

RAPPORT
betreffende

**NADER ONDERZOEK
AANLEG WATERBERGING PCT
TE HAZERSWOUDE-DORP**

Opdrachtnummer: 1108-0055-001

Opdrachtgever : Meersema Projecten B.V.
Postbus 200
2640 AE Pijnacker

Projectleider : Ing. G.J.P. Boers

Opgesteld door : C. Steenbergen-Dekker BSc.
Adviseur Hydrologie

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	30 juni 2009	Eerste versie	

FILE: 1108-0055-001.R01.doc Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden van de V.O.T.B. van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten

<u>INHOUDSOPGAVE</u>	<u>Blz.</u>
1. INLEIDING	1
2. PROJECTOMSCHRIJVING	2
2.1. Algemeen	2
2.2. Richtlijnen en voorkeuren Hoogheemraadschap van Rijnland	2
2.3. Inrichtingsuitgangspunten	4
3. BODEMONDERZOEK	5
3.1. Sonderen	5
4. BODEM- EN (GEO)HYDROLOGISCHE GESTELDHEID	6
4.1. Bodem- en geohydrologische gesteldheid	6
4.2. Open water	6
4.3. Grondwaterstanden en stijghoogten	7
4.4. Grondwaterkwaliteit	8
5. STABILITEIT WATERBODEM VAN DE WATERPARTIJEN	9
5.1. Algemeen	9
5.2. Stabiliteit waterbodem	9
5.3. Veiligheid	9
5.4. Opbarstrisico waterpartijen	10
5.4.1. <i>Aanlegfase</i>	10
5.4.2. <i>Ingerichte fase</i>	11
 BIJLAGEN	
- Situatietekening	1108-0055-001-1
- "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten"	
- Sondeerstaten	1108-0055-001-DKM6 t/m DKM9
- Geïnterpoleerde maaiveldhoogte	1108-0055-001-2
- Maximaal ontgravingsniveau aanlegfase	1108-0055-001-3

1. INLEIDING

Op 13 mei 2009 ontving Fugro Ingenieursbureau B.V. te Leidschendam van Meersema Projecten B.V. te Pijnacker de opdracht voor het uitvoeren van een aanvullend geohydrologisch bodemonderzoek en het aangeven van de risico's voor de aanleg van diverse waterbergingen ter plaatse van het Potplanten Container Teelt terrein (Fase II) te Hazerswoude-Dorp.

De opdrachtgever is voornemens om in het noordelijke deel van plangebied Fase II (ca. 45 ha) waterberging te realiseren door middel van de aanleg van een tweetal waterpartijen (totaal ca. 32.600 m²). Het gebied is plaatselijk gevoelig voor het opbarsten van de bodem bij ontgravingen. Tevens kunnen in het gebied zandbanen voorkomen, waardoor het risico van opbarsten van de waterbodems toeneemt. Fugro is gevraagd om het opbarst risico van de nieuw aan te leggen waterpartijen te inventariseren en de wijze van uitvoering vast te stellen (toelaatbare ontgravingsdiepte).

De werkzaamheden voor het onderzoek zijn opgedeeld in de volgende onderdelen:

1. Gecombineerd geotechnisch en geohydrologisch onderzoek;
2. Inventarisatie uitgangspunten, indeling en profielen van de waterpartijen;
3. Uitvoeren van opbarstberekeningen voor de waterpartijen.

In een eerdere fase heeft Fugro onder het kenmerk 1108-0055-000.R01 d.d. 18 februari 2009 een oriënterende rapportage uitgebracht betreffende het bepalen van het risico van opbarsten van de waterbodems voor de twee noordelijke waterpartijen. Deze rapportage vormt de basis voor de voorliggende rapportage.

De voorliggende rapportage is als volgt opgebouwd:

In hoofdstuk 2 wordt een projectomschrijving gegeven en worden de uitgangspunten beschreven, waarna in hoofdstuk 3 het uitgevoerde bodemonderzoek wordt beschreven. In hoofdstuk 4 wordt de bodem- en de geohydrologische gesteldheid van de projectlocatie behandeld. Hoofdstuk 5 beschrijft de stabiliteit van de waterbodems van de waterpartijen.

2. PROJECTOMSCHRIJVING

2.1. Algemeen

De projectlocatie is gelegen aan de Noorwegenlaan te Hazerswoude-Dorp.

Beschikbare informatie

Door de opdrachtgever is de volgende informatie ter beschikking gesteld:

- Ondergrond peilgebieden PCT terrein Boskoop, van der Waal & Partners, d.d. 5 november 2008;
- "Kort advies PCT-terrein: Effect op kwel van plas-dras", TNO, 30 september 2003;
- Notitie "Ontwikkeling PCT-terrein te Rijnwoude", kenmerk 03.05943, d.d. 2 juni 2003, Hoogheemraadschap van Rijnland;
- Waterinrichtingsplan PCT-terrein Hazerswoude, van der Waal & Partners, 16 maart 2009;
- Hoofdstuk 2 uit notitie MER, PCT-terrein, RBOI/Witteveen+Bos, februari 2001;
- Topografische kaart geplande locaties waterpartijen, z.d.;
- Ontwerpprofiel 4 waterpartij, z.d.;
- PCT-ontwerp waterpartijen, z.d.;
- Overzicht voorkomen zandbanen, bron: Toelichting ontwerp-peilbesluit polder de Noordplas, hoogheemraadschap van Rijnland.

Beschrijving huidige inrichting

De projectlocatie is gelegen aan de Noorwegenlaan te Hazerswoude-Dorp. Aan de westzijde is de locatie begrensd door een bos/park. Aan de noord- en oostzijde is de locatie omringd door landbouwgrond. De projectlocatie is in de huidige situatie tevens in gebruik als landbouwgrond. In het park aan de westzijde zijn enkele waterpartijen aanwezig.

Beschrijving toekomstige inrichting

Het project is onderdeel in de planrealisatie van het Potplanten Container Teelt terrein. De opdrachtgever is voornemens om in het plangebied waterberging te realiseren door middel van de aanleg van een tweetal waterpartijen. In deze waterpartijen is tevens een extra wateropgave voor PCT fase I en voor ITC meegenomen.

2.2. Richtlijnen en voorkeuren Hoogheemraadschap van Rijnland

Op basis van diverse beleidsstukken opgesteld door hoogheemraadschap van Rijnland zijn de volgende richtlijnen en voorkeuren met betrekking tot het watersysteem opgesteld:

Basisprincipe:

- De volgende voorkeur van afkoppeltechnieken van regenwater:
 1. Hemelwater vasthouden voor benutting;
 2. Water opvangen door toepassing van vegetatiedaken;
 3. Infiltratie van afstromend hemelwater;
 4. Afstromend hemelwater afvoeren naar het oppervlaktewater;
 5. Afstromend hemelwater afvoeren naar de RWZI.

- Bij ruimtelijke ontwikkelingen waarbij het verhard oppervlak toeneemt en/of waarbij het waterbergend vermogen afneemt moeten maatregelen worden getroffen om de negatieve effecten (grotere aan- en afvoer van water) te voorkomen. Uitgangspunt is dat dit plaatsvindt in het plangebied;
- Indien een initiatiefnemer meer dan 500 m² maar minder dan 10.000 m² verhard oppervlak wil aanleggen, dient de initiatiefnemer minimaal 15% van het nieuw aan te leggen verhard oppervlak te reserveren voor extra open water. Droogvallende watergangen dragen ook mee aan het totale oppervlak van open water;
- Het extra oppervlak aan open water dat dient te worden gegraven, komt bij het al bestaande oppervlak aan open water. Het extra oppervlak aan open water kan worden gereduceerd door het nemen van maatregelen gericht op vasthouden en vertragen van afvoer.

Inrichting nieuwe watergangen:

Met de aanleg, c.q. het graven van nieuwe watergangen dient voorzichtig te worden omgegaan om ongewenste effecten zoals loopzand, sterke toename (zoute)kwel en/of wegzijging te voorkomen.

