

POV PIPING - INTREDEWEERSTAND VOORLAND PANNERDENS KANAAL DEFINITIEF

Opdrachtgever: waterschap Rijn en IJssel

21 JULI 2017



Contactpersonen

Projectleider **RIMMER KOOPMANS**
geotechnisch adviseur

T +31 6 2706 0177
E rimmer.koopmans@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

Specialist **JEROEN HELDER**
Geohydrologisch adviseur

T +31 6 2158 4748
E jeroen.helder@arcadis.com

INHOUDSOPGAVE

MANAGEMENT SAMENVATTING	6
1 INLEIDING	8
2 AANLEIDING EN DOEL	10
3 METHODE VAN ONDERZOEK	11
3.1 Adviespraktijk anno 2014	11
3.2 Stijghoogte metingen	11
3.3 Modelleren en kalibratie	12
4 COW ONDERZOEK JAREN 70	13
4.1 Infiltratieproef in “de Rijswaard”	13
4.2 Infiltratieproef Herwense inlaagdijk	14
4.3 Elektrisch analogon onderzoek	15
4.4 Conclusie COW jaren 70	18
5 HPT SONDERING	19
5.1 Uitgevoerd onderzoek	19
5.2 Relatieve en absolute doorlatendheid	19
5.3 Doorlatendheidsprofiel	20
6 GRONDWATER MONITORING	22
6.1 Westervoort	24
6.2 Pannerden	25
6.3 Lobith – ’s Gravenwaardsedam	26
6.4 Conclusies monitoring	27
7 POMPPROEVEN	28
8 MODELWERKZAAMHEDEN	29
8.1 AMIGO	29
8.2 Deelmodellen	29

8.3	Detaillering deelmodellen	29
8.4	Resultaten modelberekeningen	32
8.4.1	Westervoort	32
8.4.2	Pannerden	33
8.4.3	Lobith – 's Gravenwaardsedam	35
9	GELEERDE LESSEN	37
9.1	Reflectie op de onderzoeksvragen	37
9.2	Inrichting meetsysteem	37
9.3	HPT sonderingen	37
9.4	Grondwatermodel	38
9.5	COW jaren 70	38
10	AANBEVELINGEN	39
11	LITERATUUR	40

TABELLEN

Tabel 1: Kwelhoeveelheden	16
Tabel 2: Gegevens en resultaten pompproeven	28
Tabel 3: Storage factor	30
Tabel 4: Aanpassingen schematisatie kD-waarden bij Westervoort	31
Tabel 5: Schematisatie onttrekkingen pompproeven	31

FIGUREN

Figuur 0.1: Aanbrengen meetinrichting locatie 's Gravenwaardsedam	6
Figuur 1.1: Onderzoekslocaties; Westervoort, Pannerden en 's Gravenwaardsedam (nabij Lobith)	8
Figuur 1.2: Kleinschalige inundatie van het voorland bij Westervoort in 2016	9
Figuur 3.1: Uitvoering van een zuigboringen ten behoeve van de pompproef bij Pannerden	12
Figuur 4.1: Doorlatendheid van de 1,5 m klei in “de Rijswaard”	13
Figuur 4.2: Schematisatie elektrisch analogon voor bepalen invloed voorlandlengte	15
Figuur 4.3: Invloed doorlatendheid kleilaag op het kweldebiet in modelmeting	17
Figuur 4.4: Invloed lengte kleilaag op het kweldebiet in modelmeting	17
Figuur 5.1: Voorbeeld MPT meetreeks	19
Figuur 6.1: Overzicht van het meetnet bij de onderzoekslocatie Lobith [lit. 8]	22
Figuur 6.2: Overzicht van het meetnet bij de onderzoekslocatie Pannerden [lit. 8]	23
Figuur 6.3: Overzicht van het meetnet bij de onderzoekslocatie Westervoort [lit. 8]	23

Figuur 6.4: Bodemopbouw bij Westervoort	24
Figuur 6.5: Meetreeksen bij Westervoort	24
Figuur 6.6: Bodemopbouw bij Pannerden	25
Figuur 6.7: Meetreeksen bij Pannerden	25
Figuur 6.8: Bodemopbouw bij Lobith - 's Gravenwaardsedam	26
Figuur 6.9: Meetreeksen bij Lobith - 's Gravenwaardsedam	26
Figuur 8.1: Deelmodellen (oranje rechthoeken) en onderzoekslocaties met peilbuizen (rode stippen)	29
Figuur 8.2: Tijdreeks Westervoort, volledige modelperiode	32
Figuur 8.3: Tijdreeks Westervoort, ingezoomd op de periode van de pompproef	33
Figuur 8.4: Tijdreeks Pannerden, volledige modelperiode	34
Figuur 8.5: Tijdreeks Pannerden, ingezoomd op de periode van de pompproef	34
Figuur 8.6: Tijdreeks Lobith, volledige modelperiode	35
Figuur 8.7: Tijdreeks Lobith, ingezoomd op de periode van de pompproef	36
Figuur 10.1: Heterogene laagopbouw zandondergrond bij Westervoort	39

MANAGEMENT SAMENVATTING

In het kader van de POV-piping is in de periode van 2014 tot 2017 door waterschap Rijn en IJssel in samenwerking met Arcadis onderzoek gedaan naar de intredeweerstand van het voorland en de doorlatendheid van een typische zandondergrond in het boven rivierengebied. Dit zijn twee essentiële parameters in de beoordeling van de kans op piping.

Het **doel** van deze verkenning was om:

- te bepalen wat de invloed is van voorlanden op de kans op piping;
- een praktische methode af te leiden voor het in rekening stellen van deze voorlanden bij grondwaterstromingsberekeningen.

De **aanleiding** hiervoor was de onbekendheid van de exacte invloed van dunne kleilagen in voorlanden op grondwaterstromingspatronen onder de dijk. Alsmede het ontbreken van een onderbouwing van de vuistregel "1 m klei geeft voldoende intredeweerstand".

Het **onderzoek** heeft bestaan uit:

- het plaatsen van een dicht meetnet van peilbuizen op drie locaties om de stijghoogte te meten;
- lokale bepaling van de doorlatendheid van zandlagen onder de dijk (watervoerend pakket) met pompproeven;
- interpretatie van de onderzoeksresultaten.



Figuur 0.1: Aanbrengen meetinrichting locatie 's Gravenwaardsedam

Het onderzoek heeft uitgewezen dat:

- de doorlatendheid van het totale watervoerend pakket is hoog, maar past binnen de bandbreedte van de verwachtingen;
- een regionaal 3D grondwatermodel ongeschikt is om een pipingvraagstuk met hydrologische berekeningen te analyseren vanwege de grootte van het rooster (gridcel = 25 m x 25 m);
- in de jaren 70 is reeds vastgesteld dat de in rekening te stellen voorlandlandlengte niet groter mag zijn dan twee maal de dijkbreedte, hetgeen nu ook in het WBI is voorgeschreven. De doorlatendheid van 1,5 m gestructureerde klei in het voorland is volgens dezelfde onderzoeken gemiddeld 1 m/dag.

Daarnaast heeft een innovatie onderzoeksmethode (HPT sonderingen) uitgewezen dat de verschillen in doorlatendheid, tussen verschillende lagen van het watervoerend pakket, zeer groot zijn. Deze vorm van heterogeniteit heeft afhankelijk van de volgorde van fijne en grove zandlagen een gunstig of ongunstig effect op piping. Dit effect wordt momenteel nog niet in de berekeningen toegepast. Nader onderzoek is nodig om dit effect in rekening te kunnen brengen.

Daarnaast zijn diverse aanbevelingen gedaan en conclusies getrokken.

De **hoofdconclusie** is:

- de intredeweerstand van het voorland dient met lokale drie dimensionale (3D) grondwatermodellen en lange meetreeksen (± 10 jaar) met één of meerdere hoogwaters vastgesteld te worden.

Vervolgtraject

Aanbevolen wordt het bouwen van lokale 3D grondwatermodellen en voortzetten van de monitoring om de intredeweerstand van voorland beter te kunnen bepalen. Metingen van een voldoende hoog hoogwater (herhalingsstijd $\approx T=10$) kunnen ook meer inzicht geven over de beperking van de invloed van het voorland tot twee maal de dijkbreedte. Hiermee kan de restrictie uit het WBI worden gestaafd.

Praktische aanbeveling is om het schematiseren van de doorlatendheid van de ondergrond mee te nemen in het opstellen van de Schematiseringshandleiding Piping.

Volgens meerdere deskundigen in de projectgroep POV-piping en ENW-T verdient het aanbeveling om grootschalige infiltratieproeven (25 x 25 m) uit te voeren.

1 INLEIDING

Aanleiding

In het dijkverbeteringsprogramma HWBP is een Project Overstijgende Verkenning opgenomen naar het bezwijkmechanisme piping. Hierin wordt de piping problematiek inclusief oplossingsrichtingen op een landelijk niveau onder de loep genomen. Eén van de aspecten is vergroting van de kennis over de bodem en eigenschappen van grondlagen. De verwachting is dat hierdoor op termijn de benodigde maatregelen om piping te voorkomen, ingeperkt kunnen worden.

De vergroting van de kennis wordt binnen de POV-piping bewerkstelligd door verkenningen uit te voeren. Een van deze verkenningen heeft de titel “Intredeweerstand Voorlanden” en is beschreven in voorliggend rapport. Deze verkenning is tot stand gekomen via een samenwerking tussen Waterschap Rijn en IJssel en ARCADIS.

Doel, scope en onderzoeksvragen

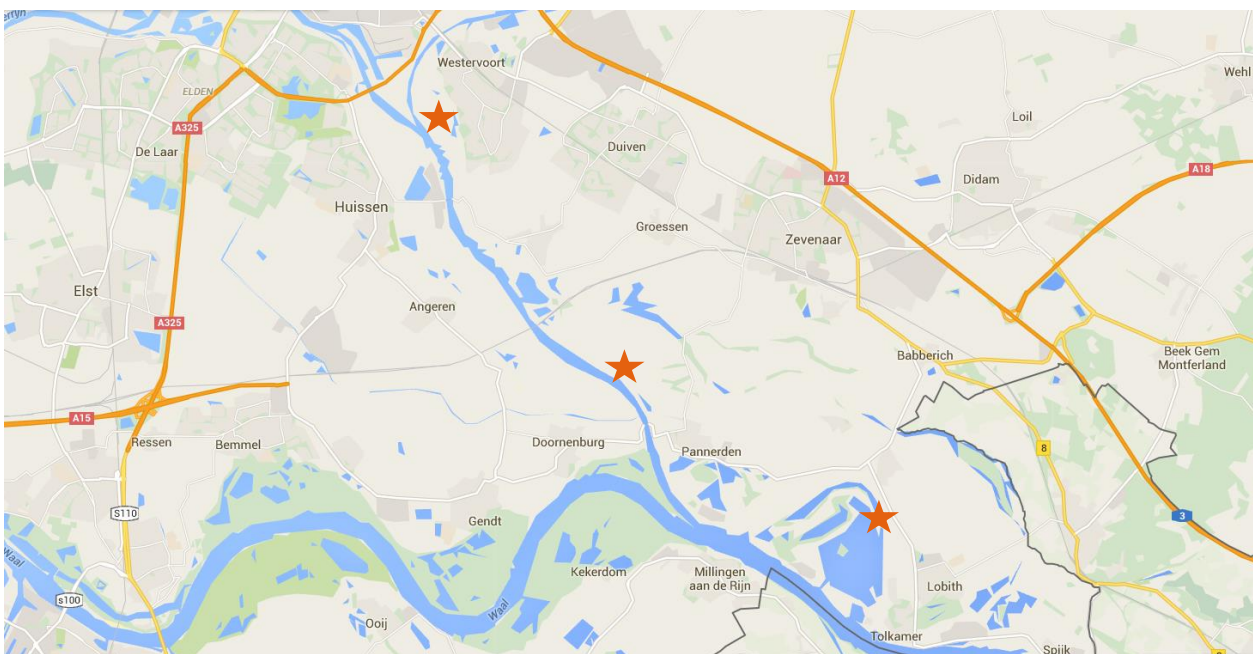
De verkenning is opgezet met twee doelstellingen namelijk: “Invloed intredeweerstand op piping in kaart brengen” en “Aanslibbing van voorlanden beoordelen”. Gaandeweg het onderzoek is het tweede onderzoeksdoel komen te vervallen en vervangen door een verdiepingsslag in de heterogeniteit van het watervoerend pakket.

Het onderzoek richt zich primair op de bepaling van intredeweerstand van voorland via stijghoogtemetingen, maar levert ook belangrijke informatie op over de doorlatendheid van het watervoerend pakket. Binnen deze verkenning is gebruik gemaakt van verschillende meettechnieken voor het bepalen van de doorlatendheid. Doorlatendheid is een belangrijke parameter in de rekenregel van Sellmeijer. De probleemstelling van deze verkenning luidt: “Het is niet exact bekend wat de invloed van voorland met beperkte intredeweerstand is op de kans op piping”. Ook is onduidelijk of en hoe voorlanden beschermd dienen te worden via de legger van het waterschap.

De onderzoeksvragen die daarbij horen zijn:

- Hoe beïnvloeden voorlanden met of zonder intredeweerstand de stijghoogte en welke relatie heeft dit met de vorming van zandmeevoerende wellen?
- Hoe kunnen beperkingen, die via de legger opgelegd worden aan voorlanden, met geohydrologische modelberekeningen (regionaal 3D of lokaal 2D) het beste worden onderbouwd?

De belangrijkste parameters (stijghoogte en doorlatendheid) om deze vragen te beantwoorden, worden hiertoe gedetailleerd bepaald binnen drie dijkvakken langs het Pannerdens Kanaal (zie Figuur 1.1).



Figuur 1.1: Onderzoeklocaties; Westervoort, Pannerden en 's Gravenwaardsedam (nabij Lobith)

Leeswijzer

Bij het opstellen van het plan van aanpak is het exogene risico van het niet optreden van hoogwater benoemd. In de periode van november 2014 tot maart 2016 is er inderdaad geen hoogwater voorgekomen dat leidde tot grootschalige inundatie van de uitwaterwaarden. De voorliggende rapportage is het eindproduct in het kader van de POV Piping. Inhoudelijk betreft het een tussenproduct wegens beperkte resultaten als gevolg van uitblijven van hoogwater. In het rapport zijn het uitgevoerde veldonderzoek en de modelberekeningen hoofdzakelijk feitelijk beschreven. Zodra metingen van hoogwater (circa NAP +14 m bij Lobith) beschikbaar zijn, kan de modelstudie worden voortgezet en kan de voorliggende rapportage verder uitgewerkt worden.

Het rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 wordt meer achtergrond gegeven over de aanleiding van dit project en de bijbehorende theorie. Hoofdstuk 3 behandelt de methode van onderzoek. Vervolgens wordt deze per onderdeel verder uitgewerkt in de hoofdstukken 4 tot en met 8, waarna in hoofdstuk 9 de voorlopige conclusies en aanbevelingen zijn weergegeven.

De resultaten van de HPT-sonderingen en de pompproeven worden alleen kort samengevat. Van alle doorlatendheidsmetingen zijn meer uitgebreide deelrapporten beschikbaar. Hiervoor wordt verwezen naar de literatuurlijst in hoofdstuk 11.



Figuur 1.2: Kleinschalige inundatie van het voorland bij Westervoort in 2016

2 AANLEIDING EN DOEL

Als gevolg van nieuwe inzichten is de relatief eenvoudige rekenregel “methode Bligh” vervallen en de nieuwe rekenregel van Sellmeijer geïntroduceerd. Deze rekenregel beschrijft de theorie van het faalmechanisme piping beter, maar resulteert in grotere benodigde kwelweglengtes. In de praktijk zijn deze lengtes in voorlanden dikwijls wel aanwezig, maar niet beschermd via de legger van het waterschap. Ook is niet exact bekend wat de bijdrage is van voorlanden aan de weerstand tegen piping. Er is derhalve sprake van een beheerprobleem, waar nu nog geen onderbouwd beleid voor is alsmede een schematiseringsprobleem wat tot onterechte afkeuring van dijkvakken kan leiden.

Het handhaven van gebods- en verbodsbepalingen op grote oppervlaktes voorland conflicteert in de praktijk vaak met belangen van derden, zoals agrariërs, natuur organisaties en delfstof-winners. Om de handhaving kracht bij te zetten is beleid nodig dat onderbouwd wordt door gedetailleerde berekeningen, die het grotere belang van waterveiligheid aantonen. Binnen de pilot worden de noodzakelijke geohydrologische berekeningen uitgevoerd.

Ondanks dat in de praktijk voorlanden met intredeweerstand wel aanwezig zijn, ontstaan in sommige gevallen toch zandmeevoerende wellen. Dit roept de vraag op in hoeverre de stijghoogte, die de aandrijvende kracht is van de zandmeevoerende wellen, door voorlanden daadwerkelijk wordt beïnvloed. De theorie is dat een breed en nagenoeg waterdicht voorland bijdraagt aan de sterkte. Wat verstaan wordt onder nagenoeg waterdicht is echter weer niet eenduidig vastgelegd, waardoor “men al snel” een veilige aanname doet. Binnen deze pilot worden theorie en praktijk bij elkaar gebracht middels geohydrologisch onderzoek.

Het maken van een onderbouwing voor het uitoefenen van dagelijkse beheertaken en het bij elkaar brengen van theorie en praktijk, sluit aan op doel 1b van de POV. Op deze wijze is het resultaat toepasbaar binnen de projecten van het HWBP.

Het doel van het programma POV-piping in relatie tot de verkenning Intredeweerstand voorlanden.

De POV piping heeft de volgende twee doelen:

1. Het - op basis van verkenningen - nauwkeuriger in beeld brengen van het areaal (op het faalmechanisme piping) te verbeteren waterkeringen, door:
 - a. de toepassing van de rekenregels te verbeteren én de toepasbaarheid ervan te vergroten;
 - b. de theorie (rekenregels) en de praktijk (werkelijkheid buiten) dichter bij elkaar te brengen.
2. Het ontwikkelen van nieuwe geaccepteerde maatregelen om het piping probleem op te lossen. In verkenningen wordt onderzocht of de innovatieve maatregel werkt, haalbaar en efficiënt is.

De pilot “Intredeweerstand voorlanden” valt in doel 1b van de POV en haakt aan op voorlanden met dunne kleilagen met beperkte intredeweerstand, die dikwijls wel aanwezig zijn, maar niet beschermd worden via de legger.

Het doel “Invloed intredeweerstand op piping in kaart brengen” geeft invulling aan de lacune in kennis over de invloed van voorland op het faalmechanisme piping. In de afgelopen decennia werd veelal tot beperkte afstand uit de buitenteen van de dijk de intredeweerstand in het voorland bepaald met boringen. Om vervolgens met eenvoudige analytische berekeningen de stijghoogte en kans op piping te bepalen. Deze pragmatische manier van werken sluit niet meer goed aan op de hedendaagse praktijk en nieuwe inzichten op het faalmechanisme piping.

De strategie die in deze pilot gevolgd is, bestaat uit het anders benaderen van de schematisering (hele uiterwaard in rekening stellen) gecombineerd met verfijnde reguliere meettechnieken (langdurige en intensieve peilbuismetingen). De meetgegevens zijn geanalyseerd met twee dimensionale grondwaterstromingsmodellen en een bestaand drie dimensionaal model. Vernieuwend aan dit onderzoek is dat het op grote schaal inzetten van peilbuiswaarnemingen in het Bovenrivierengebied tot dusver geen gemeen goed was.

Het eindresultaat zal zijn dat het verband tussen voorlandbreedte, aanwezige intredeweerstand, stijghoogte en zandmeevoerende wellen wordt vastgesteld of dat het optredende van piping los staat van het voorland.

3 METHODE VAN ONDERZOEK

3.1 Adviespraktijk anno 2014

Bovenriviereengebied

De hydraulische weerstand in het voorland werd in het bovenriviereengebied in kaart gebracht door middel van ondiepe handboringen. De hydraulische weerstand werd vervolgens bepaald via in het veld geschatte doorlatendheden en laagdiktes. In de jaren 70 en 80 werd veelal ook geofysisch onderzoek gedaan om de dichtheid van de onderzoekspunten te vergroten. De handboringen werden gedaan in een strook langs de dijk met een breedte variërend van 30 m tot 50 m en bij hoge uitzondering tot 100 m. Deze begrenzing vindt zijn oorsprong in oude gewortelde kennis voor ontwerp en beheer van waterkeringen.

Deze methode heeft voor- en nadelen. Een voordeel is dat de boringen een redelijke mate van zekerheid geven over de aanwezigheid van klei en daarmee van de hydraulische weerstand. De methode is echter arbeidsintensief en lokale afwijkingen worden over het hoofd gezien.

De relatief beperkte strook waarbinnen naar klei wordt gezocht heeft als voordeel dat het beheer eenvoudiger wordt: de keurzone kan tot die strook beperkt blijven en buiten deze zone hoeven geen beperkingen ten aanzien van activiteiten opgelegd te worden. Buiten deze keurzone is in een aantal gevallen afgezien van het doen van onderzoek in strangen en andere waterpartijen. In het kader van het project Ruimte voor de Rivier is deze inrichtingsvrijheid buiten de keurzonerings zeer nuttig gebleken: er konden veel nevengeulen en andere ruimtelijke maatregelen worden uitgevoerd, zonder dat dit de (rekenkundige) veiligheid van de dijk aantastte. Hiermee werd echter wel een potentieel groot deel van de intreeweerstand verwaarloosd. Het niet meenemen van intreeweerstand buiten de keurzonerings kan ertoe leiden dat de faalkans met betrekking tot piping wordt overschat of worden onnodige dijkversterkingen gedaan.

Benedenriviereengebied

Het benedenriviereengebied hoort niet tot het aandachtsgebied van deze studie, maar de ervaringen die daar zijn opgedaan zijn ook in het bovenriviereengebied nuttig.

In het benedenriviereengebied is de gewoonte ontstaan om veel informatie te ontfemen van metingen aan de stijghoogten. Op basis van metingen worden (meestal eenvoudige) geohydrologische modellen geijkt, waarmee vervolgens de toets- en ontwerpberoeeningen gedaan werden. Het grondonderzoek werd dus deels vervangen door metingen. Hierdoor werd geen intreeweerstand (sterkte) buiten beschouwing gelaten. Deze methode heeft echter enkele belangrijke nadelen.

Vaak kent het geohydrologische model (te)veel parameters om de ijking goed te kunnen doen. Daardoor is het mogelijk dat de bereoeeningen bij veel hogere waterstanden niet correct zijn. Een tweede nadeel is dat veranderingen in het voorland of de rivierbedding, direct van invloed zijn op de veiligheid van de dijk. In 2013 is hierdoor een Lekdijk afgekeurd; de hydraulische weerstand in het zomerbed van de rivier bleek door uitschuring te zijn afgenomen.

3.2 Stijghoogte metingen

Om de intreeweerstand beter in kaart te brengen dan tot op heden de praktijk was, is nadrukkelijk ingezet op meting van de stijghoogte in dwarsraaien op de dijk om modellen te kalibreren. De peilbuisfilters zijn in de top van het watervoerend pakket gezet en op elke locatie is ook een peilbuis geplaatst aan de oever van de rivier om de buitenwaterstand te meten. De demping (afname van de stijghoogte) kan hiermee nauwkeurig worden bepaald. De raaien met peilbuizen dwars op de dijk zijn als volgt ingericht:

- 100 m uit de buitenteen van de dijk;
- 50 m uit de buitenteen van de dijk;
- nabij de buitenteen;
- nabij de binnenteen;
- op 50 m uit de binnenteen.

De peilbuizen in de uiterwaard zijn waterdicht afgewerkt en alle peilbuizen zijn voorzien van divers, die elk kwartaal worden uitgelezen.

3.3 Modelling en kalibratie

Een drietal locaties langs het Pannerdens Kanaal zijn aangewezen als onderzoekslocatie; Westervoort, Pannerden en Lobith – 's Gravenwaardsedam. Op deze locaties zijn dichte grondwatermeetnetten geïnstalleerd en pompproeven uitgevoerd om gedetailleerd het grondwaterstandsverloop door de tijd en de ruimtelijke variatie hierin in beeld te brengen. De data die op deze manieren verzameld is, is gebruikt als input voor de verfijning van het regionale 3D-grondwatermodel AMIGO van het waterschap. Het model wordt ingezet om op gedetailleerde schaal hydrogeologische processen en bodemeigenschappen gerelateerd aan piping in beeld te brengen en te toetsen in hoeverre een dergelijk model hiervoor geschikt is.

Om 3D effecten zoveel mogelijk uit te sluiten is de dijk langs het Pannerdens kanaal gekozen. Het betreft een rechte, uniforme dijk en is dus een geschikte proeflocatie. De dijk langs de 's Gravenwaardsedam (Lobith) en langs de Hondsbroekse Pleij (Westervoort) bezitten een relatief laag voorland dat niet beschermd wordt door een zomerkade en dus snel inundeert.

Met AMIGO is getracht om de stijghoogtemetingen te reproduceren. Zowel de stijghoogtemetingen tijdens de pompproeven als van de reguliere metingen tijdens de "kleine" hoogwaters (waterstand Lobith < NAP +13 m) van 2015 en 2016 zijn in beschouwing genomen.

Tot op heden is er nog geen data beschikbaar van hoogwatergebeurtenissen waarbij het voorland onder water staat, simpelweg omdat een dergelijke gebeurtenis zich niet heeft voorgedaan sinds de start van het project. Deze data kan, wanneer beschikbaar, gebruikt worden om de intredeweerstand van het voorland af te leiden.



Figuur 3.1: Uitvoering van een zuigboringen ten behoeve van de pompproef bij Pannerden

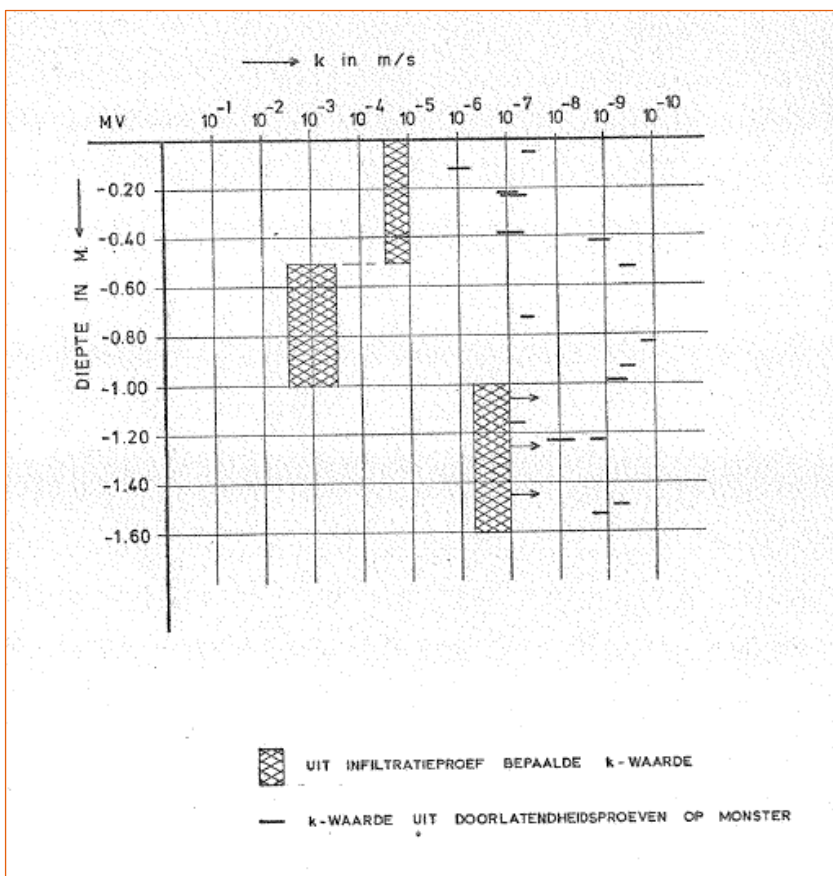
4 COW ONDERZOEK JAREN 70

Het doel van dit literatuuronderzoek is om inzichtelijk te krijgen welke waarnemingen en conclusies in het verleden zijn verkregen ten aanzien van intredeweerstand in het voorland. In het navolgende worden bevindingen van enkele proeven uit de Arcadis bibliotheek samengevat. Opgemerkt wordt dat geen volledig literatuur onderzoek is gedaan, waarbij alle bibliotheken in Nederland zijn geraadpleegd.

4.1 Infiltratieproef in “de Rijswaard”

In 1976 heeft een grote infiltratieproef plaatsgevonden in de uiterwaard “de Rijswaard” nabij Waardenburg, die zicht bevindt in het voormalig polderdistrict Tielerwaard. In de uiterwaard is een vak afgezet van 20,1 m x 20,1 m. Binnen dit infiltratie vak zijn twee meetringen met een diameter van 1 m aangebracht. Voor het uitvoeren van de proef worden deze ringen gevuld met water. Door het debiet te registreren dat de door de kleilaag stroomt (kweldebiet) en peilbuismetingen te doen onder de kleilaag kan de doorlatendheid van deze kleilaag worden bepaald. Deze methode is gehanteerd in beide meetringen en in het gehele infiltratie vak.

De dikte van de kleilaag in de uiterwaard is ongeveer 1,5 m. Uit metingen van stijghoogtes is gebleken dat de doorlatendheid binnen deze kleilaag varieert. Het bovenste gedeelte van de laag heeft een lagere doorlatendheid dan het middelste gedeelte. Het middelste gedeelte heeft een grote verticale doorlatendheid, waarbij een meting van de verticale doorlatendheid niet mogelijk is met peilbuizen. In dit gebied zullen de grondwaterstromingen ten gevolge van heterogeniteit min of meer willekeurig gericht zijn. Voor deze laag is de horizontale doorlatendheid bepaald. De onderste laag is het minst doorlatend. De bevonden doorlatendheid van deze toplaag is visueel inzichtelijk gemaakt in Figuur 4.1.



Figuur 4.1: Doorlatendheid van de 1,5 m klei in “de Rijswaard”

De lagenopbouw die wordt geconstateerd in de kleilaag is waarschijnlijk het gevolg van invloeden van het maaiveld en werking van organismen. Het onderste gedeelte van het kleipakket ligt een groot gedeelte van de tijd onder de freatische lijn. **De doorlatendheid van de onderste kleilaag is hier 0,05 m/dag, wat een kenmerkende waarde is voor siltige komkleien.** Het gedeelte daarboven kan worden geperforeerd door

activiteit van organismen of menselijke activiteiten. In het gedeelte dicht bij het maaiveld zullen deze gaten sneller worden verstoord door invloeden van het maaiveld.

4.2 Infiltratieproef Herwense inlaagdijk

In 1977 zijn verschillende in situ infiltratieproeven gedaan bij de Herwense inlaagdijk om de doorlatendheid van de oppervlakte kleilagen in de uiterwaard te bepalen. Deze infiltratieproeven zijn op vier verschillende locaties in de uiterwaard uitgevoerd. Bij deze proeven is uitgegaan van louter verticale stroming en een homogene doorlatendheid van de kleilaag. Op de verschillende locaties is een meetbuis met een diameter van 1 m geplaatst in een infiltratie vak van 3,1 m x 3,1 m.

Bij deze proef was de dikte van de kleilaag onbekend. De dikte is bepaald aan de hand van twee meetresultaten. Dit is gedaan aan de hand van de volgende formule:

$$Q = F \cdot k \cdot \frac{\Delta\phi}{D}$$

Waarin:

Q = infiltratiedebiet (m^3/s)

F = oppervlakte metring (m^2)

k = doorlatendheid coëfficiënt (m/s)

$\Delta\phi$ = potentiaalverschil (m)

D = dikte kleilaag (m)

Wanneer er twee meetresultaten bekend zijn kan de dikte van de kleilaag worden bepaald door het infiltratiedebiet te bepalen bij twee verschillende potentiaalverschillen. De dikte kan bepaald worden door te stellen:

$$\frac{Q_1}{\Delta\phi_1} = \frac{Q_2}{\Delta\phi_2}$$

Wanneer de freatische lijn bij het infiltreren onder de kleilaag in het zandpakket, is het potentiaalverschil tussen de onderkant en de bovenkant van de kleilaag:

$$\Delta\phi = H + D$$

Waarin:

H = de waterhoogte boven maaiveld (m)

De dikte kan vervolgens worden berekend uit:

$$D = \frac{Q_2 \cdot H_1 - Q_1 \cdot H_2}{Q_1 - Q_2}$$

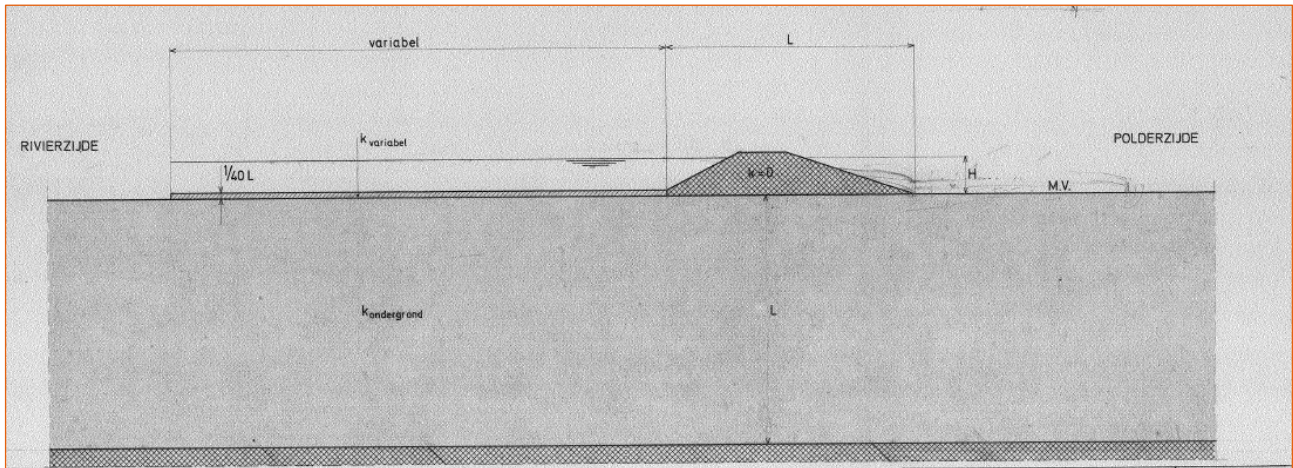
Bij het bepalen van de dikte op deze manier is uitgegaan van:

- Zuiver verticale grondwaterstroming door de kleilaag
- De kleilaag is betref doorlatendheid homogeen

Op basis van de proefresultaten kan worden vastgesteld dat de gemiddelde doorlatendheidscoëfficiënt van de ongerijpte kleilaag ongeveer $k = \pm 1$ m/dag (10^{-5} m/s) of iets groter is. Dit is een kenmerkende waarde voor een gestructureerde kleilaag.

4.3 Elektrisch analogon onderzoek

In het verleden zijn modelmetingen uitgevoerd in het Elektrisch Laboratorium van de Deltadienst. Het doel van deze metingen was om de invloed van de breedte en doorlatendheid van een kleilaag op het voorland op de grondwaterstroming te onderzoeken. De schematiseerde situatie is gegeven in Figuur 4.2.



Figuur 4.2: Schematisatie elektrisch analogon voor bepalen invloed voorlandlengte

Voor het model is gebruik gemaakt van elektrisch geleidend papier. Hierdoor is de zandondergrond als een homogeen en isotroop watervoerend pakket beschouwd. De dijk wordt als ondoorlatend verondersteld. De doorlatendheid van de kleilaag in de uiterwaard wordt gevarieerd door middel van elektrische weerstanden. Door de kleilaag is uitsluitend verticale stroming verondersteld.

De ondergrens van het model is bepaald door de aanwezigheid van een ondoorlatende laag. Aan de rivierzijde is een constante waterstand ingevoerd. Aan de polderzijde is de waterstand gelijk aan de maaiveldhoogte. De resultaten van deze modelproef zijn samengevat in Tabel 1. Opgemerkt dient te worden dat alle parameters binnen dit model dimensieloos zijn gemaakt. De lengte L staat voor de lengte van het ondoorlatende dijklichaam. De dikte van de kleilaag op het voorland in het model is $1/40 L$.

De parameter k_0 beschrijft de doorlatendheidscoëfficiënt van het zandpakket. De doorlatendheid van de kleilaag wordt gevarieerd ten opzichte van deze parameter. Verder wordt ook de lengte van het kleipakket op het voorland gevarieerd ten opzichte van L .

Tabel 1: Kwelhoeveelheden

Meting nummer	Lengte kleilaag	k_{zand}	k_{klei}	Q_{kwel} door kleilaag $*k_0*H$	Q_{kwel} totaal $*k_0*H$
1	0	k_0	-	-	0,502
2a	1L	k_0	$0,01k_0$	0,095	0,368
2b	1L	k_0	$0,001k_0$	0,011	0,341
2c	1L	k_0	$0,0001k_0$	0,001	0,338
3a	2L	k_0	$0,01k_0$	0,177	0,333
3b	2L	k_0	$0,001k_0$	0,027	0,268
3c	2L	k_0	$0,0001k_0$	0,003	0,258
4a	3L	k_0	$0,01k_0$	0,233	0,322
4b	3L	k_0	$0,001k_0$	0,041	0,224
4c	3L	k_0	$0,0001k_0$	0,005	0,208
5a	5L	k_0	$0,01k_0$	0,284	0,314
5b	5L	k_0	$0,001k_0$	0,067	0,186
5c	5L	k_0	$0,0001k_0$	0,008	0,155
6a	7L	k_0	$0,01k_0$	0,301	0,312
6b	7L	k_0	$0,001k_0$	0,092	0,169
6c	7L	k_0	$0,0001k_0$	0,012	0,124
7a	10L	k_0	$0,01k_0$	0,313	0,316
7b	10L	k_0	$0,001k_0$	0,155	0,159
7c	10L	k_0	$0,0001k_0$	0,017	0,098

L = Lengte van het dijklichaam

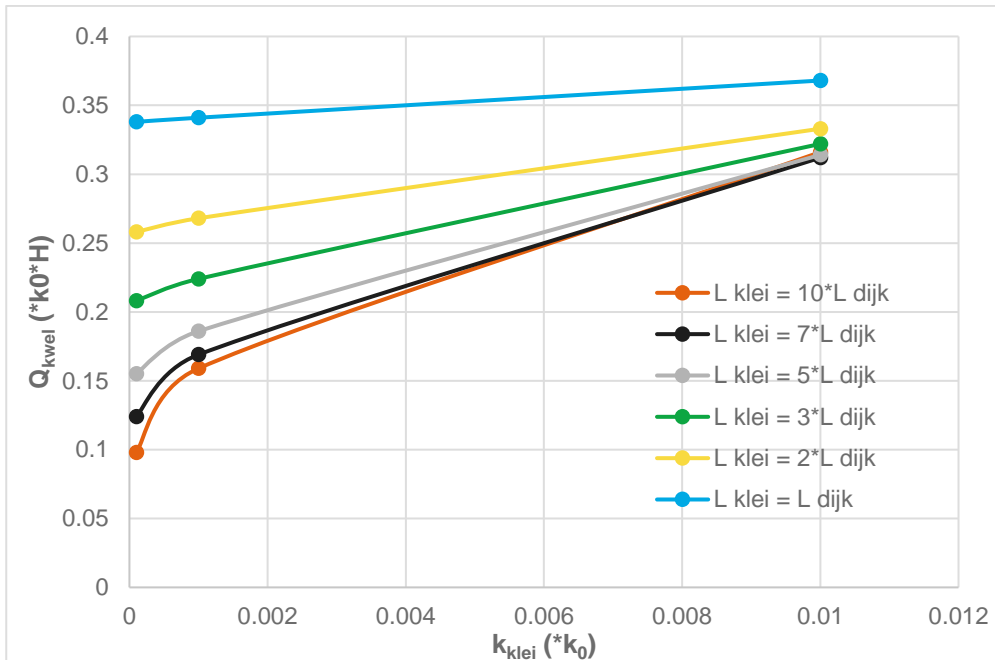
k_0 = doorlatendheid watervoerende laag (zand)

H = waterhoogte t.o.v. maaiveld

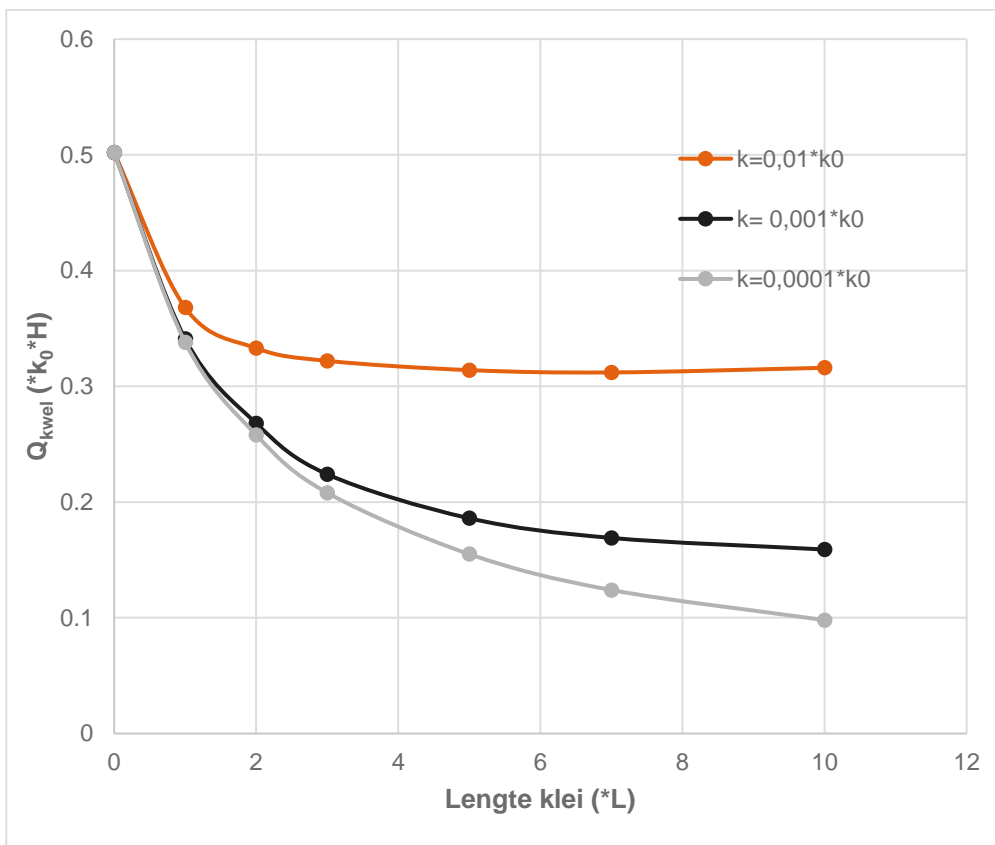
Figuur 4.3 en Figuur 4.4 maken inzichtelijk hoe het totale kweldebiet wordt beïnvloed door de lengte en de doorlatendheid van de klei. Er is te zien dat een wanneer de doorlatendheid van de kleilaag geringer wordt, het totale kweldebiet afneemt. Wanneer de lengte van de kleilaag op het voorland toeneemt, neemt het totale kweldebiet eveneens af. Wanneer de doorlatendheid echter relatief groot is dat maar voor een geringe lengte effectief. Wanneer er bijvoorbeeld wordt gekeken naar de oranje lijn in Figuur 4.4 ($k_{klei}=0,01*k_0$) dan loopt deze lijn bijna horizontaal wanneer de lengte van de kleilaag groter is dan $2*L$.

Er kan worden geconcludeerd dat het verlengen van de kleilaag in het voorland met meer dan 2 keer de lengte van het dijklichaam nauwelijks een reductie oplevert in het totale kweldebiet bij deze doorlatendheid.

De factor $2*L$ wordt ook in het WBI voorgeschreven.



Figuur 4.3: Invloed doorlatendheid kleilaag op het kweldebiet in modelmeting



Figuur 4.4: Invloed lengte kleilaag op het kweldebiet in modelmeting

Verder is het potentiaalverloop onder de kleilaag en het dijklichaam gemeten. Hierbij valt op dat wanneer de doorlatendheid van het kleipakket relatief groot is, dit resulteert in een sterk gekromd potentiaalverloop. Naarmate de doorlatendheid echter kleiner wordt, wordt het potentiaalverloop steeds meer lineair.

4.4 Conclusie COW jaren 70

Op basis van drie studies uit de jaren 70 die min of meer bij toeval in de Arcadis bibliotheek gevonden zijn, kunnen geen generieke conclusies worden getrokken. Er zijn echter wel enkele parallellen gevonden met de onderzoeksvragen die nu voor liggen, namelijk de doorlatendheid van het voorland en ook de intredelengte.

Op basis van infiltratieproeven is de doorlatendheid en daarmee de intredeweerstand van de kleilaag op het voorland bepaald in de Rijswaard en de Herwense Inlaagdijk. De doorlatendheidscoëfficiënten die uit beide proeven volgen zijn in overeenstemming met elkaar en hebben de orde grote $k = 10^{-5}$ m/s (± 1 m/dag), althans voor de totale deklaag. In het kleipakket bij de Rijswaard verschilt de doorlatendheid van de klei sterk. Het middelste gedeelte van de kleilaag heeft een hoge doorlatendheid die waarschijnlijk het gevolg is van biologische activiteiten.

Bij het kleipakket Herwense Inlaagdijk is de dikte bepaald via een berekening uit meerdere meetresultaten. Hierbij wordt verondersteld dat grondwaterstroming puur verticaal plaatsvindt en dat de klei betreft doorlatendheid homogeen is. Er kan in twijfel worden getrokken of de laatste aanname overeenkomt met de realiteit.

In het laatste gedeelte is een modelstudie gepresenteerd van het Elektrisch Laboratorium van de Deltadienst. Het doel van deze studie is om de invloed van het kleipakket op het voorland op de grondwaterstroming inzichtelijk te maken. Er kan worden geconcludeerd dat het verlengen van de kleilaag in het voorland met meer dan 2 keer de lengte van het dijklichaam nauwelijks een reductie oplevert in het totale kweldebiet bij deze doorlatendheid. De factor $2 \cdot L$ wordt ook in het WBI voorgeschreven.

De onderlinge afstand van de peilbuizen in de proefopstellingen voldoet ook hieraan. De buitenste peilbuizen staan op 100m uit de teen wat overeenkomt met circa 2 à 3L afhankelijk van de locatie.

5 HPT SONDERING

5.1 Uitgevoerd onderzoek

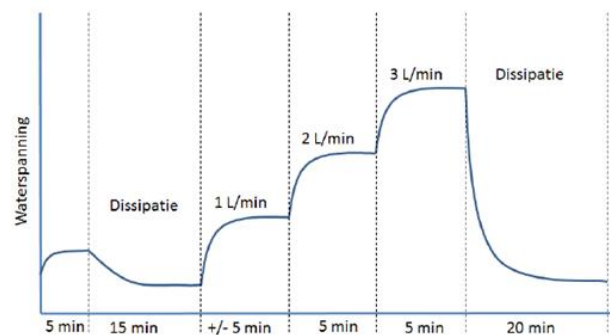
Het veldwerk voor dit project heeft bestaan uit zes HPT-sonderingen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand en met meting van de waterspanning tijdens het sonderen. In combinatie met de HPT sonderingen zijn tevens een zestiental mini-pompproeven uitgevoerd. Het sonderen is uitgevoerd conform de vigerende richtlijnen en de NEN-EN-ISO 22476-1.

Bij het uitvoeren van de HPT-sondering wordt vanuit de sondeerconus water in de bodem geïnfiltreerd. Het debiet waarmee wordt geïnfiltreerd kan worden geregeld met een pomp in de sondeerwagen. De conus wordt met een constante snelheid van 2 cm/s de bodem ingebracht. Tijdens het sonderen wordt het injectiedebiet (Q) continu geregistreerd als ook de druk ter plaatse van injectiepunt (Pt). Er is gesondeerd met 500 ml/min. Deze keuze is gebaseerd op ervaringen in Nederland en in het buitenland. Bij te hoge debieten bestaat een risico op bodemverstoring, bij te lage debieten bestaat het risico dat geen drukopbouw in de bodem plaats vindt.

5.2 Relatieve en absolute doorlatendheid

Het resultaat van een HPT sondering wordt internationaal altijd weergegeven in de vorm van de verhouding Q/P, zodat kleine variaties in bijvoorbeeld injectiedebiet minimale invloed hebben op het meetresultaat. Gebruikelijk is een weergave in de vorm [ml/min] / [kPa]. De verhouding Q/PHPT geeft een beeld van de relatieve doorlatendheden in de bodem. Een hoge Q/P waarde geeft hierbij een hoge doorlatend weer en vice versa.

Tijdens een mini-pompproef (MPT) wordt, op basis van dezelfde principes als een pompproef, de stijghoogterespons van de bodem op een afstand R (in basisopzet 0,4 m) van een puntbron gemeten. Hiertoe wordt de HPT sondering op een bepaalde diepte stopgezet, waarna direct een dissipatietest volgt. Nadat de wateroverspanningen zijn gedissipeerd kan met verschillende debieten water in de bodem worden geïnjecteerd en de drukrespons op afstand R worden gemeten. In de figuur hier rechts is een voorbeeld gegeven van het waterspanningsverloop tijdens een MPT-test bestaande uit drie meetreeksen waarbij het debiet stapsgewijs is verhoogd.



Figuur 5.1: Voorbeeld MPT meetreeks

Door het fitten van een rekenmodel op de gemeten waarde kan de absolute doorlatendheid worden berekend. De gemeten waarde wordt hierbij gecorrigeerd te worden voor stationaire waterdruk en tijdafhankelijke drukinvloeden van buiten de proefzone.

De reikwijdte van de MPT test is afhankelijk van de doorlatendheid en berging, en kan dus per proef variëren. In het algemeen kan echter worden gesteld dat de reikwijdte een straal van circa 1 m rondom het injectiepunt betreft. Het bereik van het meetsysteem varieert van een doorlatendheid van circa 0,1 m/dag tot ruim 100 m/dag. De grindhoudende lagen in de drie onderzochte gebieden zitten aan de bovengrens van het meetbereik van het systeem.

5.3 Doorlatendheidsprofiel

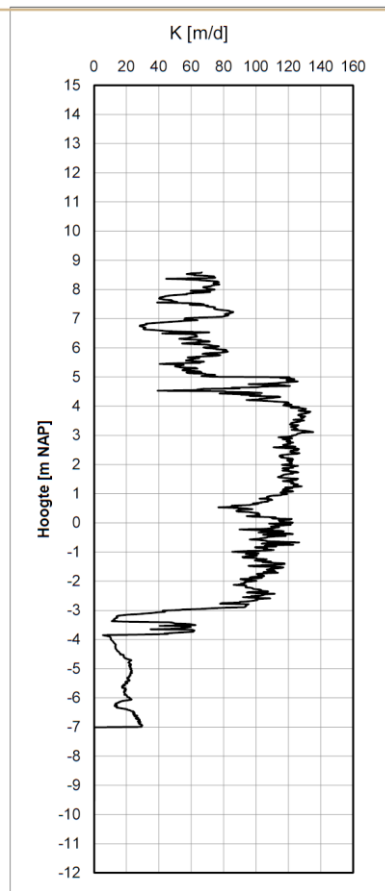
Het relatieve doorlatendheidsprofiel van HPT sonderingen kan worden omgezet naar een profiel van de absolute doorlatendheid via correlatiemetingen van de MPT test. Hierbij dient er rekening mee gehouden te worden dat de relatie tussen relatieve Q/P meting en absolute doorlatendheid afzettings-afhankelijk is. Per afzetting/formatie dient een aparte correlatie te worden bepaald.

Op basis van archiefonderzoek en de sondeerprofielen is een globale formatie-indeling bepaald voor de drie onderzochte locaties. Hierbij wordt benadrukt dat deze indeling uitsluitend indicatief is, en niet toegepast kan worden voor een ander doel dan voorliggend onderzoek. De formatie-indeling is niet middels een sedimentanalyse geverifieerd. Tussen NAP + 2 en + 6 m is de onderkant van de Holocene zandlaag aanwezig met daaronder Pleistoceen zand behorende tot de formatie van Kreftenheye. Bij Lobith en Pannerden is een overgangszone zichtbaar naar de laag van Twello tussen globaal NAP -3 m en NAP -8 m.

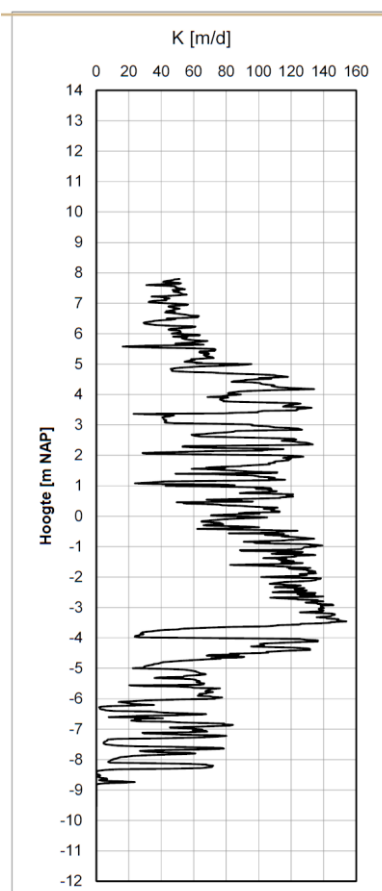
De doorlatendheidsprofielen die uiteindelijk zijn verkregen, zijn weergegeven in de onderstaande figuren.

De doorlatendheid van het eerste watervoerend pakket varieert van 40 m/dag tot 140 m/dag. Het gewogen gemiddelde bedraagt circa 70 m/dag voor de bovenste 15 m.

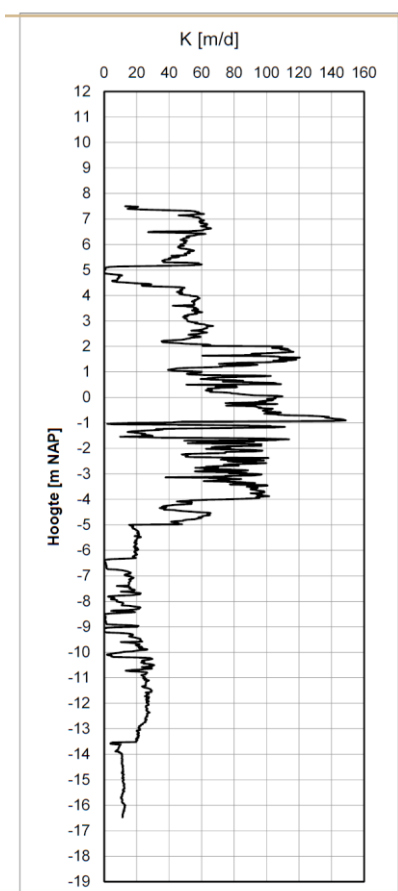
Doordat tijdens het uitvoeren van de HPT sondering ook de conusweerstand en plaatselijke wrijving worden gemeten, wordt naast de doorlatendheid ook de bodemopbouw vastgesteld. Verschillen in samenstelling (kleilagen of siltig zand) alsmede pakking (los of vast) worden dus op dezelfde plek gemeten als de doorlatendheid. Afwijkingen in de doorlatendheid zoals bij Westervoort op NAP +5 m (48-229+65E) en NAP +6 m (480-230+10A) kunnen daarmee worden verklaard. Bij Lobith en Pannerden zijn dergelijke kleilagen niet aanwezig.



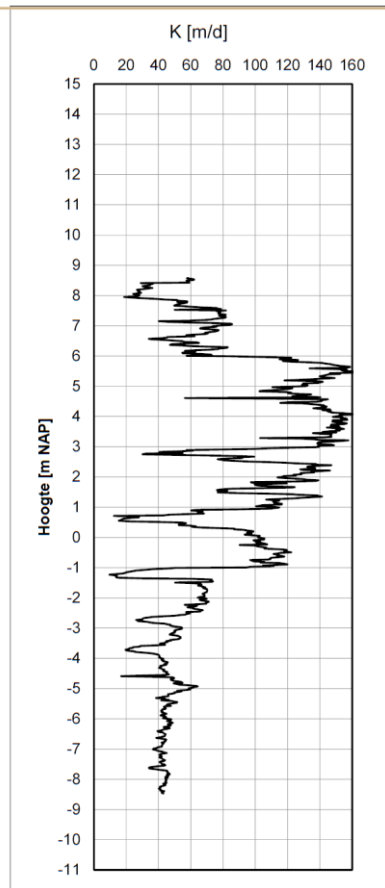
sondering HPT48-072+15E
plaatsnaam LOBITH



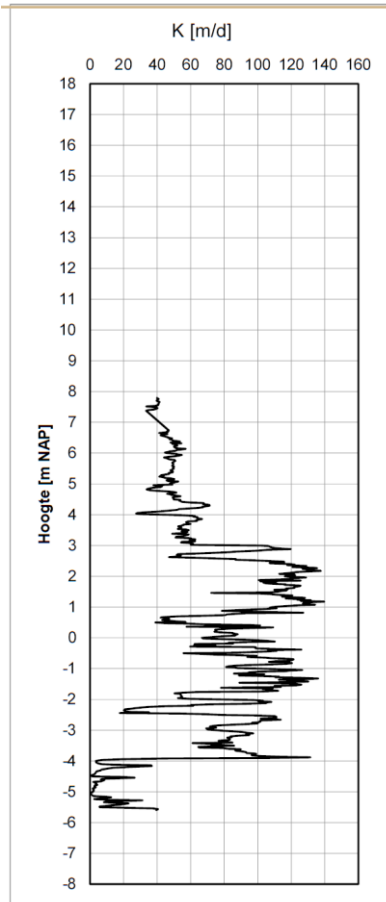
sondering HPT48-146+50D
plaatsnaam PANNERDEN



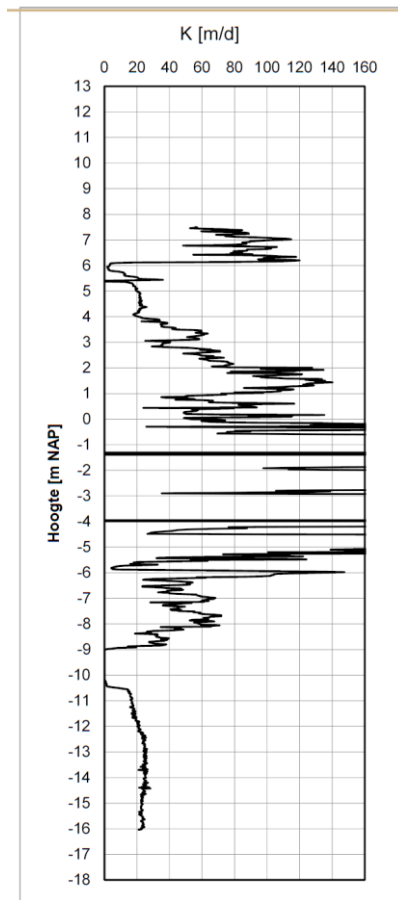
sondering HPT48-229+65E
plaatsnaam WESTERVOORT



sondering 48.073B
plaatsnaam LOBITH



sondering HPT48-148C
plaatsnaam PANNERDEN



sondering HPT48-230+10A
plaatsnaam WESTERVOORT

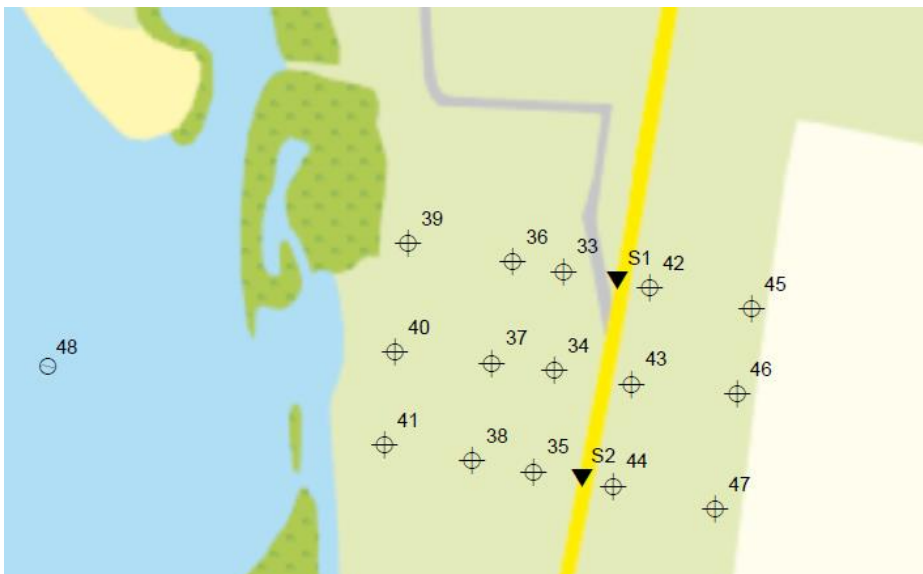
De doorlatendheid van de grondlaag tussen NAP 0 m en NAP -5 m in sondering HPT48-230+10A bij Westervoort is zodanig hoog dat de betrouwbaarheid van de meting in twijfel moet worden getrokken. Het meetbereik van HPT sonderingen ligt in de orde grootte van circa 0,1 m/dag tot 100 m/dag. De grafieken zijn daarom ook afgeknapt op 160 m/dag.

6 GRONDWATER MONITORING

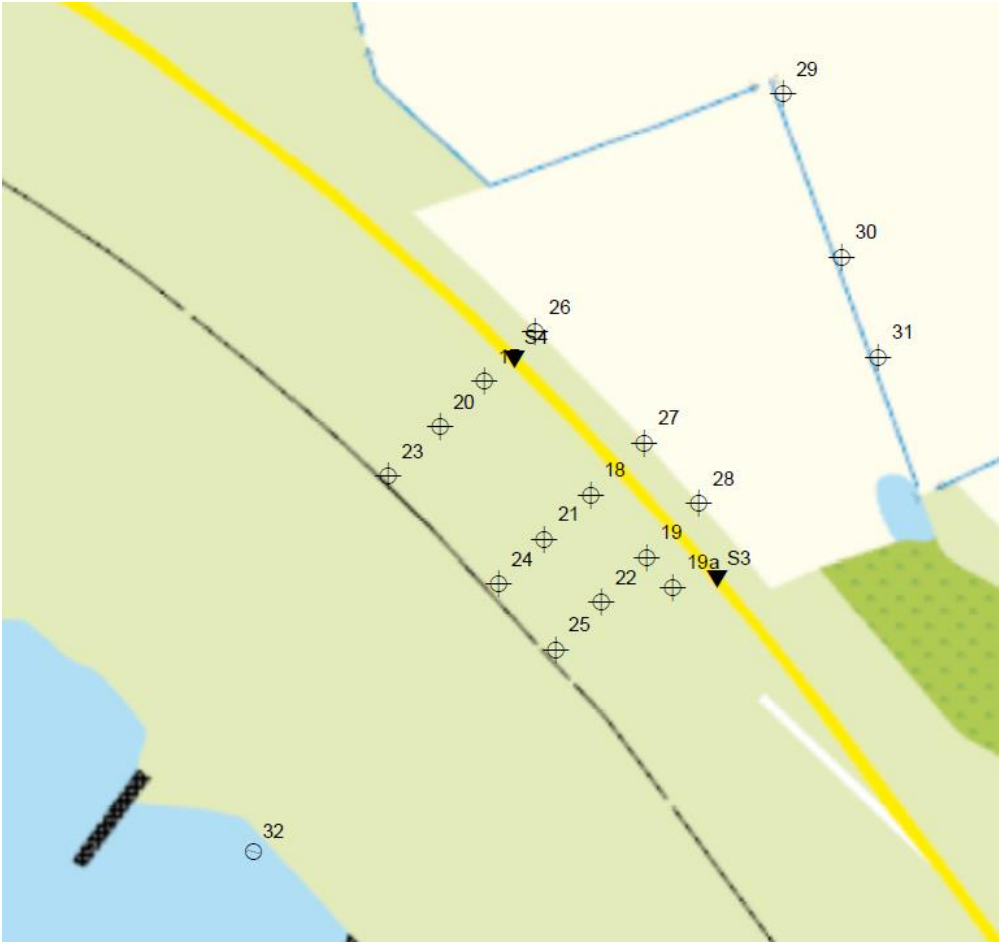
Per onderzoekslocatie is een meetnet geïnstalleerd in het najaar van 2014. De peilbuizen staan zowel in het voorland als in het achterland en op relatief korte afstand van elkaar (zie Figuur 6.1 tot en met Figuur 6.3, boringnummer = peilbuisnummer). De peilbuisfilters zijn in de top van het watervoerend pakket gezet en op elke locatie is ook een peilbuis geplaatst aan de oever van de rivier om de buitenwaterstand te meten. De resultaten van het grondonderzoek zijn beschikbaar in de bijlages van [lit. 1 tot en met 3].

Op deze manier kan gedetailleerd het grondwaterstandsverloop en de ruimtelijke variatie hierin nauwkeurig in beeld gebracht worden. De luchtdicht afgewerkte peilbuizen zijn voorzien van divers die op uurbasis de stijghoogten registreren, tijdens de pompproeven is voor een aantal buizen zelfs een interval van een minuut gehanteerd. Naast de grondwaterbuizen is er per locatie een peilbuis in de rivier geplaatst met als de doel de rivierwaterstanden ter plaatse van de onderzoekslocatie in beeld te brengen. Tijdens de zomer is bij Westervoort een peilbuis in de rivier als gevolg van vandalisme gesneuveld. Deze is hersteld.

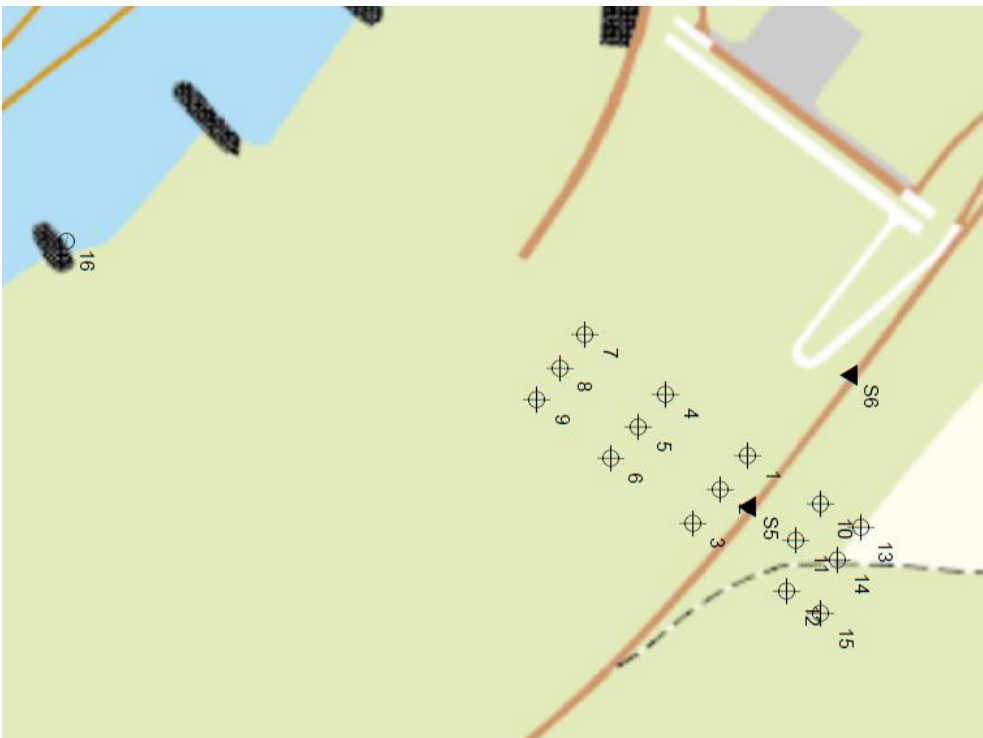
De meetreeksen zijn omgezet naar invoerbestanden voor Menyanthes en iMOD. De reeksen zijn vervolgens beoordeeld op ontbrekende data en afwijkende reeksen. Hieronder wordt per locatie een overzicht gegeven van de meetreeksen, met een korte toelichting op de bijzondere waarnemingen.



*Figuur 6.1: Overzicht van het meetnet bij de onderzoekslocatie Lobith [lit. 8]
boringnummer = peilbuisnummer*



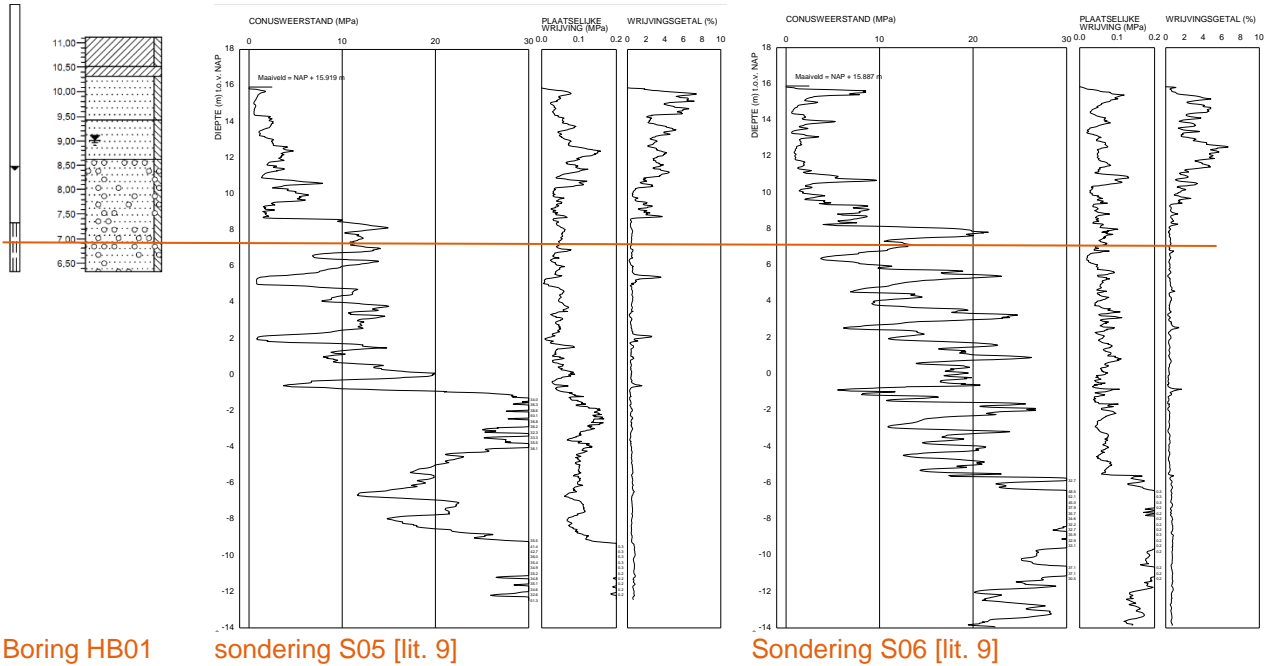
Figuur 6.2: Overzicht van het meetnet bij de onderzoekslocatie Pannerden [lit. 8]
boringnummer = peilbuisnummer



Figuur 6.3: Overzicht van het meetnet bij de onderzoekslocatie Westervoort [lit. 8]
boringnummer = peilbuisnummer

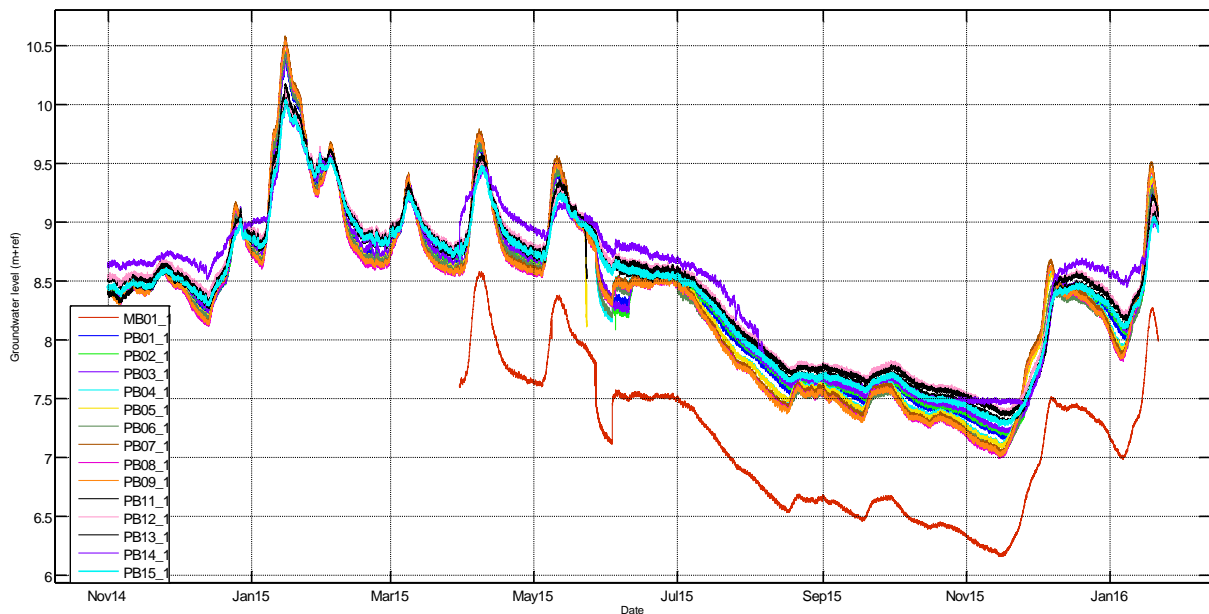
6.1 Westervoort

Bij de locatie Westervoort zijn er enkele bijzonderheden in de meetreeksen (Figuur 6.5), waaronder de afwijkende stijghoogte in MB01 (diepe peilbuis op 20 m-mv). De rode lijn van MB01 geeft een circa 1 m te lage stijghoogte aan. De andere peilbuizen staan in de top van het watervoerend pakket op circa NAP +7 m. In Westervoort is dat een Holocene zandlaag, die lokaal wordt gescheiden van het Pleistocene zand door een kleilens op NAP +5 m of NAP +6 m.



Boring HB01 sondering S05 [lit. 9]
Figuur 6.4: Bodemopbouw bij Westervoort

Sondering S06 [lit. 9]

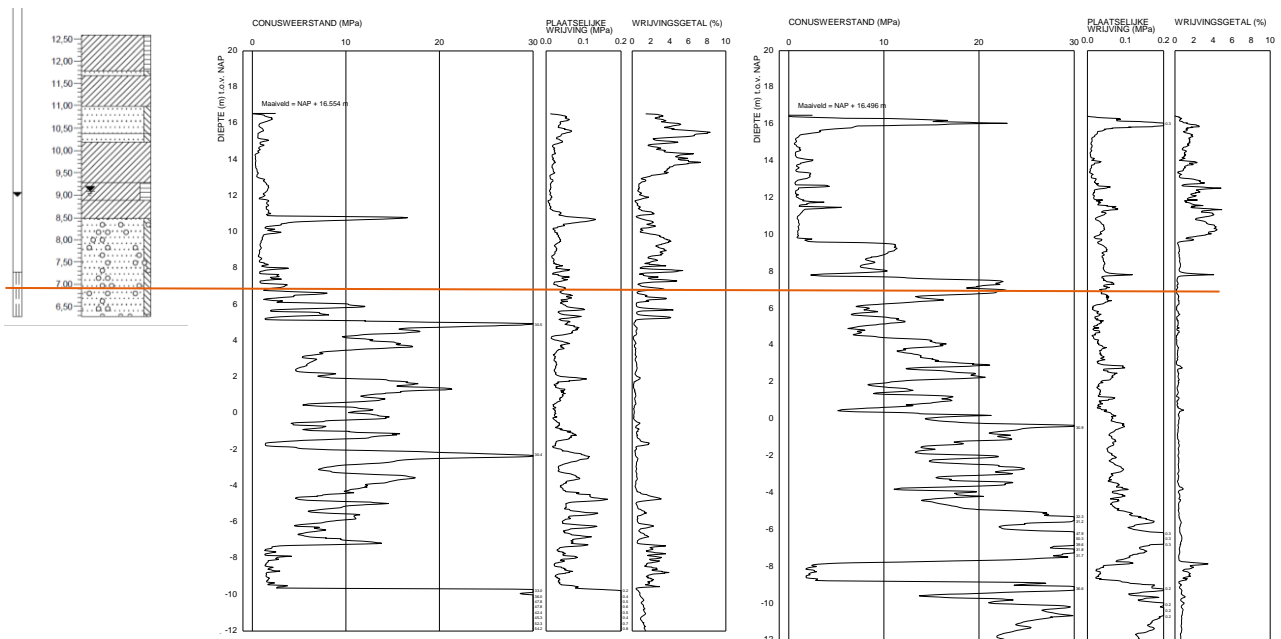


Figuur 6.5: Meetreeksen bij Westervoort
MB01 (rode lijn) circa 1 m te lage stijghoogte door fout in gegevensverwerking

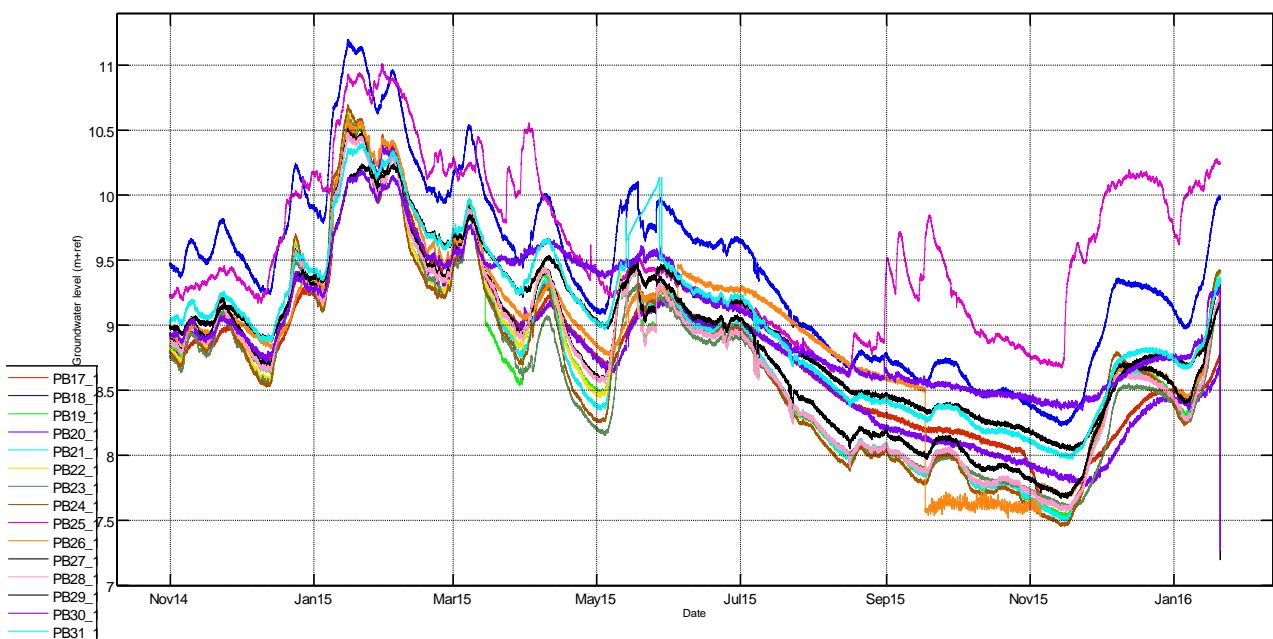
6.2 Pannerden

De gemeten spreiding tussen de grondwaterstanden op deze locatie is groot (1 – 1,5 m, zie Figuur 6.7). Deze mate van spreiding is onverklaarbaar, aangezien de buizen op relatief korte afstand van elkaar staan en er geen ruimtelijk patroon in de spreiding te herkennen is. Daarnaast zijn er ook onverklaarbare patronen zichtbaar in een aantal van de buizen (bijvoorbeeld PB-25). De peilbuizen staan in de top van het watervoerend pakket op circa NAP +7 m. In twee van de vier sonderingen die uitgevoerd zijn, is een Holocene restgeulopvulling zichtbaar die ook op de kaarten van de Universiteit Utrecht terug te vinden is en de dijk min of meer haaks kruist.

De afwijkende bodemopbouw heeft niks te maken met de uiterwaard vergraving die is uitgevoerd in de periode 2015 – 2017 in het kader van Ruimte voor de Rivier. Dit project vond plaats op ruime afstand (> 100 m) van de buitenteen.



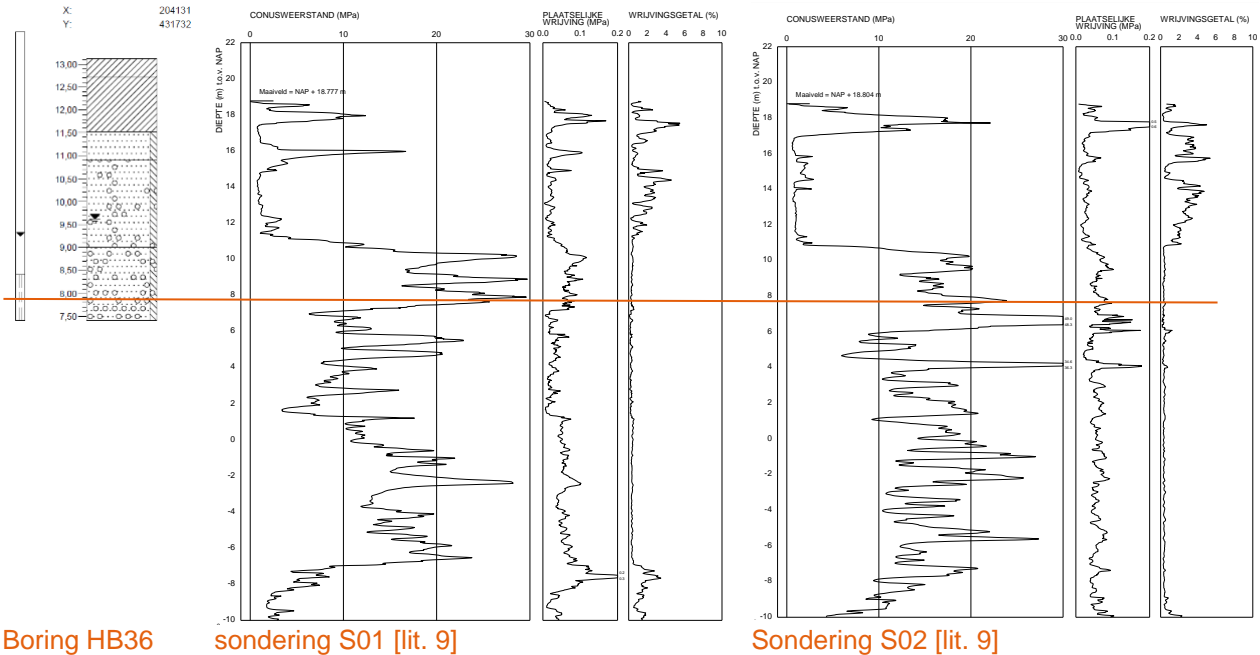
Boring HB27 sondering S08 (met restgeulopvulling) Sondering S04 [lit. 9]
 Figuur 6.6: Bodemopbouw bij Pannerden



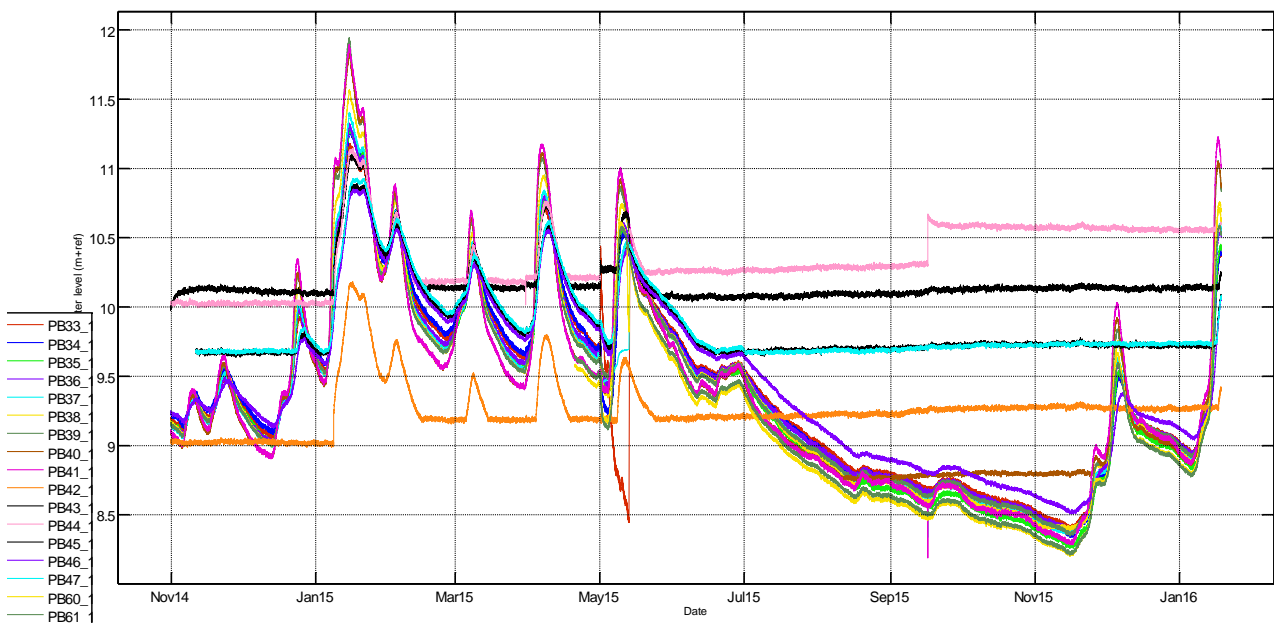
Figuur 6.7: Meetreeksen bij Pannerden

6.3 Lobith – 's Gravenwaardsedam

Op de locatie Lobith – 's Gravenwaardsedam staan veel peilbuizen die regelmatig droogvallen, te herkennen aan de vlakke horizontale lijn (Figuur 6.9). Daarnaast zitten er soms rare patronen in de data, zoals de sprong in peilbuis 44 (roze lijn) in september 2015. De peilbuizen staan in de top van het watervoerend pakket. De meeste op circa NAP +8 m en enkele op NAP +10 m.



Figuur 6.8: Bodemopbouw bij Lobith - 's Gravenwaardsedam



Figuur 6.9: Meetreeksen bij Lobith - 's Gravenwaardsedam

6.4 Conclusies monitoring

Tijdens de zomer van 2015 is een groot aantal peilbuizen drooggevallen, dit speelt met name op de locatie Lobith – 's Gravenwaardsedam. Sommige reeksen vertonen tamelijk grote afwijkingen tussen peilbuizen binnen een locatie. Hieruit kan geconcludeerd worden dat ondanks de waardevolle informatie die peilbuisdata bevat er kritisch gekeken moet worden bij de toepassing en interpretatie van de data. Niet te min is een bruikbare meetreeks beschikbaar voor kalibratie het grondwatermodel.

7 POMPPROEVEN

Op elke onderzoekslocatie is een pompproef uitgevoerd om de doorlatendheid van het eerste watervoerende pakket vast te stellen. Bij de locatie Westervoort zijn 2 pompproeven uitgevoerd, een diepe en ondiepe pompproef, omdat de ondergrond hier uit meerdere watervoerende lagen bestaat.

In Tabel 2 zijn de belangrijkste gegevens en resultaten van de pompproeven samengevat. De resultaten met betrekking tot de bodemopbouw zijn vervolgens gebruikt om de bodemschematisatie in de modelberekeningen te verbeteren, zie ook hoofdstuk 7. Voor de volledige rapportages van de pompproeven wordt verwezen naar [lit. 1 tot en met 3].

Tabel 2: Gegevens en resultaten pompproeven

Locatie	Startdatum	Einddatum	Debiet (m ³ /d)	Filterdiepte (m-mv)	kD watervoerende pakket
Westervoort ondiep	3-6-2015	10-6-2015	215*	3.5 – 4.5	Zand tussenlaag: 100 Watervoerende pakket: 1300
Westervoort diep	27-5-2015	3-6-2015	2177	12.8 – 22.8	Zie Westervoort ondiep
Pannerden	18-5-2015	26-5-2015	2160	14 - 19	1500
Lobith – 's Gravenwaardsedam	1-5-2015	8-5-2015	2164	11.5 – 21.5	2100

* De ondiepe pompproef van Westervoort is verdeeld over 12 onttrekkingsfilters

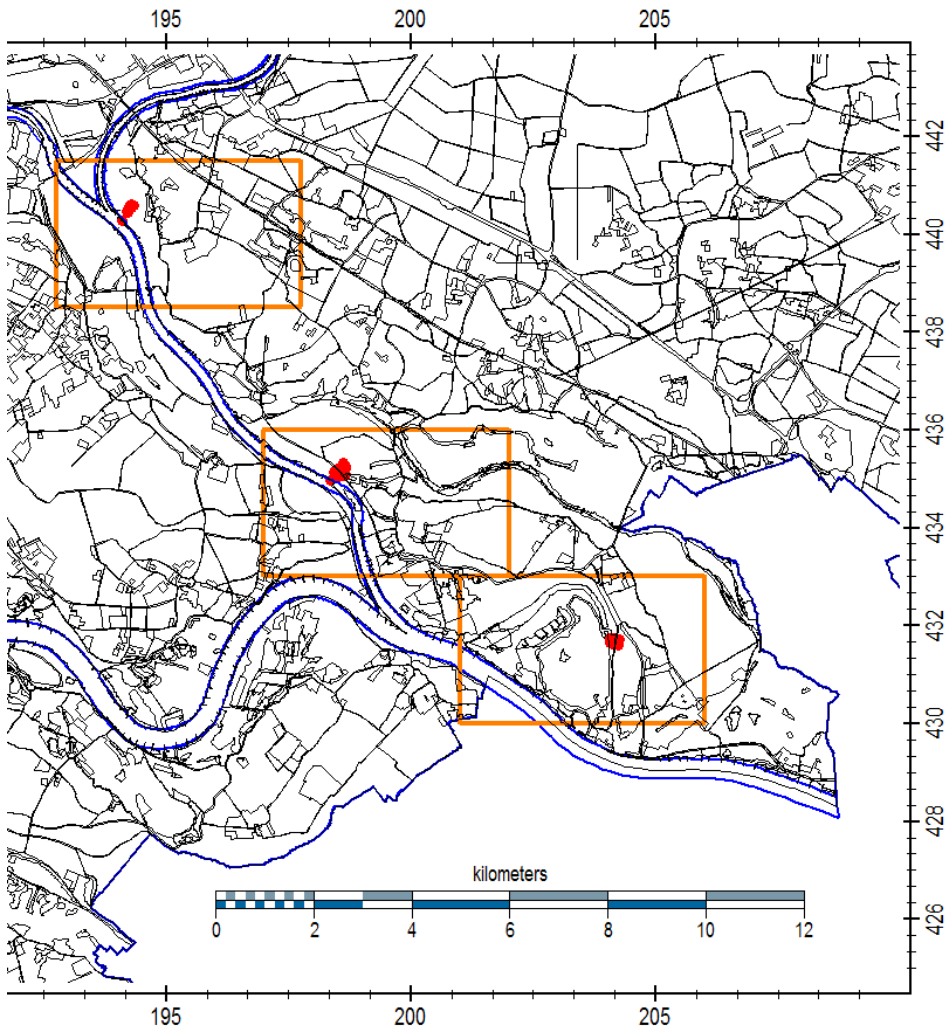
8 MODELWERKZAAMHEDEN

8.1 AMIGO

AMIGO (Actueel Model Instrument Gelderland Oost) is het regionale grondwatermodel van Waterschap Rijn en IJssel. Het grondwatermodel is combinatie van MODFLOW en CAPSIM als onverzadigde zone model. Met het model kunnen op hoge resolutie, 25 x 25 meter cellen en tijdstappen van 1 dag, grondwaterprocessen in beeld gebracht worden. De ondergrond is geschematiseerd in 12 modellagen, opgedeeld in watervoerende pakketten en scheidende laag. Hiervoor is de hydrogeologische indeling van REGIS-II als basis gebruikt. De modelperiode is van 1994 tot 2004, voor deze periode is het model tevens gekalibreerd en gevalideerd.

8.2 Deelmodellen

Uit het regionale AMIGO model zijn 3 uitsneden gemaakt, zodat per onderzoekslocatie een deelmodel op hoge resolutie (25x25m) doorgerekend kan worden. Voor de omvang van de deelmodellen vormt de rekencapaciteit van CAPSIM de limiterende factor. De deelmodellen zijn 5 x 3 km groot, waarbij het Pannerdens kanaal zoveel mogelijk de westelijke modelgrens vormt (Figuur 8.1).



Figuur 8.1: Deelmodellen (oranje rechthoeken) en onderzoekslocaties met peilbuizen (rode stippen)

8.3 Detaillering deelmodellen

Om de deelmodellen geschikt te maken voor het onderzoeken van voorliggende onderzoeksvragen is (lokale) aanpassing van de modelinvoer noodzakelijk. Hieronder wordt beschreven welke modelparameters op welke wijze zijn aangepast.

Startstijghoogtes en modelranden

Als startstijghoogten zijn de resultaten van een stationaire berekening van het volledige AMIGO model gebruikt.

Op de modelranden van de deelmodellen worden op dag-basis de stijghoogten ingelezen die resulteren uit een niet-stationaire berekening met een resolutie van 250x250 m voor een groter modelgebied.

Onderstaande wijzigingen zijn ook in dit deelmodel doorgevoerd. Op deze manier bewegen de modelranden ook mee in de tijd en blijven de randeffecten beperkt.

Meteo data

De modelperiode waarvoor AMIGO is ontwikkeld en door de ontwikkelaar is gekalibreerd is 1994 – 2004 en dit is dus aangepast. Om het model aan te sluiten op de periode waarvoor de meetreeksen beschikbaar zijn en waarin de pompproeven zijn uitgevoerd, zijn de neerslag- en verdampingsgegevens van de meteostations die binnen de modelgebieden vallen voor 2015 overgenomen als modelinvoer. Het gaat om neerslagstations Arnhem, Duiven, Herwen, Nijmegen en Doetinchem. Voor verdamping is het meteostation van Hupsel gebruikt.

Rivier data Pannerdens Kanaal

Een belangrijke variabele in voorliggende modelstudie is de rivierwaterstand op het Pannerdens Kanaal. De modellen zijn dan ook dusdanig aangepast dat de rivierwaterstanden op dag-basis ingelezen worden. Als bron van deze data zijn de gemeten rivierwaterstanden van Rijkswaterstaat op de locaties Lobith, Pannerdense kop en IJsselkop gebruikt. Door middel van lineaire interpolatie van de data tussen de meetpunten is voor elke modelcel van het Pannerdens Kanaal de rivierwaterstand bepaald.

In aanvulling hierop is het Pannerdens Kanaal geschematiseerd in zowel modellaag 1 als in modellaag 2, dit geldt alleen voor het winterbed en niet voor de uiterwaarden. Op deze manier wordt de doorsnijding van de deklaag door de rivier geschematiseerd.

Bodemopbouw

Bij de vertaling van REGIS naar de modellen zijn sommige hydrogeologische pakketten verdeeld over meerdere modellen. Dit is voor de deelmodellen het geval met het eerste watervoerende pakket wat is verdeeld over modellen 2 – 6. Tussen elke watervoerende modellaag, ligt een slecht doorlatende modellaag. Standaard heeft deze modellaag een weerstand van 5 dagen. In werkelijkheid komt deze weerstand niet voor en is er daarom voor de lagen 1 – 5 uitgehaald.

De storage factor (bergend vermogen) is voor het watervoerende pakket aangepast op basis van de resultaten van de pompproeven. In onderstaande Tabel 3 is voor elk deelmodel weergegeven wat de nieuwe waarden zijn.

Tabel 3: Storage factor

Locatie	Storage factor per modellaag
Westervoort	Laag 1: 0.15 Laag 2: 0.21327 Laag 3 – 12: 0.000716
Pannerden	Laag 1: 0.15 Laag 2 – 6: 0.003055 Laag 7 – 12: 0.00056
Lobith – 's Gravenwaardsedam	Laag 1 – 2: 0.25 Laag 3 – 6: 0.023938 Laag 7 – 12: 0.00011

Bij de verdeling van watervoerende pakketten over meerdere modellagen, moet de som van de kD's van deze modellagen overeen komen met de pompproeven vastgestelde kD waarden van het watervoerende pakket. Voor de deelmodellen Pannerden en Lobith – 's Gravenwaardsedam was dit het geval. Voor het deelmodel Westervoort kwam dit niet overeen. De kD waarden in het model waren tot factor twee keer hoger dan de met de pompproef vastgestelde kD waarde. De kD waarden zijn in het model daarom aangepast, zie Tabel 4.

Tabel 4: Aanpassingen schematisatie kD-waarden bij Westervoort

Modellaag	Aanpassing kD
Laag 1 (=deklaag)	kD blijft in eerste instantie gelijk, variëren is pas zinvol na hoogwater zoals in 2011
Laag 2	kD = 100 m ² /dag; schematiseert de zandtussenlaag zoals aangetroffen bij pompproeven
Laag 3	kD = 0,1 m ² /dag
Laag 4 – 6	kD's blijven gelijk, opgeteld vormen ze een representatieve waarde van de kD van het watervoerende pakket zoals bepaald m.b.v. de pompproef (kD = +/- 1300 m ² /dag)
Laag 7 – 12	kD's blijven gelijk, deze modellagen maken geen onderdeel uit van het eerste watervoerende pakket

Onttrekkingen pompproeven

De onttrekkingen ten behoeve van de pompproeven zijn opgenomen in de deelmodellen. Aangezien het watervoerende pakket over meerdere modellagen is geschematiseerd, zijn de onttrekkingen ook over meerdere modellagen geschematiseerd. De verdeling is gebaseerd op de filterlengte en –diepte en de dikte en doorlatendheid van de afzonderlijk modellagen. In onderstaande Tabel 5 is opgenomen hoe de onttrekkingen zijn verdeeld over de modellagen.

Tabel 5: Schematisatie onttrekkingen pompproeven

Locatie	Totale onttrekkingsdebiet pompproef (m ³ /dag)	Verdeling over modellagen
Westervoort ondiep	215 over 12 onttrekkingsfilters: 18 m ³ /dag per filter	Laag 2: 100%
Westervoort diep	2177	Laag 4: 10% Laag 5: 10% Laag 6: 80%
Pannerden	2160	Laag 2: 30% Laag 3: 20% Laag 4: 20% Laag 5: 15% Laag 6: 15%
Lobith – 's Gravenwaardsedam	2164	Laag 2: 30% Laag 3: 20% Laag 4: 20% Laag 5: 15% Laag 6: 15%

8.4 Resultaten modelberekeningen

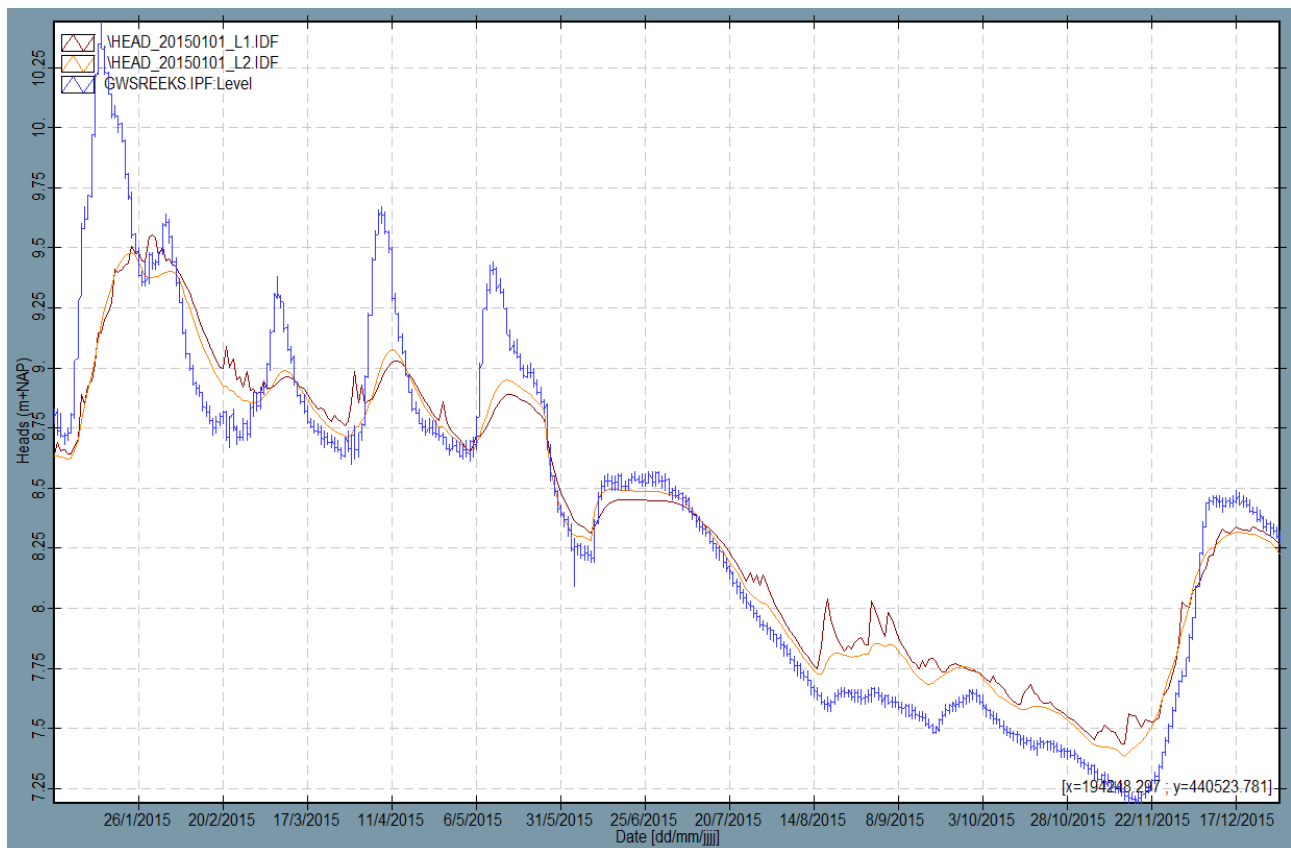
In onderstaande deelhoofdstukken worden de modelresultaten per locatie gepresenteerd. Er wordt een toelichting op de interpretatie van de resultaten gegeven. Het kunnen reproduceren van de pompproeven is op basis van de beschikbare gegevens het belangrijkste doel van de modellering. Daarom wordt er naast de hele modelperiode (2015) ook ingezoomd op de periode van de pompproef. Aangezien de kalibratie van de modellen op sommige punten nog te wensen over laat, is er geen berekening voor een (fictief) hoogwater uitgevoerd.

8.4.1 Westervoort

Analyse van de resultaten bij Westervoort laat een aantal bijzonderheden zien (Figuur 8.2 en Figuur 8.3). Ten eerste komt de gemodelleerde verlaging (oranje en bruine lijn) gedurende de pompproef goed overeen met de gemeten verlaging (blauwe lijn). Hieruit is af te leiden dat de doorlatendheid van het watervoerende pakket op een juiste manier is geschematiseerd en goed te reproduceren is met het grondwatermodel.

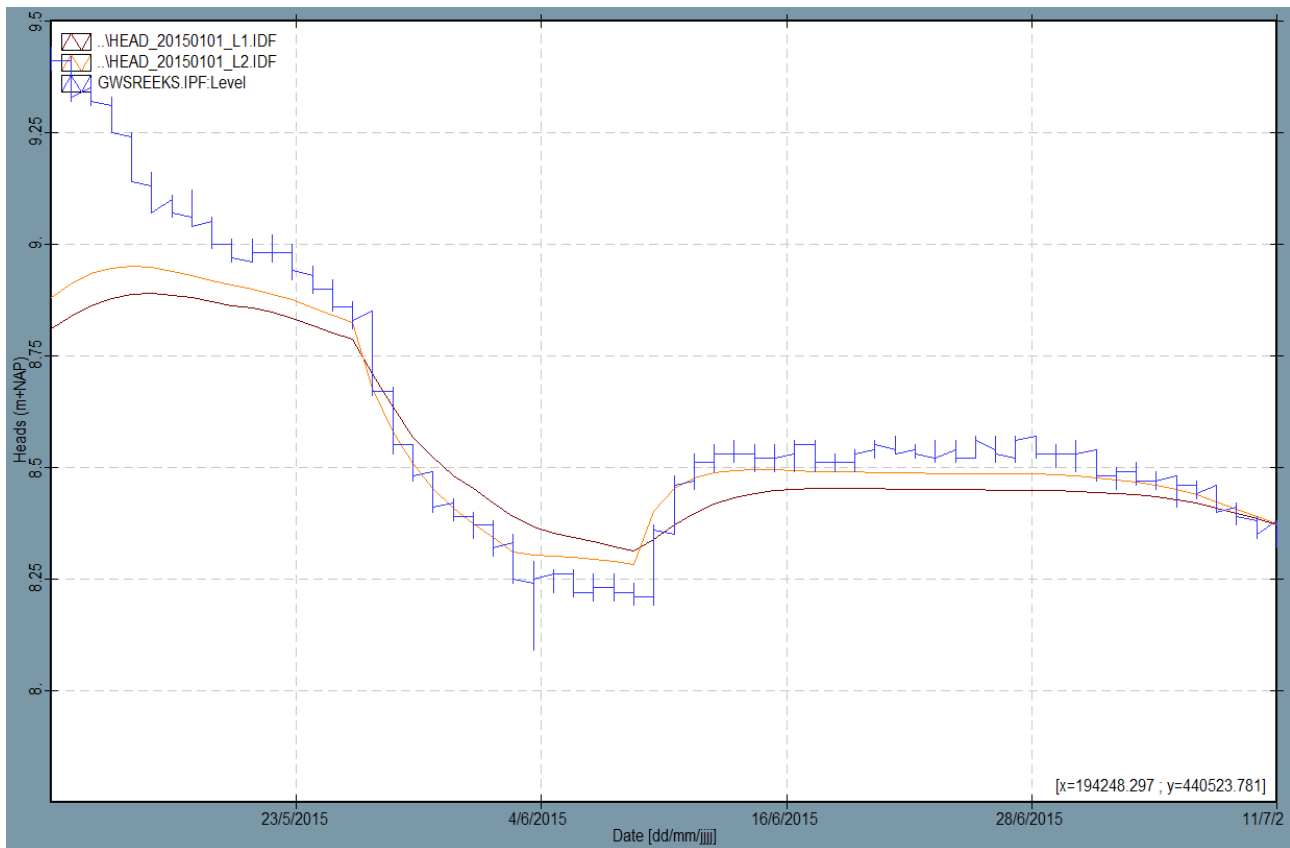
De tijdreeksen laten echter ook verschillen zien tussen de metingen en de berekende grondwaterstanden. Zo worden de pieken in het voorjaar (flink) onderschat door het model. Ook het uitzakken van de grondwaterstanden in de zomer wordt door het model onderschat. Het is in deze eerste serie modelberekeningen niet onderzocht of dit met "storage" of doorlatendheid te maken heeft. De metingen laten hier lagere grondwaterstanden zien dan de modelberekeningen.

De verlaging als gevolg van de pompproef kan dus goed gereproduceerd worden met behulp van het grondwatermodel. Wanneer uitspraken gedaan willen worden over de volledige periode zijn er nog andere factoren in het grondwatermodel die nader onderzocht moeten worden, zodat de fit ook in het voorjaar en de zomer beter worden.



Figuur 8.2: Tijdreeks Westervoort, volledige modelperiode

Bruin = modelresultaten laag 1
Oranje = modelresultaten laag 2
Blauw = metingen.



Figuur 8.3: Tijdreeks Westervoort, ingezoomd op de periode van de pompproef

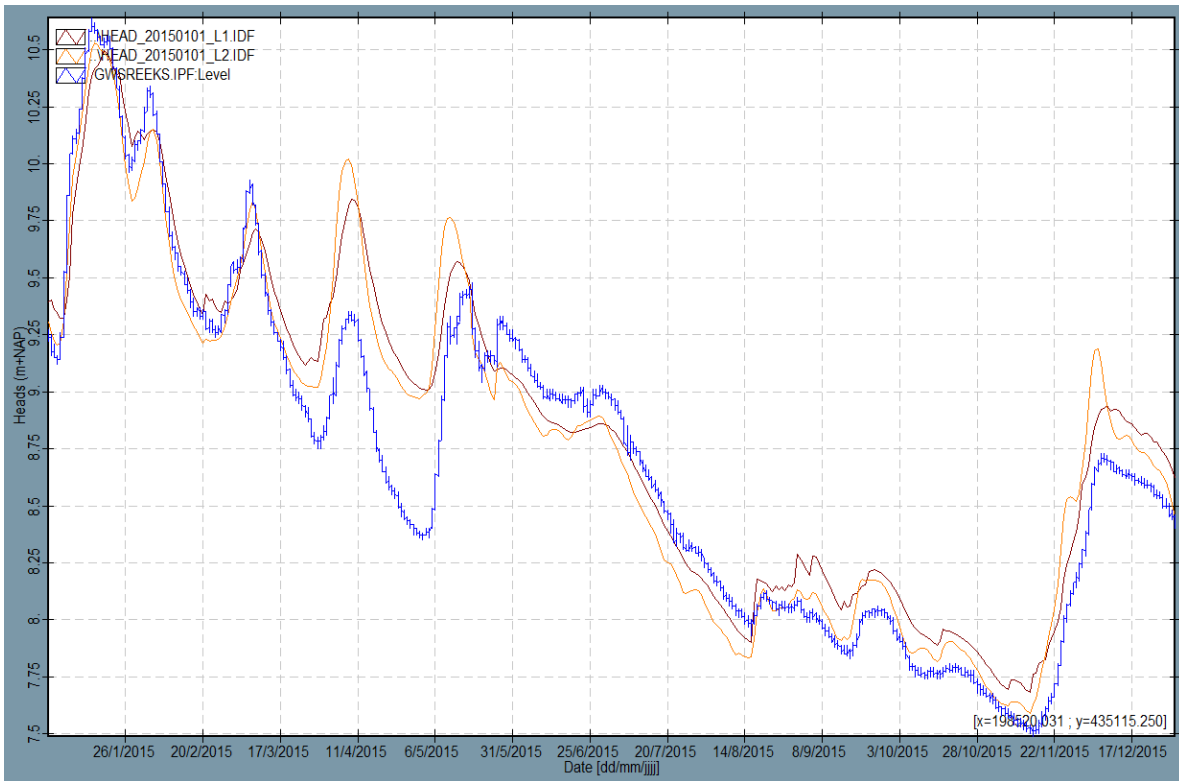
Bruin = modelresultaten laag 1
Oranje = modelresultaten laag 2
Blauw = metingen.

8.4.2 Pannerden

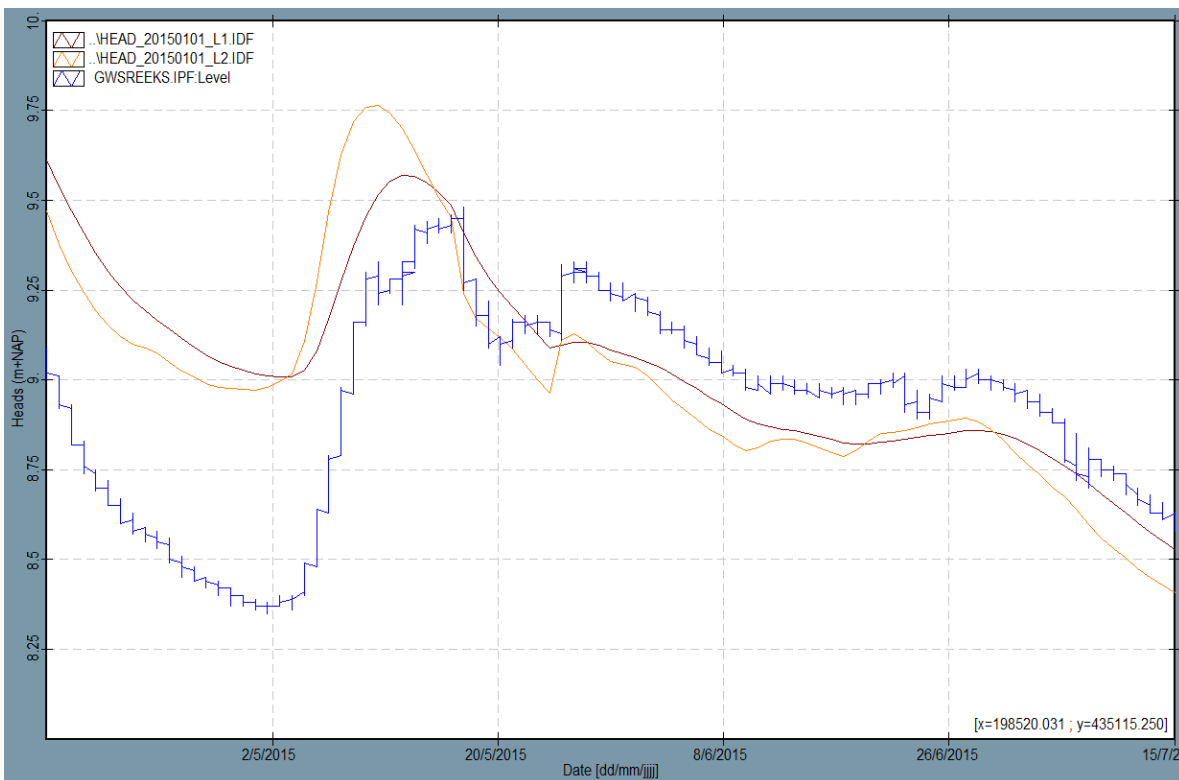
Analyse van de resultaten bij Pannerden laat een aantal bijzonderheden zien (Figuur 8.4 en Figuur 8.5). Ten eerste komt de gemodelleerde verlaging gedurende de pompproef overeen met de gemeten verlaging. Hieruit is af te leiden dat de doorlatendheid van het watervoerende pakket op een juiste manier is geschematiseerd en goed te reproduceren is met het grondwatermodel. De meting laat echter wel een herstel zien naar een hogere grondwaterstand, terwijl het model vanaf dat moment de hele zomer structureel lagere grondwaterstand berekend dan gemeten zijn. De omslag komt in augustus, de berekende grondwaterstanden zijn dan structureel hoger dan de gemeten waarden, de dynamiek komt wel met elkaar overeen.

In het eerste deel van het jaar komen de metingen en berekeningen tot half maart goed overeen met elkaar. Daarna zakken de grondwaterstanden steeds verder uit, met nog hier een daar een piek. Dit uitzakken wordt niet goed meegenomen in het model. De gemodelleerde grondwaterstanden zijn tot aan de pompproef hoger dan de gemeten waarden, dit verschil loopt op tot 0.5 meter.

De verlaging als gevolg van de pompproef kan dus goed gereproduceerd worden met behulp van het grondwatermodel. Wanneer uitspraken gedaan willen worden over de volledige periode zijn er nog andere factoren in het grondwatermodel die nader onderzocht moeten worden, zodat de fit ook in de rest van het jaar beter wordt.



Figuur 8.4: Tijdreeks Pannerden, volledige modelperiode



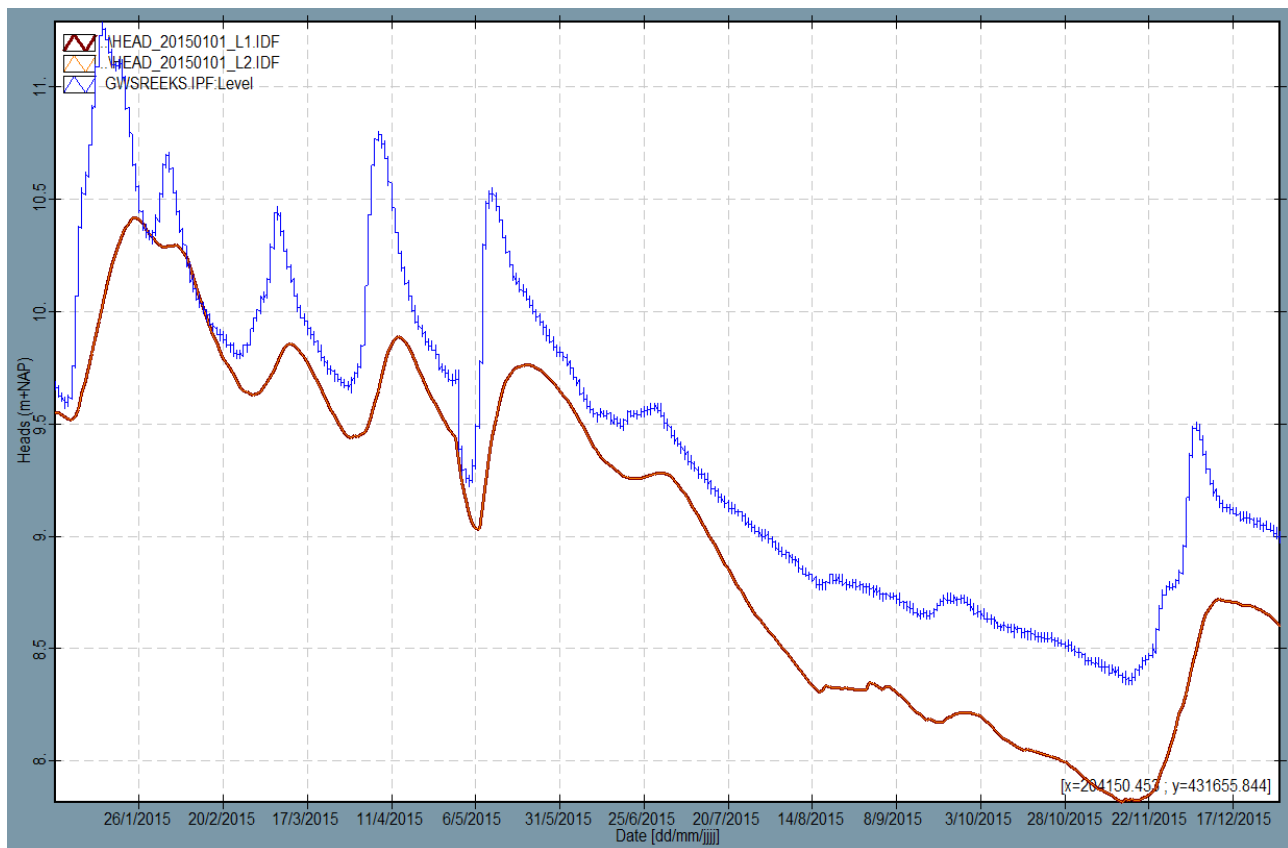
Figuur 8.5: Tijdreeks Pannerden, ingezoomd op de periode van de pompproef

Bruin = modelresultaten laag 1
Oranje = modelresultaten laag 2
Blauw = metingen.

8.4.3 Lobith – ‘s Gravenwaardsedam

De fit van de modelresultaten met de gemeten grondwaterstanden is voor dit deelmodel het slechtst (Figuur 8.6 en Figuur 8.7). De berekende resultaten liggen structureel onder de gemeten grondwaterstanden. Ook wordt de dynamiek in het voorjaar door het model onderschat ten opzichte van de metingen. De dynamiek in het najaar komt beter overeen, maar het model berekend in de zomer een grotere daling van de grondwaterstand, dan in de praktijk het geval is. Opvallend is ook dat de modelresultaten voor laag 1 en laag 2 exact hetzelfde zijn. Door de slechte fit van de modelresultaten is het lastiger te beoordelen of de pompproef op een juiste manier gemodelleerd wordt. In Figuur 8.7 is wel degelijk een verlaging in de berekeningen zichtbaar ten tijde van de pompproef. Ook komt de mate van daling aardig overeen. De metingen laten echter een herstel zien naar een hogere grondwaterstand (net zoals bij Pannerden).

De verlaging als gevolg van de pompproef lijkt dus aardig gereproduceerd te worden met behulp van het grondwatermodel. Wanneer uitspraken gedaan willen worden over de volledige periode zijn er nog andere factoren in het grondwatermodel die nader onderzocht moeten worden, zodat de fit ook in de rest van het jaar beter wordt.

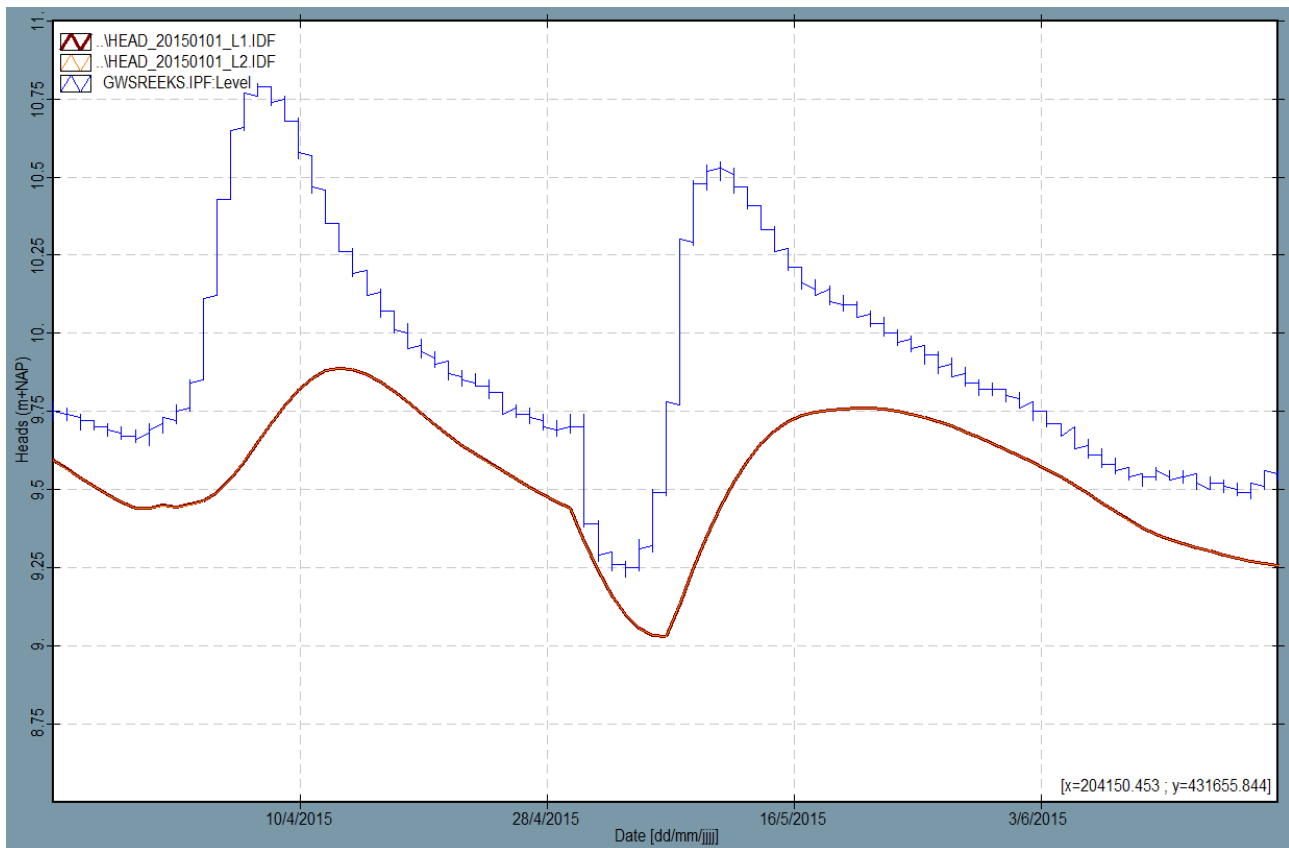


Figuur 8.6: Tijdreeks Lobith, volledige modelperiode

Bruin = modelresultaten laag 1

Oranje = modelresultaten laag 2 (de resultaten van laag 1 en 2 liggen hier precies op elkaar)

Blauw = metingen.



Figuur 8.7: Tijdreeks Lobith, ingezoomd op de periode van de pompproef

Bruin = modelresultaten laag 1
Oranje = modelresultaten laag 2
Blauw = metingen.

9 GELEERDE LESSEN

9.1 Reflectie op de onderzoeksvragen

De onderzoeksvragen die vooraf geformuleerd zijn luiden:

- Hoe beïnvloeden voorlanden met of zonder intredeweerstand de stijghoogte en welke relatie heeft dit met de vorming van zandmeevoerende wellen?
- Hoe kunnen beperkingen, die via de legger opgelegd worden aan voorlanden, met geohydrologische modelberekeningen (regionaal 3D of lokaal 2D) het beste worden onderbouwd?

De belangrijkste parameters om deze vragen te beantwoorden, zijn hiertoe gedetailleerd bepaald waarbij enkele waardevolle lessen zijn geleerd (zie hierna). Maar op de eerste deelvraag kan nog geen eindantwoord worden gegeven. De hoofdreden hiervan is het uitblijven van een periode met voldoende hoog hoogwater op de rivier. Op de tweede deelvraag kan wel antwoord gegeven worden; het beste kan namelijk een lokaal 3D grondwatermodel worden gebruikt.

9.2 Inrichting meetsysteem

Achteraf gezien was het verstandiger geweest om een telemetrie systeem van ongeveer een ton aan te brengen, omdat er langer is doorgemeten dan van te voren verwacht. De kwaliteit van de metingen wordt hierdoor veel beter. Er is nu veel extra werk uitgevoerd voor controle van aangeleverde series van waarnemingen. In meerdere gevallen zijn er kleinere foutjes geconstateerd zoals twee meetreeksen, die niet exact op elkaar aansloten. Hierdoor ontstond twijfel over de juistheid van de metingen.

Een andere voordeel van telemetrie is dat een niet functionerende diver direct wordt opgemerkt en niet pas na enkele maanden bij de uitleesronde.

Verder aandachtspunten:

- Het gegevensbeheer is nu niet goed geregeld en de losse bestanden zijn nu onvoldoende ontsloten.
- het GSM signaal (verbinding valt weg).

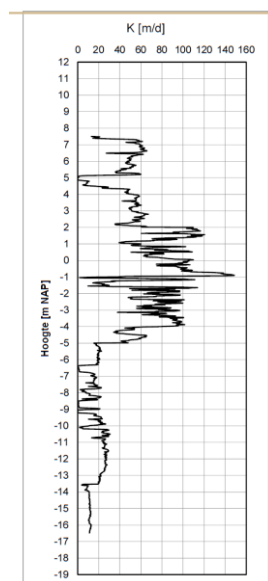
9.3 HPT sonderingen

Er zijn goede ervaringen opgedaan met de HPT sonderingen. De met sondering verkregen doorlatendheden zijn vergelijkbaar met de resultaten van de pompproeven.

Vraag blijft wel welke dikte van de watervoerende laag in de Sellmeijer rekenregel gebruikt moet worden. De sondering hier rechts toont verschillende zandlagen met variabele doorlatendheid (heterogeniteit):

- Maaiveld = NAP + 10 m
- Alleen grove pakket = 13 m
- Grof + matig fijn = 21 m
- Alles is > 25 m

De sonderingen kunnen ook worden uitgevoerd zonder dat er grote pompproeven zijn gedaan, zoals in deze verkenning het geval was. Tijdens het sonderen worden namelijk mini pompproeven uitgevoerd, via de sondeerstang.



sondering HPT48-229+65E
plaatsnaam WESTERVOORT

9.4 Grondwatermodel

Het veldonderzoek heeft waardevolle inzichten opgeleverd over de doorlatendheid en gelaagdheid van de ondergrond. Vooral bij Westervoort is dit duidelijk geworden. Voor het regionale grondwatermodel is dit helaas niet het geval. Voor inzet van regionale iMOD modellen voor dit soort vraagstukken kan het volgende worden geconcludeerd.

- Het lukt (verrassend) goed om de verlaging als gevolg van de pompproef-onttrekking te modelleren.
- De dynamiek van pieken in het voorjaar en het uitzakken van de grondwaterstanden in de zomer is lastig te modelleren.
- (Een verfijning van) het AMIGO model is daarmee (nog) niet één op één toepasbaar voor dit soort modelstudies, wanneer ook naar perioden buiten de pompproef gekeken wordt.
- Wanneer regionale modellen ingezet worden voor lokale studies is een goede check van de bodemopbouw van belang! Zo waren de KD 's bij Westervoort veel te hoog.

De hoofdconclusie is dat de intredeweerstand van het voorland met op maat gesneden lokale drie dimensionale (3D) grondwatermodellen vastgesteld moet worden.

9.5 COW jaren 70

Uit de COW onderzoeken uit de jaren 70 komt naar voren dat de doorlatendheid van gestructureerde kleilagen in uiterwaarden met een dikte van 1 tot 1,5 m circa 1 m/dag bedraagt. Dit is een waarde die in de lijn der verwachting ligt, maar lang niet altijd goed wordt toegepast in berekeningen. Meestal wordt een standaardwaarde aangehouden van 0,05 m/dag maar die waarde is alleen geldig voor niet gestructureerde komklei.

Het onderzoek uit het verleden bevestigt het uitgangspunt in het WBI dat intredeweerstand over maximaal twee maal de dijkbreedte in rekening mag worden gesteld. Indien metingen worden gedaan bij hoogwater kan meer zekerheid worden verkregen over de invloed van de voorlandlengte.

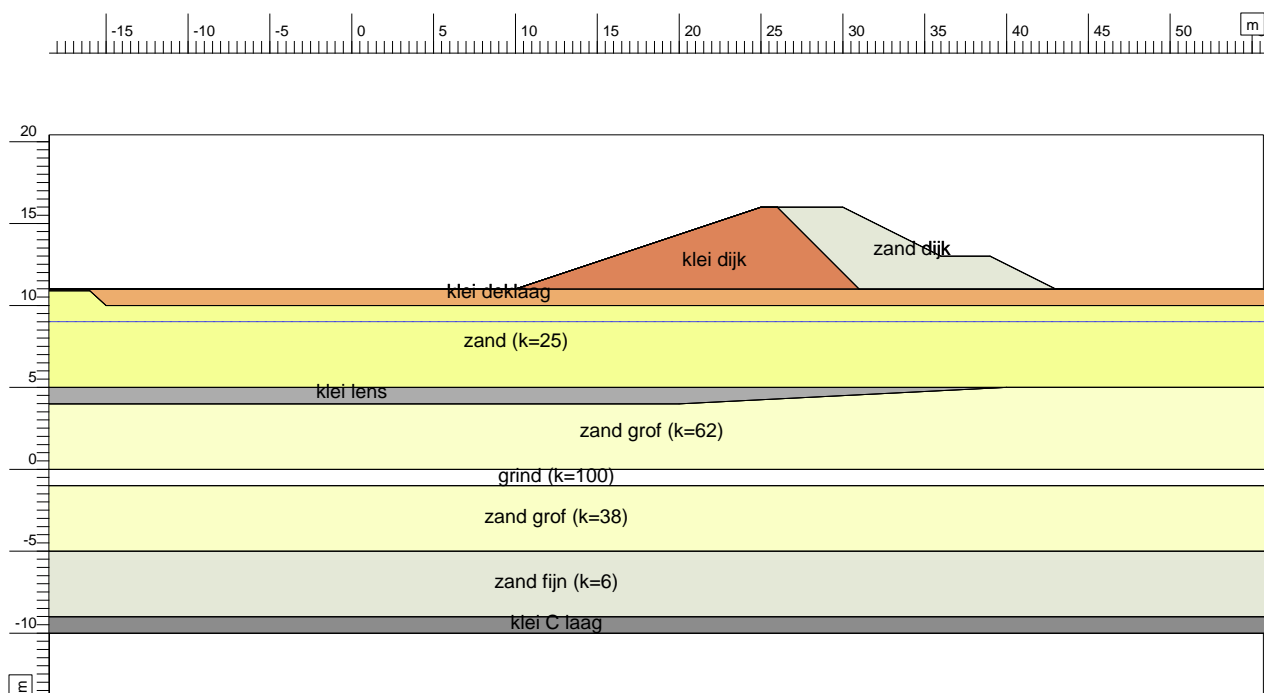
10 AANBEVELINGEN

Het wordt nadrukkelijk aanbevolen om het meetnet in stand te houden, zodat een lange meetreeks (± 10 jaar) ontstaat met minimaal één, of beter nog, meerdere hoogwaters ontstaat. Hiermee dient in een vervolgtraject de intredeweerstand van het voorland te worden bepaald. Daartoe dienen de lokale 3D grondwatermodellen nu reeds opgezet te worden, zodat alle nu opgedane kennis wordt geborgd in werkende modellen. Om de werking en toegevoegde waarde van de modellen te kunnen beoordelen, kan een fictief hoogwater door het model worden “gestuurd”. Aandachtspunten daarbij zijn:

- de gevoeligheid van het model voor hydraulische weerstand van de deklaag;
- het effect van een korte hoogwatergolf versus een lange hoogwatergolf.

Metingen van een voldoende hoog hoogwater (herhalingsstijd $\approx T=10$) kunnen ook meer inzicht geven over de beperking van de invloed van het voorland tot twee maal de dijkbreedte. Hiermee kan de restrictie uit het WBI worden gestaafd.

Het schematiseren van de doorlatendheid van de ondergrond (zie Figuur 10.1) dient te worden meegenomen in de verkenning “Heterogeniteit” of te worden opgepakt bij het schrijven van een schematiseringshandleiding. Deze verkenning “Heterogeniteit” is gestart in 2017 en het schrijven van een schematiseringshandleiding voor laag 3 beoordelingen op (voorheen geavanceerd toetsen) is inmiddels aanbesteed.



Figuur 10.1: Heterogene laagbouw zandondergrond bij Westervoort

Het verdient aanbeveling om grootschalige infiltratieproeven, zoals uitgevoerd in de jaren 70, te herhalen. Zowel de projectgroep POV piping als ENW-T gegeven dit advies mee naar aanleiding van de presentaties die zijn gehouden aan in 2017 (einde onderzoek) respectievelijk 2015 (start onderzoek).

11 LITERATUUR

Literatuurverwijzing	omschrijving
1.	Bodemonderzoek ten behoeve van project "POV piping, intredeweerstand voorlanden" Pompproef Lobith nabij dijkpaal km 72 's Gravenwaardse dam, Multiconsult 28 augustus 2015, Kenmerk: JS/BM150276-1/002254, versie 03 Definitief
2.	Bodemonderzoek ten behoeve van project "POV piping, intredeweerstand voorlanden" Pompproef Pannerden nabij dijkpaal km 149, Multiconsult 27 augustus 2015, Kenmerk: JS/BM150276-2/002254, versie 02 Definitief
3.	Bodemonderzoek ten behoeve van project "POV piping, intredeweerstand voorlanden" Pompproef Westervoort nabij dijkpaal km 230, Multiconsult 1 september 2015, Kenmerk: JS/BM150276-3/002254, versie 02 Definitief
4.	Doorlatendheidsonderzoek Westervoort, Pannerden & Lobith, Fugro 1 februari 2016, Project: 1215-0052-000
5.	Infiltratieproef in een uiterwaard, "De Rijswaard", COW 1976, nota S-76.033
6.	"Herwense Inlaagdijk", bepaling doorlatendheid kleilagen in een uiterwaard, COW 1977, nota A-72.044 – II
7.	Invloed breedte en doorlatendheid kleiafdekking op voorland rivierdijken, elektrisch analogon onderzoek, COW 1976, nota S-75.072
8.	Bodemonderzoek ten behoeve van project "POV piping, intredeweerstand voorlanden" Rapport installatie divers en boorprofielen 13 november 2014, Kenmerk: JS/BB141513/3350901, versie 01 Definitief
9.	Bodemonderzoek ten behoeve van project "POV piping, intredeweerstand voorlanden" Rapport sondeergrafieken 28 oktober 2014, Kenmerk: JS/BB141513/3350901, versie 01 Definitief

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264

6800 AG Arnhem

Nederland

+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Projectnummer: C03011.000275.0500

Onze referentie: 078963646 B



Rapport



Bodemonderzoek ten behoeve van project “POV piping, intredeweerstand voorlanden” Pompproef Lobith nabij dijkpaal km 72 's Gravenwaardse dam

JS/BM150276-1/002254

Opdrachtgever

Waterschap Rijn & IJssel
De heer R. Koopmans
Postbus 148
7000 AC DOETINCHEM

03	Definitief	28 augustus 2015	SWO		JS		JS	
02	Concept	21 juli 2015	SWO		JS		JS	
01	Concept	8 juni 2015	JS		DdH			
Versie	Status	Datum vrijgave	Auteur	Paraaf	Verificatie	Paraaf	Vrijgave	Paraaf

Inhoud	blz.
1. Inleiding	4
2. Grondmechanisch onderzoek	4
3. Onttrekkingsbron en waarnemingsbuizen	4
4. Pompproef	5
5. Analyse	6
5.1 Bodemopbouw	6
5.2 Resultaten	6
5.3 Berekeningen	8
6. Conclusie	13

Bijlagen

Bijlage 1: Overzichtstekeningen

Bijlage 2: Grondmechanisch onderzoek

Bijlage 3: Meetgegevens

1. Inleiding

In het nieuwe dijkverbeteringsprogramma HWBP is een Project Overstijgende Verkenning (POV) opgenomen naar het bezwijkmechanisme piping. Eén van de aspecten is vergroting van de kennis over de bodem en eigenschappen van grondlagen. De vergroting van de kennis wordt bewerkstelligd door pilots uit te voeren. Een van deze pilots vindt plaats binnen dijkkring 48: Rijn en IJssel. Door het waterschap Rijn en IJssel zijn drie locaties binnen dijkkring 48 aangewezen (tabel 1). De onderzoekslocaties zijn weergegeven in bijlage 1.

