

INFILTRATIEADVIES
betreffende

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdrachtnummer: 6009-0361-000

Opdrachtgever : Sirius Vastgoedontwikkeling BV
Oranjesingel 65
6511 NR Nijmegen

Datum grondonderzoek : 25 november 2009

Projectleider : drs. O. Duizendstra

Opgesteld door : ing. M. Peeters
Adviseur Hydrologie

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	6 januari 2010	Eerste versie	
2	5 februari 2010	Tweede versie	
3	23 februari 2010	Definitief	

FILE: 6009-0361-000.R01.doc Op deze rapportage zijn de algemene leveringsvoorwaarden van de V.O.T.B. van toepassing die een aansprakelijkheidsbeperking bevatten

INHOUDSOPGAVE

	<u>Blz.</u>
1. INLEIDING	1
2. PROJECTOMSCHRIJVING	2
2.1. Beschikbare informatie en beschrijving inrichting	2
2.2. Inrichtings- en bouwtechnische uitgangspunten	3
2.3. Watertoets (Richtlijnen Waterschap Rivierenland en Gemeente Ubbergen)	3
3. GEOHYDROLOGISCH BODEMONDERZOEK	5
3.1. Geohydrologisch booronderzoek	5
3.2. Waterspanningssonderingen	5
3.3. In-situ doorlatendheidsproeven	6
3.4. Bodem- en geohydrologische gesteldheid	6
3.5. Doorlatendheid bodem	6
3.6. Open water en wellen	7
3.7. Grondwaterstand	7
<i>Langjarige grondwaterstandgegevens</i>	7
4. INFILTRATIE / BERGING	9
4.1. Samenvatting bodem- en geohydrologische gesteldheid	9
4.2. Ontwateringscriteria	9
4.3. Noodzaak voor ontwatering	9
4.4. Mogelijkheden voor infiltratie / berging	10
4.5. Algemene beschrijving infiltratie-/ bergingsvoorzieningen	10
4.6. Indicatieve infiltratie-/ bergingsberekeningen	11
4.7. Aandachtspunten	13
4.7.1. <i>Infiltratie-units</i>	13
4.7.2. <i>Overstort</i>	13
4.7.3. <i>Uitvoering, beheer en onderhoud</i>	13
4.7.4. <i>Effecten van de voorziening op de omgeving</i>	14
5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	15
 BIJLAGEN	
- Situatietekening	1
- "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten"	
- "Continu Elektrisch Sonderen"	
- Sondeergrafieken	DKMP1 t/m DKMP4
- Handboorstaten	HB1 t/m HB3
- Dissipatietesten	DKMP1 t/m DKMP3
- Resultaten in-situ doorlatendheidsmetingen	CCHP1 t/m CCHP3
- Locatieoverzicht peilbuizen TNO	2
- Tijd-stijghoogtegegevens peilbuizen TNO	3.1 t/m 3.4
- Appendix Infiltratie-units	
- Appendix Kwaliteitsaspecten	
- Appendix Randvoorzieningen	

1. INLEIDING

Op 12 oktober 2009 ontving Fugro Ingenieursbureau B.V. te Arnhem van Sirius Vastgoedontwikkeling BV te Nijmegen, namens VOF De Geest de opdracht voor het uitvoeren van geotechnisch en geohydrologisch grondonderzoek ten behoeve van Plan 'De Geest' te Beek Ubbergen.

Naast het uitvoeren van bovengenoemd grondonderzoek is gevraagd ten behoeve van de bouw van een appartementenvilla gelegen in het nieuwbouwplan 'De Geest' aan de Rijksstraatweg een infiltratieadvies op te stellen. Onderhavig rapport betreft het infiltratieadvies en het daarvoor uitgevoerde geohydrologische veldonderzoek.

Het doel van dit oriënterend infiltratieonderzoek is het nagaan van de bodemtechnische mogelijkheden voor het bergen en infiltreren van hemelwater. Tevens zal de noodzaak van eventuele ontwateringsmiddelen op de locatie worden aangegeven.

Het infiltratieonderzoek bestaat uit de volgende onderdelen:

- Het geohydrologisch in kaart brengen van de ondergrond van de projectlocatie, inclusief het uitvoeren van een veldonderzoek;
- Het inzichtelijk maken van de mogelijkheden ten aanzien van het infiltreren en bergen van hemelwater binnen de grenzen van de projectlocatie.

Het geotechnisch grondonderzoek is in drie fasen uitgevoerd (omdat niet het gehele terrein toegankelijk was in de eerste fase) en zal separaat gerapporteerd worden onder Fugro kenmerk 6009-0361-000.R02.

2. PROJECTOMSCHRIJVING

Het project omvat de bouw van een appartementenvilla gelegen in bouwplan 'De Geest', nabij de Rijksstraatweg te Beek Ubbergen. Binnen het Rijksdriehoeksnet heeft de projectlocatie globaal de coördinaten X = 191.940 en Y = 426.850 m. De projectlocatie is op een topografische kaart weergegeven op bijlage 1.

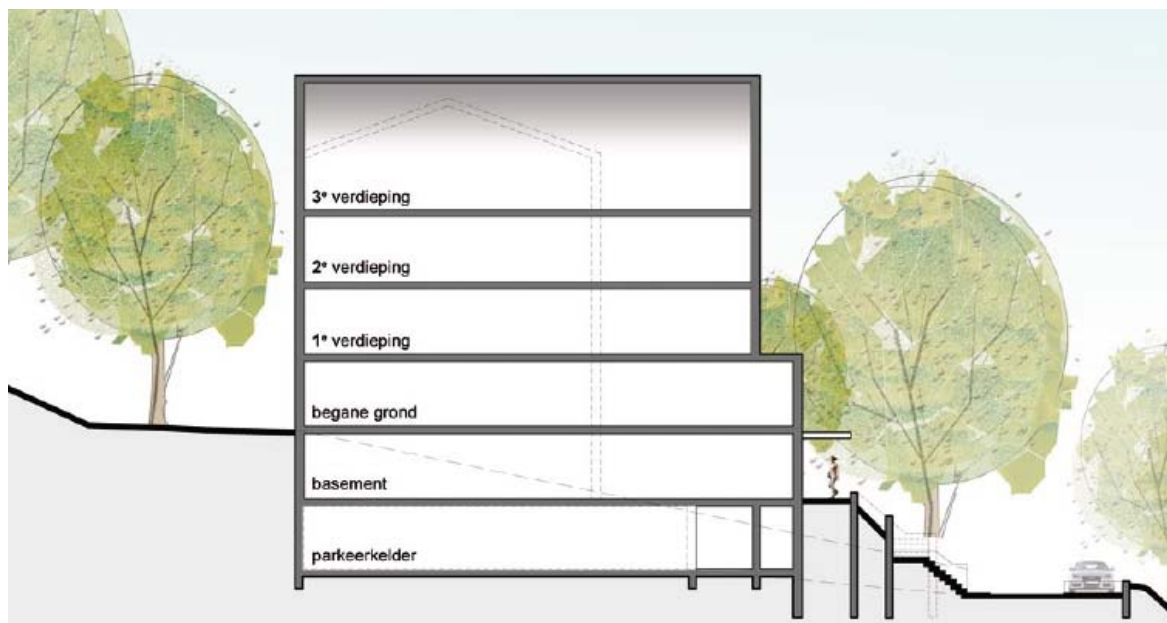
2.1. Beschikbare informatie en beschrijving inrichting

Door de opdrachtgever is de volgende informatie ter beschikking gesteld:

- Plankaart met globale aanduiding van de onderzoekslocaties;
- Stedenbouwkundige kaart;
- Geohydrologisch onderzoek (Grontmij d.d. 15 september 2006) inclusief (bijlage 4) Besprekingsverslag (gemeente Ubbergen, waterschap Rivierenland, Pouderoyen en Grontmij, d.d. 8 augustus 2006);
- Infiltratieonderzoek bouw kavels (PJ Milieu d.d. 27 maart 2009);
- Saneringsplan paardenbakken (PJ Milieu d.d. 3 juni 2009);
- Schetsplan appartementenvilla (van EgmondTotaalArchitectuur).

Beschrijving toekomstige inrichting

Het voornemen bestaat de appartementenvilla te voorzien van een parkeerkelder. De appartementenvilla is zodanig gesitueerd dat gebruik gemaakt wordt van de hoogteverschillen in het landschap. De inrit van de parkeergarage watert af op de oprit (toegangsweg) naar het appartementencomplex welke vervolgens weer afwatert richting de Rijksstraatweg (openbare weg). Voor de aanleg van de parkeerkelder wordt de stuwwal deels ontgraven (zie figuur 1 schetsplan).



Figuur 1: doorsnede appartementenvilla. Bron: schetsontwerp van EgmondTotaalArchitectuur

2.2. Inrichtings- en bouwtechnische uitgangspunten

Op basis van het schetsontwerp zijn de volgende uitgangspunten opgesteld:

- Het totale oppervlak van de projectlocatie wordt geraamd op ca. 7.000 m²;
- Het totale dakoppervlak van de appartementenvilla wordt geraamd op ca. 650 m²;
- Het totale oppervlak aan aanvullende parkeervoorzieningen en omliggende verhardingen wordt geraamd op ca. 400 m² (inrit parkeergarage, toerit appartementenvilla en 4 parkeerplaatsen);
- De kelder wordt waterdicht uitgevoerd;
- Door de afwezigheid van open water zal al het water op eigen terrein geborgen en geïnfiltreerd dienen te worden.

In tabel 2-1 zijn de bovengenoemde afwaterende oppervlakken samengevat. Tevens zijn voor de verschillende verhardingen bekende afvloeingscoëfficiënten aangegeven.

Tabel 2-1: Raming afwaterende oppervlakken

Onderdeel	Type verharding	Afvloeings- coëfficiënt	Bruto oppervlak (m ²)
Appartementenvilla (dak)	Plat dak	0,8	650
Inrit, toerit en parkeervoorzieningen	Klinkers (aangenomen)	0,8	400

Opgemerkt wordt dat de in tabel 2-1 genoemde oppervlakte ramingen betreffen. Voor het uitvoeren van de opdracht zijn geen inrichtingstekeningen op schaal beschikbaar gesteld.

Aanbevolen wordt de aangehouden oppervlakte aan de hand van definitieve inrichtingstekeningen op schaal te controleren. Na controle dient overwogen te worden of voorliggend infiltratieadvies herzien moet worden.

2.3. Watertoets (Richtlijnen Waterschap Rivierenland en Gemeente Ubbergen)

Op 15 september 2006 heeft Grontmij een rapport opgesteld getiteld: "Geohydrologisch onderzoek en watertoets, plangebied 'De Geest' te Beek". In dit rapport zijn de afspraken ten aanzien van de waterhuishoudkundige situatie vastgelegd in een zogenaamde Waterparagraaf. In de waterparagraaf zijn de wensen van Waterschap Rivierenland en Gemeente Ubbergen vastgelegd.

Aanvullend en deels afwijkend op de uitgangspunten uit de bovengenoemde waterparagraaf zijn in een overleg op 29 oktober 2009 nieuwe afspraken vastgelegd tussen Evers adviesburo voor civieltechniek bv (namens Sirius Vastgoedontwikkeling BV) en gemeente Ubbergen (dhr. Meurs). Op 22 februari 2010 heeft Fugro de laatste punten telefonisch doorgesproken met gemeente Ubbergen (dhr. Meurs). De belangrijkste uitgangspunten uit dit overleg en de waterparagraaf staan hieronder verwoord:

- Hemelwater afkomstig van particulier terrein mag niet op openbaar gebied worden afgevoerd en moet op particulier terrein worden geïnfiltreerd. Dit betekent dat een geschikt en toereikende infiltratie- en bergingsvoorziening op particulier terrein dient te worden aangebracht (opgenomen in de bouwvoorschriften);
- Gezien de lage k-waarden van het gebied is het niet reëel om de bergingseis van 53 mm (watertoets Grontmij 15-09-2006) te hanteren. Afgesproken is de bergingseis te reduceren tot **30 mm**. Dit geldt voor het gemeentelijk gebied alsook voor particulier gebied;

- Hemelwater van wegen en erven dient tevens afgekoppeld en in de bodem geïnfiltreerd te worden;
- Vanuit de infiltratievoorzieningen mag een **noodoverstort** naar het gemeentelijk gescheiden stelsel aangebracht worden;
- Overstort op de Oorsprongbeek is niet toegestaan in verband met de beschermde status (HEN water);
- Verticale ondergrondse infiltratievoorzieningen zijn (gezien de beperkte ruimte) een goede optie, mits de bodem onder het infiltratieniveau wordt gecontroleerd op de aanwezigheid van leemlagen;
- Aangeraden wordt om de benodigde berging in een krattensysteem onder te brengen;
- De gemeente wijst erop dat de locaties voor de infiltratievoorzieningen tijdens aanleg goed moeten worden beoordeeld (maatwerk). Door de sterke variatie in de aanwezigheid van stoorlagen kan de werking van het systeem niet gegarandeerd worden op basis van bodemonderzoek in de nabije omgeving;
- De toepassing van een infiltratievoorziening onder de parkeerkelder is een goede optie, mits voldaan wordt aan de voorgaande punten.

3. GEOHYDROLOGISCH BODEMONDERZOEK

Voor een goede analyse van de mogelijkheden voor infiltratie en berging is het van belang dat op de projectlocatie inzicht wordt verkregen in de bodem- en geohydrologische gesteldheid. Het geohydrologisch bodemonderzoek dat hieraan ten grondslag ligt, wordt hieronder beschreven. Onder onderhavige opdracht is meer geotechnisch veldonderzoek uitgevoerd, dit wordt echter separaat gerapporteerd onder kenmerk 6009-0361-000.R02

3.1. Geohydrologisch booronderzoek

Op de projectlocatie, in de directe nabijheid van de appartementvilla zijn 3 handboringen, HB1 t/m HB3, tot ca. MV -3,0 m uitgevoerd. In het boorgat van HB3 is een peilbuis afgesteld tot 3 m diep. De locaties van de handboringen en de hieronder genoemde waterspanningssonderingen zijn aangegeven in bijlage 1. Tijdens het veldwerk zijn de grondwaterstanden in de boorgaten opgenomen en zijn de onderzoekspunten ingemeten ten opzichte van NAP. De resultaten van de handboringen zijn weergegeven in de boorstaten HB1 t/m HB3, waarop de diepte is uitgezet in meters ten opzichte van NAP. Voor een verklaring van de gebruikte tekens en symbolen wordt verwezen naar de bijlage "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten".

3.2. Waterspanningssonderingen

Aanvullend aan de handboringen en ter verkenning van de diepere bodemopbouw in relatie tot de aanwezigheid van waterremmende lagen zijn rondom de projectlocatie 4 waterspanningssonderingen uitgevoerd.

De sonderingen zijn uitgevoerd met de elektrische Fugro-kleefmantelconus conform norm NEN 5140, klasse 2. 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 resultaten van de sonderingen zijn getekend op de grafieken DKMP1 t/m DKMP4, waarop de diepte is uitgezet in meters ten opzichte van NAP.

Op de grafieken van de sonderingen is het wrijvingsgetal weergegeven. Dit is de verhouding tussen de plaatselijke wrijvingsweerstand en de conusweerstand. Empirisch is vastgesteld dat het wrijvingsgetal een nauwe relatie heeft met de grondsoort, zodat een goede indicatie van de laagopbouw is verkregen.

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.

Bij de sonderingen DKMP1 t/m DKMP3 zijn op de einddiepte van de sonderingen (ca. MV -16 m) dissipatietesten uitgevoerd. DKMP4 is om technische redenen niet uitgevoerd. Op bijlagen DKMP1 t/m DKMP3 zijn de resultaten van de dissipatietesten weergegeven. Op basis van deze testen worden grondwaterstanden c.q. stijghoogten afgeleid van NAP

+10,5 m à NAP +9,6 m. Deze stijghoogten dienen als indicatief te worden beschouwd, daar met deze methode van meten relatief grote afwijkingen kunnen optreden.

3.3. In-situ doorlatendheidsproeven

Voor de bepaling van de doorlatendheid van de ondiepe bodem is in alle boorgaten een in-situ doorlatendheidsmeting uitgevoerd. De doorlatendheid van de onverzadigde zone (boven de grondwaterspiegel) is bepaald volgens de CCHP-methode (Compact Constant Head Permeameter).

Met de CCHP-methode wordt de verzadigde horizontale doorlatendheid (k_h -factor) van de bodem gemeten. Hiervoor wordt een waterkolom met een bepaalde hoogte in het boorgat gerealiseerd, waarna de hoeveelheid water wordt gemeten die per tijdseenheid nodig is om de waterkolom op constante hoogte te houden. De meting wordt doorgezet tot het benodigde debiet min of meer constant is waarna de k_h -factor wordt berekend.

De meetresultaten zijn weergegeven in bijlage CCHP1 t/m CCHP3. Een overzicht van de berekende k_h -factoren is weergegeven in tabel 3-1.

Tabel 3-1: Indicatie berekende doorlatendheden d.m.v. CCHP-methode

Locatie	Nummer Meting	O.k. boorgat (m t.o.v. MV)	Bodem materiaal bepalend voor K_h -factor	Berekende k_h -factor (m/d)	
				Reeks 1	Reeks 2
HB1	CCHP1	1,78	ZAND, matig fijn, matig siltig, zwak humeus	0,16	0,12
HB2	CCHP2	1,38	ZAND, matig grof, zwak siltig	3,7	3,6
HB3	CCHP3	1,09	ZAND, matig fijn, sterk siltig	0,003	n.v.t.

Op basis van de resultaten van het grondonderzoek aangevuld met gegevens beschikbaar gesteld door de opdrachtgever en literatuur worden in de volgende paragraaf de bodem- en de (geo)hydrologische gesteldheid beschreven.

3.4. Bodem- en geohydrologische gesteldheid

Binnen bouwplan 'De Geest' is een sterke variatie aanwezig in de hoogte van het maaiveld. Aan de zuidzijde van het bouwplan, ter plaatse van sonderingen DKM17 t/m DKM21, is de hoogte van het maaiveld gemeten tussen NAP +34,6 m en NAP +33,7 m. Ter plaatse van de handboringen HB1 t/m HB3 en sonderingen DKM1 t/m DKM7, gelegen aan de noordzijde van het bouwplan is het maaiveld gemeten tussen NAP +25,3 m en NAP +24,2 m.

Bouwplan 'De Geest' is gelegen op de stuwwal van Nijmegen. De bodem is zeer heterogeen en bestaat afwisselend uit zand- en leemlagen. In een gestuwd gebied is de verbreiding van waterremmende leemlagen niet uniform. De doorlatendheid van de bodem varieert sterk per locatie.

3.5. Doorlatendheid bodem

Adviesbureau PJ Milieu BV heeft voor het gehele plangebied van bouwplan 'De Geest' een infiltratieonderzoek uitgevoerd bestaande uit in totaal 20 doorlatendheidsmetingen. De resultaten van deze metingen laten zien dat de doorlatendheid van de bodem per locatie sterk varieert. De door Fugro uitgevoerde doorlatendheidsmetingen ter plaatse van de

appartementenvilla gelegen aan de Rijksstraatweg geven wat betreft de doorlatendheid hetzelfde beeld als het door PJ Milieu uitgevoerde onderzoek.

De doorlatendheid ter plaatse van HB2 biedt perspectief voor het infiltreren van hemelwater. Gezien de ruimtelijke variatie van de doorlatendheid wordt aanbevolen aanvullende doorlatendheidsmetingen op de locaties van voorgenomen infiltratievoorzieningen uit te voeren.