- Voor de aanleg van nieuwe waterlopen gelden de volgende randvoorwaarden:
 - Het profiel van watergangen mag nooit kleiner zijn dan het vereiste doorstroomprofiel;
 - Maximale stroomsnelheid: 0,20 m/s, (uitgaande van het winterpeil);
 - Maximale stroomsnelheid in gebieden met fijn zand en slap veen: 0,10 m/s (uitgaande van het winterpeil);
 - Maximaal verhang in watergangen: 1 cm per km;
 - Het totale verval in de overige watergangen mag in principe niet meer bedragen dan 5 cm;
 - Primaire watergangen dienen minimaal 1,00 m diep (t.o.v. winterpeil) te zijn. Overige watergangen dienen minimaal 0,50 m diep (t.o.v. winterpeil) te zijn;
 - De minimale bodembreedte van watergangen dient 0,50 m te bedragen;
 - Nieuw aan te leggen overige watergangen dienen op de waterlijn (winterpeil) in principe minimaal 4,1 m breed te zijn;
 - Bij de aanleg van nieuwe watergangen en de herinrichting van bestaande oevers dienen de oevers natuurvriendelijk te worden ingericht;
 - Bij de aanleg van watergangen mag geen materiaal gebruikt worden met een negatieve invloed op de waterkwaliteit en de ecologie;
- Voor polderwatergangen geldt dat de drempelhoogte van overstorten en hemelwateruitlaten minimaal op een hoogte gelijk aan de maximale peilstijging (gerelateerd aan een voorkomenfrequentie van 1 maal per 10 jaar) + 10 cm moet liggen;
- Maximale lengte duiker bedraagt 15 m. In geval van infrastructurele werken met belangrijke verkeersfunctie is uitzondering op deze regel mogelijk;
- Bij watergangen met een breedte kleiner dan 5 m is de minimale diameter van de duiker 600 mm, bij watergangen breder dan 5 m bedraagt de minimale diameter van de duiker 800 mm;
- Rijnland eist op basis van de keur dat er langs alle watergangen een vrij toegankelijke, dus vrij van bebouwing en beplanting, strook land aanwezig is.

2.3. Inrichtingsuitgangspunten

Voor het PCT-terrein geldt op basis van het waterinrichtingsplan (2009) dat de uitbreiding van het verhard oppervlak gecompenseerd wordt door extra oppervlaktewater tot 9% van het plangebied (planfase I en II), bij een minimale drooglegging van 60 cm in het peilgebied. Indien een grotere drooglegging kan worden gerealiseerd kan dat percentage nog afnemen.

Op basis van de beschikbare gegevens zijn de volgende uitgangspunten opgesteld:

- Op de locatie zullen twee waterpartijen worden gerealiseerd;
- Het oppervlak van deze waterpartijen zal in totaal ca. 32.600 m² bedragen;
- Het beoogde waterpeil in de waterpartijen is door de opdrachtgever aangegeven en bedraagt ca. NAP -6,6 m;
- Op basis van dwarsprofiel 4 (WIP 2009) wordt voor de waterpartij een waterdiepte aangehouden van ca. 1,0 m.

Onderzocht moet worden of de waterpartijen kunnen worden ingericht als plasdraszone's met enkele geulen. Hierdoor blijft de bergende functie gelijk aan die van een waterpartij.

3. BODEMONDERZOEK

Het aanvullende bodemonderzoek is op 4 juni 2009 uitgevoerd en heeft bestaan uit 4 sonderingen. De onderzoekslocaties zijn uitgezet en gewaterpast en zijn aangegeven op de situatietekening in bijlage 1. Hierbij heeft een door de opdrachtgever verstrekte tekening als basis gediend. Voor een verklaring van de op de situatietekening gebruikte tekens en symbolen wordt verwezen naar de bijlage "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten".

3.1. Sonderen

De resultaten van de aanvullende sonderingen zijn weergegeven in de bijlagen DKM6 t/m DKM9, waarop de maaiveldhoogte en diepte is uitgezet in meters ten opzichte van NAP. Op de grafieken is tevens het wrijvingsgetal, de verhouding tussen plaatselijke kleef en conusweerstand, weergegeven. Empirisch is vastgesteld dat het wrijvingsgetal een nauwe relatie met de grondsoort vertoont, zodat een goede indicatie van de laagopbouw is verkregen.

De sonderingen zijn vanaf een sondeerwagen uitgevoerd met de elektrische Fugro-kleefmantelconus conform norm NEN 5140, klasse 2 en de beoordelingsrichtlijn BRL 2364. Een beschrijving van de gevolgde meet- en registratiemethode is gegeven in de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen". De conus is voorzien van een hellingmeter. In de sondeergrafieken is de diepte gecorrigeerd voor de gemeten afwijking van de verticaal.

De sonderingen zijn uitgewerkt met een interpretatie van het wrijvingsgetal voor identificatie van de bodemlagen. De identificatie van de bodemlagen is uitgevoerd volgens Robertson (1990), die door Fugro is aangepast aan de Nederlandse omstandigheden. Voor achtergronden en beperkingen wordt verwezen naar de bijlage "Continu Elektrisch Sonderen". De identificatie is indicatief en alleen geldig voor lagen onder de grondwaterstand. De resultaten dienen te worden geverifieerd met boringen of geologische informatie.

4. BODEM- EN (GEO)HYDROLOGISCHE GESTELDHEID

Op basis van de uitgevoerde bodemonderzoeken, aangevuld met gegevens uit de literatuur, worden in dit hoofdstuk de bodem- en de (geo)hydrologische gesteldheid beschreven.

4.1. Bodem- en geohydrologische gesteldheid

Tijdens de geotechnische en geohydrologische onderzoeken varieerde het maaiveld ter plaatse van de projectlocatie tussen ca. NAP -4,3 m (MB1) en NAP -5,7 m (DKM1). Het maaiveldniveau is weergegeven in bijlage 1108-0055-001-2. Opgemerkt wordt dat het zuidelijke perceel van waterpartij B in zijn geheel 0,5 à 0,7 m hoger is gelegen dan de overige percelen. Uitgaande van de grondonderzoeken en gegevens uit het archief van Fugro is de bodemgesteldheid op de projectlocatie geschematiseerd zoals weergegeven in tabel 4-1.

Tabel 4-1: Bodembeschrijving

Diepte in m t.o.v. NAP (ca.)	Bodembeschrijving
-4,3 à -5,7	Maaiveld
-4,3 à -5,7 tot -5,9 à -6,5	Uitgedroogde klei
-5,9 à -6,5 tot -10,5 à -13,6	Klei, zwak tot matig siltig - Lokaal worden ingeschakelde veenlaagjes aangetroffen - Ter plaatse van DKM6 wordt tussen ca. NAP -7,0 m en ca. NAP -8,6 m een veenlaag aangetroffen - Ter plaatse van DKM1, DKM3 en DKM6 wordt tussen ca. NAP -10,5 m en ca. NAP -11,6 m een veenlaagje aangetroffen van ca. 0,3 m dikte
-10,5 à -13,6 tot -35 à -40 ¹⁾	Zand, matig tot uiterst fijn, zwak tot matig siltig, lokaal grindig - Lokaal worden kleiige laagjes aangetroffen - Ter plaatse van DKM4, DKM5 en DKM9 worden tussen ca. NAP -12,6 m en ca. NAP -20,3 m een kleiig laagje aangetroffen van ca. 0,5 tot 1,3 m dikte
¹⁾ Einde mechanische boring ca. NAP -19,3 m, einde sonderingen ca. NAP -19,6 à -20,5 m	

De vanaf maaiveld tot ca. NAP -10,5 à -13,6 m aangetroffen veen- en kleilaag behoren regionaal gezien tot de slecht doorlatende deklaag. Het eerste watervoerend pakket reikt tot een diepte van ca. NAP -35 à -40 m. Hieronder bevindt zich een scheidende laag. Deze wordt beschouwd als geohydrologische basis.