Tabel 1 Onderzoekslocaties

Km	Locatie	RD-X	RD-Y	Maaiveld [m t.o.v. NAP]		
				buitendijks	dijk	binnendijks
72	's Gravenwaardse dam	204073	431688	12,0-13,0	18,8	15,4
150	Pannerdensewaard	198487	435085	11,0-11,2	16,5	11,0-12,6
230,5	Pleijdijk	194206	440462	11,2-11,8	15,9	11,4-11,6

Op bovengenoemde drie locaties is een grondmechanisch onderzoek uitgevoerd en is een monitoringssysteem bestaande uit peilbuizen ingericht. Dit rapport behandelt de uitgevoerde pompproef ter bepaling van het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket (tot circa NAP -10 m) ter hoogte van de dijk bij km 72. De pompproeven op de locaties 'Pannerdensewaard te Pannerden en Pleijdijk te Westervoort zijn in twee afzonderlijke rapporten (respectievelijk BM150276-2 en BM150276-3) beschreven.

2. Grondmechanisch onderzoek

In bijlage 2 zijn de gebruikte gegevens van het grondmechanisch onderzoek opgenomen.

3. Onttrekkingsbron en waarnemingsbuizen

De onttrekkingsbron (diepwell) is op 30 april 2015 met de zuigboormethode geboord.

De boring Ø700 mm is uitgevoerd tot 22,5 m +/- mv., waarbij is afgesteld:

- 21,5 - 11,5 HDPE-perforatie Ø400/376,6 mm
- 11,5 - 0,0 HDPE-stijgbuis Ø400/376,6 mm

In de bron is een onderwaterpomp type Grundfoss SP-77 gehangen met een capaciteit van 90 m³/uur. De pomp heeft een vermogen van 18 kW. De onderwaterpomp is verbonden met een 6" afvoerleiding. Het onttrokken grondwater is verpompt naar het oppervlaktewater van de rivier. De afvoerleiding is voorzien van een elektronische watermeter.

Voor de pompproef zijn de waarnemingsbuizen 60 en 61 op 17 maart 2015 met een sondeerwagen geplaatst. Waarnemingsbuis MB03 is op 22 oktober 2014 geplaatst.

- twee HDPE-filters Ø32/26 mm met de nummers 60 en 61 met filter van 19 tot 20 m +/- mv.
- één HDPE-filter Ø32/26 mm met nummer MB03 met filter van 18,5 tot 20,5 m +/- mv.

De locaties van de onttrekkingsbron en waarnemingsbuizen zijn ingemeten ten opzichte van het Rijksdriehoekstelsel (RD-coördinaten). De hoogte van de waarnemingsbuizen is vastgesteld ten opzichte van Normaal Amsterdams Peil (NAP). De locaties van de onttrekkings- en waarnemingsbuizen zijn op de overzichtstekening in bijlage 1 weergegeven. De inmeetgegevens van deze buizen zijn in tabel 2 weergegeven.

Tabel 2 Coördinaten onttrekkingsbron en waarnemingsbuizen

Locatie	RD-X	RD-Y	Z mv.	Z bkp	Afstand tot Deepwell
			[m NAP]	[m NAP]	[m]
Deepwell Lobith	204123	431682	13,00	13,26	0
WB bron Lobith	204123	431682	12,84	12,89	0
PB61	204108	431684	12,64	12,59	15
PB60	204096	431685	12,60	12,55	25
MB03	204148	431679	13,24	13,74	25

4. Pompproef

Op 1 mei 2015 om 11:15 uur is de pompproef gestart.

Voor aanvang en na afloop van de pompproef zijn de stijghoogten gemeten zoals in tabel 3 vermeld.

Tabel 3 Stijghoogten in rust

Locatie	Filterstelling		Maaiveld	BKP	Stijghoogte	
	[m t.o.v. NAP]				[m t.o.v. NAP]	[m t.o.v. NAP]
	Van	Tot			1-5-2015	13-5-2015
HB48 - water	-	-	-	-	8,92	10,54
Deepwell Lobith	+1,5	-8,5	13,00	13,26	9,81	10,46
WB bron Lobith	-1,5	-3,5	12,84	12,89	9,67	10,46
PB61	-6,4	-7,4	12,64	12,59	9,45	10,35
PB60	-6,4	-7,4	12,60	12,55	9,39	10,33
MB03	-5,3	-7,3	13,24	13,74	9,68	10,46

De watermeterstand is voor de start van de pompproef afgelezen op 419799 m³.

In de waarnemingsbuizen zijn drukopnemers gehangen, welke met een tijdsinterval van eenmaal per minuut de druk registreerden. De ongecorrigeerde meetgegevens zijn opgenomen in bijlage 3.

Op 8 mei 2015 om 11:15 uur is een stopproef gehouden. Nadat de onderwaterpomp is stilgezet is de debietmeter afgelezen op 434949 m³. Het registratie interval van de drukopnemers in de waarnemingsbuizen is eenmaal per minuut. De ongecorrigeerde meetgegevens zijn opgenomen in bijlage 3.

5. Analyse

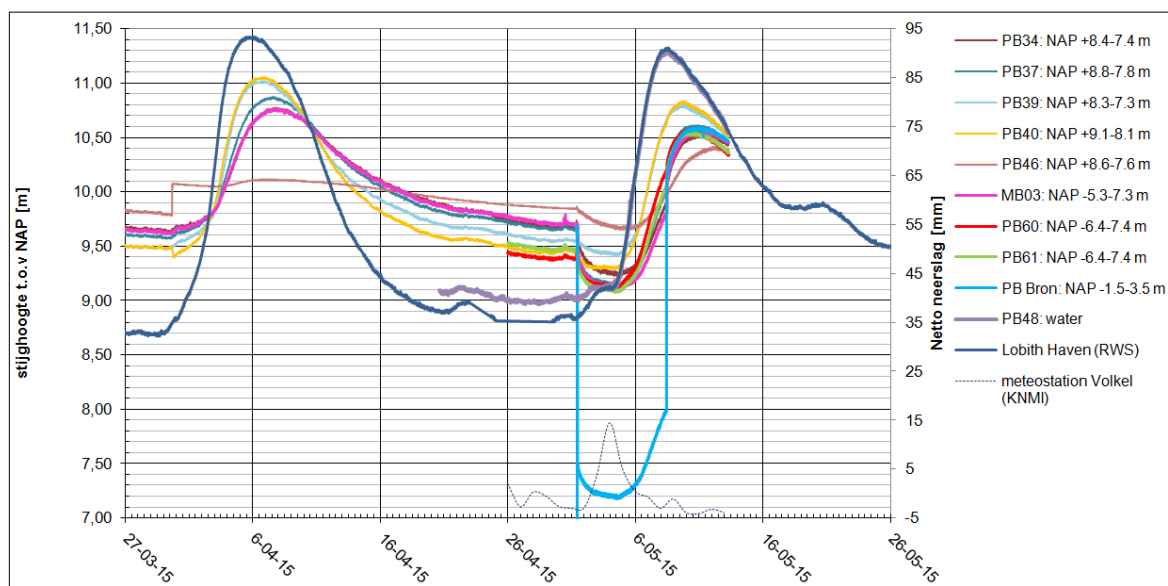
5.1 Bodemopbouw

Volgens de Grondwaterkaart van Nederland (nr. 13 en nr. 29) en de boringen afkomstig uit de database van TNO en REGISII en het lokaal uitgevoerde grondonderzoek bestaat de toplaag uit holocene klei. Op de aangegeven locaties varieert de dikte van deze kleilaag tussen circa 1 m en 3 m. Daaronder begint het eerste watervoerend pakket met een dikte van circa 20 m. Dit pakket bestaat uit zeer grof zand met grind(lagen). Het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket wordt op basis van de literatuur geschat tussen de 1.000 m²/dag en 1.500 m²/dag. Aan de onderzijde wordt dit pakket begrensd door de eerste scheidende laag bestaande uit klei.

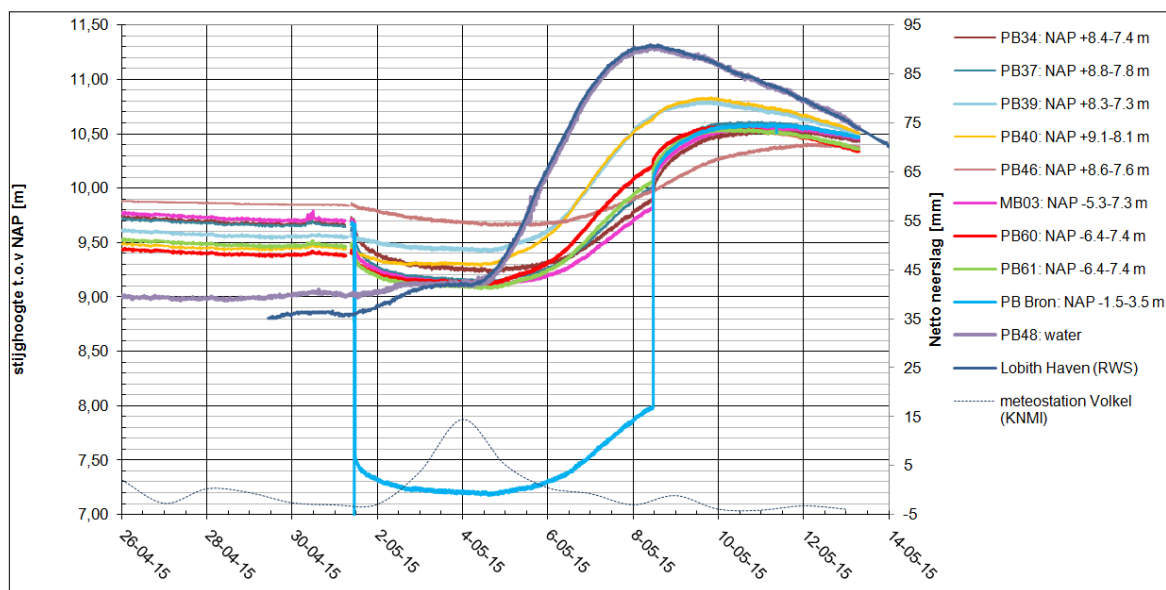
Uit de korrelverdelingsdiagrammen is de doorlatendheid van het zand met empirische formules afgeleid. De doorlatendheid van het watervoerend pakket is afgeleid op circa 75-100 m/d, afhankelijk van de grondlaag. Bij de afleiding is gebruik gemaakt van de methode Kozeny-Carman en/of Beyer.

5.2 Resultaten

Voor de analyse is een dwarsdoorsnede loodrecht op de dijk gehanteerd. De gemeten stijghoogten zijn in figuur 1 en figuur 2 weergegeven.



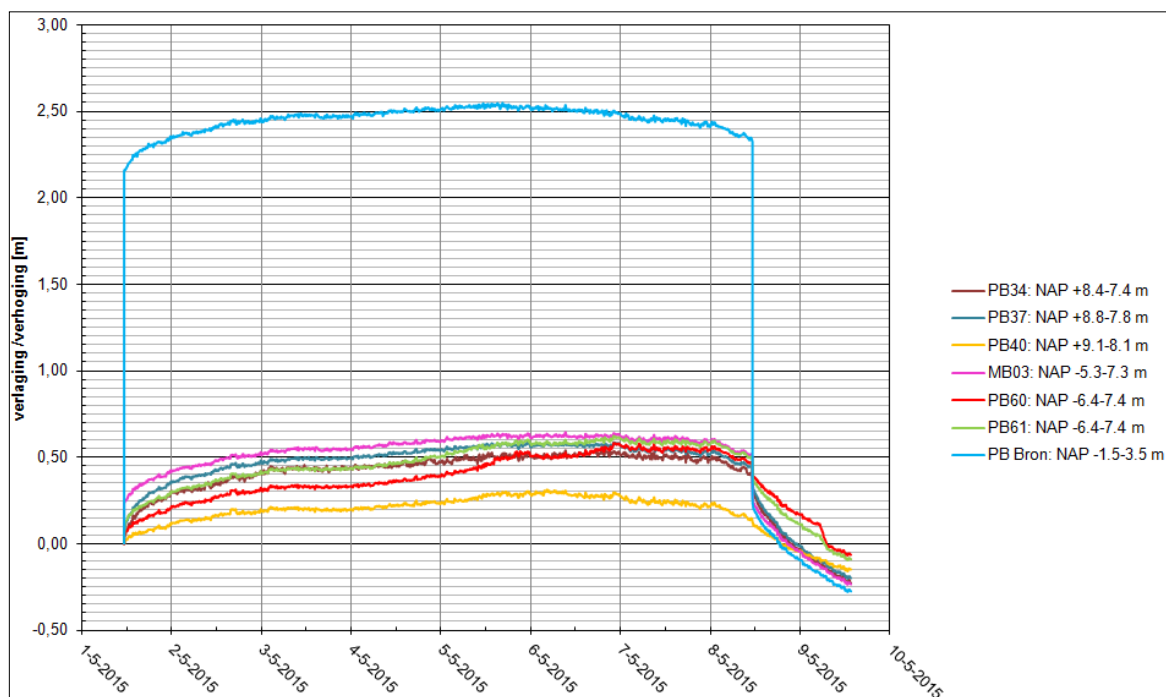
Figuur 1 Stijghoogten



Figuur 2 Stijghoogten

In de peilbuizen ter bepaling van de intreeweerstand aan de binnendijkse zijde alsmede in de peilbuizen langs de rivier zijn geen noemenswaardige verlagingen gemeten. De verlaging in de waarnemingsbuizen aan de zijde van de dijk is groter dan in de waarnemingsbuizen aan de zijde van de rivier. De verlaging in de bron is circa 2,5 m. Op een afstand van 15 meter tot de onttrekkingsbron is de verlaging circa 0,6 m. Na ongeveer 2 dagen onttrekken is de stijghoogte in de bron gelijk aan het waterpeil van de rivier (NAP +9,1 m). Het waterpeil van de rivier stijgt na ongeveer 4 dagen. Na ongeveer 4,5 dag stijgt de waterstand in de bron en de waarnemingsbuizen eveneens. De neerslag, gevallen in de periode 3 mei 2015 t/m 6 mei 2015, heeft weinig effect op de stijghoogte.

De meetreeksen zijn gecorrigeerd met de interpretatie van de meetdata in de peilbuizen voorafgaand aan de pompproef, waarbij eveneens een stijging van de rivierstand heeft plaatsgevonden (zie figuur 1). Op deze wijze is de reactie van de stijghoogtemetingen in de waarnemingsbuizen zonder pompproef bepaald. De grafiek van de gecorrigeerde verlagingen is opgenomen in figuur 3.

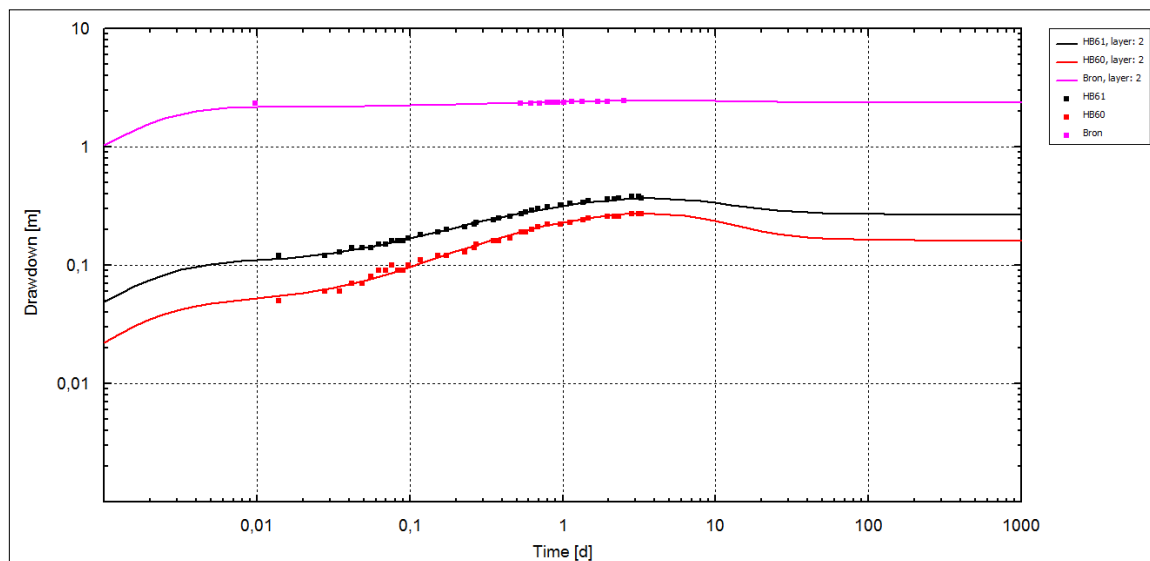


Figuur 3 Verlagingen en verhogingen stijghoogten tijdens proef (gecorrigeerd)

5.3 Berekeningen

De resultaten van de pompproef zijn geanalyseerd met het computerprogramma MLU. Dit is een analytische oplossingsmethode voor niet-stationaire pompproeven in een gelaagd systeem.

De rivier (recharge boundary) is op een afstand van circa 54 m tot de onttrekkingsbron aanwezig. In eerste instantie is voor de eerste 3 dagen van de pompproef, gerekend zonder correctie van de stijghoogten en met de rivier als een spiegelbron. Op deze wijze wordt een eerste indicatie verkregen van het doorlaatvermogen van het watervoerend pakket. De waargenomen en berekende verlagingen in de waarnemingsbuizen 60 en 61 zijn weergegeven in figuur 4 en komen nagenoeg overeen met de gemeten waarden. Er is daarbij een doorlaatvermogen voor het eerste watervoerend pakket berekend op $2.335 \text{ m}^2/\text{dag}$ en een bergingscoëfficiënt van $1,8 \cdot 10^{-4}$. De gehanteerde bodemopbouw is weergegeven in figuur 5.



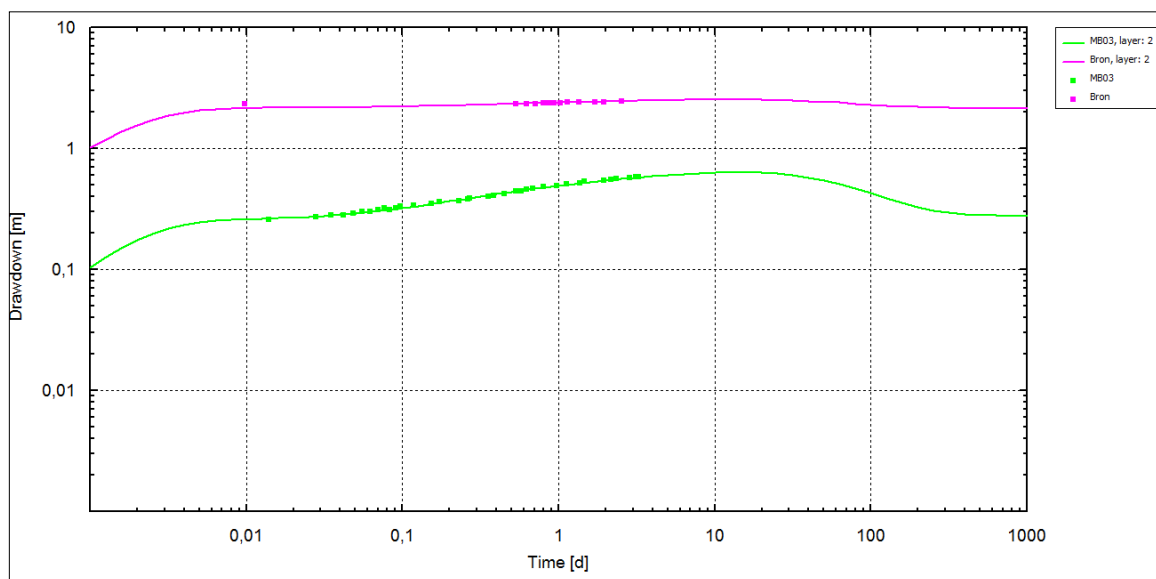
Figuur 4 Verlagen in peilbuizen HB60 en HB61, dag 1-3

Layers		Boundary conditions	
Number of aquifers	2	<input type="checkbox"/> Top aquitard present	<input type="radio"/> Impervious <input checked="" type="radio"/> Leaky
Top layer elevation	13	<input checked="" type="checkbox"/> Bottom aquitard present	<input checked="" type="radio"/> Impervious <input type="radio"/> Leaky

Aquifer	Base [m]	Thickness [m]	Kh [m/d]	Code	T [m ² /d]	#	Code	S [-]	#	Name
1	9	4	0,000174	T1	0,000696	e	S1	0,284696	a	deklaag
	8,9	0,1	0,458515	c2	0,218095	c	S'2	0		deklaag
2	-9	17,9	130,5195	T2	2336,3	f	S2	0,000179	b	WVPI
	-59	50	0,01	c3	5000		S'3	0		SDL

Figuur 5 Gehanteerde bodemopbouw t.b.v. analyse peilbuizen PB60 en PB61, dag 1-3

De waargenomen en berekende verlagen van de stijghoogte in peilbuis MB03 zijn weergegeven in figuur 6. Er is daarbij een doorlaatvermogen voor het eerste watervoerend pakket berekend van 2.114 m²/dag en een bergingscoëfficiënt van 1,3·10⁻⁴. De gehanteerde bodemopbouw is weergegeven in figuur 7.



Figuur 6 Verlagen in peilbuis MB03, dag 1-3

Layers		Boundary conditions	
Number of aquifers	2	<input type="checkbox"/> Top aquitard present	<input checked="" type="radio"/> Impervious <input type="radio"/> Leaky
Top layer elevation	13	<input checked="" type="checkbox"/> Bottom aquitard present	<input checked="" type="radio"/> Impervious <input type="radio"/> Leaky

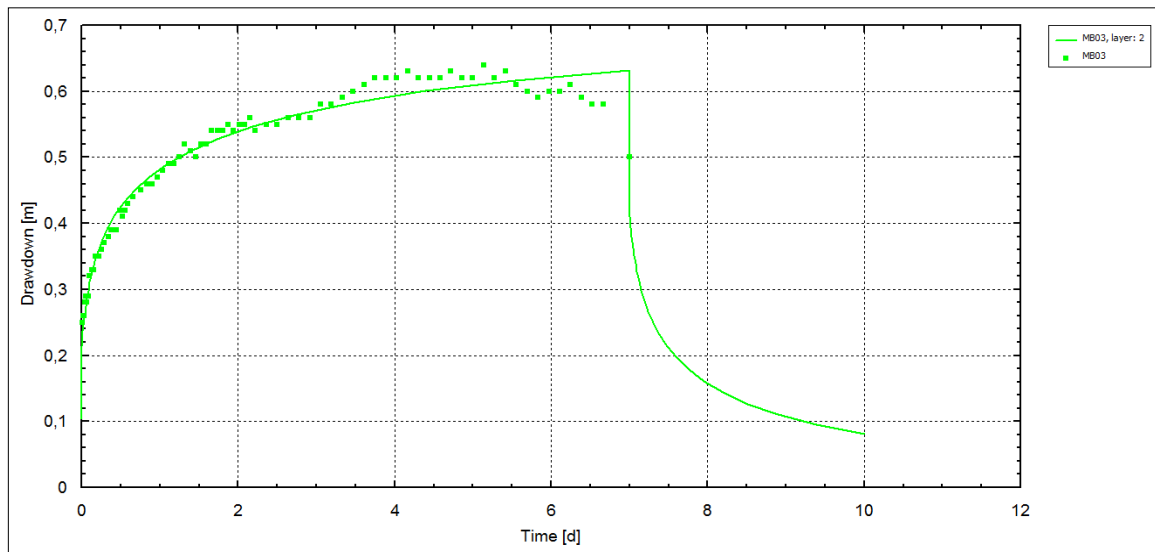
Aquifer	Base [m]	Thickness [m]	Kh [m/d]	Code	T [m ² /d]	#	Code	S [-]	#	Name
1	9	4	0,000125	T1	0,0005		S1	0,016935		deklaag
	8,9	0,1	0,020019	c2	4,995215	c	S'2	0		deklaag
2	-9	17,9	118,108	T2	2114,134	f	S2	0,000133		WVPI
	-59	50	0,01	c3	5000		S'3	0		SDL

Figuur 7 Gehanteerde bodemopbouw t.b.v. analyse peilbuis MB03, dag 1-3

Vervolgens is met de gecorrigeerde stijghoogten gerekend. De correctie is uitgevoerd met de meetdata voorafgaand aan de pompproef (zie figuur 1). Er zijn geen meetdata van de peilbuizen Pb60 en PB61 van (ver) voor de start van de pompproef, gedurende een stijging van de rivierstand, beschikbaar. Voor de omrekening naar de oorspronkelijke stijghoogten (zonder onttrekking) is gebruik gemaakt van de stijghoogten gemeten in de peilbuizen PB34, PB37, PB40 en MB03 van voor de pompproef (interpolatie). De gecorrigeerde stijghoogten van de peilbuizen PB60 en PB61 dienen daarom met enige voorzichtigheid te worden betracht.

De waargenomen en berekende verlagingen in peilbuis MB03 zijn weergegeven in figuur 8. Er is tijdens de totale onttrekking een doorlaatvermogen voor het eerste watervoerend pakket berekend van 1.880 m²/dag en een bergingscoëfficiënt van $1,1 \cdot 10^{-4}$. De gehanteerde bodemopbouw is weergegeven in figuur 9. Tijdens de totale duur van de proef is met de meetdata van peilbuis MB03 een doorlaatvermogen van circa 2.065 m²/dag afgeleid (figuur 10 en figuur 11).

De waargenomen en berekende verlagingen in peilbuis PB61 zijn weergegeven in figuur 12. Er is tijdens de totale onttrekking een doorlaatvermogen voor het eerste watervoerend pakket berekend van 2.082 m²/dag en een bergingscoëfficiënt van $1,8 \cdot 10^{-4}$. De gehanteerde bodemopbouw is weergegeven in figuur 13 figuur 9.

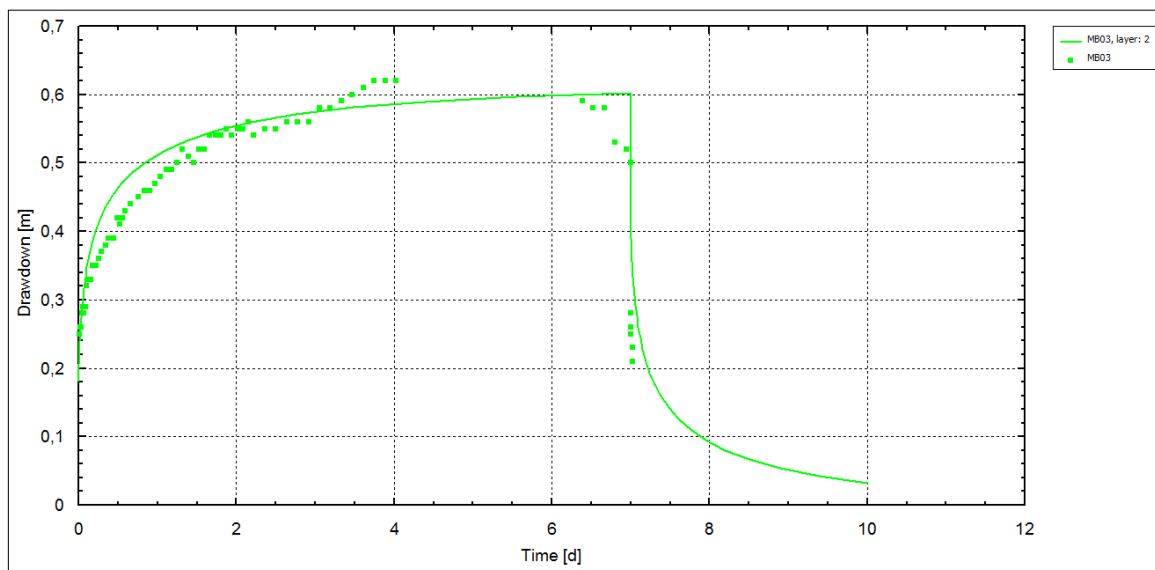


Figuur 8 Verlagingen in peilbuis MB03, na correctie stijghoogte

Layers		Boundary conditions	
Number of aquifers	2	<input checked="" type="checkbox"/> Top aquitard present	<input type="checkbox"/> Impervious <input checked="" type="checkbox"/> Leaky
Top layer elevation	13	<input checked="" type="checkbox"/> Bottom aquitard present	<input checked="" type="checkbox"/> Impervious <input type="checkbox"/> Leaky

Aquifer	Base [m]	Thickness [m]	Kh [m/d]	Code	T [m ² /d]	#	Code	S [-]	#	Name
	11	2	0,01	c1	200		S'1	0		deklaag
1	4	7	158,391	T1	1108,737	a	S1	0,09		WVPI
	3,99	0,01	0,01	c2	1		S'2	0		deklaag
2	-10	13,99	55,07324	T2	770,4746	b	S2	0,000117		WVPI
	-56	46	0,0092	c3	5000		S'3	0		SDL

Figuur 9 Gehanteerde bodemopbouw t.b.v. analyse peilbuis MB03, na correctie stijghoogte

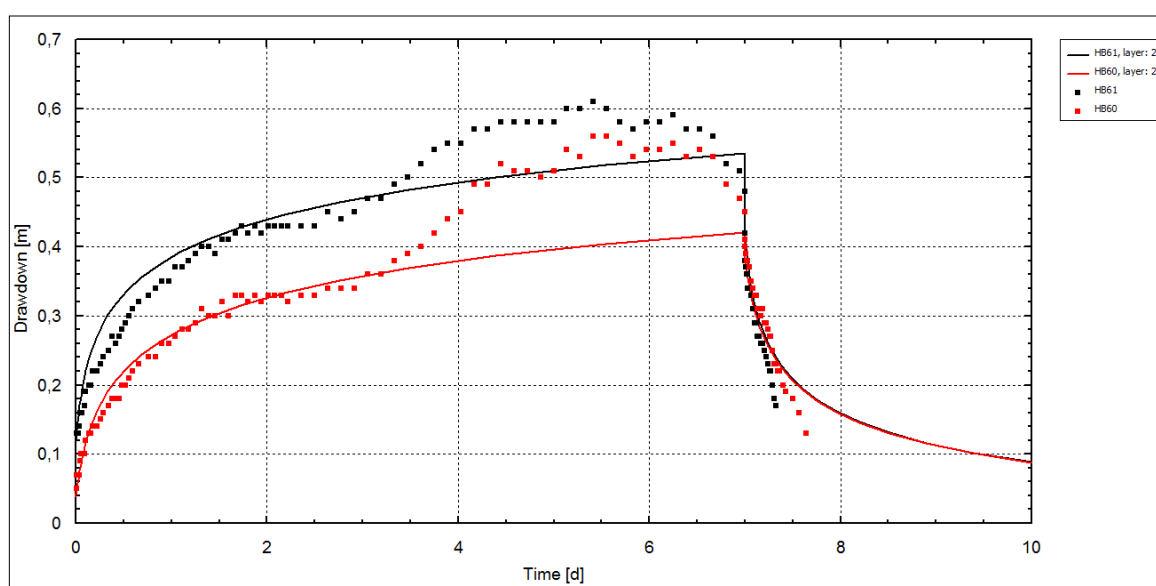


Figuur 10 Verlagingen/verhogingen in peilbuis MB03, na correctie stijghoogte

Layers		Boundary conditions							
Number of aquifers	2	<input checked="" type="checkbox"/> Top aquitard present	<input type="checkbox"/> Impervious	<input checked="" type="checkbox"/> Leaky					
Top layer elevation	13	<input checked="" type="checkbox"/> Bottom aquitard present	<input checked="" type="checkbox"/> Impervious	<input type="checkbox"/> Leaky					

Aquifer	Base [m]	Thickness [m]	Kh [m/d]	Code	T [m ² /d]	#	Code	S [-]	#	Name
	11	2	0,01	c1	200		S'1	0		deklaag
1	4	7	135	T1	945	a	S1	0,023938	c	WVPI
	3,99	0,01	0,01	c2	1		S'2	0		deklaag
2	-10	13,99	80	T2	1119,2	b	S2	0,00011		WVPI
	-56	46	0,0092	c3	5000		S'3	0		SDL

Figuur 11 Gehanteerde bodemopbouw t.b.v. analyse peilbuis MB03, na correctie stijghoogte



Figuur 12 Verlagenen/verhogingen in peilbuizen PB60 en PB61, na correctie stijghoogte

Layers		Boundary conditions							
Number of aquifers	2	<input checked="" type="checkbox"/> Top aquitard present	<input type="checkbox"/> Impervious	<input checked="" type="checkbox"/> Leaky					
Top layer elevation	13	<input checked="" type="checkbox"/> Bottom aquitard present	<input checked="" type="checkbox"/> Impervious	<input type="checkbox"/> Leaky					

Aquifer	Base [m]	Thickness [m]	Kh [m/d]	Code	T [m ² /d]	#	Code	S [-]	#	Name
	11	2	0,01	c1	200		S'1	0		deklaag
1	4	7	125	T1	875	a	S1	0,253924	a	WVPI
	3,99	0,01	0,05637	c2	0,177401	b	S'2	0		WVPI
2	-10	13,99	86,31582	T2	1207,558	f	S2	0,000179		WVPI
	-56	46	0,0092	c3	5000		S'3	0		SDL

Figuur 13 Gehanteerde bodemopbouw t.b.v. analyse peilbuizen PB60 en PB61, na correctie stijghoogte

Het berekende doorlaatvermogen gedurende de totale duur van de proef is met de waarnemingen van MB03, PB60 en PB61 bepaald op 2.065 m²/dag en 2.082 m²/dag. De weerstand van de deklaag en de scheidende laag heeft een (zeer) beperkte invloed op de resultaten. De verkregen resultaten komen overeen met de literatuur en de berekende doorlatendheden uit de korrelverdelingen.

6. Conclusie

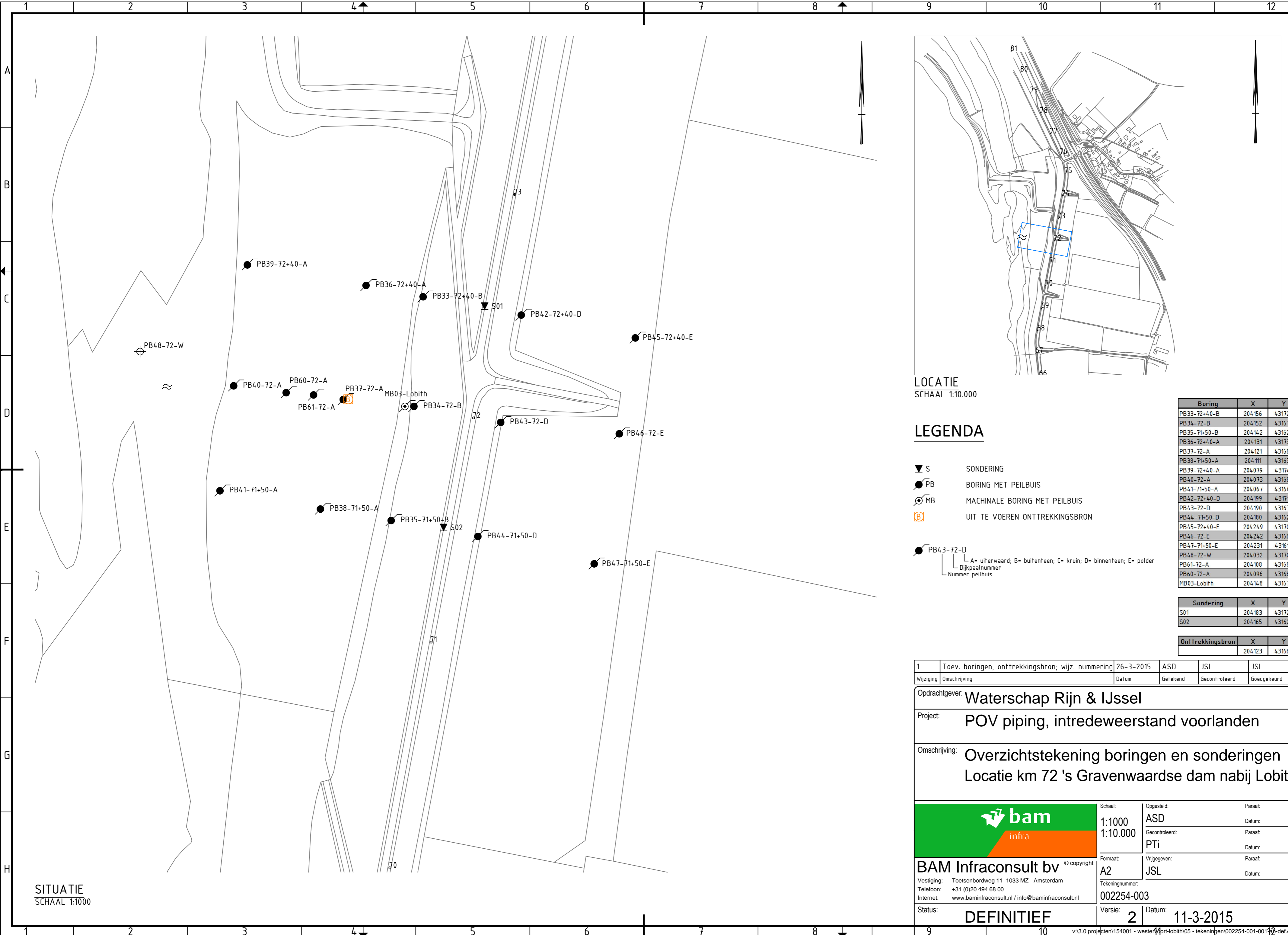
In opdracht van het waterschap Rijn en IJssel is een pompproef verricht ter plaatse van de 's Gravenwaardse dam te Lobith (km 72).

De proef is uitgevoerd met een deepwell in het eerste watervoerend pakket en waarnemingsbuizen op 15 m en 25 m afstand tot de deepwell. Er is gedurende ongeveer een week water onttrokken. Het onttrekkingsdebiet is constant gehouden op 90 m³/uur. De stijghoogten in de waarnemingsbuizen zijn met een interval van eenmaal per minuut gemeten.

Uit de proef kan het volgende worden geconcludeerd:

- De doorlatendheid van de grondlagen varieert volgens de korrelverdelingsdiagrammen tussen de circa 75 en 100 m/dag;
- Het waterpeil in de rivier heeft invloed op de stijghoogten. Het patroon van de stijghoogte volgt die van het rivierpeil;
- De verlagingen aan de zijde van de dijk zijn groter dan aan de rivierzijde;
- Tijdens de onttrekking is de verlaging de bron circa 2,5 m;
- De verlaging op circa 15 meter is tijdens de onttrekking circa 0,6 m;
- Het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket is afgeleid op circa 2.100 m²/dag. Deze waarde komt overeen met de verwachting vanuit de literatuur en de afleiding van de doorlatendheid van de grondlagen uit de korrelverdelingsdiagrammen.

Bijlage 1: Overzichtstekeningen



LOCATIE
SCHAAL 1:10.000

LEGENDA

- S SONDERING
 - PB BORING MET PEILBUIS
 - MB MACHINALE BORING MET PEILBUIS
 - B UIT TE VOEREN ONTTREKKINGSBRON
- PB43-72-D
 A= uiterwaard; B= buitenteen; C= kruin; D= binnenteen; E= polder
 Dijkpaalnummer
 Nummer peilbuis

Boring	X	Y
PB33-72+40-B	204156	431727
PB34-72-B	204152	431679
PB35-71+50-B	204142	431629
PB36-72+40-A	204131	431732
PB37-72-A	204121	431682
PB38-71+50-A	204111	431634
PB39-72+40-A	204079	431741
PB40-72-A	204073	431688
PB41-71+50-A	204067	431642
PB42-72+40-D	204199	431719
PB43-72-D	204190	431672
PB44-71+50-D	204180	431622
PB45-72+40-E	204249	431709
PB46-72-E	204242	431667
PB47-71+50-E	204231	431610
PB48-72-W	204032	431703
PB61-72-A	204108	431684
PB60-72-A	204096	431685
MB03-Lobith	204148	431679

Sondering	X	Y
S01	204183	431723
S02	204165	431626

Onttrekkingsbron	X	Y
	204123	431682

1	Toev. boringen, onttrekkingsbron; wijz. nummering	26-3-2015	ASD	JSL	JSL
Wijziging	Omschrijving	Datum	Gefekend	Gecontroleerd	Goedgekeurd

Opdrachtgever: **Waterschap Rijn & IJssel**

Project: **POV piping, intredeweerstand voorlanden**

Omschrijving: **Overzichtstekening boringen en sondingen
Locatie km 72 's Gravenwaardse dam nabij Lobith**

BAM Infraconsult bv © copyright

Vestiging: Toetsenbordweg 11 1033 MZ Amsterdam
 Telefoon: +31 (0)20 494 68 00
 Internet: www.baminfraconsult.nl / info@baminfraconsult.nl

Schaal: 1:1000
1:10.000

Formaat: A2

Tekeningnummer: 002254-003

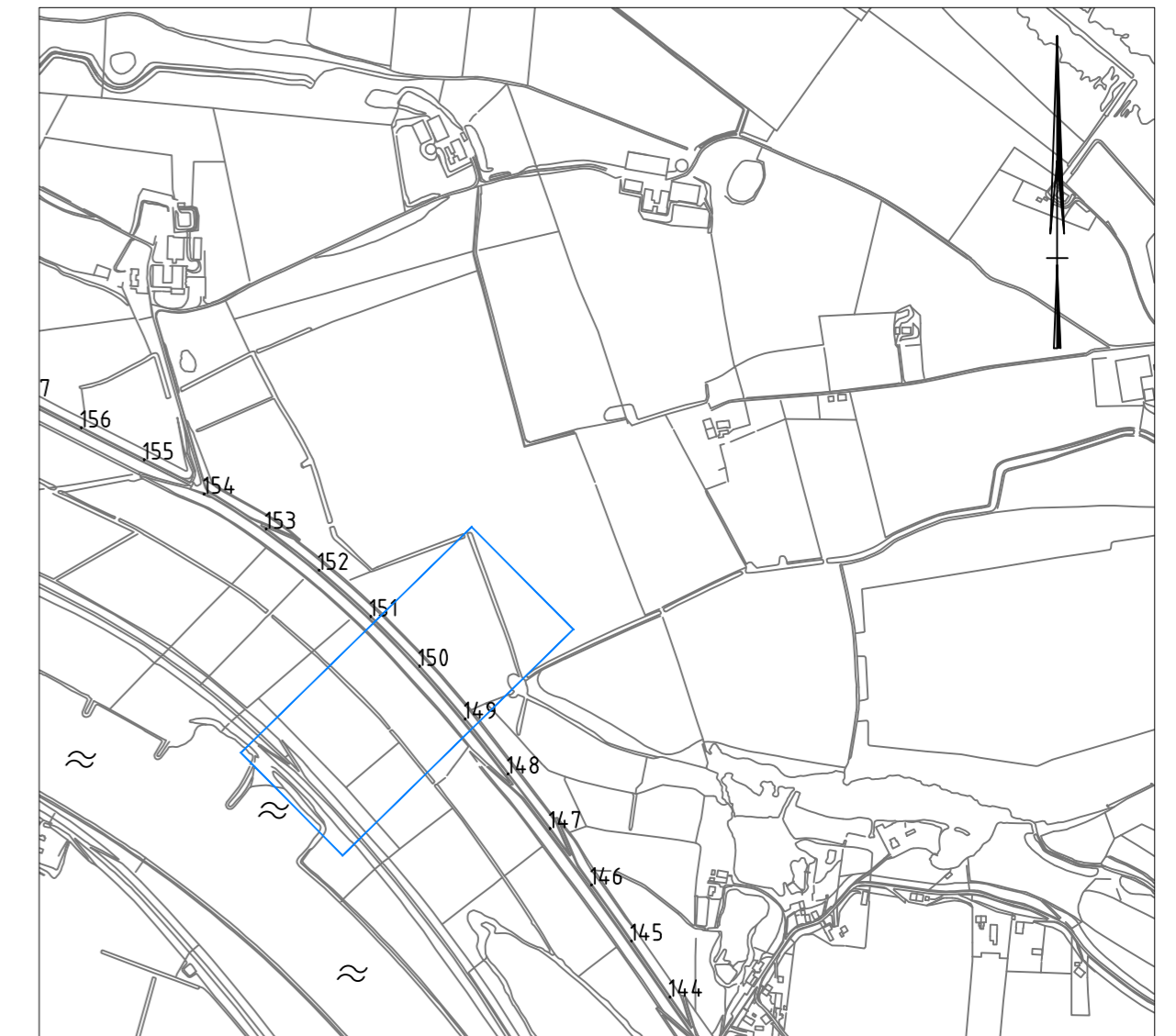
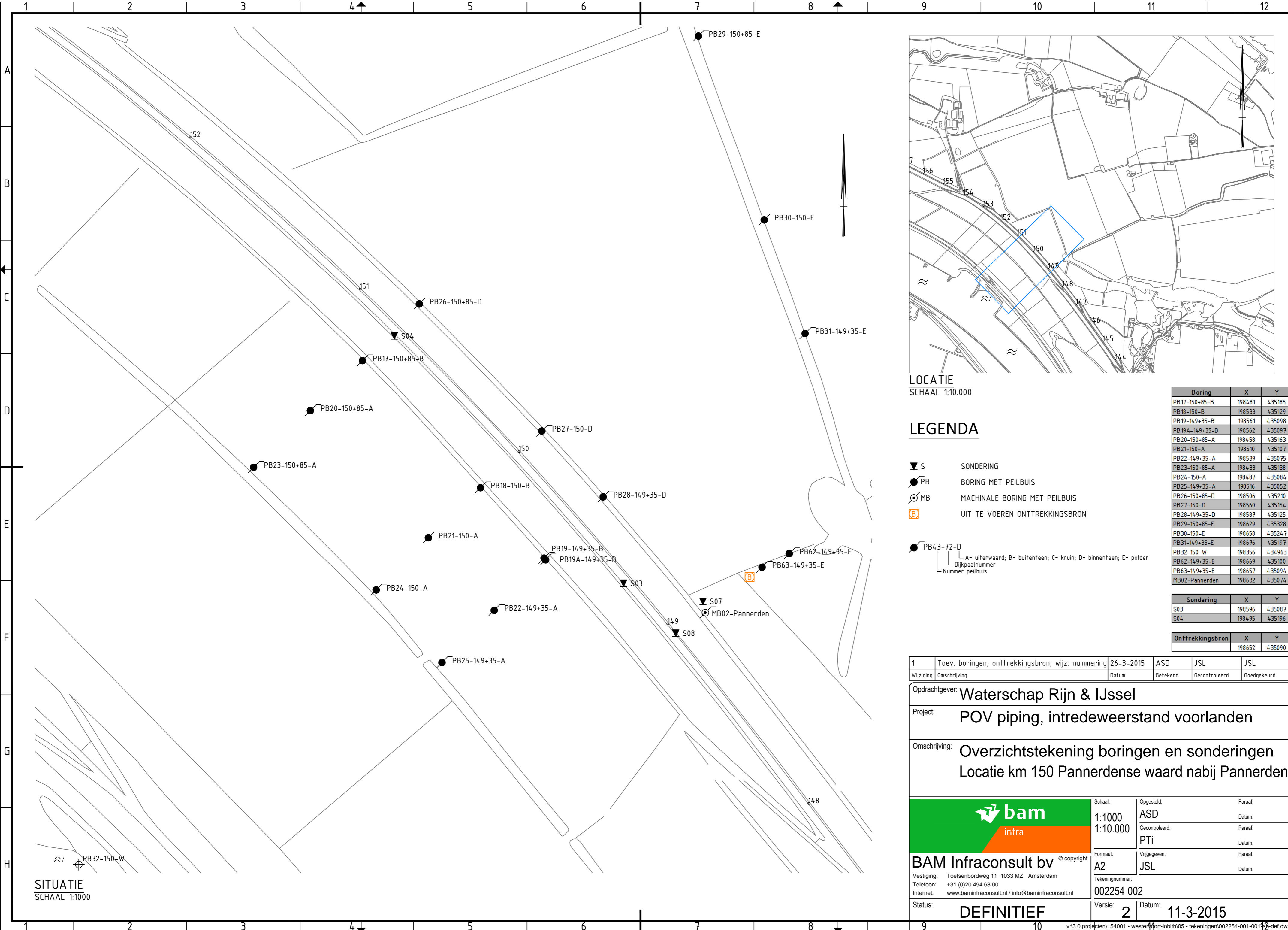
Status: **DEFINITIEF**

Opgesteld: ASD
Gecontroleerd: PTI

Vrijgegeven: JSL

Versie: 2 Datum: 11-3-2015

SITUATIE
SCHAAL 1:1000



LOCATIE
SCHAAL 1:10.000

LEGENDA

- ▼ S SONDERING
- PB BORING MET PEILBUIS
- ⊙ MB MACHINALE BORING MET PEILBUIS
- ⓑ UIT TE VOEREN ONTTREKKINGSBRON
- PB4.3-72-D
 A= uiterwaard; B= buitenteen; C= kruin; D= binnenteen; E= polder
 Dijkpaalnummer
 Nummer peilbuis

Boring	X	Y
PB17-150+85-B	198481	435185
PB18-150-B	198533	435129
PB19-149+35-B	198561	435098
PB19A-149+35-B	198562	435097
PB20-150+85-A	198458	435163
PB21-150-A	198510	435107
PB22-149+35-A	198539	435075
PB23-150+85-A	198433	435138
PB24-150-A	198487	435084
PB25-149+35-A	198516	435052
PB26-150+85-D	198506	435210
PB27-150-D	198560	435154
PB28-149+35-D	198587	435125
PB29-150+85-E	198629	435328
PB30-150-E	198658	435247
PB31-149+35-E	198676	435197
PB32-150-W	198356	434963
PB62-149+35-E	198669	435100
PB63-149+35-E	198657	435094
MB02-Pannerden	198632	435074

Sondering	X	Y
S03	198596	435087
S04	198495	435196

Onttrekkingsbron	X	Y
	198652	435090

1	Toev. boringen, onttrekkingsbron; wijz. nummering	26-3-2015	ASD	JSL	JSL
Wijziging	Omschrijving	Datum	Gefekend	Gecontroleerd	Goedgekeurd

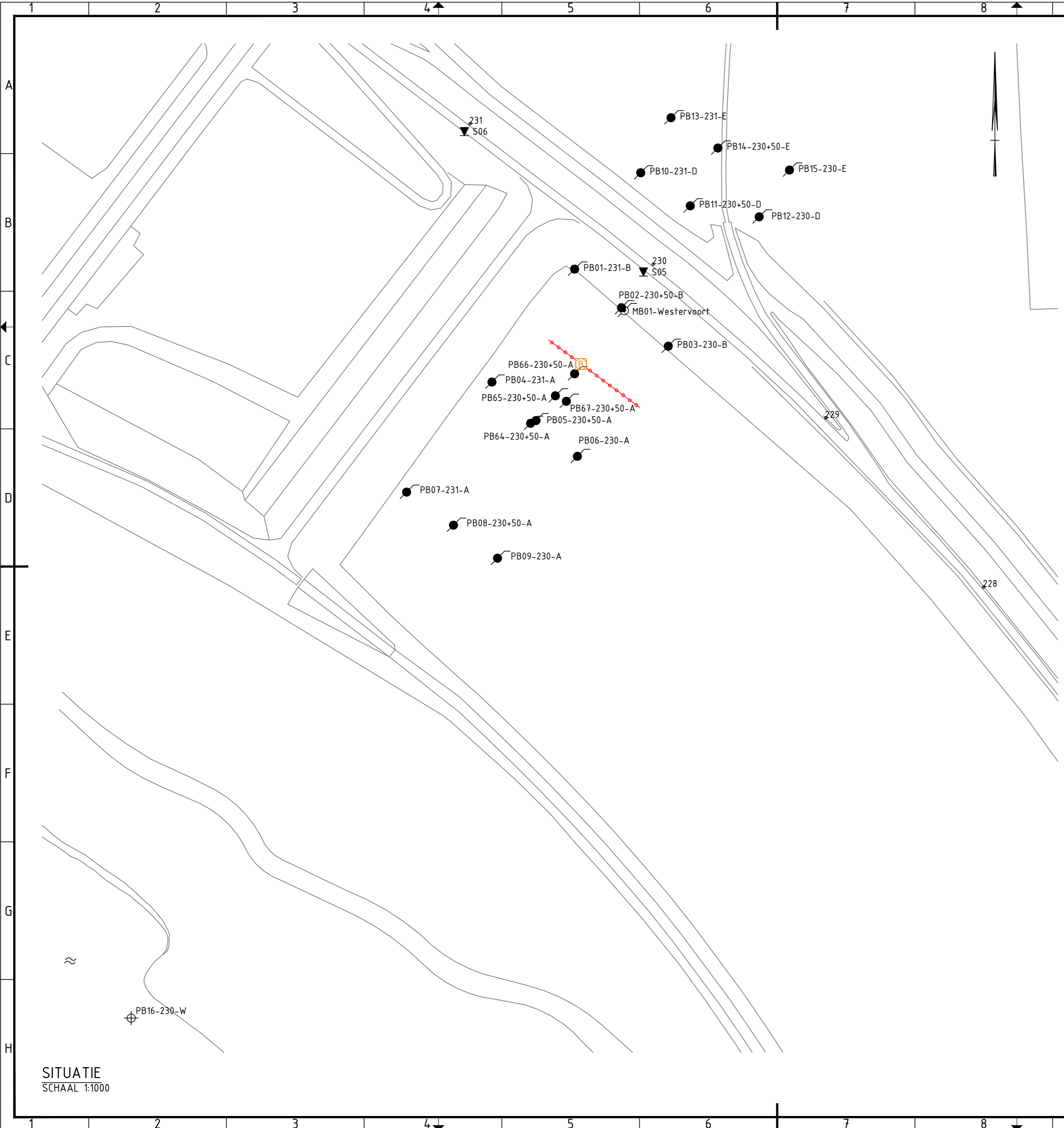
Opdrachtgever: **Waterschap Rijn & IJssel**

Project: **POV piping, intredeweerstand voorlanden**

Omschrijving: **Overzichtstekening boringen en sonderingen
Locatie km 150 Pannerdense waard nabij Pannerden**

	Schaal: 1:1000 1:10.000	Opgesteld: ASD	Paraaf:
	Formaat: A2	Gecontroleerd: PTI	Datum:
BAM Infraconsult bv © copyright Vestiging: Toetsenbordweg 11 1033 MZ Amsterdam Telefoon: +31 (0)20 494 68 00 Internet: www.baminfraconsult.nl / info@baminfraconsult.nl	Vrijgegeven: JSL	Paraaf:	Datum:
Status: DEFINITIEF	Tekeningnummer: 002254-002	Versie: 2	Datum: 11-3-2015

SITUATIE
SCHAAL 1:1000



SITUATIE
SCHAAL 1:1000



LOCATIE
SCHAAL 1:10.000

LEGENDA

- S SONDERING
- PB BORING MET PEILBUIS
- MB MACHINALE BORING MET PEILBUIS
- B ONTTREKKINGSBRON
- BEMALING (FILTERS: 12 STUKS, HOH= 3m, DIEP 4,5m)
- PB4.3-72-D
 - A= uiterwaard; B= buitenteen; C= kruin; D= binnenteen; E= polder
 - Dijkpaalnummer
 - Nummer peilbuis

Boring	X	Y
PB01-231-B	194.250	44.0555
PB02-230+50-B	194.267	44.0541
PB03-230-B	194.284	44.0527
PB04-231-A	194.220	44.0514
PB05-230+50-A	194.236	44.0500
PB06-230-A	194.251	44.0487
PB07-231-A	194.189	44.0474
PB08-230+50-A	194.206	44.0462
PB09-230-A	194.222	44.0450
PB10-231-D	194.274	44.0590
PB11-230+50-D	194.292	44.0578
PB12-230-D	194.317	44.0574
PB13-231-E	194.285	44.0610
PB14-230+50-E	194.302	44.0599
PB15-230-E	194.328	44.0591
PB16-230-W	194.089	44.0283
PB64-230+50-A	194.234	44.0499
PB65-230+50-A	194.243	44.0509
MB01-Westervoort	194.268	44.0540
PB66-230+50-A	194.250	44.0517
PB67-230+50-A	194.247	44.0507

Sondering	X	Y
S05	194.275	44.0554
S06	194.210	44.0605

Onttrekkingsbron	X	Y
	194.252	44.0521

Wijziging	Omschrijving	Datum	Getekend	Gecontroleerd	Goedgekeurd
2	Toev. PB66-230+50-A en PB67-230+50A; bemaling	23-6-2015	ASD	JSL	JSL
1	Toev. boringen, onttrekkingsbron; wijz. nummering	26-3-2015	ASD	JSL	JSL

Opdrachtgever: **Waterschap Rijn & IJssel**

Project: **POV piping, intredeweerstand voorlanden**

Omschrijving: **Overzichtstekening boringen en sonderingen
Locatie km 230,5 Pleijdijk nabij Westervoort**

BAM Infraconsult bv © copyright

Vestiging: Toetsenbordweg 11 1033 MZ Amsterdam
 Telefoon: +31 (0)20 494 68 00
 Internet: www.baminfraconsult.nl / info@baminfraconsult.nl

Schaal: 1:1000
1:10.000

Formaat: A2

Tekeningnummer: 002254-001

Status: **DEFINITIEF**

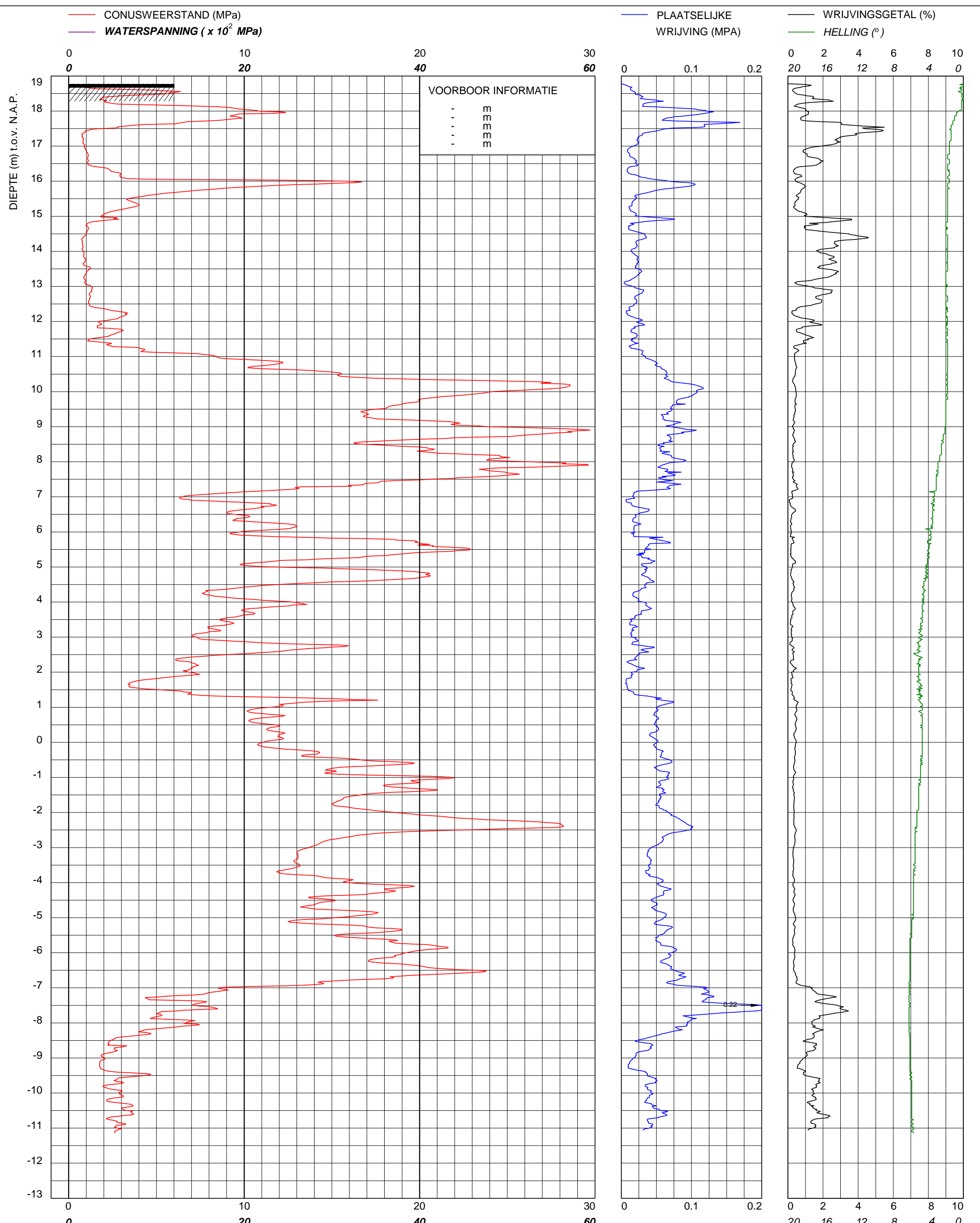
Opgesteld: ASD
Gecontroleerd: PTi

Vrijgegeven: JSL

Paraaf: _____ Datum: _____
 Paraaf: _____ Datum: _____
 Paraaf: _____ Datum: _____

Versie: **3** Datum: **11-3-2015**

Bijlage 2: Grondmechanisch onderzoek



© copyright
Multiconsult
 Contactweg 60
 1014 BW AMSTERDAM
 Telefoon (020) 410 85 43
 Email info@multiconsult.nl

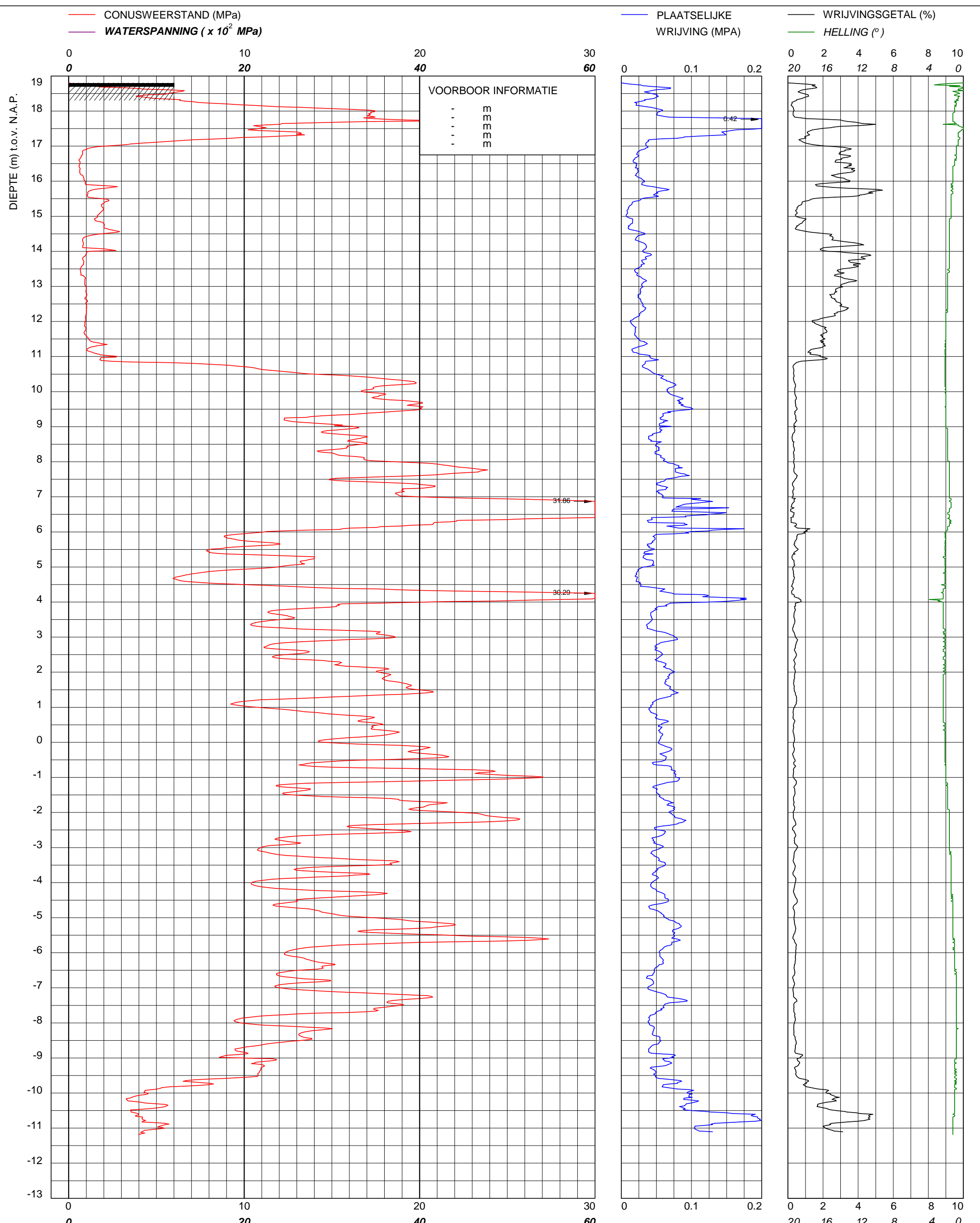
Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2
 Conus: 140119, Ac: 1.500 mm² Filterpositie U2

Waterschap Rijn en IJssel
Diverse locaties Lobith e.o.

MV	18.777 m N.A.P.	X	204183
Km		Y	431723
Uitvoeringsdatum		2-10-2014	
Printdatum		3-10-2014	

Opdrachtnummer :
 3350901

Locatiecode :
 S01



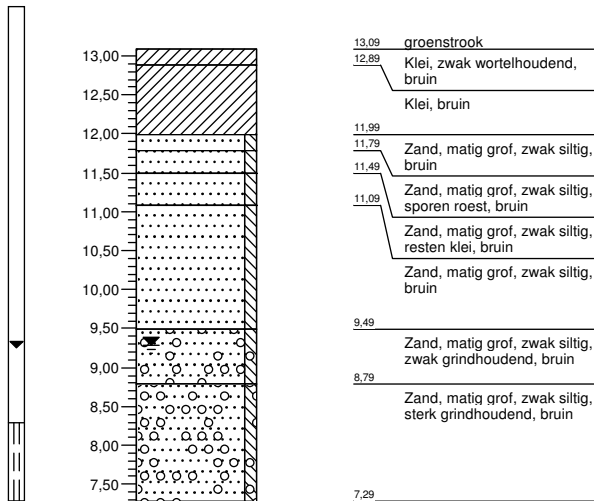
© copyright
 Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2
 Conus: 140119, Ac: 1.500 mm² Filterpositie U2
Waterschap Rijn en IJssel
Diverse locaties Lobith e.o.

MV	18.804 m N.A.P.	X	204165
Km		Y	431626
Uitvoeringsdatum		2-10-2014	
Printdatum		3-10-2014	

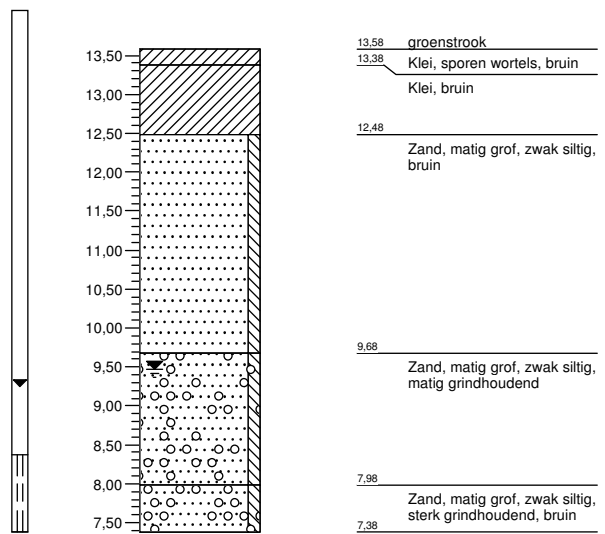
Opdrachtnummer :
 3350901
 Locatiecode :
 S02

Boring: PB33-72+40-B

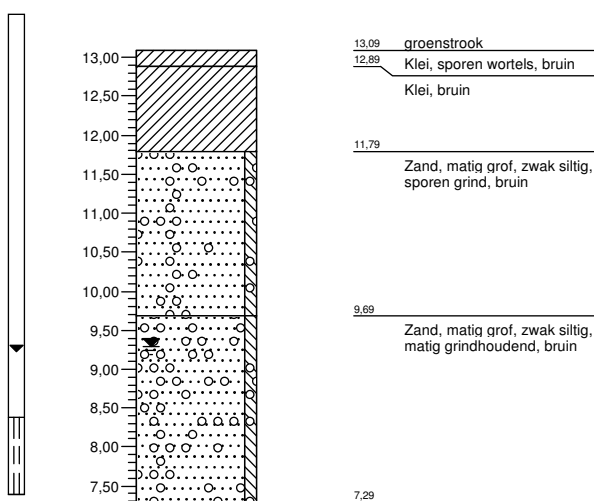
Datum: 08-10-2014
 X: 204156
 Y: 431727

**Boring: PB34-72-B**

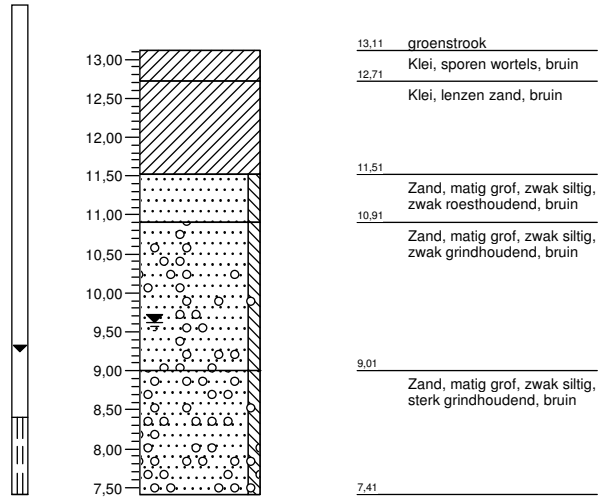
Datum: 07-10-2014
 X: 204152
 Y: 431679

**Boring: PB35-71+50-B**

Datum: 07-10-2014
 X: 204142
 Y: 431629

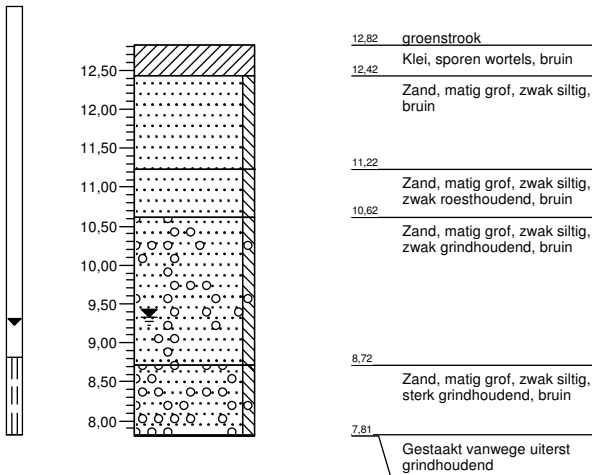
**Boring: PB36-72+40-A**

Datum: 08-10-2014
 X: 204131
 Y: 431732

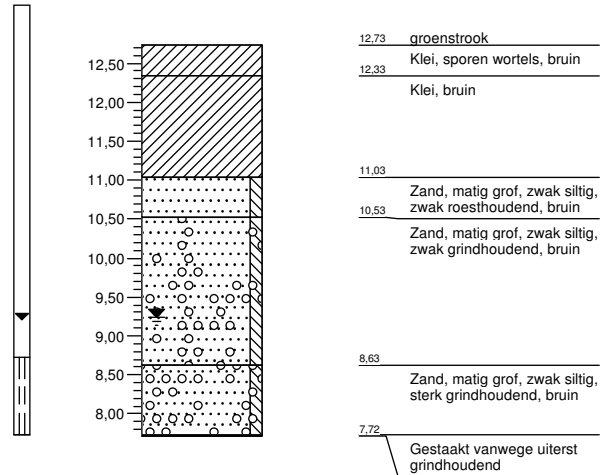


Boring: PB37-72-A

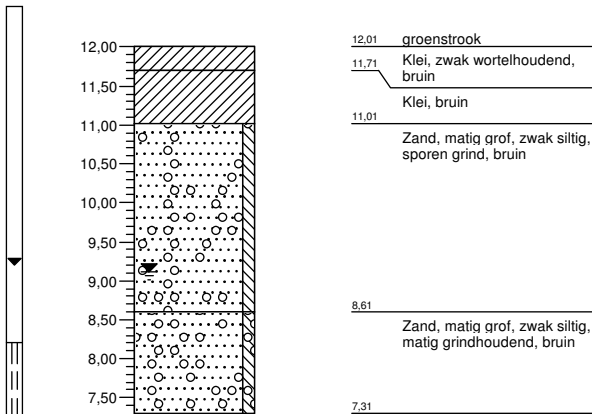
Datum: 07-10-2014
 X: 204121
 Y: 431682

**Boring: PB38-71+50-A**

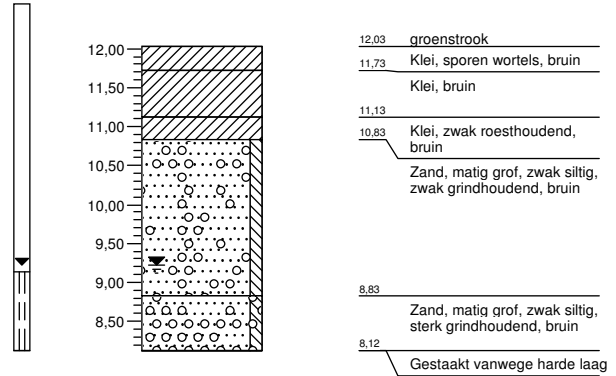
Datum: 07-10-2014
 X: 204111
 Y: 431634

**Boring: PB39-72+40-A**

Datum: 08-10-2014
 X: 204079
 Y: 431741

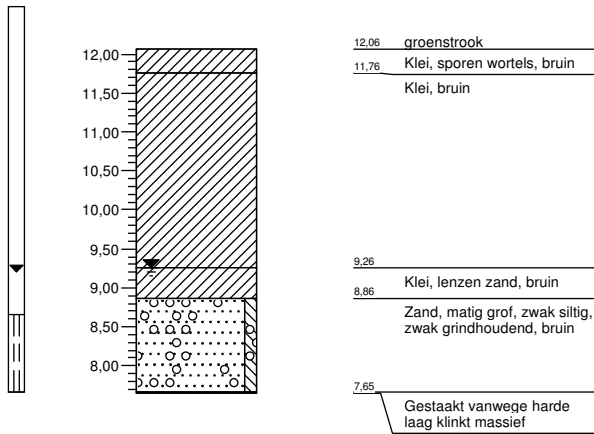
**Boring: PB40-72-A**

Datum: 07-10-2014
 X: 204073
 Y: 431688

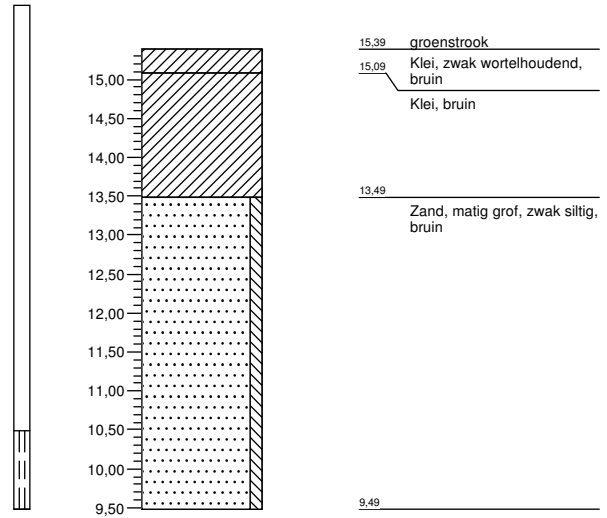


Boring: PB41-71+50-A

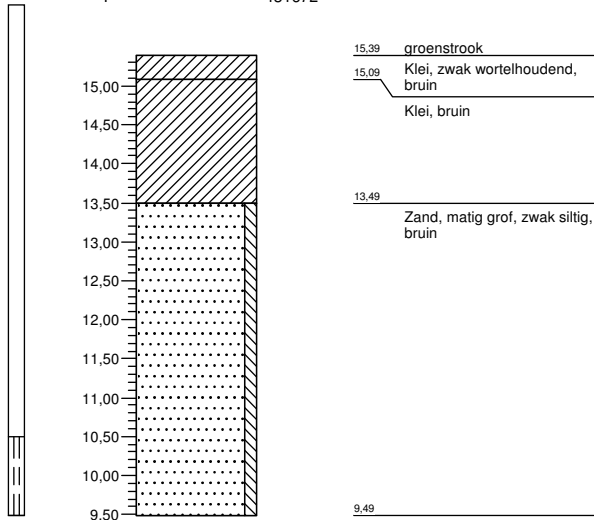
Datum: 07-10-2014
 X: 204067
 Y: 431642

**Boring: PB42-72+40-D**

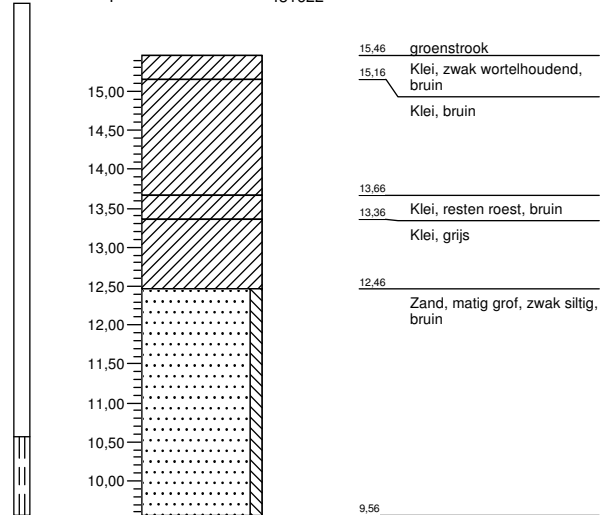
Datum: 09-10-2014
 X: 204199
 Y: 431719

**Boring: PB43-72-D**

Datum: 08-10-2014
 X: 204190
 Y: 431672

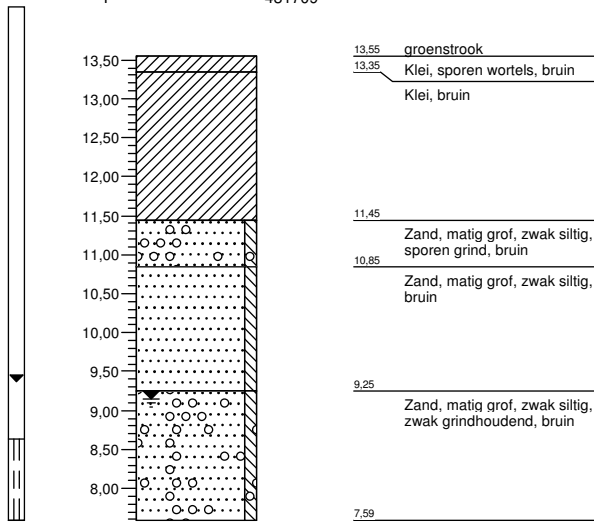
**Boring: PB44-71+50-D**

Datum: 08-10-2014
 X: 204180
 Y: 431622

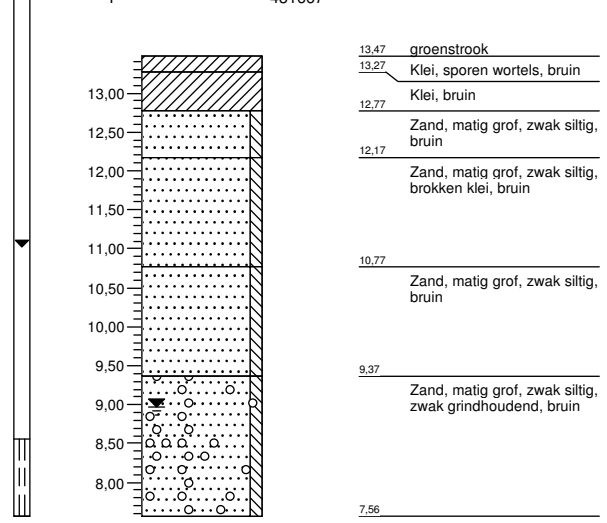


Boring: PB45-72+40-E

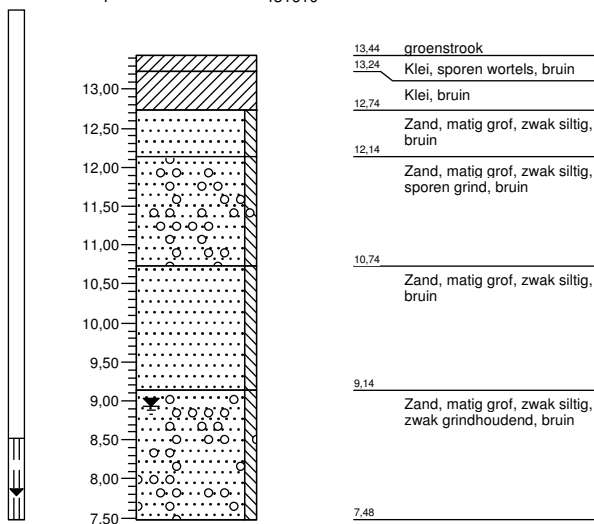
Datum: 09-10-2014
 X: 204249
 Y: 431709

**Boring: PB46-72-E**

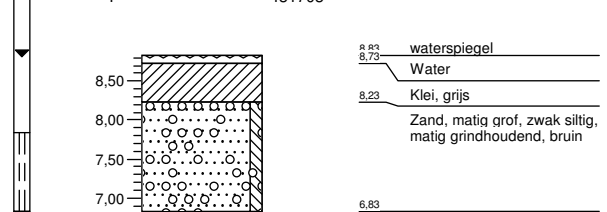
Datum: 09-10-2014
 X: 204242
 Y: 431667

**Boring: PB47-71+50-E**

Datum: 09-10-2014
 X: 204231
 Y: 431610

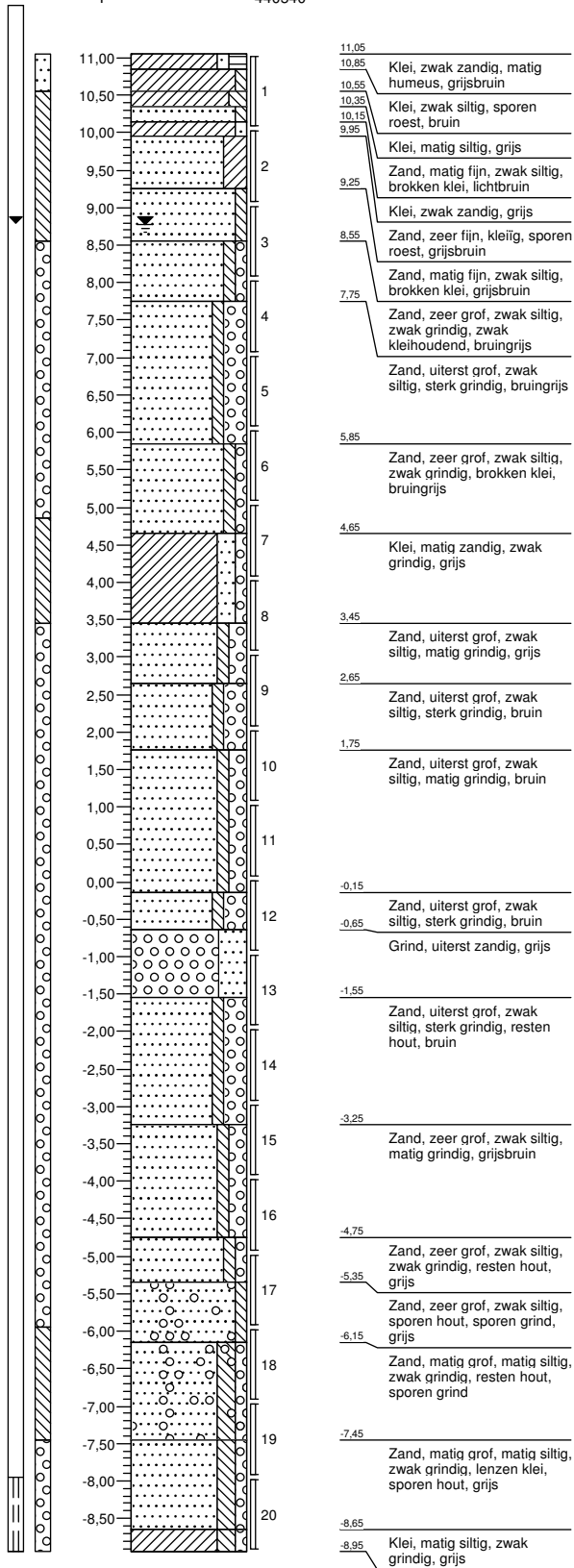
**Boring: PB48-72-W**

Datum: 07-10-2014
 X: 204032
 Y: 431703



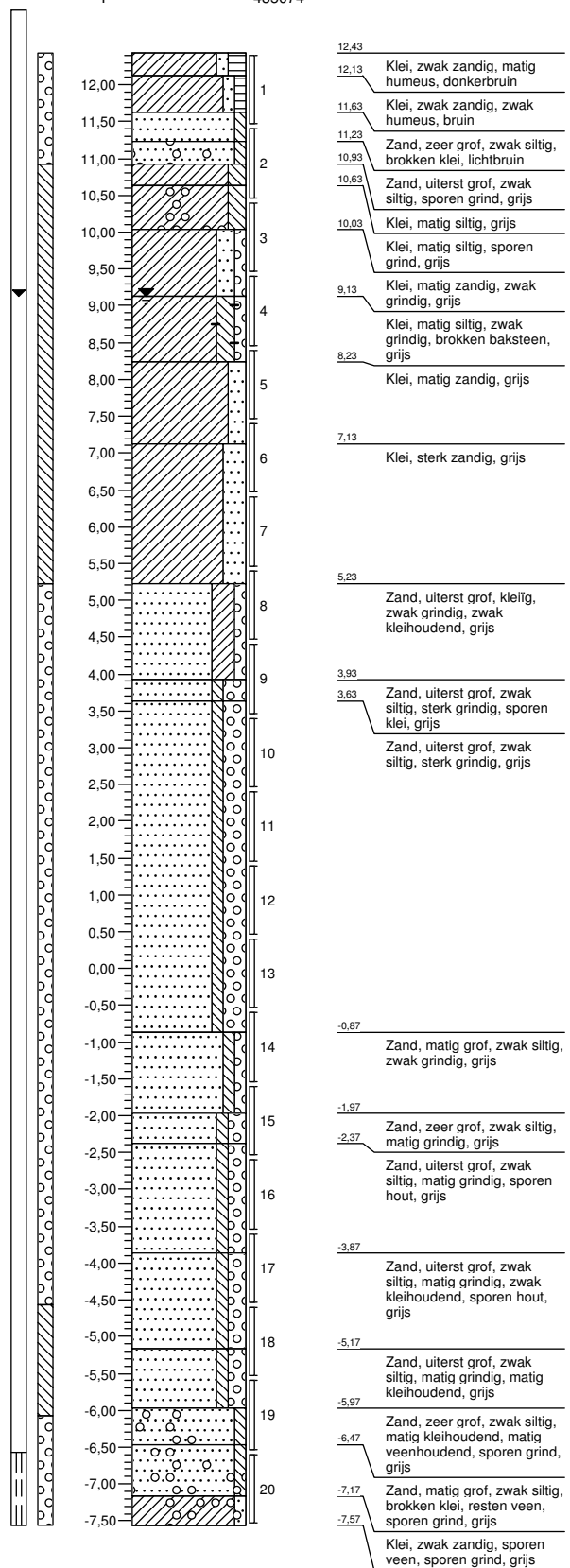
Boring: MB01-Westervoort

Datum: 16-03-2015
 X: 194268
 Y: 440540



Boring: MB02-Pannerden

Datum: 19-03-2015
 X: 198632
 Y: 435074



Contactweg 60
 1014 BW AMSTERDAM
 Telefoon (020) 410 85 43
 Email info@multiconsult.nl

Projectnaam: Diverse locaties Lobith e.o.

Opdrachtgever: Waterschap Rijn en IJssel

Projectcode: 3350901

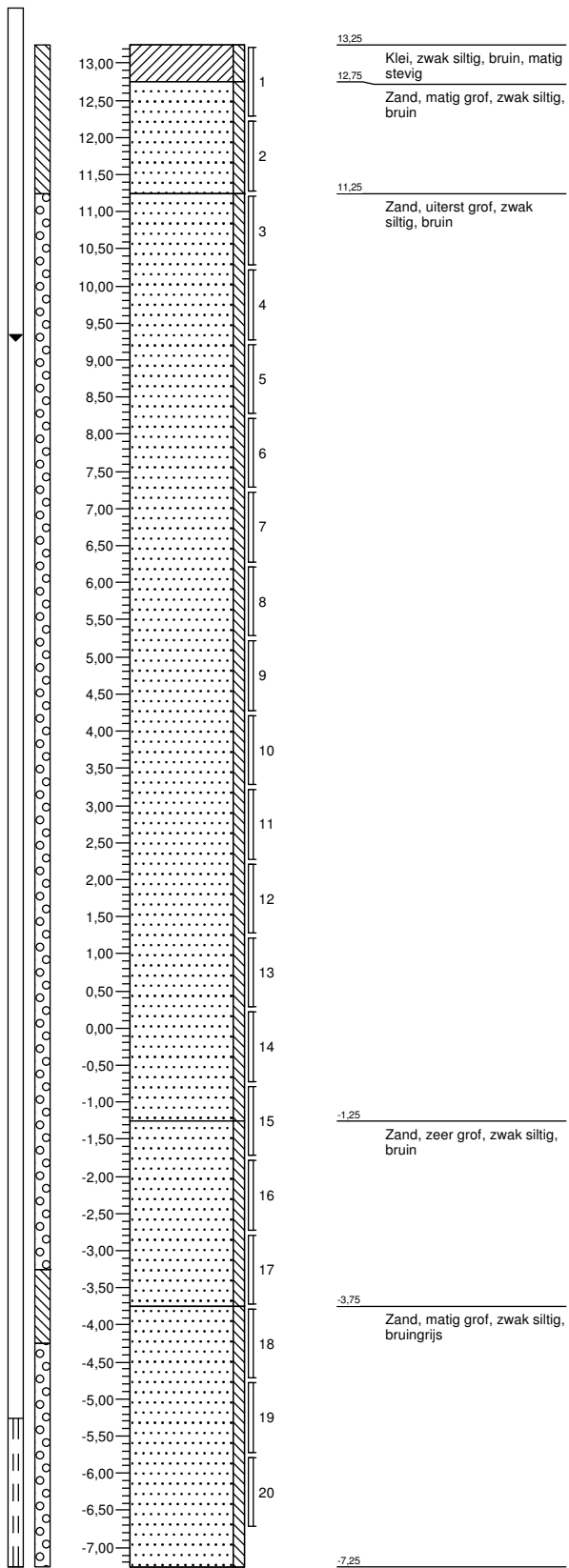
Boormeester: J. Kuijt

Projectleider: J. Slaghuis

Pagina: 1 / 2

Boring: MB03-Lobith

Datum: 22-10-2014
X: 204148
Y 431679



Contactweg 60
1014 BW AMSTERDAM
Telefoon (020) 410 85 43
Email info@multiconsult.nl

Projectnaam: Diverse locaties Lobith e.o.

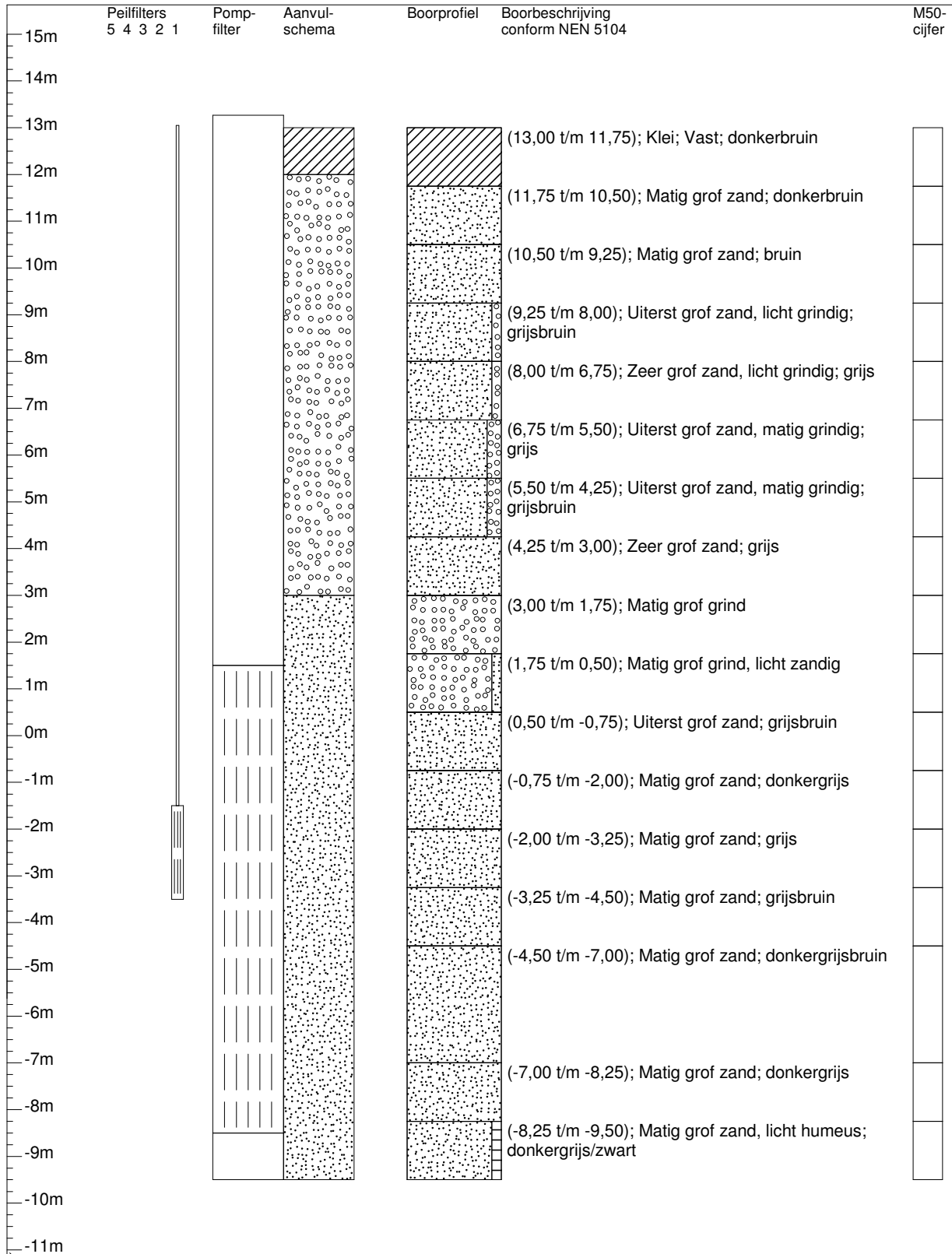
Boormeester: J. Kuijt

Opdrachtgever: Waterschap Rijn en IJssel

Projectleider: J. Slaghuis

Projectcode: 3350901

Pagina: 2 / 2



Verticale as vertegenwoordigt de hoogte in meters t.o.v. NAP

	Project/Plaats	Pompproeven Pannerden / Westervoort / Lobith	Datum	30-4-2015	Ons kenmerk	615302
	Opdrachtgever	BAM Infra	X-coördinaat	204152	Uw kenmerk	
	Boormethode	Zuigboren ø 700 mm	Y-coördinaat	431679	Boornummer	
	Boormeester	W. vd Polder	KM	Lobith		
Mos Grondwatertechniek Heinenoord, tel +31 186 607100, www.mos-grondwatertechniek.nl,						

Peilfilters (van-tot(diameter))

Peilbuis 1: -1,50 m t/m -3,50 m (32 mm)

Pomppfilters (van-tot(diameter x perforatie diameter))

13,27 m t/m 1,50 m (400 mm x 0 mm)
 1,50 m t/m -8,50 m (400 mm x 1 mm)
 -8,50 m t/m -9,50 m (400 mm x 0 mm)

Zandaanvullingen en kleiafdichtingen (van-tot(materiaal))

13,00 m t/m 12,00 m (Mikolit 00)
 12,00 m t/m 3,00 m (Aanvulgrind 2-5 mm)
 3,00 m t/m -9,50 m (Filtergrind)

Opmerking boring

Werkwater: ca. 33 m³
 Boorspoelingsadditieven: Antisol 4 kg.

Filtergrind: 1,0 - 1,6 mm, volgens Kiwa certificaat K 2332/03 'Zand en grind voor de drinkwaterproductie.'
 Zwelklei: Mikolit 00, volgens Kiwa certificaat K58346-01 'Boorgatklei voor milieukundig grondwateronderzoek'.

Algemene opmerking project

Werkzaamheden zijn, onafhankelijk van de opdrachtgever, uitgevoerd conform BRL SIKB 2100 'Beoordelingsrichtlijn Mechanisch boren' met bijbehorend protocol 2100.
 Certificaatnummer K58873/04, scope A, B en C.

J. in't Veld

	Project/Plaats	Pompproeven Pannerden / Westervoort / Lobith	Datum	30-4-2015	Ons kenmerk	615302
	Opdrachtgever	BAM Infra	X-coördinaat	204152	Uw kenmerk	
	Boormethode	Zuigboren ø 700 mm	Y-coördinaat	431679	Boornummer	
	Boormeester	W. vd Polder	KM		Lobith	
Mos Grondwatertechniek Heinoord, tel +31 186 607100, www.mos-grondwatertechniek.nl,						

Plaatsingsformulier wegdrukfilters

Projectgegevens

Plaats	Lobith	Werknummer	3350901
Werklocatie	Diverse locaties	Opdrachtgever	Waterschap Rijn en IJssel
Voertuig	Optotruck1	Datum rapportage	19 maart 2015
Uitgevoerd door	P. Harbering		

Filterstelling

Filternummer	PB60-72-A		PB61-72-A		
Datum plaatsing	17 maart 2015		17 maart 2015		
¹ Filter type	C		C		
Filterdiepte van ... tot ... [m – mv.]	19.00	20.00	19.00	20.00	
Bovenkant stijgbuis m t.o.v. NAP	+13.324		+13.470		
Maaiveld t.o.v. NAP	+12.599		+12.642		
X-/Y-coördinaten	204096	431685	204108	431684	

Afwerking

² Afdichting type	-		-		
Afdichting van ... tot ... [m – mv.]	-	-	-	-	
Straatpot/Beschermkoker/Anders...	Beschermkoker		Beschermkoker		

Afpompen

Grondwaterstand [t.o.v. BkPb]	-	-	
Datum schoonpompen	-	-	
Opbrengst [goed/matig/slecht]	-	-	
Kleur	-	-	
Geur	-	-	
Helderheid [helder/matig troebel/troebel]	-	-	
Schoongepompt volume [liter]	-	-	

Bijzonderheden

¹) Standaard drukfilters:

minifilters

- Type A : Minifilters PVC Ø 20/17 mm met een perforatielengte van 0.70 m verlengd met een PE slang Ø 6x8 mm tot mv.
 Type B : Minifilters PVC Ø 20/17 mm met een perforatielengte van 0.70 m verlengd met een PE slang Ø 10x12 mm tot mv.

casing filters:

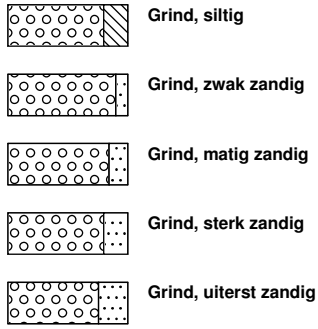
- Type C : 1" filter HDPE Ø 32/26 mm met een perforatielengte van 1.00 m.
 Type D : 1" filter HDPE Ø 32/26 mm met een perforatielengte van 2.00 m.
 Type E : 1" filter PVC Ø 32/25 mm met een perforatielengte van 1.00 m.
 Type F : 1" filter PVC Ø 32/25 mm met een perforatielengte van 2.00 m.
 Type G : 1" filter staal type gasbuis met een lengte van 1.00 m.

²) Afdichting:

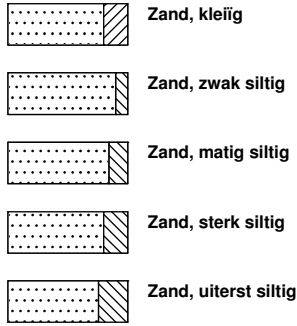
- Type 1 : Afdichting met een opstijvend mengsel van bentoniet met Dämmer-cement.
 Type 2 : Afdichting met verzwaarde zweelkorrels.

Legenda (conform NEN 5104)

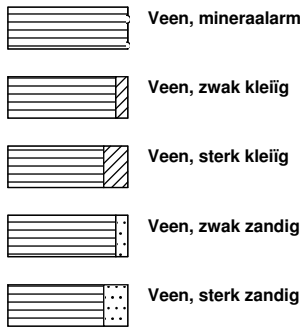
grind



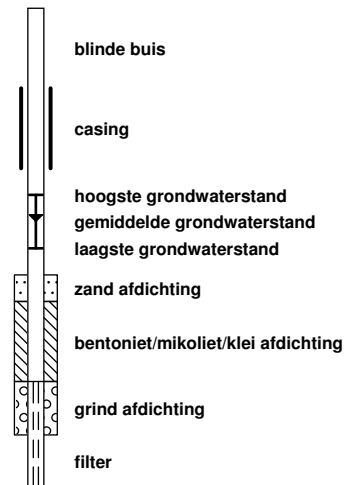
zand



veen



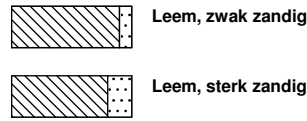
peilbuis



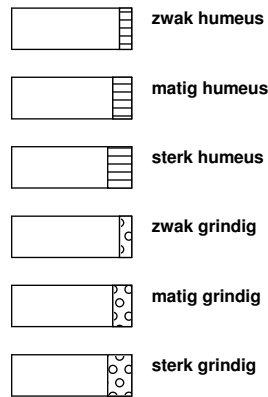
klei



leem



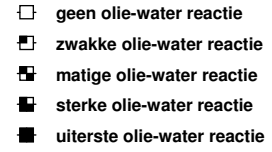
overige toevoegingen



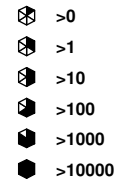
geur



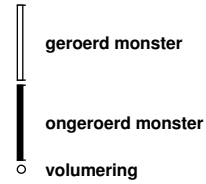
olie



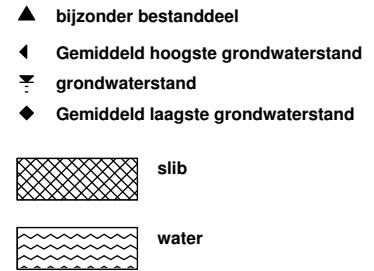
p.i.d.-waarde



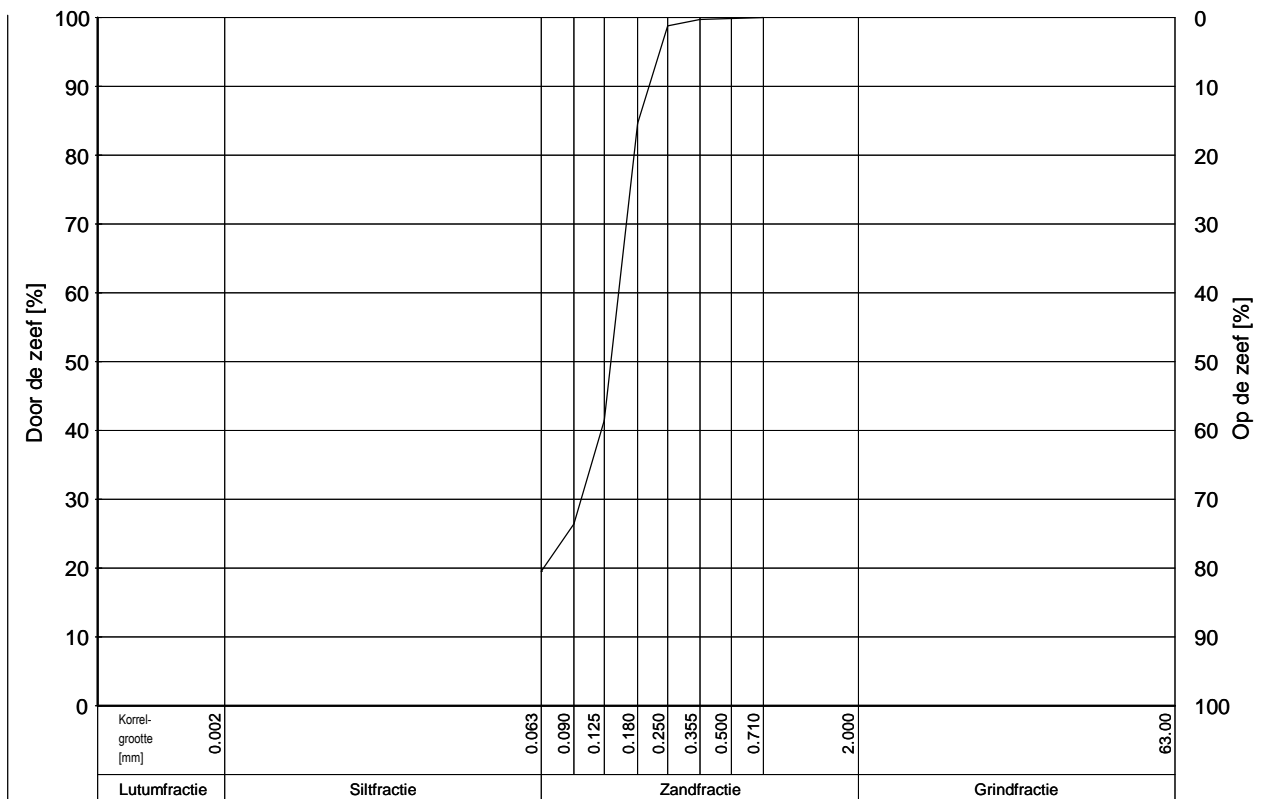
monsters



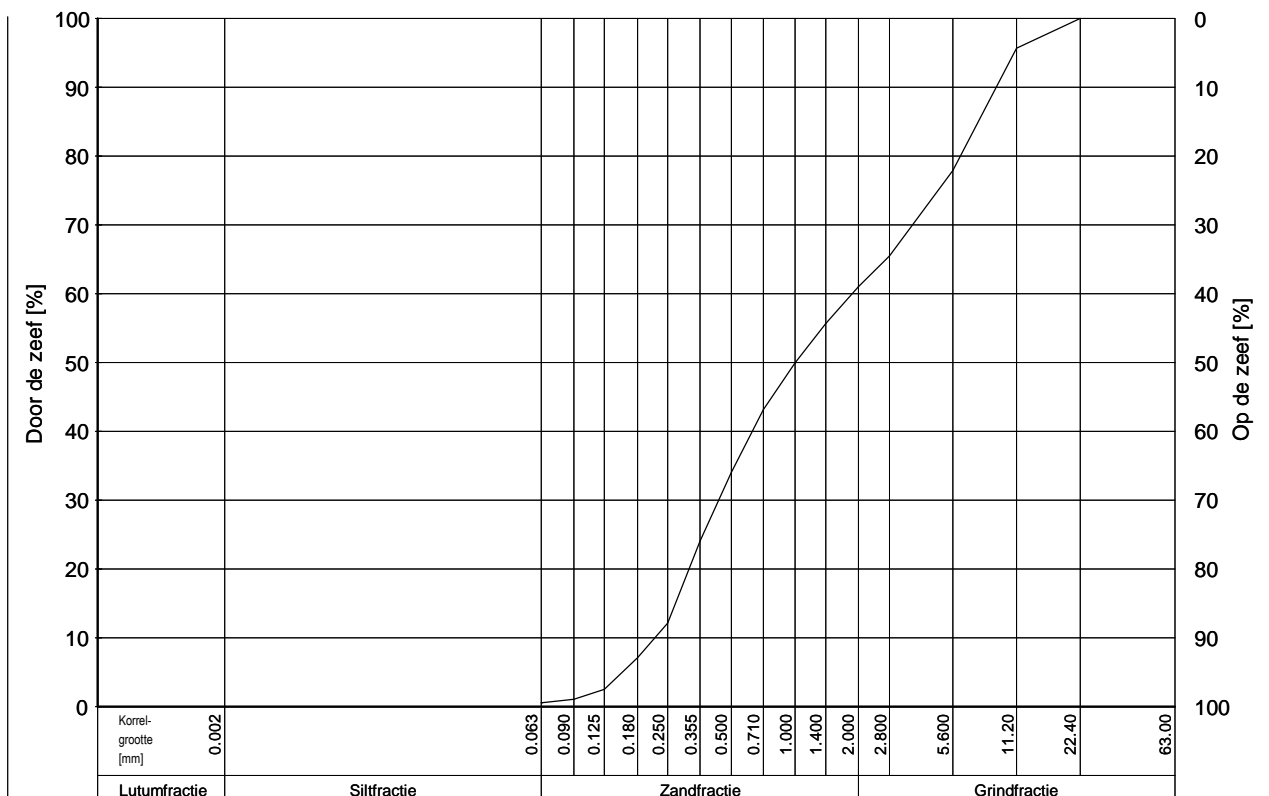
overig



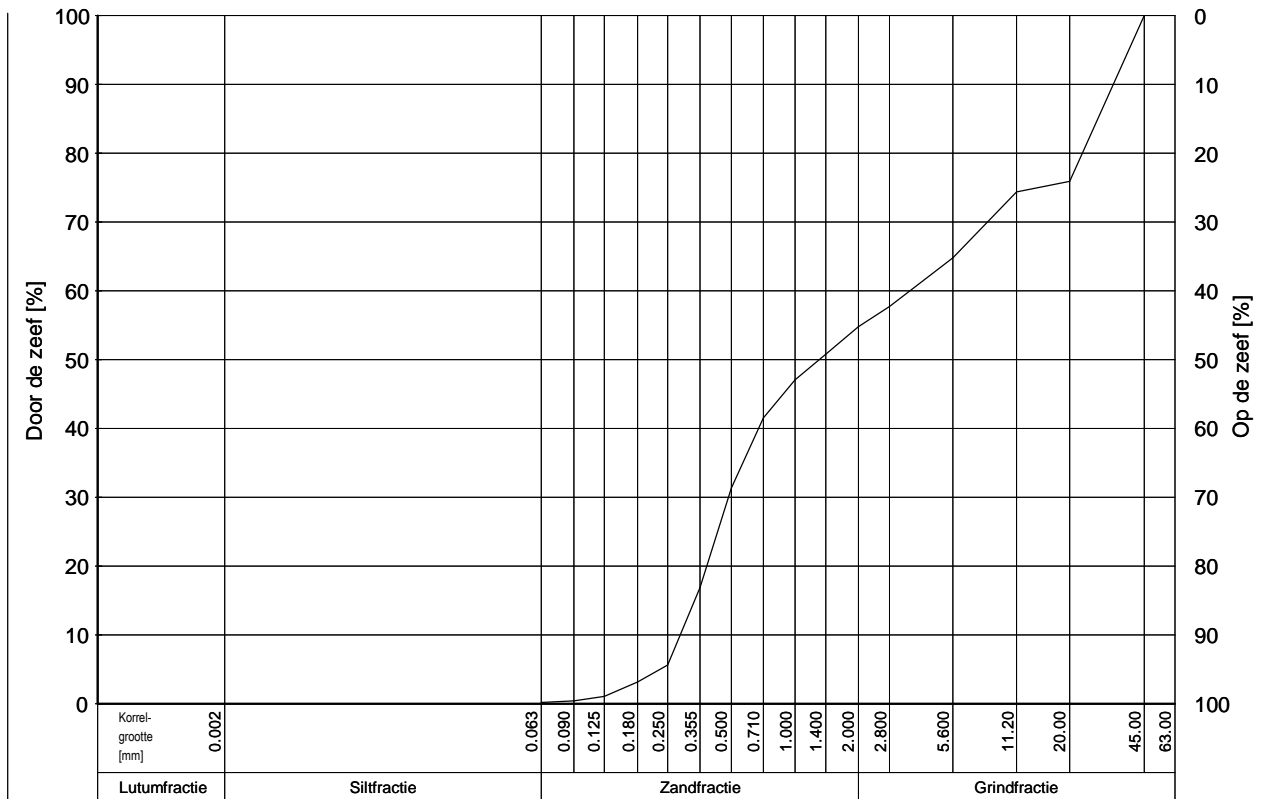
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
B01	2	13.60	12.60/11.60	146	134	1.69			19.5	



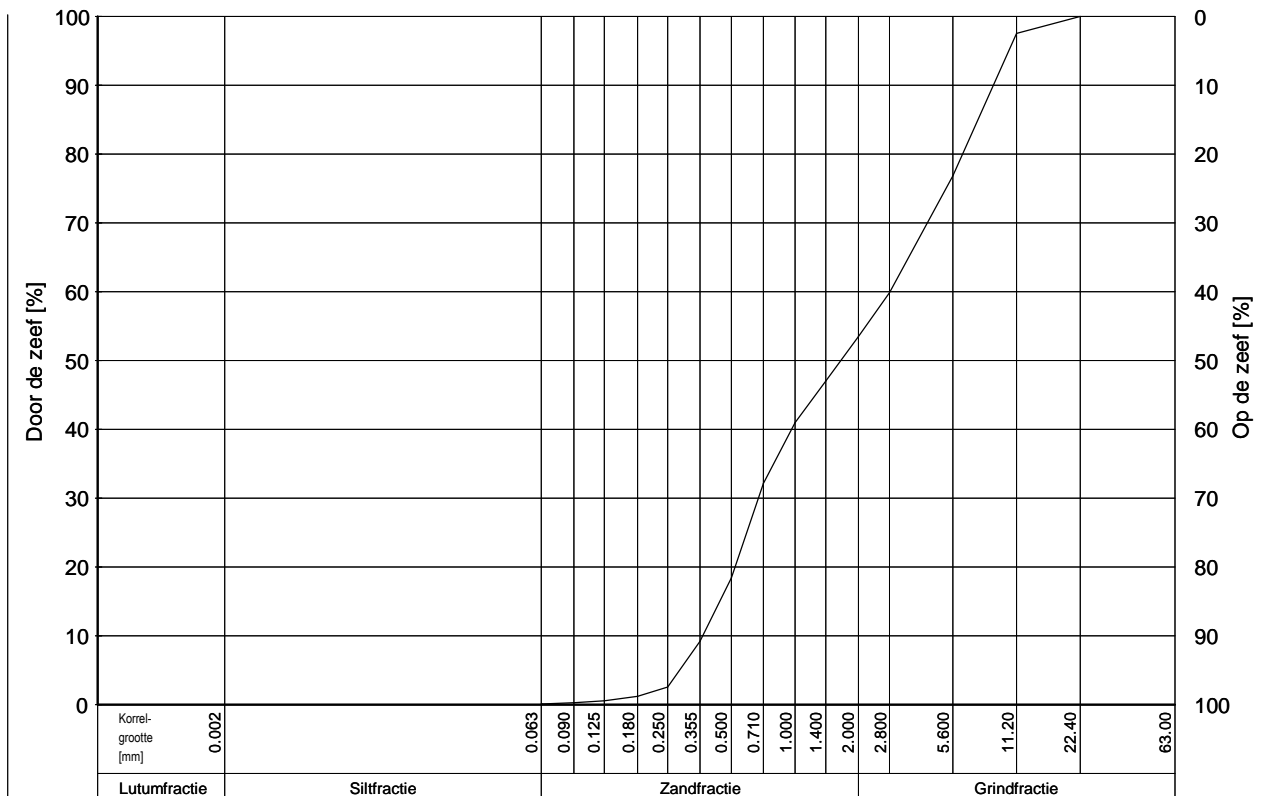
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
B01	4	13.60	10.60/9.60	448	1003	3.22	6.2		0.9	38.98



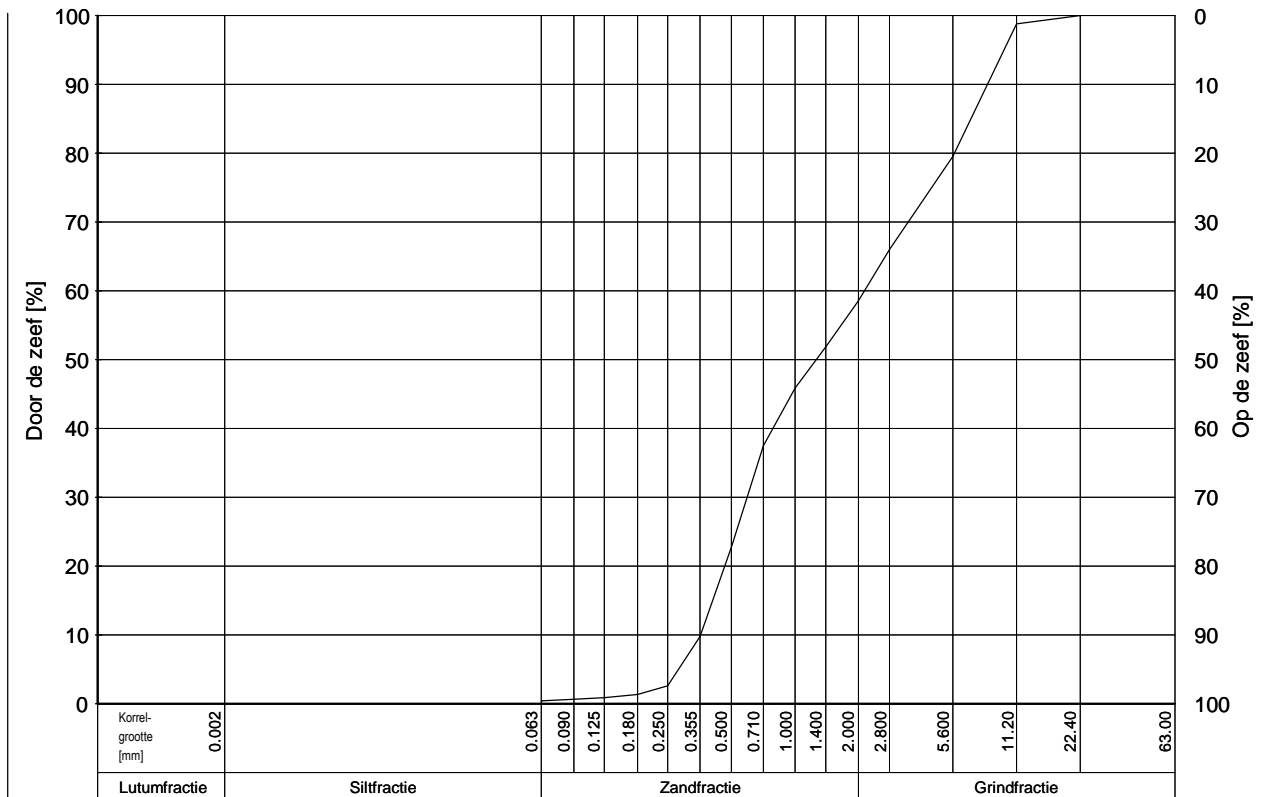
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
B01	6	13.60	8.60/7.60	456	1303	2.11	21.0		0.3	45.20



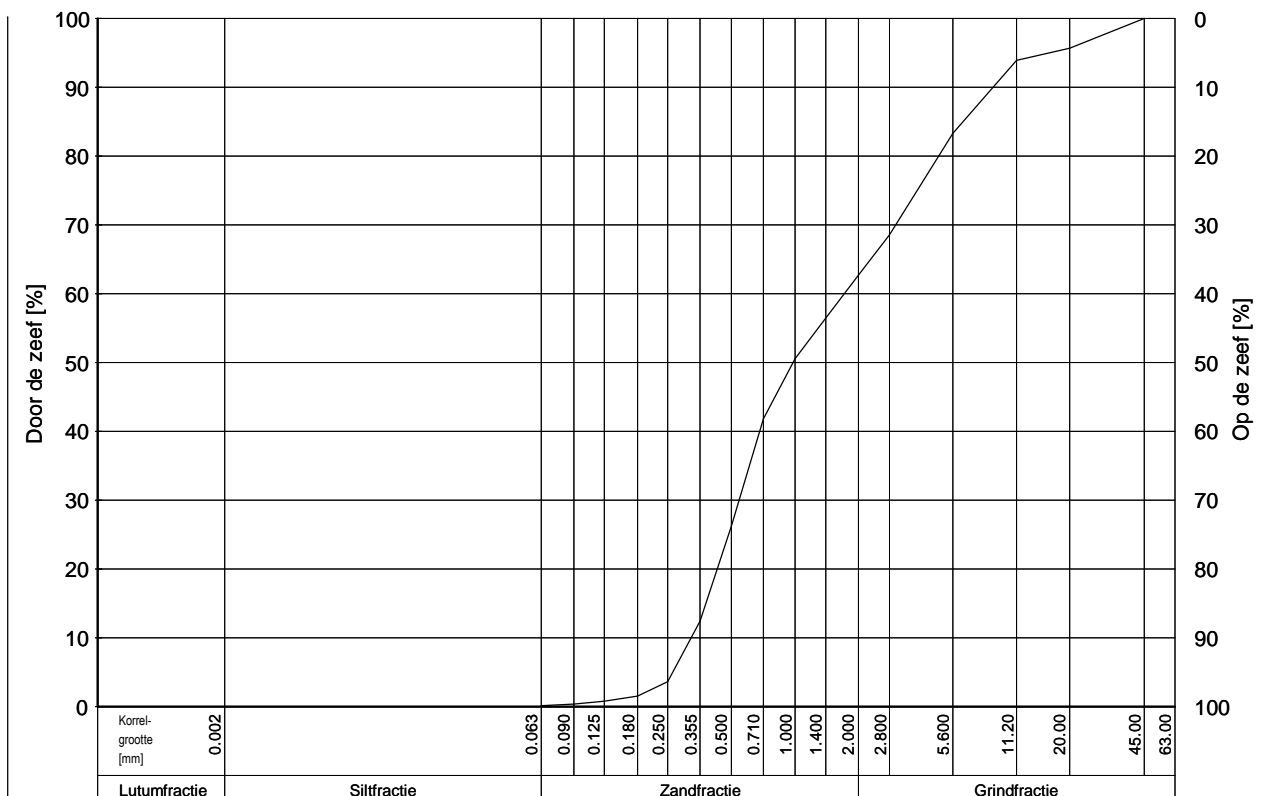
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
B01	8	13.60	6.60/5.60	619	1650	2.44	5.6		0.1	46.52



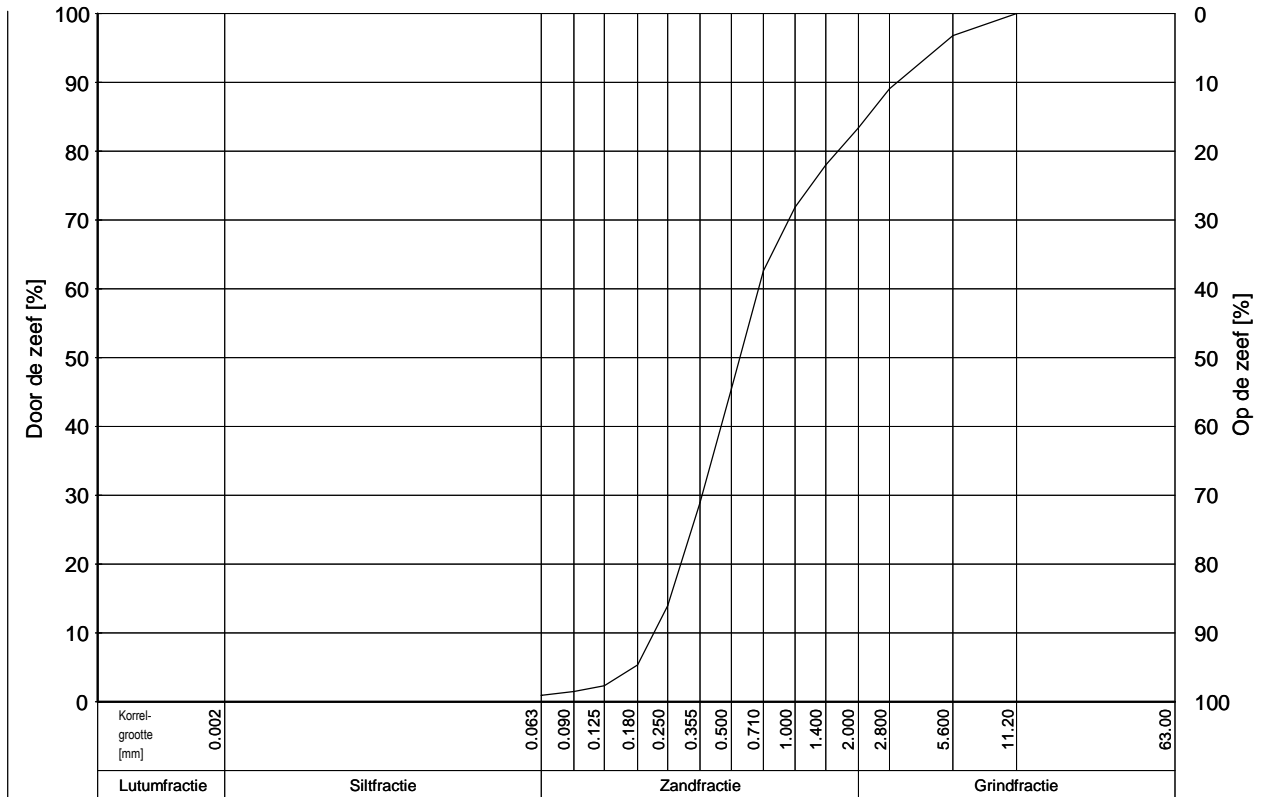
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μm]	D50 [μm]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63μm/<2mm [%]	>2mm [%]
B01	10	13.60	4.60/3.60	587	1262	2.26	5.5		0.7	41.44



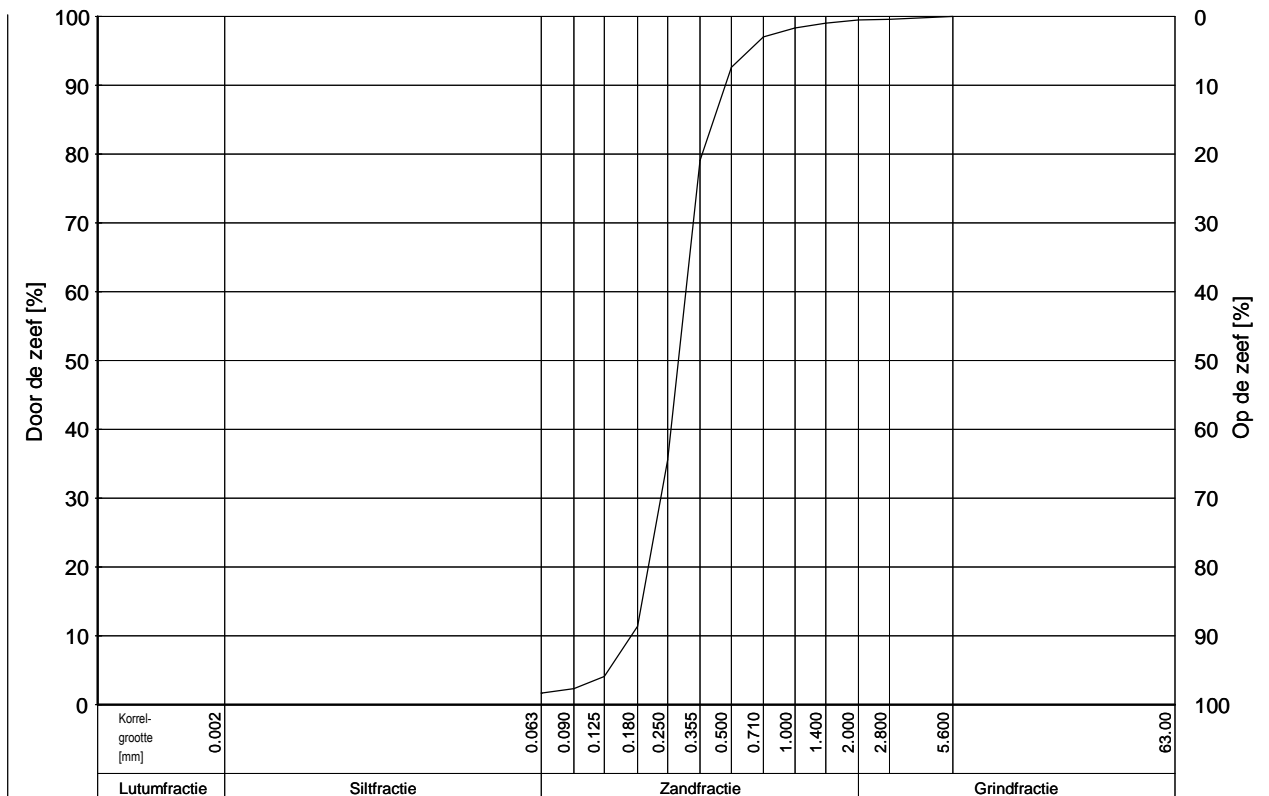
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μm]	D50 [μm]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63μm/<2mm [%]	>2mm [%]
B01	12	13.60	2.60/1.60	562	979	2.32	5.1		0.2	37.31



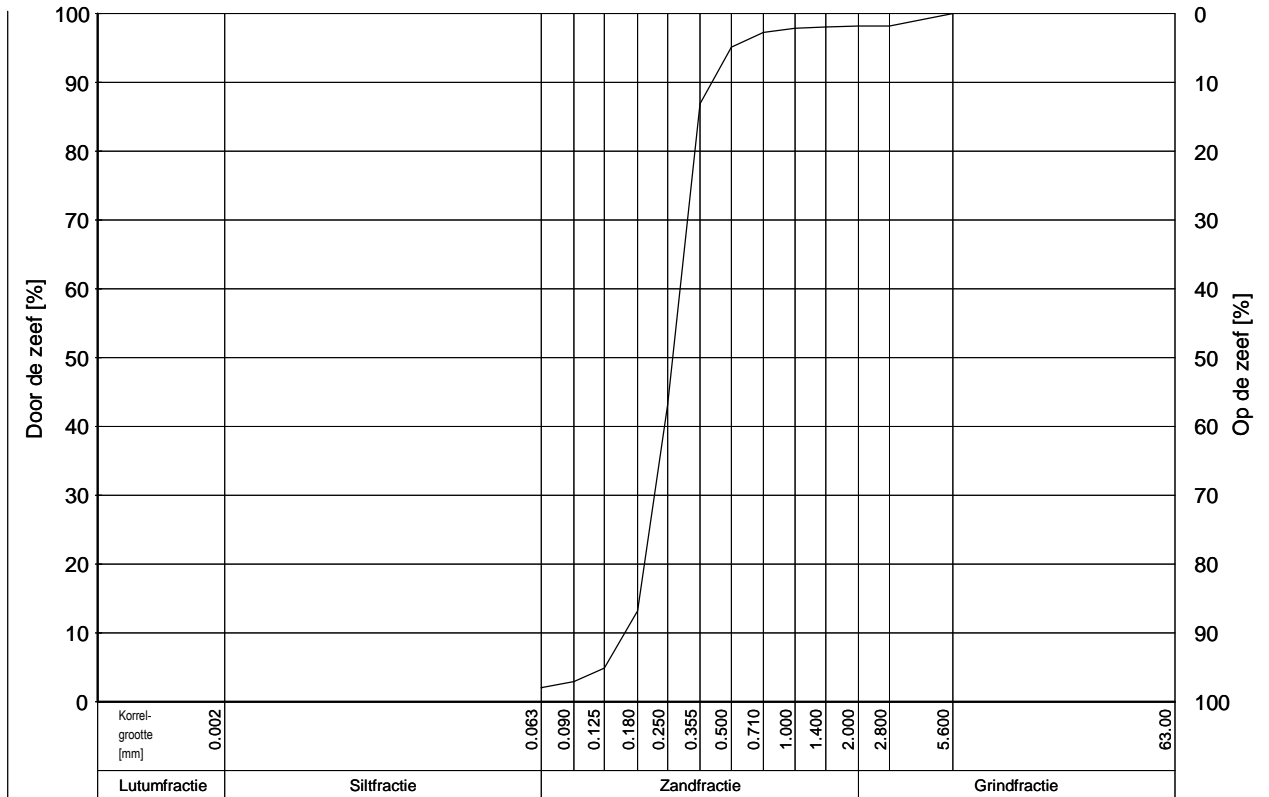
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
B01	14	13.60	0.60/-0.40	467	549	2.66	3.5		1.1	16.61



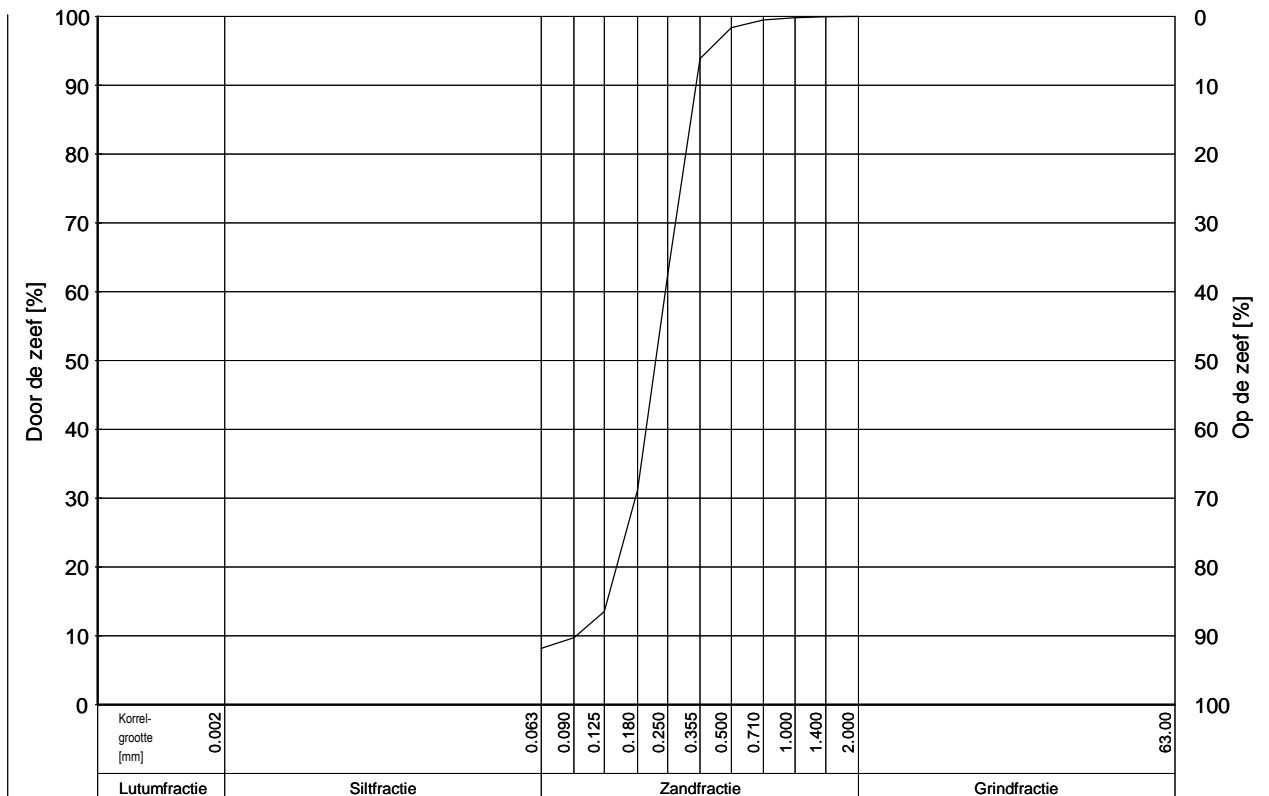
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
B01	16	13.60	-1.40/-2.40	282	281	1.69	3.7	7.02e-05 (p=0.3)	1.7	0.53



Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μm]	D50 [μm]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63μm/<2mm [%]	>2mm [%]
B01	18	13.60	-3.40/-4.40	264	264	1.70	4.0	6.00e-05 (p=0.3)	2.1	1.80

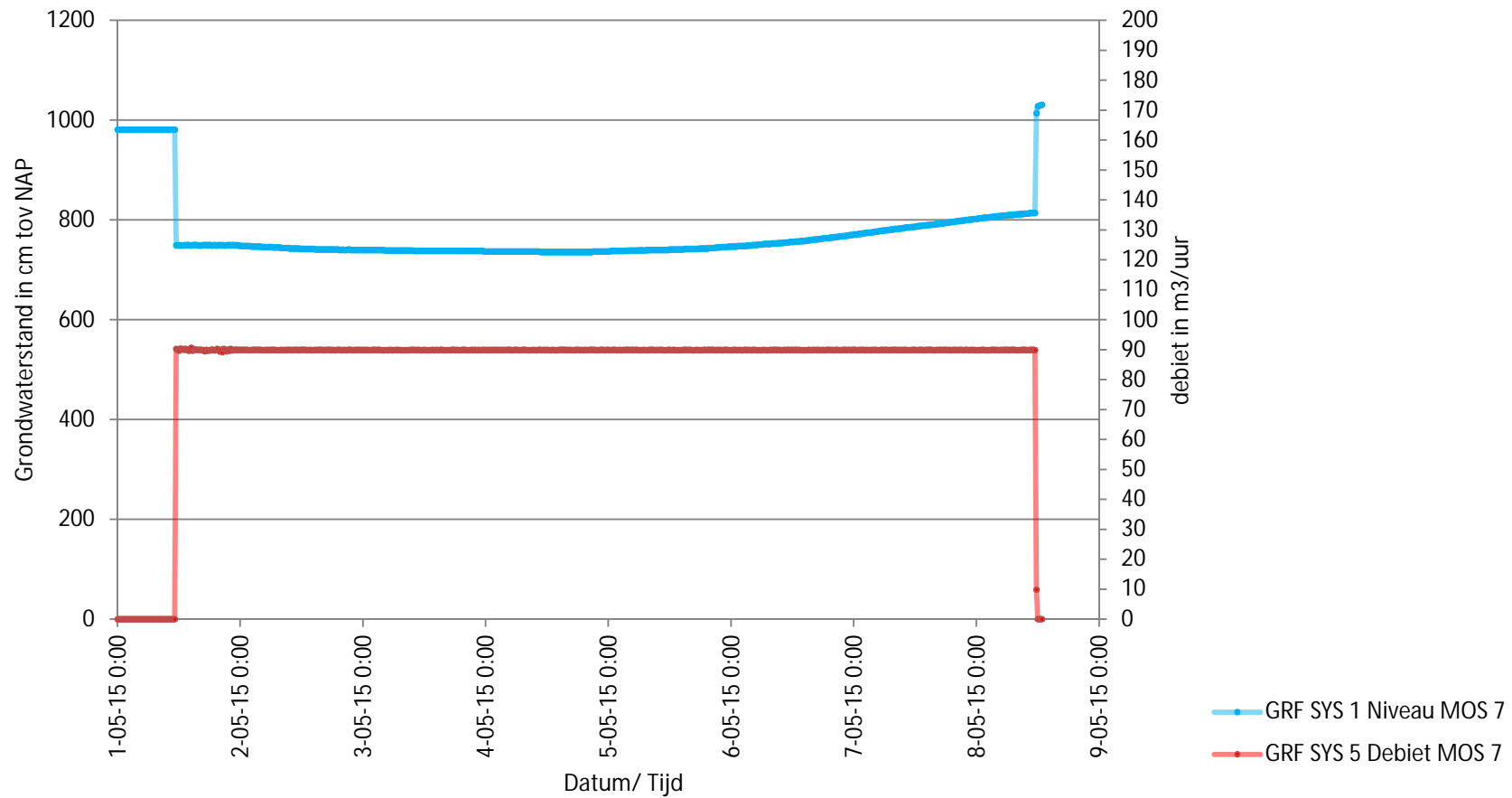


Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μm]	D50 [μm]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63μm/<2mm [%]	>2mm [%]
B01	20	13.60	-5.40/11.60	229	219	1.86		2.55e-05 (p=0.3)	8.2	



Bijlage 3: Meetgegevens

615302 Pompproef Lobith MOS 7



GRF SYS 5 Debiet MOS 7

Datum/ tijd	Debiet in m3/ uur
1-05-15 0:00	0
1-05-15 1:00	0
1-05-15 2:00	0
1-05-15 3:00	0
1-05-15 4:00	0
1-05-15 5:00	0
1-05-15 6:00	0
1-05-15 7:00	0
1-05-15 8:00	0
1-05-15 9:00	0
1-05-15 10:00	0
1-05-15 11:00	0
1-05-15 12:00	74
1-05-15 13:00	90
1-05-15 14:00	90
1-05-15 15:00	90
1-05-15 16:00	90
1-05-15 17:00	90
1-05-15 18:00	90
1-05-15 19:00	90
1-05-15 20:00	90
1-05-15 21:00	90
1-05-15 22:00	90
1-05-15 23:00	90
2-05-15 0:00	90
2-05-15 1:00	90
2-05-15 2:00	90
2-05-15 3:00	90
2-05-15 4:00	90
2-05-15 5:00	90
2-05-15 6:00	89
2-05-15 7:00	90
2-05-15 8:00	90
2-05-15 9:00	90
2-05-15 10:00	90
2-05-15 11:00	90
2-05-15 12:00	90
2-05-15 13:00	90
2-05-15 14:00	90
2-05-15 15:00	90
2-05-15 16:00	90
2-05-15 17:00	90
2-05-15 18:00	90
2-05-15 19:00	90
2-05-15 20:00	90
2-05-15 21:00	90
2-05-15 22:00	90

2-05-15 23:00	90
3-05-15 0:00	90
3-05-15 1:00	90
3-05-15 2:00	90
3-05-15 3:00	90
3-05-15 4:00	90
3-05-15 5:00	90
3-05-15 6:00	90
3-05-15 7:00	90
3-05-15 8:00	90
3-05-15 9:00	90
3-05-15 10:00	90
3-05-15 11:00	90
3-05-15 12:00	90
3-05-15 13:00	90
3-05-15 14:00	90
3-05-15 15:00	90
3-05-15 16:00	90
3-05-15 17:00	90
3-05-15 18:00	90
3-05-15 19:00	90
3-05-15 20:00	90
3-05-15 21:00	89
3-05-15 22:00	90
3-05-15 23:00	90
4-05-15 0:00	90
4-05-15 1:00	90
4-05-15 2:00	90
4-05-15 3:00	90
4-05-15 4:00	90
4-05-15 5:00	90
4-05-15 6:00	90
4-05-15 7:00	90
4-05-15 8:00	90
4-05-15 9:00	90
4-05-15 10:00	90
4-05-15 11:00	90
4-05-15 12:00	90
4-05-15 13:00	90
4-05-15 14:00	90
4-05-15 15:00	90
4-05-15 16:00	90
4-05-15 17:00	90
4-05-15 18:00	90
4-05-15 19:00	91
4-05-15 20:00	90
4-05-15 21:00	90
4-05-15 22:00	90
4-05-15 23:00	90
5-05-15 0:00	90

5-05-15 1:00	90
5-05-15 2:00	90
5-05-15 3:00	90
5-05-15 4:00	90
5-05-15 5:00	90
5-05-15 6:00	90
5-05-15 7:00	90
5-05-15 8:00	89
5-05-15 9:00	91
5-05-15 10:00	90
5-05-15 11:00	90
5-05-15 12:00	90
5-05-15 13:00	90
5-05-15 14:00	90
5-05-15 15:00	90
5-05-15 16:00	90
5-05-15 17:00	90
5-05-15 18:00	90
5-05-15 19:00	90
5-05-15 20:00	90
5-05-15 21:00	90
5-05-15 22:00	90
5-05-15 23:00	90
6-05-15 0:00	90
6-05-15 1:00	90
6-05-15 2:00	90
6-05-15 3:00	90
6-05-15 4:00	90
6-05-15 5:00	89
6-05-15 6:00	90
6-05-15 7:00	90
6-05-15 8:00	90
6-05-15 9:00	90
6-05-15 10:00	90
6-05-15 11:00	90
6-05-15 12:00	90
6-05-15 13:00	90
6-05-15 14:00	90
6-05-15 15:00	90
6-05-15 16:00	90
6-05-15 17:00	90
6-05-15 18:00	90
6-05-15 19:00	90
6-05-15 20:00	90
6-05-15 21:00	90
6-05-15 22:00	90
6-05-15 23:00	90
7-05-15 0:00	90
7-05-15 1:00	90
7-05-15 2:00	90

7-05-15 3:00	90
7-05-15 4:00	90
7-05-15 5:00	90
7-05-15 6:00	90
7-05-15 7:00	90
7-05-15 8:00	89
7-05-15 9:00	90
7-05-15 10:00	90
7-05-15 11:00	90
7-05-15 12:00	90
7-05-15 13:00	90
7-05-15 14:00	90
7-05-15 15:00	90
7-05-15 16:00	90
7-05-15 17:00	90
7-05-15 18:00	90
7-05-15 19:00	90
7-05-15 20:00	90
7-05-15 21:00	90
7-05-15 22:00	90
7-05-15 23:00	90
8-05-15 0:00	90
8-05-15 1:00	90
8-05-15 2:00	90
8-05-15 3:00	90
8-05-15 4:00	90
8-05-15 5:00	90
8-05-15 6:00	89
8-05-15 7:00	90
8-05-15 8:00	90
8-05-15 9:00	90
8-05-15 10:00	90
8-05-15 11:00	90
8-05-15 12:00	55



Multiconsult

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

Rapport



Bodemonderzoek ten behoeve van project “POV piping, intredeweerstand voorlanden” Pomproef Pannerden nabij dijkpaal km 149

JS/BM150276-2/002254

Opdrachtgever

Waterschap Rijn & IJssel
De heer R. Koopmans
Postbus 148
7000 AC DOETINCHEM

Versie	Status	Datum vrijgave	Auteur	Paraaf	Verificatie	Paraaf	Vrijgave	Paraaf
02	Definitief	27 augustus 2015	SWO		JS		JS	
01	Concept	21 juli 2015	SWO		JS		JS	

Inhoud	blz.
1. Inleiding	4
2. Grondmechanisch onderzoek.....	4
3. Onttrekkingsbron en waarnemingsbuizen.....	4
4. Pompproef	5
5. Analyse	6
5.1 Bodemopbouw	6
5.2 Resultaten	6
5.3 Berekeningen.....	8
6. Conclusie.....	12

Bijlagen

Bijlage 1: Overzichtstekeningen

Bijlage 2: Grondmechanisch onderzoek

Bijlage 3: Meetgegevens

1 Inleiding

In het nieuwe dijkverbeteringsprogramma HWBP is een Project Overstijgende Verkenning (POV) opgenomen naar het bezwijkmechanisme piping. Eén van de aspecten is vergroting van de kennis over de bodem en eigenschappen van grondlagen. De vergroting van de kennis wordt bewerkstelligd door pilots uit te voeren. Een van deze pilots vindt plaats binnen dijkkring 48: Rijn en IJssel. Door het waterschap Rijn en IJssel zijn drie locaties binnen dijkkring 48 aangewezen (tabel 1). De onderzoeklocaties zijn weergegeven in bijlage 1.

