



Rapport

Watertoets
Ziekenhuisterrein Bernhoven
te Veghel

Aveco de Bondt
bezoekadres Stationsweg 3
postbus 33
postcode 3970 AE Driebergen
telefoon 00343-523100
telefax 00343-523196
internet www.avecodebondt.nl

projectnaam **Rapport Watertoets herontwikkeling Ziekenhuisterrein Bernhoven**
projectnummer **101499**
kenmerk **R-SvdT/18/101499**

opdrachtgever **AM**
postadres **Postbus 4052
3502 HB Utrecht**
contactpersoon **Dhr. A. van Dijk**

status **Definitief**
versie **01**

aantal pagina's **12 en 3 bijlagen**
datum **24 september 2013**




auteur **drs. ing. B.J. van Dijk
S.P.M. van den Tillaart MSc.**

paraaf 
gecontroleerd **ing. W. Brouwer**



Aveco de Bondt
bezoekadres Stationsweg 3
postbus 33
postcode 3970 AE Driebergen
telefoon 00343-523100
telefax 00343-523196
internet www.avecodebondt.nl

Colofon

Document:	Rapport Watertoets herontwikkeling Ziekenhuisterrein Bernhoven		
Bestandsnaam:	Definitief waterparagraaf		
	Naam	Datum	Paraaf
Opsteller	Drs. ing. B.J. van Dijck S.P.M. van den Tillaart MSc	24-09-2013	
Controleur	Ing. W. Brouwer	24-09-2013	
Projectleider	Drs. P. Dassen	24-09-2013	

VERSIE	DATUM	STATUS	TOELICHTING
0.1	31-01-2013	Concept	Eerste versie
1.0	24-09-2013	Definitief	Definitieve versie, berging aangepast

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	2
2	LOCATIEGEGEVENS	3
2.1	Beschrijving onderzoekslocatie	3
2.2	Toekomstig gebruik	4
2.3	Onderzoeksmethode	5
3	GEOHYDROLOGISCHE GEGEVENS	6
3.1	Bodem	6
3.1.1	Bodemopbouw en doorlatendheid	6
3.1.2	Grondwaterstanden	7
3.2	Riolering	7
4	KADERSTELLING	8
4.1	Inleiding	8
4.1.1	Waterschap Aa en Maas	8
4.1.2	Gemeente	9
5	WATERBERGING OF INFILTRATIE TOEKOMSTIGE SITUATIE	10
5.1	Bepaling afvoerende oppervlaktes en bergingsvolume	10
5.1.1	Oppervlaktebepaling	10
5.1.2	Volume bepaling afstromend hemelwater dat moet worden geborgen	10
5.2	Bepaling afmetingen infiltratiekratten	10
5.2.1	Infiltratiekratten	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
5.2.2	Infiltratiesleuven	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
5.2.3	Overstortvoorziening	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
6	CONCLUSIE/ WATERPARAGRAAF	12
7	AANBEVELINGEN	FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.

Bijlagen

bijlage 1: Besprekingsverslag Aa en Maas 2 maart 2012

bijlage 2: Fugro rapport Herontwikkeling voormalige ziekenhuislocatie te Veghel, opdrachtnummer 1110-0048-000, d.d. 22 februari 2011

bijlage 2: Fugro rapport Herontwikkeling voormalige ziekenhuislocatie te Veghel, opdrachtnummer 1110-0048-000, d.d. 22 februari 2011

bijlage 3: Uitgangspuntennotitie digitale watertoets

1 INLEIDING

In opdracht van AM is door Aveco de Bondt een watertoets uitgevoerd. De watertoets is uitgevoerd ten behoeve van de herontwikkeling van het ziekenhuisterrein Bernhoven te Veghel.

De watertoets levert de aanzet voor de waterparagraaf en de conclusie van onderhavig rapport is daarmee de waterparagraaf. De waterparagraaf beschrijft de gevolgen van de herinrichting van het ziekenhuisterrein te Veghel. Sinds 1 november 2003 is er een wettelijke verplichting om een watertoets uit te voeren bij ruimtelijke plannen. Op grond van de nieuwe Wro (per 1 juli 2008 in werking) wordt onder ruimtelijke plannen verstaan: structuurvisie, bestemmingsplan, beheersverordening en projectbesluit. De watertoets is een stappenplan dat ervoor zorgt dat alle overheden op het gebied van water worden betrokken bij de ontwikkeling van het onderzoeksgebied.

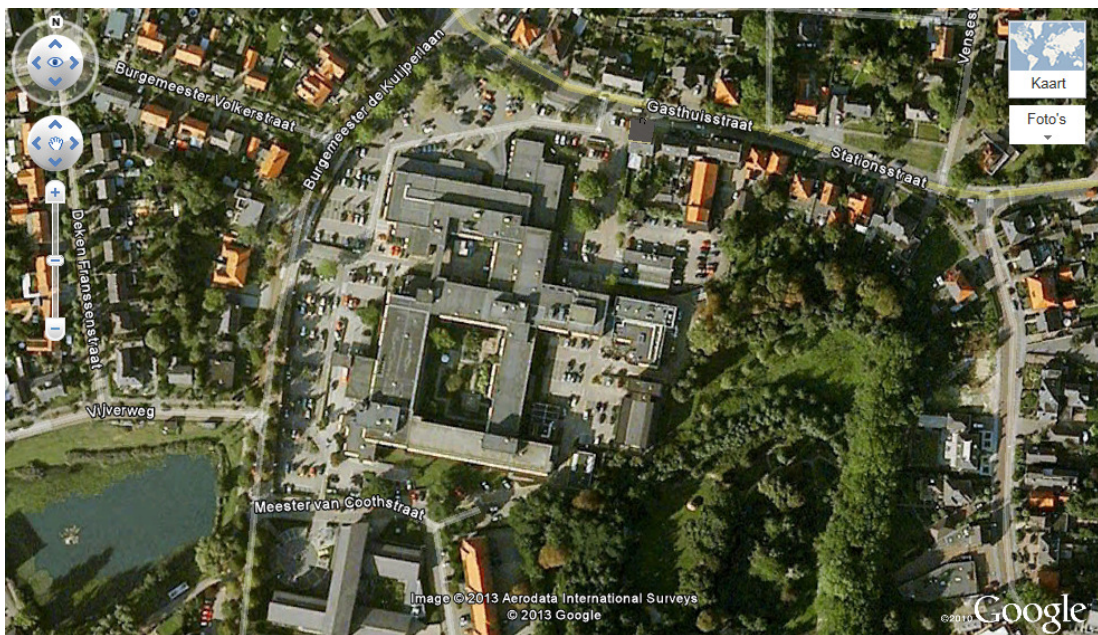
Dit document geeft inzicht in de omgevingseigenschappen, relevant beleid (en uitkomsten van gevoerd overleg) en een beschrijving van de geplande ontwikkeling. Vervolgens wordt de invloed van de nieuwbouw getoetst aan de waterhuishouding in het onderzoeksgebied en de omgeving.

In de conclusie/ het wateradvies komt naar voren dat door een afname van het verharde oppervlak er vanuit het waterschap geen opgave is voor waterberging of infiltratie binnen het onderzoeksgebied. Wel wordt vanuit het Waterschap Aa en Maas en de Gemeente Veghel een richtlijn aangehouden dat bij nieuwe ontwikkelingen 15 mm per vierkante meter verhard oppervlak geborgen en/of geïnfiltreerd moet worden.

2 LOCATIEGEGEVENS

2.1 Beschrijving onderzoekslocatie

De onderzoekslocatie is gelegen tussen de volgende straten, de Burgemeester de Kuijperlaan, Mr. Van Coothstraat en de Gasthuisstraat te Veghel. Binnen het Rijksdriehoeksnet heeft de onderzoekslocatie globaal de coördinaten $X = 165.700$ en $Y = 403.625$ m. In figuur 1 is een luchtfoto van de locatie met het huidige bebouwde oppervlak weergegeven.



Figuur 1: Luchtfoto onderzoekslocatie

De onderzoekslocatie heeft een totale oppervlakte van circa 33.000 m^2 . De maaiveldhoogte loopt uiteen van circa NAP +8,40 m tot + 10,20 m (bron: www.AHN.nl). Binnen de grenzen van de onderzoekslocatie is geen oppervlaktewater aanwezig. Naar schatting bestaat 75% van de onderzoekslocatie uit verhard oppervlak, wat neerkomt op circa 24.750 m^2 . Voor een betere inschatting om het huidige verhard oppervlak te bepalen, is het opstellen van een massabalans nodig.

2.2 Toekomstig gebruik

De bestaande bebouwing gaat plaatsmaken voor nieuwbouw. In onderstaand figuur is het stedenbouwkundige ontwerp voor de nieuwbouw opgenomen (Voorlopig Stedenbouwkundig Ontwerp DAT, d.d.1 februari 2012). Er is een schatting gemaakt van het aandeel verhard oppervlak in de toekomstige situatie. Dit komt neer op ongeveer 19.800 m² verhard oppervlak. Voor een nauwkeuriger bepaling dient een massabalans uitgevoerd te worden. Geconcludeerd wordt wel dat het aandeel verhard oppervlak in de toekomst afneemt.



Figuur 2: Stedenbouwkundig ontwerp

2.3 Onderzoeksmethode

Ten behoeve van de waterparagraaf is een aantal specifieke gegevens verzameld zoals fysieke omgevingskenmerken en bodemgegevens. Om deze gegevens te verkrijgen is o.a. informatie ingewonnen bij het TNO Dinoloket en is onderzoek uitgevoerd door Fugro (zie bijlage 1). Tevens is overleg gevoerd met het waterschap.

Het onderzoeksgebied bevindt zich in de provincie Noord Brabant, het beheersgebied van waterschap Aa en Maas en de gemeente Veghel. De provincie is vanwege de (verhoudingsgewijze) kleinschaligheid niet betrokken bij de verdere uitwerking van deze watertoets.

3 GEOHYDROLOGISCHE GEGEVENS

In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe het onderzoeksgebied er ondergronds uitziet. Er wordt aandacht besteed aan de bodem en het grondwater. Deze gegevens zijn grotendeels overgenomen uit het Fugro rapport Herontwikkeling voormalige ziekenhuislocatie te Veghel, opdrachtnummer 1110-0048-000, d.d. 22 februari 2011. Dit rapport is opgesteld in opdracht van Aveco de Bondt als onderdeel van het infiltratieonderzoek en opgenomen in bijlage 2. Voor een compleet overzicht van de gegevens wordt verwezen naar de bijlage.

3.1 Bodem

3.1.1 Bodemopbouw en doorlatendheid

Op basis van het onderzoek van Fugro wordt geconcludeerd dat de bodemopbouw tot ca. 1,3 -2,2 m-mv (ca. NAP +8,4 m à +6,2 m) uit grof tot matig fijne zandlagen bestaat, lokaal humeus. Onder deze zandlagen is een slecht doorlatende klei-/leemlaag aangetroffen tot ca. 3,0 - 4,5 m-mv (ca. NAP +6,2 m à +3,9 m). Onder de klei-/leemlaag zijn matig fijne en matig siltige zandlagen te vinden tot een diepte van 5,9 - 6,3 m-mv (ca. NAP +3,9 m à 2,0 m).

De boven de kleilaag aangetroffen zandlagen (topzandlaag) zijn over het algemeen matig tot redelijk doorlatend. De onder de kleilaag aangetroffen zandlagen zijn naar verwachting matig tot redelijk doorlatend. De aangetroffen kleilagen zijn slecht doorlatend.

Door de aanwezigheid van de slecht doorlatende kleilagen zal de wegzijging van geïnfiltreerd regenwater naar de ondergrond sterk beperkt worden. Om toch infiltratie plaats te laten vinden, moet de slecht doorlatende laag doorbroken worden.

Op basis van de uitgevoerde doorlatendheidsmetingen en ervaring van Fugro is voor verschillende lagen een maatgevende doorlatendheid bepaald. De waarden zijn opgenomen in onderstaande tabel:

Tabel 1 Doorlatendheid

Bodemmateriaal	K-factor (m/dag)
Matig fijn zand	Ca 0,6
Matig grof zand	Ca 5,4

Door Fugro wordt opgemerkt dat de gemeten doorlatendheden op de projectlocatie afwijken van het algemene beeld dat past bij het aangetroffen bodemmateriaal. Bij ontwerpberekeningen, waarbij de k-waarden gebruikt worden, dient rekening gehouden te worden met ontwerpspecifieke correctiefactoren. Deze correctiefactoren zijn niet nader gespecificeerd door Fugro, maar als stelregel kan met de helft van de waarde worden gerekend.

3.1.2 Grondwaterstanden

Tijdens de uitvoering van het geohydrologisch veldwerk van Fugro is een grondwaterstand aangetroffen van ca. NAP +6,6 à +8,7 m. Fugro geeft aan dat verwacht mag worden dat de gemiddelde grondwaterstand ca. NAP + 7,80 m bedraagt. In nattere perioden wordt verwacht dat de grondwaterstand van het eerste watervoerend pakket kan stijgen tot NAP +6,6 à +8,6 m (ca. 1,6 - 1,8 m-mv).

3.2 Riolering

Uit het gespreksverslag (bijlage 2) blijkt dat “in de Burgemeester De Kuijperlaan zowel de hwa (Hemelwaterafvoer) als de dwa (droogweerafvoer) kan worden geloosd”. In deze fase (bestemmingsplanfase) wordt dit geïnterpreteerd als overstortlozing vanuit de infiltratie- of bergingsvoorziening. Dit geldt slechts wanneer de aansluithoogte van het riool diep genoeg ligt.

Niet intensief bereiden oppervlakken mogen volgens het waterschap zonder voorzieningen op open water geloosd worden. Dit dient nader afgestemd te worden met de gemeente Veghel.

4 KADERSTELLING

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op specifieke eisen van de verschillende overheden. Wanneer deze eisen worden samengevoegd ontstaat er een kader waarbinnen het plan kan worden uitgevoerd.

Relevante beleidsstukken op het gebied van water zijn op nationaal en Europees niveau de Vierde Nota Waterhuishouding, WB21, Nationaal Bestuursakkoord Water en de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW). Daarnaast gelden op provinciaal niveau als beleidskader de Provinciale Waterhuishoudingsplannen en het Waterbeheersplan van Waterschap Aa en Maas.

Aanvullend is er op 2 maart 2012 overleg gevoerd met waterschap Aa en Maas. De verkregen informatie is niet beleidsmatig, wel kaderstellend en zal eveneens worden beschouwd. Belangrijkste gezamenlijke punt uit de verkregen informatie is dat water een belangrijk sturend element is in de ruimtelijke ordening. De volgende twee onderwerpen zijn leidend:

- Vasthouden-bergen-afvoeren (waterkwantiteit),
- Voorkomen-scheiden-zuiveren (waterkwaliteit).

4.1.1 Waterschap Aa en Maas

Binnen de grenzen van de onderzoekslocatie is geen oppervlaktewater aanwezig. Primair heeft het waterschap geen invloed op de inrichting van de locatie. Het waterschap heeft een indirect sturende rol bij het maken van keuzes doordat zij waterbeheerder zijn. Door het waterschap wordt de ontwikkelaar derhalve geattendeerd op de mogelijkheden voor stimuleringsregelingen voor groene daken. De voorwaarden voor deze stimuleringsregeling zijn te vinden op de website van het waterschap:

http://www.aaenmaas.nl/informatie_op_maat/item_161436/item_200595/hemelwater.

Op 2 maart 2012 heeft een overleg plaatsgevonden met Waterschap Aa en Maas (zie bijlage 1). Er is sprake van een afname van het verhard oppervlak. In principe is er geen wateropgave. In de directe nabijheid is open water aanwezig, namelijk de vijver 'moeders gat' bij het voormalige Zwijzen College (Burgemeester De Kuijperlaan) en de gracht in de kloostertuin (tussen de Stationsstraat en de Burgemeester De Kuijperlaan).

Om de opgave voor waterberging of infiltratie te bepalen is de digitale watertoets ingevuld (www.dewatertoets.nl). Een toename van de verharding leidt tot compensatieplicht (het terugbrengen van water in of in de directe nabijheid van het onderzoeksgebied). In dit geval is er een afname van verhard oppervlak. In dat geval is het waterschap voorstander van infiltratie¹. Richtlijn hierbij is 15 mm/m² verhard oppervlak. Dit kwam ook naar voren bij het overleg met het waterschap op 2 maart 2012. Het volledige verslag hiervan is opgenomen in bijlage 1. De uitgangspuntennotitie naar aanleiding van de digitale watertoets is bijgesloten in bijlage 3.

4.1.2 Gemeente

Waterplan gemeente Veghel, Hoofdrapport (Arcadis, 30 januari 2002):

In het waterplan is het beleid verwoord dat de gemeente wenst te voeren ten aanzien van het gemeentelijk waterbeheer. Het waterplan is gebaseerd op het waterbeleid van het Rijk, de provincie Noord-Brabant en Waterschap Aa en Maas en de gemeentelijke visie ten aanzien van water. Het plan bevat twee delen: een visiegedeelte waarin streefbeelden zijn benoemd en een uitvoeringsgedeelte. De streefbeelden verwoorden de gewenste situatie.

Vanuit de streefbeelden in het waterplan zijn uitgangspunten benoemd voor de gewenste waterhuishouding in het onderzoeksgebied. Voor dit project zijn van belang:

- Voor het watersysteem vormt ‘niet afwentelen’ het uitgangspunt, op basis van de drietrapsstrategie: vasthouden - bergen - afvoeren. Voor stedelijk gebied geldt hierbij: de hydrologische invloed van stedelijke gebieden op het regionale watersysteem is minimaal (hydrologisch neutraal);
- De vermenging van schoon met vuil water wordt zo veel mogelijk beperkt.

Op 30 januari 2013 is telefonisch contact geweest met Jos Bongers van de gemeente Veghel. Hij gaf aan dat bij de afname van het verhard oppervlak er geen opgave voor compensatie is, maar dat de gemeente in samenspraak met Waterschap Aa en Maas voorschrijft om 15 mm per vierkante meter verhard oppervlak te infiltreren of het te bergen binnen het eigen onderzoeksgebied.

¹ Overleg met waterschap Aa en Maas, d.d. 2 maart 2012

5 WATERBERGING TOEKOMSTIGE SITUATIE

In dit hoofdstuk worden de conclusies omtrent een onderzoek naar de mogelijkheden en dimensionering van meerdere varianten van waterberging en/of infiltratie verwoord.

5.1 Bepaling afvoerende oppervlaktes en bergingsvolume

5.1.1 Oppervlaktebepaling

Het totale oppervlak van het onderzoeksgebied is bepaald aan de hand van het voorlopige stedenbouwkundig ontwerp van 01-02-2012². In totaal komt dat neer op een onderzoeksgebied met een oppervlakte van ongeveer 33.000 m². Om het aandeel verhard en onverhard in de toekomstige situatie te bepalen, is een schatting gedaan.

- Verhard (60%) = 19.800 m² en
- onverhard (40%) = 13.200 m²

5.1.2 Volumebepaling afstromend hemelwater dat moet worden geborgen

Het volume dat aan berging is benodigd, is bepaald door het areaal afstromend oppervlak te vermenigvuldigen met 15 mm/ m². We gaan uit van een verhard deel van 19.800 m².

$19.800 \text{ m}^2 * 0,015 \text{ m} = 297 \text{ m}^3$ waterberging.

5.2 Bepaling bergingsvoorziening

In de concept waterparagraaf wordt ervan uitgegaan dat het hemelwater middels infiltratiekratten geborgen en geïnfiltreerd wordt in het plangebied. Hierop is echter een zienswijze gekomen, aangezien het toepassen van infiltratiekratten een bijdrage levert aan de reeds hoge grondwaterstanden in de nabijgelegen kloostertuin en omgeving. Daarom heeft de gemeente Veghel in overleg een alternatief aangedragen.

² Het ons aangeleverde dwg-bestand bleek niet geschikt om oppervlakten te bepalen. De oppervlakten zijn daarom zo goed mogelijk geschat.

Het alternatief komt voort uit een recentelijk onderzoek betreffende het afkoppelen van verhard oppervlak van het gemengde stelsel in de Vijverwijk (Oranjewoud, 2012). Uit het onderzoek blijkt dat in de vijver 'Moeders Gat' voldoende berging gecreëerd kan worden om aan de eisen van het Waterschap Aa en Maas en de gemeente Veghel te voldoen ten behoeve van het af te koppelen verhard oppervlak van de gehele wijk, waarin de planlocatie is gelegen.

Om het hemelwater vanuit de planlocatie op de vijver aan te sluiten, dient een hwa-riool te worden gerealiseerd.

6 CONCLUSIE/ WATERPARAGRAAF

Onderzoeksgebied

De onderzoekslocatie is gelegen aan de Burgemeester De Kuijperlaan te Veghel. De locatie staat bekend als het ziekenhuisterrein Bernhoven. De onderzoekslocatie heeft een totale oppervlakte van circa 33.000 m².

Toekomstige situatie onderzoeksgebied

De huidige bebouwing zal plaats maken voor nieuwbouw in de vorm van (deels)vrijstaande koopwoningen, huurappartementen en zorgeenheden.

Beleidsmatige uitgangspunten waterschap Aa en Maas en gemeente

Een toename van verharding leidt tot compensatieplicht (het terugbrengen van water in of in de directe nabijheid van het onderzoeksgebied). Indien er sprake is van een afname van het verhard oppervlak zijn zowel gemeente als waterschap voorstander van infiltratie in het kader van het 'niet afwentelen' Richtlijn hierbij is 15 mm/m² gerelateerd aan het verhard oppervlak.

Grondwater en bodemopbouw

In nattere perioden wordt verwacht dat de grondwaterstand van het eerste watervoerend pakket kan stijgen tot NAP + 6,60 à +8,5 m (ca. 1,6 - 1,8 m-mv). Op basis van het onderzoek wordt geconcludeerd dat de bodemopbouw tot ca. 1,3 - 2,2 m-mv (ca. NAP +8,4 m à +6,2 m) uit grof tot matig fijne zandlagen bestaat, met lokaal humeus materiaal. Daaronder bevindt zich een slecht doorlatende leem-/kleilaag tot ca. 3,0 - 4,5 m-mv (ca. NAP +7,2 m à +3,9 m), met daaronder matig fijne en matig siltige zandlagen.

Door de aanwezigheid van de slecht doorlatende kleilagen zal de wegzijging van geïnfiltreerd regenwater naar de ondergrond sterk beperkt worden. Om toch infiltratie plaats te laten vinden, moet de slecht doorlatende laag doorbroken worden.