4.2. Open water

De waterpeilen van de nabijgelegen waterpartijen in het park en de watergang gelegen langs de Voorweg zijn tijdens het onderzoek niet ingemeten. Op basis van door de het Hoogheemraadschap van Rijnland beschikbaar gestelde gegevens bedraagt het polderpeil in de omgeving ca. NAP -6,4 m (z.p.) en ca. NAP -6,6 m (w.p.). In het park wordt bij één waterpartij een gestuwd peil gehanteerd van ca. NAP -3,1 m. Het waterpeil in de watergang langs de Voorweg is vooralsnog onbekend.

4.3. Grondwaterstanden en stijghoogten

Informatie over grondwaterstanden en stijghoogten is verkregen uit de boorgegevens van Fugro, uit de Grondwaterkaart van Nederland en uit langjarige peilbuisgegevens uit het archief van TNO.

Peilbuis gegevens Fugro.

Op 4 februari 2009 en op 25 juni 2009 zijn in de ondiepe en diepe peilbuis de grondwaterstand en stijghoogte opgenomen. Op basis van dit 2-tal metingen kan geen fluctuatie van de grondwaterstand en stijghoogte worden bepaald.

Tabel 4-2: Gemeten grondwaterstand in de peilbuizen op de locatie

Peilbuis	Filterafstelling van - tot [m t.o.v. NAP]	Grondwaterstanden [m t.o.v. NAP]	
		4-feb-09	25-jun-09
B1-Ondiep	-6,25 tot -7,25	-5,20	-5,48
B1-Diep	-18,25 tot -19,25	-5,30	-5,25

Op basis van deze meting kan het volgende worden geconcludeerd:

- De ondiepe peilbuis van B1 staat afgesteld in de kleiige deklaag. Op of in de kleilagen kan infiltrerend regenwater stagneren, waardoor een schijngrondwaterspiegel kan ontstaan;
- De diepe peilbuis is afgesteld in het eerste watervoerend pakket;
- Een duidelijke kwel- of wegzijgingssituatie op de projectlocatie kan op basis van de metingen niet worden onderscheiden.

Voorgesteld wordt de stijghoogtemetingen in de peilbuizen te continueren met een frequentie van tenminste 2 keer per maand (bij voorkeur de 14^e en 28^e van de maand), zodat een beter beeld kan worden verkregen van de fluctuatie van de stijghoogte in de zandlaag.

Langjarige grondwaterstand- en stijghoogtegegevens

Ter verificatie van grondwaterstanden en stijghoogten op de projectlocatie is gebruik gemaakt van de Grondwaterkaart van Nederland en zijn in het grondwater archief (DINO) van TNO langjarige peilbuisgegevens opgevraagd vanaf 1985 tot heden. Op de projectlocatie zelf bevindt zich geen peilbuis van TNO, dus wordt de situatie geanalyseerd aan de hand van peilbuizen in de omtrek. Voor een overzicht van de peilbuislocaties wordt verwezen naar de rapportage 1108-0055-000.R03. Een samenvatting van de verwachte maatgevende hoge, lage en gemiddelde stijghoogte over een meetperiode van augustus 1970 tot juli 2008 is weergegeven in tabel 4-2.

Opgemerkt wordt dat voor de meetgegevens op de betreffende peilbuislocaties geen statistische analyse van de GHG en GLG is gemaakt. De GHG en GLG is namelijk het rekenkundig gemiddelde van de hoogste drie en de laagste drie grondwaterstanden per jaar over ten minste 8 jaren gemeten grondwaterstanden. De grondwaterstand dient hiervoor gedurende 8 jaar minimaal 2 x per maand te worden gemeten. De hieronder gepresenteerde "maatgevende hoge" ligt daarbij beperkt hoger dan de GHG en wordt als meer maatgevend gezien voor ontwerpberekeningen.

De in tabel 4-3 weergegeven waarden zijn afgeleid uit de tijd-stijghoogtegrafieken, Voor deze grafieken wordt verwezen naar de rapportage 1108-0055-000.R03.

Tabel 4-3: Peilbuisgegevens TNO

Peilbuis nr.	Afstand en richting t.o.v. midden locatie (m)		Filterafstelling van – tot (m t.o.v. NAP)	Grondwaterstand (ca. m t.o.v. NAP)		
				Hoog	Gem.	Laag
B31C0245 01	1720	NW	-15,7 tot -16,7 (1 ^e WVP)	-4,5	-4,7	-4,8
B31C0249 01	2115	NW	-12,0 tot -13,0 (1 ^e WVP)	-4,1	-4,3	-4,5
B31C0249 02	2115	NW	-25,0 tot -26,0 (1 ^e WVP)	-4,1	-4,3	-4,5
B31C0249 03	2115	NW	-39,0 tot -40,0 (1 ^e WVP)	-4,1	-4,3	-4,4
B31C0249 04	2115	NW	-44,0 tot -45,0 (1 ^e scheidende laag)	-4,2	-4,4	-4,6
B31C0292 01	1410	O	-3,2 tot -3,7 (deklaag)	-1,7	-2,0	-2,3

Op basis van bovenstaande peilbuisgegevens en de Grondwaterkaart van Nederland kan het volgende worden opgemerkt:

- Alle peilbuizen behalve B31C0292 01 staan naar verwachting afgesteld in het 1^e watervoerend pakket;
- In het verloop van de stijghoogten is een duidelijke seizoensfluctuatie zichtbaar. Tevens is een geleidelijke fluctuatie over de jaren heen zichtbaar;
- De peilbuizen van TNO staan relatief ver weg, deze zijn voor het bepalen van de stijghoogte op de projectlocatie minder geschikt;
- Op basis van de Grondwaterkaart van Nederland wordt verwacht dat de stijghoogte in het 1^e watervoerend pakket op de projectlocatie kan stijgen tot ca. NAP -4,5 m;
- Op basis van de peilbuisgegevens en de Grondwaterkaart van Nederland wordt verwacht dat de regionale grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket zuidelijk gericht is. Verwacht wordt dat de lokale grondwaterstroming tevens wordt beïnvloed door aanwezige watergangen.

4.4. Grondwaterkwaliteit

Op 4 februari is uit de ondiepe peilbuis op de locatie een grondwatermonster genomen. Het monster is in een laboratorium geanalyseerd op het chloridegehalte.

Uit deze analyse blijkt dat het grondwater als brak kan worden getypeerd. De analyseresultaten zijn opgenomen in de rapportage 1108-0055-000.R03.

5. STABILITEIT WATERBODEM VAN DE WATERPARTIJEN

5.1. Algemeen

Ten behoeve van de beoordeling van de veiligheid tegen opbarsten van de bodem van de beide waterpartijen zijn oriënterende opbarstberekeringen uitgevoerd, welke beschreven zijn in de Fugro rapportage 1108-0055-000.R03. Op basis van deze oriënterende opbarstberekeringen is geconcludeerd dat de waterbodem van de beide waterpartijen bij een waterpeil van NAP -6,6 m en een waterdiepte van 1,0 m instabiel zijn en er een groot risico van opbarsten van deze waterbodems aanwezig is. Door eventuele verhoging van het open waterpeil neemt het risico van opbarsten van de waterbodems af. Dit dient echter te worden afgestemd met de waterbeherende instantie.

Op basis van het aanvullend uitgevoerde onderzoek zoals beschreven is in hoofdstuk 3 is in dit hoofdstuk de maximale ontgravingsdiepte beschreven voor de aanlegfase en de ingerichte fase, waarbij een stabiel evenwicht optreedt. Aanvullend is aangegeven op welke wijze de doorstroming van de waterpartijen wordt gewaarborgd.

5.2. Stabiliteit waterbodem

In het watervoerende zandpakket onder de waterremmende lagen heerst een waterdruk. Door ontgravingen ten behoeve van de aanleg van de waterpartijen kan de bovenliggende neerwaartse gronddruk kleiner worden dan de heersende opwaartse waterdruk onder de waterremmende lagen. Indien een dergelijke situatie zich voordoet kan de bodem (deels) opbarsten en doet zich welvorming voor.