Tabel 1 Onderzoeklocaties

Km	Locatie	RD-X	RD-Y	Maaiveld [m t.o.v. NAP]		
				buitendijks	dijk	binnendijks
72	's Gravenwaardse dam	204073	431688	12,0-13,0	18,8	15,4
150	Pannerdensedewaard	198487	435085	11,0-11,2	16,5	11,0-12,6
230,5	Pleijdijk	194206	440462	11,2-11,8	15,9	11,4-11,6

Op bovengenoemde drie locaties is een grondmechanisch onderzoek uitgevoerd en is een monitoringssysteem bestaande uit peilbuizen ingericht. Dit rapport behandelt de uitgevoerde pompproef ter bepaling van het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket (tot circa NAP -7 m) ter hoogte van de dijk bij km 149.

De pompproeven op de locaties 's Gravenwaardse dam te Lobith en Pleijdijk te Westervoort zijn in twee afzonderlijke rapporten (respectievelijk BM150276-1 en BM150276-3) beschreven.

2 Grondmechanisch onderzoek

In bijlage 2 zijn de gebruikte gegevens van het grondmechanisch onderzoek opgenomen.

3 Onttrekkingsbron en waarnemingsbuizen

De onttrekkingsbron (diepwell) is op 6 mei 2015 met de zuigboommethode geboord.

De boring Ø700 mm is uitgevoerd tot 20 m +/- mv., waarbij is afgesteld:

- 19 - 14 HDPE-perforatie Ø400/376,6 mm
- 14 - 0 HDPE-stijgbuis Ø400/376,6 mm

In de bron is een onderwaterpomp type Grundfoss SP-77 gehangen met een capaciteit van 90 m³/uur. De pomp heeft een vermogen van 18 kW. De onderwaterpomp is verbonden met een 6" afvoerleiding. Het onttrokken grondwater is verpompt naar het oppervlaktewater binnendijks. De afvoerleiding is voorzien van een elektronische watermeter.

Voor de pompproef zijn de waarnemingsbuizen 62 en 63 op 12 mei 2015 met een sondeerwagen geplaatst. Waarnemingsbuis MB02 is op 19 maart 2015 geplaatst.

- twee HDPE-filters Ø32/26 mm met de nummers 62 en 63 met filter van 10 tot 12 m +/- mv.
- één HDPE-filter Ø32/26 mm met nummer MB02 met filter van 19 tot 20 m +/- mv.

De locaties van de onttrekkingsbron en waarnemingsbuizen zijn ingemeten ten opzichte van het Rijksdriehoekstelsel (RD-coördinaten). De hoogte van de waarnemingsbuizen is vastgesteld ten opzichte van Normaal Amsterdams Peil (NAP). De locaties van de onttrekkings- en waarnemingsbuizen zijn op de overzichtstekening in bijlage 1 weergegeven. De inmeetgegevens van deze buizen zijn in tabel 2 weergegeven.

Tabel 2 Coördinaten onttrekkingsbron en waarnemingsbuizen

Locatie	RD-X	RD-Y	Z mv.	Z bkp	Afstand tot Diepwell
			[m NAP]	[m NAP]	[m]
Diepwell Pannerden	198651	435089	12,4	12,65	0
WB bron Pannerden	198650	435089	12,4	12,55	0
PB62	198669	435100	9,98	10,62	20
PB63	198657	435094	10,25	10,83	7
MB02	198632	435074	12,43	13,03	25

4 Pompproef

Op 18 mei 2015 om 11:40 uur is de pompproef gestart.

Voor aanvang en na afloop van de pompproef zijn de stijghoogten gemeten zoals in tabel 3 vermeld.

Tabel 3 Stijghoogten in rust

Locatie	Filterstelling		Maaiveld	BKP	Stijghoogte	
	[m t.o.v. NAP]				[m t.o.v. NAP]	[m t.o.v. NAP]
	Van	Tot			13-5-2015	27-5-2015
PB32 - water	-	-	-	9,46	-	9,01
Diepwell Pannerden	-1,6	-6,6	10,95	11,20	-	-
WB bron Pannerden	-2	-4	10,95	10,98	9,11	9,13
PB62	0	-2	10,05	10,78	9,30	9,31
PB63	0	-2	9,98	10,76	9,31	9,30
MB02	-6,5	-7,5	12,43	13,03	9,12	9,16

De watermeterstand is voor de start van de pompproef afgelezen op 434988 m³.

In de waarnemingsbuizen zijn drukopnemers gehangen, welke met een tijdsinterval van eenmaal per minuut de druk registreerden. De ongecorrigeerde meetgegevens zijn opgenomen in bijlage 3.

Op 26 mei 2015 om 7:07 uur is een stopproef gehouden. Nadat de onderwaterpomp is stilgezet is de debietmeter afgelezen op 451905 m³.

Het registratie interval van de drukopnemers in de waarnemingsbuizen is gelijk gebleven eenmaal per minuut. De ongecorrigeerde meetgegevens zijn opgenomen in bijlage 3.

5 Analyse

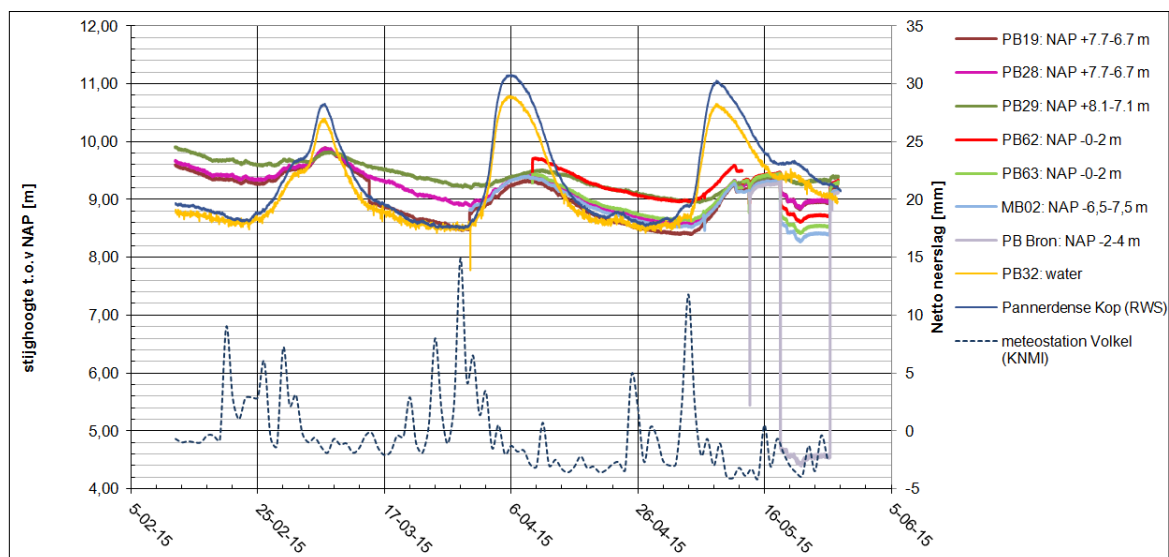
5.1 Bodemopbouw

Volgens de Grondwaterkaart van Nederland (nr. 13 en nr. 29) en de boringen afkomstig uit de database van TNO en REGISII en het lokaal uitgevoerde grondonderzoek bestaat de toplaag uit holocene klei. Op de locatie van de pompproef is de dikte van de kleilaag circa 6-8 m. Daaronder begint het eerste watervoerend pakket met een dikte van circa 12 m. Dit pakket bestaat uit zeer grof zand met grind(lagen). Het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket wordt op basis van de literatuur geschat tussen de 1.000 m²/dag en 1.500 m²/dag. Aan de onderzijde wordt dit pakket begrensd door de eerste scheidende laag bestaande uit klei. In het gebied tussen Pannerden en Westervoort is de scheidende laag tussen het eerste en tweede watervoerend pakket zeer dun of zelfs helemaal afwezig. Uit de sonderingen S03, S04, S07 en S08 blijkt dat op de pompproeflocatie Pannerden de scheidende laag aanwezig is. Ook blijkt dat in het eerste watervoerend pakket op een diepte van circa NAP -8 m een weerstandbiedende laag voorkomt.

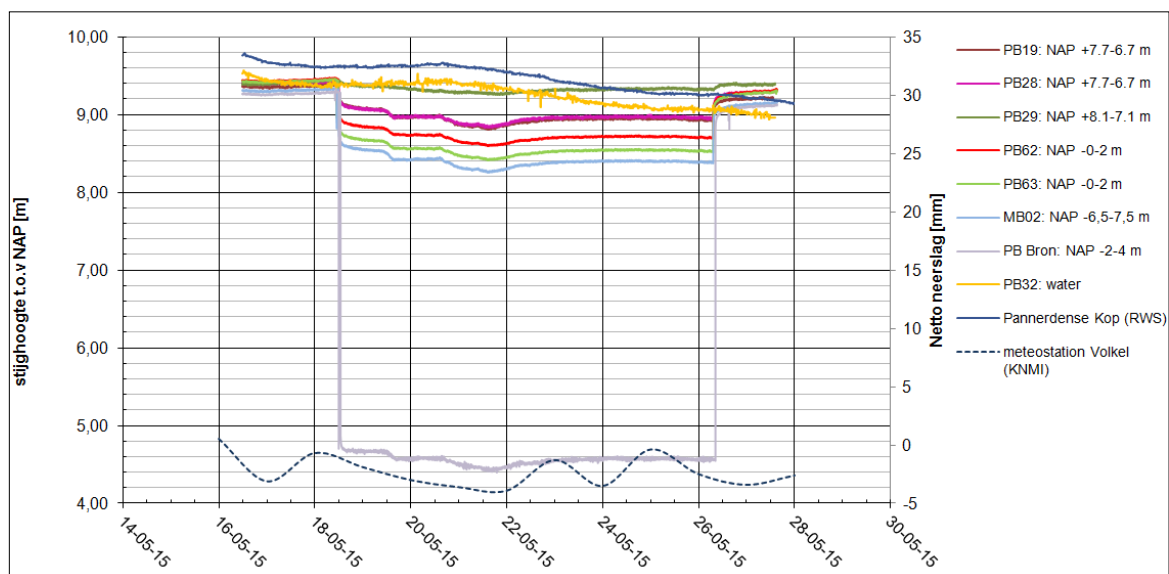
Uit de korrelverdelingsdiagrammen is de doorlatendheid van het zand met empirische formules afgeleid. De korrelverdelingsdiagrammen zijn opgenomen in bijlage 2. De doorlatendheid van het watervoerend pakket is afgeleid tussen circa 50-100 m/d, afhankelijk van de grondlaag. Bij de afleiding van de grondlagen is gebruik gemaakt van de methode Kozeny-Carman en/of Beyer.

5.2 Resultaten

Voor de analyse is een dwarsdoorsnede loodrecht op de dijk gehanteerd. De gemeten stijghoogten zijn in figuur 1 weergegeven.



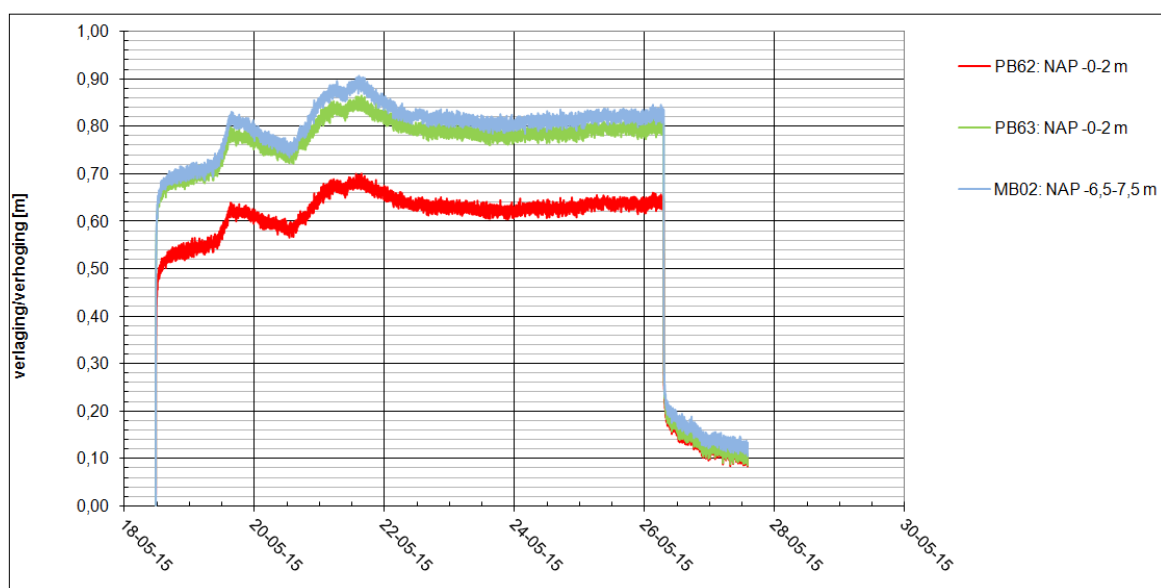
Figuur 1 Stijghoogten



Figuur 2 Stijphoogten

Het waterpeil in de rivier is tijdens de pompproef vrij constant gebleven. De neerslag, gevallen tijdens de pompproef, heeft geen effect gehad op de stijphoogte. De meetreeksen zijn gecorrigeerd met de interpretatie van de meetdata in de peilbuizen voorafgaand aan de pompproef in combinatie met de stijphoogtemetingen in PB29 tijdens de pompproef (zie figuur 1). Op deze wijze is de reactie van de stijphoogtemetingen in de waarnemingsbuizen zonder pompproef bepaald. De grafiek van de gecorrigeerde verlagingen is opgenomen in figuur 3. De oorzaak van de toe- of afgenomen verlagingen (pieken) in de periode van 19 mei t/m 21 mei 2015 zijn onbekend.

De verlagingen gemeten in peilbuis 63 zijn gelijk aan de waargenomen verlaging in peilbuis MB02. De afstand van deze peilbuizen tot de bron zijn echter respectievelijk 7 m en 25 m. De oorzaak hiervoor is onduidelijk. De verlaging in de bron is circa 4,6 m.

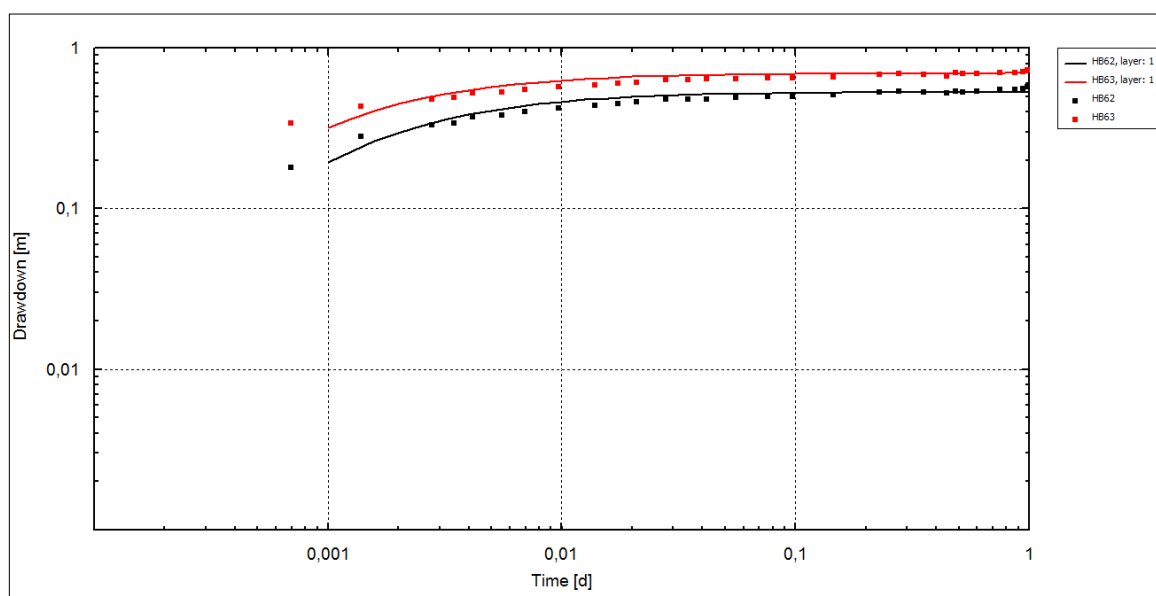


Figuur 3 Verlagingen en verhogingen stijphoogten tijdens proef (gecorrigeerd)

5.3 Berekeningen

De resultaten van de pompproef zijn geanalyseerd met het computerprogramma MLU. Dit is een analytische oplossingsmethode voor niet-stationaire pompproeven in een gelaagd systeem. De rivier (recharge boundary) is op een afstand van circa 300 m tot de onttrekkingsbron aanwezig. In eerste instantie is voor de eerste dag van de pompproef, gerekend zonder correctie van de stijghoogten en met de rivier als een spiegelbron. Op deze wijze wordt een eerste indicatie verkregen van het doorlaatvermogen van het watervoerend pakket.

De waargenomen en berekende verlagingen in de waarnemingsbuizen 62 en 63 zijn weergegeven in figuur 4 en komen nagenoeg overeen met de gemeten waarden. Er is daarbij een doorlaatvermogen voor het eerste watervoerend pakket berekend op $2.000 \text{ m}^2/\text{dag}$ en een bergingscoëfficiënt van $2,7 \cdot 10^{-4}$. De gehanteerde bodemopbouw is weergegeven in figuur 5.



Figuur 4 Verlagingen in peilbuizen PB62 en PB63

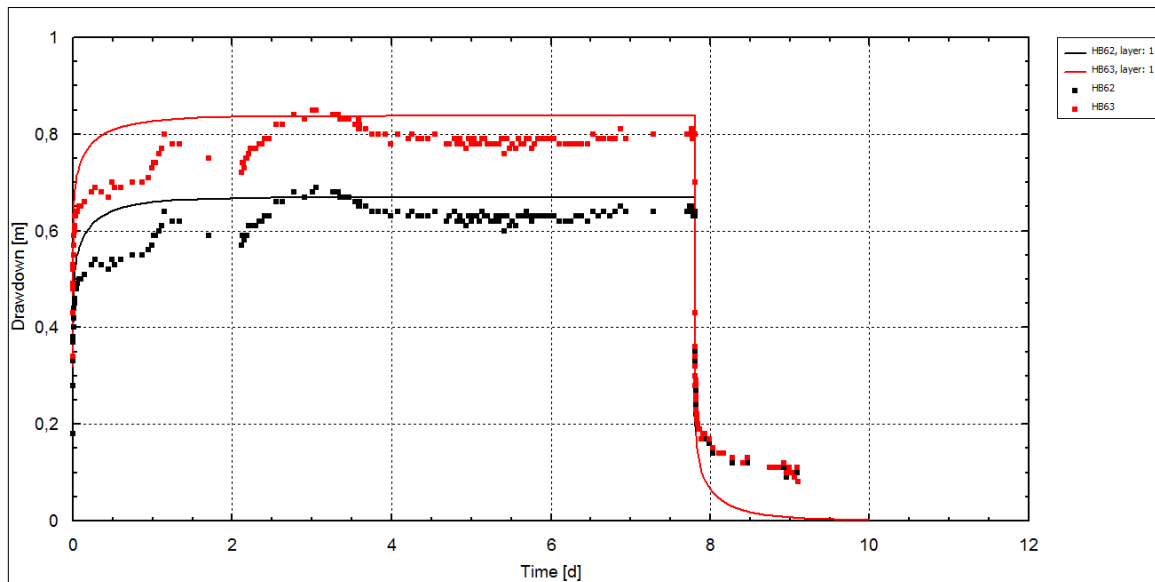
Layers		Boundary conditions	
Number of aquifers	2	<input checked="" type="checkbox"/> Top aquitard present	<input type="radio"/> Impervious <input checked="" type="radio"/> Leaky
Top layer elevation	11	<input checked="" type="checkbox"/> Bottom aquitard present	<input checked="" type="radio"/> Impervious <input type="radio"/> Leaky

Aquifer	Base [m]	Thickness [m]	Kv [m/d]	Code	c [d]	#	Code	S' [-]	#	Name
	5	6	0,006	c1	1000		S'1	0		deklaag
1	-7	12	169,1076	T1	2029,291	a	S1	0,000269	c	WVPI
	-10	3	0,03	c2	100		S'2	0		deklaag
2	-17	7	100	T2	700		S2	0,00056		WVPI
	-25	8	0,0016	c3	5000		S'3	0		SDL

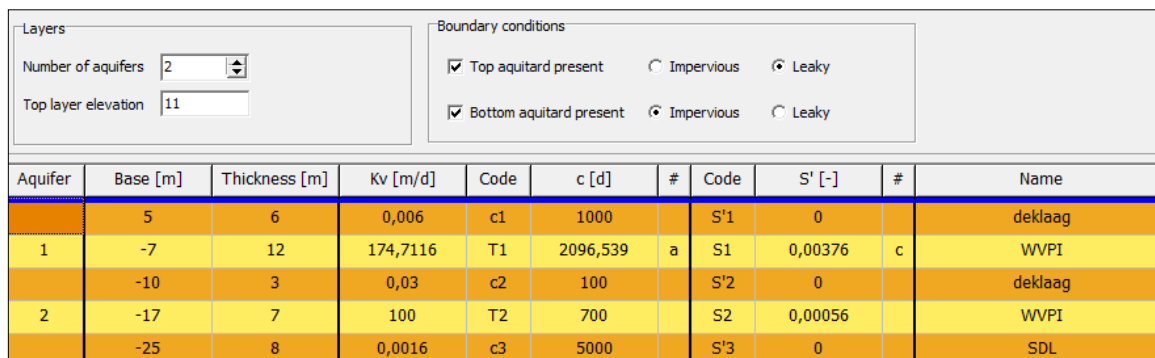
Figuur 5 Gehanteerde bodemopbouw t.b.v. analyse peilbuizen PB62 en PB63, dag 1

Vervolgens is met de gecorrigeerde stijghoogten gerekend. De waargenomen en berekende verlagingen/verhogingen gedurende de totale duur van de pompproef, incl. stopproef in de

peilbuizen PB62 en PB63 zijn weergegeven in figuur 6. De gehanteerde bodemopbouw is weergegeven in figuur 7.

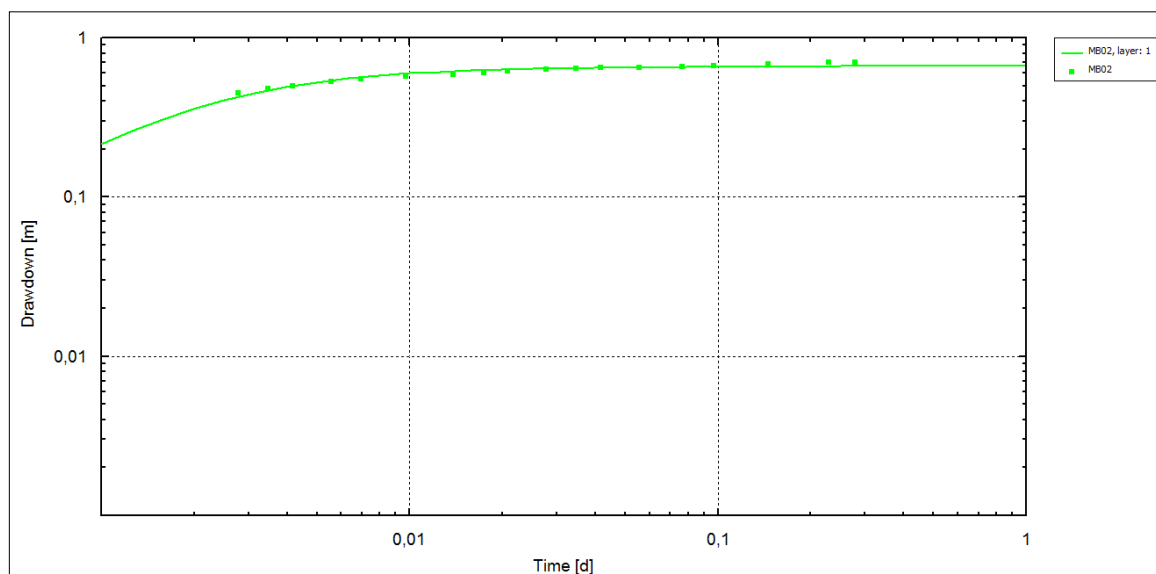


Figuur 6 Verlagenen/verhogingen in peilbuizen PB62 en PB63, totale duur



Figuur 7 Gehanteerde bodemopbouw t.b.v. analyse peilbuizen PB62 en PB63, totale duur

De waargenomen en berekende verlagingen van de stijghoogte in peilbuis MB02 zijn weergegeven in figuur 8. Er is daarbij een doorlaatvermogen voor het eerste watervoerend pakket berekend van 1.500 m²/dag en een bergingscoëfficiënt van 1,7·10⁻⁴. De gehanteerde bodemopbouw is weergegeven in figuur 9.



Figuur 8 Verlagen in peilbuis MB02

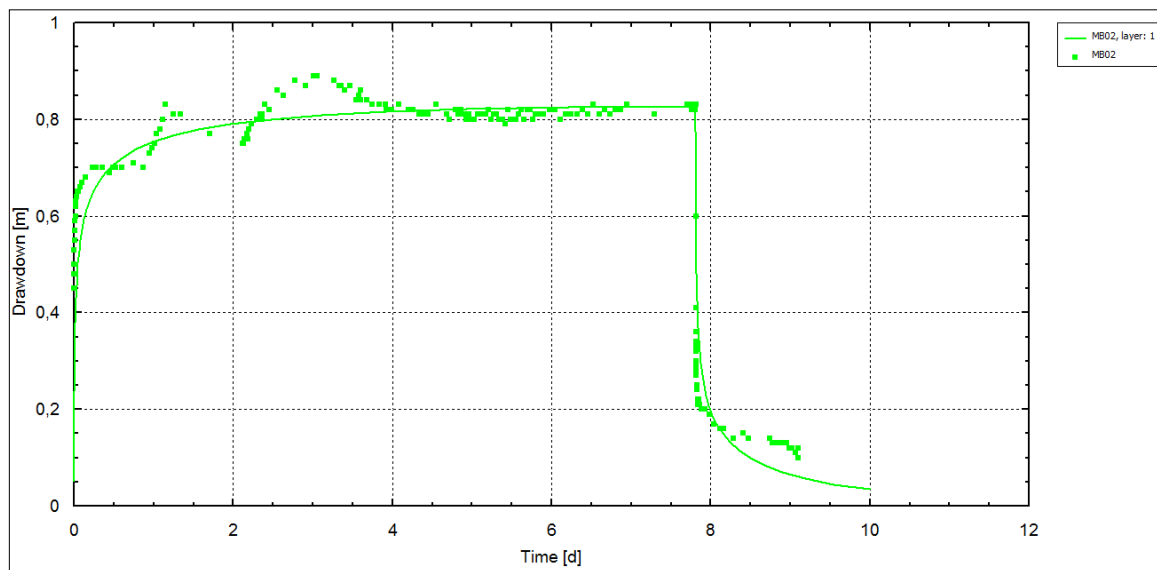
Layers		Boundary conditions	
Number of aquifers	2	<input checked="" type="checkbox"/> Top aquitard present	<input type="checkbox"/> Impervious <input checked="" type="checkbox"/> Leaky
Top layer elevation	11	<input checked="" type="checkbox"/> Bottom aquitard present	<input checked="" type="checkbox"/> Impervious <input type="checkbox"/> Leaky

Aquifer	Base [m]	Thickness [m]	Kv [m/d]	Code	c [d]	#	Code	S' [-]	#	Name
	5	6	0,006	c1	1000		S'1	0		deklaag
1	-7	12	120,5454	T1	1446,545	a	S1	0,000172	c	WVPI
	-10	3	0,03	c2	100		S'2	0		deklaag
2	-17	7	100	T2	700		S2	0,00056		WVPI
	-25	8	0,0016	c3	5000		S'3	0		SDL

Figuur 9 Gehanteerde bodemopbouw t.b.v. analyse peilbuis MB02, dag 1

De waargenomen en berekende verlagingen/verhogingen gedurende de totale duur van de pompproof in peilbuis MB02 zijn weergegeven in figuur 10. De gehanteerde bodemopbouw is weergegeven in figuur 11.

Het berekende doorlaatvermogen met de waarnemingen van MB02 wordt als meest representatief geacht, mede gezien de gemeten verlagingen in de bron (circa 4,6 m). De weerstand van de scheidende laag op circa NAP -10 m en het doorlaatvermogen van de watervoerende eenheid onder deze laag is van invloed op de bepaling van het doorlaatvermogen van het pakket waaruit is onttrokken. De weerstand en het doorlaatvermogen zijn een inschatting. Bij een hogere weerstand volgt een hoger doorlaatvermogen voor het pakket waaruit is onttrokken. Bij een weerstand van de scheidende laag van 300 dagen i.p.v. de aangehouden 100 dagen volgt een doorlaatvermogen voor het watervoerend pakket van 1.560 m²/dag.



Figuur 10 Verlagingen/verhogingen in peilbuis MB02

Layers		Boundary conditions			
Number of aquifers	2	<input checked="" type="checkbox"/> Top aquitard present	<input type="checkbox"/> Impervious	<input checked="" type="checkbox"/> Leaky	
Top layer elevation	11	<input checked="" type="checkbox"/> Bottom aquitard present	<input checked="" type="checkbox"/> Impervious	<input type="checkbox"/> Leaky	

Aquifer	Base [m]	Thickness [m]	Kv [m/d]	Code	c [d]	#	Code	S' [-]	#	Name
	5	6	0,006	c1	1000		S'1	0		deklaag
1	-7	12	123,9444	T1	1487,333	a	S1	0,003055	c	WVPI
	-10	3	0,03	c2	100		S'2	0		deklaag
2	-17	7	100	T2	700		S2	0,00056		WVPI
	-25	8	0,0016	c3	5000		S'3	0		SDL

Figuur 11 Gehanteerde bodemopbouw t.b.v. analyse peilbuis MB02, totale duur

6 Conclusie

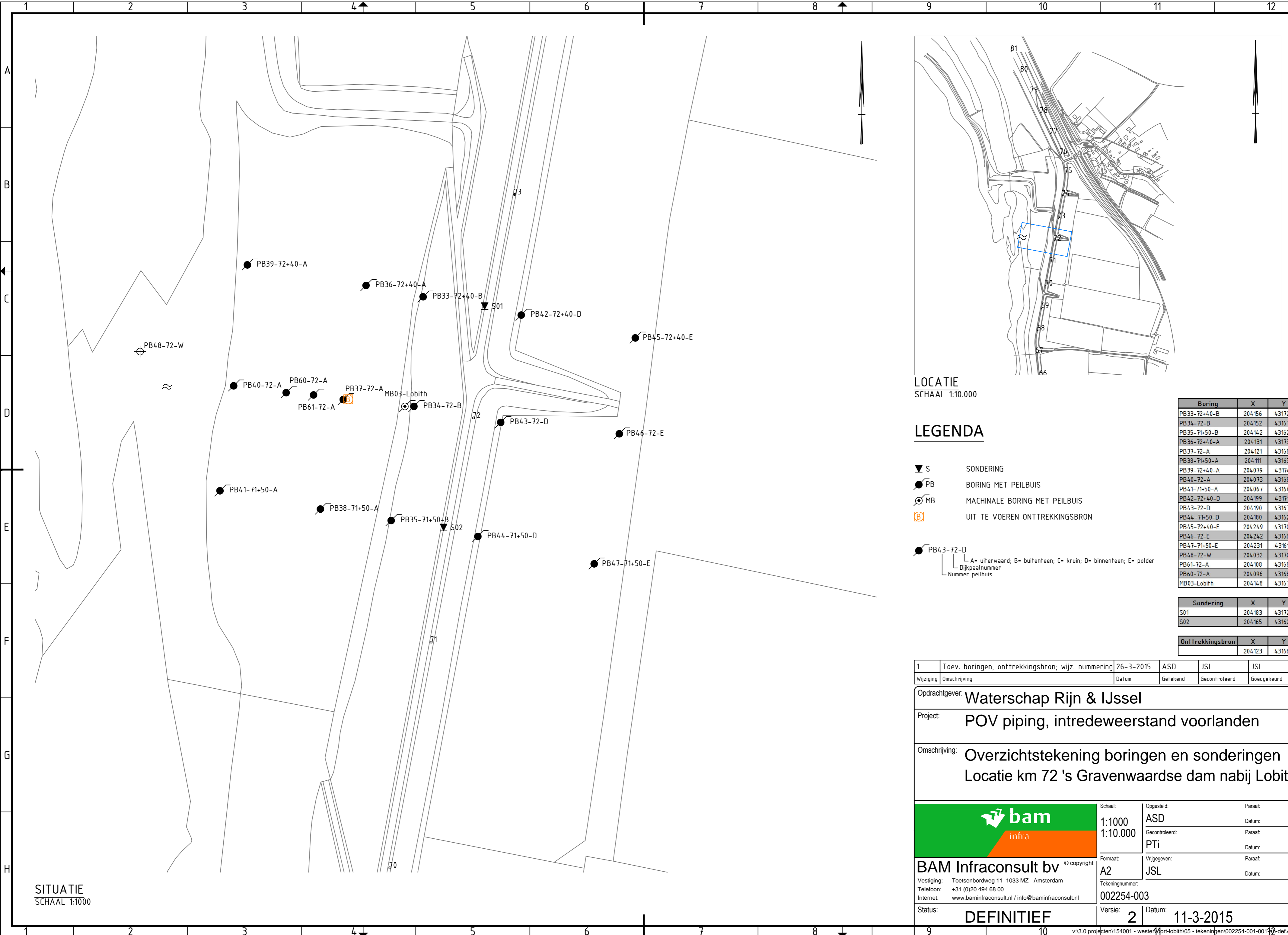
In opdracht van het waterschap Rijn en IJssel is een pompproef verricht ter plaatse van de Pannerdense waard te Pannerden (km 149).

De proef is uitgevoerd met een deepwell in het eerste watervoerend pakket en waarnemingsbuizen op 7 m en 25 m afstand tot de deepwell. Er is gedurende ongeveer een week water onttrokken. Het onttrekkingsdebiet is constant gehouden op $90 \text{ m}^3/\text{uur}$. De stijghoogten in de waarnemingsbuizen zijn met een interval van eenmaal per minuut gemeten.

Uit de proef kan het volgende worden geconcludeerd:

- De doorlatendheid van de grondlagen varieert volgens de korrelverdelingsdiagrammen tussen de circa 50 en 100 m/dag;
- Tijdens de onttrekking is de verlaging in de bron circa 4,6 m;
- De verlaging op circa 10 meter is tijdens de onttrekking circa 0,8 m;
- Het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket is afgeleid op circa $1.500 \text{ m}^2/\text{dag}$. Deze waarde komt overeen met de verwachting vanuit de literatuur en de afleiding van de doorlatendheid van de grondlagen uit de korrelverdelingsdiagrammen.

Bijlage 1: Overzichtstekeningen



SITUATIE
SCHAAL 1:1000



LOCATIE
SCHAAL 1:10.000

LEGENDA

- ▼ S SONDERING
- PB BORING MET PEILBUIS
- ⊙ MB MACHINALE BORING MET PEILBUIS
- ⓑ UIT TE VOEREN ONTTREKKINGSBRON
- PB43-72-D
 A= uiterwaard; B= buitenteen; C= kruin; D= binnenteen; E= polder
 Dijkpaalnummer
 Nummer peilbuis

Boring	X	Y
PB33-72+40-B	204156	431727
PB34-72-B	204152	431679
PB35-71+50-B	204142	431629
PB36-72+40-A	204131	431732
PB37-72-A	204121	431682
PB38-71+50-A	204111	431634
PB39-72+40-A	204079	431741
PB40-72-A	204073	431688
PB41-71+50-A	204067	431642
PB42-72+40-D	204199	431719
PB43-72-D	204190	431672
PB44-71+50-D	204180	431622
PB45-72+40-E	204249	431709
PB46-72-E	204242	431667
PB47-71+50-E	204231	431610
PB48-72-W	204032	431703
PB61-72-A	204108	431684
PB60-72-A	204096	431685
MB03-Lobith	204148	431679

Sondering	X	Y
S01	204183	431723
S02	204165	431626

Onttrekkingsbron	X	Y
	204123	431682

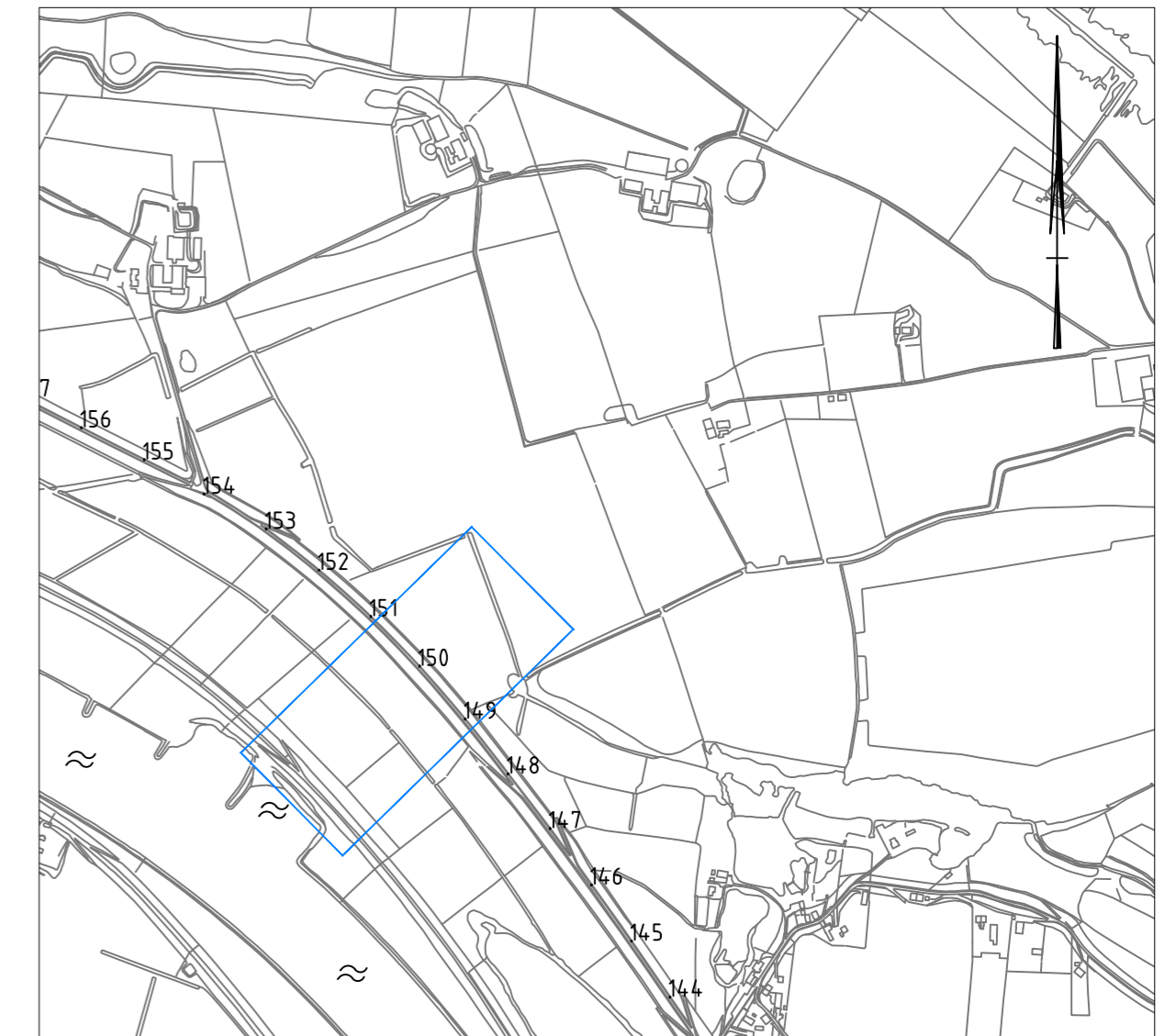
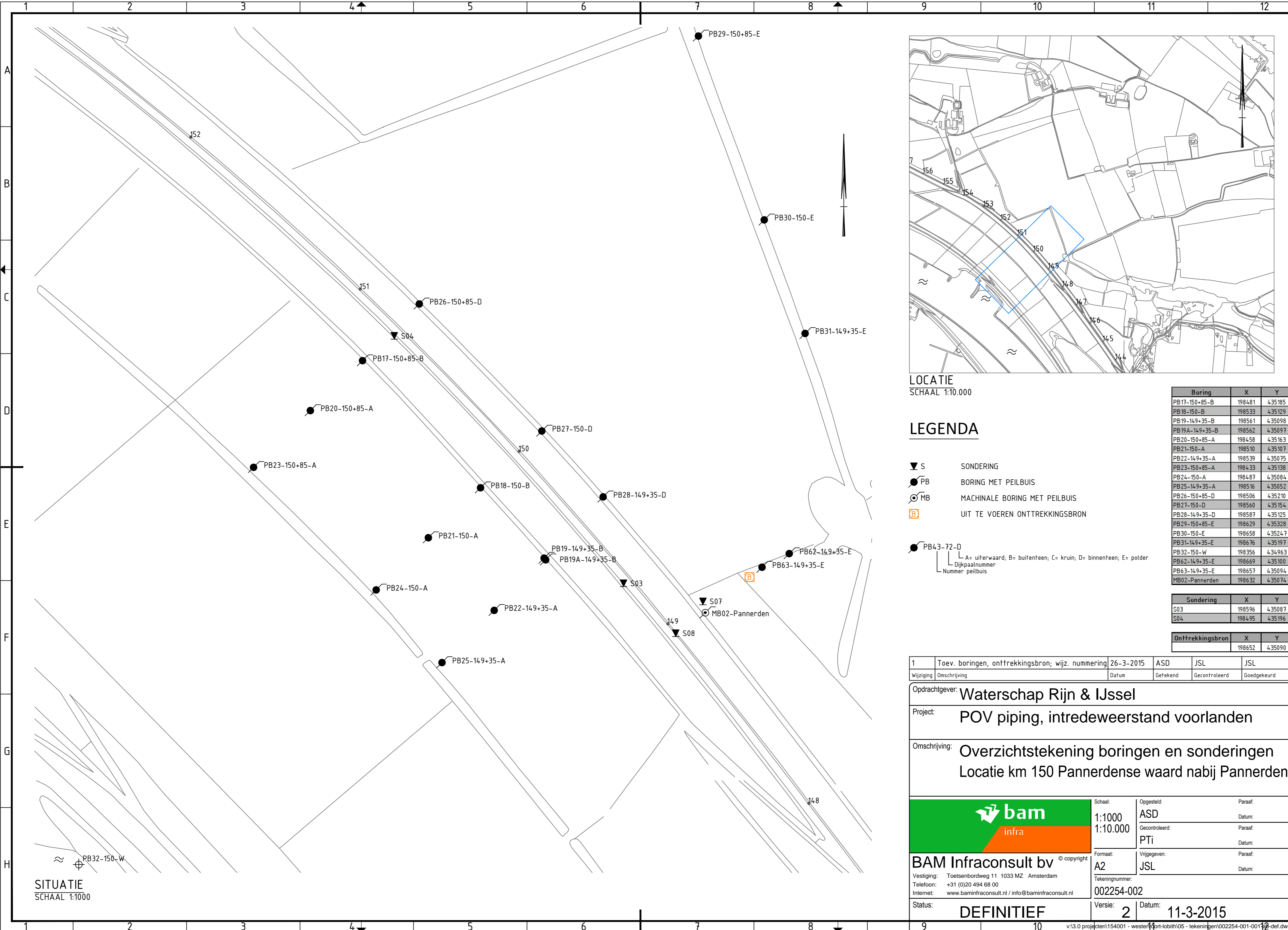
1	Toev. boringen, onttrekkingsbron; wijz. nummering	26-3-2015	ASD	JSL	JSL
Wijziging	Omschrijving	Datum	Getekend	Gecontroleerd	Goedgekeurd

Opdrachtgever: **Waterschap Rijn & IJssel**

Project: **POV piping, intredeweerstand voorlanden**

Omschrijving: **Overzichtstekening boringen en sondingen
Locatie km 72 's Gravenwaardse dam nabij Lobith**

	Schaal: 1:1000 1:10.000	Opgesteld: ASD	Paraaf:
	Formaat: A2	Vrijgegeven: JSL	Paraaf:
BAM Infraconsult bv © copyright Vestiging: Toetsenbordweg 11 1033 MZ Amsterdam Telefoon: +31 (0)20 494 68 00 Internet: www.baminfraconsult.nl / info@baminfraconsult.nl	Tekeningnummer: 002254-003	Gecontroleerd: PTI	Datum:
Status: DEFINITIEF	Versie: 2	Datum: 11-3-2015	Datum:



LOCATIE
SCHAAL 1:10.000

LEGENDA

- ▼ S SONDERING
- PB BORING MET PEILBUIS
- ⊙ MB MACHINALE BORING MET PEILBUIS
- ⓑ UIT TE VOEREN ONTTREKKINGSBRON
- PB4.3-72-D
 A= uiterwaard; B= buitenteen; C= kruin; D= binnenteen; E= polder
 Dijkpaalnummer
 Nummer peilbuis

Boring	X	Y
PB17-150+85-B	198481	435185
PB18-150-B	198533	435129
PB19-149+35-B	198561	435098
PB19A-149+35-B	198562	435097
PB20-150+85-A	198458	435163
PB21-150-A	198510	435107
PB22-149+35-A	198539	435075
PB23-150+85-A	198433	435138
PB24-150-A	198487	435084
PB25-149+35-A	198516	435052
PB26-150+85-D	198506	435210
PB27-150-D	198560	435154
PB28-149+35-D	198587	435125
PB29-150+85-E	198629	435328
PB30-150-E	198658	435247
PB31-149+35-E	198676	435197
PB32-150-W	198356	434963
PB62-149+35-E	198669	435100
PB63-149+35-E	198657	435094
MB02-Pannerden	198632	435074

Sondering	X	Y
S03	198596	435087
S04	198495	435196

Onttrekkingsbron	X	Y
	198652	435090

1	Toev. boringen, onttrekkingsbron; wijz. nummering	26-3-2015	ASD	JSL	JSL
Wijziging	Omschrijving	Datum	Gefekend	Gecontroleerd	Goedgekeurd

Opdrachtgever: **Waterschap Rijn & IJssel**

Project: **POV piping, intredeweerstand voorlanden**

Omschrijving: **Overzichtstekening boringen en sonderingen
Locatie km 150 Pannerdense waard nabij Pannerden**



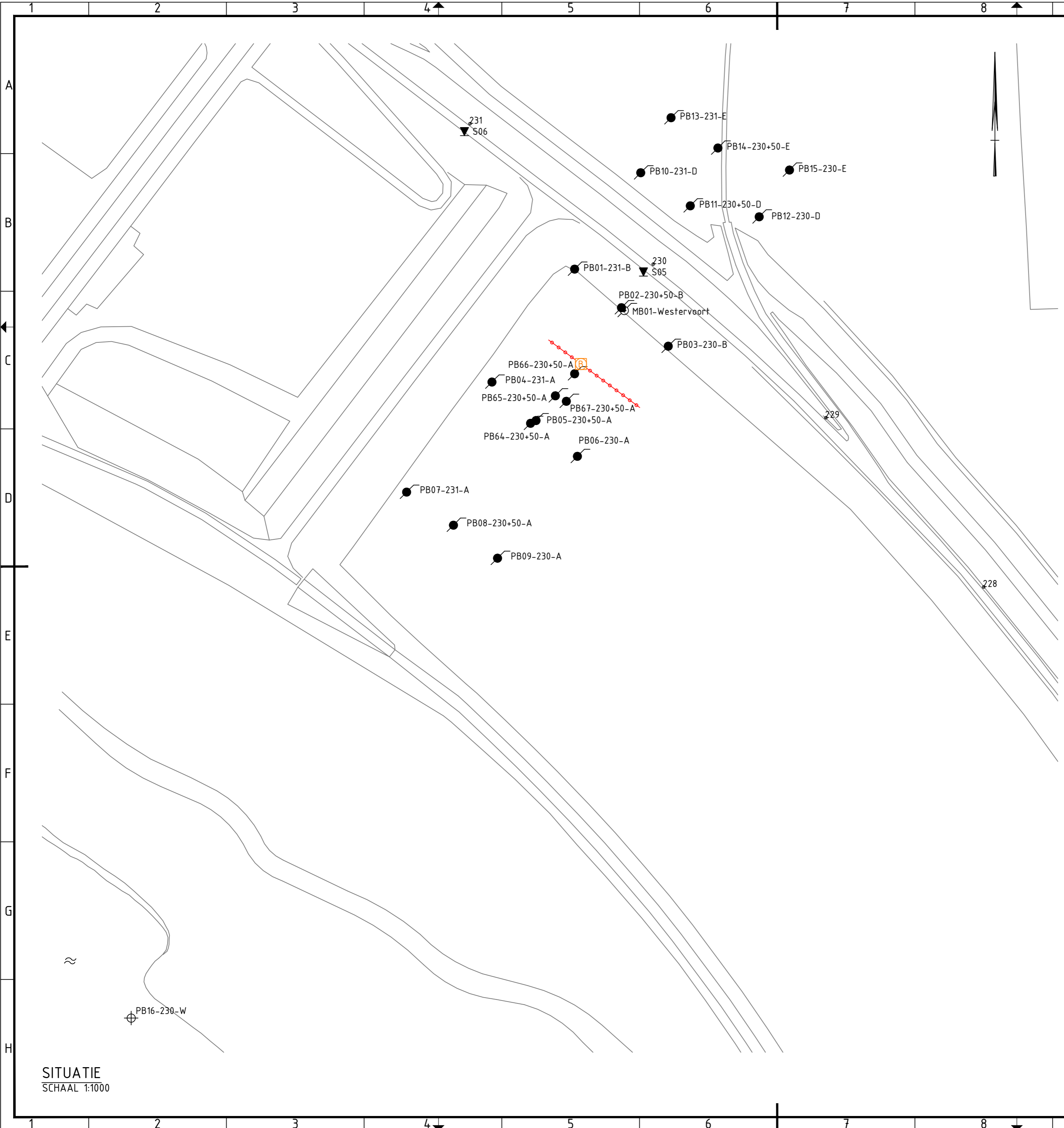
Schaal: 1:1000 1:10.000	Opgesteld: ASD	Paraaf:
Formaat: A2	Gecontroleerd: PTI	Datum:
Vrijgegeven: JSL	Paraaf:	Datum:

BAM Infraconsult bv © copyright
 Vestiging: Toetsenbordweg 11 1033 MZ Amsterdam
 Telefoon: +31 (0)20 494 68 00
 Internet: www.baminfraconsult.nl / info@baminfraconsult.nl

Tekeningnummer:
002254-002

Status: **DEFINITIEF** Versie: **2** Datum: **11-3-2015**

SITUATIE
SCHAAL 1:1000



SITUATIE
SCHAAL 1:1000



LOCATIE
SCHAAL 1:10.000

LEGENDA

- S SONDERING
- PB BORING MET PEILBUIS
- MB MACHINALE BORING MET PEILBUIS
- B ONTTREKKINGSBRON
- BEMALING (FILTERS: 12 STUKS, HOH= 3m, DIEP 4,5m)
- PB4.3-72-D
 - A= uiterwaard; B= buitenteen; C= kruin; D= binnenteen; E= polder
 - Dijkpaalnummer
 - Nummer peilbuis

Boring	X	Y
PB01-231-B	194.250	44.0555
PB02-230+50-B	194.267	44.0541
PB03-230-B	194.284	44.0527
PB04-231-A	194.220	44.0514
PB05-230+50-A	194.236	44.0500
PB06-230-A	194.251	44.0487
PB07-231-A	194.189	44.0474
PB08-230+50-A	194.206	44.0462
PB09-230-A	194.222	44.0450
PB10-231-D	194.274	44.0590
PB11-230+50-D	194.292	44.0578
PB12-230-D	194.317	44.0574
PB13-231-E	194.285	44.0610
PB14-230+50-E	194.302	44.0599
PB15-230-E	194.328	44.0591
PB16-230-W	194.089	44.0283
PB64-230+50-A	194.234	44.0499
PB65-230+50-A	194.243	44.0509
MB01-Westervoort	194.268	44.0540
PB66-230+50-A	194.250	44.0517
PB67-230+50-A	194.247	44.0507

Sondering	X	Y
S05	194.275	44.0554
S06	194.210	44.0605

Onttrekkingsbron	X	Y
	194.252	44.0521

Wijziging	Omschrijving	Datum	Getekend	Gecontroleerd	Goedgekeurd
2	Toev. PB66-230+50-A en PB67-230+50A; bemaling	23-6-2015	ASD	JSL	JSL
1	Toev. boringen, onttrekkingsbron; wijz. nummering	26-3-2015	ASD	JSL	JSL

Opdrachtgever: **Waterschap Rijn & IJssel**

Project: **POV piping, intredeweerstand voorlanden**

Omschrijving: **Overzichtstekening boringen en sonderingen
Locatie km 230,5 Pleijdijk nabij Westervoort**

BAM Infraconsult bv © copyright

Vestiging: Toetsenbordweg 11 1033 MZ Amsterdam
 Telefoon: +31 (0)20 494 68 00
 Internet: www.baminfraconsult.nl / info@baminfraconsult.nl

Schaal: 1:1000
1:10.000

Formaat: A2

Tekeningnummer: 002254-001

Status: **DEFINITIEF**

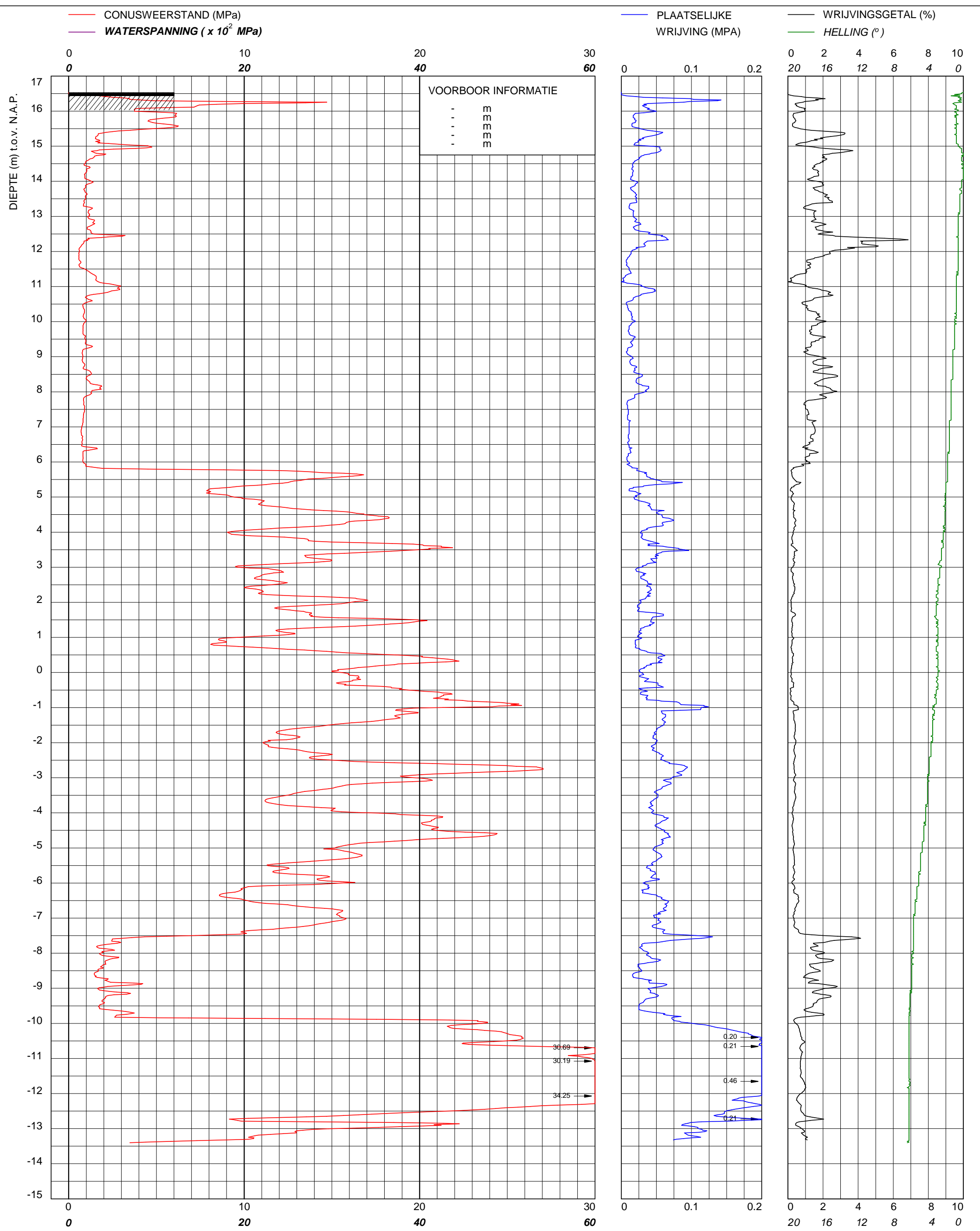
Opgesteld: ASD
Gecontroleerd: PTi

Vrijgegeven: JSL

Paraaf: _____ Datum: _____
 Paraaf: _____ Datum: _____
 Paraaf: _____ Datum: _____

Versie: **3** Datum: **11-3-2015**

Bijlage 2: Grondmechanisch onderzoek



© copyright

Multiconsult
 Contactweg 60
 1014 BW AMSTERDAM
 Telefoon (020) 410 85 43
 Email info@multiconsult.nl

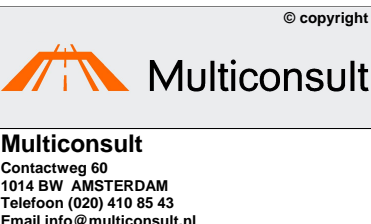
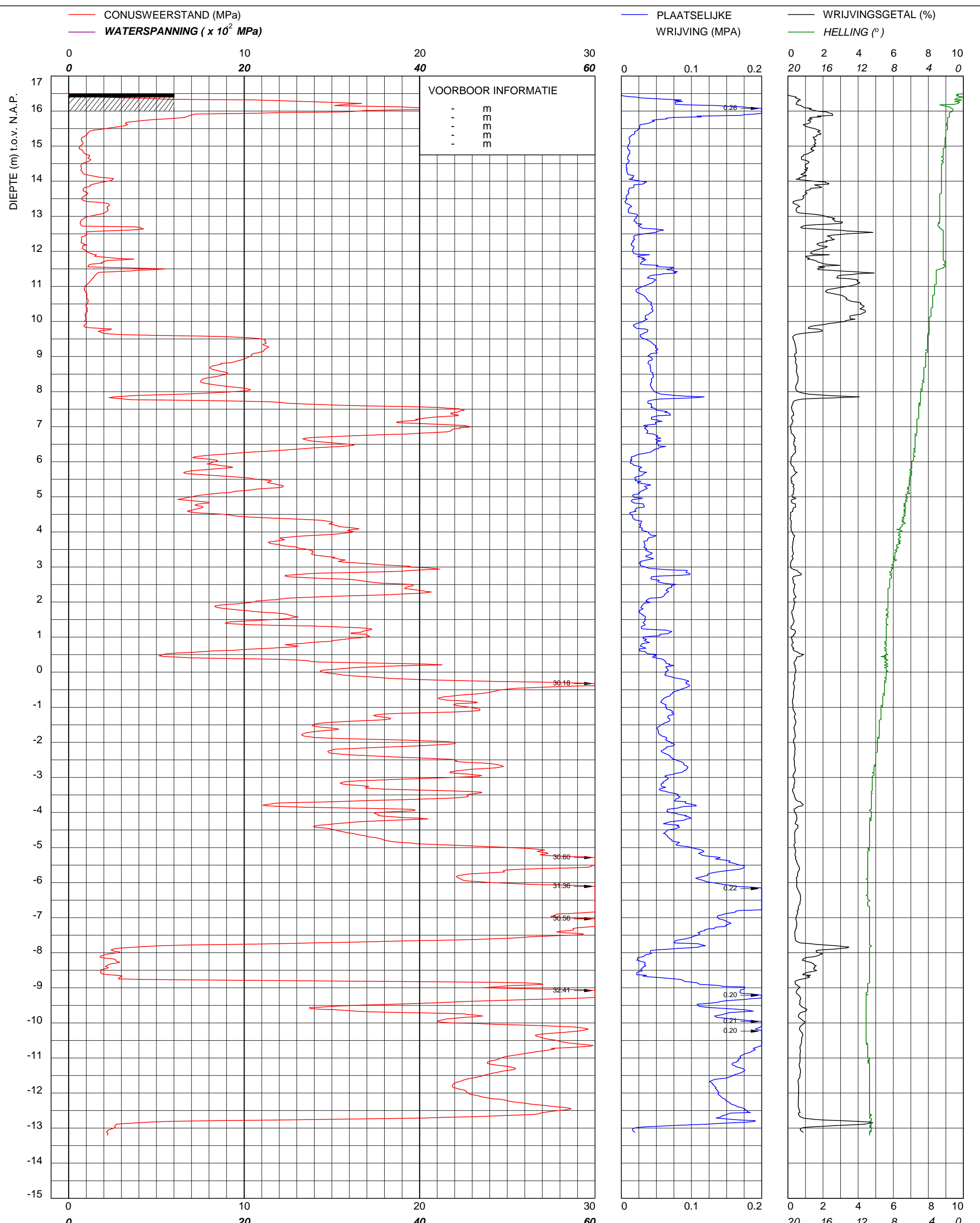
Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2
 Conus: 140119, Ac: 1.500 mm² Filterpositie U2

Waterschap Rijn en IJssel
Diverse locaties Lobith e.o.

MV	16.535 m N.A.P.	X	198596
Km		Y	435087
Uitvoeringsdatum		2-10-2014	
Printdatum		3-10-2014	

Opdrachtnummer :
 3350901

Locatiecode :
 S03



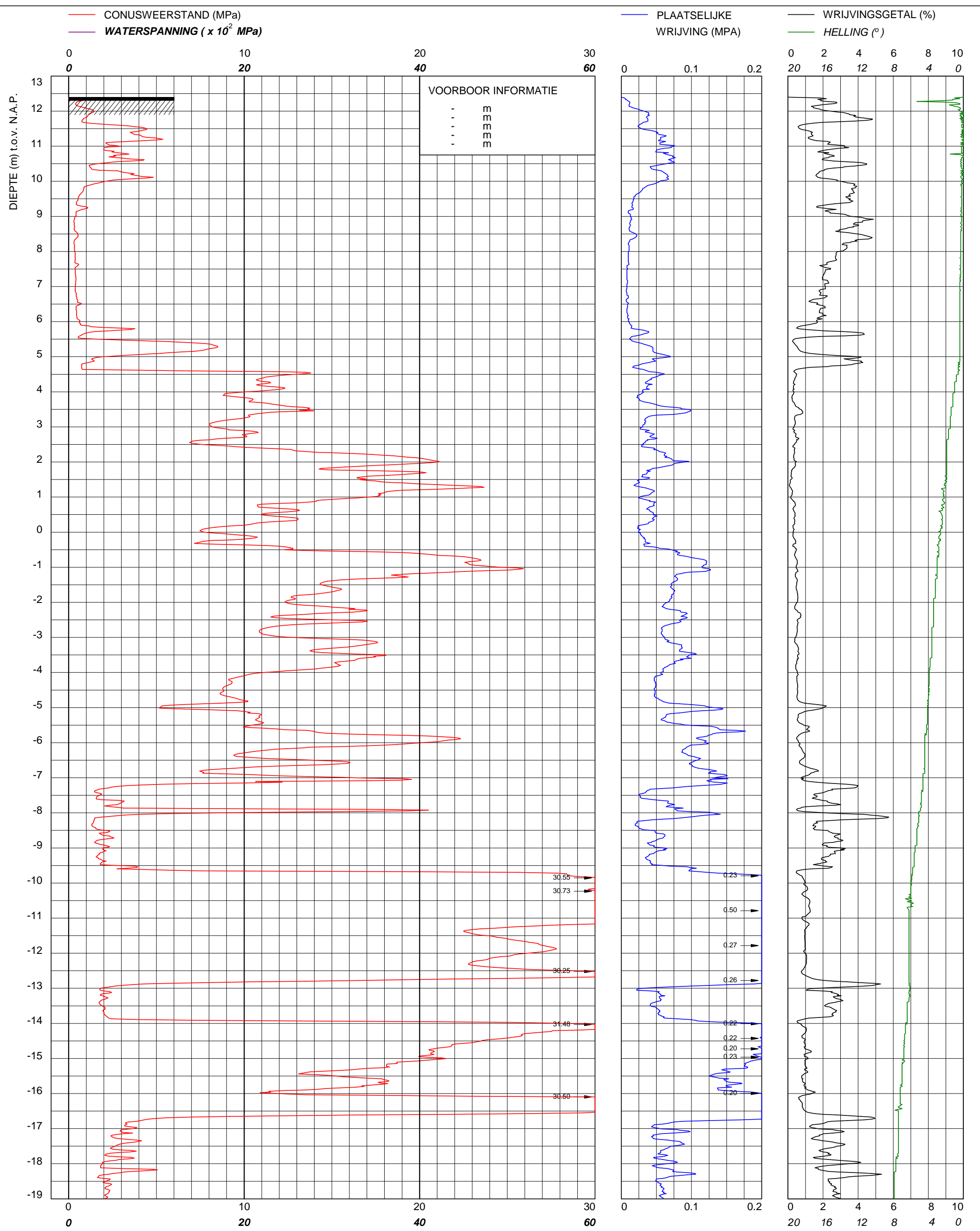
© copyright
 Sondring TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2
 Conus: 140119, Ac: 1.500 mm² Filterpositie U2

Waterschap Rijn en IJssel
Diverse locaties Lobith e.o.

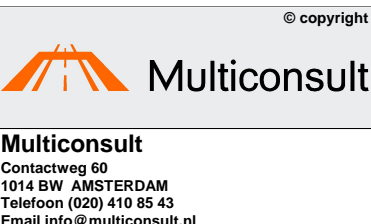
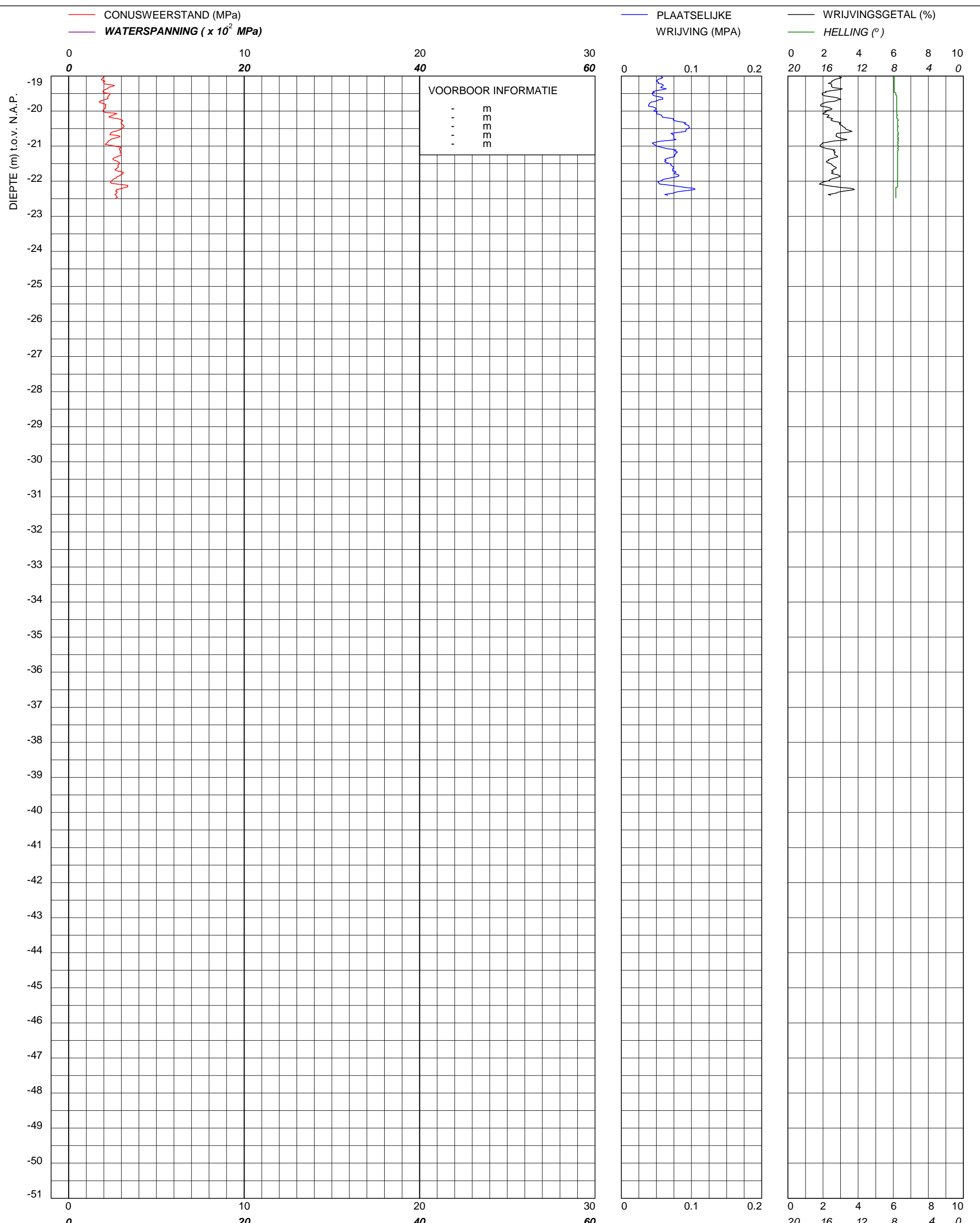
MV	16.496 m N.A.P.	X	198495
Km		Y	435196
Uitvoeringsdatum		2-10-2014	
Printdatum		3-10-2014	

Opdrachtnummer :
 3350901

Locatiecode :
 S04



<p>Multiconsult Contactweg 60 1014 BW AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info@multiconsult.nl</p>	Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 3 Conus: 141204, Ac: 1.500 mm ² Filterpositie U2	MV	12.396 m N.A.P.	X	198631	Opdrachtnummer :
	Waterschap Rijn en IJssel Diverse locaties Lobith e.o.	Km		Y	435079	3350901
		Uitvoeringsdatum		17-3-2015		Locatiecode :
		Printdatum		19-3-2015		S07



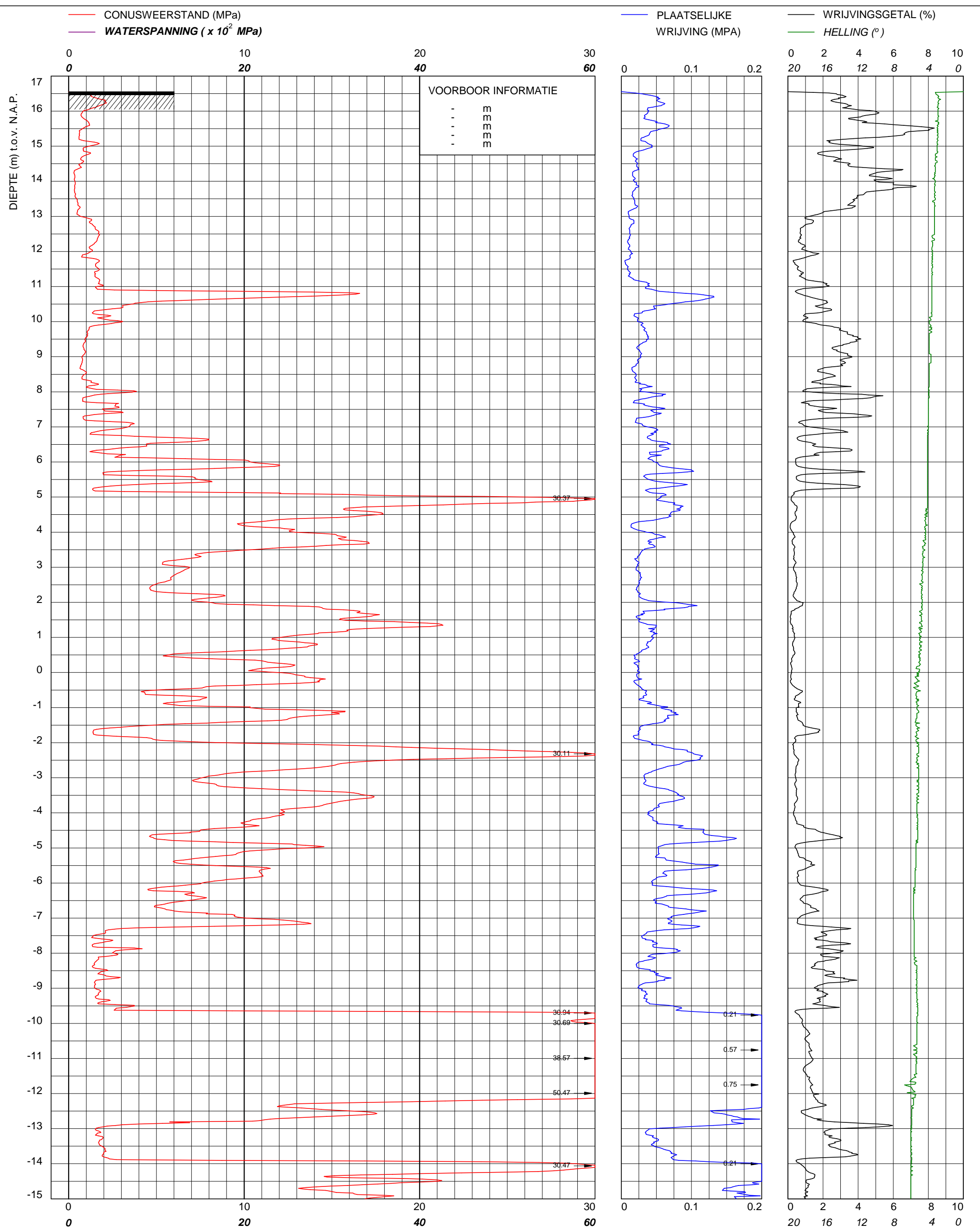
© copyright
 Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 3
 Conus: 141204, Ac: 1.500 mm² Filterpositie U2

Waterschap Rijn en IJssel
Diverse locaties Lobith e.o.

MV	12.396 m N.A.P.	X	198631
Km		Y	435079
Uitvoeringsdatum		17-3-2015	
Printdatum		19-3-2015	

Opdrachtnummer :
 3350901

Locatiecode :
 S07



© copyright
Multiconsult
 Contactweg 60
 1014 BW AMSTERDAM
 Telefoon (020) 410 85 43
 Email info@multiconsult.nl

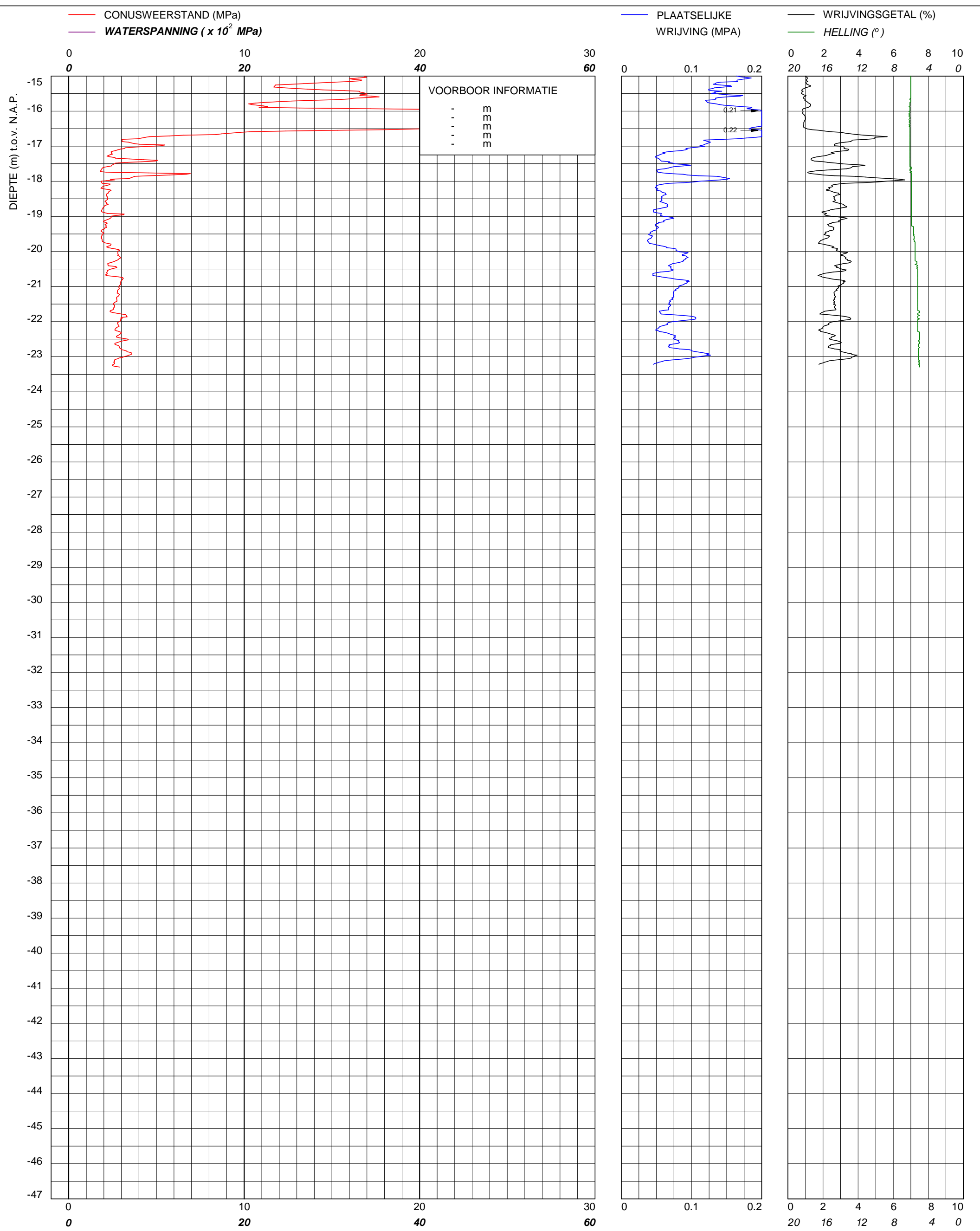
Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 3
 Conus: 141204, Ac: 1.500 mm² Filterpositie U2

Waterschap Rijn en IJssel
Diverse locaties Lobith e.o.

MV	16.554 m N.A.P.	X	198619
Km		Y	435065
Uitvoeringsdatum		18-3-2015	
Printdatum		19-3-2015	

Opdrachtnummer :
 3350901

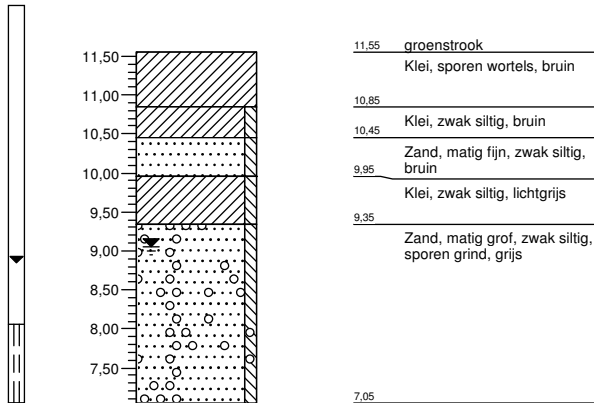
Locatiecode :
 S08



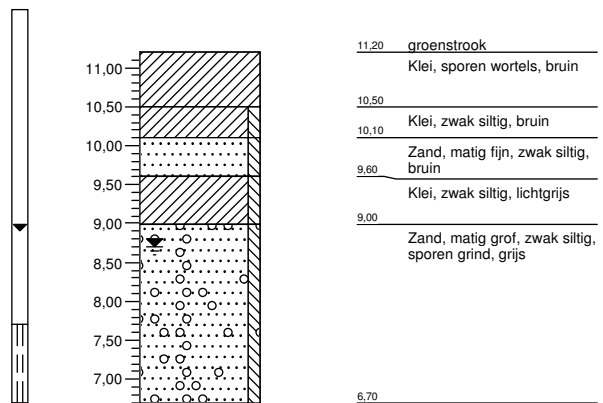
<p>Multiconsult Contactweg 60 1014 BW AMSTERDAM Telefoon (020) 410 85 43 Email info@multiconsult.nl</p>	© copyright Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 3 Conus: 141204, Ac: 1.500 mm ² Filterpositie U2	MV	16.554 m N.A.P.	X	198619	Opdrachtnummer : 3350901
	Waterschap Rijn en IJssel Diverse locaties Lobith e.o.	Km		Y	435065	
		Uitvoeringsdatum		18-3-2015		Locatiecode : S08
		Printdatum		19-3-2015		

Boring: PB17-150+85-B

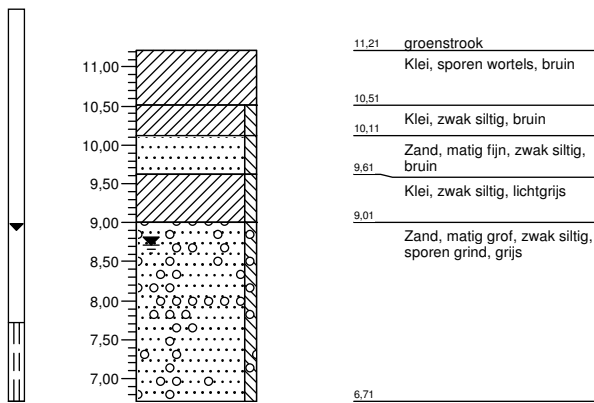
Datum: 06-10-2014
 X: 198481
 Y: 435185

**Boring: PB18-150-B**

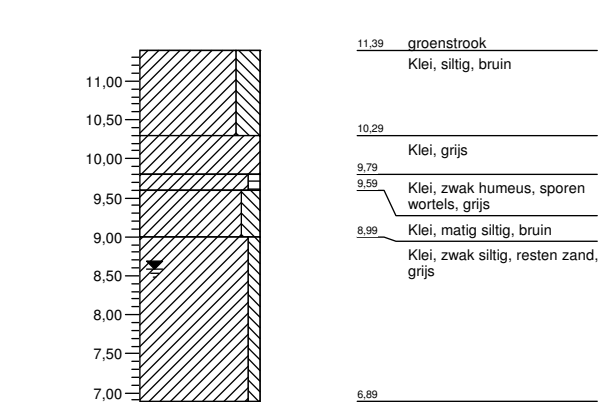
Datum: 06-10-2014
 X: 198533
 Y: 435129

**Boring: PB19-149+35-B**

Datum: 06-10-2014
 X: 198561
 Y: 435098

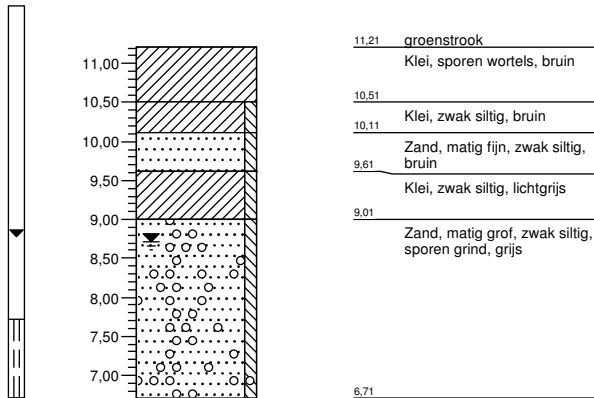
**Boring: PB19A-149+35-B**

Datum: 03-10-2014
 X: 198562
 Y: 435097

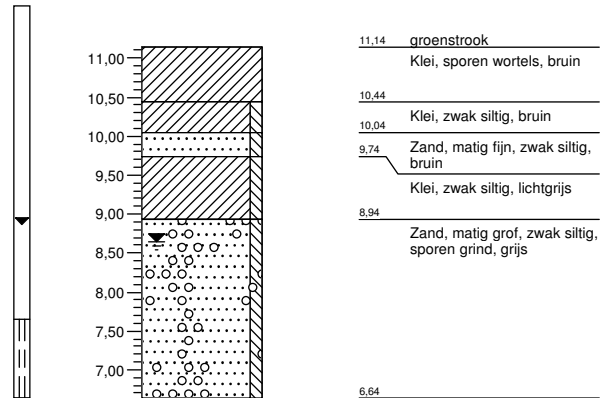


Boring: PB20-150+85-A

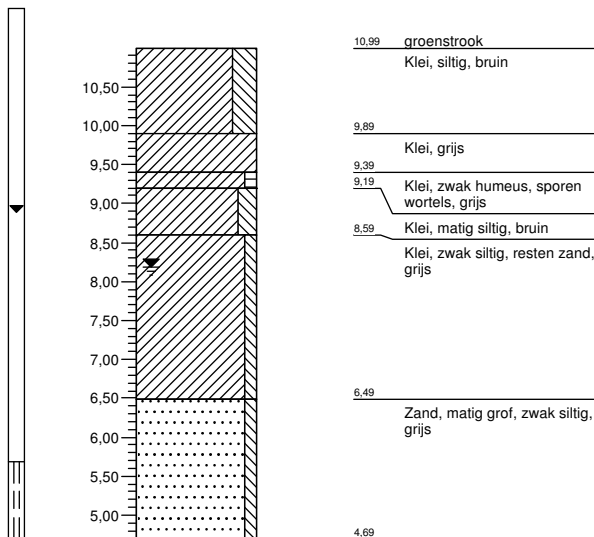
Datum: 06-10-2014
 X: 198458
 Y: 435163

**Boring: PB21-150-A**

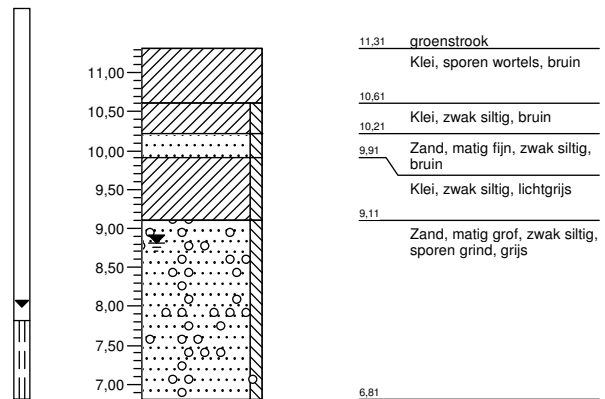
Datum: 06-10-2014
 X: 198510
 Y: 435107

**Boring: PB22-149+35-A**

Datum: 06-10-2014
 X: 198539
 Y: 435075

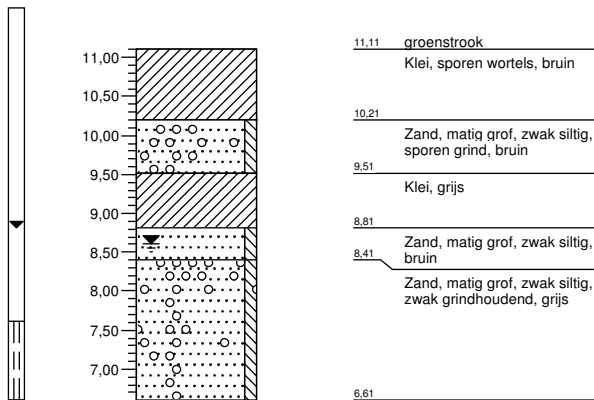
**Boring: PB23-150+85-A**

Datum: 06-10-2014
 X: 198433
 Y: 435138

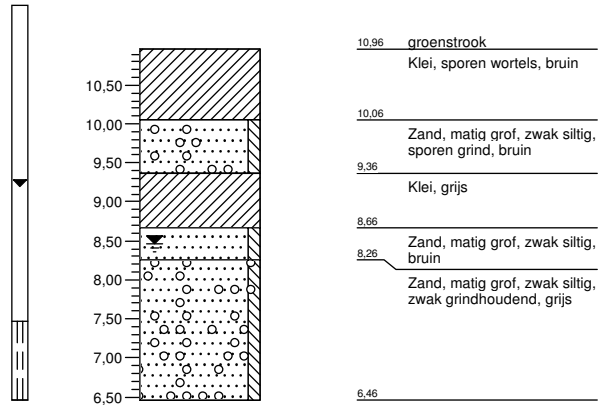


Boring: PB24-150-A

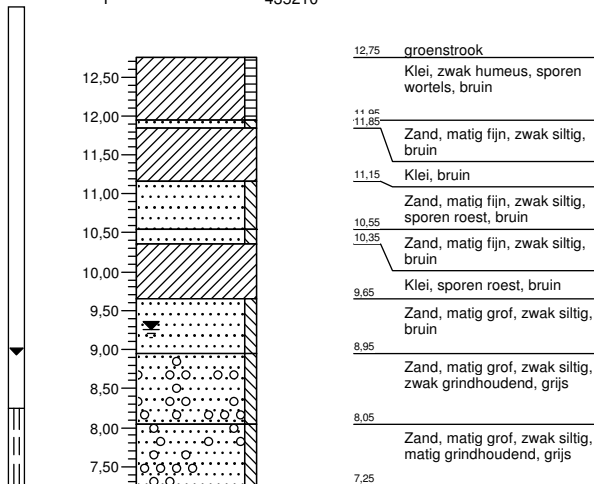
Datum: 06-10-2014
 X: 198487
 Y: 435084

**Boring: PB25-149+35-A**

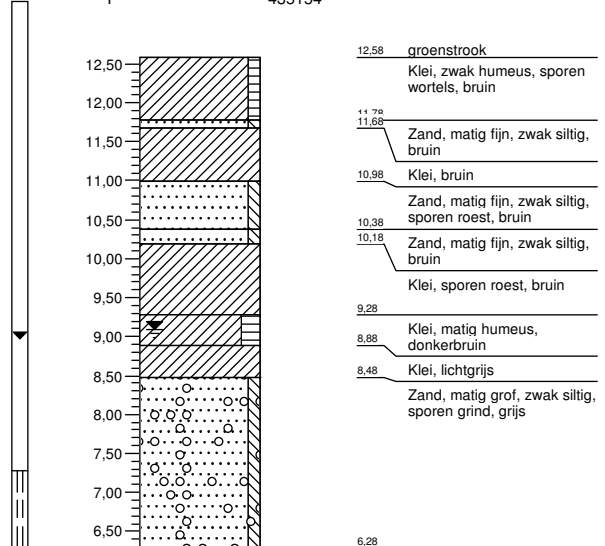
Datum: 06-10-2014
 X: 198516
 Y: 435052

**Boring: PB26-150+85-D**

Datum: 06-10-2014
 X: 198506
 Y: 435210

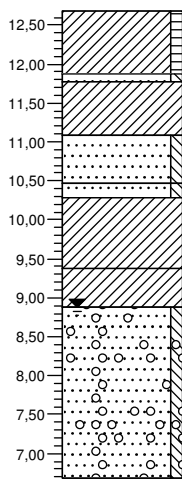
**Boring: PB27-150-D**

Datum: 06-10-2014
 X: 198560
 Y: 435154



Boring: PB28-149+35-D

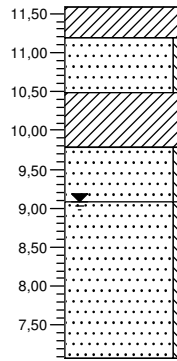
Datum: 06-10-2014
 X: 198587
 Y: 435125



12.68	groenstrook
	Klei, zwak humeus, sporen wortels, bruin
11.78	Zand, matig fijn, zwak siltig, bruin
11.08	Klei, bruin
10.48	Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen roest, bruin
10.28	Zand, matig fijn, zwak siltig, bruin
	Klei, sporen roest, bruin
9.38	Klei, lichtgrijs
8.88	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindhoudend, grijs
6.68	

Boring: PB29-150+85-E

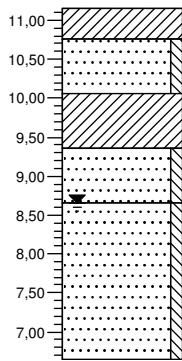
Datum: 06-10-2014
 X: 198629
 Y: 435328



11.58	akker
11.18	Klei, sporen wortels, bruin
10.48	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin
9.78	Klei, sporen roest, sporen zand, bruin
9.08	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin
9.08	Zand, matig grof, zwak siltig, grijs
7.08	

Boring: PB30-150-E

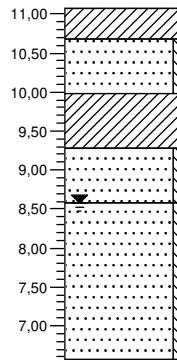
Datum: 06-10-2014
 X: 198658
 Y: 435247



11.15	akker
10.75	Klei, sporen wortels, bruin
10.05	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin
9.35	Klei, sporen roest, sporen zand, bruin
8.65	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin
8.65	Zand, matig grof, zwak siltig, grijs
6.65	

Boring: PB31-149+35-E

Datum: 06-10-2014
 X: 198676
 Y: 435197



11.07	akker
10.67	Klei, sporen wortels, bruin
9.97	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin
9.27	Klei, sporen roest, sporen zand, bruin
8.57	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin
8.57	Zand, matig grof, zwak siltig, grijs
6.57	



Contactweg 60
 1014 BW AMSTERDAM
 Telefoon (020) 410 85 43
 Email info@multiconsult.nl

Projectnaam: Pannerden

Opdrachtgever: Waterschap Rijn en IJssel

Projectcode: 3350901-PANNERDEN

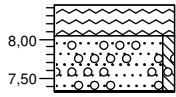
Boormeester: R. Blonk

Projectleider: J. Slaghuis

Pagina: 4 / 5

Boring: PB32-150-W

Datum: 06-10-2014
X: 198356
Y: 434963



8.44	waterspiegel
8.04	Water
	Zand, zeer grof, zwak siltig, uiterst grindhoudend, bruin
7.33	Gestaakt



Multiconsult

Contactweg 60
1014 BW AMSTERDAM
Telefoon (020) 410 85 43
Email info@multiconsult.nl

Projectnaam: Pannerden

Boormeester: R. Blonk

Opdrachtgever: Waterschap Rijn en IJssel

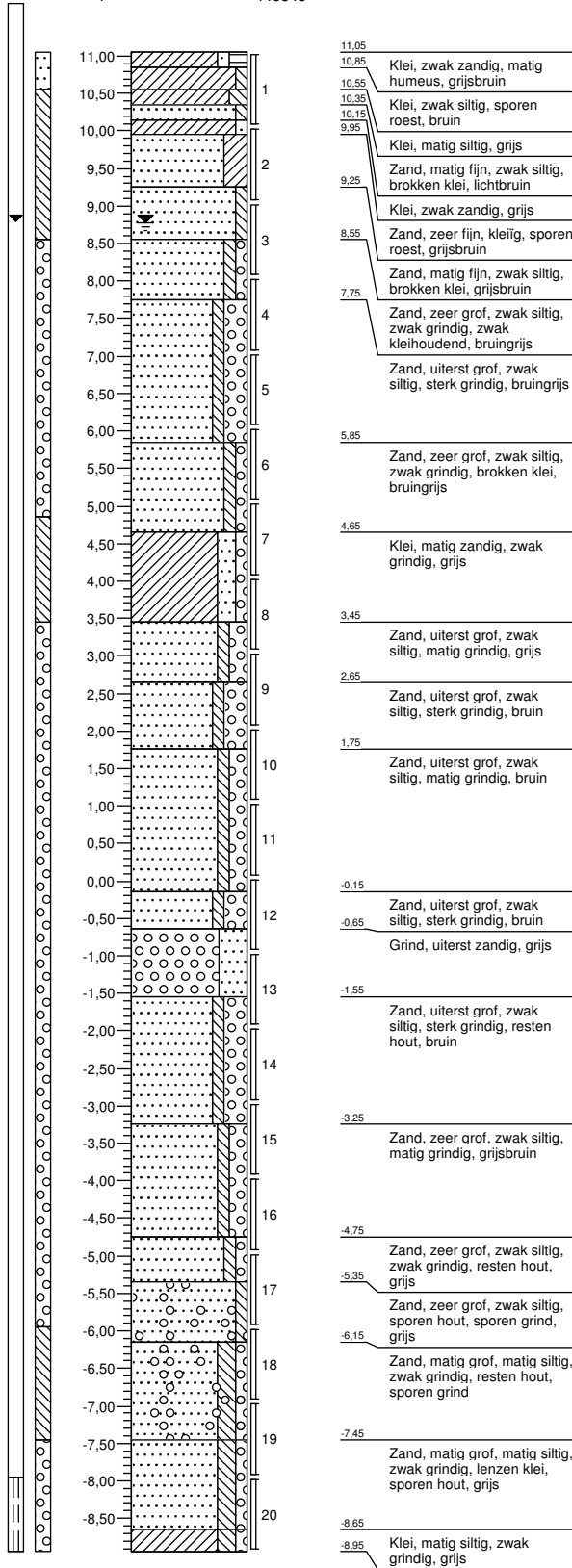
Projectleider: J. Slaghuis

Projectcode: 3350901-PANNERDEN

Pagina: 5 / 5

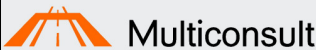
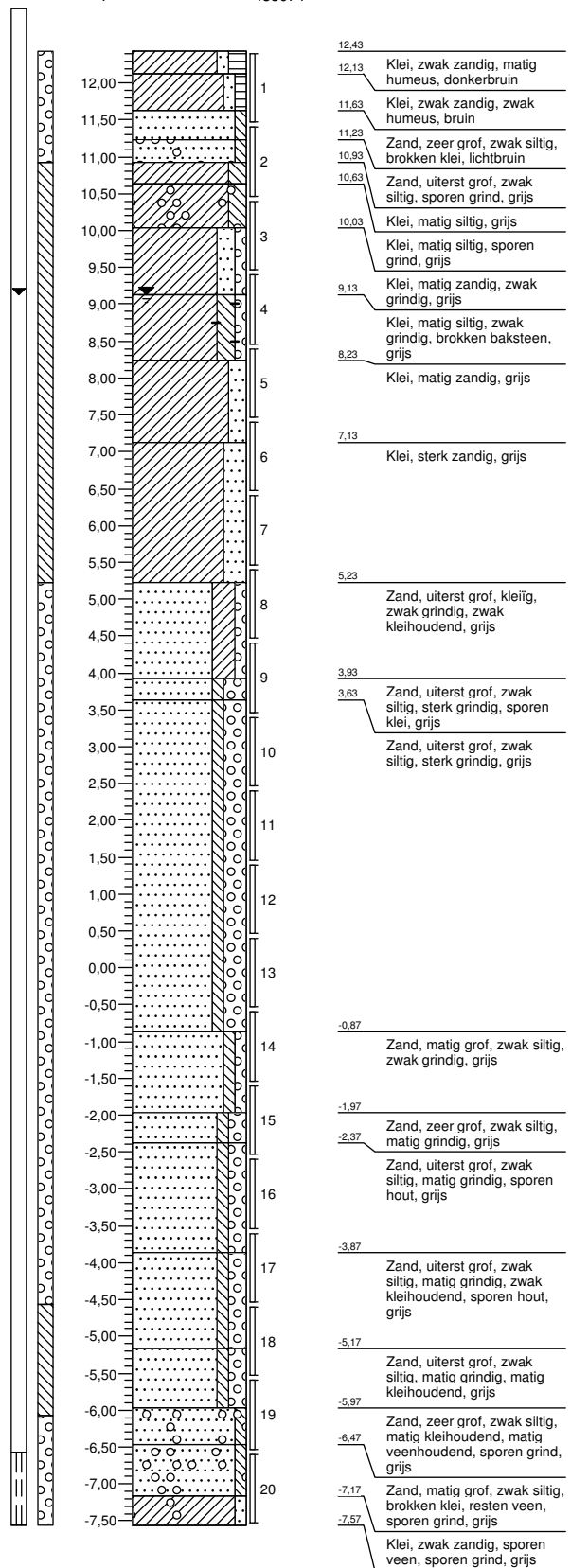
Boring: MB01-Westervoort

Datum: 16-03-2015
 X: 194268
 Y: 440540



Boring: MB02-Pannerden

Datum: 19-03-2015
 X: 198632
 Y: 435074



Contactweg 60
 1014 BW AMSTERDAM
 Telefoon (020) 410 85 43
 Email info@multiconsult.nl

Projectnaam: Diverse locaties Lobith e.o.

Opdrachtgever: Waterschap Rijn en IJssel

Projectcode: 3350901

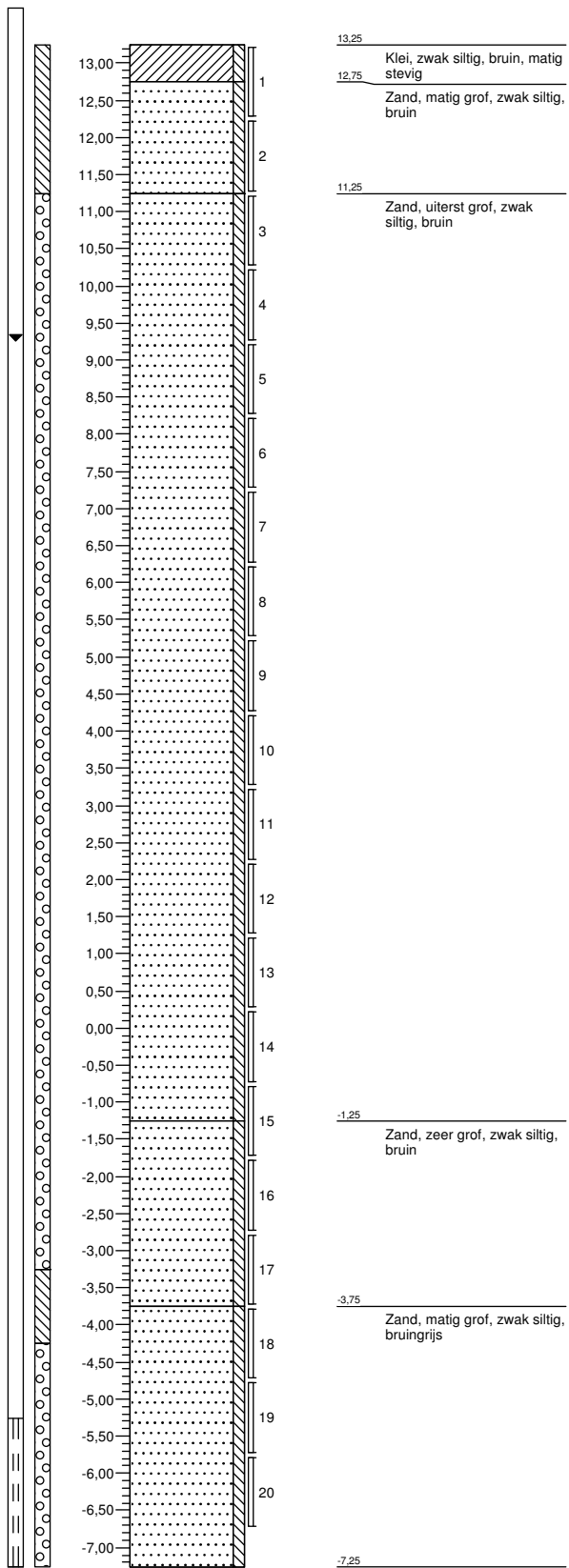
Boormeester: J. Kuijt

Projectleider: J. Slaghuis

Pagina: 1 / 2

Boring: MB03-Lobith

Datum: 22-10-2014
X: 204148
Y 431679



Contactweg 60
1014 BW AMSTERDAM
Telefoon (020) 410 85 43
Email info@multiconsult.nl

Projectnaam: Diverse locaties Lobith e.o.

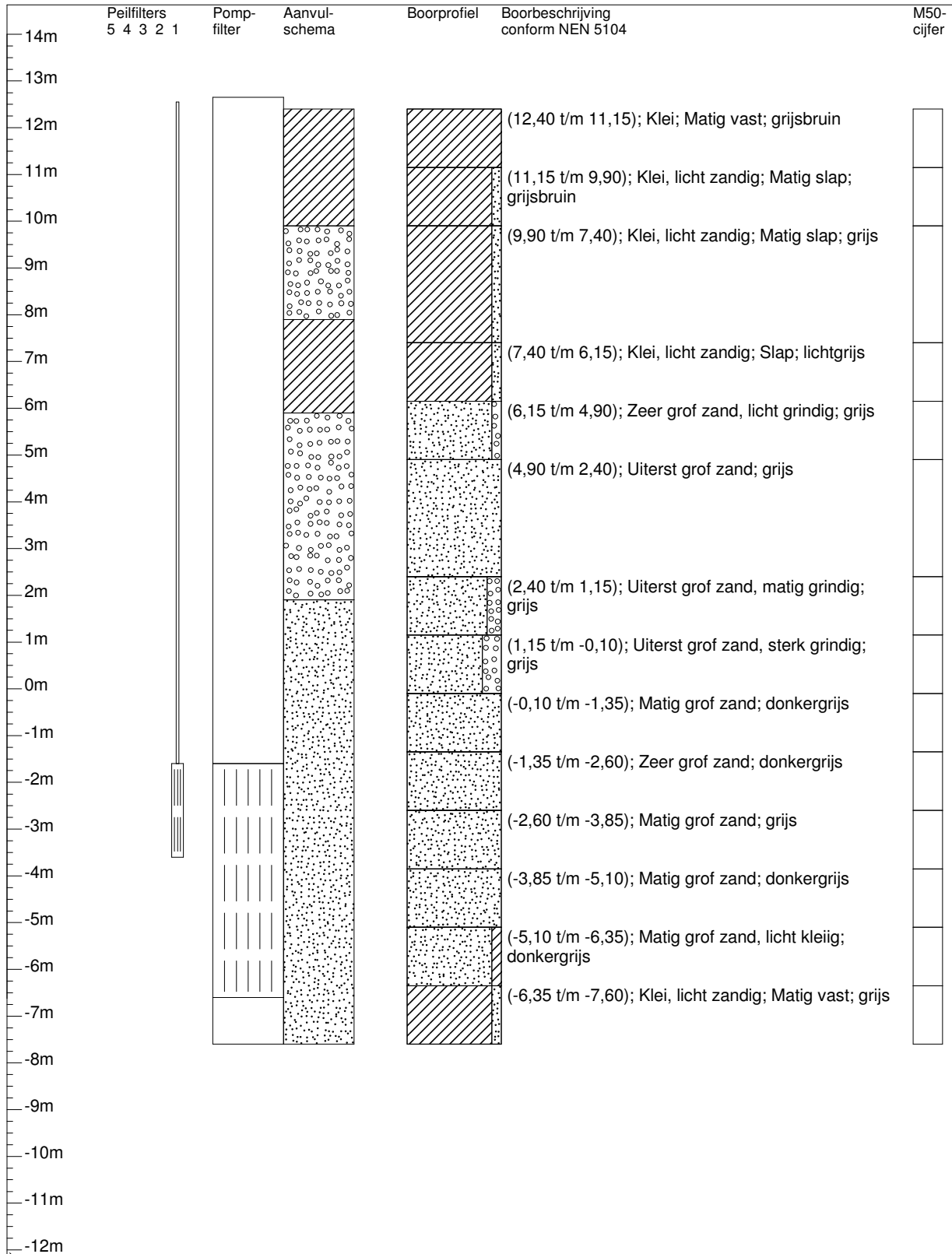
Boormeester: J. Kuijt

Opdrachtgever: Waterschap Rijn en IJssel

Projectleider: J. Slaghuis

Projectcode: 3350901

Pagina: 2 / 2



Verticale as vertegenwoordigt de hoogte in meters t.o.v. NAP

	Project/Plaats	Pompproeven Pannerden / Westervoort / Lobith	Datum	6-5-2015	Ons kenmerk	615302
	Opdrachtgever	BAM Infra	X-coördinaat	198596	Uw kenmerk	
	Boormethode	Zuigboren ø 700 mm	Y-coördinaat	435087	Boornummer	
	Boormeester	W. vd Polder	KM	Pannerden		
Mos Grondwatertechniek Heinenoord, tel +31 186 607100, www.mos-grondwatertechniek.nl,						

Peilfilters (van-tot(diameter))

Peilbuis 1: -1,60 m t/m -3,60 m (32 mm)

Pomppfilters (van-tot(diameter x perforatie diameter))

12,65 m t/m -1,60 m (400 mm x 0 mm)
 -1,60 m t/m -6,60 m (400 mm x 1 mm)
 -6,60 m t/m -7,60 m (400 mm x 0 mm)

Zandaanvullingen en kleiafdichtingen (van-tot(materiaal))

12,40 m t/m 9,90 m (Mikolit 00)
 9,90 m t/m 7,90 m (Aanvulgrind 2-5 mm)
 7,90 m t/m 5,90 m (Mikolit 00)
 5,90 m t/m 1,90 m (Aanvulgrind 2-5 mm)
 1,90 m t/m -7,60 m (Filtergrind)

Opmerking boring

Werkwater: ca. 28 m³
 Boorspoelingsadditieven: Antisol 4 kg.

Filtergrind: 1,0 - 1,6 mm, volgens Kiwa certificaat K 2332/03 'Zand en grind voor de drinkwaterproductie.'
 Zwelklei: Mikolit 00, volgens Kiwa certificaat K58346-01 'Boorgatklei voor milieukundig grondwateronderzoek'.

Algemene opmerking project

Werkzaamheden zijn, onafhankelijk van de opdrachtgever, uitgevoerd conform BRL SIKB 2100 'Beoordelingsrichtlijn Mechanisch boren' met bijbehorend protocol 2100.
 Certificaatnummer K58873/04, scope A, B en C.

J. in't Veld

	Project/Plaats	Pompproeven Pannerden / Westervoort / Lobith	Datum	6-5-2015	Ons kenmerk	615302
	Opdrachtgever	BAM Infra	X-coördinaat	198596	Uw kenmerk	
	Boormethode	Zuigboren ø 700 mm	Y-coördinaat	435087	Boornummer	Pannerden
	Boormeester	W. vd Polder	KM			
Mos Grondwatertechniek Heinoord, tel +31 186 607100, www.mos-grondwatertechniek.nl,						

Plaatsingsformulier wegdrukfilters

Projectgegevens

Plaats	Pannerden	Werknummer	3350901
Werklocatie	Diverse locaties	Opdrachtgever	Waterschap Rijn en IJssel
Voertuig	Optotruck2	Datum rapportage	18 mei 2015
Uitgevoerd door	F. Spreeuw		

Filterstelling

Filternummer	Pb62-149+35-E		Pb63-149+35-E		
Datum plaatsing	12 mei 2015		12 mei 2015		
¹ Filter type	F		F		
Filterdiepte van ... tot ... [m – mv.]	11.00	12.00	11.00	12.00	
Bovenkant stijgbuis m t.o.v. NAP	+10.782		+10.756		
Maaiveld t.o.v. NAP	+10.051		+9.980		
X-/Y-coördinaten	198669	435100	198659	435093	

Afwerking

² Afdichting type	-		-		
Afdichting van ... tot ... [m – mv.]	-	-	-	-	
Straatpot/Beschermkoker/Anders...	Beschermkoker		Beschermkoker		

Afpompen

Grondwaterstand [t.o.v. BkPb]	1.52	1.49	
Datum schoonpompen	12 mei 2015	12 mei 2015	
Opbrengst [goed/matig/slecht]	Goed	Goed	
Kleur	Neutraal	Neutraal	
Geur	-	-	
Helderheid [helder/matig troebel/troebel]	Helder	Helder	
Schoongepompt volume [liter]	10 L	10 L	

Bijzonderheden

¹) Standaard drukfilters:

minifilters

- Type A : Minifilters PVC Ø 20/17 mm met een perforatielengte van 0.70 m verlengd met een PE slang Ø 6x8 mm tot mv.
 Type B : Minifilters PVC Ø 20/17 mm met een perforatielengte van 0.70 m verlengd met een PE slang Ø 10x12 mm tot mv.

casing filters:

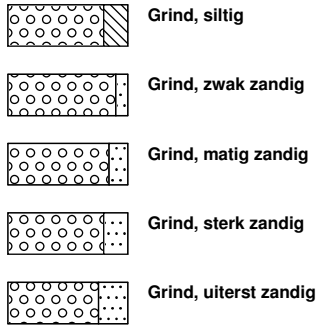
- Type C : 1" filter HDPE Ø 32/26 mm met een perforatielengte van 1.00 m.
 Type D : 1" filter HDPE Ø 32/26 mm met een perforatielengte van 2.00 m.
 Type E : 1" filter PVC Ø 32/25 mm met een perforatielengte van 1.00 m.
 Type F : 1" filter PVC Ø 32/25 mm met een perforatielengte van 2.00 m.
 Type G : 1" filter staal type gasbuis met een lengte van 1.00 m.

²) Afdichting:

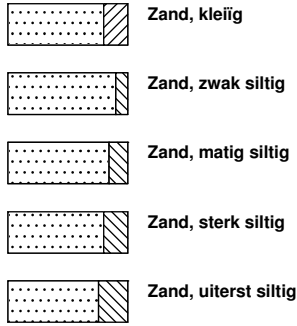
- Type 1 : Afdichting met een opstijvend mengsel van bentoniet met Dämmer-cement.
 Type 2 : Afdichting met verzwaaarde zweelkorrels.

Legenda (conform NEN 5104)

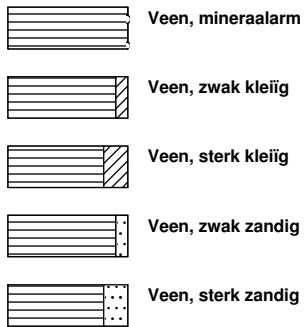
grind



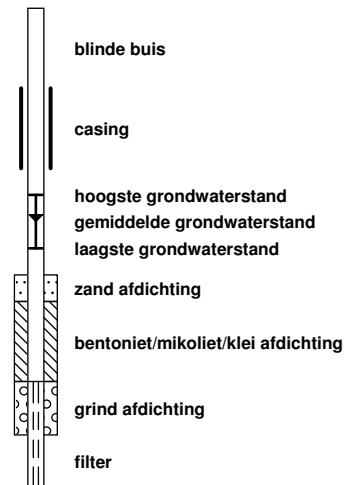
zand



veen



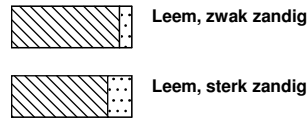
peilbuis



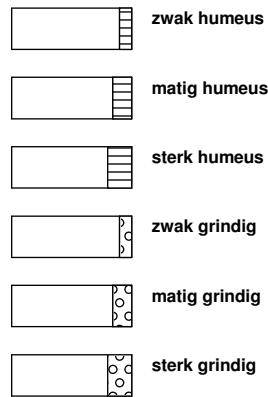
klei



leem



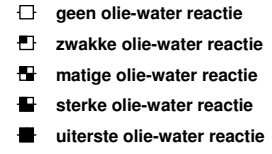
overige toevoegingen



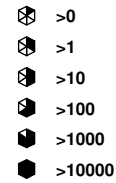
geur



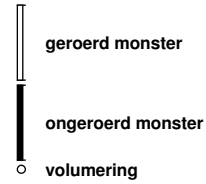
olie



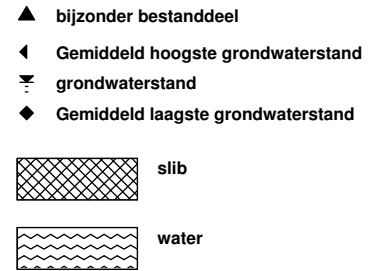
p.i.d.-waarde



monsters



overig



Opdracht : 1501078
Plaats : Lobith
Project : Korrelverdelingen

Betreft : Korrelverdelingen
te
LOBITH

Opdrachtgever : BAM Infra / De Ruiters Boringen en Bemalingen bv
T.a.v. Dhr. J. Slaghuis
Postbus 14
1160 AA ZWANENBURG
NL

Behandeld door : G.J. Broekhuizen (010 50 30 250)

Kenmerk : RG1501078-RH_1

Datum : 10 april 2015

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Rhoon	Kleidijk 35	Postbus 801	3160 AA	Rhoon	Tel. 088-5130200
Helmond	Vossenbeemd 90B		5705 CL	Helmond	
Rijssen	Het Wendelgoor 13		7604 PJ	Almelo	
Amsterdam	Gyroscoopweg 120		1042 AZ	Amsterdam	
Suriname	Ds Martin Luther Kingweg 150	District Wanica	-	Suriname	Tel. +597-488188

1 Algemene informatie

Dit rapport bevat de resultaten van het uitgevoerde lab. onderzoek ten behoeve van het uitvoeren van Korrelverdelingen.

2 Informatie uitvoering

Op door de opdrachtgever aangeleverde geroerde monsters zijn 20 korrelverdelingen uitgevoerd volgens de RAW proef 11.1 voor de grove zand/grindmonsters en volgens 11.1/2/3 voor de klei/silthoudende monsters.

De resultaten zijn in de bijlagen opgenomen.

G.J. Broekhuizen (010 50 30 250)

Rhoon, 10 april 2015

Mos Grondmechanica B.V.

