

BEMALINGSADVIES
betreffende

**IN- EN UITTREDEPUNT HDD TE
WADDINXVEEN**

Opdrachtnummer: 1012-0297-004

Opdrachtgever : N.V. Nederlandse Gasunie
PW Waddinxveen
Postbus 444
2740 AK Waddinxveen
Contactpersoon: dhr. C.P. van Oossanen

Projectleider : ir. E. Alink

Opgesteld door : drs. I.V. Berger
Adviseur Hydrologie

drs. C.C. M. Spoorenberg
Groepshoofd Waterbouw

Gecontroleerd door : ing. M.M. Eijking
Adviseur Hydrologie

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	16 juli 2013	eerste versie	

FILE: 1012-0297-004.R02.doc. Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden ALV 2012 van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten.

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	3
2. PROJECTOMSCHRIJVING	4
3. GEOHYDROLOGISCHE INVENTARISATIE	5
3.1. Grondonderzoek en bodemopbouw	5
3.2. Geohydrologische schematisering	5
3.3. Oppervlaktewaterpeil, grondwaterstand en stijghoogte	6
4. BEMALINGSBEREKENINGEN	7
4.1. Ontgraving	7
4.2. Stabiliteit put-/sleufbodem	7
4.3. Bemalingsinstallatie	7
4.4. Waterbezwaar	7
4.5. Verlagen van de grondwaterstand in de omgeving	8
4.6. Effecten van de bemaling in de omgeving	9
4.7. Eventuele afwijkingen van onze uitgangspunten	10
5. RISICOSCAN WATERKERINGEN	11
5.1. Waterkeringbeheerders en -beleid	11
5.2. Beoordeling waterkerende veiligheid	13
5.3. Tijdsplanning en raming kosten	14
6. VERGUNNINGEN EN LOZING	15
6.1. Onttrekkingsvergunning	15
6.2. Watervergunning waterkeringen	16
6.3. Lozing van het bemalingswater	16
7. ADVIES EN AANDACHTSPUNTEN	17

BIJLAGEN

- Situatietekening	1
- "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten"	
- "Continu Elektrisch Sonderen"	
- Sondeergrafieken	DKMP101 en DKMP107
- Mechanische boringen	B101 en B102
- Locatieoverzicht en peilbuislocaties TNO	2
- Tijd-stijghoogtegrafieken peilbuizen TNO	3.1 en 3.2

1. INLEIDING

Fugro GeoServices B.V. te Leidschendam ontving van N.V. Nederlandse Gasunie te Waddinxveen, opdracht voor het uitvoeren van een grond- en laboratoriumonderzoek en het uitbrengen van diverse adviezen. Het grondonderzoek en de adviezen hebben betrekking op een uit te voeren horizontaal gestuurde boring (HDD) bij Waddinxveen.

Het grond- en laboratoriumonderzoek is in mei en juni 2013 uitgevoerd en is gepresenteerd in het geotechnische rapport 1012-0297-004.R01 en deels in voorliggend rapport.

Voorliggend rapport betreft het bemalingsadvies dat is opgesteld conform onze offerte 1012-0297-004.O02, d.d. 24-4-2013. Het advies bevat de volgende onderdelen:

- Inventarisatie bodemopbouw en geohydrologische gesteldheid;
- Beoordeling stabiliteit bouwputbodemp en vaststellen benodigd type bemaling;
- Berekening van het te onttrekken waterbezwaar;
- Berekening van de verlaging van de grondwaterstand in de omgeving en een inzicht in de mogelijke gevolgen hiervan;
- Conceptueel bemalings- en monitoringsplan;
- Signalering van mogelijke knelpunten bij de uitvoering;
- Toetsing van de bemaling aan de Waterwet.

De doelstelling van deze rapportage is inzicht te verschaffen in de te onttrekken hoeveelheid grondwater, het aangeven van de mogelijke effecten van deze onttrekking op de omgeving, het signaleren van knelpunten en het aangeven van mogelijk noodzakelijke vervolgstappen. Daarnaast wordt aangegeven of voor de bemaling een onttrekkingsvergunning moet worden aangevraagd.

2. PROJECTOMSCHRIJVING

Het project betreft de aanleg van een gasleiding met behulp van een horizontaal gestuurde boring (HDD) te Waddinxveen onder de watergang "Gouwe". Het intredepunt van de HDD ligt nabij de Kouwe Hoek/Wilhelminakade en het uittredepunt nabij de Henegouwerweg/Goudse Poort. Binnen het Rijksdriehoeksnet hebben het in- en uittredepunt van de HDD de coördinaten X = 105.277 m en Y = 449.072 m (in) en X = 105.640 en Y = 448.956 (uit). De locaties van het intrede- en uittredepunt zijn in afbeelding 2-1 weergegeven.



Afbeelding 2-1: Locatie in- en uittredepunt (bron GoogleEarth)

Voor het vervullen van de opdracht heeft de Gasunie informatie verstrekt waaronder de tekening: "Routekaart, Pigging tracé W-501-01 Utrecht-Waddinxveen, DN300 leiding Utrecht-Gouda", nr. W-501-01-KR-054-A12, d.d. 23-4-2013. Naast de ontgraving voor het in- en uittredepunt aan beide zijde van de HDD wordt een nieuw leidingdeel aangelegd. Met de verstrekte gegevens zijn de afmetingen en niveaus afgeleid zoals zijn weergegeven in tabel 2-1. In deze tabel staat ook de aangegeven te verwachten bemalingsduur genoemd.

Tabel 2-1: Afmetingen, ontgravingsniveaus en globale bemalingsduur

Onderdeel leiding (buitendiameter: 324 mm)	Afmetingen <u>bodem ontgraving</u> [ca. m x m]	Aanlegniveau [ca. NAP m]	Ontgravings- niveau [ca. NAP m]	Bemalingsduur
<u>Intredepunt:</u> - Aansluiting	2 x 2	-2,65	-3,6*	ca. 14 dagen
- Leiding	23 x 1	Van -2,65 (17 m) naar -1,65 (5 m)	-2,9 -1,9	ca. 5 dagen
<u>Uittredepunt:</u> - Aansluiting	2 x 2	-1,51	-2,5*	ca. 14 dagen
- Leiding	110 x 1	Van -1,35 à -3,03 (59 m) naar -1,21 (46 m)	-1,6 à -3,3 -1,5	ca. 10 dagen

* Voor de benodigde werkzaamheden wordt voor de ontgraving uitgegaan van ca. 1 m onder het aanlegniveau.

De werkzaamheden worden in een open ontgraving uitgevoerd waarbij een talud van 1 : 1 wordt aangehouden. De stabiliteit van dit talud is niet door Fugro met behulp van geotechnische berekeningen gecontroleerd. Om het werk in den droge uit te voeren, wordt de grondwaterstand door een bemaling verlaagd. De start van het werk staat gepland in april 2014.

3. GEOHYDROLOGISCHE INVENTARISATIE

3.1. Grondonderzoek en bodemopbouw

In mei-juni 2013 is op de locatie door Fugro een grondonderzoek uitgevoerd dat heeft bestaan uit:

- 7 kleefmantelsonderingen met meting van de plaatselijke waterspanning (code DKMP), waarvan 2 sonderingen vanaf het water zijn uitgevoerd;
- 2 mechanische boringen (code B). Boorgat B102 is voorzien van een peilbuis met de filterafstelling tussen ca. NAP -27 m en NAP -28 m;
- Tijdens het boren zijn ongeroerde grondmonsters gestoken waarvan in ons laboratorium het volumiek gewicht, water- en poriëgehalte en de verzadigingsgraad zijn bepaald.

De onderzoekslocaties staan aangegeven op bijlage 1. De sondeergrafieken (bij het in- en uittredepunt) en boorstaten zijn ook in de bijlagen opgenomen. De bodemopbouw is voor het intredepunt en de sleuf aan de westzijde van de Gouwe gebaseerd op sondering DKMP101 en voor het uittredepunt en de sleuf de oostzijde van de Gouwe op sondering DKMP107. Op basis hiervan en gegevens uit de literatuur (geohydrologisch) is de geschematiseerde bodemopbouw weergegeven in tabel 3-1.

Tabel 3-1: Bodemopbouw

Diepte [ca. NAP m]			Bodembeschrijving	Typering	Laag
Intredepunt: -0,3 à -0,4 Uittredepunt: +0,3 à -1,7			Maaiveld	Infiltratieoppervlak	0
+0,3 à -1,7	tot	-12,0 à -12,5	KLEI en VEEN, lokaal zandig, en t.p.v. DKM107 een topZANDlaag (ophooglaag) tot ca. NAP -4 à -5 m	Deklaag	1
-12,0 à -12,5	tot	-31*	Zand	Eerste watervoerend pakket	2

* Maximaal door Fugro verkende sondeerdiepte: NAP -31 m.

Ter plaatse van sondering DKM107 wordt een topzandlaag (mogelijk een ophooglaag) aangetroffen die mogelijk niet overal ter plaatse van de sleufontgraving aanwezig is. Hierover zijn geen nadere gegevens bekend.

3.2. Geohydrologische schematisering

De parameterwaarden die behoren bij de geohydrologische schematisering zijn opgenomen in tabel 3-2. Hierbij is de weerstand tegen verticale grondwaterstroming weergegeven met een c-waarde en is het horizontaal doorlaatvermogen van een watervoerende laag weergegeven met een kD-waarde. De parameterwaarden zijn geraamd op basis van ervaring en aan de hand van het uitgevoerde grondonderzoek.

Tabel 3-2: Geohydrologische schematisering

Laag	Typering	Parameterwaarden (ca.)	
		<u>I</u> ntredepunt + sleuf (DKMP101)	<u>U</u> ittredepunt + sleuf (DKMP107)
0	Infiltratieoppervlak	c = 100 dagen	
1	Deklaag	kD ≤ 5 m ² /dag	kD = 30 m ² /dag (put) kD = 5 à 30 m ² /dag (sleuf)
		c = 600 dagen	
2	Eerste watervoerend pakket	Niet beschouwd	

Op basis van sondering DKM107 wordt bij het uittredepunt voor de topzandlaag een kD-waarde van 30 m²/dag aangehouden. Omdat deze zandlaag mogelijk niet overal ter plaatse van de rest van de sleuf aanwezig is, wordt voor deze laag voor de sleuf een kD-waarde van 5 à 30 m²/dag aangehouden.

3.3. Oppervlaktewaterpeil, grondwaterstand en stijghoogte

Open water- en polderpeilen

Voor de open water- en polderpeilen zijn de internetsites van de betreffende hoogheemraadschappen geraadpleegd. Hieruit volgen de volgende peilen:

Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard:

- Polderpeil bij **intredepunt**: NAP -2,39 m.

Hoogheemraadschap van Rijnland:

- Gouwe: NAP -0,64 m (ingemeten op NAP -0,62 m, Fugro, d.d. 17-5-'13);
- Polderpeil bij **uittredepunt**: NAP -2,22 m.

Grondonderzoek Fugro

Tijdens het grondonderzoek op 17 mei 2013 is in de sondeer- en boorgaten de grondwaterstand aangetroffen op ca. NAP -1,1 à -2,4 m.

In de (diepe) peilbuis B102 is de stijghoogte op 29-5-2013 ingemeten op ca. NAP -5,9 m.

Dissipatietesten Fugro

Bij de sonderingen zijn dissipatietesten in het 1^e watervoerende pakket uitgevoerd. Op basis hiervan zijn stijghoogten in dit pakket afgeleid van ca. NAP -5,7 à -6,0 m. Deze stijghoogten dienen als indicatief te worden beschouwd, daar met deze methode van meten afwijkingen kunnen optreden ten opzichte van de werkelijke op die diepte heersende stijghoogte.

TNO-peilbuizen uit DINOLoket

Om inzicht te krijgen in de fluctuatie van de grondwaterstand en stijghoogte in de omgeving van de locatie zijn grondwaterstandsgegevens opgevraagd uit de DINO-database van TNO. De locaties van de TNO-peilbuizen zijn weergegeven op bijlage 2. De tijd-stijghoogte-grafieken zijn uitgewerkt op bijlagen 3.1 en 3.2. Hierbij wordt opgemerkt dat de meest nabij gelegen peilbuislocatie zich op ca. 970 m afstand van de projectlocatie bevindt.

Uitgangsgroundwaterstand en -stijghoogte

Op basis van bovenstaande informatie zijn grondwaterstanden en stijghoogten ter plaatse van de projectlocatie afgeleid zoals zijn weergegeven in tabel 3-3. De afgeleide grondwaterstanden in laag 1 zijn niet met peilbuiswaarnemingen geverifieerd, maar zijn gebaseerd op de TNO-peilbuis B38A0281 met grondwaterstanden tussen ca. NAP -2,0 m en ca. NAP -2,9 m in een poldergebied met een peil van ca. NAP -2,29 m. Omdat de projectlocatie dichtbij de Gouwe ligt moet rekening worden gehouden met hogere grondwaterstanden.

Tabel 3-3: Raming grondwaterstand en stijghoogte op de projectlocatie

Laag		Hoog [ca. NAP m]	Gemiddeld [ca. NAP m]	Laag [ca. NAP m]
1	<u>I</u> ntredepunt:	-1,5	-2,4	-2,9
	<u>U</u> ittredepunt:	-1,3	-2,2	-2,8
2		-5,3 à -5,5	-5,7 à -5,9	-6,0 à -6,3

De **vetgedrukte** waarden worden als uitgangsgroundwaterstand en -stijghoogte beschouwd voor de berekening van de bemaling, maar mogen niet zonder meer worden gebruikt voor andere (ontwerp)doeleinden. De aangenomen, maatgevende, waarden zijn niet tot stand gekomen met behulp van een statistische analyse.