Waterberging

Door de gemeente en het waterschap is gesteld dat per m² verharding, 15 mm waterberging gerealiseerd dient te worden. Dit leidt tot een bergingsvolume van ca. 297 m³. In de conclusie van het infiltratieonderzoek van Fugro is opgenomen dat de doorlaatbaarheid voldoende is voor infiltratie.

In overleg met de gemeente Veghel is besloten het hemelwater te bergen in de vijver 'Moeders Gat'. Deze vijver wordt voor de gehele Vijverwijk, waarin de planlocatie is gelegen, ingezet om af te koppelen verhard oppervlak te compenseren (15 mm). Om een van de planlocatie een aansluiting te maken op de vijver, wordt een hwa-riool gerealiseerd.

bijlage 1: **Besprekingsverslag Aa en Maas 2 maart 2012**

Aanwezig

Paul Verhoeven	waterschap Aan en Maas
Bart Verhoeven	waterschap Aan en Maas
Arthur Thomas	waterschap Aan en Maas
Erik Walboomers	AM
Willem Brouwer	Aveco de Bondt
Patrick Dassen	Aveco de Bondt

Zowel voor de ziekenhuizen Bernhovenn Veghel als Oss is AM samen met Brabant Wonen voornemens de vrijgekomen locaties te herontwikkelen tot gecombineerde woon- en zorgfunctie. Voor beide locaties is een stedenbouwkundig plan uitgewerkt. Voor de locatie Veghel is het ontwerp bestemmingsplan in voorbereiding. Voor beide locaties dient een waterparagraaf opgesteld te worden. Dit overleg dient dan ook beschouwd te worden als eerste aanzet voor de watertoets.

Oss

Voor de locatie Oss is sprake van een afname van het verhard oppervlak. Dit betekent dat voor deze locatie geen wateropgave aanwezig is. Het waterschap is uiteraard wel voorstander van infiltratie. Richtlijn hierbij is 15 mm/m². Door het waterschap wordt de ontwikkelaar geattendeerd op de mogelijkheden voor stimuleringsregelingen voor groene daken. De voorwaarden voor deze stimuleringsregeling zijn te vinden op de website van het waterschap:

http://www.aenmaas.nl/informatie_op_maat/item_161436/item_200595/hemelwater.

Binnen het onderzoeksgebied en in de directe omgeving is geen open water aanwezig. Voor infiltratie wordt het toepassen van kratten afgeraden. Wel wordt positief gereageerd op het toepassen van IT-riool of wadi's. Overigens zijn er binnen de locatie verschillen in k-waarde. Bij het ontwerp van infiltratievoorzieningen dient men hiermee rekening te houden. Bart Verhoeven adviseert contact op te nemen met de gemeente Oss: Beleidsmedewerker water bij de gemeente Oss is Frank Geenen, Ronnie Hurkens is verantwoordelijk voor rioleringen.

Veghel

Ook voor Veghel geldt dat er sprake is van afname van verhard oppervlak dus in principe geen wateropgave. In de directe nabijheid is openwater aanwezig, namelijk de vijver 'moeders gat' van het Zwijsencollege en de gracht in de kloostertuin. Op de locatie Veghel wordt onder een redelijk goed doorlatende zandlaag een slecht doorlatende klei- / leemlaag (vanaf ca. MV -1,3 à -2,2 m) aangetroffen. Hierdoor zal de wegzijging van geïnfiltreerd regenwater naar de ondergrond sterk beperkt worden. De boven de kleilaag aangetroffen zandlagen zijn over het algemeen matig (topzandlaag) tot redelijk doorlatend. De onder de kleilaag aangetroffen zandlagen zijn naar verwachting matig tot redelijk doorlatend. Gesproken is over het rioleringsstelsel. Uitgangspunt is in elk geval het gescheiden aanleveren. In de Burg. De Kuijperlaan kan zowel het hwa als de dwa worden geloosd. Niet intensief bereiden oppervlakken mogen volgens het waterschap zonder voorzieningen op open water geloosd worden. Nadere details dienen afgestemd te worden met de gemeente Veghel. Beleidsmedewerker water is Jos Bongers, riolering is Herman Hendriks.

bijlage 2:
Fugro rapport Herontwikkeling voormalige ziekenhuislocatie te
Veghel, opdrachtnummer 1110-0048-000, d.d. 22 februari 2011

RAPPORT
betreffende

**HERONTWIKKELING VOORMALIGE
ZIEKENHUISLOCATIE TE VEGHEL**

Opdrachtnummer: 1110-0048-000

Opdrachtgever : Aveco de Bondt B.V.
Postbus 223
3970 AE Driebergen

Datum grondonderzoek : 22 februari 2011

Projectleider : Ing. G.J.P. Boers

Opgesteld door : ing. C.M. Steenbergen-Dekker
Adviseur Hydrologie

VERSIE	DATUM	OMSCHRIJVING WIJZIGING	PARAAF PROJECTLEIDER
1	10 juni 2011	Eerste versie	

FILE: 1110-0048-000.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. Wensen en voorkeuren Gemeente Veghel en Waterschap De Aa	3
3. BODEMONDERZOEK	4
3.1. Algemeen	4
3.2. Sonderen	4
3.3. Booronderzoek	4
3.4. In-situ doorlatendheidsproeven	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. Doorlatendheid bodem	9
4.5. zettingsanalyse	9
5. INFILTRATIE / BERGING	10
5.1. Samenvatting bodem- en geohydrologische gesteldheid	10
5.2. Ontwateringscriteria	10
5.3. Mogelijkheden voor infiltratie / berging	10
5.4. Algemene beschrijving infiltratie-/ bergingsvoorzieningen	12
5.5. Indicatieve infiltratie-/ bergingsberekeningen	13
5.6. Aandachtspunten	14
5.6.1. <i>Infiltratie-units</i>	14
5.6.2. <i>Uitvoering, beheer en onderhoud</i>	15
5.6.3. <i>Effecten van de voorziening op de omgeving</i>	15
6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	16
 BIJLAGEN	
- Situatiekening	1
- "Legenda Continu elektrisch sonderen"	
- Sondeerstaten	DKM2 t/m DKM10
- "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten"	
- Boorstaten handboringen	HB1 t/m HB4a
- Resultaten in-situ doorlatendheidsmetingen	CCHP1 t/m CCHP3, HH1
- Locatieoverzicht peilbuizen TNO	2
- Tijd-stijghoogtegegevens peilbuizen TNO	3
- Appendix Infiltratie-units	
- Appendix Kwaliteitsaspecten	
- Appendix Randvoorzieningen	

1. INLEIDING

Op d.d. 31 januari 2011 ontving Fugro Ingenieursbureau B.V. te Leidschendam van Aveco de Bondt B.V. te Driebergen de opdracht voor uitvoeren en rapporteren van een geohydrologisch onderzoek voor de herontwikkeling van het terrein van de voormalige ziekenhuislocatie te Veghel. In deze rapportage komen de volgende onderdelen aan bod:

- Een beschrijving van de bodemgesteldheid, k-waarden en grondwaterstanden;
- Een beschrijving van de uitgangspunten;
- Zettingberekening op basis van 2 bodemprofielen;
- Een beoordeling van de mogelijkheden voor infiltratie en berging op de projectlocatie en een beschrijving van de best toepasbare vorm van infiltratie;
- Oriënterende infiltratie-/ bergingsberekeningen voor maximaal 2 inrichtingssituaties.

Tevens zal in de rapportage aandacht worden besteed aan de volgende algemene aandachtspunten:

- Uitvoerings-, beheers- en onderhoudsaspecten;
- Aandachtspunten ten aanzien van de waterkwaliteit;
- Mogelijke gevolgen van infiltratie op de omgeving.

Voor het ophogen van het terrein worden zettingsanalyses verricht en ophoogadviezen opgesteld

Deze rapportage zal de basis vormen voor verder overleg met de verschillende afdelingen binnen de Gemeente en het Waterschap. Fugro kan in een nadere fase de uitwerking van een infiltratieplan in combinatie met een rioolplan verzorgen. Deze aanvullende werkzaamheden maken geen onderdeel uit van deze opdracht.

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. In hoofdstuk 6 zal aandacht worden besteed aan infiltratie / berging van hemelwater op de locatie. Tot slot volgen in hoofdstuk 7 de conclusies en aanbevelingen

2. PROJECTOMSCHRIJVING

De projectlocatie is gelegen aan de Burgemeester de Kuijperlaan en de Gasthuisstraat te Veghel.

Beschikbare informatie

Door de opdrachtgever is de volgende informatie ter beschikking gesteld:

- Digitale overzichtstekening locatie riolering, water en gas, schaal 1:500, Ziekenhuis Bernhoven, d.d. 17 februari 2005;
- Locatie ziekenhuis GBKN, Gemeente Veghel, schaal 1:2000, d.d. 11 november 2007;
- Rapport "Historisch onderzoek ziekenhuis Bernhoven locatie Veghel", MWH Global te Delft, projectnummer B08A0223, d.d. 9 mei 2008;
- Voorlopig rapport "Inrichting ziekenhuisterrein Gemeente Veghel", BrabantZorg, juli 2008;
- Situatie en plangrens ziekenhuislocatie Veghel, *dat* - de architectenwerkgroep tilburg, schaal 1:1000, d.d. 19 mei 2010;
- Luchtfoto 2009, Gemeente Veghel, schaal 1:2000, d.d. 3 februari 2011;
- Situatietekening peilbuislocaties, Aveco de Bondt, schaal 1:1000, d.d. 23 maart 2011;
- Boorstaten een grondwatergegevens, projectnummer 10149901, Aveco de Bondt, d.d. 23 maart 2011.

Voor het bepalen van de diepere bodemgesteldheid is (mede) gebruik gemaakt van eerder door Fugro uitgevoerd grondonderzoek d.d. 22 januari 1987, d.d. 4 november 1997 en d.d. 2, 3 en 4 augustus 1999.

Beschrijving huidige inrichting

De projectlocatie is gelegen tussen de wegen Burgemeester de Kuijperlaan, Mr. van Coothstraat en de Gasthuisstraat. In de huidige situatie is op de projectlocatie een ziekenhuis aanwezig met rondom een parkachtige inrichting en parkeerplaatsen. De kavel is gelegen in de bebouwde kom, aan de zuidoostelijke zijde van het terrein is een park gelegen.

Beschrijving toekomstige inrichting

Op de projectlocatie zal in woningbouw worden voorzien, in de vorm van (deels)vrijstaande koopwoningen en huurappartementen en zorg eenheden. Tevens zal onder de appartementengebouwen een parkeerkelder worden aangelegd voor ca. 84 parkeerplaatsen en zullen aan maaiveld nog ca 125 parkeerplaatsen worden aangelegd, voor zowel bewoners als bezoekers. Het reeds bestaande park en de kloostertuin zullen behouden blijven. Voor de ontsluiting zullen enkele wegen worden gerealiseerd. Er zal tevens een fietsroute richting de kloostertuin worden gerealiseerd.

Inrichtings- en bouwtechnische uitgangspunten

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

- Onder de appartementen gebouwen zal een parkeerkelder worden gerealiseerd. De diepte van de kelder is nog onbekend;
- Exacte maaiveldniveaus van verhardingen, parkeerplaatsen en groenstroken in de toekomstige situatie zijn nog niet bekend;
- Oppervlakten m.b.t. toekomstige inrichting zijn nog niet bekend;
- Op de toegangsweg en parkeerplaatsen kan zwaar verkeer worden verwacht.

2.1. Wensen en voorkeuren Gemeente Veghel en Waterschap De Aa

Gemeente Veghel en Waterschap De Aa hebben het Waterplan Veghel opgesteld waar een aantal aandachtpunten uit zijn overgenomen met betrekking tot infiltratie en de afvoer van regenwater.

De voorkeursvolgorde voor het afvoeren van regenwater afkomstig van daken en verharde oppervlakken betreft:

- hergebruiken, infiltreren (beperking van aanvoer naar riolering),
- bergen (beperken van afvoerpieken op oppervlaktewater) en
- afvoeren.

Op basis van de potenties van het gebied en een sterktezwakteanalyse van het ruimtelijk structuurbeeld zijn de volgende ambities voor het aspect water geformuleerd:

- watersysteem als basis nemen voor de ruimtelijke inrichting in het gebied;
- Afwatering van het wegdek, het trottoir en de parkeerplaatsen kan plaatsvinden op het riool;
- het verbeteren van de waterkwaliteit;
- opheffen verdroging van natuurgebieden en landbouwgebieden;
- herstel van de morfologie van waterlopen;
- verbeteren van gradiënt tussen droge en natte natuurgebieden;
- aanleg van goede ecologische verbindingen tussen natuurgebieden;

De stelsels in de oude kern van Veghel zijn allen gemengd gerioleerd. Nieuwe delen van de stedelijke kern van Veghel zijn reeds voorzien van gescheiden rioolstelsels. Wijken en industrieterreinen die nu in aanbouw zijn, krijgen een verbeterd gescheiden systeem.

3. BODEMONDERZOEK

3.1. Algemeen

Het grondonderzoek op de projectlocatie heeft bestaan uit 10 sonderingen (waarvan 1 niet is uitgevoerd) en 4 handboringen ten behoeve van doorlatendheidsmetingen in de bodem.

De onderzoekslocaties zijn door Fugro uitgezet en gewaterpast en zijn aangegeven op de situatietekening in bijlage 1. Hierbij heeft een door de opdrachtgever verstrekte tekening als basis gediend. De onderzoekslocaties zijn vooraf vastgesteld in overleg met de opdrachtgever. Voor een verklaring van de op de situatietekening gebruikte tekens en symbolen wordt verwezen naar de bijlage "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten".

3.2. Sonderen

Het sondeeronderzoek is op 22 februari 2011 uitgevoerd. De sonderingen zijn uitgevoerd in de paden en wegbermen op en rondom de projectlocatie. De resultaten van de sonderingen zijn weergegeven in de bijlagen DKM2 t/m DKM10 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.

3.3. Booronderzoek

Op 2 maart 2011 zijn 6 handboringen volgens norm NEN 5119 uitgevoerd ten behoeve van de doorlatendheidsmetingen op de projectlocatie. De resultaten van de uitgevoerde handboringen zijn gegeven op handboorstaten HB1 t/m HB4a. De diepte is hierop uitgezet in meters ten opzichte van NAP.

De locaties van de handboringen zijn aangegeven in bijlage 1. Voor een verklaring van de op boorstaten gebruikte tekens en symbolen wordt verwezen naar de bijlage "Legenda Terreinproeven en Grondsoorten".

Tevens zijn door Aveco de Bondt boorgegevens van derden ter beschikking gesteld. Deze boringen zijn uitgevoerd op 17 februari 2011. In 9 van de 10 boringen is een peilbuis afgesteld.

3.4. 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) en de doorlatendheid van de verzadigde zone (onder de grondwaterspiegel) is bepaald volgens de Hooghoudt methode.

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.

Bij de Hooghoudt methode wordt de verzadigde horizontale doorlatendheid bepaald door (grond)water uit het boorgat te pulsen, waarna de stijging van het water in de tijd wordt gemeten. De resultaten worden gebruikt om de k_h -factor (doorlatendheid in horizontale richting) te berekenen.

De meetresultaten zijn weergegeven in bijlage CCHP1 t/m CCHP3 en HH1. Een overzicht van de berekende k_h -factoren is weergegeven in tabel 3.1. Een beschrijving van de doorlaatfactoren is gegeven in paragraaf 4.4.

Tabel 3.1: Indicatie berekende doorlatendheden d.m.v. de HH- en CCHP-methode

Locatie	Nummer Meting	O.k. boorgat [m t.o.v. MV]	Bodemmateriaal bepalend voor K_h -factor	Berekende k_h -factor (m/d)	
				Reeks 1	Reeks 2
HB1a	CCHP1	1,08	ZAND, matig fijn	0,61	0,61
HB2	HH1	1,70	ZAND, matig grof	5,3	5,6
HB3	CCHP2	1,41	ZAND, matig fijn	0,64	0,59
HB4a	CCHP3	1,57	ZAND, matig fijn	0,37	0,35

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 het geotechnische en geohydrologische onderzoek varieerde het maaiveld ter plaatse van de projectlocatie tussen ca. NAP +10,2 m en NAP +8,4 m. Uitgaande van het grondonderzoek 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
+10,2 à +8,4	Maaiveldniveau
+10,2 à +8,4 tot +8,9 à +6,2	Zand; grof tot matig fijn, lokaal humeus
+8,9 à +6,2 tot +7,2 à +3,9	Klei/Leem; lokaal zandig. <ul style="list-style-type: none"> Deze laag wordt niet aangetroffen bij DKM10, HB2, HB 3 en HB4a Deze laag wordt nauwelijks aangetroffen ter plaatse van DKM3 en DKM9 Ter plaatse van DKM8, b02, b04, b51 en HB4 wordt een veenlaag in klei aangetroffen van ca. 0,5 tot 1,0 m dikte Ter plaatse van HB4 wordt tussen ca. NAP +7,1 à +6,6 een veenlaag boven de kleilaag aangetroffen
+7,2 à +3,9 tot +3,8 à +2,0	Zand; matig fijn, matig siltig <ul style="list-style-type: none"> Deze laag wordt nauwelijks aangetroffen ter plaatse van DKM8
+3,8 à +2,0 tot +2,5 à +0,5	Klei <ul style="list-style-type: none"> Ter plaatse van DKM2 wordt deze laag niet aangetroffen
+2,5 à +0,5 tot -0,6 à -1,5	Zand; zwak siltig <ul style="list-style-type: none"> Ter plaatse van DKM3 wordt vanaf ca. NAP -0,5 m een kleilaag aangetroffen tot ca. NAP -1,2 m (einde sondering)
Einde sondering Fugro ca. NAP +0,2 à -1,6 m	
Einde handboring Fugro ca. NAP +7,6 à +6,0 m	
Einde handboring derden ca. NAP +7,0 à +5,0 m	

De deklaag reikt globaal vanaf maaiveld tot ca. NAP -7,5 à -8,0 m. De deklaag bestaat over het algemeen uit matig fijn zand, met leem- of zandige kleilaagjes. Onder de deklaag wordt het 1^e watervoerende pakket aangetroffen tot een diepte van ca. NAP -50 m. het 1^e watervoerende pakket bestaat vooral uit uiterst grof zand met lokaal een kleilaagje. Hieronder bevindt zich een scheidende laag met een dikte van ca. 50 m. Deze wordt in de rapportage beschouwd als geohydrologische basis.

4.2. Open water

Op ca. 25 m afstand ten westen van de projectlocatie is aan de Vijverweg een vijver gelegen met een onbekend waterpeil. Tijdens het uitvoeren van het veldwerk is dit peil niet ingemeten, bij de gemeente en waterschap kon men geen peilgegevens vinden van de vijver. De vijver is een op zichzelf staand systeem. Op de projectlocatie zelf zijn geen watergangen en/of waterpartijen aanwezig.

4.3. Grondwaterstanden en stijhoogten

Informatie over grondwaterstanden en stijhoogten peilbuis gegevens van derden, uit de Grondwaterkaart van Nederland en uit langjarige peilbuisgegevens uit het archief van TNO.

Peilbuizen derden

Op 17 februari zijn peilbuizen geplaatst door Aveco de Bondt. Tijdens het plaatsen zijn de grondwaterstanden in de boorgaten opgenomen. Op 28 februari en 4 maart zijn de peilbuizen gepeild. De resultaten alsmede de peilbuisgegevens zijn in tabel 4.2 weergegeven.

Tabel 4.2: Gemeten grondwaterstand in de peilbuizen op de locatie

Peilbuis	Filterafstelling van – tot [m t.o.v. NAP] ca.	Grondwaterstand [m t.o.v. NAP] ca.		
		17-2-2011 ¹⁾	28-2-2011	4-3-2011
pb01	+7.5 tot +6.5	+7.8	+8.0	#N/B
pb02	+6.6 tot +5.6	+7.0	+7.2	+7.2 ³⁾
pb03	+6.7 tot +5.7	n.v.t. ²⁾	+7.3	#N/B
pb04	+6.6 tot +5.6	+7.0	+7.0	#N/B
pb05	+7.4 tot +6.4	+7.8	+7.7	#N/B
pb06	+8.1 tot +7.1	+8.5	+8.5	#N/B
pb07	+6.1 tot +5.1	+6.7	+6.6	#N/B
pb50	+7.1 tot +6.1	+7.0	+6.9	#N/B
pb51	+8.0 tot +7.0	+8.5	+8.7	#N/B
pb55	+7.3 tot +6.3	+7.8	+7.9	#N/B

1) grondwaterstanden gemeten in boorgat, minder representatief
 2) geen grondwaterstand aangetroffen
 3) enige peilbuismeting bekend op deze datum

Op basis van deze gegevens kan het volgende worden geconcludeerd:

- De peilbuizen staan allen afgesteld in de deklaag. De peilbuizen pb01, pb02, pb04 en pb51 staan met het filter in de klei-/veenlaag afgesteld;
- De grondwaterstanden bevinden zich over het algemeen in de topzandlaag. De grondwaterstanden variëren tussen ca. NAP +8,7 m en ca. NAP +6,6 m;
- Aangezien er maar één betrouwbare en volledige meting bekend is, kan de fluctuatie van de grondwaterstand niet worden bepaald;
- Op of in de klei-/veenlaag kan infiltrerend regenwater stagneren, waardoor een schijngrondwaterspiegel kan ontstaan;
- Verwacht wordt dat de freatische grondwaterstanden in de deklaag met name worden bepaald door neerslag.

Voorgesteld wordt de stijhoogtemetingen 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 grondwaterstand en de grondwaterstroming 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 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 stijghoogte over een meetperiode van 1 januari 1970 tot 1 maart 2011 is weergegeven in tabel 4.3.

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 deze 8 jaar minimaal 2 x per maand te worden gemeten. De hieronder gepresenteerde "maatgevend 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 die zijn weergegeven in bijlage 3.