3.6. Open water en wellen

In het kader van een anti-verdrogingsproject 'Water werkt' zijn in de omgeving van de projectlocatie beken die vroeger ondergronds in de riolering stroomden weer bovengronds gehaald. Daarnaast zijn op grote schaal wegen en woningen op de stuwwal afgekoppeld. Op de hellingen van de stuwwal in de omgeving van de projectlocatie ontspringen de beken 'de Oorsprong' en 'de Elzenbeek'. Daarnaast komen op de stuwwal diverse wellen voor.

3.7. Grondwaterstand

Informatie over de grondwaterstand is verkregen uit de boorgegevens van Fugro, uit de Grondwaterkaart van Nederland en uit langjarige peilbuisgegevens uit het archief van TNO. Tijdens het uitvoeren van het grondonderzoek (d.d. 11-11-2009) is ter plaatse van HB3 vastgesteld dat de aanwezige zand en leemlagen vanaf ca. MV -1,5 m (NAP +23,1 m) vochtig tot zeer vochtig zijn en is de (schijn)grondwaterstand eenmalig gemeten op ca. NAP +22,4 m. Het is niet bekend of het aangetroffen bodemvocht stagnerend regenwater betreft of dat het grondwater meer permanent is, bijvoorbeeld door voeding door bovenstrooms infiltrerend hemelwater (ondergrondse beek). Daarna is de grondwaterstand nog drie maal opgenomen (zie tabel 3-2).

Tabel 3-2: Aangetroffen grondwaterstanden

Locatie	Datum	Grondwaterstand t.o.v. bovenkant pb (m)	Grondwaterstand t.o.v. MV (m)	Grondwaterstand t.o.v. NAP (m)
HB3	11-11-09 (plaatsing)	-2,4	-2,2	+22,4
HB3	26-11-09	-1,56	-1,36	+23,27
HB3	24-12-09	-1,44	-1,24	+23,39
HB3	04-01-10	-1,28	-1,08	+23,55

Boring 6 van Grontmij is niet ingemeten t.o.v. NAP, gezien de ligging van de boring (ten zuiden van de begraafplaats) is de boring relatief hoog op de stuwwal gelegen. Grondwaterstand bevond zich in mei 2006 op MV -3,7 m.

Langjarige grondwaterstandgegevens

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 1970 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. Een overzicht van de peilbuislocaties is weergegeven in bijlage 2. Een samenvatting van de verwachte maatgevende hoge, lage en gemiddelde grondwaterstand over bovengenoemde meetperiode is weergegeven in tabel 3-3. Opgemerkt wordt dat deze waarden zijn afgeleid uit tijd-stijghoogtegrafieken en geen

statistische analyse betreffen. De tijd-stijghoogtegrafieken zijn weergegeven in bijlage 3.1 t/m 3.4.

Bij dit project wordt uitgegaan van de verwachte maatgevende hoge, lage en gemiddelde grondwaterstand over de meetperiode. De “maatgevend hoge” ligt daarbij beperkt hoger dan de GHG en wordt als meer maatgevend gezien voor ontwerpberekeningen.

Tabel 3-3: 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
B40D0107-02	2.100 ZW	+8,27 tot +6,27	+34,3	+33,3	+32,3
B40D0269-01	750 NW	+7,63 tot +6,63	+9,6	+9,4	+9,0
B40D0269-02	750 NW	+6,13 tot +5,13	+9,5	+9,3	+8,9
B40D0270-01	750 ONO	+7,87 tot +6,87	+9,6	+9,2	+8,8
B40D0270-02	750 ONO	+6,37 tot +5,37	+9,7	+9,2	+8,8
B40D0352-01	200 NW	+8,20 tot +7,20	+9,2	+8,9	+8,5
B40D0361-01	600 NO	+7,15 tot +6,65	+9,4	+8,8	+8,2

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

- Naar verwachting zijn de TNO peilbuizen afgesteld in het 1^e watervoerend pakket;
- In het gebied is niet duidelijk sprake van een deklaag, echter wel van gestuwde stoorlagen, die tot welvorming kunnen leiden;
- Op basis van de gegevens wordt verwacht dat nabij de villa de freatische (schijn)-grondwaterstand op deze stoorlagen kan stijgen tot ca. NAP +24,0 m (ca. MV -0,6 m). De gemiddelde freatische (schijn)grondwaterstand bedraagt naar verwachting ca. NAP +23,5 m (ca. MV -1,1 m). De jaarlijkse fluctuatie (op basis van de meetreeks van Fugro boring HB3 en ervaring) bedraagt ca. 1,0 m;
- De stijghoogte van het (diepere) watervoerend pakket bevindt zich naar verwachting ruim beneden maaiveld op ca. NAP +10,0 à NAP +11,0 m;
- Op basis van de peilbuisgegevens en de Grondwaterkaart van Nederland wordt verwacht dat de regionale grondwaterstroming noordelijk gericht is;
- Door de aanwezigheid van leemlagen dient lokaal rekening gehouden te worden met ondiep voorkomende (schijn)grondwaterstanden of, afhankelijk van de grote van de leemlagen en voeding, met ondergrondse beken, die de lokale stroming van het (schijn)grondwater sterk beïnvloeden.

4. INFILTRATIE / BERGING

4.1. Samenvatting bodem- en geohydrologische gesteldheid

Op basis van voorgaande hoofdstukken dient er rekening gehouden te worden met:

- De lagere ligging op de stuwwal van de appartementenvilla;
- De heterogeniteit van de bodem veroorzaakt door de ligging op een stuwwal;
- Plaatselijk een zeer beperkte infiltratiecapaciteit van de bodem;
- De lokale aanwezigheid van ondiepe (schijn)grondwaterstanden op de (veelvuldig aanwezige) leemlagen;
- De lokale aanwezigheid van (ondergrondse) beken en wellen;
- Het massaal afkoppelen en infiltreren van hemelwater (dat voorheen gerioleerd was) bovenstrooms van de projectlocatie. Toegezegd is dat in het ten zuiden gelegen infiltratiegebied overstorten worden aangebracht, zodat wateroverlast op de lager gelegen gebieden wordt beperkt;
- De bergingseis is gereduceerd naar 30 mm per m² verhard oppervlak;
- Overstort op het gemeentelijk rioolstelsel is toegestaan.

4.2. Ontwateringscriteria

Voor stedelijke gebieden wordt veelal rekening gehouden met ontwateringsdiepten van ca. MV -0,5 à -1,0 m. De ontwateringsdiepte onder verhardingen dient minimaal 0,7 m te zijn. Om overlast in groenstroken te voorkomen wordt in het algemeen een ontwateringsdiepte van ca. MV -0,5 à -1,0 m aangehouden, afhankelijk van het type begroeiing (struiken of bomen) en het gebruik. Bij toepassing van kruipruimten dient de grondwaterstand te worden beheerst op minimaal 0,2 m beneden de bodem van de kruipruimte.

4.3. Noodzaak voor ontwatering

Op de projectlocatie kan de schijngrondwaterstand in de huidige situatie stijgen tot ca. MV -0,6 m (ca. NAP +24,0 m). De kelder wordt waterdicht uitgevoerd. De ontwateringsdiepte onder de toerit en de parkeerplaatsen is mogelijk lokaal net onvoldoende.

Bij het aanleggen van de infiltratievoorziening dienen eventueel aanwezige stoorlagen doorbroken te worden, opdat de schijngrondwaterstand niet verder toeneemt door (centrale) infiltratie. Door dit doorbreken zal de schijngrondwaterstand afnemen en zal de ontwateringsdiepte toenemen. De infiltratievoorzieningen worden verderop uitgebreid beschreven.

Door de verdiepte aanleg van de kelder kan barrièrewerking optreden, waardoor schijngrondwaterstanden aan de hoge zijde verder stijgen. Dit effect is met name groot als op de slecht doorlatende leemlagen op de locatie een ondergrondse beek/ wel stroomt.

Ter voorkoming van barrièrewerking wordt voorgesteld een ringdrain (rondom de villa) aan te brengen. De ringdrain (80 mm) dient in een sleuf grondverbetering (goed doorlatend zand of grind) van 0,30 m breed te worden aangelegd. De sleuf grondverbetering dient vanaf maaiveld tot ca. 0,5 m onder kelderniveau te worden aangebracht, waarbij de ringdrain onderin wordt gelegd. De ringdrain wordt op het infiltratiesysteem aangesloten. Eventueel opstuwend water wordt hierdoor afgevangen en zal in de bodem infiltreren.

4.4. Mogelijkheden voor infiltratie / berging

Algemeen

Voor infiltratie en berging van regenwater kunnen zowel bovengrondse als ondergrondse voorzieningen worden toegepast. Bij een bovengrondse voorziening stroomt regenwater oppervlakkig af via afvoergoten of hellend oppervlak naar de voorziening. Bij een ondergrondse voorziening wordt regenwater via een ondergrondse leiding naar de voorziening gevoerd, van waaruit het water naar de ondergrond wegzijgt. In zowel boven- als ondergrondse voorzieningen kan berging van regenwater plaatsvinden. Daarvoor dient de grondwaterstand zich onder de voorziening te bevinden.

In de beschikbare "berging" dient de piek van een neerslagbui opgevangen te worden. Wanneer de voorziening volledig gevuld is, dient deze te kunnen overstorten, zodat schade aan de voorziening en overlast in de omgeving wordt beperkt of wordt voorkomen. In alle gevallen dient terugstroming van mogelijk vervuild water in de voorziening te worden voorkomen.

Mogelijkheden voorzieningen projectlocatie

Bij infiltratie en berging van regenwater op de projectlocatie dient rekening te worden gehouden met onderstaande punten:

- Als gevolg van de gestuwde leemlaag kunnen door een combinatie van (centrale) infiltratie van regenwater en stagnatie grondwaterstanden lokaal tijdelijk stijgen, waardoor onvoldoende berging in de voorziening overblijft. De wegzijging naar diepere zandlagen zal in relatie tot de lage doorlaatfactor van de leem beperkt zijn. Door het doorbreken van stoorlagen wordt dit probleem ondervangen;
- De in de zandlaag gemeten doorlatendheden variëren sterk van vrijwel nihil tot goed. Aangeraden wordt de doorlatendheid op de exacte locatie van de geplande voorziening te bepalen;
- Door de afwezigheid van open water zal al het water op eigen terrein geborgen en geïnfiltreerd dienen te worden;
- Er mag een noodoverlaat op het gemeentelijk gemengd riool worden gerealiseerd (bespreking van 29 oktober 2009);
- Voor en wadi is onvoldoende (vlakliggend) terrein beschikbaar;
- Toepassing van een IT-riool dient vrijwel horizontaal te geschieden (of in meerdere horizontale stappen met overstorten) en is daardoor minder geschikt;
- Het afstromend regenwater van de toerit dient onderaan de helling (twee locaties) opgevangen te worden in voorzieningen net naast de Rijksstraatweg;
- De infiltratievoorziening voor het dakoppervlak zal geclusterd worden onder het vlakliggende deel van de inrit en de parkeerplaatsen voor de bezoekers, nabij het gebouw.

4.5. Algemene beschrijving infiltratie-/ bergingsvoorzieningen

In deze paragraaf zal het op deze projectlocatie meest geschikte infiltratie-/ bergingssysteem kort worden toegelicht. Dit betreft een systeem van infiltratie-units voor het dakoppervlak en voor de bestrating.

Infiltratie-units

Een infiltratie-unit is een ondergrondse bergings- en infiltratievoorziening. Een algemene beschrijving van het krattensysteem wordt weergegeven in de appendix Infiltratie-units. De in de appendix beschreven aandachtspunten maken nadrukkelijk onderdeel uit van deze rapportage en mogen niet overgeslagen worden. Dit systeem is goed toepasbaar onder de toerit en de parkeerplaatsen.

Grindpalen

Om de leeglooptijd te verkorten en de bedrijfszekerheid te vergroten is het noodzakelijk grindpalen of (sleuven) grondverbetering onder de voorzieningen aan te brengen door de leemlagen heen. Door deze grondverbeteringen kan de verticale afvoer naar de goed doorlatende diepere zandlaag worden vergroot.

4.6. Indicatieve infiltratie-/ bergingsberekeningen

In deze paragraaf wordt aan de hand van indicatieve berekeningen en op basis van de inrichtingsschets een inschatting gemaakt van de dimensies van de infiltratie-units. Bij de berekeningen zijn de volgende uitgangspunten geformuleerd:

Algemene uitgangspunten

- De afwaterende oppervlakken zijn weergegeven in tabel 1;
- Wanneer voldoende grondverbetering onder de voorziening wordt aangebracht en visueel de eventueel aanwezige leemlagen worden verwijderd kan een ontwerp-k-waarde worden aangehouden van ca. 1,0 m/dag (zie ook waterparagraaf Grontmij);
- Er vindt geen vertraging in de afvoer plaats. Neerslag van niet-afwaterende terreindelen wordt lokaal in de bodem geborgen en komt niet tot afstroming naar de voorziening;
- Er wordt niet gerekend met berging in HWA-leidingen, kolken of in grondverbeteringen;
- De voorziening is leeg (grondwaterstand beneden voorziening) en er valt geen neerslag binnen de ontwerp leeglooptijd van de voorziening;
- De voorzieningen worden berekend op een statische bergingseis van 30 mm per m² verhard oppervlak;
- De voorzieningen zijn bij voorkeur binnen 12 à 18 uur weer leeg, om wateroverlast te voorkomen.

Specifieke uitgangspunten infiltratie-units met onderliggende grindpalen

- De kratten kunnen worden aangelegd in stroken of clusters;
- Wanneer het krattensysteem vol is, treedt de overstort direct in werking;
- De lengte en breedte van een cluster kratten is variabel (afhankelijk van leverancier);
- Rondom de kratten dient een goed doorlatende grondverbetering (0,3 m rondom) te worden aangebracht;
- Er wordt uitgegaan van een 2-laags systeem. De beschikbare berging (de maximale peilstijging) in de voorziening bedraagt dan 0,8 m (hoogte van 2 kratten). Uitgaande van een benodigde gronddekking van 0,7 m dient de onderkant van het krattensysteem te worden aangelegd op een diepte van minimaal MV -1,5 m;
- Onder een cluster kratten dienen grindpalen door de leemlagen te worden aangebracht tot ca. 3 m onder de onderkant van het infiltratiesysteem. Het aantal grindpalen is variabel;
- De diameter van de grindpalen bedraagt ca. 0,5 m;
- Bij de grindpalen infiltreert het water vanuit de wanden van de paal naar de ondergrond. De bodem van de sleuf is verwaarloosbaar klein en zal bovendien op den

duur dichtslibben. Voor het infiltratieoppervlak wordt uitgegaan van het wandoppervlak van de grindpaal dat in contact staat met de zandlagen onder de leemlaag;

- Voor de k-waarde bij de grindpalen wordt tevens van (een veilige waarde van) 1,0 m/dag uitgegaan.

De benodigde afmetingen van de infiltratie-units voor het bergen en infiltreren van afstromend water van daken en verhardingen bij een bergingseis van 30 mm zijn weergegeven in tabel 4-1.

Tabel 4-1: Indicatieve berekeningen infiltratie-units

Oppervlak	Totale lengte voorziening (m)	Totale breedte voorziening (m)	Aantal grindpalen	Maximaal benodigde berging (m ³)	Max. peilstijging in kratten (m)	Leeglooptijd (uren na begin bui)
dak	13	2	3	19,5	0,79	18
bestrating	16	1	2	12,0	0,79	13

Conclusies Infiltratie-units

Uit de berekeningen blijkt dat bij een 2-laags krattensysteem met een breedte van 2 m en een lengte van 13 m met 3 onderliggende grindpalen het hemelwater van het dakoppervlak onder de toerit/ parkeerplaatsen geborgen kan worden. De leeglooptijd is relatief lang. Gerekend is met een k-waarde van 1,0 m/dag voor de infiltratiekratten en de grindpalen. Indien de doorlatendheid op de exacte locatie van de voorziening groter blijkt neemt de leeglooptijd af. Door de voorziening ruimer te dimensioneren wordt extra berging gecreëerd, waardoor de leeglooptijd minder zwaarwegend is.

Bij de uitwerking van het ontwerp dient een optimalisatie van de dimensies plaats te worden.

De infiltratievoorziening voor de bestrating dient in twee delen aangebracht te worden onderaan de naar de villa oplopende toerit.

Algemene opmerkingen

- Bij de uitwerking van het ontwerp is een nadere inpassing en dimensionering van het systeem noodzakelijk.
- Aangezien bij de oriënterende berekeningen is uitgegaan van infiltratie in het zandpakket via een grondverbetering, is het noodzakelijk dat de grondverbetering rond en onder de voorziening een k-waarde heeft die minimaal even groot is als de aangenomen k-waarde van het diepe zandpakket, dus minimaal 1 m/dag;
- Lokaal dienen stoorlagen te worden afgegraven en te worden vervangen door een goed doorlatende grondverbetering;
- Door het nemen van aanvullende stedenbouwkundige ontwerpmaatregelen, zoals toepassing van vegetatiedaken, kan door lokale berging het afstromend debiet aanzienlijk worden verminderd;
- Ook door hergebruik van regenwater treedt een reductie van het afstromend debiet op. Bij toepassing van opslagtanks voor “grijswater” gebruik dient rekening te worden gehouden met het feit dat deze over het algemeen bij voorkeur vol zijn en deze daarom niet als beschikbare berging kunnen worden aangewend. Voor de afvoer dient daarom altijd in aanvullende afvoervoorzieningen te worden voorzien;

- Bij de nadere uitwerking dient aandacht te worden besteed aan de overstortpunten en de wijze van overstorten op de riolering. De exacte uitwerking dient in een infiltratieplan te worden opgenomen in overleg met Gemeente en/ of het Waterschap.

4.7. Aandachtspunten

Hierna zijn per voorziening enkele algemene aandachtspunten beschreven.

4.7.1. Infiltratie-units

- Toepassen van bladvang, kolkfilter en zandvangput (zie ook appendix Randvoorzieningen);
- De infiltratie-units kunnen in clusters worden aangelegd. Deze clusters kratten dienen met elkaar in verbinding te staan. Er dient rekening met ontluchting van de voorziening te worden gehouden;
- Het cluster kratten dient voorzien te zijn van één of meerdere overstorten op het riool. Voorgesteld wordt de overstort van de kratten onder de parkeerkelder over maaiveld naar de molgoten langs de toerit te laten plaatsvinden. Het krattensysteem onder aan de toerit zal een overstort over maaiveld hebben naar het gemeentelijk riool in de Rijksstraatweg. In de leidingen dient een keerklep te worden aangebracht, zodat terugstroming van (vervuild) water voorkomen wordt;
- Vóór de aansluiting op de voorziening dienen controleputten voorzien van zandvang te worden aangebracht;
- De bestrating dient via kolken voorzien van kolkfilter op de voorziening af te wateren;
- De (clusters) kratten dienen op voldoende afstand (minimaal 5 m) van bomen te worden aangebracht in verband met wortelgroei en mogelijke overlast.

4.7.2. Overstort

Het krattensysteem voor het dakoppervlak kan overstorten via maaiveld. Langs de toerit wordt een molgoot aangebracht, waarin het regenwater dat op de bestrating valt wordt afgevoerd richting de Rijksstraatweg. De overstort zal in deze molgoten verzamelen en naar de onderaan de toerit gelegen krattenclusters worden gevoerd. Zodra deze clusters vol zijn storten zij over maaiveld over richting de Rijksstraatweg. Via de putten zal het overstort water uiteindelijk in de gemeentelijke riolering worden opgevangen en afgevoerd.