4. BEMALINGSBEREKENINGEN

4.1. Ontgraving

Voor een droge sleufbodem dient de grondwaterstand te worden verlaagd tot 0,3 m onder het aanlegniveau van de leiding. Omdat het verlagen van de grondwaterstand in een klei-/veenlaag moeilijk realiseerbaar is, wordt bij een ontgraving in waterremmende laag doorgaans een zandbed aangelegd op de bodem van de ontgraving. De bodemopbouw nabij het intredepunt, en mogelijk ook ter plaatse van de sleuf nabij het uittredepunt, bestaat uit samendrukbare klei- en veenlagen, welke door het aanbrengen van een zandbed kunnen gaan zetten. Derhalve wordt in dit geval geadviseerd geen zandbed aan te brengen. Hierbij bestaat wel het risico dat de ontgraving niet helemaal droog wordt gekregen.

Voor een droge en goed begaanbare bodem van de ontgraving dient de grondwaterstand te worden verlaagd tot 0,3 à 0,5 m beneden het ontgravingsniveau. Opgemerkt wordt dat het verlagen van de grondwaterstand in een klei-/veenlaag moeilijk realiseerbaar is, waardoor hier wordt uitgegaan van een verlaging tot aan het ontgravingsniveau. De benodigde verlagingen staan weergegeven in tabellen 4-1.

Bij de aanleg van de HDD zijn graafwerkzaamheden voorzien binnen de veiligheidszone (of stabiliteitszone) van beide waterkeringen. Voor deze werkzaamheden moet daarom een watervergunning aangevraagd. Voor nadere informatie wordt verwezen naar hoofdstuk 5.

4.2. Stabiliteit put-/sleufbodem

Door het ontgraven van de put/sleuf en het verlagen van de grondwaterstand neemt de neerwaartse belasting af, hetgeen (bij onvoldoende veiligheid) kan leiden tot het opbarsten van de put-/sleufbodem of tot welvorming. Gezien het maatgevende ontgravingsniveau van NAP -3,6 m, een deklaag tot ca. NAP -12,0 à -12,5 m en een maatgevende stijghoogte van ca. NAP -5,3 m speelt in de onderhavige situatie geen opbarstproblematiek. Er is geen spanningbemaling in het 1^e watervoerende pakket nodig.

4.3. Bemalingsinstallatie

Ter plaatse van het intredepunt wordt geadviseerd de verlaging te realiseren en in stand te houden met een filterbemaling (gezien de mogelijke zandinsluitingen in het talud) in combinatie met een open bemaling. Een deel van het water zal bij het ontgraven reeds worden verwijderd. Geadviseerd wordt de ontgraving zo uit te voeren dat langs de lengtezijden van de ontgraving een enkele decimeters verdiepte sleuf ontstaat. Door het talud toestromend grondwater zal in de sleuf worden opgevangen waarna het met een klokpomp kan worden weggepompt.

Bij het uittredepunt wordt geadviseerd de verlaging van de grondwaterstand te realiseren en in stand te houden met een verticale filterbemaling in combinatie met een open bemaling als er waterremmende lagen op of direct beneden het ontgravingsniveau voorkomen.

4.4. Waterbezwaar

Om inzicht te krijgen in het waterbezwaar en de grondwaterstandsverlagingen in de omgeving door de bemaling zijn met het softwarepakket MicroFEM bemalingsberekeningen uitgevoerd. Een overzicht van de benodigde verlagingen is, ten opzichte van de aangehouden hoge grondwaterstand, en de hierbij berekende waterbezwaren zijn opgenomen in tabellen 4-1.

Tabel 4-1-1: Benodigde verlagingen en berekende waterbezwaren - intredepunt

Onderdeel <u>intredepunt</u>	Maatgevend ontgravings-niveau [ca. m NAP]	Grondwaterstand verlagen tot [ca. m NAP]	Verlaging t.o.v. NAP -1,5 m [ca. m]	Waterbezwaar [ca. m ³ /uur]	Bemalingsduur
Aansluiting / put (2 m x 2 m)	-3,6	-3,6	2,1	1,5	ca. 14 dagen
Leiding (23 m x 1m)	-2,9	-2,9	1,4	1,5	ca. 5 dagen

Tabel 4-1-2: Benodigde verlagingen en berekende waterbezwaren - uittredepunt

Onderdeel <u>uittredepunt</u>	Ontgravings-niveau [ca. m NAP]	Grondwaterstand verlagen tot [ca. m NAP]	Verlaging t.o.v. NAP -1,3 m [ca. m]	Waterbezwaar [ca. m ³ /uur]	Bemalingsduur
Aansluiting / put (2 m x 2 m)	-2,5	-2,8	1,5 à 1,7	ca. 5	ca. 14 dagen
Leiding (110 m x 1m)	-1,5 tot -3,3	-1,8 tot -3,6	0,5 tot 2,3	1 à 4 tot 5 à 20*	ca. 10 dagen

* De variatie in deze waterbezwaren volgt uit de bandbreedte van de aangehouden kD-waarde (5 à 30 m²/dag).

Voor de sleufbemaling bij het intredepunt en de putbemaling bij het uittredepunt hoeft niet of nauwelijks verder te worden verlaagd dan de aangehouden lage grondwaterstand van ca. NAP -2,9 m en ca. NAP -2,8 m.

Als gevolg van neerslag kan het waterbezwaar bij maatgevende buien van 10 mm/uur of 30 mm/dag toenemen met respectievelijk ca. 1 m³/uur of ca. 3 m³/dag.

4.5. Verlagingen van de grondwaterstand in de omgeving

De grondwaterstandsverlaging op de projectlocatie leidt tot verlagingen van de grondwaterstand in de omgeving. De stationair berekende verlagingen ten opzichte van de hoge uitgangsgroundwaterstand en de maatgevend aangehouden kD-waarden zijn weergegeven in tabellen 4-2. Opgemerkt wordt dat de gepresenteerde verlagingen bij het intredepunt, in de waterremmende toplgaag, het resultaat zijn van een worst-case benadering. Afhankelijk van de daadwerkelijke doorlatendheid van de klei- en veenlagen kan het invloedsgebied in het gunstigste geval beperkt blijven tot ca. 5 à 15 m.

Tabel 4-2-1: Berekende verlagingen [ca. m] van de grondwaterstand - intredepunt

Afstand tot ontgraving [ca. m]	1	5	10	15	20	35
Put, na ca. 14 dagen bemalen	1,9	1,1	0,5	0,3	0,2	0,05
Sleuf, na ca. 5 dagen bemalen	1,3	0,9	0,5	0,3	0,15	<0,05

Tabel 4-2-2: Berekende verlagingen [ca. m] van de grondwaterstand - uittredepunt

Afstand tot ontgraving [ca. m]	1	5	10	15	20	35	60	80	100
Put, na ca. 14 dagen bemalen	1,5	1,1	0,8	0,6	0,5	0,3	0,1	0,05	<0,05
Sleuf, na ca. 10 dagen bemalen	2,3	2,0	1,7	1,3	1,1	0,7	0,25	0,1	0,05

Door de invloed van open water, de bemalingsduur en eventuele neerslag kunnen de werkelijk optredende verlagingen anders zijn.

4.6. Effecten van de bemaling in de omgeving

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

4.6.1. Intredepunt

Maaiveldzakkingen

Voor de sleufbemaling bij het intredepunt hoeft niet verder te worden verlaagd dan de aangehouden lage grondwaterstand van ca. NAP -2,9 m. Derhalve worden door de sleufbemaling geen noemenswaardige maaiveldzakkingen verwacht. Voor de putbemaling wordt bij de aangehouden lage grondwaterstand het invloedsgebied (verlagingen $\geq 0,05$ m) worst-case berekend op ca. 20 m. De meest nabij staande bebouwing bevindt zich op een afstand van ca. ≥ 20 m tot het intredepunt. Derhalve wordt geen nadelig effect door de bemaling op de gebouwen in de omgeving verwacht.

Door de grondwaterstandsverlaging ter plaatse van het intredepunt tot NAP -3,6 m moet bij een aangehouden lage grondwaterstand van NAP -2,9 m rekening worden gehouden met maaiveldzakkingen die direct buiten de putontgraving op kunnen lopen tot ca. 10 mm (indicatief berekende zettingen met Methode Terzaghi na ca. 2 weken bemalen). Op basis hiervan wordt geen noemenswaardig nadelig effect door de bemaling op de objecten in de omgeving verwacht, met uitzondering van mogelijk de waterkering waar nader naar moet worden gekeken (zie hoofdstuk 5).

In alle gevallen wordt (zekerheidshalve) geadviseerd de grondwaterstandsverlaging en de hoogteligging van de weg/dijk in de omgeving te monitoren.

Droogstand van houten paalfunderingen

Door het verlagen van de grondwaterstand (beneden de lage grondwaterstand) kunnen de koppen van houten palen droog komen te staan met de kans op aantasting tot gevolg. Omdat voor de sleufbemaling niet verder hoeft te worden verlaagd dan de aangehouden lage grondwaterstand en het invloedsgebied van de putbemaling bij het intredepunt wordt berekend op ca. 20 m, waarbinnen geen gebouwen aanwezig zijn, wordt geen droogstand van eventueel aanwezige houten paalfunderingen in de omgeving verwacht.

Grondwaterverontreinigingen

Uit gegevens van de website "Bodemloket.nl" blijkt dat binnen het invloedsgebied van de bemaling bij het intredepunt één onderzoekslocatie "in procedure" aanwezig is. Deze locatie (code ZH062709545) betreft het transformatiehuisje direct ten zuiden van de hoek Wilhelminakade / Kouwe Hoek. Hiervoor is in mei 2009 een briefrapport opgesteld. Als vervolg wordt "opstellen saneringsplan" aangegeven. Nadere gegevens zijn ons onbekend. Geadviseerd wordt nadere gegevens omtrent deze locatie bij Milieudienst Midden-Holland te achterhalen zoals de huidige status en soort en omvang van de verontreiniging.

4.6.2. Uittredepunt

Maaiveldzakkingen

Voor de putbemaling bij het uittredepunt hoeft niet verder te worden verlaagd dan de aangehouden lage grondwaterstand van ca. NAP -2,8 m. Derhalve worden door de putbemaling geen noemenswaardige maaiveldzakkingen verwacht. Voor de sleufbemaling wordt ten opzichte van de aangehouden gemiddelde en lage grondwaterstand het invloedsgebied berekend op ca. 15 m. In (zeer) droge periodes kan het gebied waarbinnen zettingen op kunnen treden groter zijn. In de directe omgeving is geen bebouwing aanwezig waardoor de bemaling hierop geen nadelig effect heeft.

Door de grondwaterstandsverlaging ter plaatse van de sleuf tot maximaal NAP -3,6 m moet bij een aangehouden lage grondwaterstand van NAP -2,8 m rekening worden gehouden met maaiveldzakkingen die direct buiten de sleufontgraving op kunnen lopen tot ca. 5 mm (indicatief berekende zettingen met Methode Terzaghi na ca. 10 dagen bemalen). Op basis hiervan wordt geen noemenswaardig nadelig effect door de bemaling op de objecten in de directe omgeving, zoals bijvoorbeeld de (ondergrondse) infrastructuur of het trafohuisje, verwacht.

In alle gevallen wordt (zekerheidshalve) geadviseerd de grondwaterstandsverlaging en de hoogteligging van de weg en het trafohuisje in de omgeving te monitoren.

Droogstand van houten paalfunderingen

In de directe omgeving van het uittredepunt is geen bebouwing aanwezig waardoor de bemaling hierop geen nadelig effect heeft. Bovendien hoeft voor de putbemaling niet verder te worden verlaagd dan de aangehouden lage grondwaterstand en wordt het invloedsgebied van de sleufbemaling waarbinnen zakkingen of droogstand op kan treden berekend op ca. 15 m. Op basis van hiervan wordt door de bemaling geen droogstand verwacht.

Natuurwaarden

Uit een Ecologisch onderzoeksrapport van Tauw van 8 september 2011 blijkt dat direct ten zuiden van de sleufontgraving en het parkeerterrein bij het uittredepunt een gebied is waar de (beschermde) plant "Rietorchis" voorkomt. In dit rapport is aangegeven dat maatregelen moeten worden getroffen om aantasting te voorkomen. Voor nadere informatie wordt verwezen naar het rapport van Tauw. Ten aanzien van de bemaling moet afhankelijk van de uitvoeringsperiode, bemalingsduur en de gevoeligheid voor grondwaterstandsverlagingen rekening worden gehouden met het eventueel moeten toedienen van water.

Grondwaterverontreinigingen

Uit gegevens van de website "Bodemloket.nl" blijkt dat binnen het invloedsgebied van de bemaling bij het uittredepunt één onderzoekslocatie "in procedure" aanwezig is. Deze locatie (code ZH062709017) betreft het voormalige opslagterrein gebroken asfalt langs de Rijksweg A12 op ca. ≥ 30 m ten oosten van de sleufontgraving. Op 14 mei 2012 is ingestemd met het saneringsplan. Als vervolg wordt "starten sanering" aangegeven. Nadere gegevens zijn ons onbekend. Geadviseerd wordt nadere gegevens omtrent deze locatie bij het bevoegd gezag (Milieudienst Midden-Holland) te achterhalen zoals de huidige status en soort en omvang van de verontreiniging.

