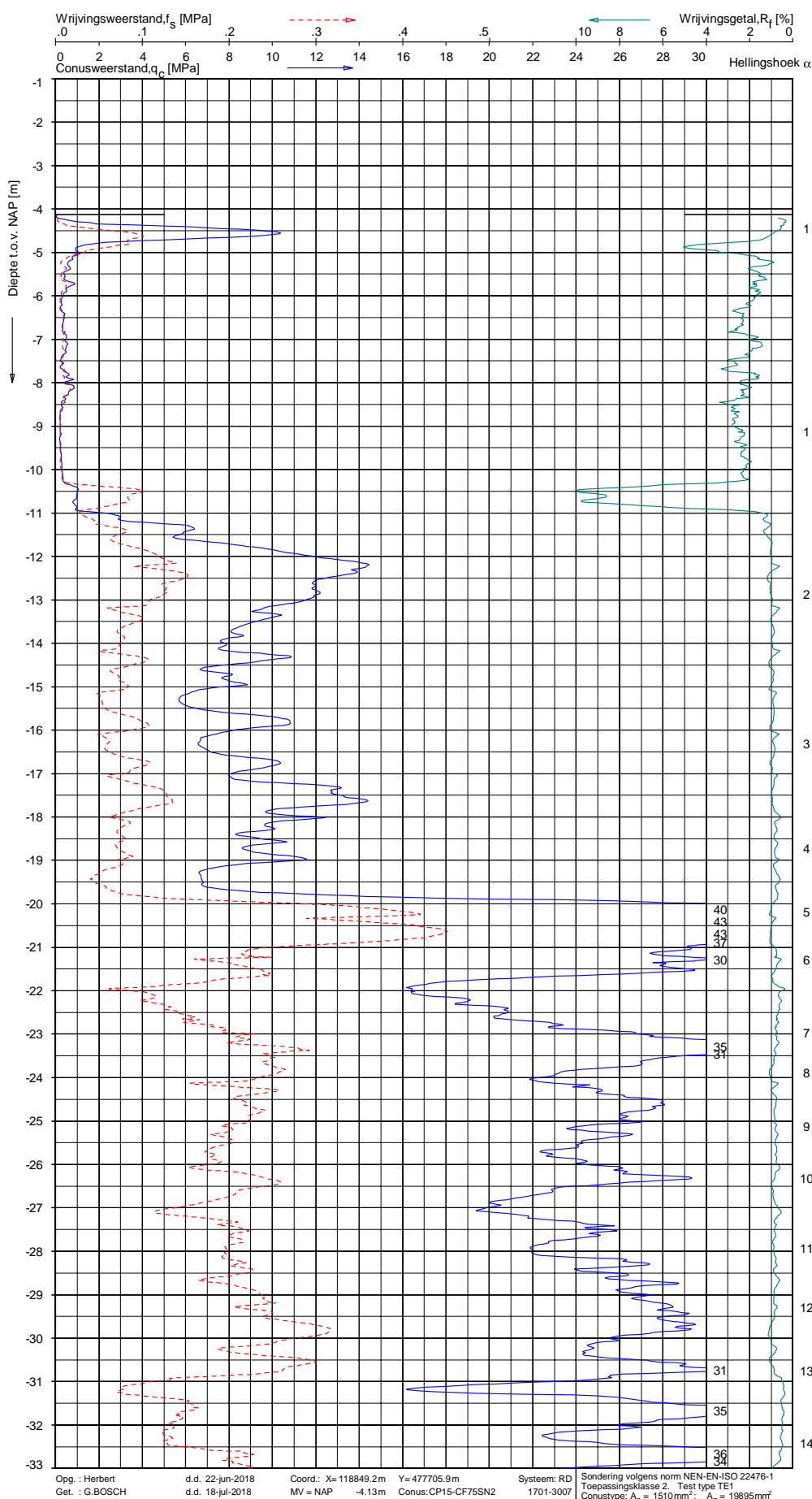


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RK113





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

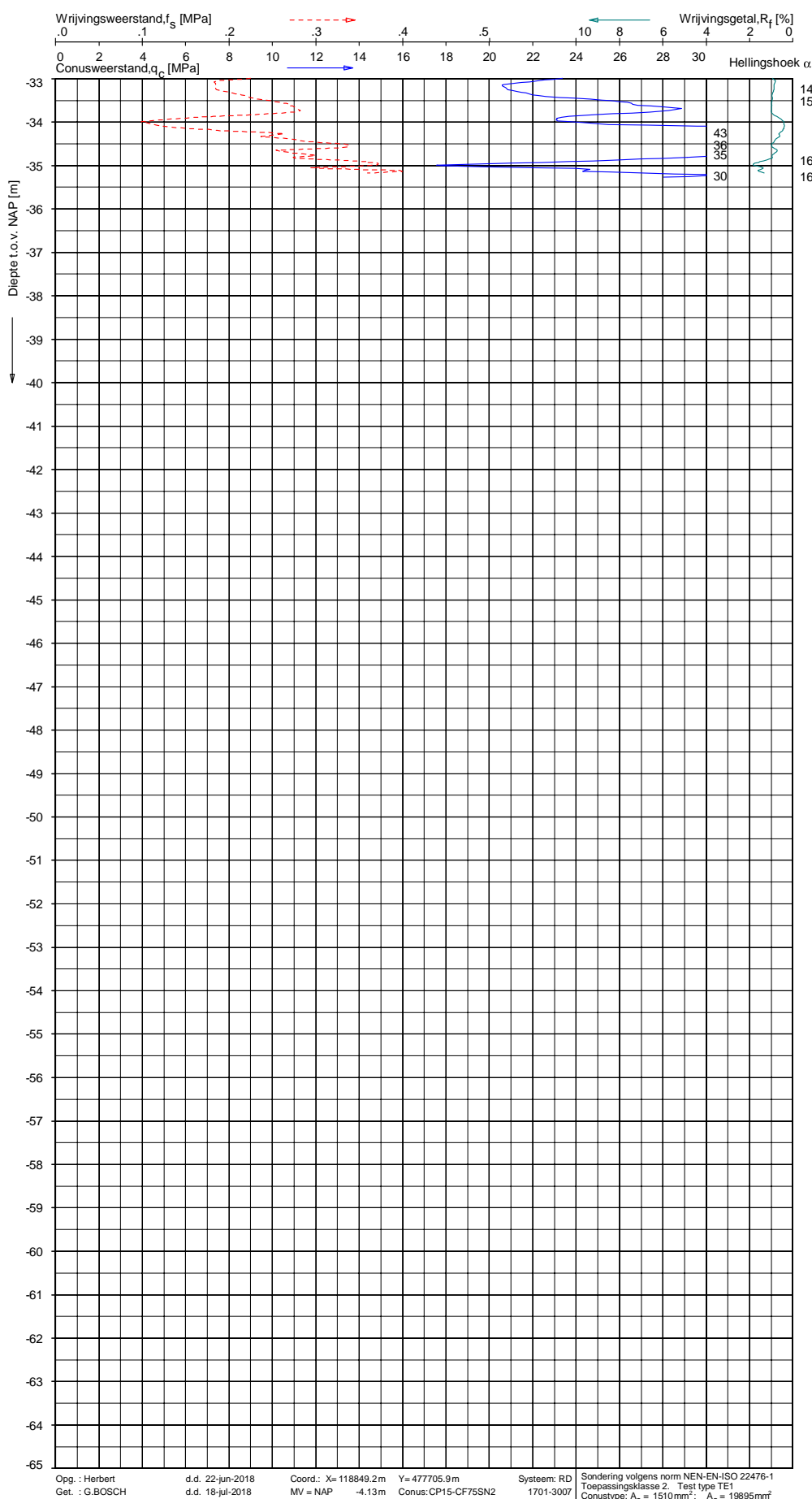


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RS114





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

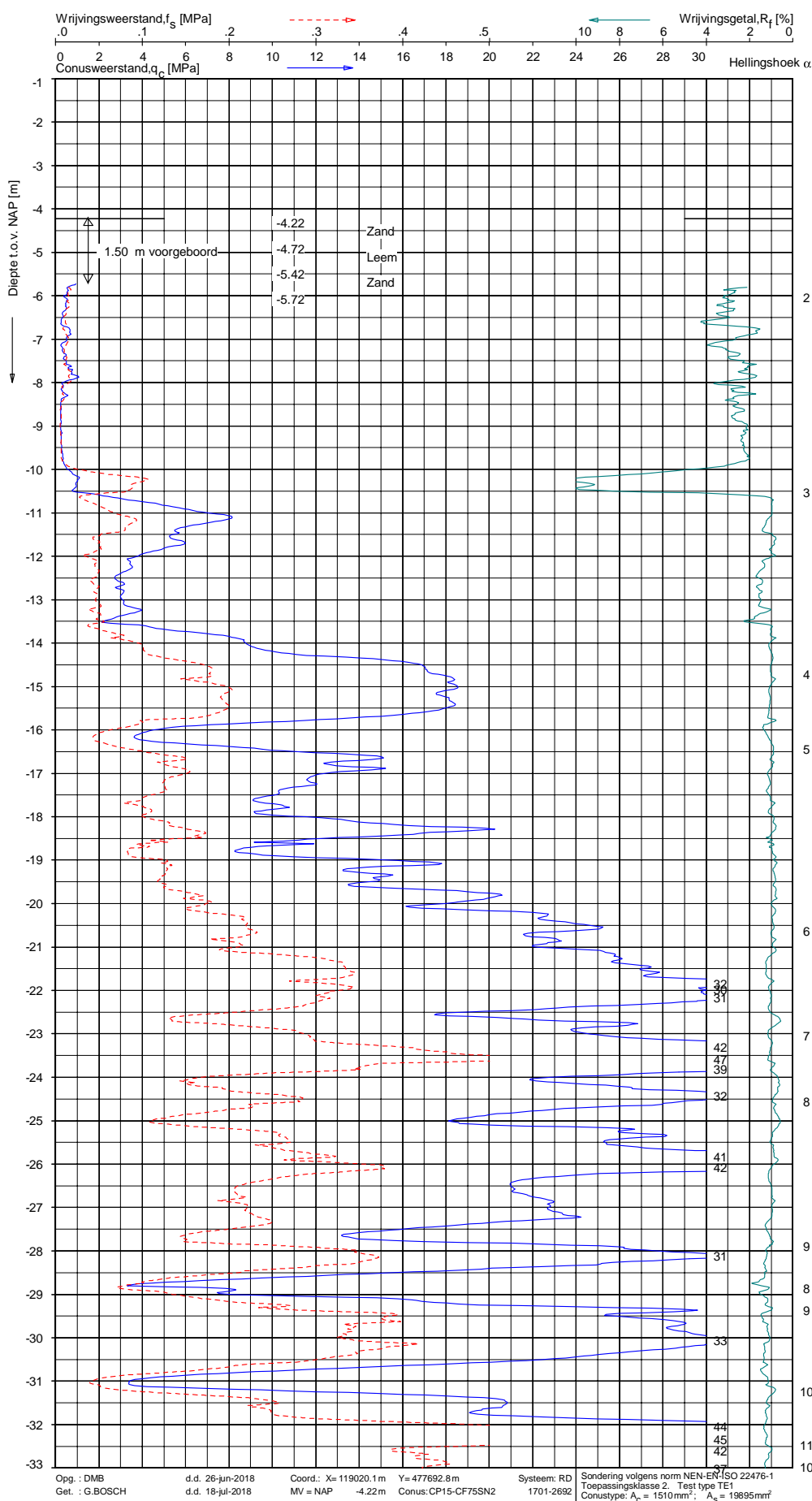
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, zwak siltig tot siltig

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RS114





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

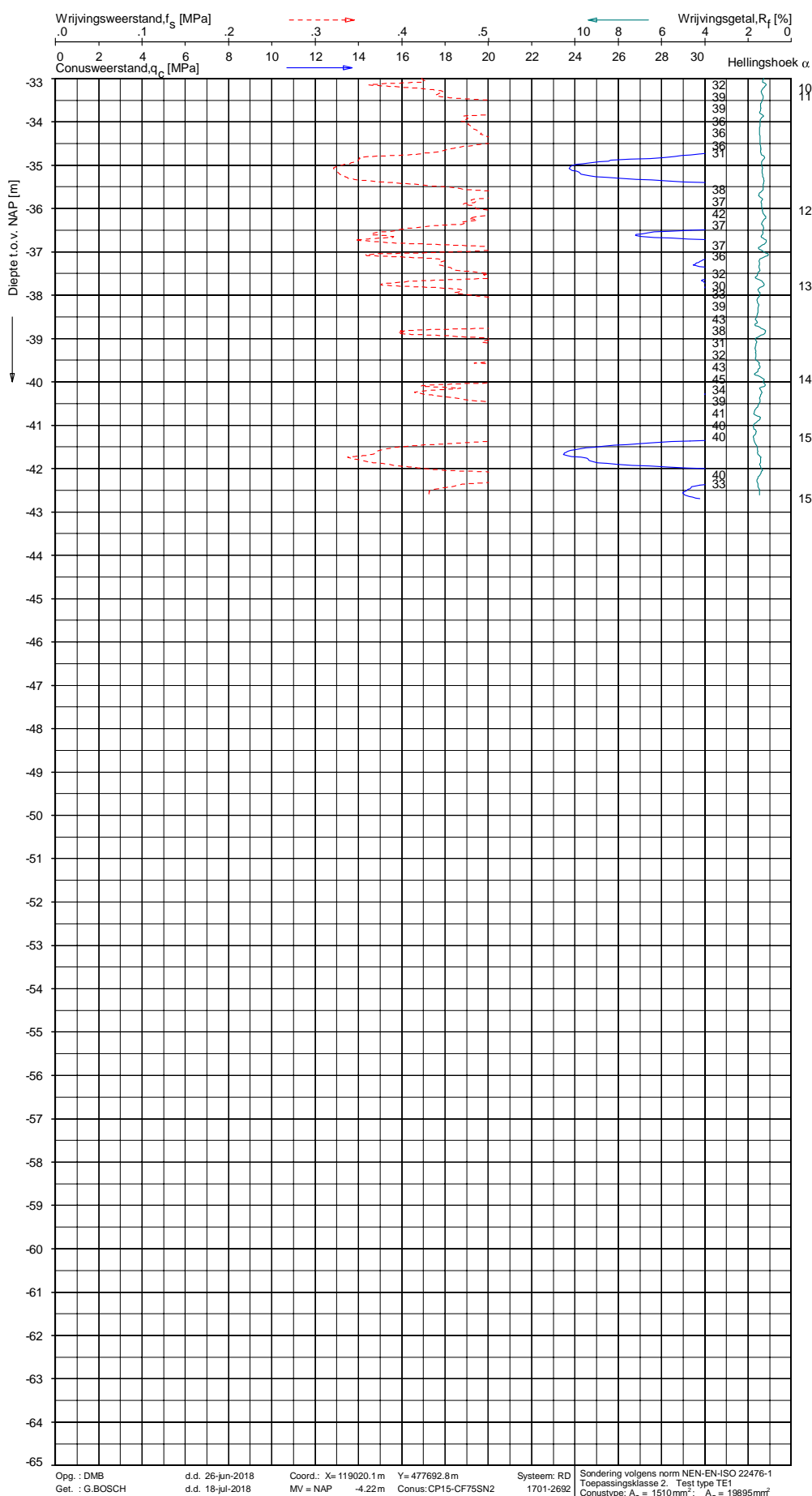


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RS115





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

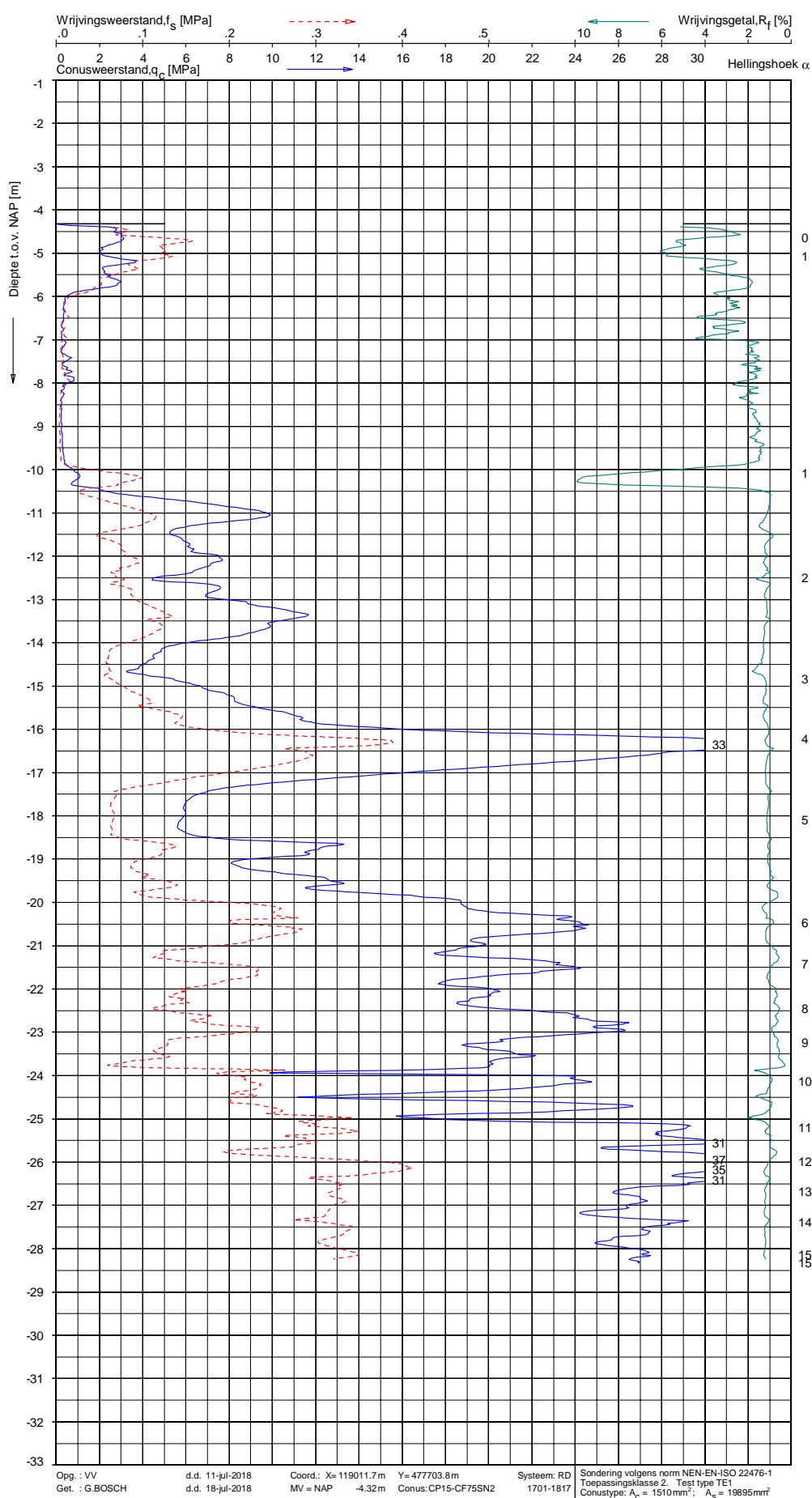
ZAND, zwak siltig tot siltig

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

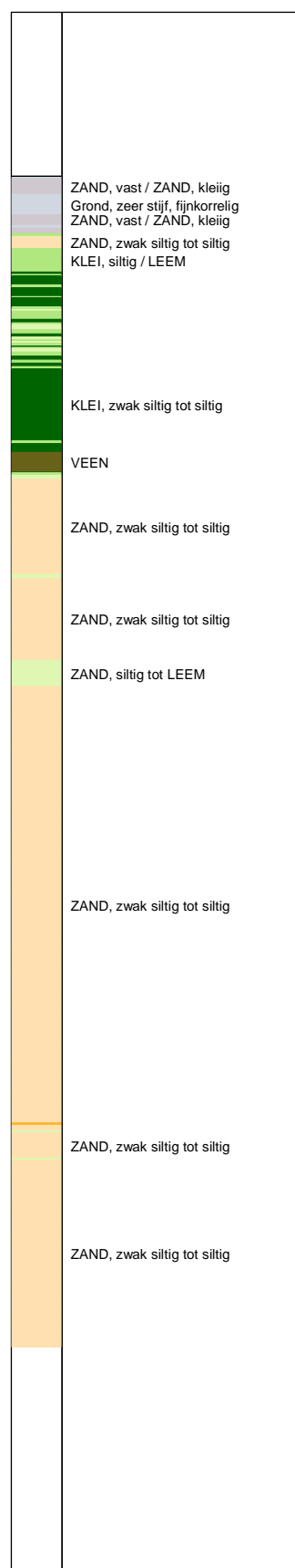
PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RS115

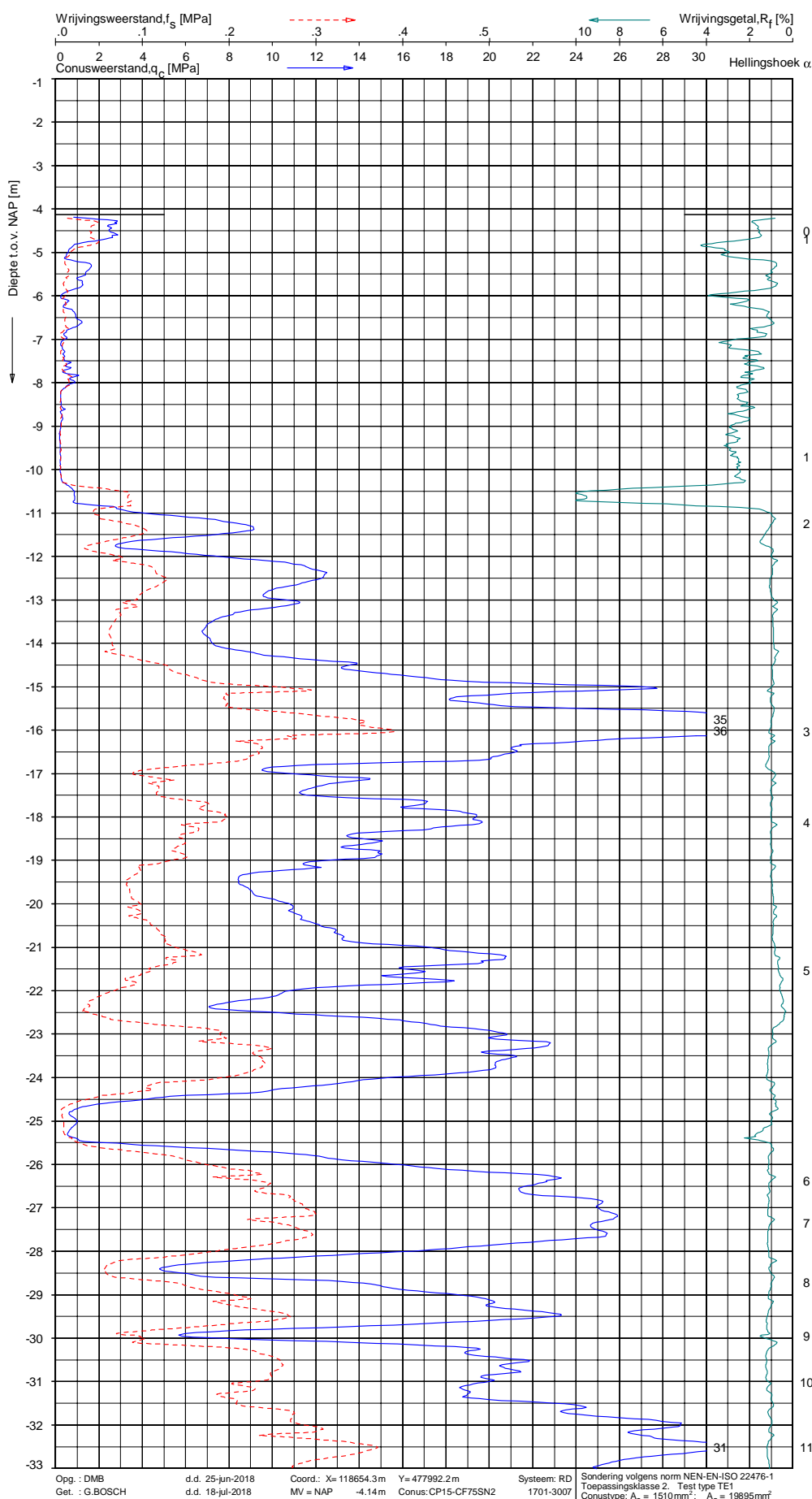




**Indicatieve bodembeschrijving**  
 Automatisch gegenereerd uit data  
 van de sondering, geldig onder  
 grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)