4.7.3. Uitvoering, beheer en onderhoud

- De uitvoeringswerkzaamheden dienen met droog weer en onder droge terreinomstandigheden te worden uitgevoerd;
- Bij een krattensysteem is beperkt visuele inspectie of onderhoud mogelijk. Controle van de werking van een krat is mogelijk met behulp van grondwaterstandsmetingen in peilbuizen en visuele controle in bijvoorbeeld de zandvang;
- Tenminste halfjaarlijks controle op werking en mate van vervuiling van de putten;
- Jaarlijks dakgoten, bladvangsers en putten reinigen en keerkleppen en opzetstukken controleren;
- In het ontwerp en het gebruik dient rekening te worden gehouden met het toepassen van niet-milieubelastende materialen en middelen (zie appendix Kwaliteitsaspecten);
- Geadviseerd wordt het beheer en onderhoud van de voorzieningen duidelijk te organiseren;
- Geadviseerd wordt zowel voor, tijdens als na de aanleg van het systeem de grondwaterstand te monitoren.

4.7.4. *Effecten van de voorziening op de omgeving*

- Op ondiepe leemlagen kan infiltrerend regenwater stagneren, waardoor een (tijdelijke) schijngrondwaterspiegel kan ontstaan. Met het doorbreken van deze lagen door toepassing van grindpalen neemt dit risico af;
- In principe kunnen grondwaterstanden in de zandlaag door (centrale) infiltratie lokaal stijgen. Hierdoor kan de stromingsrichting (lokaal) wijzigen. Bij het voorkomen van milieubelastende en “mobiele stoffen” kan hierdoor een (extra) verplaatsing optreden. Hiervoor dient contact te worden opgenomen met de Afdeling Milieu van de gemeente.

Een algemene beschrijving van kwaliteitsaspecten met betrekking tot infiltratie is weergegeven in de appendix Kwaliteitsaspecten. In de appendix Randvoorzieningen wordt een nadere toelichting gegeven over de toe te passen randvoorzieningen.

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Op basis van het onderzoek wordt geconcludeerd dat op de locatie de mogelijkheden voor de afvoer van regenwater door infiltratie naar diepere bodemlagen naar verwachting goed zijn, indien lokaal aanwezige leemlagen worden verwijderd.

Voorgesteld wordt om bij de aanleg van infiltratie-/ bergingsvoorzieningen gebruik te maken van ondergrondse voorzieningen. De leeglooptijd van de infiltratiekratten wordt middels grindpalen door de lokaal aanwezige leemlagen verbeterd.

Het dakoppervlak kan onder het vlakliggende deel van de toerit en de parkeerplaatsen voor de bezoekers in infiltratie-units worden geborgen en infiltreren. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de mogelijkheid tot onderhoud aan het systeem.

De toerit vanaf de Rijksstraatweg wordt middels twee clusters kratten voorzien van een grindpaal onderaan nabij de Rijksstraatweg afgekoppeld.

De infiltratie-units voor het dakoppervlak kunnen overstorten over maaiveld naar de molgoten langs de toerit. De voorzieningen onderaan de toerit nabij de Rijksstraatweg kunnen overstorten over maaiveld naar het gemeentelijk riool in de Rijksstraatweg.

Vanwege de lokaal aanwezige leemlaag en de daarop mogelijke schijngrondwaterstanden of ondergrondse beken/ wellen en het risico op barrièrewerking door de verdiepte aanleg van de kelder wordt voorgesteld rondom de woning een grondverbetering met een ringdrain aan te brengen.

In deze rapportage zijn de resultaten van enkele indicatieve berekeningen opgenomen. Voorgesteld wordt voor het infiltratie- of rioolplan in overleg te treden met verschillende afdelingen binnen de gemeente (o.a. afdelingen Riolering, Beheer en Milieu) en het waterschap. Op basis van de uitkomsten van deze overleggen en na vaststelling van aanvullende uitgangspunten en randvoorwaarden (o.a. afwaterende oppervlakken en lozingsmogelijkheden) kan een infiltratieplan of rioolplan verder in detail worden doorgerekend en worden uitgewerkt in de vorm van een werktekening en een uitvoeringsplan. Bij deze vervolgwerkzaamheden wil Fugro u graag verder van dienst zijn.



SITUATIE

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

SCHAAL 1 : 1.000

Opdr. : 6009-0361-000
Bijl. : 1

LEGENDA / TERMINOLOGIE (conform NEN5104)

grind

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

zand

	Zand, kleiig
	Zand, zwak siltig
	Zand, matig siltig
	Zand, sterk siltig
	Zand, uiterst siltig

veen

	Veen, mineraalarm
	Veen, zwak kleiig
	Veen, sterk kleiig
	Veen, zwak zandig
	Veen, sterk zandig

monsters

	geroerd monster
	ongeroid monster

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

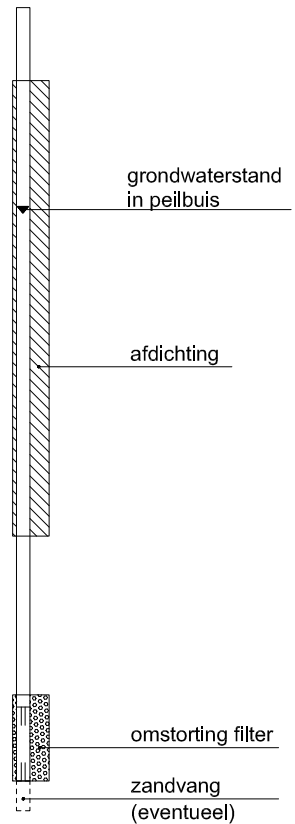
overige toevoegingen

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

overig

	gemiddeld hoogste grondwaterstand
	grondwaterstand
	gemiddeld laagste grondwaterstand
	slib
	verharding / kern / asfalt
	puin

peilbuis



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 gelaagtheid 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 diepteaanduiding 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 ingangparameters.

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:

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

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

Waarin:

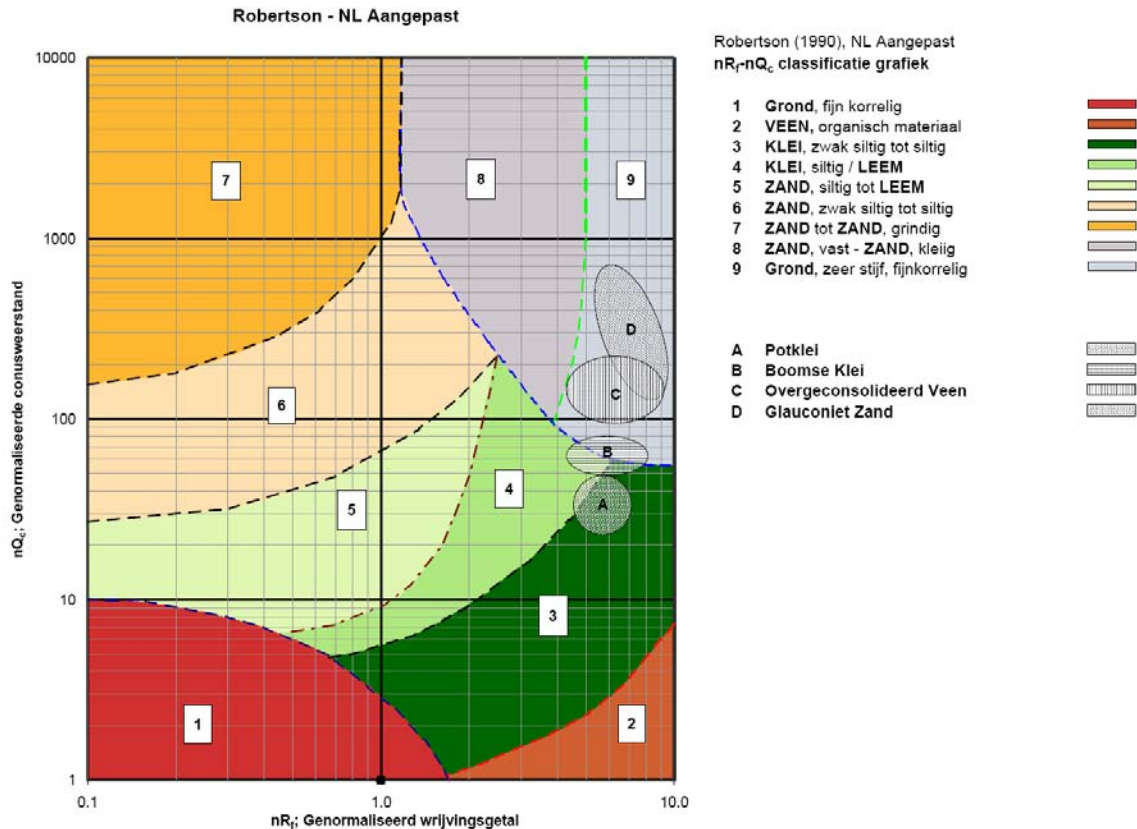
- σ'_{v0} = de effectieve verticale korrelspanning uitgaande van het effectieve volumiek gewicht dat per bodemlaag wordt bepaald.
- σ_{v0} = de verticale grondspanning uitgaande van het volumiek gewicht dat per bodemlaag wordt bepaald.
- q_t = gemeten conusweerstand (q_c) gecorrigeerd voor de waterspanning: $q_c + (1-\alpha)\{\beta(u_1 - u_0) + u_0\}$ 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.

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN



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

CONTINU ELEKTRISCH SONDEREN

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 temperatuurgrediënt
schuifgolfsnelheid (seismisch)	dynamische bodemparameters op verschillende diepten	machiefunderingen, 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	meetgrootte	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.

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

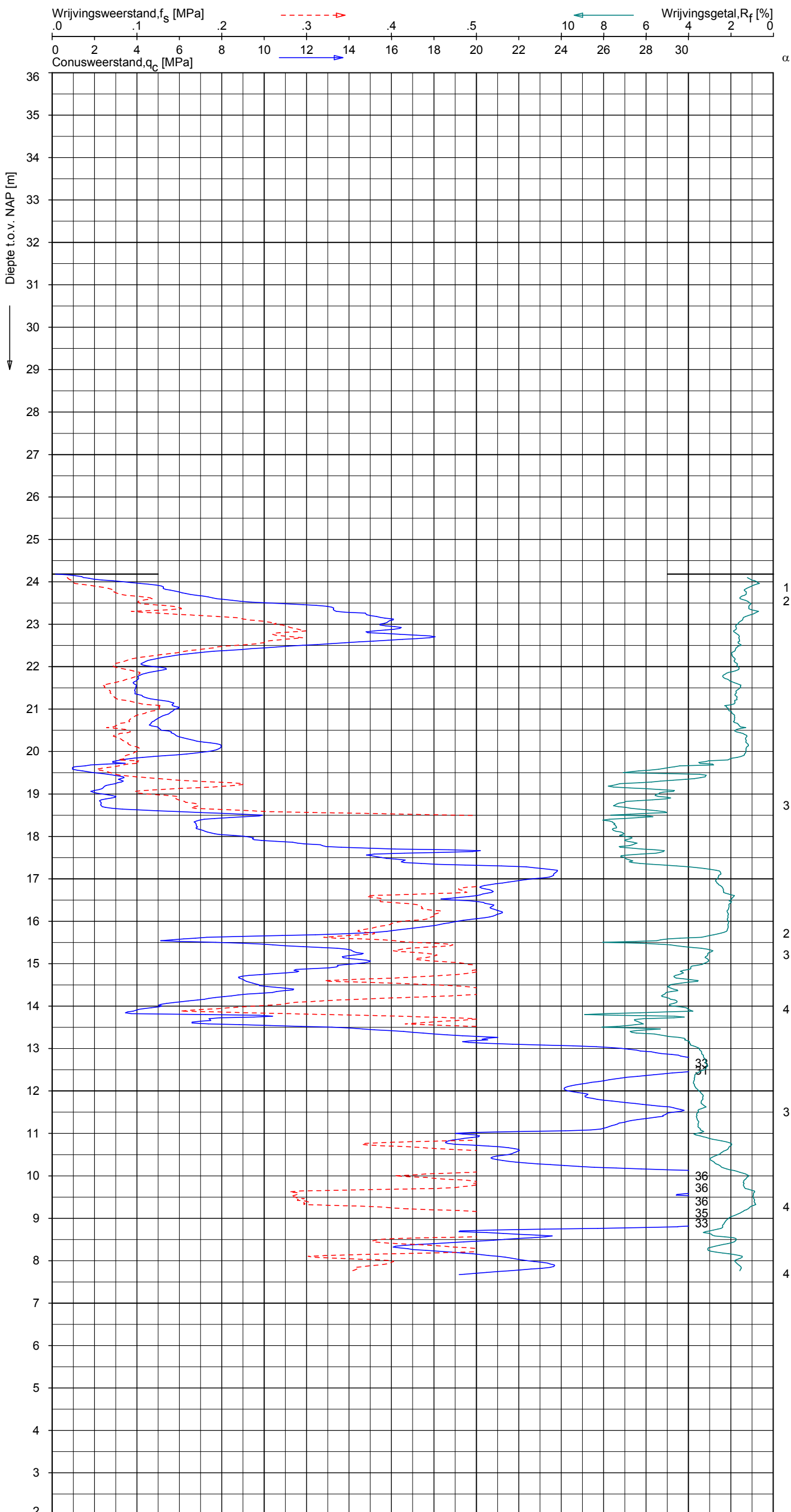
Toegevoegde metingen

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

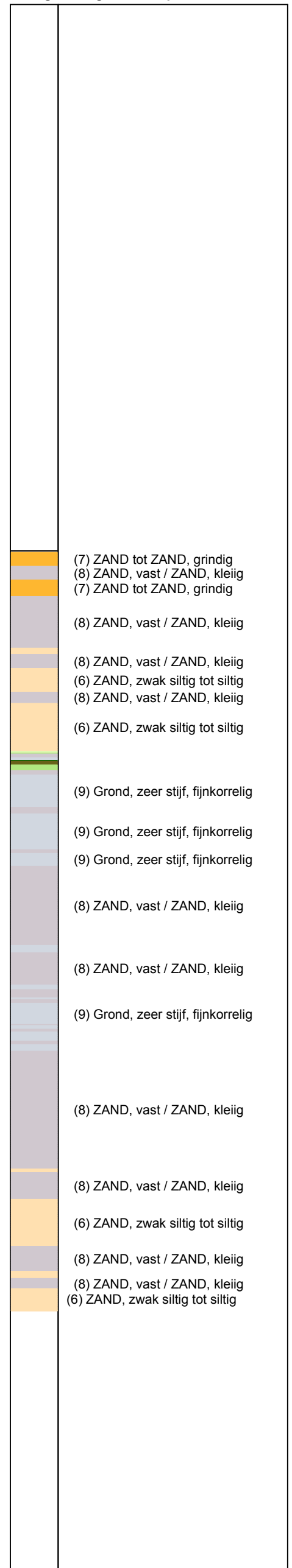
UNIPLOT 05.09.nl / CqfClass-N3.cmd / 2009-11-24 09:43:46

6009-0361-000

DKMP1 - 1



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



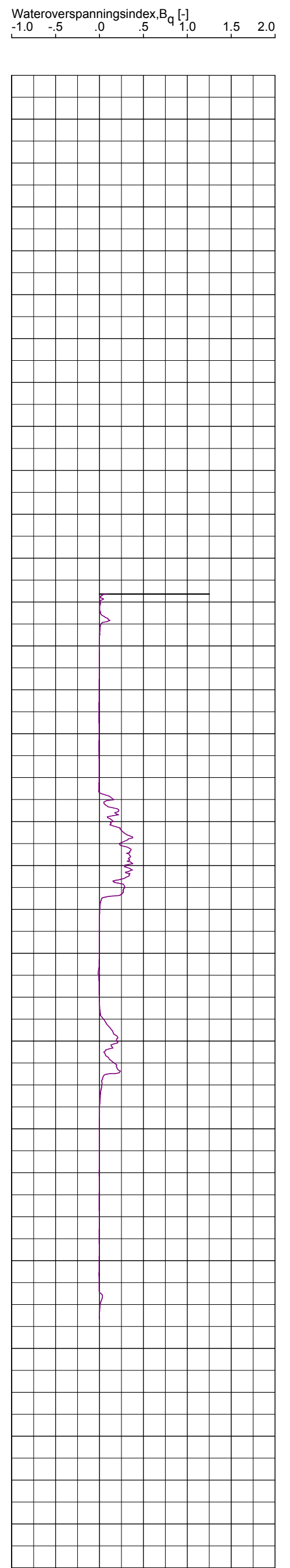
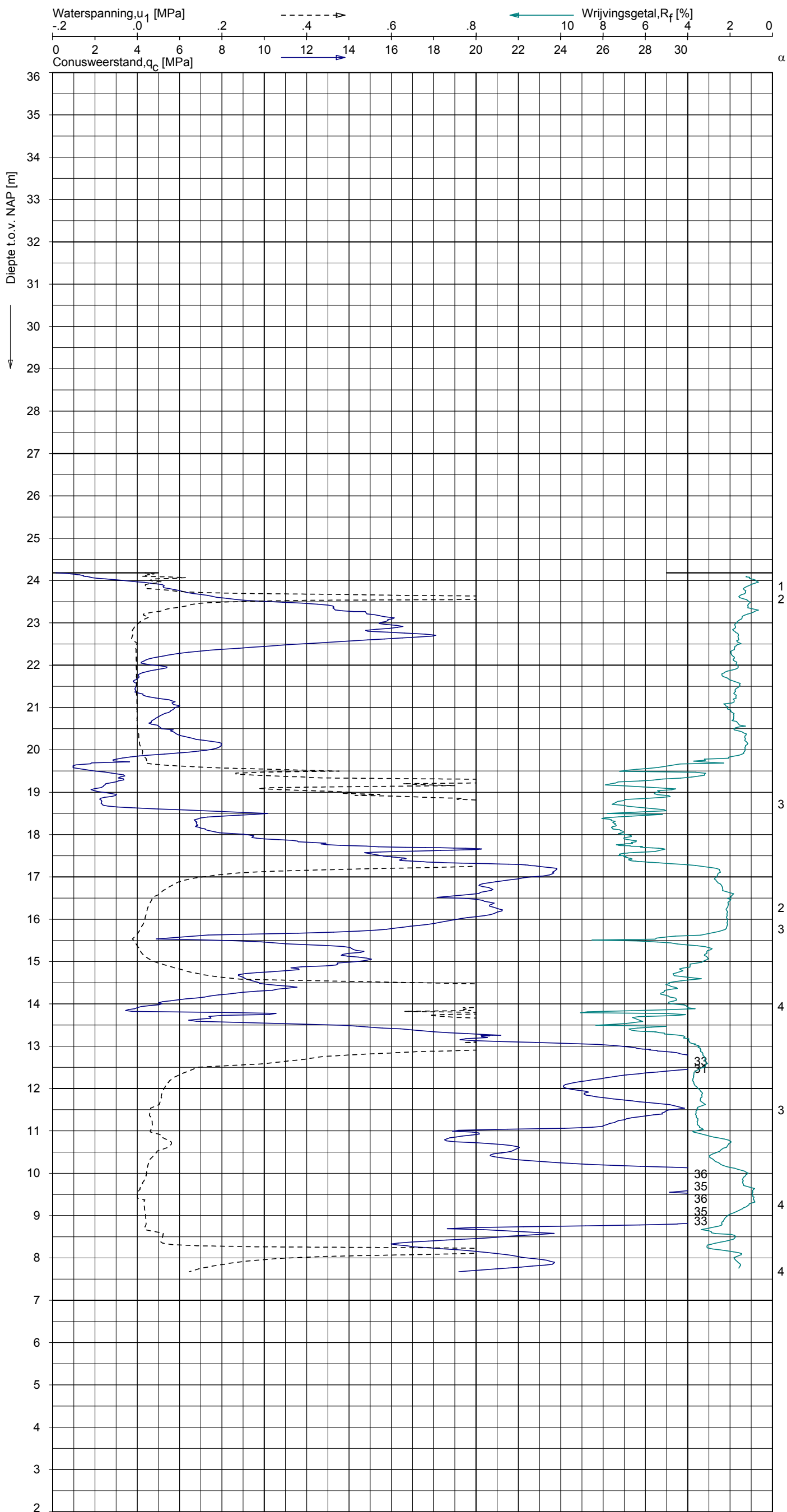
Opg. : JBL/AKN d.d. 05-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HAW₁/B X = 191946.3 Y = 426857.6
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +24.18 m
 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse, 2
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000
 Sond. DKMP1