Contr. : GB

Inhoud:

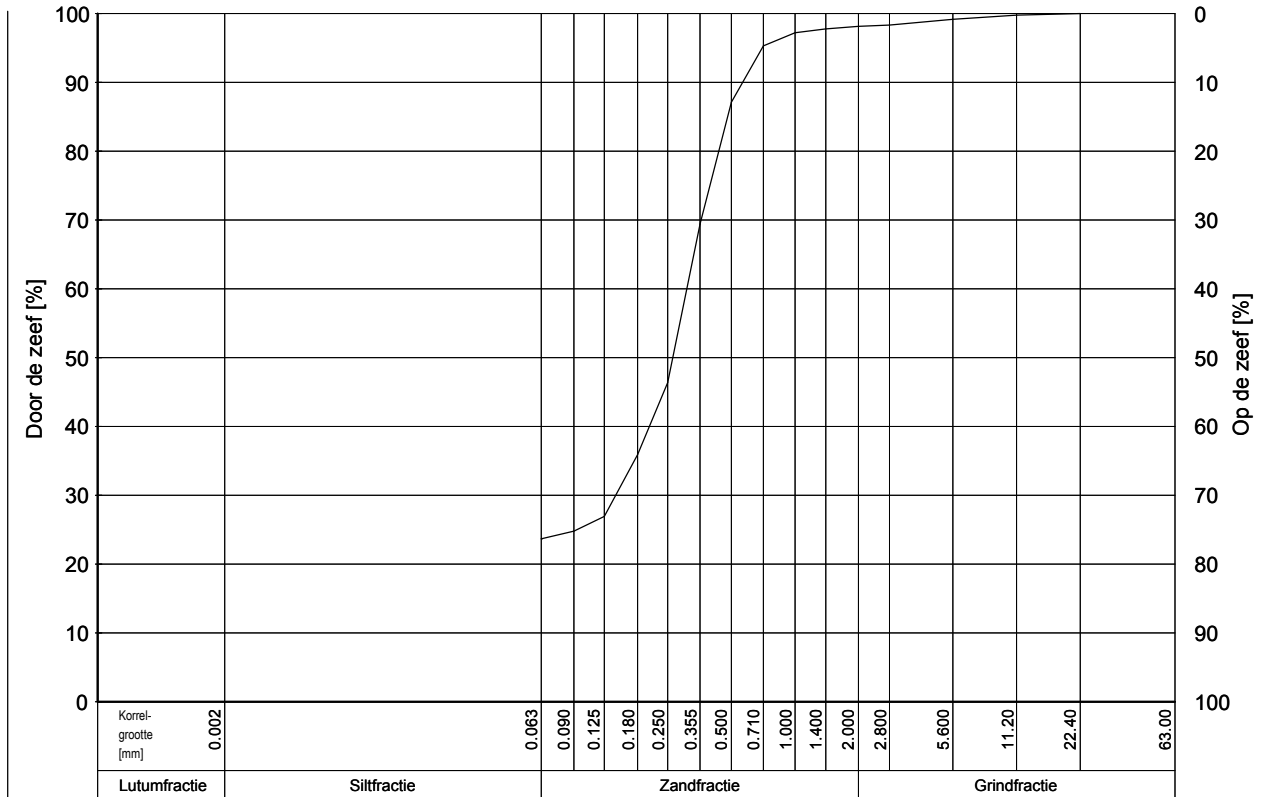
- Lab. onderzoek

Opdracht : 1501078
Plaats : Lobith
Project : Korrelverdelingen

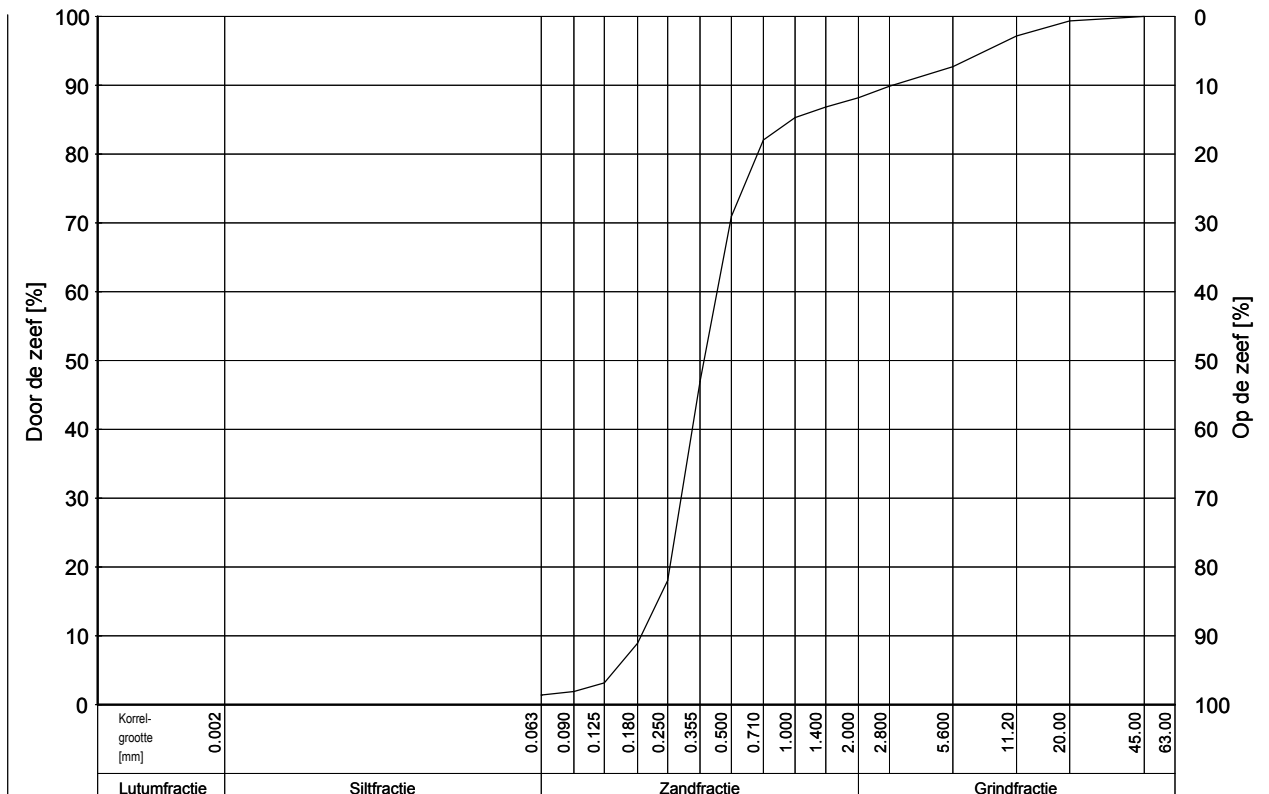
Bijlage A

Korrelverdelingen

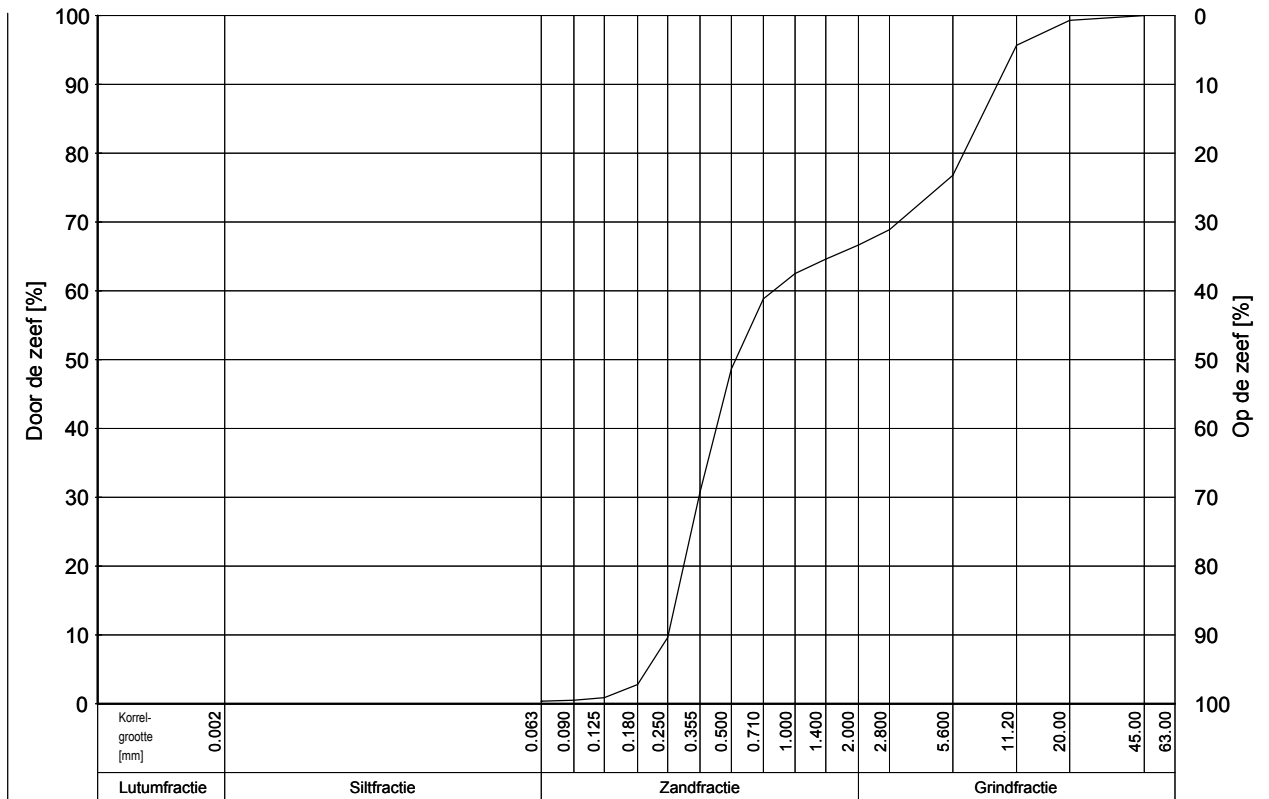
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	3	11.06	9.06/8.06	312	264	2.36	5.2		24.1	1.85



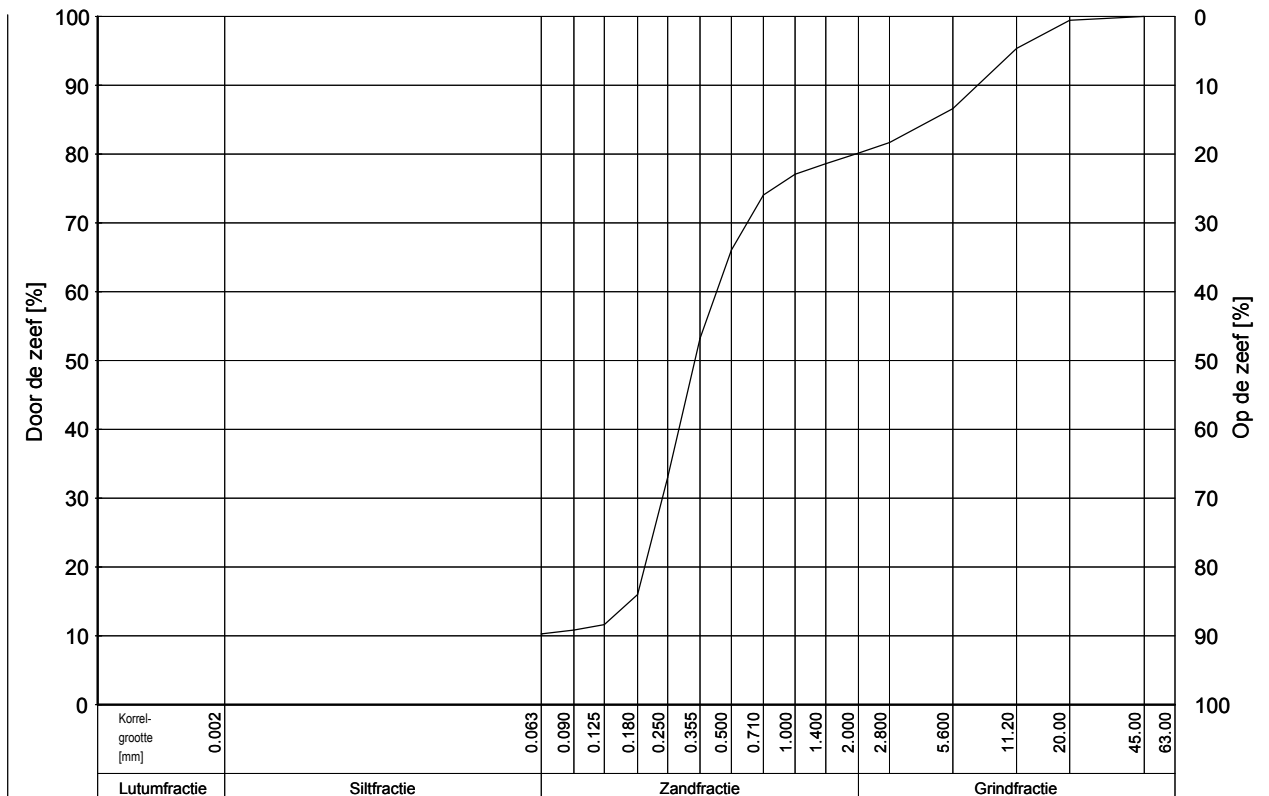
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	4	11.06	8.06/7.06	346	371	2.08	7.0	12.22e-05 (p=0.3)	1.6	11.81



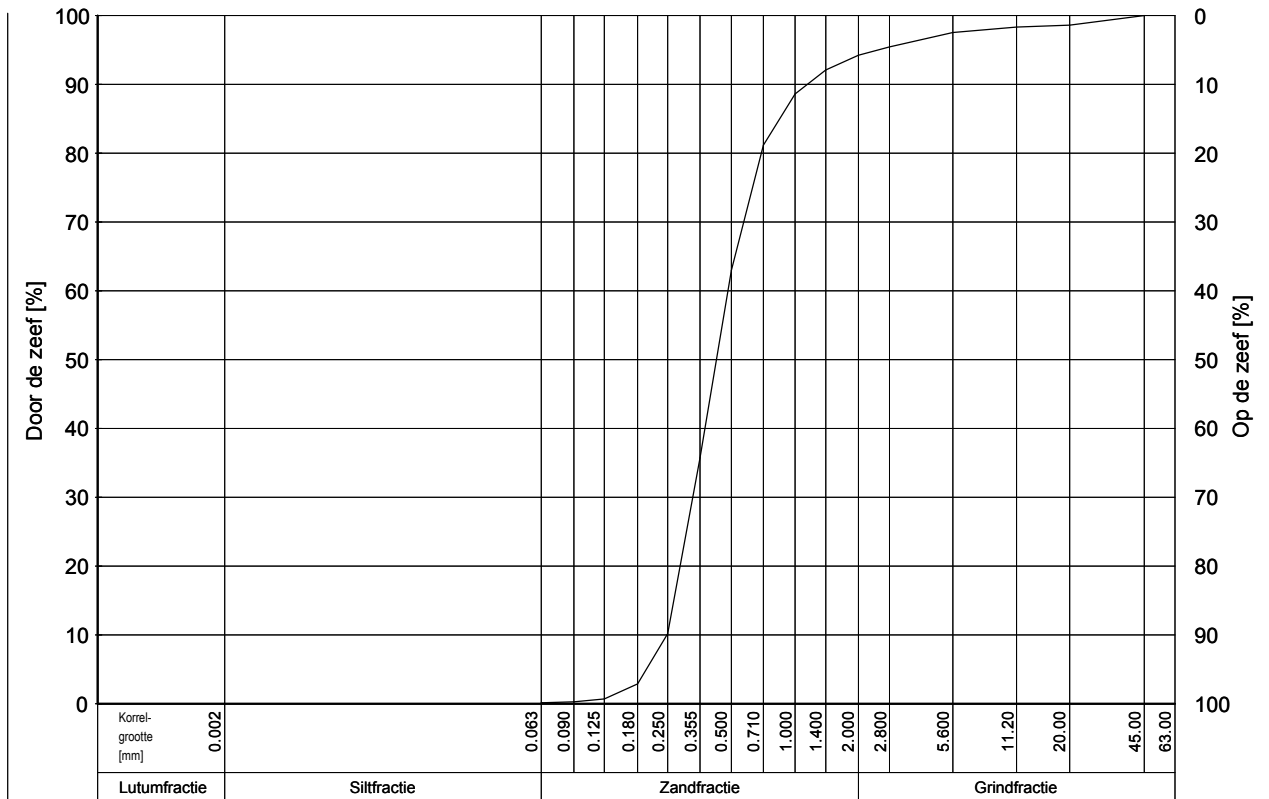
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	5	11.06	7.06/6.06	374	524	1.93	7.1		0.5	33.34



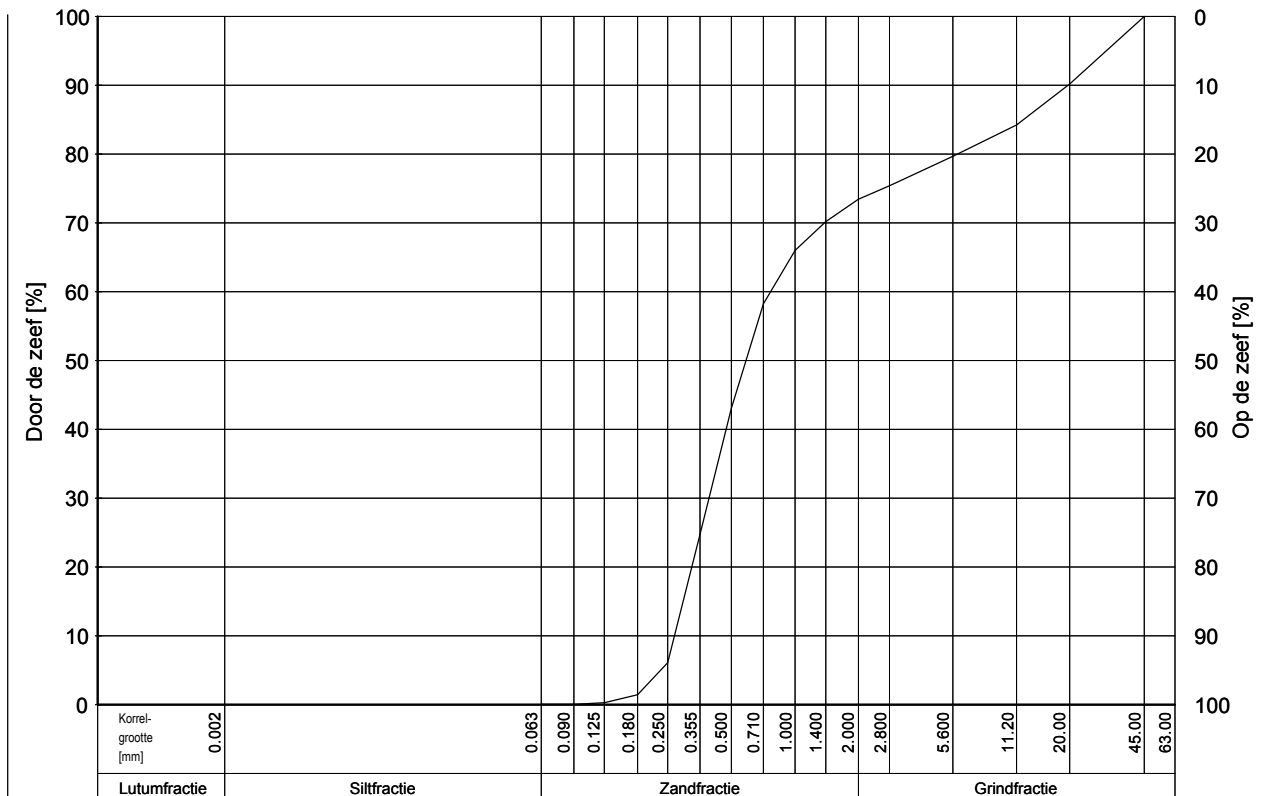
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	6	11.06	6.06/5.06	309	336	1.89	7.4		12.8	19.88



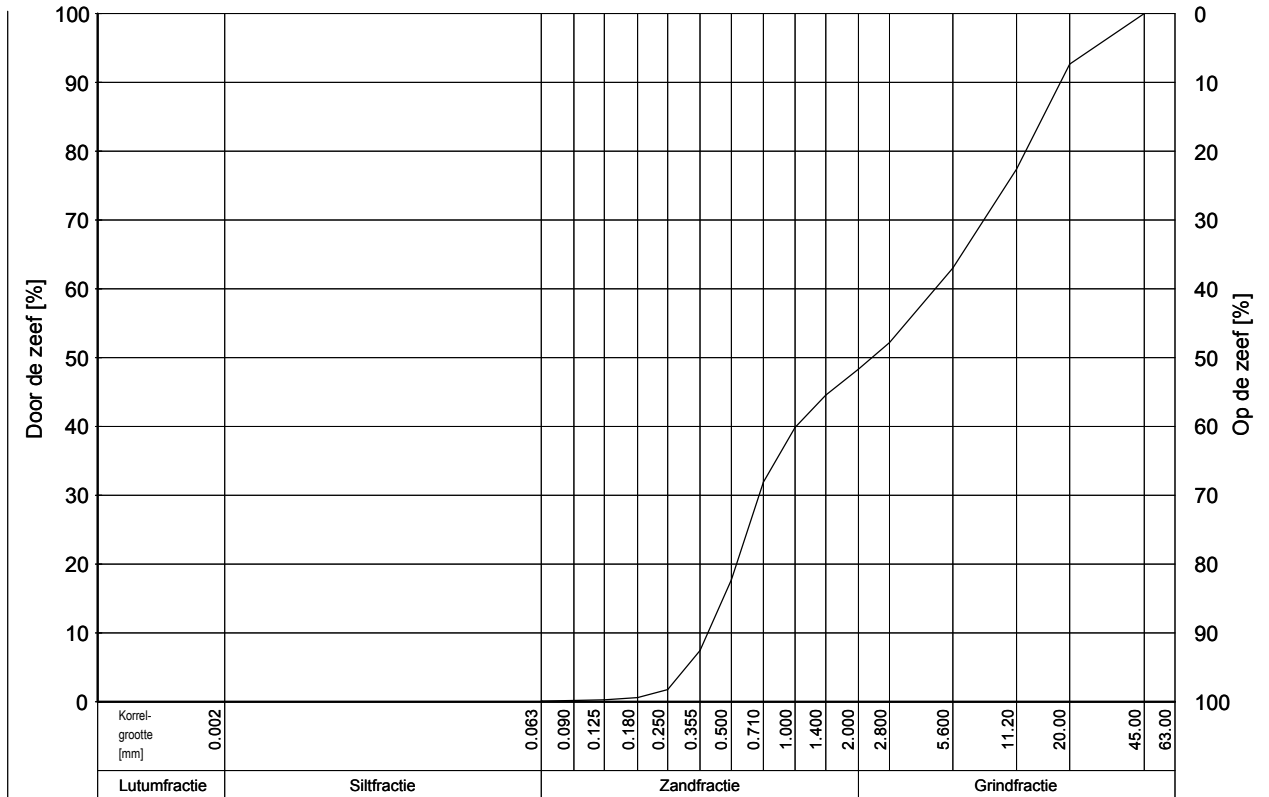
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	9	11.06	3.06/2.06	410	425	1.90	4.9	20.29e-05 (p=0.3)	0.1	5.76



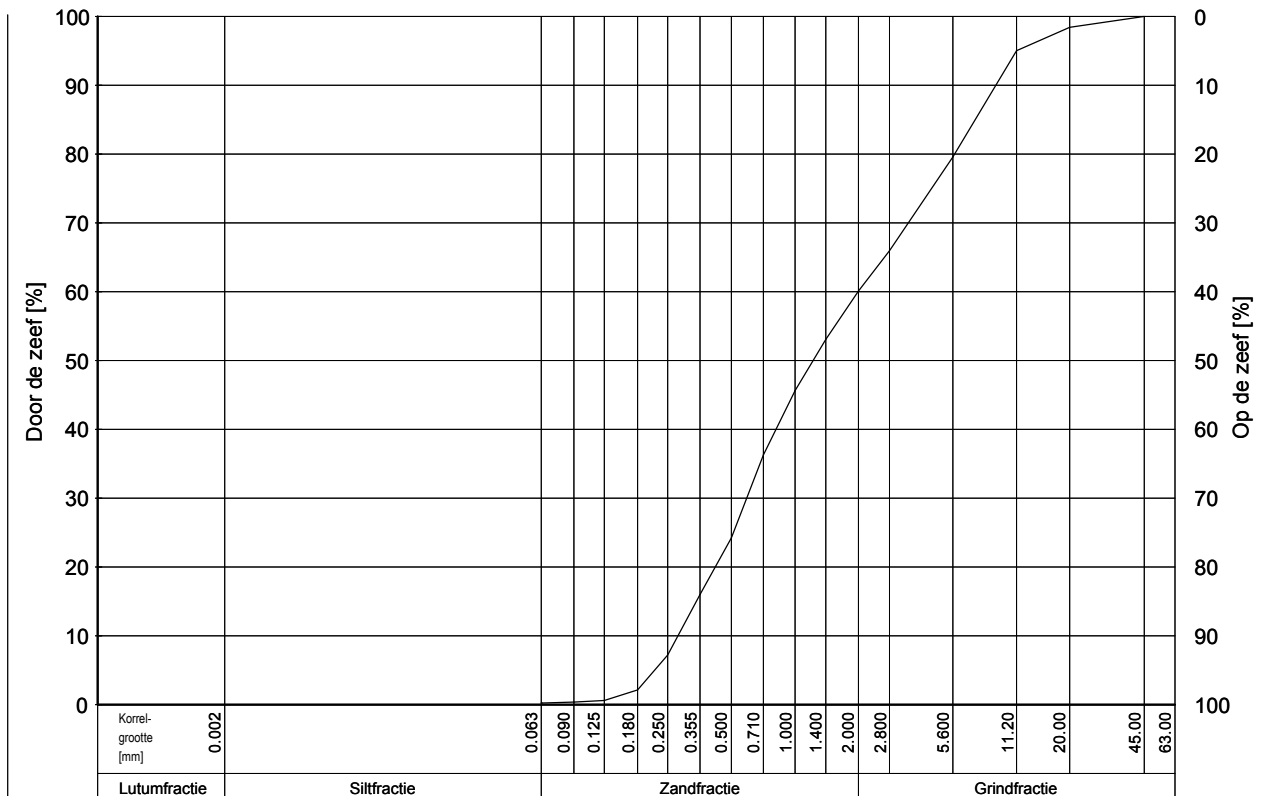
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	10	11.06	2.06/1.06	444	587	2.00	14.3		0.0	26.55



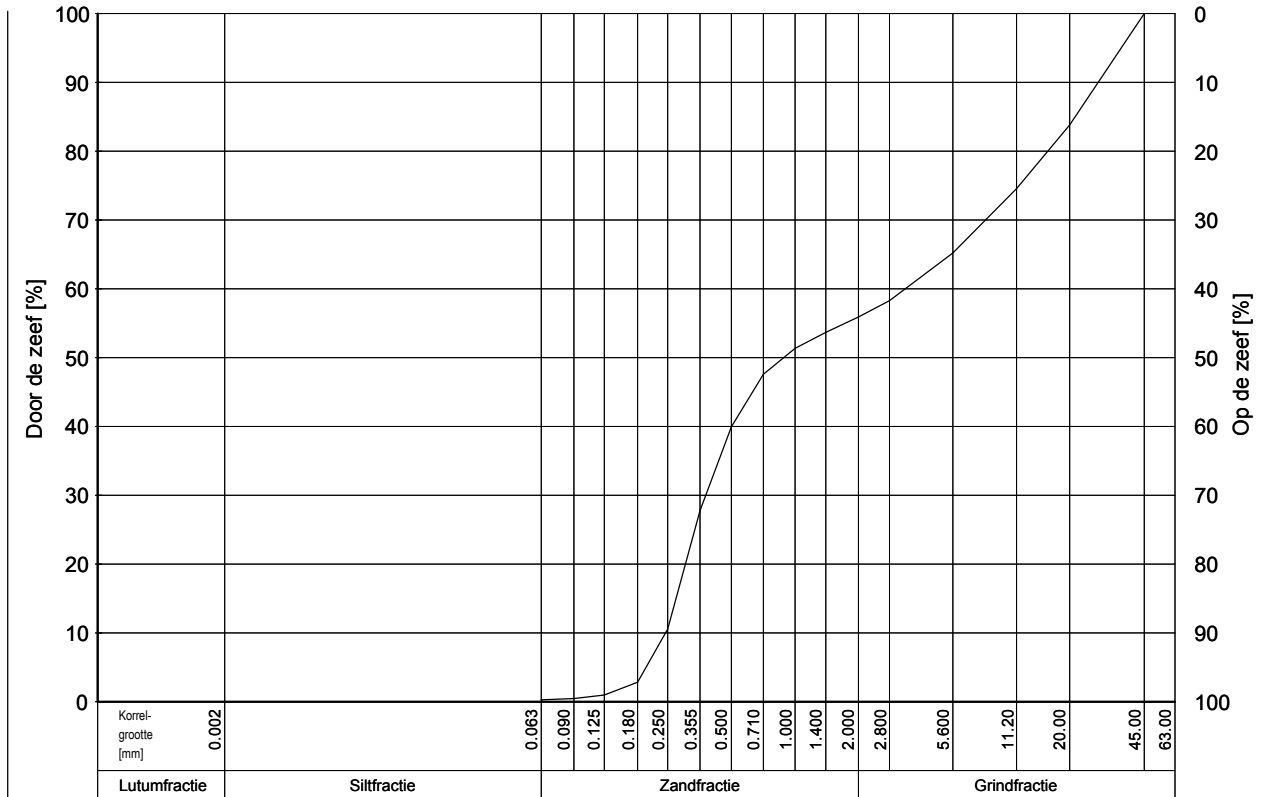
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	12	11.06	0.06/-0.94	587	2314	2.18	9.6		0.2	51.68



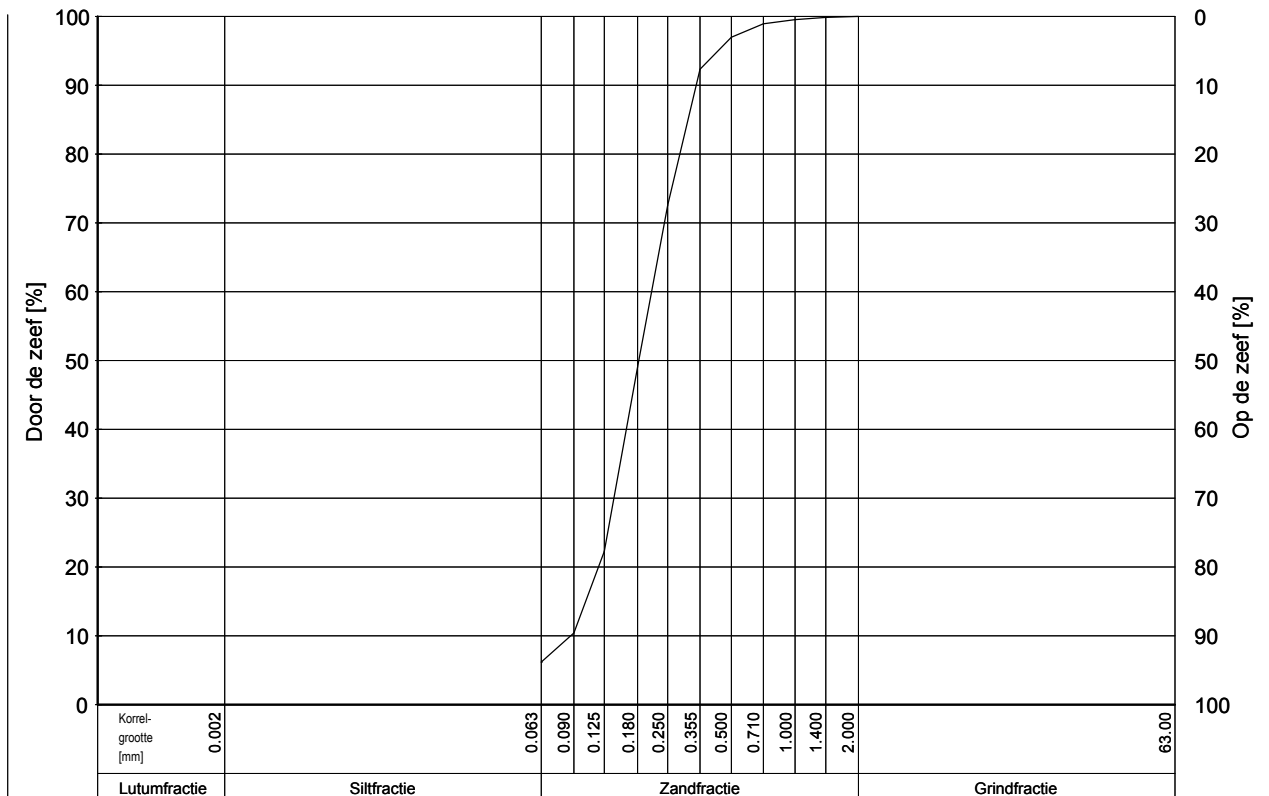
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	13	11.06	-0.94/-1.94	594	1219	3.02	5.7		0.3	39.94



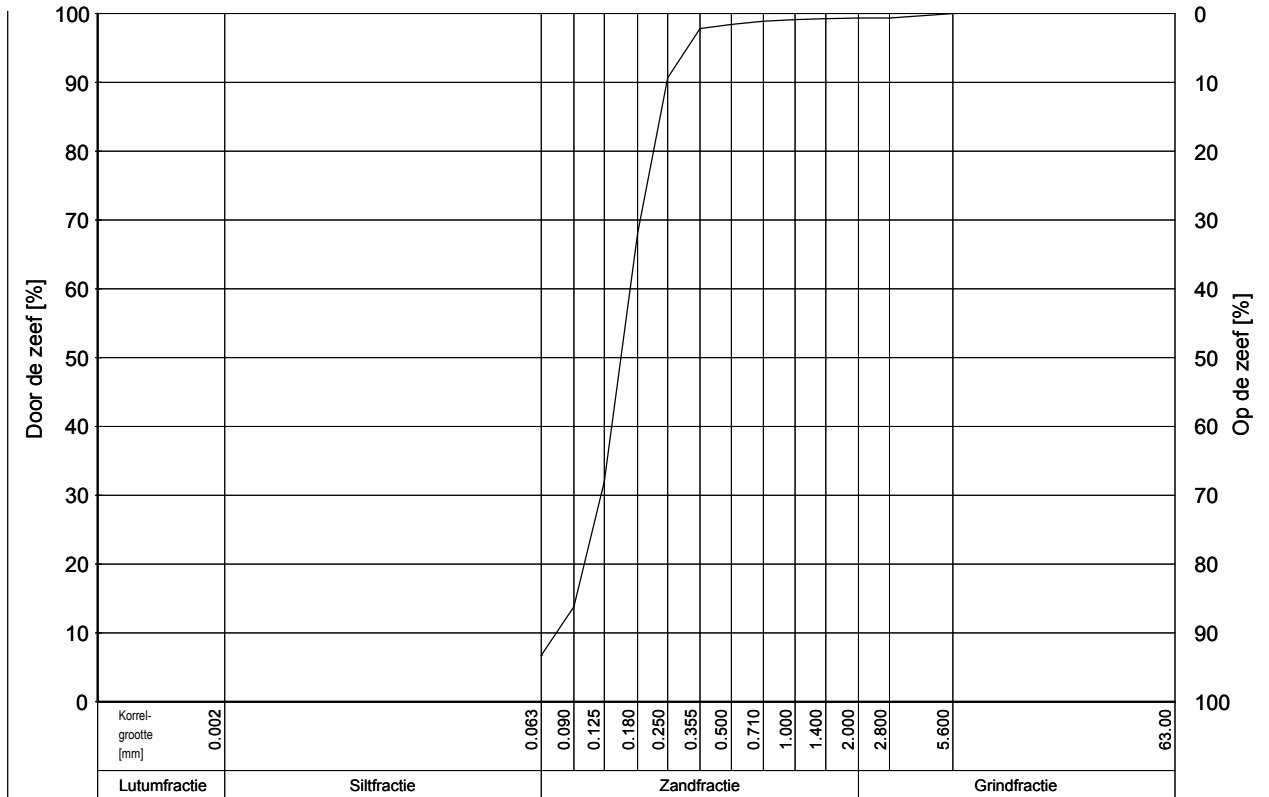
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	15	11.06	-2.94/-3.94	358	885	2.05	13.9		0.4	44.11



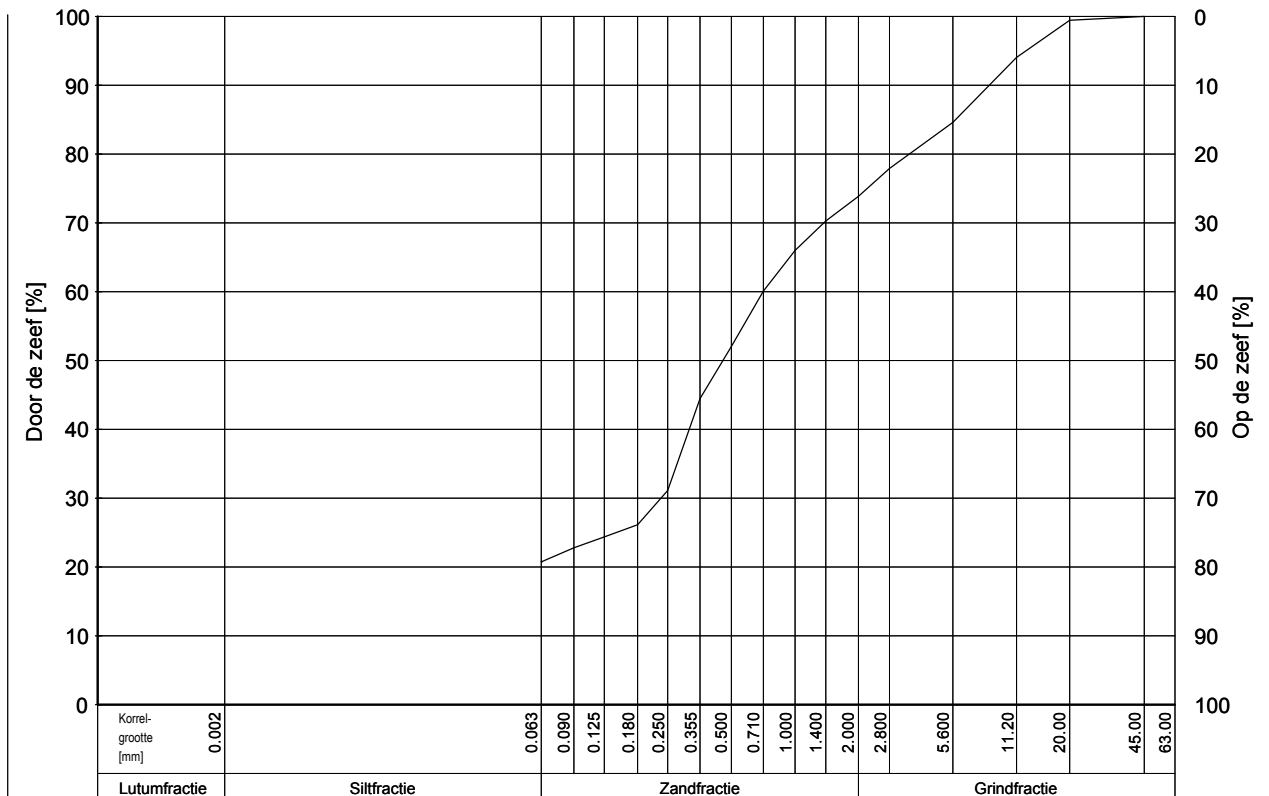
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	17	11.06	-4.94/-5.94	190	182	2.09		2.34e-05 (p=0.3)	6.2	



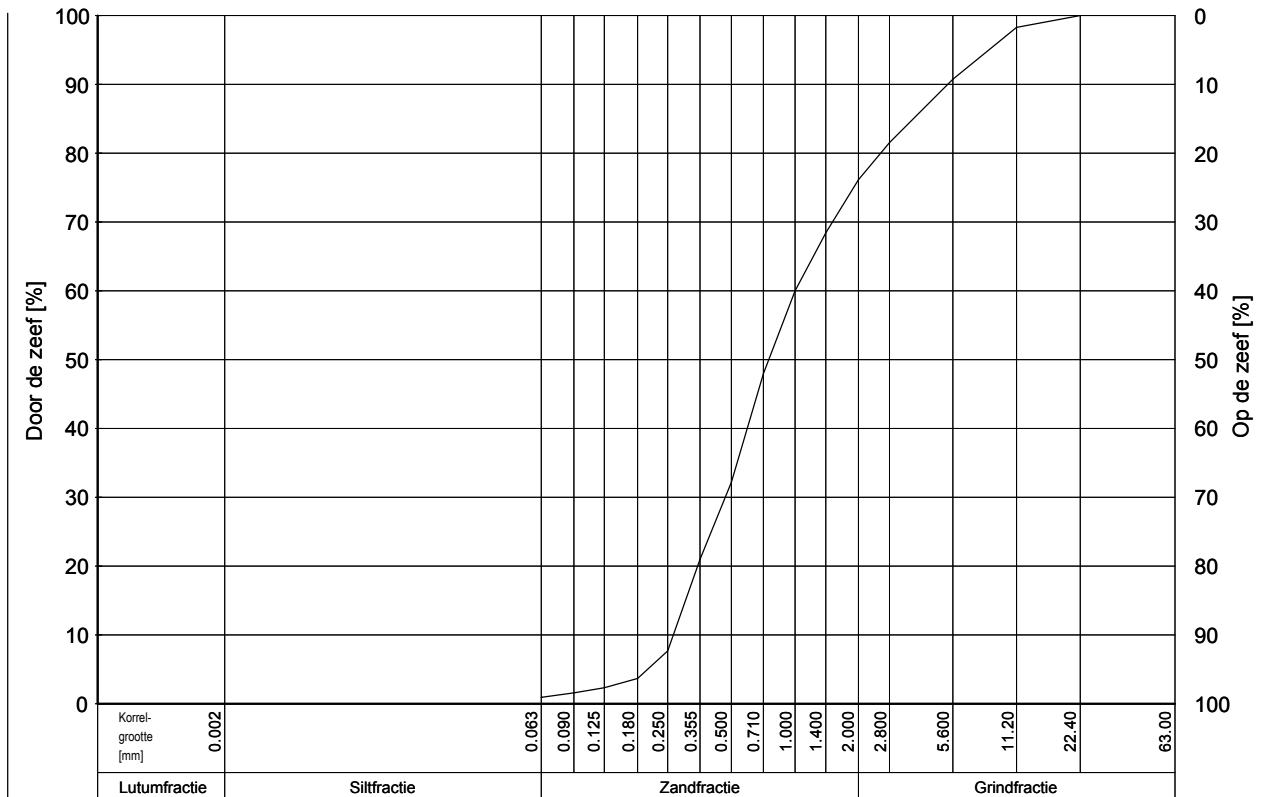
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	18	11.06	-5.94/-6.94	155	150	1.81	4.0	1.74e-05 (p=0.3)	6.8	0.66



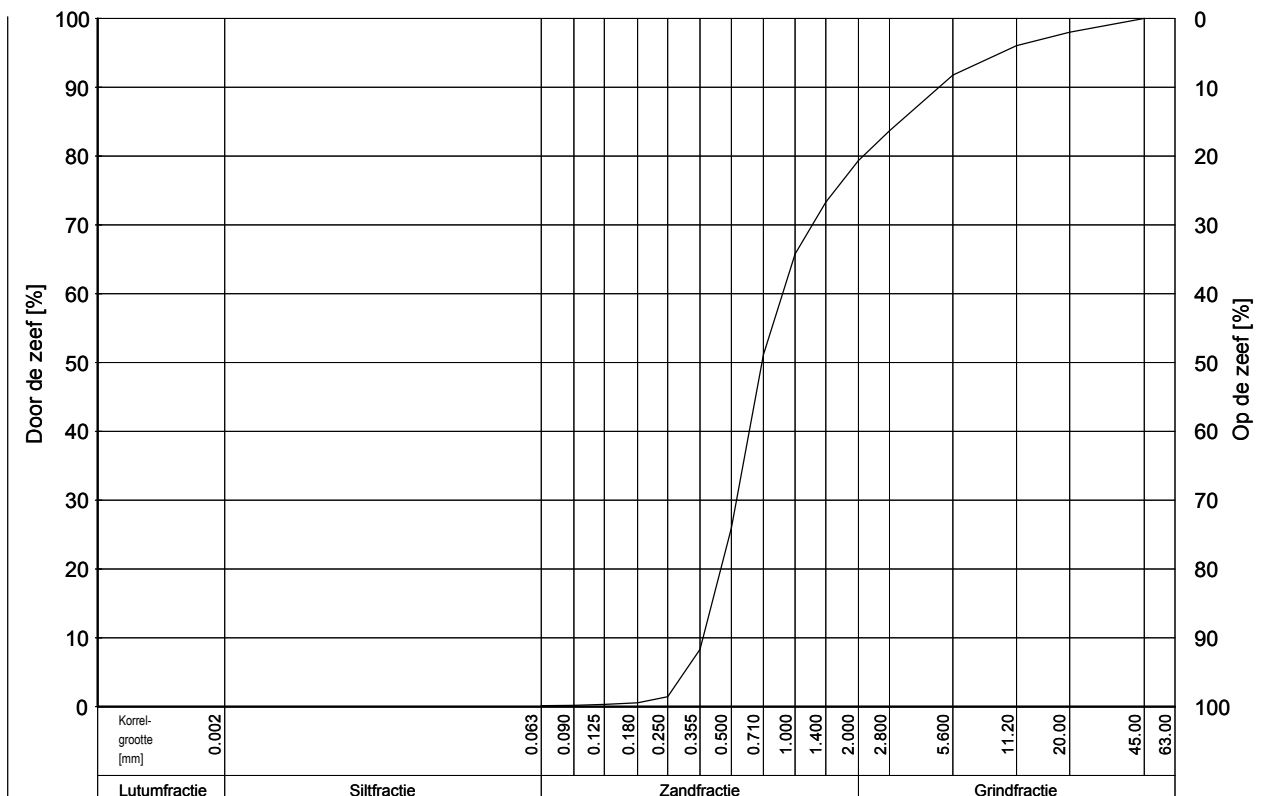
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB02	8	12.48	5.48/4.48	403	456	2.89	6.7		28.1	26.14



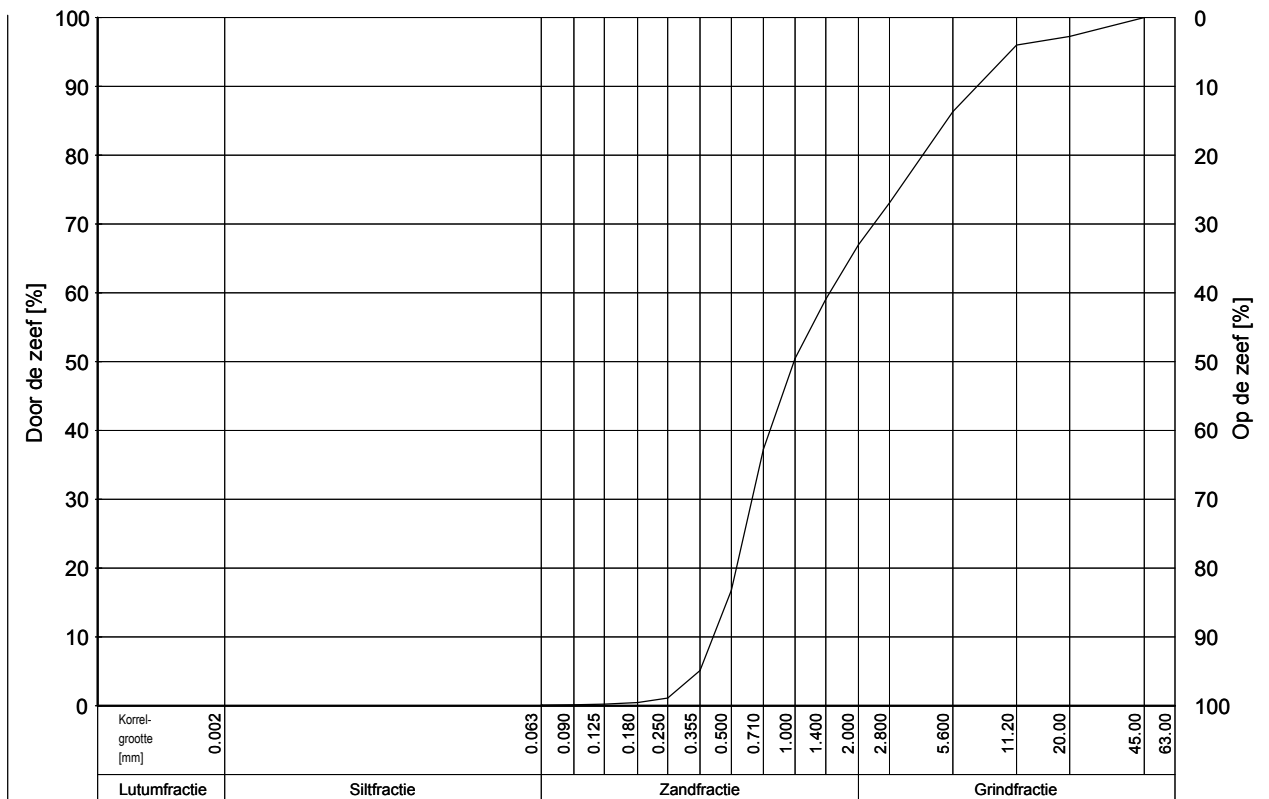
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB02	9	12.48	4.48/3.48	575	753	2.67	4.6		1.2	23.87



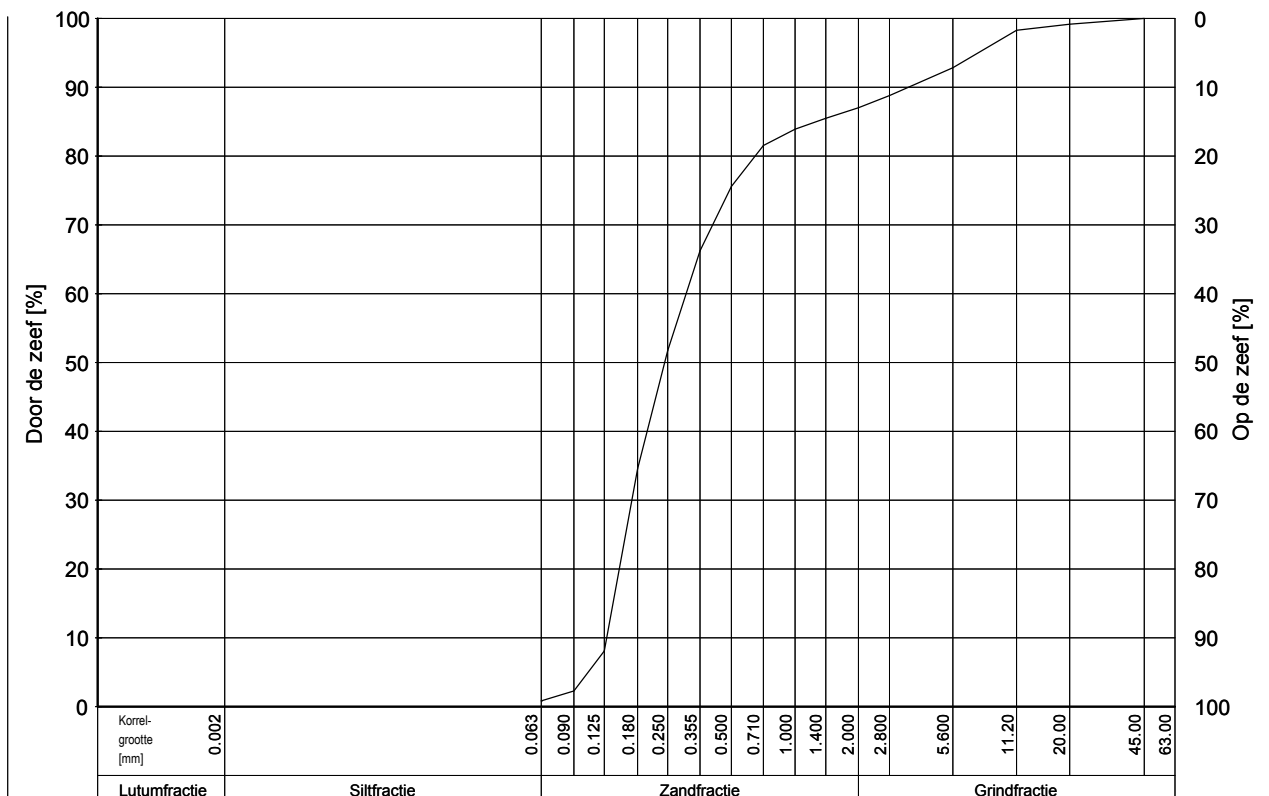
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB02	11	12.48	2.48/1.48	606	699	1.93	4.7		0.1	20.68



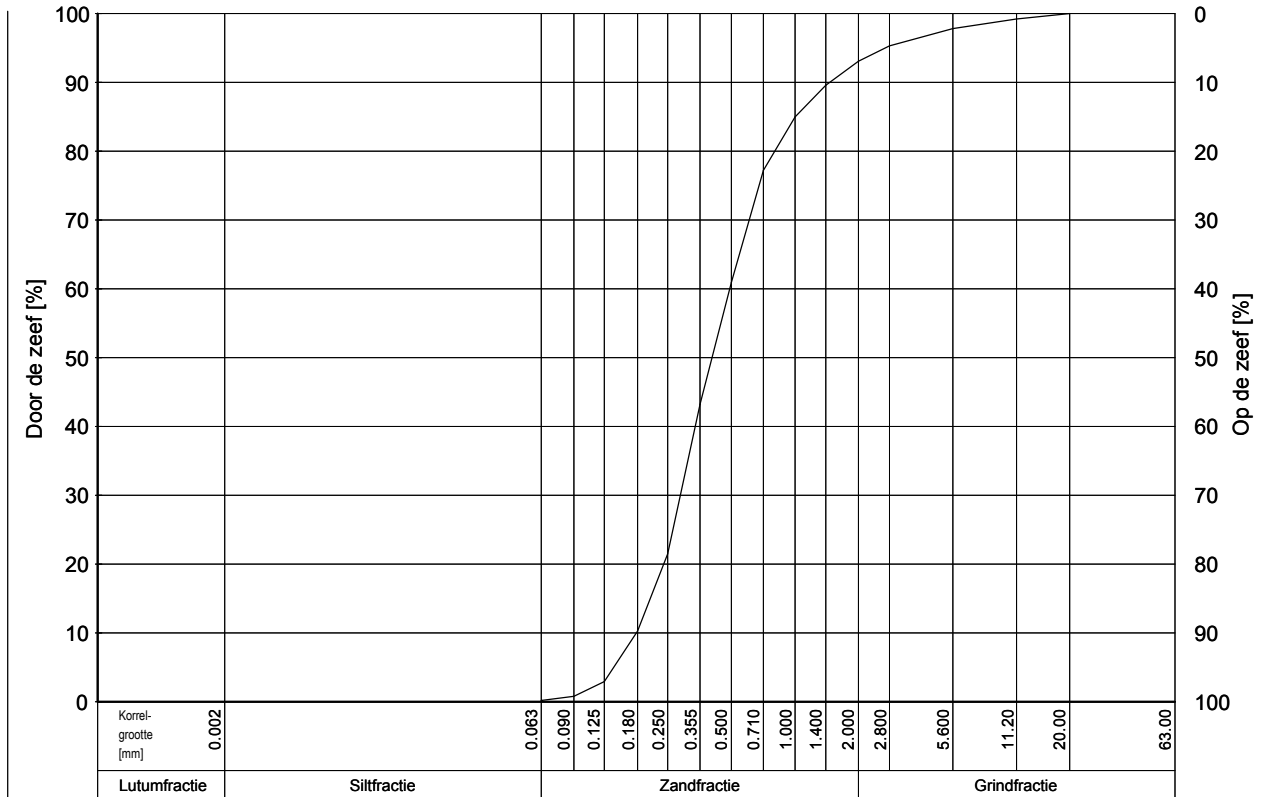
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB02	12	12.48	1.48/0.48	666	988	2.06	4.8		0.1	33.03



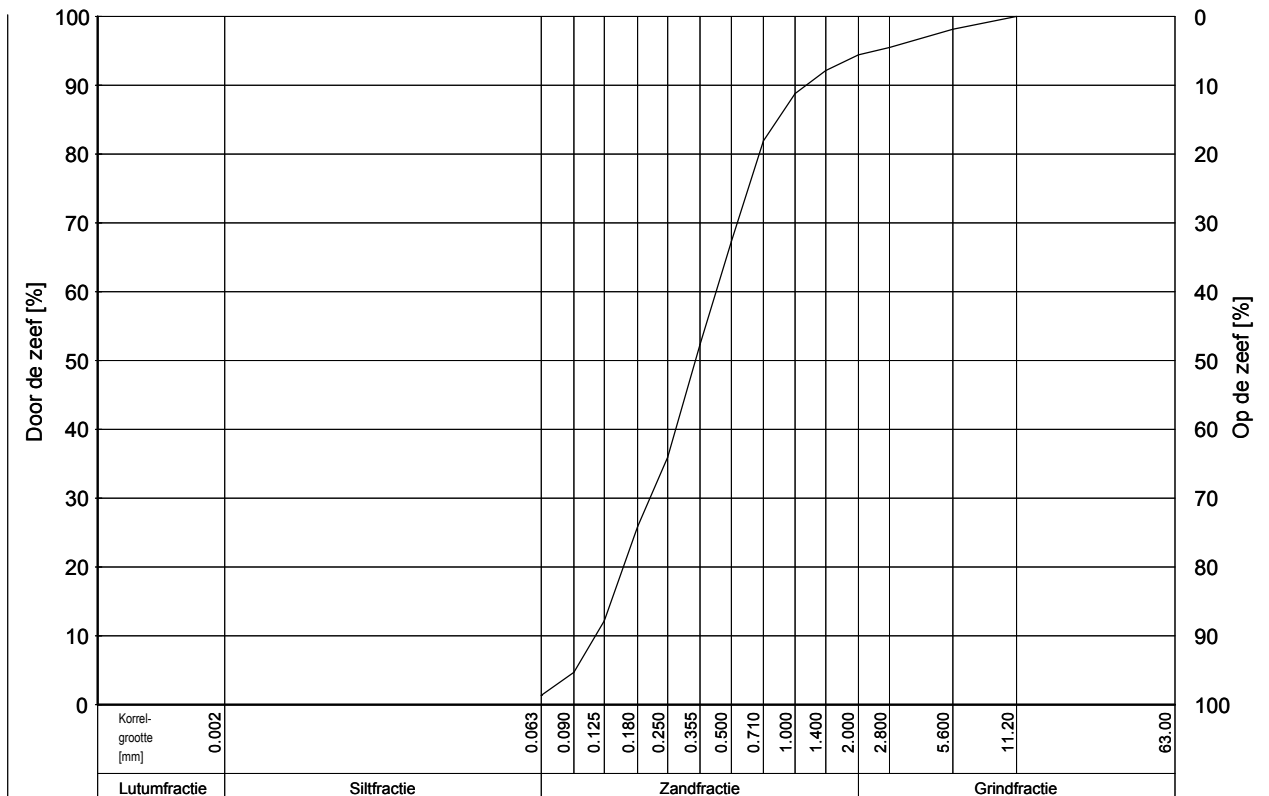
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB02	14	12.48	-0.52/-1.52	215	242	2.00	6.1	6.53e-05 (p=0.3)	0.9	12.99



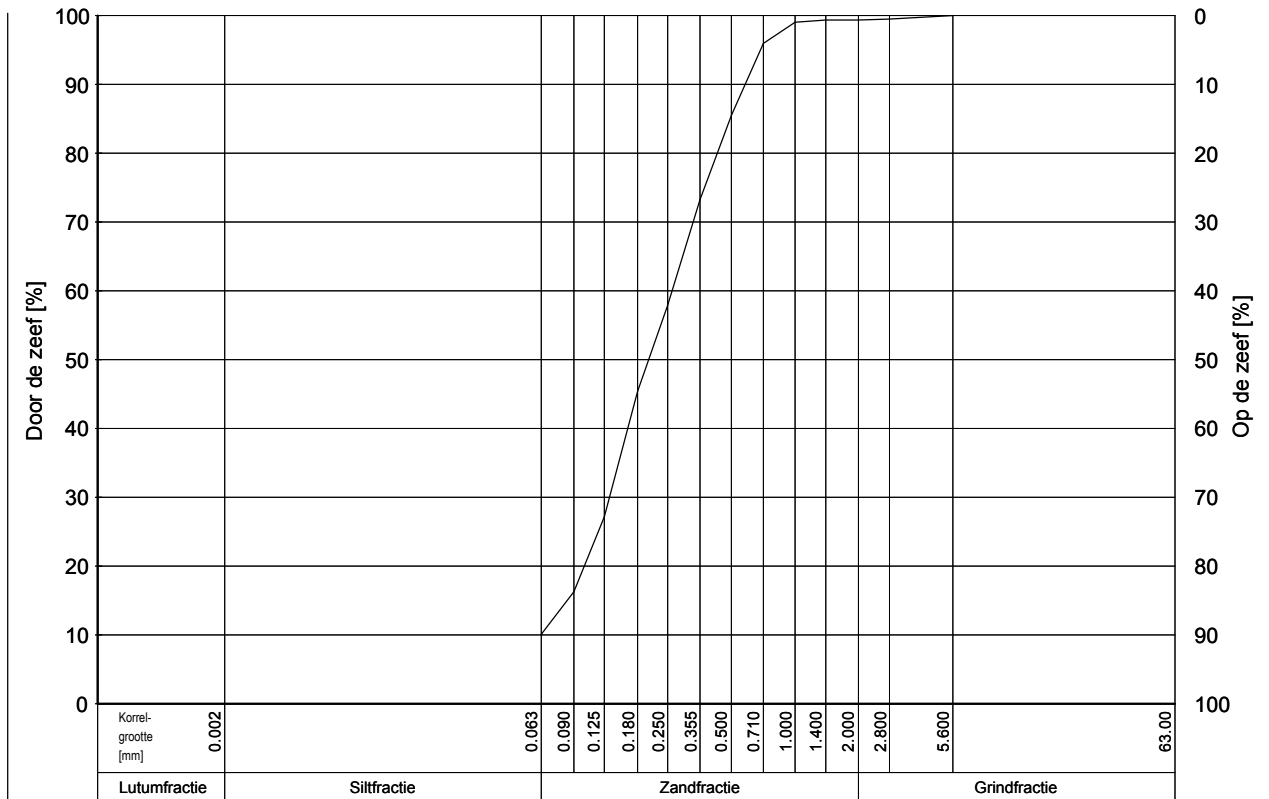
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB02	15	12.48	-1.52/-2.52	379	405	2.63	3.9	15.02e-05 (p=0.3)	0.2	6.94



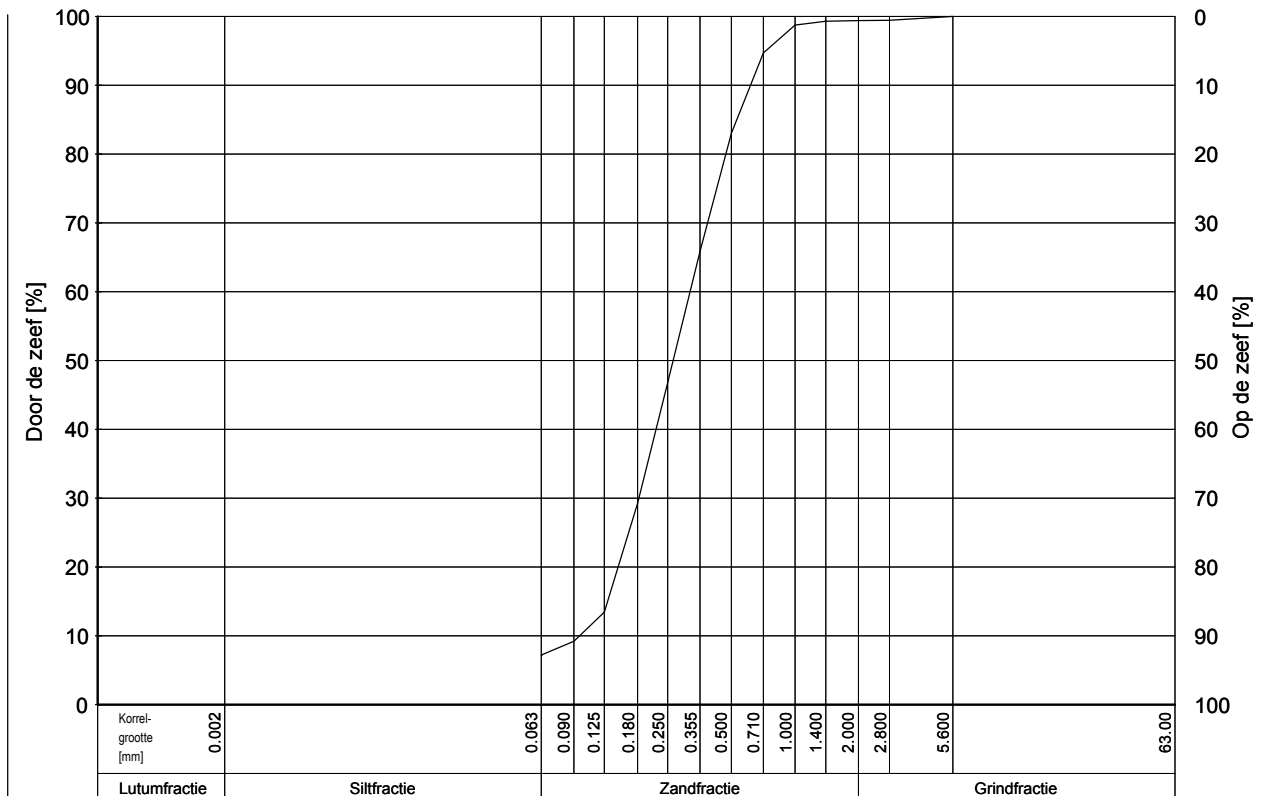
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB02	16	12.48	-2.52/-3.52	323	338	3.39	4.4	7.16e-05 (p=0.3)	1.4	5.59



Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB02	17	12.48	-3.52/-4.52	230	203	2.92	3.6	2.00e-05 (p=0.3)	10.1	0.66



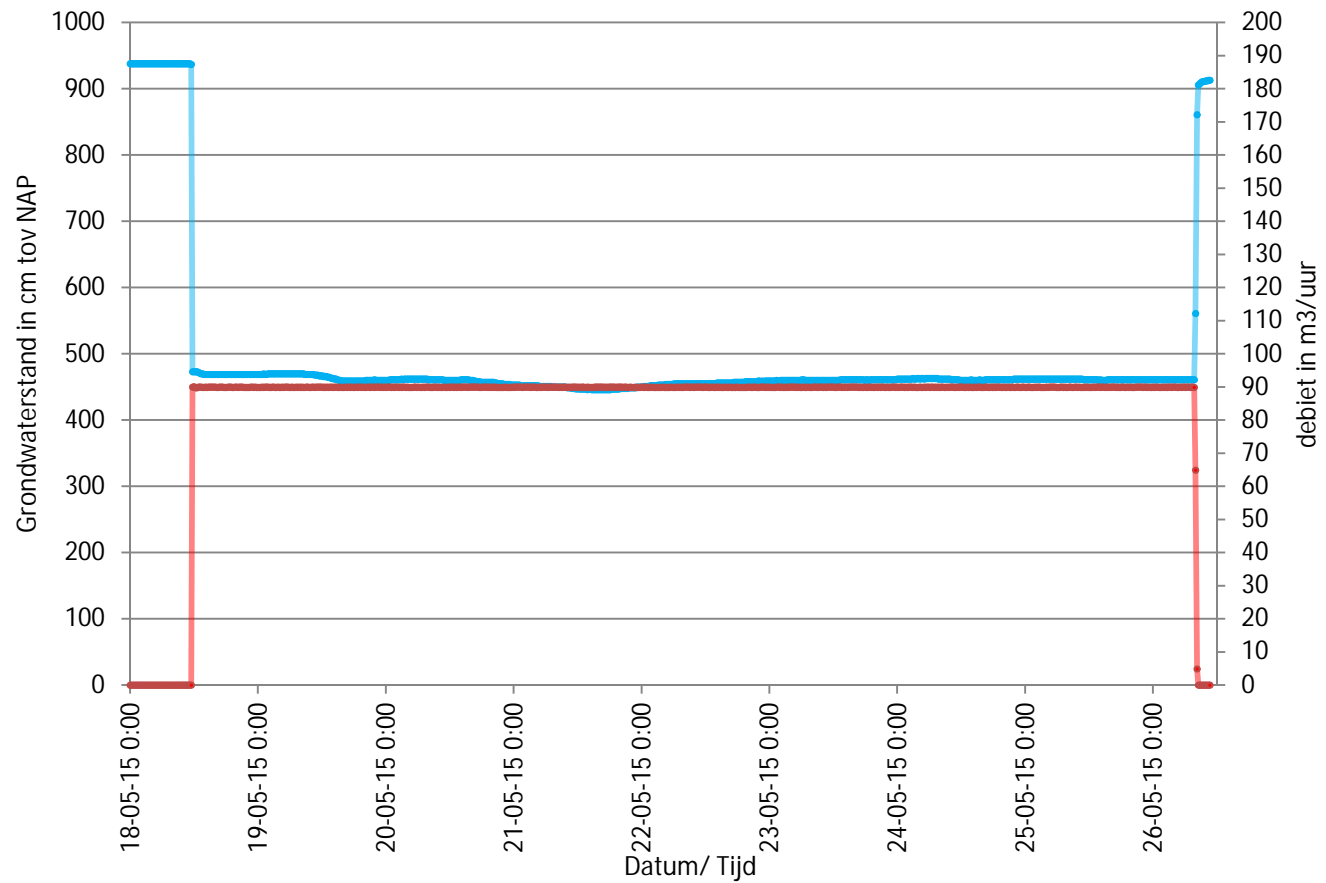
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB02	19	12.48	-5.52/-6.52	282	265	2.49	3.7	3.33e-05 (p=0.3)	7.2	0.62



Bijlage 3: Meetgegevens

Datum/Tijd	HB18:	HB19:	HB27:	HB28:	HB29:	HB30:	HB31:	HB32:	HB62:	HB63:	MB02:	PB Bron
26-05-15 15:38	9,26	9,20	9,24	9,27	9,39	9,67	9,33	9,04	9,27	9,25	9,11	9,07
26-05-15 18:28	9,27	9,20	9,24	9,28	9,39	9,65	9,34	9,08	9,29	9,27	9,13	9,09
26-05-15 21:28	9,27	9,20	9,24	9,27	9,38	9,65	9,34	9,06	9,28	9,26	9,12	9,09
26-05-15 22:58	9,28	9,20	9,23	9,27	9,39	9,64	9,34	9,02	9,28	9,26	9,13	9,09
27-05-15 5:28	9,27	9,21	9,25	9,30	9,39	9,65	9,36	9,01	9,29	9,27	9,14	9,11
27-05-15 6:18	9,27	9,21	9,24	9,30	9,39	9,64	9,36	9,03	9,30	9,28	9,14	9,11
27-05-15 6:48	9,27	9,22	9,25	9,28	9,39	9,63	9,36	9,02	9,30	9,28	9,14	9,11
27-05-15 7:48	9,28	9,21	9,25	9,28	9,39	9,63	9,37	9,01	9,29	9,28	9,15	9,11
27-05-15 8:18	9,27	9,21	9,24	9,30	9,39	9,62	9,36	9,00	9,30	9,28	9,15	9,11
27-05-15 9:48	9,27	9,21	9,25	9,30	9,40	9,63	9,36	9,03	9,30	9,28	9,15	9,11
27-05-15 10:38	9,28	9,21	9,24	9,29	9,38	9,64	9,35	9,00	9,31	9,29	9,14	9,11
27-05-15 11:28	9,28	9,21	9,24	9,29	9,38	9,64	9,36	9,00	9,30	9,28	9,15	9,12
27-05-15 12:18	9,27	9,21	9,25	9,29	9,39	9,63	9,36	8,96	9,31	9,28	9,15	9,11
27-05-15 13:08	9,28	9,22	9,24	9,29	9,38	9,63	9,37	8,96	9,31	9,29	9,16	9,11
27-05-15 13:58			9,26	9,31	9,39	9,64	9,37	8,96	9,31	9,29	9,16	9,11
27-05-15 14:04			9,25	9,30	9,38	9,63	9,36	8,96	9,32	9,30	9,16	9,12

615302 Pompproef Pannerden MOS 7



- GRF SYS 1 Niveau MOS 7
- GRF SYS 5 Debiet MOS 7

TAB SYS 1 Debiet MOS 7

Datum/ tijd	Debiet in m3/ uur
18-05-15 0:00	0
18-05-15 1:00	0
18-05-15 2:00	0
18-05-15 3:00	0
18-05-15 4:00	0
18-05-15 5:00	0
18-05-15 6:00	0
18-05-15 7:00	0
18-05-15 8:00	0
18-05-15 9:00	0
18-05-15 10:00	0
18-05-15 11:00	0
18-05-15 12:00	8
18-05-15 13:00	90
18-05-15 14:00	90
18-05-15 15:00	90
18-05-15 16:00	90
18-05-15 17:00	90
18-05-15 18:00	90
18-05-15 19:00	90
18-05-15 20:00	90
18-05-15 21:00	90
18-05-15 22:00	90
18-05-15 23:00	90
19-05-15 0:00	90
19-05-15 1:00	90
19-05-15 2:00	90
19-05-15 3:00	90
19-05-15 4:00	90
19-05-15 5:00	90
19-05-15 6:00	90
19-05-15 7:00	89
19-05-15 8:00	90
19-05-15 9:00	90
19-05-15 10:00	90
19-05-15 11:00	90
19-05-15 12:00	90
19-05-15 13:00	90
19-05-15 14:00	90
19-05-15 15:00	90
19-05-15 16:00	90
19-05-15 17:00	90
19-05-15 18:00	90
19-05-15 19:00	90
19-05-15 20:00	90
19-05-15 21:00	90
19-05-15 22:00	90

19-05-15 23:00	90
20-05-15 0:00	90
20-05-15 1:00	90
20-05-15 2:00	90
20-05-15 3:00	90
20-05-15 4:00	90
20-05-15 5:00	90
20-05-15 6:00	90
20-05-15 7:00	89
20-05-15 8:00	90
20-05-15 9:00	90
20-05-15 10:00	90
20-05-15 11:00	90
20-05-15 12:00	90
20-05-15 13:00	90
20-05-15 14:00	90
20-05-15 15:00	90
20-05-15 16:00	90
20-05-15 17:00	91
20-05-15 18:00	90
20-05-15 19:00	90
20-05-15 20:00	90
20-05-15 21:00	90
20-05-15 22:00	90
20-05-15 23:00	89
21-05-15 0:00	90
21-05-15 1:00	90
21-05-15 2:00	90
21-05-15 3:00	90
21-05-15 4:00	90
21-05-15 5:00	90
21-05-15 6:00	90
21-05-15 7:00	90
21-05-15 8:00	90
21-05-15 9:00	90
21-05-15 10:00	90
21-05-15 11:00	90
21-05-15 12:00	90
21-05-15 13:00	90
21-05-15 14:00	90
21-05-15 15:00	90
21-05-15 16:00	90
21-05-15 17:00	90
21-05-15 18:00	90
21-05-15 19:00	90
21-05-15 20:00	90
21-05-15 21:00	90
21-05-15 22:00	90
21-05-15 23:00	90
22-05-15 0:00	90

22-05-15 1:00	90
22-05-15 2:00	90
22-05-15 3:00	90
22-05-15 4:00	90
22-05-15 5:00	90
22-05-15 6:00	90
22-05-15 7:00	90
22-05-15 8:00	90
22-05-15 9:00	90
22-05-15 10:00	90
22-05-15 11:00	90
22-05-15 12:00	90
22-05-15 13:00	90
22-05-15 14:00	90
22-05-15 15:00	90
22-05-15 16:00	90
22-05-15 17:00	90
22-05-15 18:00	90
22-05-15 19:00	91
22-05-15 20:00	90
22-05-15 21:00	90
22-05-15 22:00	90
22-05-15 23:00	90
23-05-15 0:00	90
23-05-15 1:00	90
23-05-15 2:00	90
23-05-15 3:00	90
23-05-15 4:00	90
23-05-15 5:00	90
23-05-15 6:00	90
23-05-15 7:00	90
23-05-15 8:00	90
23-05-15 9:00	90
23-05-15 10:00	90
23-05-15 11:00	90
23-05-15 12:00	90
23-05-15 13:00	90
23-05-15 14:00	90
23-05-15 15:00	90
23-05-15 16:00	90
23-05-15 17:00	90
23-05-15 18:00	90
23-05-15 19:00	90
23-05-15 20:00	90
23-05-15 21:00	90
23-05-15 22:00	90
23-05-15 23:00	90
24-05-15 0:00	90
24-05-15 1:00	90
24-05-15 2:00	90

24-05-15 3:00	90
24-05-15 4:00	89
24-05-15 5:00	90
24-05-15 6:00	90
24-05-15 7:00	90
24-05-15 8:00	90
24-05-15 9:00	90
24-05-15 10:00	90
24-05-15 11:00	90
24-05-15 12:00	90
24-05-15 13:00	90
24-05-15 14:00	90
24-05-15 15:00	90
24-05-15 16:00	90
24-05-15 17:00	90
24-05-15 18:00	91
24-05-15 19:00	90
24-05-15 20:00	90
24-05-15 21:00	90
24-05-15 22:00	90
24-05-15 23:00	90
25-05-15 0:00	90
25-05-15 1:00	90
25-05-15 2:00	90
25-05-15 3:00	90
25-05-15 4:00	90
25-05-15 5:00	89
25-05-15 6:00	90
25-05-15 7:00	90
25-05-15 8:00	90
25-05-15 9:00	90
25-05-15 10:00	90
25-05-15 11:00	90
25-05-15 12:00	90
25-05-15 13:00	90
25-05-15 14:00	90
25-05-15 15:00	90
25-05-15 16:00	90
25-05-15 17:00	91
25-05-15 18:00	90
25-05-15 19:00	90
25-05-15 20:00	90
25-05-15 21:00	90
25-05-15 22:00	90
25-05-15 23:00	89
26-05-15 0:00	90
26-05-15 1:00	90
26-05-15 2:00	90
26-05-15 3:00	90
26-05-15 4:00	90

26-05-15 5:00	90
26-05-15 6:00	90
26-05-15 7:00	90
26-05-15 8:00	90
26-05-15 9:00	5
26-05-15 10:00	0
26-05-15 11:00	0



Rapport



Bodemonderzoek ten behoeve van project “POV piping, intredeweerstand voorlanden” Pompproef Westervoort nabij dijkpaal km 230

JS/BM150276-3/002254

Opdrachtgever

Waterschap Rijn & IJssel
De heer R. Koopmans
Postbus 148
7000 AC DOETINCHEM

Versie	Status	Datum vrijgave	Auteur	Paraaf	Verificatie	Paraaf	Vrijgave	Paraaf
02	Definitief	1 september 2015	SWO		JS		JS	
01	Concept	21 juli 2015	SWO		JS			

Inhoud	blz.
1 Inleiding	4
2 Grondmechanisch onderzoek	4
3 Onttrekkingsbron, -filters en waarnemingsbuizen	4
4 Pompproef	6
4.1 Pomptest diep.....	6
4.2 Pomptest ondiep.....	6
5 Analyse	7
5.1 Bodemopbouw.....	7
5.2 Resultaten.....	7
5.3 Berekeningen.....	9
6 Conclusie	13

Bijlagen

Bijlage 1: Overzichtstekeningen

Bijlage 2: Grondmechanisch onderzoek

Bijlage 3: Meetgegevens

1 Inleiding

In het nieuwe dijkverbeteringsprogramma HWBP is een Project Overstijgende Verkenning (POV) opgenomen naar het bezwijkmechanisme piping. Eén van de aspecten is vergroting van de kennis over de bodem en eigenschappen van grondlagen. De vergroting van de kennis wordt bewerkstelligd door pilots uit te voeren. Een van deze pilots vindt plaats binnen dijkkring 48: Rijn en IJssel. Door het waterschap Rijn en IJssel zijn drie locaties binnen dijkkring 48 aangewezen (tabel 1). De onderzoeklocaties zijn weergegeven in bijlage 1.

Tabel 1 Onderzoeklocaties

Km	Locatie	RD-X	RD-Y	Maaiveld [m t.o.v. NAP]		
				buitendijks	dijk	binnendijks
72	's Gravenwaardse dam	204073	431688	12,0-13,0	18,8	15,4
150	Pannerdensedewaard	198487	435085	11,0-11,2	16,5	11,0-12,6
230,5	Pleijdijk	194206	440462	11,2-11,8	15,9	11,4-11,6

Op bovengenoemde drie locaties is een grondmechanisch onderzoek uitgevoerd en is een monitoringssysteem bestaande uit peilbuizen ingericht. Dit rapport behandelt de uitgevoerde pompproef ter bepaling van het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket (tot circa NAP -15 m) ter hoogte van de dijk bij km 230. Van circa NAP +5 m tot circa NAP +3 m is plaatselijk een kleilaag aanwezig. Er is een onttrekking van het grondwater onder deze kleilaag en aansluitend een onttrekking boven deze kleilaag uitgevoerd. Op deze wijze kan het doorlaatvermogen van het bovenliggende watervoerende pakket en de weerstand van de kleilaag worden bepaald.

De pompproeven op de locaties 's Gravenwaardse dam te Lobith en Pannerdensedewaard te Pannerden zijn in twee afzonderlijke rapporten (respectievelijk BM150276-1 en BM150276-2) beschreven.

2 Grondmechanisch onderzoek

In bijlage 2 zijn de gebruikte gegevens van het grondmechanisch onderzoek opgenomen.

3 Onttrekkingsbron, -filters en waarnemingsbuizen

De onttrekkingsbron (diepwell) is op 8 mei 2015 met de zuigboormethode geboord.

De boring Ø700 mm is uitgevoerd tot 24 m +/- mv., waarbij is afgesteld:

- 23 - 13 HDPE-perforatie Ø400/376,6 mm
- 13 - 0 HDPE-stijgbuis Ø400/376,6 mm

In de bron is een onderwaterpomp type Grundfoss SP-77 gehangen met een capaciteit van 90 m³/uur. De pomp heeft een vermogen van 18 kW. De onderwaterpomp is verbonden met een 6" afvoerleiding. Het onttrokken grondwater is verpompt naar het oppervlaktewater van de rivier. De afvoerleiding is voorzien van een elektronische watermeter.

De ondiepe pompproef is uitgevoerd met onttrekkingsfilters. De onttrekkingsfilters (12 stuks, h.o.h. 3 m) zijn op 22 mei 2015 handmatig geplaatst. De onttrekkingsfilters zijn ter hoogte van de onttrekkingsbron, parallel aan de dijk geplaatst.

De boringen Ø70 mm zijn uitgevoerd tot 4,5 m +/- mv., waarbij is afgesteld:

- 4,5 - 3,5 HDPE-perforatie Ø60/52 mm
- 3,5 - 0,0 HDPE-stijgbuis Ø60/52 mm

De onttrekkingsfilters zijn verbonden met een bovengrondse verzamelleiding (Ø4") en een zuigslang, aan een bovengrondse plunjerpomp (capaciteit 60 m³/u). In de zuigslang is een afsluiter geplaatst. De afvoerleiding van de plunjerpomp is voorzien van een elektronische watermeter.

Voor de pompproef zijn de waarnemingsbuizen 64 t/m 67 op 12 mei 2015 met een sondeerwagen geplaatst. Waarnemingsbuis MB01 is op 16 maart 2015 geplaatst.

- twee HDPE-filters Ø32/26 mm met de nummers 64 en 65 met filter van 12,2 tot 14,2 m +/- mv.
- twee HDPE-filter Ø32/26 mm met nummers 66 en 67 met filter van 3,7 tot 5,7 m +/- mv.
- één HDPE-filter Ø32/26 mm met nummer MB01 met filter van 19 tot 20 m +/- mv.

De locaties van de onttrekkingsbron en waarnemingsbuizen zijn ingemeten ten opzichte van het Rijksdriehoekstelsel (RD-coördinaten). De hoogte van de waarnemingsbuizen is vastgesteld ten opzichte van Normaal Amsterdams Peil (NAP). De locaties van de onttrekkings- en waarnemingsbuizen zijn op de overzichtstekening in bijlage 1 weergegeven. De inmeetgegevens van deze buizen zijn in tabel 2 weergegeven.

Tabel 2 Coördinaten onttrekkingsbron, -filters en waarnemingsbuizen

Locatie	RD-X	RD-Y	Z mv.	Z bkp	Afstand tot Deepwell
			[m NAP]	[m NAP]	[m]
Deepwell Westervoort	194252	440520	11,0		0
Onttrekkingsfilter 1	194272	440506	11,0		-
Onttrekkingsfilter 2	194270	440507	11,0		-
Onttrekkingsfilter 3	194268	440509	11,0		-
Onttrekkingsfilter 4	194265	440511	11,0		-
Onttrekkingsfilter 5	194263	440513	11,0		-
Onttrekkingsfilter 6	194260	440515	11,0		-
Onttrekkingsfilter 7	194258	440516	11,0		-
Onttrekkingsfilter 8	194256	440518	11,0		-
Onttrekkingsfilter 9	194249	440523	11,0		-
Onttrekkingsfilter 10	194247	440525	11,0		-
Onttrekkingsfilter 11	194244	440527	11,0		-
Onttrekkingsfilter 12	194242	440528	11,0		-
WB bron Westervoort	194252	440520	11,0	11,71	0
PB64	194234	440499	10,53	11,15	28
PB65	194243	440509	10,69	11,16	15
PB66	194250	440517	10,85	11,45	5
PB67	194247	440507	10,72	11,30	15
MB01	194268	440540	11,05	11,71	25

4 Pompproef

4.1 Pomptest diep

Op 27 mei 2015 om 8:26 uur is de pompproef in het pakket onder de kleilaag (diep) gestart. Voor aanvang en na afloop van de pompproef zijn de stijghoogten gemeten zoals in tabel 3 vermeld.

Tabel 3 Stijghoogten

Locatie	Filterstelling		Maaiveld [m t.o.v. NAP]	BKP [m t.o.v. NAP]	Stijghoogte		
	[m t.o.v. NAP]				[m t.o.v. NAP]		
	Van	Tot			27-5-2015	4-6-2015	18-6-2015
HB16 - water					8,33	8,52	
Deepwell Westervoort	-1,8	-11,8	11,0				
WB bron Westervoort	-3,5	-5,5	11,0		7,02	9,13	9,13
WB64	-1,7	-3,7	10,53	11,15		8,45	8,44
WB65	-1,5	-3,5	10,69	11,16		8,30	8,29
WB66	+7,1	+5,1	10,85	11,45	8,33	7,93	8,47
WB67	+7,0	+5,0	10,72	11,30	8,52	8,25	8,48
MB01	-8	-9	11,05	11,71	8,40	8,51	8,47

De watermeterstand is voor de start van de pompproef afgelezen op 451905 m³.

In de waarnemingsbuizen zijn drukopnemers gehangen, welke met een tijdsinterval van eenmaal per minuut de druk registreerden. De ongecorrigeerde meetgegevens zijn opgenomen in bijlage 3.

Op 3 juni 2015 om 7:09 uur is een stopproef gehouden. Nadat de onderwaterpomp is stilgezet is de debietmeter afgelezen op 467014 m³.

Het registratie interval van de drukopnemers in de waarnemingsbuizen is gelijk gebleven eenmaal per minuut. De ongecorrigeerde meetgegevens zijn opgenomen in bijlage 3.

4.2 Pomptest ondiep

Op 3 juni 2015 om 9:29 uur is de pompproef in het pakket boven de kleilaag (ondiep) gestart. Voor aanvang en na afloop van de pompproef zijn de stijghoogten gemeten zoals in tabel 3 vermeld.

De watermeterstand is voor de start van de pompproef afgelezen op 467014 m³.

In de waarnemingsbuizen zijn drukopnemers gehangen, welke met een tijdsinterval van eenmaal per minuut de druk registreerden. De meetgegevens zijn opgenomen in bijlage 3.

Op 10 juni 2015 om 7:01 uur is een stopproef gehouden. Nadat de onderwaterpomp is stilgezet is de debietmeter afgelezen op 468495 m³.

Het registratie interval van de drukopnemers in de waarnemingsbuizen is gelijk gebleven eenmaal per minuut. De meetgegevens zijn opgenomen in bijlage 3.

5 Analyse

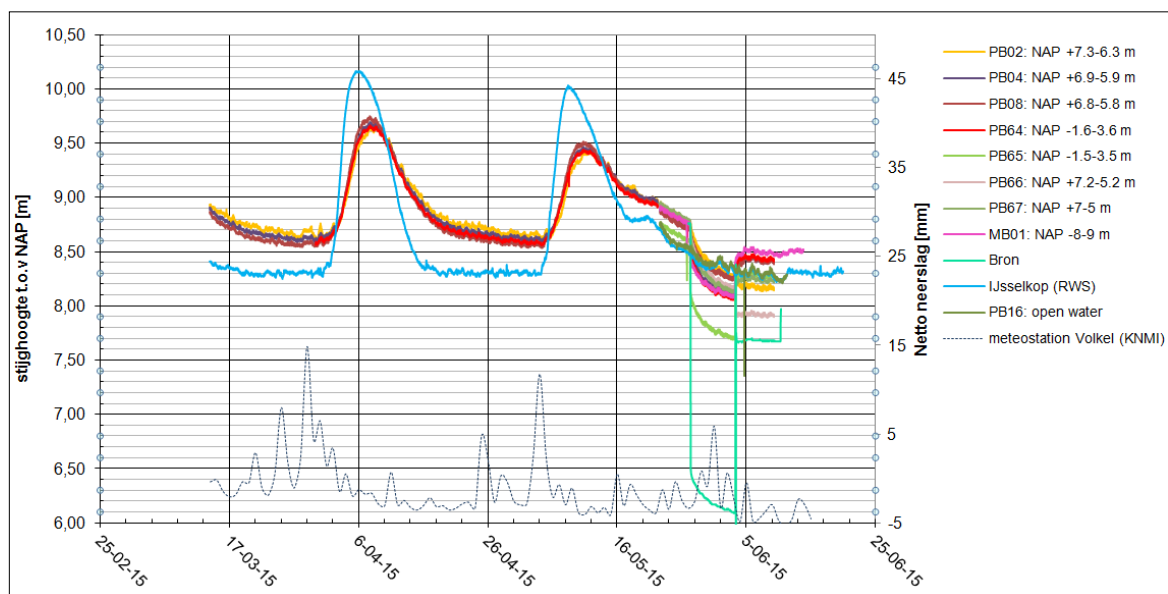
5.1 Bodemopbouw

Volgens de Grondwaterkaart van Nederland (nr. 29) en de boringen afkomstig uit de database van TNO en REGISII en het lokaal uitgevoerde grondonderzoek bestaat de toplaag uit holocene klei. Op de locatie van de pompproef is de dikte van de kleilaag circa 1 m. Richting de rivier bestaat de toplaag uit zand met brokken klei. Volgens de grondwaterkaart en REGISII is de dikte van de deklaag circa 5 m tot 9,5 m bestaande uit een afwisseling van zandige, kleiige en organogene afzettingen. Op circa NAP +5 m begint het eerste watervoerend pakket met een dikte van circa 22 m (grondwaterkaart met nabij de projectlocatie uitgevoerde geo-elektrische meting 19). Dit pakket bestaat uit zeer grof zand met grind(lagen). Van circa NAP +5 m tot circa NAP +3 m is plaatselijk een kleilaag aanwezig. Het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket wordt op basis van de literatuur geschat tussen de 1.000 m²/dag en 1.500 m²/dag. Volgens de grondwaterkaart (geo-elektrische meting 19) bevindt er zich een scheidende laag tussen het eerste en tweede watervoerend pakket, van circa NAP -17 m tot circa NAP -34 m. Volgens REGISII is de scheidende laag tussen het eerste en tweede watervoerend pakket niet duidelijk aanwezig. REGISII geeft voor de projectlocatie een kleiige eenheid op circa NAP -50 m. De uitgevoerde boringen en sonderingen op de projectlocatie zijn te ondiep (maximaal verkende diepte NAP -14 m), om vast te stellen of de scheidende laag aanwezig is. Wel is in boring MB01 op NAP -8,7 m een kleilaag aangetoond. Volgens de dichtstbijzijnde boring B40B0377 uit de database van TNO is tussen NAP -11 m en NAP -13 m matig fijn, kleiig zand aangetoond. Bovenstaande impliceert dat in het gebied bij Westervoort een scheidende laag tussen het eerste en tweede watervoerend pakket aanwezig is. De scheidende laag is als zodanig in de berekeningen meegenomen.

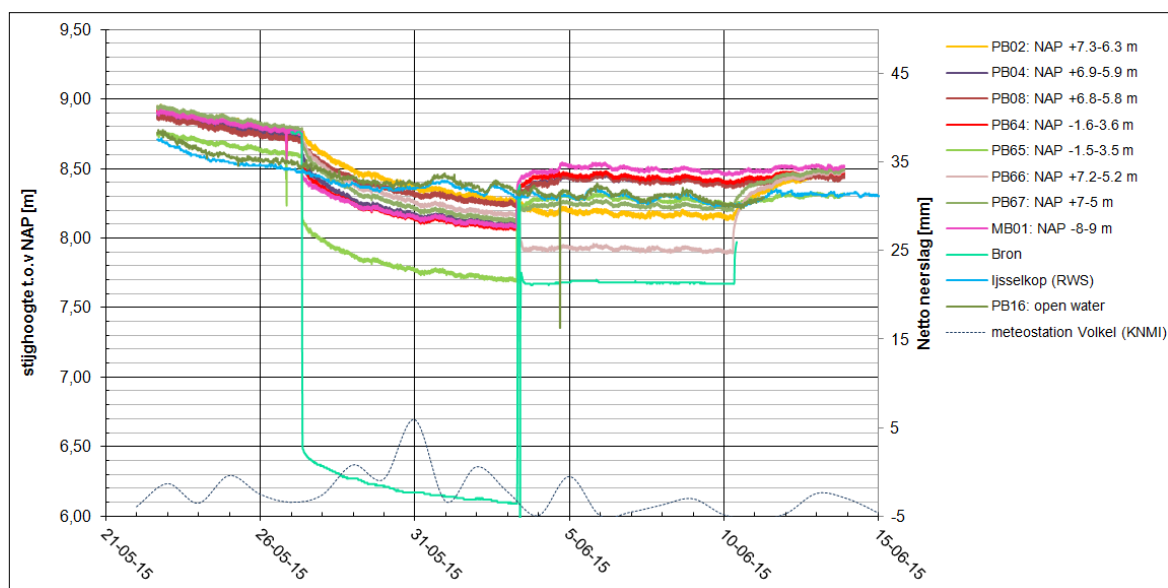
Uit de korrelverdelingsdiagrammen is de doorlatendheid van het zand met empirische formules afgeleid. De korrelverdelingsdiagrammen zijn opgenomen in bijlage 2. De doorlatendheid van het zand boven de kleilaag (deklaag) is afgeleid op circa 10-50 m/d, afhankelijk van de grondlaag. De doorlatendheid van het watervoerend pakket onder de kleilaag is afgeleid op circa 50-75 m/d, afhankelijk van de grondlaag. Bij de afleiding van de grondlagen is gebruik gemaakt van de methode Kozeny-Carman en/of Beyer.

5.2 Resultaten

Voor de analyse is een dwarsdoorsnede loodrecht op de dijk gehanteerd. De gemeten stijghoogten zijn in figuur 1 weergegeven.



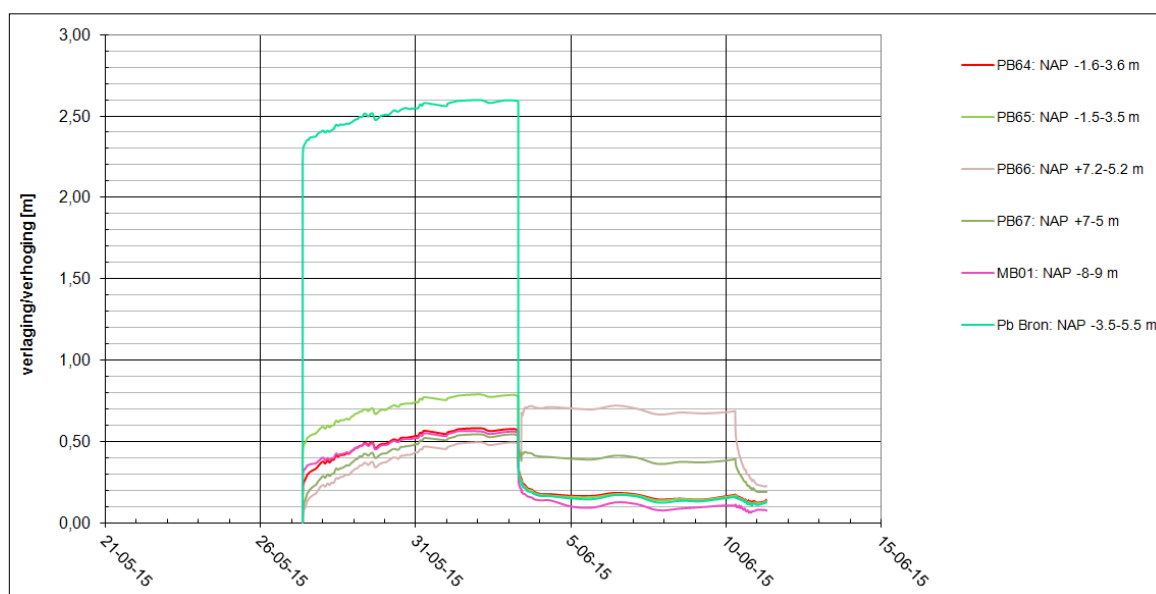
Figuur 1 Stijghoogten



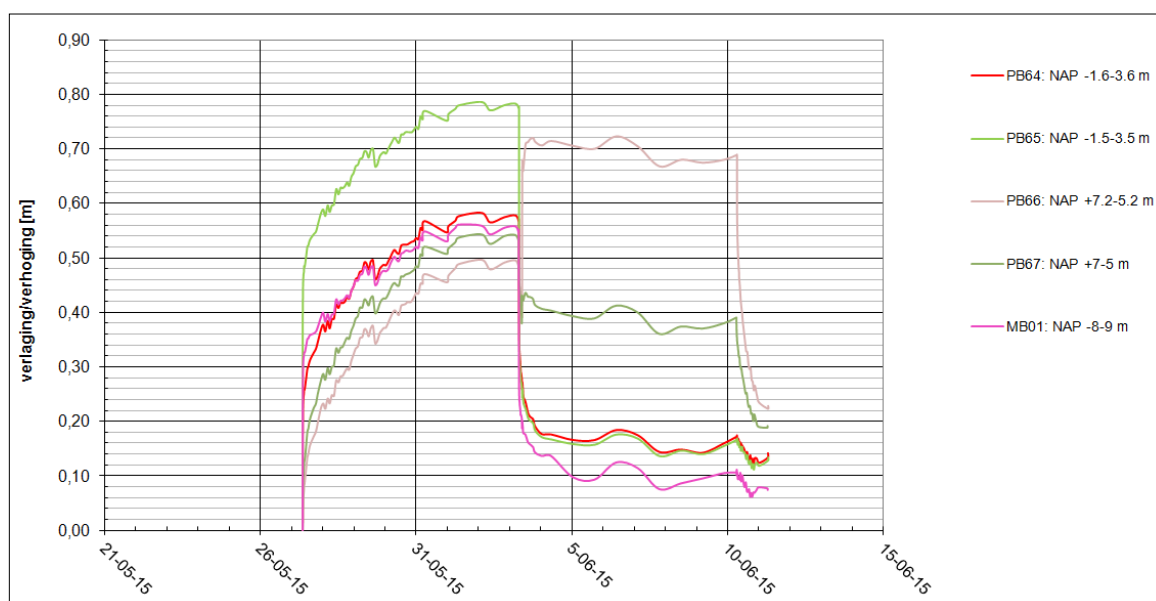
Figuur 2 Stijghoogten

Het waterpeil in de rivier is (licht) gedaald tijdens de pompproef. De neerslag, gevallen tijdens de pompproef, heeft geen effect gehad op de stijghoogte. De meetreeksen zijn gecorrigeerd met de interpretatie van de meetdata in de peilbuizen voorafgaand aan de pompproef (zie figuur 1). Op deze wijze is de reactie van de stijghoogtemetingen in de waarnemingsbuizen zonder pompproef bepaald. De grafiek van de gecorrigeerde verlagingen is opgenomen in figuur 3 en figuur 4.

Tijdens de onttrekking in het diepe pakket (onder de kleilaag op ca. NAP +3 m) is de verlaging in de bron circa 2,6 m. De verlaging gemeten in peilbuis 65, op een afstand van circa 15 m, is circa 0,75 m.



Figuur 3 Verlagingen en verhogingen stijghoogten tijdens proef (gecorrigeerd)



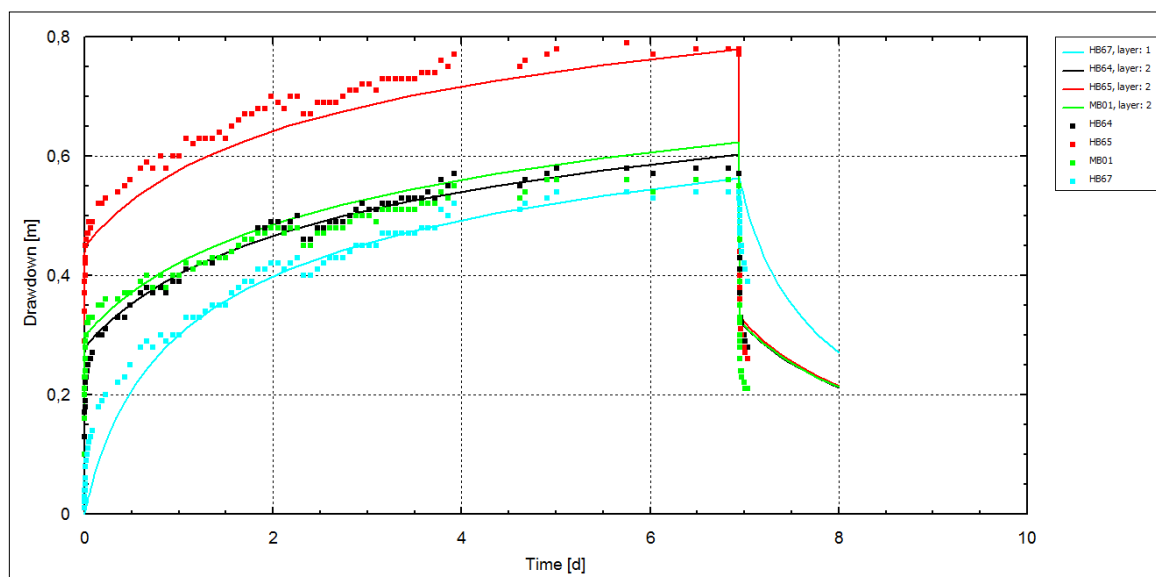
Figuur 4 Verlagingen en verhogingen stijghoogten tijdens proef (gecorrigeerd)

5.3 Berekeningen

De resultaten van de pompproef zijn geanalyseerd met het computerprogramma MLU. Dit is een analytische oplossingsmethode voor niet-stationaire pompproeven in een gelaagd systeem. De rivier (recharge boundary) is op een afstand van circa 270 m tot de onttrekkingsbron aanwezig. De daling van de waterstand in de rivier en daarmee de daling van de stijghoogten zijn gecorrigeerd. De correctie is uitgevoerd met de interpretatie van de meetdata in de peilbuizen voorafgaand aan de pompproef. Op deze wijze is de reactie van de stijghoogtemetingen in de waarnemingsbuizen zonder pompproef bepaald.

Voor de berekeningen is voor het tweede watervoerend pakket een doorlaatvermogen van 3.500 m²/dag en een weerstand van de kleilaag tussen het eerste- en tweede watervoerend pakket van 1.000 dagen aangehouden. Deze waarden zijn een inschatting en hebben weinig tot geen effect op de berekende doorlaatvermogens van de deklaag en het eerste watervoerend pakket.

De diepe onttrekking berekend bij de waargenomen verlagingen in de waarnemingsbuizen 64, 65, 67 en MB01 een doorlaatvermogen voor de deklaag in combinatie met het eerste watervoerend pakket van 1.430 m²/dag (figuur 5). De weerstand van de kleilaag is bepaald op 3 dagen. De gehanteerde bodemopbouw is weergegeven in figuur 6.



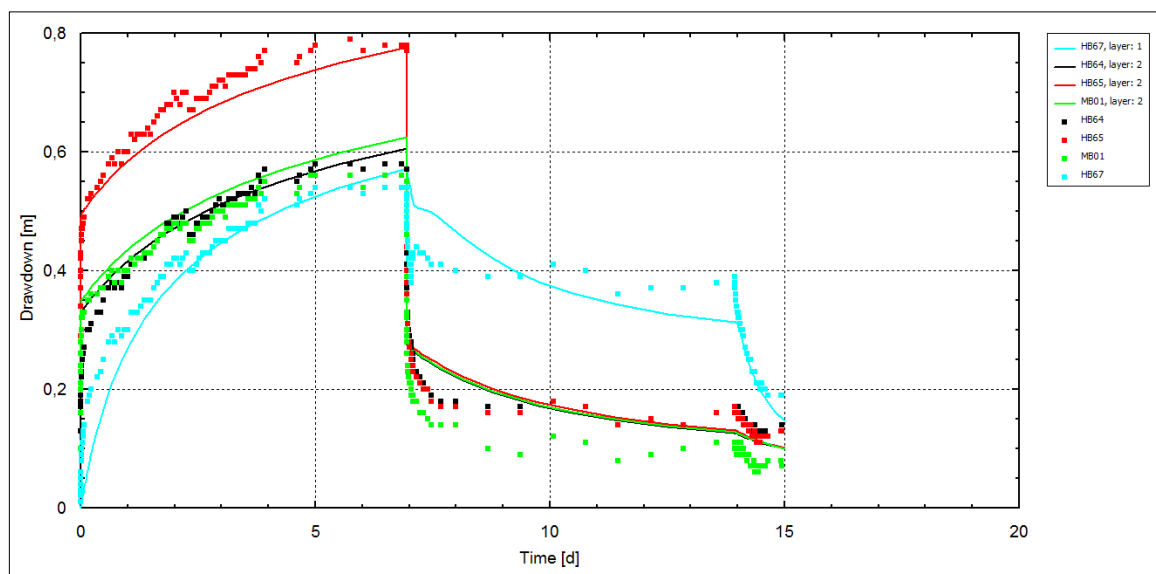
Figuur 5 Verlagingen in peilbuizen PB64, PB65, PB67 en MB01 (onttrekking diep)

Aquifer	Base [m]	Thickness [m]	Kh [m/d]	Code	T [m ² /d]	#	Code	S [-]	#	Name
	8,5	2,5	0,025	c1	100		S'1	0		deklaag
1	4	4,5	44,44444	T1	200		S1	0,21327		deklaag
	3	1	0,333333	c2	3	b	S'2	0		deklaag
2	-15	18	68,2405	T2	1228,329	c	S2	0,000716		WVPI
	-16	1	0,001	c3	1000		S'3	0		SDL
3	-51	35	100	T3	3500		S3	0,000716		WVPII
	-93	42	0,0084	c4	5000		S'4	0		SDL

Figuur 6 Geohydrologische parameters bij waarnemingen in peilbuizen PB64, PB65, PB67 en MB01 (onttrekking diep)

Een doorlaatvermogen voor de deklaag en het eerste watervoerend pakket van respectievelijk 125 m²/dag en 1.300 m²/dag en een weerstand van 4 dagen geeft eenzelfde uitkomst. Op basis van de korrelgrootteverdeling van de zandlagen in de deklaag (boven de kleilaag), wordt het doorlaatvermogen van de deklaag tussen de 100 en 125 m²/dag verwacht.

De waargenomen en berekende verlagingen/verhogingen gedurende de totale duur van de pompproef (diepe en ondiepe onttrekking en recovery) in de peilbuizen PB64, PB65, PB67 en MB01 zijn weergegeven in figuur 7.



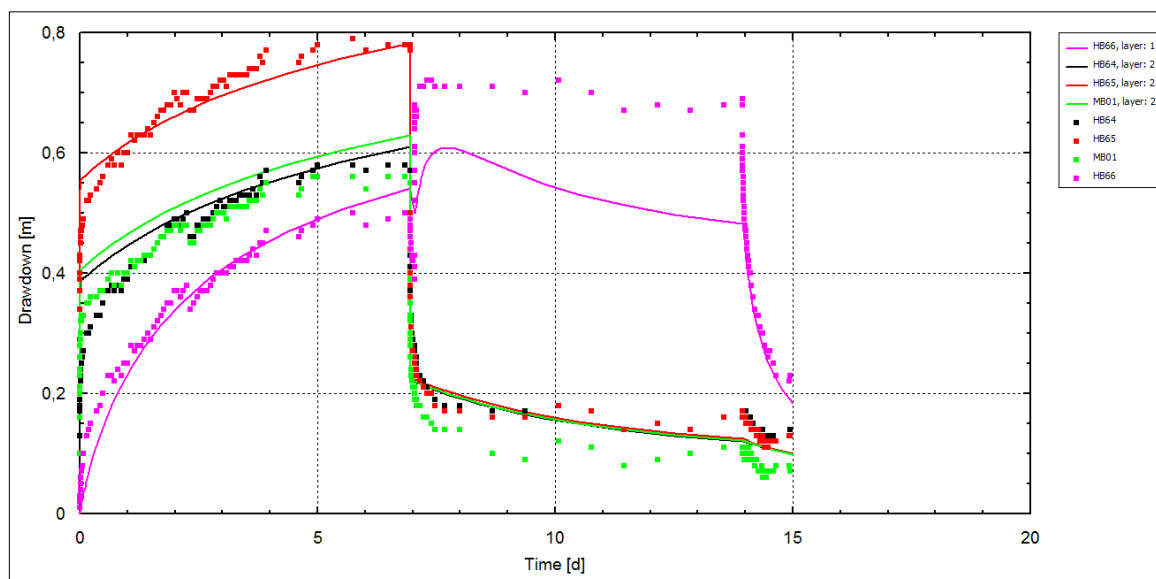
Figuur 7 Verlagingen/verhogingen in peilbuizen PB64, PB65, PB67 en MB01 (diep en ondiep)

De daarbij aangehouden geohydrologische parameters zijn in figuur 8 weergegeven.

Aquifer	Base [m]	Thickness [m]	Kh [m/d]	Code	T [m ² /d]	#	Code	S [-]	#	Name
	8,5	2,5	0,025	c1	100		S'1	0		deklaag
1	4	4,5	22,22222	T1	100		S1	0,21327		deklaag
	3	1	0,2	c2	5		S'2	0		deklaag
2	-15	18	72,22222	T2	1300		S2	0,000716		WVPI
	-16	1	0,001	c3	1000		S'3	0		SDL
3	-51	35	100	T3	3500		S3	0,000716		WVPII
	-93	42	0,0084	c4	5000		S'4	0		SDL

Figuur 8 Geohydrologische parameters bij waarnemingen in peilbuizen HB64, HB65, PB67 en MB01 (diep en ondiep)

De waargenomen en berekende verlagingen/verhogingen gedurende de totale duur van de pompproef in de peilbuizen HB64 t/m HB66 zijn weergegeven in figuur 9. De daarbij aangehouden geohydrologische parameters zijn in figuur 10 weergegeven.



Figuur 9 Verlagingen/verhogingen in peilbuizen PB64 t/m PB66 en MB01 (diep en ondiep)

Aquifer	Base [m]	Thickness [m]	Kh [m/d]	Code	T [m ² /d]	#	Code	S [-]	#	Name
	8,5	2,5	0,025	c1	100		S'1	0		deklaag
1	4	4,5	22,22222	T1	100		S1	0,21327		deklaag
	3	1	0,125	c2	8		S'2	0		deklaag
2	-15	18	72,22222	T2	1300		S2	0,000716		WVPI
	-16	1	0,001	c3	1000		S'3	0		SDL
3	-51	35	100	T3	3500		S3	0,000716		WVPII
	-93	42	0,0084	c4	5000		S'4	0		SDL

Figuur 10 Geohydrologische parameters bij waarnemingen in peilbuizen PB64 t/m PB66 en MB01 (diep en ondiep)

Op basis van de korrelgrootteverdelingen van de zandlagen in de deklaag wordt het doorlaatvermogen van het pakket boven de deklaag ingeschat op circa 100-125 m²/dag. Het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket is berekend op 1.300 m²/dag. Bij genoemde doorlaatvermogens en een weerstand van de kleilaag tussen deze pakketten van 5-8 dagen komen de gemeten en berekende verlagingen het beste overeen.

6 Conclusie

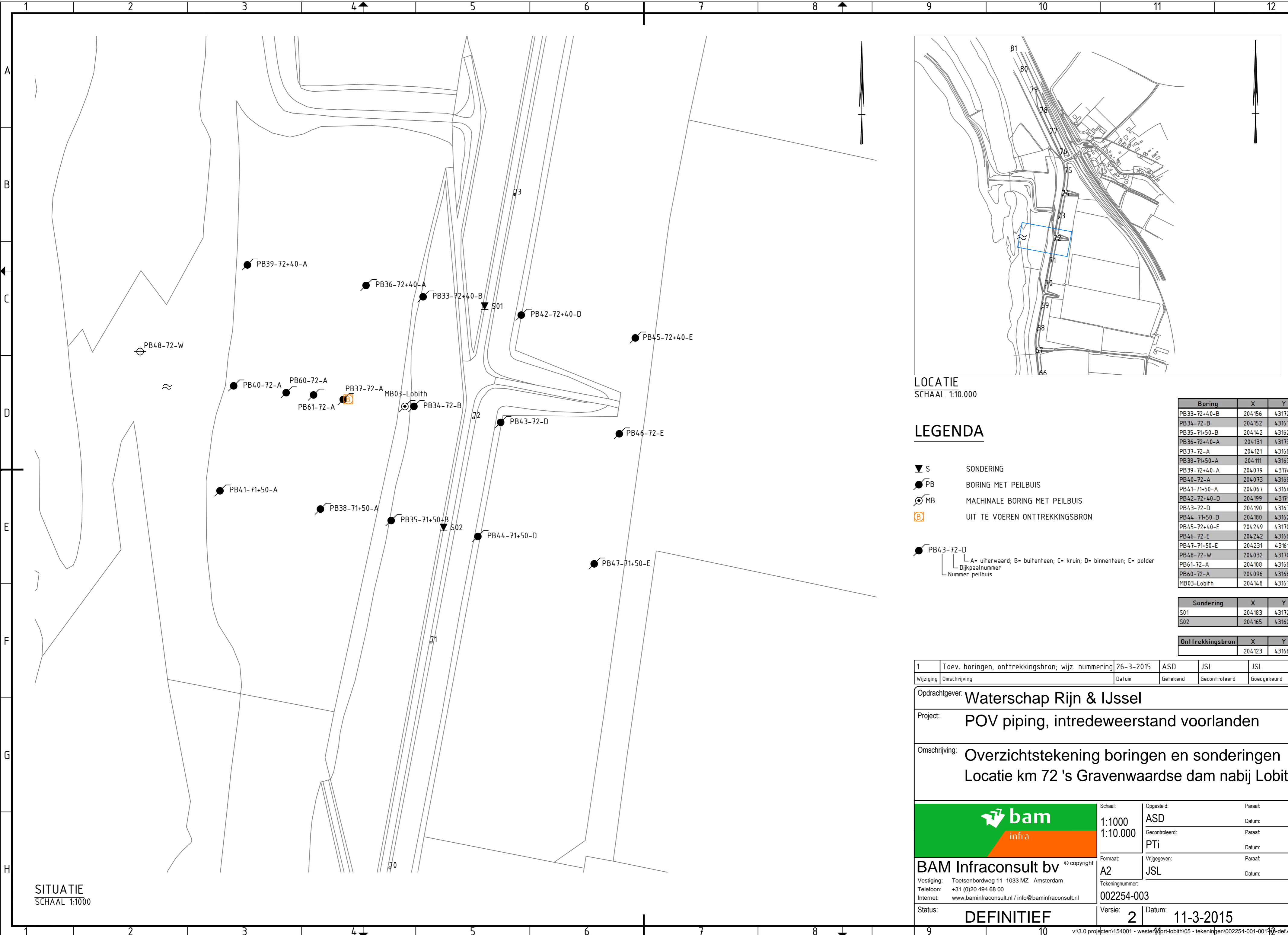
In opdracht van het waterschap Rijn en IJssel is een pompproef verricht ter plaatse van de Pleijdijk te Westervoort (km 230). De pompproef heeft bestaan uit twee onttrekkingen omdat er plaatselijk een kleilaag voorkomt op een diepte van circa NAP +5 m tot circa NAP +3 m. Een onttrekking van het grondwater onder deze kleilaag en aansluitend een onttrekking boven deze kleilaag is uitgevoerd. Op deze wijze kan het doorlaatvermogen van deklaag en het eerste watervoerend pakket en de weerstand van de tussengelegen kleilaag worden bepaald.

De onttrekkingen zijn uitgevoerd met een deepwell in het eerste watervoerend pakket en met 12 onttrekkingsfilters in de deklaag. De waarnemingsbuizen bevonden zich op een afstand van circa 5 m, 15 m en 25 m tot de deepwell. Er is gedurende ongeveer een week grondwater onttrokken uit het eerste watervoerend pakket. Het onttrekkingsdebiet is constant gehouden op 90 m³/uur. Vervolgens is, na de recovery, gedurende een week grondwater onttrokken uit zandige deklaag. Het onttrekkingsdebiet is constant gehouden op circa 9 m³/uur. De stijghoogten in de waarnemingsbuizen zijn met een interval van eenmaal per minuut gemeten.

Uit de proef kan het volgende worden geconcludeerd:

- De doorlatendheid van de zandlagen boven de kleilaag (deklaag) varieert volgens de korrelverdelingsdiagrammen tussen de circa 10 en 50 m/dag. De doorlatendheid van de zandlagen onder de kleilaag varieert tussen de circa 50 en 75 m/dag;
- De verlaging in de bron is tijdens de diepe onttrekking in het watervoerend pakket circa 2,5 m;
- De verlaging op circa 15 meter is tijdens de diepe onttrekking in het onderste deel van het eerste watervoerend pakket circa 0,7 m en op 25 m afstand circa 0,5 m;
- De verlaging op circa 5 meter is tijdens de ondiepe onttrekking in de deklaag circa 0,3 m en op 15 m afstand circa 0,05 m;
- De kleilaag rond NAP +5 m heeft een weerstand van circa 5-8 dagen;
- Het doorlaatvermogen van de deklaag is berekend op circa 100-125 m²/dag en voor het eerste watervoerend pakket berekend op 1.300 m²/dag.

Bijlage 1: Overzichtstekeningen



SITUATIE
SCHAAL 1:1000



LOCATIE
SCHAAL 1:10.000

LEGENDA

- ▼ S SONDERING
- PB BORING MET PEILBUIS
- ⊙ MB MACHINALE BORING MET PEILBUIS
- ⓑ UIT TE VOEREN ONTTREKKINGSBRON
- PB43-72-D
 - └─ A= uiterwaard; B= buitenteen; C= kruin; D= binnenteen; E= polder
 - └─ Dijkpaalnummer
 - └─ Nummer peilbuis

Boring	X	Y
PB33-72+40-B	204156	431727
PB34-72-B	204152	431679
PB35-71+50-B	204142	431629
PB36-72+40-A	204131	431732
PB37-72-A	204121	431682
PB38-71+50-A	204111	431634
PB39-72+40-A	204079	431741
PB40-72-A	204073	431688
PB41-71+50-A	204067	431642
PB42-72+40-D	204199	431719
PB43-72-D	204190	431672
PB44-71+50-D	204180	431622
PB45-72+40-E	204249	431709
PB46-72-E	204242	431667
PB47-71+50-E	204231	431610
PB48-72-W	204032	431703
PB61-72-A	204108	431684
PB60-72-A	204096	431685
MB03-Lobith	204148	431679

Sondering	X	Y
S01	204183	431723
S02	204165	431626

Onttrekkingsbron	X	Y
	204123	431682

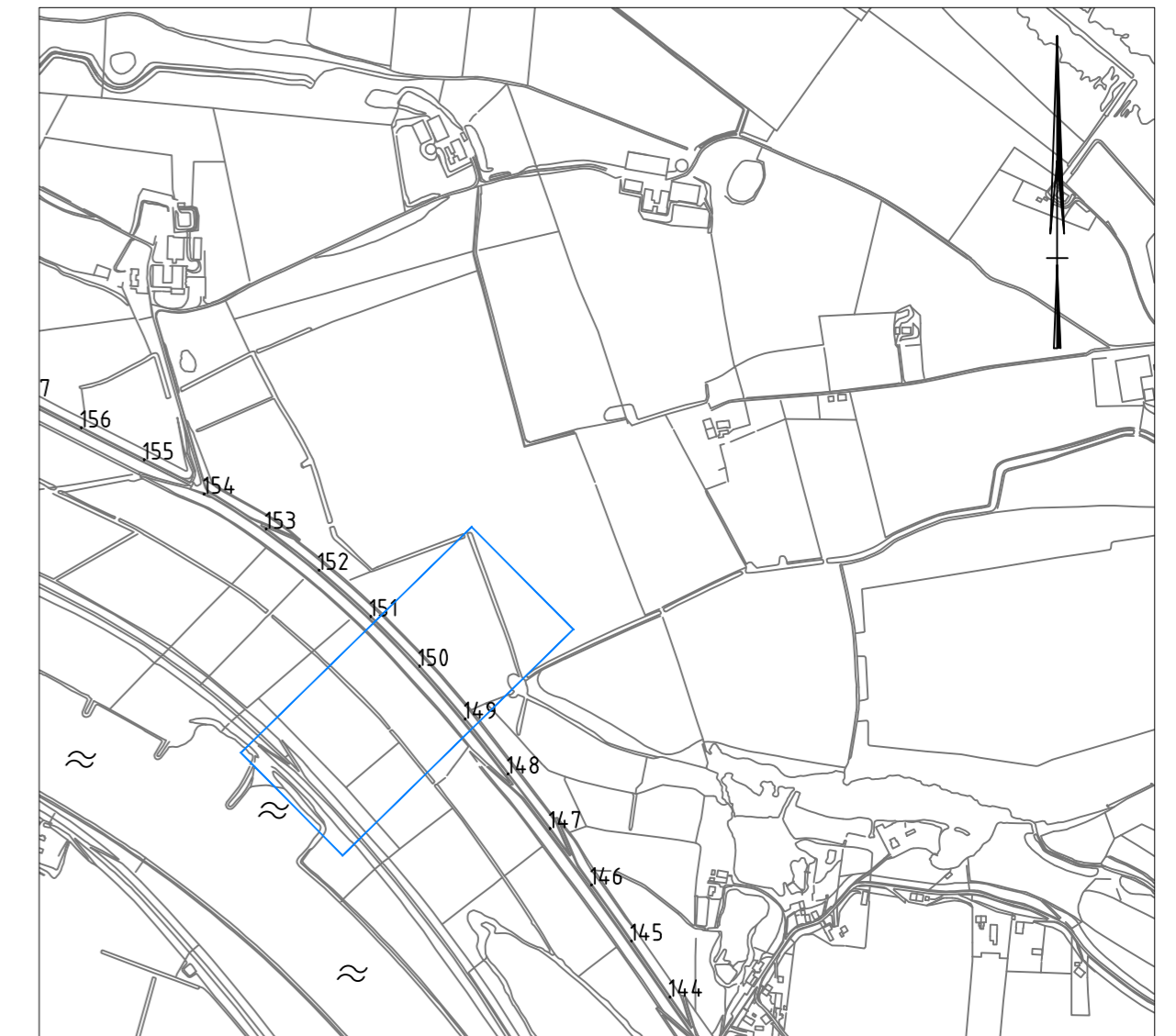
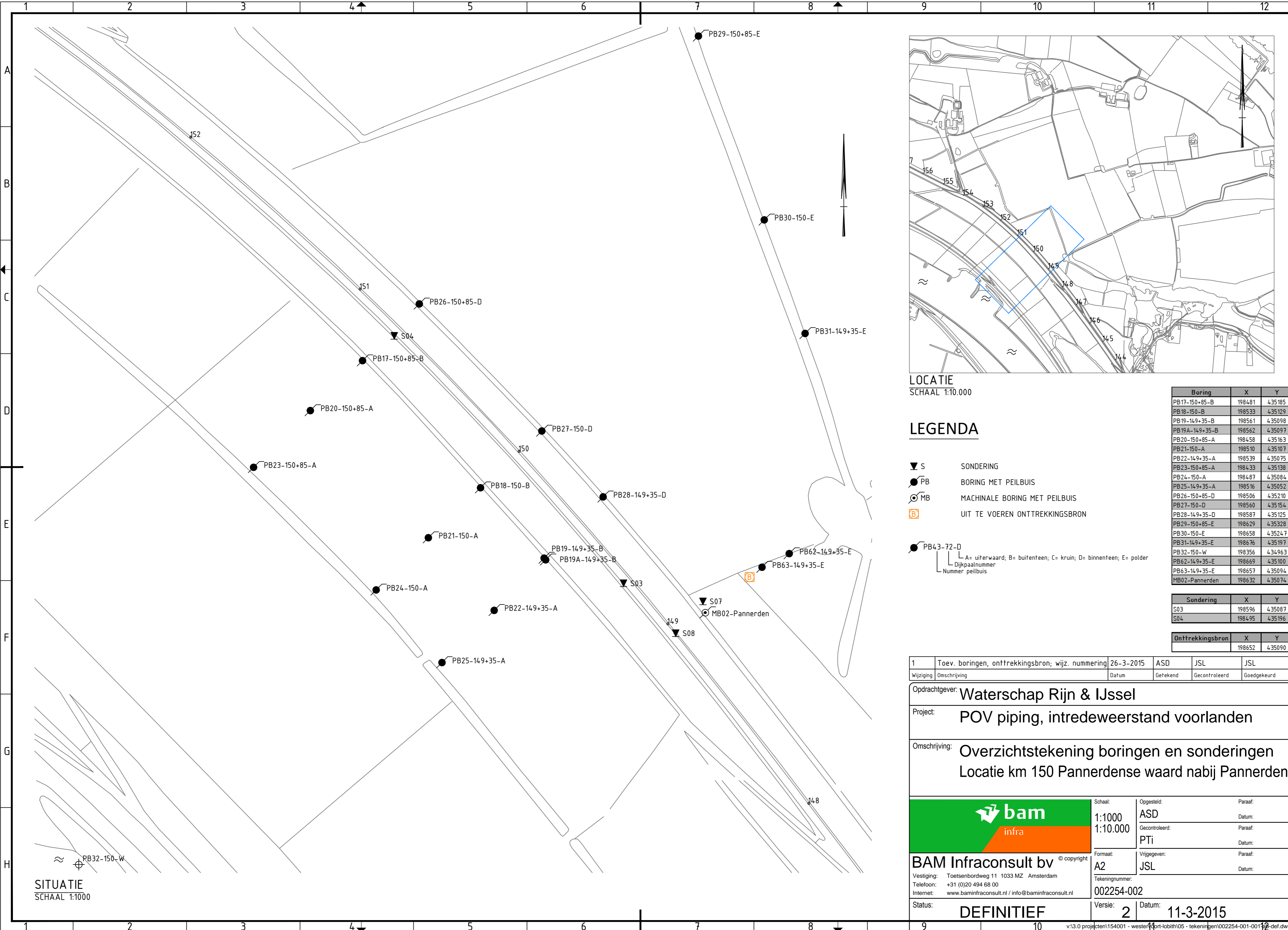
1	Toev. boringen, onttrekkingsbron; wijz. nummering	26-3-2015	ASD	JSL	JSL
Wijziging	Omschrijving	Datum	Gefekend	Gecontroleerd	Goedgekeurd

Opdrachtgever: **Waterschap Rijn & IJssel**

Project: **POV piping, intredeweerstand voorlanden**

Omschrijving: **Overzichtstekening boringen en sondingen
Locatie km 72 's Gravenwaardse dam nabij Lobith**

	Schaal: 1:1000 1:10.000	Opgesteld: ASD	Paraaf:
	Formaat: A2	Vrijgegeven: JSL	Paraaf:
BAM Infraconsult bv © copyright Vestiging: Toetsenbordweg 11 1033 MZ Amsterdam Telefoon: +31 (0)20 494 68 00 Internet: www.baminfraconsult.nl / info@baminfraconsult.nl	Tekeningnummer: 002254-003	Gecontroleerd: PTI	Datum:
Status: DEFINITIEF	Versie: 2	Datum: 11-3-2015	Datum:



LOCATIE
SCHAAL 1:10.000

LEGENDA

- ▼ S SONDERING
- PB BORING MET PEILBUIS
- ⊙ MB MACHINALE BORING MET PEILBUIS
- ⓑ UIT TE VOEREN ONTTREKKINGSBRON
- PB4.3-72-D
 A= uiterwaard; B= buitenteen; C= kruin; D= binnenteen; E= polder
 Dijkpaalnummer
 Nummer peilbuis

Boring	X	Y
PB17-150+85-B	198481	435185
PB18-150-B	198533	435129
PB19-149+35-B	198561	435098
PB19A-149+35-B	198562	435097
PB20-150+85-A	198458	435163
PB21-150-A	198510	435107
PB22-149+35-A	198539	435075
PB23-150+85-A	198433	435138
PB24-150-A	198487	435084
PB25-149+35-A	198516	435052
PB26-150+85-D	198506	435210
PB27-150-D	198560	435154
PB28-149+35-D	198587	435125
PB29-150+85-E	198629	435328
PB30-150-E	198658	435247
PB31-149+35-E	198676	435197
PB32-150-W	198356	434963
PB62-149+35-E	198669	435100
PB63-149+35-E	198657	435094
MB02-Pannerden	198632	435074

Sondering	X	Y
S03	198596	435087
S04	198495	435196

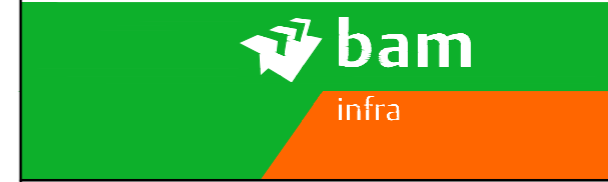
Onttrekkingsbron	X	Y
	198652	435090

1	Toev. boringen, onttrekkingsbron; wijz. nummering	26-3-2015	ASD	JSL	JSL
Wijziging	Omschrijving	Datum	Gefekend	Gecontroleerd	Goedgekeurd

Opdrachtgever: **Waterschap Rijn & IJssel**

Project: **POV piping, intredeweerstand voorlanden**

Omschrijving: **Overzichtstekening boringen en sonderingen
Locatie km 150 Pannerdense waard nabij Pannerden**



BAM Infraconsult bv © copyright

Vestiging: Toetsenbordweg 11 1033 MZ Amsterdam
 Telefoon: +31 (0)20 494 68 00
 Internet: www.baminfraconsult.nl / info@baminfraconsult.nl

Schaal: 1:1000
1:10.000

Formaat: A2

Tekeningnummer: 002254-002

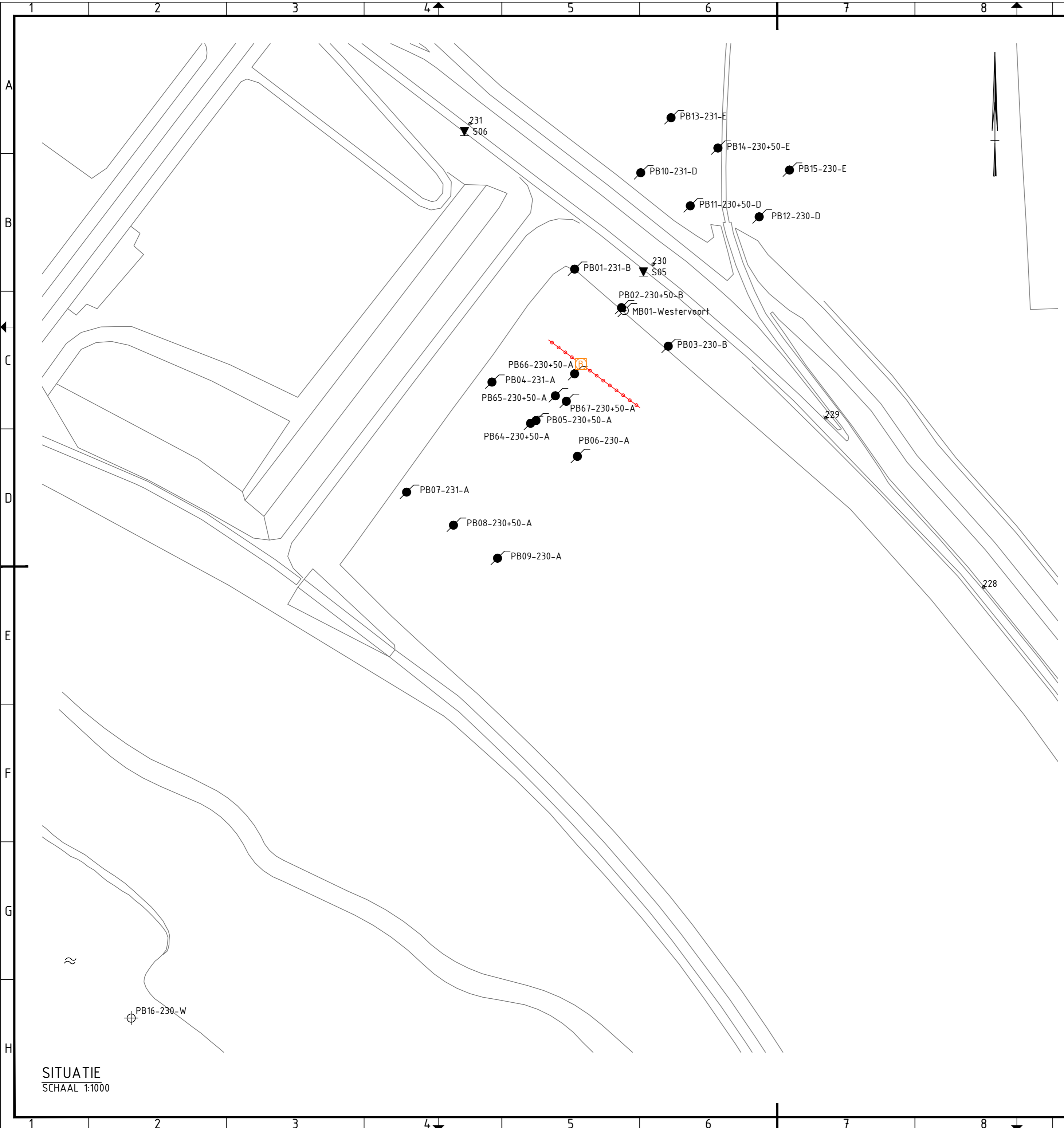
Status: **DEFINITIEF**

Opgesteld: ASD
Gecontroleerd: PTI

Vrijgegeven: JSL

Versie: 2
Datum: 11-3-2015

SITUATIE
SCHAAL 1:1000



SITUATIE
SCHAAL 1:1000



LOCATIE
SCHAAL 1:10.000

LEGENDA

- S SONDERING
- PB BORING MET PEILBUIS
- MB MACHINALE BORING MET PEILBUIS
- B ONTTREKKINGSBRON
- BEMALING (FILTERS: 12 STUKS, HOH= 3m, DIEP 4,5m)
- PB4.3-72-D
 - A= uiterwaard; B= buitenteen; C= kruin; D= binnenteen; E= polder
 - Dijkpaalnummer
 - Nummer peilbuis

Boring	X	Y
PB01-231-B	194.250	44.0555
PB02-230+50-B	194.267	44.0541
PB03-230-B	194.284	44.0527
PB04-231-A	194.220	44.0514
PB05-230+50-A	194.236	44.0500
PB06-230-A	194.251	44.0487
PB07-231-A	194.189	44.0474
PB08-230+50-A	194.206	44.0462
PB09-230-A	194.222	44.0450
PB10-231-D	194.274	44.0590
PB11-230+50-D	194.292	44.0578
PB12-230-D	194.317	44.0574
PB13-231-E	194.285	44.0610
PB14-230+50-E	194.302	44.0599
PB15-230-E	194.328	44.0591
PB16-230-W	194.089	44.0283
PB64-230+50-A	194.234	44.0499
PB65-230+50-A	194.243	44.0509
MB01-Westervoort	194.268	44.0540
PB66-230+50-A	194.250	44.0517
PB67-230+50-A	194.247	44.0507

Sondering	X	Y
S05	194.275	44.0554
S06	194.210	44.0605

Onttrekkingsbron	X	Y
	194.252	44.0521

Wijziging	Omschrijving	Datum	Getekend	Gecontroleerd	Goedgekeurd
2	Toev. PB66-230+50-A en PB67-230+50A; bemaling	23-6-2015	ASD	JSL	JSL
1	Toev. boringen, onttrekkingsbron; wijz. nummering	26-3-2015	ASD	JSL	JSL

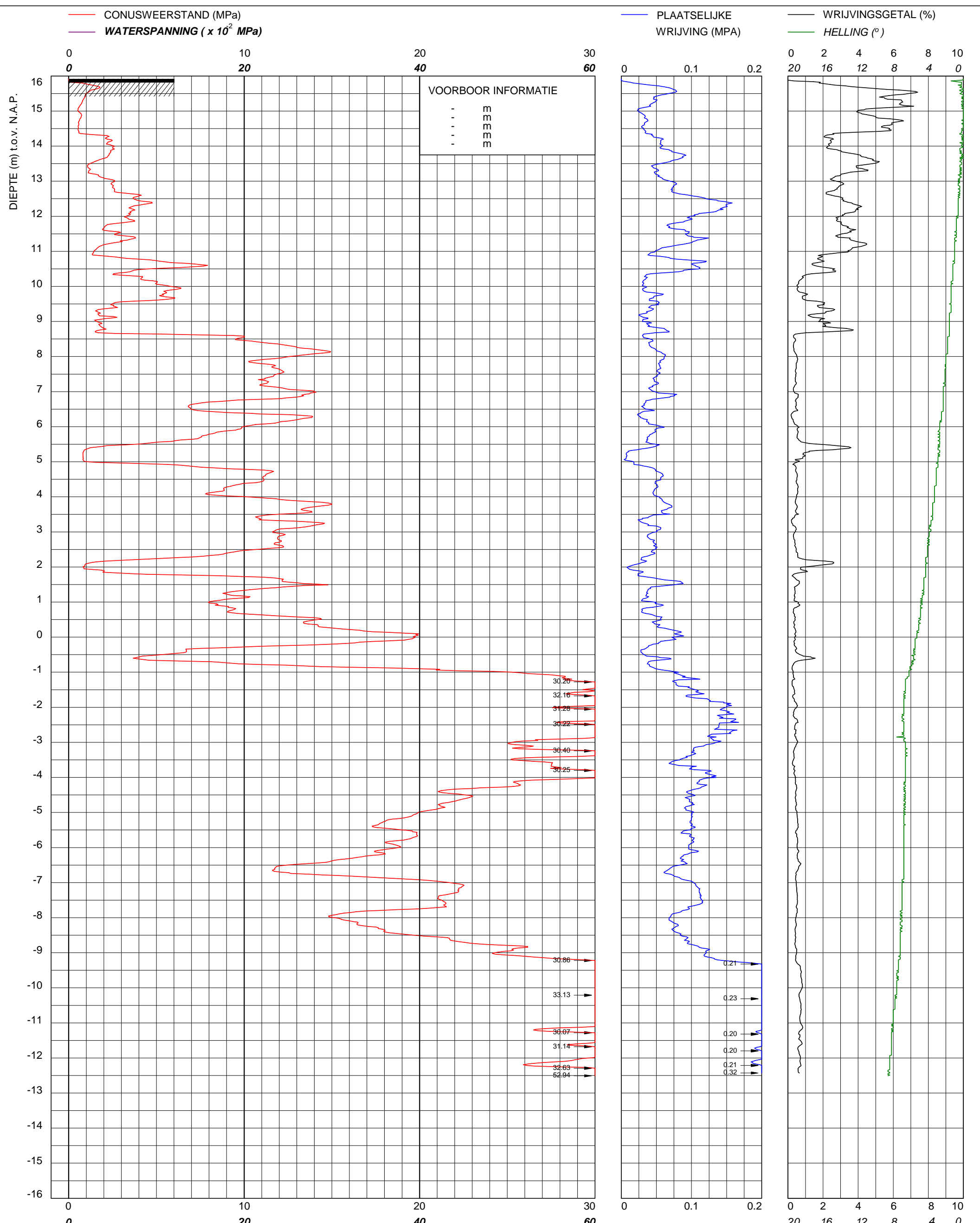
Opdrachtgever: **Waterschap Rijn & IJssel**

Project: **POV piping, intredeweerstand voorlanden**

Omschrijving: **Overzichtstekening boringen en sonderingen
Locatie km 230,5 Pleijdijk nabij Westervoort**

	Schaal: 1:1000 1:10.000	Opgesteld: ASD	Paraaf:
	Formaat: A2	Vrijgegeven: JSL	Paraaf:
BAM Infraconsult bv © copyright Vestiging: Toetsenbordweg 11 1033 MZ Amsterdam Telefoon: +31 (0)20 494 68 00 Internet: www.baminfraconsult.nl / info@baminfraconsult.nl	Tekeningnummer: 002254-001	Datum: 11-3-2015	
Status: DEFINITIEF	Versie: 3	Datum: 11-3-2015	

Bijlage 2: Grondmechanisch onderzoek



© copyright
Multiconsult
 Contactweg 60
 1014 BW AMSTERDAM
 Telefoon (020) 410 85 43
 Email info@multiconsult.nl

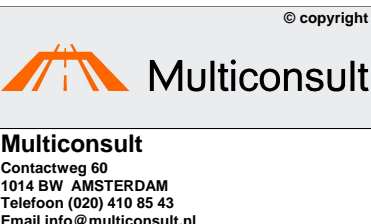
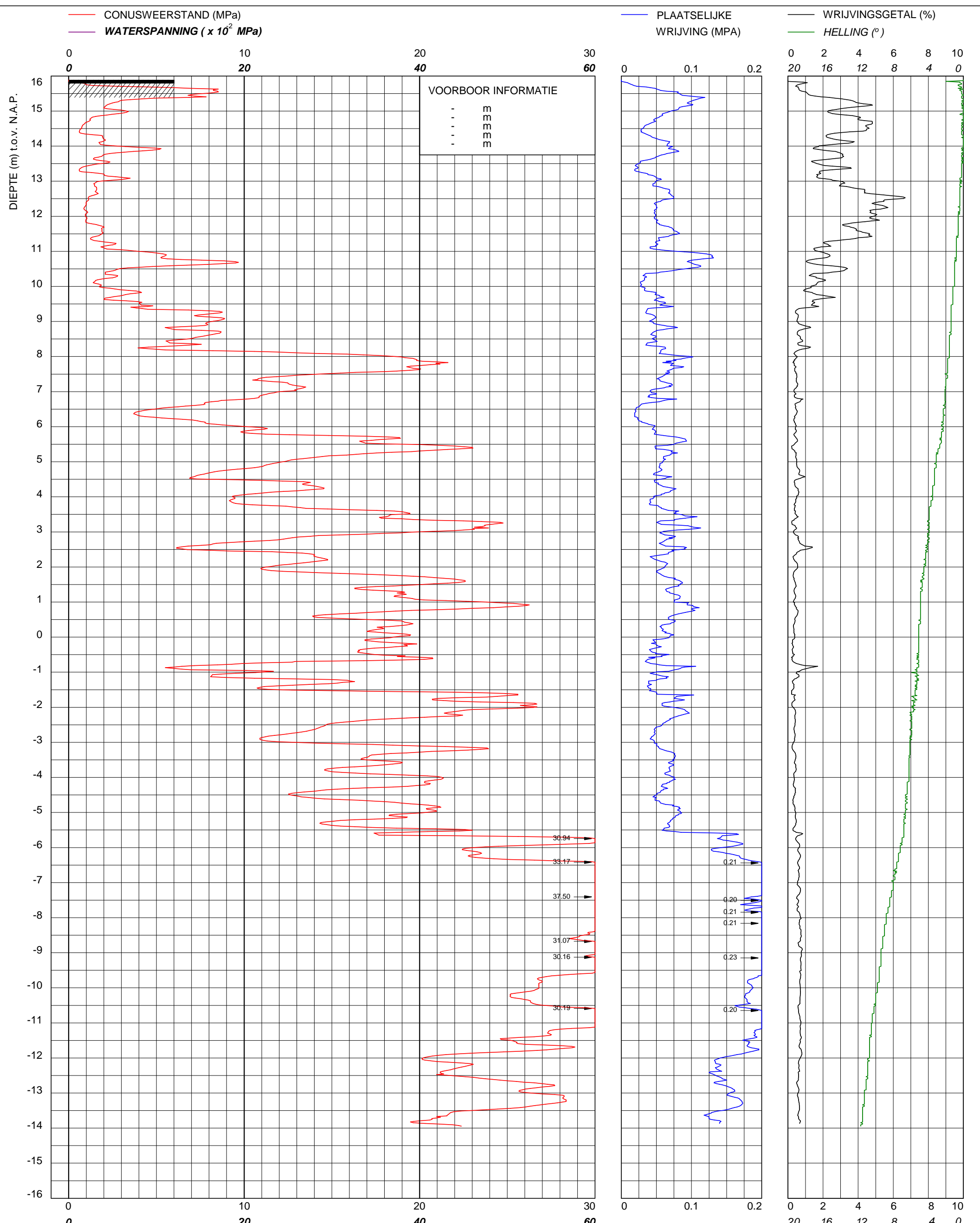
Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2
 Conus: 140119, Ac: 1.500 mm² Filterpositie U2

Waterschap Rijn en IJssel
Diverse locaties Lobith e.o.

MV	15.919 m N.A.P.	X	194275
Km		Y	440554
Uitvoeringsdatum		2-10-2014	
Printdatum		3-10-2014	

Opdrachtnummer :
 3350901

Locatiecode :
 S05



© copyright
 Sonderring TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 2
 Conus: 140119, Ac: 1.500 mm² Filterpositie U2

Waterschap Rijn en IJssel
Diverse locaties Lobith e.o.