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

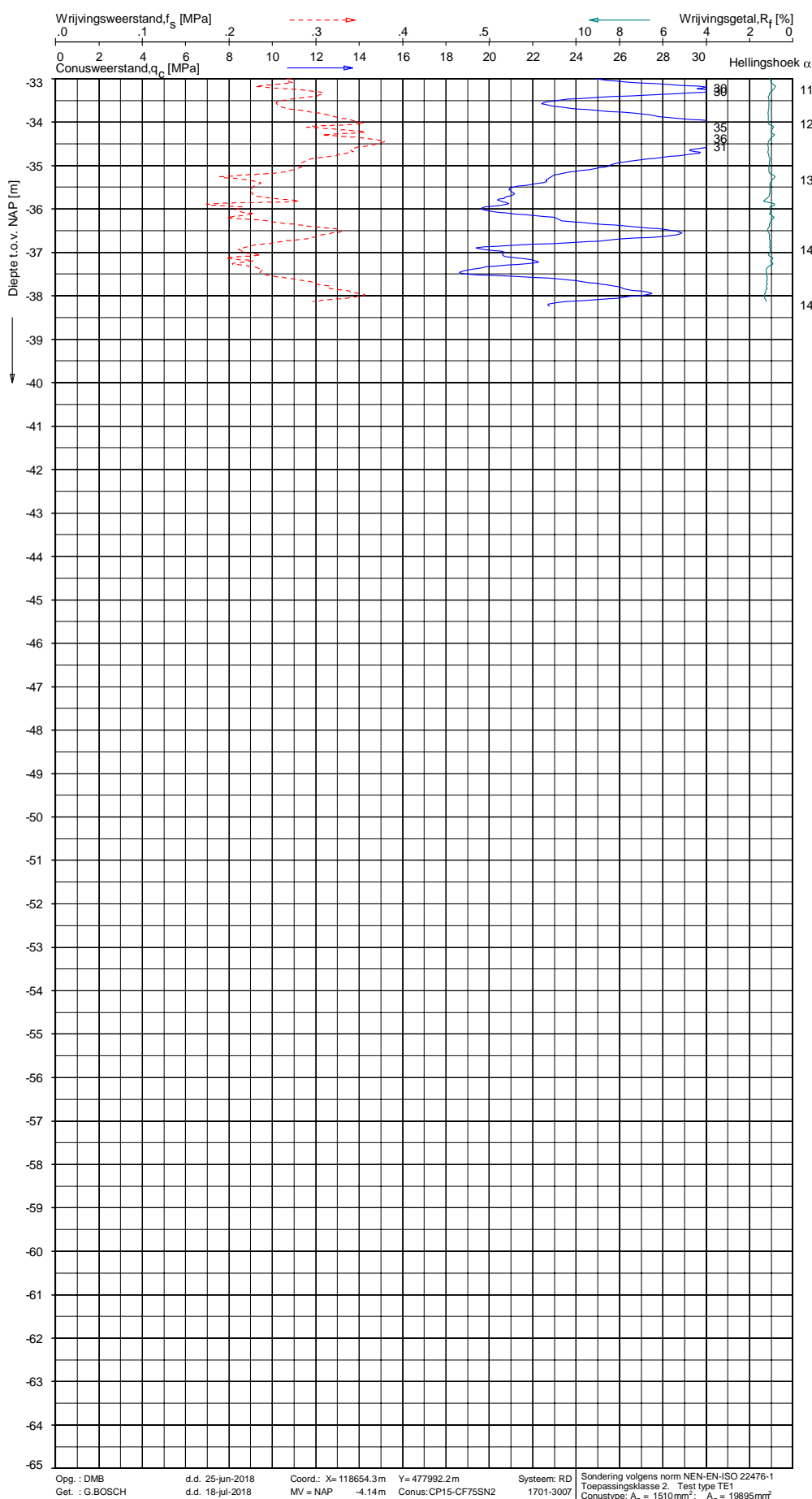


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RS117





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

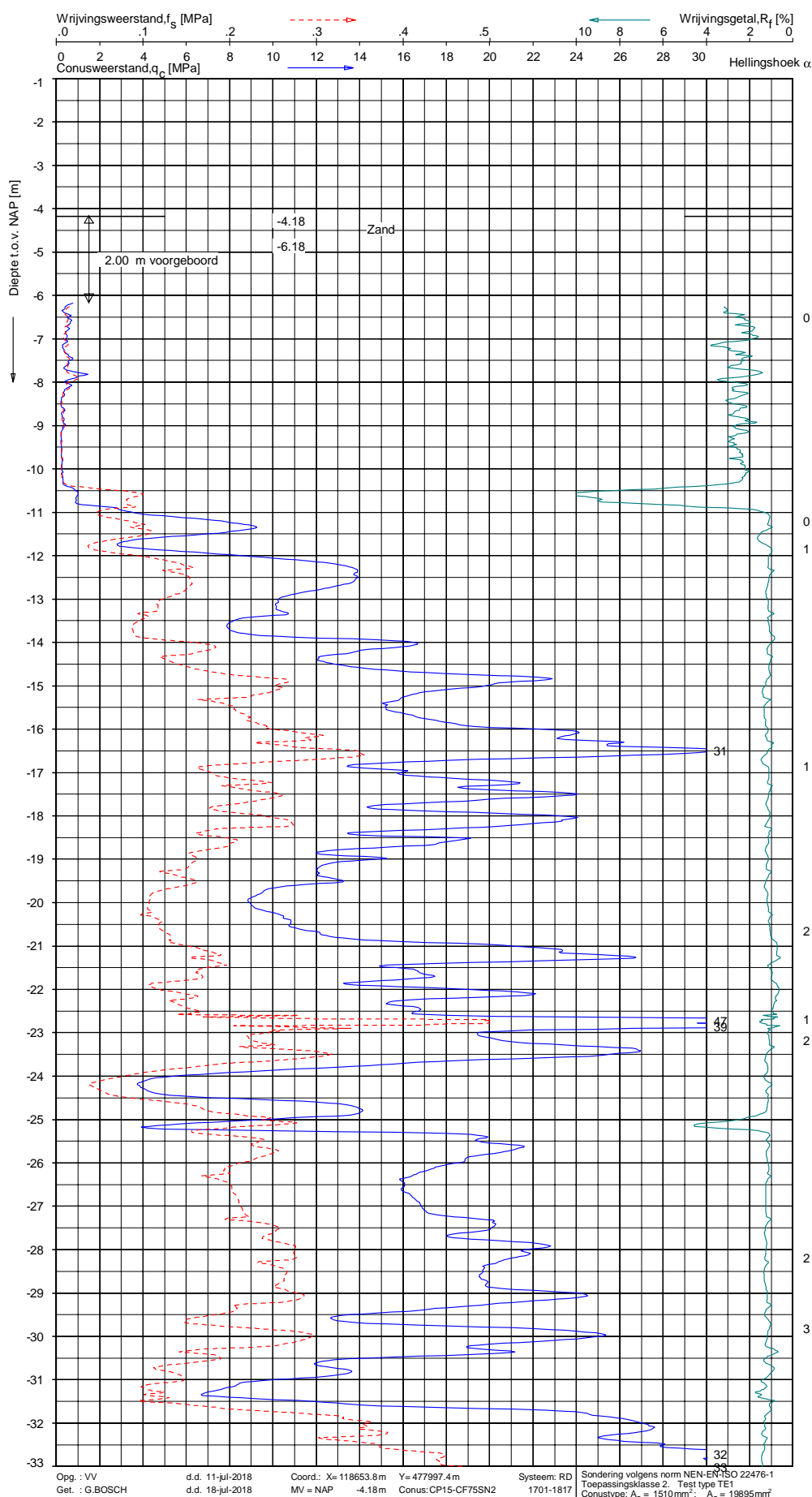
ZAND, zwak siltig tot siltig

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
 Sond. RS117





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

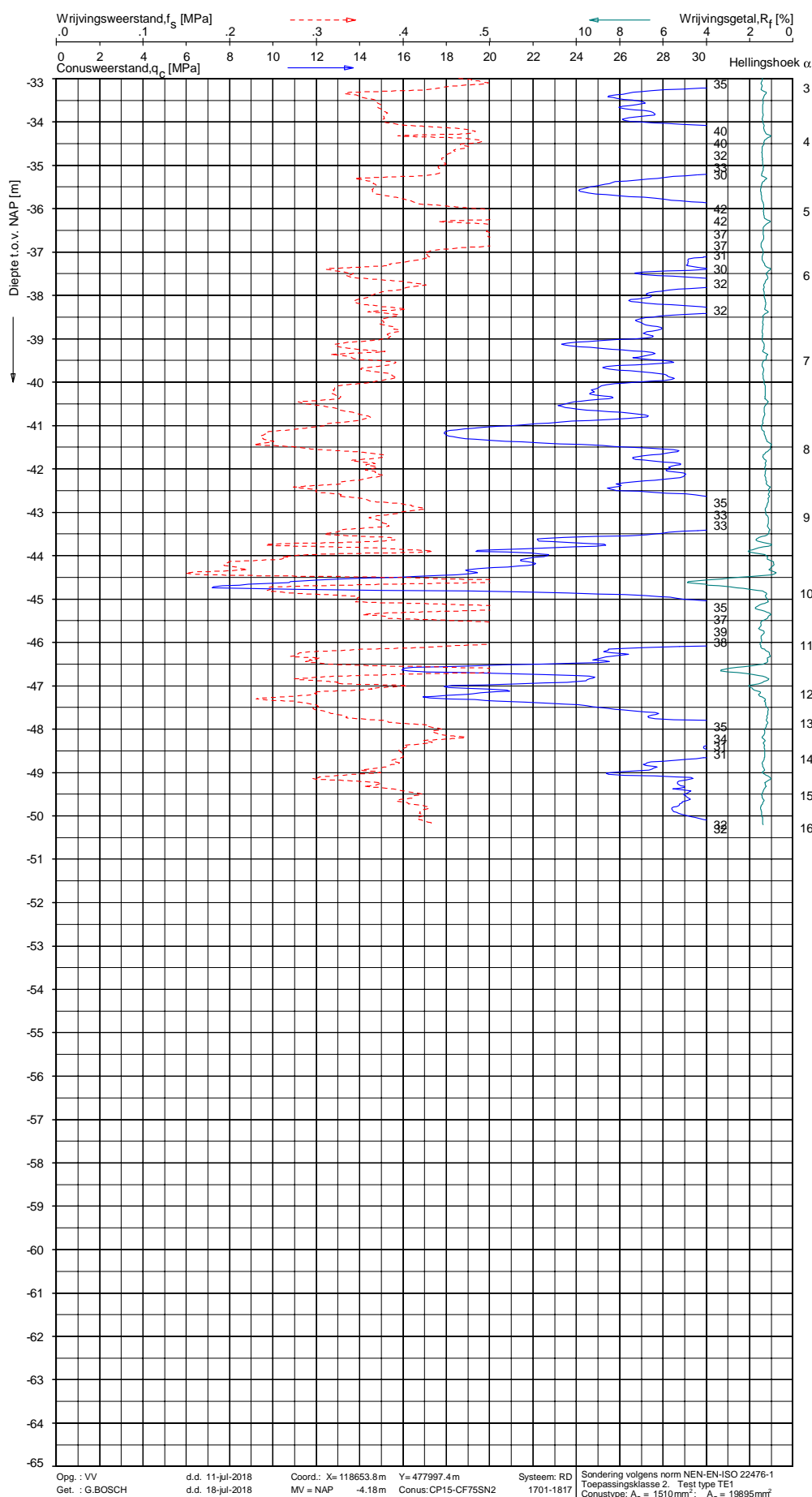


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

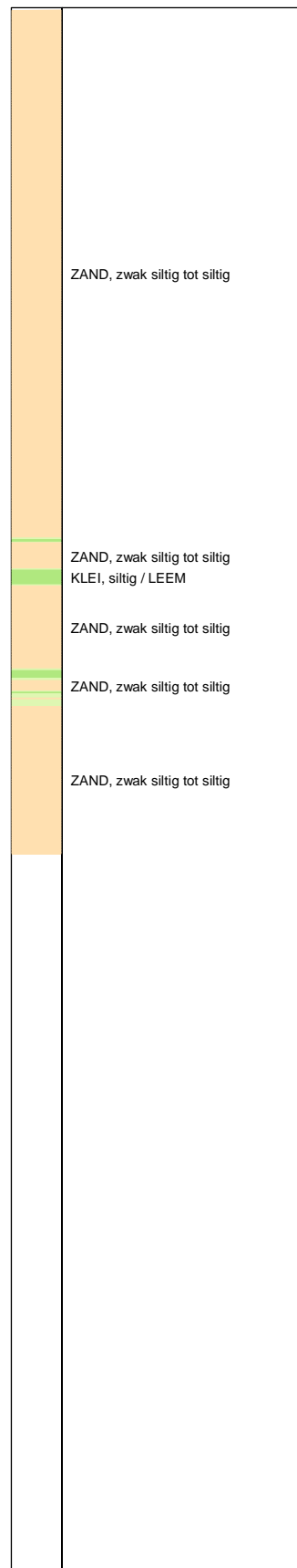
PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RS117A





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



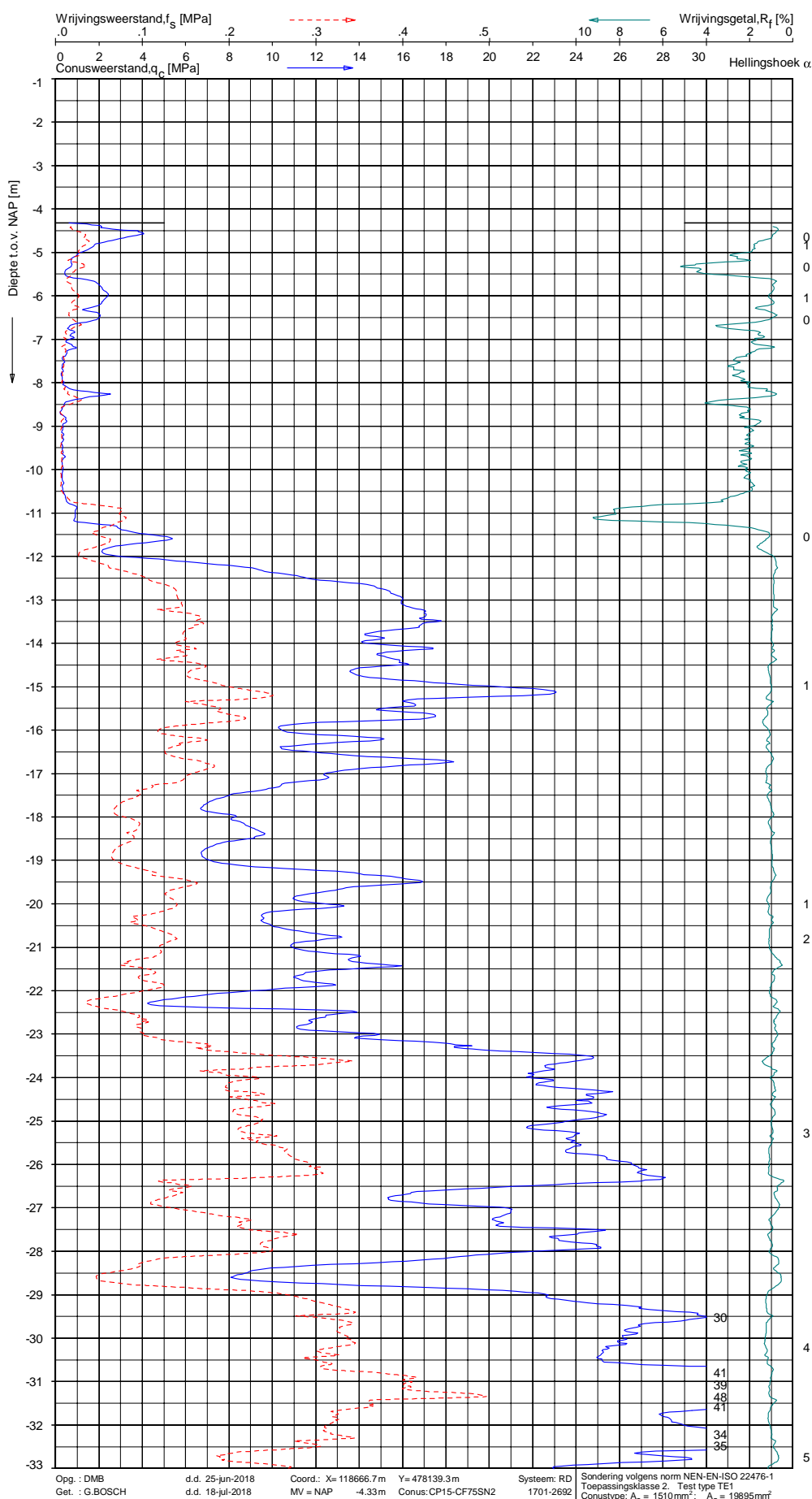
Opg. : VV d.d. 11-jul-2018 Coord.: X=118653.8m Y=477997.4m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1  
 Get. : G.BOSCH d.d. 18-jul-2018 MV = NAP -4.18m Conus: CP15-CF75SN2 1701-1817 Toepassingsklasse 2. Test type TE1  
 Conustype:  $A_n = 1510 \text{ mm}^2$ ;  $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
 Sond. RS117A





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

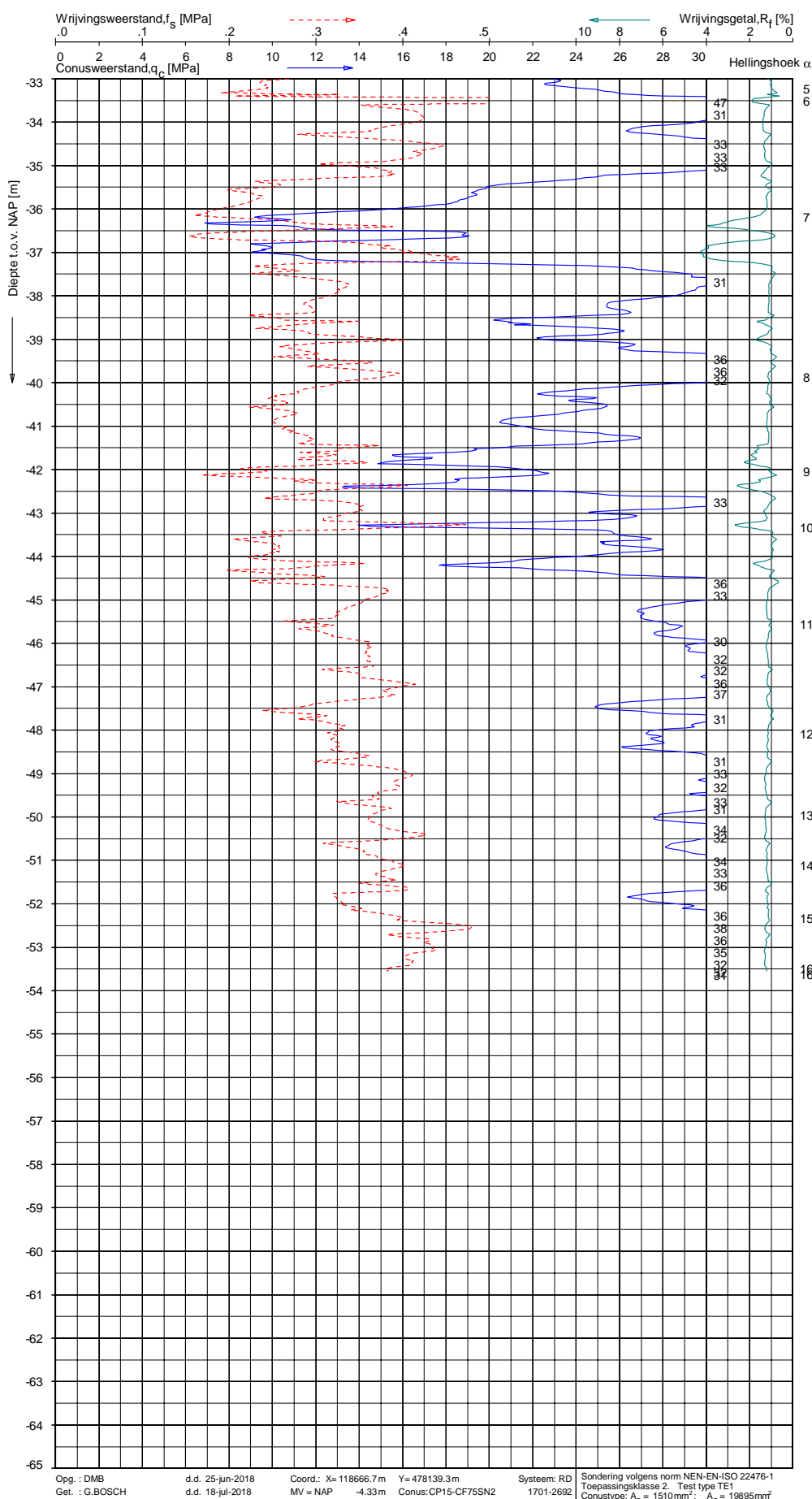


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RS118

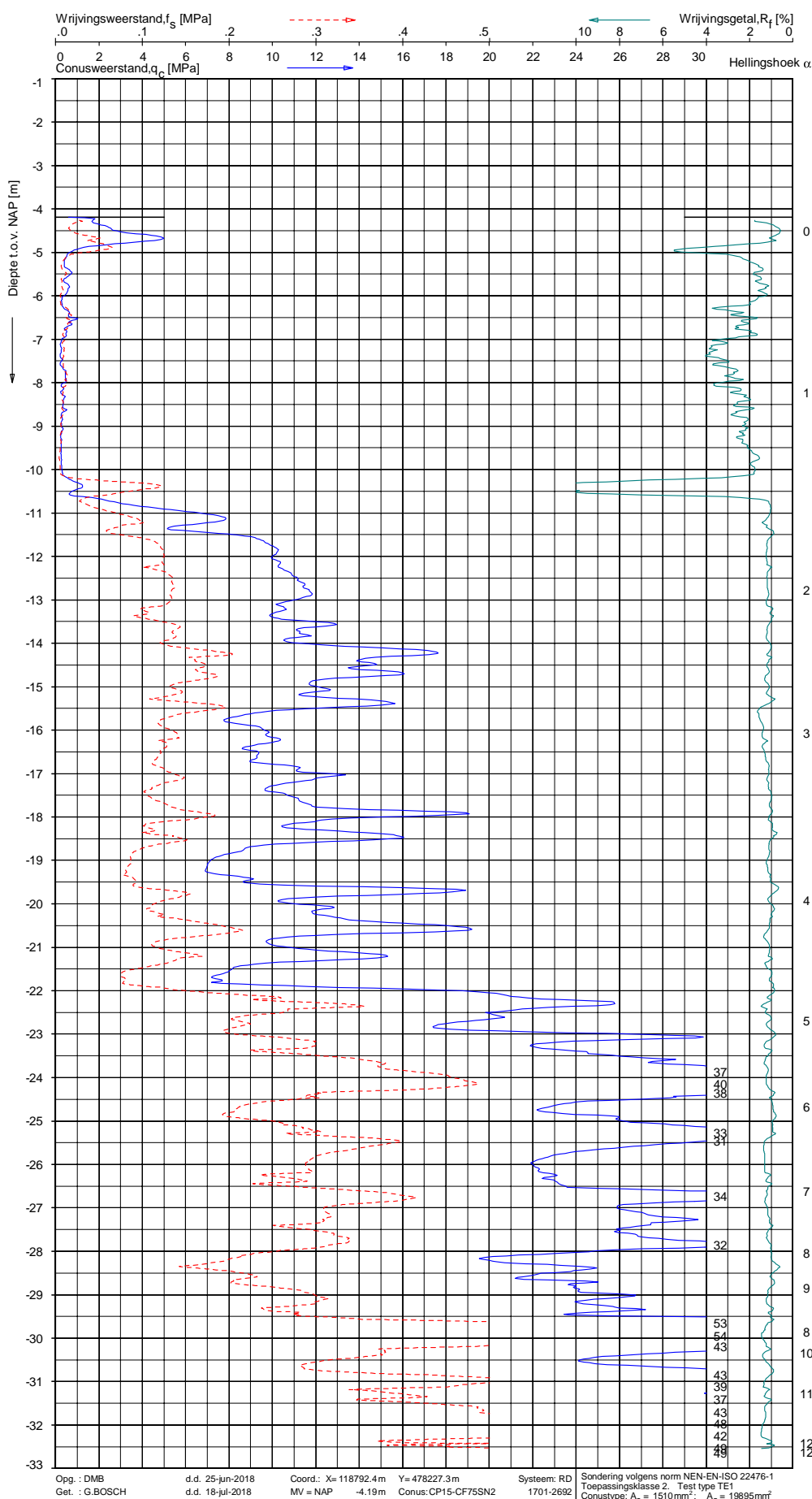




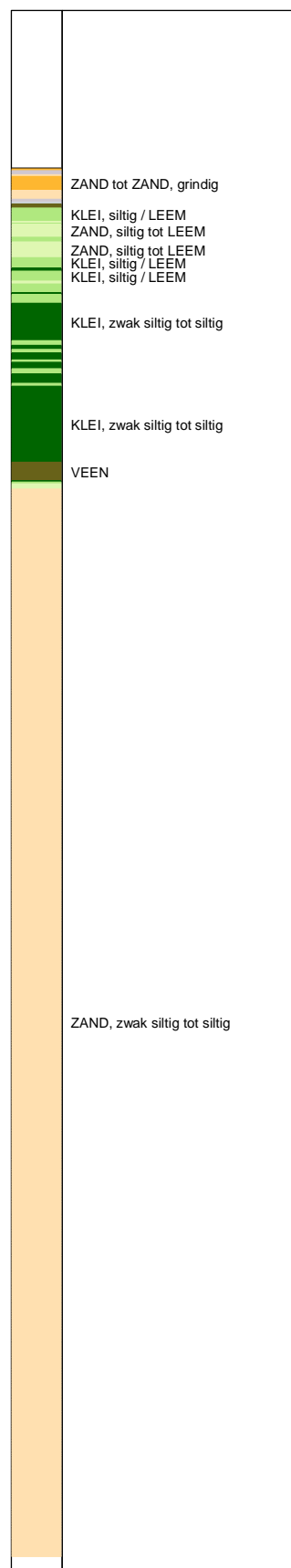
**Indicatieve bodembeschrijving**  
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)