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
B45G0261 01	485 Z	-3,30	tot	-10,30	+8,40	+7,75	+6,85
B45G0262 01	520 ZO	-3,30	tot	-10,30	+8,00	+7,45	+6,90
B45G0263 01	1.130 ZW	-3,73	tot	-10,73	+8,30	+7,70	+7,05
B45G0298 01	1.170 NW	+6,29	tot	+5,29	+8,25	+7,50	+7,00
B45G0300 01	1.325 NO	+7,60	tot	+7,10	+8,30	+7,85	+7,30
B45G0308 01	1.110 ZO	+6,13	tot	+5,63	+8,60	+8,20	+7,80
B45G0355 01	260 Z	+6,08	tot	+5,58	+8,40	+7,90	+7,45
B45G0367 01	2.390 ZO	+8,27	tot	+7,77	+9,65	+8,90	+8,40

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

- Alle peilbuizen zijn naar verwachting afgesteld in de deklaag;
- De peilbuizen B45G0261 01, B45G0262 01 en B45G0355 01 staan het meest dichtbij de projectlocatie. Voor het bepalen van de grondwaterstand op de locatie zal voornamelijk gebruik gemaakt worden van deze peilbuizen;
- In het verloop van de grondwaterstanden is een duidelijke seizoensfluctuatie zichtbaar. Tevens is een geleidelijke fluctuatie over de jaren heen zichtbaar;
- 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 +7,3 m;

- Verwacht wordt dat de grondwaterstand op de projectlocatie kan stijgen tot ca. NAP +8,4 m. De gemiddelde grondwaterstand bedraagt naar verwachting ca. NAP +7,8 m. De seizoensfluctuatie bedraagt naar verwachting ca. 1,0 à 1,5 m;
- Op basis van de peilbuisgegevens en de Grondwaterkaart van Nederland wordt verwacht dat de regionale grondwaterstroming in de deklaag westelijk gericht is en in het eerste watervoerend pakket noordwestelijk gericht is.

4.4. Doorlatendheid bodem

Op basis van de uitgevoerde doorlatendheidsmetingen en ervaring van Fugro is voor verschillende lagen een maatgevende doorlatendheid aangenomen. De waarden zijn weergegeven in tabel 4.4.

Tabel 4.4: Maatgevende horizontale doorlatendheid

Bodemmateriaal	K _h -factor (m/dag)
ZAND, matig fijn	0,6
ZAND, matig grof	5,4

De boven de kleilaag aangetroffen zandlagen zijn over het algemeen matig (topzandlaag) tot redelijk doorlatend. De onder de kleilaag aangetroffen zandlagen zijn naar verwachting matig tot redelijk doorlatend. De aangetroffen kleilagen zijn slecht doorlatend.

Bij ontwerpberoeeningen, waarbij de k-waarden gebruikt worden, dient rekening gehouden te worden met ontwerpspecifieke correctiefactoren.

4.5. zettingsanalyse

Op basis van de resultaten van het grondonderzoek zijn zettingsanalyses uitgevoerd. Op basis van door de opdrachtgever beschikbaar gestelde informatie bedraagt het ontwerppeil NAP +8,87 m. In tabel 4.5 is per sondering de netto ophoging c.q. afgraving weergegeven.

Tabel 4.5: verwachte zettingen projectlocatie

Sondering	Maaiveld [m t.o.v. NAP]	Verschil met peil [m]	Ophogen / afgraven	Te verwachten zetting [m]
DKM2	+8,76	+0,11	ophogen	nihil
DKM3	+8,78	+0,09	ophogen	nihil
DKM4	+8,99	-0,12	afgraven	nihil
DKM5	+9,25	-0,38	afgraven	nihil
DKM6	+9,50	-0,63	afgraven	nihil
DKM7	+10,22	-1,35	afgraven	nihil
DKM8	+8,42	+0,45	ophogen	<0,05 m / 30 jaar
DKM9	+8,49	+0,38	ophogen	<0,05 m / 30 jaar
DKM10	+10,18	-1,31	afgraven	nihil

Lokaal is veen aangetroffen (zie HB4). Hierdoor kunnen plaatselijk grotere verschilzettingen optreden.

5. INFILTRATIE / BERGING

5.1. Samenvatting bodem- en geohydrologische gesteldheid

Op basis van bovenstaande gegevens wordt het volgende geconcludeerd:

- Tijdens het geotechnisch en geohydrologisch onderzoek varieerde het maaiveld ter plaatse van de onderzoekslocaties tussen ca. NAP +10,2 m en NAP +8,4 m;
- De deklaag reikt globaal vanaf maaiveld tot ca. NAP -7,5 à -8,0 m. De deklaag bestaat over het algemeen uit matig fijn zand, met leem- of zandige kleilaagjes. Voor deze bodemlaag wordt uitgegaan van k-waarde van ca. 1 m/dag. Onder de deklaag wordt het 1^e watervoerende pakket aangetroffen tot een diepte van ca. NAP -50 m. Het 1^e watervoerende pakket bestaat vooral uit uiterst grof zand met lokaal een kleilaagje. Voor de horizontale doorlatendheid van dit pakket wordt uitgegaan van ca. 2 à 3 m/dag. Hieronder bevindt zich een scheidende laag met een dikte van ca. 50 m. Deze wordt in de rapportage beschouwd als geohydrologische basis;
- Ten tijde van de grondwaterstandsmetingen op de projectlocatie werd een grondwaterstand aangetroffen variërend tussen ca. NAP +8,7 m en ca. NAP +6,6 m;
- De stijghoogte in het 1^e watervoerende pakket bedraagt op basis van gegevens van TNO en de Grondwaterkaart van Nederland ca. NAP +7,3 m;
- Op of in de ondiepe leemlagen en sterk humeuze zandlagen kan infiltrerend regenwater (tijdelijk) stagneren, waardoor een schijngrondwaterspiegel of wateroverlast kan ontstaan.

5.2. 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 grofzandige bodem van de kruipruimte.

Op de projectlocatie kan de grondwaterstand in de huidige situatie stijgen tot ca. MV -1,6 à -1,8 m (ca. NAP +8,6 à +6,6 m). De ontwateringsdiepte is hiermee voldoende.

Door stagnatie van infiltrerend regenwater op de ondiep aangetroffen leemlagen en sterk humeuze zandlagen kunnen echter schijngrondwaterstanden en daarmee wateroverlast ontstaan. Bij (centrale) infiltratie van regenwater kunnen (schijn)grondwaterstanden lokaal extra stijgen.

Gegevens ten aanzien van niveaus van kelders en kruipruimten ontbreken, waardoor de noodzaak voor ontwatering door stagnerend hemelwater in een latere fase nader bepaald dient te worden.

5.3. 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” in een voorziening dient de piek van een neerslagbui opgevangen te worden. Wanneer de voorziening volledig gevuld is, dient deze te kunnen overstorten naar het wegoppervlak, open water of riolering, waardoor schade aan voorzieningen 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 op basis van bodemgesteldheid en grondwaterstanden

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

- Voor ondergrondse berging van infiltrerend regenwater is uitgaande van de beschikbare grondwaterstandgegevens en gemeten maaiveldhoogten voldoende ruimte beschikbaar. Op de locatie dient echter wel rekening met schijngrondwaterstanden te worden gehouden;
- Als gevolg van een klei- / leemlaag vanaf ca. MV -1,3 à -2,2 m kunnen door een combinatie van (centrale) infiltratie van regenwater en stagnatie grondwaterstanden lokaal tijdelijk stijgen, waardoor de kans op wateroverlast toeneemt. De wegzijging naar diepere zandlagen zal in relatie tot de lage doorlaatfactor van de leem beperkt zijn;
- De onder de leemlagen aangetroffen zandlaag is goed doorlatend. Door het doorbreken van de leemlagen en het aanbrengen van diepere (sleuven) grondverbetering kan de wegzijging worden verbeterd.

Mogelijkheden voorzieningen projectlocatie

In tabel 5.1 is een overzicht gegeven van de mogelijkheden voor verschillende infiltratie-, bergings- en afvoervoorzieningen op de projectlocatie.

Tabel 5.1: Mogelijkheden voorzieningen op de projectlocatie

Omschrijving	Afwatering	Individueel / collectief	Beheersing grondwaterstand	Berging	Infiltratie	Afvoer
Doorlatende verharding	Bovengronds	collectief	-	-	+	-
Infiltratie-unit ¹⁾	Ondergronds	collectief	-	-	+	+
Infiltratie-unit met grondverbetering ¹⁾	Ondergronds	collectief	-	-	++	+
IT-riool ²⁾	Ondergronds	collectief	-	+/-	+	+
IT-riool met grondverbetering	Ondergronds	collectief	-	-/+	++	+
Wadi met drainage ³⁾	Bovengronds	collectief	-	-	+/-	+
Vijver ⁴⁾	Beide mogelijk	collectief	-	+	-	-
Verbeterd of absoluut gescheiden stelsel	Ondergronds	collectief	-	-	+/-	+

¹⁾ Minimale gronddekking = 0,7 m
²⁾ Minimale gronddekking = 1,0 m
³⁾ Afwatering op wadi vindt plaats via afvoergoten en / of hellend oppervlak. Door de bodempassage in de wadi vindt een natuurlijke zuivering van het regenwater plaats.
⁴⁾ In een vijver dient voldoende doorstroming plaats te vinden door het aanvoeren van water met de juiste kwaliteit. Tevens is peilbeheer noodzakelijk.

Hierbij wordt het volgende opgemerkt:

- Aangezien de grondwaterstanden op de projectlocatie zich voldoende ver onder maaiveld bevinden, is bij geen van de aangegeven voorzieningen sprake van beheersing van de grondwaterstand;
- Bij de aanleg van ondergrondse voorzieningen (infiltratie-units of IT-riool) dienen klei- en / of leemhoudende lagen te worden doorbroken. Daarbij dienen sleuven met goed doorlatend zand (of filtergrind) tot ca. 0,5 m in de diepere zwak tot matig siltige zandlaag te worden aangebracht. Uitgaande van een maaiveldniveau van ca. NAP +10,2 à +8,4 m bedraagt deze diepte naar verwachting minimaal ca. NAP +7,2 à +3,9 (MV -3,0 à -4,5 m);
- Aangezien een bron voor de aanvoer van water voor de doorstroming (beluchting / verversing) van de vijver ontbreekt en de lozingsmogelijkheden op open water niet aanwezig zijn op de projectlocatie, wordt de aanleg van een vijver afgeraden.

5.4. 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.

Infiltratie-units

Een infiltratie-unit is een ondergrondse bergings- en infiltratievoorziening. Regenwater 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.

De units kunnen door het grote bergend vermogen ook worden toegepast in minder doorlatende bodems. Hierbij neemt de leeglooptijd echter toe. Bij de dimensionering dient met name te worden gelet op een zo groot mogelijk wandoppervlak, omdat de bodem van

de krat op termijn als niet doorlatend wordt beschouwd. Het systeem dient beneden het kruipruimteniveau en boven de gemiddelde grondwaterstand te worden aangelegd. De voorziening dient tevens op voldoende afstand van bomen en gevels te worden aangelegd. De benodigde gronddekking bij belasting bedraagt ca. 0,7 à 1,0 m en is afhankelijk van de inrichting, de bovenbelasting en het type unit. De hoogte van een 1-laags systeem bedraagt 0,4 m.

Een algemene beschrijving van het krattensysteem wordt weergegeven in de appendix Infiltratie-units. Dit systeem is goed toepasbaar onder parkeerplaatsen.

Infiltratiesleuven

Om de leeglooptijd te verkorten en de bedrijfszekerheid te vergroten is het noodzakelijk (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.

5.5. Indicatieve infiltratie-/ bergingsberekeningen

Aangezien geen indicatieve of definitieve oppervlakten m.b.t. de toekomstige inrichting bekend zijn, kunnen geen berekeningen worden uitgevoerd om een inschatting te maken van de dimensies van de infiltratie-units. Hieronder worden wel enige uitgangspunten voor het aanleggen van infiltratie-units genoemd:

Specifieke uitgangspunten infiltratie-units met onderliggende infiltratiesleuf

- 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 te worden aangebracht;
- Er kan worden uitgegaan van een 1-of 2-laags systeem. De beschikbare berging (de maximale peilstijging) in de voorziening bedraagt dan 0,4 of 0,8 m (hoogte van 1 of 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 -1,1 m;
- Onder een cluster kratten dient een infiltratiesleuf door de leemlagen te worden aangebracht tot ca. 0,5 m in het diepere zandpakket. De lengte van de sleuf is gelijk aan de lengte van de cluster(s) kratten;
- Bij de infiltratiesleuf infiltreert het water vanuit de wanden van de sleuf 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 sleuf dat in contact staat met de matig fijne zandlagen onder de leemlaag. De minimale breedte van de sleuf bedraagt ca. 0,3 m.

Algemene opmerkingen

- Bij de uitwerking van het ontwerp is een nadere inpassing en dimensionering van het systeem noodzakelijk. In overleg met de gemeente zal daarbij moeten worden gezien of volledige afkoppeling noodzakelijk is of dat er toch nog een deel mag worden geloosd op het riool;
- 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 2 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 opslag tanks 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;
- In overleg met de Afdeling Riolering van de gemeente dienen de mogelijkheden voor overstorten, mogelijke overstortpunten en het overstortniveau te worden overlegd. De exacte uitwerking hiervan dient in een infiltratie-/ rioolplan te worden opgenomen;
- 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;
- Indien wordt gekozen voor deels of volledige aansluiting op de riolering dient te worden nagegaan of de capaciteit / beschikbare berging van het riool voldoende is. Bij de uiteindelijke dimensionering dient de ontwerpafvoer te worden afgestemd op deze capaciteit.

5.6. Aandachtspunten

Hierna zijn per voorziening enkele algemene aandachtspunten beschreven.

5.6.1. 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;
- Elk cluster kratten dient voorzien te zijn van één of meerdere overstorten op het riool. In de leidingen dient een keerklep te worden aangebracht bij aansluiting op een gemengd stelsel, zodat terugstroming van (vervuild) water voorkomen wordt;
- Vóór de aansluiting op de voorziening dienen controleputten voorzien van zandvang te worden aangebracht;
- Parkeerplaatsen en inritten dienen via kolken voorzien van kolkfilter op de voorziening af te wateren;
- De (clusters) kratten dienen op voldoende afstand (minimaal 5 m) van bomen en gebouwen te worden aangebracht in verband met wortelgroei en mogelijke overlast, met name als er ondergrondse constructies (kelders) aanwezig zijn.

5.6.2. *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 infiltratie-units door de eigenaar van de woonblokken te laten plaatsvinden;
- Geadviseerd wordt zowel voor, tijdens als na de aanleg van het systeem de grondwaterstand te monitoren.

5.6.3. *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 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.

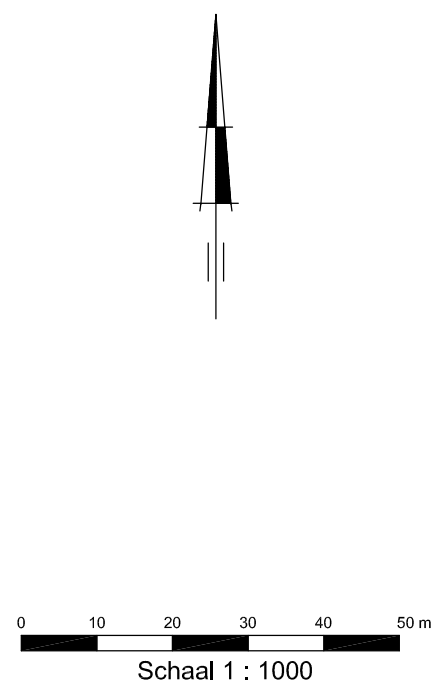
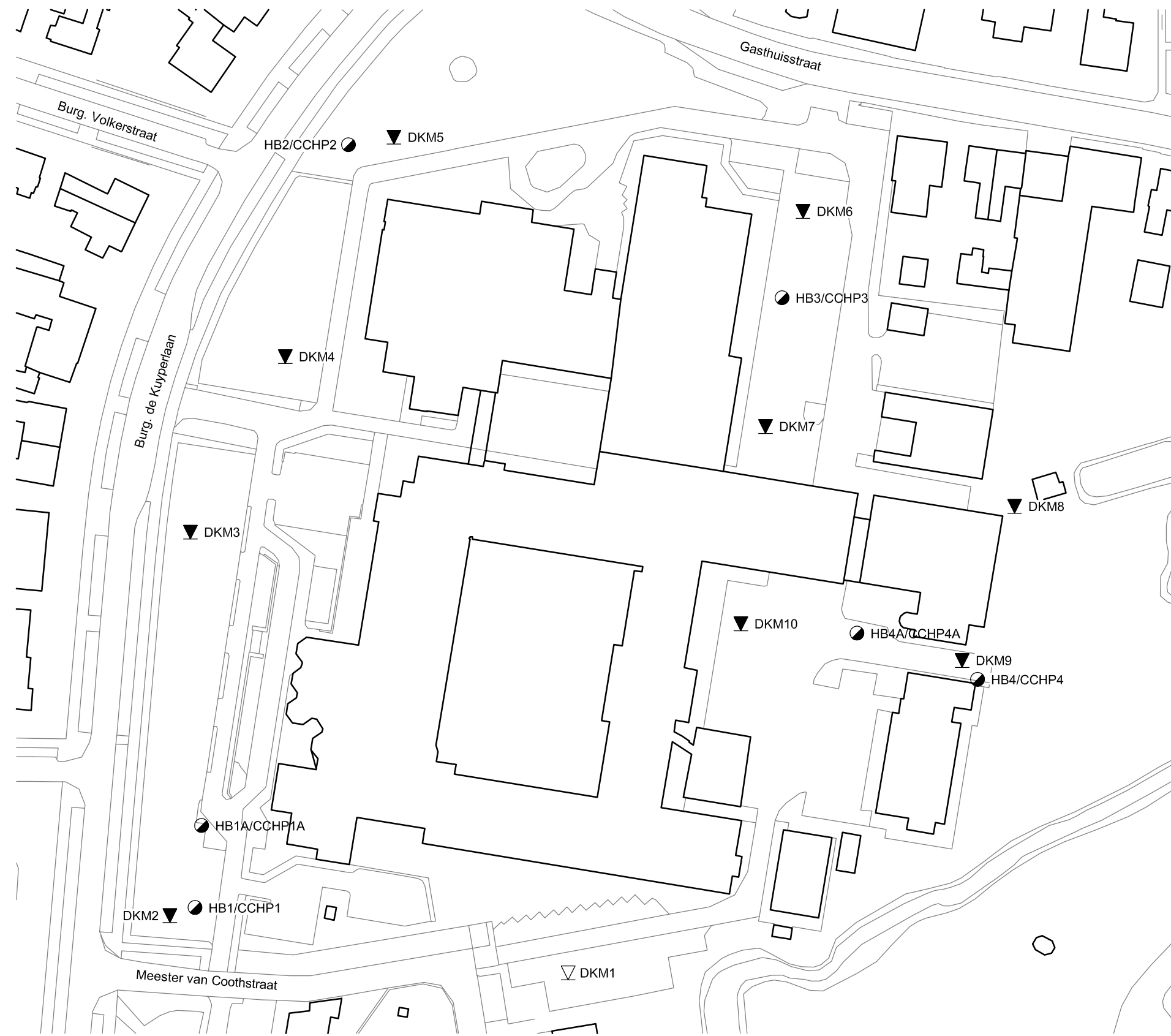
6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

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 infiltratie onder de klei-/leemlagen in het dieper gelegen zandpakket plaatsvindt.

Op de projectlocatie wordt onder een redelijk goed doorlatende zandlaag een slecht doorlatende klei- / leemlaag aangetroffen. Hierdoor zal de wegzijging van geïnfiltreerd regenwater naar de ondergrond sterk beperkt worden. Bij de aanleg van een infiltratie-/ bergingsvoorziening in de topzandlaag kunnen door stagnatie van geïnfiltreerde neerslag schijngrondwaterstanden lokaal stijgen tot in de voorziening. Bij de aanleg van een dergelijke voorziening dient dan ook extra aandacht aan het overstorten te worden besteed.

Voorgesteld wordt om bij de aanleg van infiltratie-/ bergingsvoorzieningen gebruik te maken van ondergrondse voorzieningen, zoals een systeem van infiltratiekratten. Deze kunnen in clusters onder groenstroken of parkeerplaatsen worden aangebracht. Bij de aanleg van een dergelijke ondergrondse voorziening dienen de klei- / leemlagen geheel of in sleuven te worden doorbroken en te worden vervangen door goed doorlatend zand of grind, zodat wegzijging naar het diepere watervoerende zandpakket mogelijk wordt.

In deze rapportage wordt voorgesteld op basis van beschikbare gegevens vooralsnog uit te gaan van infiltratiekratten. De dimensies van een krattensysteem zijn niet verder uitgewerkt. 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 MET SONDEER- EN BOORPUNTEN

HERONTWIKKELING VOORMALIGE ZIEKENHUISLOCATIE TE VEGHEL

Opdr. : 1110-0048-000
 Bijl. : 1

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

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

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

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

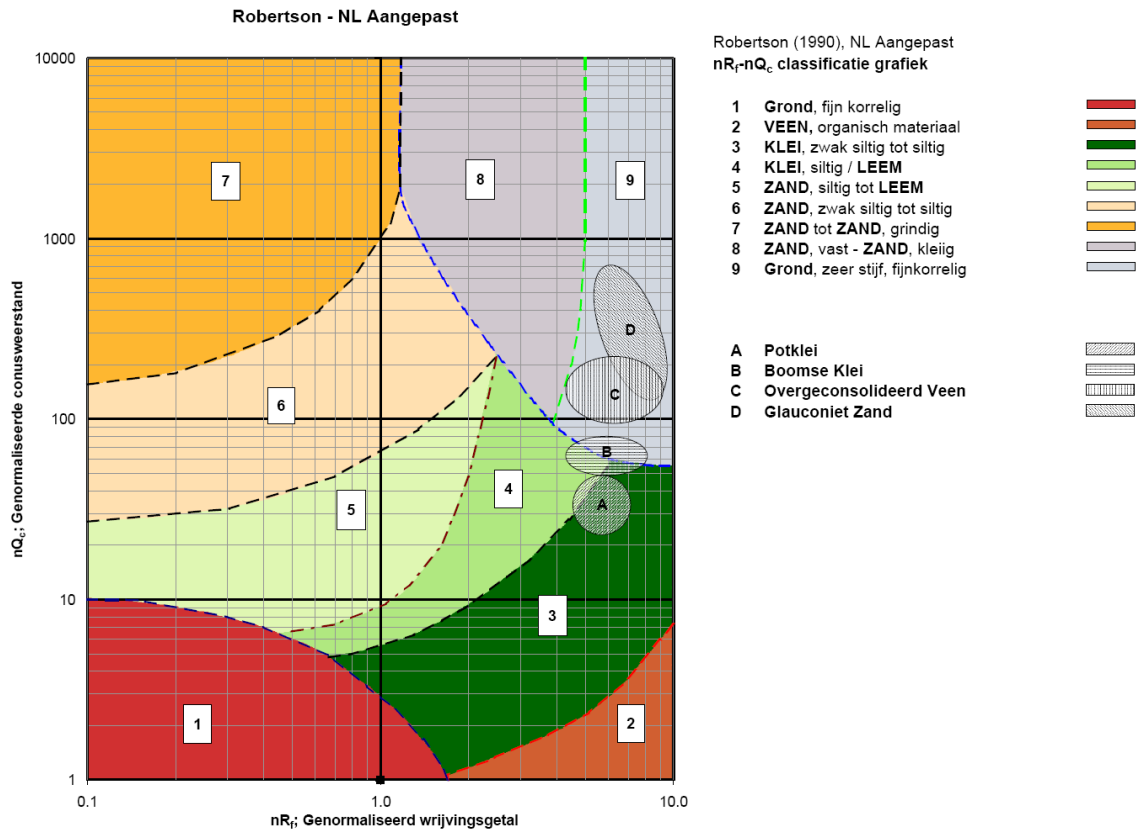
Waarin:

- 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.