Opdr.: JBL/AKN d.d. 05-Nov-2009 conus: F7.5CKE2HAW₁/B X = 191946.3
 Get.: UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +24.18 m Y = 426857.6

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

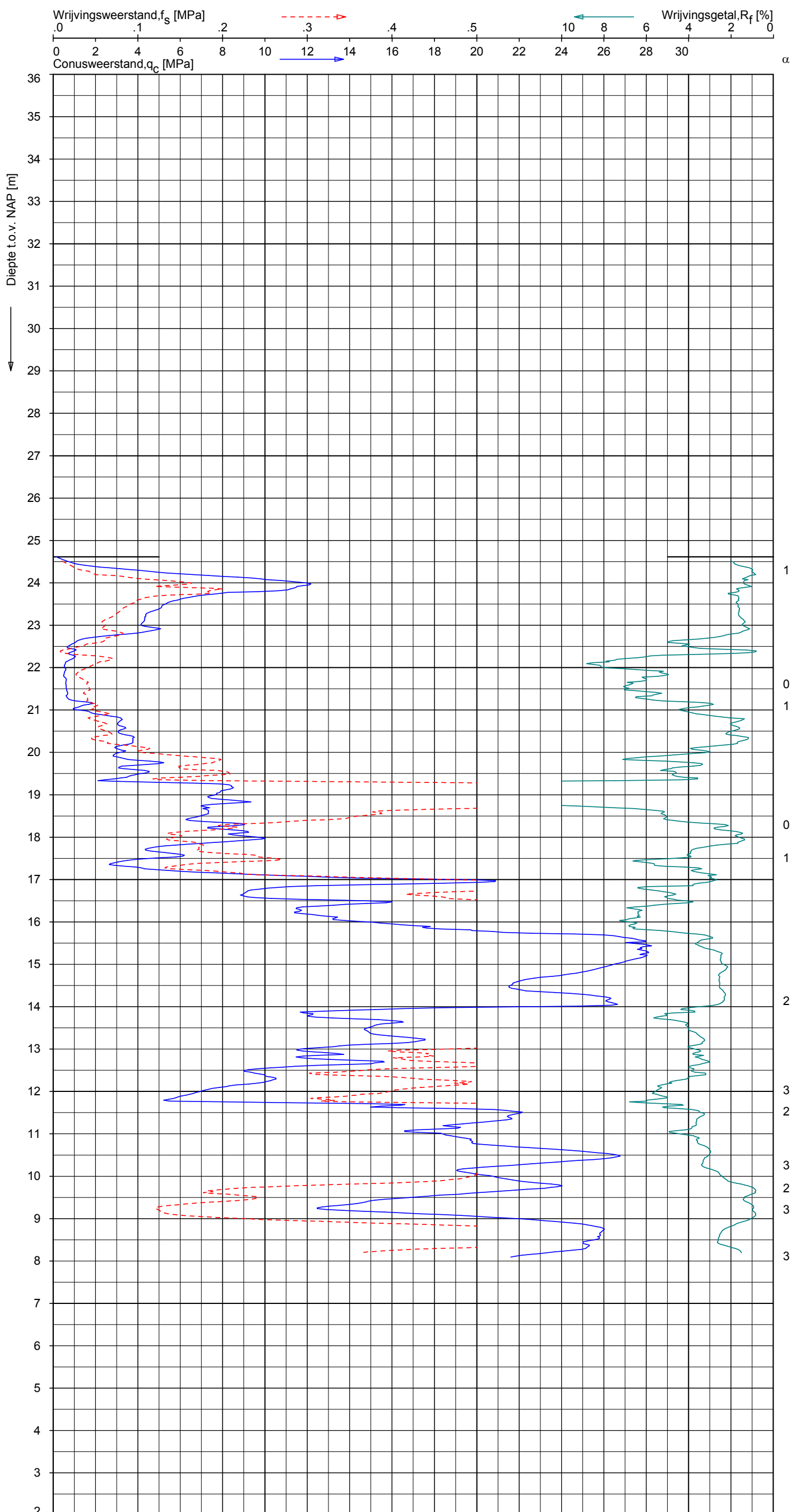
PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000
 Sond. DKMP1

UNIPLOT 05.09.nl / QcfClass-N3.cmd / 2009-11-24 09:43:47

6009-0361-000

DKMP2 - 1



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



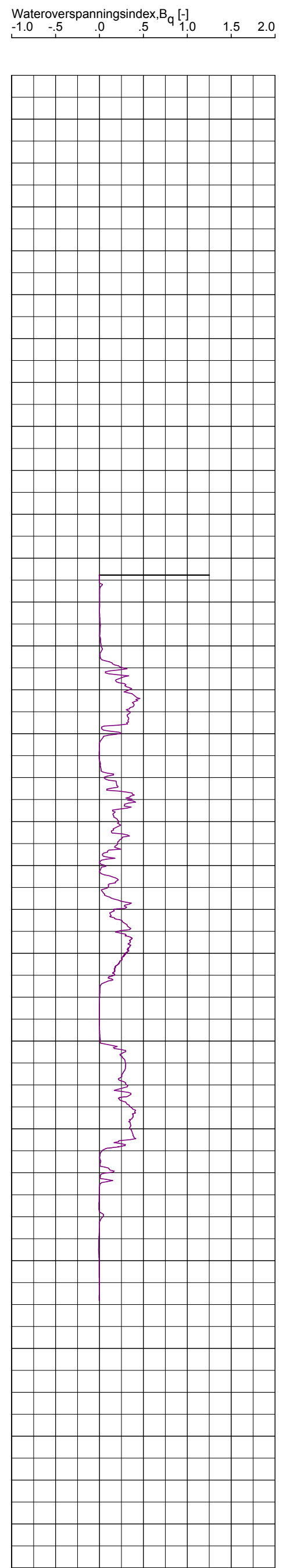
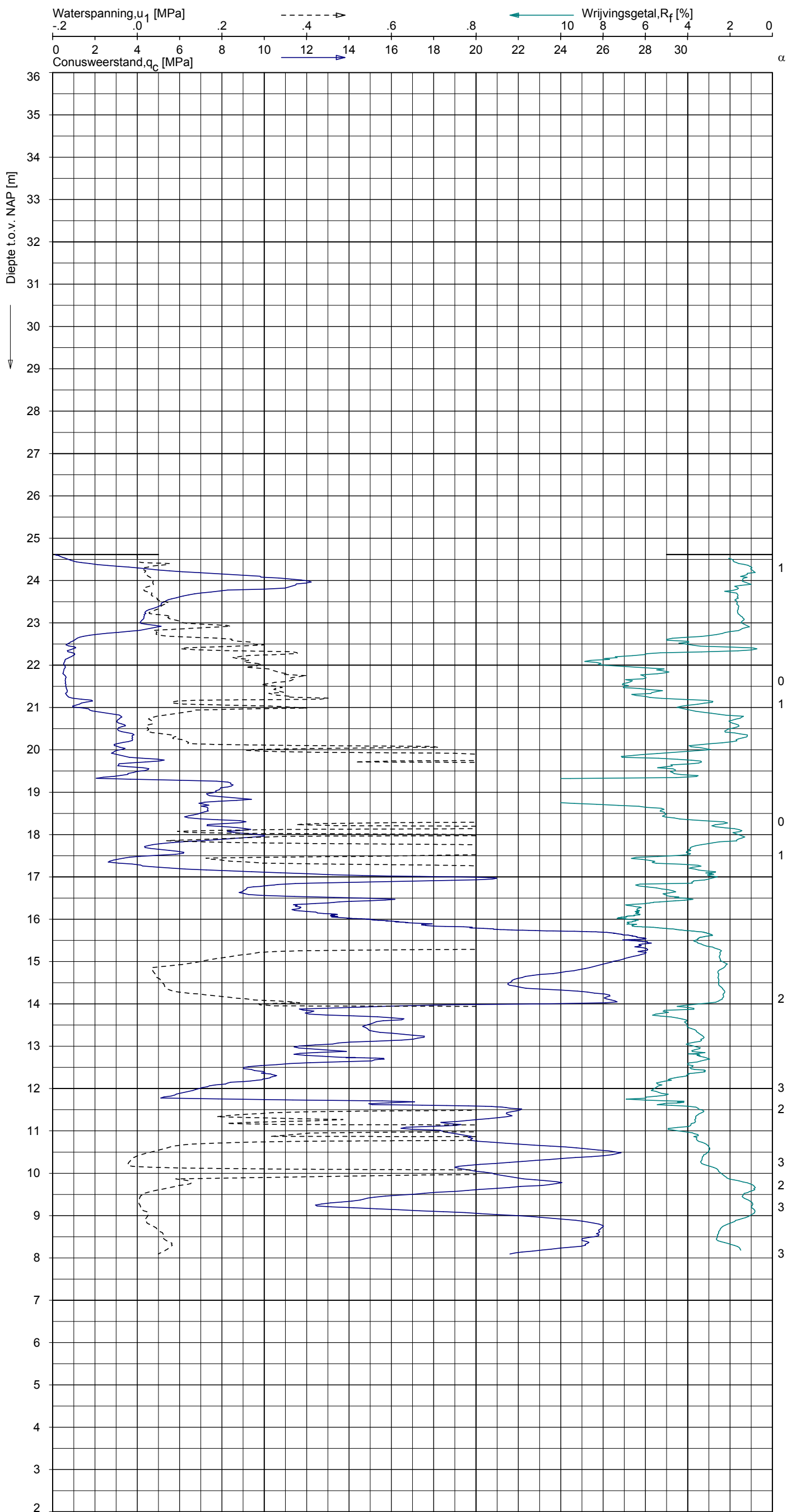
Opg. : JBL/AKN d.d. 05-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HAW₁/B X = 191954.4 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse, 2
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +24.61 m Y = 426838.4 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000
 Sond. DKMP2



Opg.: JBL/AKN d.d. 05-Nov-2009 conus: F7.5CKE2HAW₁/B X = 191954.4
 Get.: UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +24.61 m Y = 426838.4

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

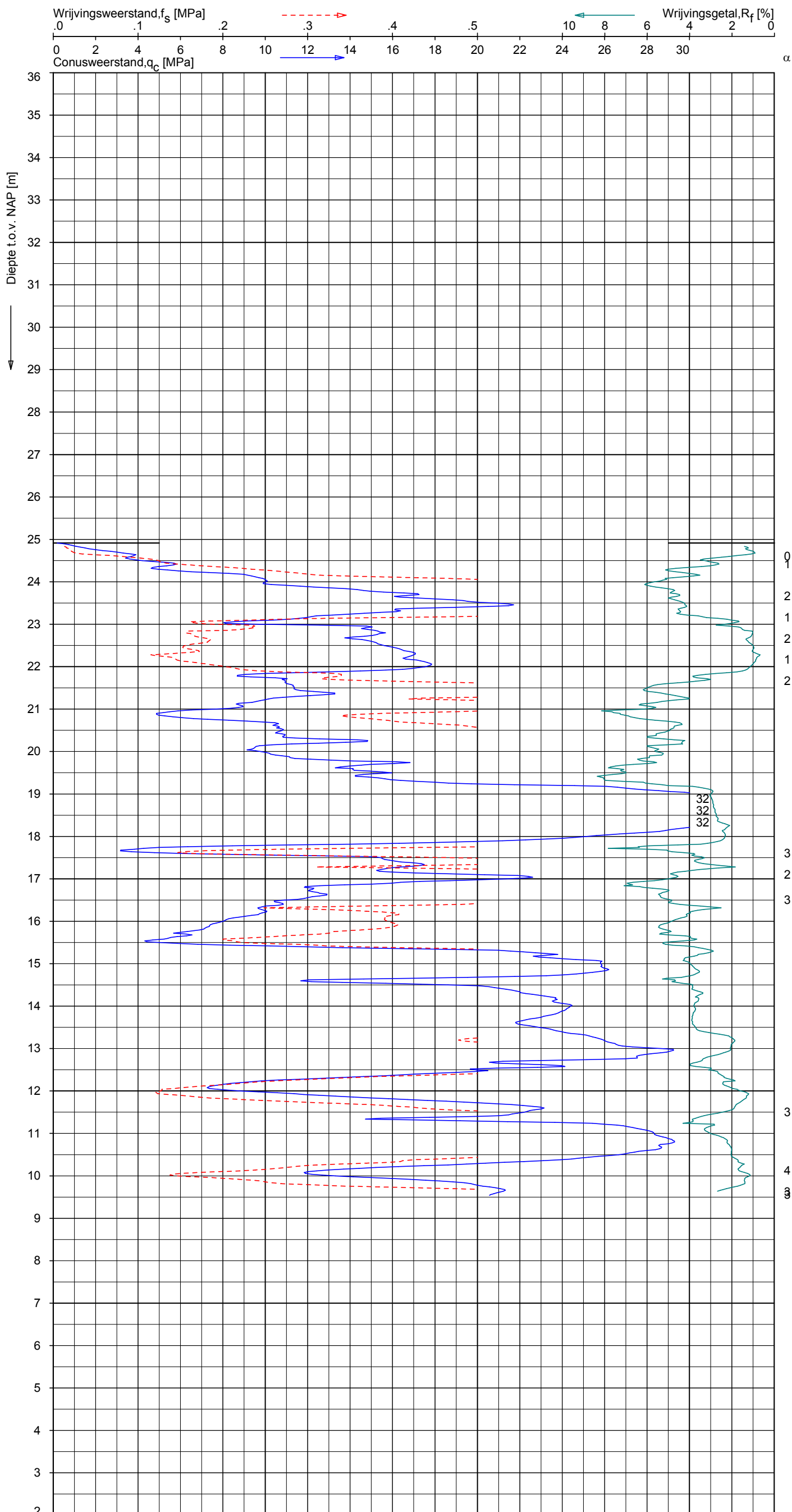
PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000
 Sond. DKMP2

UNIPLOT 05.09.nl / QcfClass-N3.cmd / 2009-11-24 09:43:47

6009-0361-000

DKMP3 - 1



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



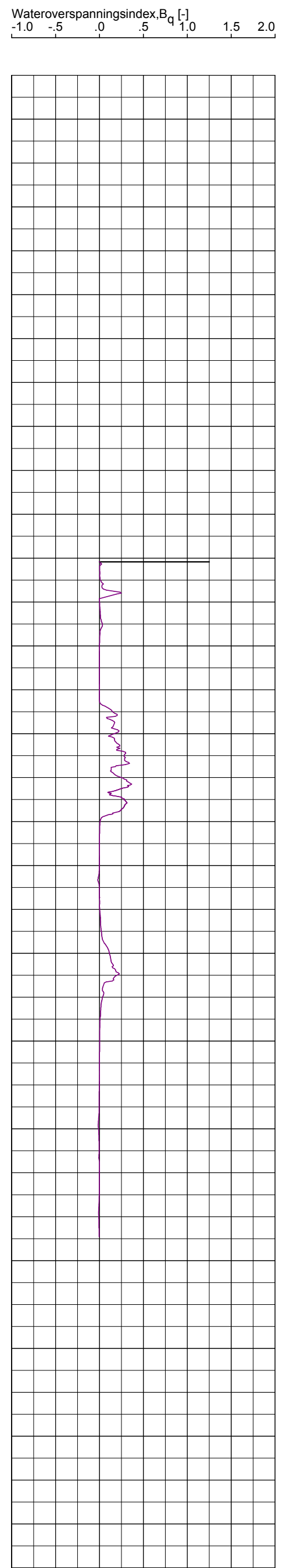
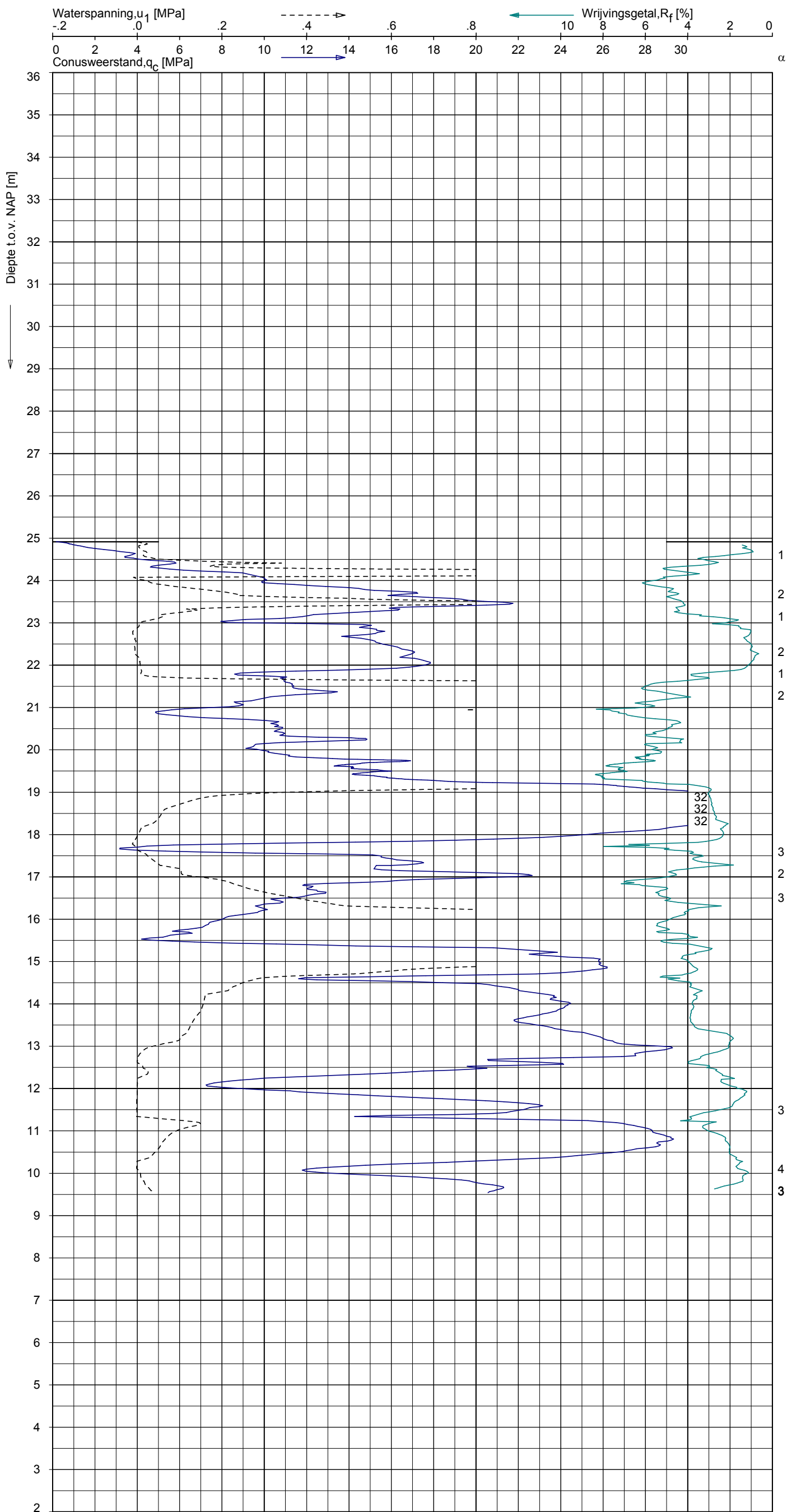
Opg. : JBL/AKN d.d. 05-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HAW₁/B X = 191935.3
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +24.92 m Y = 426837.8
 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse, 2
 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000
 Sond. DKMP3