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

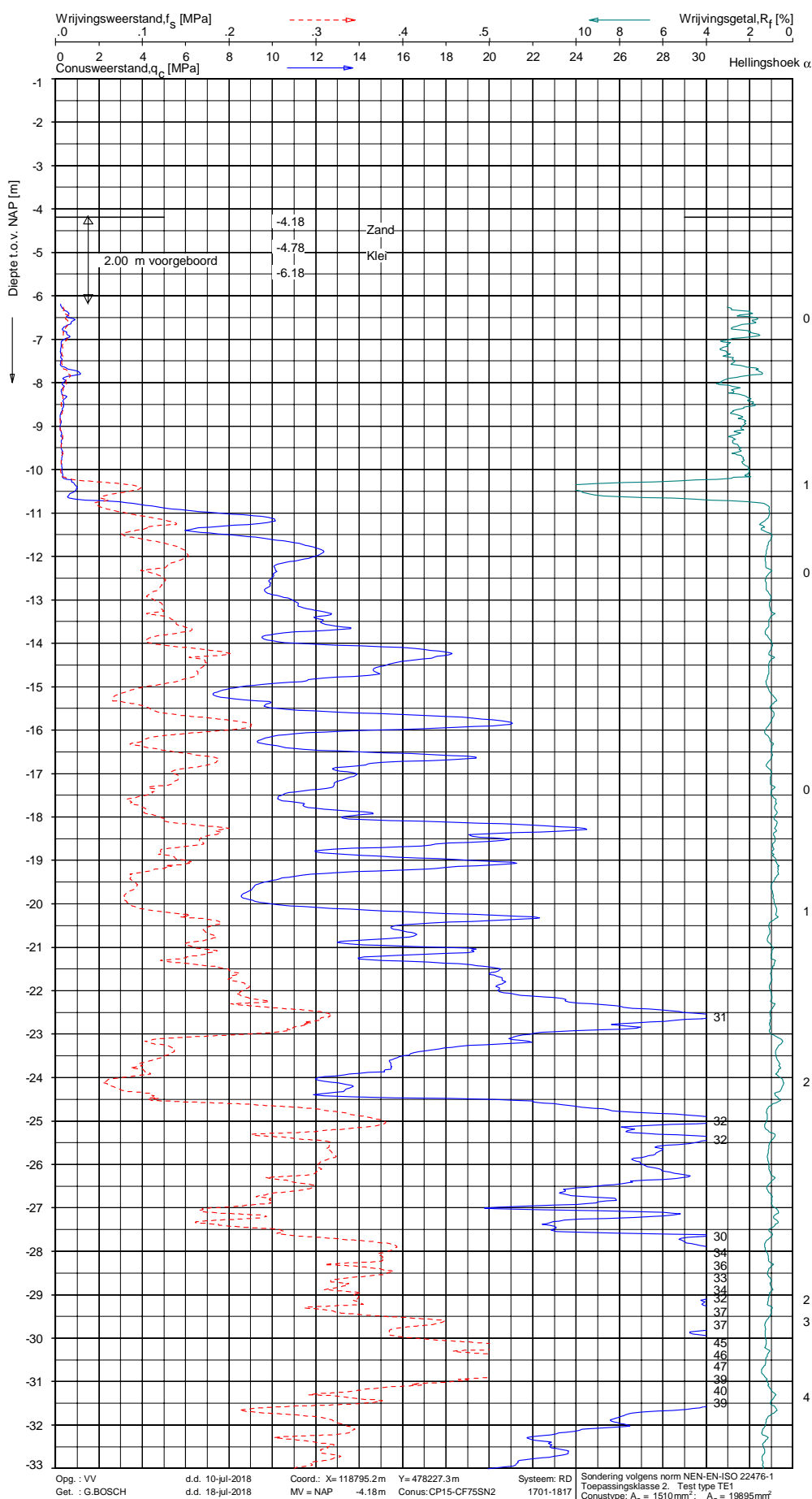


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

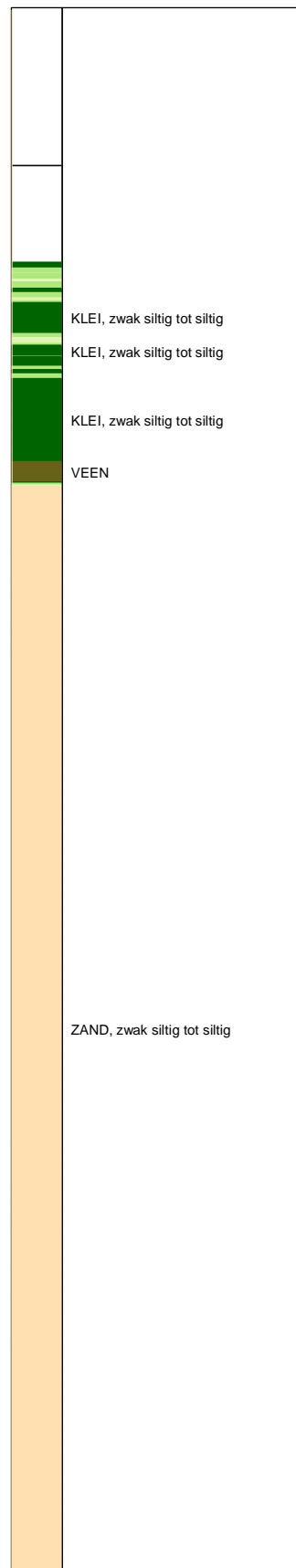
PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RS119





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

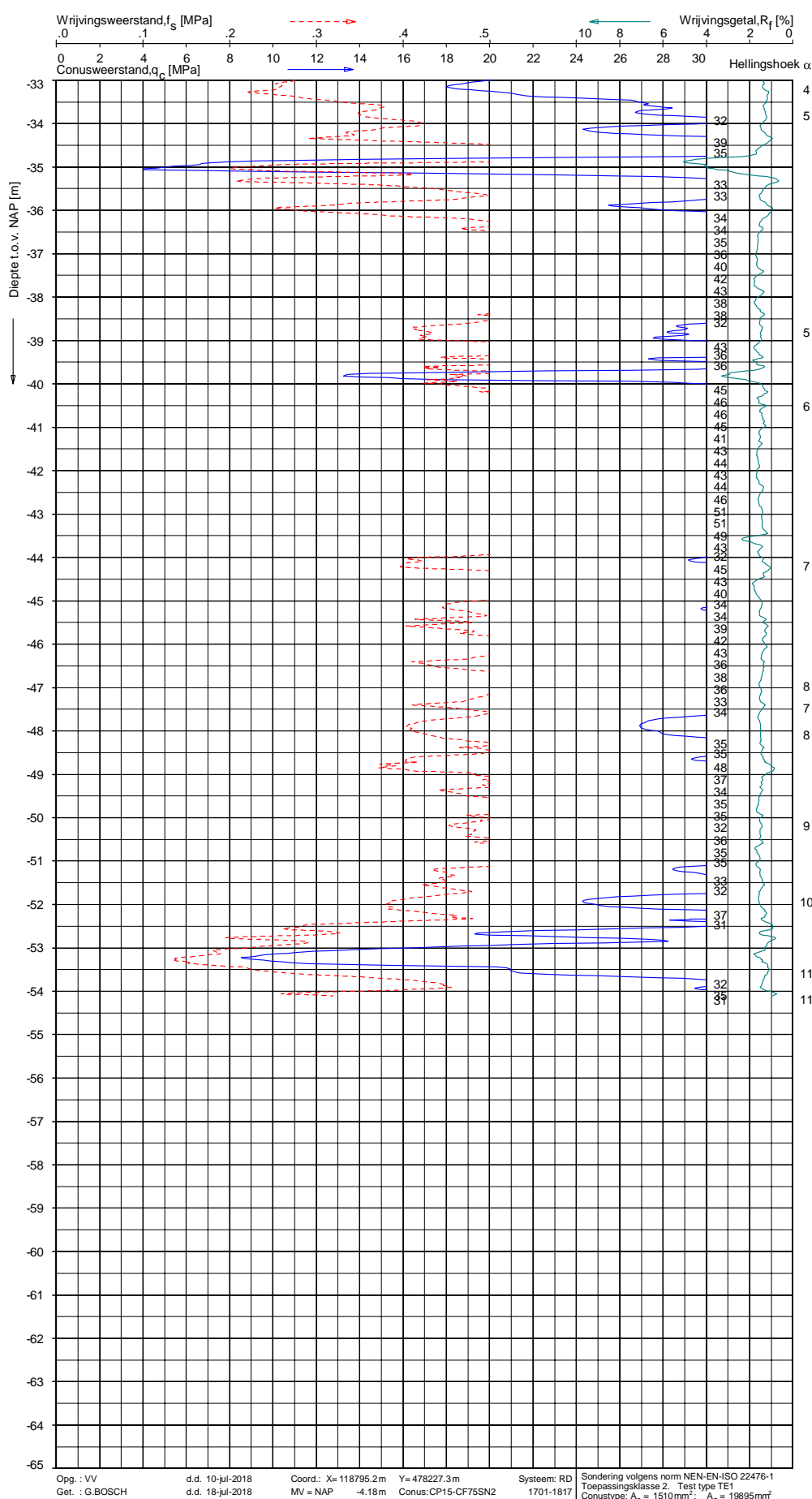


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
 Sond. RS119A

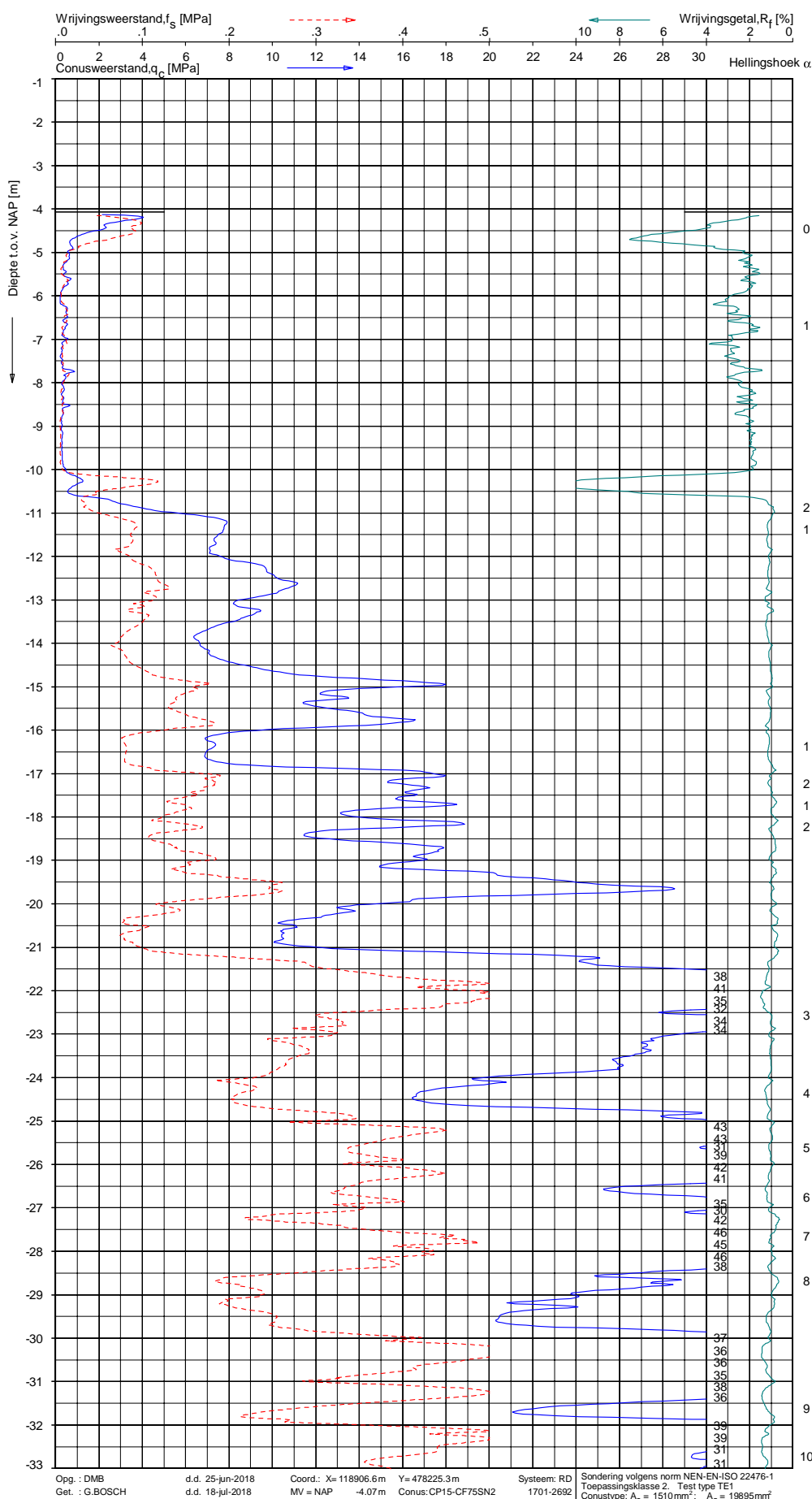




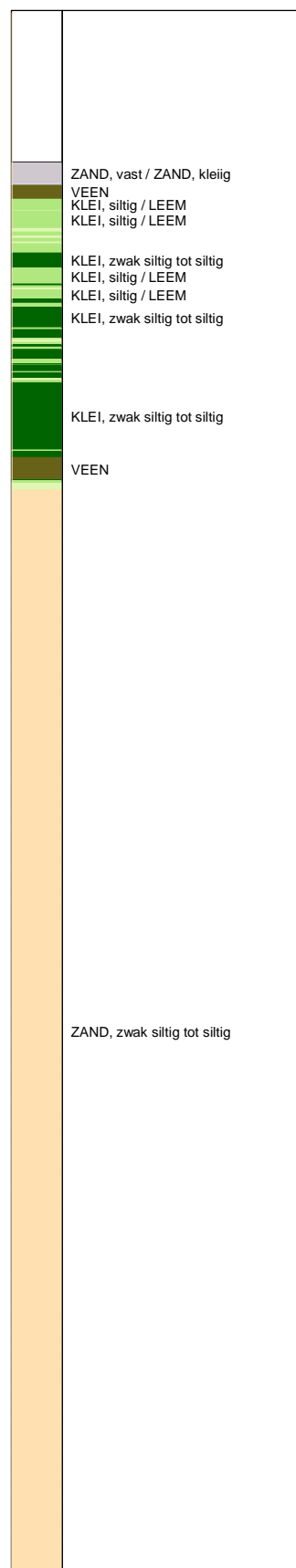
**Indicatieve bodembeschrijving**  
 Automatisch gegenereerd uit data  
 van de sondering, geldig onder  
 grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)







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



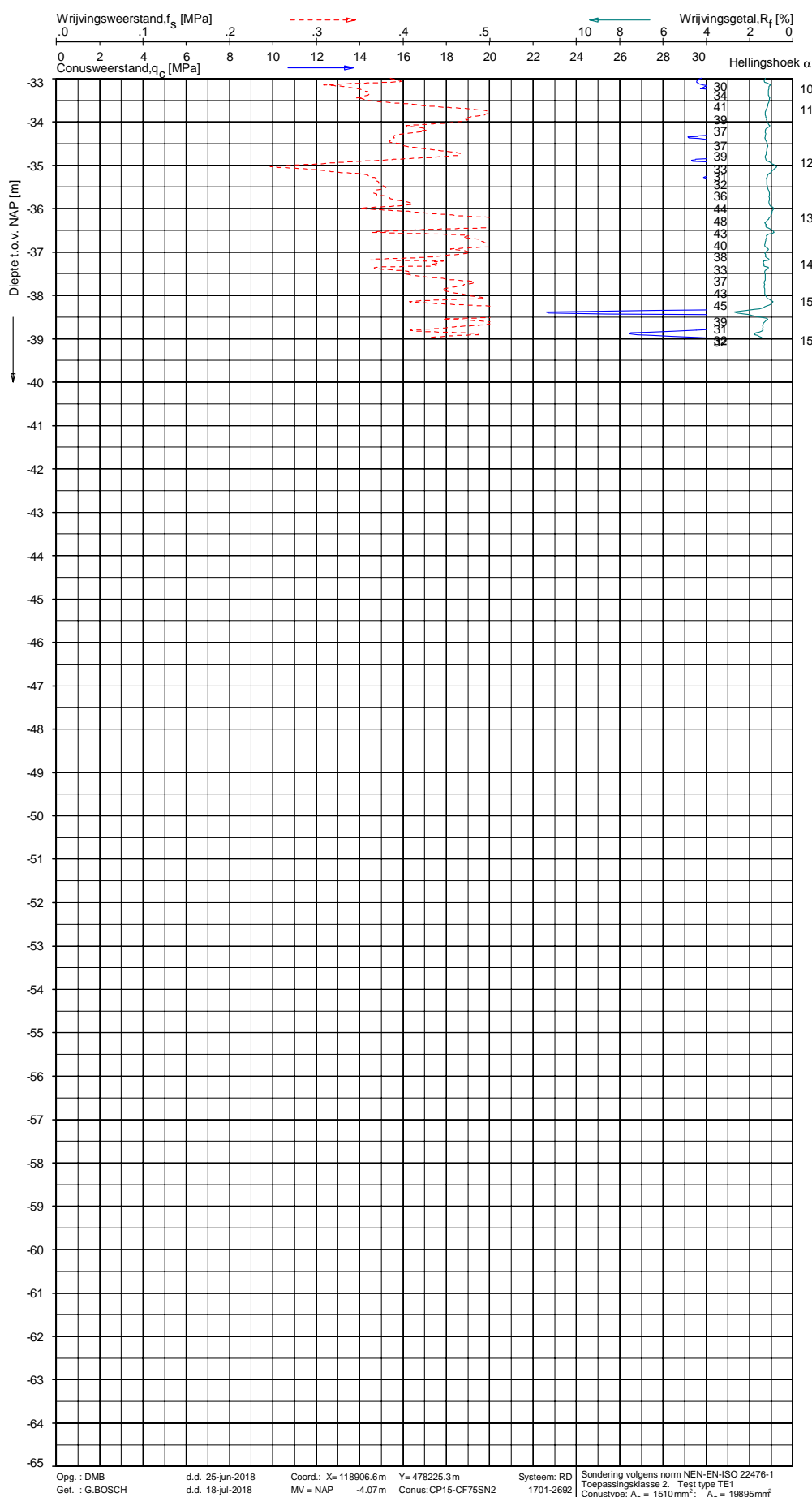
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RS120



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



ZAND, zwak siltig tot siltig

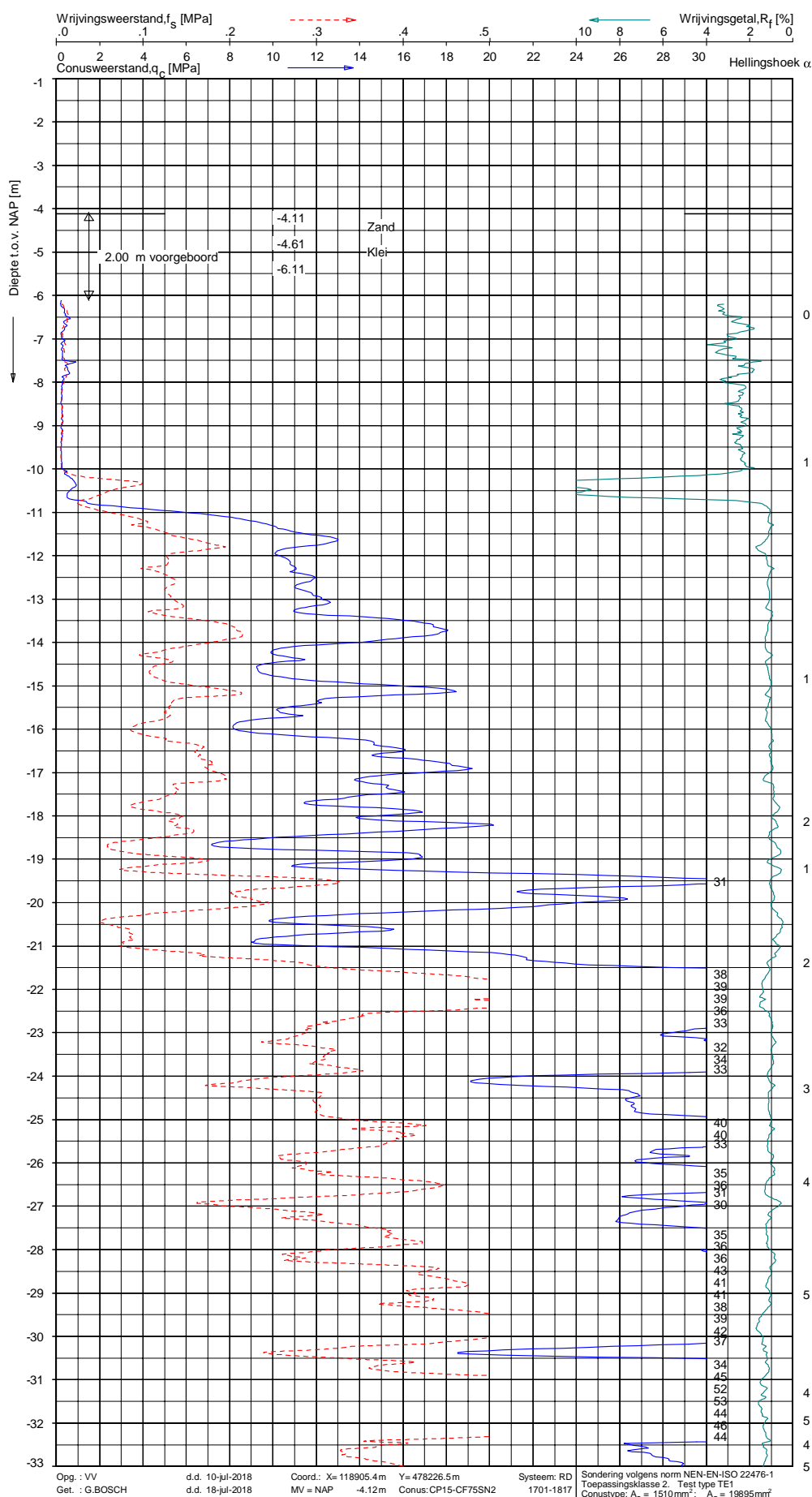
ZAND, zwak siltig tot siltig

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

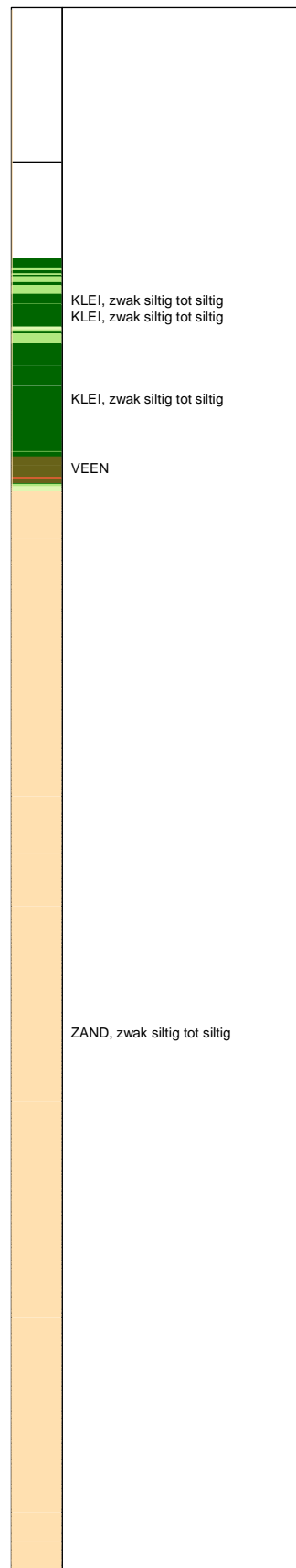
PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RS120