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	heirillingen / verkeerstrillingen
CPM (conuspressiometer)	spannings-rek-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.

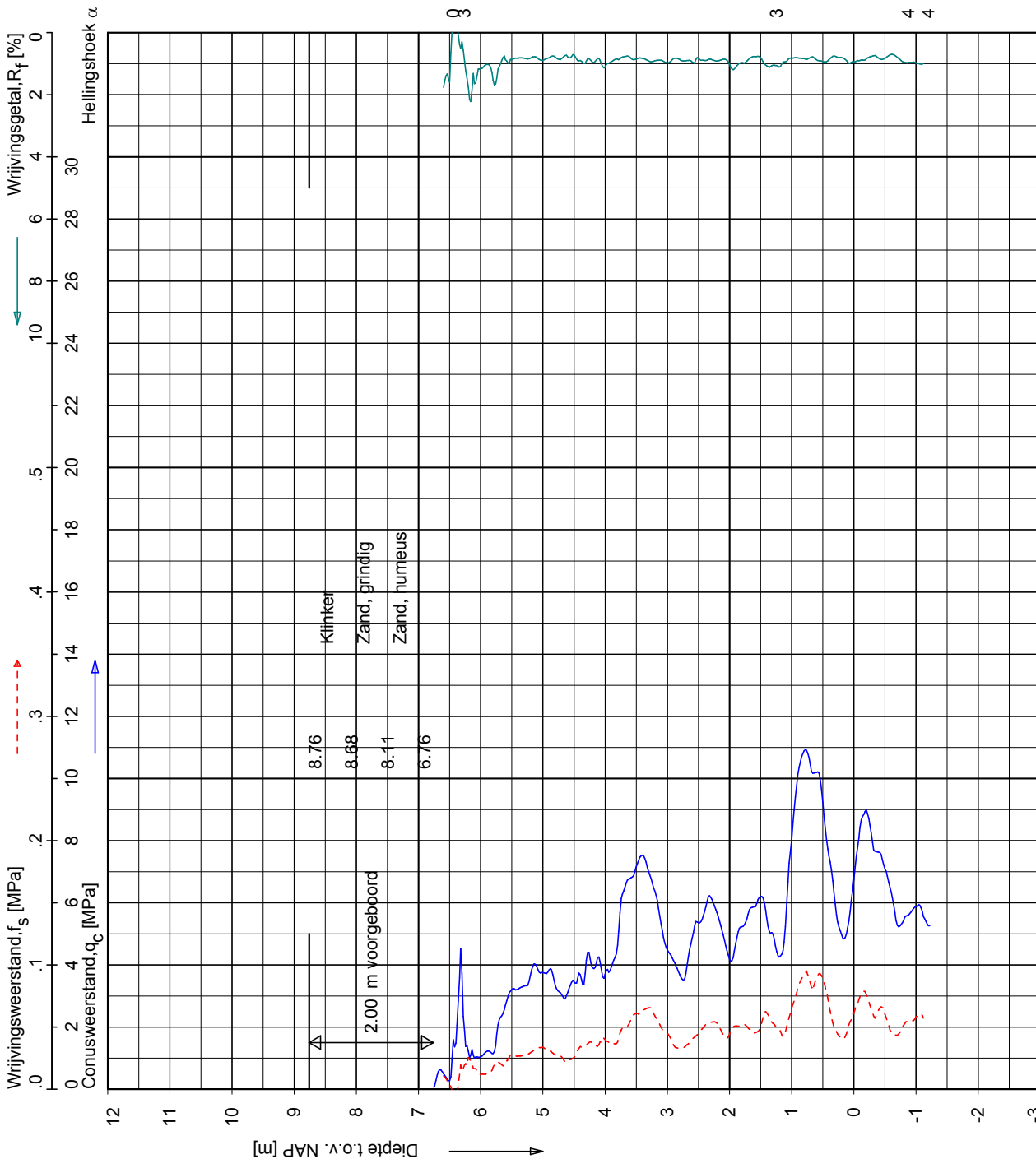
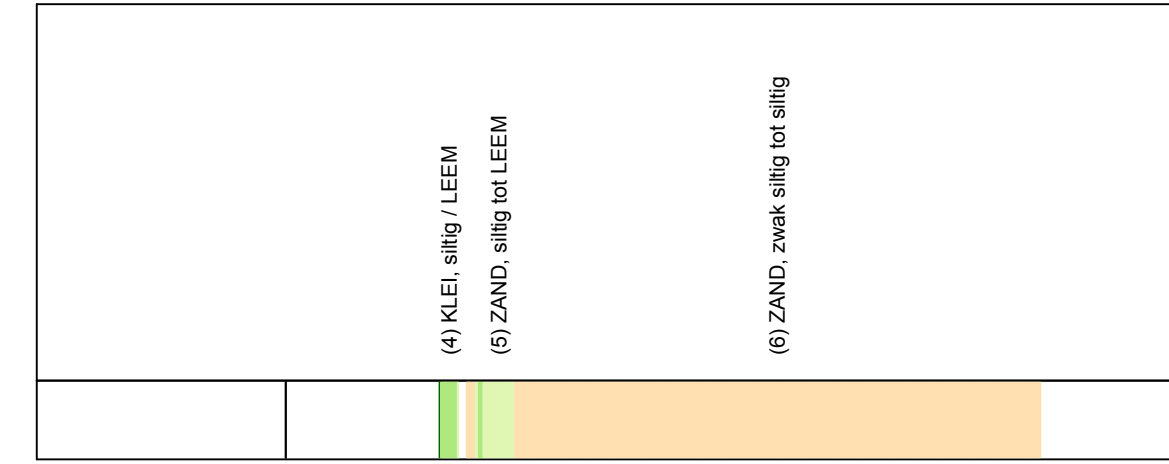
klasse	meetgrootheid	toelaatbare meetonzekerheid	meetinterval
1	Conusweerstand	0,05 MPa of 3%	20 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,01 MPa of 10%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte	0,2 m of 1 %	
2	Conusweerstand	0,25 MPa of 5%	50 mm
	Plaatselijke wrijvingsweerstand	0,05 MPa of 15%	
	Helling	2°	
	Sondeerdiepte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

Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg.:	CV/	d.d.	22-Feb-2011	conus:	F7.5CKE2/HAB	X =	165605.3
Get.:	VALKF	d.d.	2011-03-01	MV =	NAP +8.76 m	Y =	403547.6

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
 Conus type cilindrisch elektrisch 1500 mm.
 Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

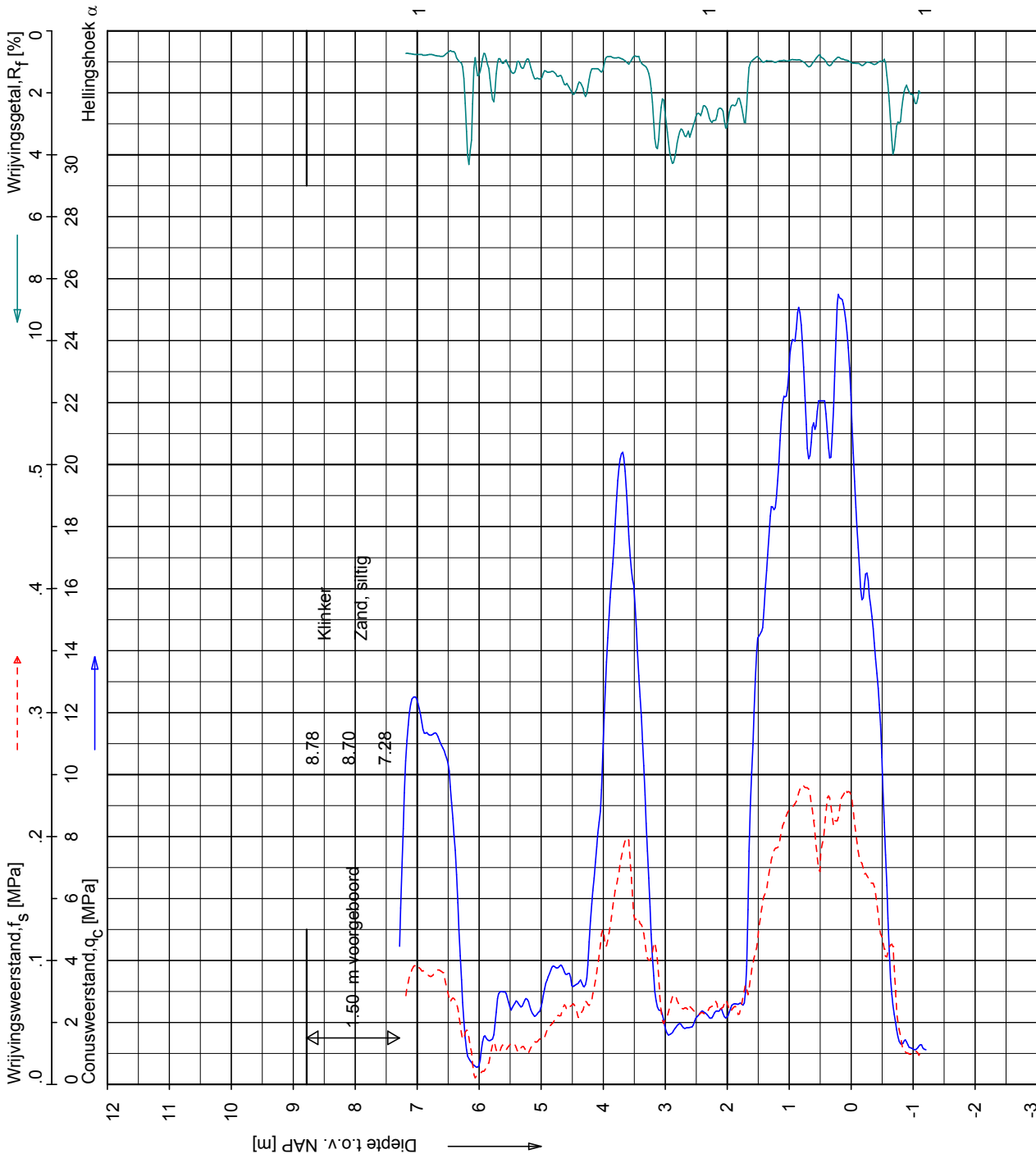
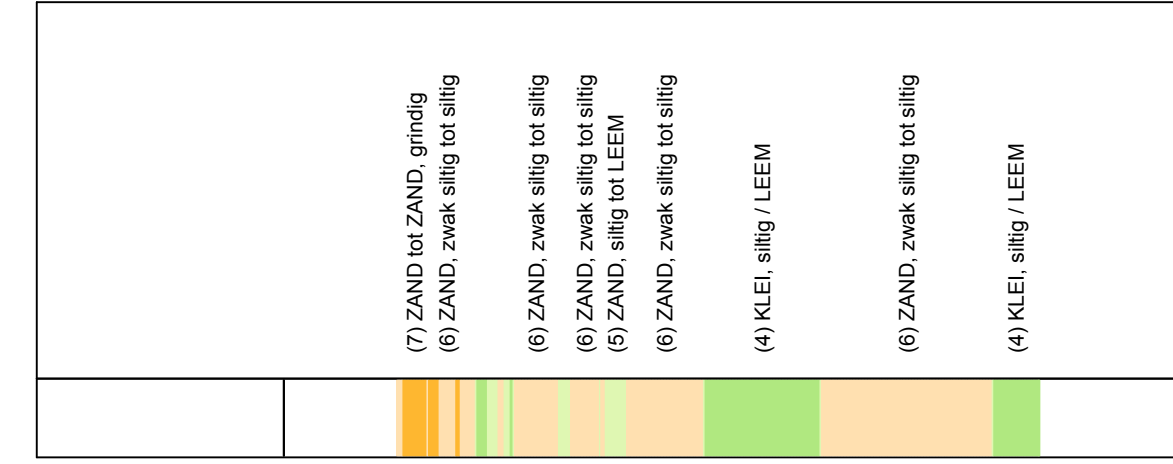
SONDERING MET PLAATSSELIJKE KLEEFMETING

HERONTWIKKELING VOORMALIGE ZIEKENHUISLOCATIE TE VEGHEL

Opdr. 1110-0048-000
 Sond. DKM2

Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg.: CV/ d.d. 22-Feb-2011 conus: F7.5CKE2/HAB X = 165609.7
 Get.: VALKF d.d. 2011-03-01 MV = NAP +8.78 m Y = 403630.4

Sondering volgens norm NEN 5140, Klasse 2.
 Conus type cilindrisch elektrisch 1500 mm.
 Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

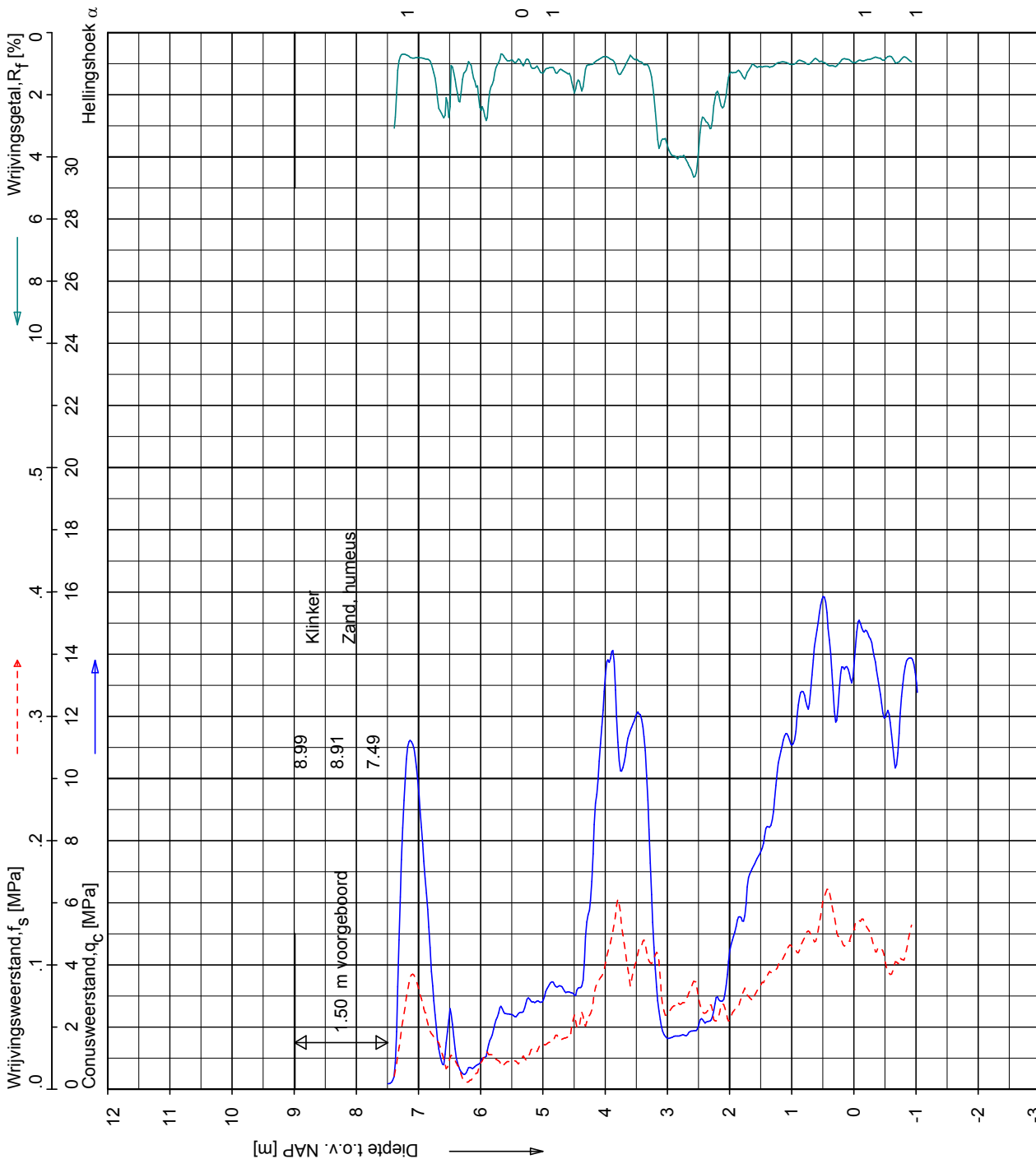
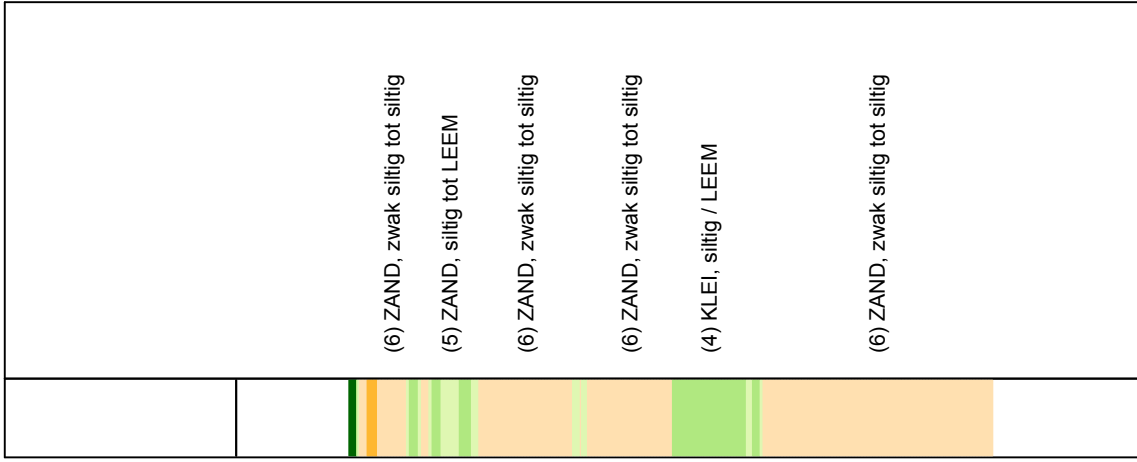
SONDERING MET PLAATSSELIJKE KLEEFMETING

HERONTWIKKELING VOORMALIGE ZIEKENHUISLOCATIE TE VEGHEL

Opdr. 1110-0048-000
 Sond. DKM3

Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg.:	CV/	d.d.	22-Feb-2011	conus:	F7.5CKE2/HAB	X =	165630.2
Get.:	VALKF	d.d.	2011-03-01	MV =	NAP +8.99 m	Y =	403668.3

Sondering volgens norm NEN 5140, Klasse 2.
 Conus type cilindrisch elektrisch 1500 mm.
 Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

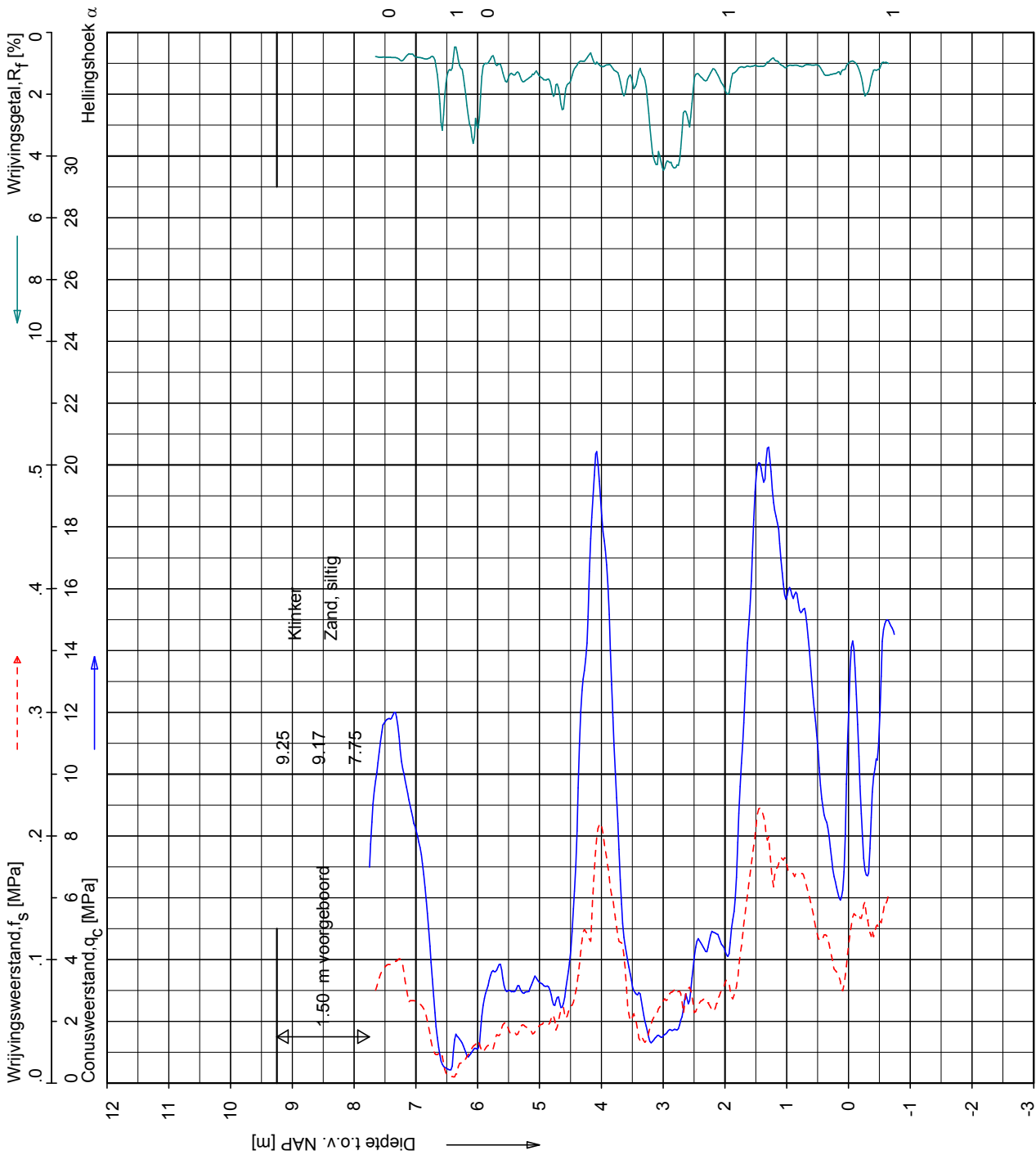
SONDERING MET PLAATSSELIJKE KLEEFMETING

HERONTWIKKELING VOORMALIGE ZIEKENHUISLOCATIE TE VEGHEL

Opdr. 1110-0048-000
 Sond. DKM4

Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg.:	CV/	d.d.	22-Feb-2011	conus:	F7.5CKE2/HAB	X =	165653.6
Get.:	VALKF	d.d.	2011-03-01	MV =	NAP +9.25 m	Y =	403715.6