4.7. Eventuele afwijkingen van onze uitgangspunten

De in dit hoofdstuk gepresenteerde berekeningsresultaten zijn gebaseerd op de in hoofdstuk 2 en 3 opgenomen uitgangspunten. Wijzigingen in deze uitgangspunten kunnen consequenties hebben voor de berekeningen en dus voor onze adviezen. Geadviseerd wordt om voor aanvang van de werkzaamheden de uitgangspunten van het definitief ontwerp te (laten) controleren met de in hoofdstuk 2 opgenomen informatie. Indien nodig kan het bemalingsadvies worden aangepast.

In de praktijk kunnen de (geohydrologische) parameterwaarden afwijken van de in dit rapport gehanteerde waarden. Hierdoor kunnen het werkelijke waterbezwaar en invloedsgebied van de bemaling afwijken van de gerapporteerde waarden.

In bijna alle bovengenoemde gevallen geldt dat nader onderzoek tot mogelijk andere, meer betrouwbare, keuzes kan leiden waardoor betere risico-inschattingen kunnen worden gedaan.

5. RISICOSCAN WATERKERINGEN

De HDD leiding kruist de Gouwe, inclusief de waterkeringen aan weerszijden van dit boezemwater. Bij de aanleg van de HDD zijn graafwerkzaamheden voorzien binnen de veiligheidszone (of stabiliteitszone) van beide waterkeringen. Voor deze werkzaamheden moet daarom een watervergunning worden aangevraagd. Berekeningen waarbij wordt aangetoond dat de werkzaamheden op geen enkel moment (gedurende de uitvoering en in de eindsituatie) de waterkerende veiligheid in gevaar brengen. In onderstaande paragrafen wordt nader ingegaan op het beleid ten aanzien van de waterkerende veiligheid, de benodigde activiteiten ten behoeve van de vergunningaanvraag en een beschrijving van de procedure.

5.1. Waterkeringbeheerders en -beleid

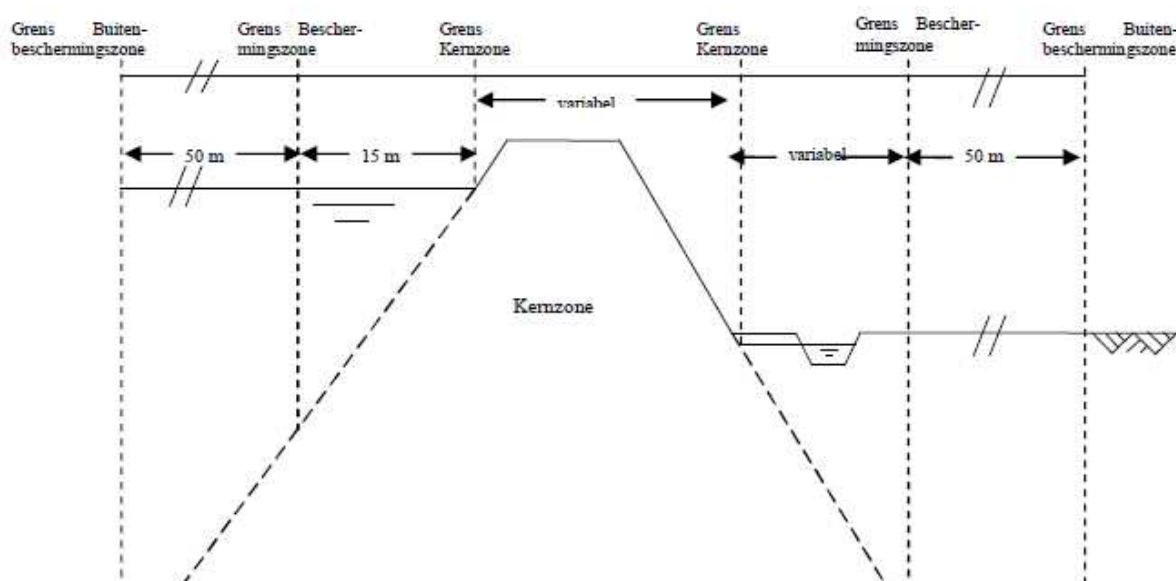
De waterkeringbeheerder van de westelijke oever van de Gouwe is het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard. Voor de waterkering op de oostelijke oever is het Hoogheemraadschap van Rijnland de beheerder. Beide waterkeringen zijn geclassificeerd als boezemkade (regionale waterkering) van IPO klasse V. Deze waterkeringen hebben een overschrijdingsfrequentie van 1/1.000^{ste} per jaar. Dit is de zwaarste veiligheidsklasse voor regionale waterkeringen, ter vergelijking: de meeste rivierdijken (primaire waterkeringen) hebben een overschrijdingsfrequentie van 1/1.250^{ste} per jaar.

Het beleid van de waterkeringbeheerders ten aanzien van de waterkerende veiligheid is vastgelegd in de keur en de legger. Hierin zijn zoneringen vastgelegd, kernzone, beschermingszone en buitenbeschermingszone van de waterkeringen. Wanneer binnen deze grenzen werkzaamheden uitgevoerd worden, is het aanvragen van een vergunning noodzakelijk.

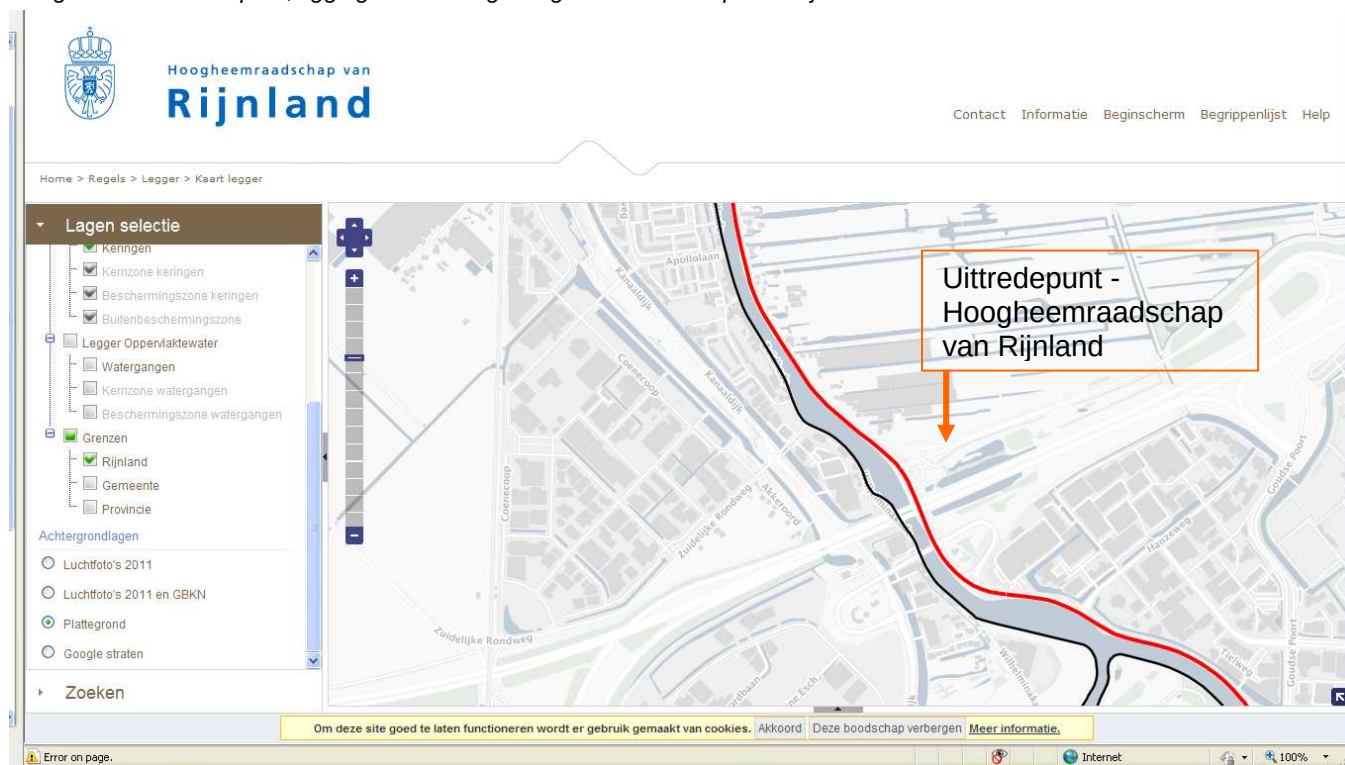
Het intredepunt op de westelijke oever (Wilhelminakade) bevindt zich in de kernzone van de waterkering. Het uitredepunt op de oostelijke oever (Goudse poort) bevindt zich op de buitengrens van de buitenbeschermingszone. Echter het traject van de verlegging bevindt zich wel binnen de veiligheidszones van de waterkering.

Voor beide waterkeringen moet derhalve het vergunningentraject ingegaan worden. Ter illustratie is het schematisch leggerprofiel van het Hoogheemraadschap van Rijnland getoond in figuur 5-1. In figuren 5-2 en 5-3 zijn de locaties van de waterkeringen per hoogheemraadschap opgenomen.

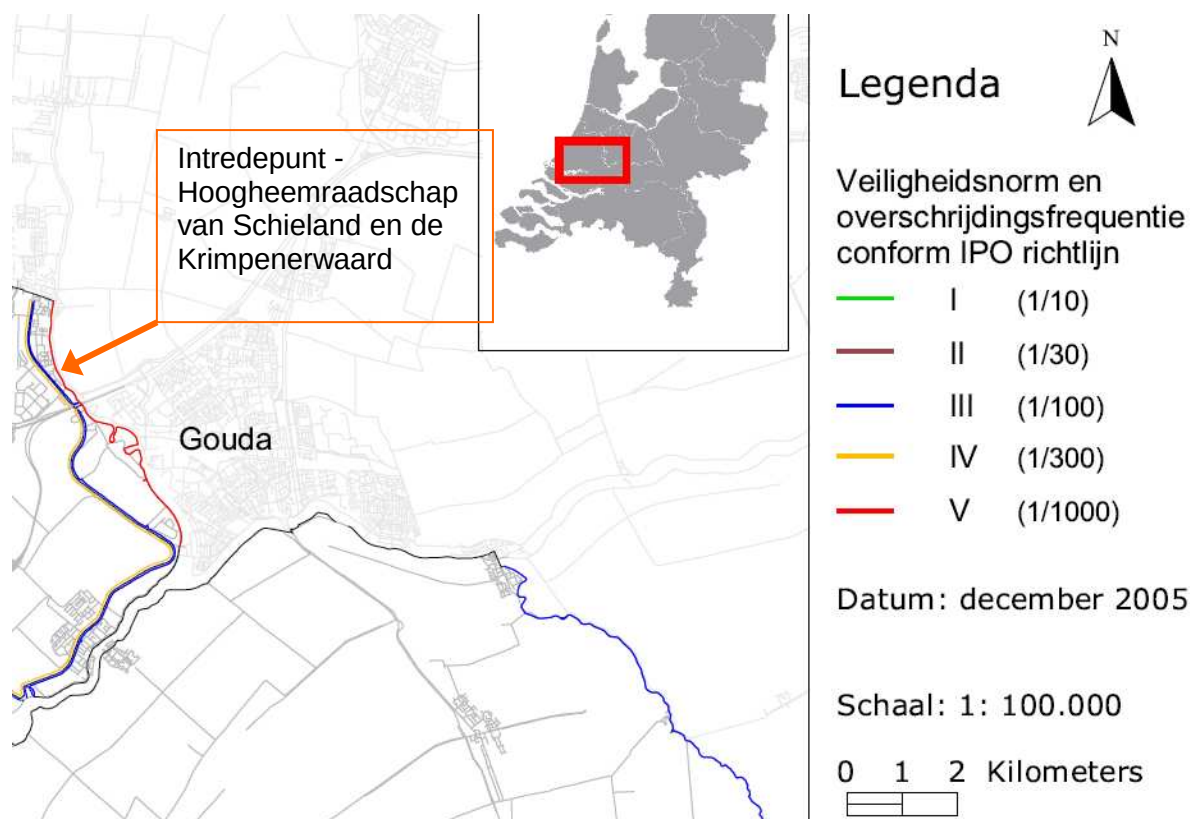
Figuur 5-1: Zonering waterkering schematisch (bron: Hoogheemraadschap van Rijnland)



Figuur 5-2: Uittredepunt, ligging waterkering Hoogheemraadschap van Rijnland



Figuur 5-3: Intredepunt, ligging waterkering Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard



Het vergunningentraject start met een vooroverleg met de waterkeringbeheerders, twee in dit geval. In het vooroverleg worden de specifieke locaties en uitvoeringsfasen doorgenomen, zodat de beheerder eventuele aandachtspunten naar voren kan brengen.

Vervolgens kan de aanvraag voor de watervergunning worden ingediend, waarbij de onderbouwende berekeningen conform de vigerende leidraden (onderstaande paragraaf) en uitvoeringstekeningen worden bijgevoegd.

De waterkeringbeheerder handelt vervolgens de aanvraag af conform de hiervoor opgestelde procedures.

5.2. Beoordeling waterkerende veiligheid

De waterkerende veiligheid dient te worden beoordeeld aan de hand van de Leidraad Toetsen op Veiligheid katern boezemkaden (STOWA). De waterkeringen dienen beoordeeld te worden op de volgende faalmechanismen:

- Hoogte;
- Macrostabiliteit van buiten- en binnentalud;
- Piping en heave;
- Microstabiliteit en bekleding.