Taludwerking

Bij een relatief kleine watergang dragen de grondlagen aan weerszijden van de watergang bij tot extra neerwaartse druk. Dit heeft een gunstig effect ten aanzien van de veiligheid tegen opbarsten. Het watersysteem bestaat uit twee brede waterpartijen, waarbij taludwerking niet meer bijdraagt aan de extra neerwaartse druk. Als alternatief kan in de ondiepe waterpartijen een geul worden aangebracht ten behoeve van de doorstroming. Opgemerkt wordt dat bij toepassing van een geul in een ondiepe waterpartij de extra neerwaartse gronddruk van de grond vanaf de bodem van de ondiepe waterpartij tot aan de bodem van de geul beperkt is.

5.3. Veiligheid

Ten aanzien van het risico van opbarsten van de waterbodems wordt gestreefd naar een veiligheid van minimaal $n=1,1$ op de materiaalfactor, conform de NEN 6740. Daarbij wordt gerekend met een veiligheid van 10% op de volumegewichten door toepassing van een materiaalfactor ($n=1,1$). Deze materiaalfactor is gebaseerd op statistische analyses en brengt de onzekerheid van laboratoriumtests in rekening. In de gevallen waarbij de berekende toegestane stijghoogte lager is dan de op basis van meetgegevens te verwachten stijghoogte is sprake van opbarst risico.

Indien wordt gerekend zonder veiligheid op de materiaalfactor ($n=1,0$) is er sprake van een labiel evenwicht, waarbij elke marginale verandering een opbarst risico tot gevolg kan hebben. Een beperkte toename van de stijghoogte kan opbarsten tot gevolg hebben. Voor een robuust ontwerp van het watersysteem, wat gedurende lange tijd en in veranderende

omstandigheden goed moet blijven functioneren wordt gestreefd te ontwerpen met materiaalfactor van minimaal $n=1,1$.

5.4. Opbarstrisico waterpartijen

Op basis van de beschikbare veldgegevens en de maatgevend hoge stijghoogte in het watervoerend zandpakket onder de slecht doorlatende lagen zijn voor de projectlocatie opbarstberekeningen uitgevoerd voor zowel de aanlegfase als de ingerichte fase. Hierbij is de maximale ontgravingsdiepte bij een maatgevende hoge stijghoogte van NAP -4,5 m berekend, waarbij sprake is van een stabiele evenwichtssituatie.

5.4.1. Aanlegfase

Voor de opbarstberekeningen voor de aanlegfase wordt uitgegaan van een 'droge' situatie zonder open water. In verband met de breedte van de waterpartijen is er geen sprake van enige taludwerking. De resultaten van deze berekeningen zijn voor de aanlegfase weergegeven in tabel 5-1. In bijlage 1108-0055-001-3 is een overzicht weergegeven van het maximale ontgravingsniveau.

Tabel 5-1: Veiligheid tegen opbarsten voor de aanlegfase

Locatie	Maaiveldniveau [m t.o.v. NAP]	Maatgevende stijghoogte [m t.o.v. NAP]	Maximale ontgravingsdiepte zonder taludwerking en zonder water [m t.o.v. NAP]	Dikte ontgraving vanaf maaiveldniveau [m]
DKM1	-5,72	-4,5	-6,25	0,53
DKM2	-5,26	-4,5	-6,50	1,24
DKM3	-5,23	-4,5	-6,45	1,22
DKM4	-5,08	-4,5	-6,45	1,37
DKM5	-5,11	-4,5	-6,55	1,44
DKM6	-5,57	-4,5	-6,35	0,78
DKM7	-4,74	-4,5	-6,45	1,71
DKM8	-5,26	-4,5	-7,00	1,74
DKM9	-5,19	-4,5	-6,35	1,16
MB1	-4,25	-4,5	-6,40	2,15

In het algemeen loopt het maaiveld op de projectlocatie af in noordelijke richting (DKM6 en DKM1). Het maaiveld van het perceel wat binnen waterpartij B valt (MB1 en DKM7) ligt ca. 0,50 à 0,75 m hoger dan het omliggende gebied. De maximale ontgravingdiepte is met name afhankelijk van de bodemopbouw en van het opbarstniveau en ligt rond de NAP -6,35 m. Met name in het noorden van waterpartij B bedraagt de maximale ontgravingsdiepte ca. NAP -6,25 m en geldt een hoger risico op het opbarsten van de waterbodem.

Uit de uitgevoerde berekeningen blijkt dat een open waterpeil van NAP -6,6 m (winterpeil) onafhankelijk van de waterdiepte voor beide waterpartijen niet mogelijk is. Bij voorkeur dient het te hanteren open waterpeil enkele decimeters hoger te zijn.

5.4.2. Ingerichte fase

Voor de opbarstberekeringen in de ingerichte situatie zijn voor de waterdiepte die bijdraagt aan het totale neerwaarts gerichte krachten een tweetal situaties beschouwd: een waterdiepte van 0,5 m en een waterdiepte van 1,0 m. Opgemerkt wordt dat het open waterpeil voor de berekeningen is bepaald op basis van de maximale toegestane ontgravingsdiepte bij de bovengenoemde waterdiepten.

In verband met de breedte van de waterpartijen is ook hier geen sprake van enige taludwerking. De resultaten van deze berekeningen zijn voor de aanlegfase weergegeven in tabel 5-2.

Tabel 5-2: Veiligheid tegen opbarsten voor de ingerichte fase

Locatie	Maaiveldniveau [m t.o.v. NAP]	Maximale ontgravingsdiepte zonder taludwerking [m t.o.v. NAP]		Dikte ontgraving vanaf maaiveldniveau [m]	
		Waterdiepte 0,5 m	Waterdiepte 1,0 m	Waterdiepte 0,5 m	Waterdiepte 1,0 m
DKM1	-5,72	-6,55	-6,90	0,83	1,18
DKM2	-5,26	-6,80	-7,15	1,54	1,89
DKM3	-5,23	-6,80	-7,10	1,57	1,87
DKM4	-5,08	-6,75	-7,05	1,67	1,97
DKM5	-5,11	-6,90	-7,20	1,79	2,09
DKM6	-5,57	-6,70	-7,00	1,13	1,43
DKM7	-4,74	-6,90	-7,20	2,16	2,46
DKM8	-5,26	-7,40	-7,75	2,14	2,49
DKM9	-5,19	-6,75	-7,10	1,56	1,91
MB1	-4,25	-6,70	-7,05	2,45	2,80

De maximale ontgravingdiepte voor de ingerichte fase is met name afhankelijk van de bodemopbouw, het opbarstniveau en van de waterdiepte. Bij een waterdiepte van 0,5 m ligt de maximale ontgravingsdiepte rond de NAP -6,7 m bij een open waterpeil van NAP -6,2 m. Bij een waterdiepte van 1,0 m ligt de maximale ontgravingsdiepte rond NAP -7,0 m bij een open waterpeil van NAP -6,0 m.

Met name in het noorden van waterpartij B (DKM1 en DKM6) bedraagt de maximale ontgravingsdiepte ca. NAP -6,55 m bij een waterdiepte van 0,5 m en geldt een hoger risico op het opbarsten van de waterbodem.

Gewenst open waterpeil

Gezien de wens van de opdrachtgever om in de waterpartijen een waterdiepte van 1,0 m te hanteren (o.a. doorstroming) wordt voorgesteld om een open waterpeil van NAP -6,0 m toe te passen. Bij dit open waterpeil wordt voor beide waterpartijen een stabiel evenwicht van de waterbodem bereikt, met uitzondering van het noordelijke deel van de waterpartij B. Op die locatie kan wellicht een waterdiepte van 0,5 m worden toegepast, zodat ook daar een stabiele evenwichtssituatie ontstaat (zie tabel 5-2).

Als alternatief kan voor het noordelijke deel van de waterpartij B een ballastbed worden toegepast van enkele decimeters dikte. Afhankelijk van de keuze van de opdrachtgever kan de dimensionering van de ballastbedden in een aanvullende fase worden bepaald.