Opg. : JBL/AKN d.d. 05-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HAW₁/B X = 191935.3
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +24.92 m Y = 426837.8

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

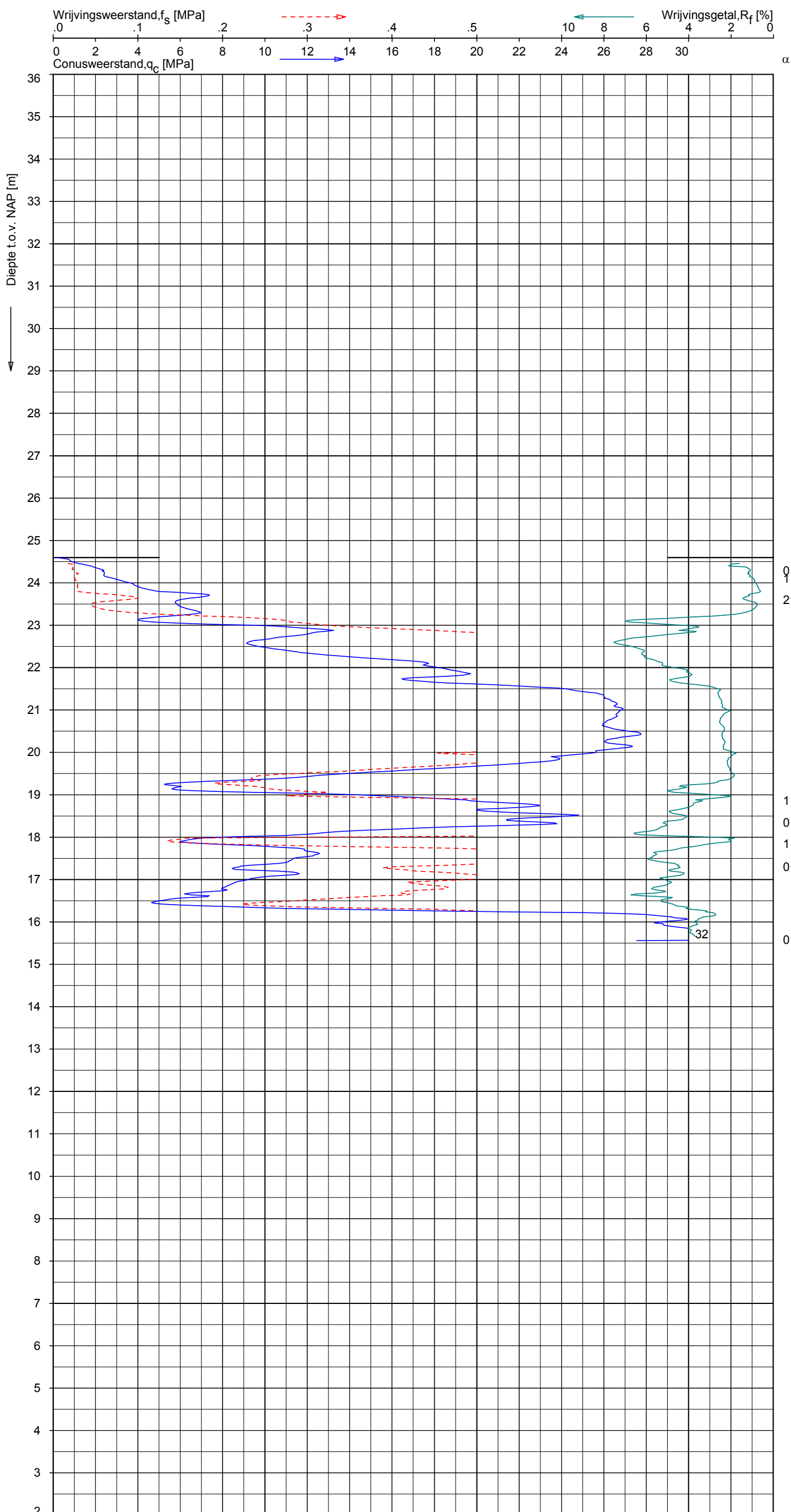
PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000
 Sond. DKMP3

UNIPLOT 05.09.nl / CqfClass-N3.cmd / 2009-11-24 09:43:47

6009-0361-000

DKMP4 - 1



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



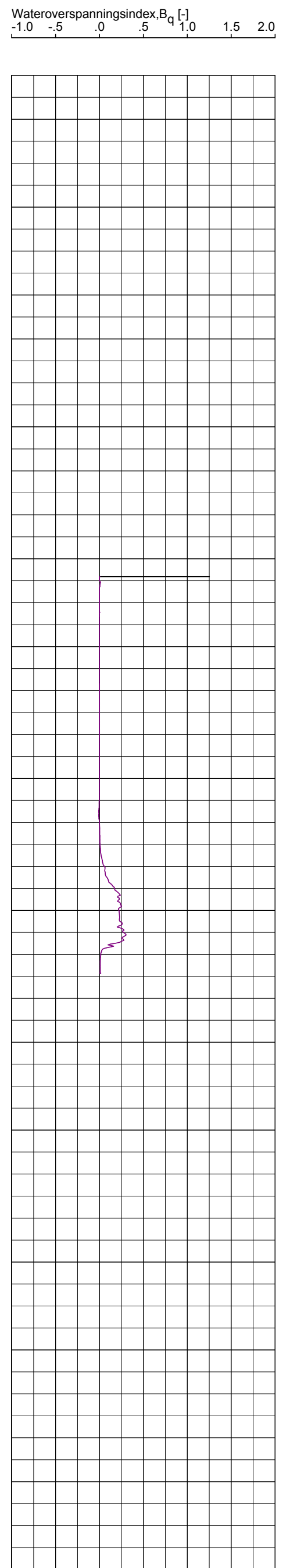
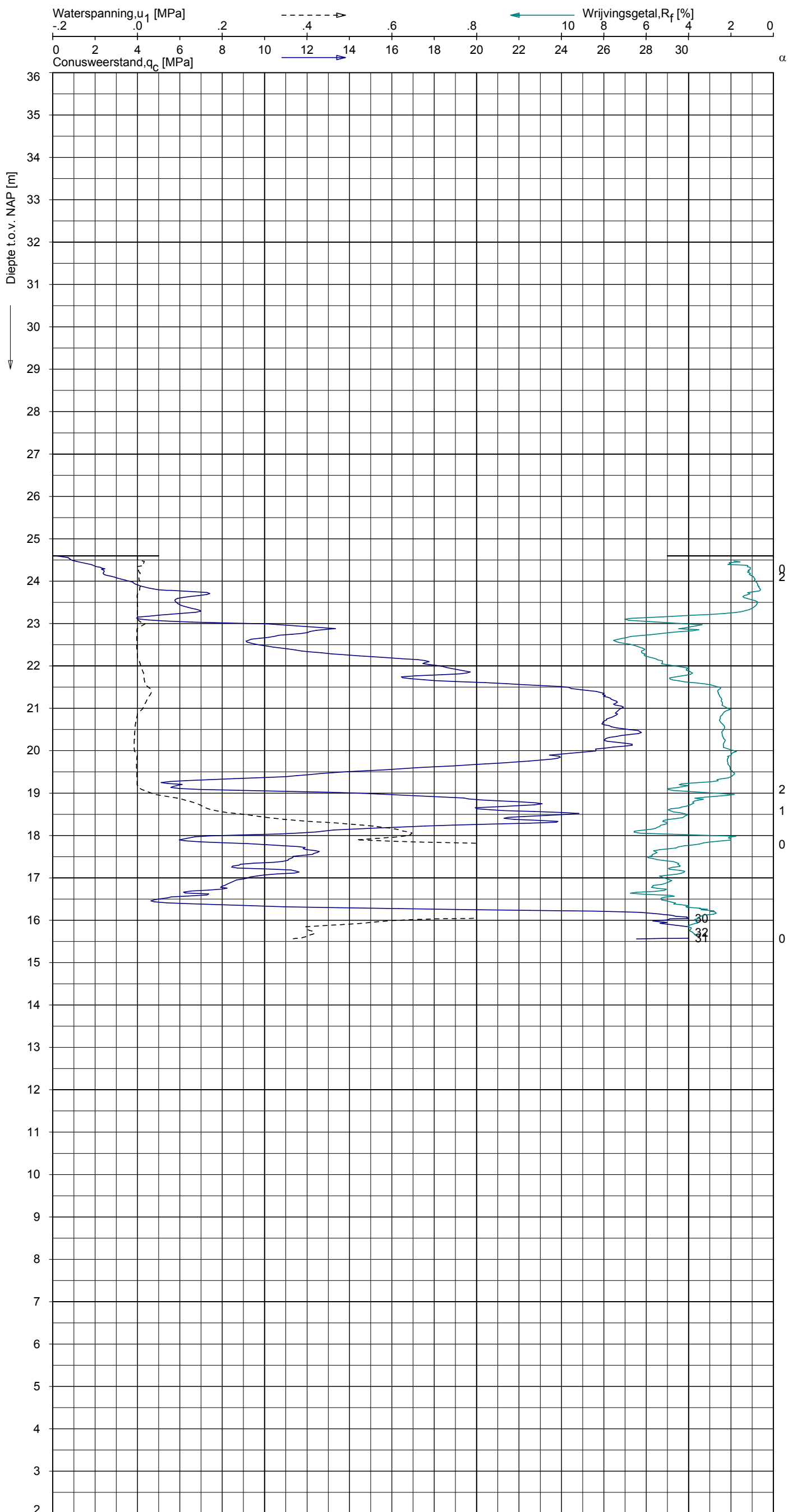
Opg. : JBL/AKN d.d. 04-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HAW₁/B X = 191926.6 Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +24.60 m Y = 426855.8 conustype cilindrisch elektrisch, 1500 mmf
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000
 Sond. DKMP4



Opg. : JBL/AKN d.d. 04-Nov-2009 conus : F7.5CKE2HAW₁/B X = 191926.6
 Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23 MV = NAP +24.60 m Y = 426855.8

Sondering volgens norm NEN 5140
 conustype cilindrisch elektrisch
 α afwijking van de vertikaal



SONDERING MET WATERSPANNINGSMETING

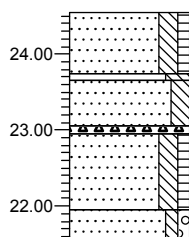
PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000
 Sond. DKMP4

Boring: HB1

Veldclassificatie

Diepte (m tov NAP) Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104



24.55	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, bruin, met leemhoudende laagjes, vochtig
23.75 23.65	Zand, matig fijn, sterk siltig, sporen roest, bruinrood, verkit
23.05 22.95	Zand, matig grof, matig siltig, bruin, verkit
	Puin, rood
21.95	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, zwartbruin
21.54	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, bruin
	Gws geen

Uitvoering: 11-11-2009

X: 191942.78
Y: 426853.73

MV (m tov NAP): 24.55
GWS (cm tov MV):

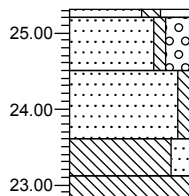
GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):
Boormeester: jbd

Boring: HB2

Veldclassificatie

Diepte (m tov NAP) Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104



25.31 25.21	Zand, matig fijn, matig siltig, uiterst humeus, zwart
24.51	Zand, zeer grof, zwak siltig, sterk grindig, bruin, met leemhoudende laagjes
	Zand, matig grof, zwak siltig, bruin
23.61	Leem, vast, matig zandig, grijs
23.11	Leem, vast
22.80	Boring gestaakt, gws geen, grote stenen

Uitvoering: 11-11-2009

X: 191924.04
Y: 426841.15

MV (m tov NAP): 25.31
GWS (cm tov MV):

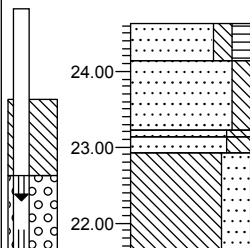
GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):
Boormeester: jbd

Boring: HB3

Veldclassificatie

Diepte (m tov NAP) Monsternr. Bodembeschrijving volgens NEN 5104



24.63	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, zwartbruin
24.13	Zand, matig fijn, matig siltig, bruin
23.72 23.12	Zand, matig fijn, sterk siltig, roest, bruinrood, verkit
22.93	Zand, matig fijn, sterk siltig, grijs, vochtig
21.63	Leem, matig vast, uiterst zandig, geelrood, zeer vochtig

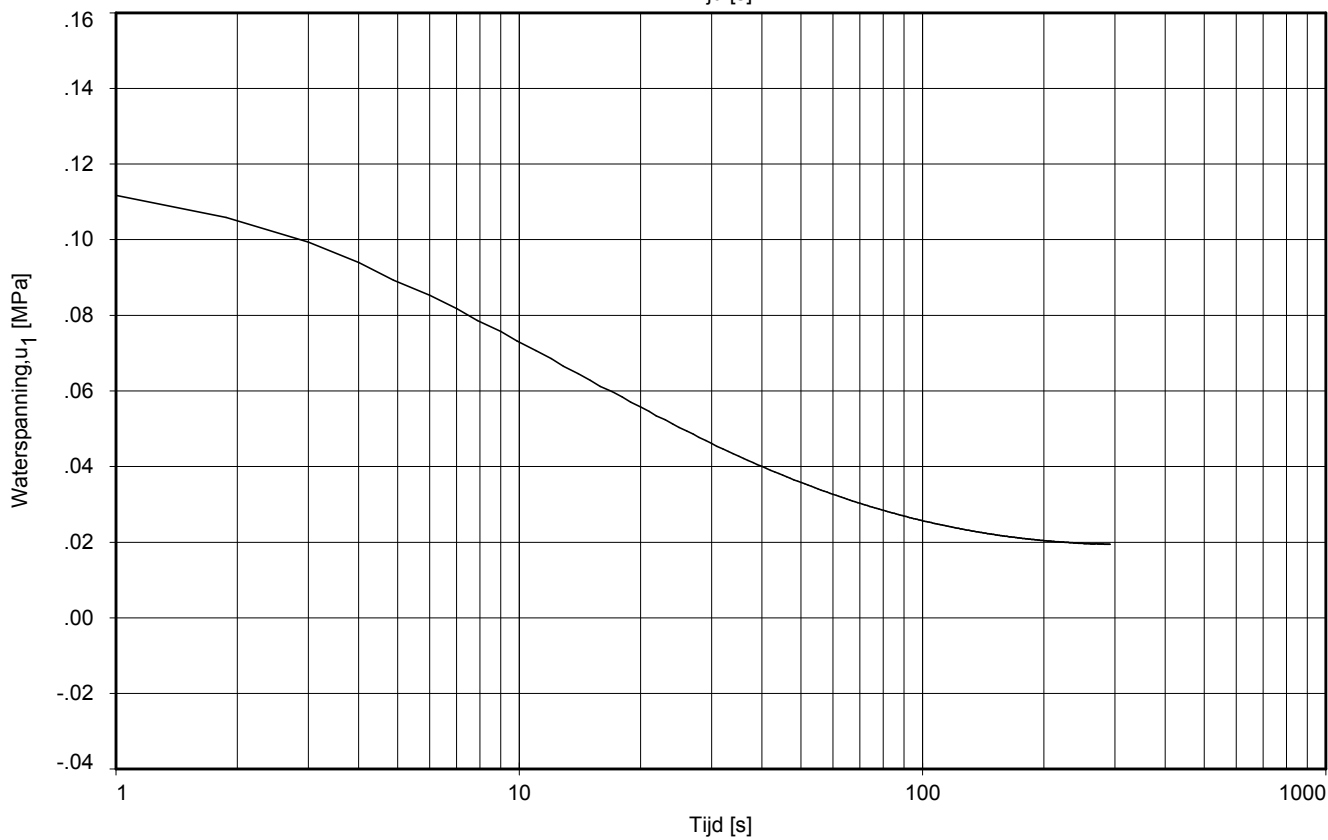
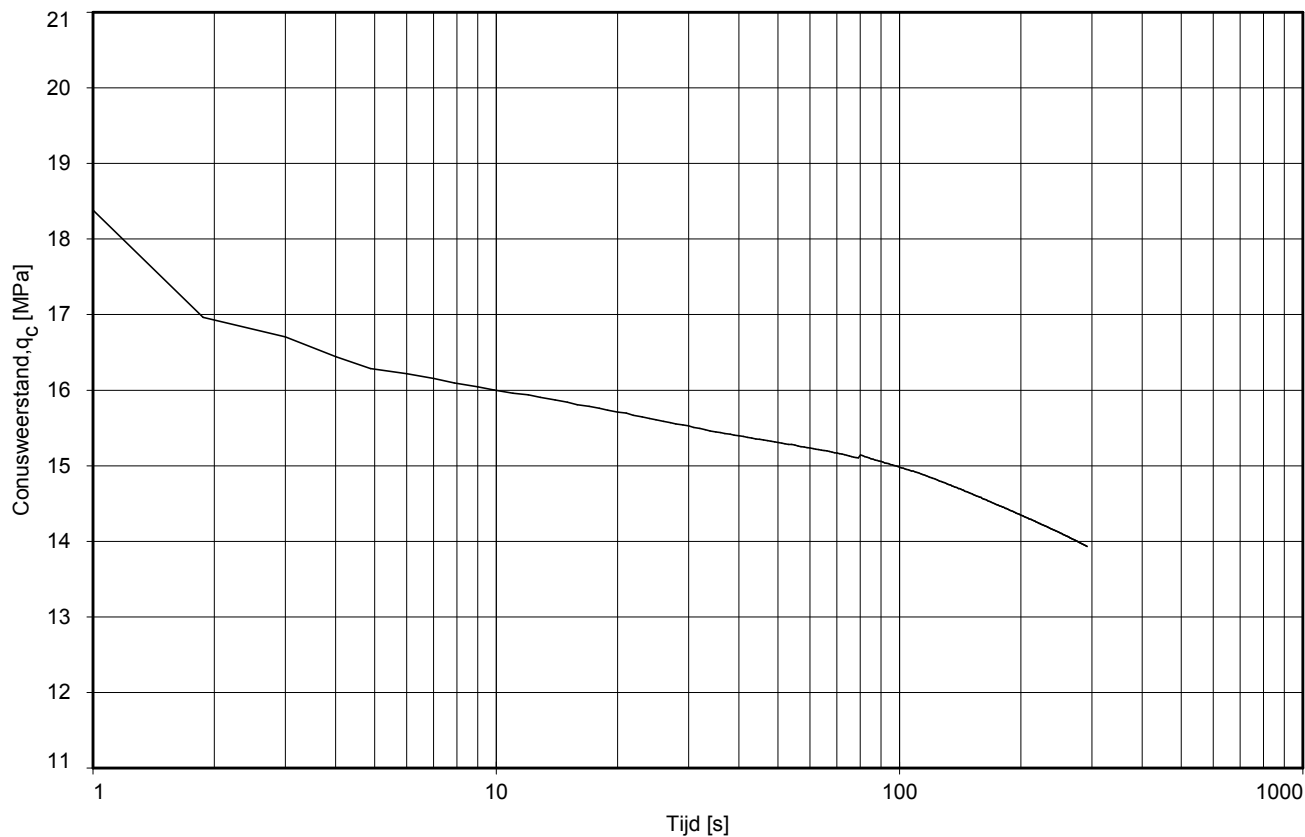
Uitvoering: 11-11-2009