Voor het uitvoeren van deze beoordeling zijn de volgende gegevens benodigd:

- Toetspeil en ontwerppeil – bron: waterkeringbeheerders;
- Polderpeilen – bron: waterkeringbeheerders;
- Gegevens omtrent geometrie waterkeringen – bron: indien beschikbaar waterkeringbeheerders, anders aanvullend in te meten dwarsprofielen (minimaal van beschoeiing waterzijde tot in- respectievelijk uittredepunt);
- Gegevens met betrekking tot bodemopbouw en samenstelling kaden (inclusief geotechnische parameters) – bron: indien beschikbaar waterkeringbeheerders, aanvullende informatie Fugro;
- Schadefactoren – bron: waterkeringbeheerders (conform IPO normering) en eventueel afwijkende eisen ten aanzien van de uitvoering;
- Beleid waterkeringbeheerders – bron: waterkeringbeheerders (keur en legger, inclusief informatie vooroverleggen).
- Uitvoeringstekeningen werkzaamheden inclusief fasering – bron: initiatiefnemer. Het betreft gedetailleerde tekeningen van bouwkuipen etc. waaruit de maatgevende condities kunnen worden afgeleid.

Het is mogelijk dat uit de beoordeling van de verschillende faalmechanismen naar voren komt dat er mogelijk een veiligheidsprobleem op treedt gedurende één of meerdere bouwfasen. Dit kan mogelijk met mitigerende maatregelen worden opgelost, echter hiervoor zijn waarschijnlijk aanvullende besprekingen met de waterkeringbeheerder noodzakelijk.

Als aandachtspunt wordt opgemerkt dat het een veengebied betreft en dat derhalve mogelijk sprake is van veenkaden. In dit geval dient naast een maatgevend hoogwater ook de situatie 'droogte' beoordeeld te worden.

Een tweede aandachtspunt vormt het Gouwe aquaduct, met name nabij het uittredepunt. Uit de leggetekening van het Hoogheemraadschap van Rijnland blijkt niet of hier kanteldijken omheen liggen. Wanneer dit wel het geval is, ligt het uittredepunt wel in de kernzone van de waterkering.

5.3. Tijdsplanning en raming kosten

Op basis van een grove inschatting kan de volgende raming en planning worden aangehouden. Hierbij geldt wel dat wanneer uit de berekeningen blijkt dat aanvullend onderzoek en/of aanvullend overleg en/of aanvullende (meer geavanceerde) berekeningen noodzakelijk zijn dan in een standaard vergunningaanvraag, dat hiervoor eveneens een aanvullende raming wordt afgegeven.

Tabel 5-1: raming tijd en kosten (indicatief)

activiteit	Tijdsplanning na eventuele opdrachtverlening
Vooroverleg waterkeringbeheerder (2 stuks)	2 weken (hangt tevens af van beschikbaarheid HH)
Analyse gegevens en uitvoeren berekeningen	4 à 6 weken
Rapportage berekeningen inclusief kwaliteitscontrole	7 à 8 weken
Invullen watervergunning	9 à 10 weken

Geadviseerd wordt in een zo vroeg mogelijk stadium contact op te nemen met de betreffende Hoogheemraadschappen daar voor het verkrijgen van een dergelijke vergunning de proceduretermijn op kan lopen tot 26 weken nadat een ontvankelijke aanvraag is ingediend.

6. VERGUNNINGEN EN LOZING

In dit hoofdstuk wordt de bemaling getoetst aan de Waterwet en de Keur van het Waterschap. Voor zowel het onttrekken en lozen van het grondwater is het in het kader van eventuele heffingen nodig dat de hoeveelheden onttrokken grondwater worden gemeten, met behulp van geijkte debietmeters, en worden geregistreerd in een logboek.

6.1. Onttrekkingsvergunning

Intredepunt aan westzijde van de Gouwe

Het intredepunt ligt in het beheersgebied van Hoogheemraadschap van Schieland en Krimpenerwaard. Hier geldt dat in het kader van de Waterwet een onttrekkingsvergunning moet worden aangevraagd als:

- meer dan 150 m³ grondwater per uur wordt onttrokken;
- of meer dan 50.000 m³ grondwater per maand (gemiddeld ca. 69 m³/uur) wordt onttrokken;
- of in totaal meer dan 200.000 m³ grondwater wordt onttrokken;
- of als langer dan 6 maanden wordt bemalen.

De projectlocatie ligt niet in een kwetsbaar/beschermd gebied waar stringenter eisen gelden. Op basis van het berekende waterbezwaar en de bemalingsduur is de bemaling op de projectlocatie niet vergunningplichtig.

Uittredepunt aan oostzijde van de Gouwe

Het uittredepunt ligt in het beheersgebied van Hoogheemraadschap van Rijnland. Hier geldt dat in het kader van de Waterwet een onttrekkingsvergunning moet worden aangevraagd als:

- de locatie in een gebied ligt dat is opgenomen in de Provinciale Milieu Verordening (PMV);
- of meer dan 150 m³ grondwater per uur wordt onttrokken;
- of meer dan 50.000 m³ grondwater per maand (gemiddeld ca. 69 m³/uur) wordt onttrokken;
- of meer dan 200.000 m³ grondwater in totaal wordt onttrokken;
- of als langer dan 6 maanden wordt bemalen.

De projectlocatie ligt niet in een gebied dat is opgenomen in de Provinciale Milieu Verordening. Op basis van het berekende waterbezwaar en de bemalingsduur is de bemaling op de projectlocatie niet vergunningplichtig.

Algemeen

De bemalingen dienen in alle gevallen minimaal ca. 4 à 6 weken voor aanvang bij het betreffende Hoogheemraadschap te worden gemeld, en na afloop weer te worden afgemeld. Voorts wijzen wij u erop dat het Hoogheemraadschap voorschriften zal verbinden aan de bemaling. Door deze voorschriften nauwkeurig op te volgen kunnen problemen tijdens en na de bemaling worden voorkomen. Tevens dient rekening te worden gehouden met een (provinciale) heffing, die mogelijk per onttrokken m³ grondwater moet worden betaald.

6.2. Watervergunning waterkeringen

De werkzaamheden in de veiligheidszone van de waterkeringen zijn wel vergunningplichtig. Voor nadere informatie wordt verwezen naar hoofdstuk 5.

Hoogheemraadschap van Schieland en Krimpenerwaard

Voor het aanvragen van een Watervergunning bij bovengenoemd hoogheemraadschap geldt in principe een proceduretijd van maximaal 26 weken nadat een definitieve aanvraag is ingediend en ontvankelijk is verklaard. Mogelijk kan een kortere procedure (8 weken) worden toegepast, hetgeen per geval wordt bekeken.

Hoogheemraadschap van Rijnland

Voor het aanvragen van een Watervergunning bij bovengenoemd hoogheemraadschap geldt in principe een proceduretijd van ca. 8 weken nadat een definitieve aanvraag is ingediend en ontvankelijk is verklaard. In zeldzame gevallen kan de lange procedure van maximaal 26 weken worden toegepast, hetgeen per geval wordt bekeken

Algemeen

Met de aanvraag van een vergunning kunnen legeskosten gepaard gaan. Geadviseerd wordt in een zo vroeg mogelijk stadium in overleg te treden met het bevoegd gezag.

6.3. Lozing van het bemalingswater

De wijze van lozen, op open water of op het riool, dient nader te worden bepaald en is afhankelijk van de hoeveelheid en kwaliteit van het te lozen bemalingswater.

Over het algemeen bestaat de voorkeur voor het lozen van het bemalingswater op open water. De afstand van het in- en uittredepunt tot oppervlaktewater bedraagt respectievelijk ca. 5 m en ca 50 m. Voor de mogelijkheden en toestemming tot lozen op open water moet contact op worden genomen met het betreffende Hoogheemraadschap.

Gezien het relatief beperkte waterbezwaar en de ligging tot open water ligt lozing op het riool mogelijk meer voor de hand. Voor de mogelijkheden en toestemming tot lozen op het riool moet contact op worden genomen met de betreffende Gemeente (en Hoogheemraadschap). Geadviseerd wordt in een zo vroeg mogelijk stadium in overleg te treden met de waterontvangende instantie.

Voor de lozing kunnen significante kosten verschuldigd zijn aan de waterontvangende instantie. Rekening dient te worden gehouden met een verontreinigings- of zuiveringsheffing, die per te lozen 1.000 m³ grondwater moet worden betaald. Bovendien kan de waterontvangende instantie waterzuiverende maatregelen eisen als de gehalten van lozingsparameters te hoog zijn.

7. ADVIES EN AANDACHTSPUNTEN

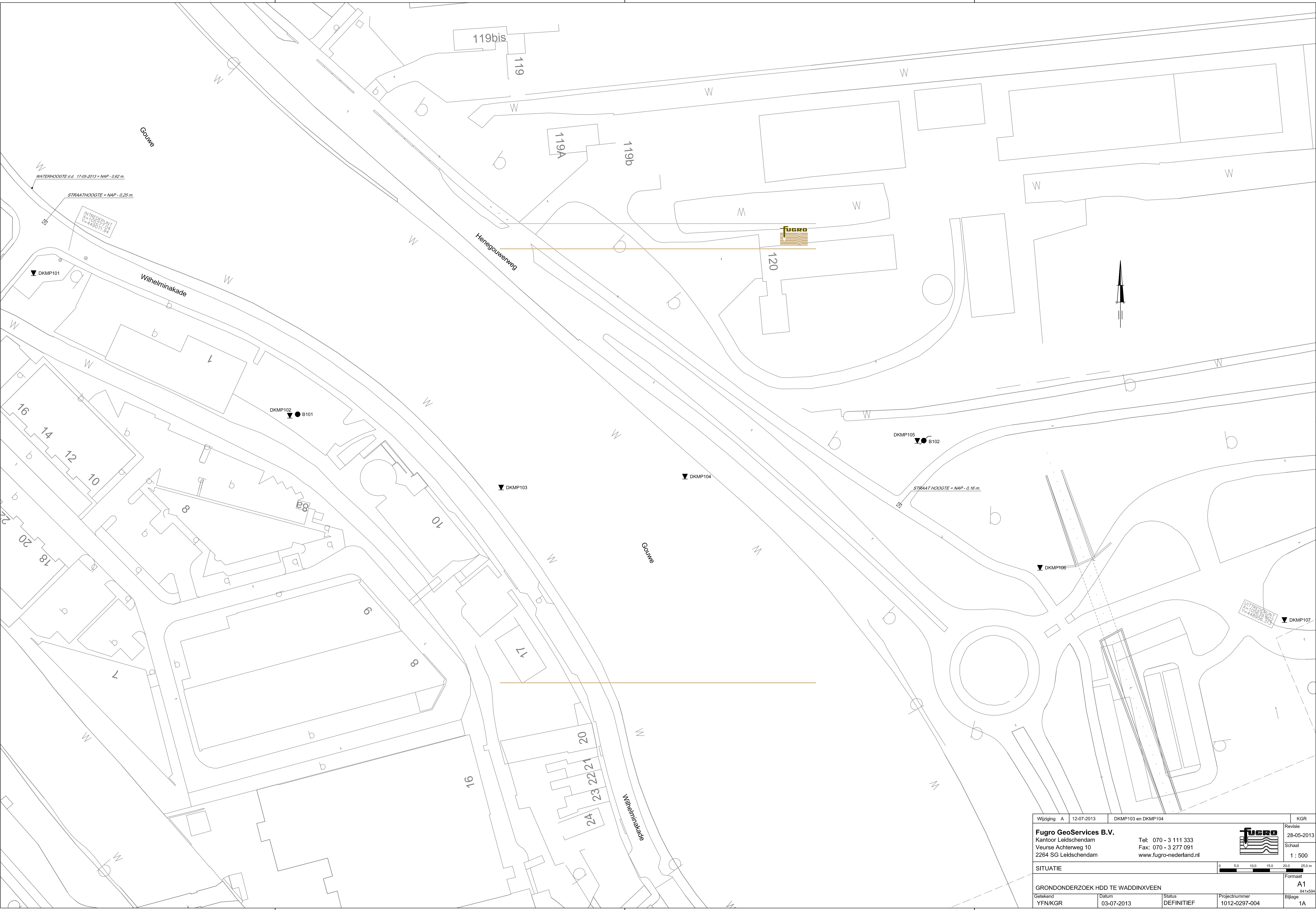
Op basis van de hiervoor beschreven hoofdstukken zijn hieronder onze adviezen en enkele aandachtspunten opgenomen.