Indien het open waterpeil van NAP -6,6 m niet kan worden verhoogd kan als mitigerende maatregel voor beide waterpartijen een ballastbed worden toegepast. Opgemerkt wordt dat bij een waterdiepte van enkele decimeters reeds een ballastbed van een aanzienlijke dikte (>0,5 m) noodzakelijk is. Daarbij dient rekening te worden gehouden met een diepere aanlegniveau voor het ballastbed.

Inundatie maaiveld

Indien wordt uitgegaan van een open waterpeil van NAP -6,0 m en een maximale peilstijging (berging) van 0,6 m dient het maaiveld rondom de beide bergingsvijvers boven NAP -5,40 m te liggen om inundatie van het maaiveld te voorkomen. Met name het noordelijke deel van waterpartij B (DKM1 en DKM6) ligt het maaiveld enkele decimeters lager en dient het maaiveld opgehoogd te worden, bijvoorbeeld door het toepassen van kleine dijkjes.

Algemeen

Het graven van de waterpartijen tot een diepte van NAP -7,0 m dient bij lage stijghoogten en bij voorkeur in den natte plaats te vinden. Indien onverhoeds een opbarsting optreedt dienen met spoed maatregelen te worden genomen door of een spanningsbemaling te installeren of de put vol te laten lopen met water (tegendruk). Deze opbarstplekken dienen zorgvuldig te worden hersteld/afgedicht.

Het verhogen van het open waterpeil dient te worden afgestemd met de waterbeherende instantie. Daarnaast wordt opgemerkt dat de waterbergingen zodanig moeten worden ingericht dat mogelijke effecten op de omgeving wordt voorkomen.

Voorgesteld wordt de stijghoogtemetingen in de peilbuizen te continueren met een frequentie van tenminste 2 keer per maand (bij voorkeur de 14^e en 28^e van de maand), zodat een beter beeld kan worden verkregen van de fluctuatie van de stijghoogte in de zandlaag.



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

Meettechniek

De standaard bij Fugro toegepaste conus is de "elektrische kleefmantelconus", waarmee zowel de conusweerstand als de plaatselijke wrijvingsweerstand gelijktijdig wordt gemeten. Bij het uitvoeren van een sondering conform NEN 5140 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 drukken¹⁾. 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 rekstrookjes in de conus continu gemeten. De meetsignalen worden via een kabel of draadloos naar een elektrische meeteenheid gestuurd en tezamen met de diepte en de tijd in een computer opgeslagen. Definitieve verwerking vindt daarna op kantoor plaats, waarbij de gemeten parameters tegen de diepte in grafiekvorm wordt uitgewerkt. Door continue registratie van de gemeten conus- en wrijvingsweerstand wordt een nauwkeurig beeld van de gelaagdheid en de vastheid van de bodem verkregen.

In de elektrische conus is standaard een hellingmeter ingebouwd waarmee tijdens het sonderen de afwijking van de conus met de verticaal wordt geregistreerd. Onjuiste diepte-aanduiding als gevolg van "krom sonderen" wordt hiermee voorkomen. Afhankelijk van de sondeerklasse wordt de diepte hiervoor gecorrigeerd.

¹⁾ Volgens NEN 5140 mag het basisoppervlak tussen 500 en 2000 mm^2 variëren zonder dat correctiefactoren op de meetresultaten behoeven te worden toegepast.

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, vermenigvuldigd met een factor 100. Hierbij wordt rekening gehouden met laagscheidingen ter hoogte van de mantel.

Het wrijvingsgetal geeft samen met de conusweerstand over het algemeen 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	grondsoort	wrijvingsgetal
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.

Presentatie sondeergegevens

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

²⁾ Robertson, P.K. [1990] "Soil Classification using the cone penetration test". Canadian Geotechnical Journal, 27(1), 151-8

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

De genormaliseerde waarden van de conusweerstand nQ_c en wrijvingsgetal nR_f worden als volgt berekend:

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

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

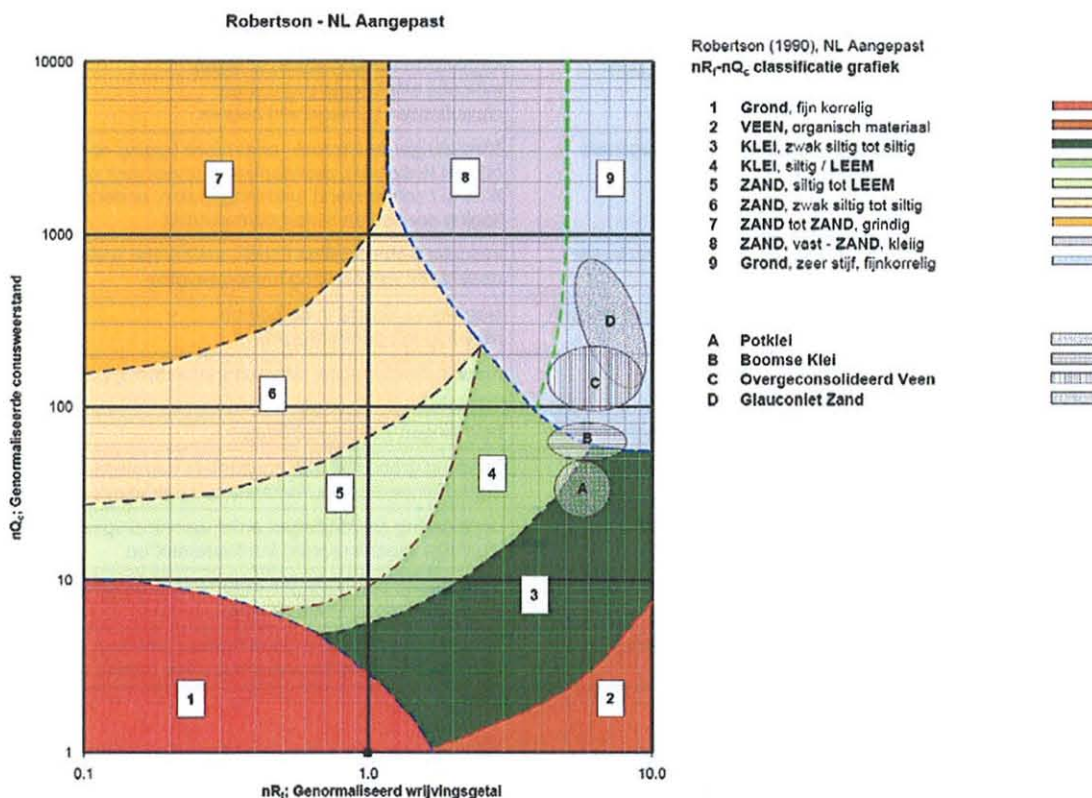
Waarin:

- σ'_{v0} = de effectieve verticale korrelspanning uitgaande van het effectieve volumiek gewicht dat per bodemlaag wordt bepaald.
- σ_{v0} = de verticale grondspanning uitgaande van het volumiek gewicht dat per bodemlaag wordt bepaald.
- q_t = gemeten conusweerstand (q_c) gecorrigeerd voor de waterspanning:
 $q_c + (1-\alpha)\{\beta(u_1 - u_0) + u_0\}$ of $q_c + (1-\alpha)u_2$ (respectievelijk voor een filter in de punt (u_1) en een filter direct achter de conuspunt (u_2));
- β = factor voor de verschillende grondsoorten voor omrekening van u_1 naar u_2 ; meestal wordt hiervoor aangehouden 0,8;
- α = netto oppervlakteverhouding coëfficiënt van de conus i.v.m. 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
- f_s = gemeten plaatselijke wrijvingsweerstand.

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 de figuur op de volgende pagina weergegeven.
- Bovendien is een extra voorwaarde ingebracht om Holocene veenlagen goed te kunnen classificeren. Voor $q_c < 1,5$ MPa en $R_f > 5$ % wordt de grond als veen geclassificeerd.