X: 191954.77
Y: 426834.67

MV (m tov NAP): 24.63
GWS (cm tov MV):

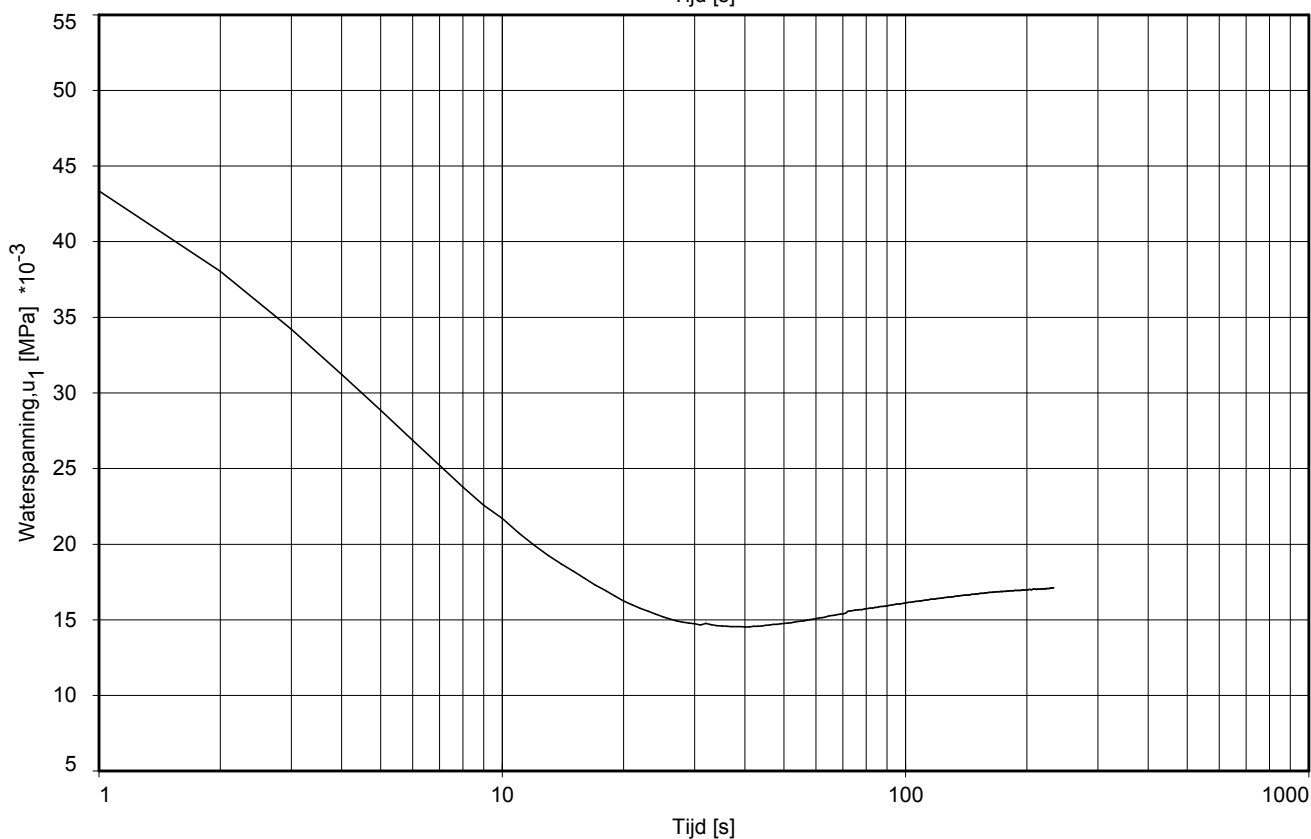
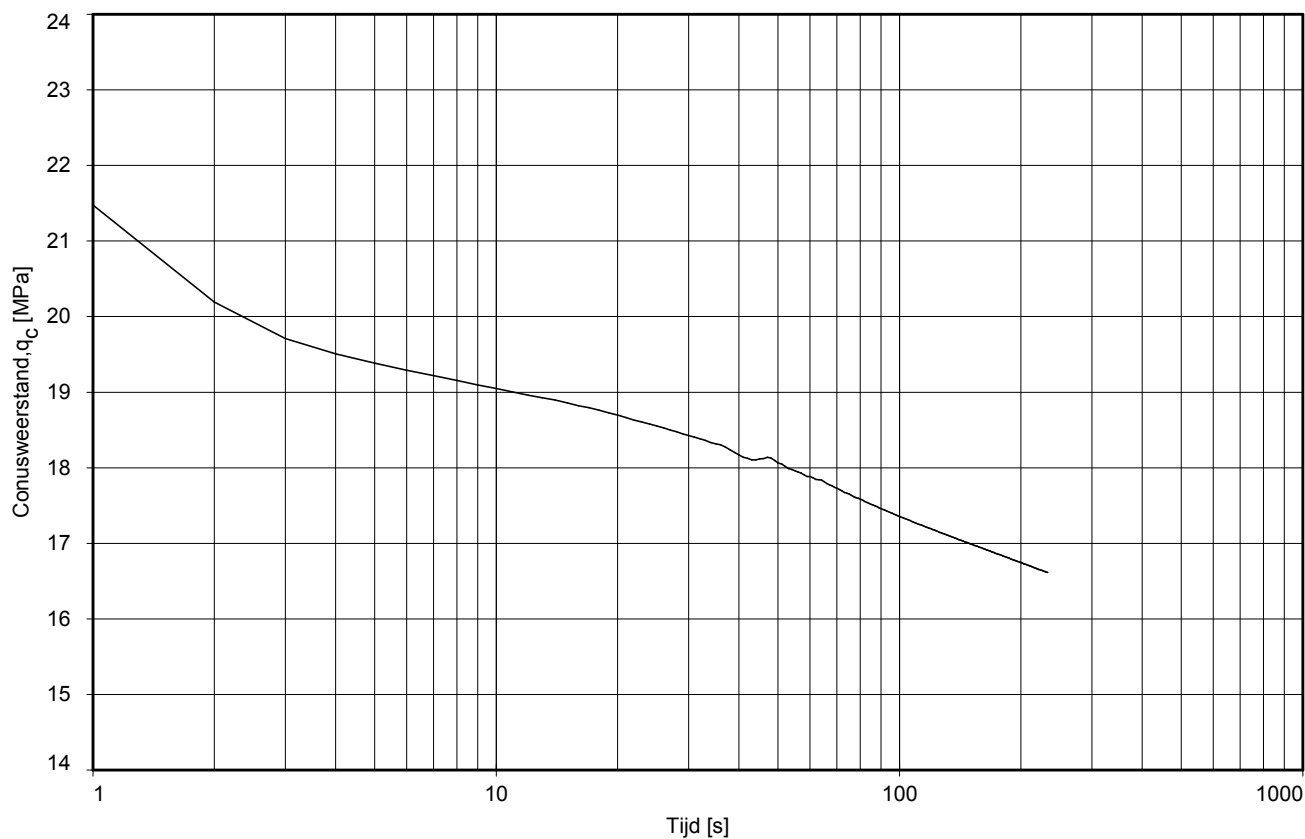
GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP): 24.83
Boormeester: jbd



Dissipatietest nummer	: 1			
Dissipatietest diepte	: NAP	7.65	m	MV = NAP +24.18 m
Waterspanning begin dissipatietest	: 0.117	MPa		Opg.: JBL/AKN d.d. 05-Nov-2009
Waterspanning einde dissipatietest	: 0.019	MPa		Get.: UNISTART d.d. 2009-11-23

DISSIPATIETEST

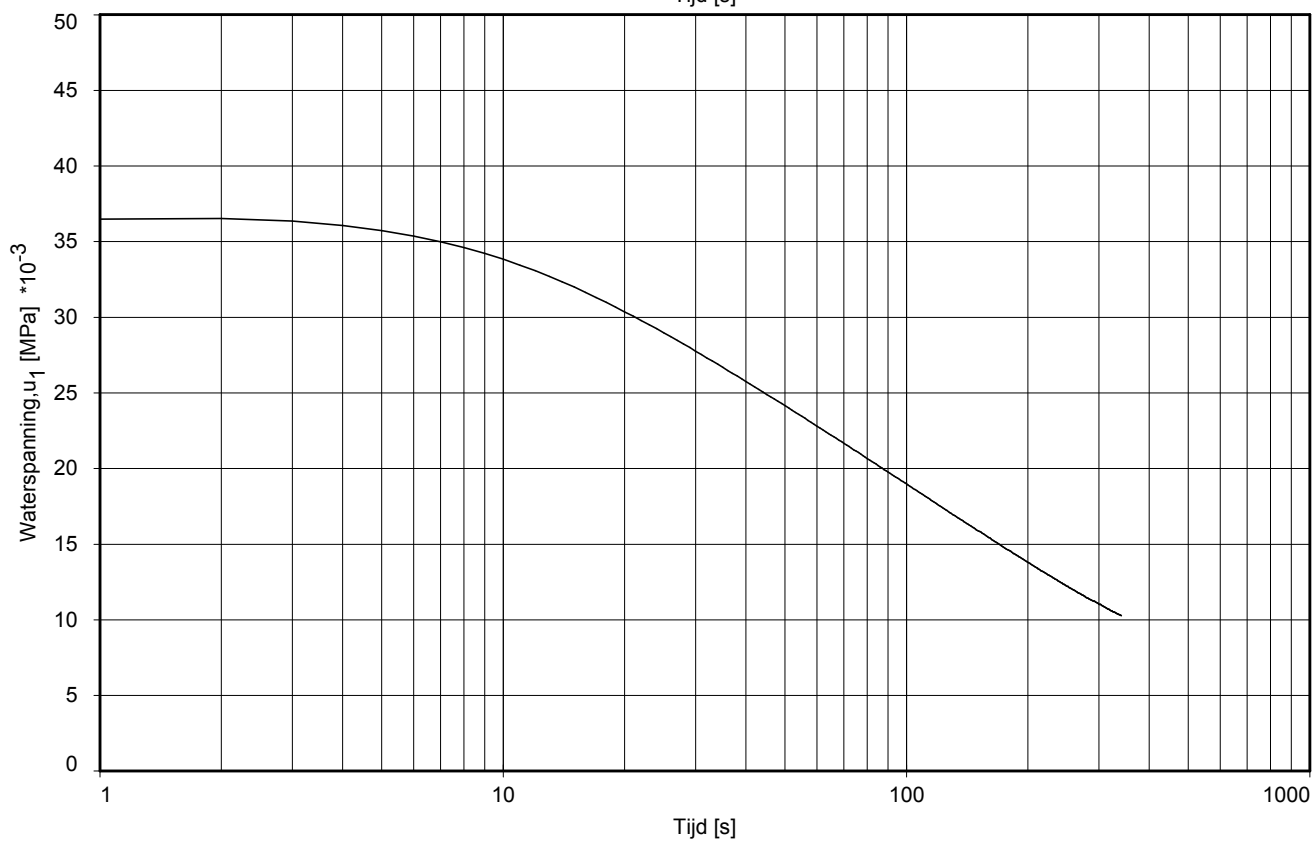
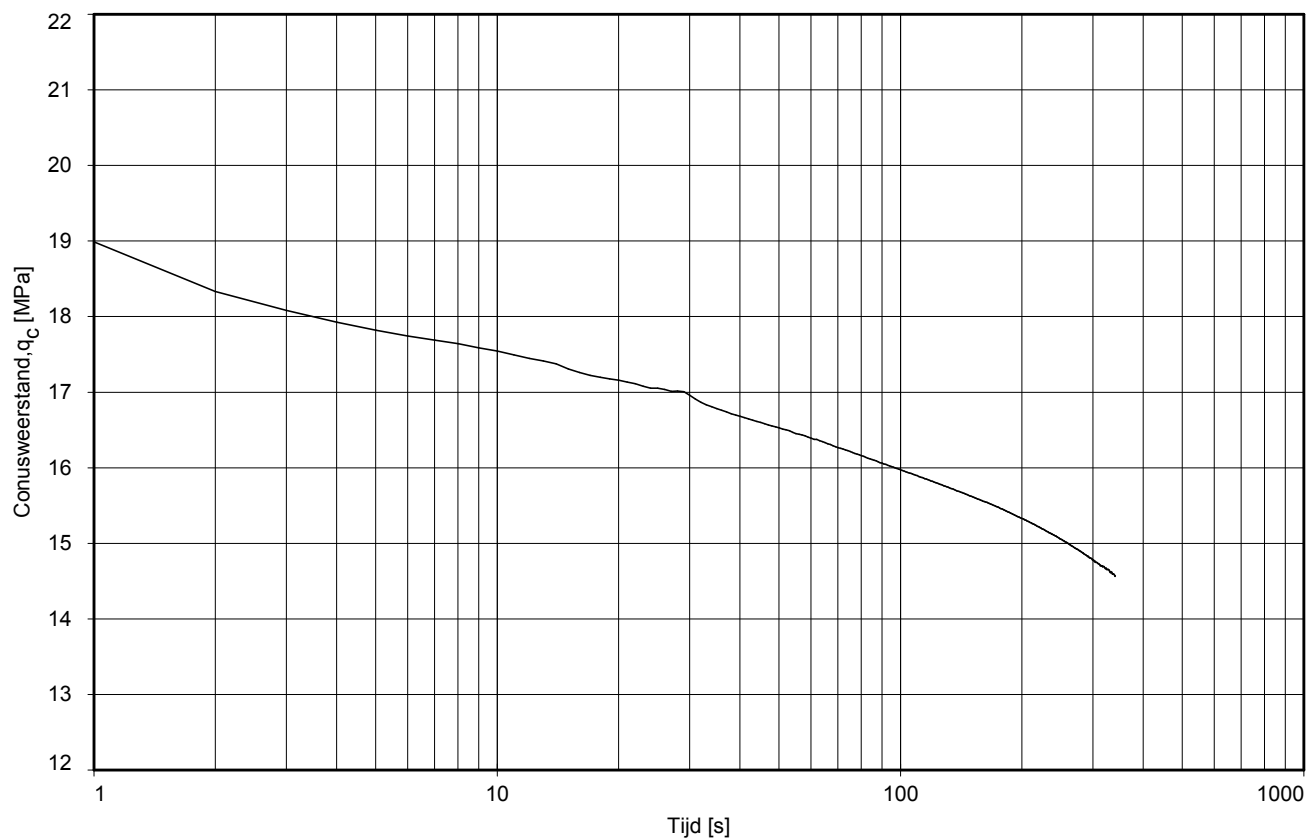


Dissipatietest nummer	:	1			
Dissipatietest diepte	:	NAP	8.07	m	MV = NAP +24.61 m
Waterspanning begin dissipatietest	:		0.046	MPa	Opg. : JBL/AKN d.d. 05-Nov-2009
Waterspanning einde dissipatietest	:		0.017	MPa	Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23

DISSIPATIETEST

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000
Sond. DKMP2

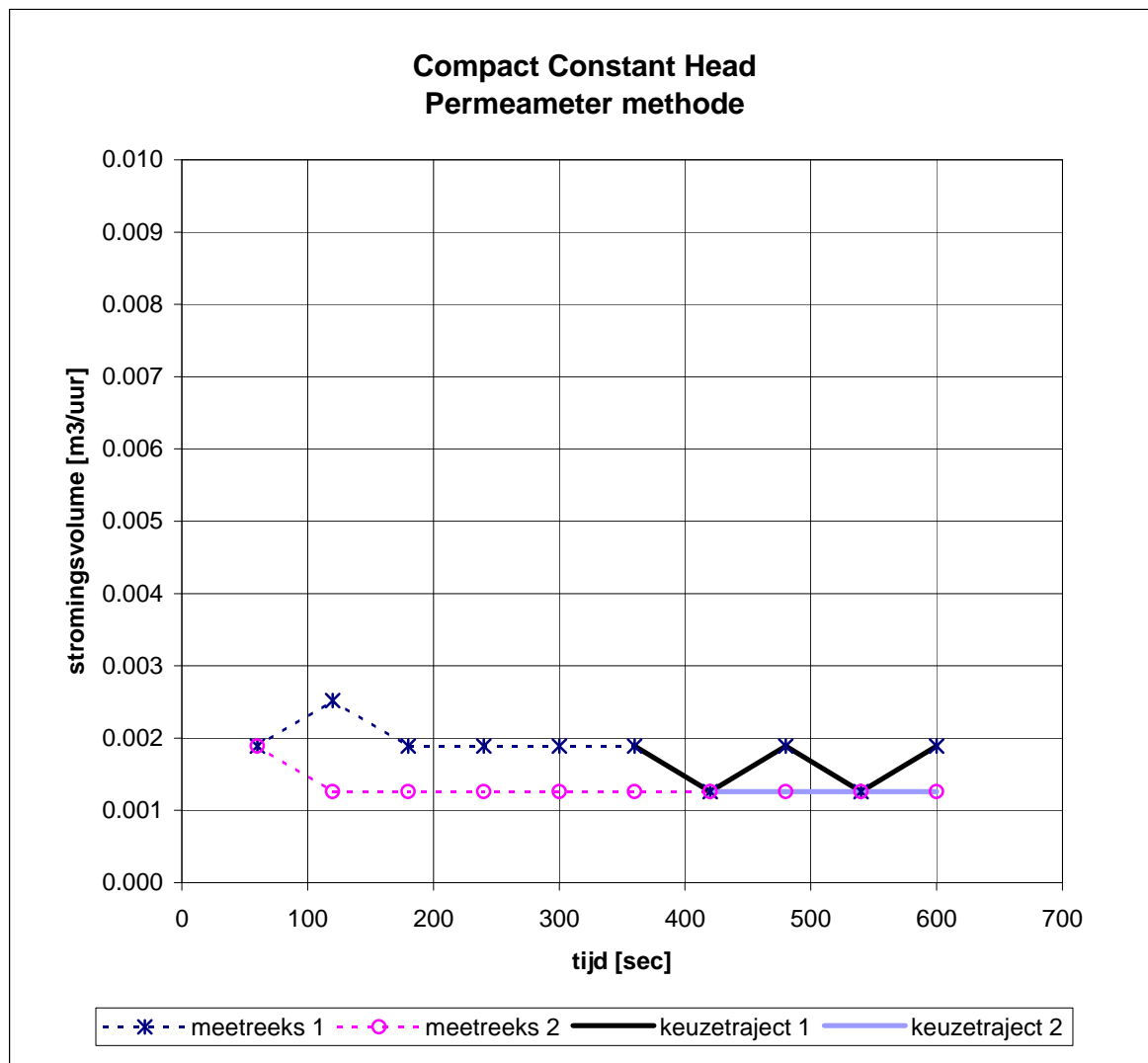


Dissipatietest nummer	: 1		
Dissipatietest diepte	: NAP	9.53 m	MV = NAP +24.92 m
Waterspanning begin dissipatietest	: 0.036 MPa		Opg. : JBL/AKN d.d. 05-Nov-2009
Waterspanning einde dissipatietest	: 0.010 MPa		Get. : UNISTART d.d. 2009-11-23