Bemaling

- Op basis van de berekende waterbezwaren en de bemalingsduur is de bemaling op de projectlocaties in- en uittredepunt, niet vergunningplichtig. De bemaling moet minimaal 4 à 6 weken voor aanvang bij het betreffende Hoogheemraadschap worden gemeld.
- Voor de lozingsmogelijkheden en toestemming (op open water) wordt geadviseerd in een zo vroeg mogelijk stadium in overleg te treden met de betreffende waterontvangende instantie.
- Direct buiten de ontgravingen moet rekening worden gehouden met maaiveldzakkingen tot ca. 10 mm. Zekerheidshalve wordt geadviseerd de grondwaterstandsverlaging en de hoogteligging van de weg/dijk en het trafohuisje in de directe omgeving te monitoren.
- Zowel bij het in- als uittredepunt blijkt op basis van "Bodemloket.nl" binnen het invloedsgebied van de bemaling een onderzoekslocatie "in procedure" aanwezig te zijn. Geadviseerd wordt nadere gegevens omtrent deze locatie bij de Milieudienst Midden-Holland te achterhalen om de gevolgen van de bemaling te kunnen bepalen.
- Uit een Ecologisch onderzoeksrapport van Tauw van 8 september 2011 blijkt dat direct ten zuiden van de sleufontgraving en het parkeerterrein bij het uittredepunt een gebied is waar de (beschermd) plant "Rietorchis" voorkomt. In dit rapport is aangegeven dat maatregelen moeten worden getroffen om aantasting te voorkomen. Voor nadere informatie wordt verwezen naar het rapport van Tauw. Ten aanzien van de bemaling moet afhankelijk van de uitvoeringsperiode, bemalingsduur en de gevoeligheid voor grondwaterstandsverlagingen rekening worden gehouden met het eventueel moeten toedienen van water.

Waterkering

- De werkzaamheden in de veiligheidszone van de waterkeringen aan beide zijden van de Gouwe zijn vergunningplichtig. Geadviseerd wordt in een zo vroeg mogelijk stadium contact op te nemen met de betreffende Hoogheemraadschappen daar voor het verkrijgen van een dergelijke vergunning de proceduretermijn op kan lopen tot 26 weken nadat een ontvankelijke aanvraag is ingediend. Hiervoor dient minimaal 2x een vooroverleg met de waterkeringbeheerders plaats te vinden en dienen technische berekeningen en analyses ter ondersteuning van de aanvraag te worden uitgevoerd.



Wijziging A 12-07-2013		DKMP103 en DKMP104		KGR
Fugro GeoServices B.V. Kantoor Leidschendam Veurse Achterweg 10 2264 SG Leidschendam		Tel: 070 - 3 111 333 Fax: 070 - 3 277 091 www.fugro-nederland.nl		 Revisie 28-05-2013 Schaal 1 : 500 Formaat A1 841x594
SITUATIE				
GRONDONDERZOEK HDD TE WADDINXVEEN				
Getekend YFN/KGR	Datum 03-07-2013	Status DEFINITIEF	Projectnummer 1012-0297-004	Bijlage 1A

P:\101012-0297-004\2 - Uitvoering - Terrainonderzoek\10 - Basisgegevens\1012-0297-004.dwg

LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN

BORINGEN / PEILBUIZEN

●	mechanische boring (B)
◐	handboring (HB)
○	niet uitgevoerde boring
◌	niet uitgevoerde handboring
●	boring met peilbuis
●	boring met peilbuis, ondiep en diep filter
●	boring met peilbuis, ondiep, middeldiep en diep filter
●	handboring met peilbuis
⊕	hellingmeterbuis (HMB)
✓	gedrukte peilbuis (PB) / minifilter (MF)
⊙	boring derden
⊙	boring derden met peilbuis

SONDERINGEN

▼	diep-/diepzware sondering
▽	middelzware sondering
▼	diep-/diepzware sondering met plaatselijke kleefmeting
▽	middelzware sondering met plaatselijke kleefmeting
⊙	slagsondering
▽	niet uitgevoerde sondering
⊙	waterspanningsmeter (WSM)
▽	sondering derden
▽	sondering derden met plaatselijke kleefmeting

Type sonderingen

M	middelzware sondering
D	diepsondering
DZ	diepzware sondering
S	slagsondering

Toegevoegde metingen

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

LEGENDA / TERMINOLOGIE

grind

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

zand

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

veen

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

klei

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

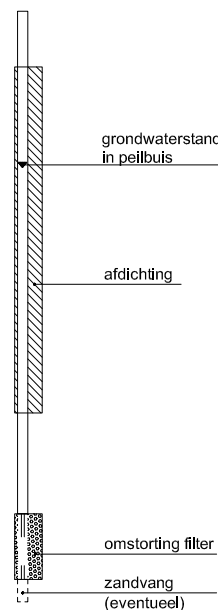
leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

Overige toevoegingen

	zwak humeus
	matig humeus
	sterk humeus
	zwak grindig
	matig grindig
	sterk grindig

Peilbuis



Monsters

	geroerd monster
	ongeroerd monster

Overig

◀	gemiddeld hoogste grondwaterstand
▽	grondwaterstand
◆	gemiddeld laagste grondwaterstand
	slib
	verharding / kern / asfalt
	puin

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 diepte-aanduiding als gevolg van “scheef sonderen” wordt voorkomen.

Interpretatie van de sonderingen met plaatselijke wrijvingsweerstand

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

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

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

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

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

Presentatie sondeergegevens

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

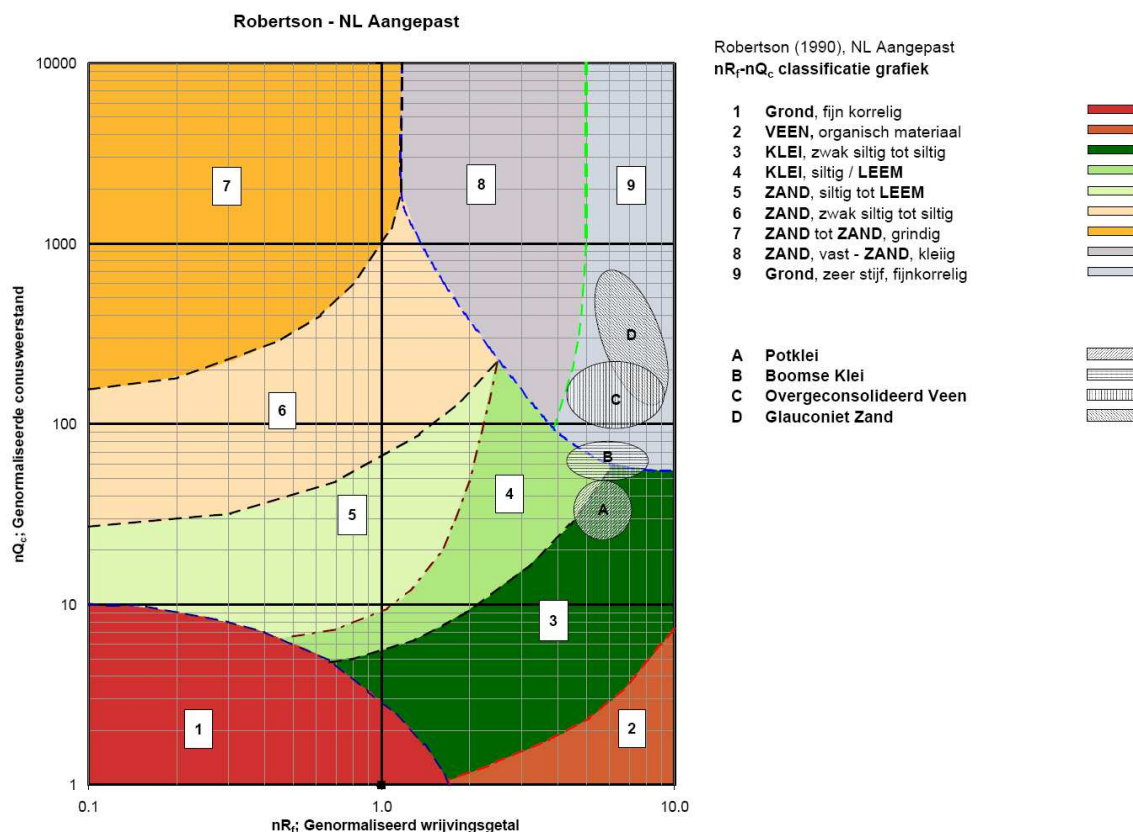
Genormaliseerde conusweerstand:
$$nQ_c = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}}$$

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 geclassificeerd.



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

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

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

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

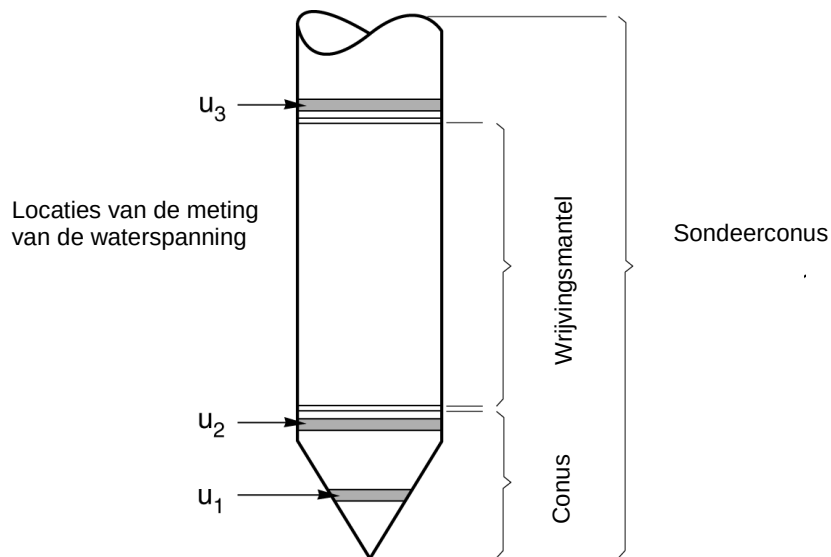
Naast de meting van conusweerstand en plaatselijke wrijving is het mogelijk extra (combinaties van)

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

metingen uit te voeren. In onderstaand schema zijn enkele mogelijkheden aangegeven. Indien gewenst kan nadere informatie over metingen en toepassingsmogelijkheden worden verschaft.

Waterspanningssonderingen

Naast registratie van conusweerstand en plaatselijke wrijvingsweerstand wordt bij een groot deel van de sonderingen waterspanning geregistreerd. Een waterspanningsconus 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. 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 ontlucht 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 membraan, een goede uitvoering en de poriëngrootte van het filter belangrijk.

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

Interpretatie

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

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

Bij de interpretatie speelt met name de wateroverspanning een rol, dat wil zeggen de verhoging van de waterspanning die door het indrukken van de conus ontstaan is.

Dunne cohesieve laagjes in een zandpakket en dunne zandlaagjes in een kleipakket, die in de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand door uitmiddeling niet of slecht zichtbaar zijn, kunnen goed worden gedetecteerd aan de hand van de water(over)spanningen, die door het sonderen ontstaan. Deze laagjes kunnen van groot belang zijn voor het zettingsgedrag van funderingen en voor de verticale (on)doorlatendheid van de grond.

Verder kunnen met de piëzo-conus, met name via de u_1 -meting, sterk gelaagde structuren van zand en klei onderscheiden worden van homogene lagen hetgeen op basis van conusweerstand en plaatselijke

wrijving in de meeste gevallen niet lukt. Aangetoond is dat het detectievermogen van de u_1 -meting veel hoger is dan van de u_2 -meting.

Wateroverspanningindex B_q

Met de wateroverspanningindex B_q kan een meer nauwkeurige classificatie van de grondsoort worden verkregen. Deze index is de verhouding van de wateroverspanning en de netto conusweerstand q_{net} , zijnde de gemeten conusweerstand q_c gecorrigeerd voor de waterspanning op het netto oppervlak van de sondeerconus, rekeninghoudend met de heersende effectieve verticale spanning op het betreffende niveau. De wateroverspanningindex B_q wordt als volgt berekend:

$$B_q = \beta \cdot (u_1 - u_0) / q_{net} \quad \text{of} \quad B_q = (u_2 - u_0) / q_{net}$$

waarin:

- β = factor voor de verschillende grondsoorten voor omrekening van u_1 naar u_2 ; standaard wordt hiervoor aangehouden 0,8, zijnde normaal geconsolideerde kleien (zie hierna volgende tabel);
- q_{net} = $q_t - \sigma_{v0}$ = netto conusweerstand;
- q_t = $q_c + (1-a) \cdot \{\beta \cdot (u_1 - u_0) + u_0\}$ voor een filter in de conuspunt;
- q_t = $q_c + (1-a) \cdot u_2$ voor een filter direct achter de conuspunt;
- σ_{v0} = de verticale grondspanning; standaard wordt hierbij uitgegaan van een gemiddeld volumiek gewicht van de bodemlagen van 14 kN/m^3 en een grondwaterstand op 1 m beneden maaiveld;
- a = netto oppervlakteverhoudingscoëfficiënt van de conus i.v.m. de spleet achter de conuspunt;
- u_1 = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing *in* de punt;
- u_2 = de gemeten waterdruk bij een filterplaatsing *achter* de punt;
- u_0 = de hydrostatische stijghoogte; standaard wordt hiervoor in de berekening een niveau uitgegaan van 1 m beneden maaiveld.

Voor andere grondsoorten zijn de β -factoren in onderstaande tabel gegeven.

Grond gedrag	β -factor
Normaal geconsolideerde klei	0,6 - 0,8
Licht overgeconsolideerde klei	0,5 - 0,7
Sterk overgeconsolideerde klei	0 ¹⁾ - 0,3
Leem samendrukbaar	0,5 - 0,6
Leem, vast en dillatant gedrag	0 ¹⁾ - 0,2
Zand siltig, los gepakt	0,2 - 0,4

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

Dissipatietest

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

In doorlatende gronden geeft de dissipatietest een goed beeld van de heersende hydrostatische waterspanning en daarmee van de stijghoogte. Het betreft slechts een indicatie aangezien de meetnauwkeurigheid beperkt is. Door het uitvoeren van meerdere metingen in een grondlaag en de gemiddelde waarde van de stijghoogte te bepalen kan een beduidend hogere nauwkeurigheid worden behaald. Ervaring leert dat de onnauwkeurigheid circa 0,5 m bedraagt.