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

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

Andere conustypen

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

type meting	meetresultaten	toepassingsmogelijkheden
waterspanning	waterspanning ter plaatse van de punt	registreren waterremmende lagen indicatie stijghoogte grondwater classificatie / gelaagdheid bodem
magnetometer	Magnetische veldsterkte in 3 orthogonale richtingen (X,Y,Z)	Blindganger onderzoek, onderzoek ligging obstakels (stalen leidingen), grondankers), onderzoek paalpunt niveau / schoorstand funderingspalen, onderzoek ligging onderzijde stalen damwanden
geleidbaarheid	elektrische geleiding grond en grondwater	indicatie waterkwaliteit / zoet - zout water grens onderzoek verspreiding verontreiniging
temperatuur	temperatuurmeting op verschillende diepten	warmteoverdracht in de bodem bepaling temperatuurgradiënt
schuifgolfsnelheid (seismisch)	dynamische bodemparameters op verschillende diepten	machinefunderingen, windturbinefunderingen
versnelling	versnellingen op verschillende diepten	heitrillingen / verkeerstrillingen
CPM (conuspressiometer)	spannings-tek-gedrag en sterkte in situ	bepaling grondstijfheid, horizontale korrelspanning, ongedraineerde schuifweerstand en relatieve dichtheid
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
video	videobeeld van de grond bij het passeren van de conus	nadere geotechnische classificatie / structuur informatie over bodemverontreiniging (verkleuring)

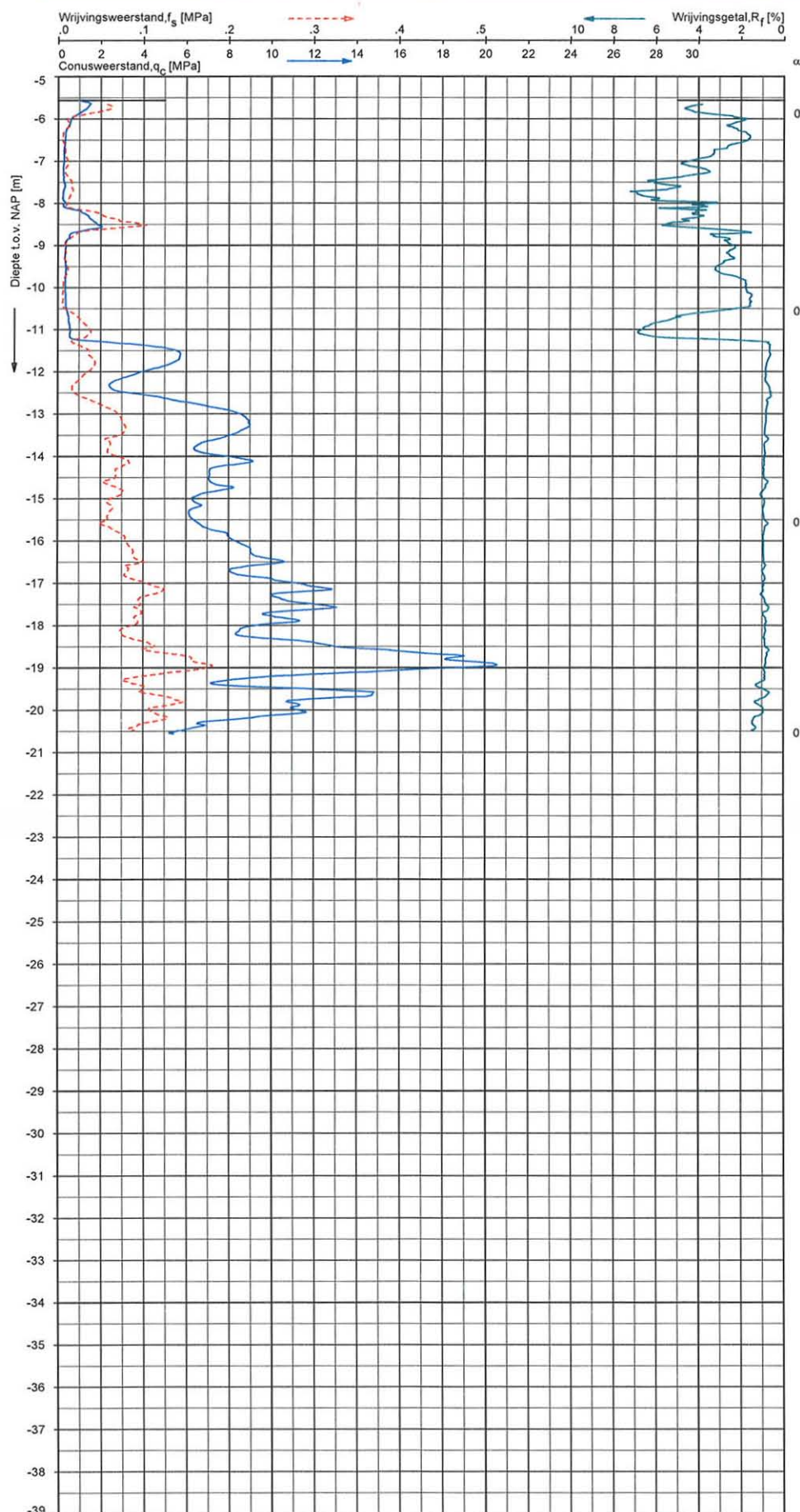
Klassenindeling NEN 5140

De Nederlandse norm gaat uit van vier kwaliteitsklassen. Voorafgaand aan de uitvoering dient een keuze te worden gemaakt binnen welke kwaliteitsklasse 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.

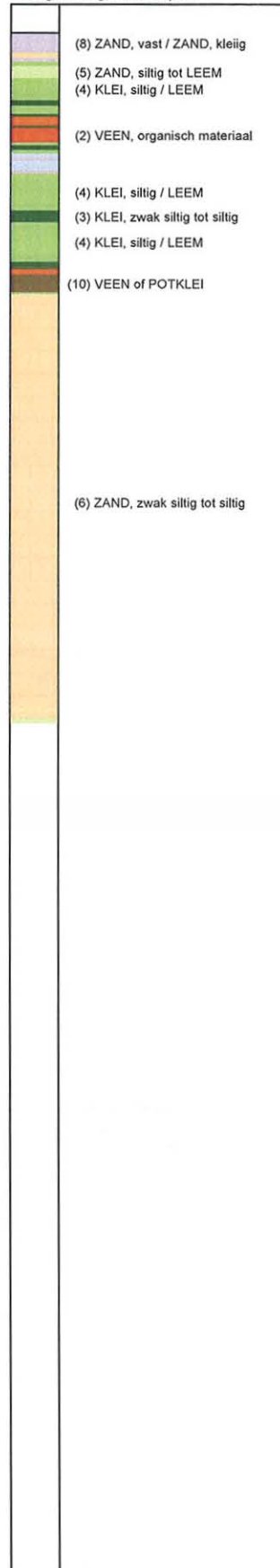
klasse	meetgrootheid	toelaatbare meetonzekerheid	meetinterval
1	Conusweerstand	0,05 MPa of 3%	20 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,01 MPa of 10%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 1 %	
2	Conusweerstand	0,25 MPa of 5%	50 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 15%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte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

Voor projecten, waarbij parameters op basis van Tabel 1 NEN 6740 worden afgeleid, is een hoge nauwkeurigheidsklasse gewenst. Het is in slappe grondlagen met lage conusweerstand extra moeilijk om aan de eisen van klassen 1 en 2 te voldoen. Dit in tegenstelling tot grondsoorten met hoge conusweerstand. Het bij Fugro gehanteerde meetsysteem voor sonderen is bijzonder nauwkeurig door strikte kwaliteitscontroles en calibraties. Fugro sonderingen vallen dan ook standaard in klasse 2. Klasse 1 sonderingen dienen alleen voor calibratiedoeleinden en wetenschappelijk onderzoek. Bij routinematige sonderingen kunnen de specificaties van klasse 1 sonderingen alleen door aanvullende maatregelen worden benaderd.



CPT data classificatie - indicatief
 Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
 conusweerstand en wrijvingsgetal.
 (Robertson 1990, NL corr.)
 Geldig onder grondwaterpeil.