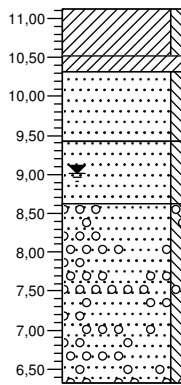
MV	15.887 m N.A.P.	X	194210
Km		Y	440605
Uitvoeringsdatum		2-10-2014	
Printdatum		3-10-2014	

Opdrachtnummer :
 3350901

Locatiecode :
 S06

Boring: PB01-231-B

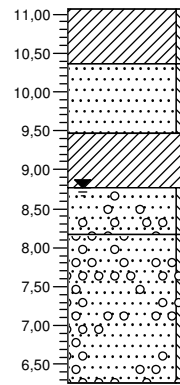
Datum: 01-10-2014
 X: 194250
 Y: 440555



11.12	groenstrook
	Klei, zwak siltig, sporen roest, zwak wortelhoudend, bruin
10.52	
10.32	Klei, grijs
	Zand, matig fijn, zwak siltig, lenzen klei, sporen roest, bruin
9.42	
	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin
8.62	
	Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindhoudend, bruin
6.32	

**Boring: PB02-230+50-B**

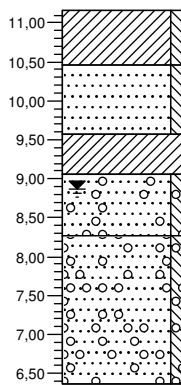
Datum: 01-10-2014
 X: 194267
 Y: 440541



11.06	groenstrook
	Klei, zwak siltig, sporen roest, zwak wortelhoudend, bruin
10.36	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, brokken klei, sporen roest, bruin
9.46	
	Klei, matig zandhoudend, matig roesthoudend, bruin
8.76	
	Zand, matig grof, zwak siltig, sporen grind, bruin
8.16	
	Zand, matig grof, zwak siltig, sterk grindhoudend, bruin
6.26	

Boring: PB03-230-B

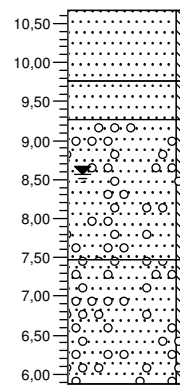
Datum: 01-10-2014
 X: 194284
 Y: 440527



11.16	groenstrook
	Klei, zwak siltig, sporen roest, zwak wortelhoudend, bruin
10.46	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, brokken klei, sporen roest, bruin
9.56	
	Klei, matig zandhoudend, matig roesthoudend, bruin
9.06	
	Zand, matig grof, zwak siltig, sporen grind, bruin
8.26	
	Zand, matig grof, zwak siltig, sterk grindhoudend, bruin
6.36	

**Boring: PB04-231-A**

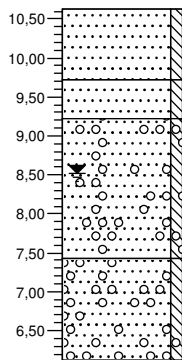
Datum: 01-10-2014
 X: 194220
 Y: 440514



10.67	groenstrook
	Zand, matig fijn, zwak siltig, brokken klei, sporen roest, bruin
9.77	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen roest, bruin
9.27	
	Zand, matig grof, zwak siltig, sporen grind, bruin
7.47	
	Zand, matig grof, zwak siltig, sterk grindhoudend, bruin
5.87	

Boring: PB05-230+50-A

Datum: 01-10-2014
 X: 194236
 Y: 440500



10.63 groenstrook
 Zand, matig fijn, zwak siltig,
 brokken klei, sporen roest,
 bruin

9.73
 Zand, matig fijn, zwak siltig,
 sporen roest, bruin

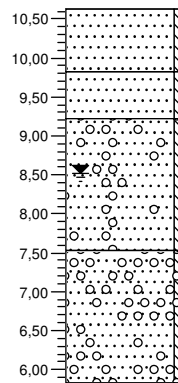
9.23
 Zand, matig grof, zwak siltig,
 sporen grind, bruin

7.43
 Zand, matig grof, zwak siltig,
 sterk grindhoudend, bruin

6.13

Boring: PB06-230-A

Datum: 01-10-2014
 X: 194251
 Y: 440487



10.63 groenstrook
 Zand, matig fijn, zwak siltig,
 brokken klei, sporen roest,
 bruin

9.83
 Zand, matig fijn, zwak siltig,
 sporen roest, brokken klei,
 bruin

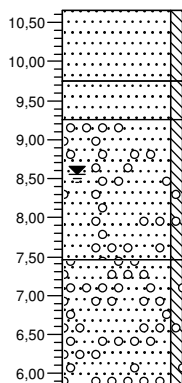
9.23
 Zand, matig grof, zwak siltig,
 sporen grind, bruin

7.53
 Zand, matig grof, zwak siltig,
 uiterst grindhoudend, bruin

5.83

Boring: PB07-231-A

Datum: 01-10-2014
 X: 194189
 Y: 440474



10.66 groenstrook
 Zand, matig fijn, zwak siltig,
 brokken klei, sporen roest,
 bruin

9.76
 Zand, matig fijn, zwak siltig,
 sporen roest, bruin

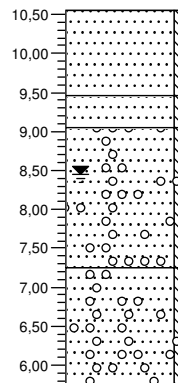
9.26
 Zand, matig grof, zwak siltig,
 sporen grind, bruin

7.46
 Zand, matig grof, zwak siltig,
 sterk grindhoudend, bruin

5.86

Boring: PB08-230+50-A

Datum: 01-10-2014
 X: 194206
 Y: 440462



10.55 groenstrook
 Zand, matig fijn, zwak siltig,
 brokken klei, sporen roest,
 sporen kolen, bruin

9.45
 Zand, matig fijn, zwak siltig,
 sporen roest, bruin

9.05
 Zand, matig grof, zwak siltig,
 zwak grindhoudend, bruin

7.25
 Zand, matig grof, zwak siltig,
 matig grindhoudend, bruin

5.75



Contactweg 60
 1014 BW AMSTERDAM
 Telefoon (020) 410 85 43
 Email info@multiconsult.nl

Projectnaam: Westervoort

Opdrachtgever: Waterschap Rijn en IJssel

Projectcode: 3350901-WESTERVOORT

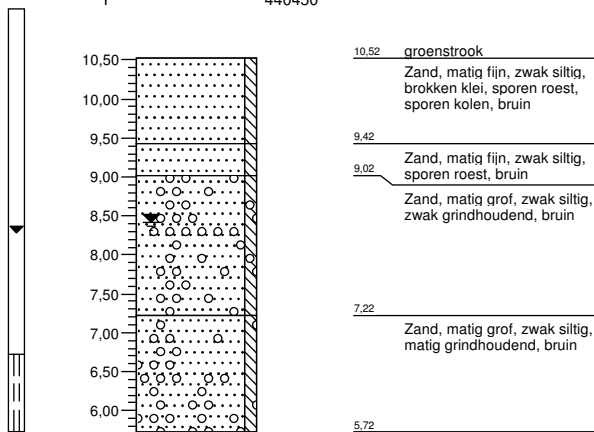
Boormeester: R. Blonk

Projectleider: J. Slaghuis

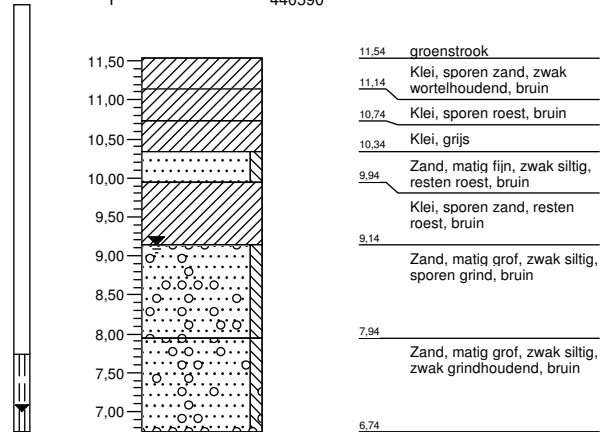
Pagina: 2 / 4

Boring: PB09-230-A

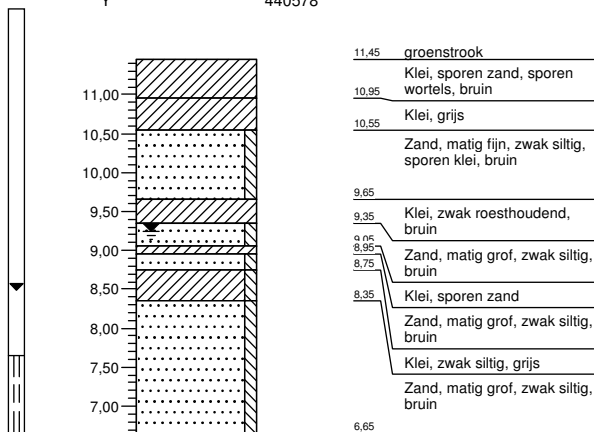
Datum: 01-10-2014
 X: 194222
 Y: 440450

**Boring: PB10-231-D**

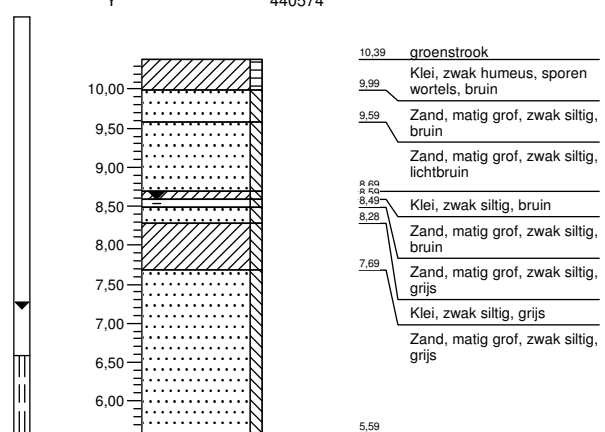
Datum: 02-10-2014
 X: 194274
 Y: 440590

**Boring: PB11-230+50-D**

Datum: 02-10-2014
 X: 194292
 Y: 440578

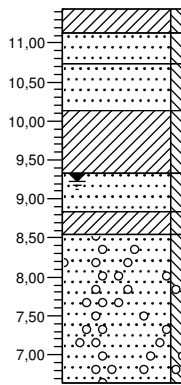
**Boring: PB12-230-D**

Datum: 02-10-2014
 X: 194317
 Y: 440574



Boring: PB13-231-E

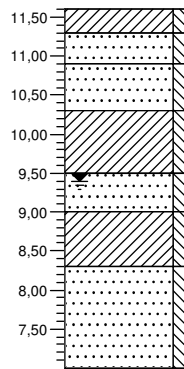
Datum: 02-10-2014
 X: 194285
 Y: 440610



11.44	groenstrook
11.14	Klei, zwak siltig, bruin
10.74	Zand, matig fijn, zwak siltig, brokken klei, bruin
10.14	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, bruin
9.34	Klei, zwak siltig, matig roesthoudend, bruin
8.84	Zand, matig grof, zwak siltig, sporen roest, bruin
8.54	Klei, zwak siltig, grijs
8.00	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindhoudend, bruin
6.64	

**Boring: PB14-230+50-E**

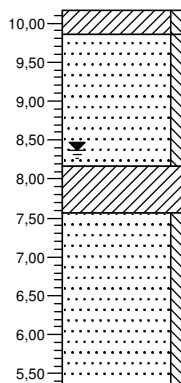
Datum: 02-10-2014
 X: 194302
 Y: 440599



11.60	groenstrook
11.30	Klei, zwak siltig, bruin
10.90	Zand, matig fijn, zwak siltig, brokken klei, bruin
10.30	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, bruin
9.50	Klei, zwak siltig, matig roesthoudend, bruin
9.00	Zand, matig grof, zwak siltig, sporen roest, bruin
8.30	Klei, zwak siltig, grijs
7.00	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin

Boring: PB15-230-E

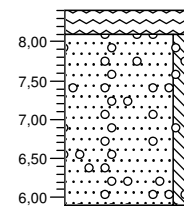
Datum: 02-10-2014
 X: 194328
 Y: 440591



10.16	groenstrook
9.86	Klei, zwak siltig, sporen wortels
8.16	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin
8.16	Klei, grijs
7.57	Zand, matig grof, zwak siltig, grijs
5.36	

**Boring: PB16-230-W**

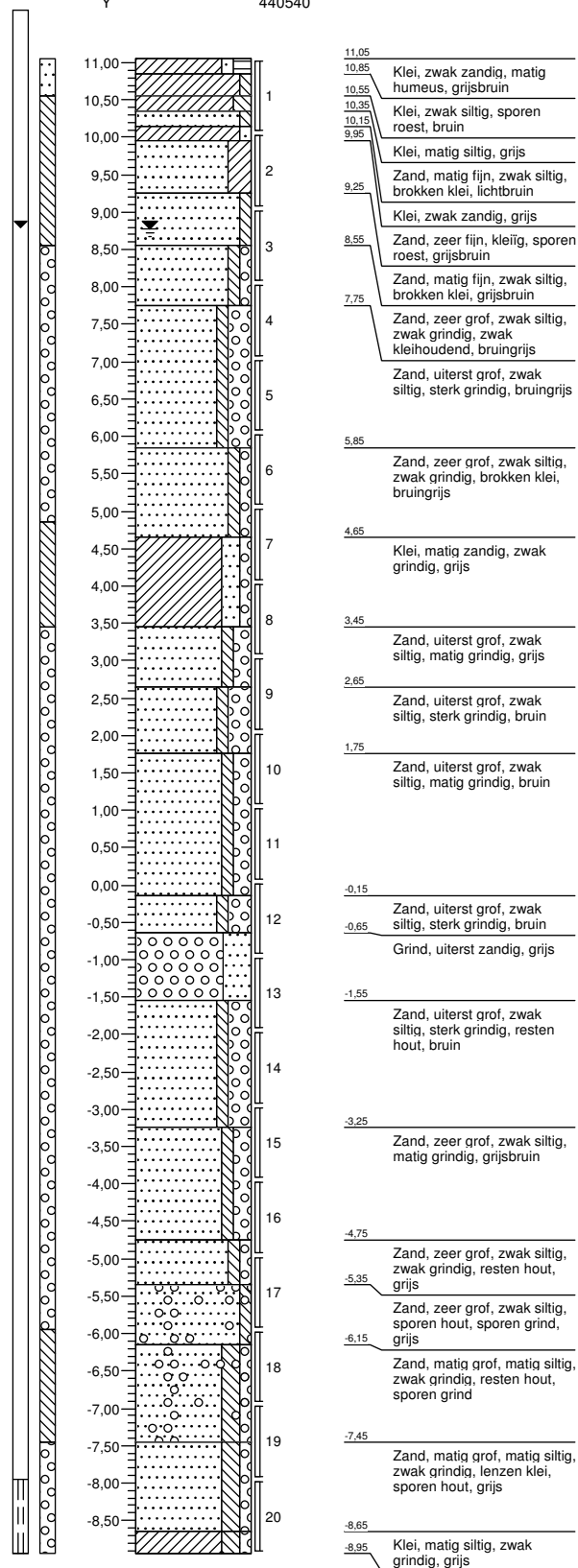
Datum: 02-10-2014
 X: 194089
 Y: 440283



8.40	waterspiegel
8.10	Water
5.90	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindhoudend, bruin

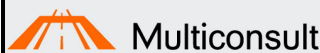
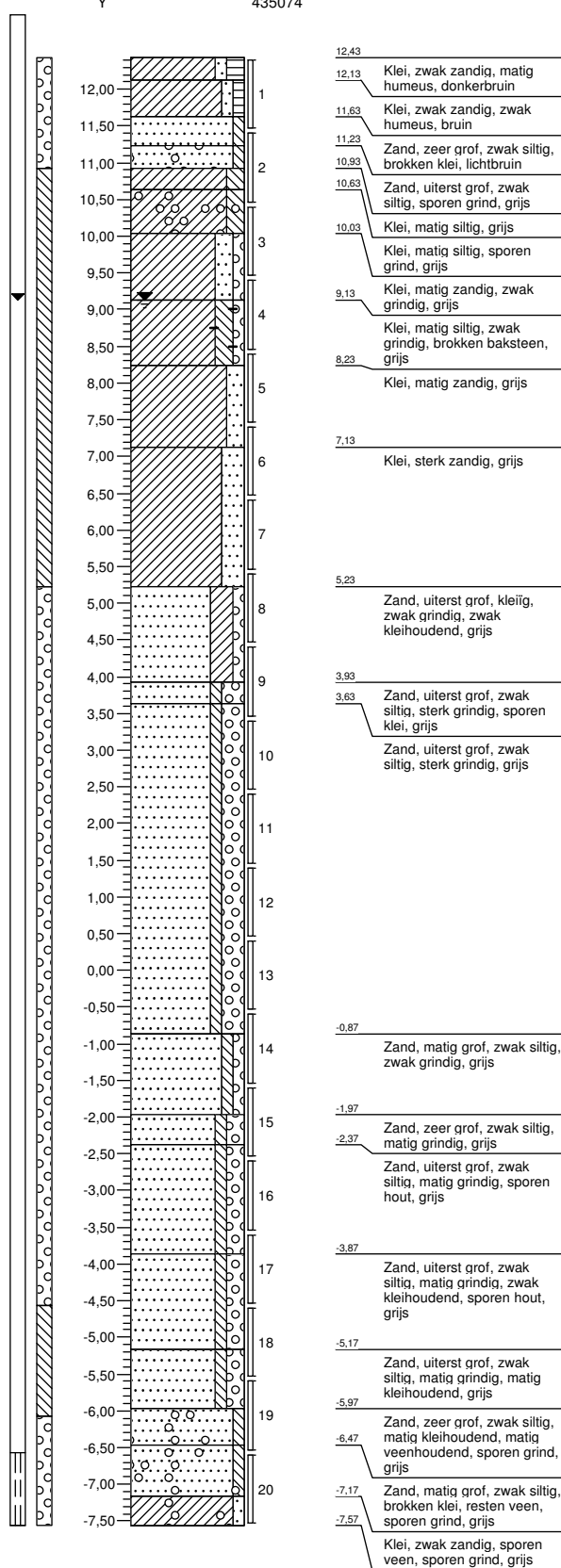
Boring: MB01-Westervoort

Datum: 16-03-2015
 X: 194268
 Y: 440540



Boring: MB02-Pannerden

Datum: 19-03-2015
 X: 198632
 Y: 435074



Contactweg 60
 1014 BW AMSTERDAM
 Telefoon (020) 410 85 43
 Email info@multiconsult.nl

Projectnaam: Diverse locaties Lobith e.o.

Opdrachtgever: Waterschap Rijn en IJssel

Projectcode: 3350901

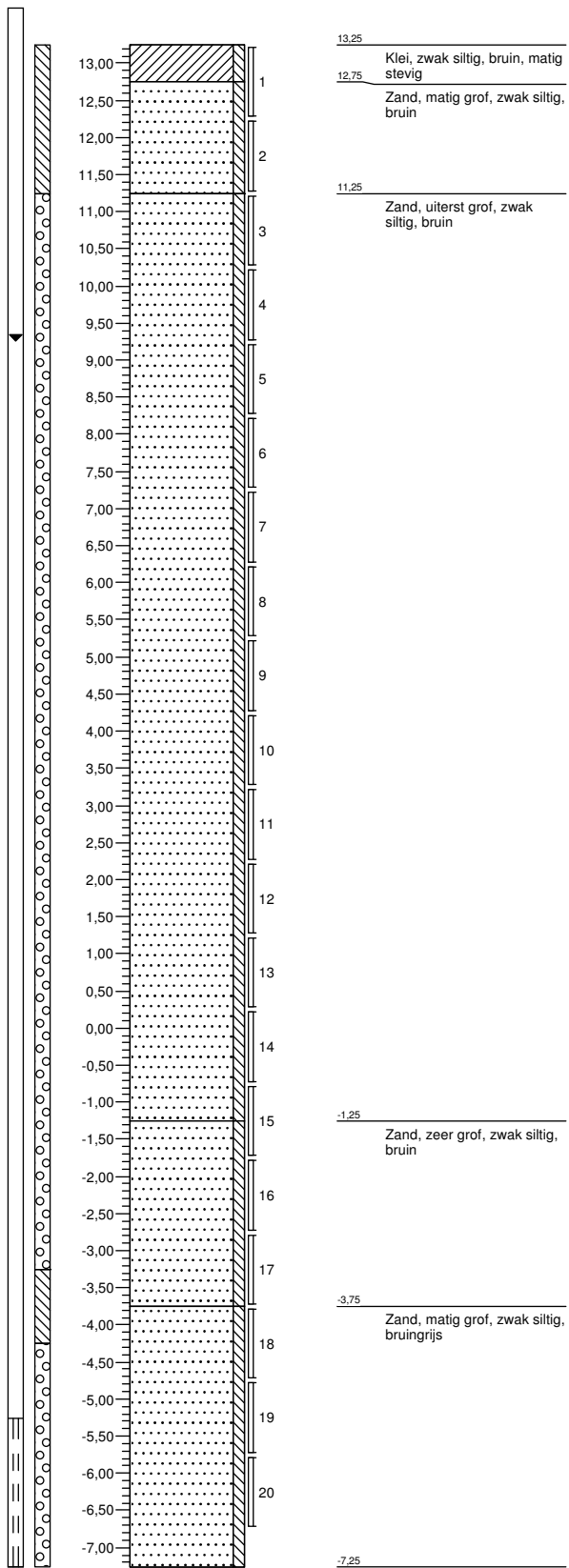
Boormeester: J. Kuijt

Projectleider: J. Slaghuis

Pagina: 1 / 2

Boring: MB03-Lobith

Datum: 22-10-2014
X: 204148
Y 431679



Contactweg 60
1014 BW AMSTERDAM
Telefoon (020) 410 85 43
Email info@multiconsult.nl

Projectnaam: Diverse locaties Lobith e.o.

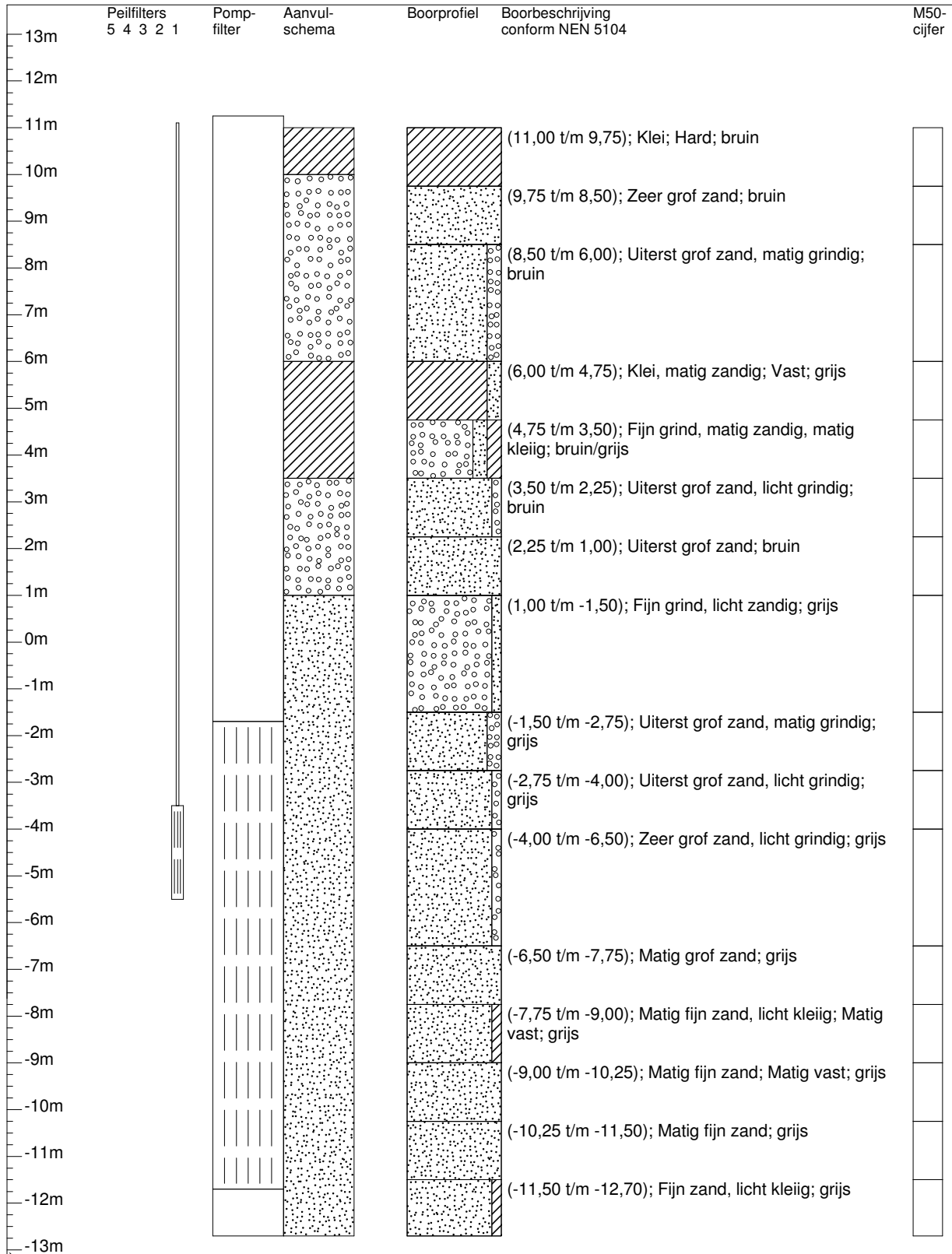
Boormeester: J. Kuijt

Opdrachtgever: Waterschap Rijn en IJssel

Projectleider: J. Slaghuis

Projectcode: 3350901

Pagina: 2 / 2



Verticale as vertegenwoordigt de hoogte in meters t.o.v. NAP

	Project/Plaats	Pompproeven Pannerden / Westervoort / Lobith	Datum	8-5-2015	Ons kenmerk	615302
	Opdrachtgever	BAM Infra	X-coördinaat	194267	Uw kenmerk	
	Boormethode	Zuigboren ø 700 mm	Y-coördinaat	440541	Boornummer	
	Boormeester	W. vd Polder	KM	Westervoort		
Mos Grondwatertechniek Heinenoord, tel +31 186 607100, www.mos-grondwatertechniek.nl,						

Peilfilters (van-tot(diameter))

Peilbuis 1: -3,50 m t/m -5,50 m (32 mm)

Pomppfilters (van-tot(diameter x perforatie diameter))

11,25 m t/m -1,70 m (400 mm x 0 mm)
 -1,70 m t/m -11,70 m (400 mm x 1 mm)
 -11,70 m t/m -12,70 m (400 mm x 0 mm)

Zandaanvullingen en kleiafdichtingen (van-tot(materiaal))

11,00 m t/m 10,00 m (Mikolit 00)
 10,00 m t/m 6,00 m (Aanvulgrind 2-5 mm)
 6,00 m t/m 3,50 m (Mikolit 00)
 3,50 m t/m 1,00 m (Aanvulgrind 2-5 mm)
 1,00 m t/m -12,70 m (Filtergrind)

Opmerking boring

Werkwater: ca. 48 m³
 Boorspoelingsadditieven: Antisol 6 kg.

Filtergrind: 1,0 - 1,6 mm, volgens Kiwa certificaat K 2332/03 'Zand en grind voor de drinkwaterproductie.'
 Zwelklei: Mikolit 00, volgens Kiwa certificaat K58346-01 'Boorgatklei voor milieukundig grondwateronderzoek'.

Algemene opmerking project

Werkzaamheden zijn, onafhankelijk van de opdrachtgever, uitgevoerd conform BRL SIKB 2100 'Beoordelingsrichtlijn Mechanisch boren' met bijbehorend protocol 2100.
 Certificaatnummer K58873/04, scope A, B en C.

J. in't Veld

	Project/Plaats	Pompproeven Pannerden / Westervoort / Lobith	Datum	8-5-2015	Ons kenmerk	615302
	Opdrachtgever	BAM Infra	X-coördinaat	194267	Uw kenmerk	
	Boormethode	Zuigboren ø 700 mm	Y-coördinaat	440541	Boornummer	
	Boormeester	W. vd Polder	KM	Westervoort		
Mos Grondwatertechniek Heinoord, tel +31 186 607100, www.mos-grondwatertechniek.nl,						

Plaatsingsformulier wegdrukfilters

Projectgegevens

Plaats	Westervoort	Werknummer	3350901
Werklocatie	Diverse locaties	Opdrachtgever	Waterschap Rijn en IJssel
Voertuig	Optotruck2	Datum rapportage	18 mei 2015
Uitgevoerd door	F. Spreeuw		

Filterstelling

Filternummer	Pb64-230+50-A		Pb65-230+50-A		Pb66-230+50-A	
Datum plaatsing	12 mei 2015		12 mei 2015		12 mei 2015	
¹ Filter type	F		F		F	
Filterdiepte van ... tot ... [m – mv.]	12.20	12.20	14.20	12.20	14.20	
Bovenkant stijgbuis m t.o.v. NAP	+11.142		+11.318		+11.450	
Maaiveld t.o.v. NAP	+10.565		+10.698		+10.850	
X-/Y-coördinaten	194234	440499	194243	440509	194250	440517

Afwerking

² Afdichting type	-		-		-	
Afdichting van ... tot ... [m – mv.]	-	-	-	-	-	-
Straatpot/Beschermkoker/Anders...	Beschermkoker		Beschermkoker		Beschermkoker	

Afpompen

Grondwaterstand [t.o.v. BkPb]	1.80	2.02	2.11
Datum schoonpompen	12 mei 2015	12 mei 2015	12 mei 2015
Opbrengst [goed/matig/slecht]	Goed	Goed	Goed
Kleur	Neutraal	Neutraal	Neutraal
Geur	-	-	-
Helderheid [helder/matig troebel/troebel]	Helder	Helder	Helder
Schoongepompt volume [liter]	10 L	10 L	10 L

Bijzonderheden

¹) Standaard drukfilters:

minifilters

- Type A : Minifilters PVC Ø 20/17 mm met een perforatielengte van 0.70 m verlengd met een PE slang Ø 6x8 mm tot mv.
 Type B : Minifilters PVC Ø 20/17 mm met een perforatielengte van 0.70 m verlengd met een PE slang Ø 10x12 mm tot mv.

casing filters:

- Type C : 1" filter HDPE Ø 32/26 mm met een perforatielengte van 1.00 m.
 Type D : 1" filter HDPE Ø 32/26 mm met een perforatielengte van 2.00 m.
 Type E : 1" filter PVC Ø 32/25 mm met een perforatielengte van 1.00 m.
 Type F : 1" filter PVC Ø 32/25 mm met een perforatielengte van 2.00 m.
 Type G : 1" filter staal type gasbuis met een lengte van 1.00 m.

²) Afdichting:

- Type 1 : Afdichting met een opstijvend mengsel van bentoniet met Dämmer-cement.
 Type 2 : Afdichting met verzwaaarde zweelkorrels.

Plaatsingsformulier wegdrukfilters

Projectgegevens

Plaats	Westervoort	Werknummer	3350901
Werklocatie	Diverse locaties	Opdrachtgever	Waterschap Rijn en IJssel
Voertuig	Optotruck2	Datum rapportage	18 mei 2015
Uitgevoerd door	F. Spreeuw		

Filterstelling

Filternummer	Pb67-230+50-A			
Datum plaatsing	12 mei 2015			
¹ Filter type	F			
Filterdiepte van ... tot ... [m – mv.]	3.70	3.70		
Bovenkant stijgbuis m t.o.v. NAP	+11.302			
Maaiveld t.o.v. NAP	+10.724			
X-/Y-coördinaten	194247	440507		

Afwerking

² Afdichting type	-			
Afdichting van ... tot ... [m – mv.]	-	-		
Straatpot/Beschermkoker/Anders...	Beschermkoker			

Afpompen

Grondwaterstand [t.o.v. BkPb]	2.03			
Datum schoonpompen	12 mei 2015			
Opbrengst [goed/matig/slecht]	Goed			
Kleur	Neutraal			
Geur	-			
Helderheid [helder/matig troebel/troebel]	Helder			
Schoongepompt volume [liter]	10 L			

Bijzonderheden

¹) Standaard drukfilters:

minifilters

- Type A : Minifilters PVC Ø 20/17 mm met een perforatielengte van 0.70 m verlengd met een PE slang Ø 6x8 mm tot mv.
 Type B : Minifilters PVC Ø 20/17 mm met een perforatielengte van 0.70 m verlengd met een PE slang Ø 10x12 mm tot mv.

casing filters:

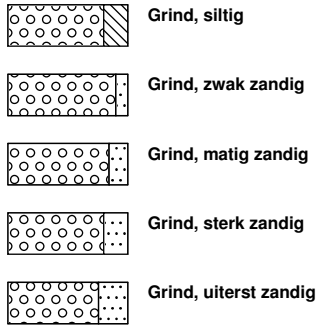
- Type C : 1" filter HDPE Ø 32/26 mm met een perforatielengte van 1.00 m.
 Type D : 1" filter HDPE Ø 32/26 mm met een perforatielengte van 2.00 m.
 Type E : 1" filter PVC Ø 32/25 mm met een perforatielengte van 1.00 m.
 Type F : 1" filter PVC Ø 32/25 mm met een perforatielengte van 2.00 m.
 Type G : 1" filter staal type gasbuis met een lengte van 1.00 m.

²) Afdichting:

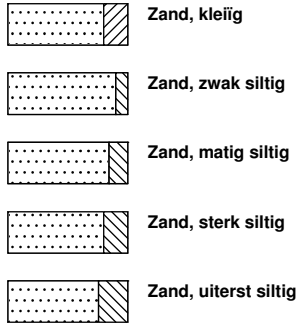
- Type 1 : Afdichting met een opstijvend mengsel van bentoniet met Dämmer-cement.
 Type 2 : Afdichting met verzwaarde zweelkorrels.

Legenda (conform NEN 5104)

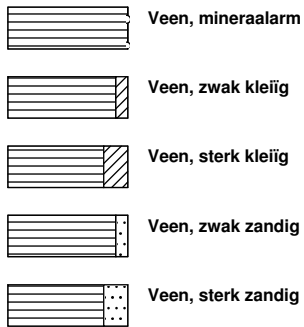
grind



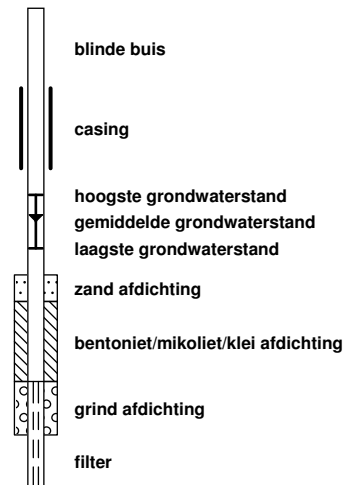
zand



veen



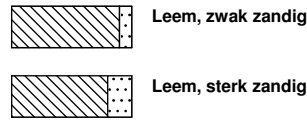
peilbuis



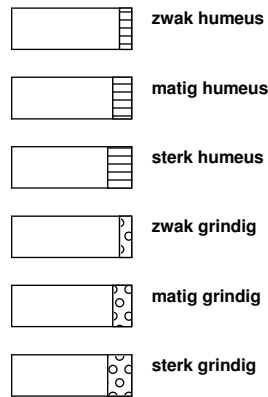
klei



leem



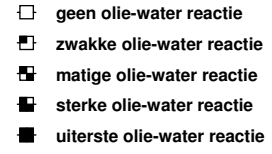
overige toevoegingen



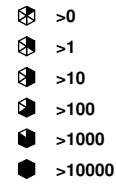
geur



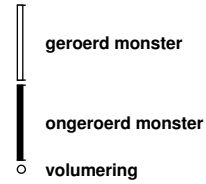
olie



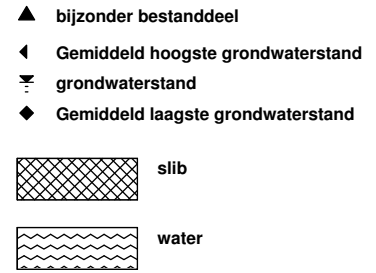
p.i.d.-waarde



monsters



overig



Opdracht : 1501078
Plaats : Lobith
Project : Korrelverdelingen

Betreft : Korrelverdelingen
te
LOBITH

Opdrachtgever : BAM Infra / De Ruiters Boringen en Bemalingen bv
T.a.v. Dhr. J. Slaghuis
Postbus 14
1160 AA ZWANENBURG
NL

Behandeld door : G.J. Broekhuizen (010 50 30 250)

Kenmerk : RG1501078-RH_1

Datum : 10 april 2015

MOS GRONDMECHANICA B.V.

Rhoon	Kleidijk 35	Postbus 801	3160 AA	Rhoon	Tel. 088-5130200
Helmond	Vossenbeemd 90B		5705 CL	Helmond	
Rijssen	Het Wendelgoor 13		7604 PJ	Almelo	
Amsterdam	Gyroscoopweg 120		1042 AZ	Amsterdam	
Suriname	Ds Martin Luther Kingweg 150	District Wanica	-	Suriname	Tel. +597-488188

1 Algemene informatie

Dit rapport bevat de resultaten van het uitgevoerde lab. onderzoek ten behoeve van het uitvoeren van Korrelverdelingen.

2 Informatie uitvoering

Op door de opdrachtgever aangeleverde geroerde monsters zijn 20 korrelverdelingen uitgevoerd volgens de RAW proef 11.1 voor de grove zand/grindmonsters en volgens 11.1/2/3 voor de klei/silthoudende monsters.

De resultaten zijn in de bijlagen opgenomen.

G.J. Broekhuizen (010 50 30 250)

Rhoon, 10 april 2015

Mos Grondmechanica B.V.

Contr. : GB

Inhoud:

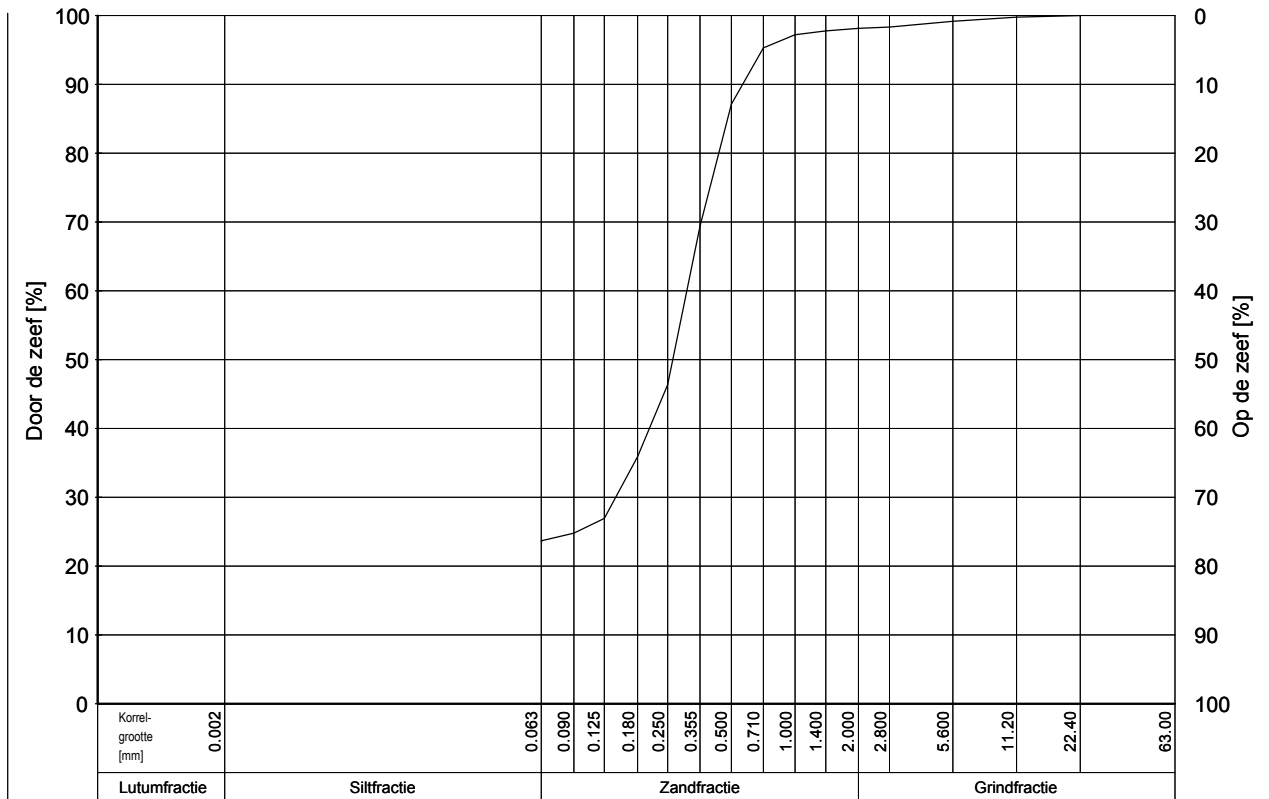
- Lab. onderzoek

Opdracht : 1501078
Plaats : Lobith
Project : Korrelverdelingen

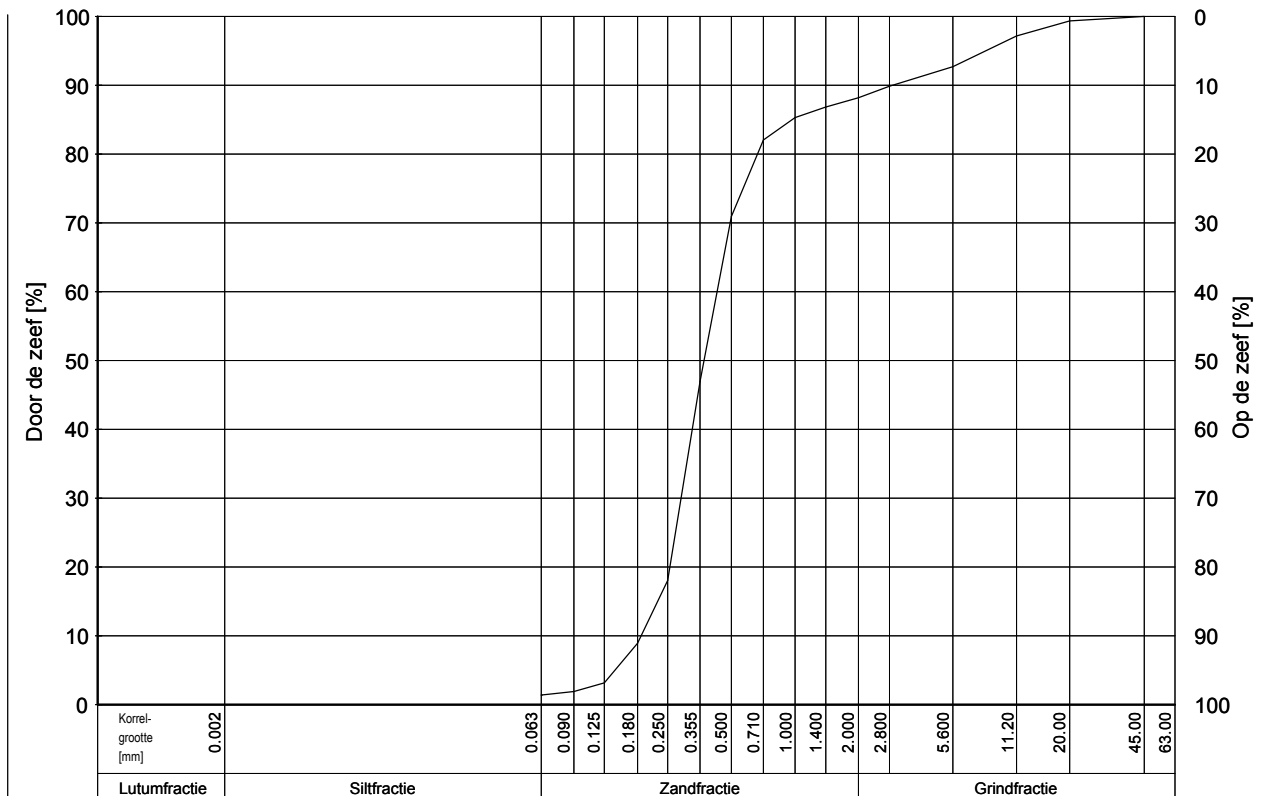
Bijlage A

Korrelverdelingen

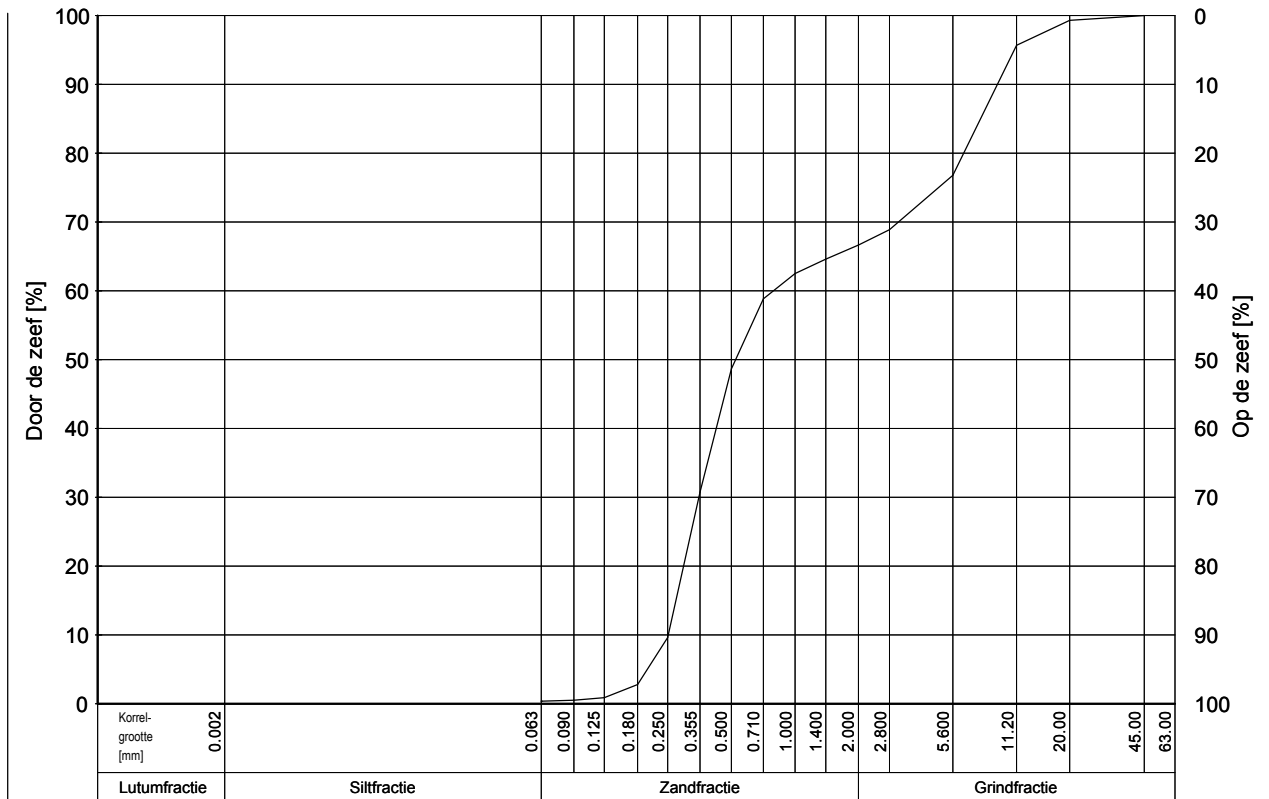
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	3	11.06	9.06/8.06	312	264	2.36	5.2		24.1	1.85



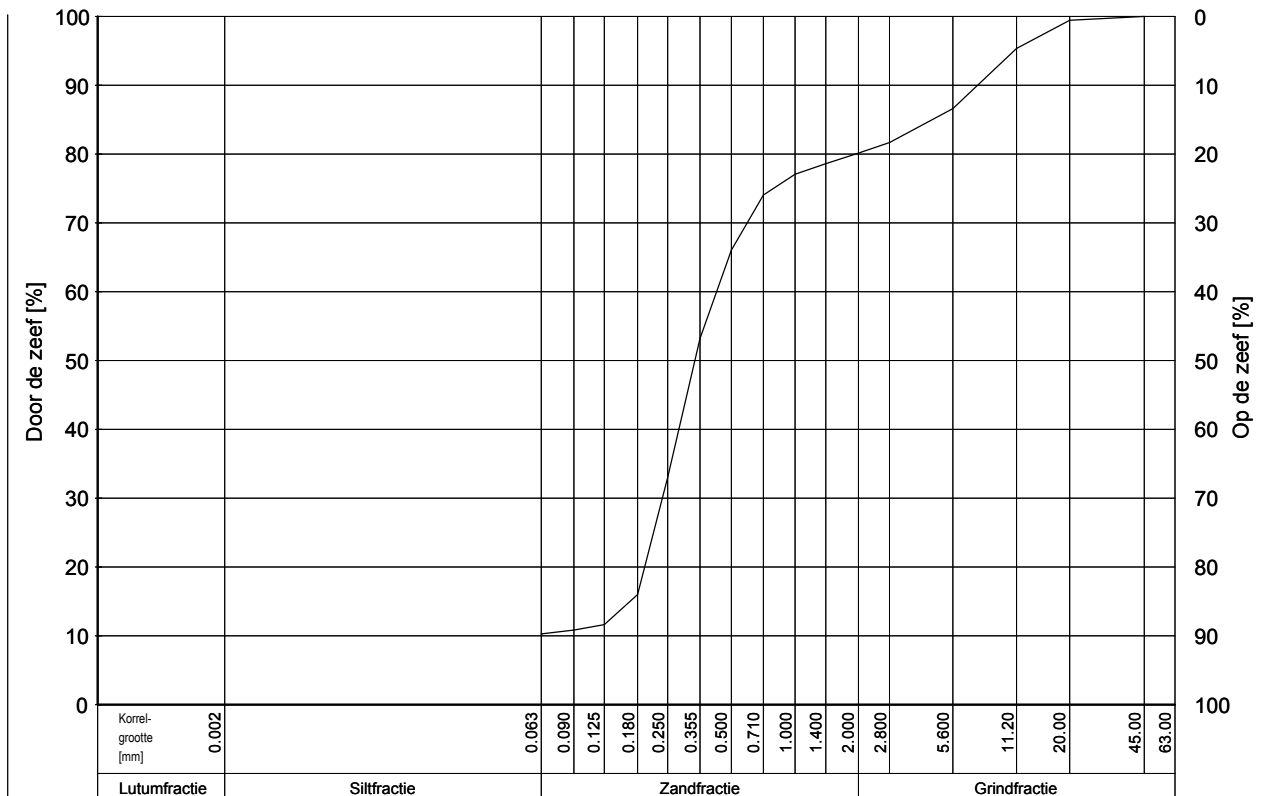
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	4	11.06	8.06/7.06	346	371	2.08	7.0	12.22e-05 (p=0.3)	1.6	11.81



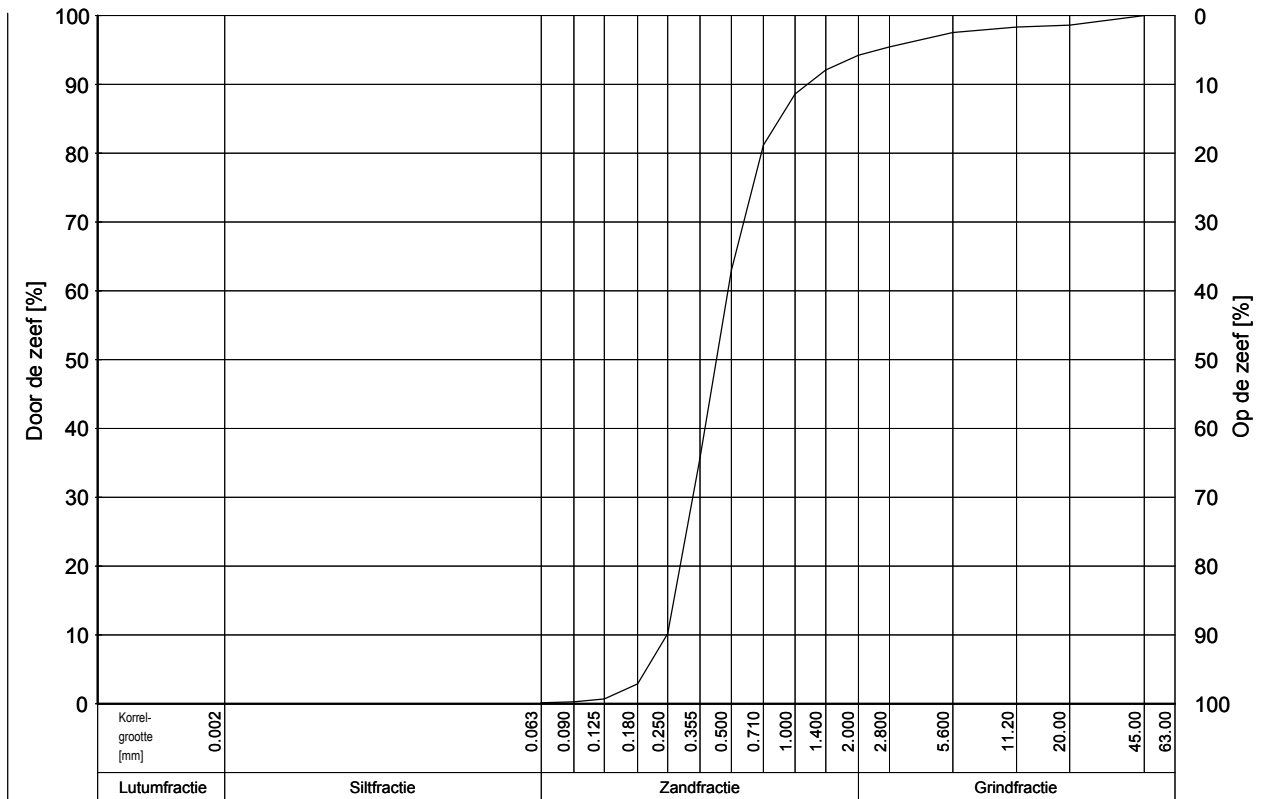
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	5	11.06	7.06/6.06	374	524	1.93	7.1		0.5	33.34



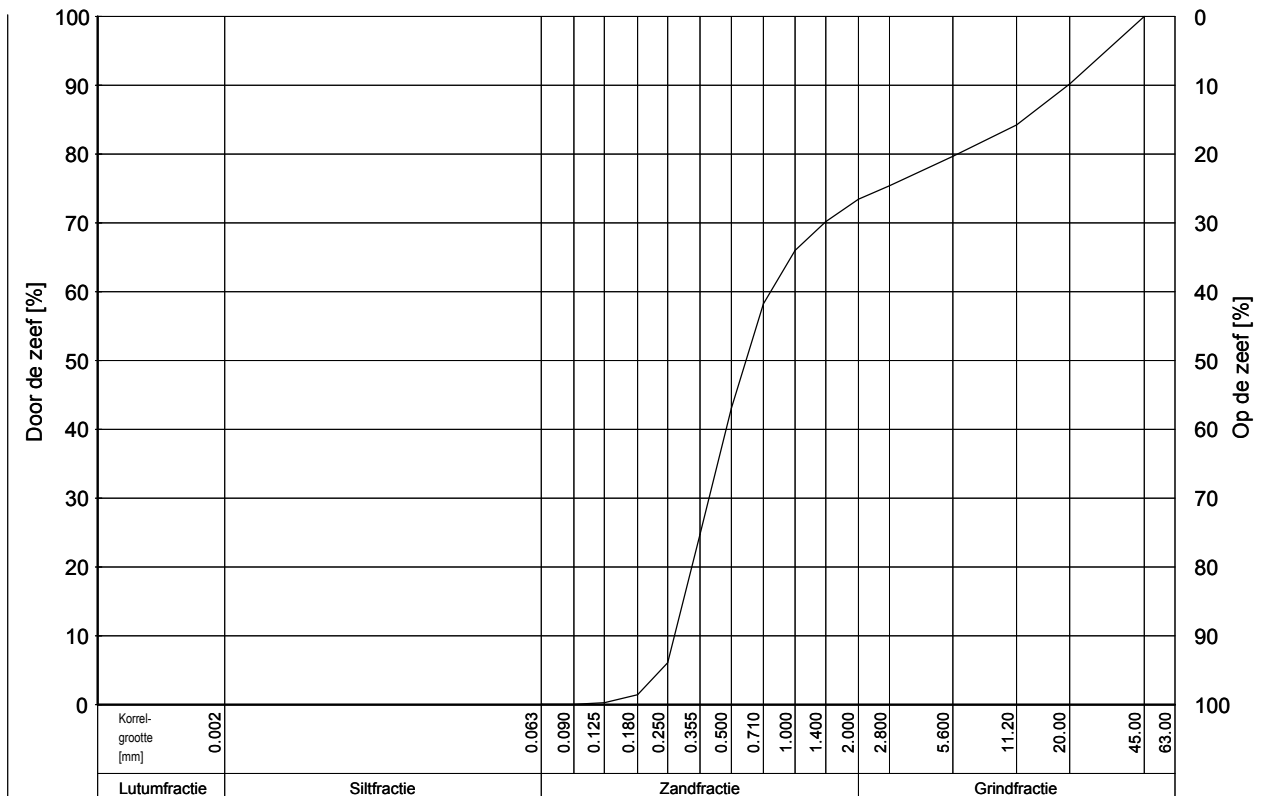
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	6	11.06	6.06/5.06	309	336	1.89	7.4		12.8	19.88



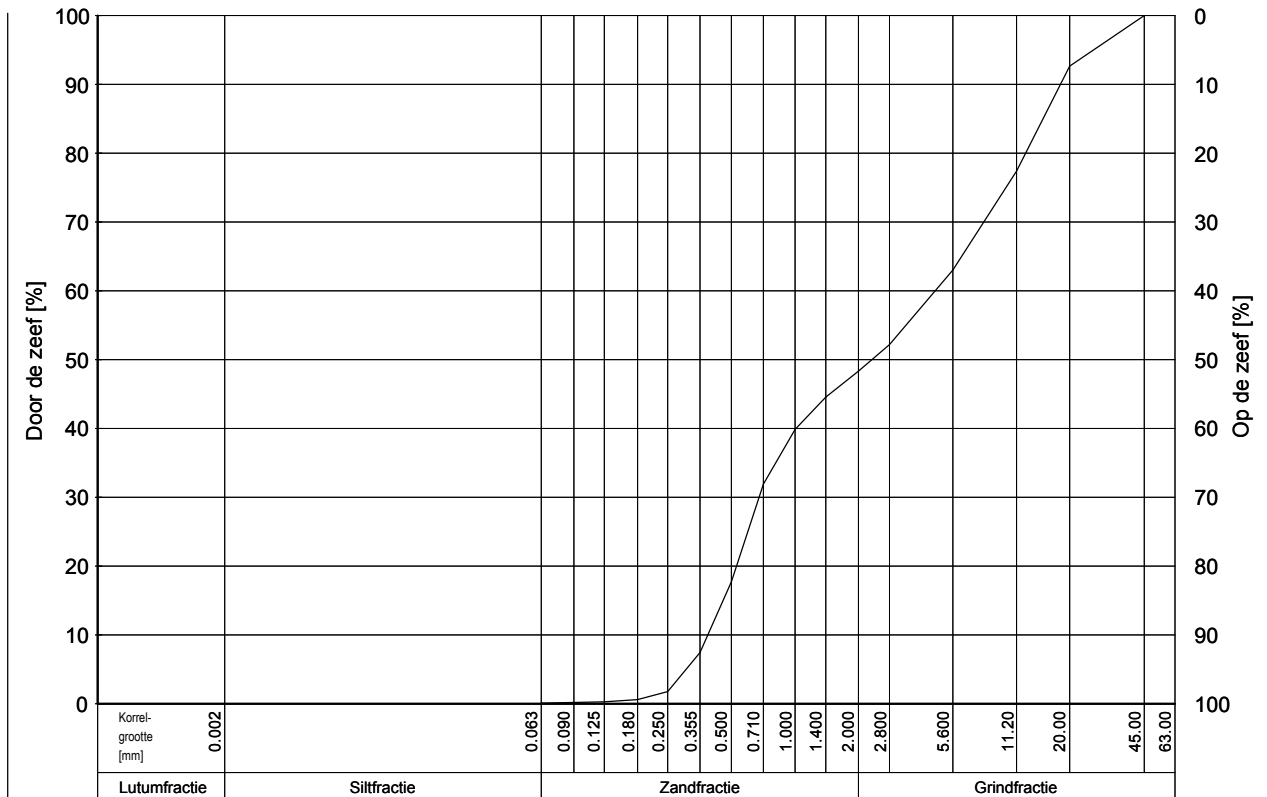
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	9	11.06	3.06/2.06	410	425	1.90	4.9	20.29e-05 (p=0.3)	0.1	5.76



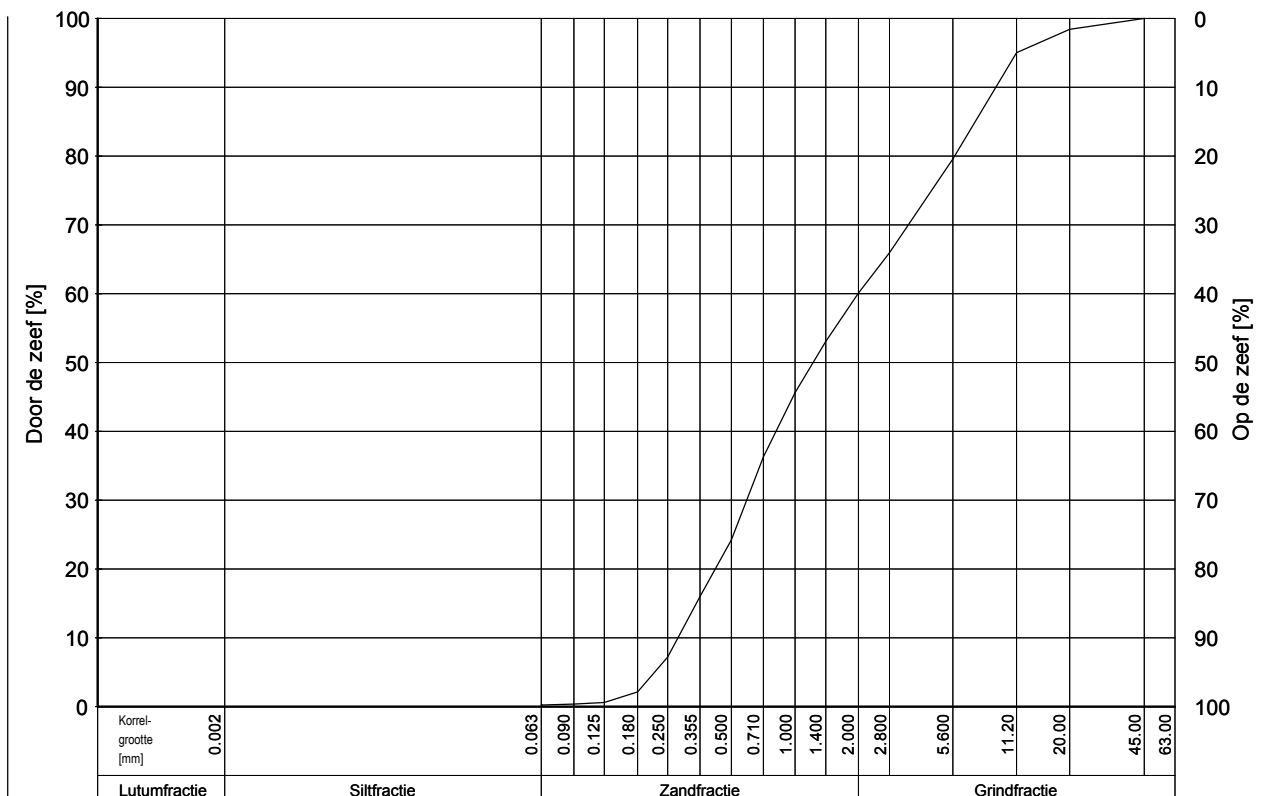
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	10	11.06	2.06/1.06	444	587	2.00	14.3		0.0	26.55



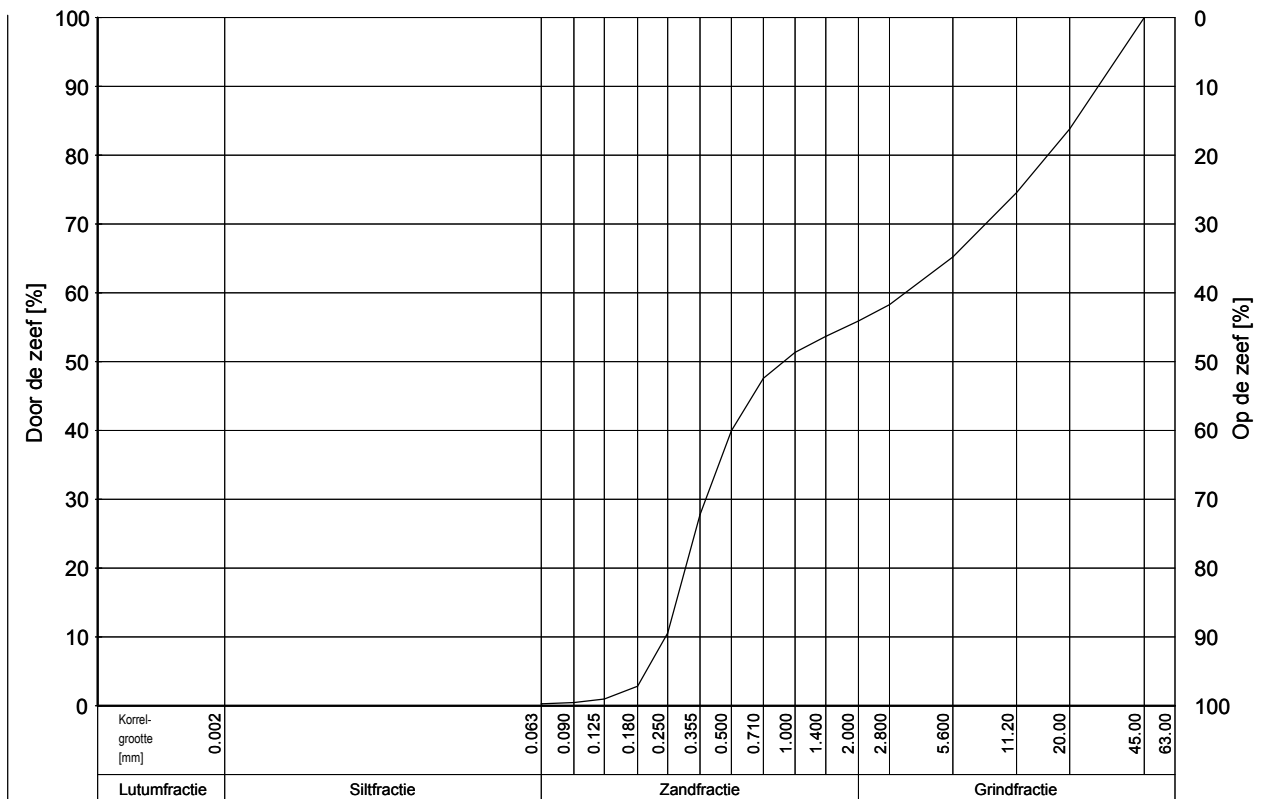
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	12	11.06	0.06/-0.94	587	2314	2.18	9.6		0.2	51.68



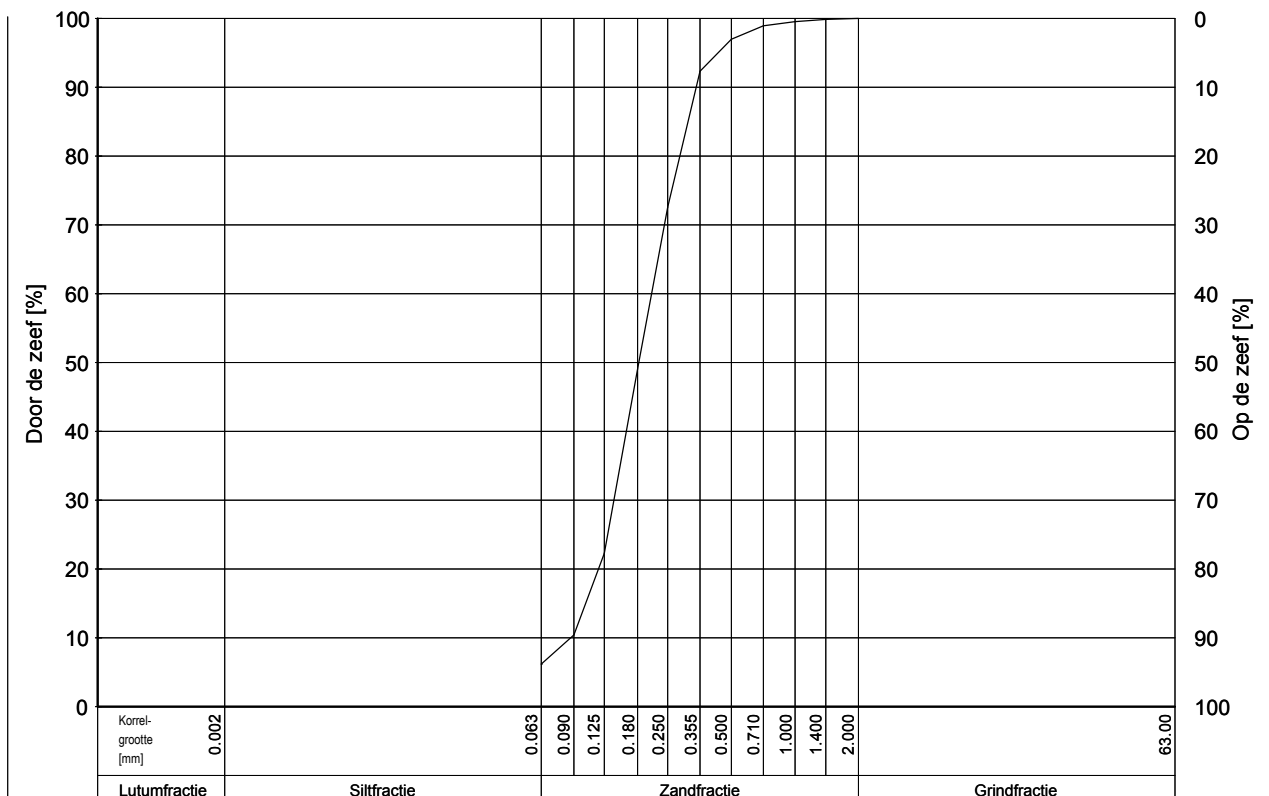
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	13	11.06	-0.94/-1.94	594	1219	3.02	5.7		0.3	39.94



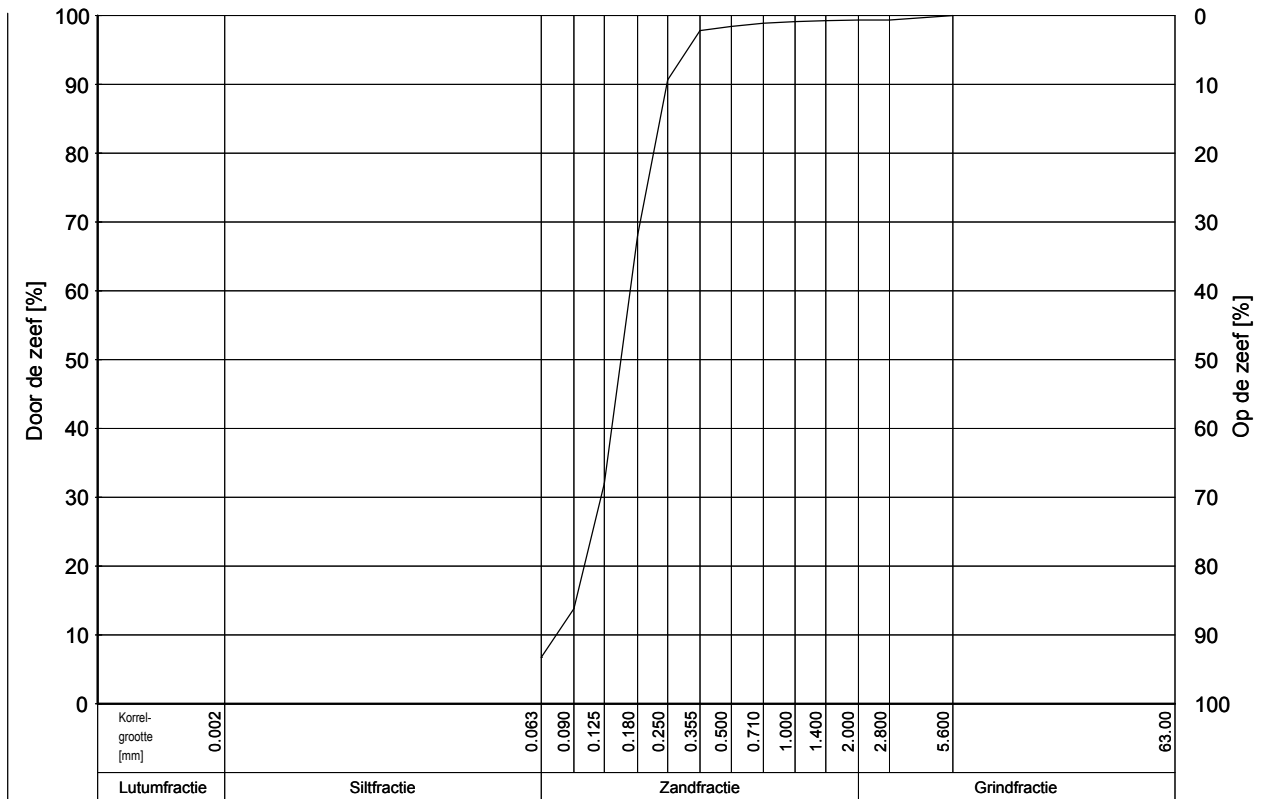
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	15	11.06	-2.94/-3.94	358	885	2.05	13.9		0.4	44.11



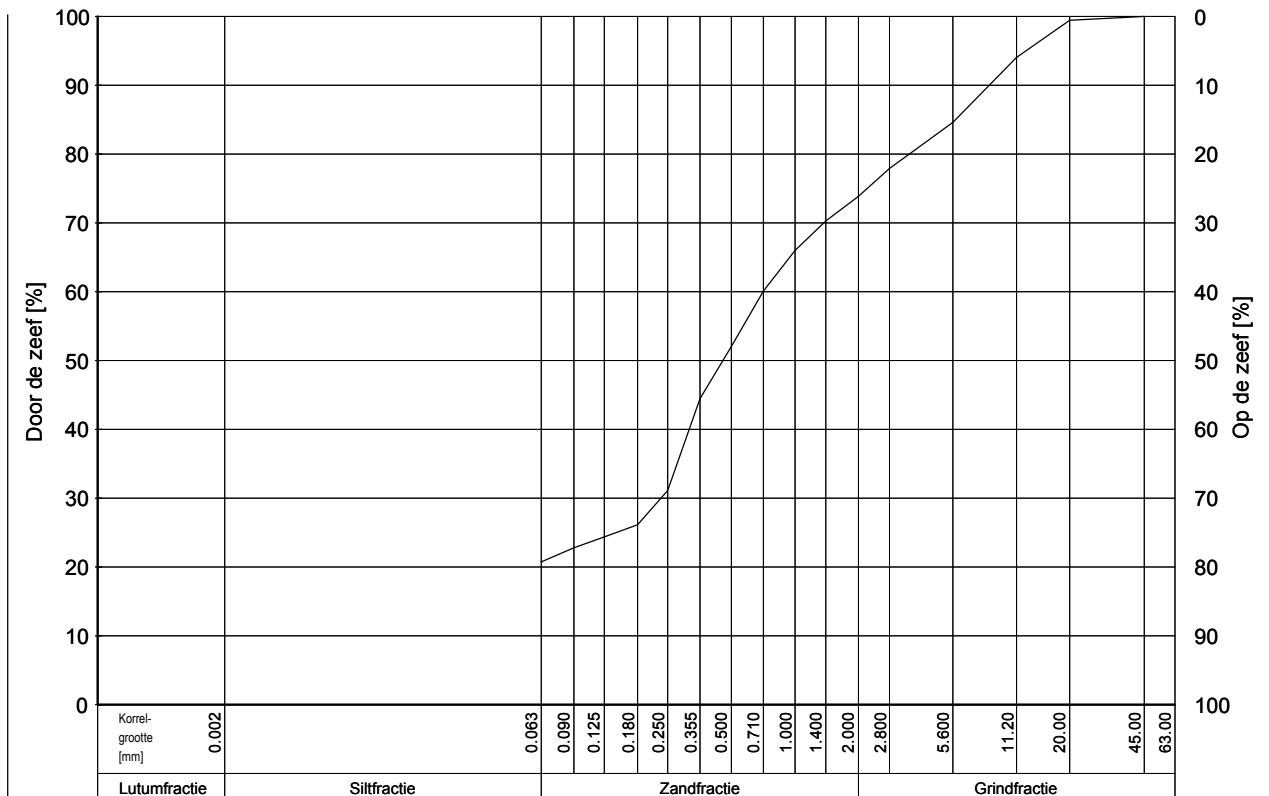
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	17	11.06	-4.94/-5.94	190	182	2.09		2.34e-05 (p=0.3)	6.2	



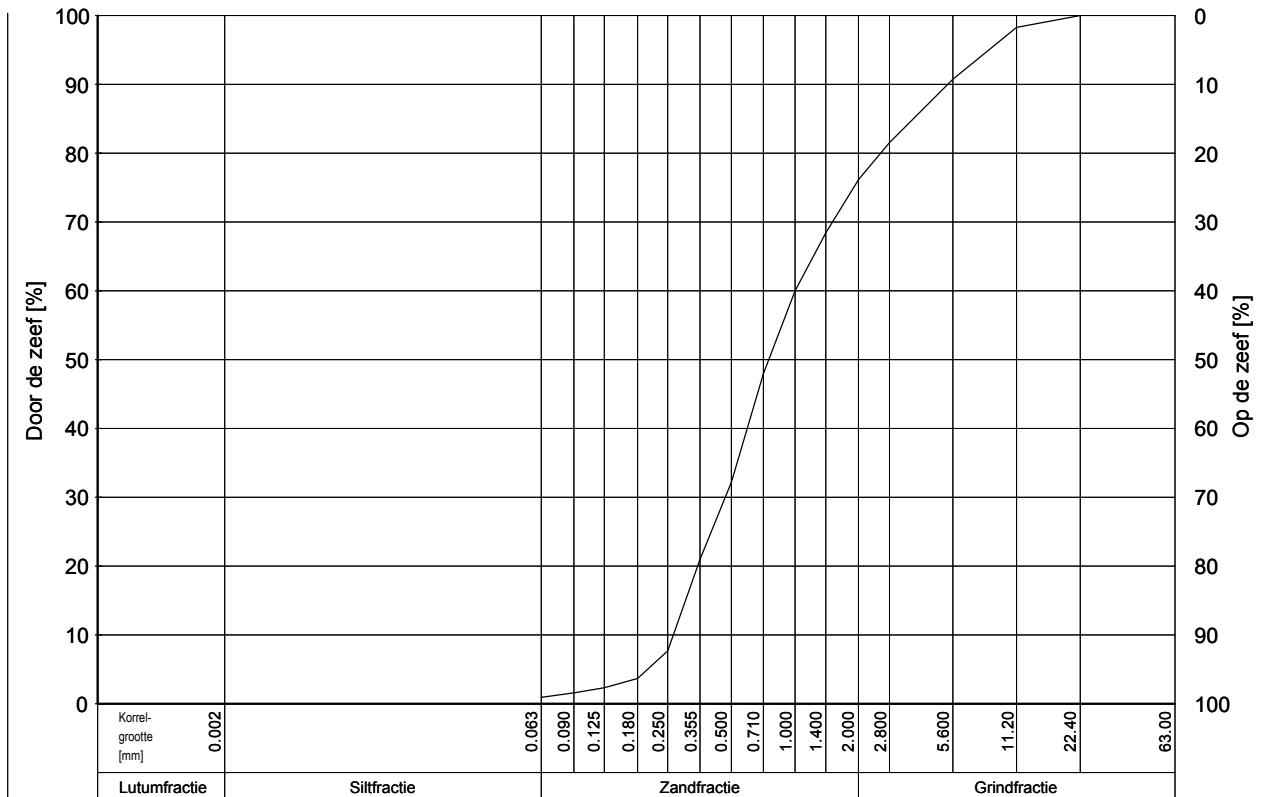
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB01	18	11.06	-5.94/-6.94	155	150	1.81	4.0	1.74e-05 (p=0.3)	6.8	0.66



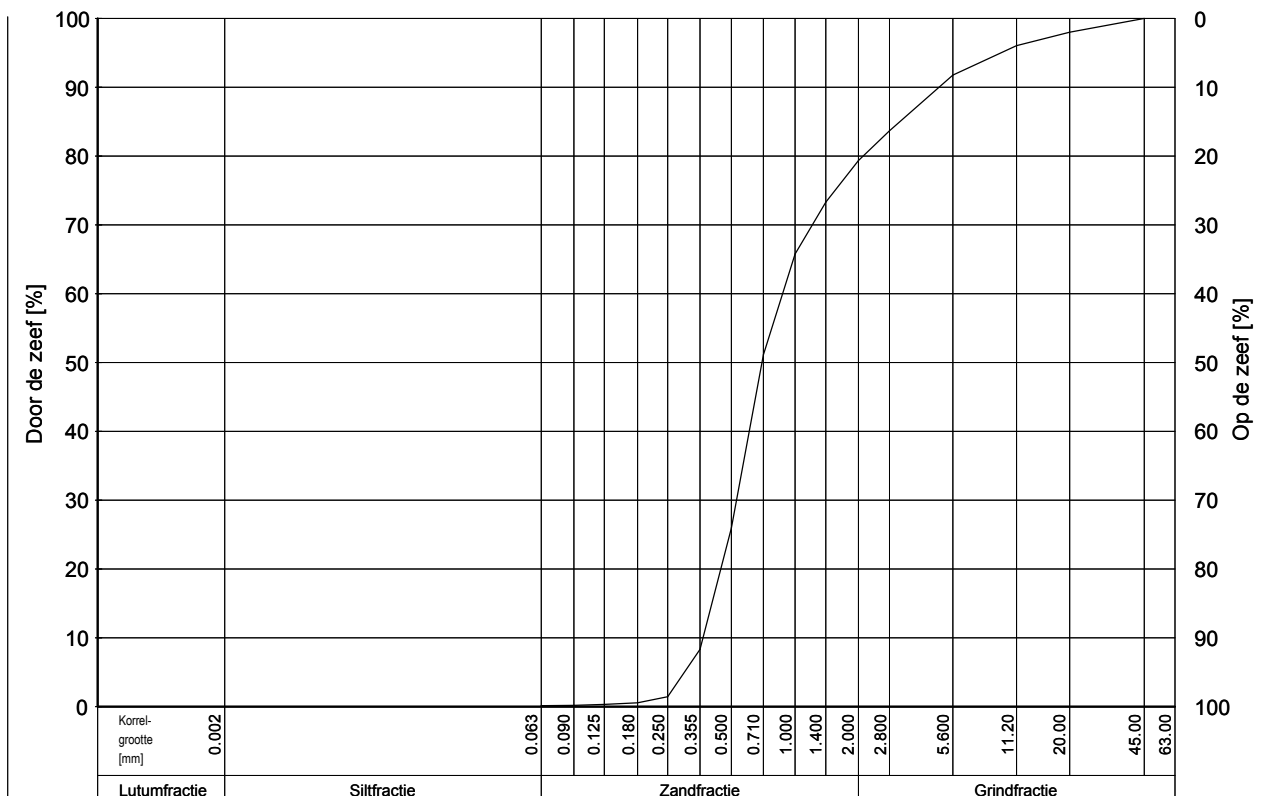
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB02	8	12.48	5.48/4.48	403	456	2.89	6.7		28.1	26.14



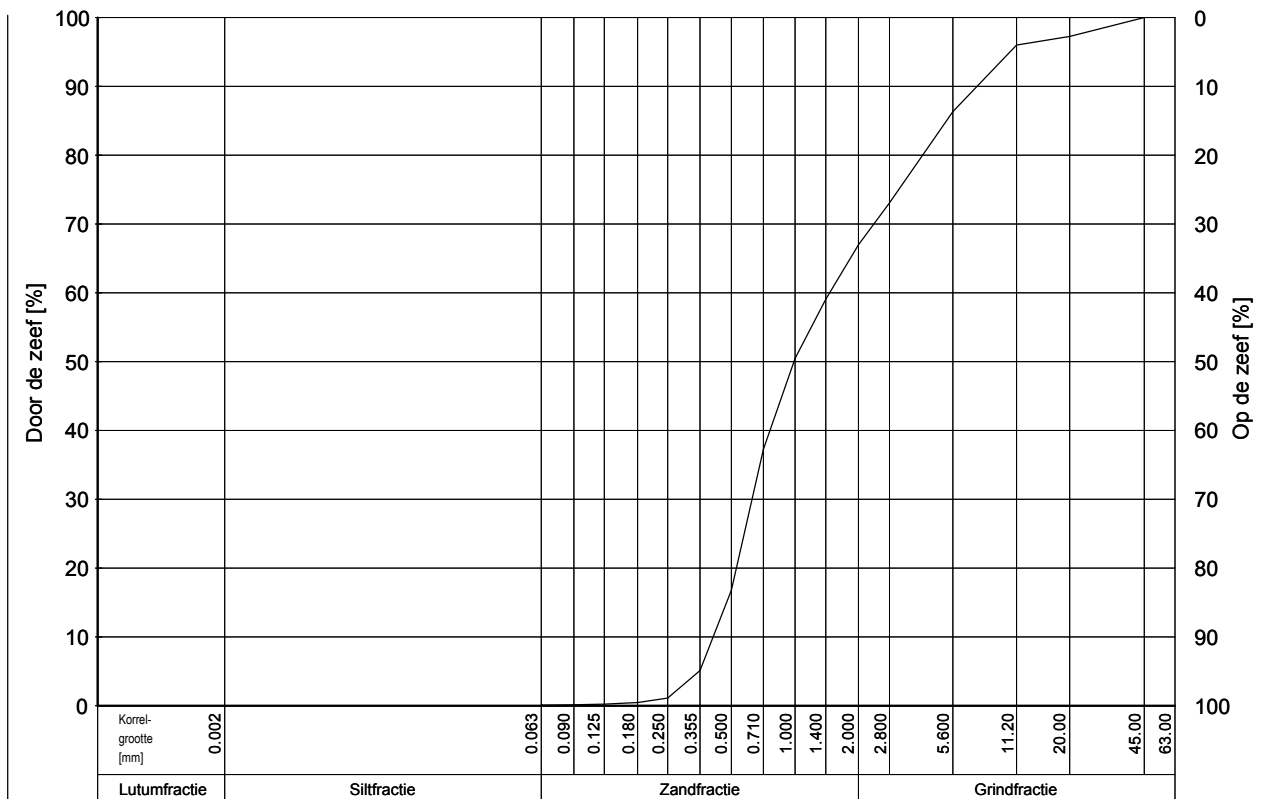
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB02	9	12.48	4.48/3.48	575	753	2.67	4.6		1.2	23.87



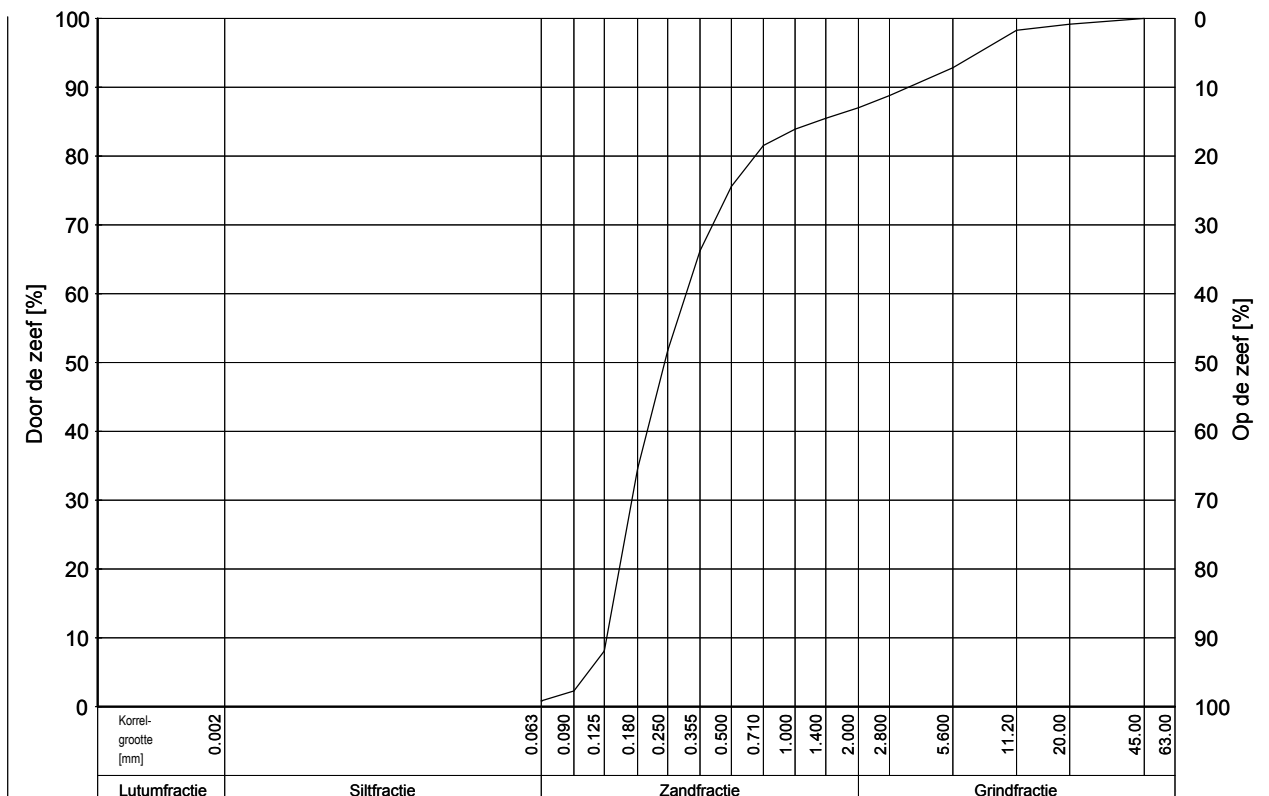
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB02	11	12.48	2.48/1.48	606	699	1.93	4.7		0.1	20.68



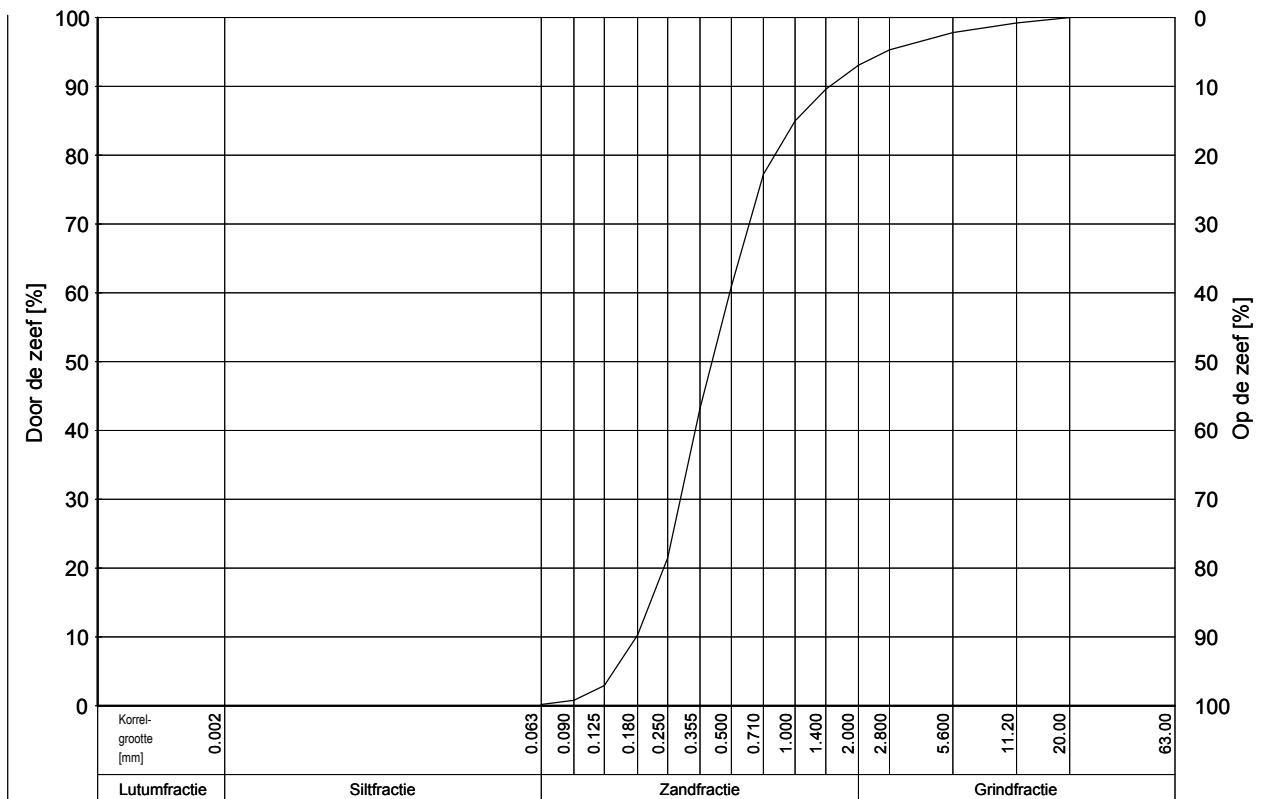
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB02	12	12.48	1.48/0.48	666	988	2.06	4.8		0.1	33.03



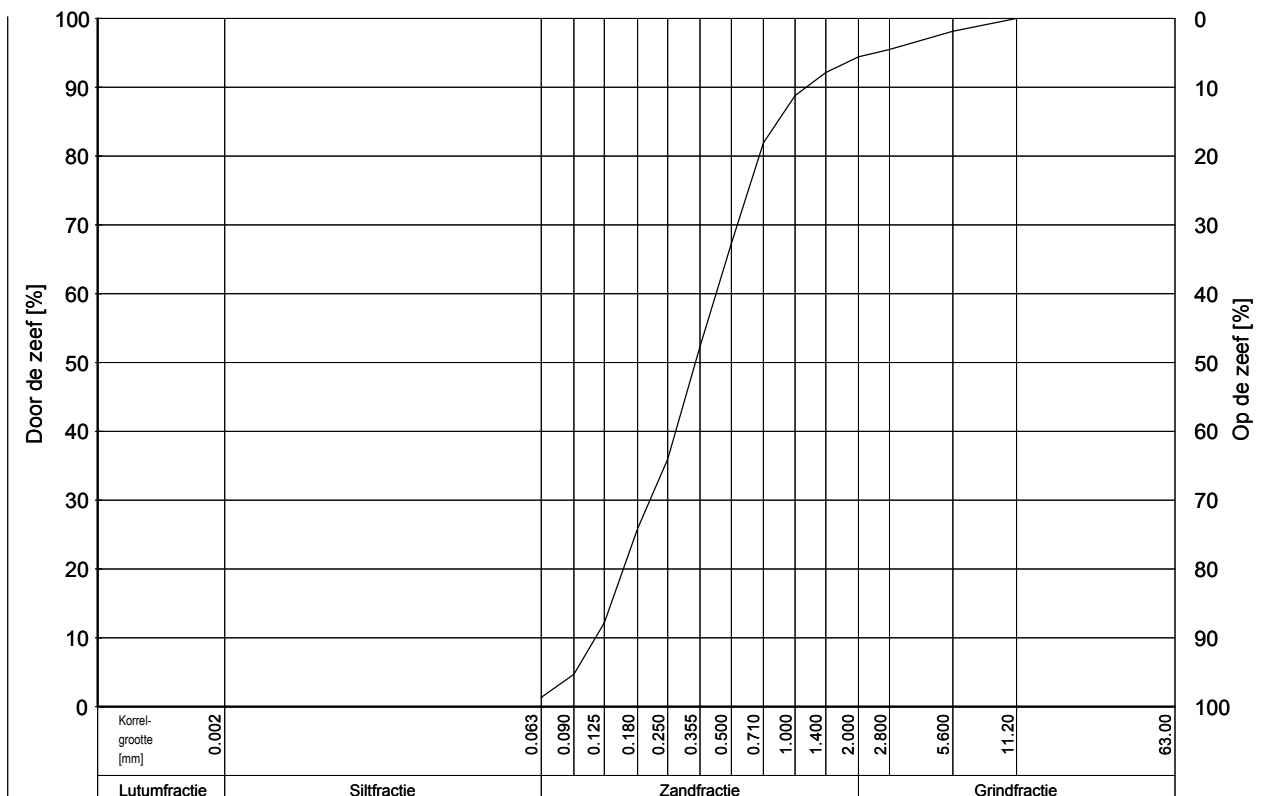
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB02	14	12.48	-0.52/-1.52	215	242	2.00	6.1	6.53e-05 (p=0.3)	0.9	12.99



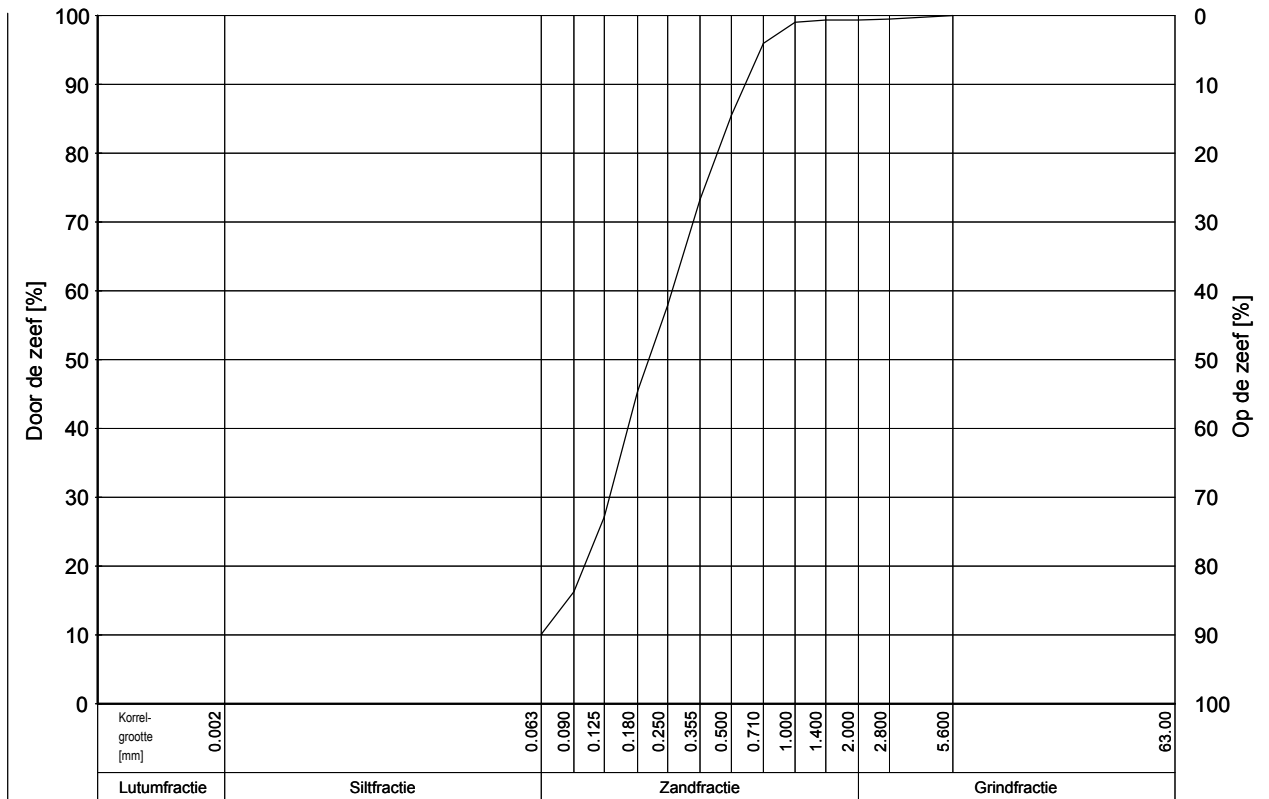
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB02	15	12.48	-1.52/-2.52	379	405	2.63	3.9	15.02e-05 (p=0.3)	0.2	6.94



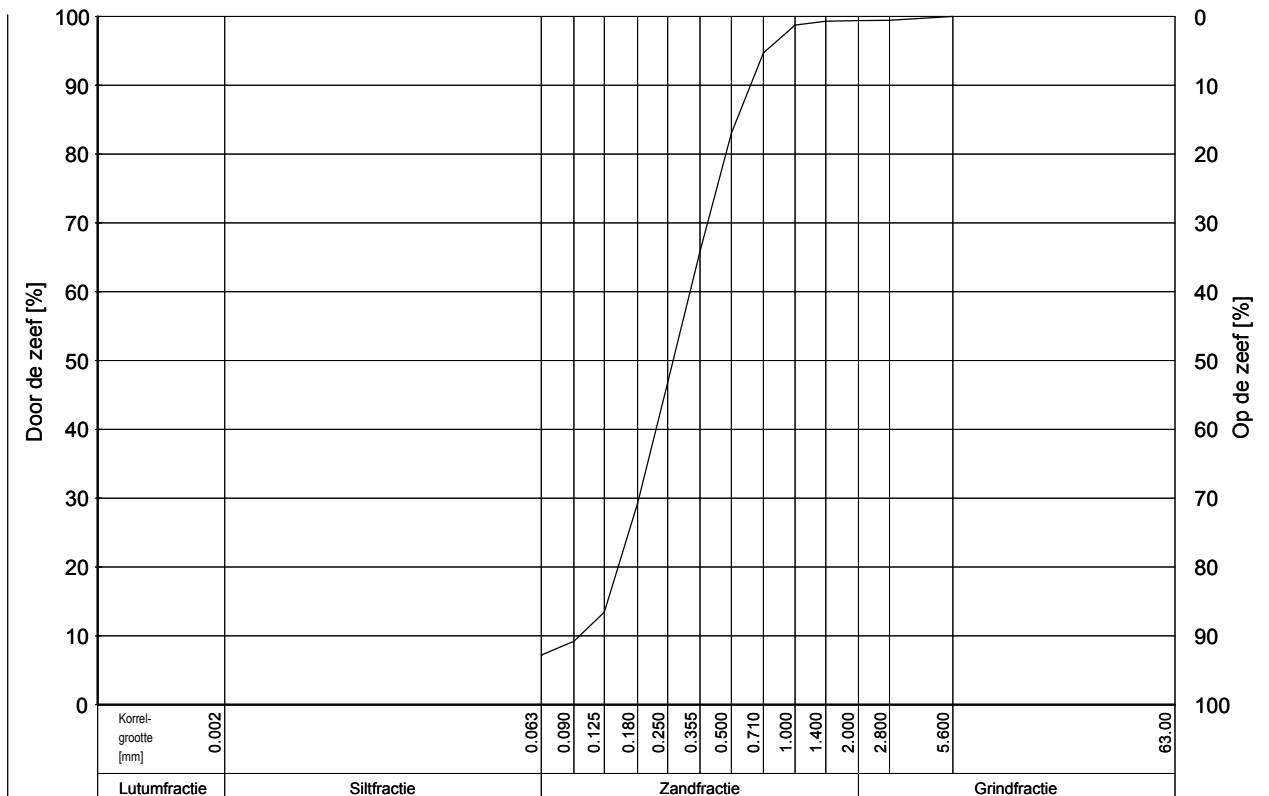
Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB02	16	12.48	-2.52/-3.52	323	338	3.39	4.4	7.16e-05 (p=0.3)	1.4	5.59



Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB02	17	12.48	-3.52/-4.52	230	203	2.92	3.6	2.00e-05 (p=0.3)	10.1	0.66

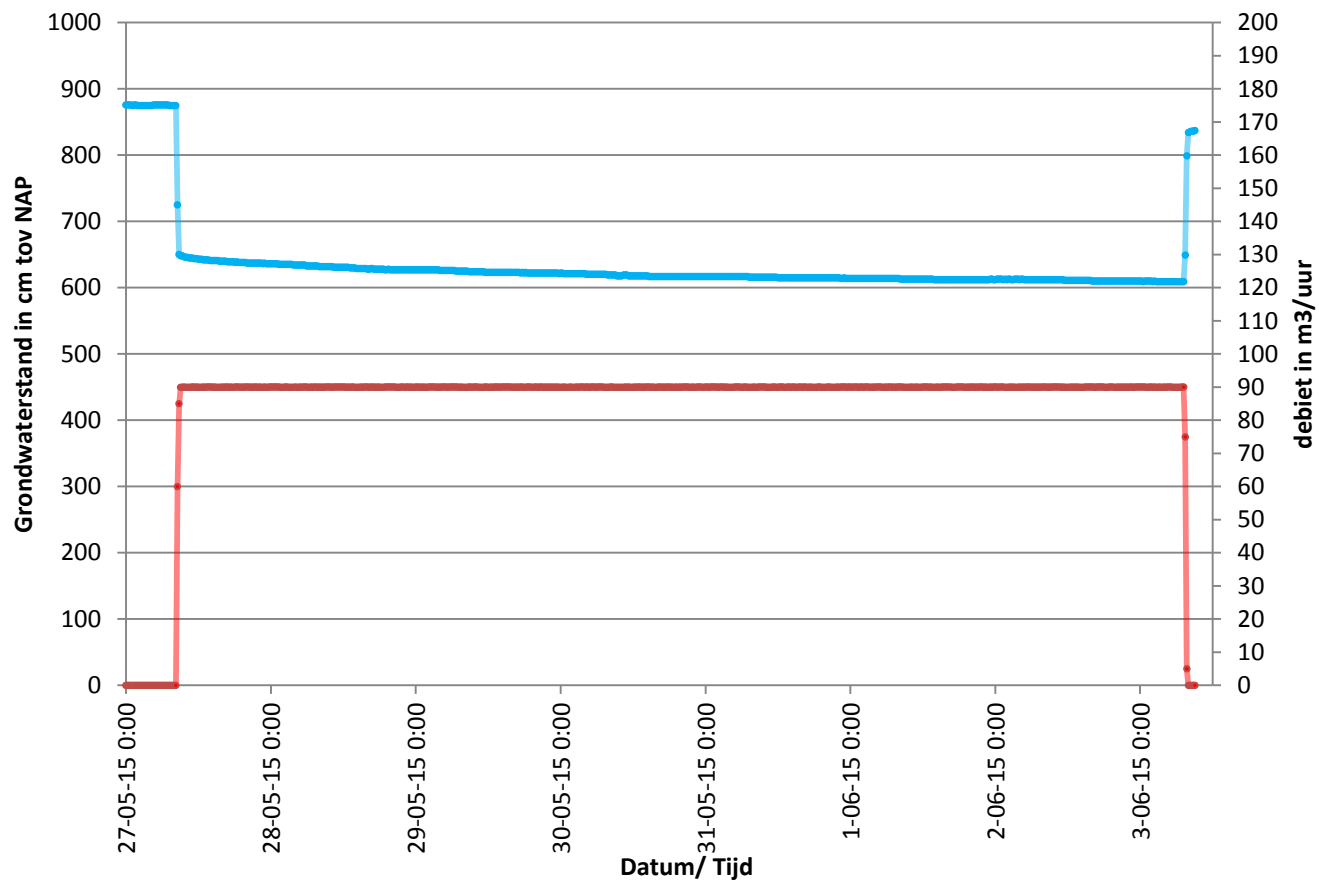


Boring	Monster	MV [m] t.o.v. NAP	DIEPTE [m] t.o.v. NAP	Mz [μ m]	D50 [μ m]	D60/D10 (zandfractie)	Mg [mm]	k [m/s] (Kozeny)	<63 μ m/<2mm [%]	>2mm [%]
MB02	19	12.48	-5.52/-6.52	282	265	2.49	3.7	3.33e-05 (p=0.3)	7.2	0.62



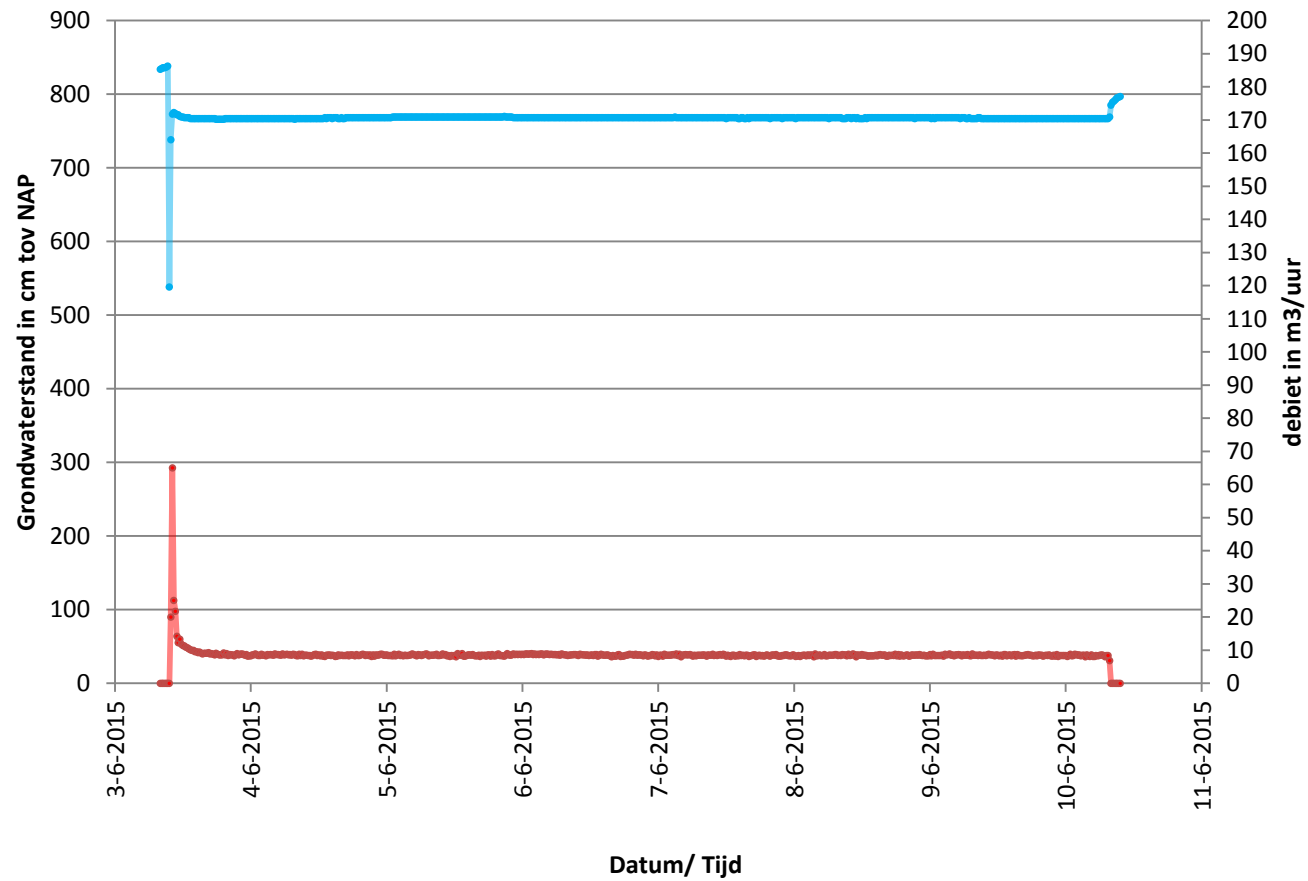
Bijlage 3: Meetgegevens

615302 Pompproef Westervoort MOS 7



GRF SYS 1 Niveau MOS 7
GRF SYS 5 Debiet MOS 7

615302 Pompproef Westervoort MOS 7



- GRF SYS 1 Niveau MOS 7
- GRF SYS 5 Debiet MOS 7

615302 Westervoort Pompproef

Mos 7	Exactflow	1x debiet	1x niveau
start	27-mei	8:30	
WEM0115	451905 m3		
stop	3-jun	7:00	
WEM0115	467014 m3		
BK bron tov MV	+	0,3	meter (handpeiling)
MV =	NAP +	10,94	meter
LC1 (Bron)		GWS tov BK bron	-2,48 meter (handpeiling)
LC1 (Bron)		GWS tov MV	-2,18 meter
LC1 (Bron)		GWS tov NAP	8,76 meter

TAB SYS 1 Debiet MOS 7	Datum/ tijd	Debiet in m3/ uur
	27-05-15 0:00	0
27-05-15 1:00	0	
27-05-15 2:00	0	
27-05-15 3:00	0	
27-05-15 4:00	0	
27-05-15 5:00	0	
27-05-15 6:00	0	
27-05-15 7:00	0	
27-05-15 8:00	0	
27-05-15 9:00	48	
27-05-15 10:00	90	
27-05-15 11:00	91	
27-05-15 12:00	90	
27-05-15 13:00	90	
27-05-15 14:00	90	
27-05-15 15:00	90	
27-05-15 16:00	90	
27-05-15 17:00	90	
27-05-15 18:00	90	
27-05-15 19:00	90	
27-05-15 20:00	90	
27-05-15 21:00	90	
27-05-15 22:00	90	
27-05-15 23:00	90	
28-05-15 0:00	90	
28-05-15 1:00	90	
28-05-15 2:00	90	
28-05-15 3:00	90	
28-05-15 4:00	90	
28-05-15 5:00	90	
28-05-15 6:00	90	
28-05-15 7:00	90	
28-05-15 8:00	90	
28-05-15 9:00	90	
28-05-15 10:00	90	
28-05-15 11:00	90	
28-05-15 12:00	90	
28-05-15 13:00	90	
28-05-15 14:00	90	
28-05-15 15:00	90	
28-05-15 16:00	90	
28-05-15 17:00	90	
28-05-15 18:00	90	
28-05-15 19:00	90	
28-05-15 20:00	90	
28-05-15 21:00	90	
28-05-15 22:00	90	

28-05-15 23:00	90
29-05-15 0:00	90
29-05-15 1:00	90
29-05-15 2:00	90
29-05-15 3:00	90
29-05-15 4:00	89
29-05-15 5:00	90
29-05-15 6:00	90
29-05-15 7:00	90
29-05-15 8:00	90
29-05-15 9:00	90
29-05-15 10:00	90
29-05-15 11:00	90
29-05-15 12:00	90
29-05-15 13:00	90
29-05-15 14:00	90
29-05-15 15:00	90
29-05-15 16:00	90
29-05-15 17:00	90
29-05-15 18:00	90
29-05-15 19:00	90
29-05-15 20:00	90
29-05-15 21:00	90
29-05-15 22:00	90
29-05-15 23:00	90
30-05-15 0:00	90
30-05-15 1:00	90
30-05-15 2:00	90
30-05-15 3:00	90
30-05-15 4:00	90
30-05-15 5:00	90
30-05-15 6:00	89
30-05-15 7:00	90
30-05-15 8:00	90
30-05-15 9:00	90
30-05-15 10:00	90
30-05-15 11:00	90
30-05-15 12:00	90
30-05-15 13:00	90
30-05-15 14:00	90
30-05-15 15:00	90
30-05-15 16:00	90
30-05-15 17:00	90
30-05-15 18:00	90
30-05-15 19:00	90
30-05-15 20:00	90
30-05-15 21:00	90
30-05-15 22:00	90
30-05-15 23:00	90
31-05-15 0:00	90

31-05-15 1:00	90
31-05-15 2:00	90
31-05-15 3:00	90
31-05-15 4:00	90
31-05-15 5:00	90
31-05-15 6:00	90
31-05-15 7:00	90
31-05-15 8:00	90
31-05-15 9:00	90
31-05-15 10:00	90
31-05-15 11:00	90
31-05-15 12:00	90
31-05-15 13:00	90
31-05-15 14:00	90
31-05-15 15:00	90
31-05-15 16:00	90
31-05-15 17:00	90
31-05-15 18:00	90
31-05-15 19:00	90
31-05-15 20:00	90
31-05-15 21:00	90
31-05-15 22:00	90
31-05-15 23:00	90
1-06-15 0:00	90
1-06-15 1:00	90
1-06-15 2:00	89
1-06-15 3:00	90
1-06-15 4:00	90
1-06-15 5:00	90
1-06-15 6:00	90
1-06-15 7:00	90
1-06-15 8:00	90
1-06-15 9:00	90
1-06-15 10:00	90
1-06-15 11:00	90
1-06-15 12:00	90
1-06-15 13:00	90
1-06-15 14:00	90
1-06-15 15:00	90
1-06-15 16:00	90
1-06-15 17:00	90
1-06-15 18:00	90
1-06-15 19:00	90
1-06-15 20:00	90
1-06-15 21:00	91
1-06-15 22:00	90
1-06-15 23:00	89
2-06-15 0:00	90
2-06-15 1:00	90
2-06-15 2:00	90

2-06-15 3:00	90
2-06-15 4:00	90
2-06-15 5:00	90
2-06-15 6:00	90
2-06-15 7:00	90
2-06-15 8:00	90
2-06-15 9:00	90
2-06-15 10:00	90
2-06-15 11:00	90
2-06-15 12:00	90
2-06-15 13:00	90
2-06-15 14:00	90
2-06-15 15:00	90
2-06-15 16:00	90
2-06-15 17:00	90
2-06-15 18:00	90
2-06-15 19:00	90
2-06-15 20:00	90
2-06-15 21:00	90
2-06-15 22:00	90
2-06-15 23:00	90
3-06-15 0:00	90
3-06-15 1:00	90
3-06-15 2:00	90
3-06-15 3:00	90
3-06-15 4:00	90
3-06-15 5:00	90
3-06-15 6:00	90
3-06-15 7:00	90
3-06-15 8:00	49
3-06-15 9:00	0

615302 Westervoort (freatisch) Pompproef

Mos 7	Exactflow	1x debiet	1x niveau
start	3-jun	9:29	
WEM0115	467014 m3		
stop	10-jun	7:00	
WEM0115	468495 m3		
BK bron tov MV	+	0,51	meter (handpeiling)
MV =	NAP +	10,94	meter
LC1 (Bron)		GWS tov BK bron	-3,34 meter (handpeiling)
LC1 (Bron)		GWS tov MV	-2,83 meter
LC1 (Bron)		GWS tov NAP	8,11 meter

TAB SYS 1 Debiet MOS 7	Datum/ tijd	Debiet in m3/ uur
	3-06-15 8:00	0
3-06-15 9:00	0	
3-06-15 10:00	33	
3-06-15 11:00	14	
3-06-15 12:00	13	
3-06-15 13:00	11	
3-06-15 14:00	10	
3-06-15 15:00	10	
3-06-15 16:00	9	
3-06-15 17:00	9	
3-06-15 18:00	9	
3-06-15 19:00	9	
3-06-15 20:00	9	
3-06-15 21:00	9	
3-06-15 22:00	9	
3-06-15 23:00	9	
4-06-15 0:00	8	
4-06-15 1:00	9	
4-06-15 2:00	9	
4-06-15 3:00	8	
4-06-15 4:00	9	
4-06-15 5:00	9	
4-06-15 6:00	9	
4-06-15 7:00	9	
4-06-15 8:00	8	
4-06-15 9:00	9	
4-06-15 10:00	9	
4-06-15 11:00	9	
4-06-15 12:00	9	
4-06-15 13:00	8	
4-06-15 14:00	9	
4-06-15 15:00	9	
4-06-15 16:00	8	
4-06-15 17:00	9	
4-06-15 18:00	9	
4-06-15 19:00	8	
4-06-15 20:00	9	
4-06-15 21:00	9	
4-06-15 22:00	8	
4-06-15 23:00	9	
5-06-15 0:00	9	
5-06-15 1:00	8	
5-06-15 2:00	9	
5-06-15 3:00	9	
5-06-15 4:00	9	
5-06-15 5:00	8	
5-06-15 6:00	9	

5-06-15 7:00	9
5-06-15 8:00	8
5-06-15 9:00	9
5-06-15 10:00	9
5-06-15 11:00	9
5-06-15 12:00	8
5-06-15 13:00	9
5-06-15 14:00	9
5-06-15 15:00	8
5-06-15 16:00	9
5-06-15 17:00	9
5-06-15 18:00	8
5-06-15 19:00	9
5-06-15 20:00	9
5-06-15 21:00	8
5-06-15 22:00	9
5-06-15 23:00	9
6-06-15 0:00	9
6-06-15 1:00	9
6-06-15 2:00	9
6-06-15 3:00	9
6-06-15 4:00	9
6-06-15 5:00	9
6-06-15 6:00	9
6-06-15 7:00	9
6-06-15 8:00	9
6-06-15 9:00	9
6-06-15 10:00	9
6-06-15 11:00	8
6-06-15 12:00	9
6-06-15 13:00	9
6-06-15 14:00	9
6-06-15 15:00	8
6-06-15 16:00	9
6-06-15 17:00	9
6-06-15 18:00	8
6-06-15 19:00	9
6-06-15 20:00	9
6-06-15 21:00	8
6-06-15 22:00	9
6-06-15 23:00	9
7-06-15 0:00	9
7-06-15 1:00	9
7-06-15 2:00	9
7-06-15 3:00	9
7-06-15 4:00	8
7-06-15 5:00	9
7-06-15 6:00	9
7-06-15 7:00	9
7-06-15 8:00	9

7-06-15 9:00	9
7-06-15 10:00	9
7-06-15 11:00	8
7-06-15 12:00	9
7-06-15 13:00	9
7-06-15 14:00	8
7-06-15 15:00	9
7-06-15 16:00	8
7-06-15 17:00	9
7-06-15 18:00	9
7-06-15 19:00	8
7-06-15 20:00	9
7-06-15 21:00	9
7-06-15 22:00	8
7-06-15 23:00	9
8-06-15 0:00	9
8-06-15 1:00	9
8-06-15 2:00	9
8-06-15 3:00	9
8-06-15 4:00	9
8-06-15 5:00	8
8-06-15 6:00	9
8-06-15 7:00	9
8-06-15 8:00	9
8-06-15 9:00	9
8-06-15 10:00	9
8-06-15 11:00	8
8-06-15 12:00	9
8-06-15 13:00	9
8-06-15 14:00	8
8-06-15 15:00	9
8-06-15 16:00	9
8-06-15 17:00	8
8-06-15 18:00	9
8-06-15 19:00	9
8-06-15 20:00	8
8-06-15 21:00	9
8-06-15 22:00	9
8-06-15 23:00	9
9-06-15 0:00	9
9-06-15 1:00	9
9-06-15 2:00	9
9-06-15 3:00	8
9-06-15 4:00	9
9-06-15 5:00	9
9-06-15 6:00	9
9-06-15 7:00	9
9-06-15 8:00	9
9-06-15 9:00	9
9-06-15 10:00	9

9-06-15 11:00	8
9-06-15 12:00	9
9-06-15 13:00	9
9-06-15 14:00	9
9-06-15 15:00	9
9-06-15 16:00	8
9-06-15 17:00	9
9-06-15 18:00	8
9-06-15 19:00	9
9-06-15 20:00	9
9-06-15 21:00	9
9-06-15 22:00	8
9-06-15 23:00	9
10-06-15 0:00	9
10-06-15 1:00	9
10-06-15 2:00	8
10-06-15 3:00	9
10-06-15 4:00	9
10-06-15 5:00	9
10-06-15 6:00	8
10-06-15 7:00	9
10-06-15 8:00	7
10-06-15 9:00	1
10-06-15 10:00	0
10-06-15 11:00	0
10-06-15 12:00	0
10-06-15 13:00	0
10-06-15 14:00	0
10-06-15 15:00	0
10-06-15 16:00	0
10-06-15 17:00	0

RAPPORTAGE GEOTECHNISCH VELDWERK

Project	Doorlatendheidsonderzoek Westervoort, Pannerden & Lobith	Opdrachtnummer	1215-0052-000
Opdrachtgever	Waterschap Rijn en IJssel Postbus 148 7000 AC DOETINCHEM	Datum definitieve rapportage	1 februari 2016
		Uitvoeringsperiode	12 t/m 15 oktober 2015
Opgesteld door	F. de Valk		
Gecontroleerd door	M. Werner		
Projectleider	drs. B.M. Berbee		
Documentnaam	1215-0052-000_21.KR01.doc		

Deze rapportage bevat de resultaten van het geotechnisch veldwerk dat ten behoeve van bovengenoemd project door Fugro GeoServices B.V. is uitgevoerd. De gerapporteerde resultaten van dit onderzoek mogen slechts worden gehanteerd voor het doel zoals in de opdracht is beschreven.

Tot deze rapportage behoren de volgende bijlagen:

- Situatietekening
- Sonderingen
- Dissipatietesten
- Continu Elektrisch Sonderen
- Legenda Terreinproeven en Grondsoorten

1. GEOTECHNISCH VELDWERK

Het geotechnisch veldwerk voor dit project heeft bestaan uit 6 HPT-sonderingen met meting van de plaatselijke wrijvingsweerstand en met meting van de waterspanning tijdens het sonderen.

Voor een verklaring van de op de situatietekening gebruikte tekens en symbolen wordt verwezen naar de bijlage "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten".

2. COORDINATEN EN HOOGTE VAN ONDERZOEKSPUNTEN

De hoogte en de coördinaten van de onderzoekslocaties zijn bepaald in NAP en RD. De maximale afwijking van de meting van de coördinaten bedraagt 10 cm, de maximale afwijking van de meting van de hoogte bedraagt 5 cm.

De bijgevoegde situatietekening is gebruikt voor het aangeven van de onderzoekslocaties.

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

3. SONDEREN

Het sonderen is uitgevoerd conform de vigerende richtlijnen en de NEN-EN-ISO 22476-1. Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen".

Wanneer de sonderingen gebruikt worden voor de toetsing van geotechnische constructies dient de aard en omvang van het grondonderzoek te voldoen aan 3.2.3 van NEN 9997-1.

In verband met de mogelijke aanwezigheid van kabels en leidingen is ter plaatse van de sondeerlocaties HPT48-230+10A voorgeboord.

In verband met de aanwezigheid van asfaltverharding is ter plaatse van de sondeerlocatie HPT48-148C gekernd.

4. HPT SONDERINGEN

Bij het uitvoeren van de HPT-sondering wordt vanuit de sondeerconus water in de bodem geïnfiltrerd. Het debiet waarmee wordt geïnfiltrerd kan worden geregeld met een pomp in de sondeerwagen.

De conus wordt met een constante snelheid van 2 cm/s de bodem ingebracht. Tijdens het sonderen wordt het injectiedebiet (Q) continu geregistreerd als ook de druk ter plaatse van injectiepunt (P_t). De druk die wordt gemeten is de totale druk (P_t), waarbij

$$P_t = P_l + P_w + P_{HPT}$$

met:

P_l = luchtdruk [kPa]

P_w = hydrostatische waterdruk [kPa]

P_{HPT} = waterdruk veroorzaakt door het injecteren van water [kPa]

Het resultaat van een HPT sondering wordt internationaal altijd weergegeven in de vorm van de verhouding Q/P, zodat kleine variaties in bijvoorbeeld injectiedebiet minimale invloed hebben op het meetresultaat. Gebruikelijk is een weergave in de vorm [ml/min] / [kPa]. De verhouding Q/ P_{HPT} geeft een beeld van de relatieve doorlatendheden in de bodem. Een hoge Q/P waarde geeft hierbij een hoge doorlatend weer en vice versa.

Er is gesondeerd met 500 mL/min. Deze keuze is gebaseerd op ervaringen in Nederland en in het buitenland. Bij te hoge debieten bestaat een risico op bodemverstoring, bij te lage debieten bestaat het risico dat geen drukopbouw in de bodem plaats vindt.

Voor het bepalen van P_{HPT} dient de hydrostatische druk P_w bekend te zijn. De hydrostatische druk is middels dissipatietesten bepaald. P_l is bepaald op basis van een luchtdruksensor in de sondeerwagen.

5. MPT MINI POMPPROEVEN

Tijdens een mini-pompproef (MPT) wordt, op basis van dezelfde principes als een pompproef, de stijghoogterespons van de bodem op een afstand R (in basisopzet 0,4 m) van een puntbron gemeten. Hiertoe wordt de HPT sondering op een bepaalde diepte stopgezet, waarna direct een dissipatietest volgt. Nadat de wateroverspanningen zijn gedissipeerd kan met verschillende debieten water in de bodem worden geïnjecteerd en de drukrespons op afstand R worden gemeten. In figuur 4-1 is een voorbeeld gegeven van het waterspanningsverloop tijdens een MPT-test bestaande uit drie meetreeksen waarbij het debiet stapsgewijs is verhoogd.

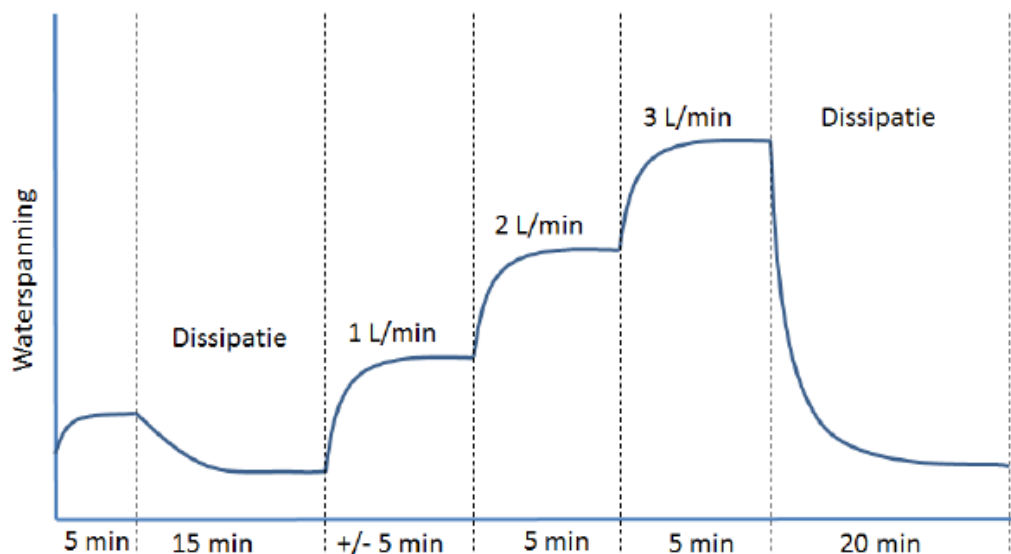
Door het fitten van een rekenmodel op de gemeten waarde kan de absolute doorlatendheid worden berekend. De gemeten waarde wordt hierbij gecorrigeerd te worden voor stationaire waterdruk en tijdafhankelijke drukinvloeden van buiten de proefzone.

De reikwijdte van de MPT test is afhankelijk van de doorlatendheid en berging, en kan dus per proef variëren. In het algemeen kan echter worden gesteld dat de reikwijdte een straal van ca. 1 m rondom het injectiepunt betreft. Het bereik van het meetsysteem varieert van een doorlatendheid van ca. 0,1 m/d tot ca. 100 m/d. Boven de 100 m/d kan alleen een indicatie van de verwachte doorlatendheid worden gegeven.

Tijdens iedere mini-pompproef wordt in principe bij 3 injectiedebieten getest. Dit levert een drietal meetreeksen op basis waarvan de doorlatendheid van de ondergrond kan worden bepaald. Van deze 3 wordt de meest succesvolle meting gebruikt voor verdere analyse. De resultaten van de minipompproeven zijn in de onderstaande tabel weergegeven en in de bijlagen opgenomen.



Figuur 4-2: HPT sondeerconus



Figuur 4-1: Voorbeeld MPT meetreeks

Locatie	Dijkpaal	MV_NAP	Conuspunt_NAP	Formatie	K [m/d]	Opmerking
Lobith	48-073B	13,61	8,01	HLC	-	Afwijkend gedrag onbekende oorzaak.
Lobith	48-073B	13,61	-4,98	KT1	68	
Lobith	48-072+15E	13,55	7,95	HLC	58	
Lobith	48-072+15E	13,55	-4,25	KT1	19	
Pannerden	48-146+50D	12,54	6,94	HLC	69	
Pannerden	48-146+50D	12,54	-0,05	KRE	+/-150	Hoog, ca. 150 m/d
Pannerden	48-146+50D	12,54	-6,06	KT1	52	
Pannerden	48-148C	16,66	6,96	HLC	33	
Pannerden	48-148C	16,66	-0,04	KRE	>150	Doorlatendheid >150 m/d
Pannerden	48-148C	16,66	-6,04	KT1	-	Afwijkend gedrag, mogelijk door kleilagen
Westervoort	48-229+65E	10,58	6,08	HLC	26	
Westervoort	48-229+65E	10,58	0,09	KRE	79	
Westervoort	48-229+65E	10,58	-13,91	DRE	16	
Westervoort	48-230-10A	11,02	5,02	HLC	20	Onzekere doorlatendheid onduidelijk verloop. Eerste aangehouden om kans op lekkages uit te sluiten.
Westervoort	48-230-10A	11,02	0,03	KRE	+/-150	Hoog, ca. 150 m/d
Westervoort	48-230-10A	11,02	-16,42	DRE	20	

6. DOORLATENDHEIDSPROFIELEN – Q/P – K RELATIE

Het relatieve doorlatendheidsprofiel van HPT sonderingen kan worden omgezet naar een profiel van de absolute doorlatendheid via correlatiemetingen van de MPT test. Hierbij dient er rekening mee gehouden te worden dat de relatie tussen relatieve Q/P meting en absolute doorlatendheid afzettings-afhankelijk is. Per afzetting/formatie dient een aparte correlatie te worden bepaald.

Op basis van archiefonderzoek en de sondeerprofielen is een globale formatie-indeling bepaald voor de diverse locaties. Hierbij wordt benadrukt dat deze indeling uitsluitend indicatief is, en niet toegepast kan worden voor een ander doel dan voorliggend onderzoek. De formatie-indeling is niet middels een sedimentanalyse geverifieerd.

De aangehouden indeling is in onderstaande tabel weergegeven. De volgende afkortingen zijn hierbij gehanteerd:

HLC = Holocene zand (Formatie van Echteld)

KRE = Formatie van Kreftenheije – goed doorlatende laag

KT1 = Overgangszone naar Formatie van Kreftenheije – laag van Twello

KT2 = Laag van Twello (kleiige Deltaïsche afzettingen)

DRE = Formatie van Drenthe

OK = Onderkant

BK = Bovenkant

-999 = Onderzijde niet herkent in sondering

Geologie							
		GWS [m NAP]	OK_HLC	OK_KRE	OK_KT1	BK_KT2	BK_DRE
Lobith	48-073B	8,6	6	-1	-9	-9	-999
Lobith	48-072+15E	8,6	5	-3	-7	-7	-999
Pannerden	48-146+50D	7,8	5	-5	-9	-9	-999
Pannerden	48-148C	7,8	3	-4	-999	-999	-999
Westervoort	48-229+65E	7,5	2	-5	-5	-5	-5
Westervoort	48-230-10A	7,5	2	-5	-5	-5	-5

Het model dat de relatie tussen de relatieve doorlatendheid en absolute doorlatendheid beschrijft is lineair:

$$k = \left[\frac{1}{c} \right] * \frac{Q}{P} \quad \text{met } [1/c]=C = \text{afzettings-afhankelijke constante}$$

De constante C is bepaald op basis van de Q/P grafieken in combinatie met de mini-pompproeven. Bij het bepalen van de constante is de gemiddelde Q/P waarde aangehouden over 1 m boven en 1 m onder de bron. Uit analyses van mini-pompproeven blijkt dat dit voor een gemiddelde situatie het invloedsgebied van een mini-pompproef goed beschrijft.

De verkregen doorlatendheidsprofielen zijn opgenomen in de bijlage.

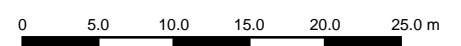
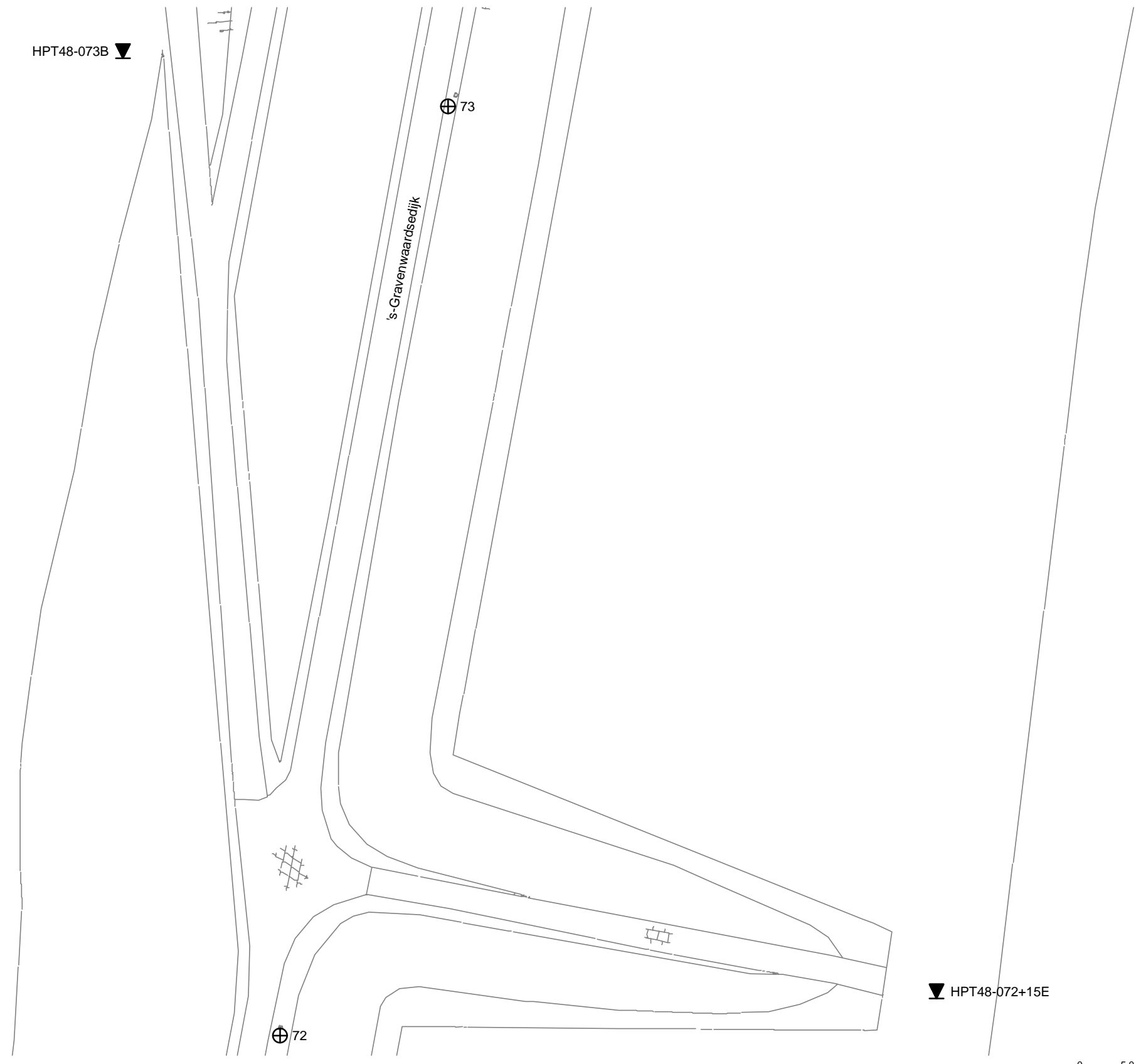
Specifiek: Formatie van Kreftenheije

Alle metingen met een doorlatendheid > 100 m/d zijn bij het bepalen van de relatie buiten de dataset gehouden. Het bereik van het meetsysteem loopt tot ca. 100 m/d, hierboven kan alleen een indicatie van de doorlatendheid worden gegeven.