Sondering volgens norm NEN 5140, Klasse 2.
 Conusroep cilindrisch elektrisch 1500 mmr.
 Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

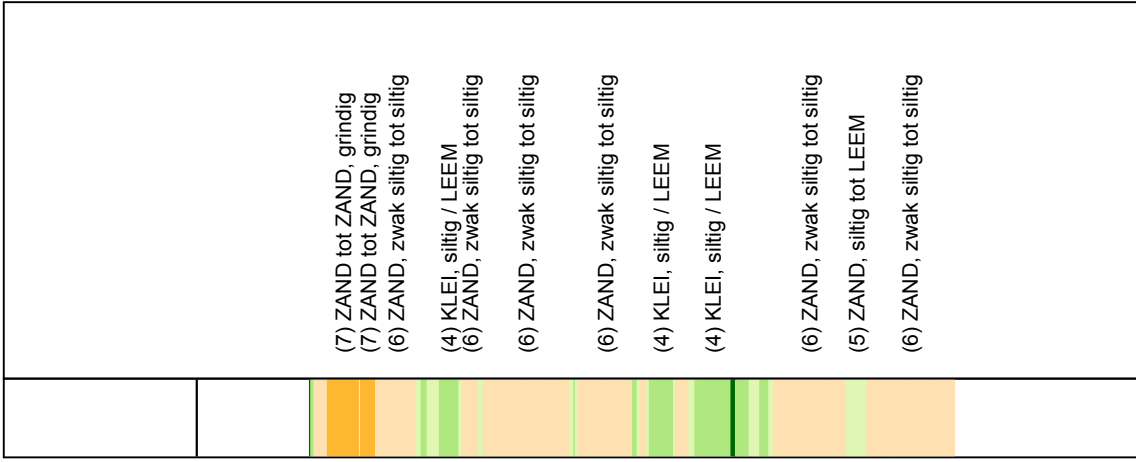
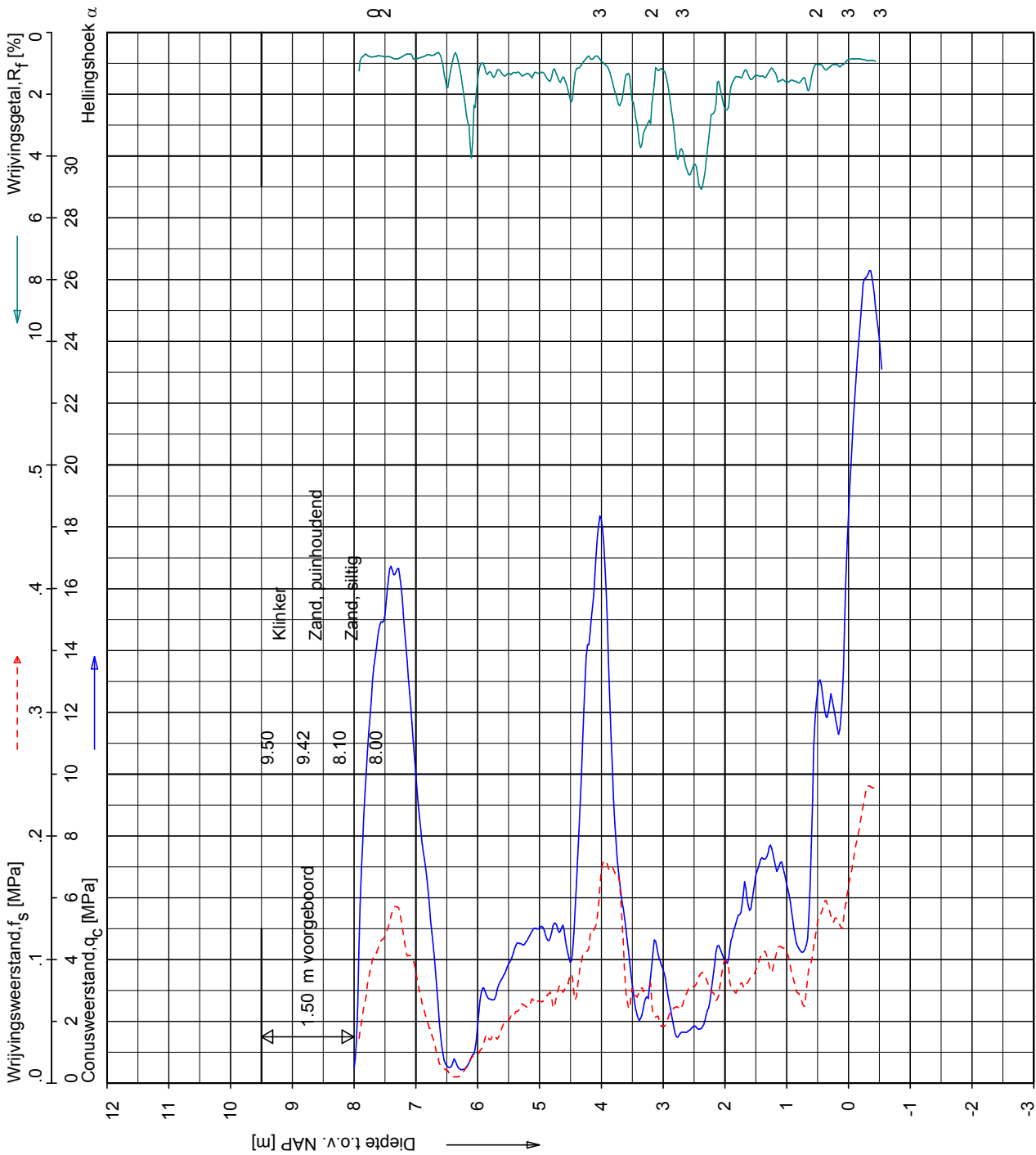
SONDERING MET PLAATSSELIJKE KLEEFMETING

HERONTWIKKELING VOORMALIGE ZIEKENHUISLOCATIE TE VEGHEL

Opdr. 1110-0048-000
 Sond. DKM5

Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg.: CV/ d.d. 22-Feb-2011 conus: F7.5CKE2HAB X = 165742.0
 Get.: VALKF d.d. 2011-03-01 MV = NAP +9.50 m Y = 403699.6

Sondering volgens norm NEN 5140, Klasse 2.
 Conus type cilindrisch elektrisch 1500 mm.
 Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

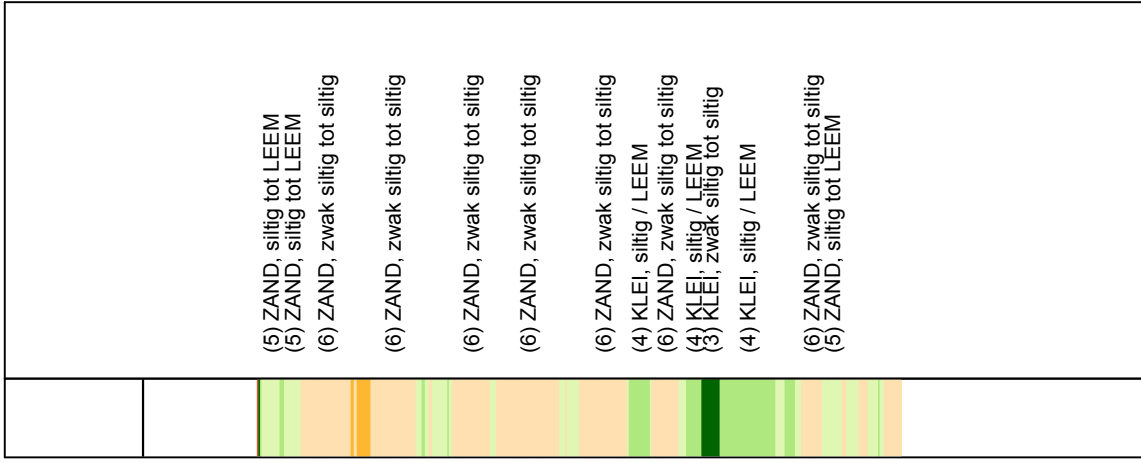
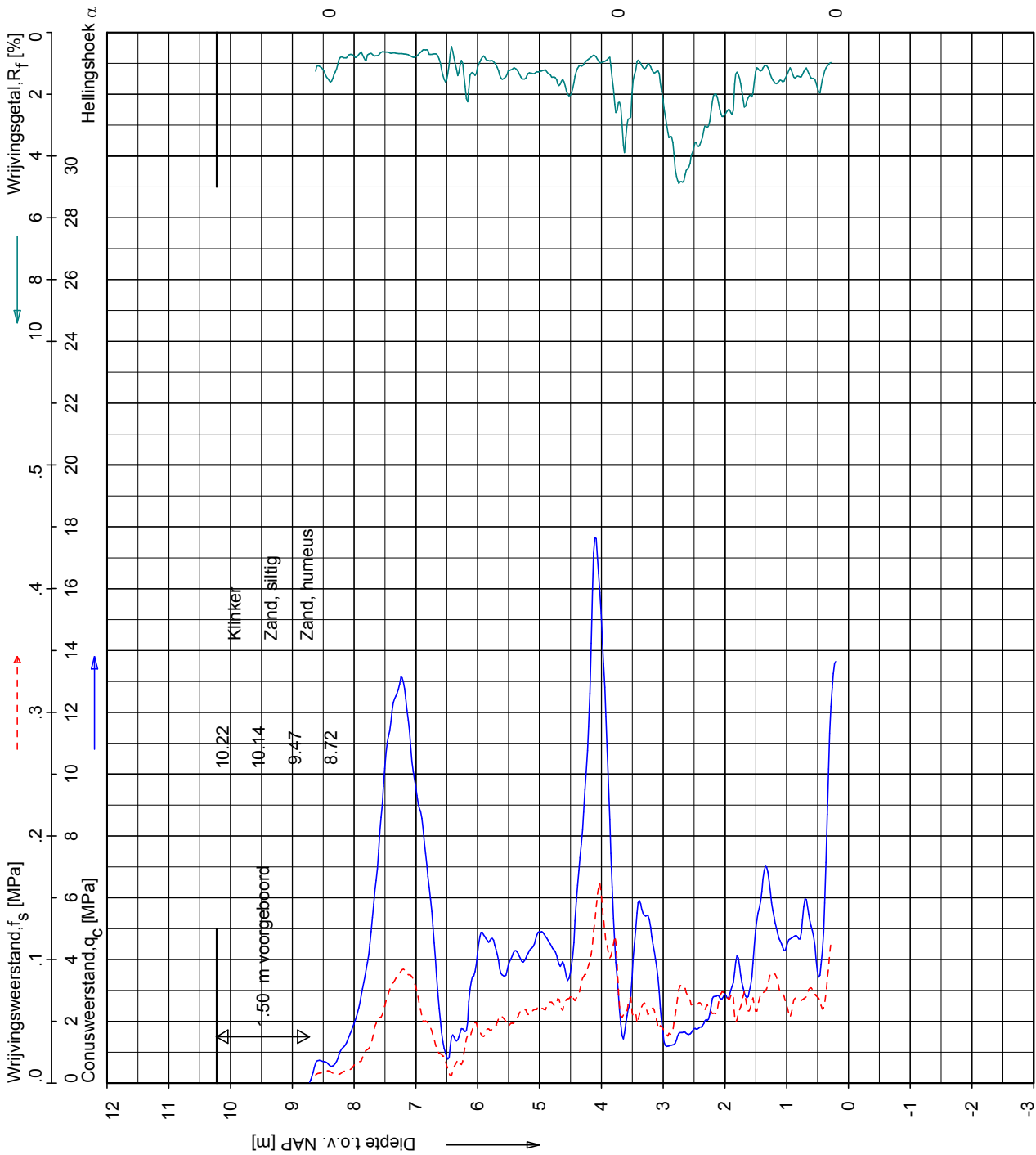
SONDERING MET PLAATSSELIJKE KLEEFMETING

HERONTWIKKELING VOORMALIGE ZIEKENHUISLOCATIE TE VEGHEL

Opdr. 1110-0048-000
 Sond. DKM6

Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg.: CV/ d.d. 22-Feb-2011 conus: F7.5CKE2HAB X = 165733.9
 Get.: VALKF d.d. 2011-03-01 MV = NAP +10.22 m Y = 403653.2

Sondering volgens norm NEN 5140, Klasse 2.
 Conus type cilindrisch elektrisch 1500 mm.
 Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

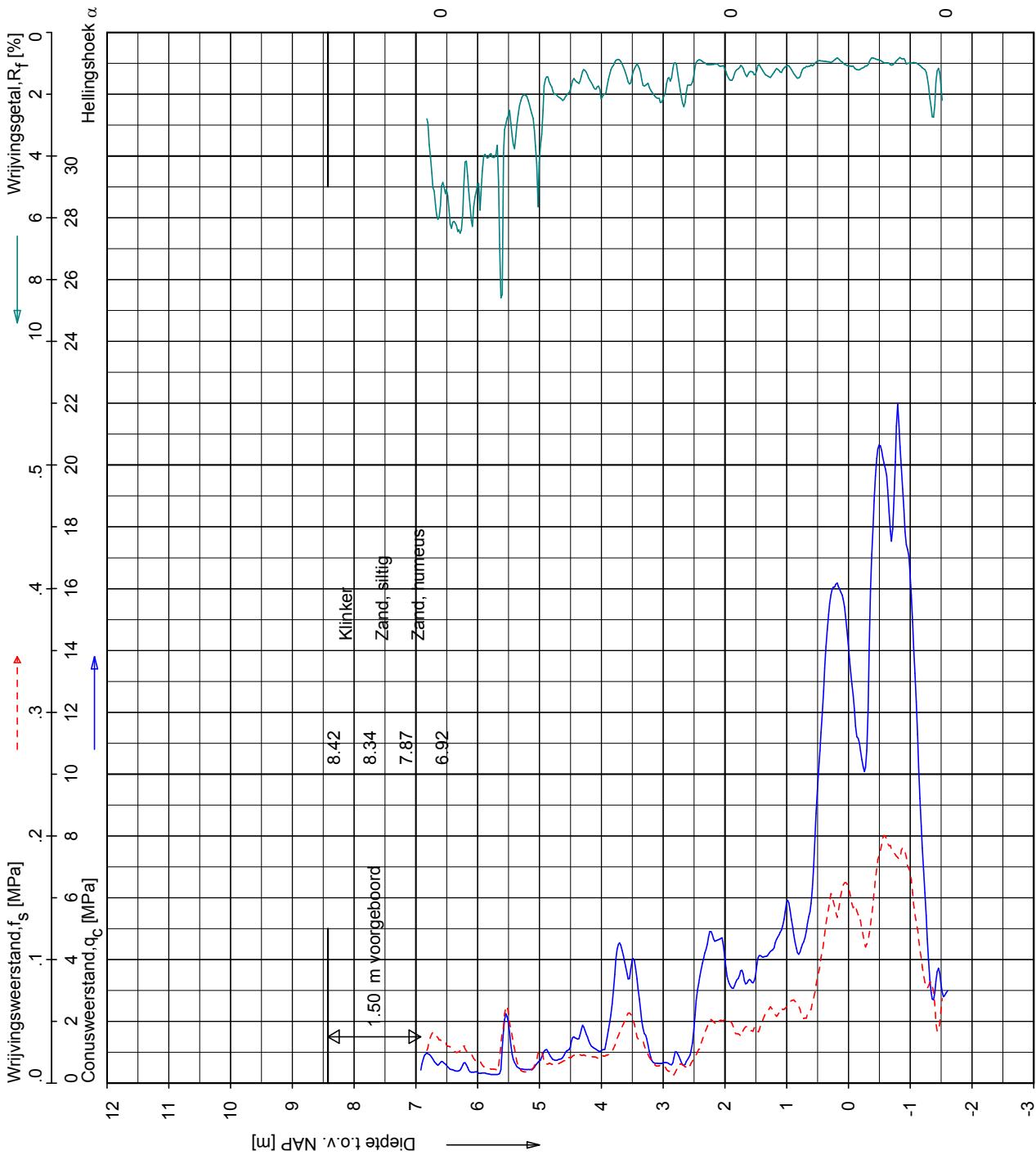
SONDERING MET PLAATSSELIJKE KLEEFMETING

HERONTWIKKELING VOORMALIGE ZIEKENHUISLOCATIE TE VEGHEL

Opdr. 1110-0048-000
 Sond. DKM7

Indicatieve bodembeschrijving

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



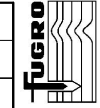
Opg.:	CV/	d.d.	22-Feb-2011	conus:	F7.5CKE2HAB	X =	165787.7
Get.:	VALKF	d.d.	2011-03-01	MV =	NAP +8.42 m	Y =	403636.0

Sondering volgens norm NEN 5140, klasse 2.
 Conus type cilindrisch elektrisch 1500 mm.
 Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

SONDERING MET PLAATSSELIJKE KLEEFMETING

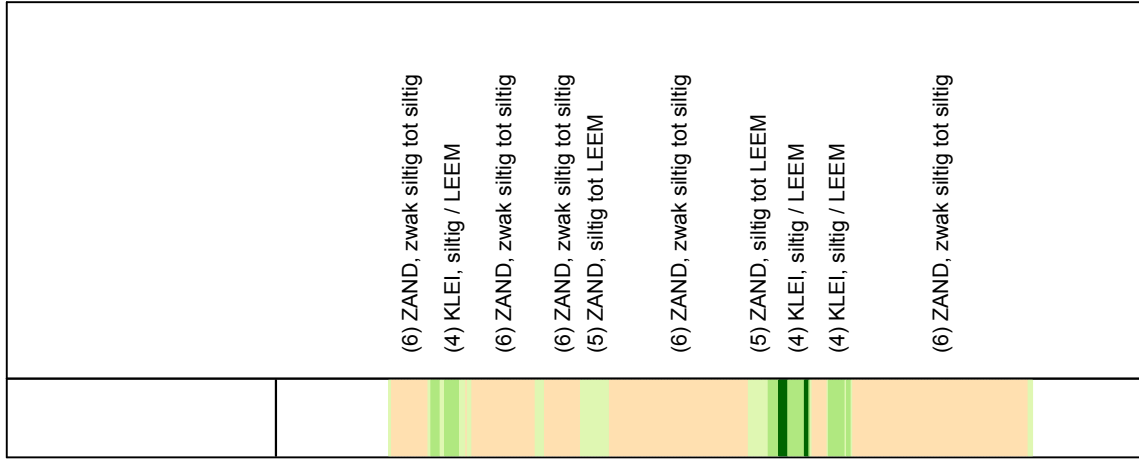
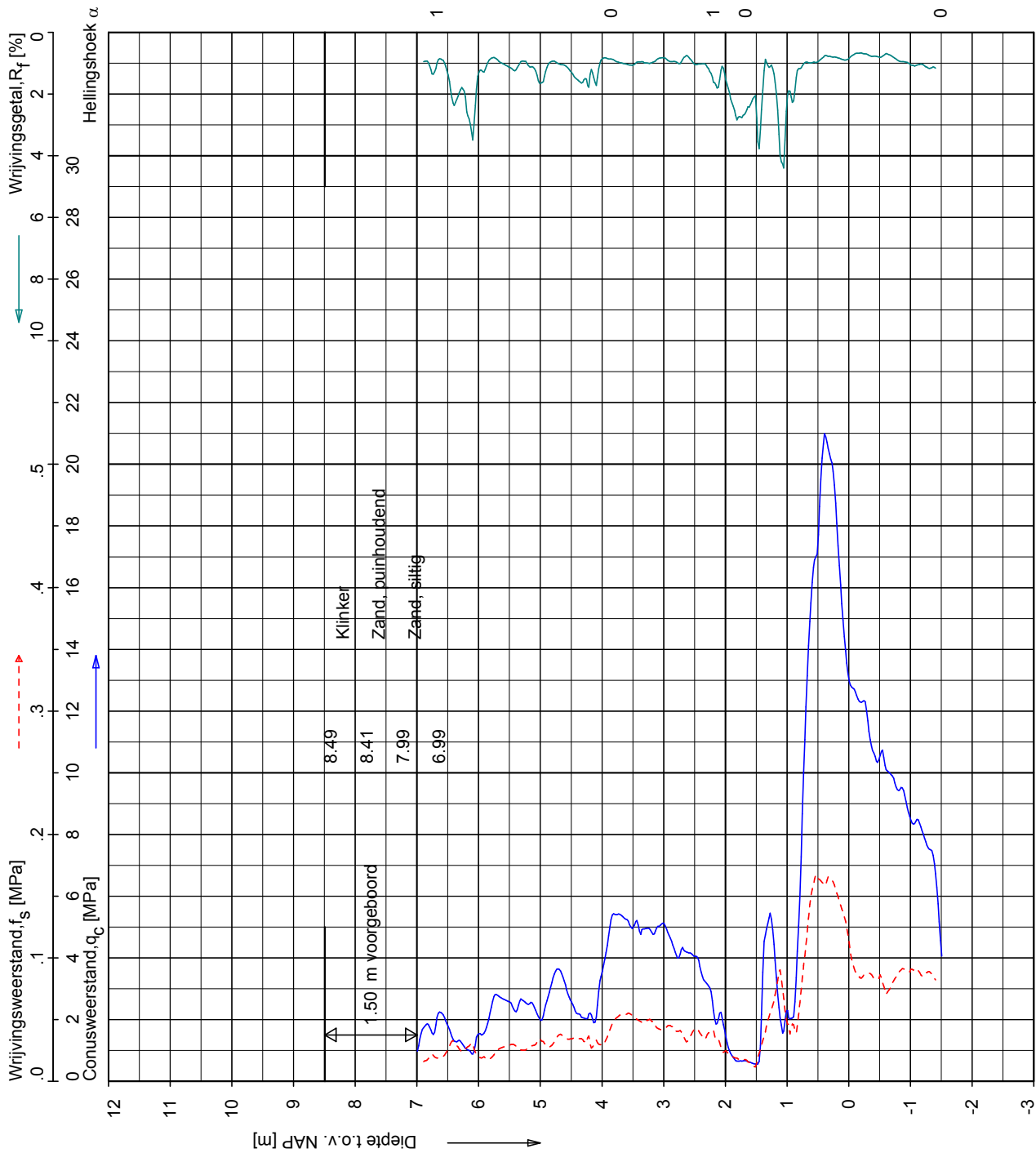
HERONTWIKKELING VOORMALIGE ZIEKENHUISLOCATIE TE VEGHEL