DISSIPATIETEST

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Opdr. 6009-0361-000
Sond. DKMP3



keuzetraject = traject waarover de k-waarde bepaald wordt

Datum van uitvoering: 11 November 2009

Diepte boorgat: 1.78 m - MV

Diameter boorgat: 0.05 m

	<u>reeks 1</u>	<u>reeks 2</u>
Waterhoogte in boorgat:	0.30 m	0.30 m

Berekende doorlaatfactor (k)

voor reeks 1 0.16 m/dag

voor reeks 2 0.12 m/dag

Uitvoering door: JBD

Controle vakdeskundige: MPT

Versie: MS013.01

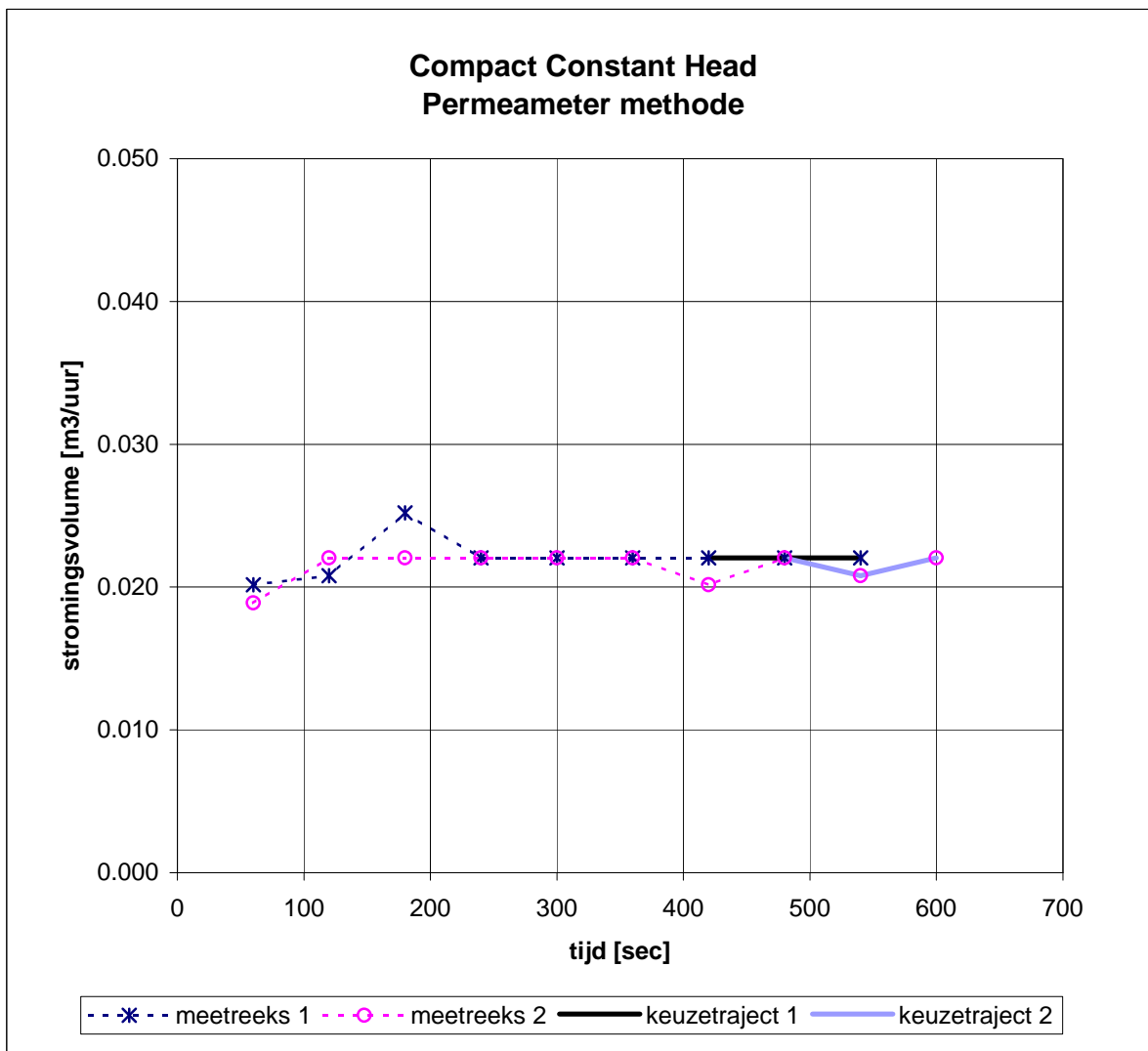
RESULTATEN COMPACT CONSTANT HEAD PERMEAMETER

LOCATIE HB1

Opdracht: 6009-0361-000

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Bijlage: CCHP1



keuzetraject = traject waarover de k-waarde bepaald wordt

Datum van uitvoering: 11 November 2009

Diepte boorgat: 1.38 m - MV

Diameter boorgat: 0.05 m

Waterhoogte in boorgat: reeks 1 0.23 m reeks 2 0.23 m

Berekende doorlaatfactor (k)

voor reeks 1 3.67 m/dag

voor reeks 2 3.60 m/dag

Uitvoering door: JBD

Controle vakdeskundige: MPT

Versie: MS013.01

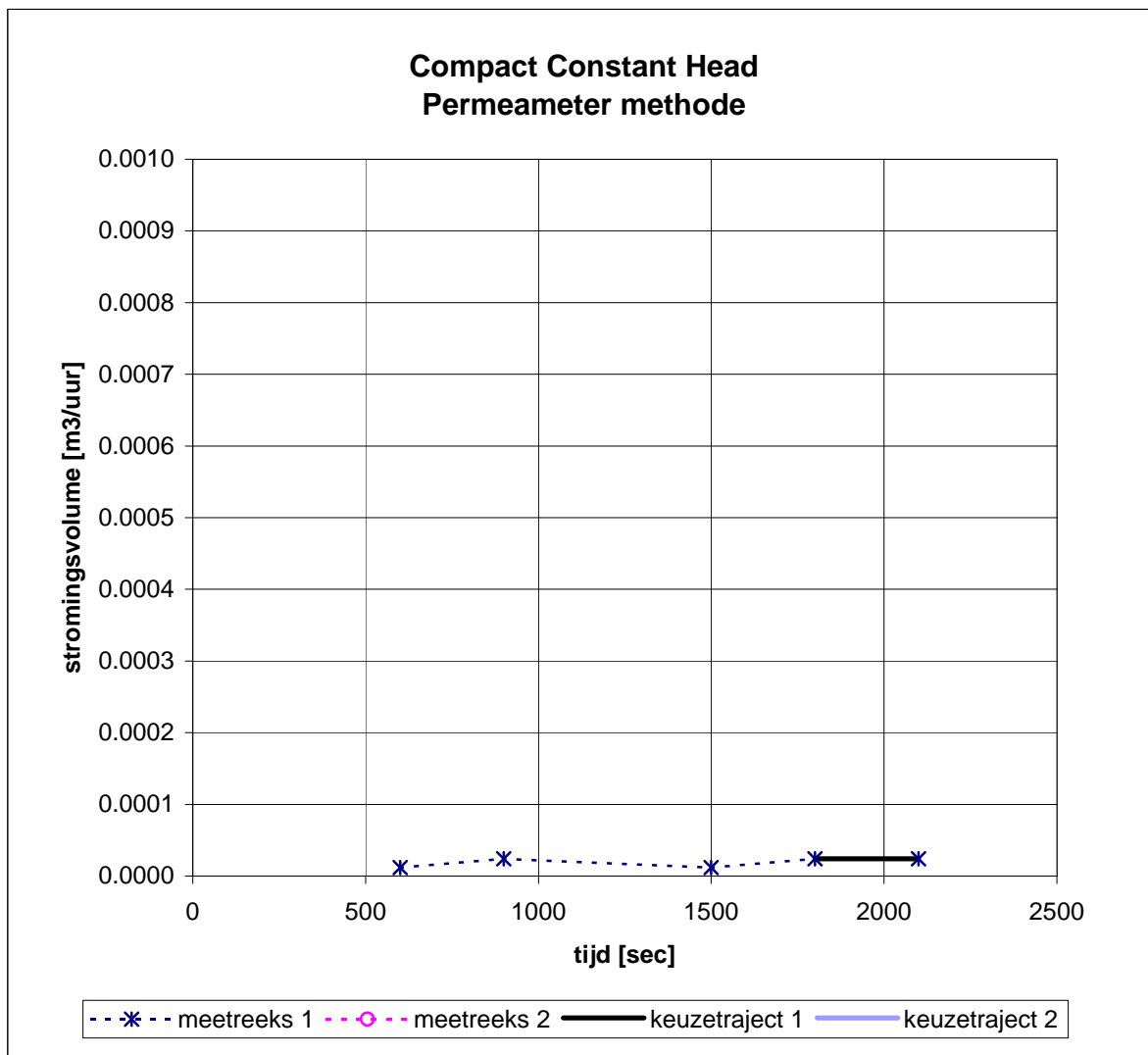
RESULTATEN COMPACT CONSTANT HEAD PERMEAMETER

LOCATIE HB2

Opdracht: 6009-0361-000

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Bijlage: CCHP2



keuzetraject = traject waarover de k-waarde bepaald wordt

Datum van uitvoering: 11 November 2009

Diepte boorgat: 1.09 m - MV

Diameter boorgat: 0.05 m

Waterhoogte in boorgat: reeks 1 0.25 m reeks 2 0.00 m

Berekende doorlaatfactor (k)

voor reeks 1 0.003 m/dag

voor reeks 2 ##### m/dag

Uitvoering door: JBD

Controle vakdeskundige: MPT

Versie: MS013.01

RESULTATEN COMPACT CONSTANT HEAD PERMEAMETER

LOCATIE HB3

Opdracht: 6009-0361-000

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

Bijlage: CCHP3



Copyright © Topografische Dienst, Emmen

● Peilbuizen van het landelijk meetnet van TNO

schaal 1 : 25.000

LOCATIEOVERZICHT EN PEILBUISLOCATIES TNO

PLAN DE GEEST TE BEEK UBBERGEN

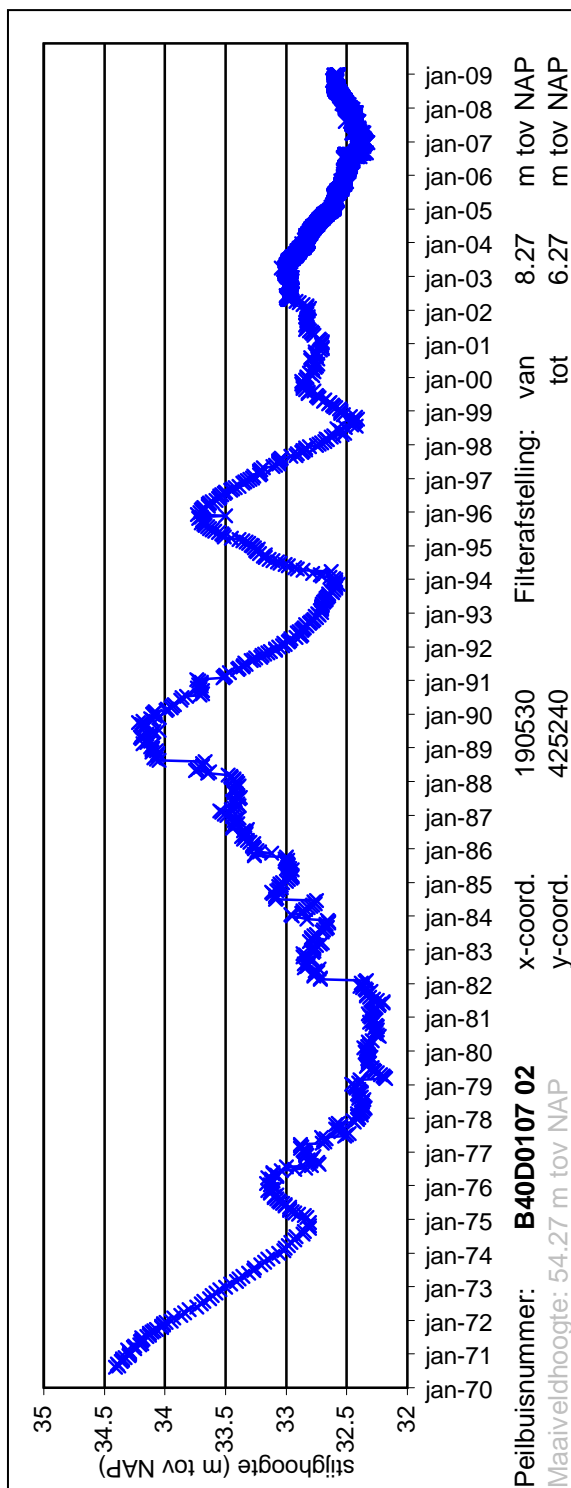
Opdr. : 6009-0361-000
Bijlage : 2



DINO
Grondwater
TNO

Tijd-stijghoogtelijnen

Periode van: 1-1-1970 tot: 1-1-2010 Referentie: NAP



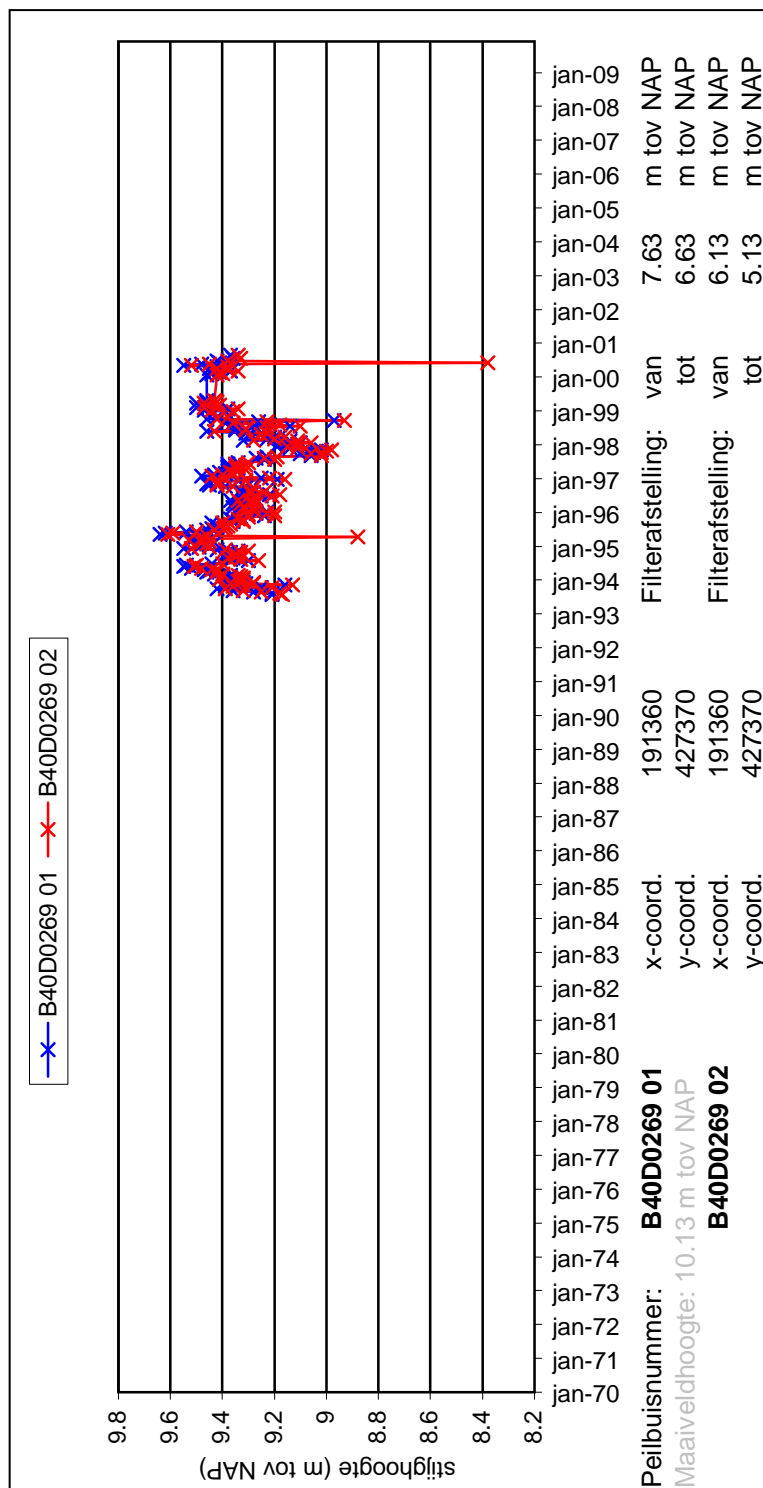
Peilbuisnummer: **B40D0107 02**
 Maaiveldhoogte: 54.27 m tov NAP
 Filterafstelling: van 8.27 m tov NAP tot 6.27 m tov NAP
 x-coord. 190530
 y-coord. 425240



DINO
Grondwater
TNO

Tijd-stijghoogtelijnen

Periode van: 1-1-1970 tot: 1-1-2010 Referentie: NAP



Peilbuisnummer: **B40D0269 01**
 Maaiveldhoogte: 10.13 m tov NAP

Filterafstelling: van tot
 van tot

x-coord. 191360
 y-coord. 427370

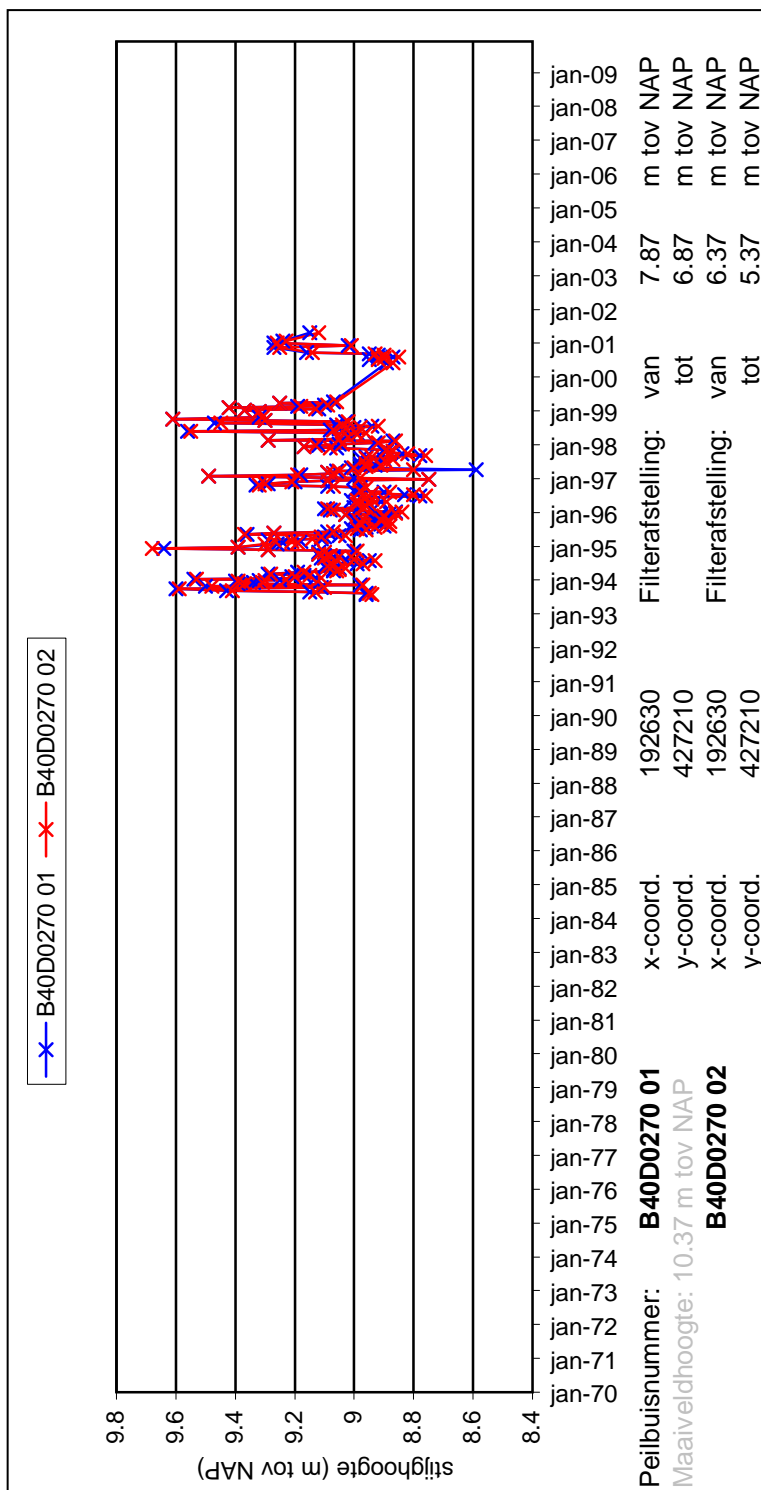
x-coord. 191360
 y-coord. 427370



DINO
Grondwater
TNO

Tijd-stijghoogtelijnen

Periode van: 1-1-1970 tot: 1-1-2010 Referentie: NAP



Peilbuisnummer: **B40D0270 01**
 Maaiveldhoogte: 10.37 m tov NAP

Peilbuisnummer: **B40D0270 02**
 Maaiveldhoogte: 10.37 m tov NAP

Filterafstelling: van tot
 Filterafstelling: van tot

192630 427210
 192630 427210

x-coord. y-coord.
 x-coord. y-coord.