Voor een meer nauwkeurige bepaling en de optredende fluctuaties zijn peilbuismetingen over een langere waarnemingsperiode nodig, afhankelijk van het doel.

In slecht doorlatende, cohesieve lagen kan met behulp van de dissipatietest een indicatie van de consolidatiecoëfficiënt en daarmee van de verticale (on)doorlatendheid worden verkregen. Hierbij dient

de dissipatietest te worden voortgezet totdat de wateroverspanning tenminste met 50 % is afgenomen. In de praktijk komt dat 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 klassen volgens NEN-EN-ISO 22476-1:2012

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

Voor projecten, waarbij parameters op basis van Tabel 2.b NEN 9997-1 worden afgeleid, is een hoge nauwkeurigheidsklasse gewenst. Het is echter in een bodemgesteldheid met zowel zeer slappe grondlagen als zeer vaste zandlagen met hoge conusweerstand onmogelijk om aan de eisen van toepassing klasse 1 voldoen zoals ook blijkt uit de bovenstaande tabel. Het bij Fugro gehanteerde

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

meetsysteem voor sonderen is bijzonder nauwkeurig door toepassing van digitale conussen, strikte kwaliteitscontroles en calibraties. In de praktijk is gebleken dat standaard Fugro sonderingen in de nieuwe norm tenminste in toepassingsklasse 3 vallen en voor een groot deel binnen klasse 2. 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.

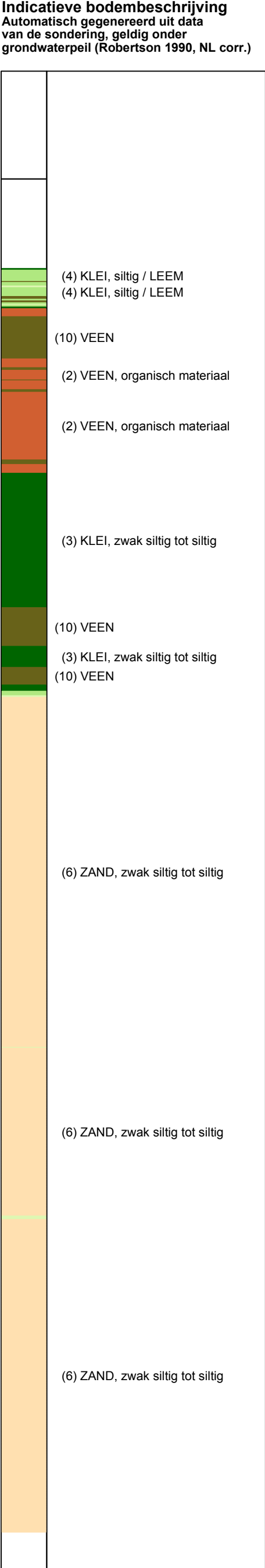
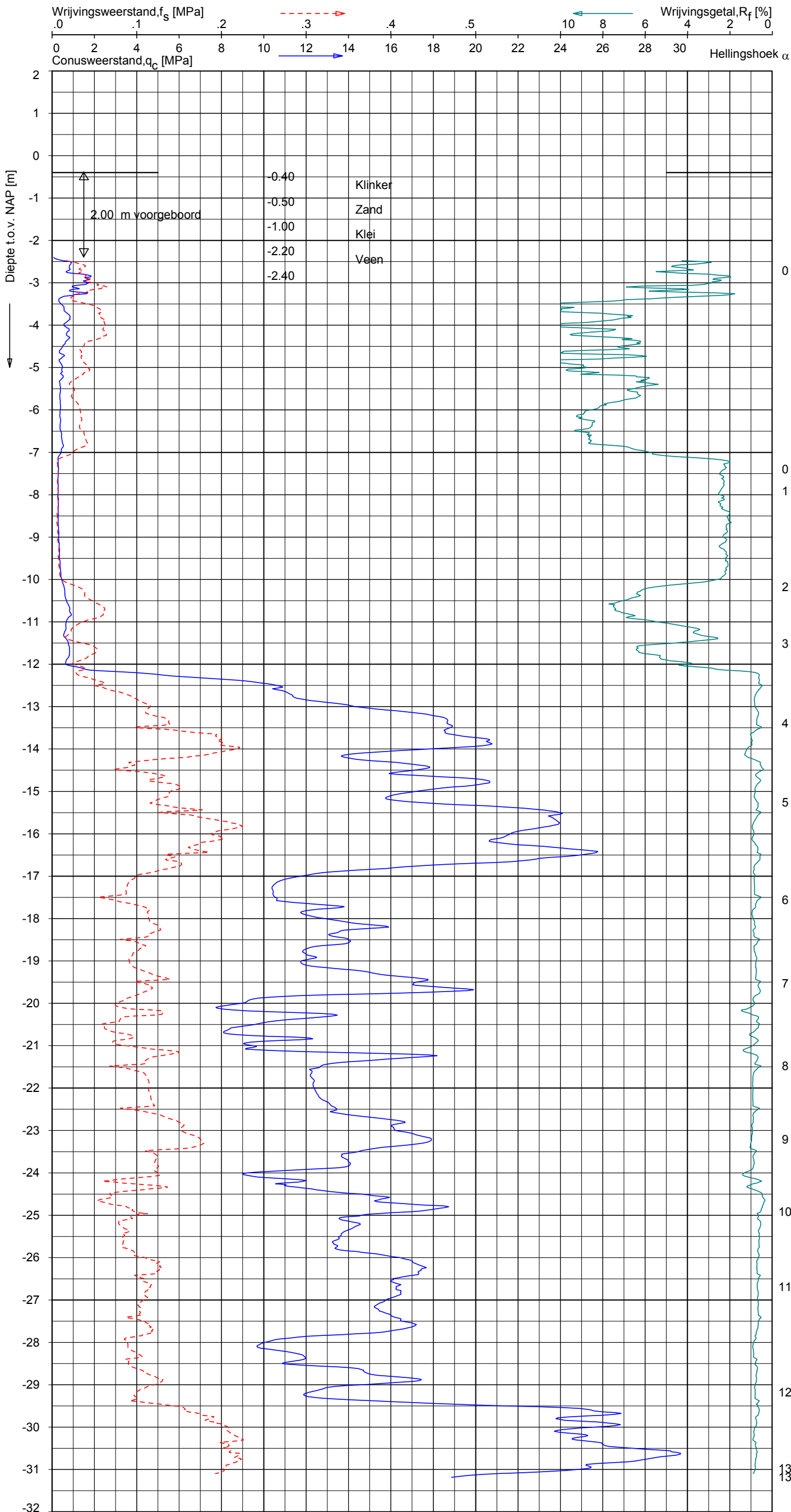
klasse	Meetgrootheid	toelaatbare meetonzekerheid	meetinterval
1	Conusweerstand	0,05 MPa of 3%	20 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,01 MPa of 10%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 1 %	
2	Conusweerstand	0,25 MPa of 5%	50 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 15%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	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.