Aangezien dit allemaal metingen in de Formatie van Kreftenheije waren, blijft er voor deze Formatie slechts 1 mini-pompproef over. Wel kan hieruit worden geconcludeerd dat de doorlatendheid van deze formatie overwegend zeer hoog (ca. 100-150 m/d) is.

7. KWALITEITSBORGING

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



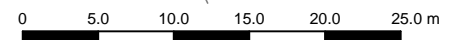
Schaal 1 : 500

SITUATIE

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT, PANNERDEN & LOBITH

Opdr. : 1215-0052-000

Bijl. : 1.1



Schaal 1 : 500

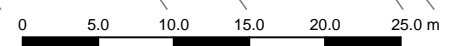
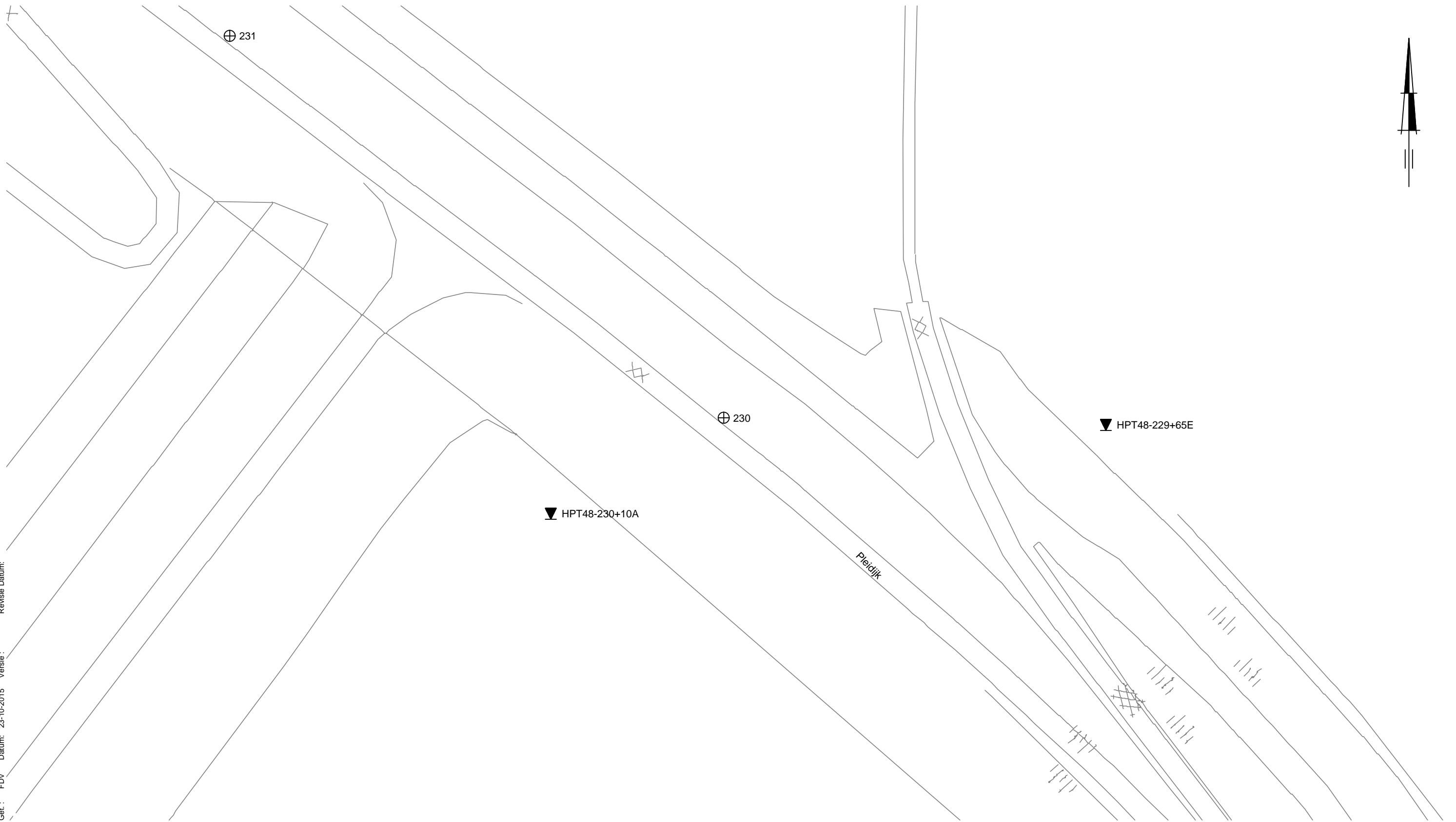
SITUATIE

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT, PANNERDEN & LOBITH

Opdr. : 1215-0052-000

Bijl. : 1.2

P:\1215-0052-000\21_Uitvoering_terrainonderzoek\10_Basisgegevens\1215-0052-000.dwg
Get. : FDV Datum: 23-10-2015 Versie :
Revisie Datum:



Schaal 1 : 500

SITUATIE

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT, PANNERDEN & LOBITH

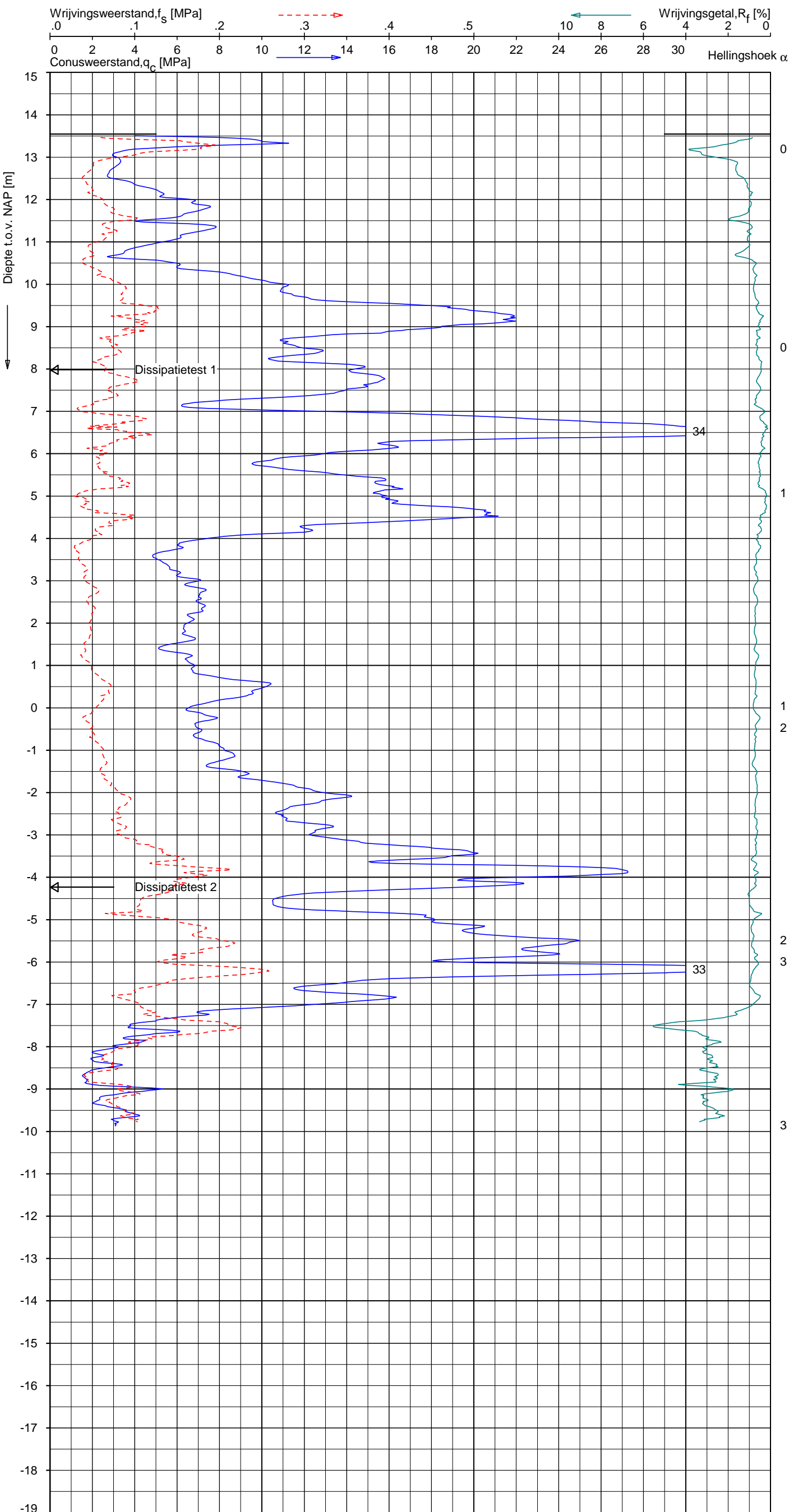
Opdr. : 1215-0052-000

Bijl. : 1.3

UNIPLOT 05:30.nl / QcfSClass-R3.cmd / 2015-10-23 14:48:56

1215-0052-000

HPT48-072+15E - 1



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



Opg. : AT/CV d.d. 14-okt-2015 Coord.: X=204247.3m Y= 431678.7m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015 MV = NAP +13.55m Conus: CP15-CF75PA1SN2 1701-2040 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895mm²



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

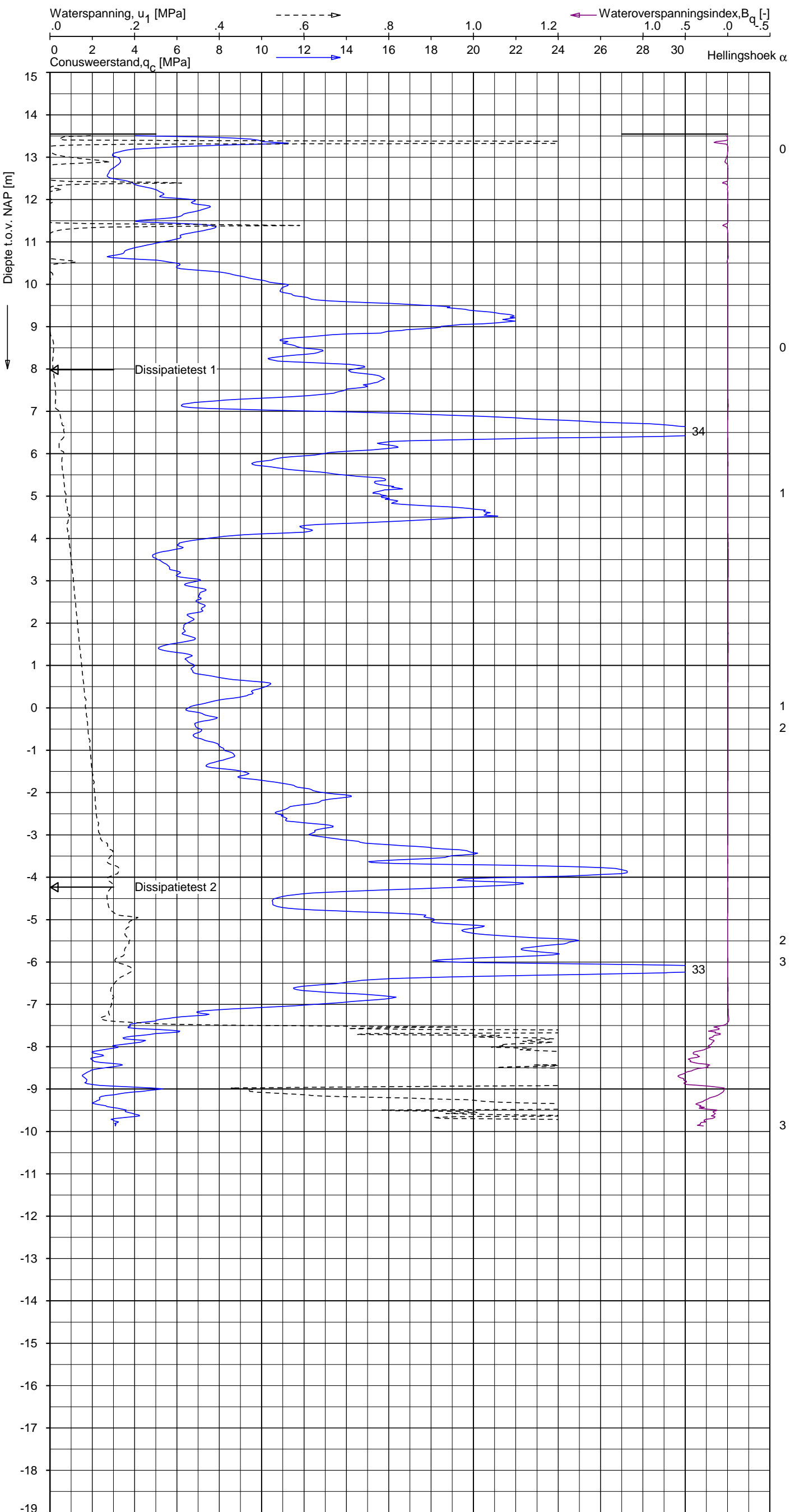
DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
 Sond. HPT48-072+15E

UNIPLOT 05.30.nl / QcU1Class-R3.cmd / 2015-10-23 14:56:27

1215-0052-000

HPT48-072+15E - 1



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



Opg. : AT/CV d.d. 14-okt-2015 Coord.: X=204247.3m Y= 431678.7m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015 MV = NAP +13.55m Conus: CP15-CF75PA1SN2 1701-2040 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$



SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

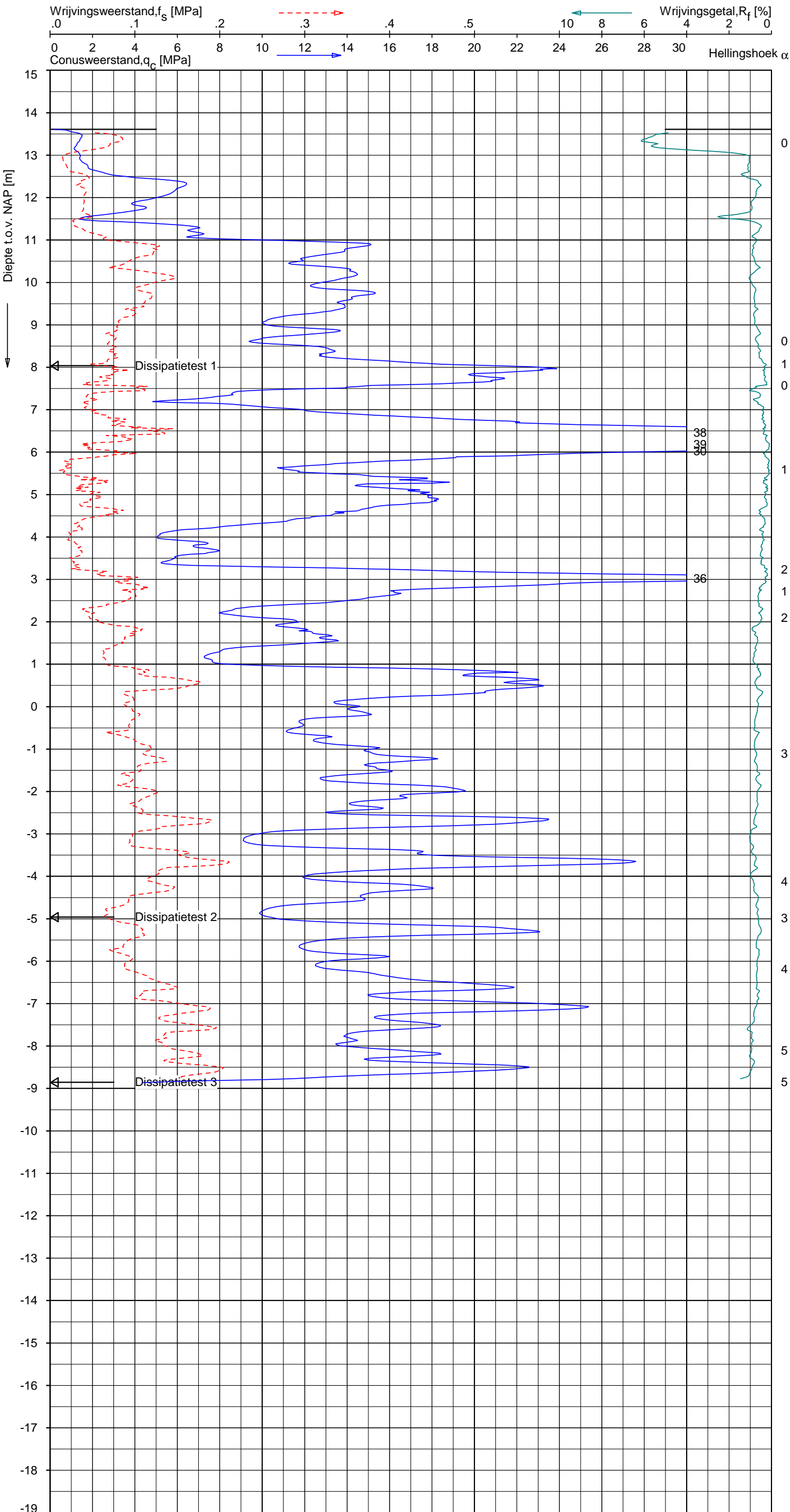
DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
 Sond. HPT48-072+15E

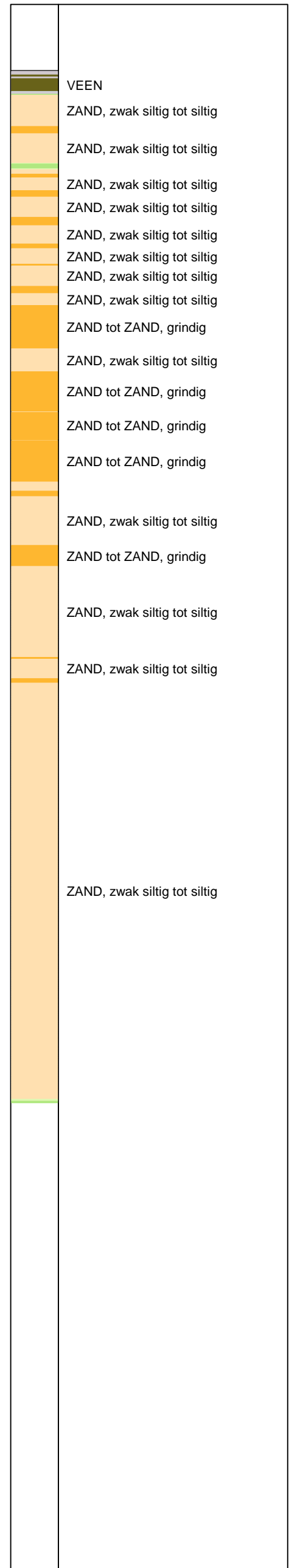
UNIPLOT 05:30.nl / QcfClass-R3.cmd / 2015-10-23 14:48:59

1215-0052-000

HPT48-073B - 1



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



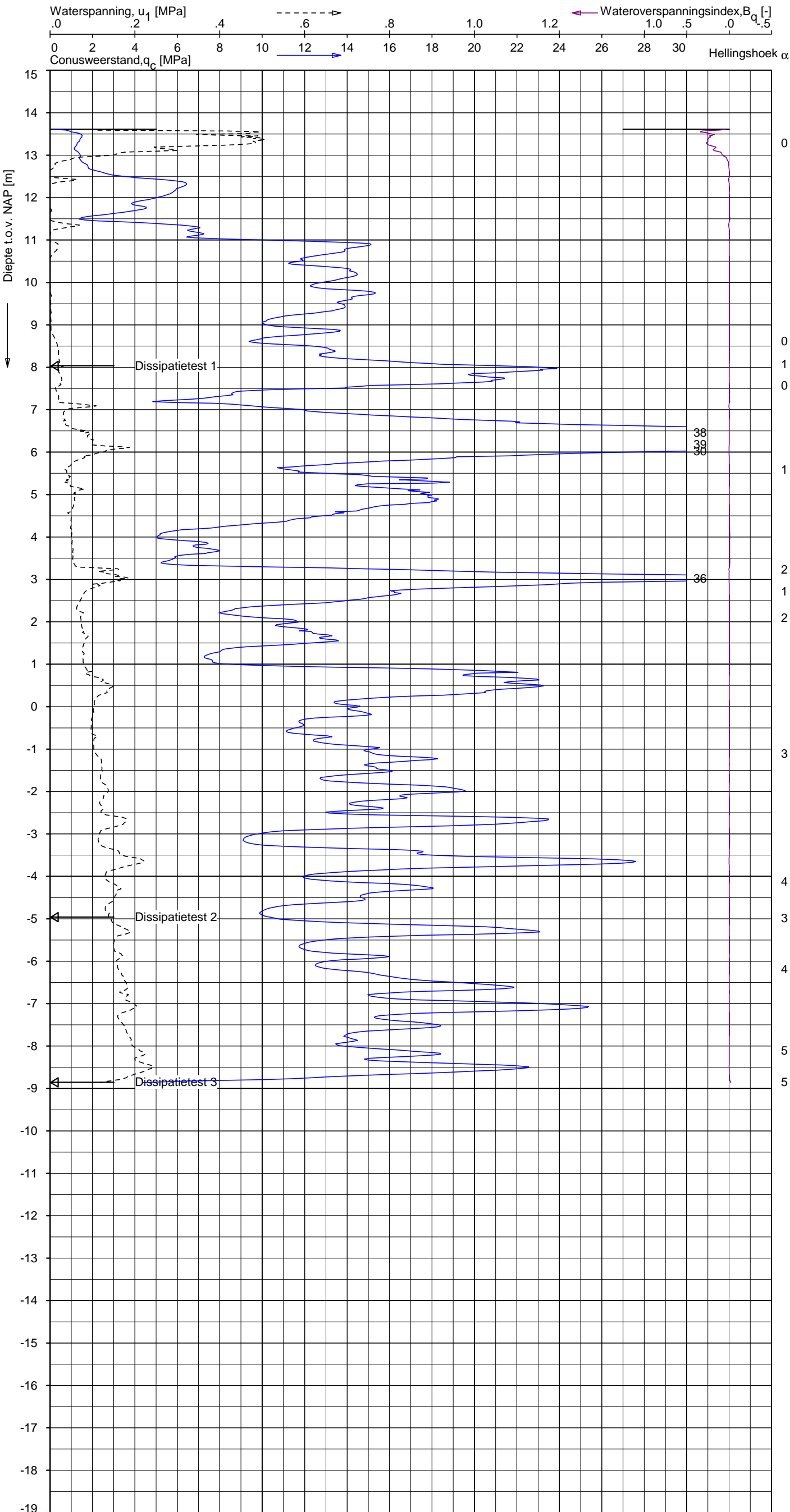
Opg. : AT/CV d.d. 14-okt-2015 Coord.: X=204161.6m Y= 431777.8m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015 MV = NAP +13.61m Conus: CP15-CF75PA1SN2 1701-2040 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895mm²



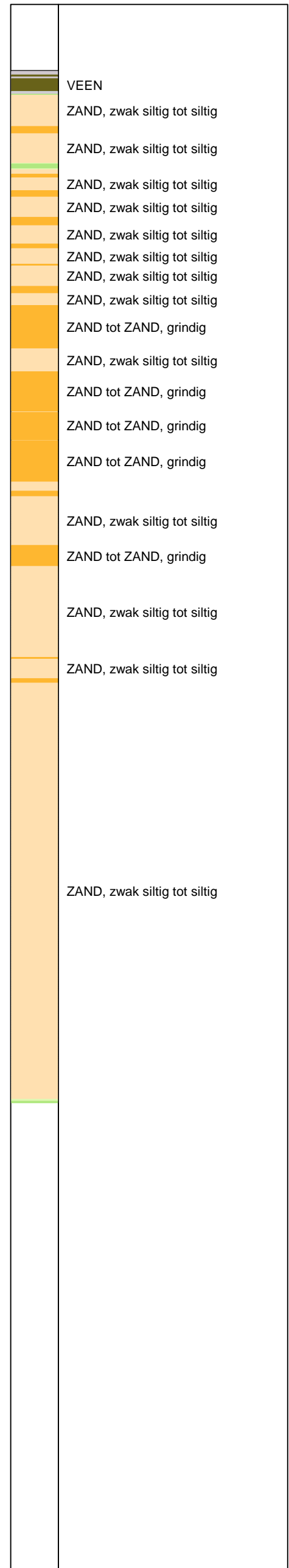
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
 Sond. HPT48-073B



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



Opg. : AT/CV d.d. 14-okt-2015 Coord.: X=204161.6m Y= 431777.8m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015 MV = NAP +13.61m Conus: CP15-CF75PA1SN2 1701-2040 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895mm²



SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

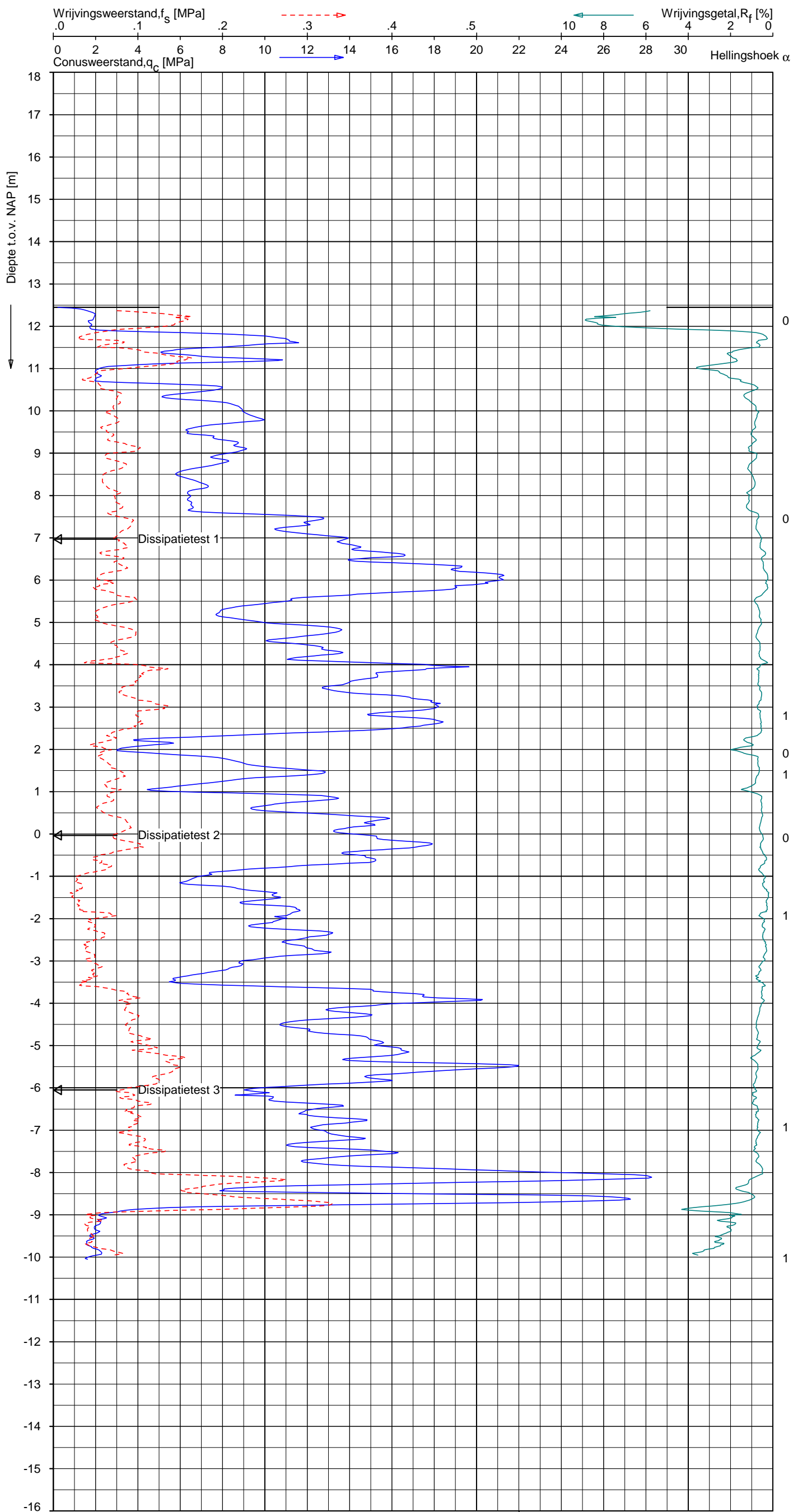
DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
 Sond. HPT48-073B

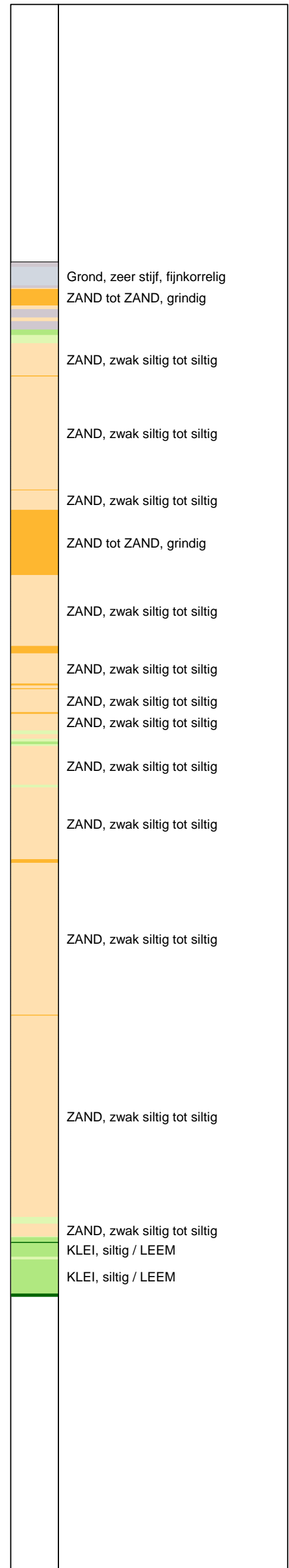
UNIPLOT 05.30.nl / QofClass-R3.cmd / 2015-10-23 14:49:02

1215-0052-000

HPT48-146+50D - 1



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



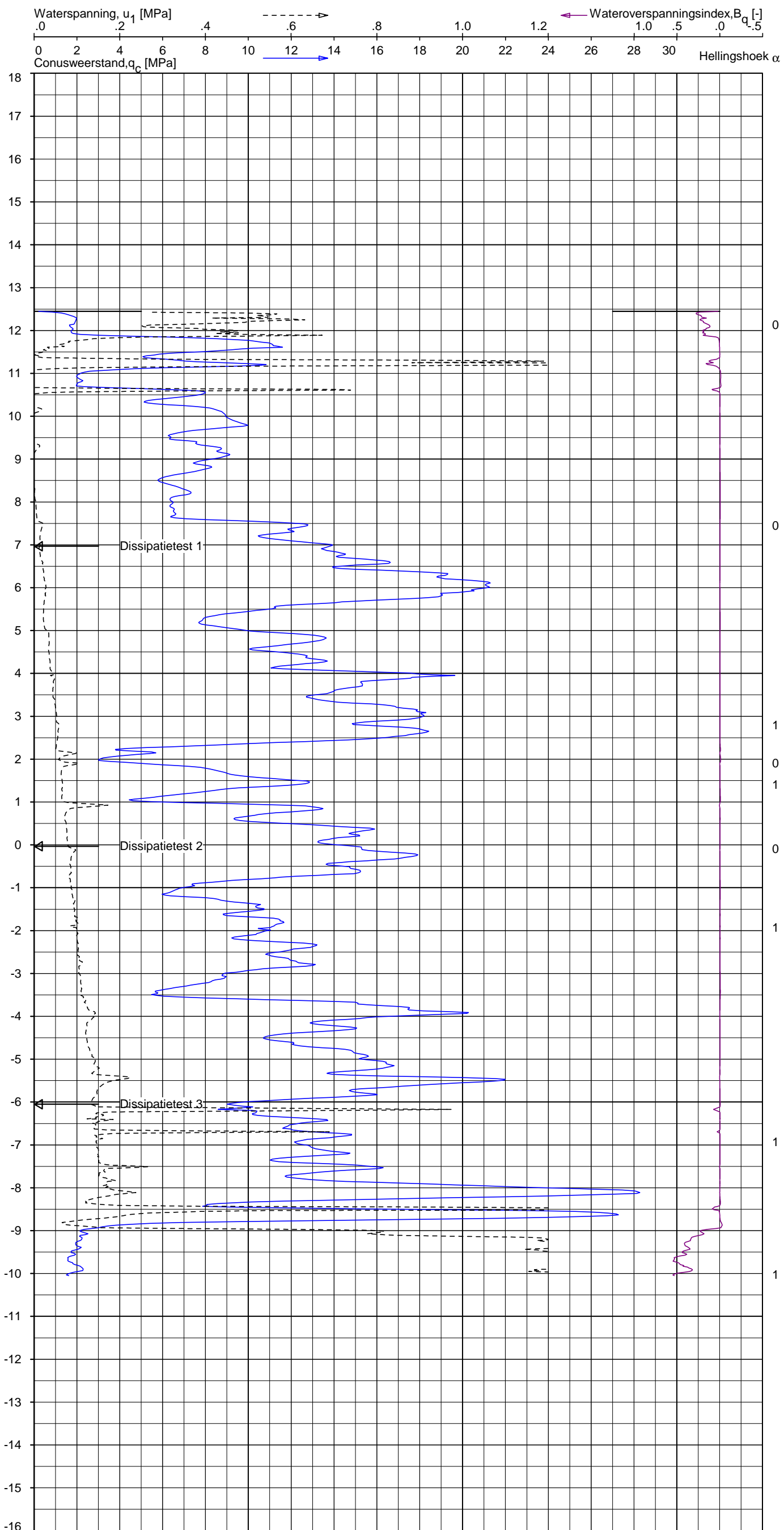
Opg. : AT/CV d.d. 16-okt-2015 Coord.: X=198744.8m Y= 434931.2m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015 MV = NAP +12.45m Conus: CP15-CF75PA1SN2 1701-2040 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

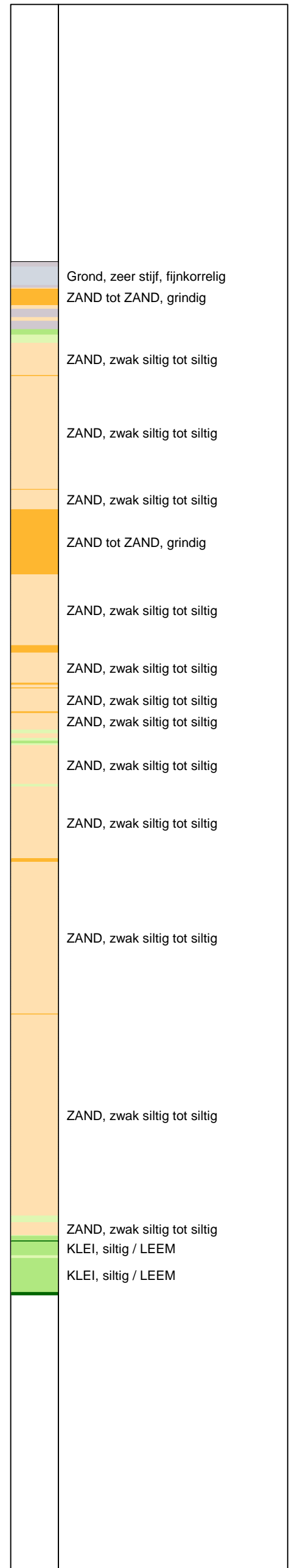
DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
 Sond. HPT48-146+50D



Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg. : AT/CV d.d. 16-okt-2015 Coord.: X=198744.8m Y= 434931.2m Systeem: RD
Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015 MV = NAP +12.45m Conus: CP15-CF75PA1SN2 1701-2040

Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
Toepassingsklasse 2. Test type TE2
Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$



SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

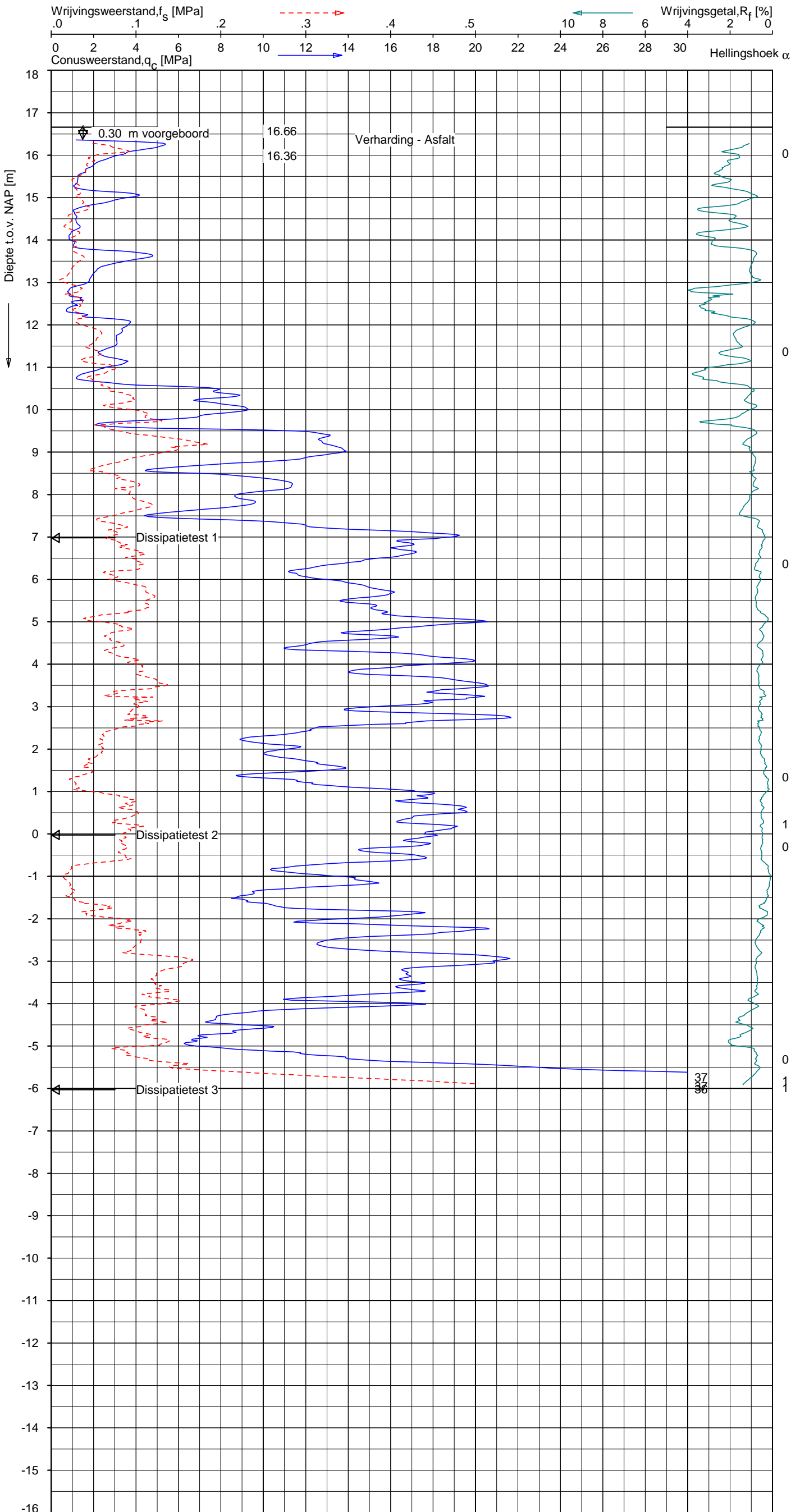
DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
Sond. HPT48-146+50D

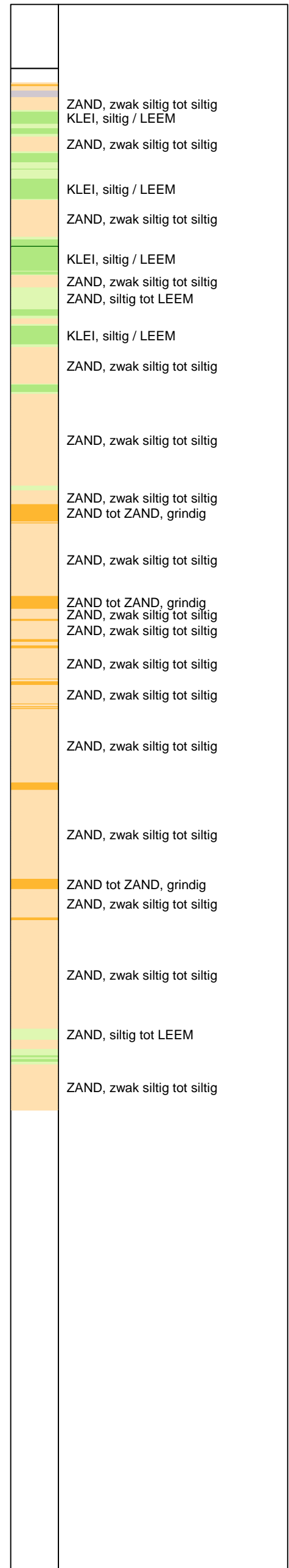
UNIPLOT 05:30.nl / QofClass-R3.cmd / 2015-10-23 14:49:05

1215-0052-000

HPT48-148C - 1



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



Opg. : AT/CV d.d. 15-okt-2015 Coord.: X=198688.8 m Y= 434968.5 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015 MV = NAP +16.66 m Conus: CP15-CF75PA1SN2 1701-2040 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

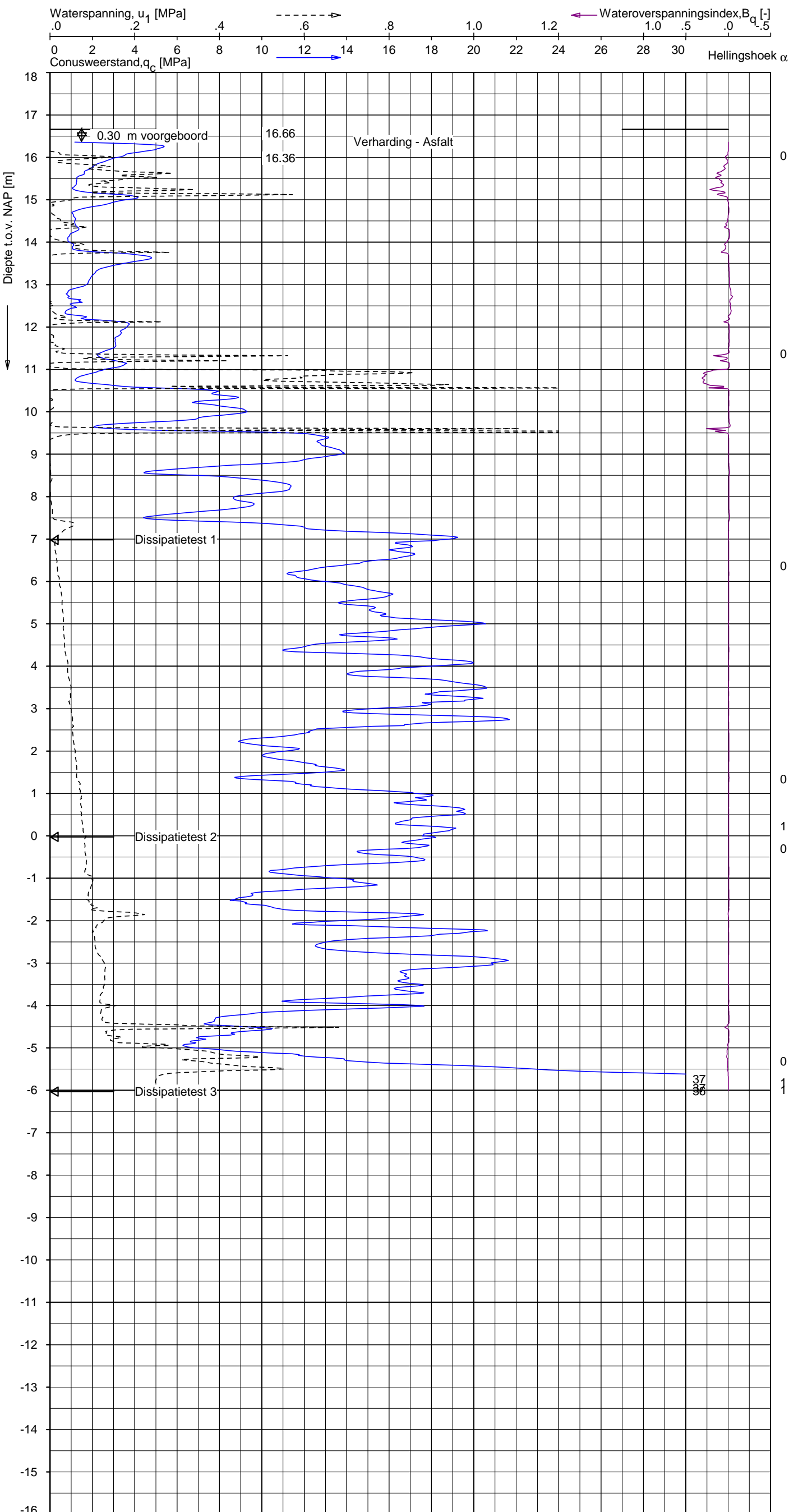
Opdr. 1215-0052-000
 Sond. HPT48-148C



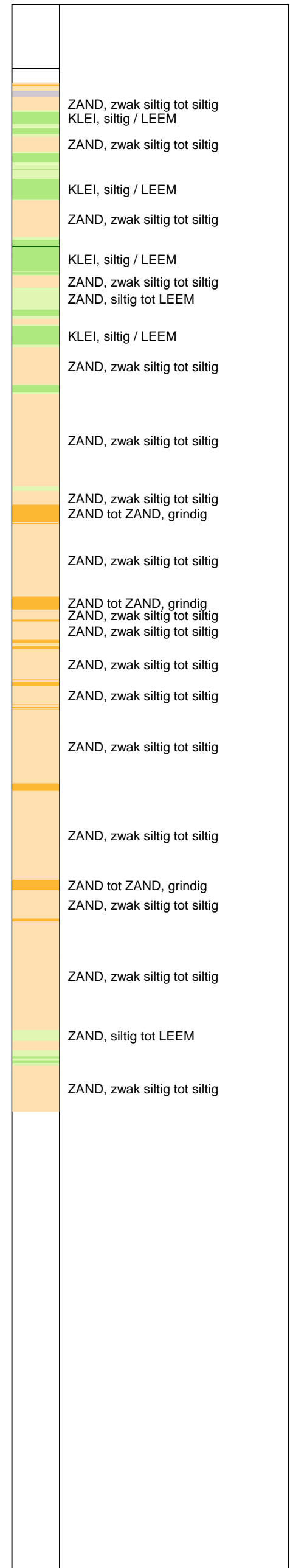
UNIPLOT 05:30.nl / QcU1Class-R3.cmd / 2015-10-23 14:56:35

1215-0052-000

HPT48-148C - 1



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



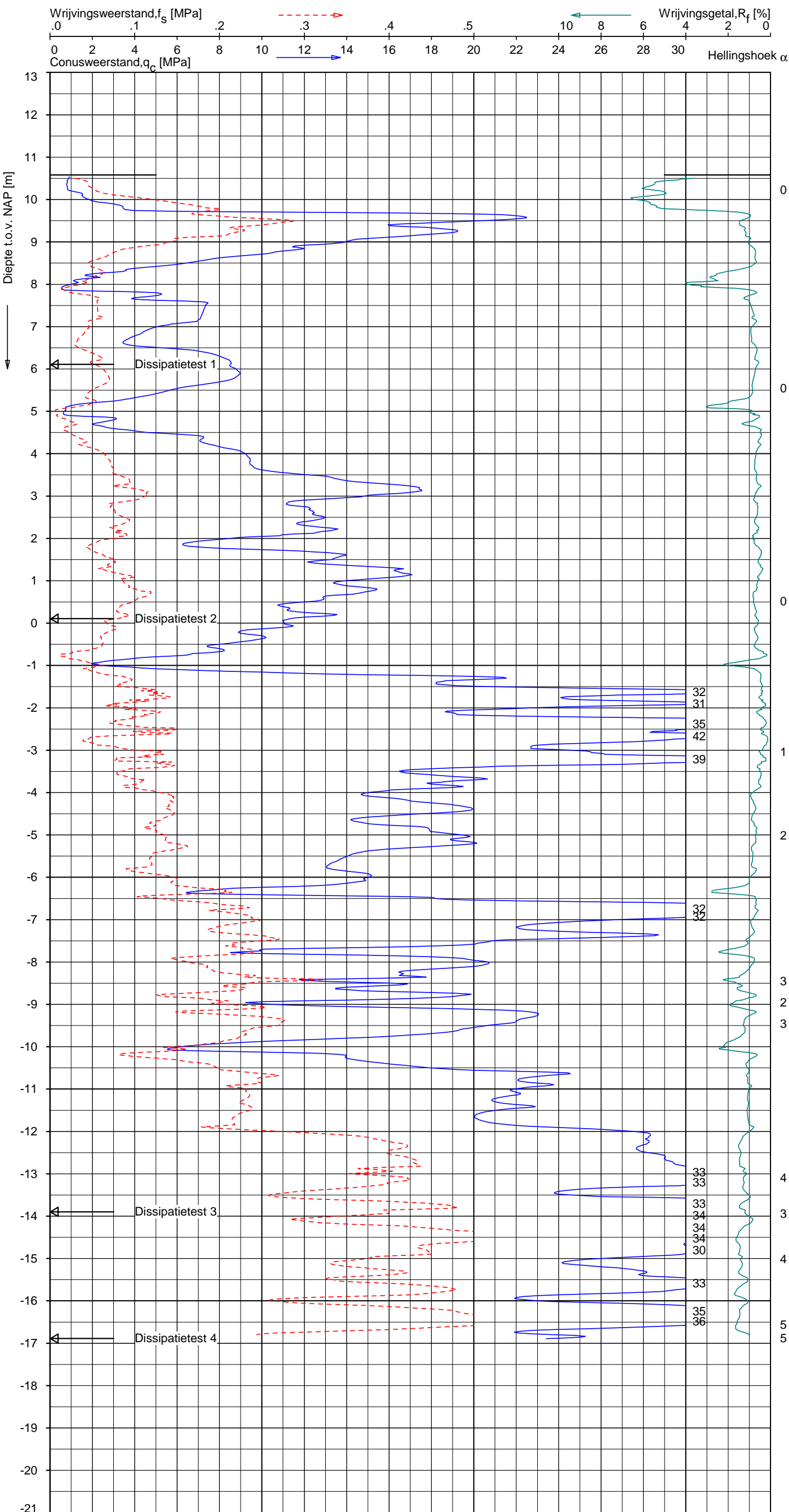
Opg. : AT/CV d.d. 15-okt-2015 Coord.: X=198688.8m Y= 434968.5m Systeem: RD
 Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015 MV = NAP +16.66m Conus: CP15-CF75PA1SN2 1701-2040
 Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$



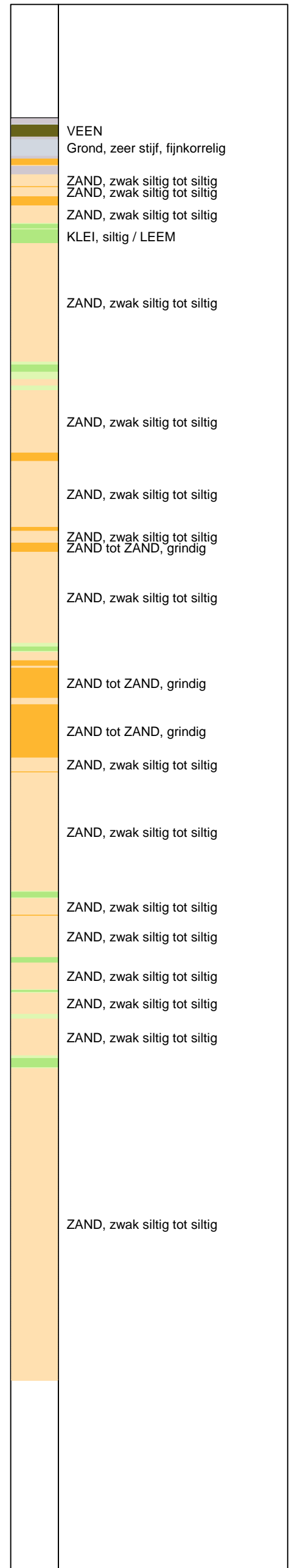
SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
 Sond. HPT48-148C



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



Opg. : AT/CV d.d. 13-okt-2015 Coord.: X=194330.9m Y= 440555.4m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015 MV = NAP +10.58m Conus: CP15-CF75PA1SN2 1701-2040 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895mm²



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

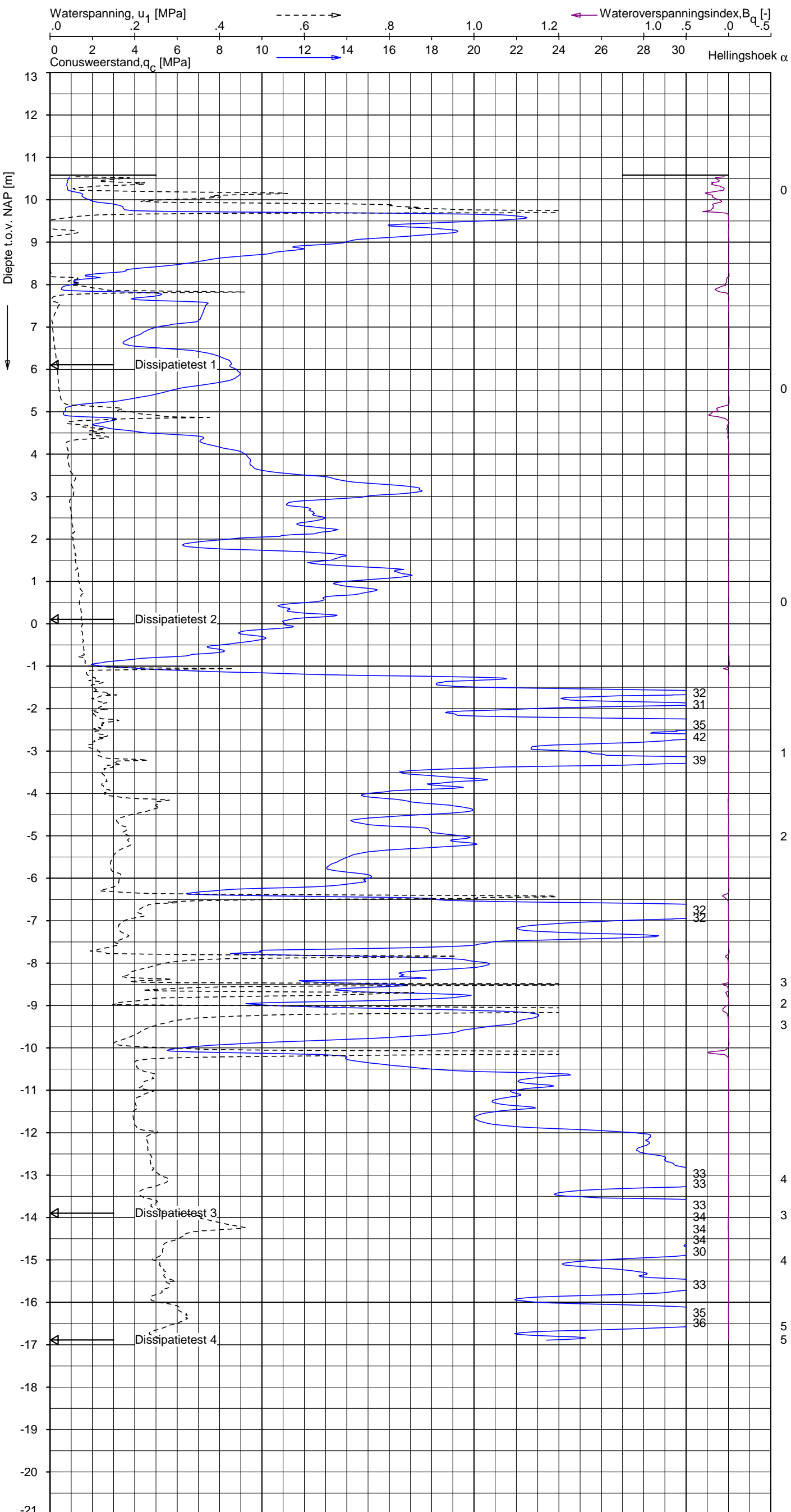
DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT, PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
 Sond. HPT48-229+65E

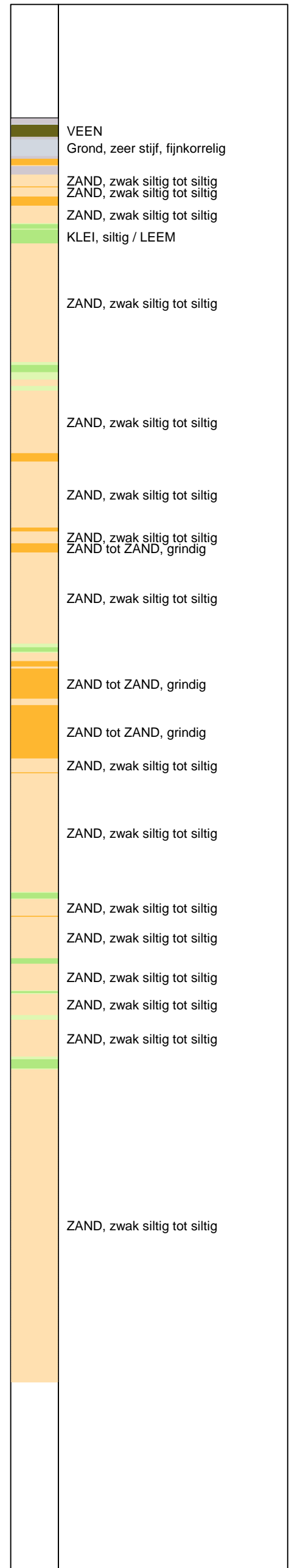
UNIPLOT 05.30.nl / QcU1Class-R3.cmd / 2015-10-23 14:56:38

1215-0052-000

HPT48-229+65E - 1



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



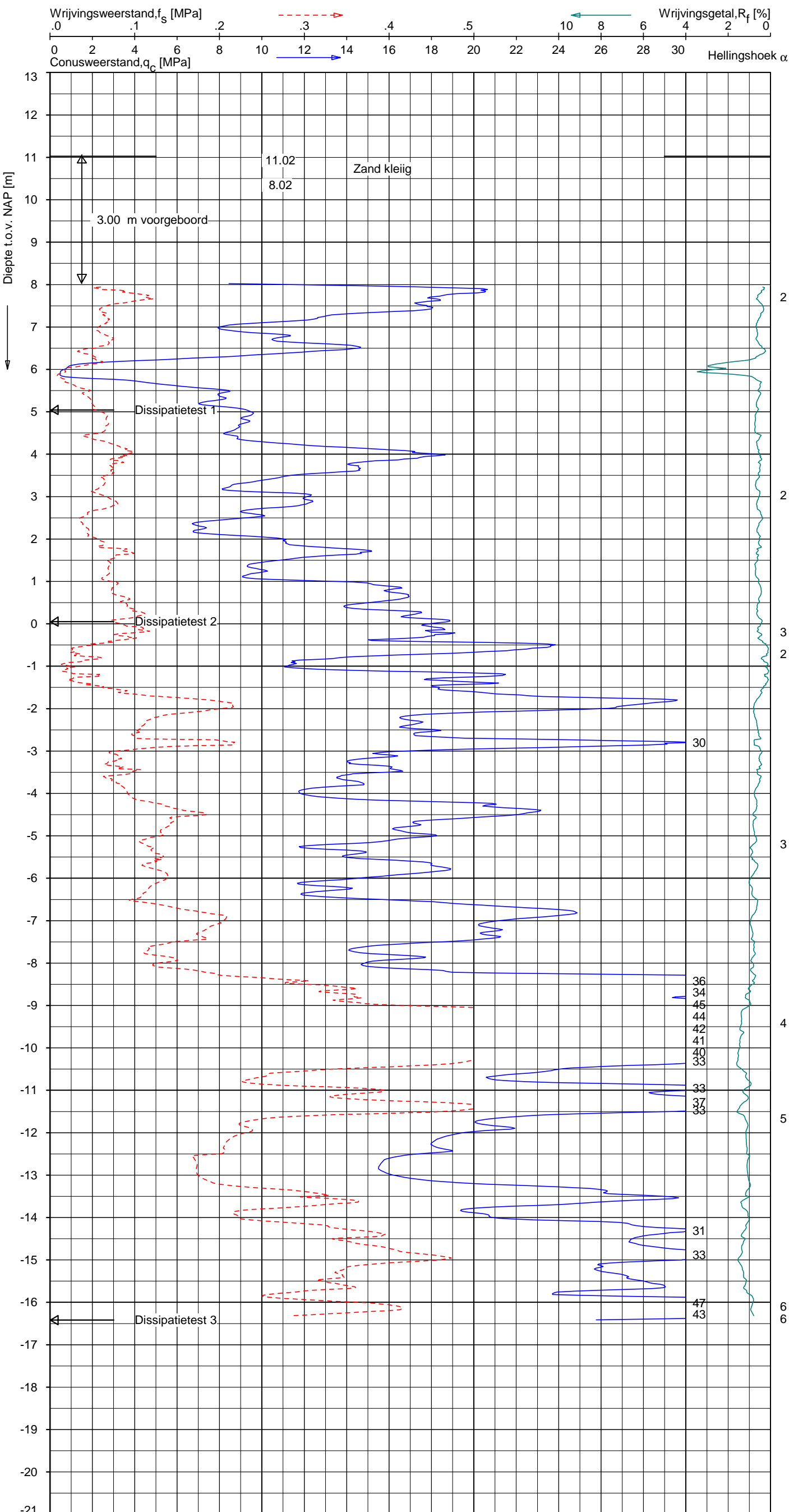
Opg. : AT/CV d.d. 13-okt-2015 Coord.: X=194330.9m Y= 440555.4m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015 MV = NAP +10.58m Conus: CP15-CF75PA1SN2 1701-2040 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$



SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT, PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
 Sond. HPT48-229+65E



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



Opg. : AT/CV d.d. 13-okt-2015 Coord.: X=194255.6 m Y= 440543.3 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015 MV = NAP +11.02 m Conus: CP15-CF75PA1SN2 1701-2040 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conustype: A_c = 1510 mm²; A_s = 19895 mm²



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

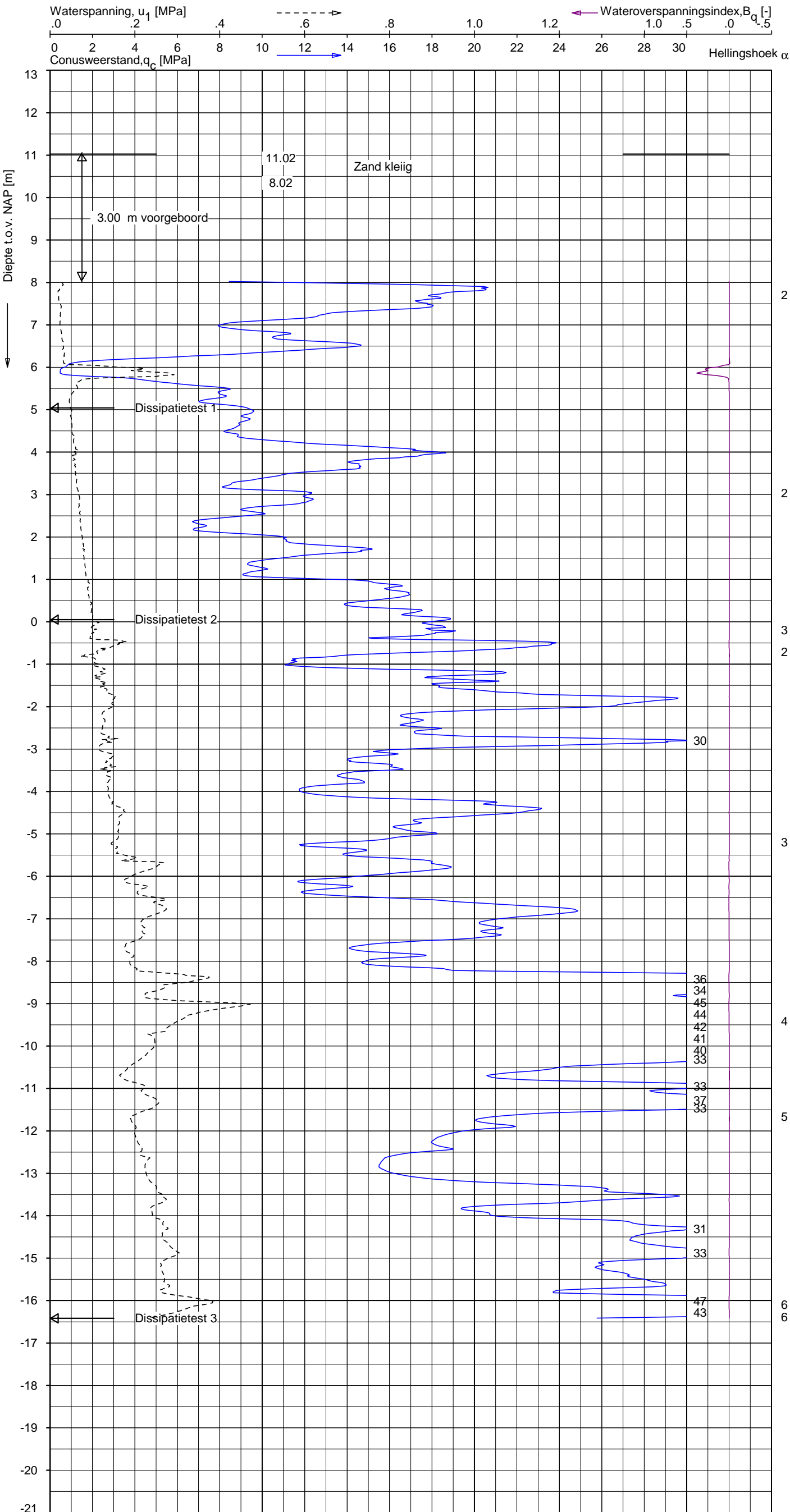
DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
 Sond. HPT48-230+10A

UNIPLOT 05.30.nl / Qcd1Class-R3.cmd / 2015-10-23 14:56:40

1215-0052-000

HPT48-230+10A - 1



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



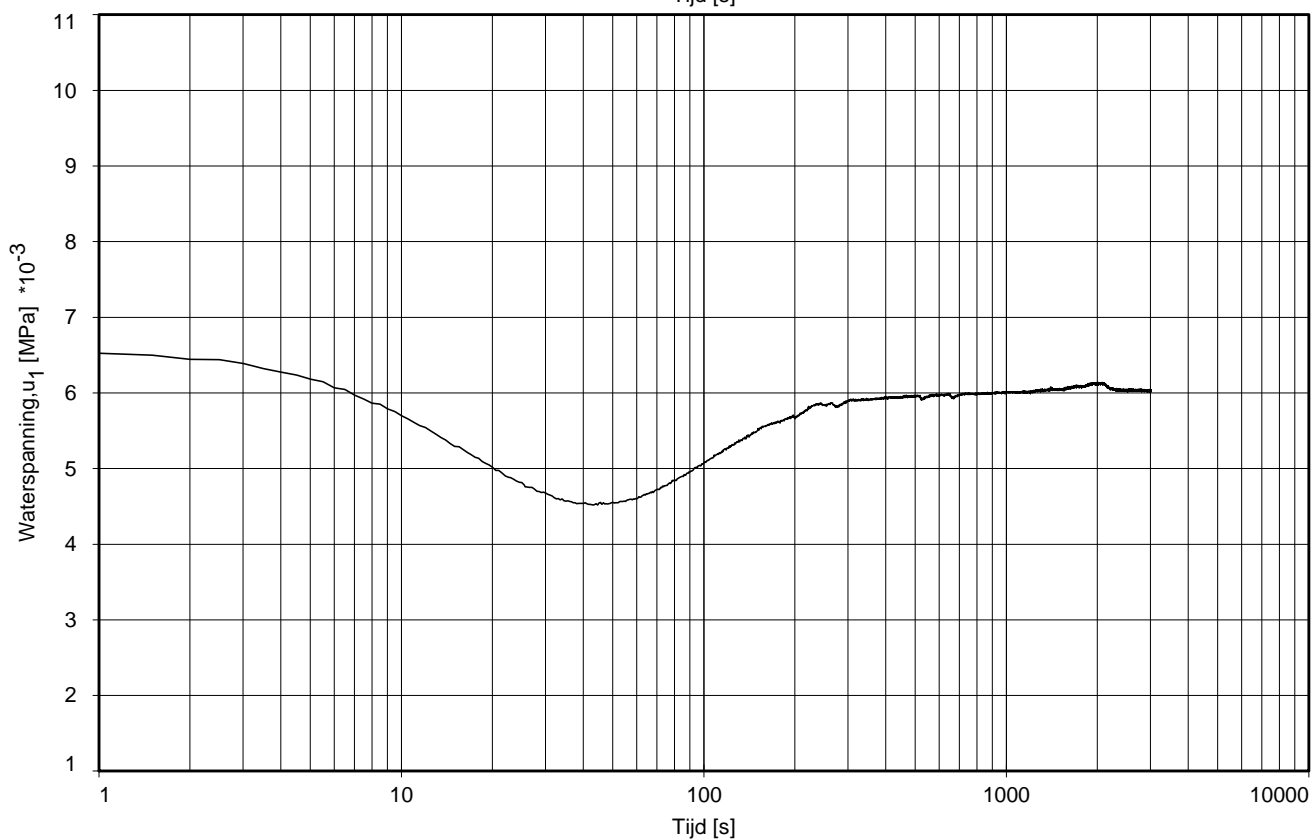
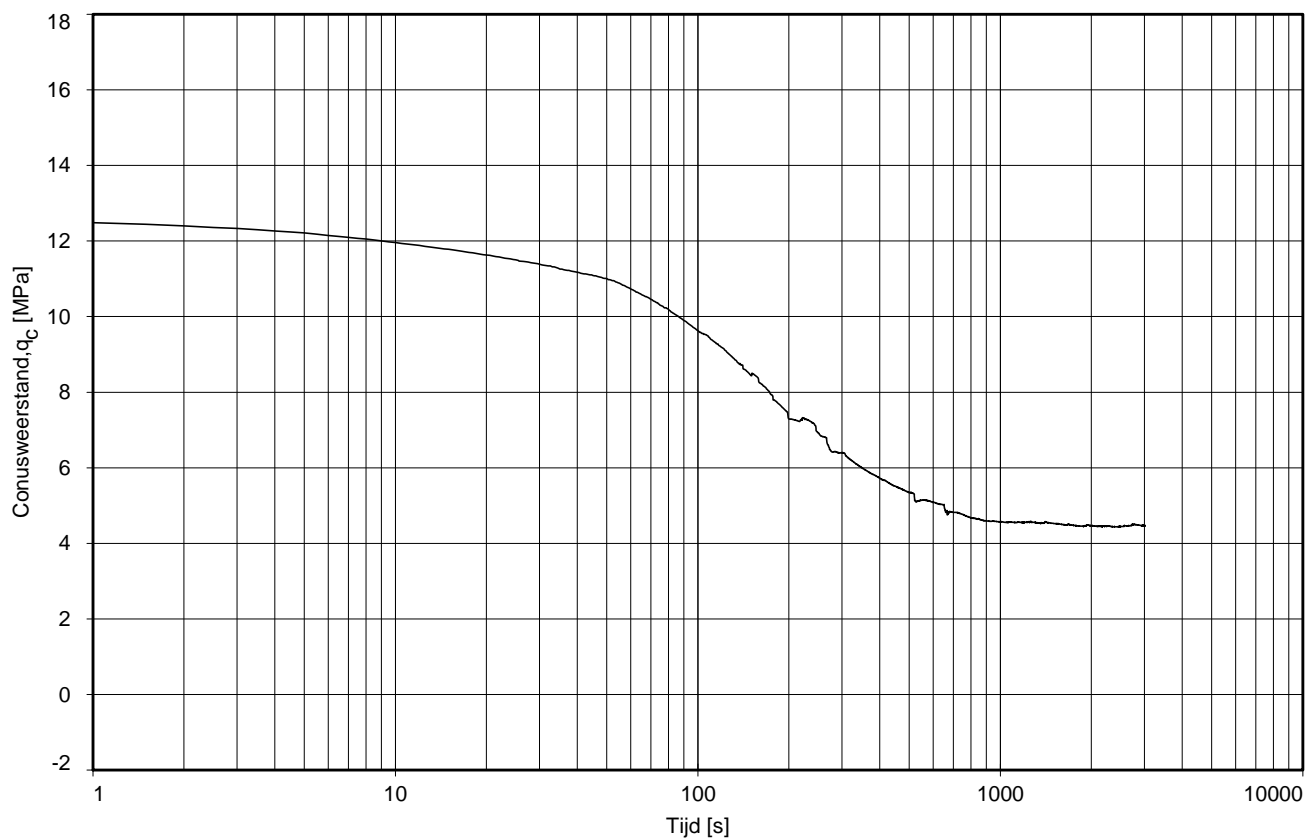
Opg. : AT/CV d.d. 13-okt-2015 Coord.: X=194255.6 m Y= 440543.3 m Systeem: RD Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1
 Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015 MV = NAP +11.02 m Conus: CP15-CF75PA1SN2 1701-2040 Toepassingsklasse 2. Test type TE2
 Conustype: $A_c = 1510 \text{ mm}^2$; $A_s = 19895 \text{ mm}^2$



SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
 Sond. HPT48-230+10A

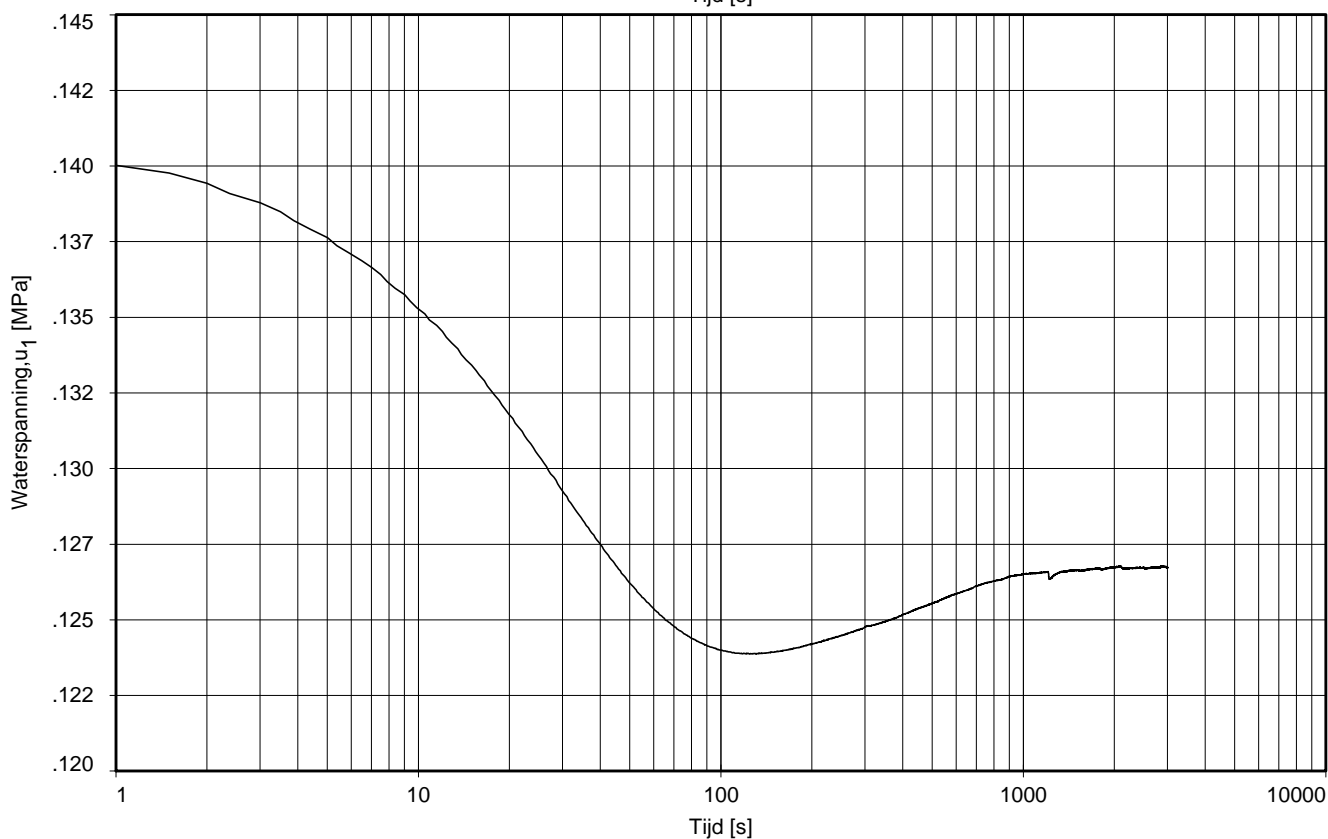
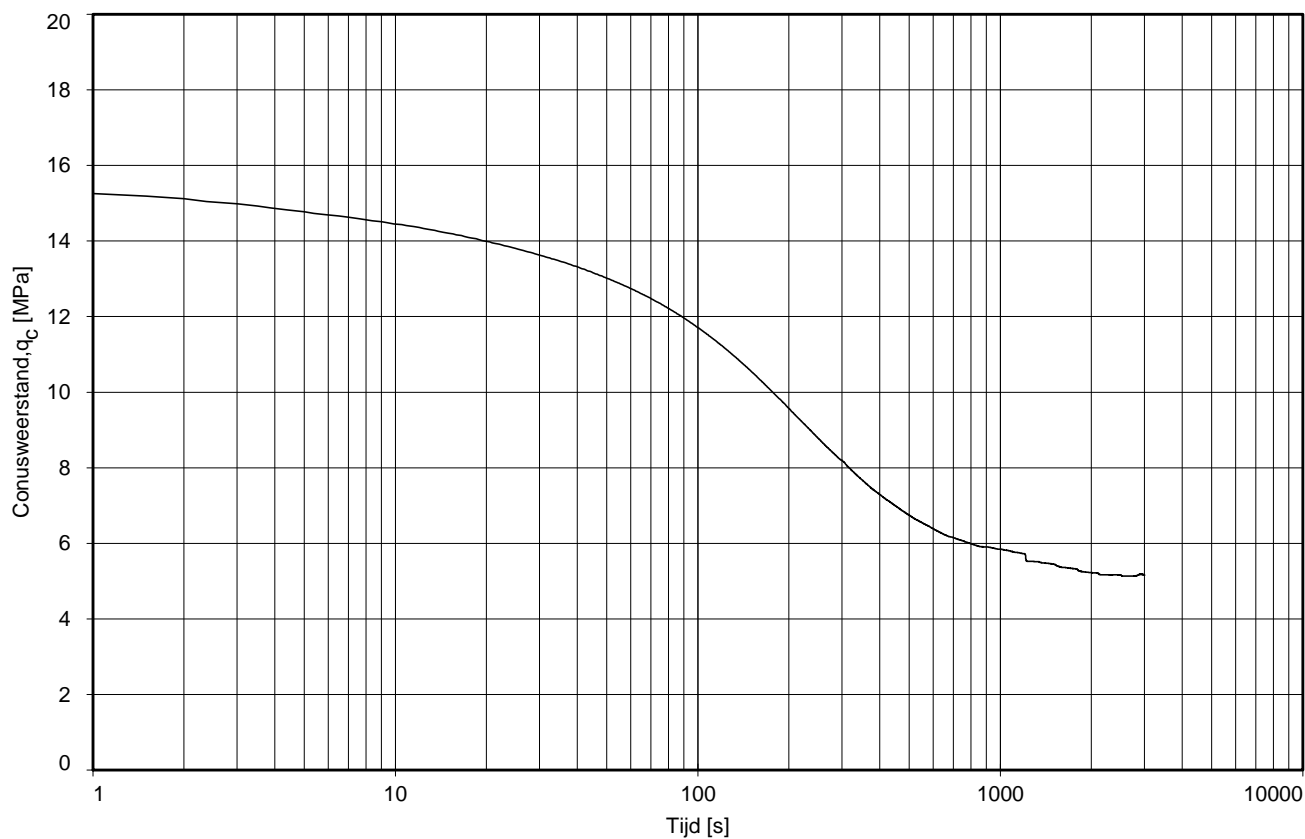


Dissipatietest nummer	:	1			
Dissipatietest diepte	:	NAP	7.95	m	MV = NAP +13.55m
Waterspanning begin dissipatietest	:		0.007	MPa	Opg. : AT/CV d.d. 14-okt-2015
Waterspanning einde dissipatietest	:		0.006	MPa	Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015

DISSIPATIETEST

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
Sond. HPT48-072+15E

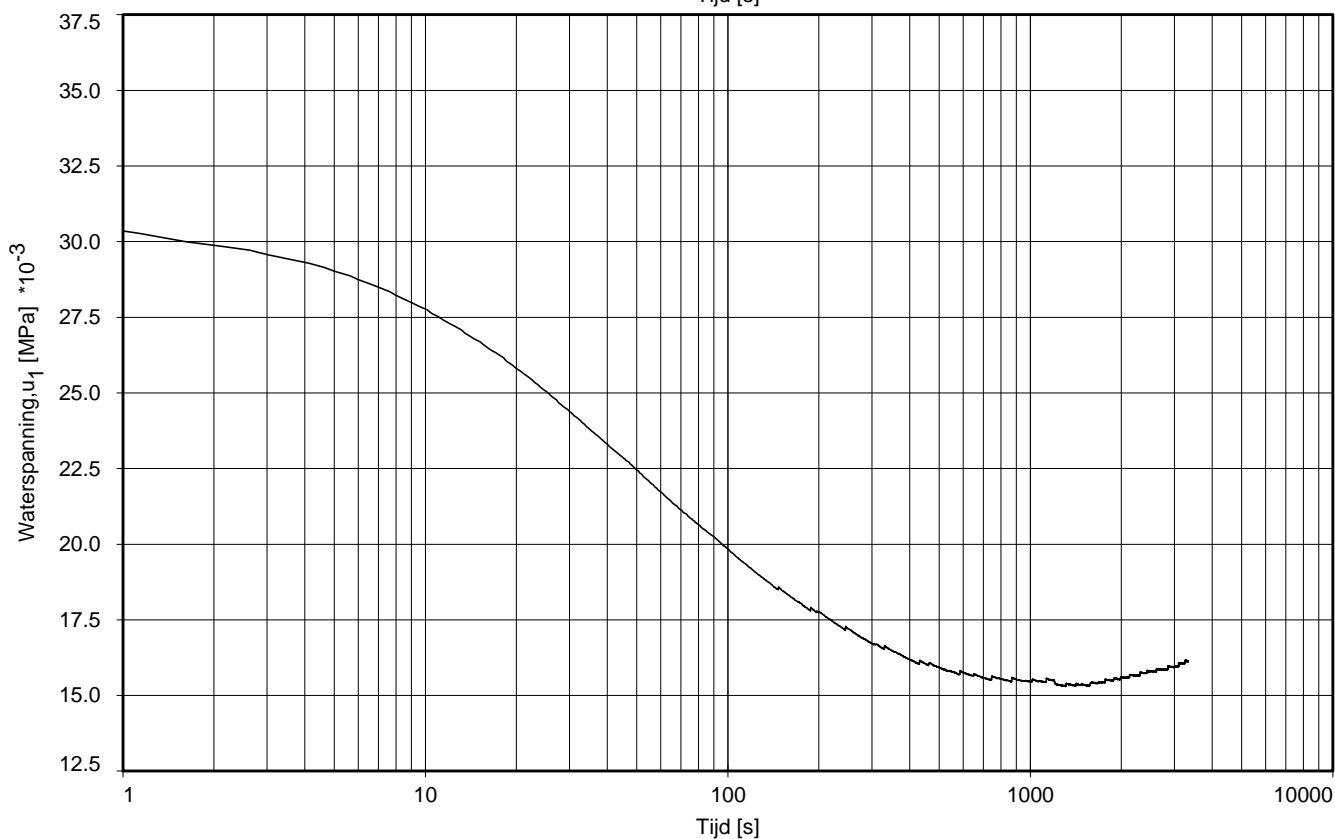
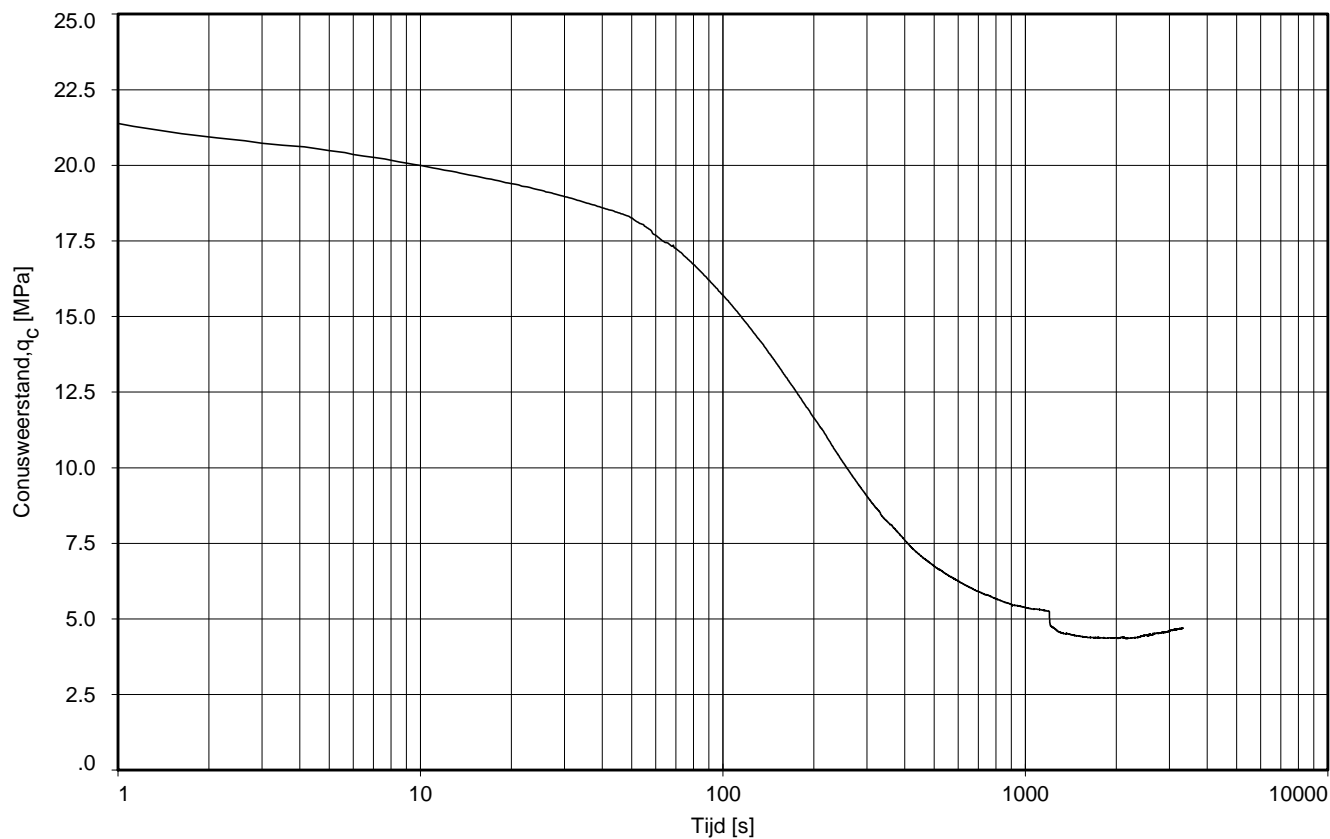


Dissipatietest nummer	: 2		
Dissipatietest diepte	: NAP	-4.25 m	MV = NAP +13.55m
Waterspanning begin dissipatietest	: 0.141 MPa		Opg. : AT/CV d.d. 14-okt-2015
Waterspanning einde dissipatietest	: 0.127 MPa		Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015

DISSIPATIETEST

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
Sond. HPT48-072+15E

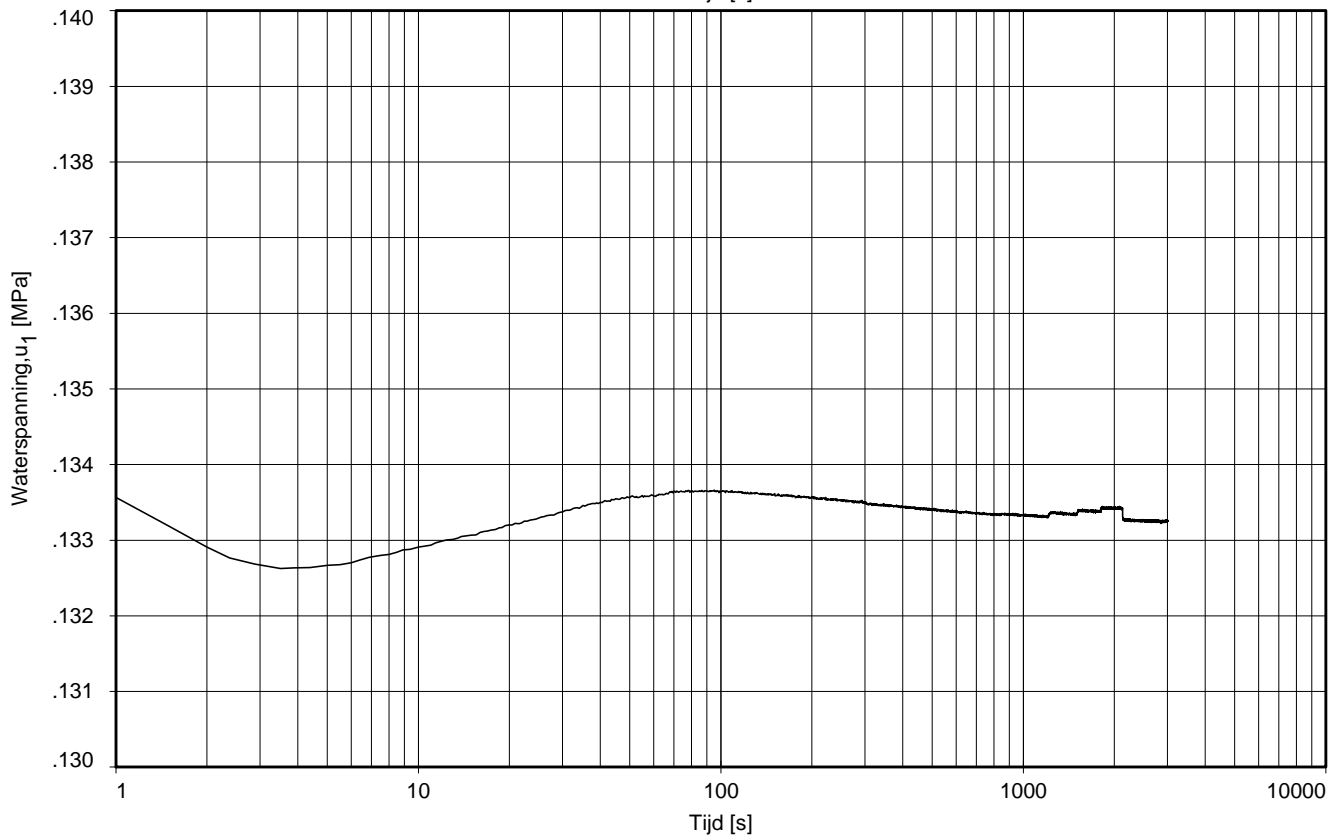
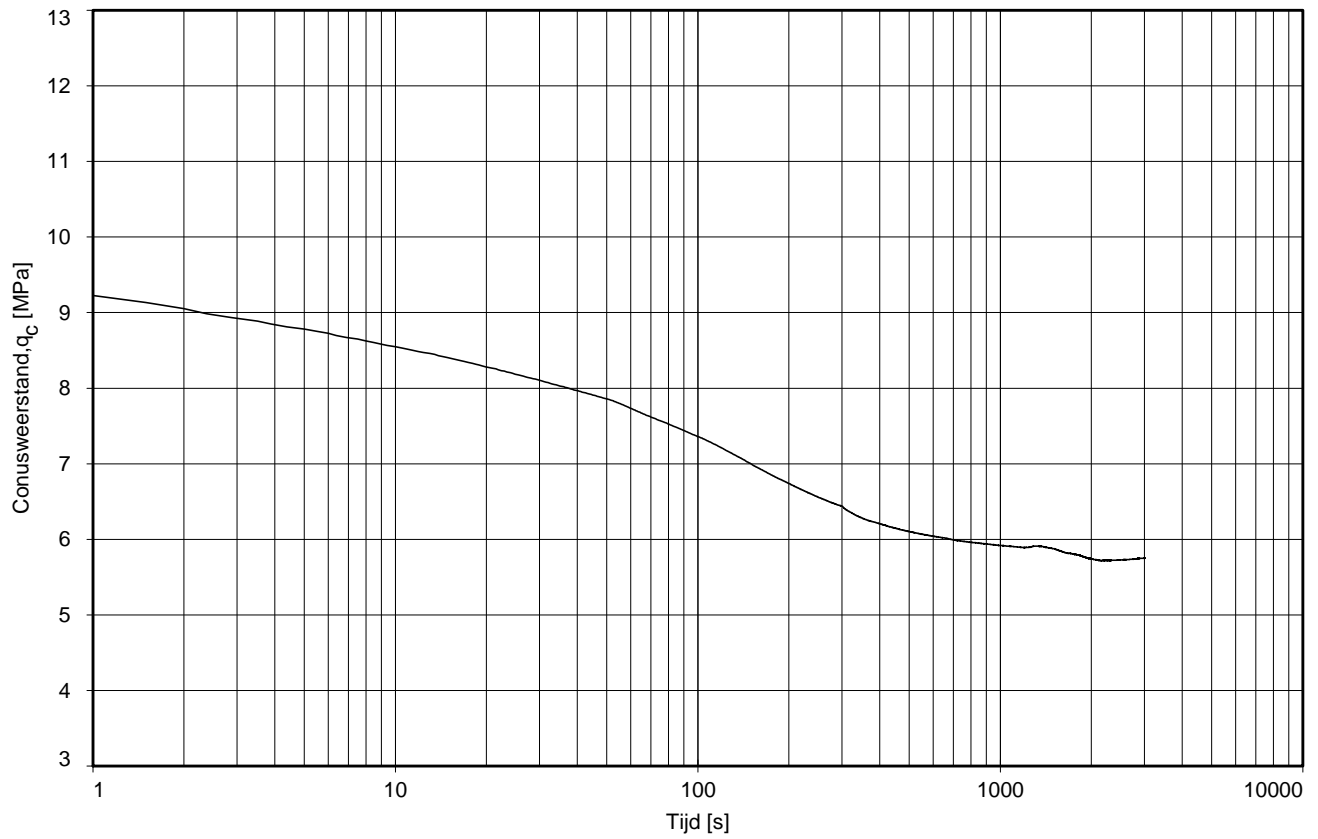


Dissipatietest nummer	:	1			
Dissipatietest diepte	:	NAP	8.01	m	MV = NAP +13.61m
Waterspanning begin dissipatietest	:		0.033	MPa	Opg. : AT/CV d.d. 14-okt-2015
Waterspanning einde dissipatietest	:		0.016	MPa	Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015

DISSIPATIETEST

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
Sond. HPT48-073B

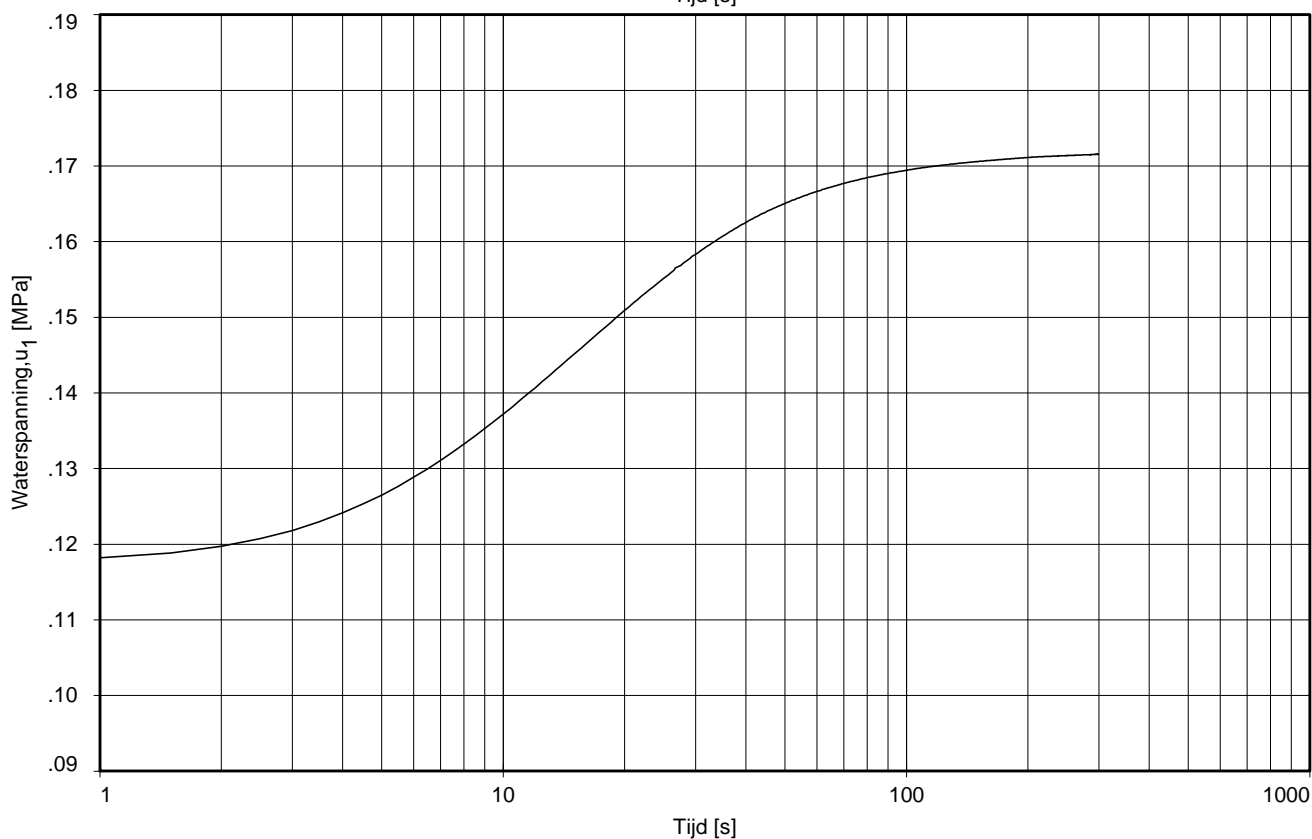
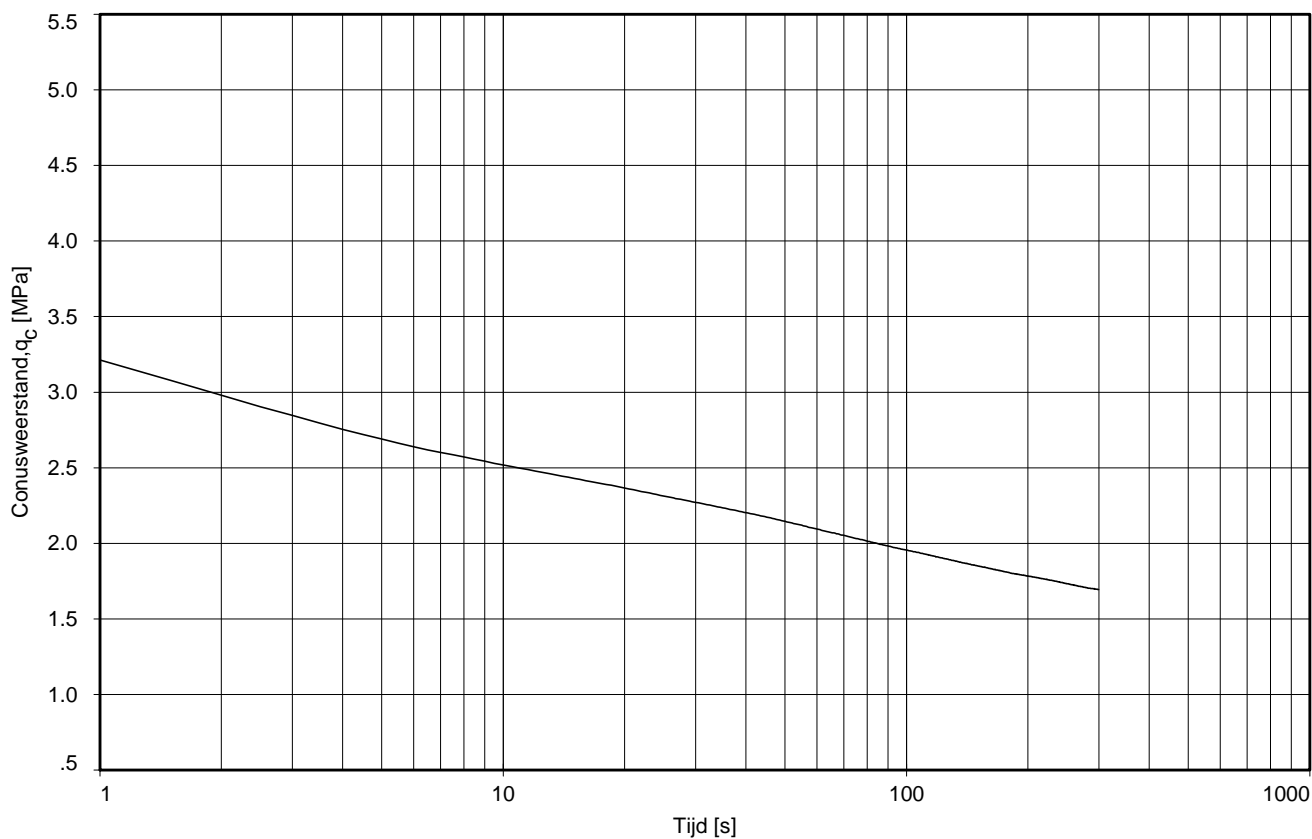


Dissipatietest nummer	: 2			
Dissipatietest diepte	: NAP	-4.98 m	MV = NAP	+13.61m
Waterspanning begin dissipatietest	: 0.138 MPa		Opg.:	AT/CV d.d. 14-okt-2015
Waterspanning einde dissipatietest	: 0.133 MPa		Get.:	VALKF d.d. 23-okt-2015

DISSIPATIETEST

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
Sond. HPT48-073B

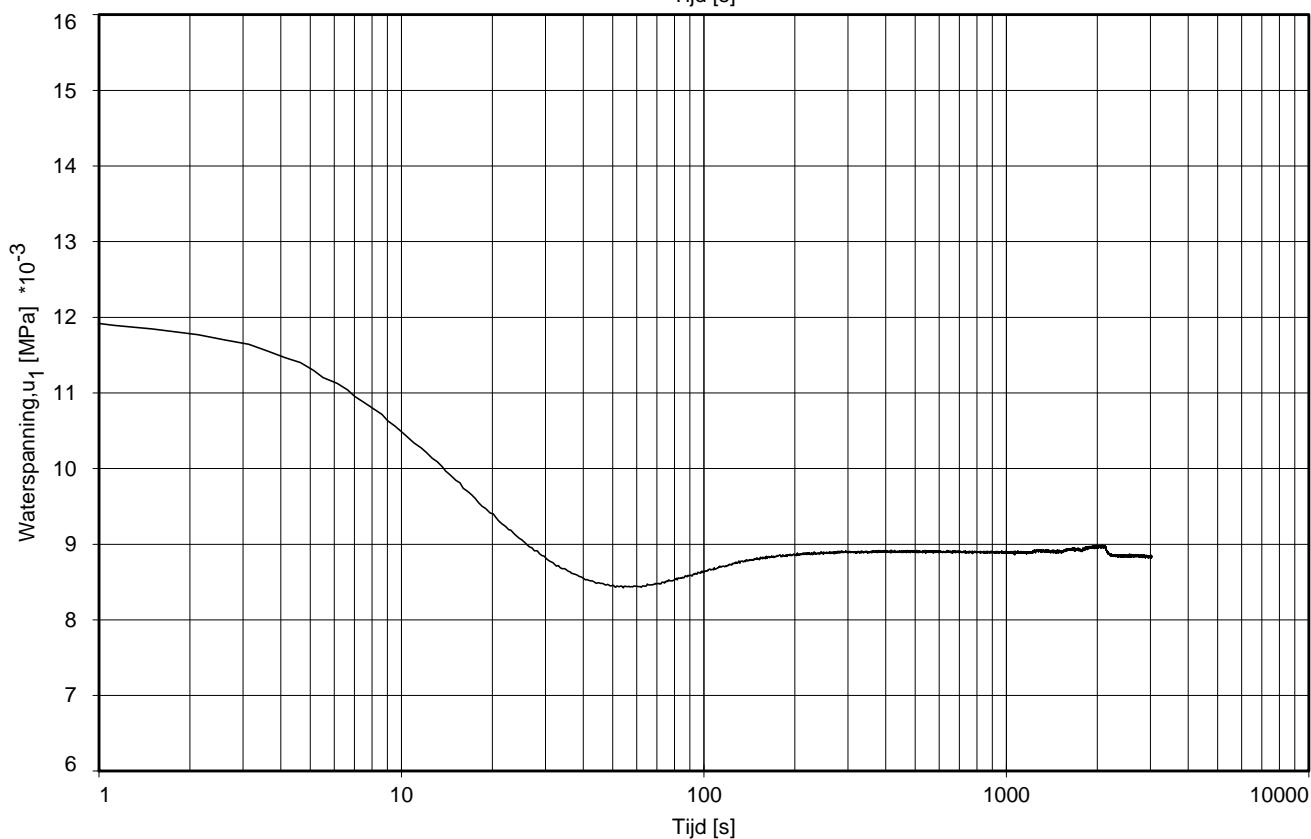
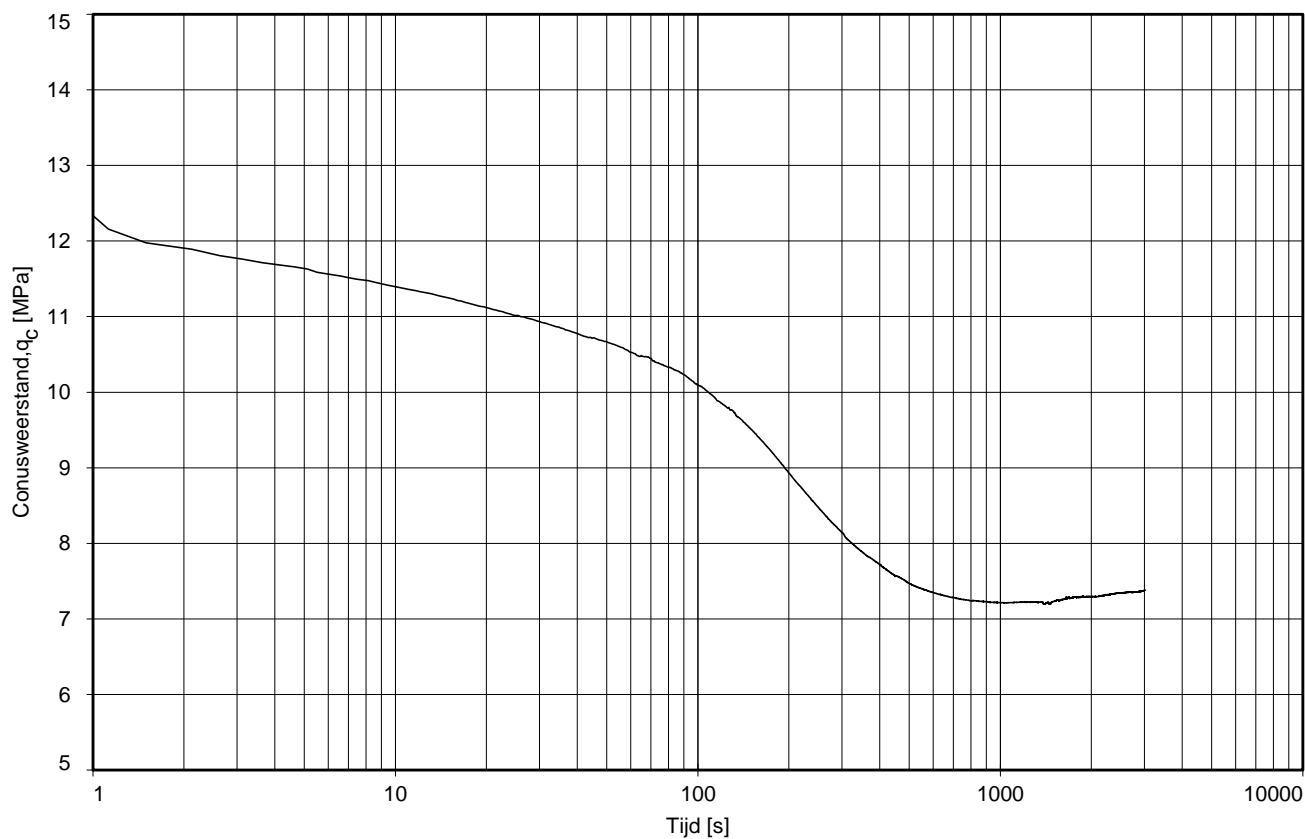


Dissipatietest nummer	: 3		
Dissipatietest diepte	: NAP	-8.87 m	MV = NAP +13.61m
Waterspanning begin dissipatietest	: 0.120 MPa		Opg. : AT/CV d.d. 14-okt-2015
Waterspanning einde dissipatietest	: 0.172 MPa		Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015

DISSIPATIETEST

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
Sond. HPT48-073B

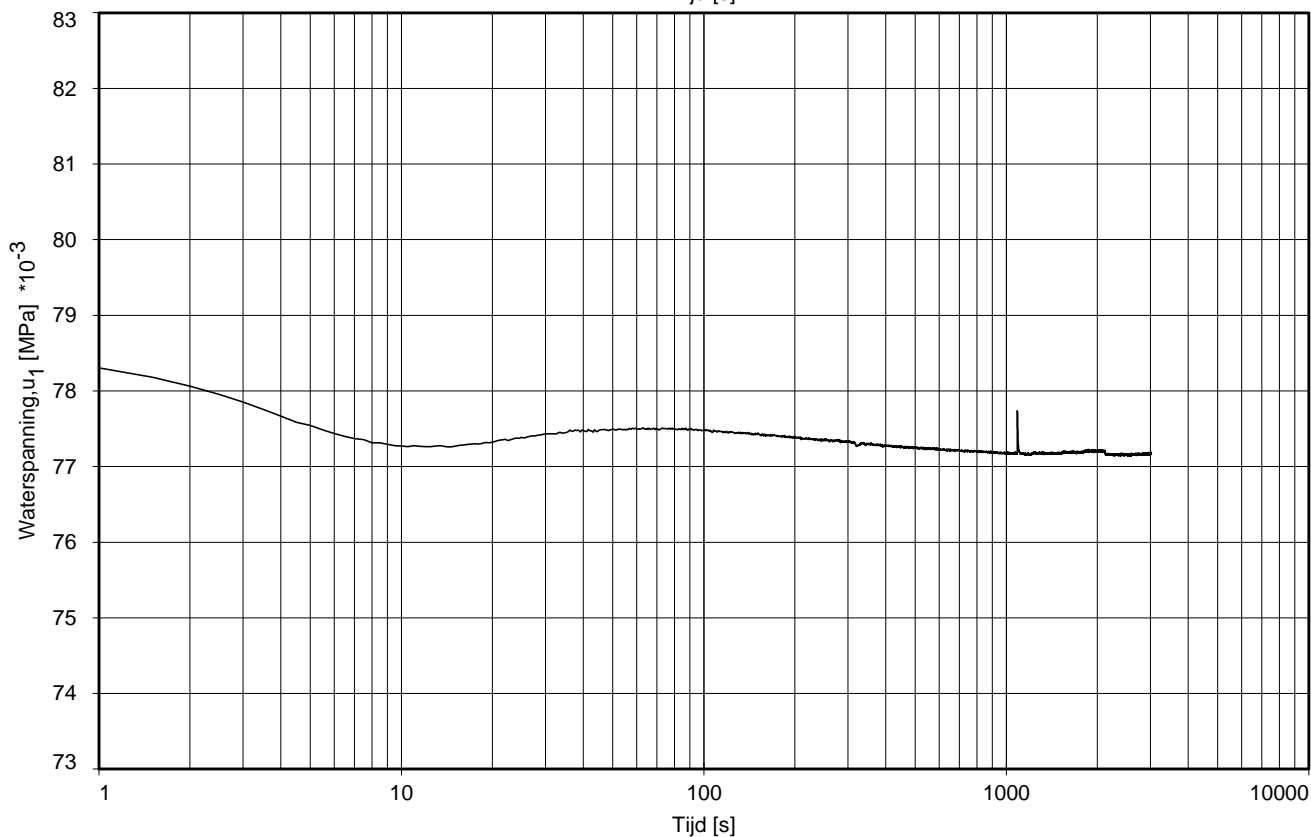
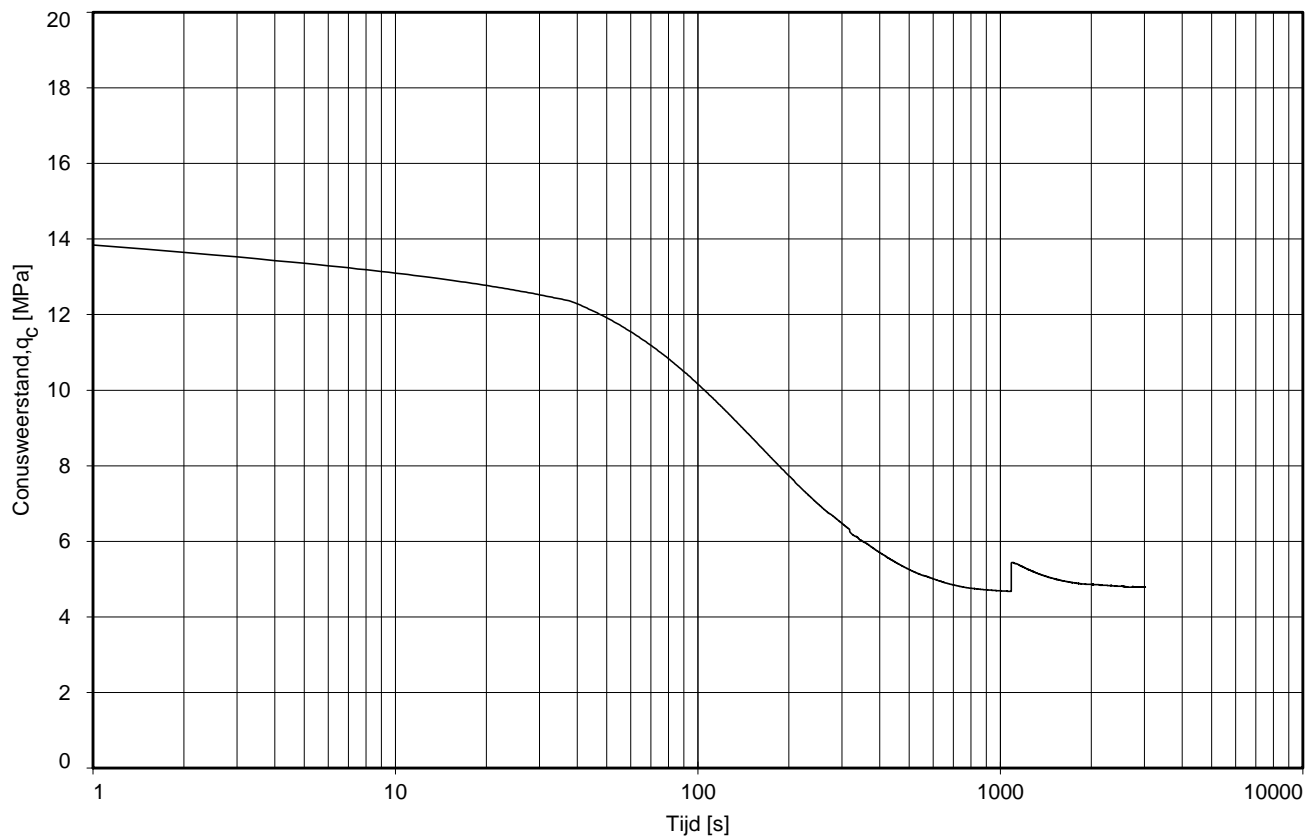


Dissipatietest nummer	:	1			
Dissipatietest diepte	:	NAP	6.94	m	MV = NAP +12.45m
Waterspanning begin dissipatietest	:		0.013	MPa	Opg. : AT/CV d.d. 16-okt-2015
Waterspanning einde dissipatietest	:		0.009	MPa	Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015

DISSIPATIETEST

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
Sond. HPT48-146+50D

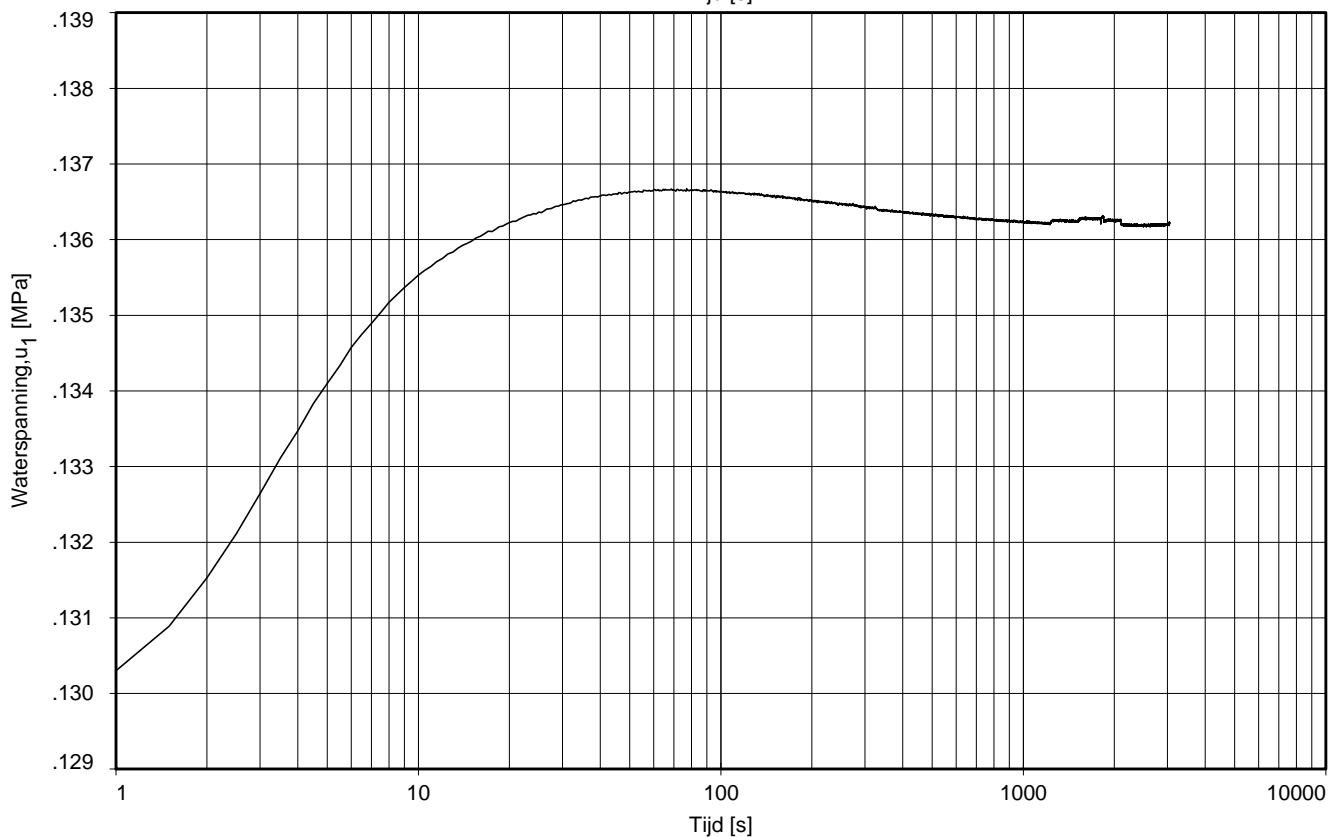
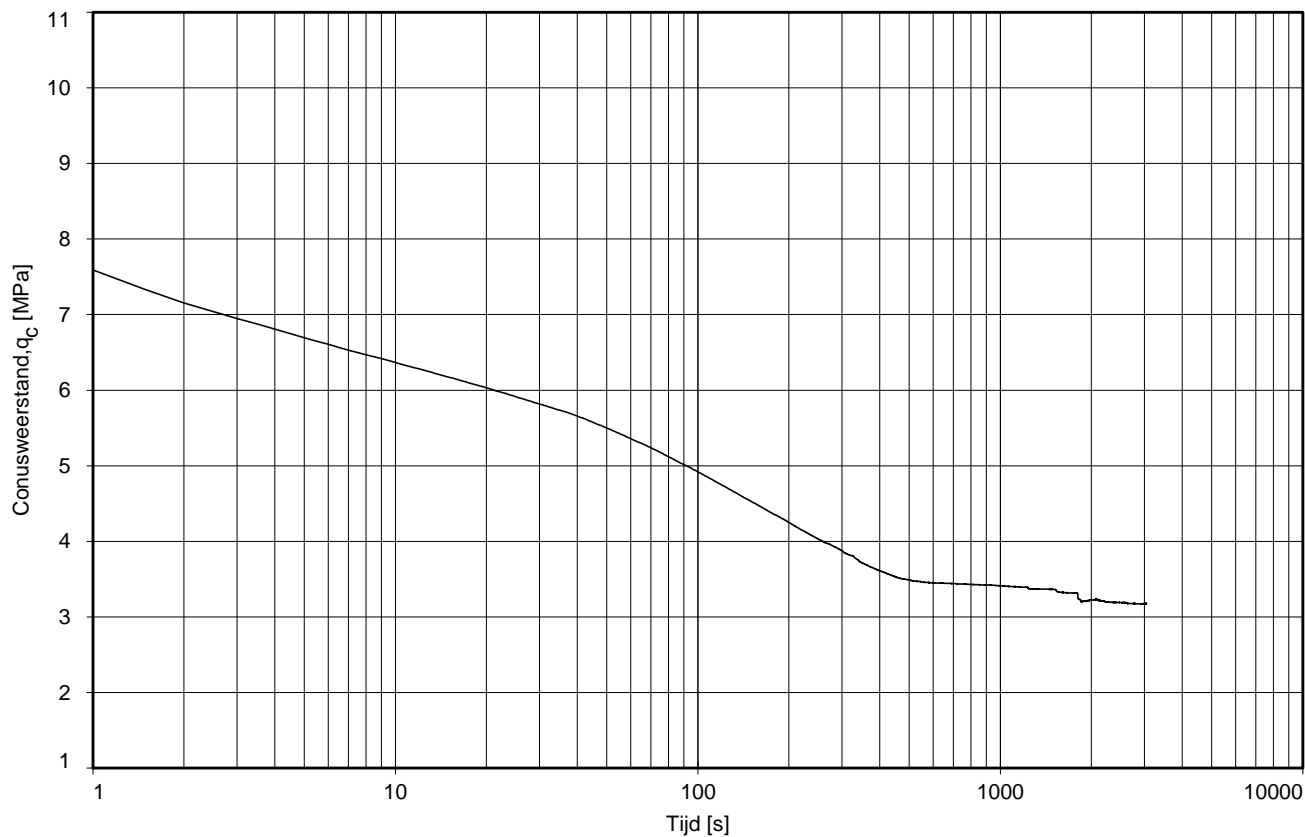


Dissipatietest nummer	: 2			
Dissipatietest diepte	: NAP	-0.05 m	MV = NAP	+12.45m
Waterspanning begin dissipatietest	: 0.079 MPa		Opg. : AT/CV	d.d. 16-okt-2015
Waterspanning einde dissipatietest	: 0.077 MPa		Get. : VALKF	d.d. 23-okt-2015

DISSIPATIETEST

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
Sond. HPT48-146+50D

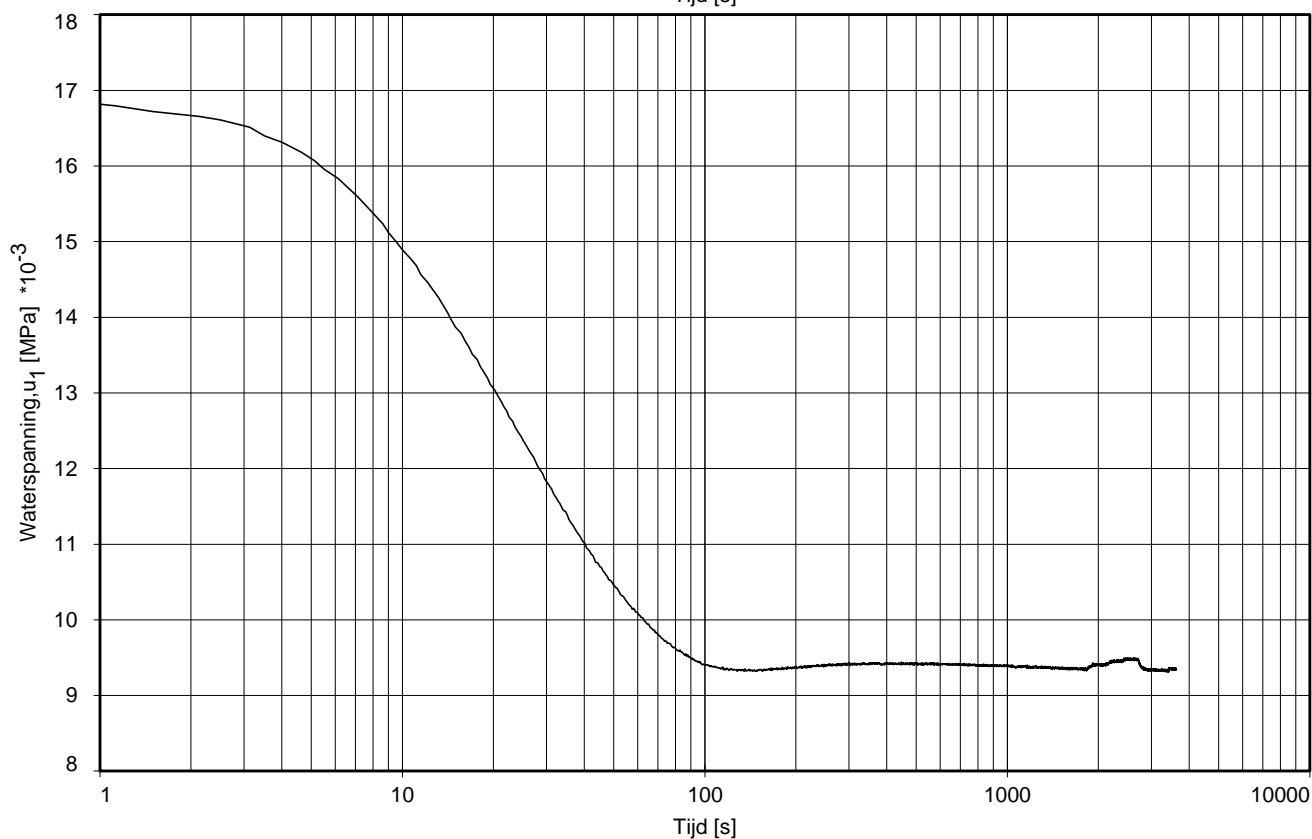
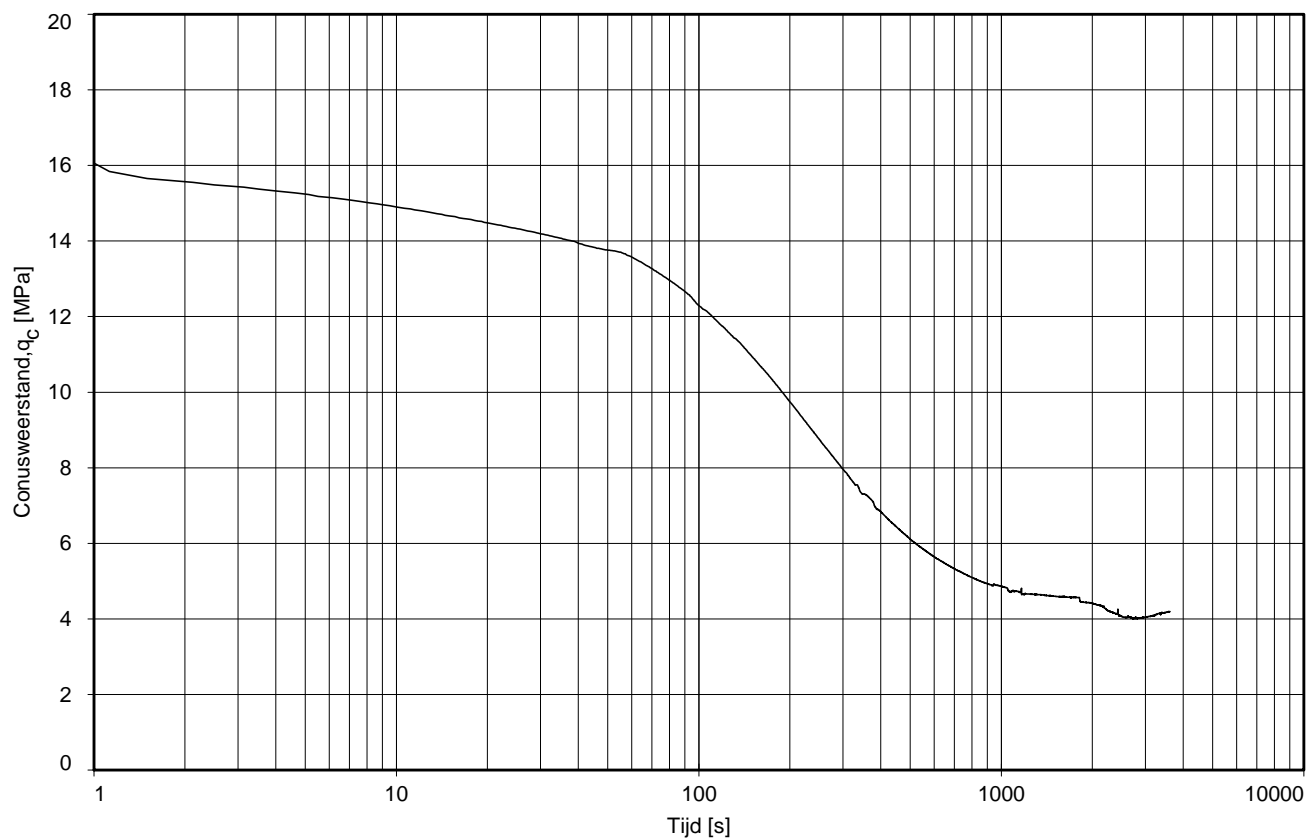


Dissipatietest nummer	: 3		
Dissipatietest diepte	: NAP	-6.06 m	MV = NAP +12.45m
Waterspanning begin dissipatietest	: 0.133 MPa		Opg. : AT/CV d.d. 16-okt-2015
Waterspanning einde dissipatietest	: 0.136 MPa		Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015

DISSIPATIETEST

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
Sond. HPT48-146+50D

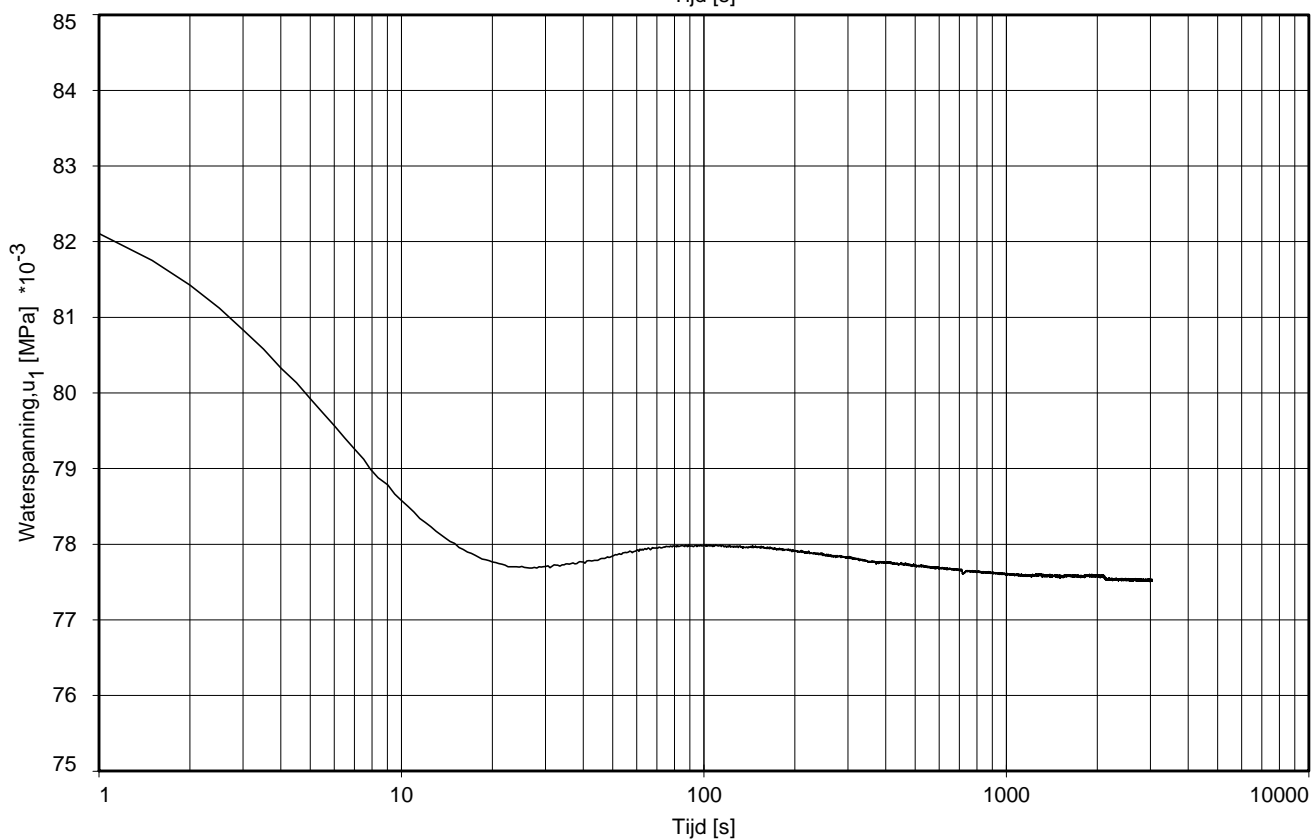
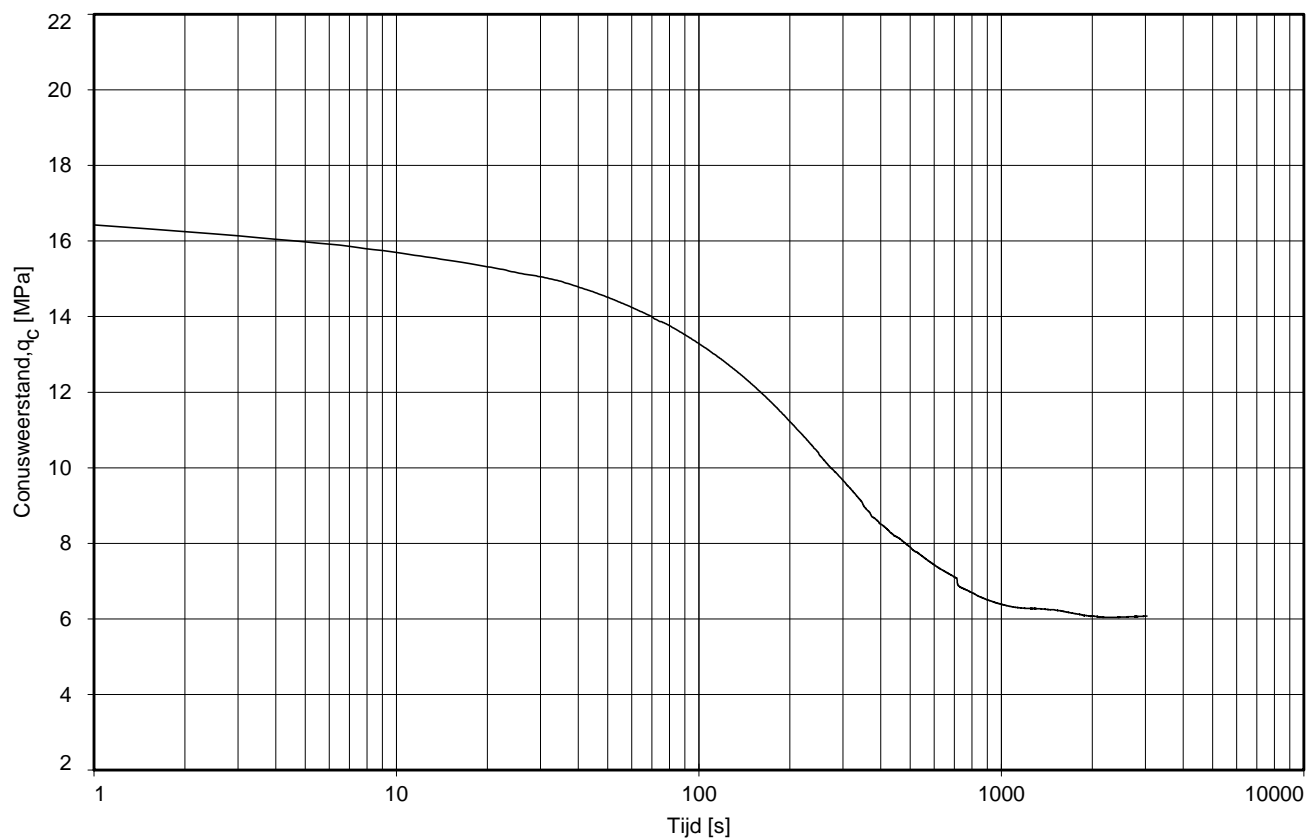