7.87 6.87
 6.37 5.37

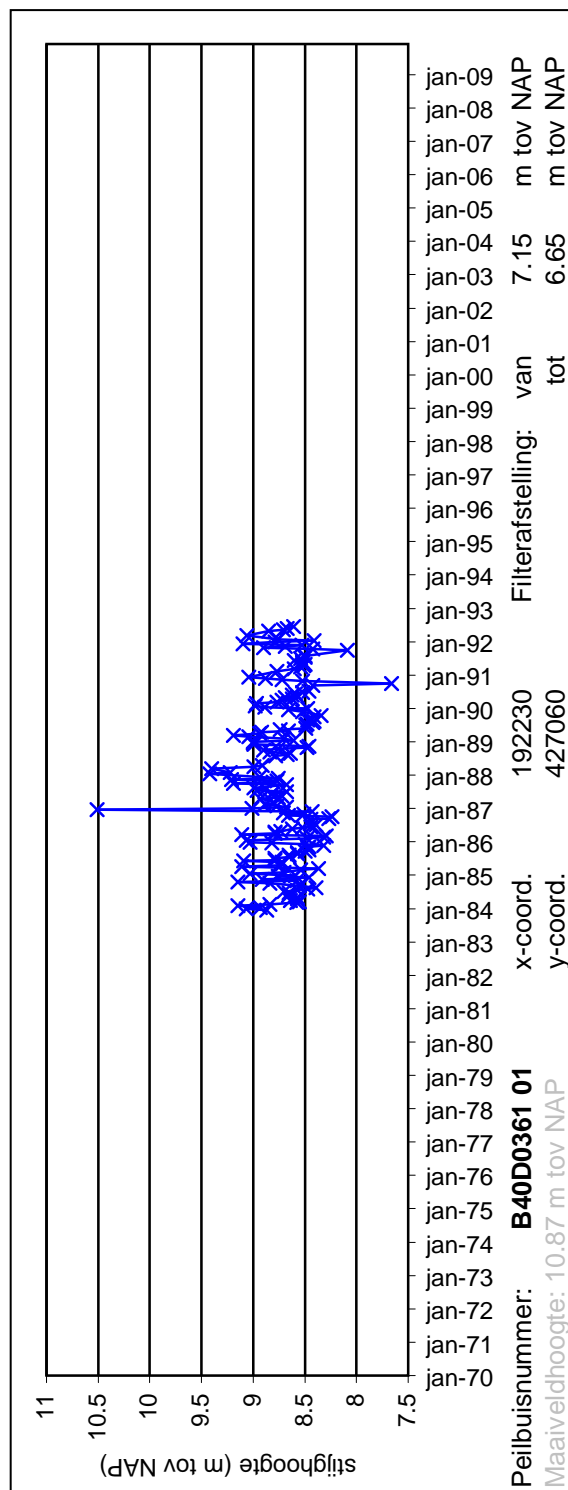
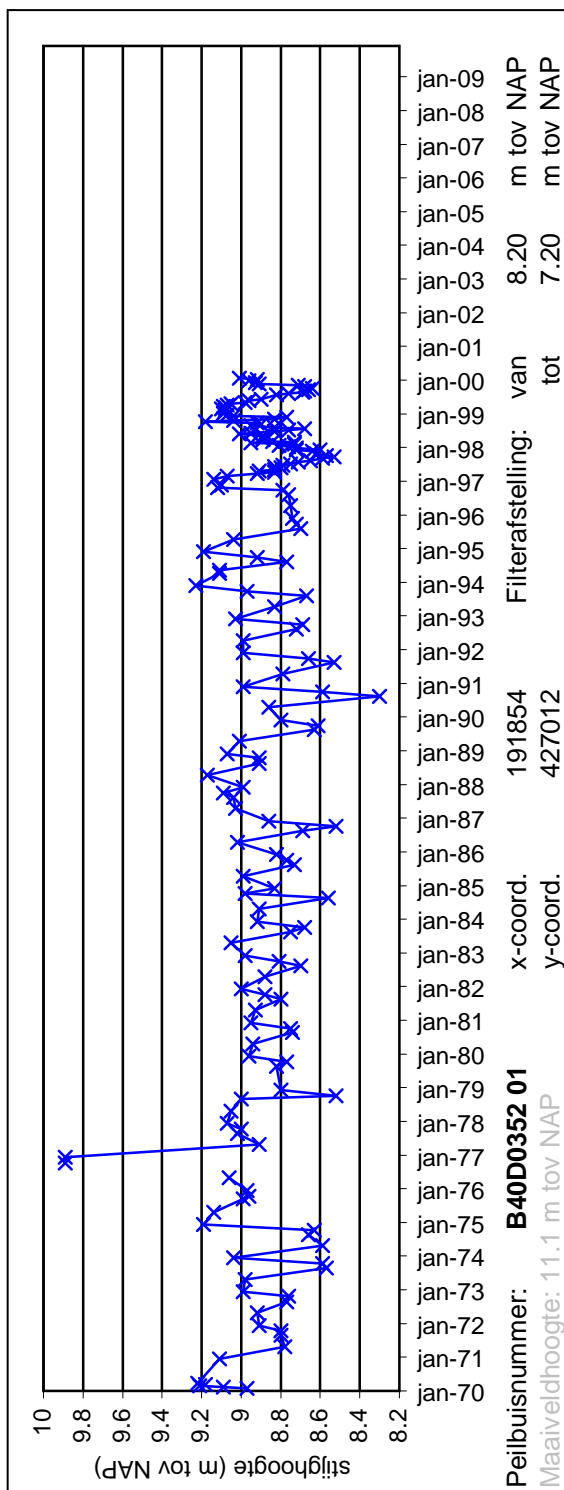
jan-09
 jan-08
 jan-07
 jan-06 m tov NAP
 jan-05 m tov NAP
 jan-04 m tov NAP
 jan-03 m tov NAP
 jan-02
 jan-01
 jan-00
 jan-99
 jan-98
 jan-97
 jan-96
 jan-95
 jan-94
 jan-93
 jan-92
 jan-91
 jan-90
 jan-89
 jan-88
 jan-87
 jan-86
 jan-85
 jan-84
 jan-83
 jan-82
 jan-81
 jan-80
 jan-79
 jan-78
 jan-77
 jan-76
 jan-75
 jan-74
 jan-73
 jan-72
 jan-71
 jan-70



DINO
Grondwater
TNO

Tijd-stijghoogtelijnen

Periode van: 1-1-1970 tot: 1-1-2010 Referentie: NAP



INFILTRATIE-UNITS

De infiltratie-unit is een ondergrondse bergings- en infiltratievoorziening. Hemelwater dat via een afvoerleiding direct in de ondergrond wordt gebracht, kan worden geborgen in een systeem van kunststof infiltratie-units, waarna het kan wegzijgen naar de omgeving. Het systeem is zowel collectief als individueel toepasbaar.

Berging en infiltratie

De bergingscapaciteit van een unit is groot (holle ruimte = ca. 95%). Units zijn stapelbaar en koppelbaar, waardoor de gewenste vorm en afmetingen kunnen worden bereikt. Een systeem van units wordt omhuld met een waterdoorlatend geotextiel en aangevuld met filtergrind of drainzand.



De uiteindelijke infiltratiecapaciteit van een unit wordt bepaald door de doorlatendheid van de natuurlijke bodem. De units kunnen door het grote bergend vermogen ook worden toegepast in minder doorlatende bodems. Hierbij neemt de leeglooptijd toe. Neerslaghoeveelheden die niet kunnen worden geborgen zullen via een overstort worden afgevoerd op het riool of open water.

Onderhoud

Om vervuiling te beperken dienen randvoorzieningen te worden toegepast zoals bladafscheiders in regenpijpen, filters in kolken en zandvangputten. Daarnaast dient instroming van vervuild water uit andere stelsels te worden voorkomen. De mogelijkheden voor inspectie en onderhoud zijn beperkt; momenteel wordt onderzoek gedaan naar verbetering hiervan.

Aandachtspunten

Ten behoeve van optimale infiltratiemogelijkheden van het geborgen hemelwater dienen infiltratie-units op voldoende afstand van elkaar te worden aangelegd. Daarbij dient bij de dimensionering met name te worden gelet op een zo groot mogelijk wandoppervlak, omdat de bodem op termijn als niet-doorlatend wordt beschouwd. Het systeem dient beneden het kruipruimteniveau en boven de grondwaterstand te worden aangelegd. De afstand ten opzichte van gevels en groenvoorzieningen als bomen en hoge struiken dient minimaal 5 à 7 m te bedragen. De benodigde gronddekking bedraagt ca. 0,7 à 1,0 m en is afhankelijk van de inrichting, de bovenbelasting en het type unit.



KWALITEITSASPECTEN

Bij toepassing van infiltratiesystemen neemt het risico dat milieubelastende stoffen in de bodem kunnen geraken toe. Bij neerslag stromen verontreinigingen van verharde oppervlakken af, waardoor de mate van verontreiniging van dit water toeneemt. Door het treffen van bronmaatregelen kan de verontreiniging van afstromend regenwater door diffuse bronnen worden beperkt. Hiermee neemt eveneens de levensduur van infiltratievoorzieningen toe. De kwaliteit van het afstromende regenwater wordt mede bepaald door het soort verhard oppervlak. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen dak-, weg- en overige oppervlakken.



Foto: toepassing loodslabben

Dakoppervlakken

Bij het infiltreren van afstromend dakwater wordt afgeraden uitlogbare en / of milieubelastende stoffen zoals zinken dakgoten en afvoerpijpen, loodslabben, koperen dakmaterialen en teerhoudend bitumen toe te passen.

Bij de (ver)bouw van woningen dient naar materialen te worden gezocht, waarmee de belasting van het te infiltreren (regen)water dient te worden voorkomen, zodat accumulatie van verontreinigingen in de bodem kan worden beperkt.

Straatoppervlakken

Verontreinigingen op wegen en straten zijn een gevolg van slijtage van autobanden, remmen en het wegdek, verbranding van benzine, lekverliezen, onkruidbestrijding en afspoeling van strooizout. Ten aanzien van de infiltratie van afstromend wegwater worden de volgende richtlijnen gehanteerd:

- Wegen waar bussen en/of vrachtverkeer rijdt komen niet in aanmerking voor afkoppelen;
- Bedrijventerreinen, winkelstraten en marktterreinen komen tevens niet in aanmerking;
- Wegen en aangrenzende parkeerplaatsen met een verkeersintensiteit > 500 voertuigen per etmaal dienen nader onderzocht te worden, alvorens deze worden afgekoppeld;
- Voertuigen dienen op speciaal ingerichte (auto)wasplaatsen te worden gereinigd;
- Het hondenbeleid, het beleid ten aanzien van onkruidbestrijding, het gebruik van strooizout en verontreinigingen door vuurwerk of straatactiviteiten in verband met de hierbij vrijkomende belastende stoffen afstemmen op de gekozen infiltratievorm;
- Straatvuil en blad dienen regelmatig verwijderd te worden.

Bij twijfel over de waterkwaliteit wordt altijd voorgesteld te lozen op een verbeterd gescheiden stelsel. Hiermee wordt een directe vervuiling van grond- en oppervlaktewater voorkomen. Bij infiltratie wordt voorgesteld een voorziening in combinatie met een bodempassage te kiezen. Daarbij dient de bodemlaag als verontreinigd te worden beschouwd.

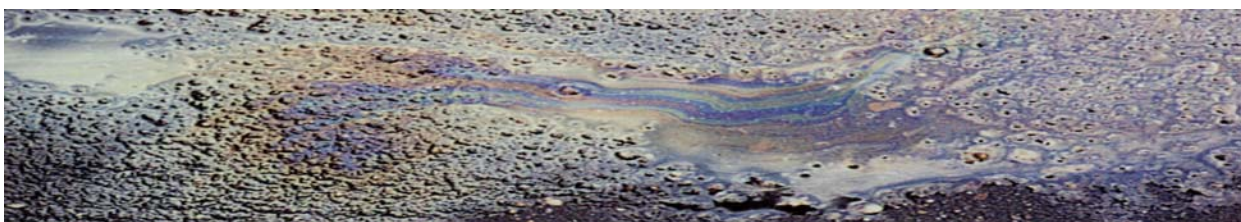


Foto: olie en benzine op wegdek

Overige oppervlakken

- Straatmeubilair dient zo te worden afgewerkt dat minder uitloging van milieuonvriendelijke stoffen kan optreden;
- Het toepassen van uitloogbaar verduurzaamd hout dient gemeden te worden.

Risico's

Bij infiltratie dient rekening te worden gehouden met de volgende risico's:

- Indien sprake is van een (grondwater)verontreiniging mag door infiltratie geen (extra) verplaatsing van de verontreiniging optreden (wellicht beter niet afkoppelen);
- Bij voorkeur bovengronds afkoppelen waardoor foutieve aansluitingen kunnen worden opgemerkt en maatregelen kunnen worden getroffen.

Calamiteitenplan

Bij calamiteiten (bv. een lekke tank en ongevallen) dient de aanvoer naar infiltratieleidingen en / of naar oppervlaktewater direct te worden afgesloten. Een actieplan in geval van dergelijke calamiteiten dient beschikbaar te zijn bij de beheerder van het systeem.

Onderhoud-/ beheersplan

In een onderhoud-/ beheersplan dienen de verschillende systeemonderdelen te worden benoemd en dienen de bijbehorende onderhoud- en beheersvormen (wegbeheer, onderhoud leidingen en putten etc.) te worden omschreven. Voor het beheer en onderhoud dient een logboek te worden opgesteld. Er dient rekening te worden gehouden met een meer intensief beheer en onderhoud.



Foto's: mogelijk verdachte waterkwaliteit bij marktplaatsen en drukke kruispunten

Tot slot

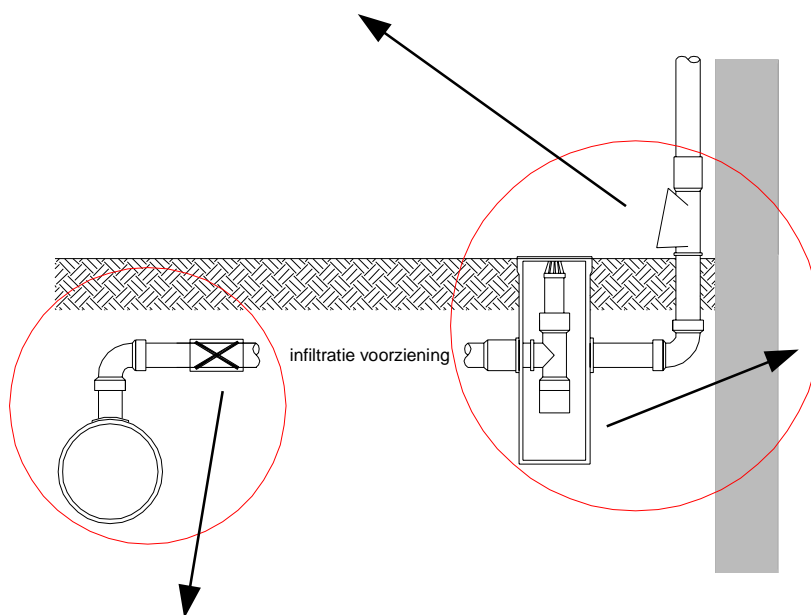
In relatie tot de waterkwaliteitsaspecten en de keuze van de voorziening wordt voorgesteld in contact te treden met gemeente en waterschap, zuiveringsschap of hoogheemraadschap. De mensen op de betreffende afdelingen kunnen u verder informeren over de lokale regelgeving en de mogelijkheden voor afkoppeling van regenwater van verharde terreinoppervlakken. Vanzelfsprekend kan Fugro u hierbij eveneens van dienst zijn.

RANDVOORZIENINGEN

Om vervuiling en dichtslibbing van bergings- en infiltratievoorzieningen te beperken dienen randvoorzieningen te worden toegepast zoals bladafscieder in regenpijpen, filters in kolken en zandvangputten. Daarnaast dient ten allen tijde instroming van vervuild water uit andere stelsels te worden voorkomen.

Bladafscieder

Regenwater dat op het dak valt, wordt via een (kunststof) dakgoot naar een verticale standleiding getransporteerd. Daarin zit een bladafscieder die bladeren en grof vuil uitwerpt en die tevens dienst doet als overstort bij extreme regenval. Voor een groot deel worden verstoppingen in leidingen en voorzieningen hiermee voorkomen. Het gebruik van kunststof dakgoten heeft de voorkeur.



Zandvangput

Na de bladafscieder komt het regenwater in een zandvangput terecht. De zware deeltjes bezinken en het water stroomt via een filterconstructie naar de voorziening.

De zandvangput moet zo worden geplaatst dat deze makkelijk te reinigen is. Afhankelijk van de ligging van de afvoerleiding kan de zandvangput tevens functioneren als ontluchting.

Keerklep

Door het aanbrengen van een keerklep tussen de voorziening en het rioolstelsel, wordt voorkomen dat vervuild (riool)water bij hevige neerslagsituaties vanuit het riool de voorziening instroomt. Deze constructie dient nauwlettend te worden gecontroleerd en zo nodig dubbel te worden uitgevoerd.

Kolkfilter

Regenwater dat op straat valt, wordt opgevangen via kolken. Om het grove vuil en blad af te vangen worden de kolken voorzien van een kolkfilter. Dit filter hangt in de kolk, is onzichtbaar vanaf het maaiveld en kan makkelijk verwijderd worden. De openingen zijn ca. 10 bij 3 mm groot, zodat grove vervuiling (bladeren, takjes, plastic of papier) uit het regenwater gefilterd wordt. Bij reiniging kan het filter zonodig uit de kolk worden genomen. De bodem is open, waardoor tevens een zandvang kan worden toegepast.