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

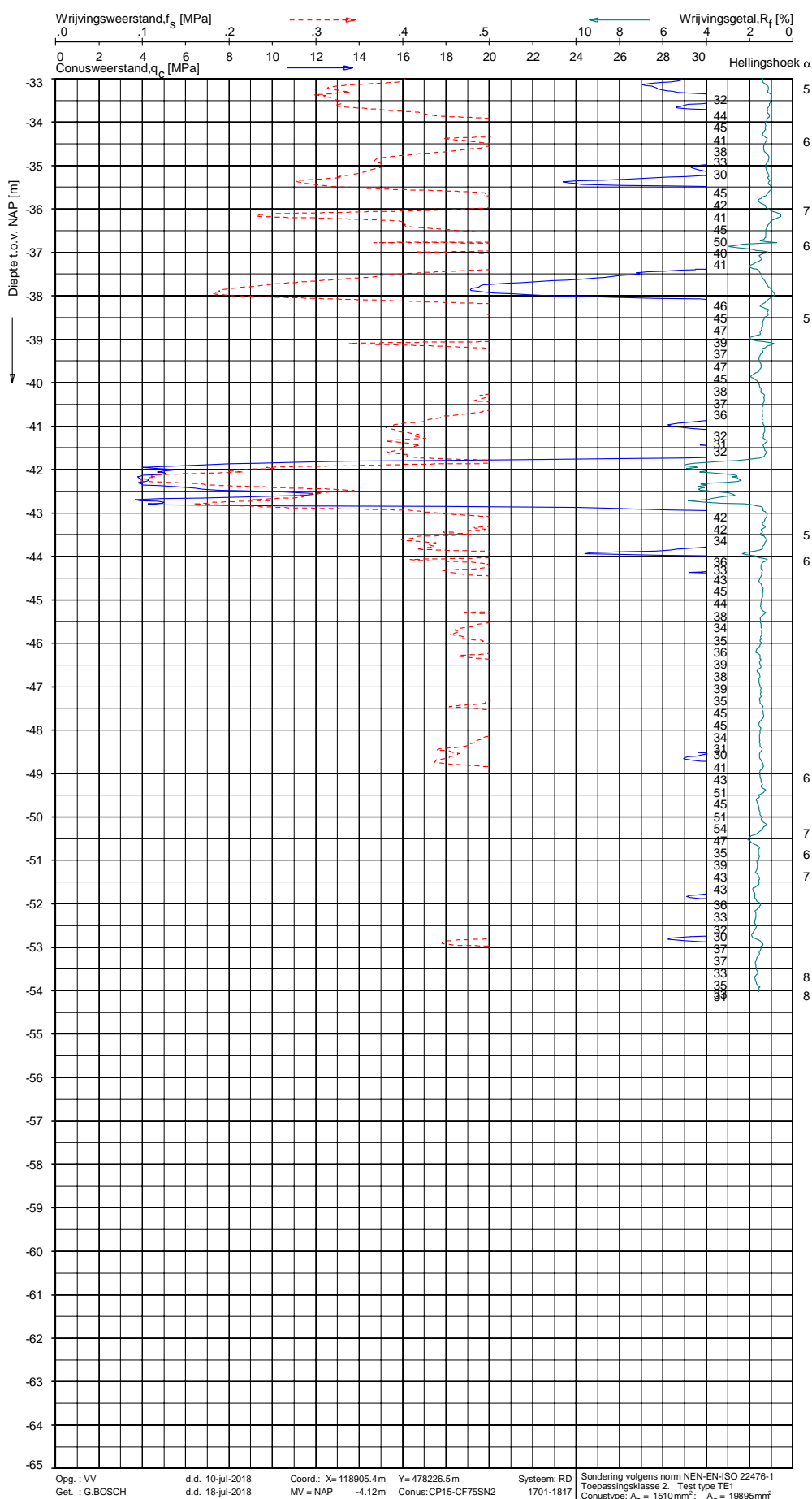


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
 Sond. RS120A





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

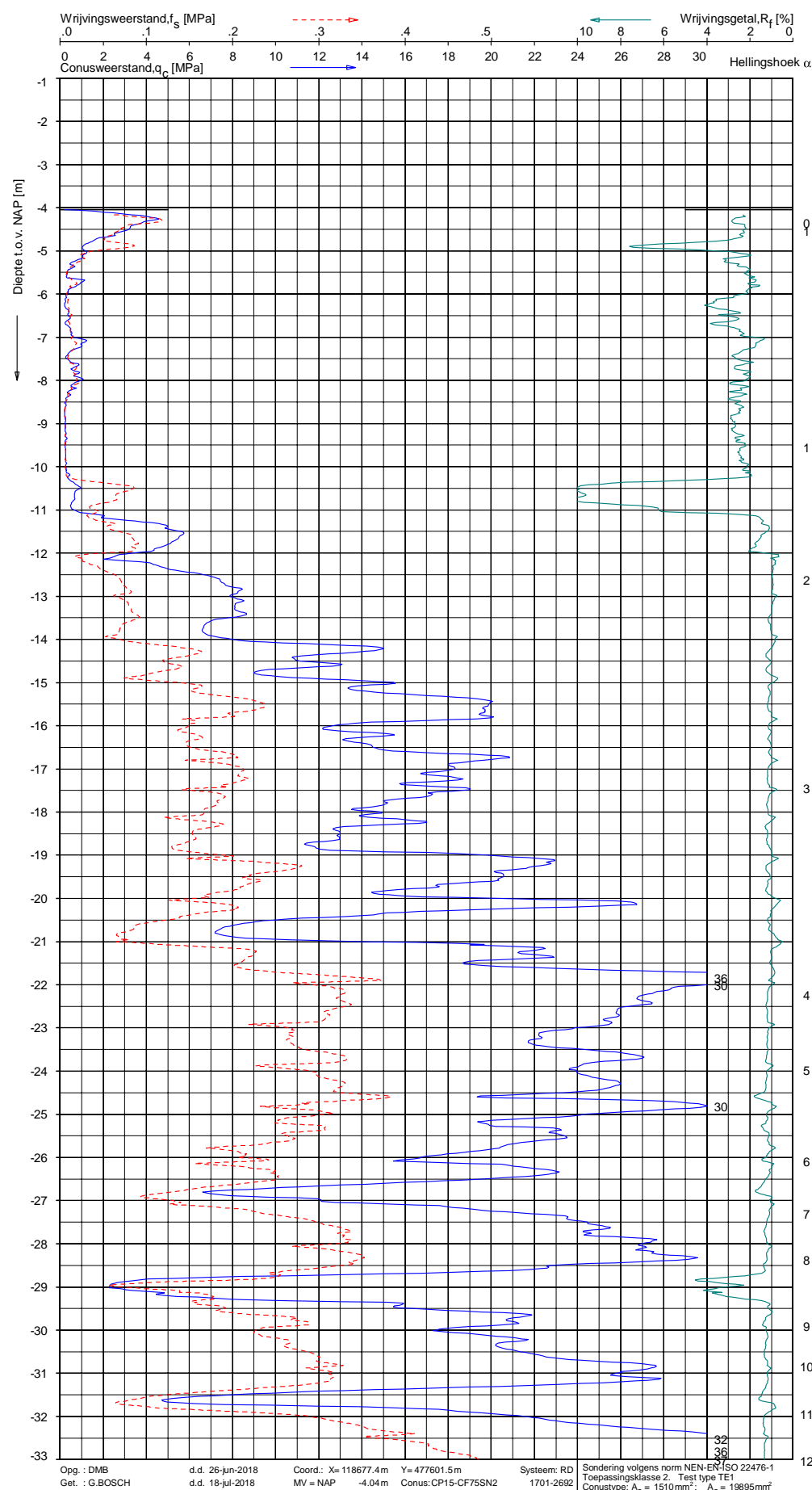


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RS120A





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

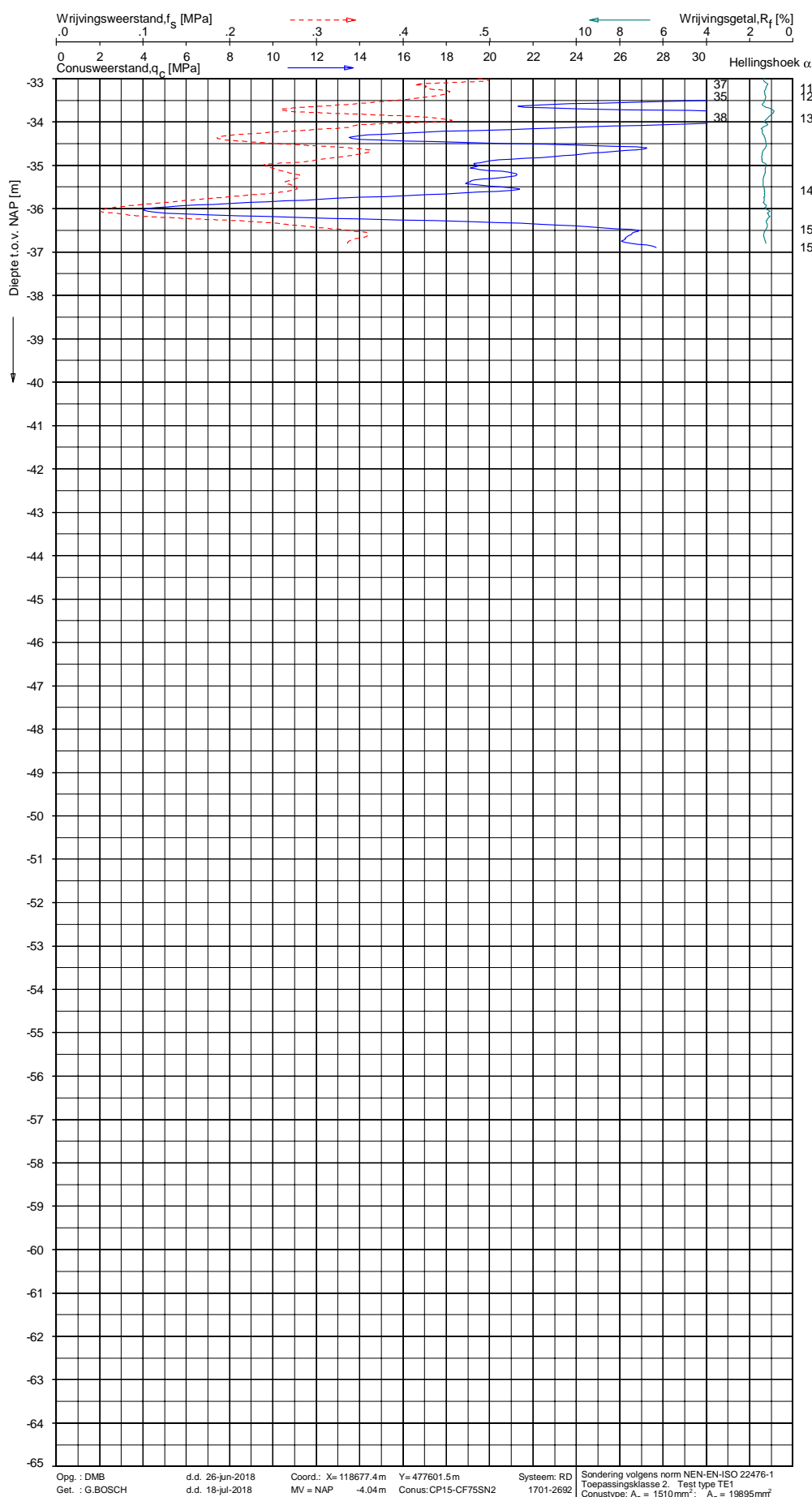


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RS121





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

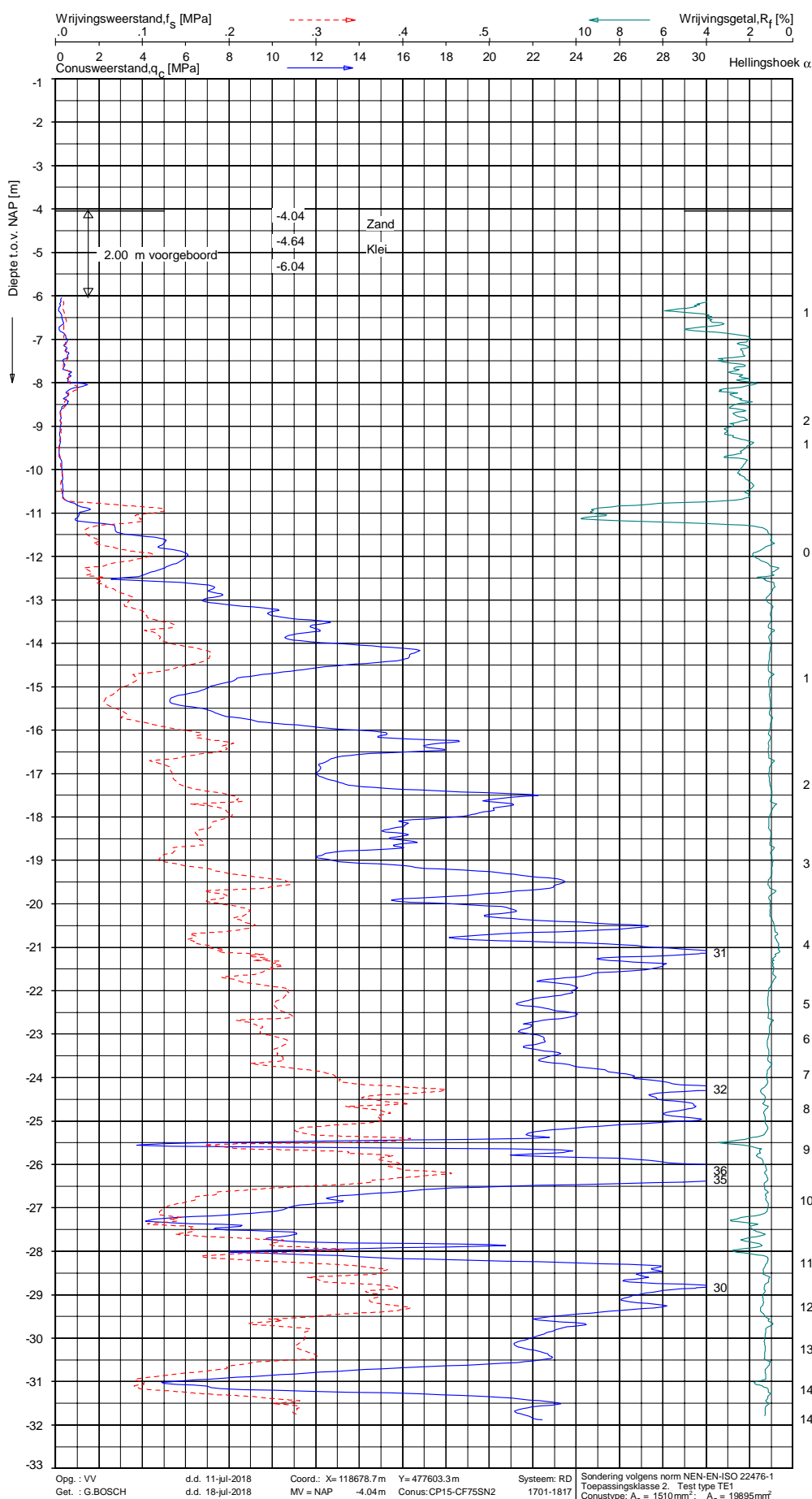
	ZAND, zwak siltig tot siltig
	ZAND, siltig tot LEEM
	ZAND, zwak siltig tot siltig

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
 Sond. RS121





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

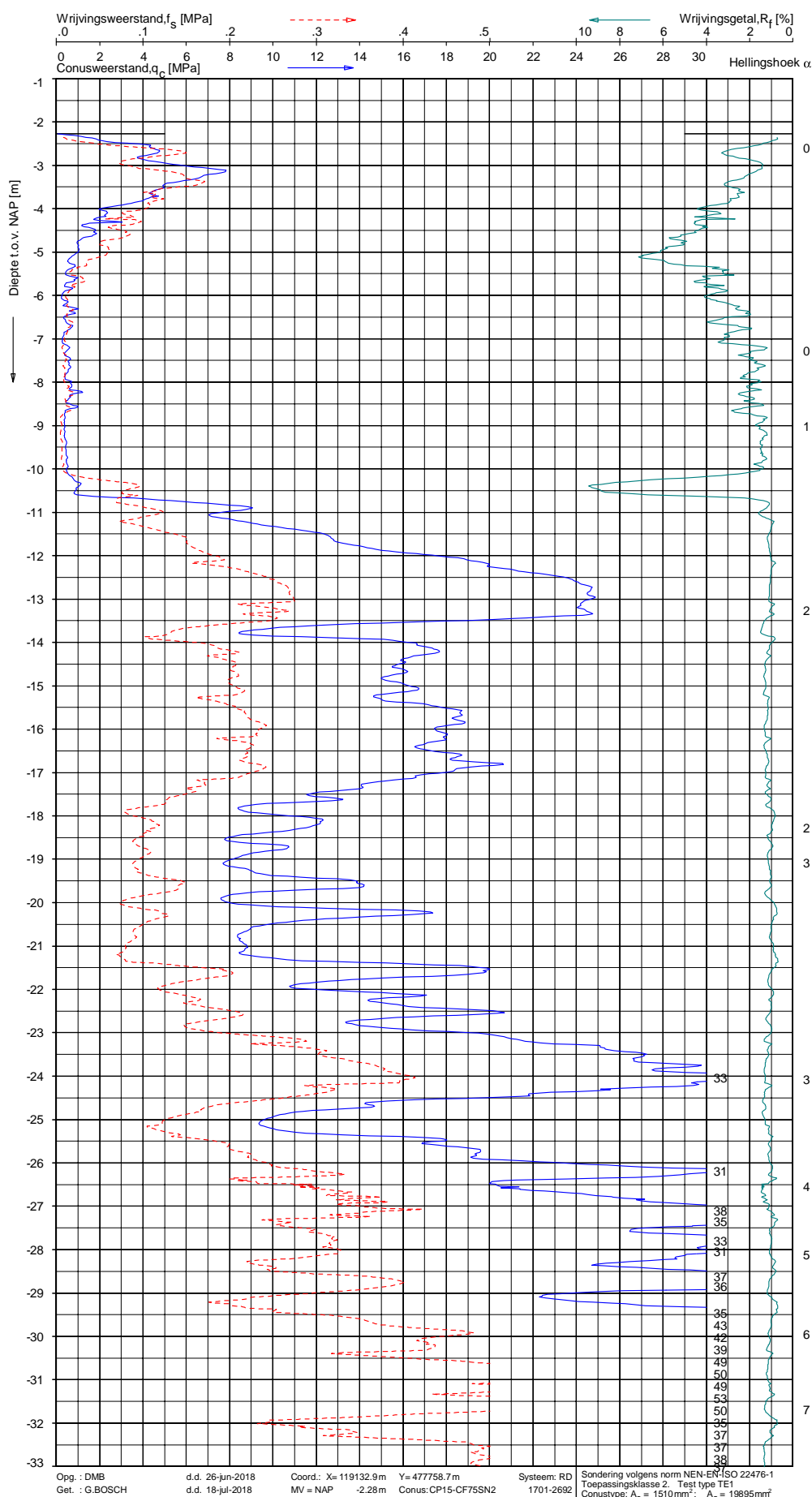


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

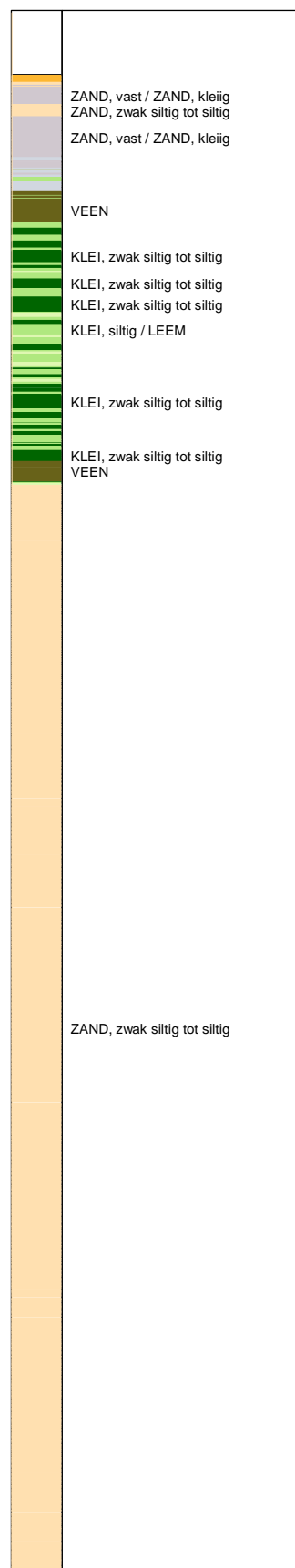
PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
 Sond. RS121A