Dissipatietest nummer	: 1			
Dissipatietest diepte	: NAP	6.96 m	MV = NAP	+16.66m
Waterspanning begin dissipatietest	: 0.017 MPa		Opg.:	AT/CV d.d. 15-okt-2015
Waterspanning einde dissipatietest	: 0.009 MPa		Get.:	VALKF d.d. 23-okt-2015

DISSIPATIETEST

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
Sond. HPT48-148C

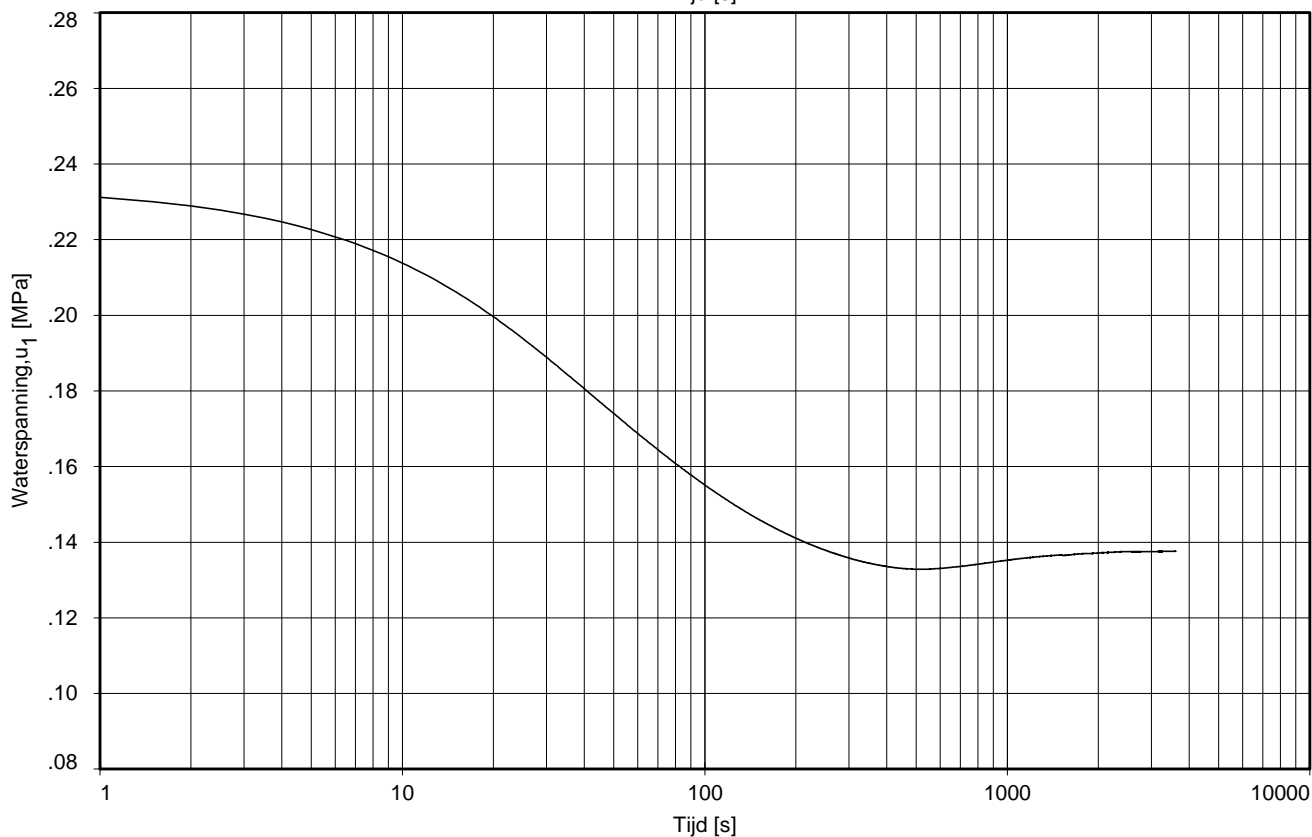
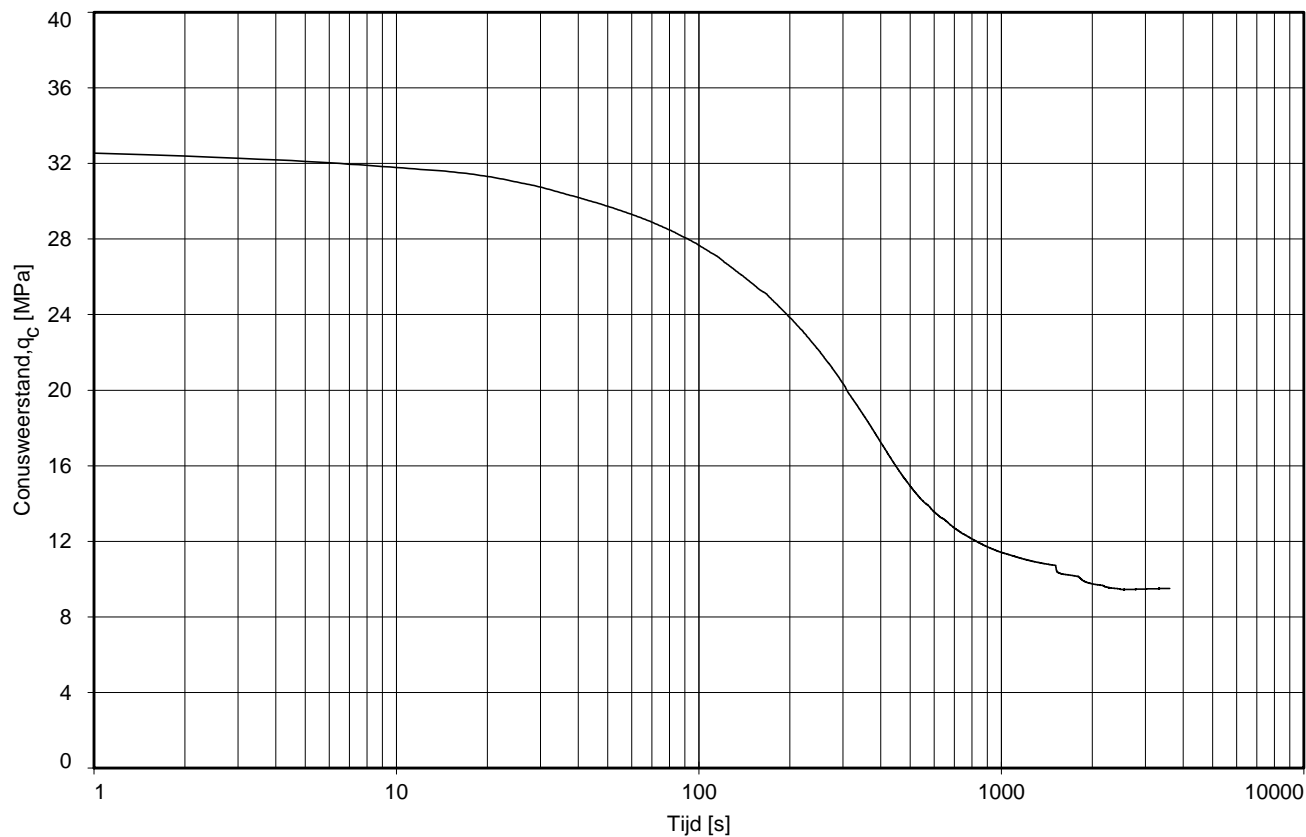


Dissipatietest nummer	: 2		
Dissipatietest diepte	: NAP	-0.04 m	MV = NAP +16.66m
Waterspanning begin dissipatietest	: 0.083 MPa		Opg. : AT/CV d.d. 15-okt-2015
Waterspanning einde dissipatietest	: 0.078 MPa		Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015

DISSIPATIETEST

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
Sond. HPT48-148C

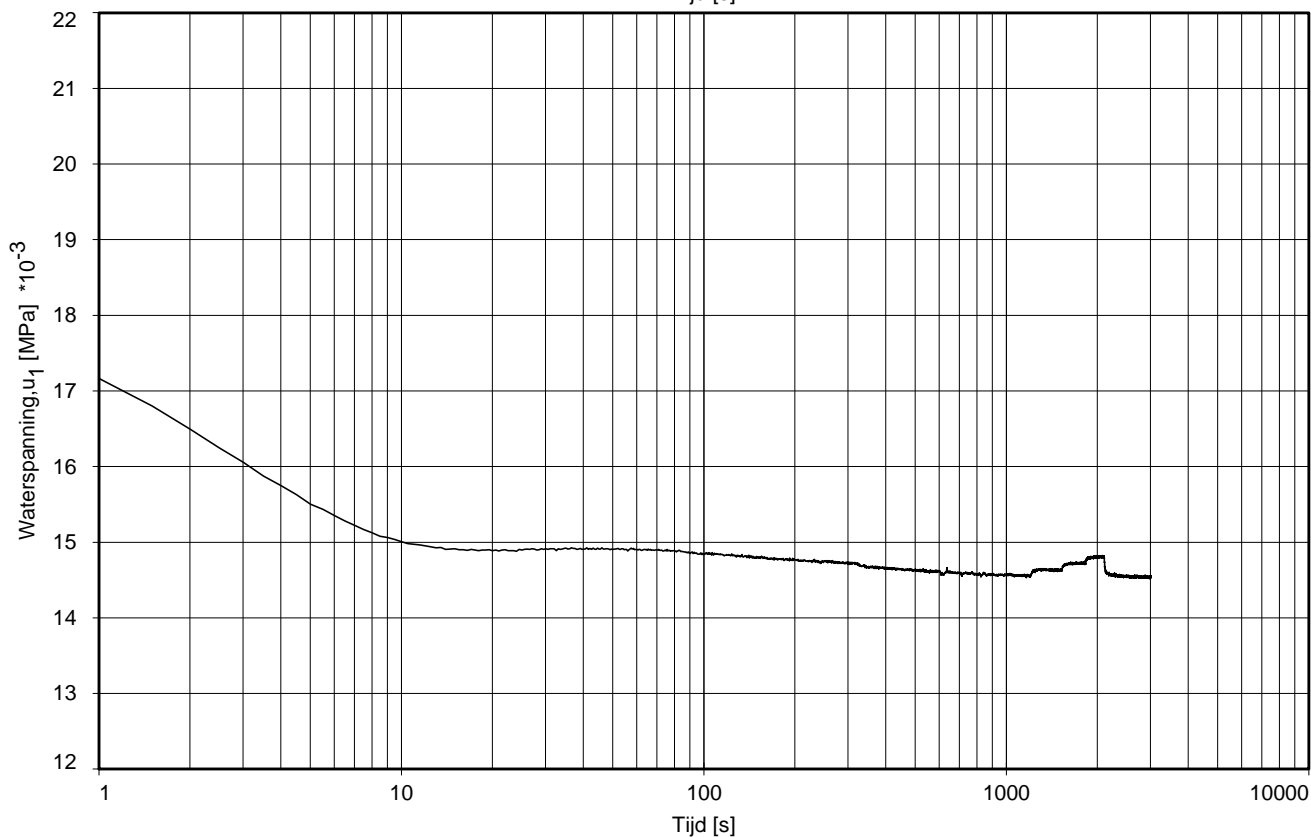
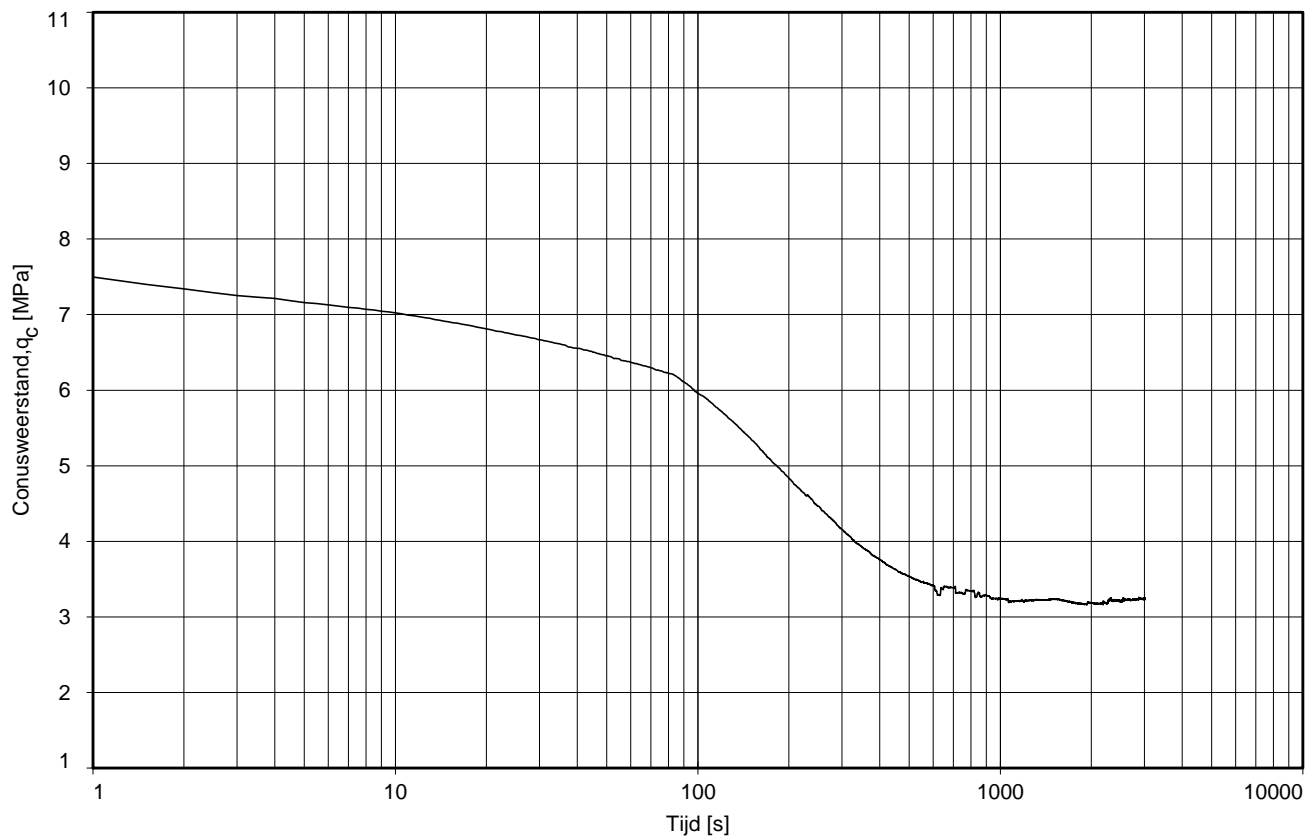


Dissipatietest nummer	:	3			
Dissipatietest diepte	:	NAP	-6.04	m	MV = NAP +16.66m
Waterspanning begin dissipatietest	:	0.234	MPa	Opg. :	AT/CV d.d. 15-okt-2015
Waterspanning einde dissipatietest	:	0.138	MPa	Get. :	VALKF d.d. 23-okt-2015

DISSIPATIETEST

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
Sond. HPT48-148C

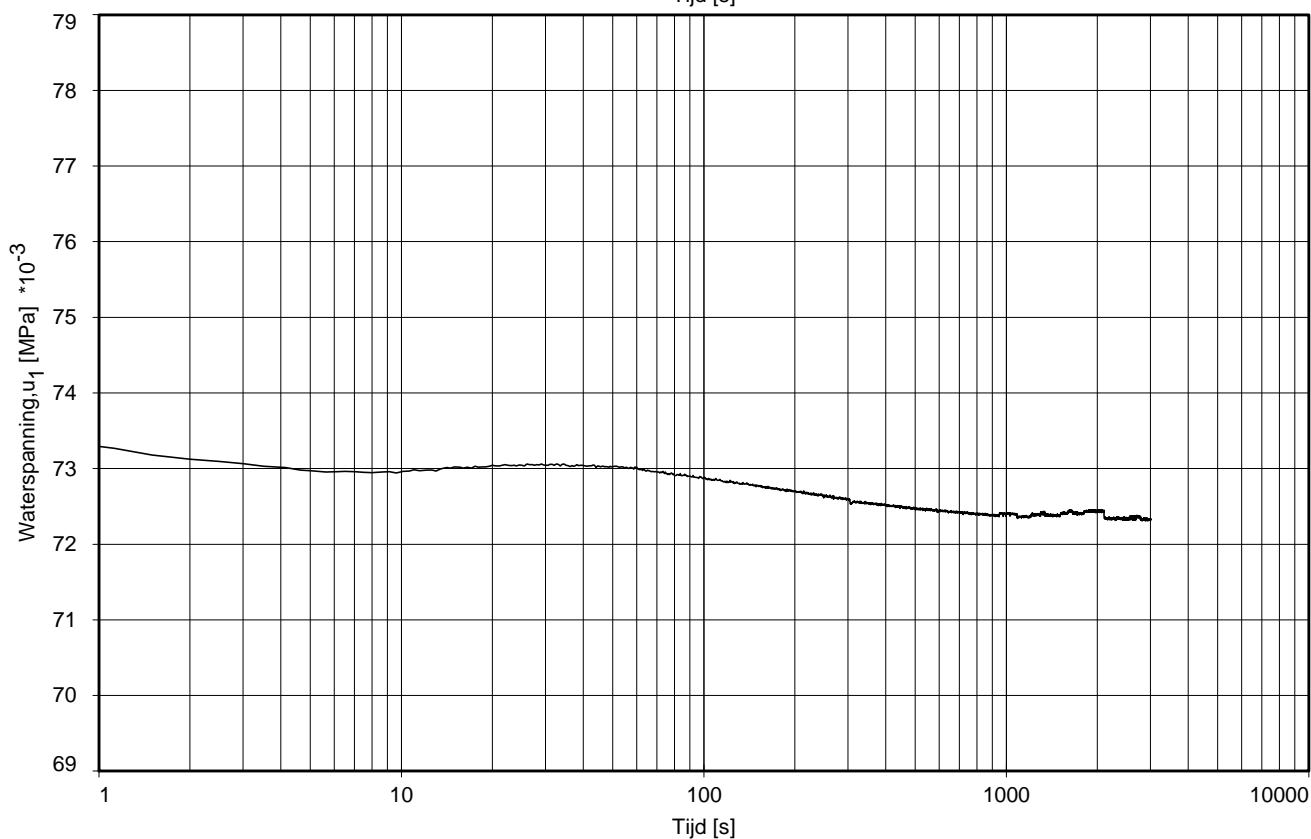
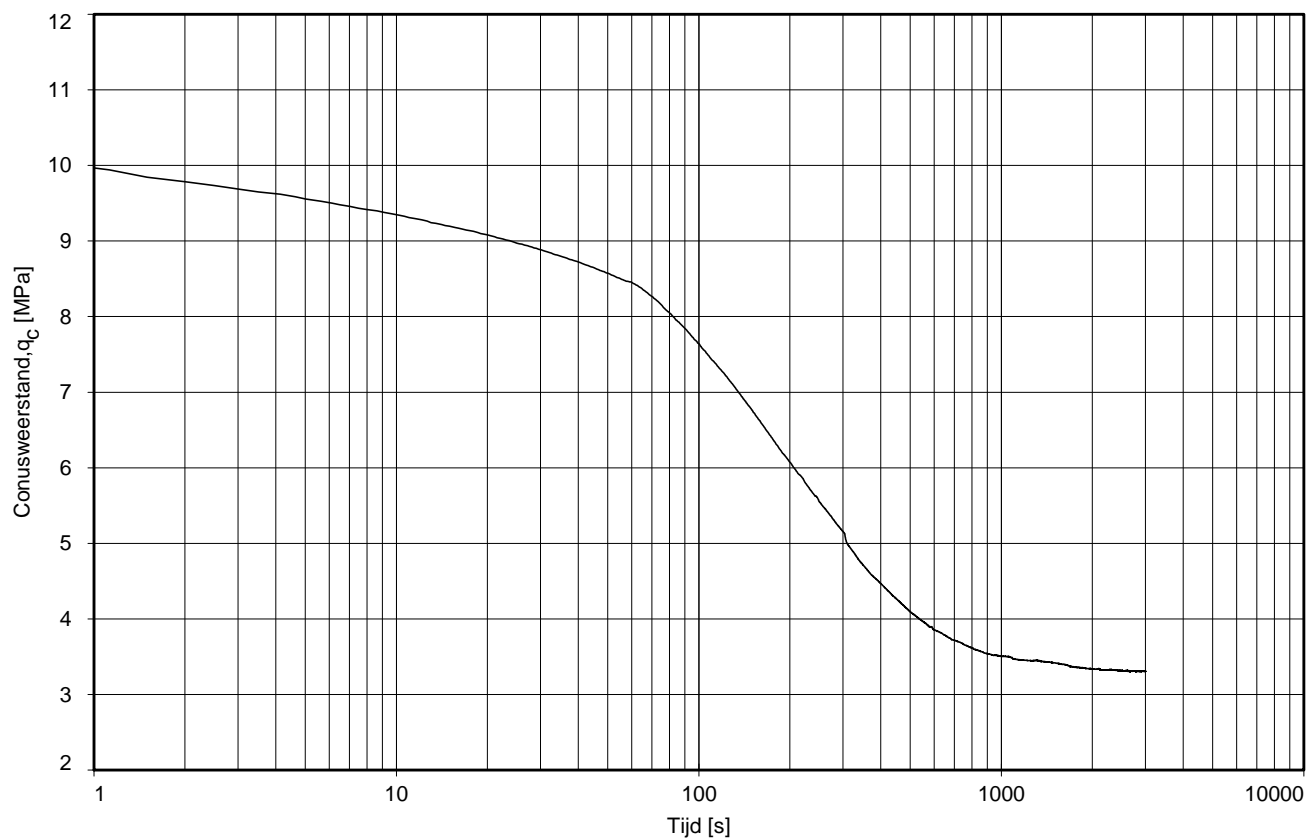


Dissipatietest nummer	:	1			
Dissipatietest diepte	:	NAP	6.08 m	MV = NAP	+10.58m
Waterspanning begin dissipatietest	:	0.019 MPa		Opg. :	AT/CV d.d. 13-okt-2015
Waterspanning einde dissipatietest	:	0.015 MPa		Get. :	VALKF d.d. 23-okt-2015

DISSIPATIETEST

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT, PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
Sond. HPT48-229+65E

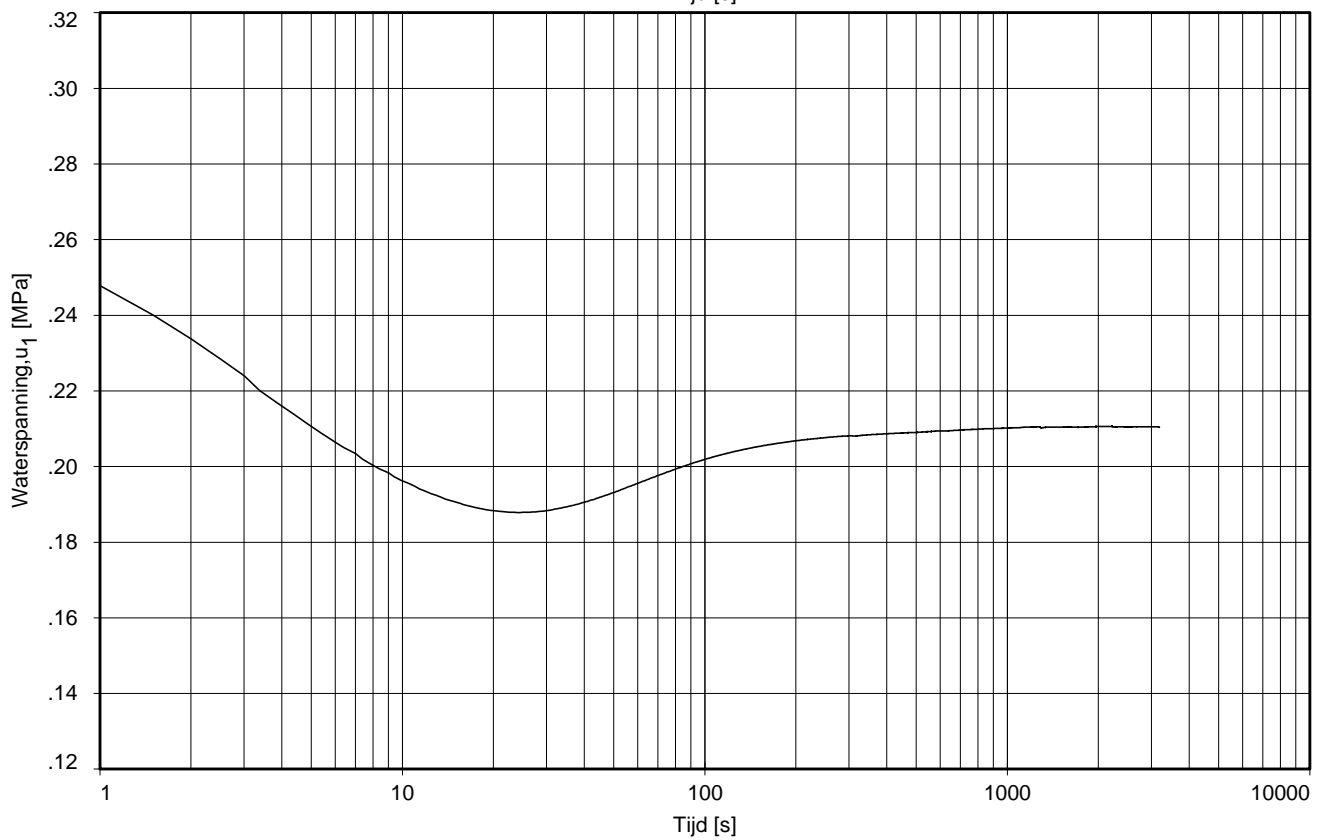
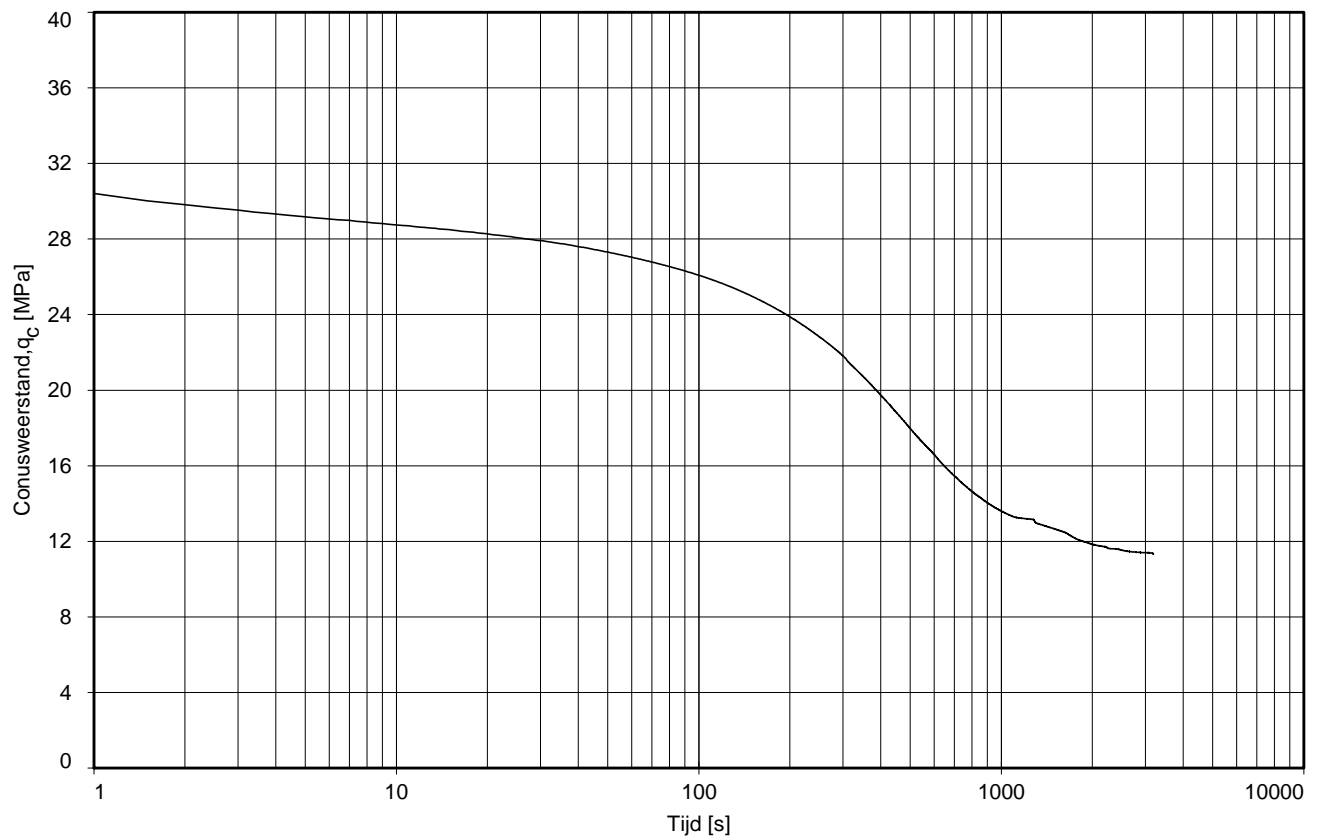


Dissipatietest nummer	:	2			
Dissipatietest diepte	:	NAP	0.09	m	MV = NAP +10.58m
Waterspanning begin dissipatietest	:		0.075	MPa	Opg. : AT/CV d.d. 13-okt-2015
Waterspanning einde dissipatietest	:		0.072	MPa	Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015

DISSIPATIETEST

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT, PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
Sond. HPT48-229+65E

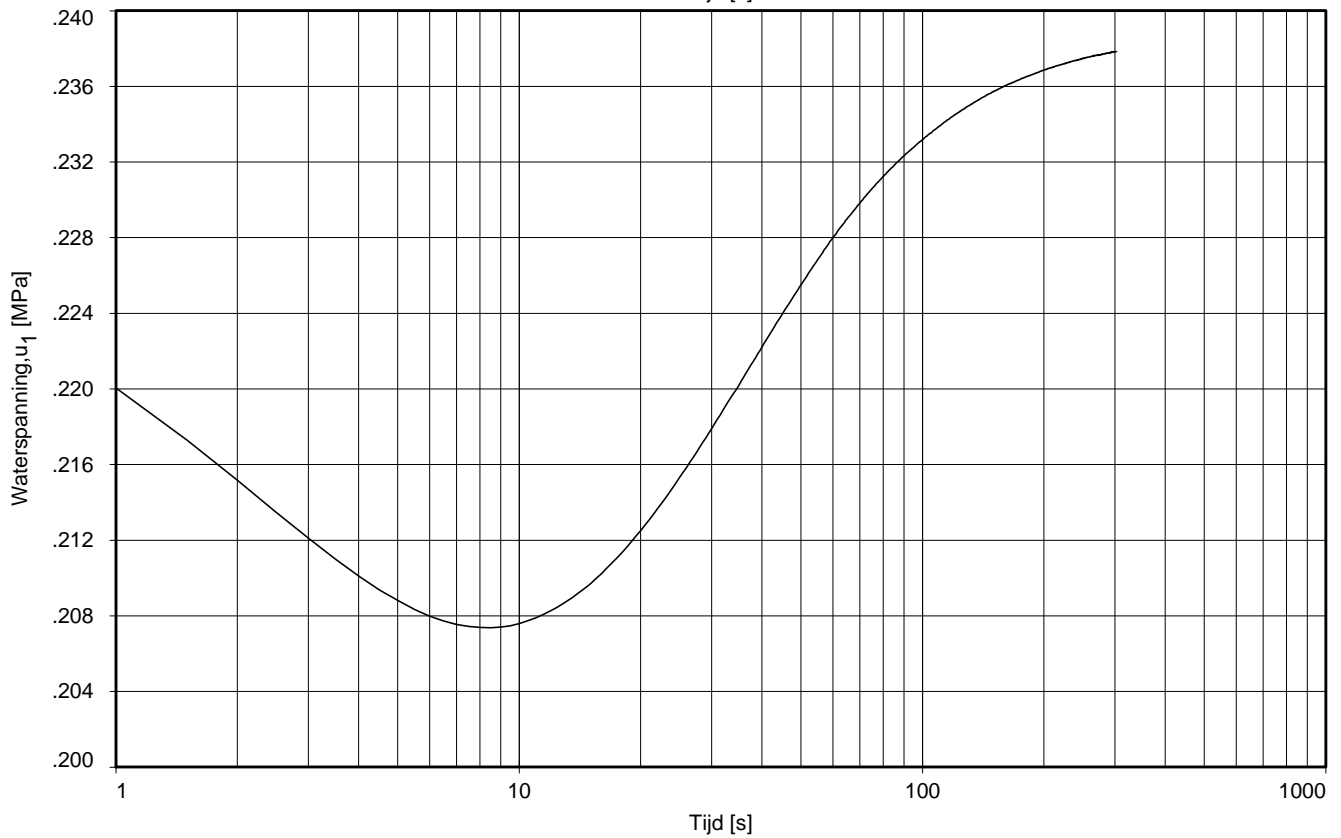
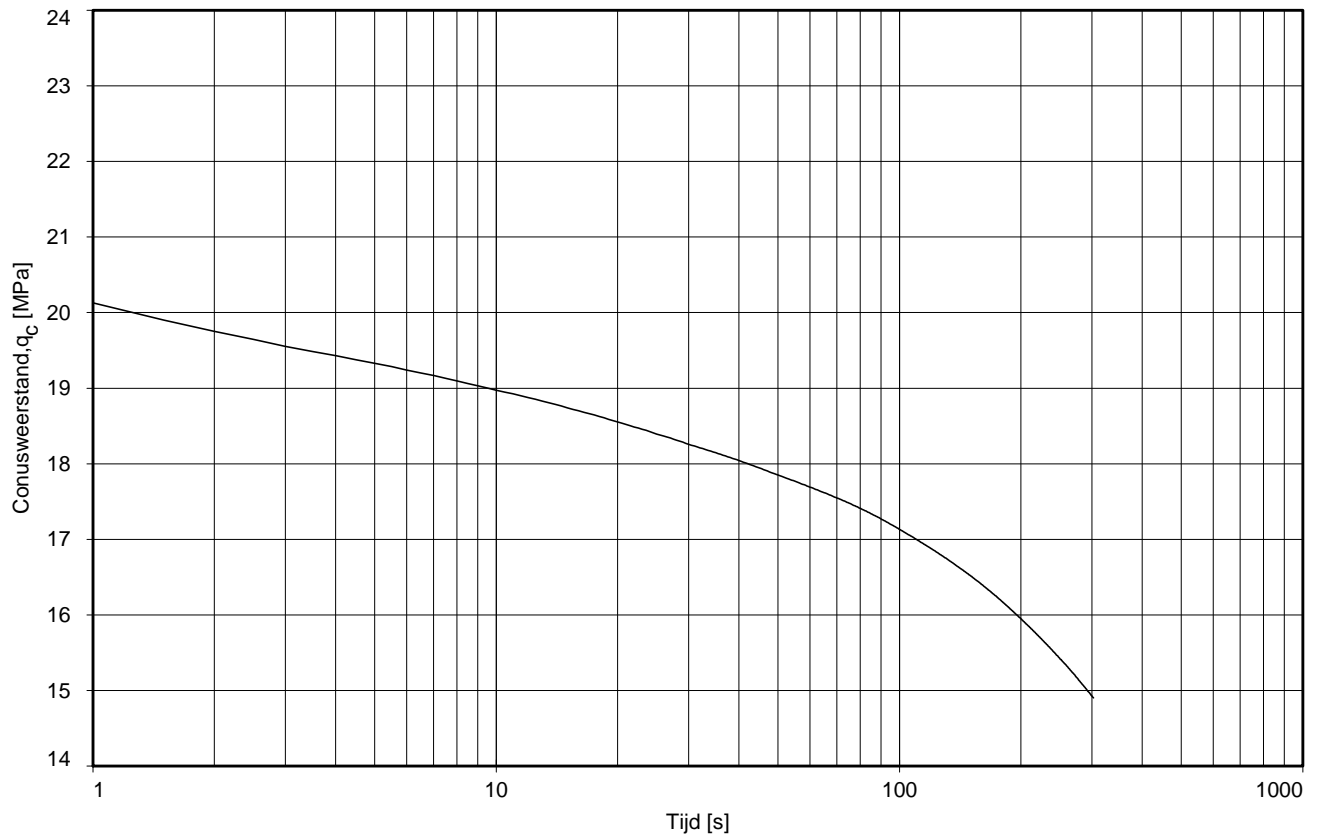


Dissipatietest nummer	: 3				
Dissipatietest diepte	: NAP	-13.91	m	MV = NAP	+10.58m
Waterspanning begin dissipatietest	: 0.269	MPa		Opg. :	AT/CV d.d. 13-okt-2015
Waterspanning einde dissipatietest	: 0.210	MPa		Get. :	VALKF d.d. 23-okt-2015

DISSIPATIETEST

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT, PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
Sond. HPT48-229+65E

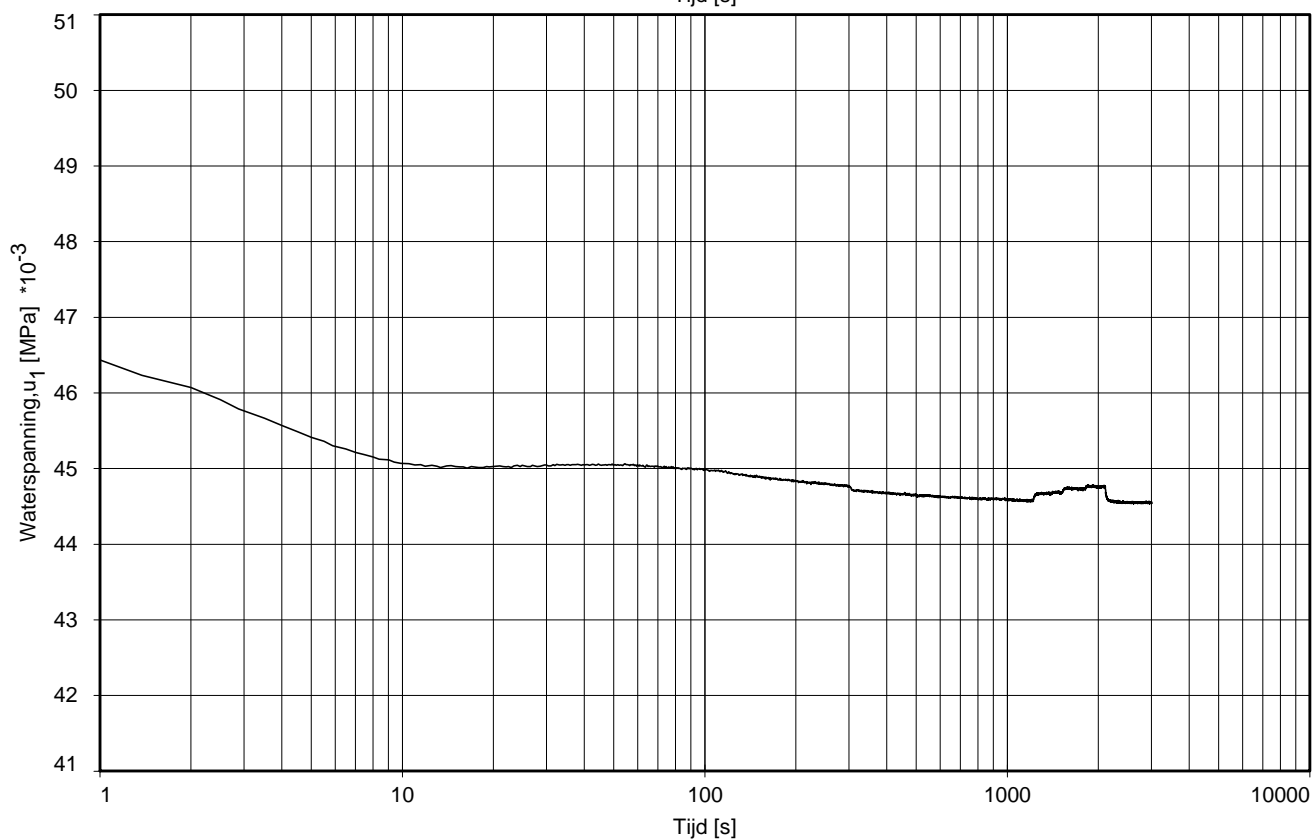
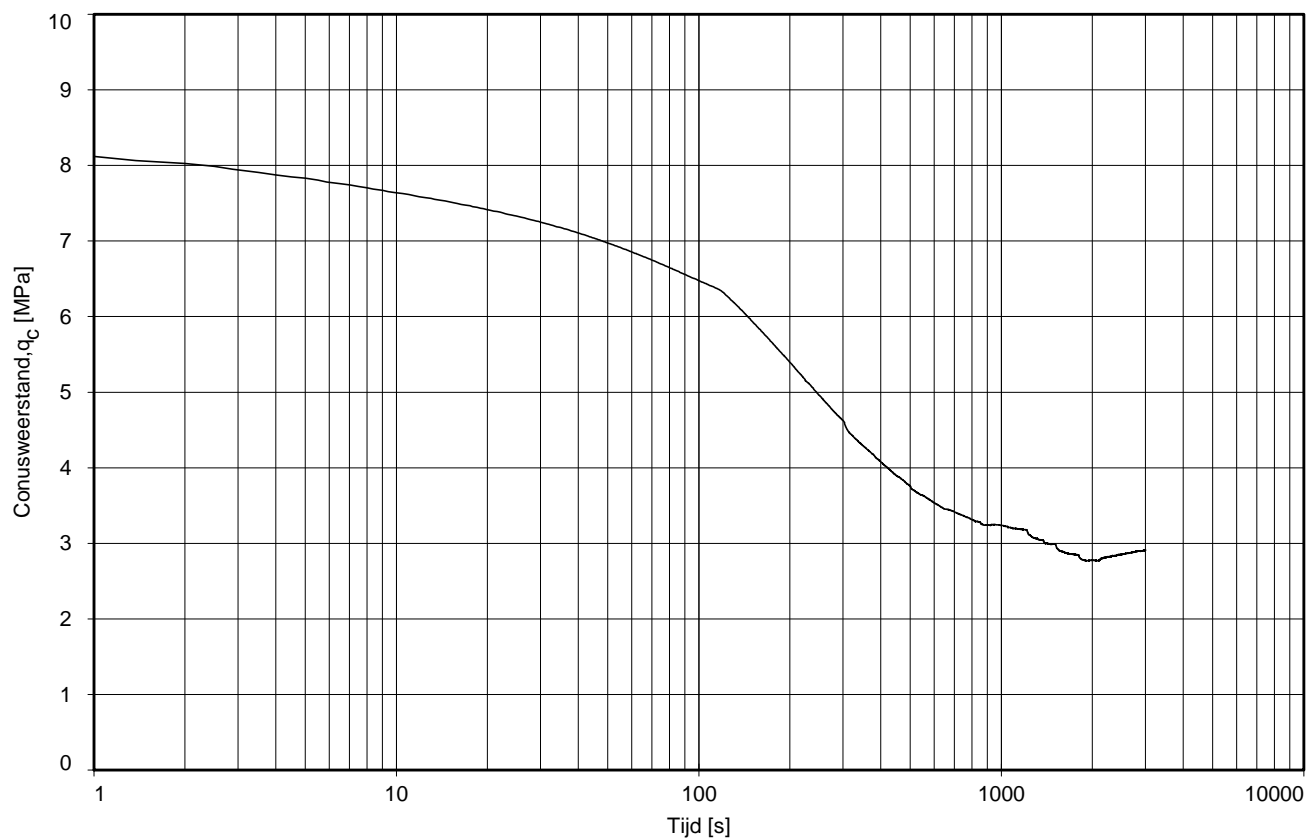


Dissipatietest nummer	:	4			
Dissipatietest diepte	:	NAP	-16.90	m	MV = NAP +10.58m
Waterspanning begin dissipatietest	:	0.238	MPa		Opg. : AT/CV d.d. 13-okt-2015
Waterspanning einde dissipatietest	:	0.238	MPa		Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015

DISSIPATIETEST

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT, PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
Sond. HPT48-229+65E

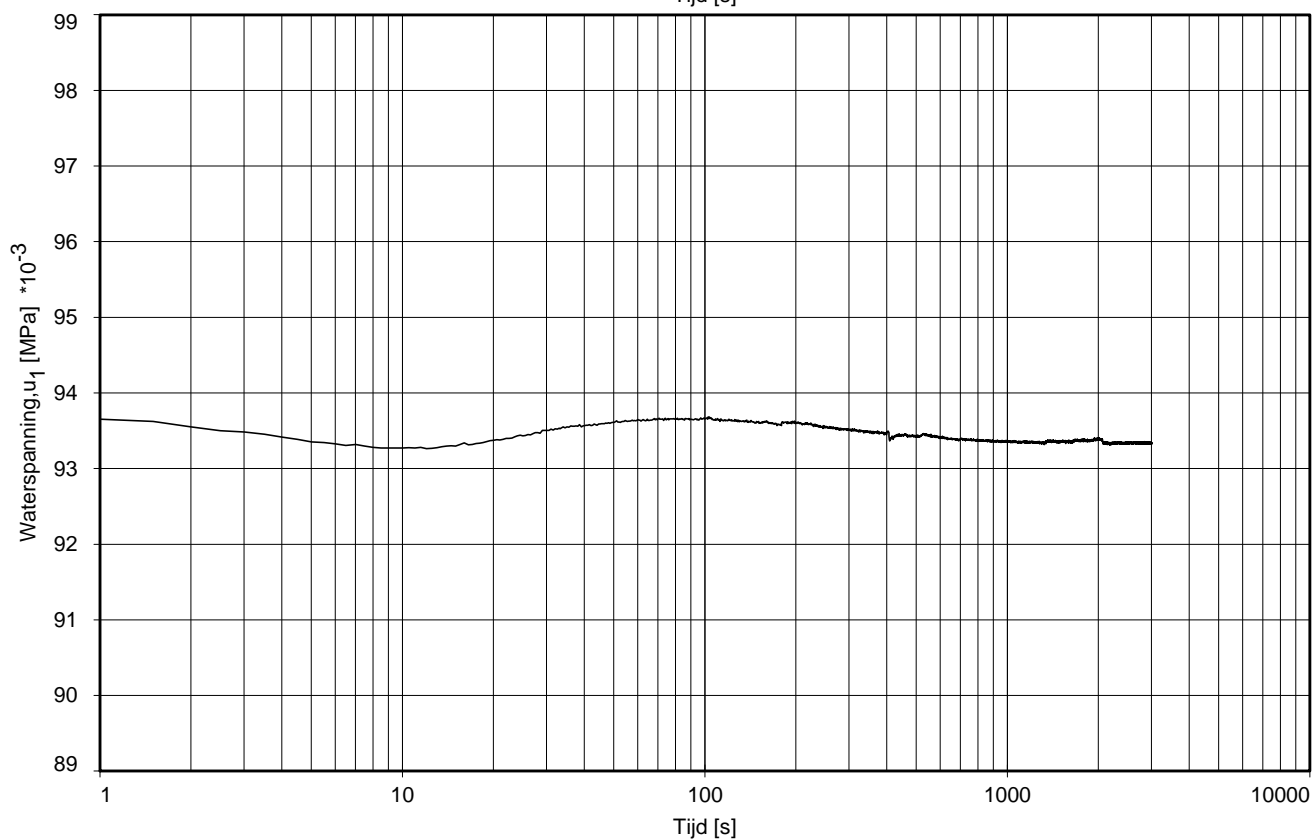
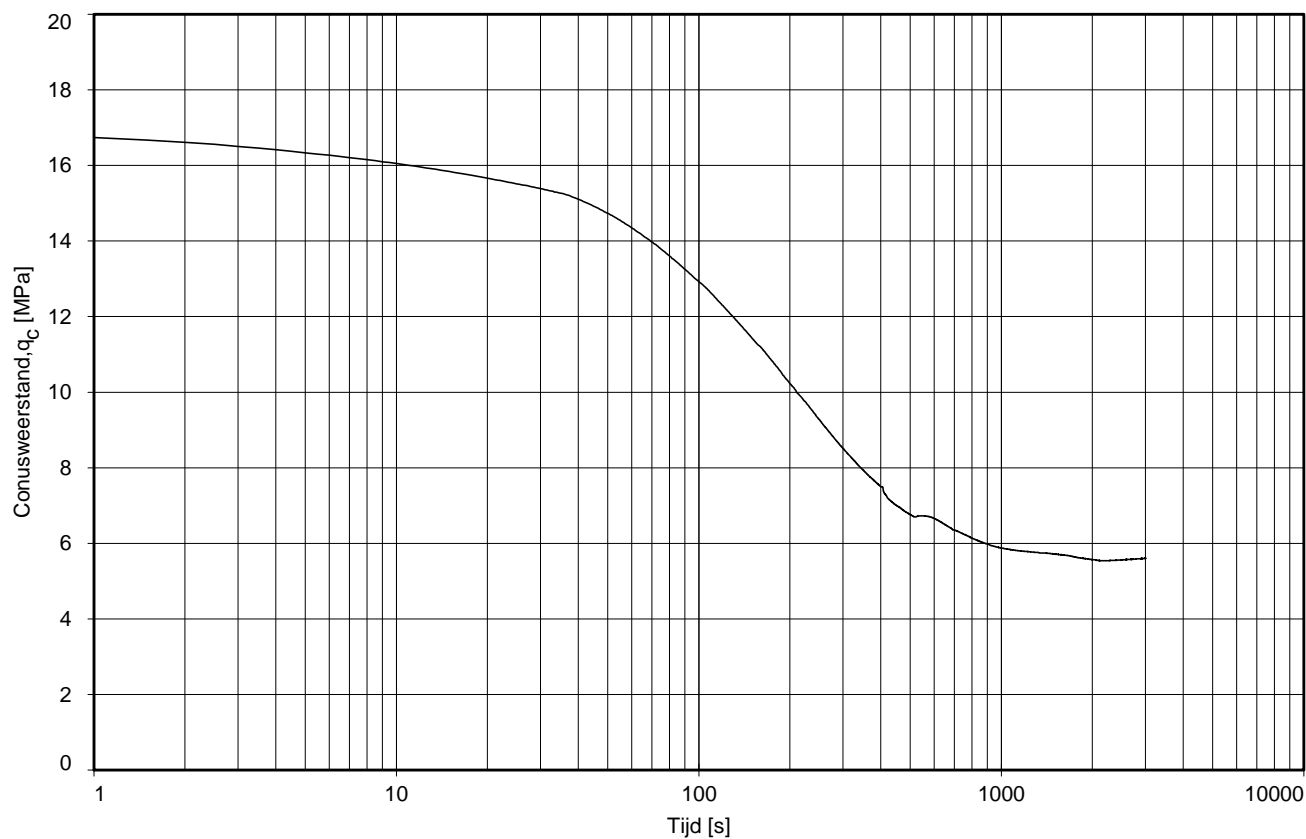


Dissipatietest nummer	:	1			
Dissipatietest diepte	:	NAP	5.02	m	MV = NAP +11.02m
Waterspanning begin dissipatietest	:		0.047	MPa	Opg. : AT/CV d.d. 13-okt-2015
Waterspanning einde dissipatietest	:		0.045	MPa	Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015

DISSIPATIETEST

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
Sond. HPT48-230+10A

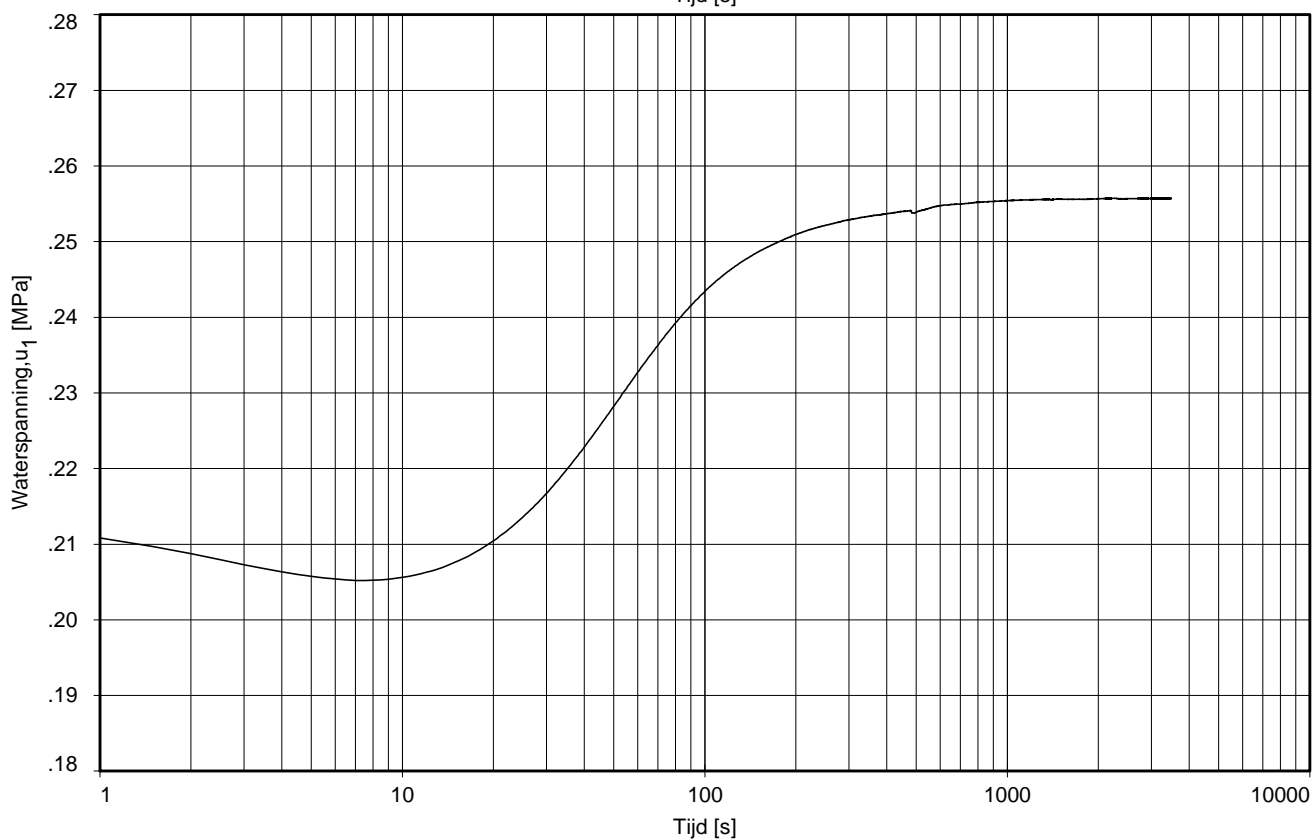
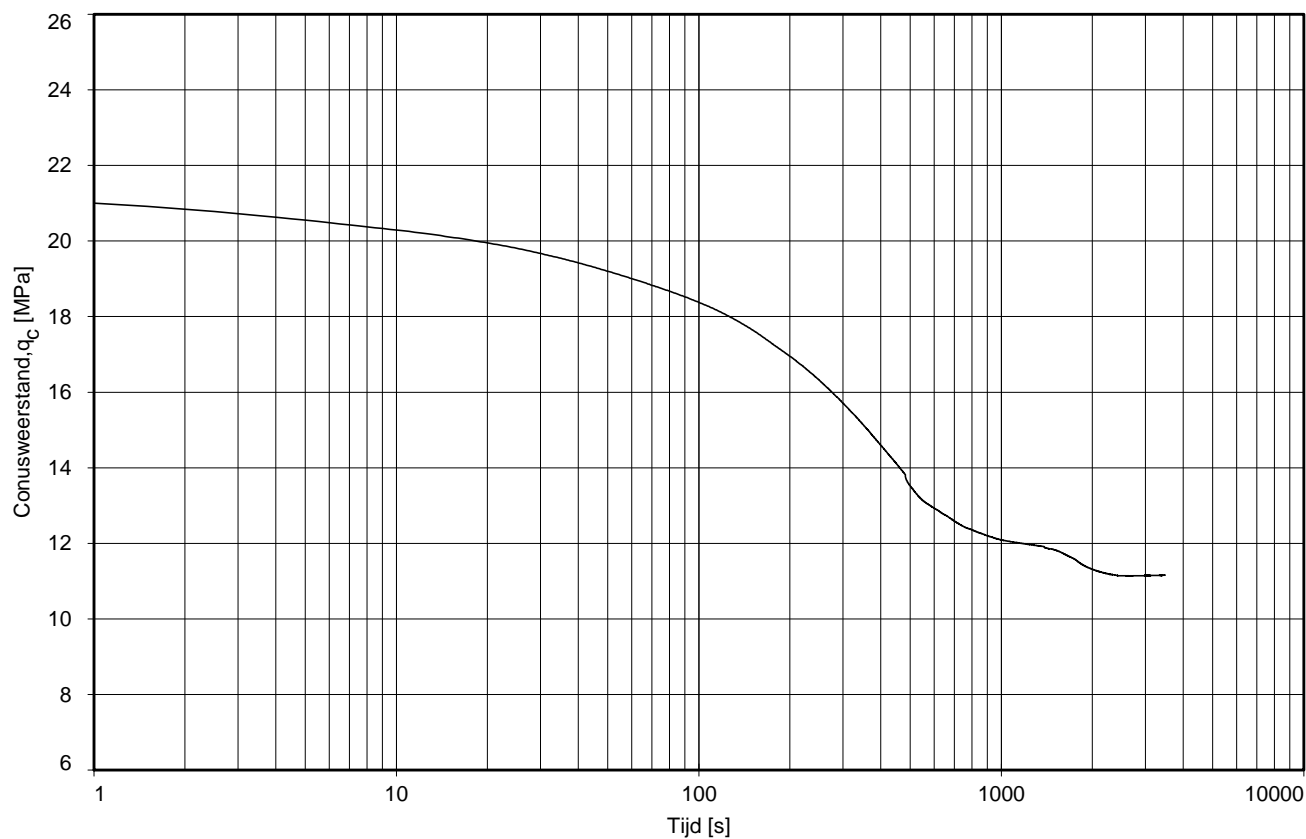


Dissipatietest nummer	: 2				
Dissipatietest diepte	: NAP	0.03	m	MV = NAP	+11.02m
Waterspanning begin dissipatietest	: 0.094	MPa		Opg.:	AT/CV d.d. 13-okt-2015
Waterspanning einde dissipatietest	: 0.093	MPa		Get.:	VALKF d.d. 23-okt-2015

DISSIPATIETEST

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
Sond. HPT48-230+10A



Dissipatietest nummer	: 3		
Dissipatietest diepte	: NAP	-16.42 m	MV = NAP +11.02m
Waterspanning begin dissipatietest	: 0.214 MPa		Opg. : AT/CV d.d. 13-okt-2015
Waterspanning einde dissipatietest	: 0.256 MPa		Get. : VALKF d.d. 23-okt-2015

DISSIPATIETEST

DOORLATENDHEIDSONDERZOEK WESTERVOORT PANNERDEN & LOBITH

Opdr. 1215-0052-000
Sond. HPT48-230+10A

Meettechniek

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

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

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

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

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

Interpretatie van de sonderingen met plaatselijke wrijvingsweerstand

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

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

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

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

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

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

Presentatie sondeergegevens

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

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

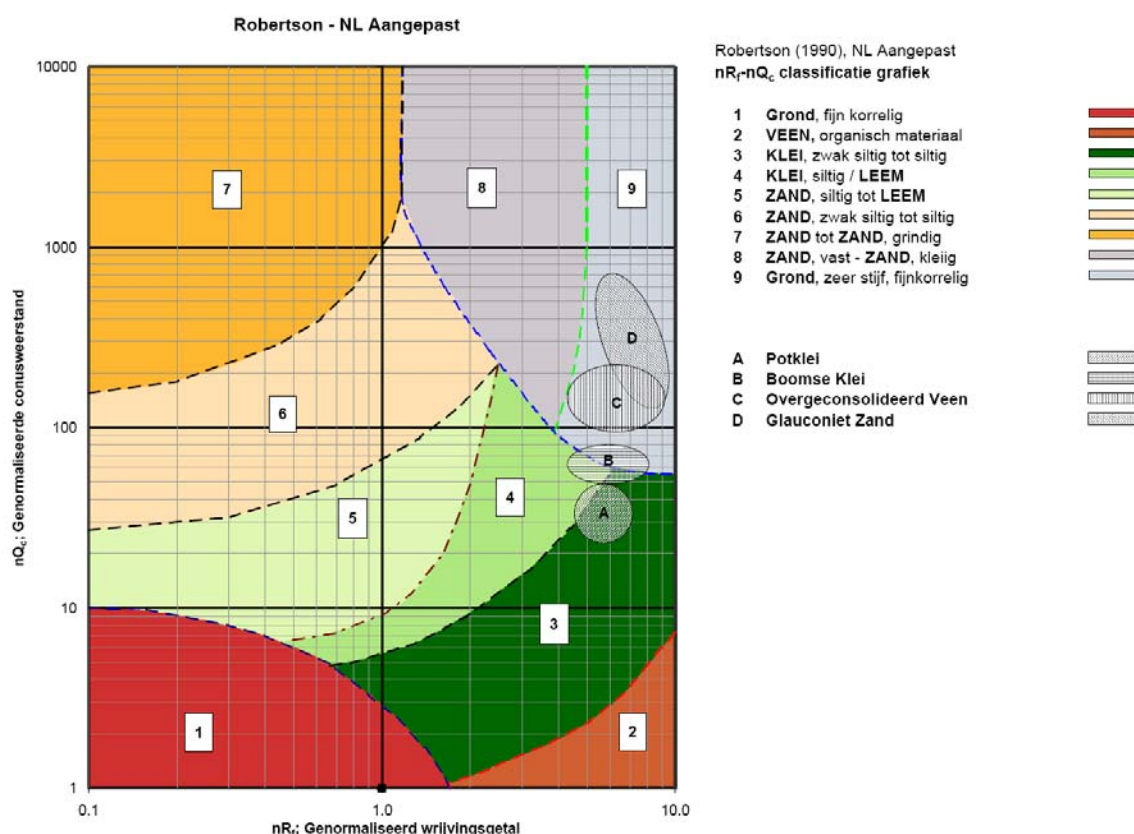
Genormaliseerde conusweerstand:
$$nQ_c = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}$$

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

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

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

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



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

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

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

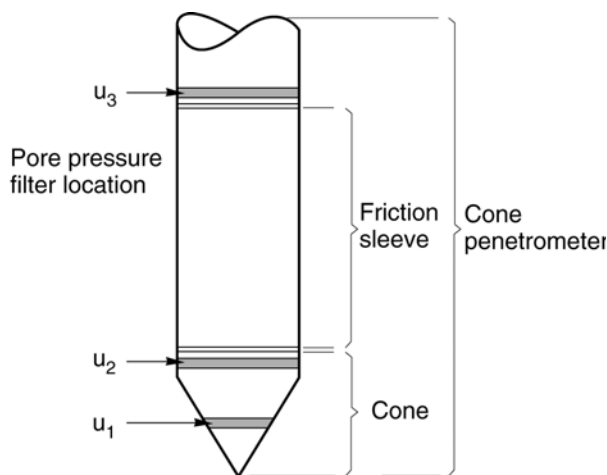
Andere conustypen

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

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

Waterspanningssonderingen

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



Figuur 1 Principe piëzo-conus

Uitvoeringswijze

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

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

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

Interpretatie

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

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

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

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

Wateroverspanningindex B_q

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

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

waarin:

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

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

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

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

Dissipatietest

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

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

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

Klassenindeling EN-ISO 22476-1

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

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

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

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

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

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

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

Klassenindeling NEN 5140

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

klasse	Meetgrootheid	toelaatbare meetonzekerheid	meetinterval
1	Conusweerstand	0,05 MPa of 3%	20 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,01 MPa of 10%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 1 %	
2	Conusweerstand	0,25 MPa of 5%	50 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 15%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 2 %	
3	Conusweerstand	0,5 MPa of 5%	100 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 20%	
	Helling	5°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 2 %	
4	Conusweerstand	0,5 MPa of 5%	100 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 20%	
	Sondeerlengte	0,1 m of 1%	

Opmerking: De toelaatbare meetonzekerheid is de grotere waarde van de absolute meetonzekerheid en de relatieve meetonzekerheid. De relatieve meetonzekerheid geldt voor de meetwaarde en niet voor het meetbereik.

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

LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN

Boringen / Peilbuizen

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

Sonderingen

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

Overige symbolen

- Meetpunt
- Hoogtemaat

Type sonderingen

- D Diepsondering
- HS Handsondering
- S Slagsondering

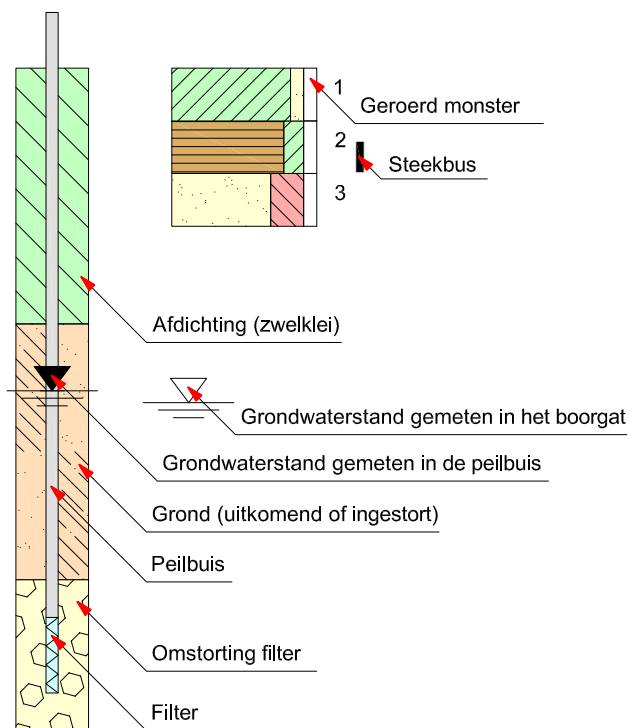
Toegevoegde metingen

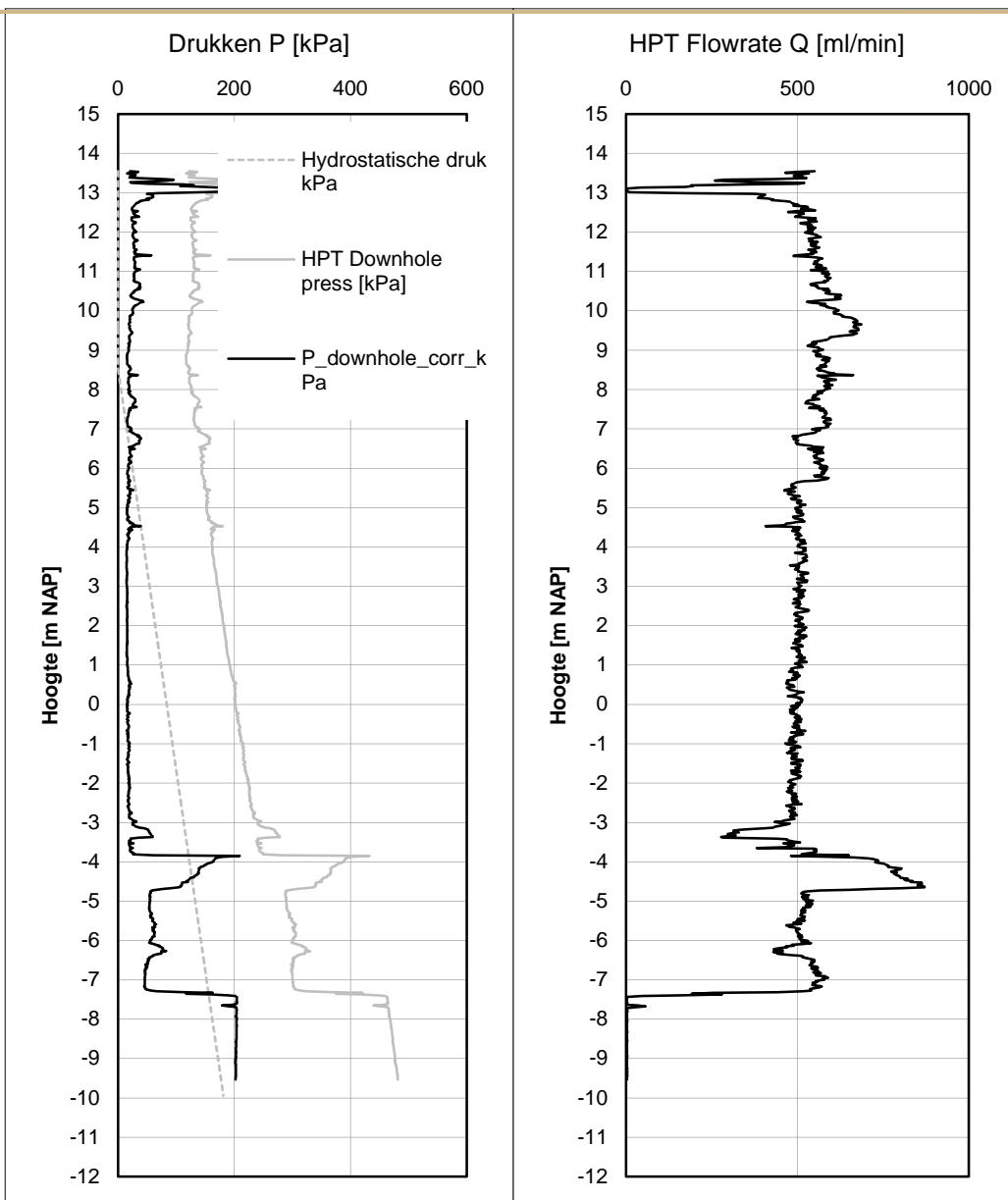
- KM Meting van de plaatselijke kleef
- P Meting van de waterspanning
- M Meting van de magnetische veldsterkte
- G Meting van de geleidbaarheid
- S Meting van de schuifgolfsnelheid (seismische meting)
- T Meting van de temperatuur

Legenda / Terminologie

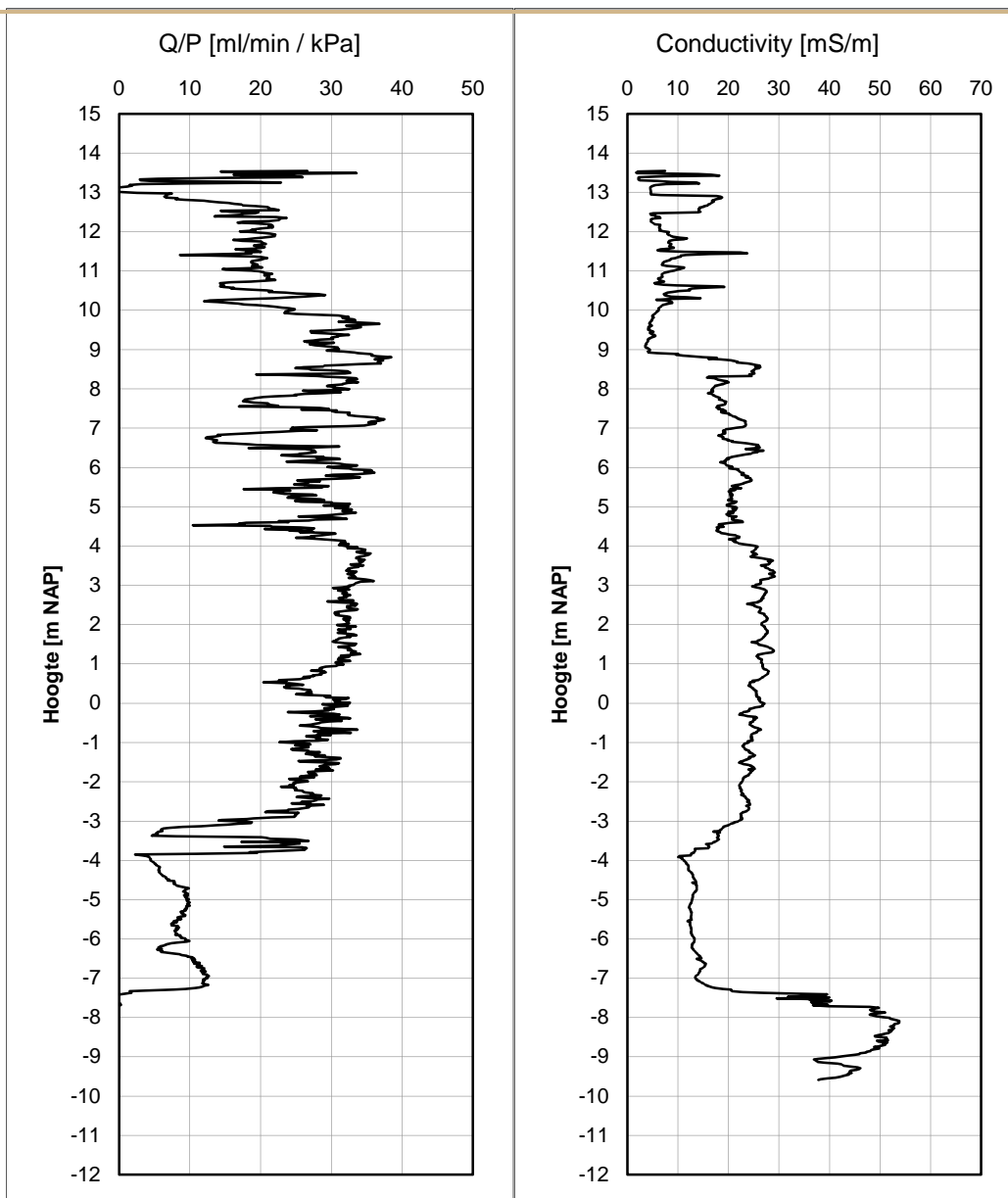
- | | |
|-----------------------|-----------------------------|
| Grind | Klei |
| Grind, siltig | Klei, zwak siltig |
| Grind, zwak zandig | Klei, matig siltig |
| Grind, matig zandig | Klei, sterk siltig |
| Grind, sterk zandig | Klei, uiterst siltig |
| Grind, uiterst zandig | Klei, zwak zandig |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

Peilbuis

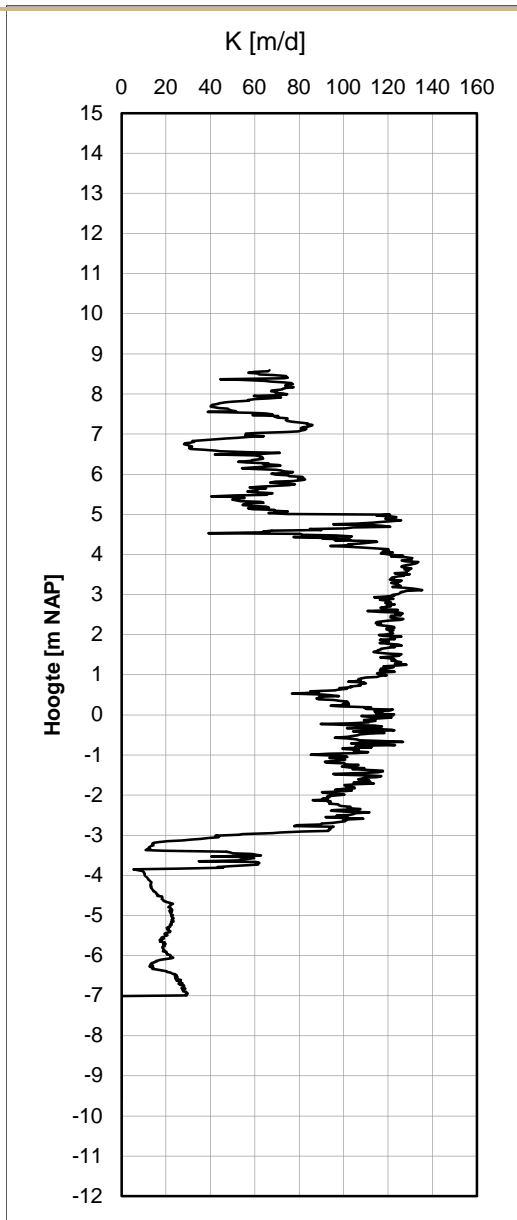




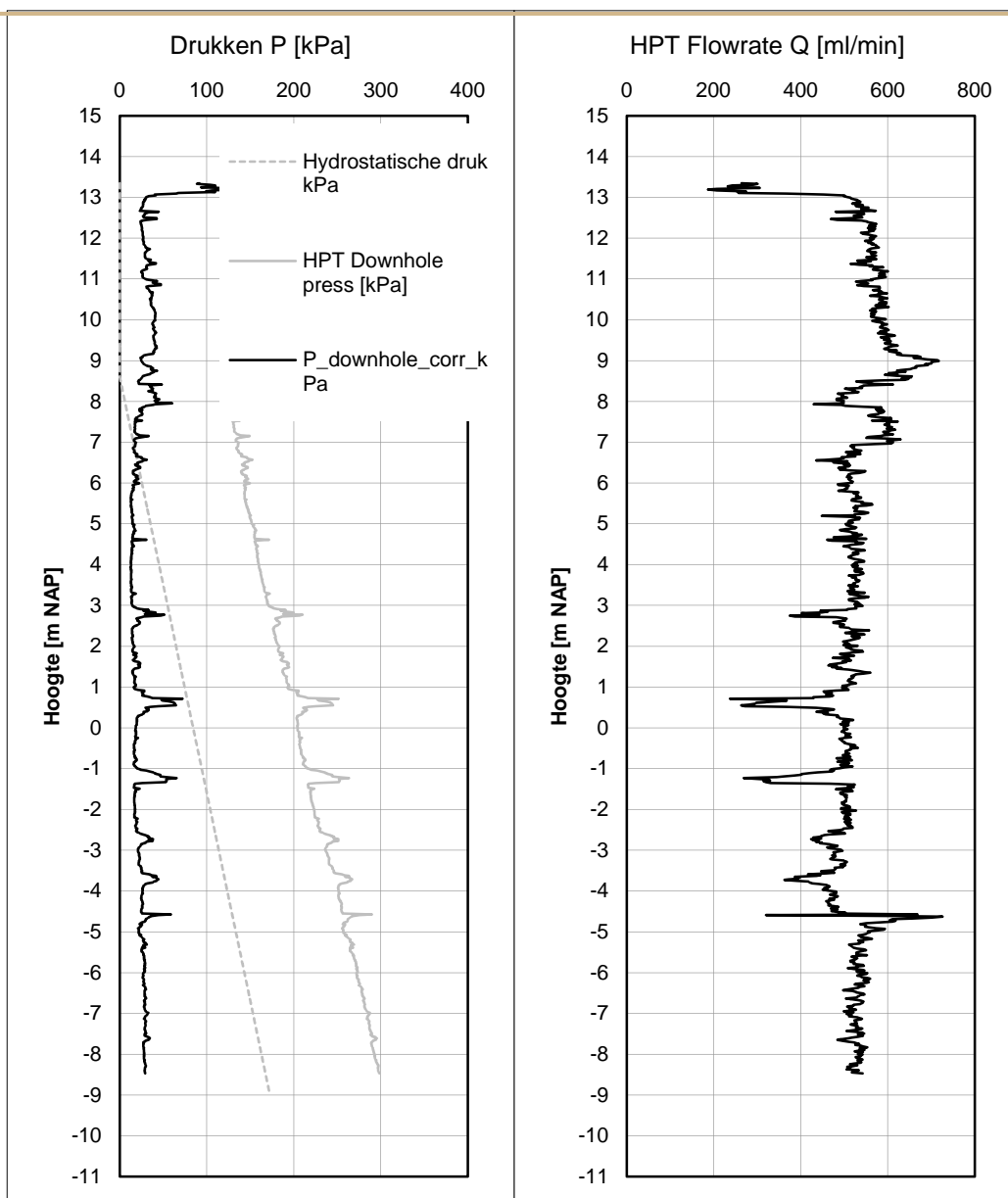
sondering HPT48-072+15E
plaatsnaam LOBITH



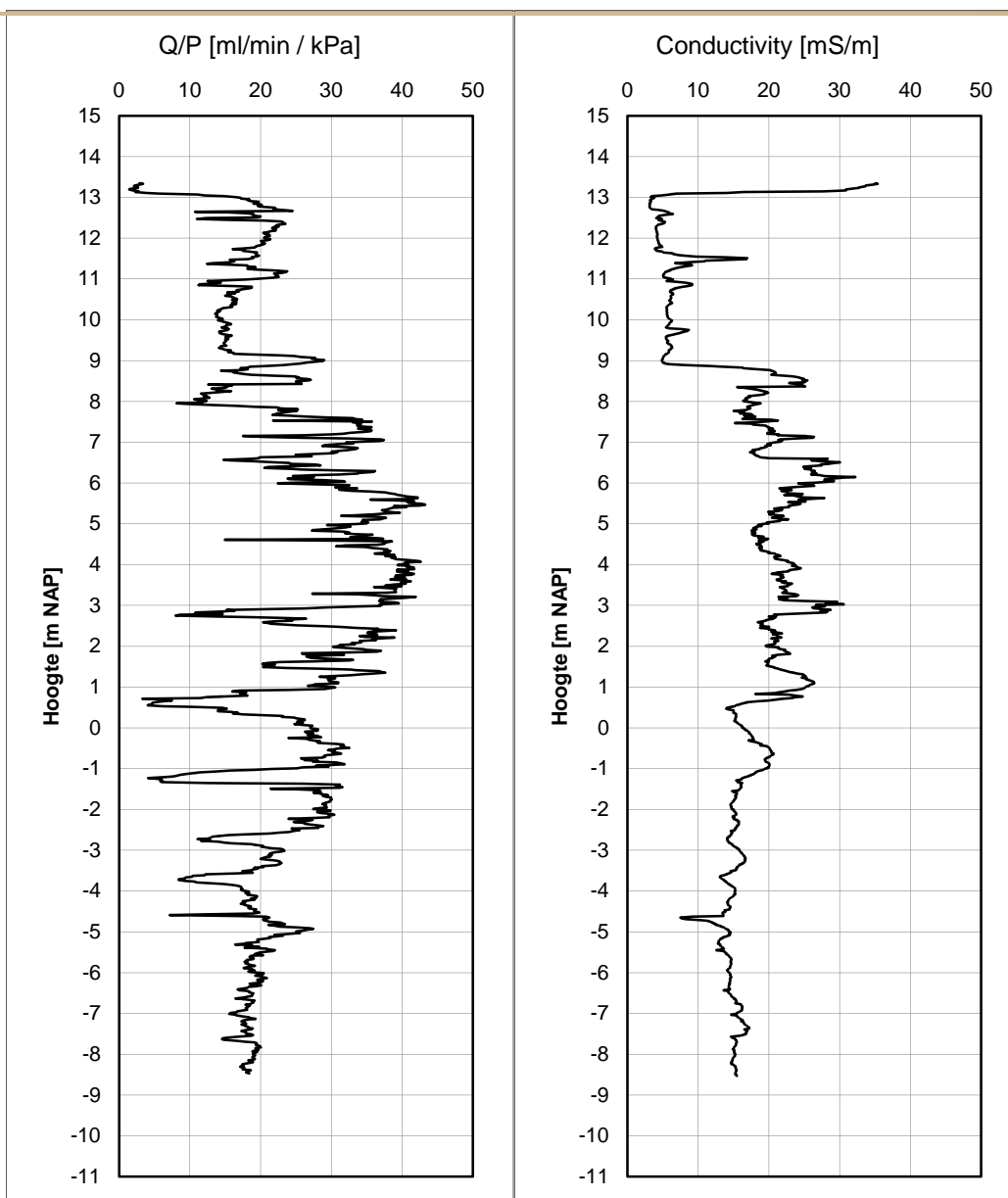
sondering HPT48-072+15E
plaatsnaam LOBITH



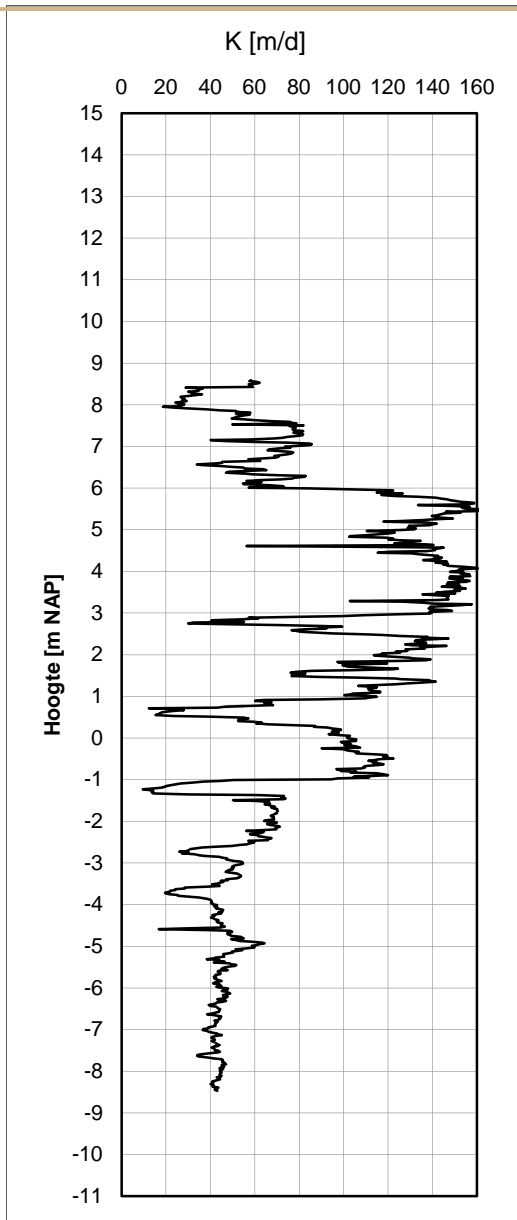
sondering HPT48-072+15E
plaatsnaam LOBITH



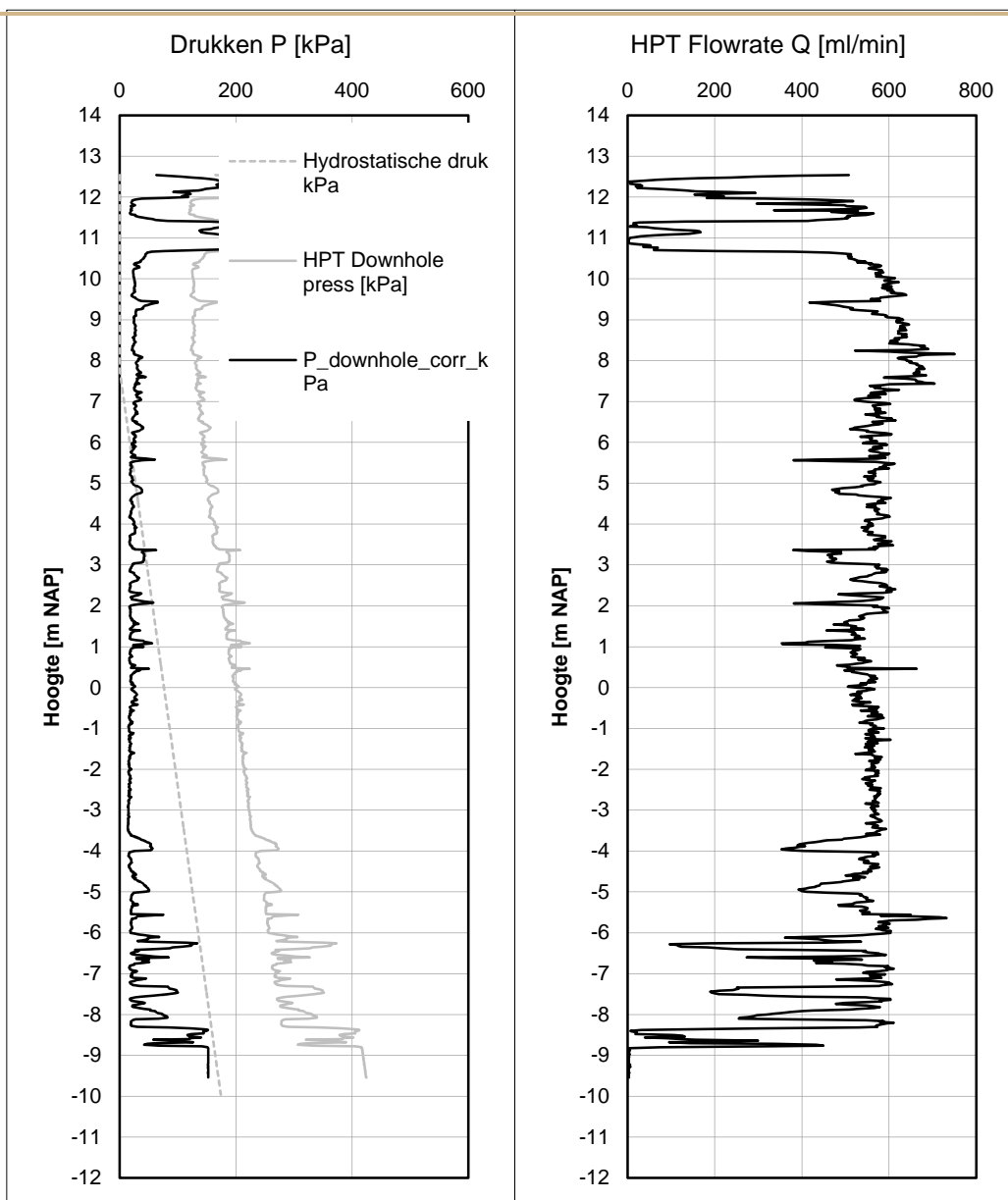
sondering 48.073B
plaatsnaam LOBITH



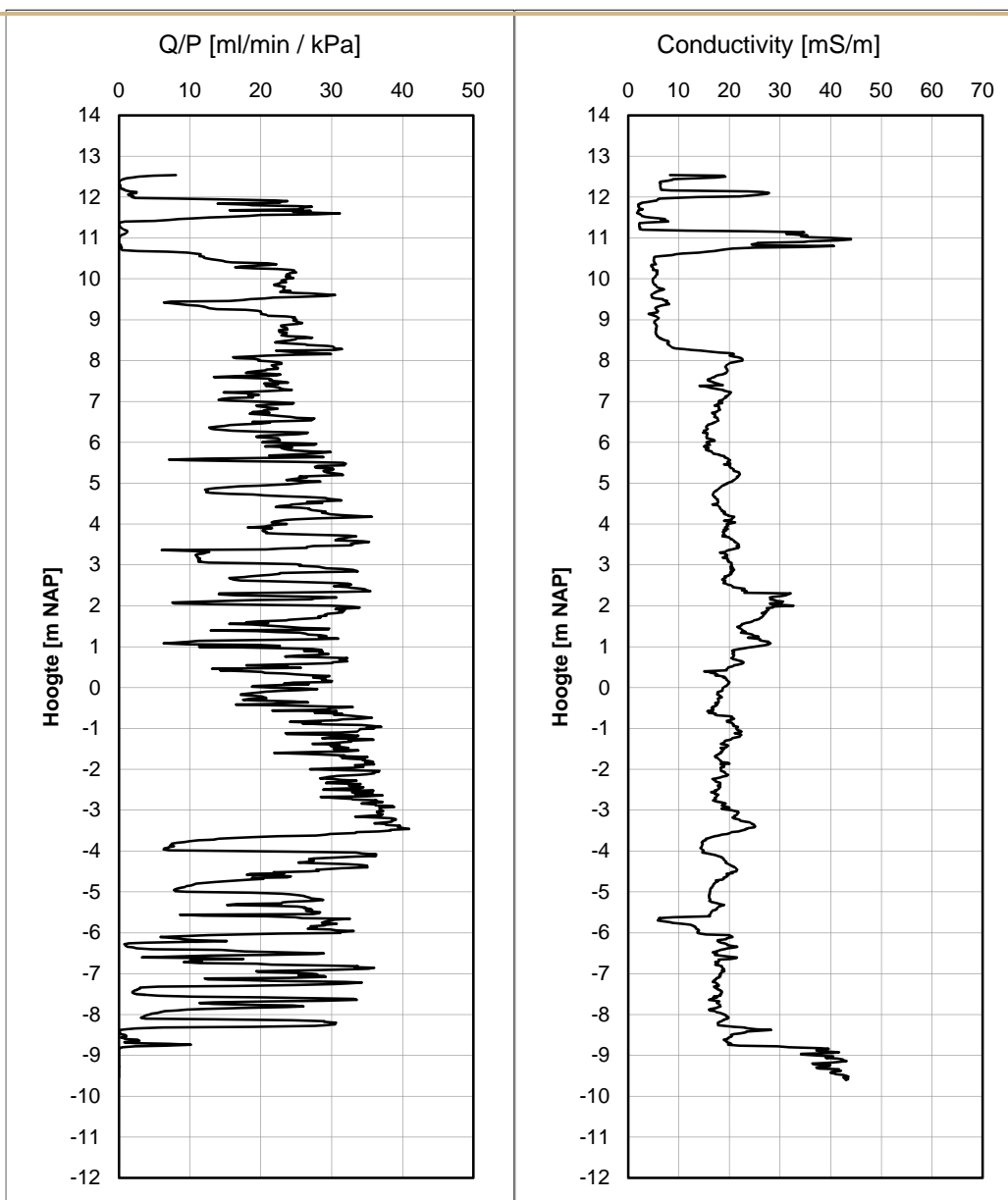
sondering 48.073B
plaatsnaam LOBITH



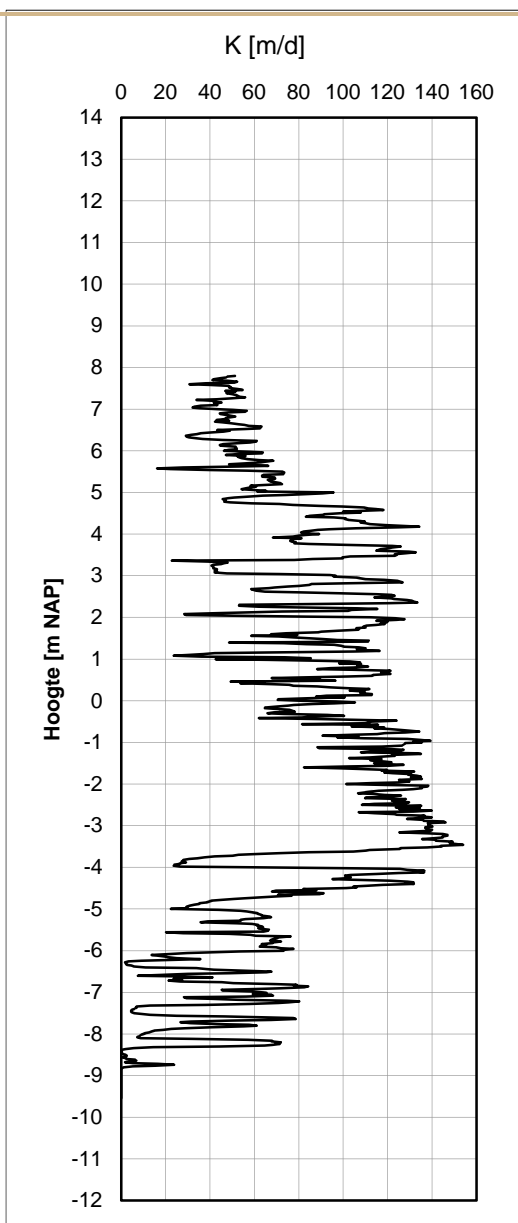
sondering 48.073B
plaatsnaam LOBITH



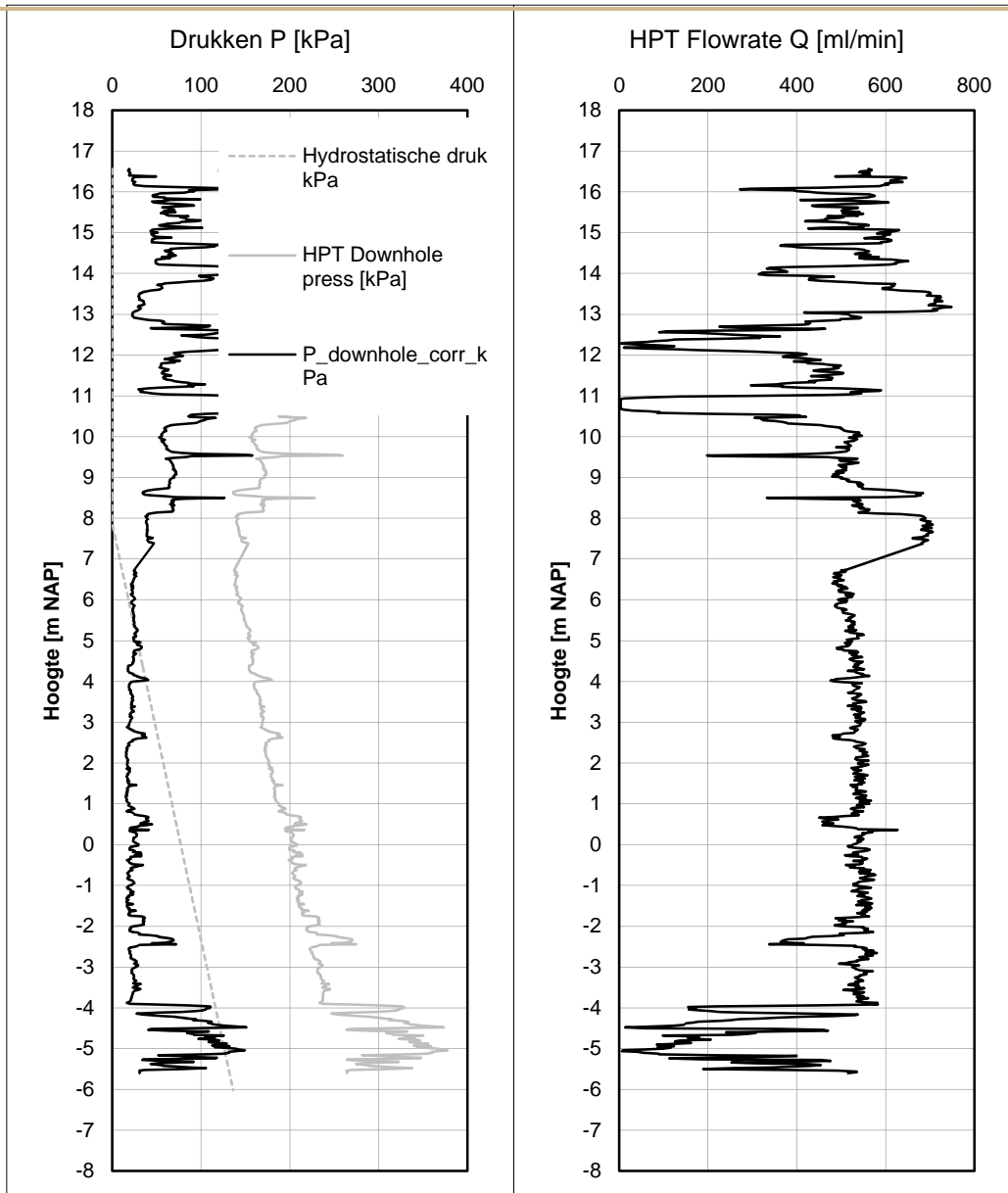
sondering HPT48-146+50D
plaatsnaam PANNERDEN



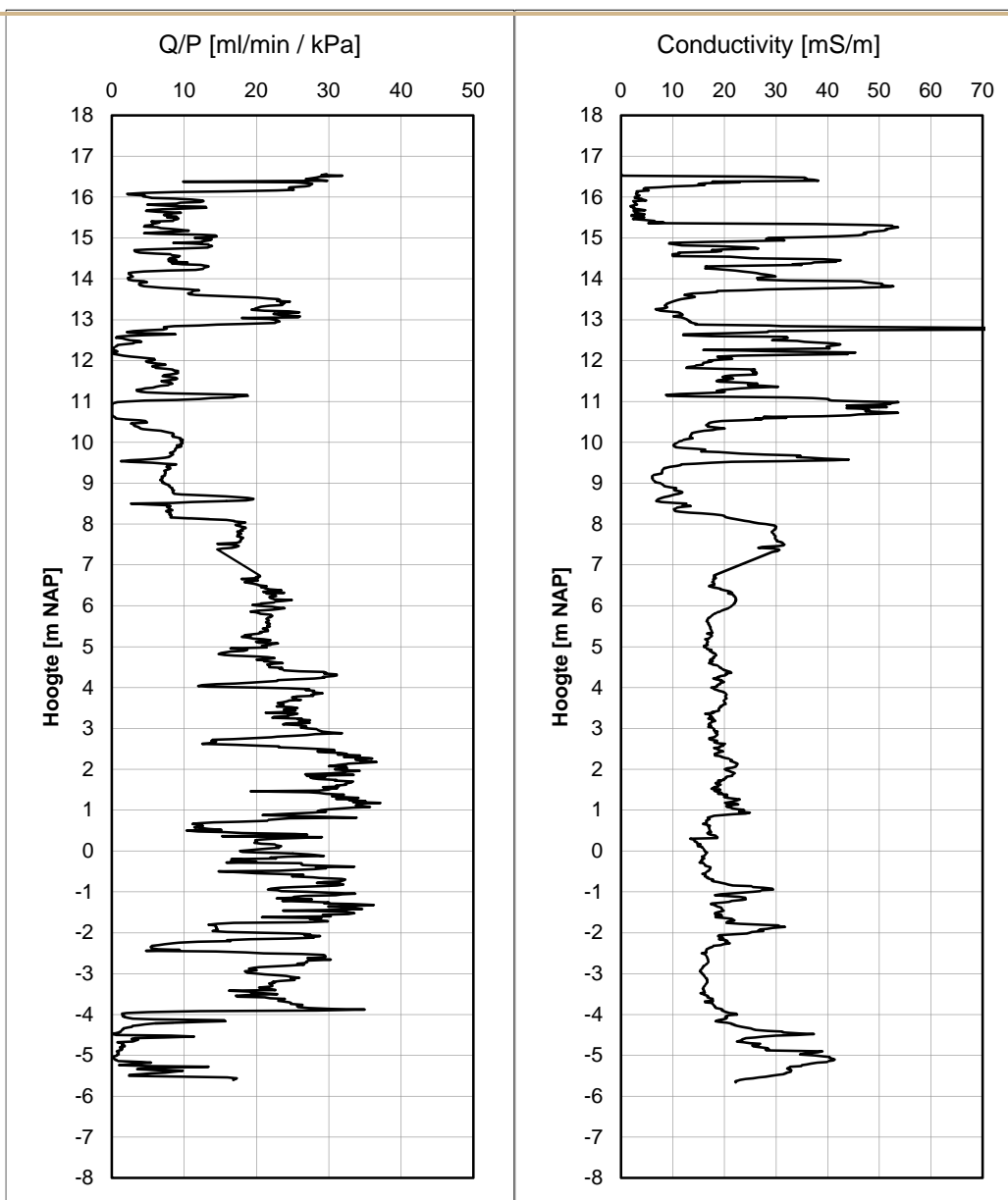
sondering HPT48-146+50D
plaatsnaam PANNERDEN



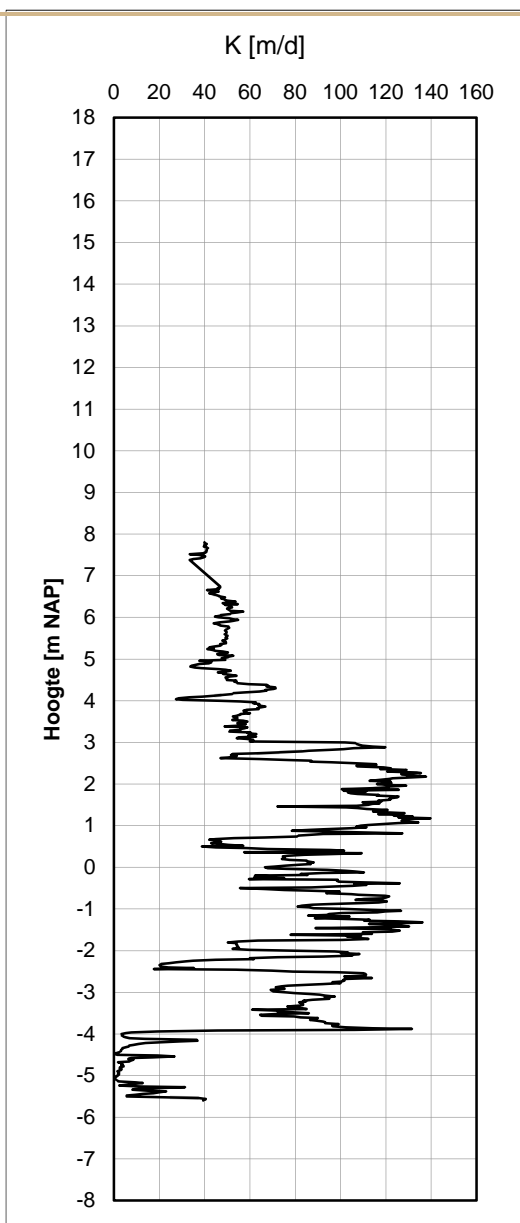
sondering HPT48-146+50D
plaatsnaam PANNERDEN



sondering HPT48-148C
plaatsnaam PANNERDEN



sondering HPT48-148C
plaatsnaam PANNERDEN



sondering HPT48-148C
plaatsnaam PANNERDEN

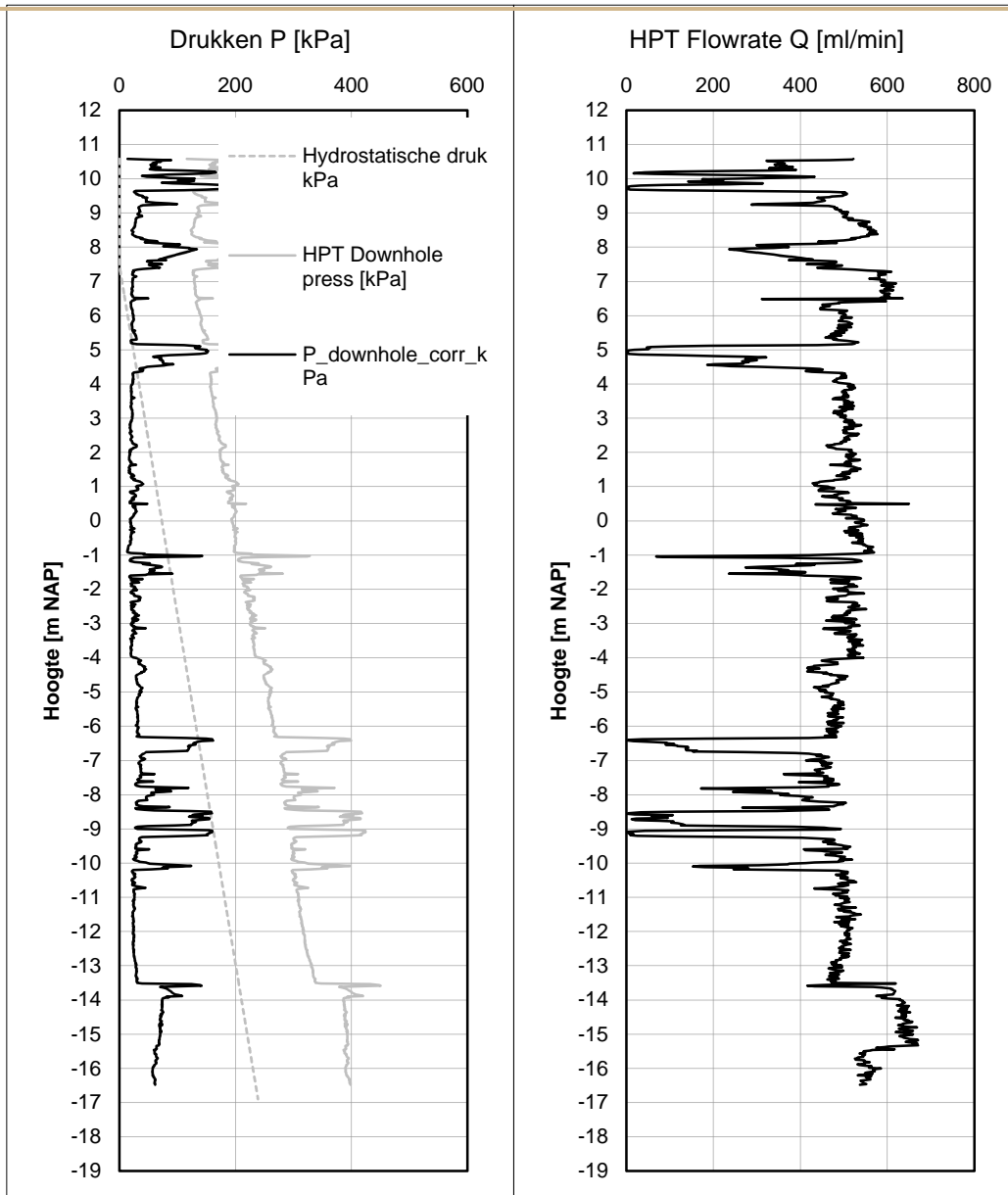
HPT SONDERING

LOCATIE PANNERDEN

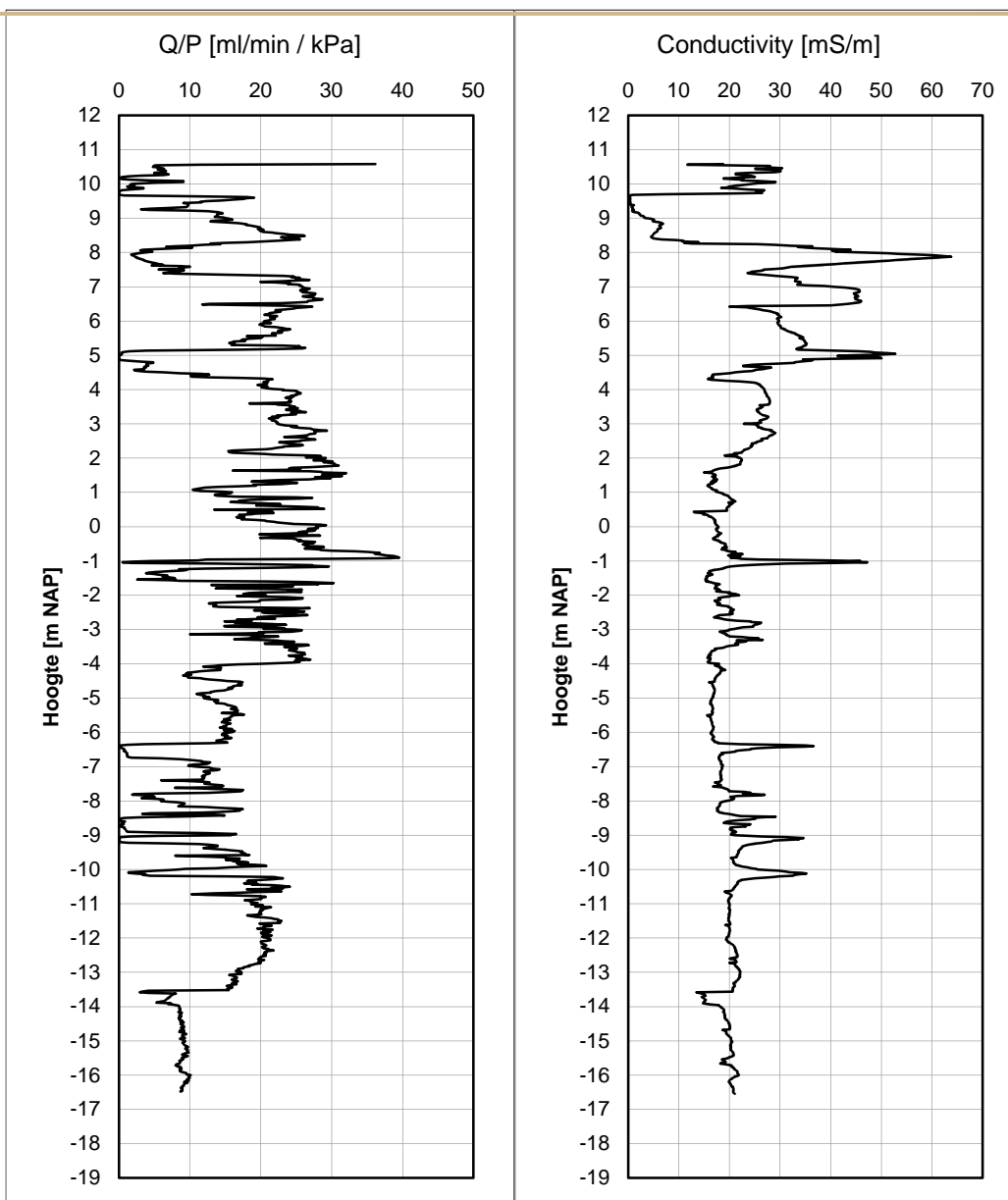
Doorlatendheidsonderzoek Westervoort, Pannerden & Lobith

1215-0052-000

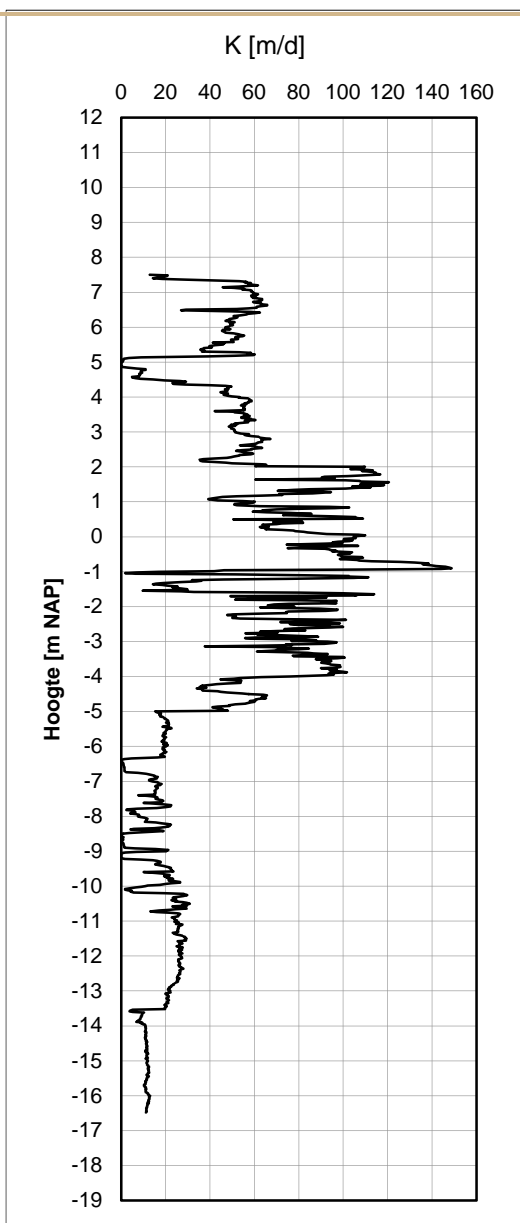
HPT48-148C



sondering HPT48-229+65E
plaatsnaam WESTERVOORT



sondering HPT48-229+65E
plaatsnaam WESTERVOORT



sondering HPT48-229+65E
plaatsnaam WESTERVOORT

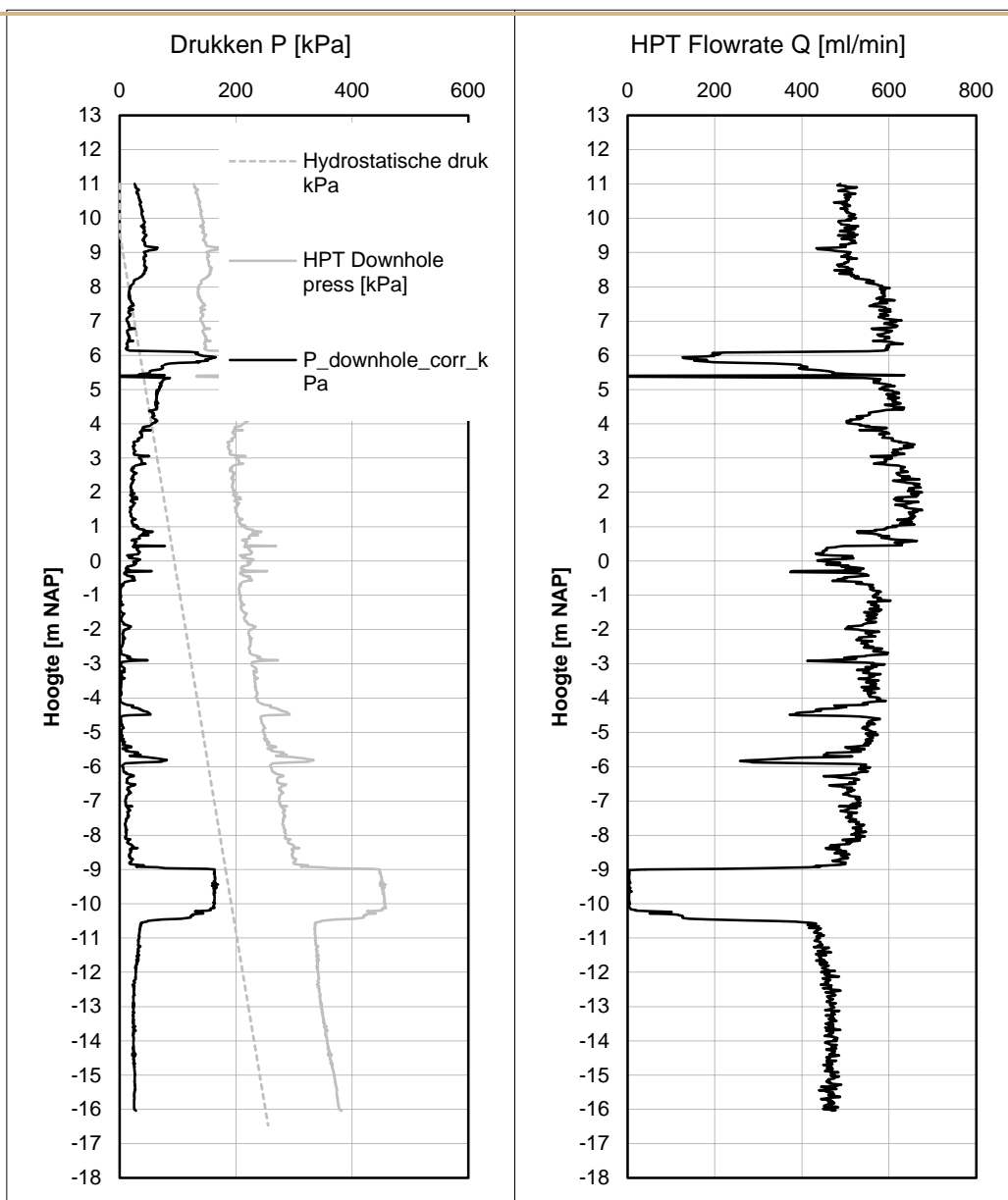
HPT SONDERING

LOCATIE WESTERVOORT

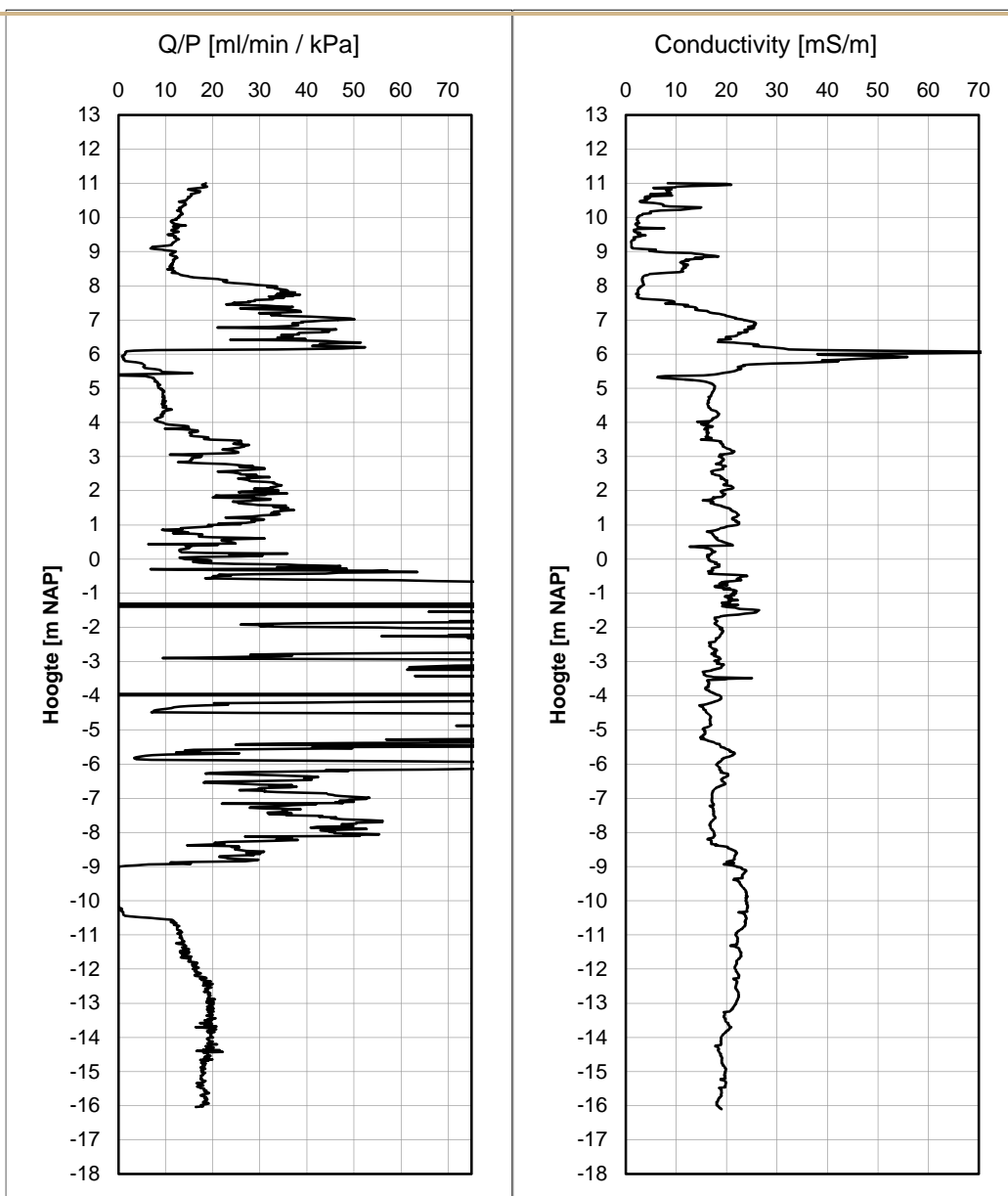
Doorlatendheidsonderzoek Westervoort, Pannerden & Lobith

1215-0052-000

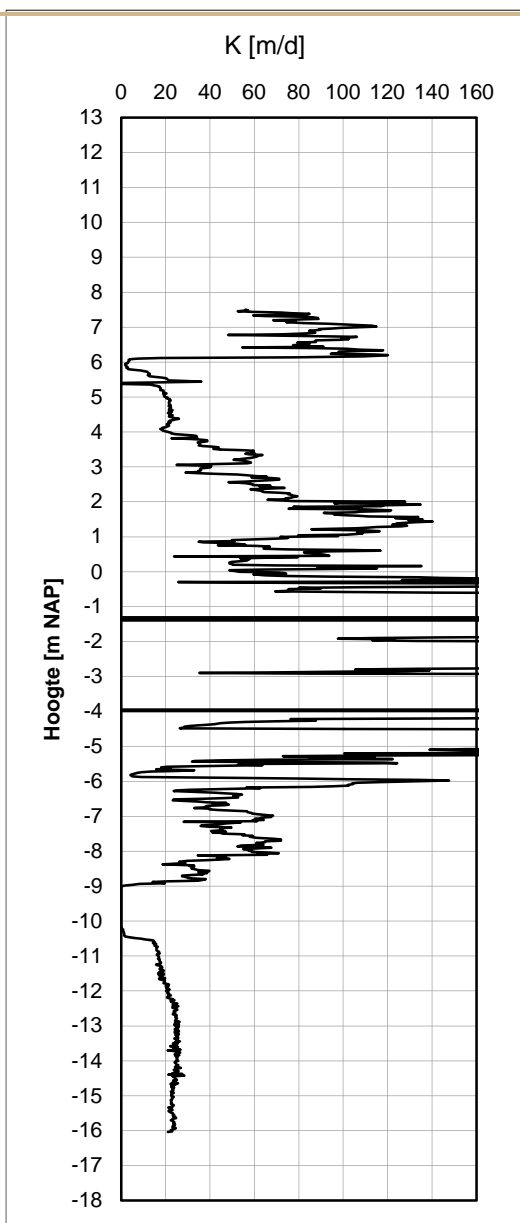
HPT48-229+65E



sondering HPT48-230+10A
plaatsnaam WESTERVOORT



sondering HPT48-230+10A
plaatsnaam WESTERVOORT



sondering HPT48-230+10A
plaatsnaam WESTERVOORT

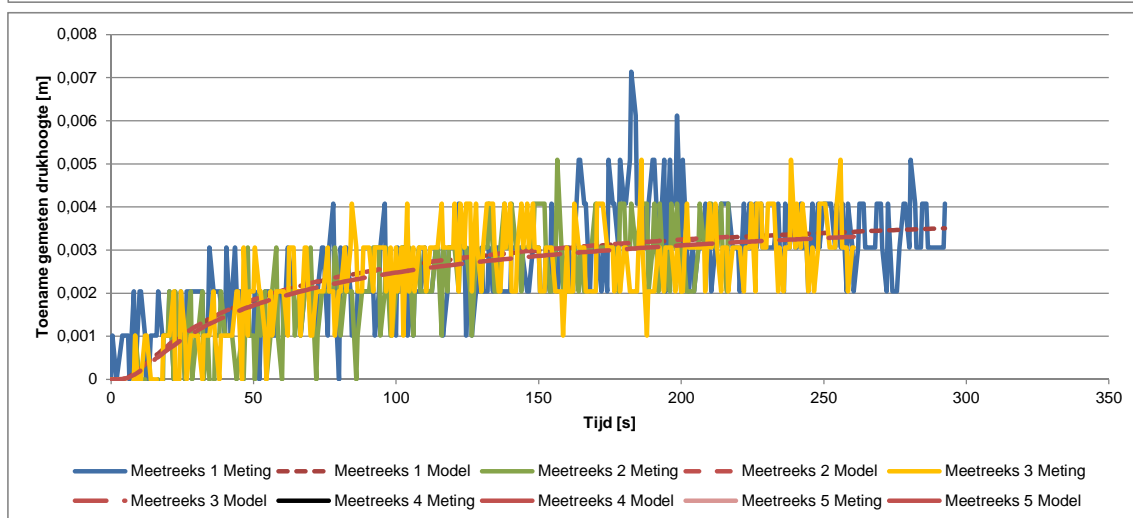
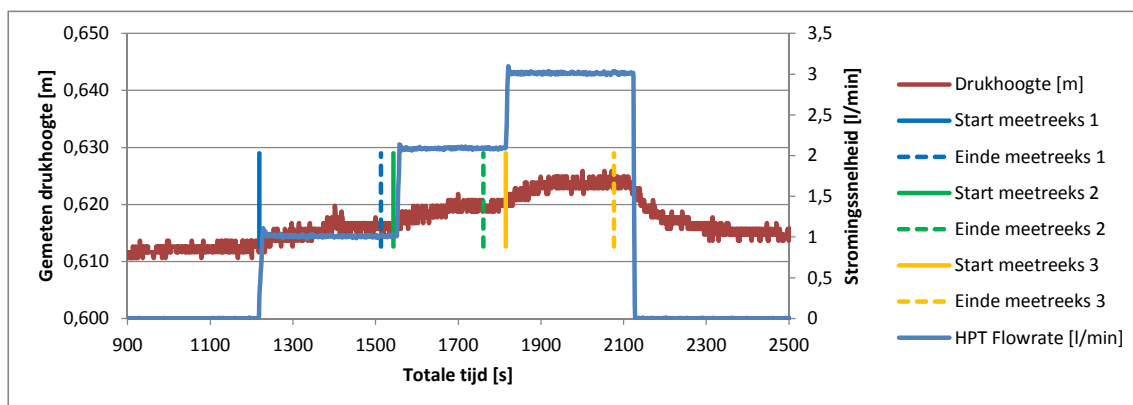
HPT SONDERING

LOCATIE WESTERVOORT

Doorlatendheidsonderzoek Westervoort, Pannerden & Lobith

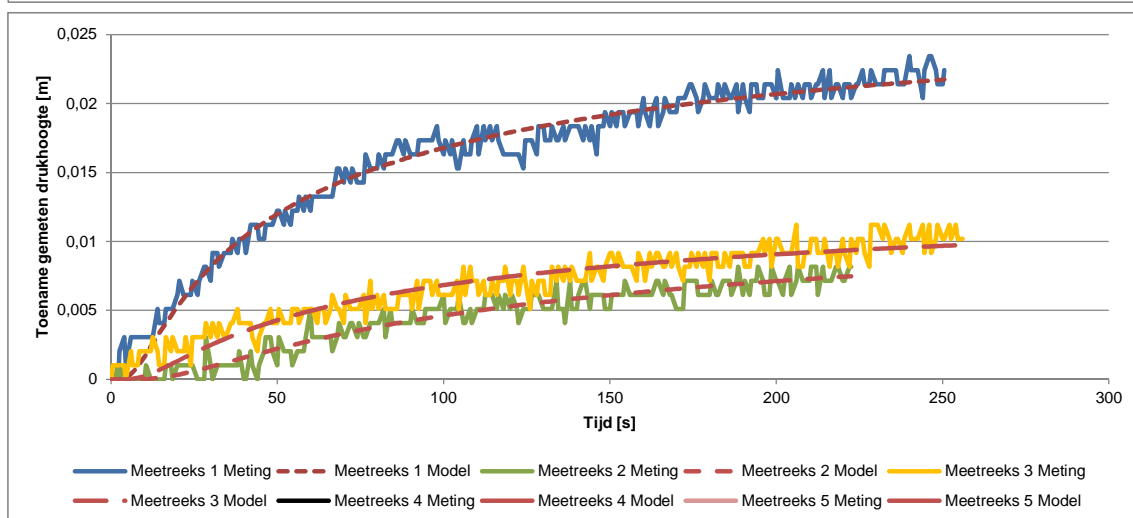
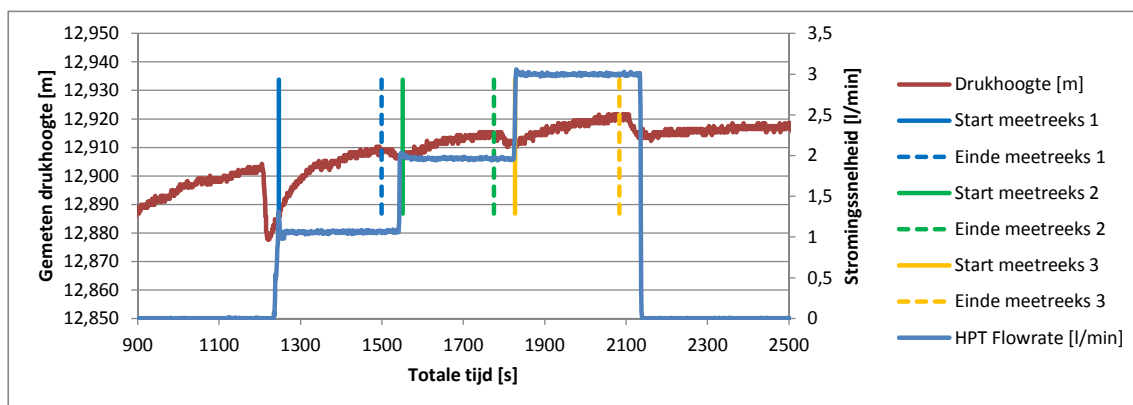
1215-0052-000

HPT48-230+10A



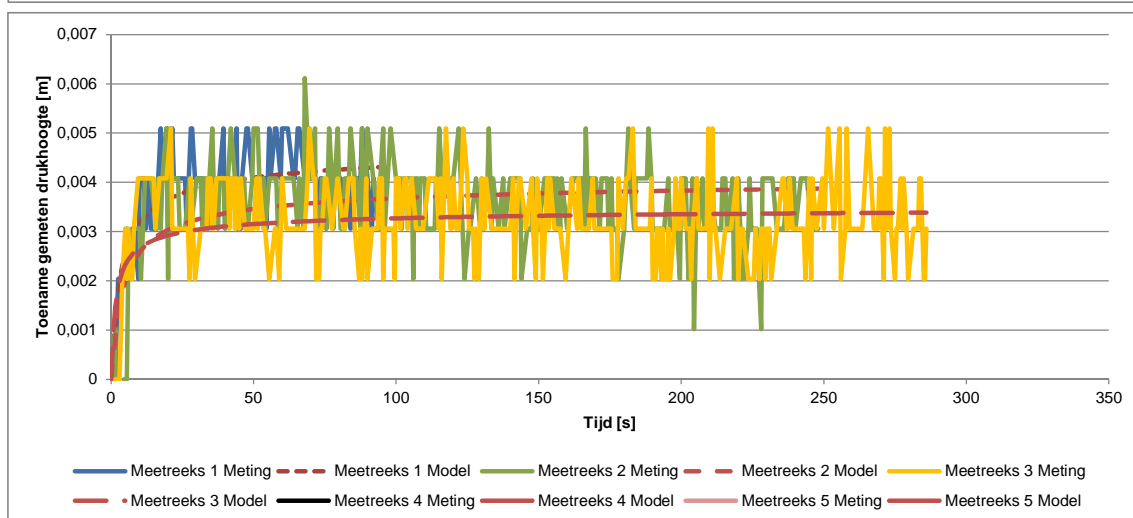
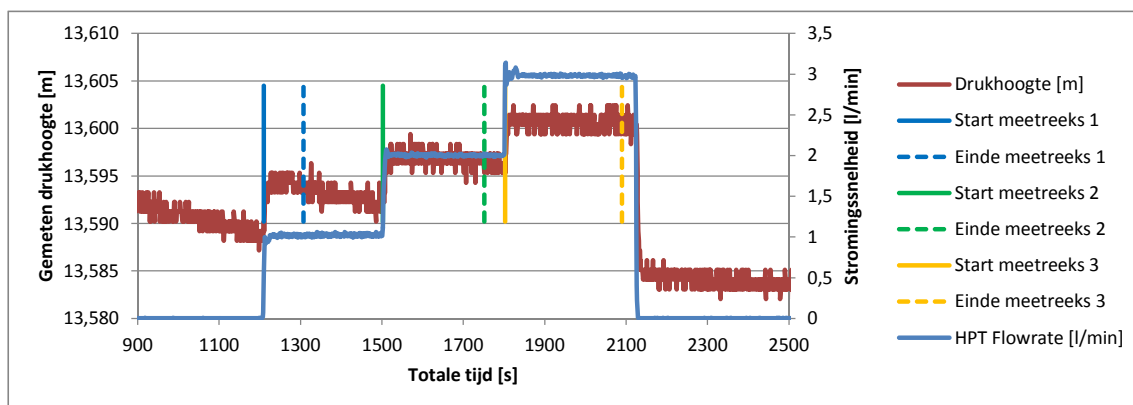
Datum: 14-10-2015
 Sondering: IPT48-072+15E TEST 1
 Onderzoekspunt: IPT48-072+15E TEST 1
 Maaiveldhoogte: 13,55 m. t.o.v. NAP
 Testdiepte: 8 m. t.o.v. NAP

Reeksnaam	Van [s]	Tot [s]	Injectiedebiet [l/min]	K [m/d]	Ss [m-1]
Meetreeks 1	1219,0	1513,0	1,0	58	3,3E-01
Meetreeks 2	1543,0	1761,0	2,0	58	3,3E-01
Meetreeks 3	1815,0	2076,9	3,0	59	3,7E-01
Meetreeks 4	-	-	-	-	-
Meetreeks 5	-	-	-	-	-