Opdr. 1110-0048-000
 Sond. DKM8



Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg.:	CV/	d.d.	22-Feb-2011	conus:	F7.5CKE2HAB	X =	165776.3
Get.:	VALKF	d.d.	2011-03-01	MV =	NAP +8.49 m	Y =	403602.7

Sondering volgens norm NEN 5140, Klasse 2.
 Conus type cilindrisch elektrisch 1500 mm.
 Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

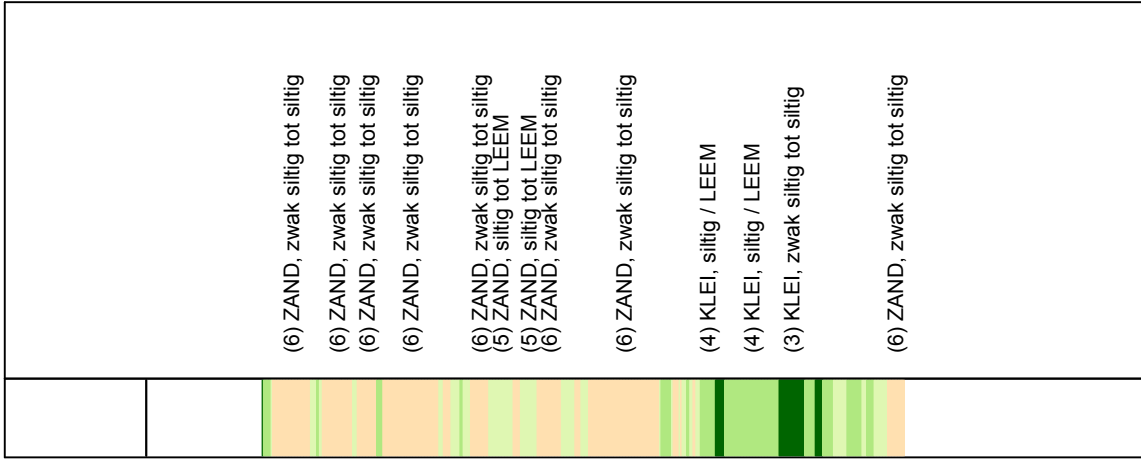
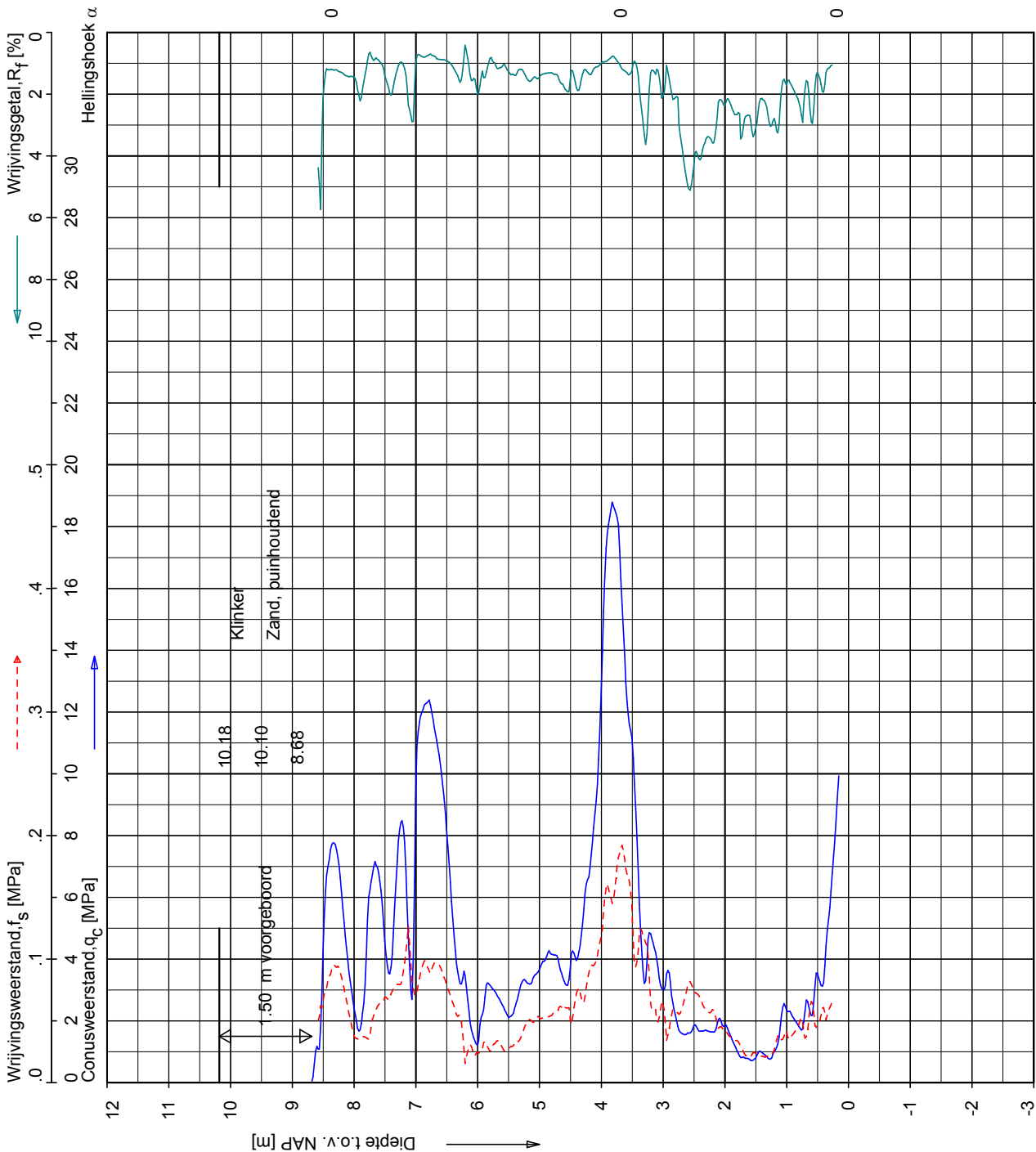
SONDERING MET PLAATSSELIJKE KLEEFMETING

HERONTWIKKELING VOORMALIGE ZIEKENHUISLOCATIE TE VEGHEL

Opdr. 1110-0048-000
 Sond. DKM9

Indicatieve bodembeschrijving

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



Opg.:	CV/	d.d.	22-Feb-2011	conus:	F7.5CKE2HAB	X =	165728.5
Get.:	VALKF	d.d.	2011-03-01	MV =	NAP +10.18 m	Y =	403610.6

Sondering volgens norm NEN 5140, Klasse 2.
 Conus type cilindrisch elektrisch 1500 mm.
 Specificaties conform bijl. Elektrisch sonderen.

SONDERING MET PLAATSSELIJKE KLEEFMETING

HERONTWIKKELING VOORMALIGE ZIEKENHUISLOCATIE TE VEGHEL

Opdr. 1110-0048-000
 Sond. DKM10

LEGENDA TERREINPROEVEN EN GRONDSOORTEN

BORINGEN / PEILBUIZEN

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

SONDERINGEN

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

Type sonderingen

M	middelzware sondering
D	diepsondering
DZ	diepzware sondering
S	slagsondering

Toegevoegde metingen

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

LEGENDA / TERMINOLOGIE

grind

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

zand

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

veen

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

klei

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

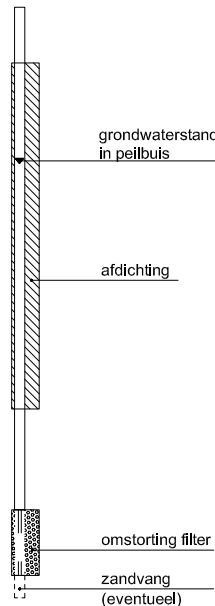
leem

	Leem, zwak zandig
	Leem, sterk zandig

Overige toevoegingen

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

Peilbuis



Monsters

	geroerd monster
	ongeroerd monster

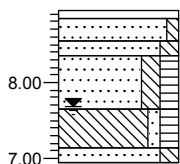
Overig

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

Boring: HB1

Veldclassificatie

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



8.95	
8.85	Klinker
8.55	
8.35	Zand, zeer grof, zwak siltig, bruin
7.65	Zand, zeer grof, matig siltig, brokken leem, bruin
7.15	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, zwartbruin
6.95	Leem, zwak zandig, matig humeus, zwartbruin, hout matig
	Zand, matig fijn, matig siltig, grijsbruin

Uitvoering: 2-3-2011

X: 165610.64
Y: 403549.2

MV (m tov NAP): 8.95
GWS (cm tov MV): 127

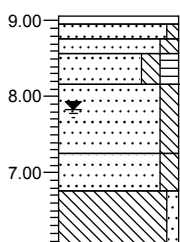
GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):
Boormeester: JMM

Boring: HB1A

Veldclassificatie

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



9.06	
8.96	
8.76	Klinker
8.56	
8.16	Zand, zeer grof, zwak siltig, bruin
	Zand, matig grof, matig siltig, brokken leem, bruin
7.26	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, zwartbruin
	Zand, matig fijn, matig siltig, grijs
6.76	Zand, matig fijn, matig siltig, grijsbruin, + leembrokjes
6.06	Leem, zwak zandig, grijs, + een enkel zandhoudend laagje

Uitvoering: 2-3-2011

X: 165612.06
Y: 403566.9

MV (m tov NAP): 9.06
GWS (cm tov MV): 123

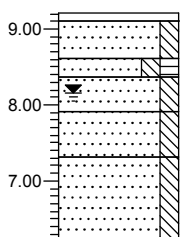
GHG (cm tov MV):
GLG (cm tov MV):

Bk PB (m tov NAP):
Boormeester: JMM

Boring: HB2

Veldclassificatie

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



9.21	
9.11	Klinker
8.61	
8.36	Zand, matig grof, matig siltig, bruin
7.91	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, zwartbruin
	Zand, matig fijn, matig siltig, sporen roest, bruin
7.31	Zand, matig grof, matig siltig, bruin, grindsporen
	Zand, matig fijn, matig siltig, grijsbruin, + een enkel leemhoudend laagje
6.21	

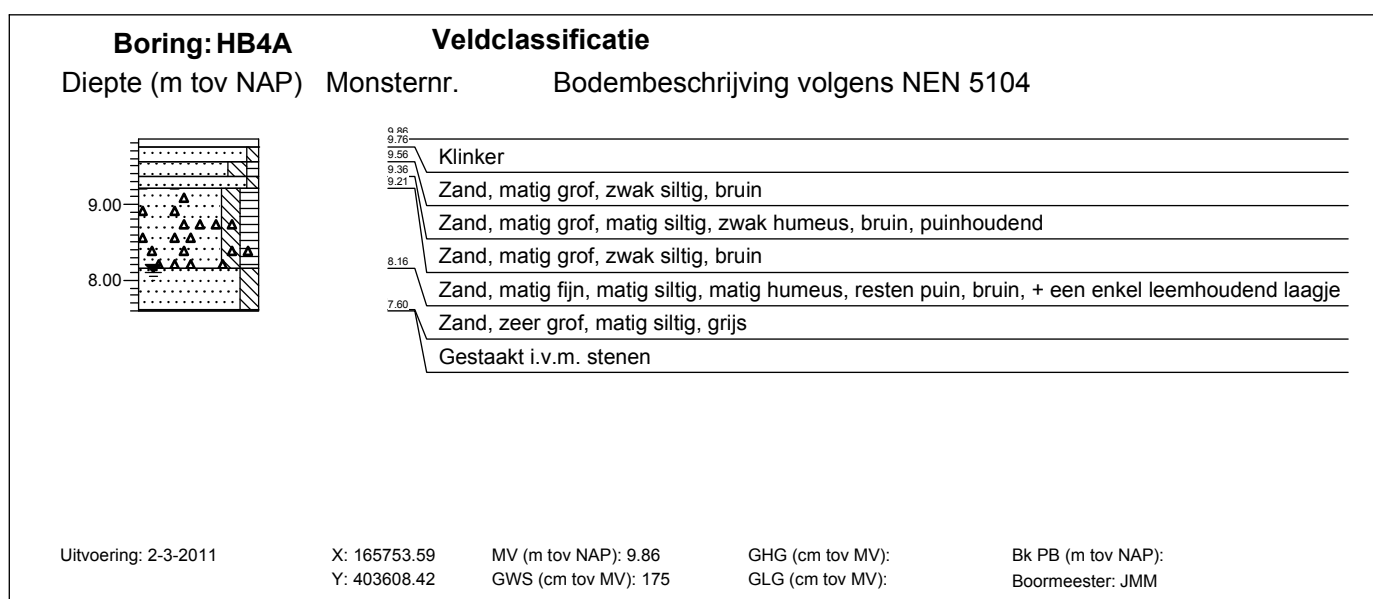
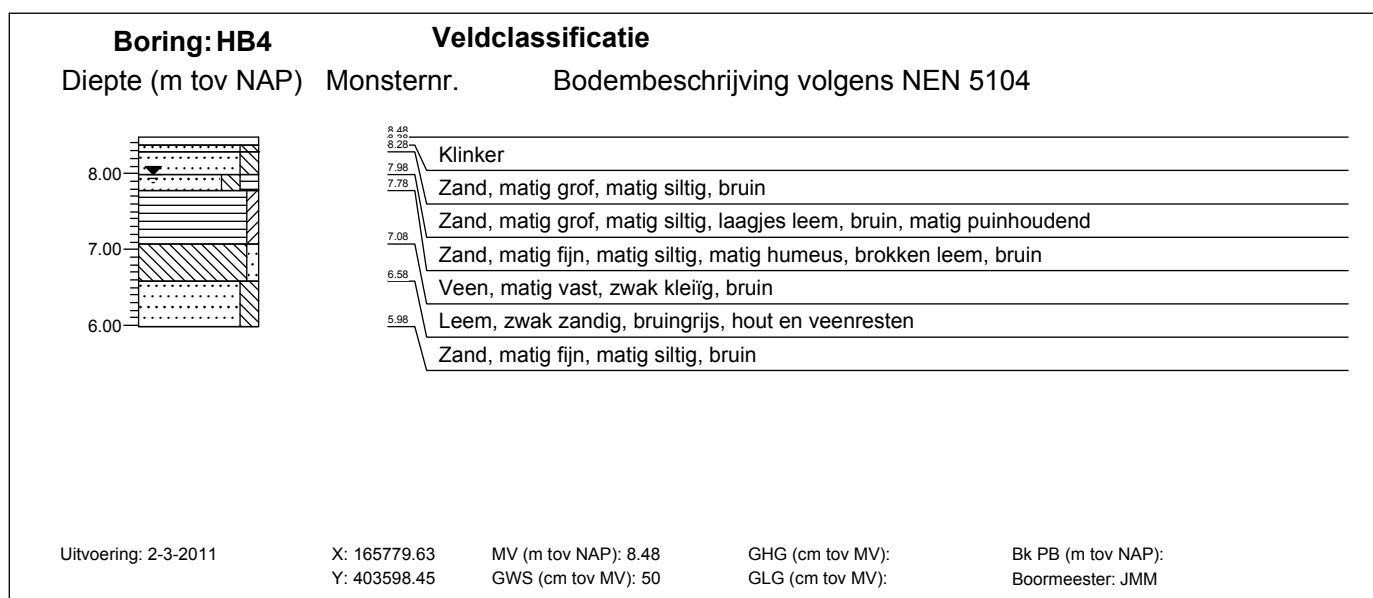
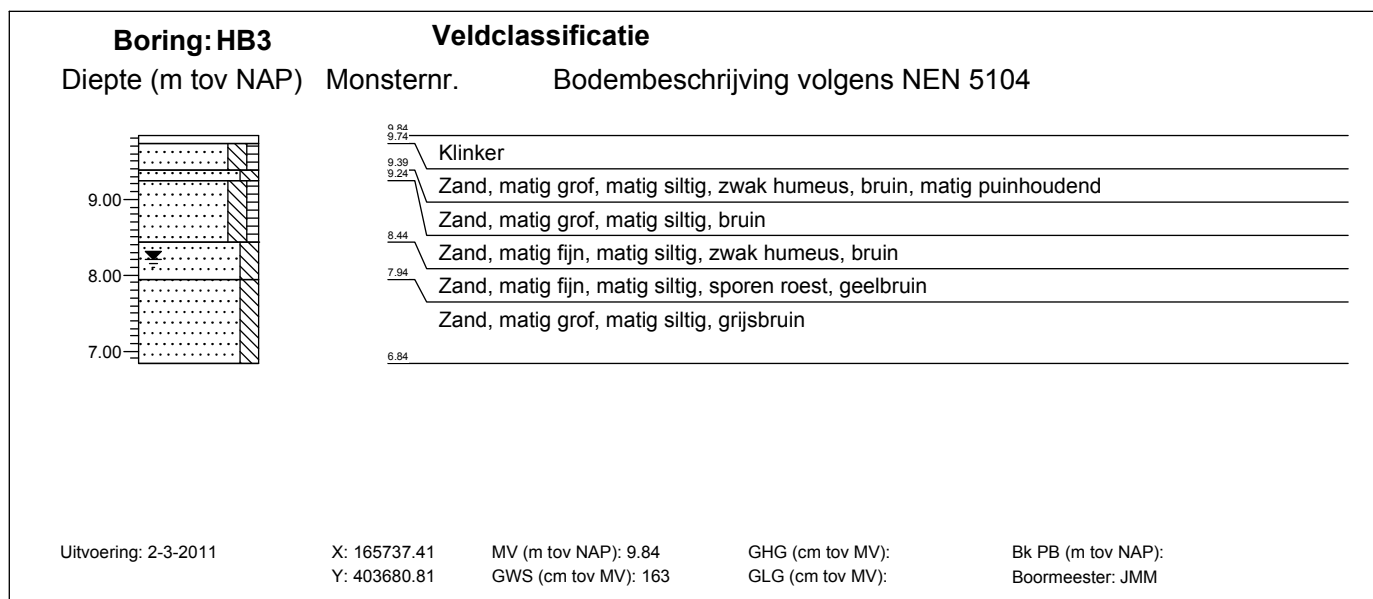
Uitvoering: 2-3-2011

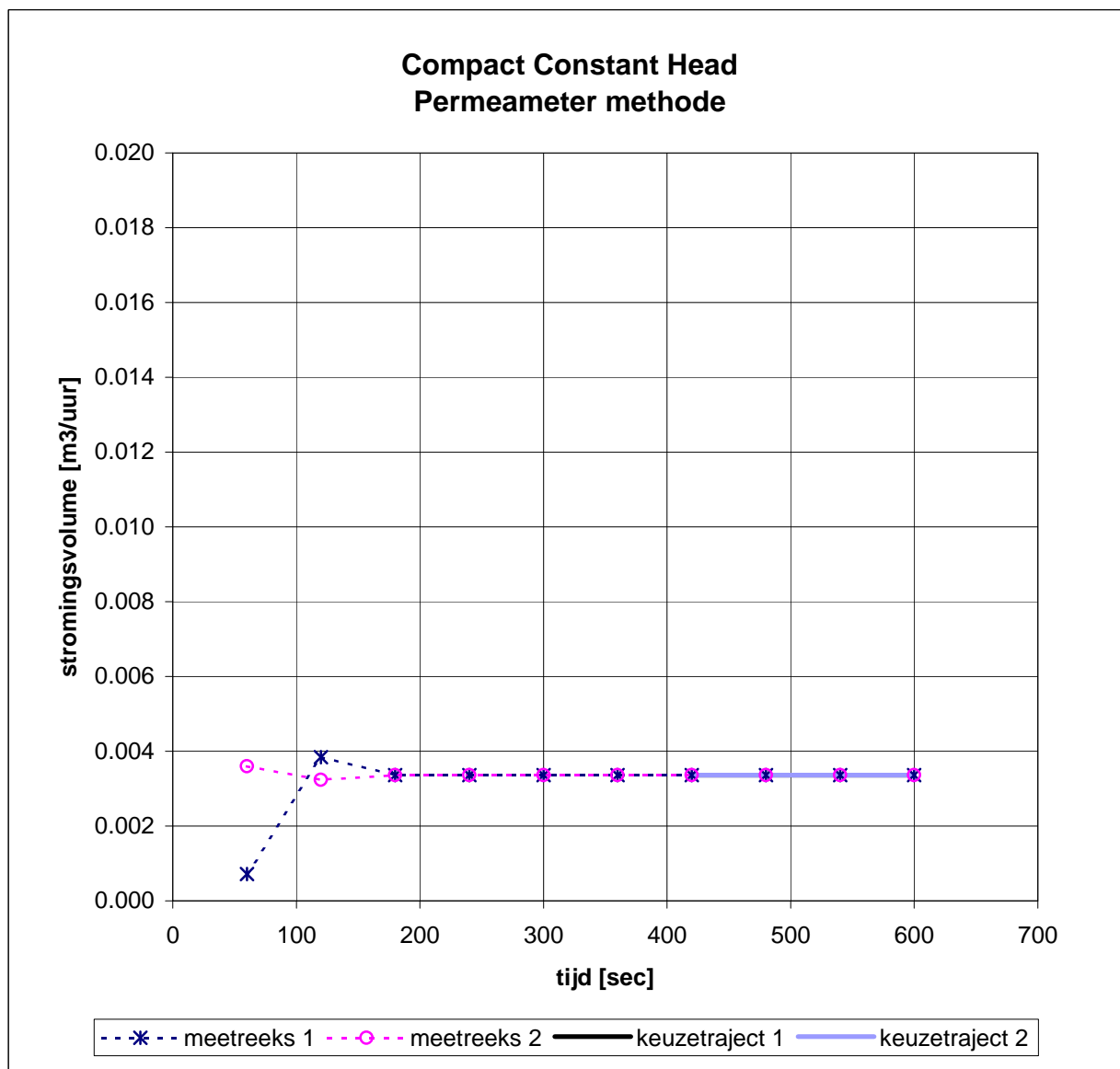
X: 165643.78
Y: 403713.84

MV (m tov NAP): 9.21
GWS (cm tov MV): 105

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

Bk PB (m tov NAP):
Boormeester: JMM





keuzetraject = traject waarover de k-waarde bepaald wordt

Datum van uitvoering: 2 maart 2011

Diepte boorgat: 1.08 m - MV

Diameter boorgat: 0.05 m

	<u>reeks 1</u>	<u>reeks 2</u>
Waterhoogte in boorgat:	0.20 m	0.20 m

Berekende doorlaatfactor (k)