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

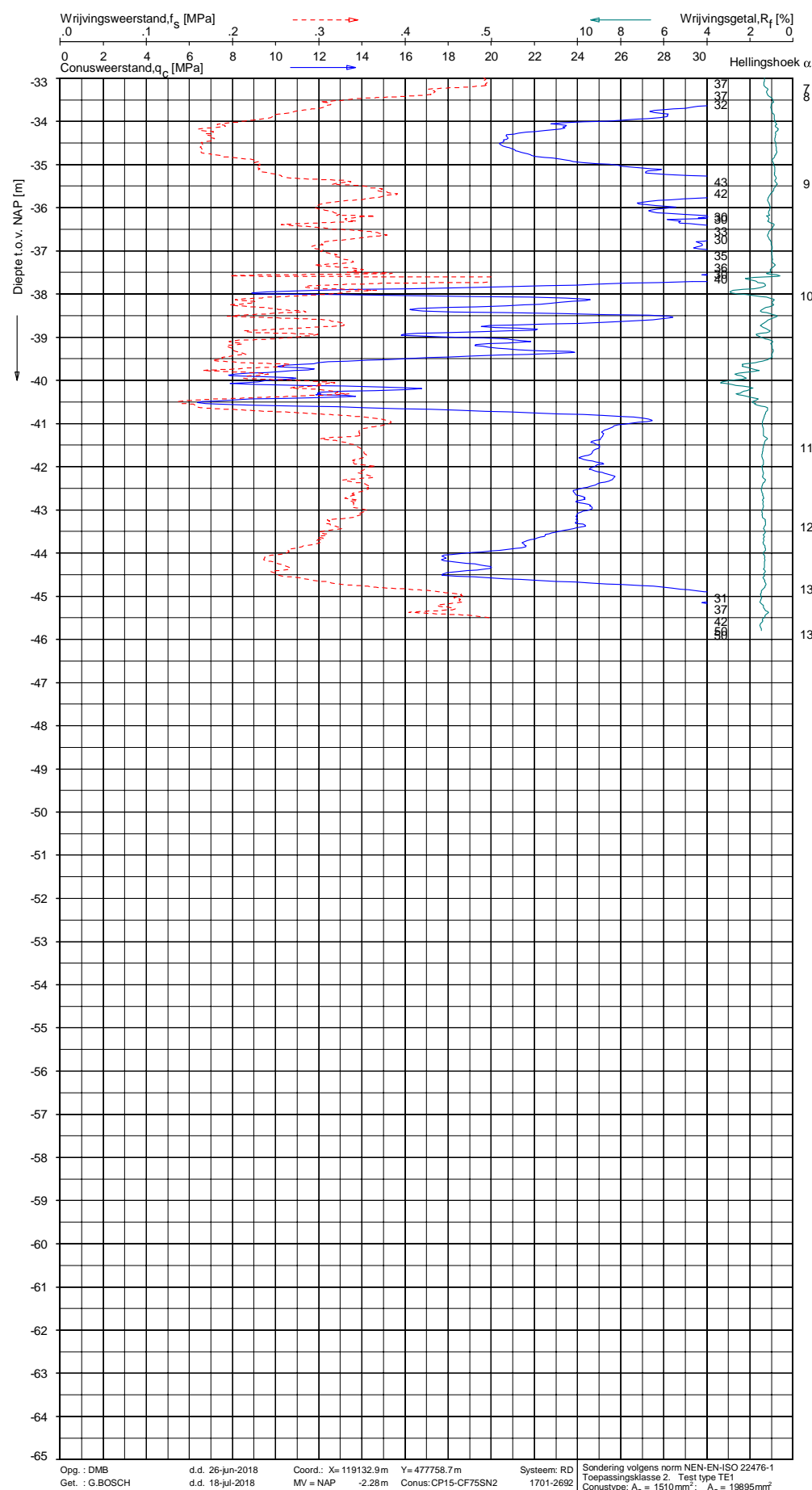


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

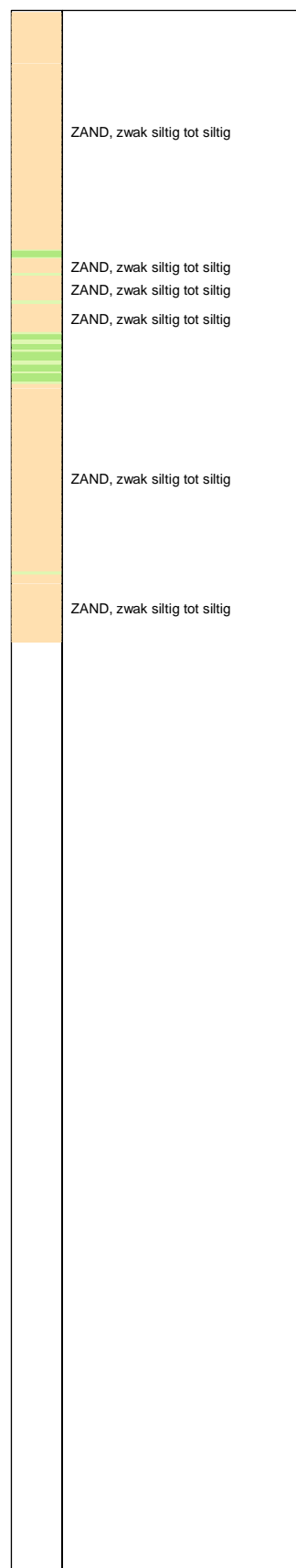
PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
 Sond. RS122

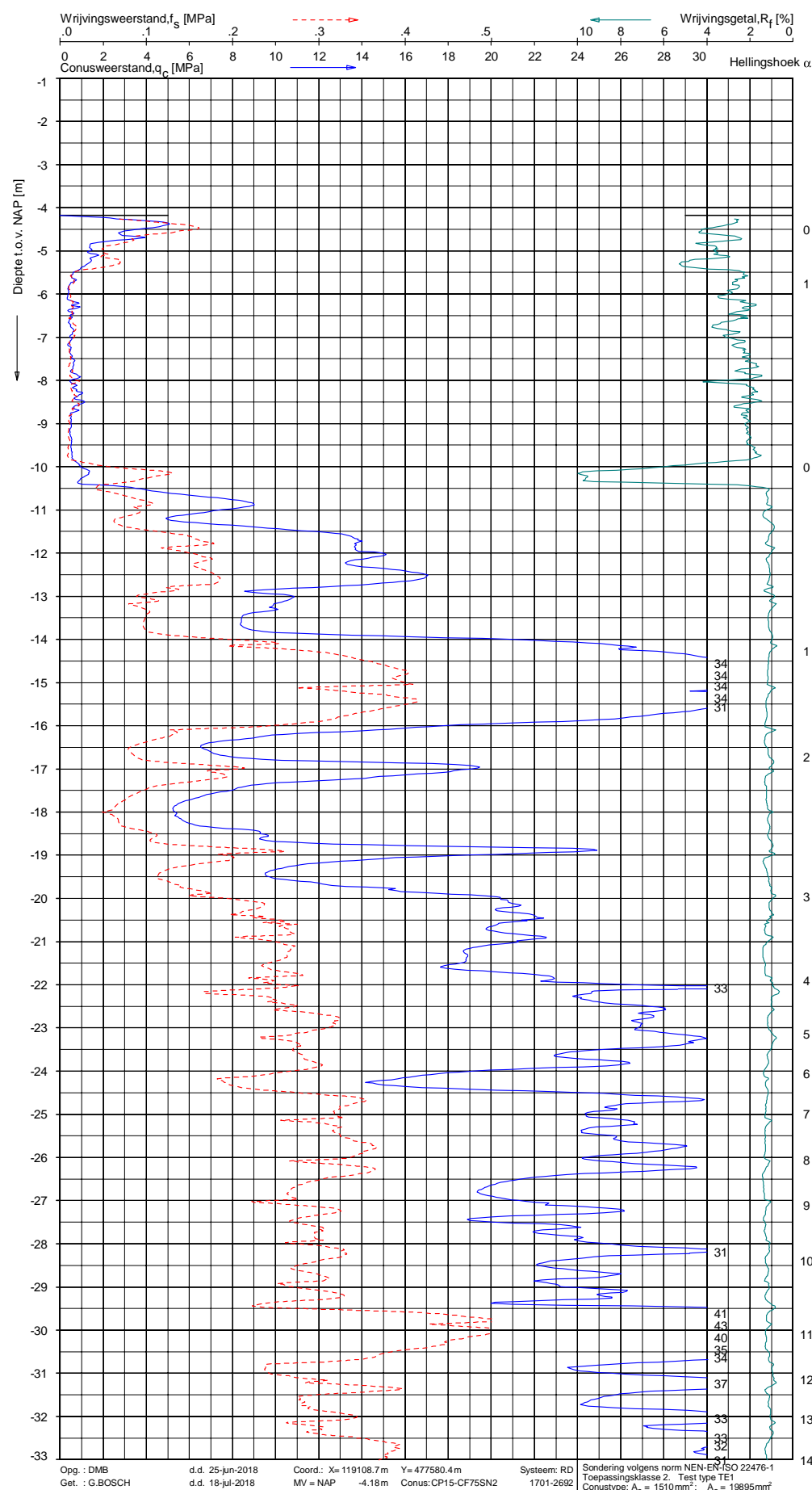




**Indicatieve bodembeschrijving**  
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)







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

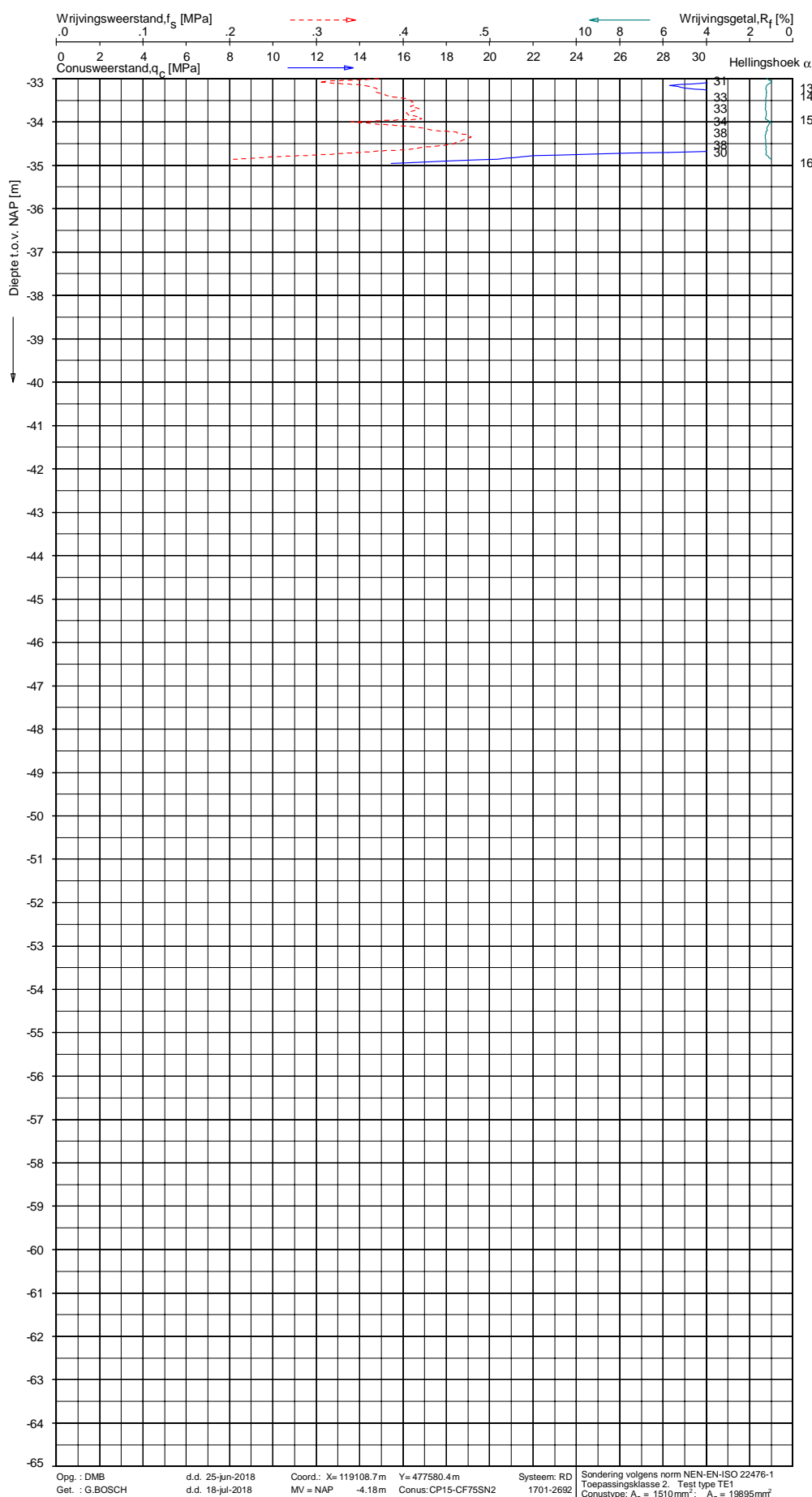


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RS123





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

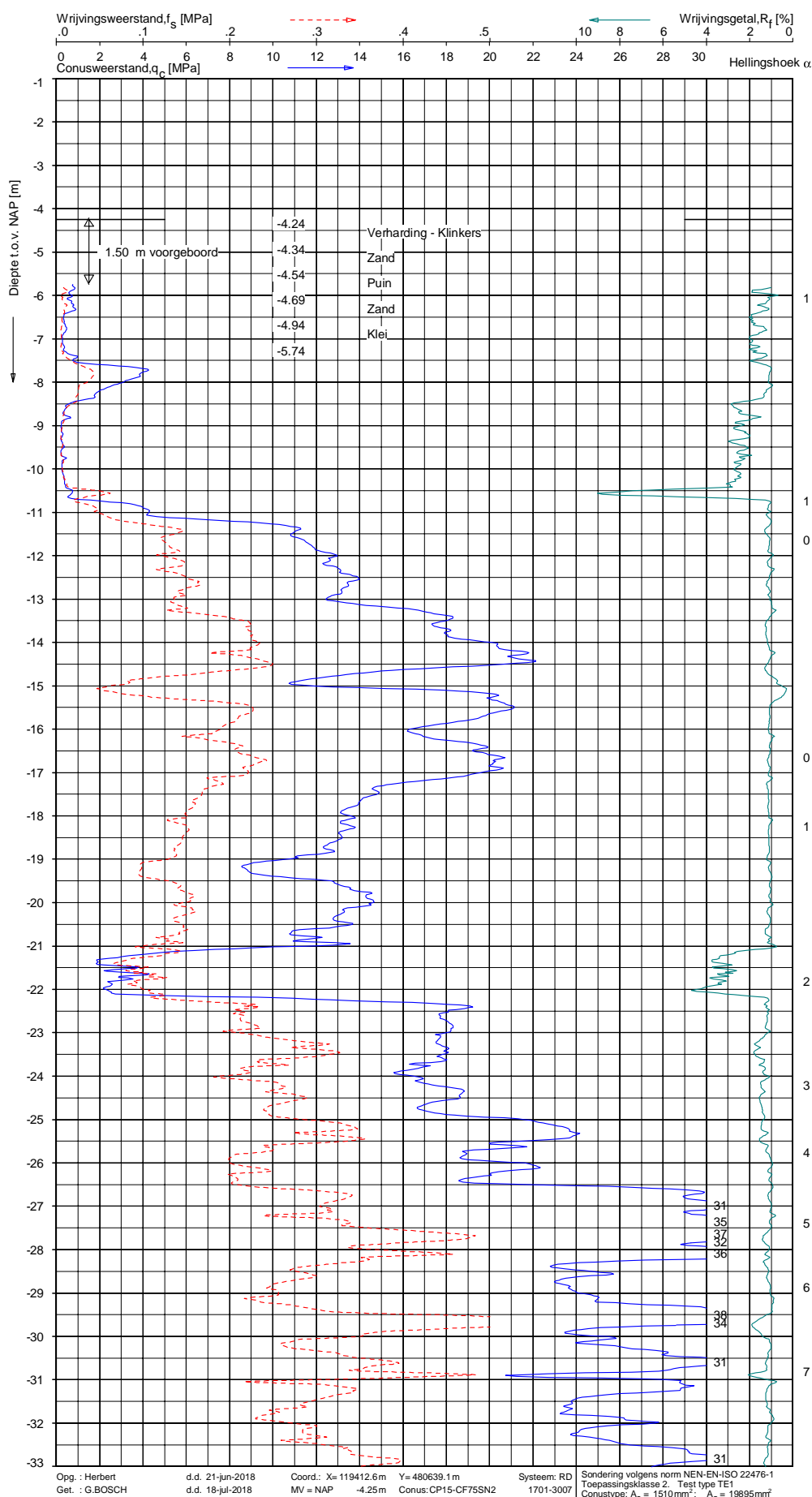
ZAND, zwak siltig tot siltig

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RS123





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

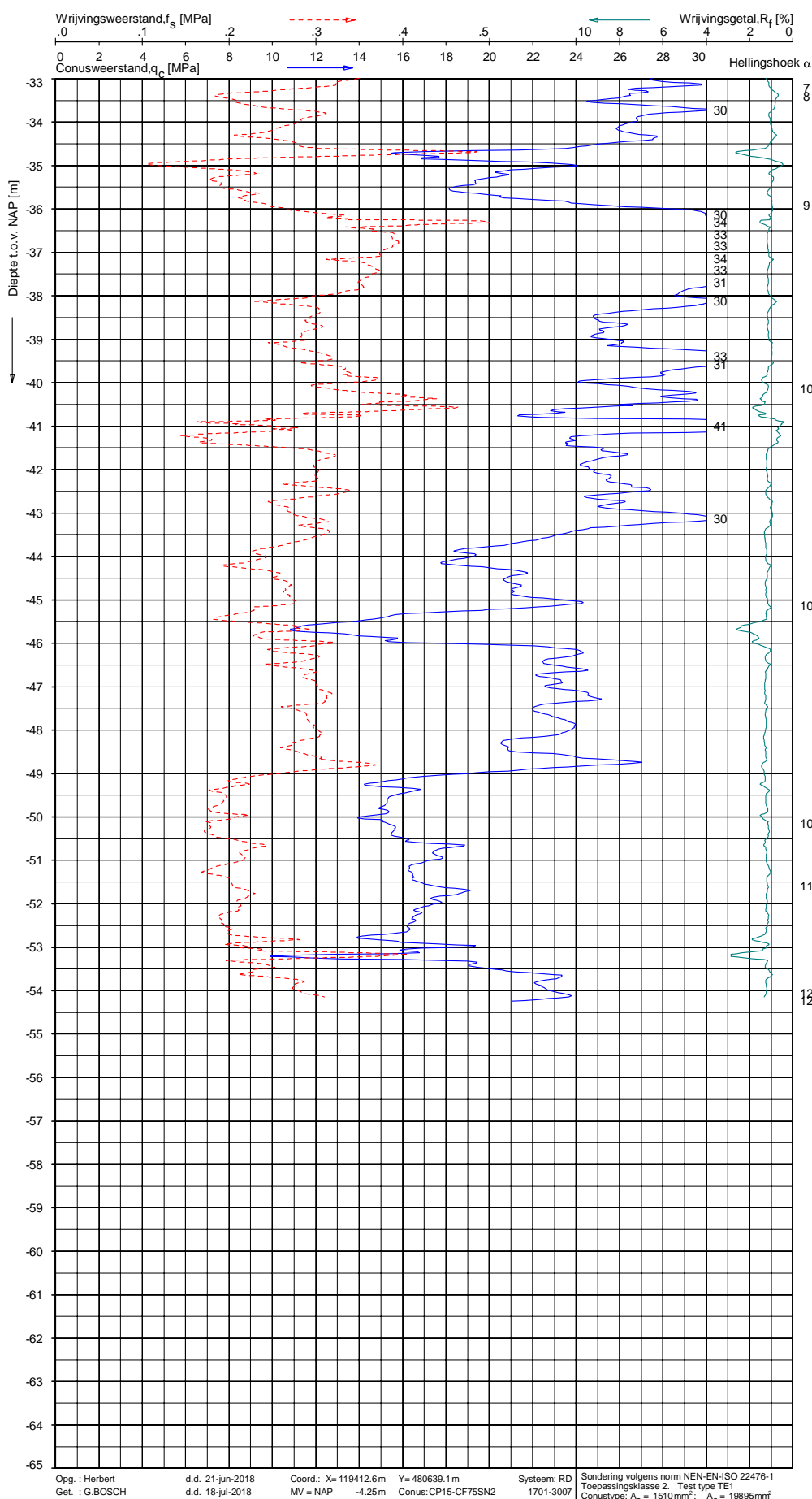


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
 Sond. RZ100





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

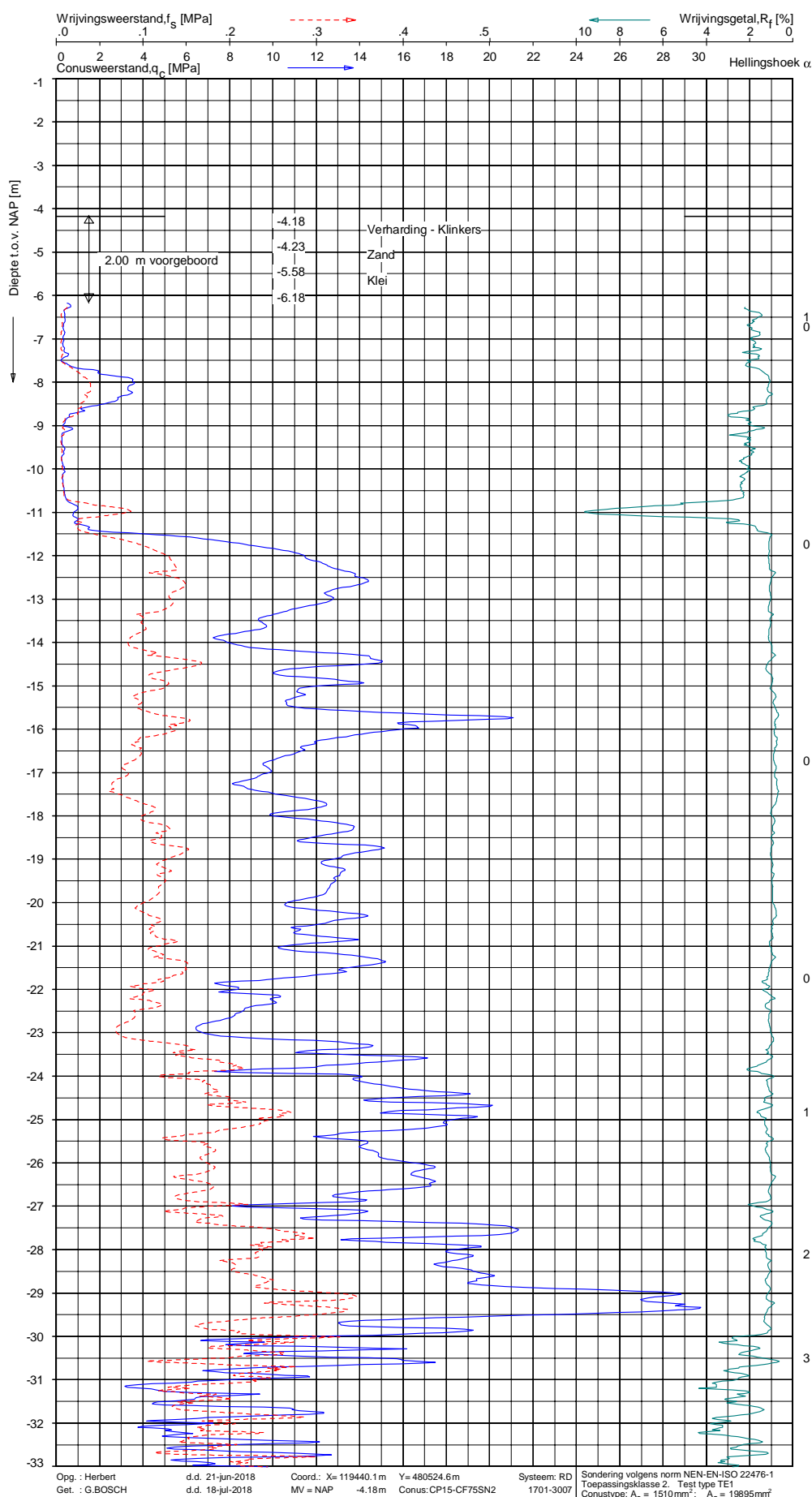


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

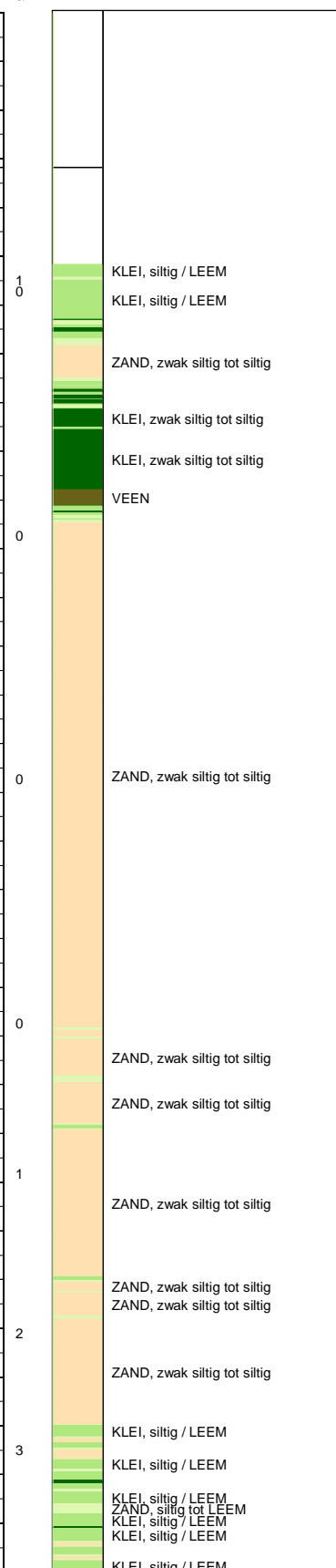
PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RZ100