UNIPLOT 05.21.nl / Qcf-Class-N3.cmd / 2013-05-22 10:50:30

1012-0297-004

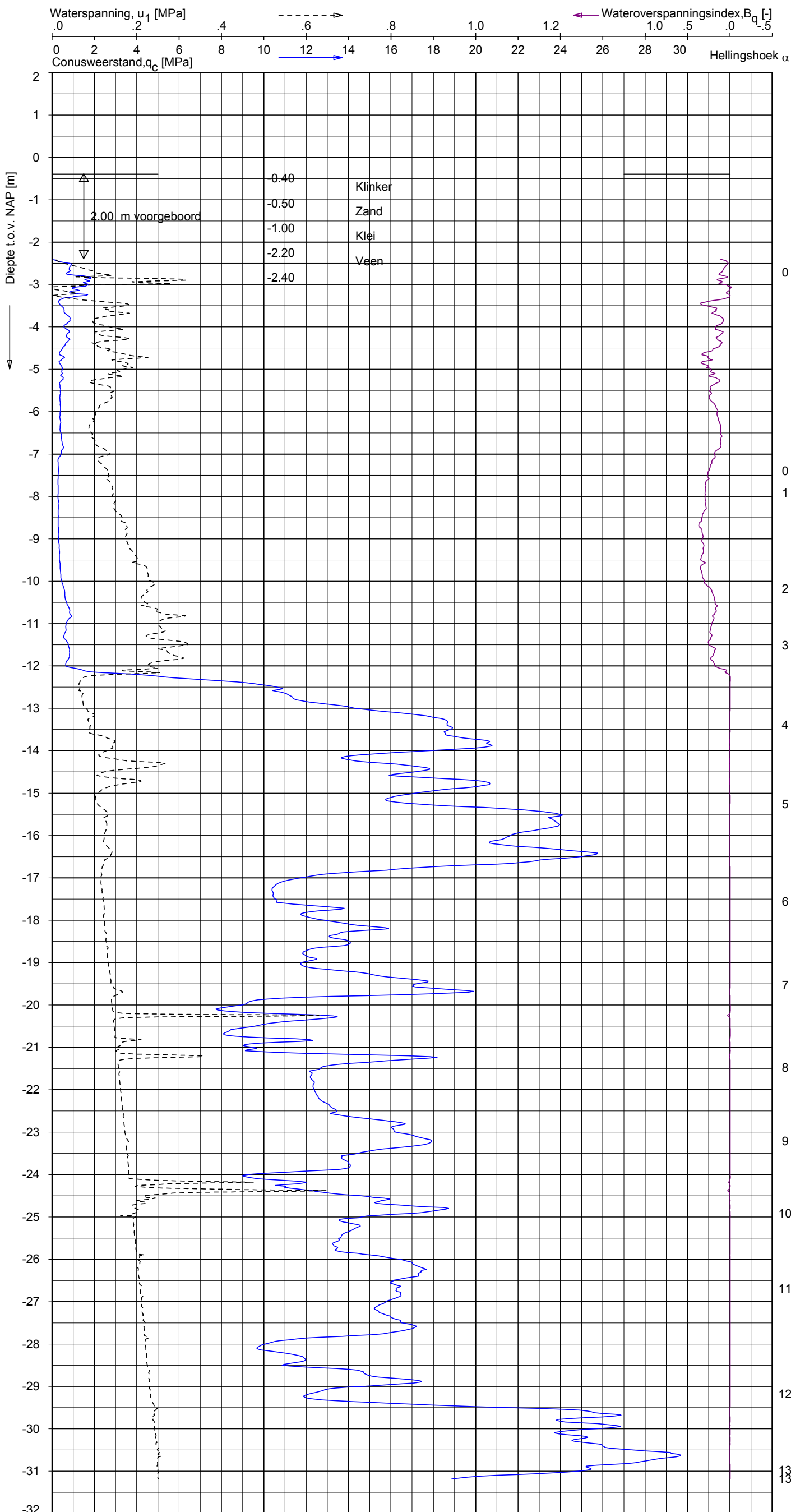
DKMP101 - 1



UNIPLOT 05.21.nl / QcU1Class-N3.cmd / 2013-05-22 10:52:36

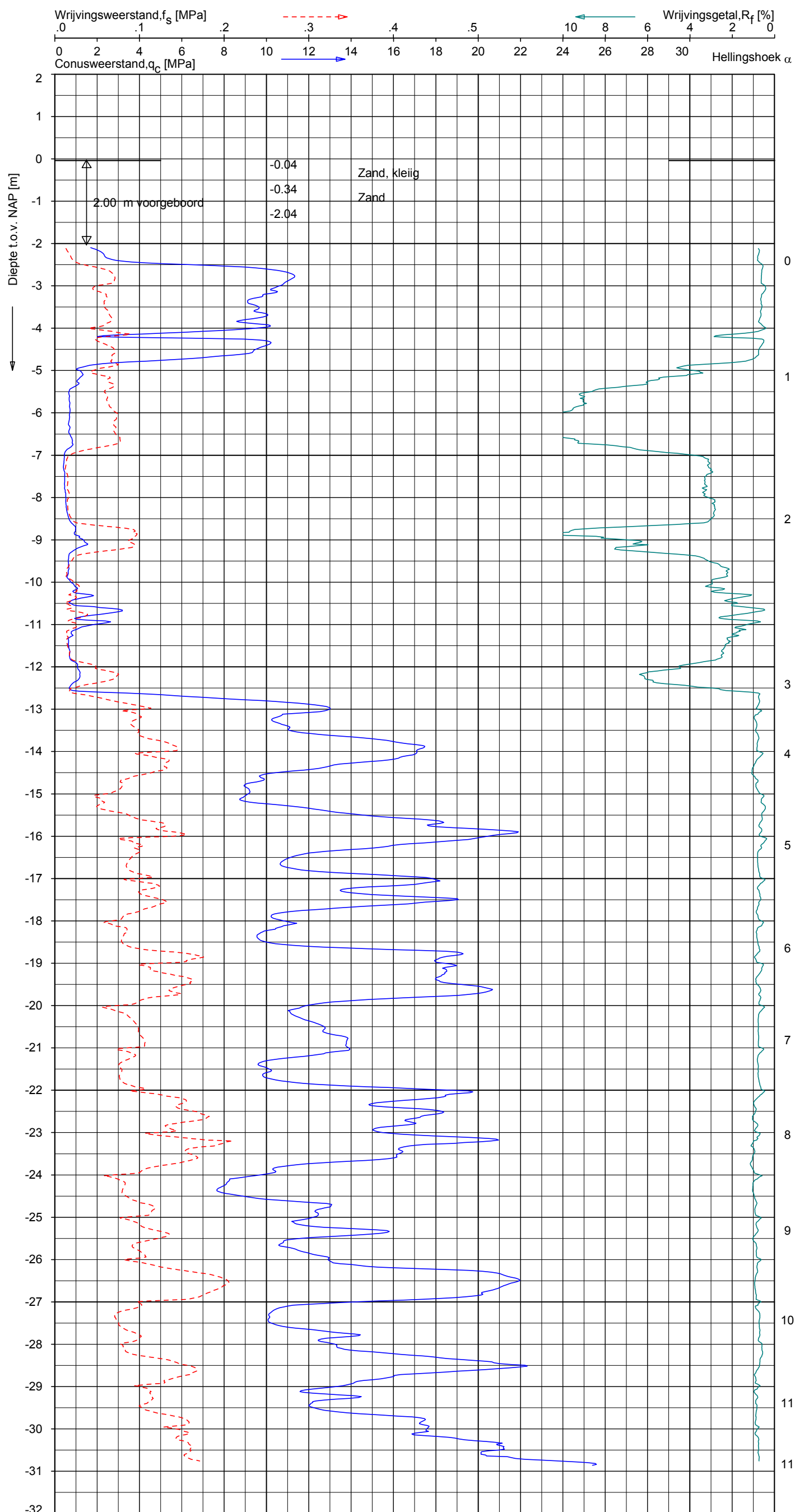
1012-0297-004

DKMP101 - 1

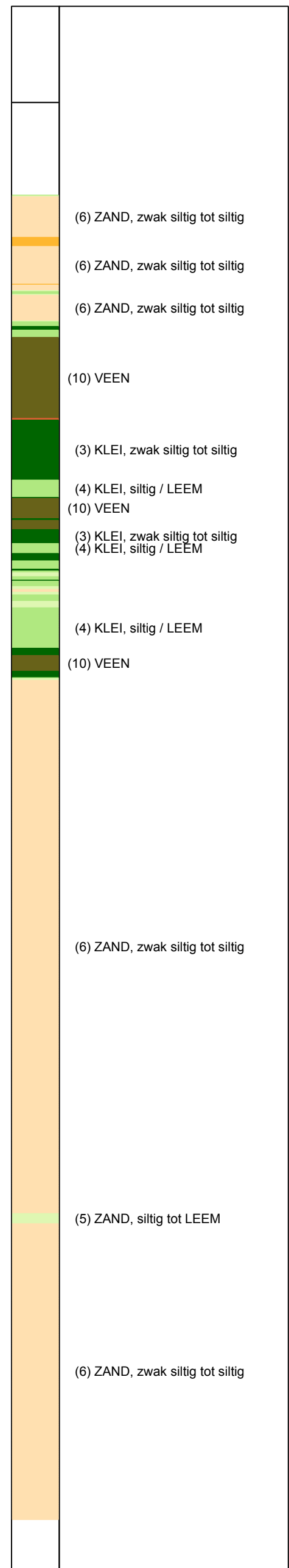


Indicatieve bodembeschrijving
Automatisch gegenereerd uit data
van de sondering, geldig onder
grondwaterpeil (Robertson 1990, NL corr.)





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



Opg.: JWV/RAV d.d. 17-May-2013 RD: X = 105642.1
Get.: LEEUWEST d.d. 2013-05-22 MV = NAP -0.04 m Y = 448961.0

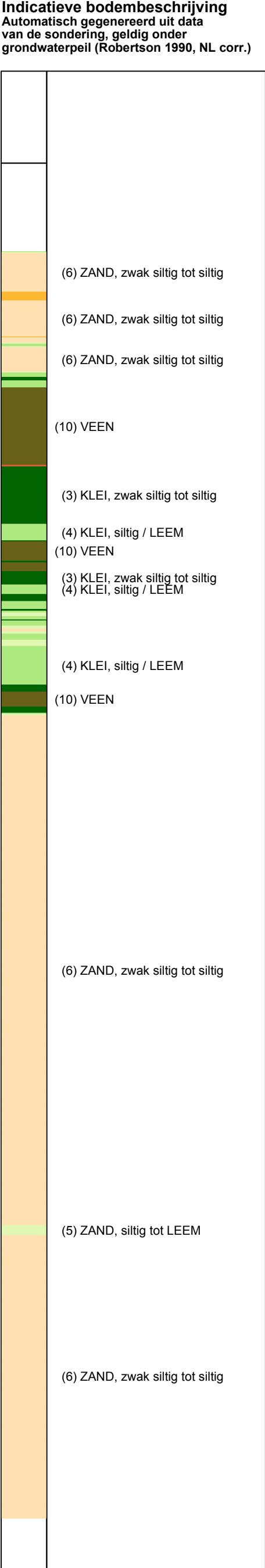
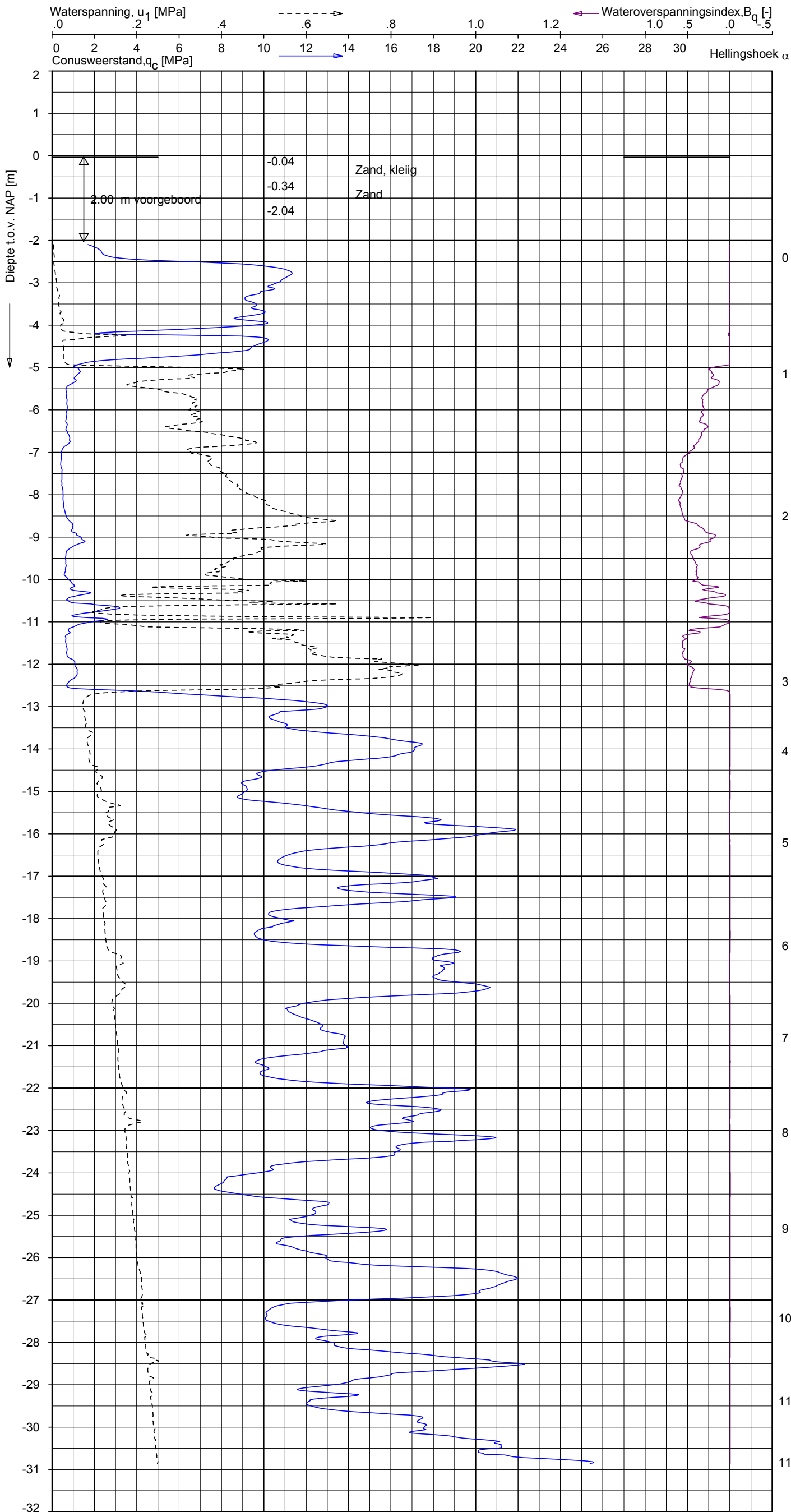
Sondering volgens norm NEN-EN-ISO 22476-1, klasse 2,
Conustype: F7.5CKE2HAW, /B P1 1701-2040 1500 mmf.
Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

GRONDONDERZOEK HDD'S WADDINXVEEN

Opdr. 1012-0297-004
Sond. DKMP107



Boring: B101

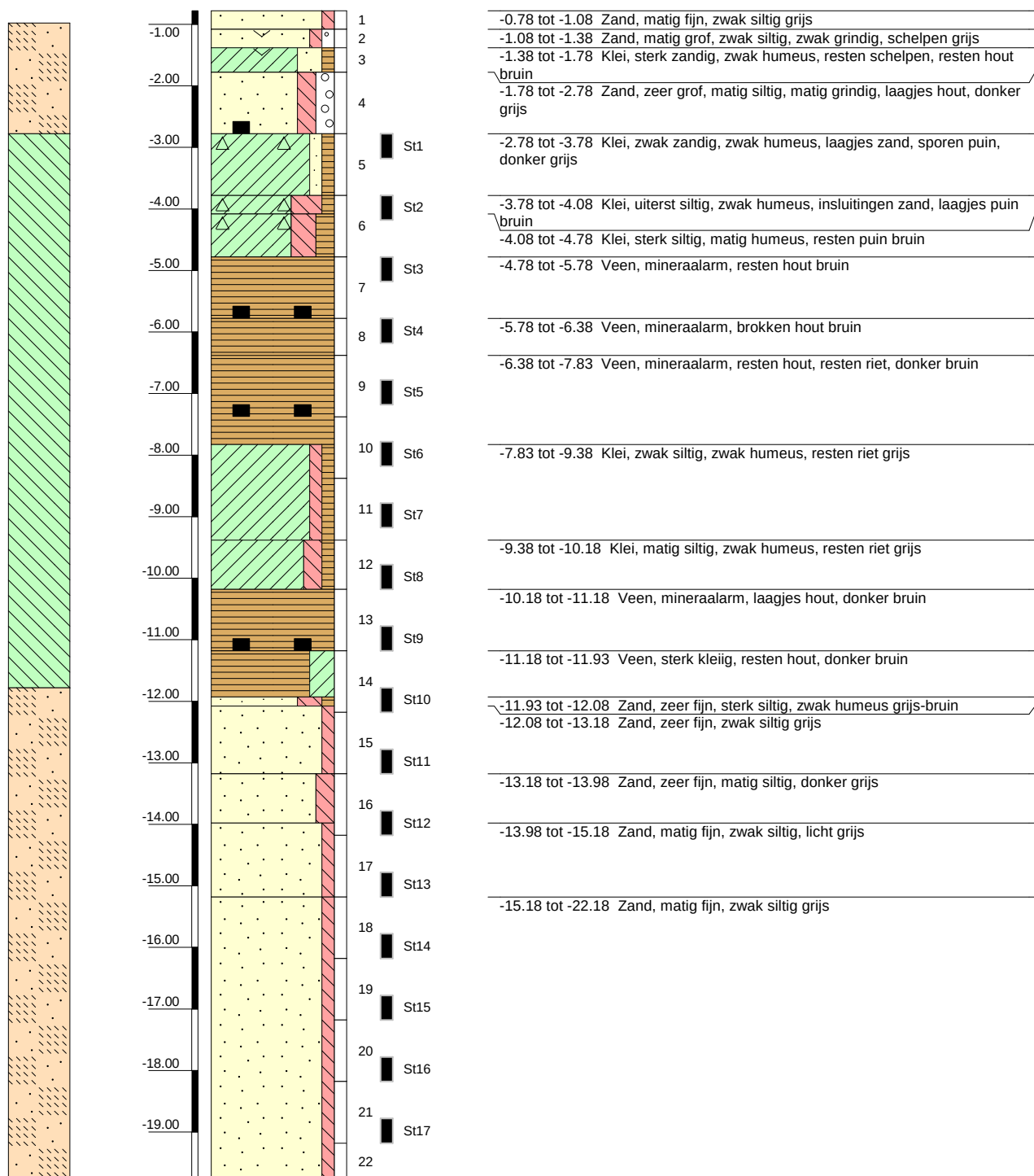
Laboratorium classificatie

Pagina 1 van 2

Peilbuis Referentie (m tov NAP)

Monsternr.

Bodembeschrijving volgens NEN 5104



Algemene opmerking:

X: 105345.8

GWS (m tov NAP):

MV (m tov NAP): -0.78

bk PB1 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP):

Datum boring: 21-05-2013

Y: 449022.7

GHG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

Boormeester: ahd

Datum laboratorium classificatie: 05-06-2013

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

Geclassificeerd door: mib

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Grondonderzoek HDD's Waddinxveen

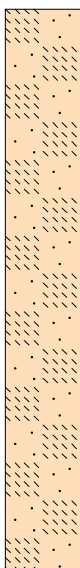
Fugro GeoServices B.V.