Opdr.: SRWECO d.d. 04-Jun-2009 conus: F7.5CKE2HAB X = 102254.8
 Get.: NGY d.d. 2009-06-08 MV = NAP -5.57 m Y = 455624.8

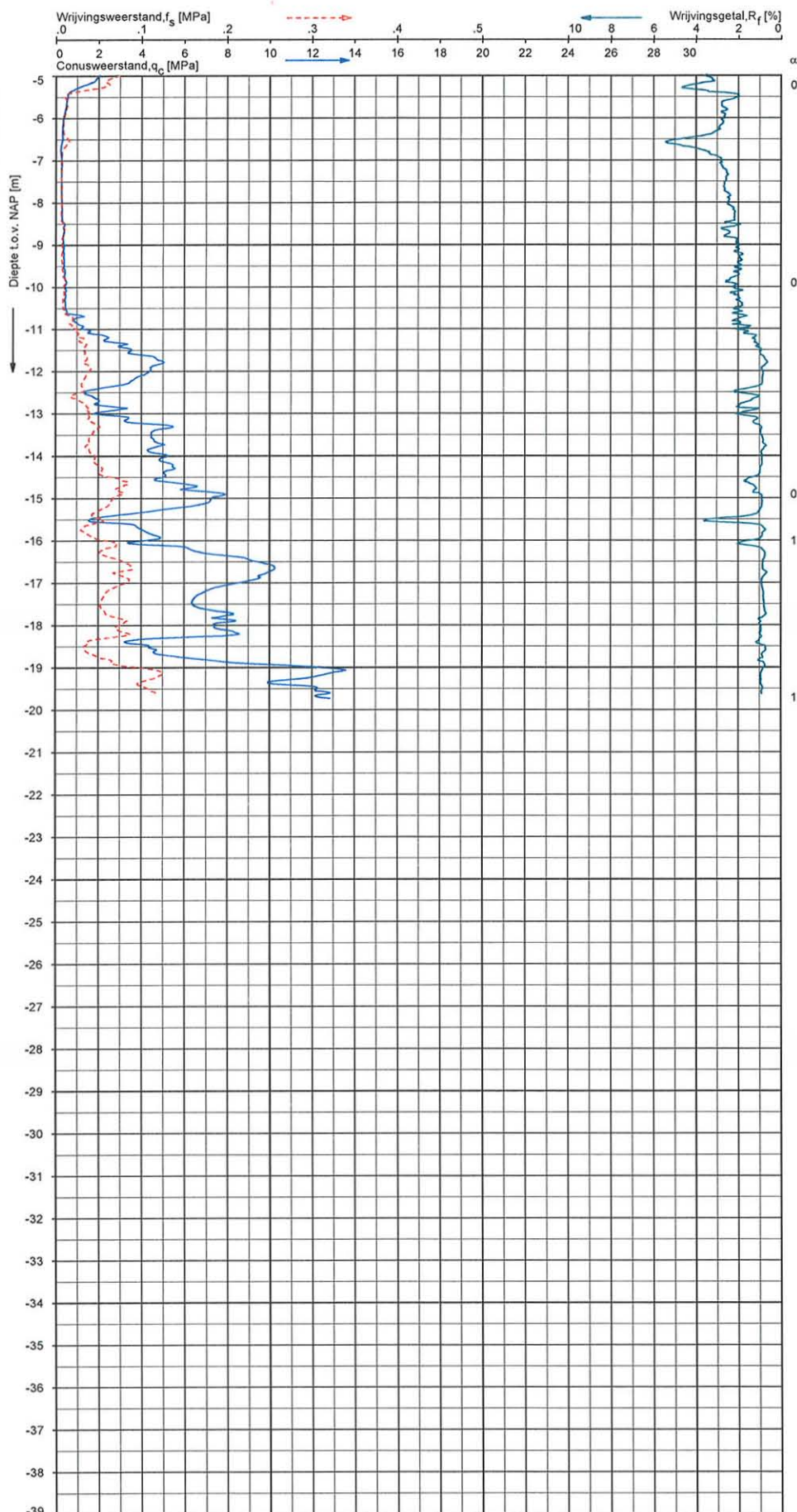
Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

NADER ONDERZOEK WATERBERGING PCT TE HAZERSWOUD-DORP

Opdr. 1108-0055-001
 Sond. DKM6



CPT data classificatie - indicatief
 Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
 conusweerstand en wrijvingsgetal.
 (Robertson 1990, NL corr.)
 Geldig onder grondwaterpeil.



Opdr.: SRV/ECB d.d. 04-Jun-2009 conus: F7.5CKE2HAB X = 102225.9
 Gel.: NGY d.d. 2009-06-08 MV = NAP -4.74 m Y = 455497.9
 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

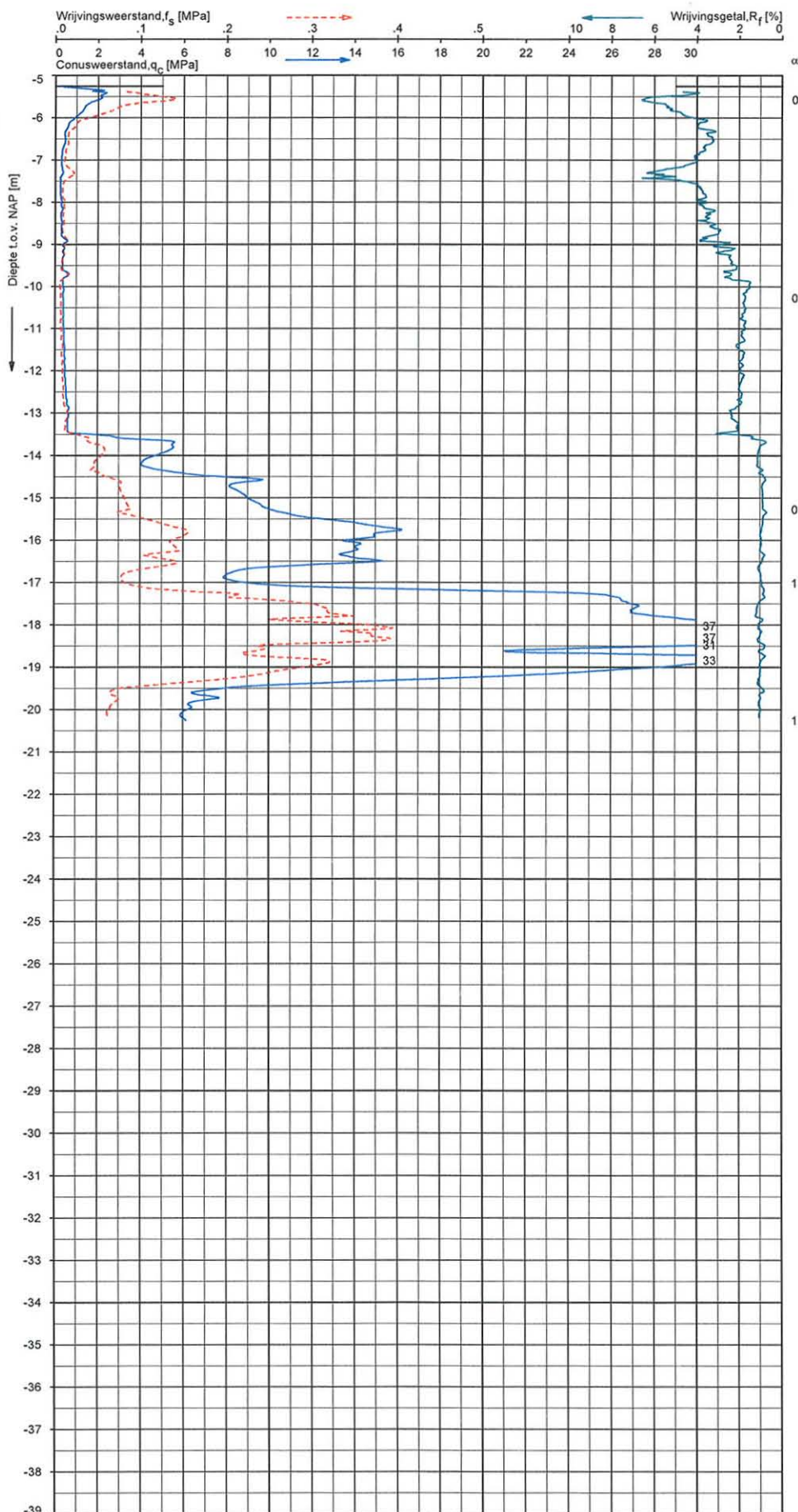
NADER ONDERZOEK WATERBERGING PCT TE HAZERSWOUD-ORP

Opdr. 1108-0055-001
 Sond. DKM7

UNPLOT 05.08.01 / Qd-Class-N3.cnd / 2009-05-08 11:47:08

1108-0055-001

DKM8 - 1



CPT data classificatie - indicatief
 Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
 conusweerstand en wrijvingsgetal.
 (Robertson 1990, NL corr.)
 Geldig onder grondwaterpeil.