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

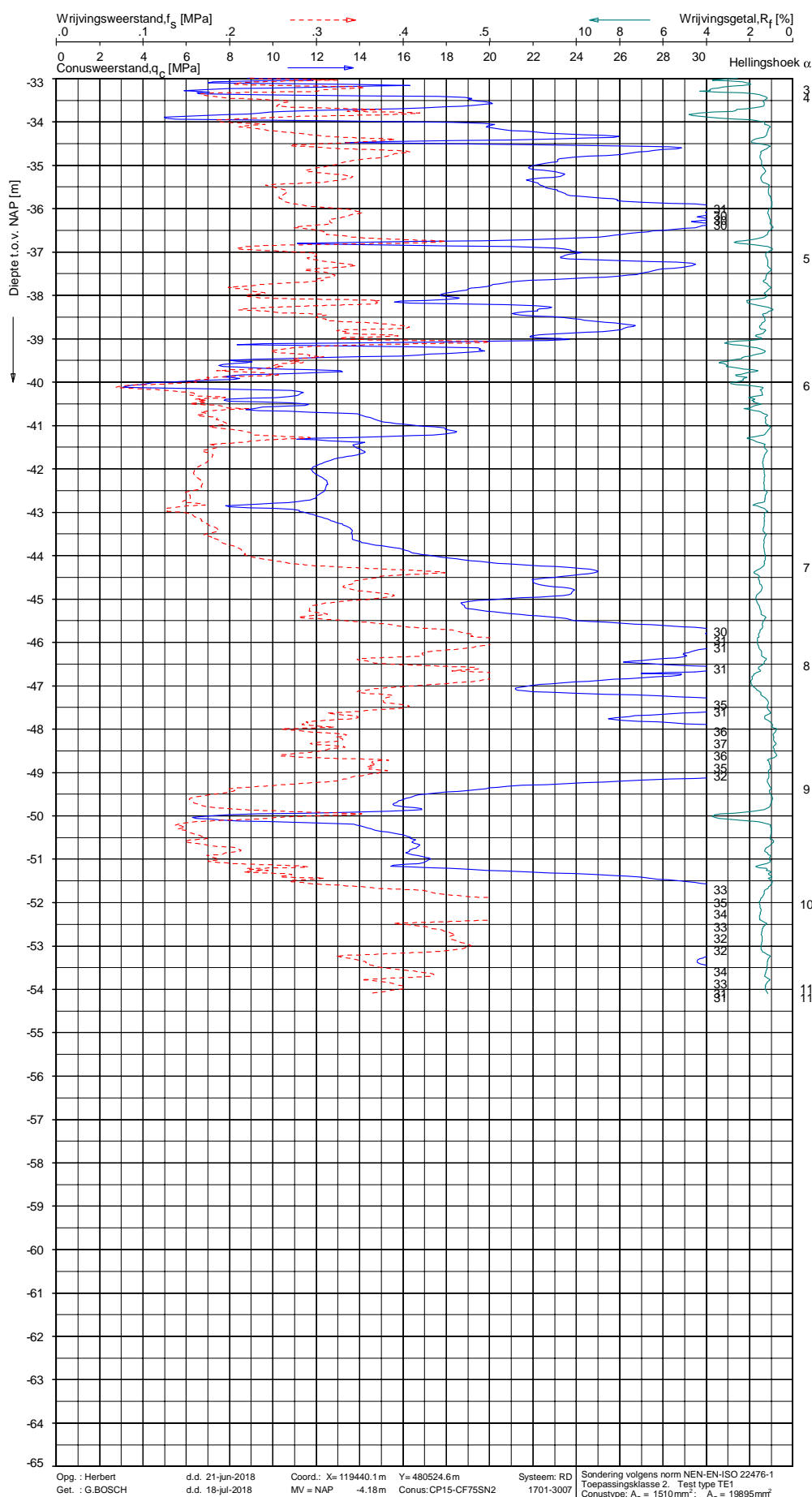


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
 Sond. RZ101



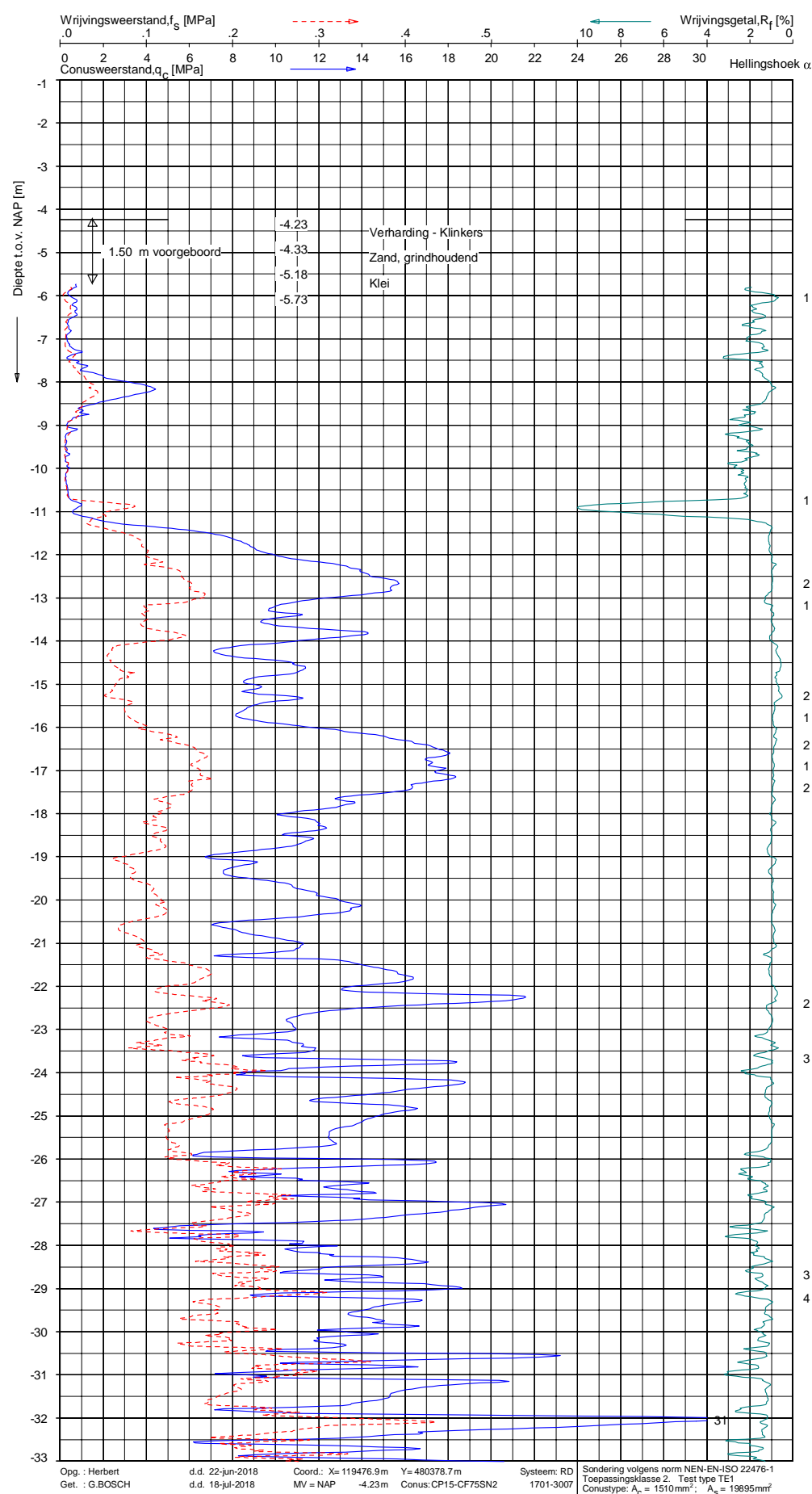


### Indicatieve bodembeschrijving

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
KLEI, siltig / LEEM
KLEI, siltig / LEEM
ZAND, siltig tot LEEM
ZAND, zwak siltig tot siltig
ZAND, siltig tot LEEM
ZAND, siltig tot LEEM
ZAND, siltig tot LEEM
ZAND, zwak siltig tot siltig
ZAND, siltig tot LEEM
ZAND, zwak siltig tot siltig
ZAND, siltig tot LEEM
ZAND, zwak siltig tot siltig
ZAND, zwak siltig tot siltig
ZAND, zwak siltig tot siltig

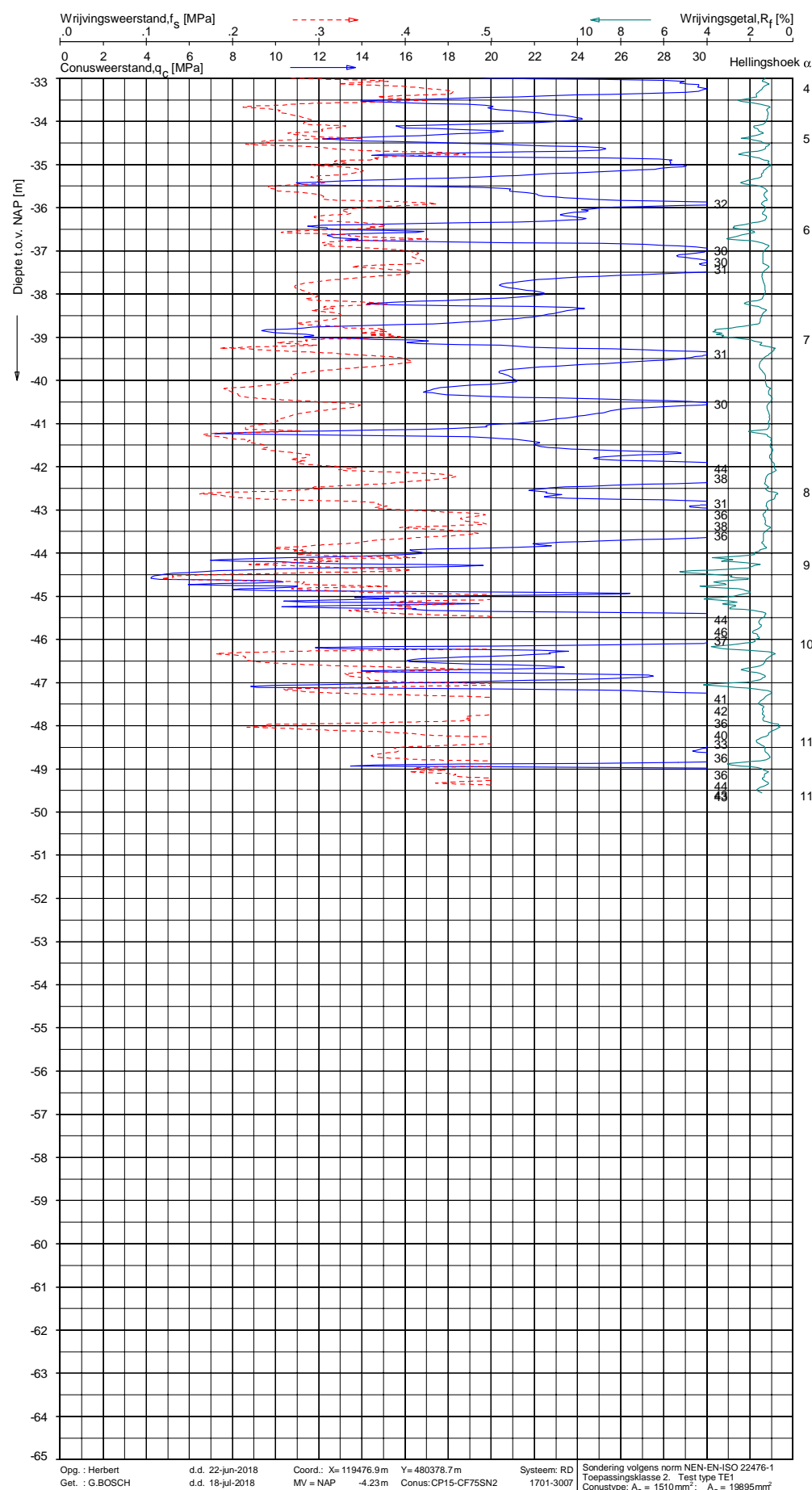




**Indicatieve bodembeschrijving**  
 Automatisch gegenereerd uit data  
 van de sondering, geldig onder  
 grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)



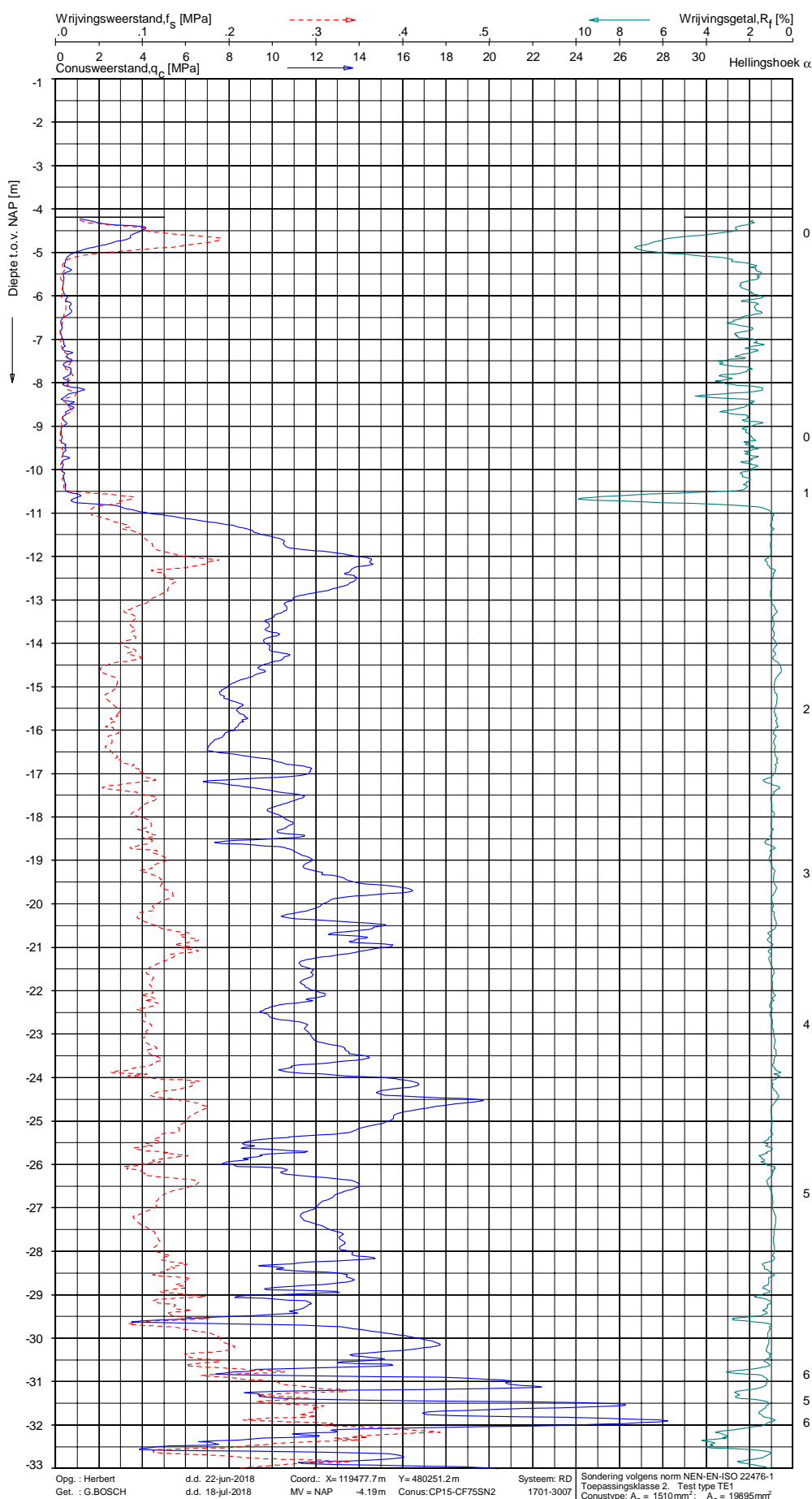




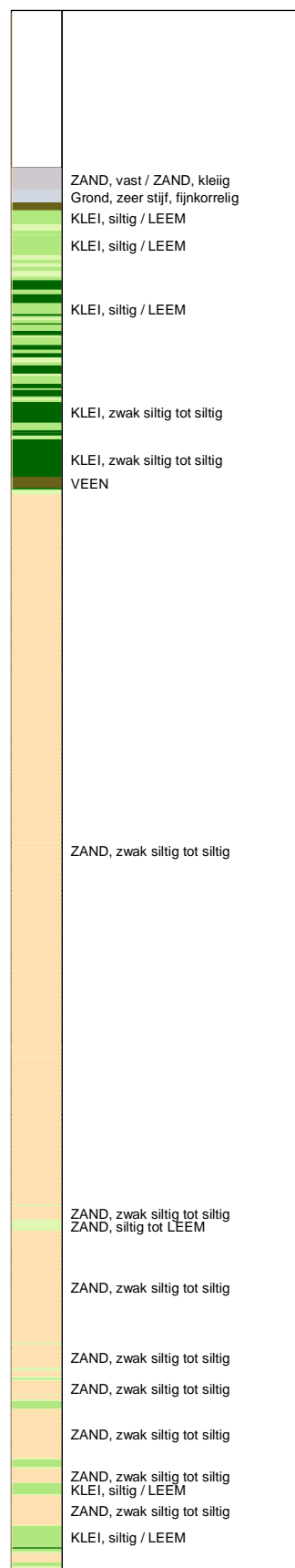
**Indicatieve bodembeschrijving**  
Automatisch gegenereerd uit data van de sondering, geldig onder grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)

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, zwak siltig tot siltig
ZAND, zwak siltig tot siltig
ZAND, zwak siltig tot siltig
KLEI, siltig / LEEM
KLEI, siltig / LEEM
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, zwak siltig tot siltig





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

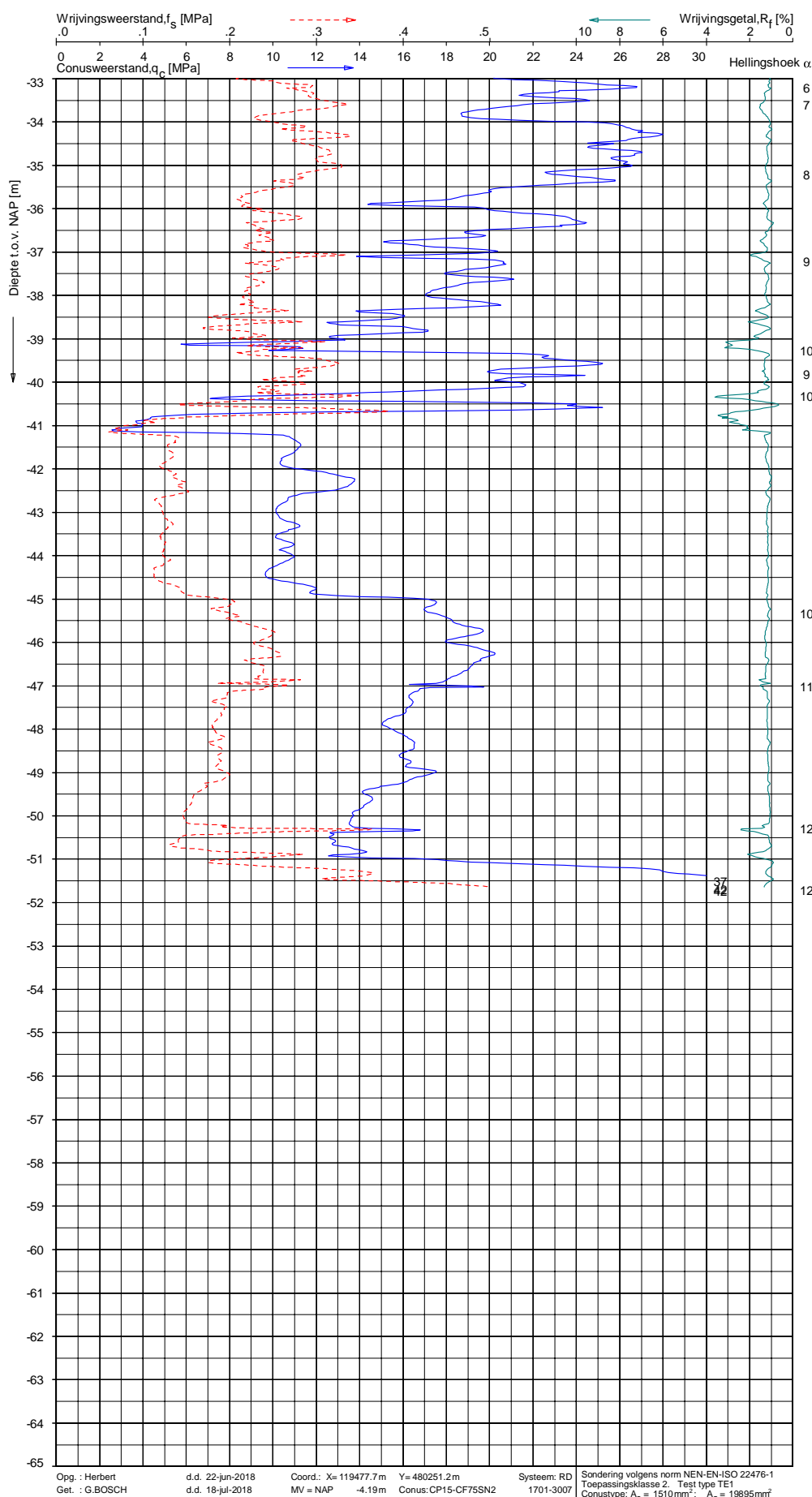


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

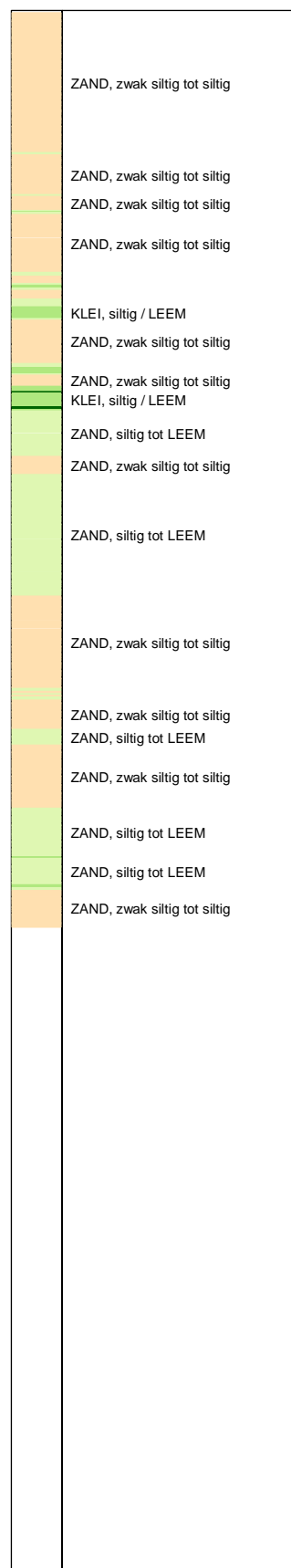
PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RZ103