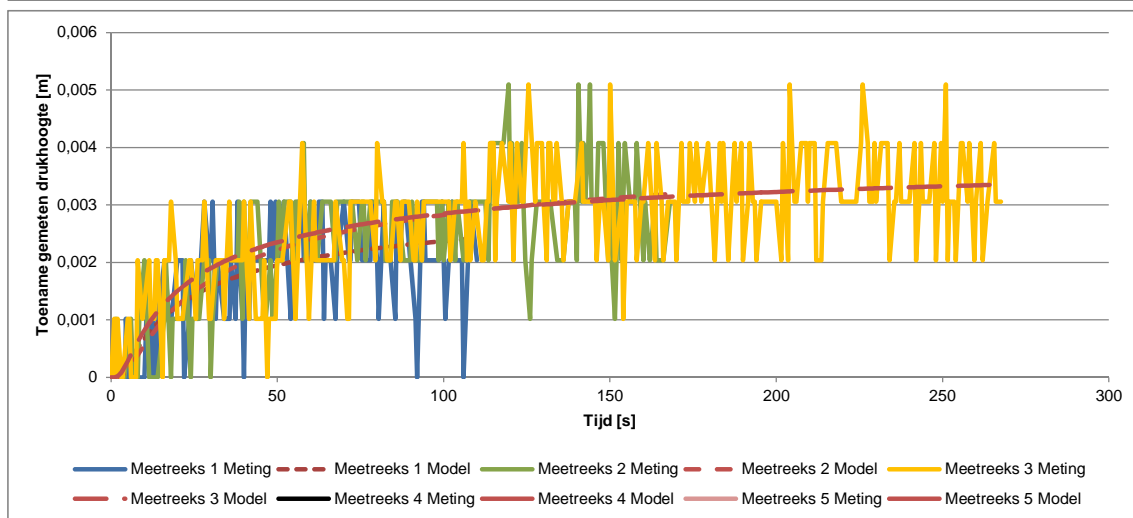
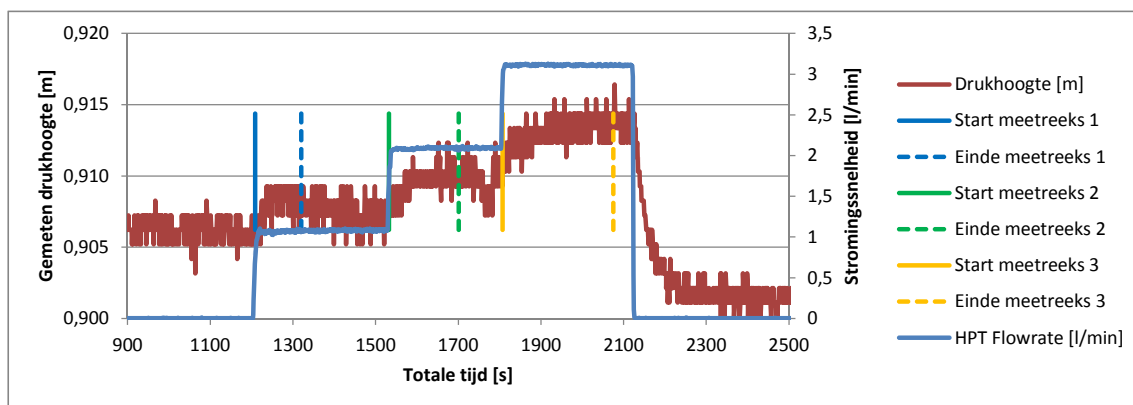
Datum: 14-10-2015
 Sondering: IPT48-072+15E TEST 2
 Onderzoekspunt: IPT48-072+15E TEST 2
 Maaiveldhoogte: 13,55 m. t.o.v. NAP
 Testdiepte: -4,2 m. t.o.v. NAP

Reeksnaam	Van [s]	Tot [s]	Injectiedebiet [l/min]	K [m/d]	Ss [m-1]
Meetreeks 1	1246,9	1498,9	1,0	9,2	5,0E-02
Meetreeks 2	1550,9	1774,9	2,0	18,8	2,9E-01
Meetreeks 3	1826,9	2083,4	3,0	18,6	1,6E-01
Meetreeks 4	-	-	-	-	-
Meetreeks 5	-	-	-	-	-



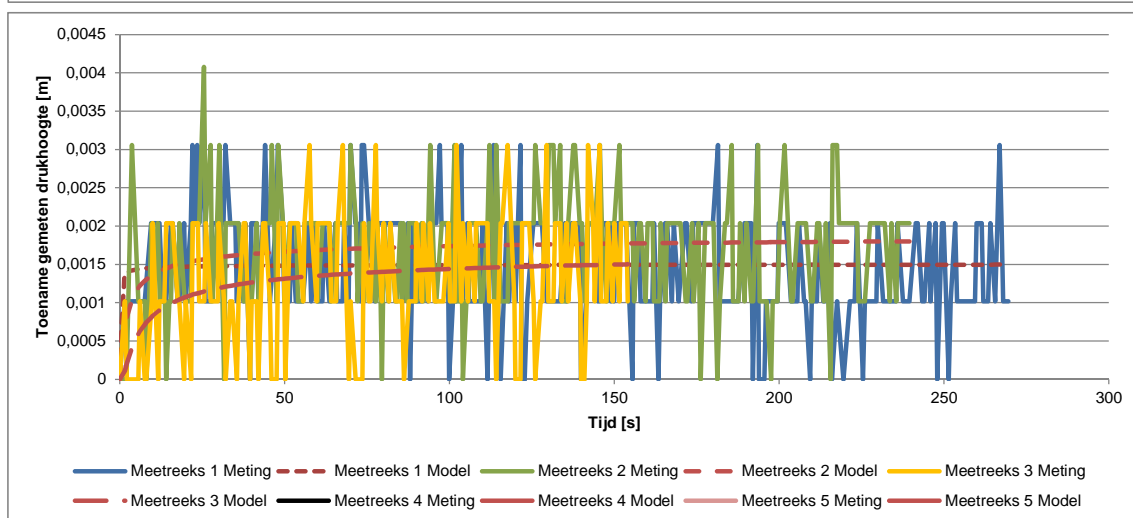
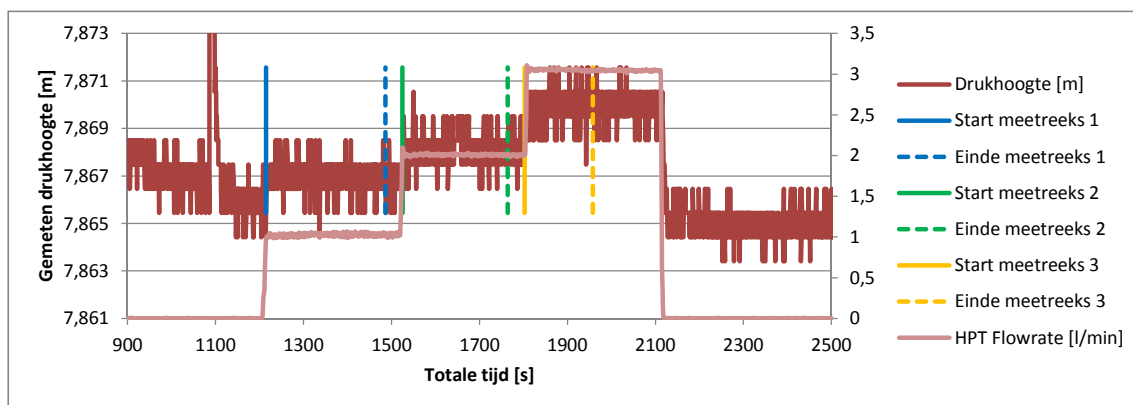
Datum: 14-10-2015
 Sondering: HPT48-073B-TEST2
 Onderzoekspunt: HPT48-073B-TEST2
 Maaiveldhoogte: 13,61 m. t.o.v. NAP
 Testdiepte: -5 m. t.o.v. NAP

Reeksnaam	Van [s]	Tot [s]	Injectiedebiet [l/min]	K [m/d]	Ss [m-1]
Meetreeks 1	1209,9	1307,4	1,0	59	1,8E-02
Meetreeks 2	1501,9	1751,9	2,0	68	2,5E-02
Meetreeks 3	1802,4	2089,9	3,0	81	1,2E-02
Meetreeks 4	-	-	-	-	-
Meetreeks 5	-	-	-	-	-



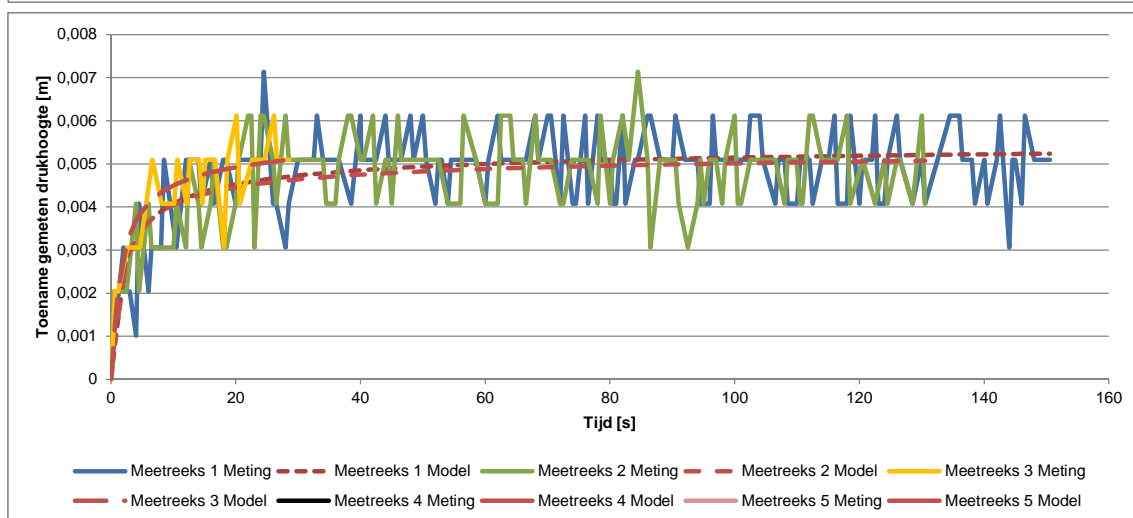
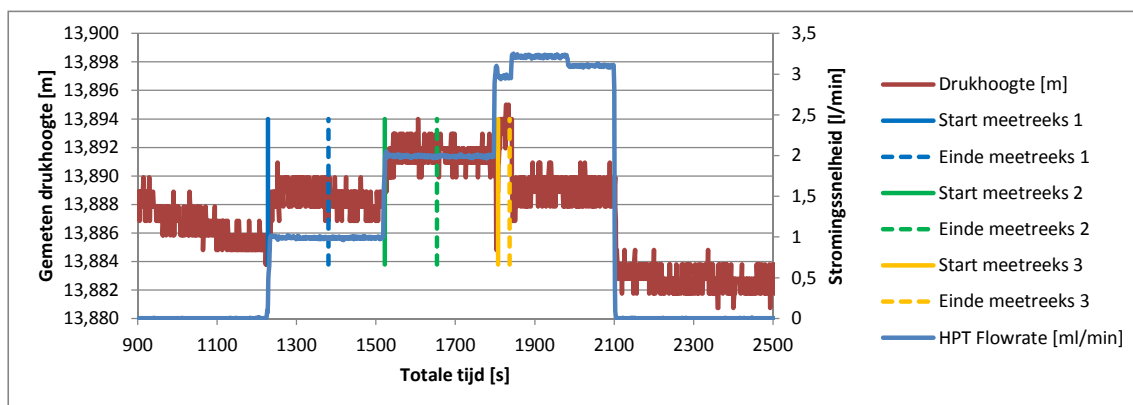
Datum: 14-10-2015
 Sondering: -HPT48-146+50D-TEST1
 Onderzoekspunt: -HPT48-146+50D-TEST1
 Maaiveldhoogte: 12,45 m. t.o.v. NAP
 Testdiepte: 7 m. t.o.v. NAP

Reeksnaam	Van [s]	Tot [s]	Injectiedebiet [l/min]	K [m/d]	Ss [m-1]
Meetreeks 1	1208,5	1320,0	1,0	82	2,0E-01
Meetreeks 2	1532,5	1701,0	2,0	64	2,2E-01
Meetreeks 3	1807,0	2075,0	3,0	69	1,7E-01
Meetreeks 4	-	-	-	-	-
Meetreeks 5	-	-	-	-	-



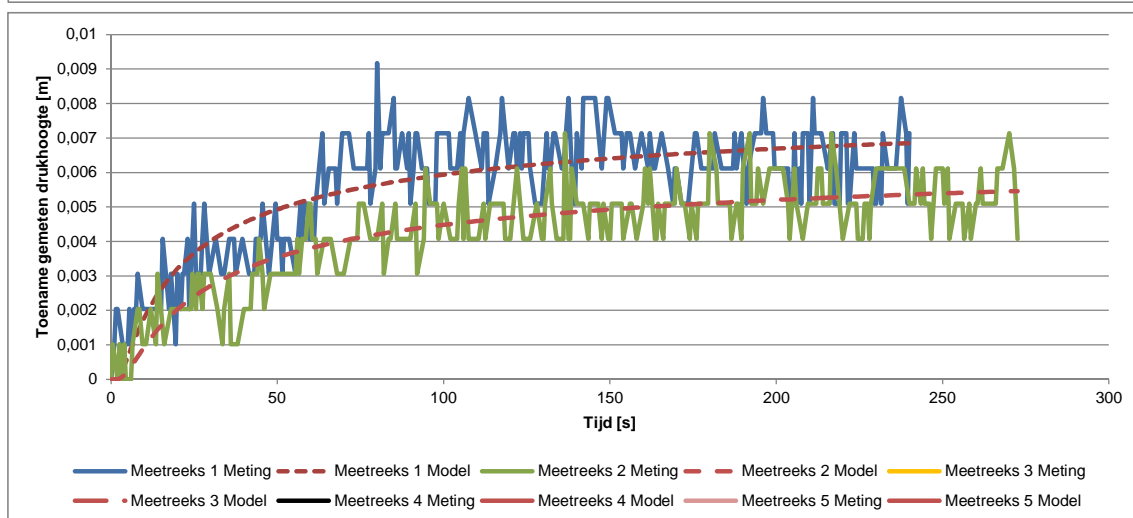
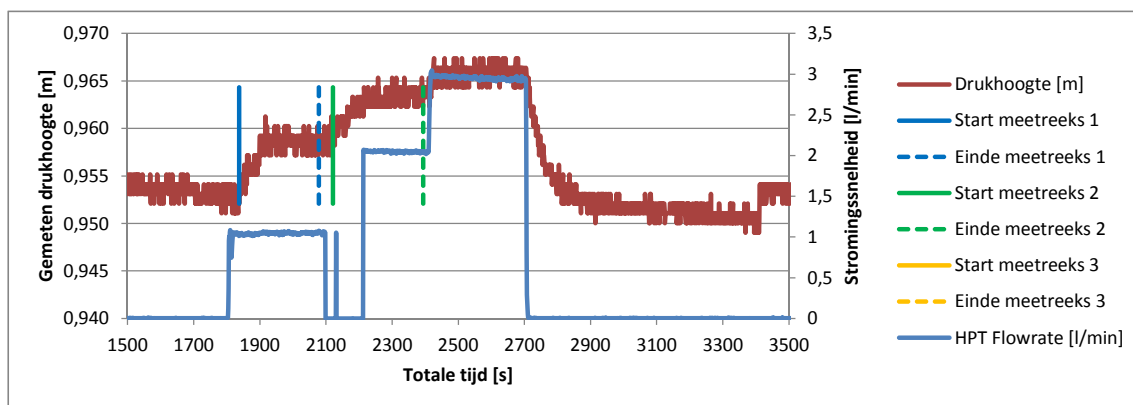
Datum: 14-10-2015
 Sondering: -HPT48-146+50D-TEST2
 Onderzoekspunt: -HPT48-146+50D-TEST2
 Maaiveldhoogte: 12,45 m. t.o.v. NAP
 Testdiepte: -0,05 m. t.o.v. NAP

Reeksnaam	Van [s]	Tot [s]	Injectiedebiet [l/min]	K [m/d]	Ss [m-1]
Meetreeks 1	1214,5	1486,0	1,0	190	5,0E-04
Meetreeks 2	1524,4	1764,4	2,0	149	2,9E-02
Meetreeks 3	1802,4	1957,9	3,0	163	1,2E-01
Meetreeks 4	-	-	-	-	-
Meetreeks 5	-	-	-	-	-



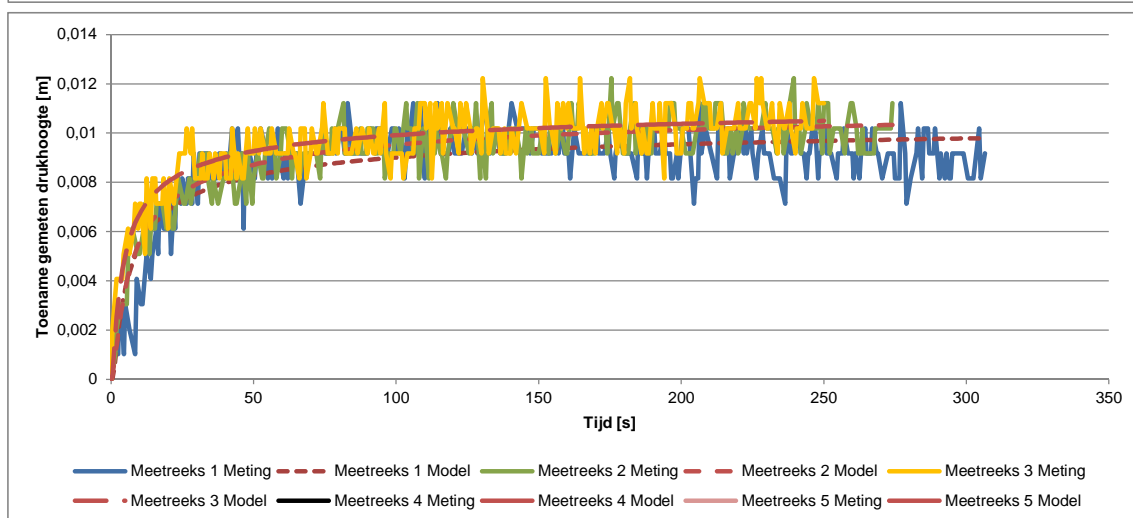
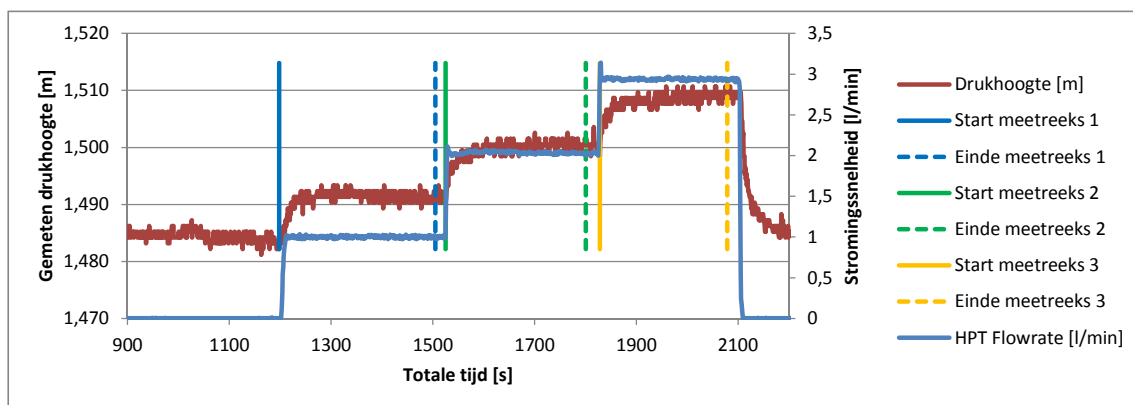
Datum: 14-10-2015
 Sondering: -HPT48-146+50D-TEST3
 Onderzoekspunt: -HPT48-146+50D-TEST3
 Maaiveldhoogte: 12,45 m. t.o.v. NAP
 Testdiepte: -6,06 m. t.o.v. NAP

Reeksnaam	Van [s]	Tot [s]	Injectiedebiet [l/min]	K [m/d]	Ss [m-1]
Meetreks 1	1228,0	1380,0	1,0	51	9,4E-03
Meetreks 2	1522,0	1654,0	2,0	52	8,4E-03
Meetreks 3	1807,9	1837,0	3,0	48	6,9E-03
Meetreks 4	-	-	-	-	-
Meetreks 5	-	-	-	-	-



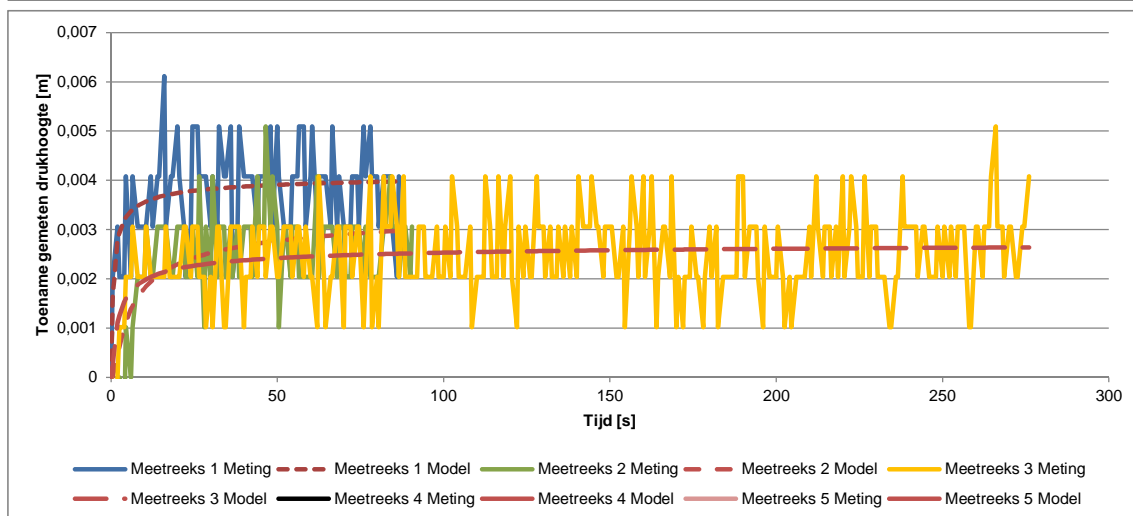
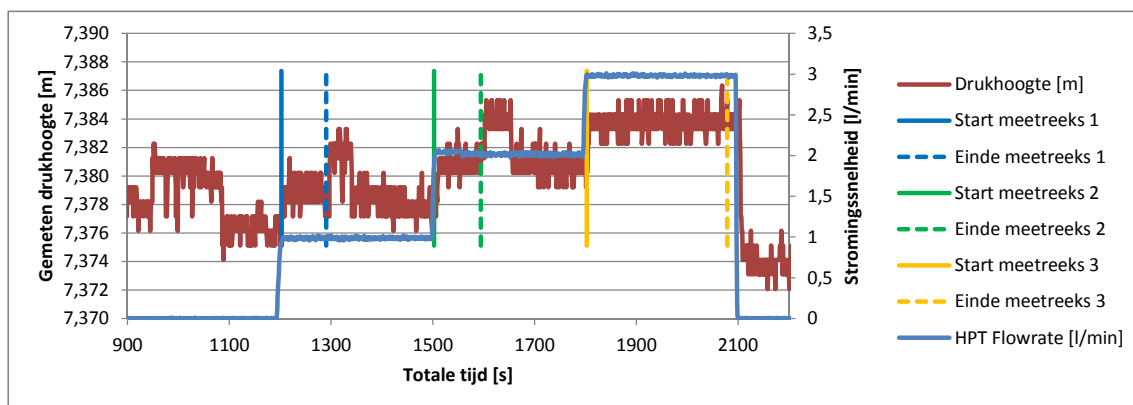
Datum: 14-10-2015
 Sondering: HPT48-148C -TEST1
 Onderzoekspunt: HPT48-148C -TEST1
 Maaiveldhoogte: 16,66 m. t.o.v. NAP
 Testdiepte: 6,96 m. t.o.v. NAP

Reeksnaam	Van [s]	Tot [s]	Injectiedebiet [l/min]	K [m/d]	Ss [m-1]
Meetreeks 1	1837,0	2078,0	1,0	33	7,7E-02
Meetreeks 2	2120,5	2394,0	2,0	41	1,3E-01
Meetreeks 3	-	-	-	-	-
Meetreeks 4	-	-	-	-	-
Meetreeks 5	-	-	-	-	-



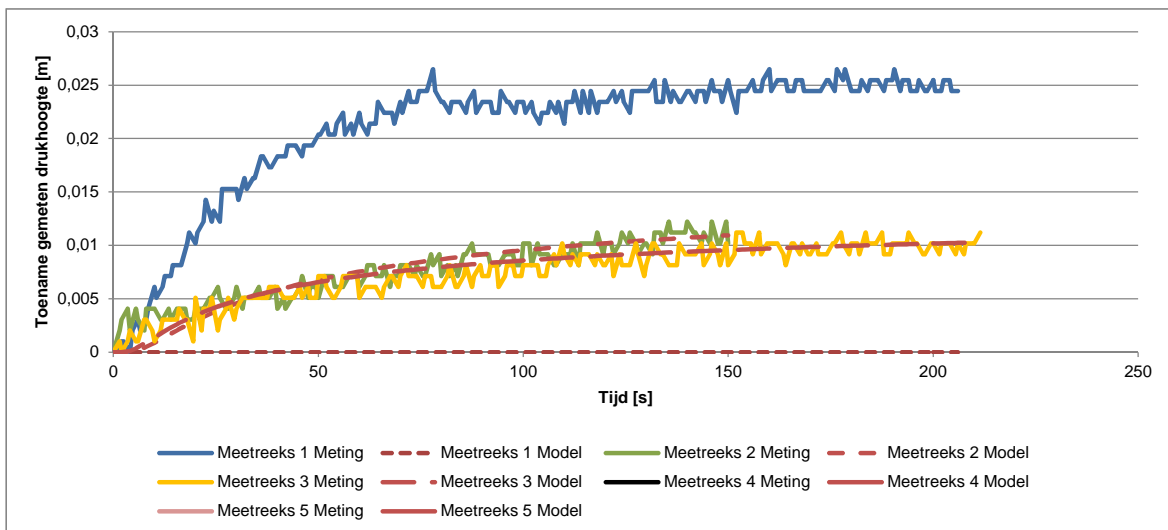
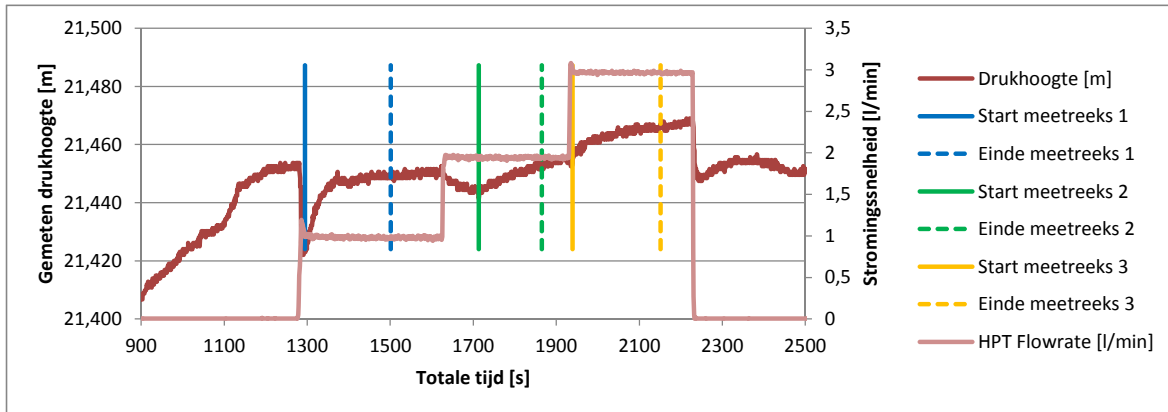
Datum: 14-10-2015
 Sondering: IPT48-229+65E-TEST 1
 Onderzoekspunt: IPT48-229+65E-TEST 1
 Maaiveldhoogte: 10,58 m. t.o.v. NAP
 Testdiepte: 6,08 m. t.o.v. NAP

Reeksnaam	Van [s]	Tot [s]	Injectiedebiet [l/min]	K [m/d]	Ss [m-1]
Meetreeks 1	1198,0	1505,0	1,0	26	1,8E-02
Meetreeks 2	1525,0	1800,5	2,0	25	1,8E-02
Meetreeks 3	1828,5	2079,0	3,0	25	1,1E-02
Meetreeks 4	-	-	-	-	-
Meetreeks 5	-	-	-	-	-



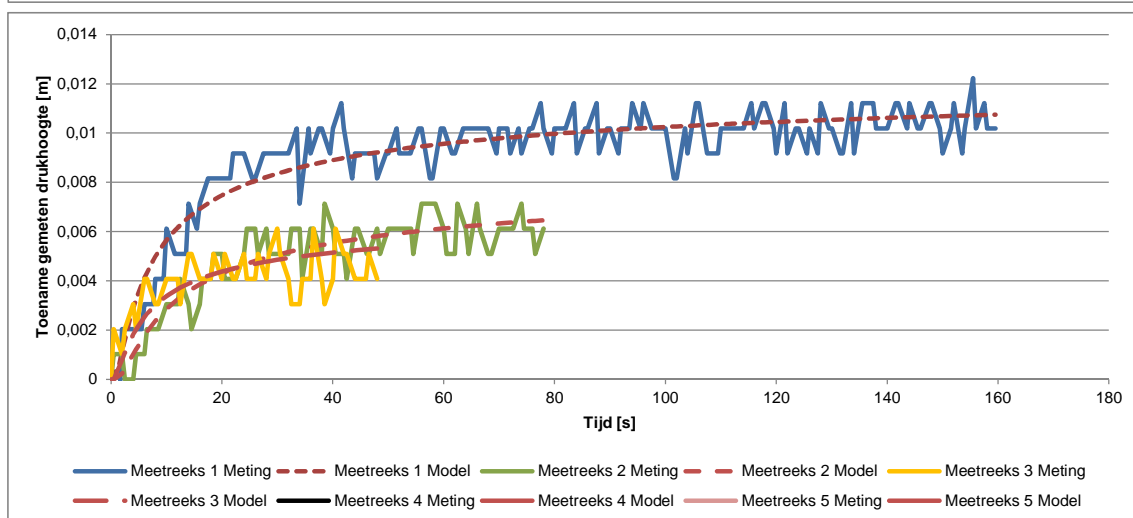
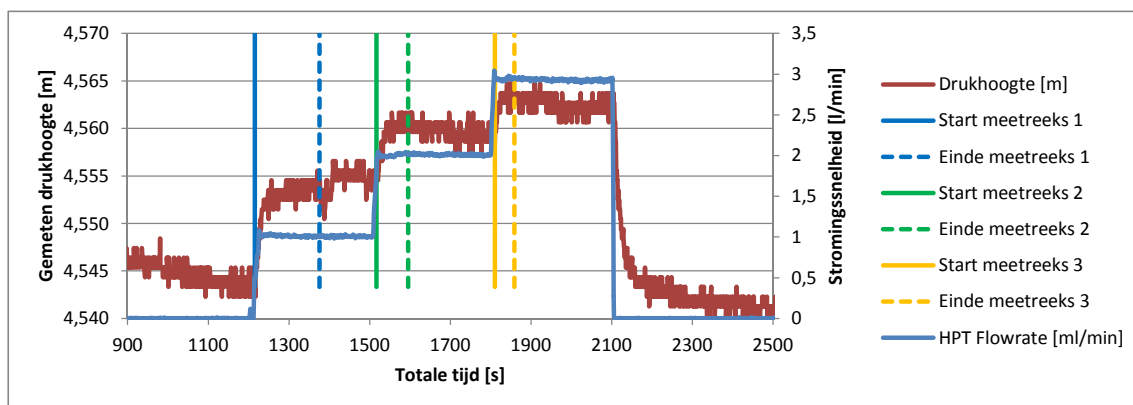
Datum: 14-10-2015
 Sondering: IPT48-229+65E-TEST 2
 Onderzoekspunt: IPT48-229+65E-TEST 2
 Maaiveldhoogte: 10,58 m. t.o.v. NAP
 Testdiepte: 0,09 m. t.o.v. NAP

Reeksnaam	Van [s]	Tot [s]	Injectiedebiet [l/min]	K [m/d]	Ss [m-1]
Meetreks 1	1202,5	1290,5	1,0	68	3,7E-03
Meetreks 2	1502,5	1594,5	2,0	79	5,3E-02
Meetreks 3	1802,5	2079,0	3,0	102	2,1E-02
Meetreks 4	-	-	-	-	-
Meetreks 5	-	-	-	-	-



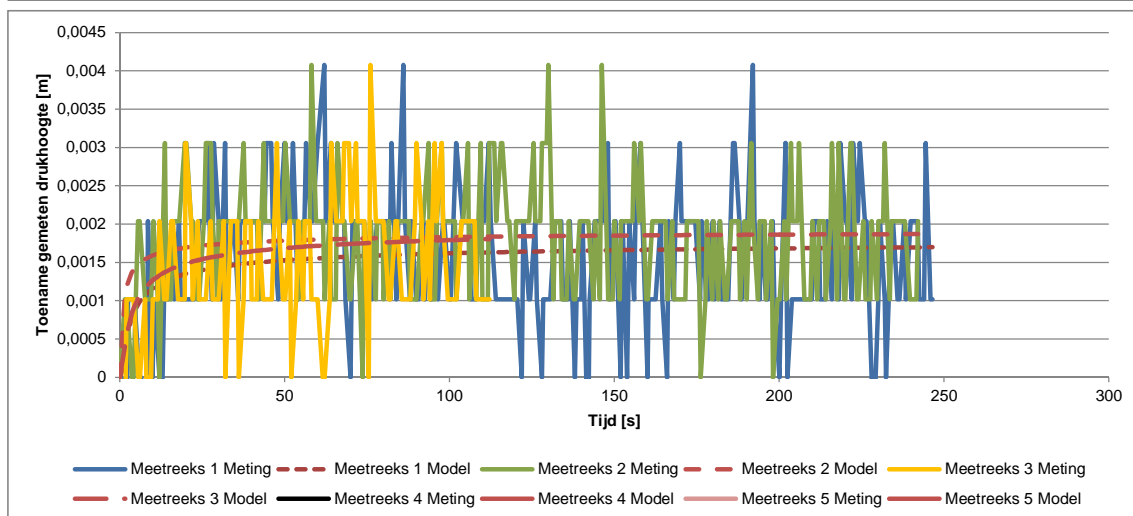
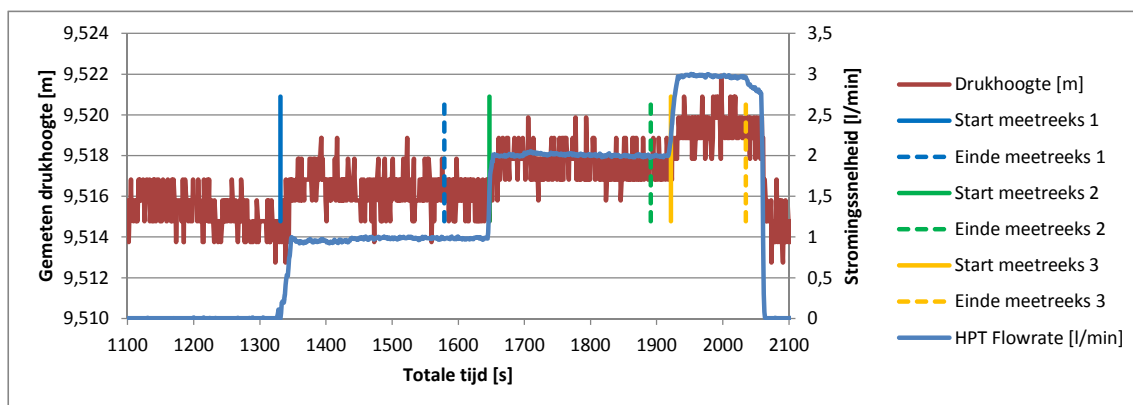
Datum: 14-10-2015
 Sondering: IPT48-229+65E-TEST 3
 Onderzoekspunt: IPT48-229+65E-TEST 3
 Maaiveldhoogte: 10,58 m. t.o.v. NAP
 Testdiepte: -13,91 m. t.o.v. NAP

Reeksnaam	Van [s]	Tot [s]	Injectiedebiet [l/min]	K [m/d]	Ss [m-1]
Meetreks 1					
Meetreks 2	1713,4	1864,9	2,0	16,00	9,0E-02
Meetreks 3	1939,4	2151,4	3,0	20,00	8,0E-02
Meetreks 4	-	-	-	-	-
Meetreks 5	-	-	-	-	-



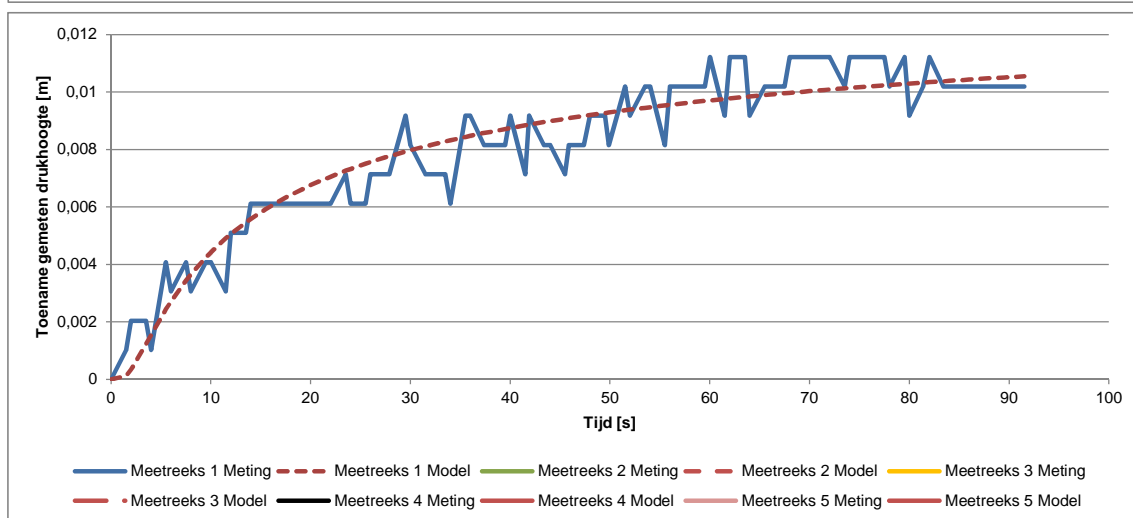
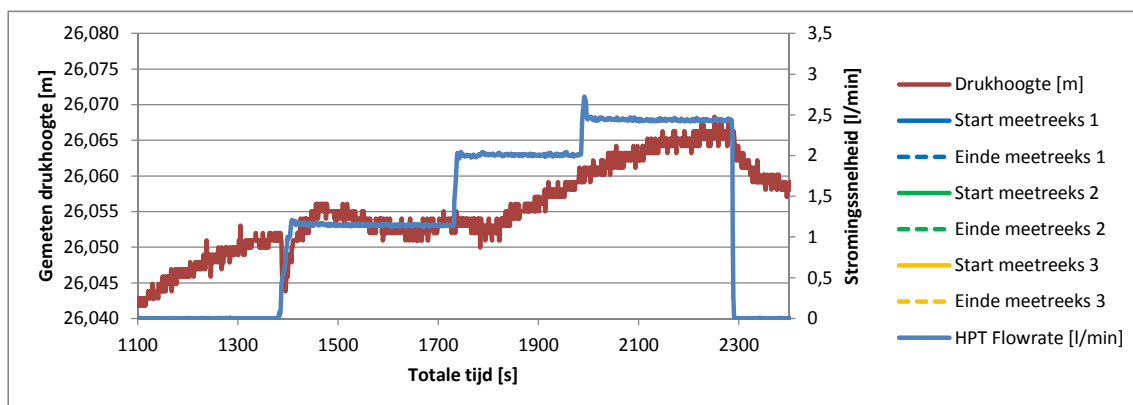
Datum: 14-10-2015
 Sondering: IPT48-230+10A-TEST 1
 Onderzoekspunt: IPT48-230+10A-TEST 1
 Maaiveldhoogte: 11,02 m. t.o.v. NAP
 Testdiepte: 5,02 m. t.o.v. NAP

Reeksnaam	Van [s]	Tot [s]	Injectiedebiet [l/min]	K [m/d]	Ss [m-1]
Meetreeks 1	1215,4	1375,5	1,0	23	1,9E-02
Meetreeks 2	1516,9	1595,4	2,0	32	4,6E-02
Meetreeks 3	1810,9	1859,4	3,0	40	3,0E-02
Meetreeks 4	-	-	-	-	-
Meetreeks 5	-	-	-	-	-



Datum: 14-10-2015
 Sondering: IPT48-230+10A-TEST 2
 Onderzoekspunt: IPT48-230+10A-TEST 2
 Maaiveldhoogte: 11,02 m. t.o.v. NAP
 Testdiepte: 0,03 m. t.o.v. NAP

Reeksnaam	Van [s]	Tot [s]	Injectiedebiet [l/min]	K [m/d]	Ss [m-1]
Meetreeks 1	1331,0	1579,0	1,0	156	5,2E-02
Meetreeks 2	1647,4	1891,0	2,0	148	1,1E-02
Meetreeks 3	1921,4	2034,9	3,0	140	5,0E-02
Meetreeks 4	-	-	-	-	-
Meetreeks 5	-	-	-	-	-



Datum: 14-10-2015
 Sondering: IPT48-230+10A-TEST 3
 Onderzoekspunt: IPT48-230+10A-TEST 3
 Maaiveldhoogte: 11,02 m. t.o.v. NAP
 Testdiepte: -16,42 m. t.o.v. NAP

Reeksnaam	Van [s]	Tot [s]	Injectiedebiet [l/min]	K [m/d]	Ss [m-1]
Meetreeks 1	1395,5	1487,5	1,0	20	3,0E-02
Meetreeks 2	-	-	-	-	-
Meetreeks 3	-	-	-	-	-
Meetreeks 4	-	-	-	-	-
Meetreeks 5	-	-	-	-	-

Rapport



Bodemonderzoek ten behoeve van project “POV piping, intredeweerstand voorlanden”

JS/BB141513/3350901

Auteur: J. Slaghuis

Opdrachtgever

Waterschap Rijn en IJssel
De heer R. Koopmans
Postbus 148
7000 AC DOETINCHEM

Versie	Status	Datum vrijgave	Auteur	Paraaf	Verificatie	Paraaf	Vrijgave	Paraaf
01	Definitief	13 november 2014	JS		DdH			

INHOUDSOPGAVE

- √ Tabel uitgevoerd werk met bijzonderheden/afwijkingen
- √ Locatietekeningen
- √ Boorbeschrijvingen, incl. legenda (conform NEN 5104)



BAM Nelis De Ruiter bv

Tabel uitgevoerd werk

Project "POV piping, intredeweestand voorlanden"

Overzichtstabel werkzaamheden

versie 2

datum woensdag 12 november 2014

Locatie	Serienr. Diver	Baro	X-coördinaat	Y-coördinaat	NAP hoogte t.o.v. BKPB	NAP hoogte t.o.v. maaiveld	Kabellengte	Peilbuis lengte	GWS t.o.v. BKPB	Diepte boring
HB01	6209		194250	440555	+11,784	+11,121	5,10	5,40	3,39	4,80
HB02	6186		194267	440541	+11,680	+11,060	5,10	5,38	3,26	4,80
HB03	6194		194284	440527	+11,777	+11,162	5,00	5,45	3,36	4,80
HB04	6129		194220	440514	+11,340	+10,670	5,23	5,53	2,94	4,80
HB05	6151		194236	440500	+11,274	+10,627	5,10	5,40	2,83	4,50
HB06	6105		194251	440487	+11,258	+10,627	4,86	5,16	2,97	4,80
HB07	6078		194189	440474	+11,296	+10,659	5,10	5,40	2,89	4,80
HB08	6150		194206	440462	+11,191	+10,553	4,88	5,18	2,81	4,80
HB09	6190		194222	440450	+11,157	+10,524	5,15	5,45	2,88	4,80
HB10	6158	4661	194274	440590	+12,216	+11,537	6,17	6,47	5,21	4,80
HB11	6217		194292	440578	+12,108	+11,452	5,10	5,40	3,62	4,80
HB12	6110		194317	440574	+10,930	+10,385	4,78	5,05	3,75	4,80
HB13	6102		194285	440610	+12,120	+11,436	5,20	5,50	3,61	4,80
HB14	6218		194302	440599	+12,151	+11,604	4,65	4,95	3,52	4,60
HB15	6096		194328	440591	+12,220	+10,165	6,42	6,72	3,77	4,80
HB16	6137		194089	440283	+9,454	+8,403	2,10	2,42	1,25	2,50
HB17	6116		198481	435185	+12,151	+11,551	4,72	5,02	3,31	4,50
HB18	6179		198533	435129	+11,744	+11,199	4,92	5,22	2,84	4,50
HB19	6135		198561	435098	+11,737	+11,213	4,95	5,25	2,83	4,50
HB20	6069		198458	435163	+11,745	+11,210	3,94	4,24	2,97	4,50
HB21	6083		198510	435107	+11,668	+11,143	5,06	5,36	2,80	4,50
HB22	6140		198539	435075	+11,496	+10,991	6,20	6,50	2,61	6,30
HB23	6662		198433	435138	+11,822	+11,310	4,95	5,25	3,83	4,50
HB24	6605		198487	435084	+11,637	+11,107	5,05	5,35	2,83	4,50
HB25	6653		198516	435052	+11,524	+10,960	4,92	5,22	2,32	4,50
HB26	6144		198506	435210	+13,406	+12,751	5,84	6,14	4,48	5,50
HB27	6184	5440	198560	435154	+13,308	+12,583	6,80	7,10	4,34	6,30
HB28	6089		198587	435125	+13,301	+12,679	5,87	6,17	4,33	6,00
HB29	6207		198629	435328	+13,709	+11,582	6,52	6,82	4,73	4,50
HB30	6206		198658	435247	+11,833	+11,152	4,54	4,84	2,82	4,50
HB31	6109		198676	435197	+11,762	+11,074	5,08	5,38	2,71	4,50
HB32	6123		198356	434963	+9,462	+8,437	1,68	1,96	1,14	1,11
HB33	6156		204156	431727	+13,630	+13,086	5,86	6,16	4,38	5,80
HB34	6196		204152	431679	+14,072	+13,578	6,24	6,54	4,83	6,20
HB35	6117		204142	431629	+13,548	+13,091	5,60	5,90	4,32	5,80

Project "POV piping, intredeweestand voorlanden"

Overzichtstabel werkzaamheden

versie 2

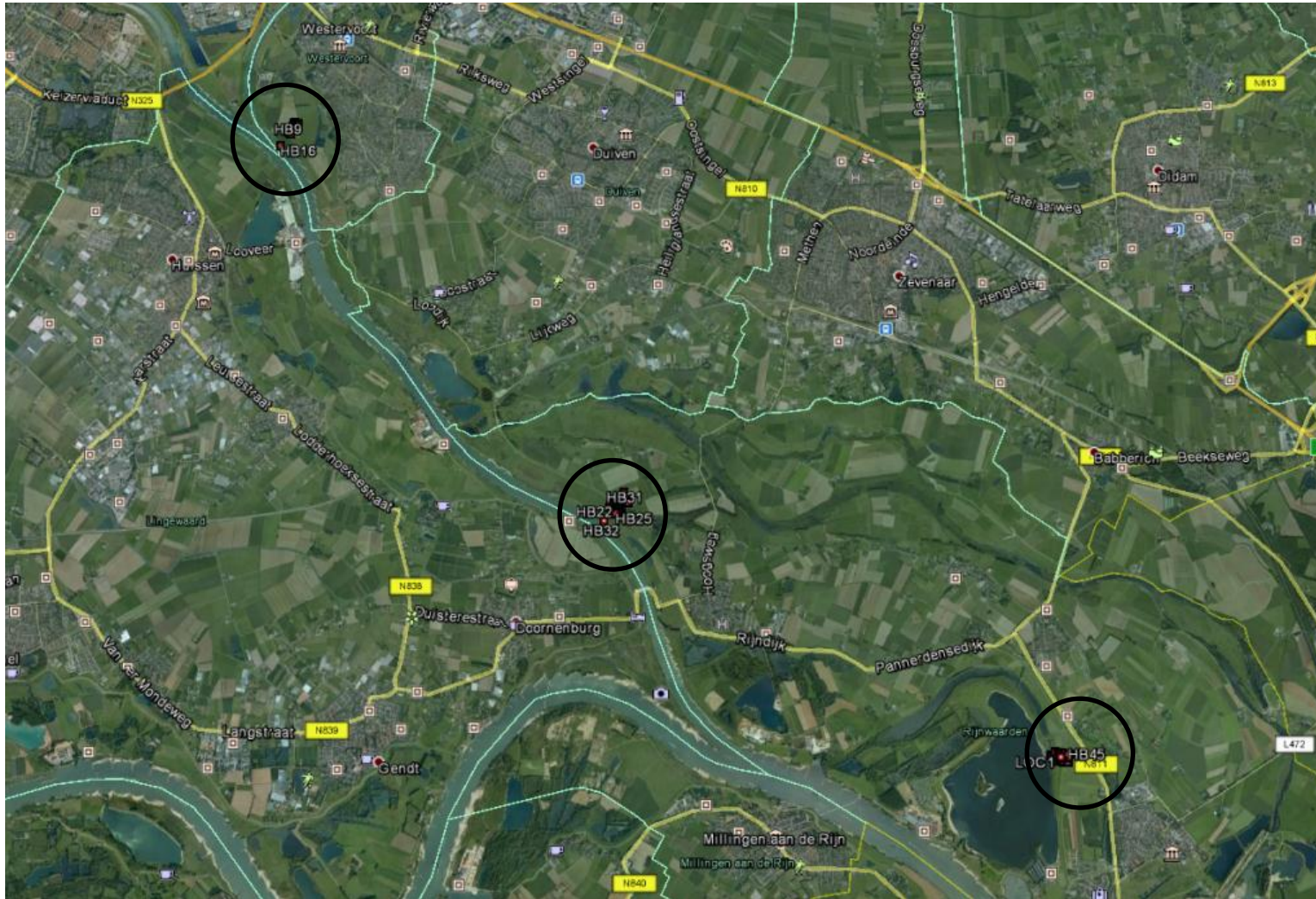
datum woensdag 12 november 2014

Locatie	Serienr. Diver	Baro	X-coördinaat	Y-coördinaat	NAP hoogte t.o.v. BKPB	NAP hoogte t.o.v. maaiveld	Kabellengte	Peilbuis lengte	GWS t.o.v. BKPB	Diepte boring
HB36	6138		204131	431732	+13,694	+13,112	5,87	6,17	4,45	5,70
HB37	6651		204121	431682	+13,310	+12,821	5,04	5,34	4,08	5,01
HB38	6607		204111	431634	+13,245	+12,733	5,00	5,30	4,03	5,01
HB39	6655		204079	431741	+12,516	+12,009	4,73	5,03	3,31	4,70
HB40	6652		204073	431688	+12,574	+12,029	3,89	4,29	3,36	3,91
HB41	6113		204067	431642	+12,606	+12,063	4,57	4,87	3,40	4,41
HB42	6166		204199	431719	+15,953	+15,388	6,93	6,34	6,33	5,90
HB43	6112		204190	431672	+16,037	+15,393	6,11	6,42	6,41	5,90
HB44	6068		204180	431622	+16,123	+15,462	6,10	6,41	6,40	5,90
HB45	6097	5520	204249	431709	+14,178	+13,548	4,50	6,50	4,80	5,96
HB46	111		204242	431667	+15,674	+13,472	4,35	6,49	4,65	5,91
HB47	1862		204231	431610	+14,023	+13,436	7,70	8,00	6,24	5,96
HB48	3851		204032	431703	+10,765	+8,829	2,70	2,97	1,96	2,00
LOC1	3219		204148	431679	+13,741	+13,246	20,20	20,50	4,48	20,50



BAM Nelis De Ruiter bv

Locatietekeningen



Overzichtstekening

Projectnummer : 3350901
 Opdrachtgever : Waterschap Rijn en IJssel
 Kenmerk opdrachtgever : -
 Plaats onderzoek : omgeving Lobith
 Locatie : diverse locaties
 Schaal : n.v.t.



BAM Nelis De Ruiter bv

Haarlemmerstraatweg 79, 1165 MK / Postbus 14, 1160 AA Zwanenburg
 Telefoon (020) 407 22 22 / Fax (020) 407 22 23 / www.bamnelisderuiter.nl



Overzichtstekening

Projectnummer : 3350901
Opdrachtgever : Waterschap Rijn en IJssel
Kenmerk opdrachtgever : -
Plaats onderzoek : Lobith
Locatie : 's-Gravenwaardsedijk
Schaal : n.v.t.



Infra

BAM Nelis De Ruiter bv

Haarlemmerstraatweg 79, 1165 MK / Postbus 14, 1160 AA Zwanenburg
Telefoon (020) 407 22 22 / Fax (020) 407 22 23 / www.bamnelisderuiter.nl



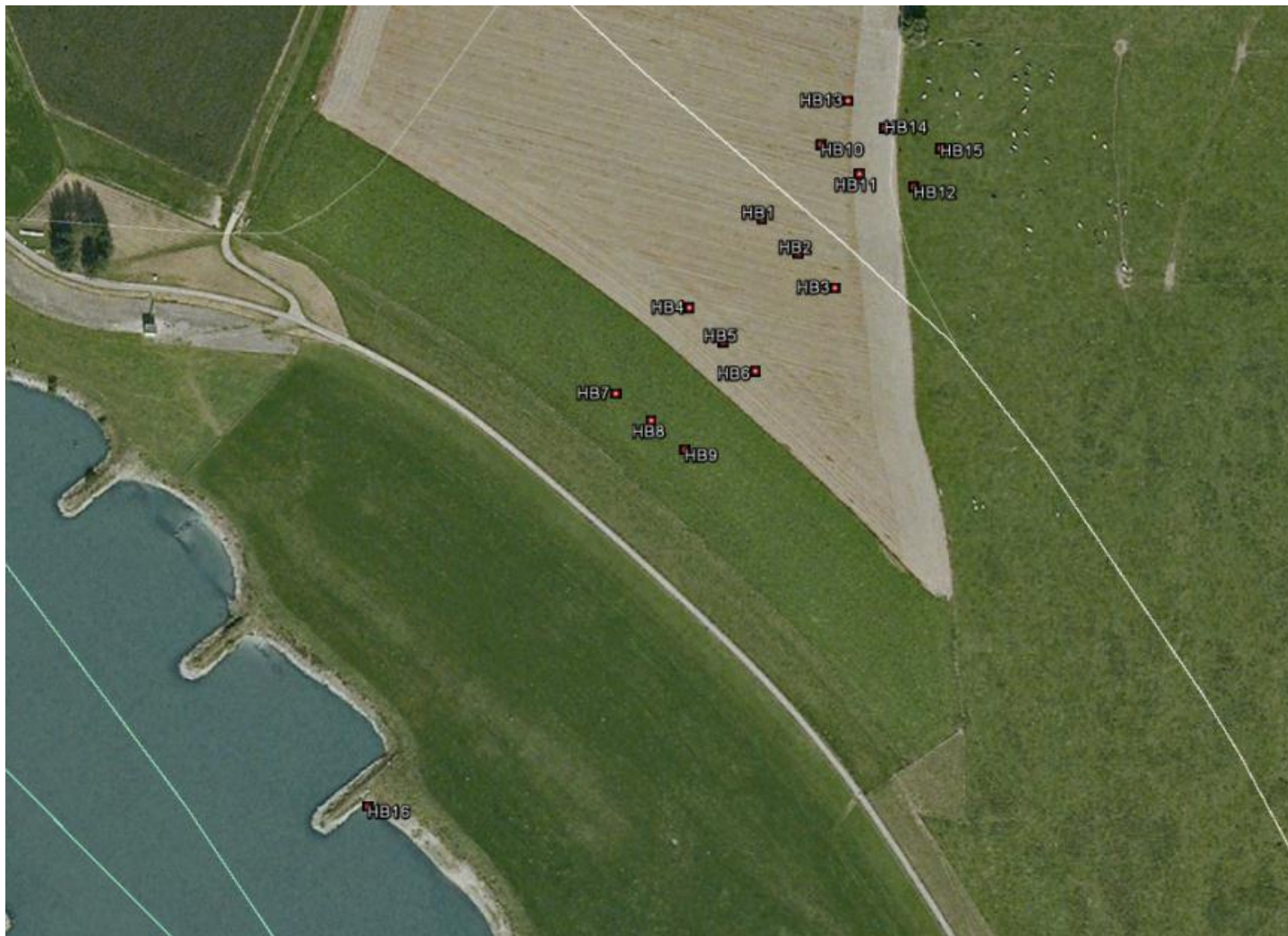
Overzichtstekening

Projectnummer : 3350901
Opdrachtgever : Waterschap Rijn en IJssel
Kenmerk opdrachtgever : -
Plaats onderzoek : Pannerden
Locatie : Pannerdense Waard
Schaal : n.v.t.



BAM Nelis De Ruiter bv

Haarlemmerstraatweg 79, 1165 MK / Postbus 14, 1160 AA Zwanenburg
Telefoon (020) 407 22 22 / Fax (020) 407 22 23 / www.bamnelisderuiter.nl



Overzichtstekening

Projectnummer : 3350901
Opdrachtgever : Waterschap Rijn en IJssel
Kenmerk opdrachtgever : -
Plaats onderzoek : Westervoort
Locatie : Pleidijk
Schaal : n.v.t.



BAM Nelis De Ruiter bv

Haarlemmerstraatweg 79, 1165 MK / Postbus 14, 1160 AA Zwanenburg
Telefoon (020) 407 22 22 / Fax (020) 407 22 23 / www.bamnelisderuiter.nl

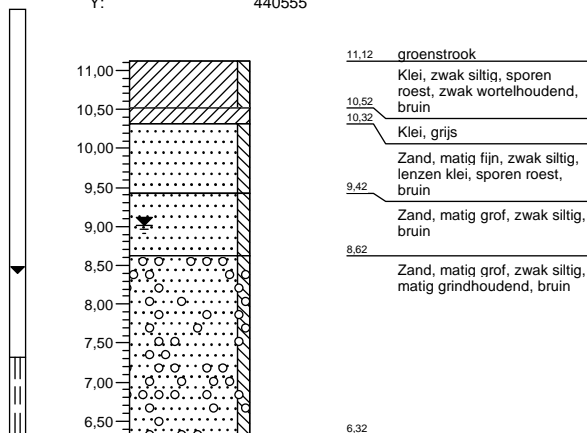


BAM Nelis De Ruiter bv

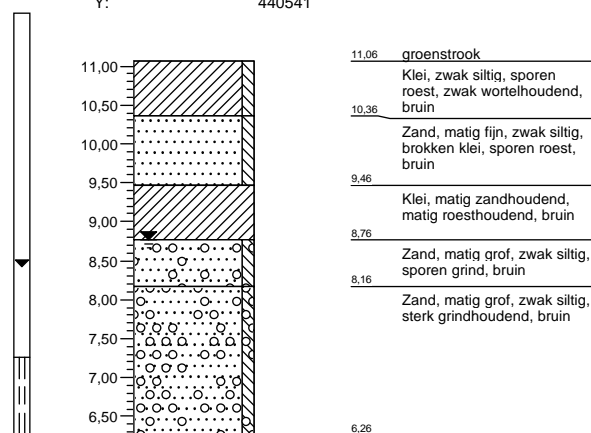
Boorbeschrijvingen incl. legenda

Boring: HB01

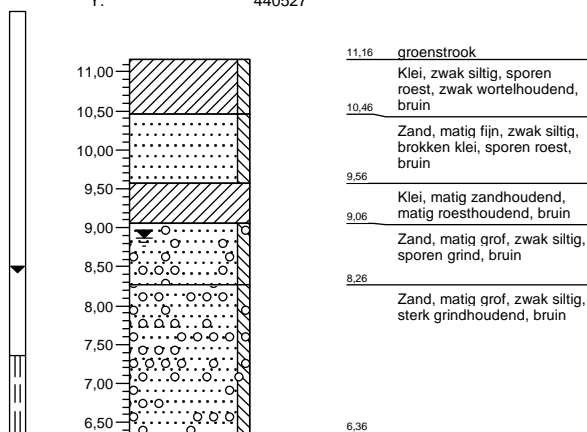
Datum: 01-10-2014
 X: 194250
 Y: 440555

**Boring: HB02**

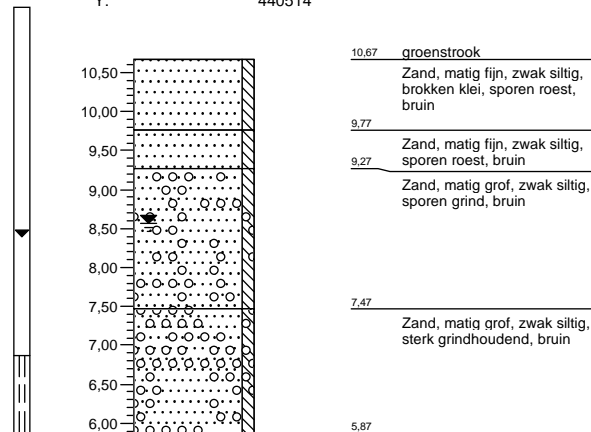
Datum: 01-10-2014
 X: 194267
 Y: 440541

**Boring: HB03**

Datum: 01-10-2014
 X: 194284
 Y: 440527

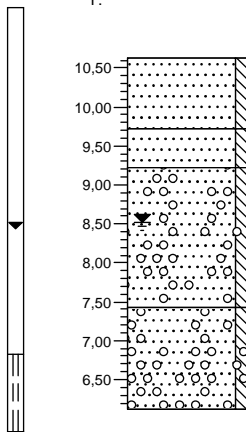
**Boring: HB04**

Datum: 01-10-2014
 X: 194220
 Y: 440514



Boring: HB05

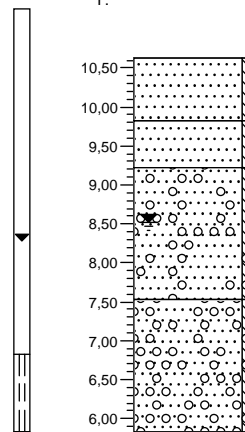
Datum: 01-10-2014
 X: 194236
 Y: 440500



10.63	groenstrook
	Zand, matig fijn, zwak siltig, brokken klei, sporen roest, bruin
9.73	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen roest, bruin
9.23	
	Zand, matig grof, zwak siltig, sporen grind, bruin
7.43	
	Zand, matig grof, zwak siltig, sterk grindhoudend, bruin
6.13	

Boring: HB06

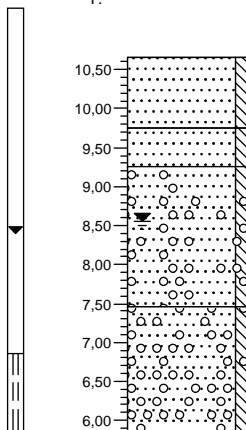
Datum: 01-10-2014
 X: 194251
 Y: 440487



10.63	groenstrook
	Zand, matig fijn, zwak siltig, brokken klei, sporen roest, bruin
9.83	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen roest, brokken klei, bruin
9.23	
	Zand, matig grof, zwak siltig, sporen grind, bruin
7.53	
	Zand, matig grof, zwak siltig, uiterst grindhoudend, bruin
5.83	

Boring: HB07

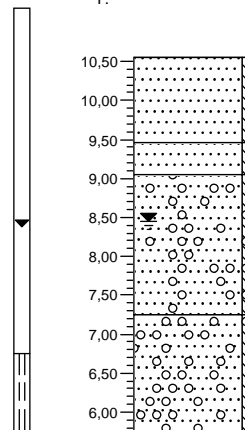
Datum: 01-10-2014
 X: 194189
 Y: 440574



10.66	groenstrook
	Zand, matig fijn, zwak siltig, brokken klei, sporen roest, bruin
9.76	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen roest, bruin
9.26	
	Zand, matig grof, zwak siltig, sporen grind, bruin
7.46	
	Zand, matig grof, zwak siltig, sterk grindhoudend, bruin
5.86	

Boring: HB08

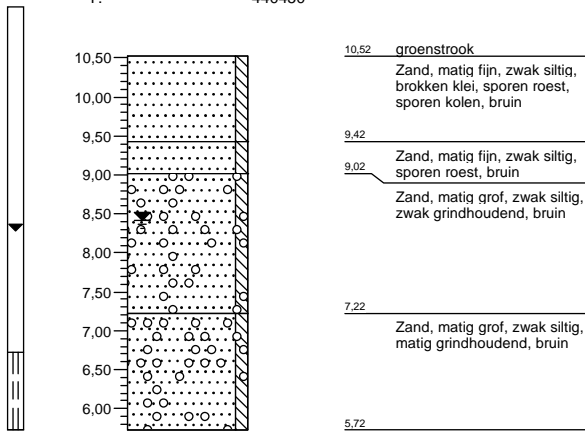
Datum: 01-10-2014
 X: 194206
 Y: 440462



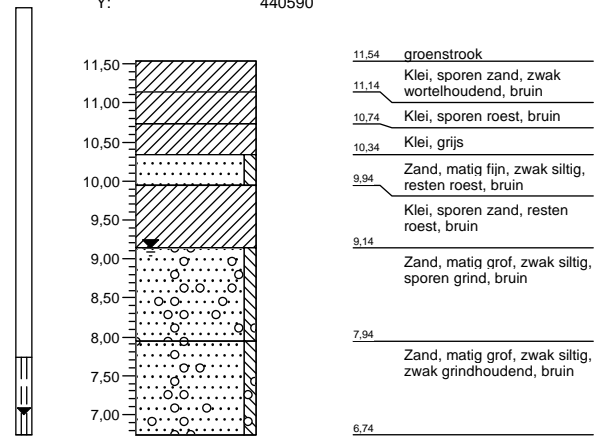
10.55	groenstrook
	Zand, matig fijn, zwak siltig, brokken klei, sporen roest, sporen kolen, bruin
9.45	
	Zand, matig fijn, zwak siltig, sporen roest, bruin
9.05	
	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindhoudend, bruin
7.25	
	Zand, matig grof, zwak siltig, matig grindhoudend, bruin
5.75	

Boring: HB09

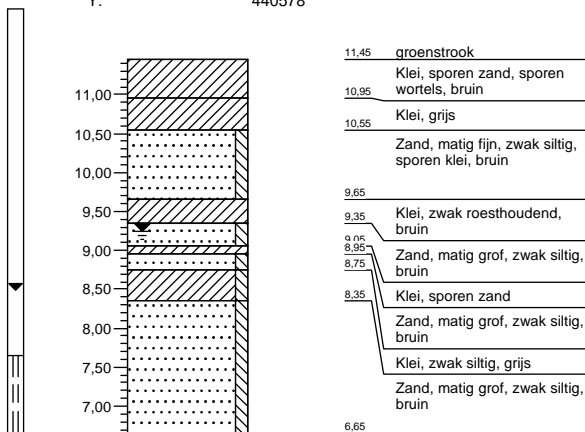
Datum: 01-10-2014
 X: 194222
 Y: 440450

**Boring: HB10**

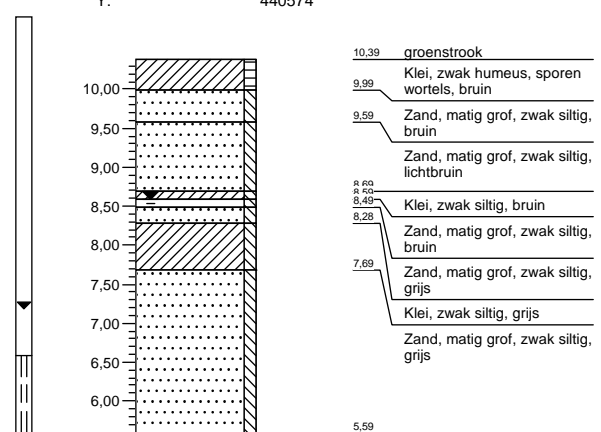
Datum: 02-10-2014
 X: 194274
 Y: 440590

**Boring: HB11**

Datum: 02-10-2014
 X: 194292
 Y: 440578

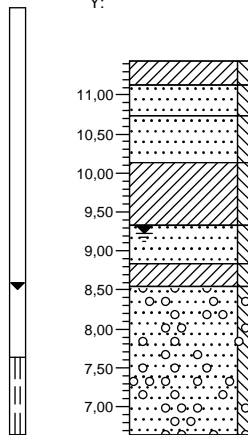
**Boring: HB12**

Datum: 02-10-2014
 X: 194317
 Y: 440574



Boring: HB13

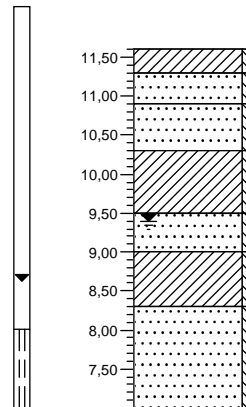
Datum: 02-10-2014
 X: 194285
 Y: 440610



11,44	groenstrook
11,14	Klei, zwak siltig, bruin
10,74	Zand, matig fijn, zwak siltig, brokken klei, bruin
10,14	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, bruin
9,34	Klei, zwak siltig, matig roesthoudend, bruin
8,84	Zand, matig grof, zwak siltig, sporen roest, bruin
8,54	Klei, zwak siltig, grijs
6,64	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindhoudend, bruin

Boring: HB14

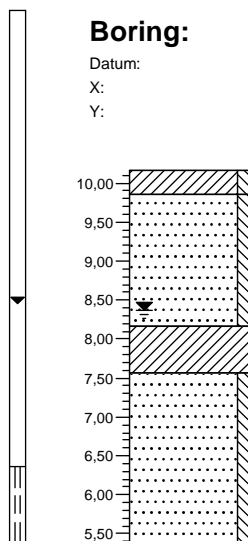
Datum: 02-10-2014
 X: 194302
 Y: 440599



11,60	groenstrook
11,30	Klei, zwak siltig, bruin
10,90	Zand, matig fijn, zwak siltig, brokken klei, bruin
10,30	Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak roesthoudend, bruin
9,50	Klei, zwak siltig, matig roesthoudend, bruin
9,00	Zand, matig grof, zwak siltig, sporen roest, bruin
8,30	Klei, zwak siltig, grijs
7,00	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin

Boring: HB15

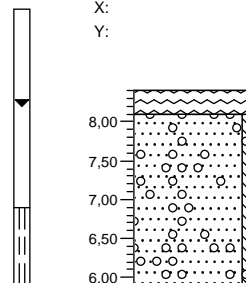
Datum: 02-10-2014
 X: 194328
 Y: 440591



10,16	groenstrook
9,86	Klei, zwak siltig, sporen wortels
8,16	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin
7,57	Klei, grijs
5,36	Zand, matig grof, zwak siltig, grijs

Boring: HB16

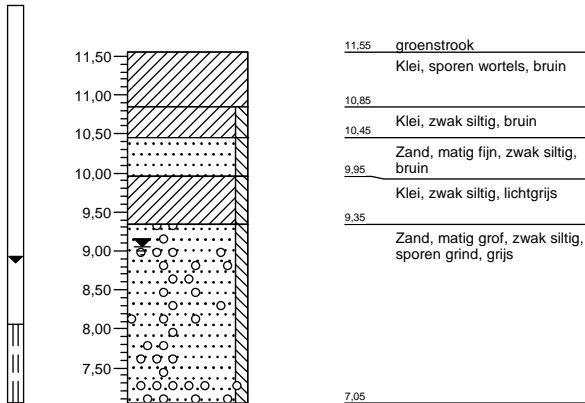
Datum: 02-10-2014
 X: 194089
 Y: 440283



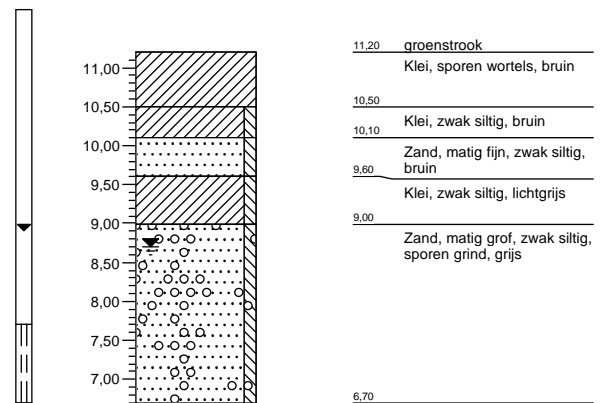
8,40	waterspiegel
8,10	Water
5,90	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindhoudend, bruin

Boring: HB17

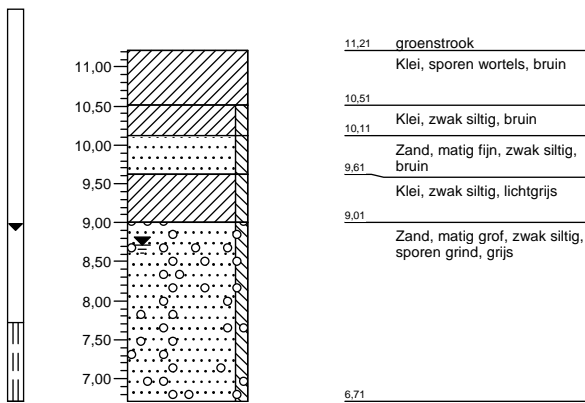
Datum: 06-10-2014
 X: 198481
 Y: 435185

**Boring: HB18**

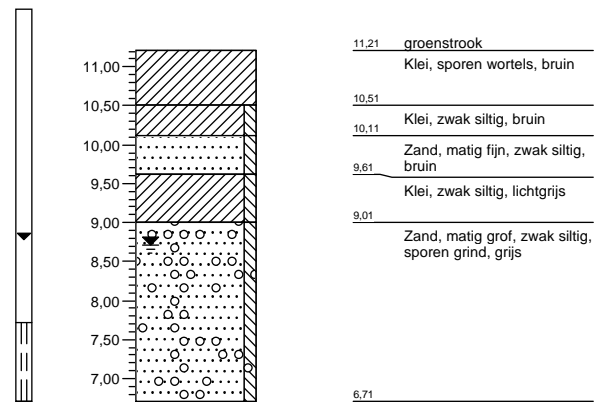
Datum: 06-10-2014
 X: 198533
 Y: 435129

**Boring: HB19**

Datum: 06-10-2014
 X: 198561
 Y: 435098

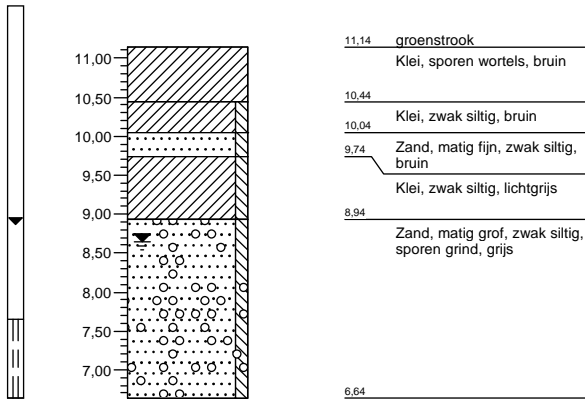
**Boring: HB20**

Datum: 06-10-2014
 X: 198458
 Y: 435163

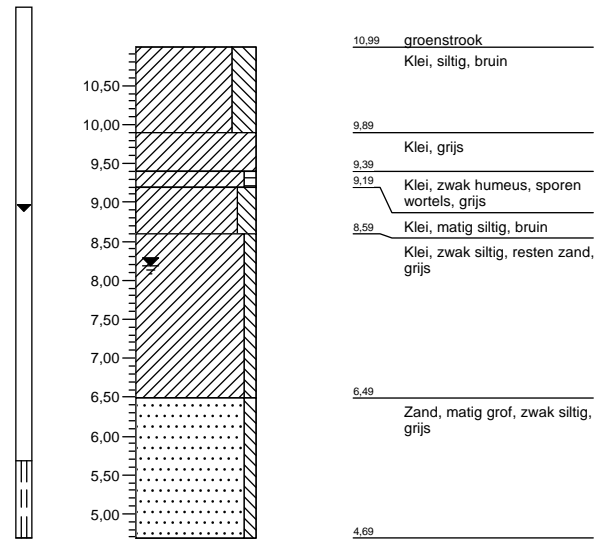


Boring: HB21

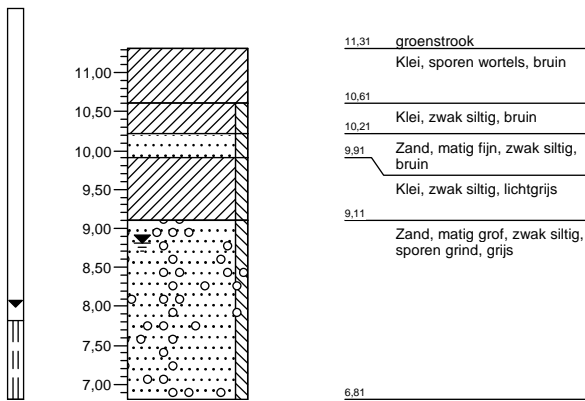
Datum: 06-10-2014
 X: 198510
 Y: 435107

**Boring: HB22**

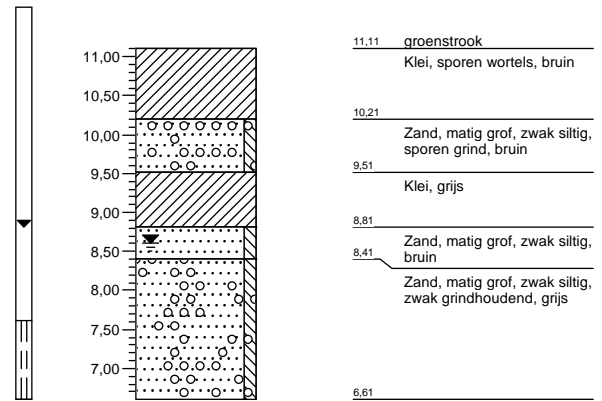
Datum: 06-10-2014
 X: 198539
 Y: 435075

**Boring: HB23**

Datum: 06-10-2014
 X: 198433
 Y: 435138

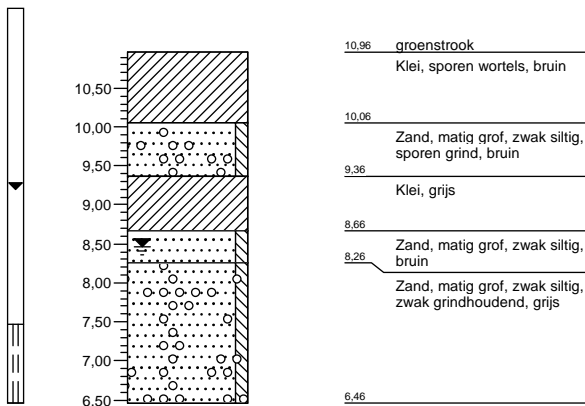
**Boring: HB24**

Datum: 06-10-2014
 X: 198487
 Y: 435084

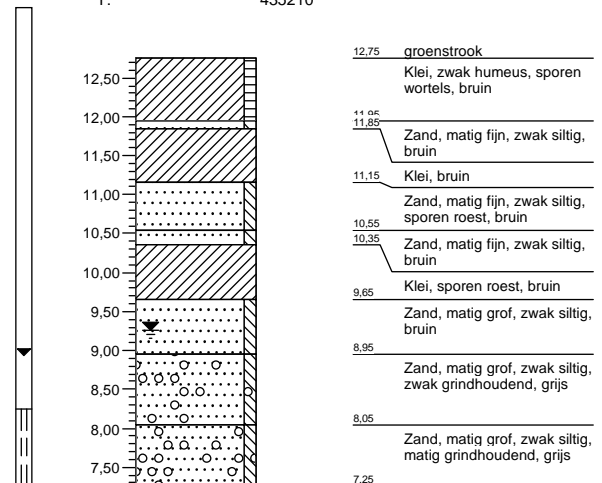


Boring: HB25

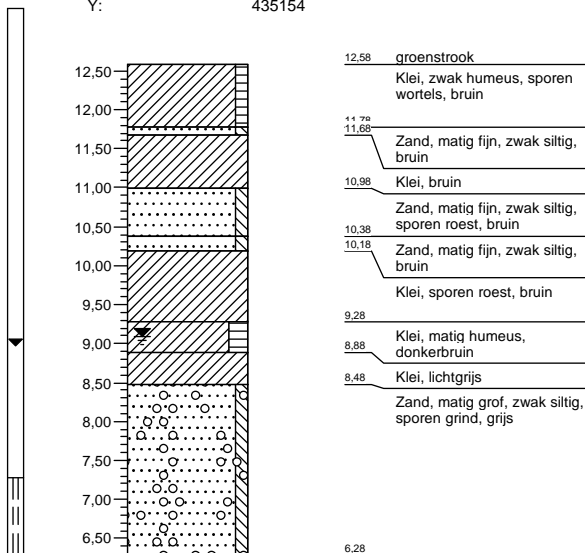
Datum: 06-10-2014
 X: 198516
 Y: 435052

**Boring: HB26**

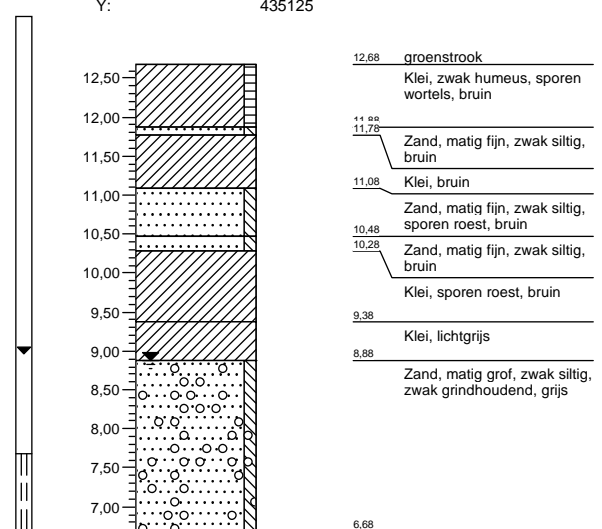
Datum: 06-10-2014
 X: 198506
 Y: 435210

**Boring: HB27**

Datum: 06-10-2014
 X: 198560
 Y: 435154

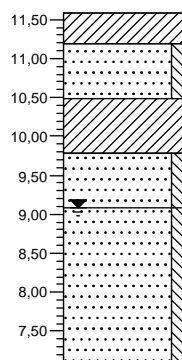
**Boring: HB28**

Datum: 06-10-2014
 X: 198587
 Y: 435125



Boring: HB29

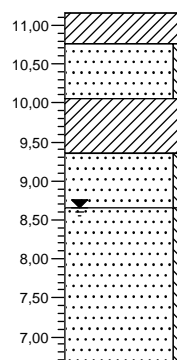
Datum: 06-10-2014
 X: 198629
 Y: 435328



11.58	akker
11.18	Klei, sporen wortels, bruin
10.48	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin
9.78	Klei, sporen roest, sporen zand, bruin
9.08	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin
8.00	Zand, matig grof, zwak siltig, grijs
7.08	

Boring: HB30

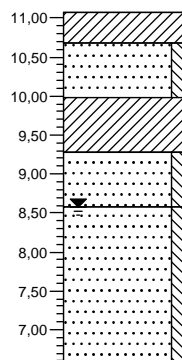
Datum: 06-10-2014
 X: 198658
 Y: 435247



11.15	akker
10.75	Klei, sporen wortels, bruin
10.05	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin
9.35	Klei, sporen roest, sporen zand, bruin
8.65	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin
7.00	Zand, matig grof, zwak siltig, grijs
6.65	

Boring: HB31

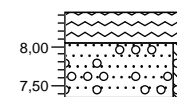
Datum: 06-10-2014
 X: 198676
 Y: 435197



11.07	akker
10.67	Klei, sporen wortels, bruin
9.97	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin
9.27	Klei, sporen roest, sporen zand, bruin
8.57	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin
7.00	Zand, matig grof, zwak siltig, grijs
6.57	

Boring: HB32

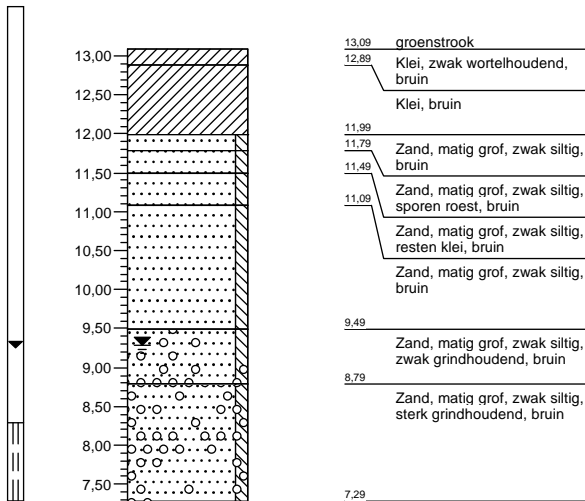
Datum: 06-10-2014
 X: 198356
 Y: 434963



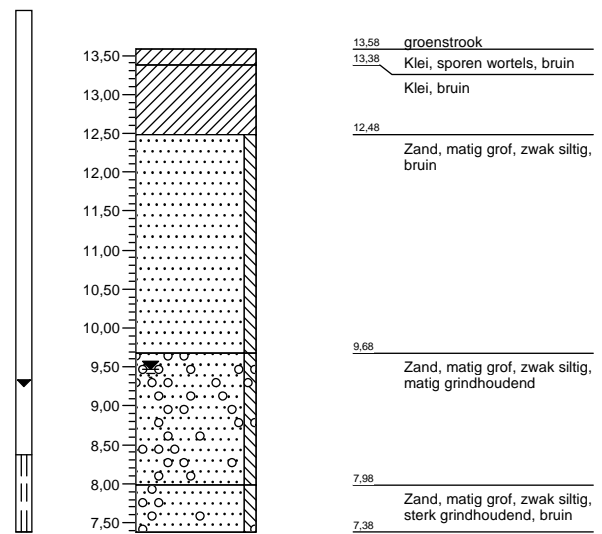
8.44	waterspiegel
8.04	Water
7.33	Zand, zeer grof, zwak siltig, uiterst grindhoudend, bruin
7.33	Gestaakt

Boring: HB33

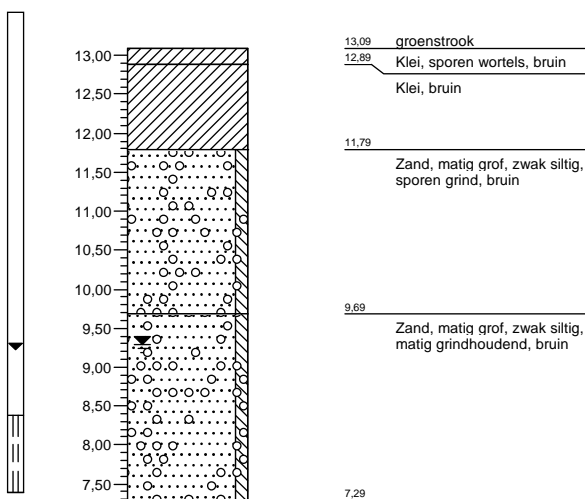
Datum: 08-10-2014
 X: 204156
 Y: 431727

**Boring: HB34**

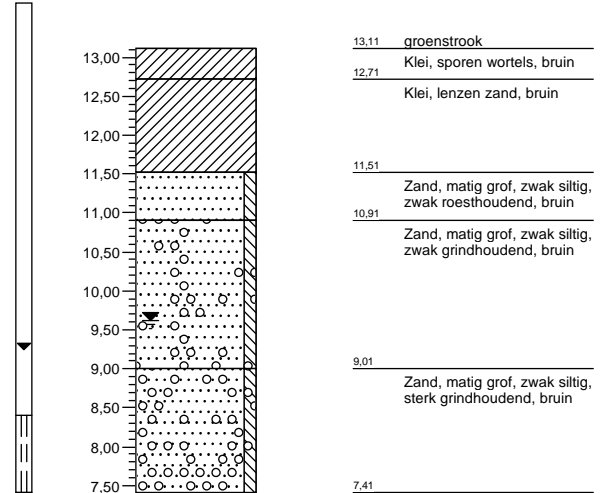
Datum: 07-10-2014
 X: 204152
 Y: 431679

**Boring: HB35**

Datum: 07-10-2014
 X: 204142
 Y: 431629

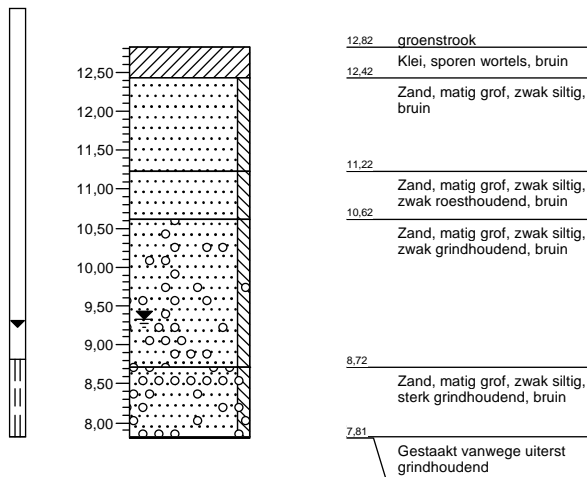
**Boring: HB36**

Datum: 08-10-2014
 X: 204131
 Y: 431732

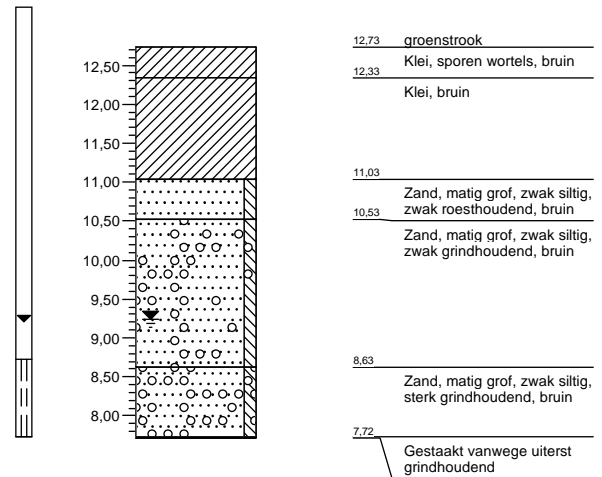


Boring: HB37

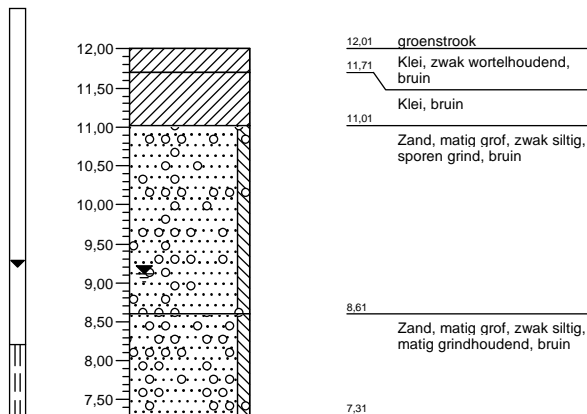
Datum: 07-10-2014
 X: 204121
 Y: 431682

**Boring: HB38**

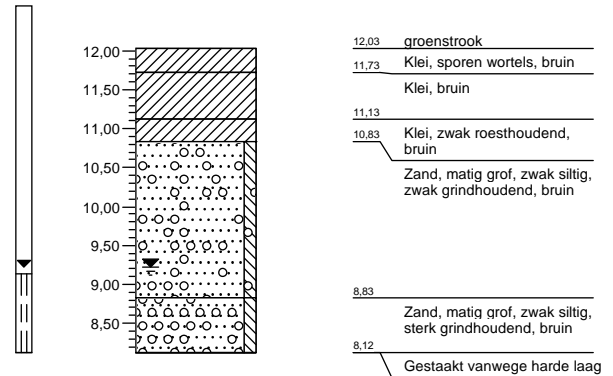
Datum: 07-10-2014
 X: 204111
 Y: 431634

**Boring: HB39**

Datum: 08-10-2014
 X: 204079
 Y: 431741

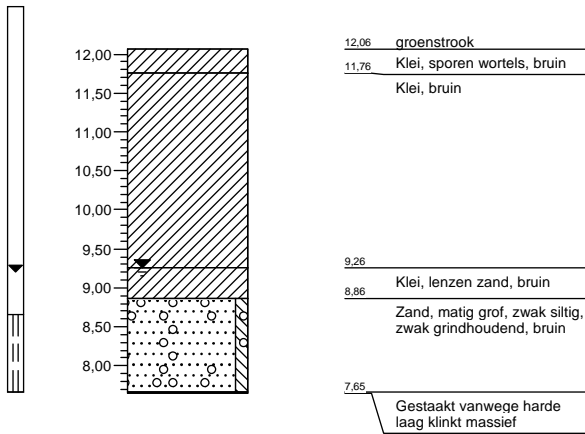
**Boring: HB40**

Datum: 07-10-2014
 X: 204073
 Y: 431688

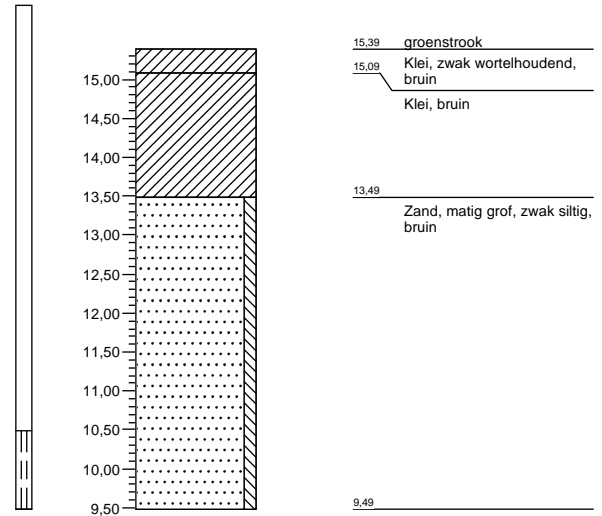


Boring: HB41

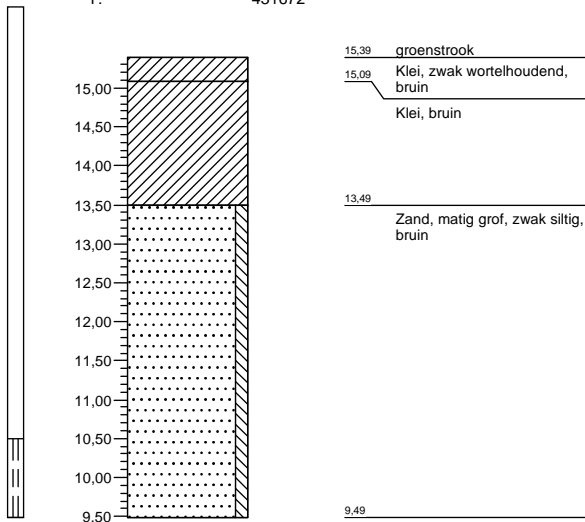
Datum: 07-10-2014
 X: 204067
 Y: 431642

**Boring: HB42**

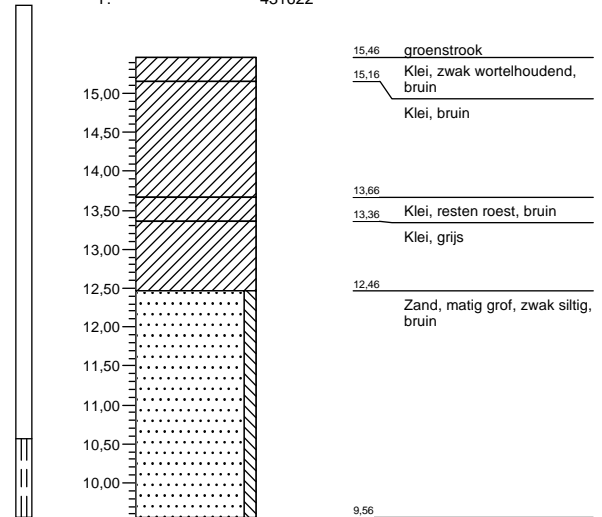
Datum: 09-10-2014
 X: 204199
 Y: 431719

**Boring: HB43**

Datum: 08-10-2014
 X: 204190
 Y: 431672

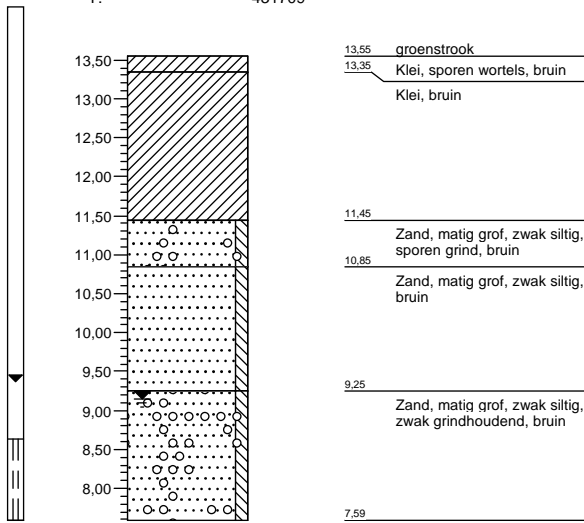
**Boring: HB44**

Datum: 08-10-2014
 X: 204180
 Y: 431622



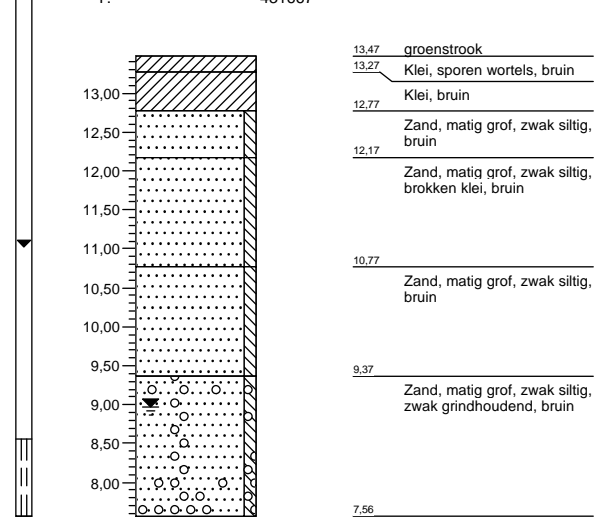
Boring: HB45

Datum: 09-10-2014
X: 204249
Y: 431709



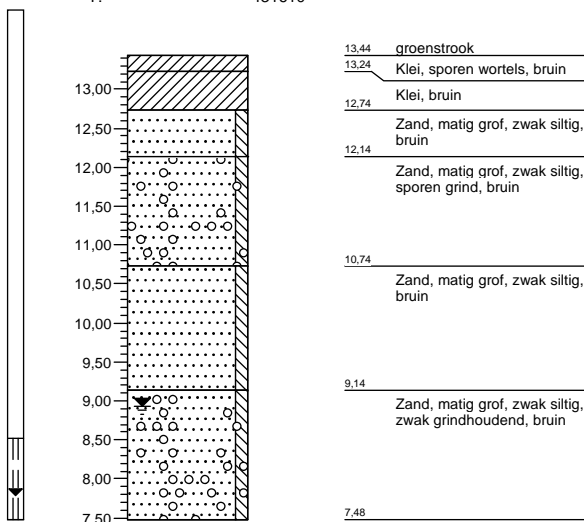
Boring: HB46

Datum: 09-10-2014
X: 204242
Y: 431667



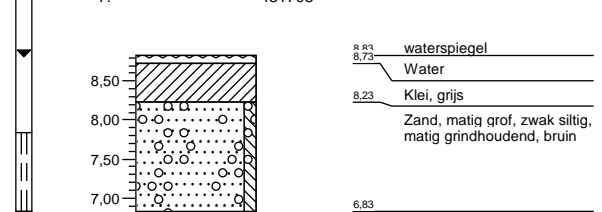
Boring: HB47

Datum: 09-10-2014
X: 204231
Y: 431610



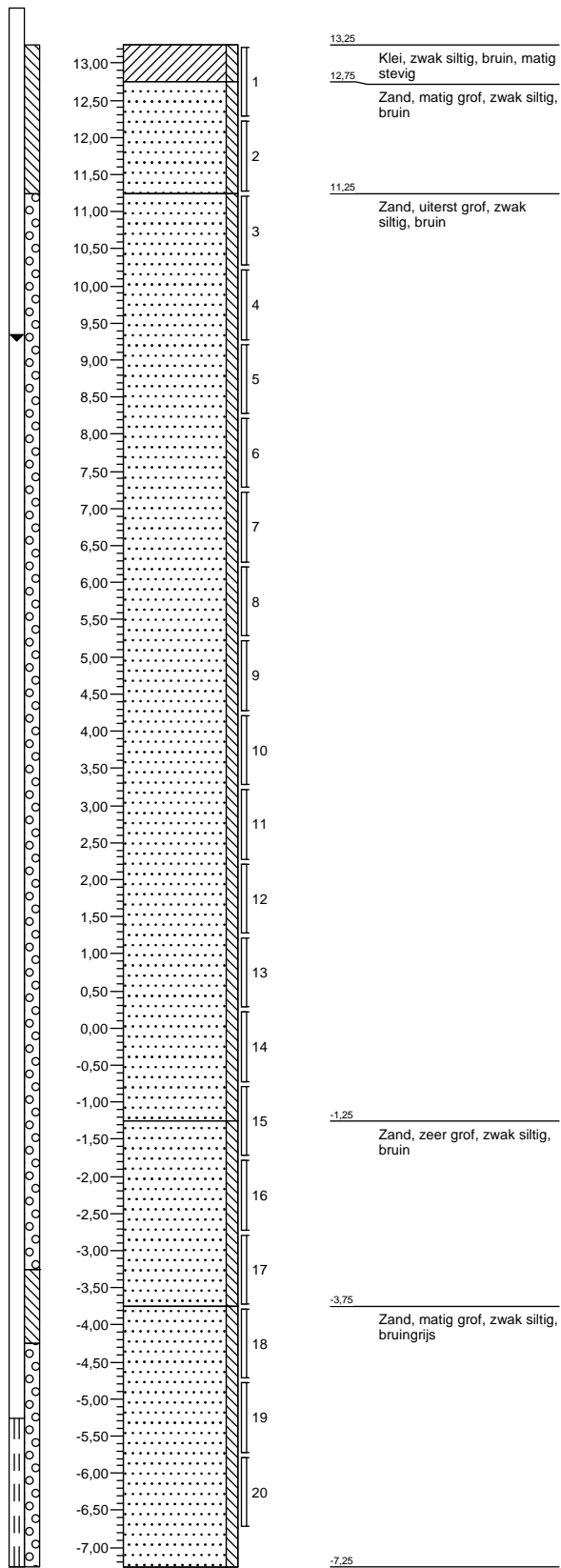
Boring: HB48

Datum: 07-10-2014
X: 204032
Y: 431703



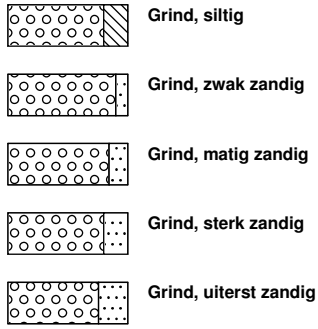
Boring: LOC1

Datum: 22-10-2014
X: 204148
Y: 431679

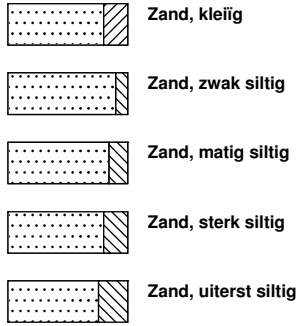


Legenda (conform NEN 5104)

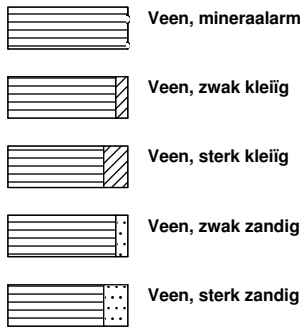
grind



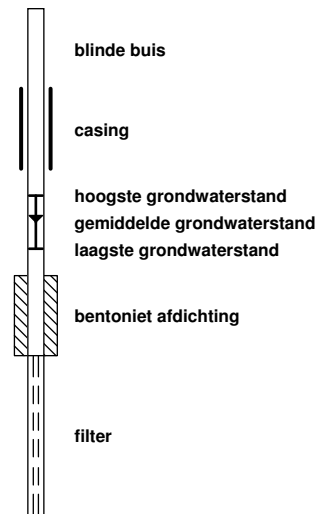
zand



veen



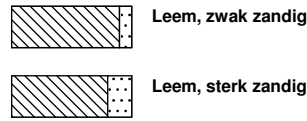
peilbuis



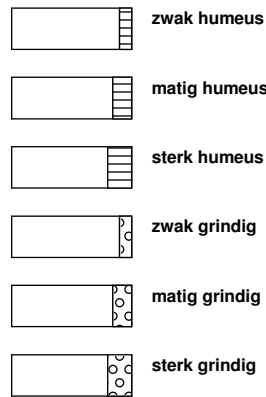
klei



leem



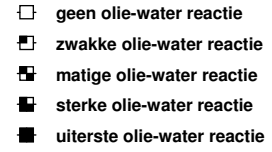
overige toevoegingen



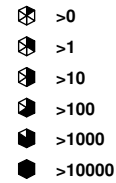
geur



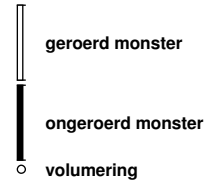
olie



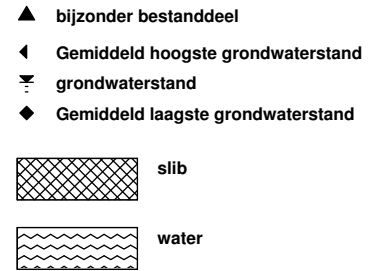
p.i.d.-waarde



monsters



overig



Rapport



Bodemonderzoek ten behoeve van project “POV piping, intredeweerstand voorlanden”

JS/BB141513/3350901

Auteur: J. Slaghuis

Opdrachtgever

Waterschap Rijn en IJssel

De heer R. Koopmans

Postbus 148

7000 AC DOETINCHEM

Versie	Status	Datum vrijgave	Auteur	Paraaf	Verificatie	Paraaf	Vrijgave	Paraaf
01	Definitief	28 oktober 2014	JS		DdH			

INHOUDSOPGAVE

- √ Tabel uitgevoerd werk met bijzonderheden/afwijkingen
- √ Locatietekeningen
- √ Sondeergrafieken



BAM Nelis De Ruiter bv

Tabel uitgevoerd werk



BAM Nelis De Ruiter bv

Locatietekeningen



Overzichtstekening

Projectnummer : 3350901
Opdrachtgever : Waterschap Rijn en IJssel
Kenmerk opdrachtgever : -
Plaats onderzoek : omgeving Lobith
Locatie : Diverse locaties
Schaal : n.v.t.



BAM Nelis De Ruiter bv

Haarlemmerstraatweg 79, 1165 MK / Postbus 14, 1160 AA Zwanenburg
Telefoon (020) 407 22 22 / Fax (020) 407 22 23 / www.bamnelisderuiter.nl



Overzichtstekening

Projectnummer : 3350901
Opdrachtgever : Waterschap Rijn en IJssel
Kenmerk opdrachtgever : -
Plaats onderzoek : Lobith
Locatie : 's Gravenwaardsedijk
Schaal : n.v.t.



BAM Nelis De Ruiter bv

Haarlemmerstraatweg 79, 1165 MK / Postbus 14, 1160 AA Zwanenburg
Telefoon (020) 407 22 22 / Fax (020) 407 22 23 / www.bamnelisderuiter.nl



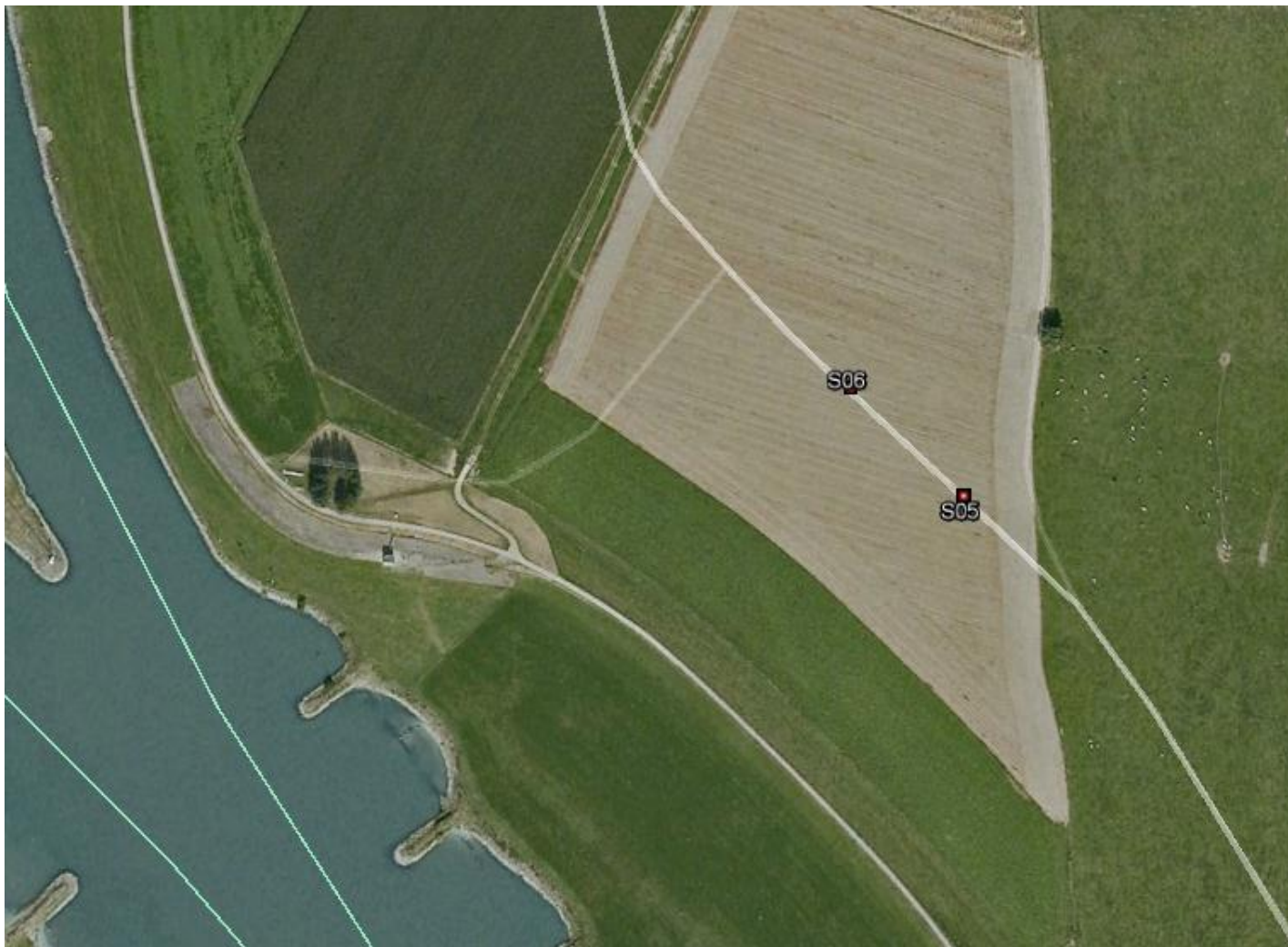
Overzichtstekening

Projectnummer : 3350901
Opdrachtgever : Waterschap Rijn en IJssel
Kenmerk opdrachtgever : -
Plaats onderzoek : Pannerden
Locatie : Pannerdense Waard
Schaal : n.v.t.



BAM Nelis De Ruiter bv

Haarlemmerstraatweg 79, 1165 MK / Postbus 14, 1160 AA Zwanenburg
Telefoon (020) 407 22 22 / Fax (020) 407 22 23 / www.bamnelisderuiter.nl



Overzichtstekening

Projectnummer : 3350901
Opdrachtgever : Waterschap Rijn en IJssel
Kenmerk opdrachtgever : -
Plaats onderzoek : Westervoort
Locatie : Pleidijk
Schaal : n.v.t.



Infra

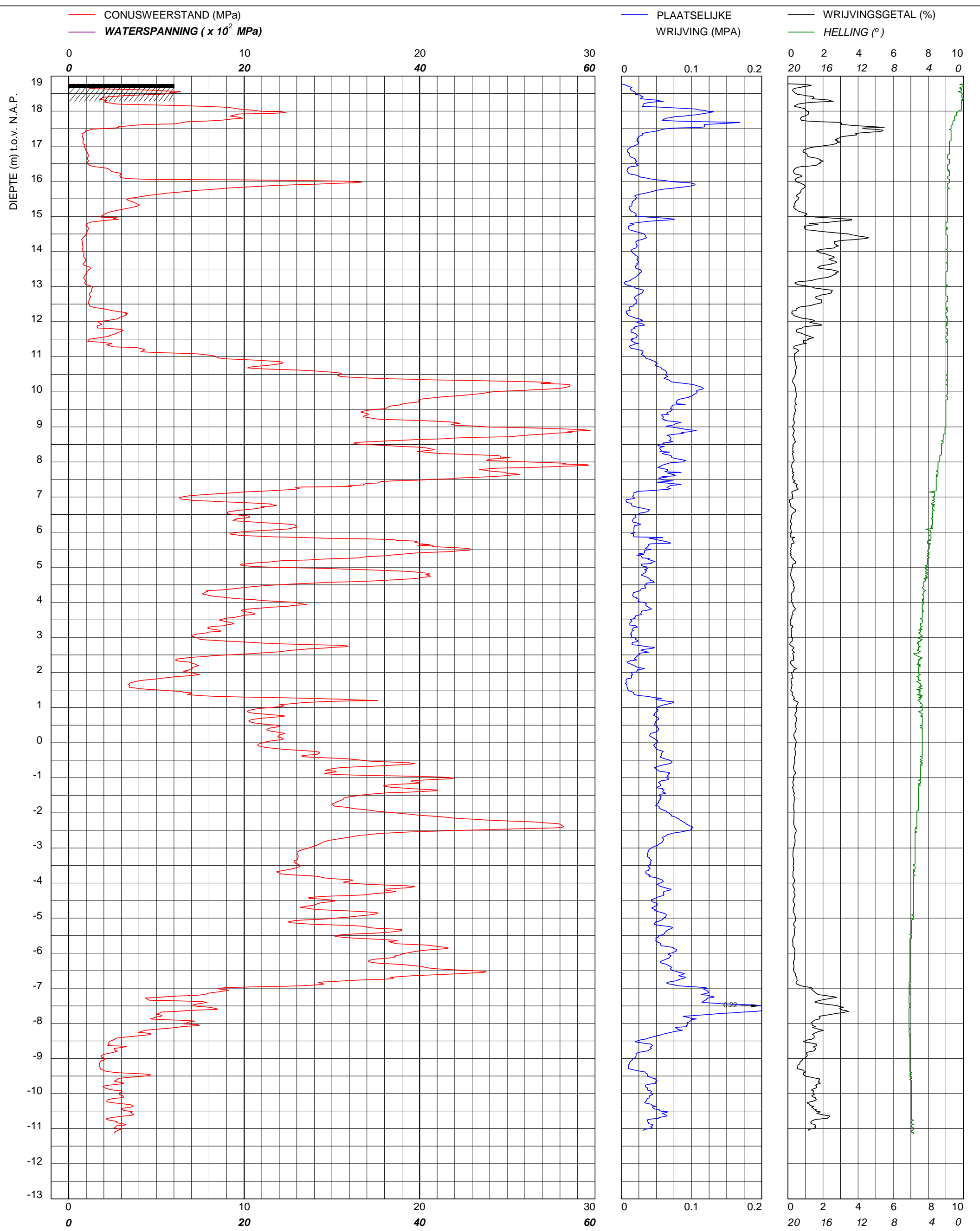
BAM Nelis De Ruiter bv

Haarlemmerstraatweg 79, 1165 MK / Postbus 14, 1160 AA Zwanenburg
Telefoon (020) 407 22 22 / Fax (020) 407 22 23 / www.bamnelisderuiter.nl



BAM Nelis De Ruiter bv

Sondeergrafieken



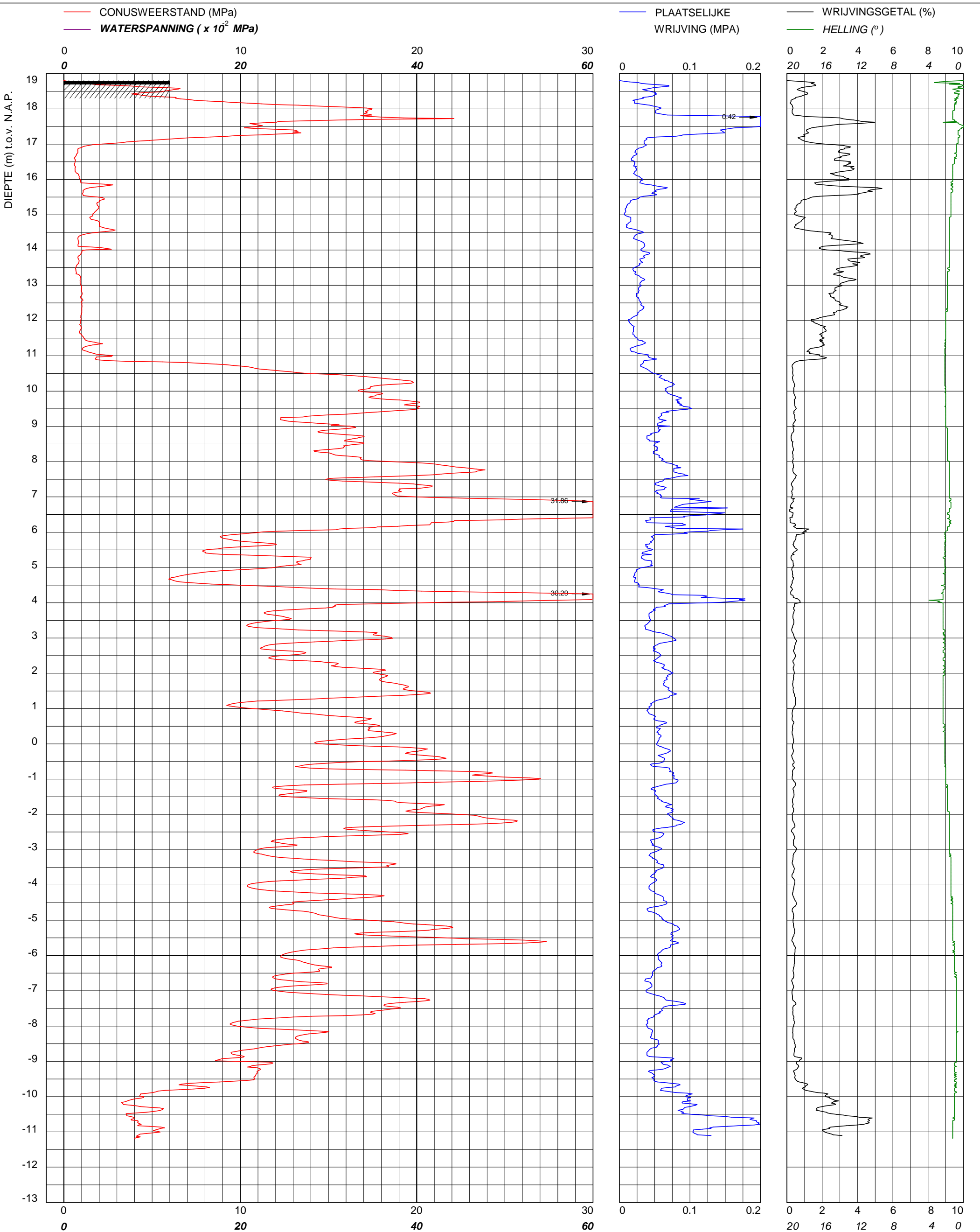
Sondering CFI volgens NEN 5140 klasse 2
 Conuspuntoppervlakte : 1500 mm²

Waterschap Rijn en IJssel
Diverse locaties Lobith e.o.

MV	18.777 m N.A.P.	X	204183
Km		Y	431723
Uitvoeringsdatum		2-10-2014	
Printdatum		3-10-2014	

Opdrachtnummer :
 3350901
 Locatiecode :
 S01

Postbus 14 1160 AA Zwanenburg
 Telefoon (020) 4072222 / Fax (020) 4072223



infra
BAM Nelis De Ruitter

Postbus 14 1160 AA Zwanenburg
Telefoon (020) 4072222 / Fax (020) 4072223

Sondering CFI volgens NEN 5140 klasse 2
Conuspuntoppervlakte : 1500 mm²

Waterschap Rijn en IJssel
Diverse locaties Lobith e.o.

MV 18.804 m N.A.P.

Km

Uitvoeringsdatum

Printdatum

X 204165

Y 431626

2-10-2014

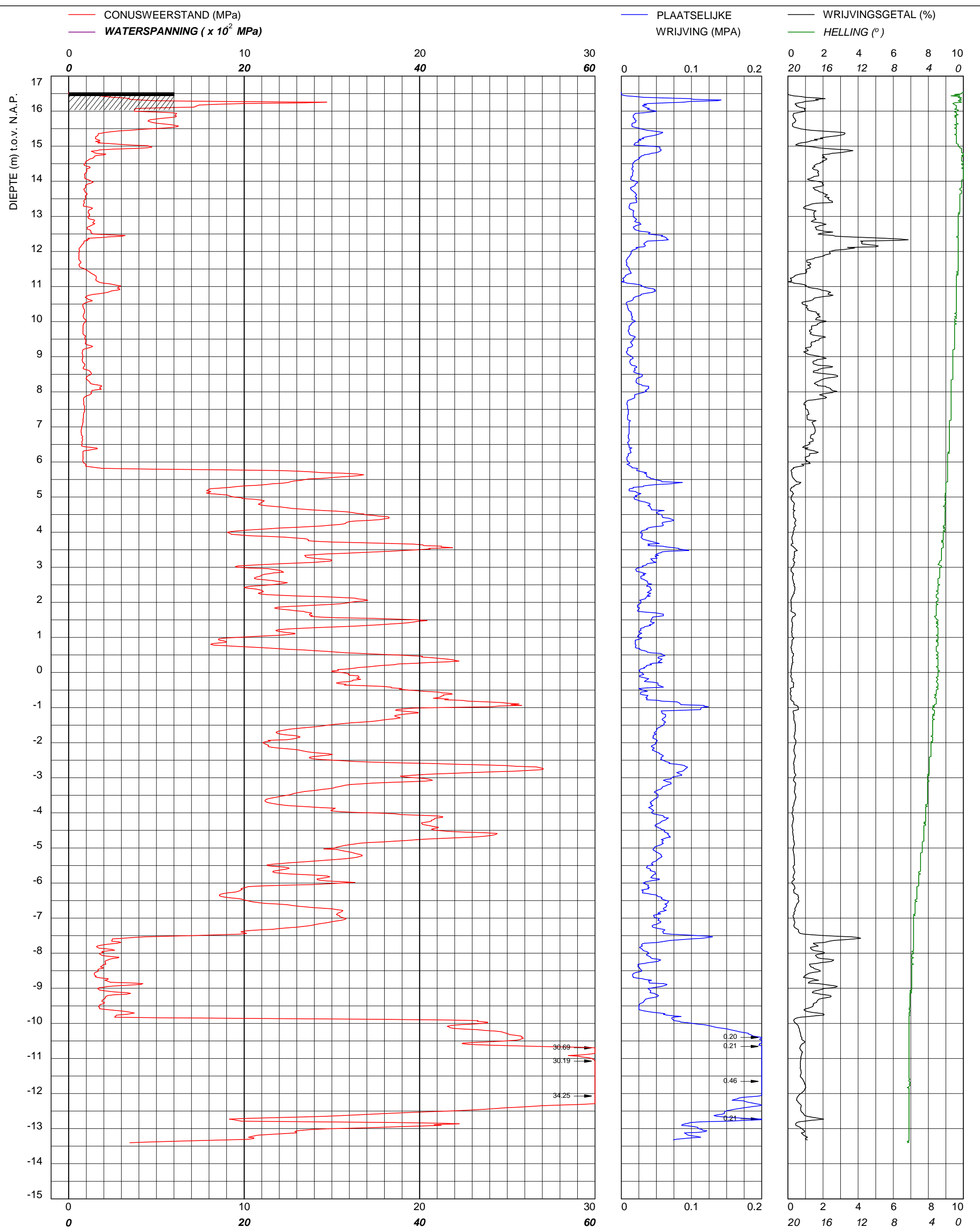
3-10-2014

Opdrachtnummer :

3350901

Locatiecode :

S02

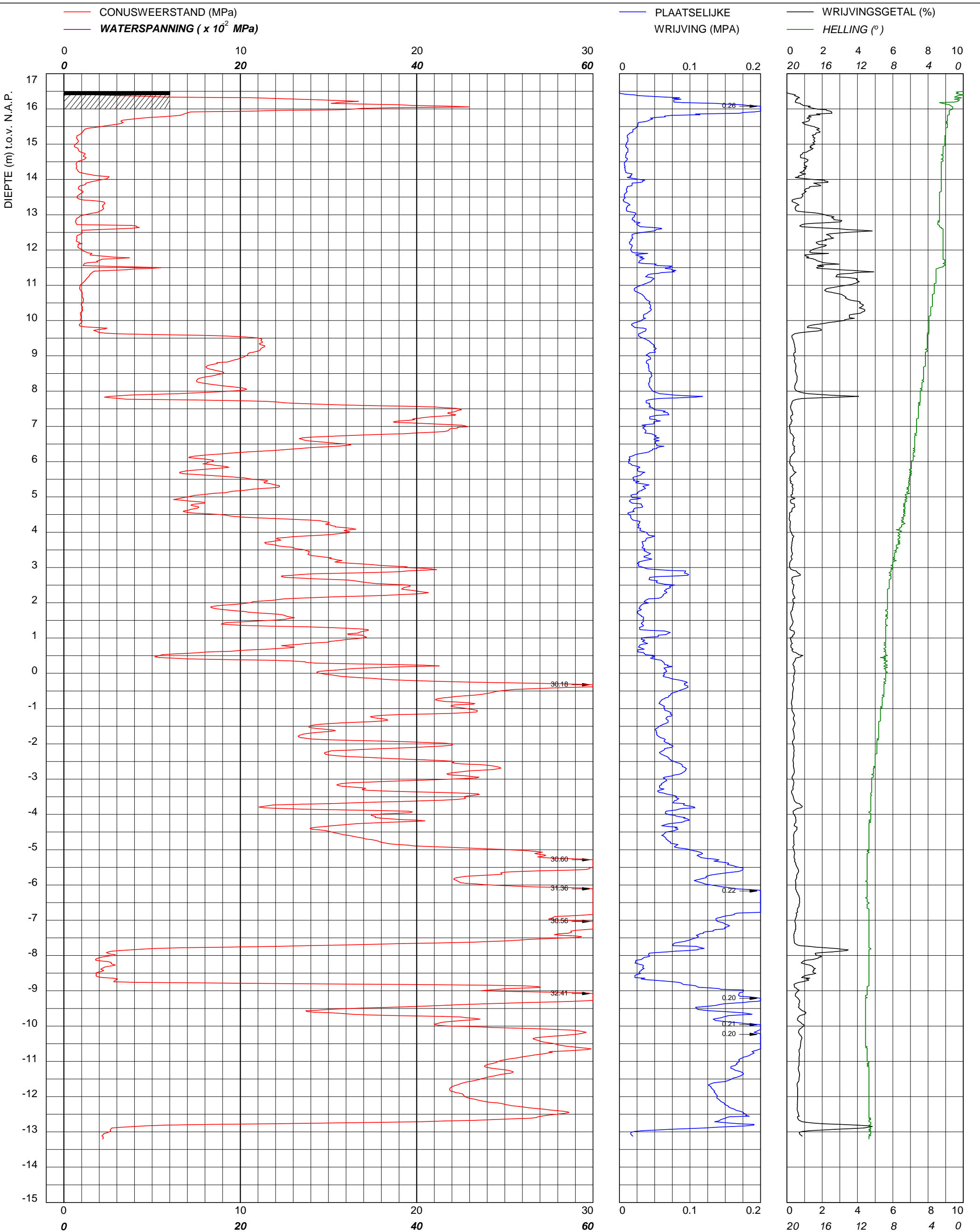


Sondering CFI volgens NEN 5140 klasse 2
 Conuspuntoppervlakte : 1500 mm²

Waterschap Rijn en IJssel
Diverse locaties Lobith e.o.

MV	16.535 m N.A.P.	X	198596	Opdrachtnummer : 3350901
Km		Y	435087	
Uitvoeringsdatum		2-10-2014		Locatiecode : S03
Printdatum		3-10-2014		

Postbus 14 1160 AA Zwanenburg
 Telefoon (020) 4072222 / Fax (020) 4072223



infra
BAM Nelis De Ruiters

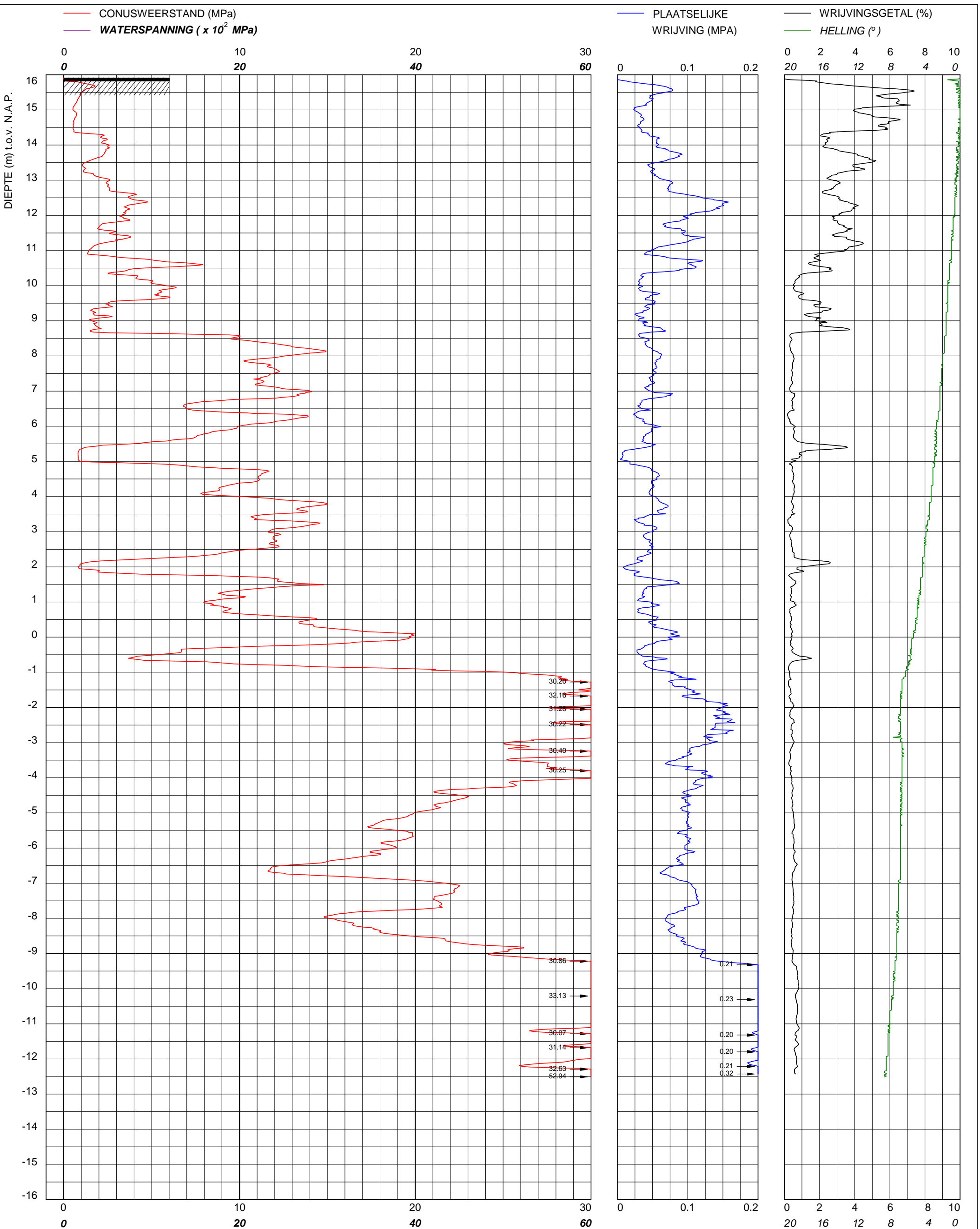
Postbus 14 1160 AA Zwanenburg
Telefoon (020) 4072222 / Fax (020) 4072223

Sondering CFI volgens NEN 5140 klasse 2
Conuspuntoppervlakte : 1500 mm²

Waterschap Rijn en IJssel
Diverse locaties Lobith e.o.

MV	16.496 m N.A.P.	X	198495
Km		Y	435196
Uitvoeringsdatum		2-10-2014	
Printdatum		3-10-2014	

Opdrachtnummer :	3350901
Locatiecode :	S04



infra
BAM Nelis De Ruitter

Postbus 14 1160 AA Zwanenburg
Telefoon (020) 4072222 / Fax (020) 4072223

Sondering CFI volgens NEN 5140 klasse 2
Conuspuntoppervlakte : 1500 mm²

Waterschap Rijn en IJssel
Diverse locaties Lobith e.o.

MV 15.919 m N.A.P.

Km

Uitvoeringsdatum

Printdatum

X 194275

Y 440554

2-10-2014

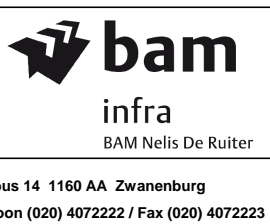
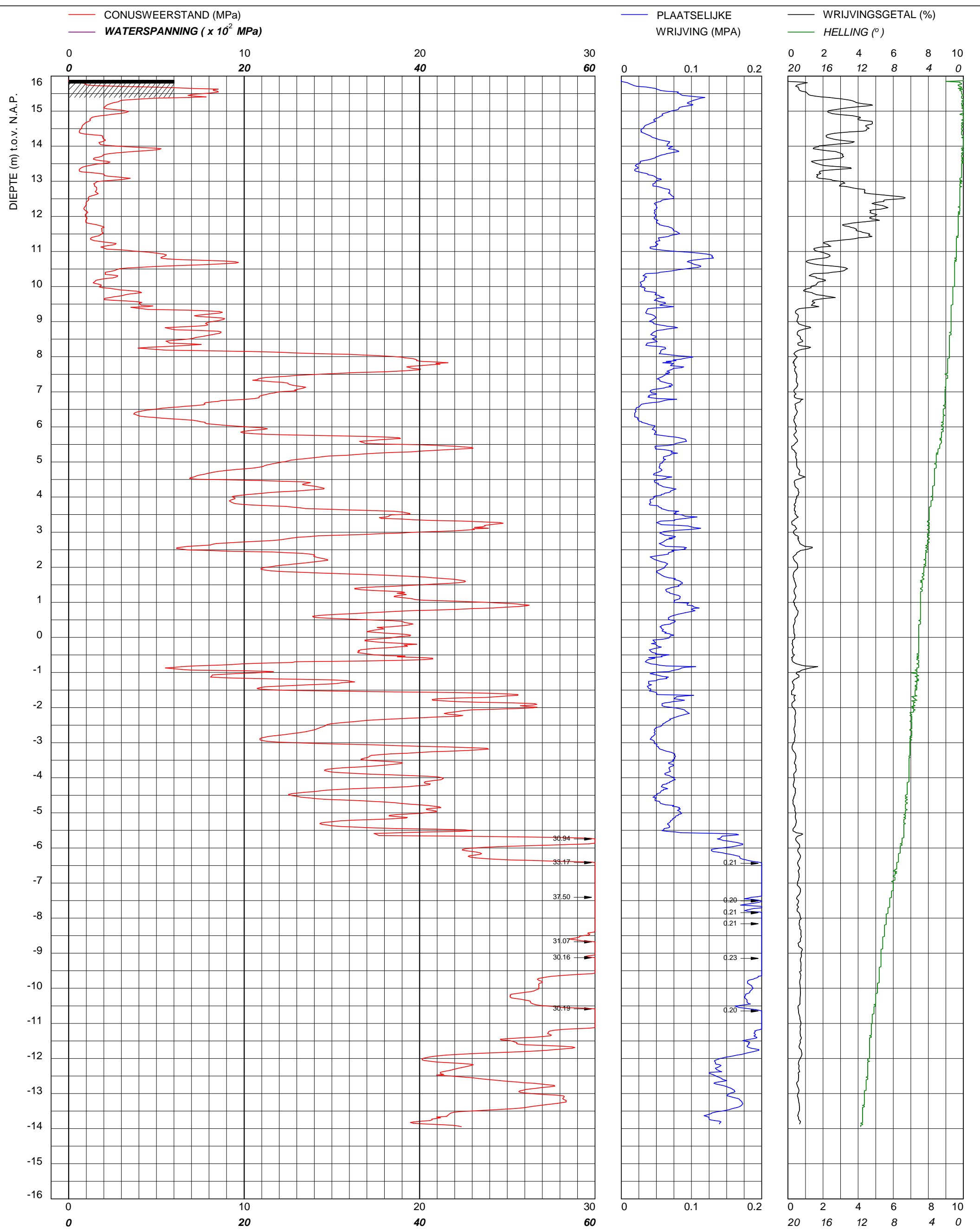
3-10-2014

Opdrachtnummer :

3350901

Locatiecode :

S05



Sondering CFI volgens NEN 5140 klasse 2
 Conuspuntoppervlakte : 1500 mm²

Waterschap Rijn en IJssel
Diverse locaties Lobith e.o.

MV	15.887 m N.A.P.	X	194210
Km		Y	440605
Uitvoeringsdatum		2-10-2014	
Printdatum		3-10-2014	

Opdrachtnummer :
 3350901

Locatiecode :
 S06