voor reeks 1 0.61 m/dag

voor reeks 2 0.61 m/dag

Uitvoering door: JMM

Controle vakdeskundige: CMD

Versie: MS013.01

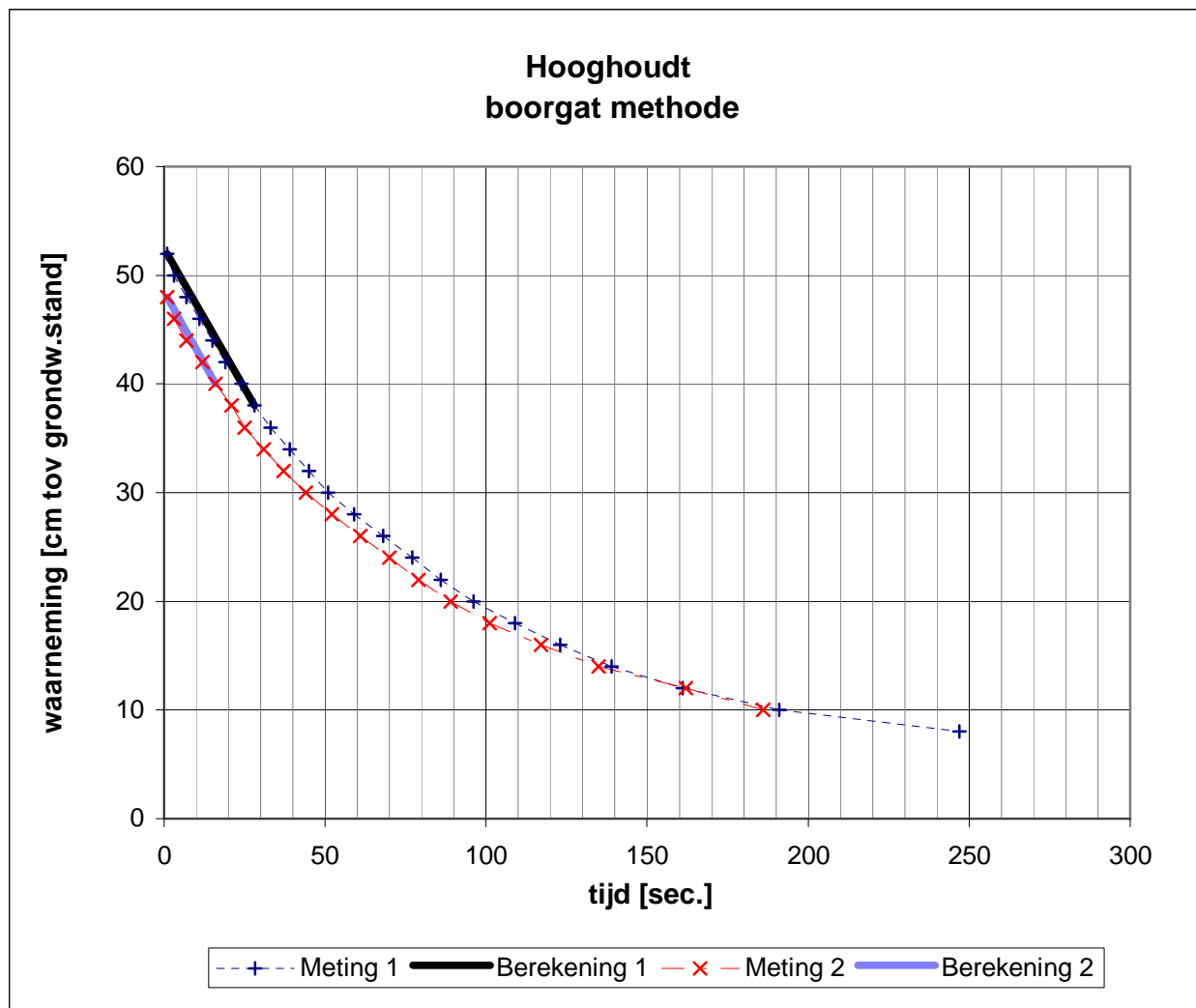
RESULTATEN COMPACT CONSTANT HEAD PERMEAMETER

LOCATIE HB1A

VEGHEL

Opdracht: 1110-0048-000

Bijlage: CCHP1



Datum van uitvoering: 2 maart 2011

Diepte boorgat : 1.70 m - maaiveld

Grondwaterstand: 1.05 m - maaiveld

Meetpunt: 0.35 m + maaiveld

Boorgatdiameter: 10 cm

Berekende doorlaatfactor (k)

voor traject reeks 1 5.3 m/dag

voor traject reeks 2 5.6 m/dag

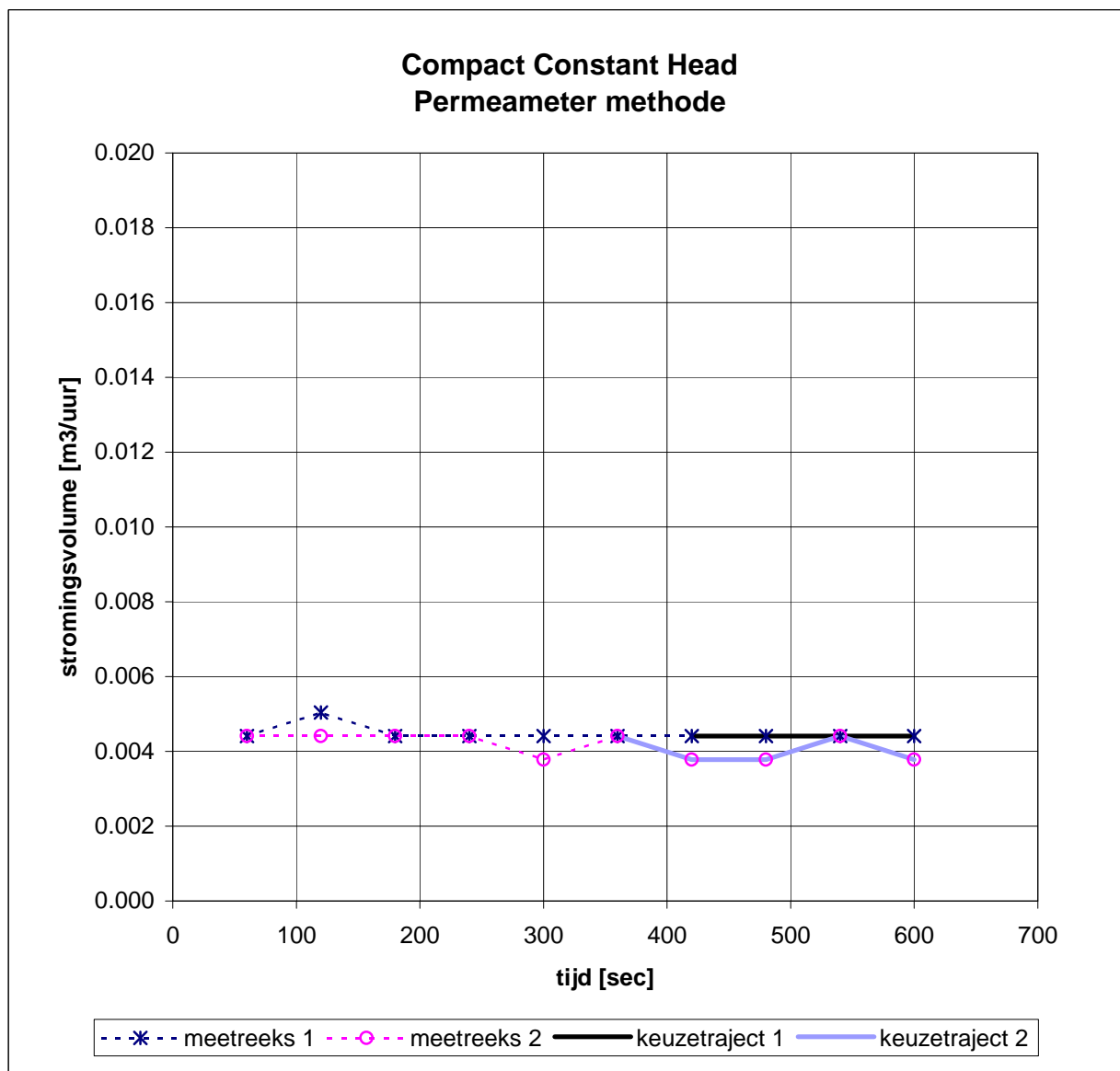
RESULTATEN HOOGHOUDT-METING

LOCATIE HB2

VEGHEL

Opdracht : 1110-0048-000

Bijlage : HH1



keuzetraject = traject waarover de k-waarde bepaald wordt

Datum van uitvoering: 2 maart 2011

Diepte boorgat: 1.41 m - MV

Diameter boorgat: 0.05 m

	<u>reeks 1</u>	<u>reeks 2</u>
Waterhoogte in boorgat:	0.23 m	0.23 m

Berekende doorlaatfactor (k)

voor reeks 1 0.64 m/dag

voor reeks 2 0.59 m/dag

Uitvoering door: JMM

Controle vakdeskundige: CMD

Versie: MS013.01

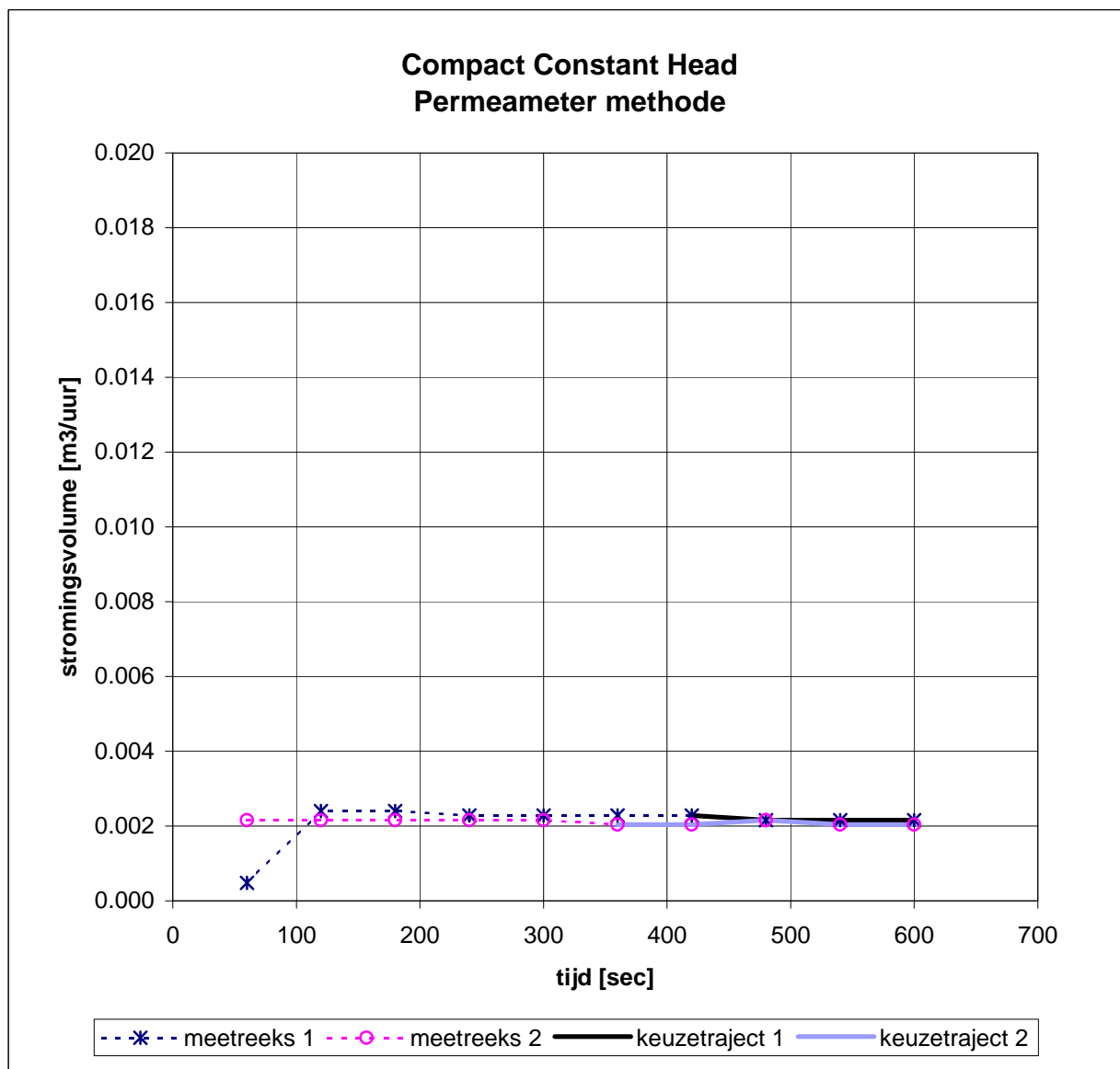
RESULTATEN COMPACT CONSTANT HEAD PERMEAMETER

LOCATIE HB3

VEGHEL

Opdracht: 1110-0048-000

Bijlage: CCHP1



keuzetraject = traject waarover de k-waarde bepaald wordt

Datum van uitvoering: 2 maart 2011

Diepte boorgat: 1.57 m - MV

Diameter boorgat: 0.05 m

	<u>reeks 1</u>	<u>reeks 2</u>
Waterhoogte in boorgat:	0.21 m	0.21 m

Berekende doorlaatfactor (k)

voor reeks 1 0.37 m/dag

voor reeks 2 0.35 m/dag

Uitvoering door: JMM

Controle vakdeskundige: CMD

Versie: MS013.01

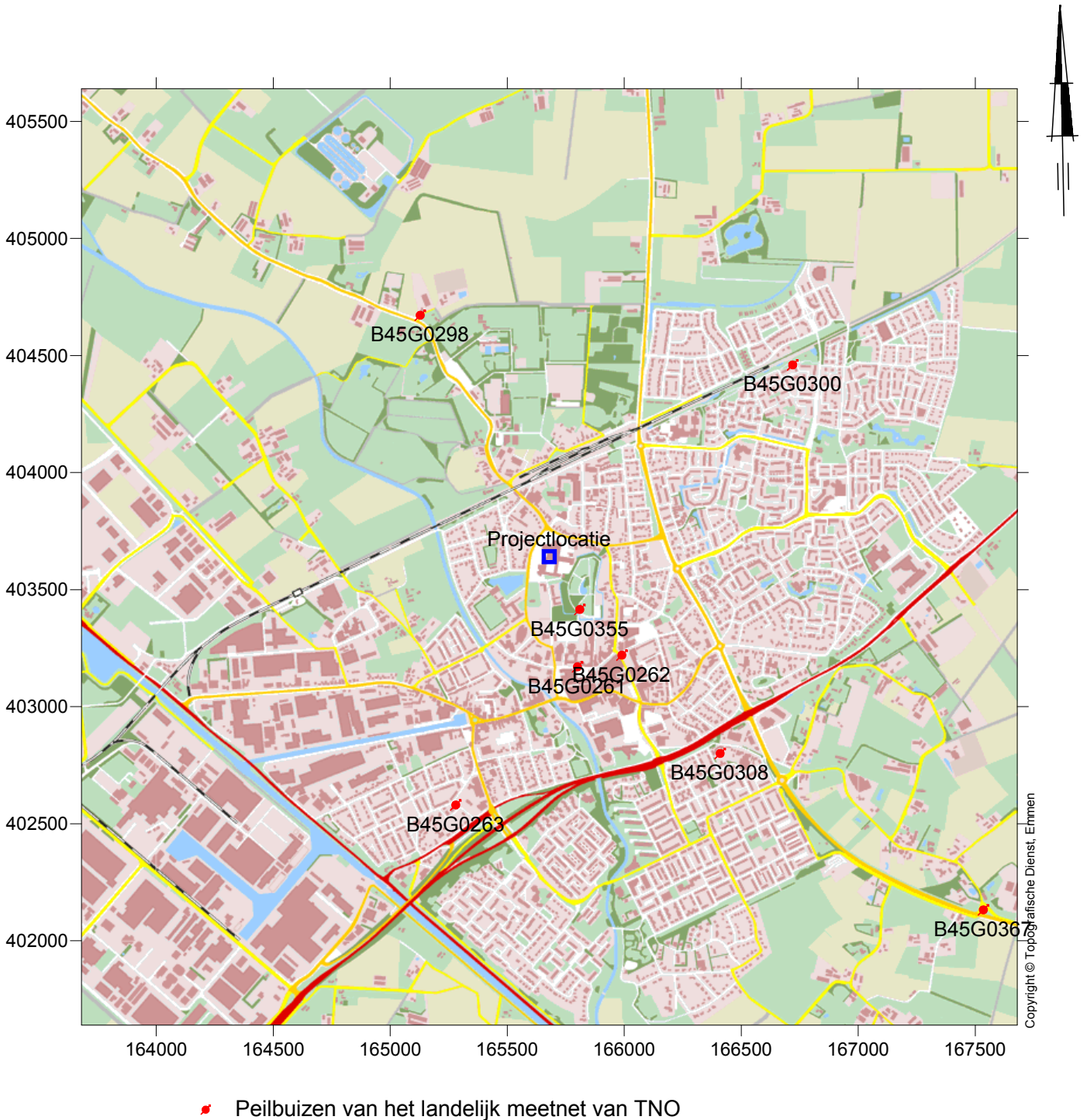
RESULTATEN COMPACT CONSTANT HEAD PERMEAMETER

LOCATIE HB4a

VEGHEL

Opdracht: 1110-0048-000

Bijlage: CCHP1



LOCATIEOVERZICHT EN PEILBUISLOCATIES TNO

HERONTWIKKELING VOORMALIGE ZIEKENHUISLOCATIE TE VEGHEL

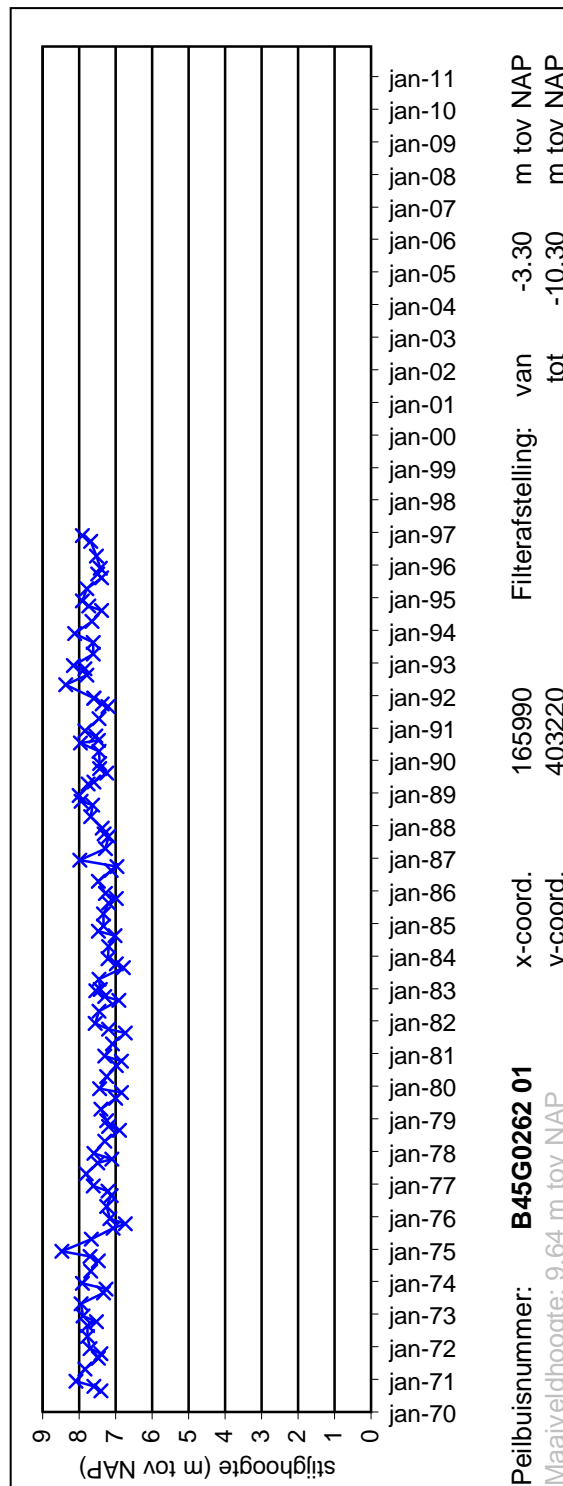
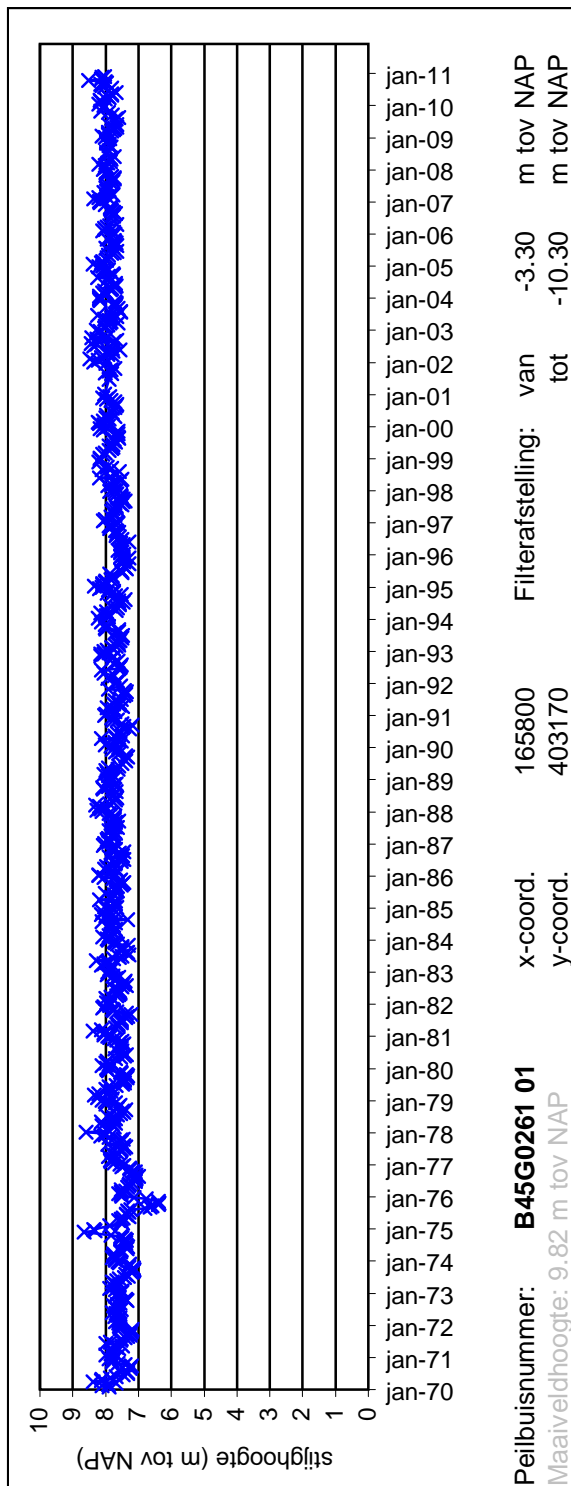
Opdr. : 1110-0048-000
 Bijlage : 2