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

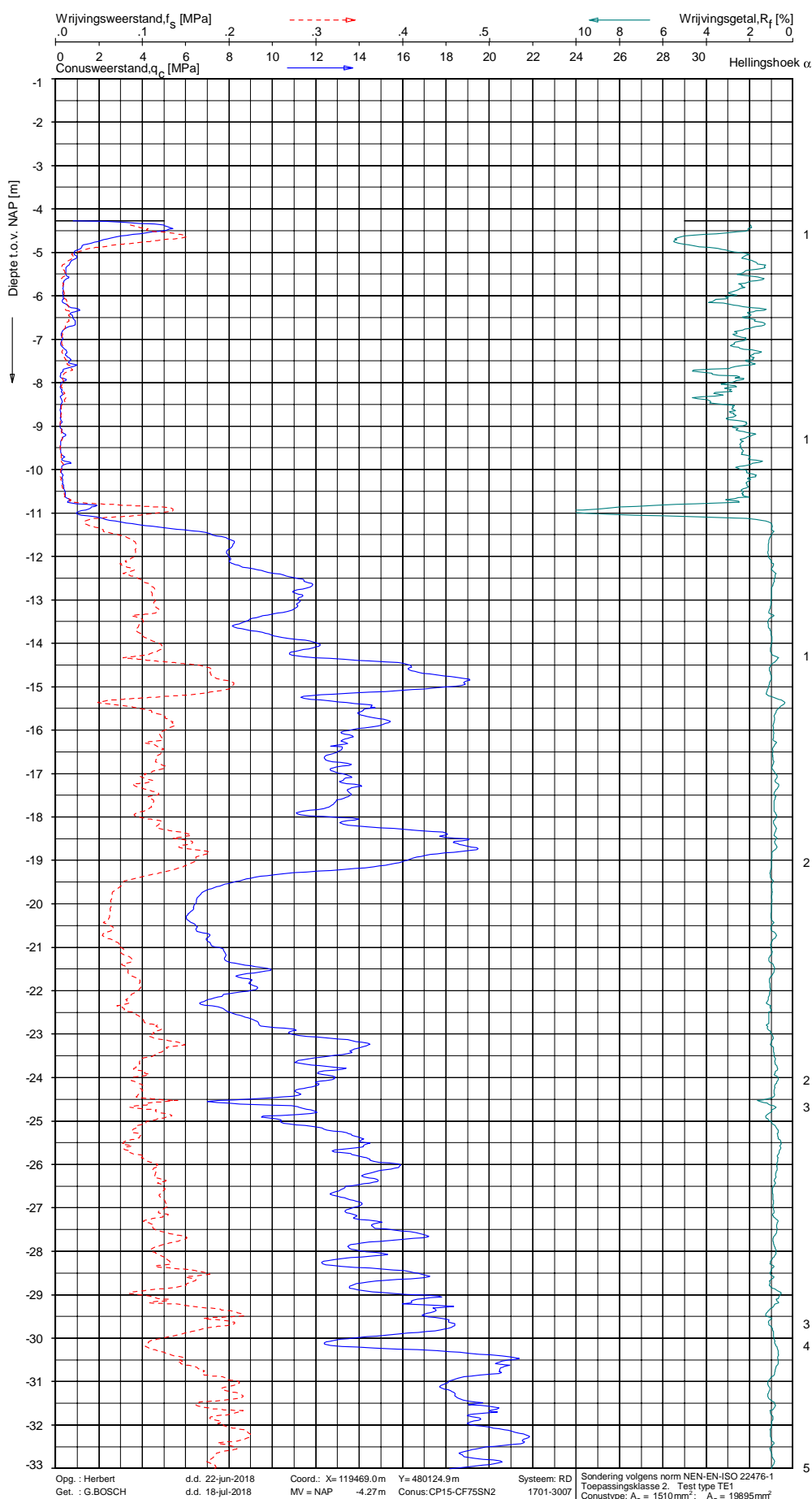


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RZ103





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

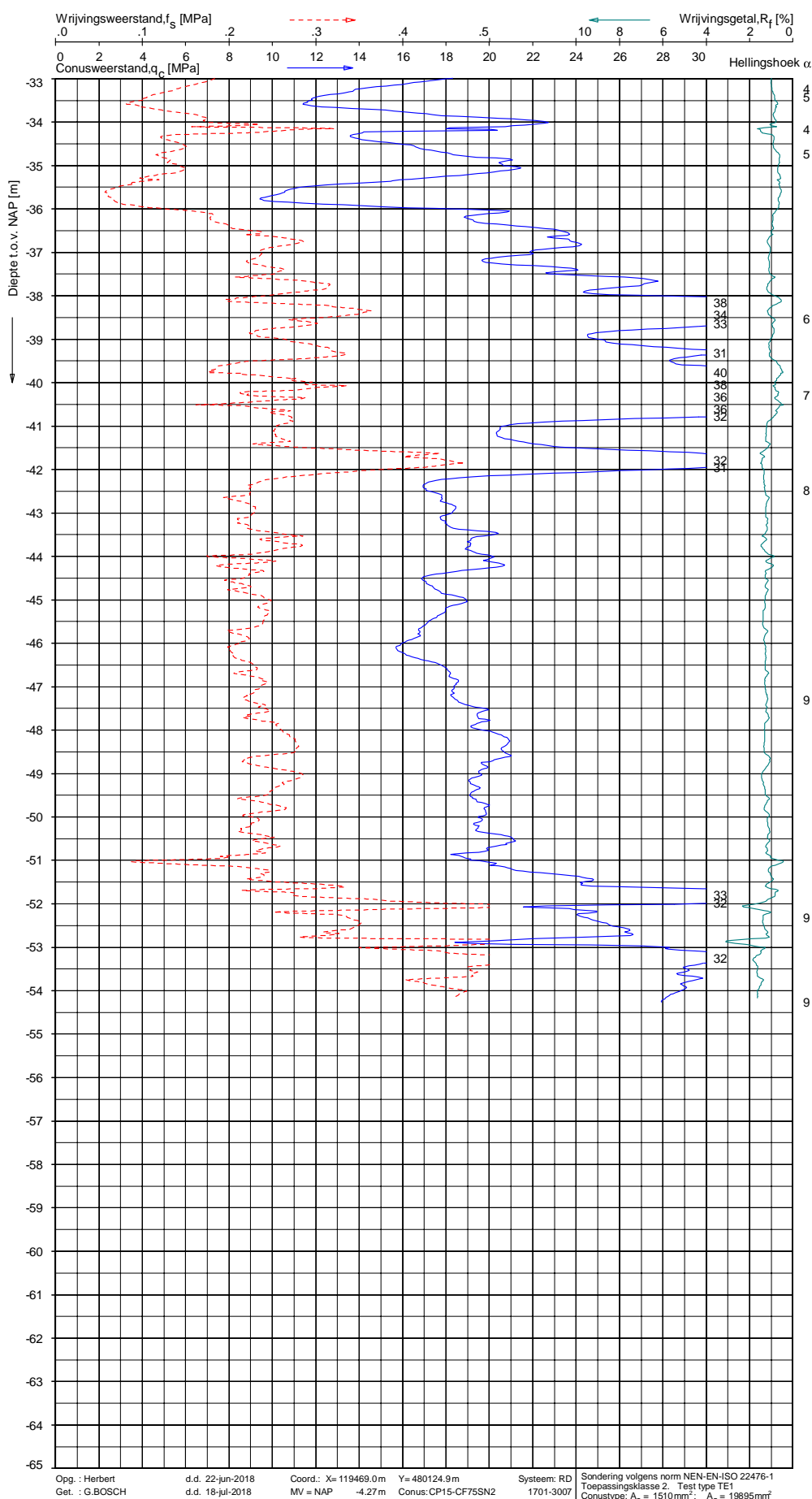


SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RZ104





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



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PROJECT C11021 OMBOUW AMSTELVEENLIJN - AANV. SONDERINGEN

Opdr. 1317-0190-002  
Sond. RZ104





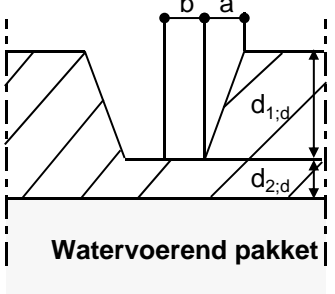
## Bijlage 2 – Opbarstberekeningen



## Opbarsten waterbodem met talud

Project = Amstelveenlijn  
 Projectnummer = C11021  
 Opmerking(en) = Snede 1-1 (retourveld ZW zijde Zonnestein t.h.v. Tulpenburg)  
 Sondering RZ-104

### Invoerparameters

Maaiveld	=	-4,60 m tov NAP	
ontgravingsniveau	=	-6,70 m tov NAP	
Helling talud (v:h)	=	2 : 3	
Breedte OK ontgravingsniveau	=	8,70 m	
b	=	4,35 m	
a	=	3,15 m	
BK watervoerende pakket	=	-11,00 m tov NAP	
Stijghoogte watervoerende pakket	=	-3,60 m tov NAP	
$g_{water}$	=	9,8 kN/m <sup>3</sup>	

Laagopbouw $d_{1,d}$			
Laag	$g_{1,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{1,d}$ [m]	$g_{1,d} \times d_{1,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	16,20	2,10	34,02
2			0,00
3			0,00
4			0,00
Totaal		2,10	34,02

Laagopbouw $d_{2,d}$			
Laag	$g_{2,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{2,d}$ [m]	$g_{2,d} \times d_{2,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	8,80	1,50	13,20
2	16,20	2,80	45,36
3	14,40	1,20	17,28
4	9,90	0,30	2,97
Totaal		5,80	78,81

Laag 1 = polderpeil tot bodem watergang

### Algemene formule conform NEN 9997-1 (2016)

$$P_{z,d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$$

$$f = \frac{2}{p} \times \left\{ \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \arctan \left( \frac{d_2}{a + b} \right) - \frac{b}{a} \arctan \left( \frac{d_2}{b} \right) \right\}$$

$$P_{z,d} = H_d \times g_w$$

### Resultaten

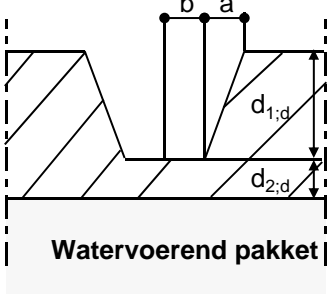
$f = 0,1826$	$P_{z;d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$	Opbarstveiligheid = $\frac{85,02}{72,52} = 1,17$
72,52 kN/m <sup>2</sup> £    85,02 kN/m <sup>2</sup>	→ Akkoord	



## Opbarsten waterbodem met talud

Project = Amstelveenlijn  
 Projectnummer = C11021  
 Opmerking(en) = Snede 1-1 (retourveld ZW zijde Zonnestein t.h.v. Tulpenburg)  
 Sondering RZ-104

### Invoerparameters

Maaiveld	=	-4,60 m tov NAP	
ontgravingsniveau	=	-6,70 m tov NAP	
Helling talud (v:h)	=	2 : 3	
Breedte OK ontgravingsniveau	=	8,70 m	
b	=	4,35 m	
a	=	3,15 m	
BK watervoerende pakket	=	-11,00 m tov NAP	
Stijghoogte watervoerende pakket	=	-2,40 m tov NAP	
$g_{water}$	=	9,8 kN/m <sup>3</sup>	

Laagopbouw $d_{1,d}$			
Laag	$g_{1,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{1,d}$ [m]	$g_{1,d} \times d_{1,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	16,20	2,10	34,02
2			0,00
3			0,00
4			0,00
Totaal		2,10	34,02

Laagopbouw $d_{2,d}$			
Laag	$g_{2,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{2,d}$ [m]	$g_{2,d} \times d_{2,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	8,80	1,50	13,20
2	16,20	2,80	45,36
3	14,40	1,20	17,28
4	9,90	0,30	2,97
Totaal		5,80	78,81

Laag 1 = polderpeil tot bodem watergang

### Algemene formule conform NEN 9997-1 (2016)

$P_{z,d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$ $f = \frac{2}{p} \times \left\{ \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \arctan \left( \frac{d_2}{a + b} \right) - \frac{b}{a} \arctan \left( \frac{d_2}{b} \right) \right\}$ $P_{z,d} = H_d \times g_w$	
---	--

### Resultaten

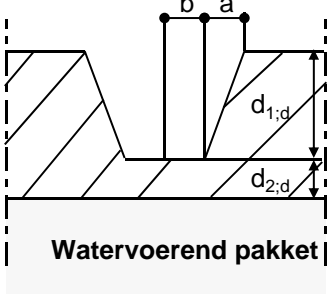
$f = 0,1826$ $P_{z,d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$	$\text{Opbarstveiligheid} = \frac{85,02}{84,28} = 1,01$
84,28 kN/m <sup>2</sup> £ 85,02 kN/m <sup>2</sup> →	<b>Akkoord</b>



## Opbarsten waterbodem met talud

Project = Amstelveenlijn  
 Projectnummer = C11021  
 Opmerking(en) = Snede 2-2 (retourveld NO zijde Kronenburg t.h.v. Saskia van Uylenburg Sondering RK-105)

### Invoerparameters

Maaiveld	=	-4,50 m tov NAP	
ontgravingsniveau	=	-6,40 m tov NAP	
Helling talud (v:h)	=	2 : 3	
Breedte OK ontgravingsniveau	=	24,30 m	
b	=	12,15 m	
a	=	2,85 m	
BK wervoerende pakket	=	-11,00 m tov NAP	
Stijghoogte wervoerende pakket	=	-3,60 m tov NAP	
$g_{water}$	=	9,8 kN/m <sup>3</sup>	

Laagopbouw $d_{1,d}$			
Laag	$g_{1,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{1,d}$ [m]	$g_{1,d} \times d_{1,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	16,20	1,90	30,78
2			0,00
3			0,00
4			0,00
Totaal		1,90	30,78

Laagopbouw $d_{2,d}$			
Laag	$g_{2,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{2,d}$ [m]	$g_{2,d} \times d_{2,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	8,80	1,20	10,56
2	16,20	3,10	50,22
3	14,40	1,00	14,40
4	9,90	0,50	4,95
Totaal		5,80	80,13

Laag 1 = polderpeil tot bodem watergang

### Algemene formule conform NEN 9997-1 (2016)

$$P_{z,d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$$

$$f = \frac{2}{p} \times \left\{ \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \arctan \left( \frac{d_2}{a + b} \right) - \frac{b}{a} \arctan \left( \frac{d_2}{b} \right) \right\}$$

$$P_{z,d} = H_d \times g_w$$

### Resultaten

$$f = 0,0275$$

$$P_{z,d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$$

$$\text{Opbarstveiligheid} = \frac{80,98}{72,52} = 1,12$$

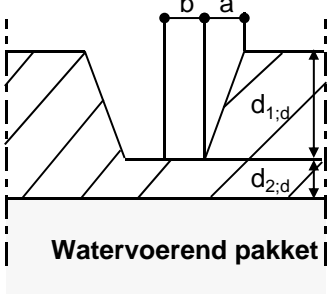
72,52 kN/m<sup>2</sup> £ 80,98 kN/m<sup>2</sup> → Akkoord



## Opbarsten waterbodem met talud

Project = Amstelveenlijn  
 Projectnummer = C11021  
 Opmerking(en) = Snede 2-2 (retourveld NO zijde Kronenburg t.h.v. Saskia van Uylenburg Sondering RK-105)

### Invoerparameters

Maaiveld	=	-4,50 m tov NAP	
ontgravingsniveau	=	-6,40 m tov NAP	
Helling talud (v:h)	=	2 : 3	
Breedte OK ontgravingsniveau	=	24,30 m	
b	=	12,15 m	
a	=	2,85 m	
BK wervoerende pakket	=	-11,00 m tov NAP	
Stijghoogte wervoerende pakket	=	-2,60 m tov NAP	
$g_{water}$	=	9,8 kN/m <sup>3</sup>	

Laagopbouw $d_{1;d}$			
Laag	$g_{1;d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{1;d}$ [m]	$g_{1;d} \times d_{1;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	16,20	1,90	30,78
2			0,00
3			0,00
4			0,00
Totaal		1,90	30,78

Laagopbouw $d_{2;d}$			
Laag	$g_{2;d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{2;d}$ [m]	$g_{2;d} \times d_{2;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	8,80	1,20	10,56
2	16,20	3,10	50,22
3	14,40	1,00	14,40
4	9,90	0,50	4,95
Totaal		5,80	80,13

Laag 1 = polderpeil tot bodem watergang

### Algemene formule conform NEN 9997-1 (2016)

$$P_{z;d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$$

$$f = \frac{2}{p} \times \left\{ \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \arctan \left( \frac{d_2}{a + b} \right) - \frac{b}{a} \arctan \left( \frac{d_2}{b} \right) \right\}$$

$$P_{z;d} = H_d \times g_w$$

### Resultaten

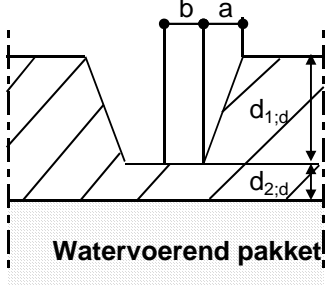
$f = 0,0275$	$P_{z;d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$	Opbarstveiligheid = $\frac{80,98}{82,32} = 0,98$
$82,32 \text{ kN/m}^2 > 80,98 \text{ kN/m}^2 \longrightarrow$ <b>Niet Akkoord</b>		
Maximale stijghoogte waarin benodigde opbarstveiligheid wordt bereikt = -2,74 m tov NAP		



## Opbarsten waterbodembodem met talud

Project = Amstelveenlijn  
 Projectnummer = C11021  
 Opmerking(en) = Snede 2B-2B (retourveld uitbreiding Saskia van Uylenburgweg)  
 Sondering RK-108

### Invoerparameters

Maaiveld	=	-4,30 m tov NAP	
ontgravingsniveau	=	-6,30 m tov NAP	
Helling talud (v:h)	=	2 : 3	
Breedte OK ontgravingsniveau	=	9,00 m	
b	=	4,50 m	
a	=	3,15 m	
BK watervoerende pakket	=	-11,00 m tov NAP	
Stijghoogte watervoerende pakket	=	-3,60 m tov NAP	
$\gamma_{\text{water}}$	=	9,8 kN/m <sup>3</sup>	

Laagopbouw d <sub>1,d</sub>			
Laag	$\gamma_{1,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	d <sub>1,d</sub> [m]	$\gamma_{1,d} \times d_{1,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	16,20	2,10	34,02
2			0,00
3			0,00
4			0,00
Totaal		2,10	34,02

Laagopbouw d <sub>2,d</sub>			
Laag	$\gamma_{2,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	d <sub>2,d</sub> [m]	$\gamma_{2,d} \times d_{2,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	8,80	1,10	9,68
2	16,20	3,20	51,84
3	14,40	1,00	14,40
4	9,90	0,50	4,95
Totaal		5,80	80,87

Laag 1 = polderpeil tot bodembodem watergang

### Algemene formule conform NEN 9997-1 (2016)

$$P_{z;d} \leq \gamma_2 \times d_2 + f \times \gamma_1 \times d_1$$

$$f = \frac{2}{\pi} \times \left\{ 1 + \frac{b}{a} \right\} \arctan\left(\frac{d_2}{a + b}\right) - \frac{b}{a} \arctan\left(\frac{d_2}{b}\right)$$

$$P_{z;d} = H_d \times \gamma_w$$

### Resultaten

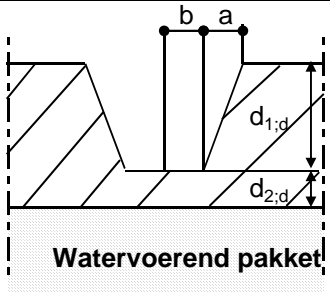
f = 0,1745	Opbarstveiligheid = $\frac{86,81}{72,52} = 1,20$
$P_{z;d} \leq \gamma_2 \times d_2 + f \times \gamma_1 \times d_1$	
72,52 kN/m <sup>2</sup> ≤ 86,81 kN/m <sup>2</sup>	Akkoord



## Opbarsten waterbodem met talud

Project = Amstelveenlijn  
 Projectnummer = C11021  
 Opmerking(en) = Snede 2B-2B (retourveld uitbreiding Saskia van Uylenburgweg)  
 Sondering RK-108

### Invoerparameters

Maaiveld	=	-4,30 m tov NAP	
ontgravingsniveau	=	-6,30 m tov NAP	
Helling talud (v:h)	=	2 : 3	
Breedte OK ontgravingsniveau	=	9,00 m	
b	=	4,50 m	
a	=	3,00 m	
BK watervoerende pakket	=	-11,00 m tov NAP	
Stijghoogte watervoerende pakket	=	-2,10 m tov NAP	
$\gamma_{\text{water}}$	=	9,8 kN/m <sup>3</sup>	

Laagopbouw d <sub>1,d</sub>			
Laag	$\gamma_{1,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	d <sub>1,d</sub> [m]	$\gamma_{1,d} \times d_{1,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	16,20	2,00	32,40
2			0,00
3			0,00
4			0,00
Totaal		2,00	32,40

Laagopbouw d <sub>2,d</sub>			
Laag	$\gamma_{2,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	d <sub>2,d</sub> [m]	$\gamma_{2,d} \times d_{2,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	8,80	1,10	9,68
2	16,20	3,20	51,84
3	14,40	1,00	14,40
4	9,90	0,50	4,95
Totaal		5,80	80,87

Laag 1 = polderpeil tot bodem watergang

### Algemene formule conform NEN 9997-1 (2016)

$$P_{z;d} \leq \gamma_2 \times d_2 + f \times \gamma_1 \times d_1$$

$$f = \frac{2}{\pi} \times \left\{ 1 + \frac{b}{a} \right\} \arctan\left(\frac{d_2}{a + b}\right) - \frac{b}{a} \arctan\left(\frac{d_2}{b}\right)$$

$$P_{z;d} = H_d \times \gamma_w$$

### Resultaten

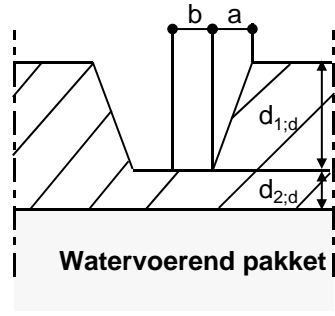
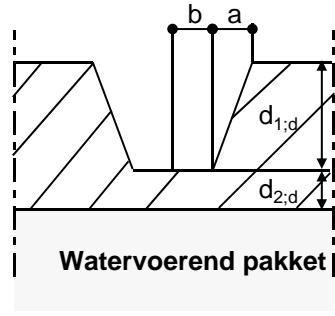
f = 0,1778	Opbarstveiligheid = $\frac{86,63}{87,22} = 0,99$
$P_{z;d} \leq \gamma_2 \times d_2 + f \times \gamma_1 \times d_1$	
87,22 kN/m <sup>2</sup> > 86,63 kN/m <sup>2</sup> → Niet Akkoord	
Maximale stijghoogte waarin benodigde opbarstveiligheid wordt bereikt = -2,16 m tov NAP	



## Opbarsten waterbodem met talud

Project = Amstelveenlijn  
 Projectnummer = C11021  
 Opmerking(en) = Snede 3-3 (retourveld O zijde Kronenburg t.h.v. Frits Mullerlaan)  
 Sondering rK110