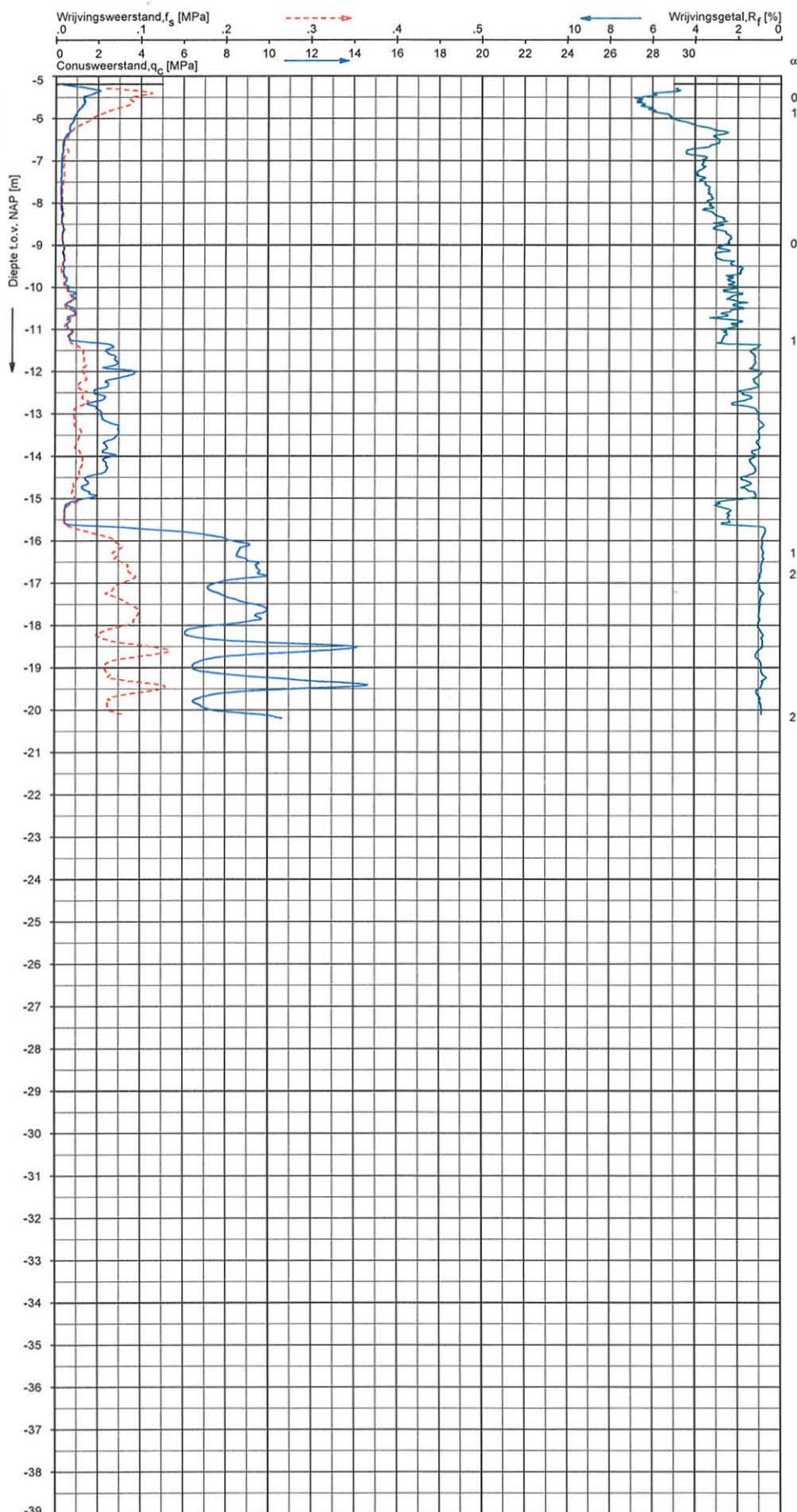
Opg.: SRVIED d.d. 04-Jun-2009 conus: F7.5CKE2HVB X = 102148.3
 Gel.: NGY d.d. 2009-05-08 MV = NAP -5.26 m Y = 455431.6
 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal



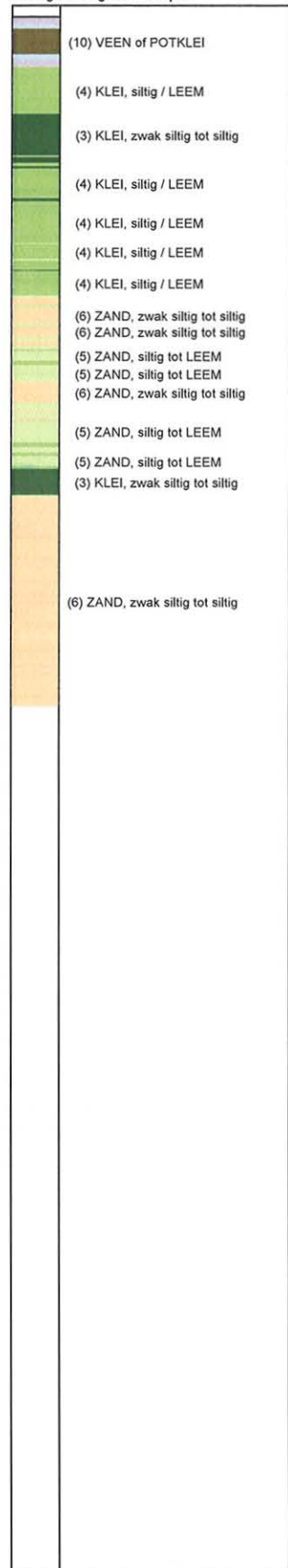
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

NADER ONDERZOEK WATERBERGING PCT TE HAZERSWOUD-DORP

Opdr. 1108-0055-001
 Sond. DKM8



CPT data classificatie - indicatief
 Classificatie gebaseerd op genormaliseerde
 conusweerstand en wrijvingsgetal.
 (Robertson 1990, NL corr.)
 Geldig onder grondwaterpeil.



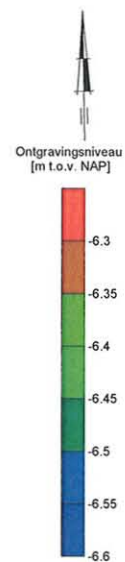
Opdr.: SRV/ECN d.d. 04-Jun-2009 conus: F7.5CKE2HAB X = 101953.9
 Get.: NGY d.d. 2009-06-08 MV = NAP -5.19 m Y = 455440.8
 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mm
 α afwijking van de vertikaal

SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

NADER ONDERZOEK WATERBERGING PCT TE HAZERSWOUD-DORP

Opdr. 1108-0055-001
 Sond. DKM9





- Ontgravingsniveau tot NAP -7,0 m
- ◆ B1 Mechanische boring Fugro
- ▼ DKM1 Sondering Fugro

MAXIMAAL ONTGRAVINGSNIVEAU AANLEGFASE [m t.o.v. NAP]
NADER ONDERZOEK WATERBERGING PCT TE HAZERSWOUDE-DORP

Niet op schaal

Opdr. : 1108-0055-001
Bijlage : 3