1012-0297-004

Boring: B101

Laboratorium classificatie

Pagina 2 van 2

Peilbuis	Referentie (m tov NAP)	Monsternr.	Bodembeschrijving volgens NEN 5104
	-20.00	22 St18	-15.18 tot -22.18 Zand, matig fijn, zwak siltig grijs
	-21.00	23 St19	
	-22.00	24 St20	-22.18 tot -23.18 Zand, matig grof, zwak siltig grijs
	-23.00	25 St21	-23.18 tot -24.18 Zand, matig fijn, zwak siltig, resten planten grijs
	-24.00	26 St22	-24.18 tot -25.78 Zand, matig fijn, matig siltig grijs
	-25.00	27 St23	
	-26.00	28 St24	-25.78 tot -27.18 Zand, uiterst grof, zwak siltig, matig grindig grijs
	-27.00	29	
		30 St25	

Algemene opmerking:

X: 105345.8

Y: 449022.7

Coördinatenstelsel: RD

GWS (m tov NAP):

GHG (m tov NAP):

GLG (m tov NAP):

MV (m tov NAP): -0.78

bk PB1 (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

Datum boring: 21-05-2013

Boormeester: ahd

Datum laboratorium classificatie: 05-06-2013

Geclassificeerd door: mlb

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Grondonderzoek HDD's Waddinxveen

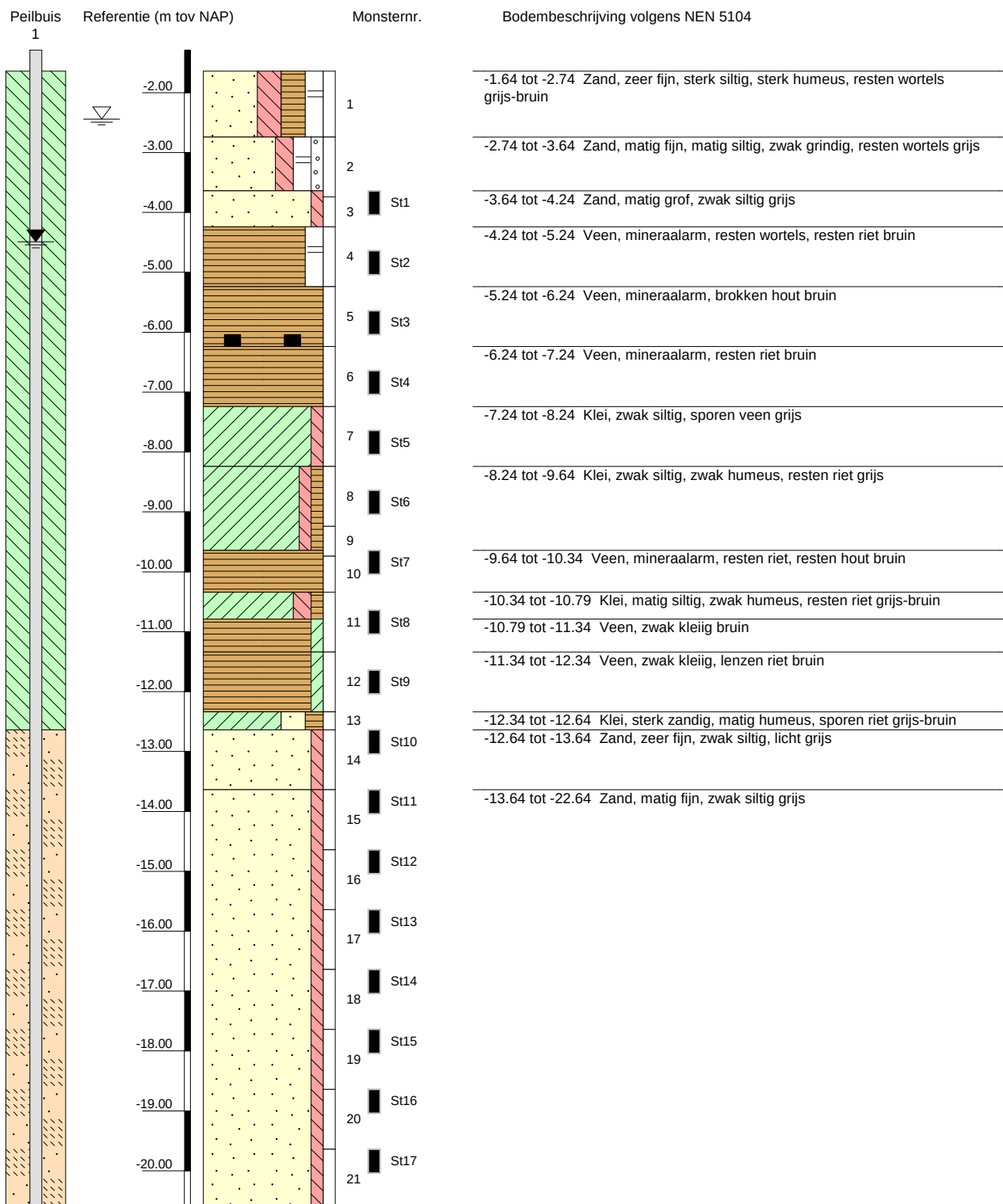
Fugro GeoServices B.V.

1012-0297-004

Boring: B102

Laboratorium classificatie

Pagina 1 van 2



Algemene opmerking:

X: 105533.8

GWS (m tov NAP): -2.44

MV (m tov NAP): -1.64

bk PB1 (m tov NAP): -1.29

Boorvloeistof:

WS PB1 (m tov NAP): -4.49

Datum boring: 22-05-2013

Y: 449014.8

GHG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

Boormeester: ahd

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

Datum laboratorium classificatie: 06-05-2013

Geclassificeerd door: mlb

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Grondonderzoek HDD's Waddinxveen

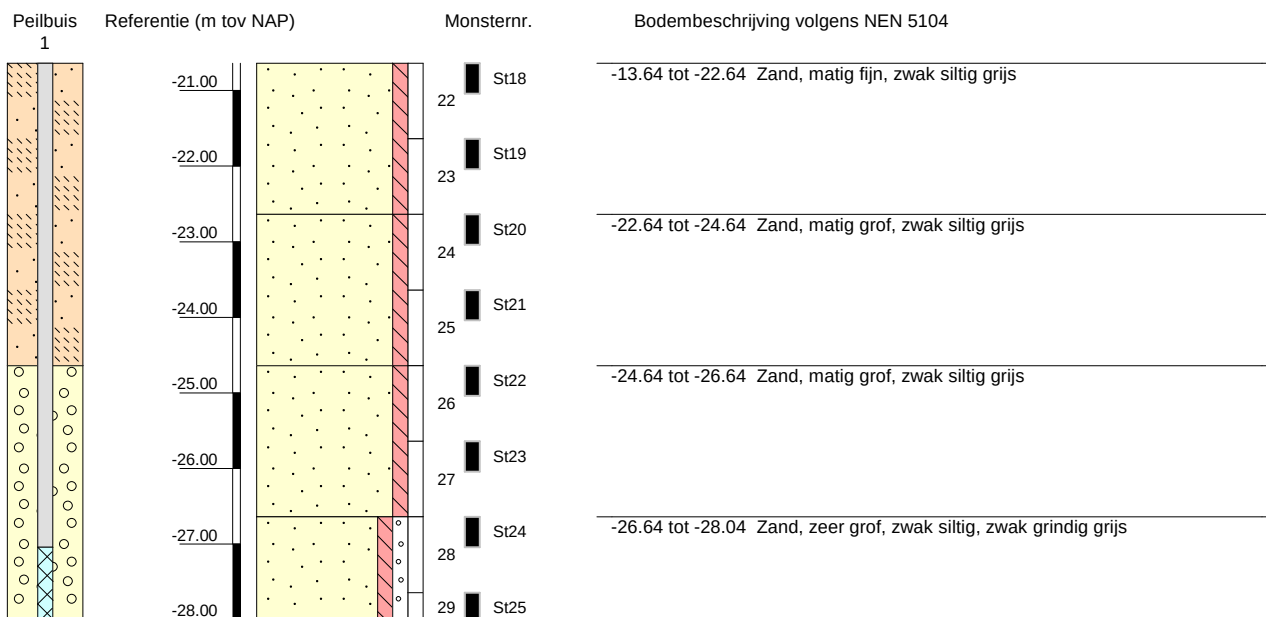
Fugro GeoServices B.V.

1012-0297-004

Boring: B102

Laboratorium classificatie

Pagina 2 van 2



Algemene opmerking:

X: 105533.8

GWS (m tov NAP): -2.44

MV (m tov NAP): -1.64

Boorvloeistof:

Datum boring: 22-05-2013

Y: 449014.8

GHG (m tov NAP):

bk PB1 (m tov NAP): -1.29

WS PB1 (m tov NAP): -4.49

Boormeester: ahd

Coördinatenstelsel: RD

GLG (m tov NAP):

bk PB2 (m tov NAP):

WS PB2 (m tov NAP):

Datum laboratorium classificatie: 06-05-2013

bk PB3 (m tov NAP):

WS PB3 (m tov NAP):

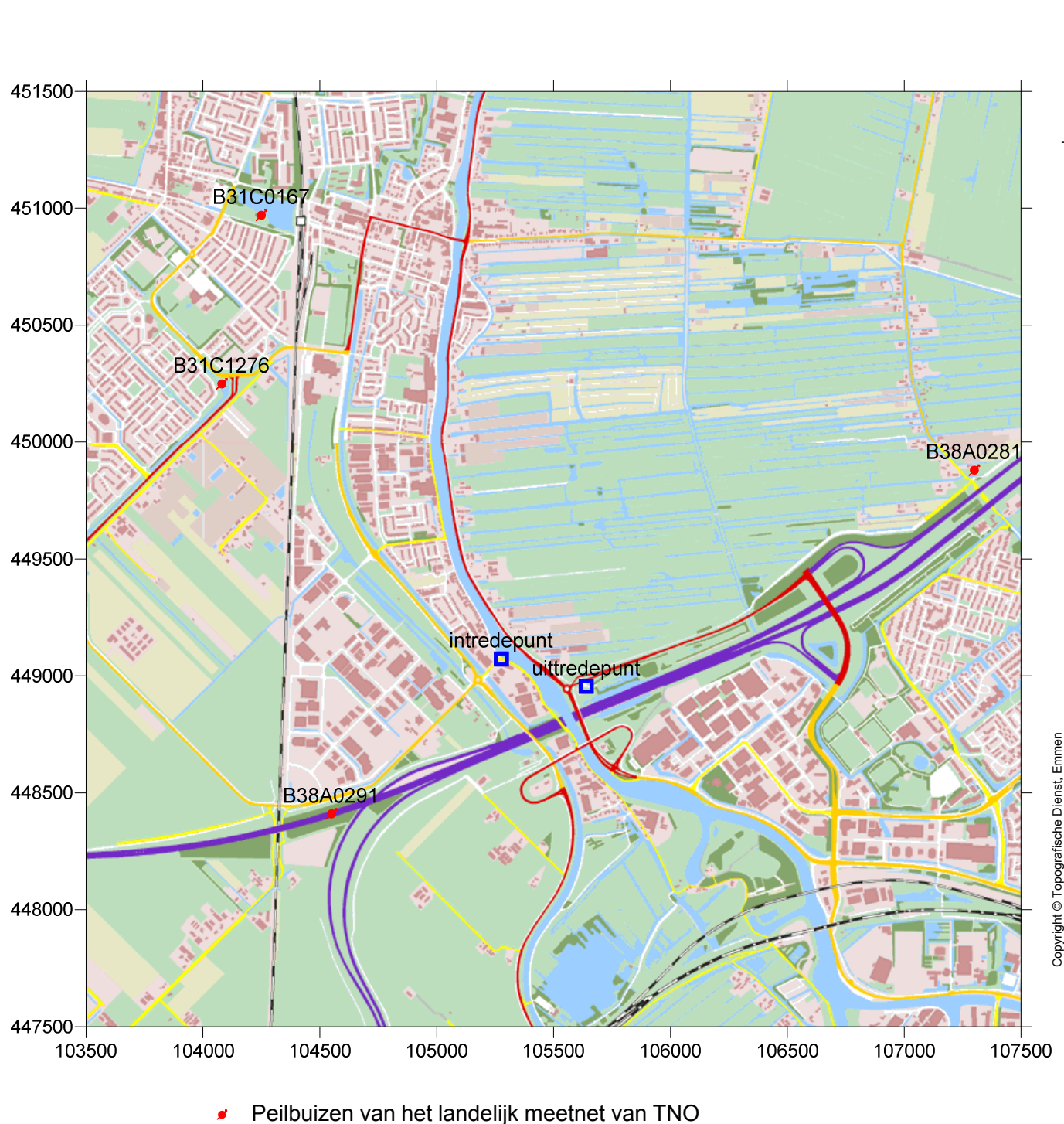
Geclassificeerd door: mlb

BORING VOLGENS NEN-EN-ISO 22475-1

Fugro GeoServices B.V.

Grondonderzoek HDD's Waddinxveen

1012-0297-004



Copyright © Topografische Dienst, Emmen

schaal 1 : 25.000

LOCATIEOVERZICHT EN PEILBUISLOCATIES TNO

GRONDONDERZOEK HDD'S WADDINXVEEN

Opdr. : 1012-0297-004
Bijlage : 2