### Invoerparameters

Maaiveld	=	-4,50 m tov NAP	
ontgravingsniveau	=	-6,30 m tov NAP	
Helling talud (v:h)	=	2 : 3	
Breedte OK ontgravingsniveau	=	4,60 m	
b	=	2,30 m	
a	=	2,70 m	
BK watervoerende pakket	=	-10,70 m tov NAP	
Stijghoogte watervoerende pakket	=	-3,60 m tov NAP	
$g_{water}$	=	9,8 kN/m <sup>3</sup>	<b>Watervoerend pakket</b>

Laagopbouw d <sub>1,d</sub>			
Laag	$g_{1,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{1,d}$ [m]	$g_{1,d} \times d_{1,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	16,20	1,80	29,16
2			0,00
3			0,00
4			0,00
Totaal		1,80	29,16

Laagopbouw d <sub>2,d</sub>			
Laag	$g_{2,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{2,d}$ [m]	$g_{2,d} \times d_{2,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	8,80	1,10	9,68
2	16,20	2,20	35,64
3	14,40	1,70	24,48
4	9,90	0,50	4,95
Totaal		5,50	74,75

Laag 1 = polderpeil tot bodem watergang

### Algemene formule conform NEN 9997-1 (2016)

$$P_{z,d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$$

$$f = \frac{2}{p} \times \left\{ \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \arctan \left( \frac{d_2}{a + b} \right) - \frac{b}{a} \arctan \left( \frac{d_2}{b} \right) \right\}$$

$$P_{z,d} = H_d \times g_w$$

### Resultaten

$$f = 0,3450$$

$$P_{z,d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$$

$$\text{Opbarstveiligheid} = \frac{84,81}{69,58} = 1,22$$

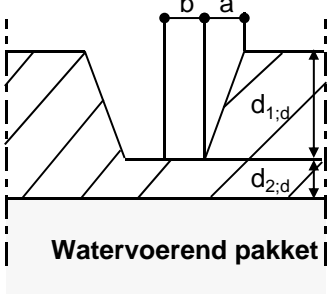
69,58 kN/m<sup>2</sup> £ 84,81 kN/m<sup>2</sup> → Akkoord



## Opbarsten waterbodem met talud

Project = Amstelveenlijn  
 Projectnummer = C11021  
 Opmerking(en) = Snede 3-3 (retourveld O zijde Kronenburg t.h.v. Frits Mullerlaan)  
 Sondering rK110

### Invoerparameters

Maaiveld	=	-4,50 m tov NAP	
ontgravingsniveau	=	-6,30 m tov NAP	
Helling talud (v:h)	=	2 : 3	
Breedte OK ontgravingsniveau	=	4,60 m	
b	=	2,30 m	<b>Watervoerend pakket</b>
a	=	2,70 m	
BK watervoerende pakket	=	-10,70 m tov NAP	
Stijghoogte watervoerende pakket	=	-2,10 m tov NAP	
$g_{\text{water}}$	=	9,8 kN/m <sup>3</sup>	

Laagopbouw $d_{1;d}$			
Laag	$g_{1;d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{1;d}$ [m]	$g_{1;d} \times d_{1;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	16,20	1,80	29,16
2			0,00
3			0,00
4			0,00
Totaal		1,80	29,16

Laagopbouw $d_{2;d}$			
Laag	$g_{2;d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{2;d}$ [m]	$g_{2;d} \times d_{2;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	8,80	1,10	9,68
2	16,20	2,20	35,64
3	14,40	1,70	24,48
4	9,90	0,50	4,95
Totaal		5,50	74,75

Laag 1 = polderpeil tot bodem watergang

### Algemene formule conform NEN 9997-1 (2016)

$P_{z;d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$
$f = \frac{2}{p} \times \left\{ \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \arctan \left( \frac{d_2}{a + b} \right) - \frac{b}{a} \arctan \left( \frac{d_2}{b} \right) \right\}$
$P_{z;d} = H_d \times g_w$

### Resultaten

$f = 0,3450$	$P_{z;d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$	$\text{Opbarstveiligheid} = \frac{84,81}{84,28} = 1,01$
$84,28 \text{ kN/m}^2$	$\text{€}$	$84,81 \text{ kN/m}^2$
$\longrightarrow$ Akkoord		




## Opbarsten waterbodem met talud

Project = Amstelveenlijn  
Projectnummer = C11021  
Opmerking(en) = Snede 4-4 (retourveld ZO zijde Zonnestein t.h.v. Olympiadelaan)  
Sondering rK113

## Invoerparameters

In te vullen parameters	
Maaveld	= -4,50 m tov NAP
ontgravingsniveau	= -6,10 m tov NAP
Helling talud (v:h)	= 2 : 3
Breedte OK ontgravingsniveau	= 15,20 m
b	= 7,60 m
a	= 2,40 m
BK watervoerende pakket	= -12,20 m tov NAP
Stijghoogte watervoerende pakket	= -3,60 m tov NAP
$\rho_{\text{water}}$	= 9,8 kN/m <sup>3</sup>



Laagopbouw d <sub>1;d</sub>			
Laag	g <sub>1;d</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	d <sub>1;d</sub> [m]	g <sub>1;d</sub> x d <sub>1;d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
1	16,20	1,60	25,92
2			0,00
3			0,00
4			0,00
Totaal		1,60	25,92

Laagopbouw d <sub>2,d</sub>			
Laag	q <sub>2,d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	d <sub>2,d</sub> [m]	q <sub>2,d</sub> x d <sub>2,d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
1	8,80	0,90	7,92
2	16,20	2,90	46,98
3	14,40	2,60	37,44
4	9,90	0,60	5,94
Totaal		7,00	98,28

Laag 1 = polderpeil tot bodem watergang

**Algemene formules conform NEN 9997-1 (2016)**

$$P_{Z;d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$$

$$f = \frac{2}{p} \times \left\{ 1 + \frac{b}{a} \arctan\left(\frac{d_2}{a+b}\right) - \frac{b}{a} \arctan\left(\frac{d_2}{b}\right) \right\}$$

$$P_{z:d} = H_d \times g_w$$

## Resultaten

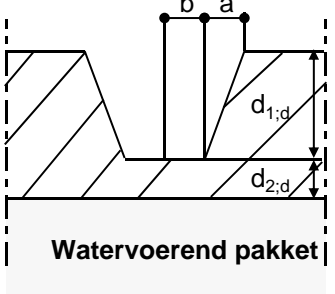
$f = 0,1195$			
$P_{z;d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$		$\text{Opbarstveiligheid} = \frac{101,38}{84,28} = 1,20$	
84,28 kN/m <sup>2</sup>	£	101,38 kN/m <sup>2</sup>	→ Akkoord



## Opbarsten waterbodem met talud

Project = Amstelveenlijn  
 Projectnummer = C11021  
 Opmerking(en) = Snede 4-4 (retourveld ZO zijde Zonnestein t.h.v. Olympiadelaan)  
 Sondering rK113

### Invoerparameters

Maaiveld	=	-4,50 m tov NAP	
ontgravingsniveau	=	-6,10 m tov NAP	
Helling talud (v:h)	=	2 : 3	
Breedte OK ontgravingsniveau	=	15,20 m	
b	=	7,60 m	
a	=	2,40 m	
BK watervoerende pakket	=	-12,20 m tov NAP	
Stijghoogte watervoerende pakket	=	-1,90 m tov NAP	
$g_{water}$	=	9,8 kN/m <sup>3</sup>	

Laagopbouw $d_{1,d}$			
Laag	$g_{1,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{1,d}$ [m]	$g_{1,d} \times d_{1,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	16,20	1,60	25,92
2			0,00
3			0,00
4			0,00
Totaal		1,60	25,92

Laagopbouw $d_{2,d}$			
Laag	$g_{2,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{2,d}$ [m]	$g_{2,d} \times d_{2,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	8,80	0,90	7,92
2	16,20	2,90	46,98
3	14,40	2,60	37,44
4	9,90	0,60	5,94
Totaal		7,00	98,28

Laag 1 = polderpeil tot bodem watergang

### Algemene formule conform NEN 9997-1 (2016)

$P_{z,d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$
$f = \frac{2}{p} \times \left\{ \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \arctan \left( \frac{d_2}{a + b} \right) - \frac{b}{a} \arctan \left( \frac{d_2}{b} \right) \right\}$
$P_{z,d} = H_d \times g_w$

### Resultaten

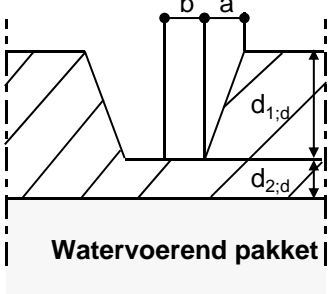
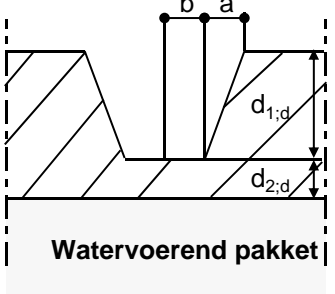
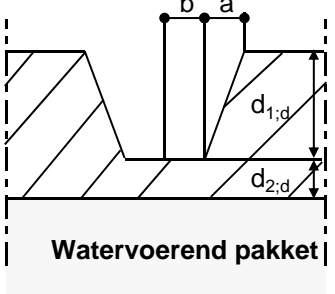
f = 0,1195		Opbarstveiligheid = $\frac{101,38}{100,94} = 1,00$
$P_{z;d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$		
100,94 kN/m <sup>2</sup>	£	101,38 kN/m <sup>2</sup> → Akkoord



## Opbarsten waterbodem met talud

Project = Amstelveenlijn  
 Projectnummer = C11021  
 Opmerking(en) = Snede 5-5 (retourveld W zijde Sportlaan t.h.v. Sportlaan)  
 Sondering rS119

### Invoerparameters

Maaiveld	=	-5,10 m tov NAP	
ontgravingsniveau	=	-6,50 m tov NAP	
Helling talud (v:h)	=	2 : 3	
Breedte OK ontgravingsniveau	=	2,80 m	
b	=	1,40 m	
a	=	2,10 m	
BK watervoerende pakket	=	-10,60 m tov NAP	
Stijghoogte watervoerende pakket	=	-4,20 m tov NAP	
$g_{water}$	=	9,8 kN/m <sup>3</sup>	

Laagopbouw d <sub>1,d</sub>			
Laag	$g_{1,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{1,d}$ [m]	$g_{1,d} \times d_{1,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	16,20	1,40	22,68
2			0,00
3			0,00
4			0,00
Totaal		1,40	22,68

Laagopbouw d <sub>2,d</sub>			
Laag	$g_{2,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{2,d}$ [m]	$g_{2,d} \times d_{2,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	8,80	1,10	9,68
2	16,20	2,50	40,50
3	14,40	1,20	17,28
4	9,90	0,50	4,95
Totaal		5,30	72,41

Laag 1 = polderpeil tot bodem watergang

### Algemene formule conform NEN 9997-1 (2016)

$$P_{z,d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$$

$$f = \frac{2}{p} \times \left\{ \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \arctan \left( \frac{d_2}{a + b} \right) - \frac{b}{a} \arctan \left( \frac{d_2}{b} \right) \right\}$$

$$P_{z,d} = H_d \times g_w$$

### Resultaten

$$f = 0,4903$$

$$P_{z,d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$$

$$\text{Opbarstveiligheid} = \frac{83,53}{62,72} = 1,33$$

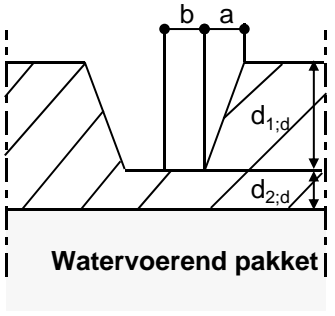
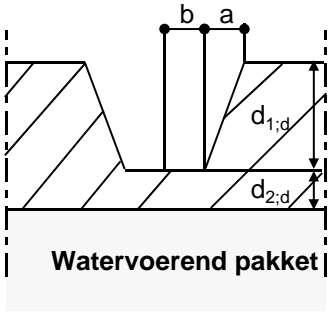
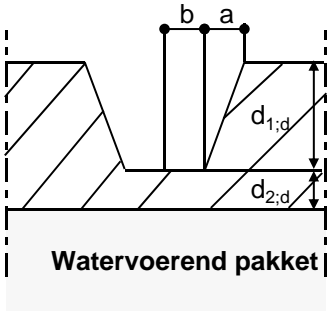
62,72 kN/m<sup>2</sup> £ 83,53 kN/m<sup>2</sup> → Akkoord



## Opbarsten waterbodem met talud

Project = Amstelveenlijn  
 Projectnummer = C11021  
 Opmerking(en) = Snede 5-5 (retourveld W zijde Sportlaan t.h.v. Sportlaan)  
 Sondering rS119

### Invoerparameters

Maaiveld	=	-5,10 m tov NAP	
ontgravingsniveau	=	-6,50 m tov NAP	
Helling talud (v:h)	=	2 : 3	
Breedte OK ontgravingsniveau	=	2,80 m	
b	=	1,40 m	
a	=	2,10 m	
BK watervoerende pakket	=	-10,60 m tov NAP	
Stijghoogte watervoerende pakket	=	-2,10 m tov NAP	
$g_{water}$	=	9,8 kN/m <sup>3</sup>	

Laagopbouw d <sub>1,d</sub>			
Laag	$g_{1,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{1,d}$ [m]	$g_{1,d} \times d_{1,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	16,20	1,40	22,68
2			0,00
3			0,00
4			0,00
Totaal		1,40	22,68

Laagopbouw d <sub>2,d</sub>			
Laag	$g_{2,d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{2,d}$ [m]	$g_{2,d} \times d_{2,d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	8,80	1,10	9,68
2	16,20	2,50	40,50
3	14,40	1,20	17,28
4	9,90	0,50	4,95
Totaal		5,30	72,41

Laag 1 = polderpeil tot bodem watergang

### Algemene formule conform NEN 9997-1 (2016)

$$P_{z,d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$$

$$f = \frac{2}{p} \times \left\{ \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \arctan \left( \frac{d_2}{a + b} \right) - \frac{b}{a} \arctan \left( \frac{d_2}{b} \right) \right\}$$

$$P_{z,d} = H_d \times g_w$$

### Resultaten

$$f = 0,4903$$

$$P_{z,d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$$

$$\text{Opbarstveiligheid} = \frac{83,53}{83,30} = 1,00$$

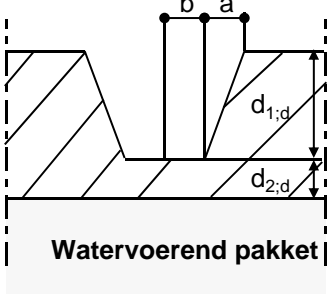
83,30 kN/m<sup>2</sup> £ 83,53 kN/m<sup>2</sup> → Akkoord



## Opbarsten waterbodem met talud

Project = Amstelveenlijn  
 Projectnummer = C11021  
 Opmerking(en) = Snede 6-6 (retourveld W zijde Sportlaan t.h.v. Van der Hooplaan)  
 Sondering rS118

### Invoerparameters

Maaiveld	=	-5,00 m tov NAP	
ontgravingsniveau	=	-6,30 m tov NAP	
Helling talud (v:h)	=	2 : 3	
Breedte OK ontgravingsniveau	=	4,10 m	
b	=	2,05 m	
a	=	1,95 m	
BK watervoerende pakket	=	-11,20 m tov NAP	
Stijghoogte watervoerende pakket	=	-4,20 m tov NAP	
$g_{water}$	=	9,8 kN/m <sup>3</sup>	

Laagopbouw $d_{1;d}$			
Laag	$g_{1;d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{1;d}$ [m]	$g_{1;d} \times d_{1;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	16,20	1,30	21,06
2			0,00
3			0,00
4			0,00
Totaal		1,30	21,06

Laagopbouw $d_{2;d}$			
Laag	$g_{2;d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$d_{2;d}$ [m]	$g_{2;d} \times d_{2;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	8,80	0,90	7,92
2	16,20	2,20	35,64
3	14,40	2,20	31,68
4	9,90	0,50	4,95
Totaal		5,80	80,19

Laag 1 = polderpeil tot bodem watergang

### Algemene formule conform NEN 9997-1 (2016)

$$P_{z;d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$$

$$f = \frac{2}{p} \times \left\{ \left( 1 + \frac{b}{a} \right) \arctan \left( \frac{d_2}{a + b} \right) - \frac{b}{a} \arctan \left( \frac{d_2}{b} \right) \right\}$$

$$P_{z;d} = H_d \times g_w$$

### Resultaten

$$f = 0,4390$$

$$P_{z;d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$$

$$\text{Opbarstveiligheid} = \frac{89,43}{68,60} = 1,30$$

68,60 kN/m<sup>2</sup> £ 89,43 kN/m<sup>2</sup> → Akkoord




## Opbarsten waterbodem met talud

Project = Amstelveenlijn  
Projectnummer = C11021  
Opmerking(en) = Snede 6-6 (retourveld W zijde Sportlaan t.h.v. Van der Hooplaan)  
Sondering rS118

## Invoerparameters

In te vullen parameters	
Maaveld	= -5,00 m tov NAP
ontgravingsniveau	= -6,30 m tov NAP
Helling talud (v:h)	= 2 : 3
Breedte OK ontgravingsniveau	= 4,10 m
b	= 2,05 m
a	= 1,95 m
BK watervoerende pakket	= -11,20 m tov NAP
Stijghoogte watervoerende pakket	= -2,10 m tov NAP
$\rho_{\text{water}}$	= 9,8 kN/m <sup>3</sup>



Laagopbouw d <sub>1;d</sub>			
Laag	g <sub>1;d</sub> [kN/m <sup>3</sup> ]	d <sub>1;d</sub> [m]	g <sub>1;d</sub> x d <sub>1;d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
1	16,20	1,30	21,06
2			0,00
3			0,00
4			0,00
Totaal		1,30	21,06

Laagopbouw d <sub>2,d</sub>			
Laag	q <sub>2,d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	d <sub>2,d</sub> [m]	q <sub>2,d</sub> x d <sub>2,d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
1	8,80	0,90	7,92
2	16,20	2,20	35,64
3	14,40	2,20	31,68
4	9,90	0,50	4,95
Totaal		5,80	80,19

Laag 1 = polderpeil tot bodem watergang

**Algemene formules conform NEN 9997-1 (2016)**

$$P_{Z;d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$$

$$f = \frac{2}{p} \times \left\{ 1 + \frac{b}{a} \arctan\left(\frac{d_2}{a+b}\right) - \frac{b}{a} \arctan\left(\frac{d_2}{b}\right) \right\}$$

$$P_{z:d} = H_d \times g_w$$

## Resultaten

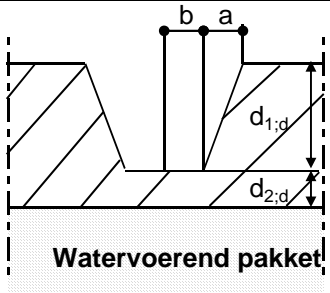
$f = 0,4390$		$\text{Opbarstveiligheid} = \frac{89,43}{89,18} = 1,00$
$P_{z;d} \leq g_2 \times d_2 + f \times g_1 \times d_1$		
89,18 kN/m <sup>2</sup>	£	89,43 kN/m <sup>2</sup> → Akkoord



## Opbarsten waterbodembodem met talud

Project = Amstelveenlijn  
 Projectnummer = C11021  
 Opmerking(en) = Snede 8-8 (retourveld zuidzijde Sportlaan t.h.v. Gondel/Turfschip)  
 Sondering rS123

### Invoerparameters

Maaiveld	=	-4,90 m tov NAP	
ontgravingsniveau	=	-6,10 m tov NAP	
Helling talud (v:h)	=	2 : 3	
Breedte OK ontgravingsniveau	=	11,40 m	
b	=	5,70 m	
a	=	1,80 m	
BK watervoerende pakket	=	-10,50 m tov NAP	
Stijghoogte watervoerende pakket	=	-4,20 m tov NAP	
$\gamma_{\text{water}}$	=	9,8 kN/m <sup>3</sup>	

Laagopbouw d <sub>1,d</sub>			
Laag	$\gamma_{1;d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	d <sub>1;d</sub> [m]	$\gamma_{1;d} \times d_{1;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	16,20	1,20	19,44
2			0,00
3			0,00
4			0,00
Totaal		1,20	19,44

Laagopbouw d <sub>2,d</sub>			
Laag	$\gamma_{2;d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	d <sub>2;d</sub> [m]	$\gamma_{2;d} \times d_{2;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	8,80	0,70	6,16
2	16,20	3,00	48,60
3	14,40	1,00	14,40
4	9,90	0,40	3,96
Totaal		5,10	73,12

Laag 1 = polderpeil tot bodembodem watergang

### Algemene formule conform NEN 9997-1 (2016)

$$P_{z;d} \leq \gamma_2 \times d_2 + f \times \gamma_1 \times d_1$$

$$f = \frac{2}{\pi} \times \left\{ 1 + \frac{b}{a} \right\} \arctan\left(\frac{d_2}{a + b}\right) - \frac{b}{a} \arctan\left(\frac{d_2}{b}\right)$$

$$P_{z;d} = H_d \times \gamma_w$$

### Resultaten

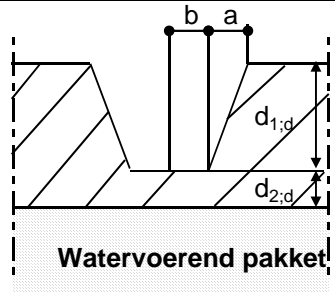
f = 0,1126	Opbarstveiligheid = $\frac{75,31}{61,74} = 1,22$
$P_{z;d} \leq \gamma_2 \times d_2 + f \times \gamma_1 \times d_1$	
61,74 kN/m <sup>2</sup> ≤ 75,31 kN/m <sup>2</sup>	Akkoord



## Opbarsten waterbodembodem met talud

Project = Amstelveenlijn  
 Projectnummer = C11021  
 Opmerking(en) = Snede 8-8 (retourveld zuidzijde Sportlaan t.h.v. Gondel/Turfschip)  
 Sondering rS123

### Invoerparameters

Maaiveld	=	-4,90 m tov NAP	
ontgravingsniveau	=	-6,10 m tov NAP	
Helling talud (v:h)	=	2 : 3	
Breedte OK ontgravingsniveau	=	11,40 m	
b	=	5,70 m	<b>W</b> <b>S</b> <b>W</b> <b>S</b>
a	=	1,80 m	
BK watervoerende pakket	=	-10,50 m tov NAP	
Stijghoogte watervoerende pakket	=	-2,70 m tov NAP	
$\gamma_{\text{water}}$	=	9,8 kN/m <sup>3</sup>	

Laagopbouw d <sub>1,d</sub>			
Laag	$\gamma_{1;d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	d <sub>1;d</sub> [m]	$\gamma_{1;d} \times d_{1;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	16,20	1,20	19,44
2			0,00
3			0,00
4			0,00
Totaal		1,20	19,44

Laagopbouw d <sub>2,d</sub>			
Laag	$\gamma_{2;d}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	d <sub>2;d</sub> [m]	$\gamma_{2;d} \times d_{2;d}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	8,80	0,70	6,16
2	16,20	3,00	48,60
3	14,40	1,00	14,40
4	9,90	0,40	3,96
Totaal		5,10	73,12

Laag 1 = polderpeil tot bodembodem watergang

### Algemene formule conform NEN 9997-1 (2016)

$$P_{z;d} \leq \gamma_2 \times d_2 + f \times \gamma_1 \times d_1$$

$$f = \frac{2}{\pi} \times \left\{ 1 + \frac{b}{a} \right\} \arctan\left(\frac{d_2}{a + b}\right) - \frac{b}{a} \arctan\left(\frac{d_2}{b}\right)$$

$$P_{z;d} = H_d \times \gamma_w$$

### Resultaten

f = 0,1126	Opbarstveiligheid = $\frac{75,31}{76,44} = 0,99$
$P_{z;d} \leq \gamma_2 \times d_2 + f \times \gamma_1 \times d_1$	
76,44 kN/m <sup>2</sup> > 75,31 kN/m <sup>2</sup> → Niet Akkoord	
Maximale stijghoogte waarin benodigde opbarstveiligheid wordt bereikt = -2,82 m tov NAP	