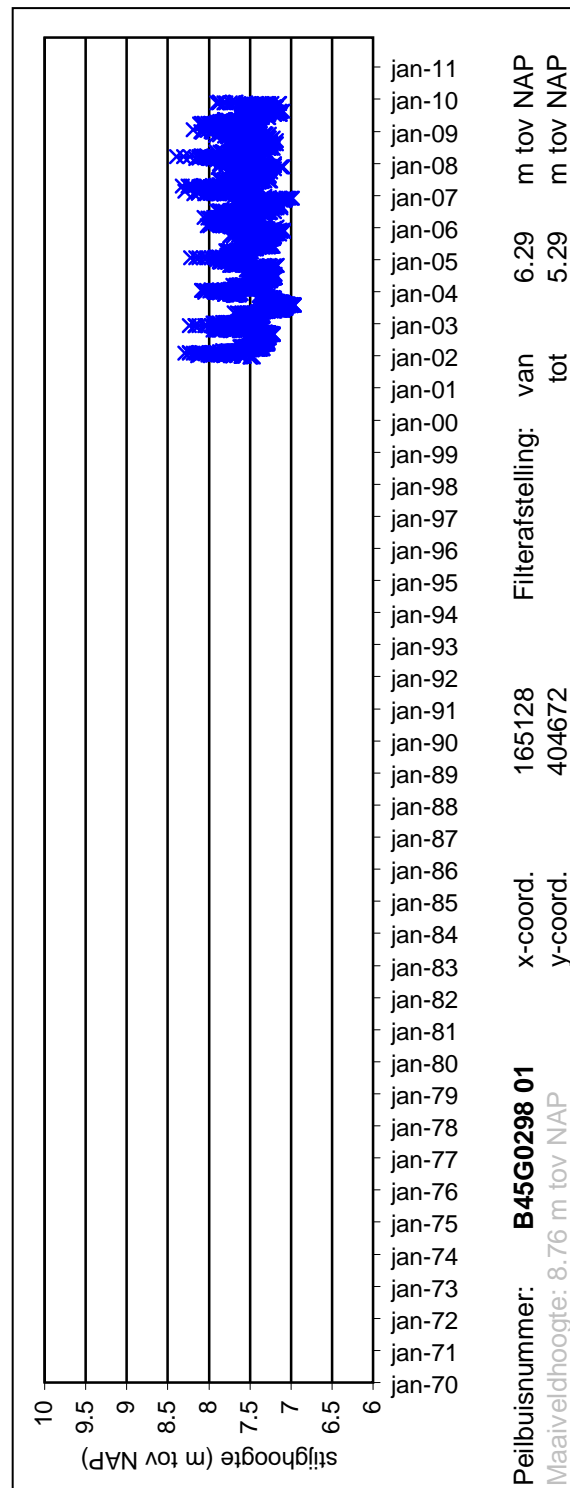
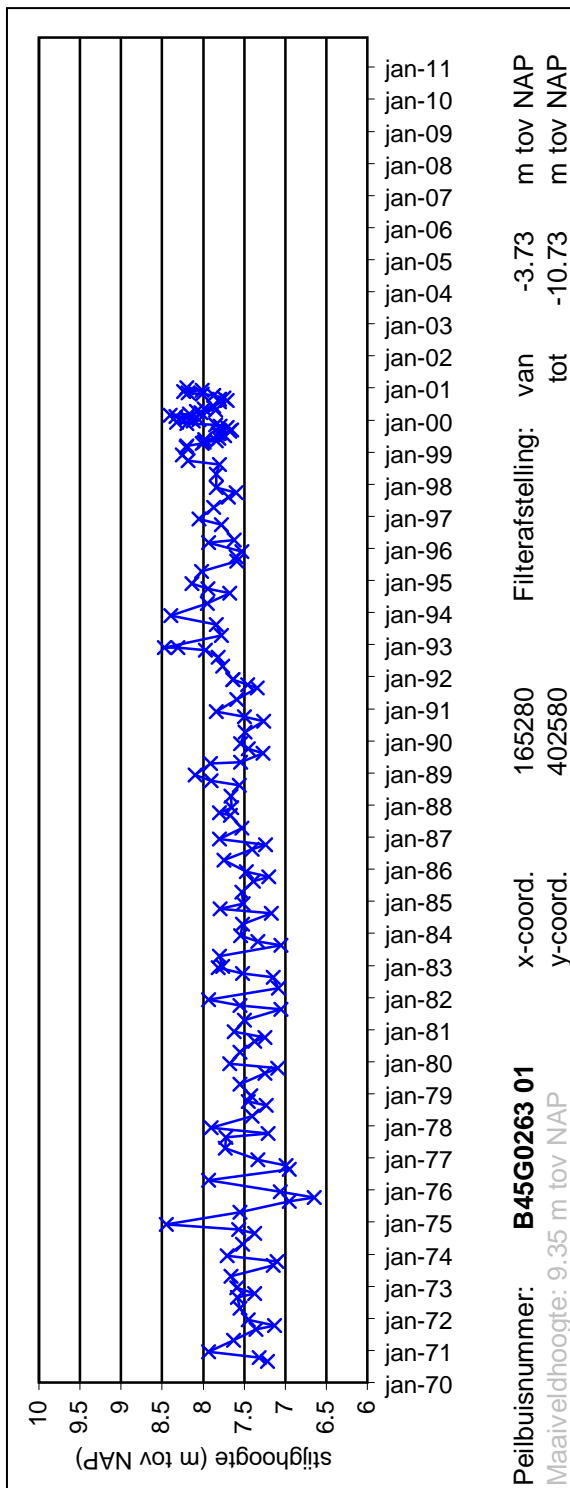


DINO
Grondwater
TNO

Tijd-stijghoogtelijnen

Periode van: 1-1-1970 tot: 1-1-2012 Referentie: NAP



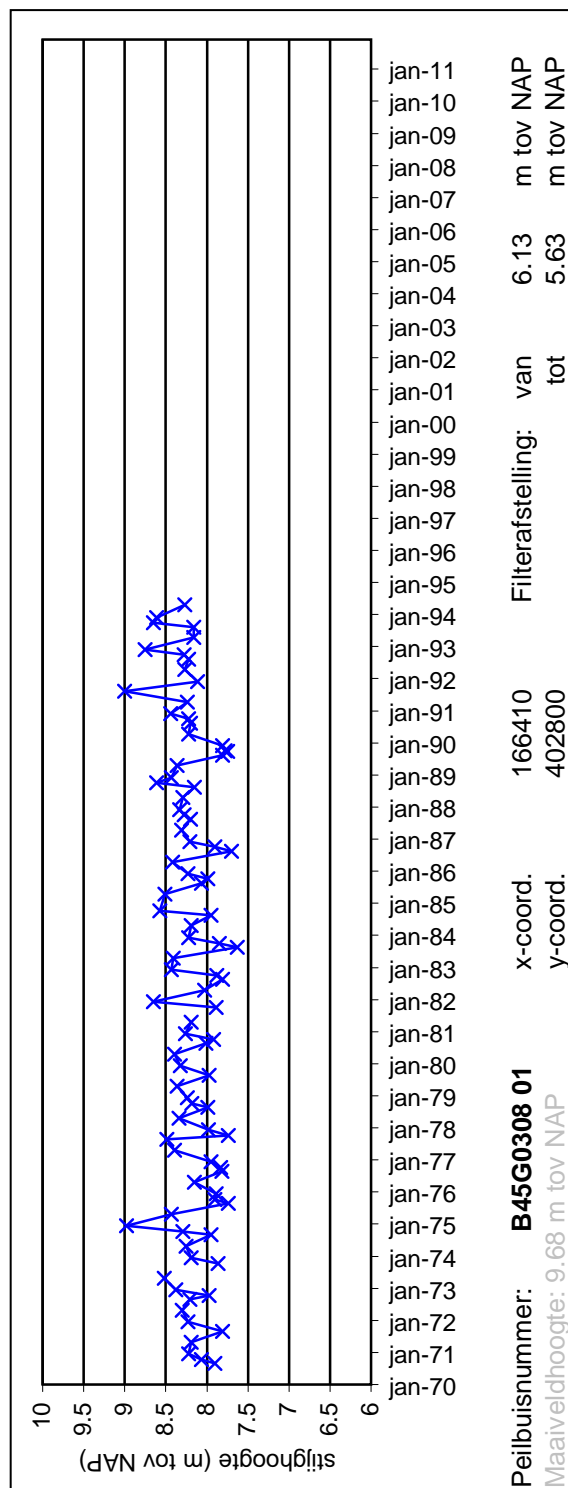
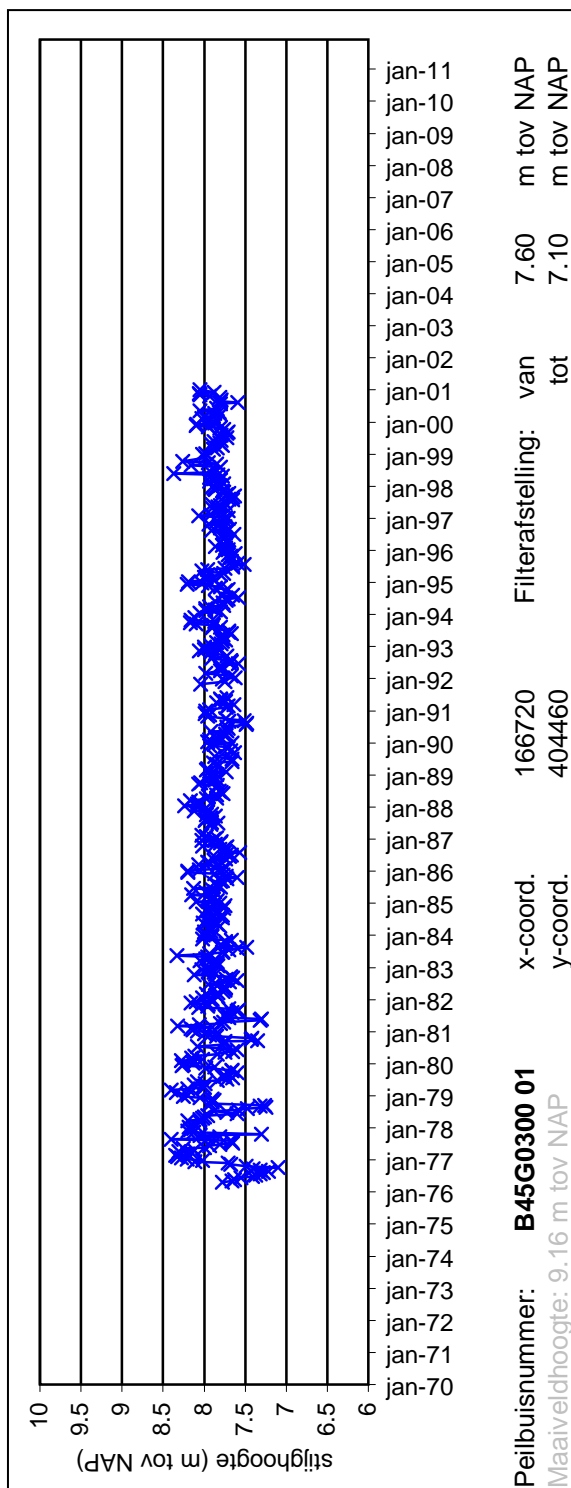


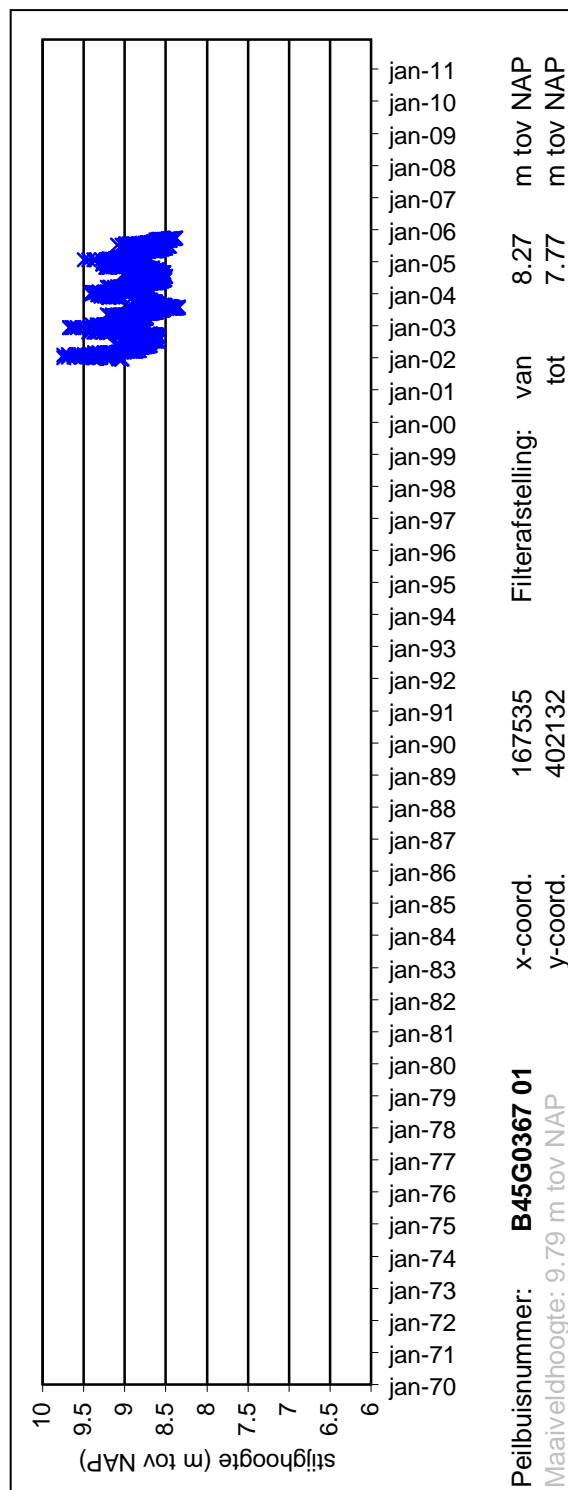
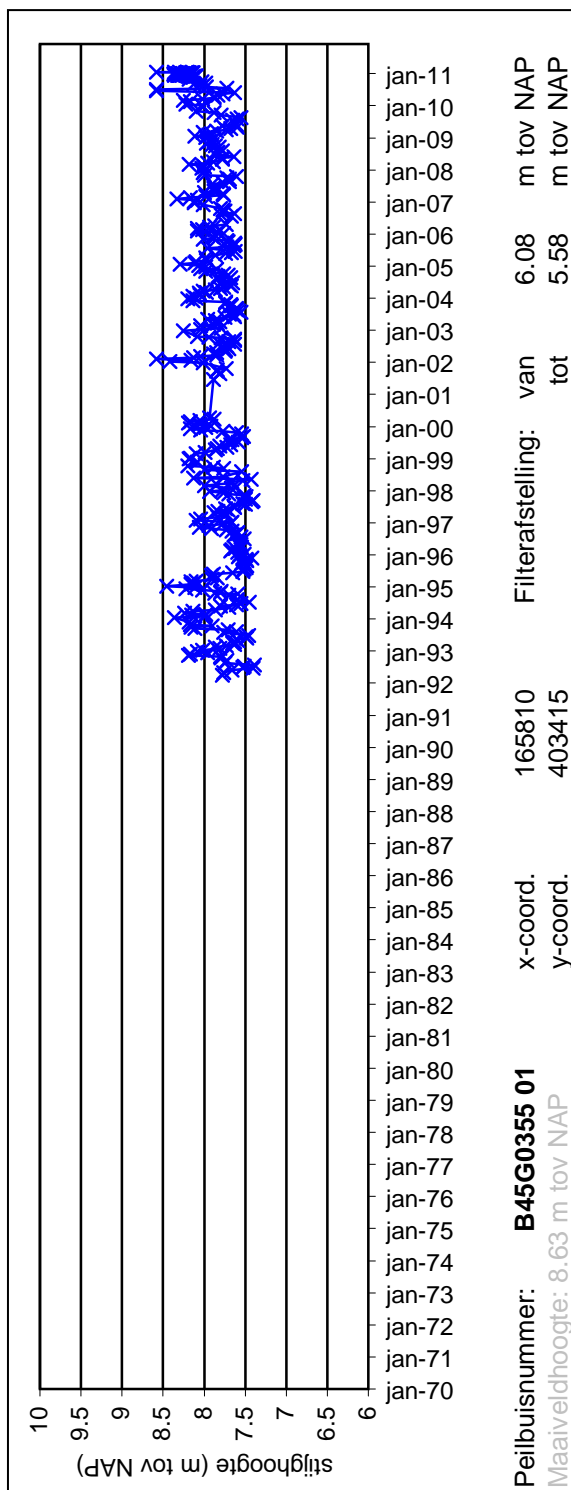


DINO
Grondwater
TNO

Tijd-stijghoogtelijnen

Periode van: 1-1-1970 tot: 1-1-2012 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 afstomende 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 afstomend 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.

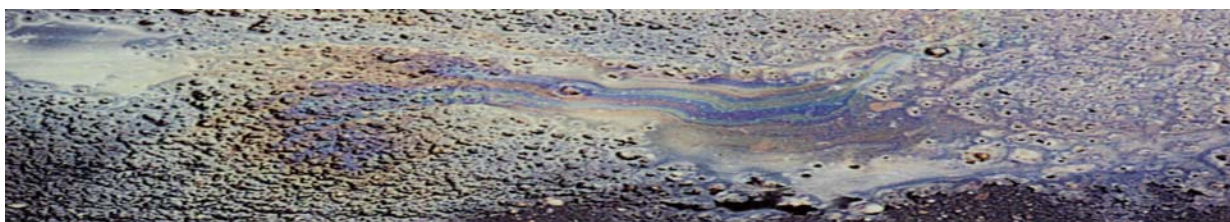


Foto: olie en benzine op wegdek

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

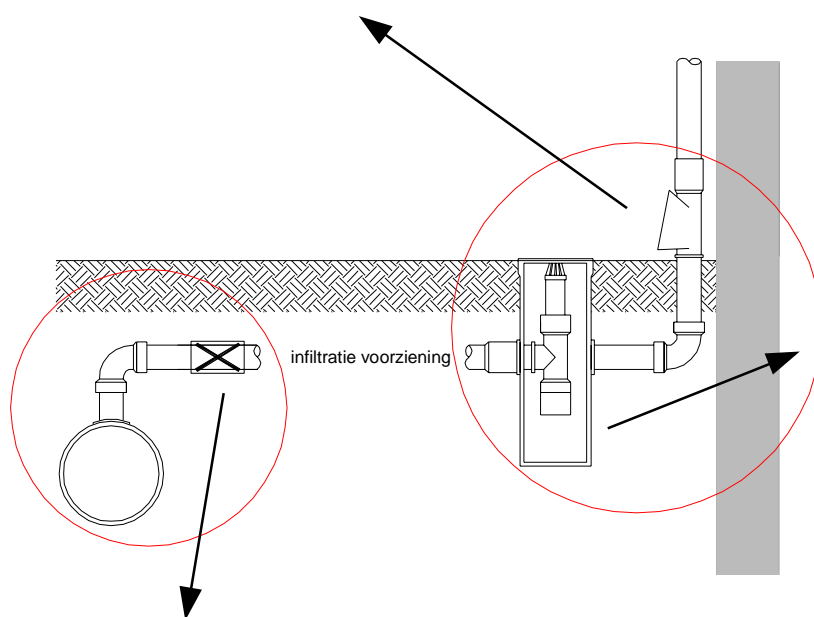
In relatie tot de waterkwaliteitsaspecten en de keuze van de voorziening wordt voorgesteld in contact te treden met gemeente en waterschap, zuiveringsschap of hoogheemraadschap. De mensen op de betreffende afdelingen kunnen u verder informeren over de lokale regelgeving en de mogelijkheden voor afkoppeling 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.

Keerklap

Door het aanbrengen van een keerklap 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.



bijlage 3

Uitgangspuntennotitie digitale watertoets

bijlage 3:

Fugro rapport Herontwikkeling voormalige ziekenhuislocatie te Veghel, opdrachtnummer 1110-0048-000, d.d. 22 februari 2011

UITGANGSPUNTEN NOTITIE

Het plan ligt binnen een gebied waar de kans op inundatie vanuit het oppervlaktewater groter is dan eens in de 100 jaar

Op basis van de huidige situatie en klimaat is berekend waar de kans op inundatie vanuit het oppervlaktewater groter is dan eens in de 100 jaar. Als een locatie in zo'n gebied ligt, wordt door het waterschap in de praktijk worden bekeken of er inderdaad sprake is van inundatie. Als dit het geval is, is bouwen in deze gebieden enkel onder bepaalde voorwaarden toegestaan.

Er dient contact te worden opgenomen met het waterschap. Bouwen binnen deze gebieden is enkel onder bepaalde voorwaarden toegestaan, omdat de kans op wateroverlast extra groot is. Bouwen mag, mits er voldoende hoog wordt gebouwd en de ruimte die aan het watersysteem wordt ontnomen wordt gecompenseerd. Hierbij wordt rekening gehouden met de klimaatsituatie in 2050.

Het hemelwater moet vertraagd worden afgevoerd

De ontwikkeling dient te voldoen aan het principe van 'hydrologisch neutraal ontwikkelen' (HNO). Dit wil zeggen: waar het verharde oppervlak toeneemt of verhard oppervlak wordt afgekoppeld, dienen maatregelen te worden genomen om afstromend hemelwater te verwerken. Algemeen dient te worden gestreefd naar het volgen van de trits 'hergebruiken-vasthouden-bergen-afvoeren'. Verder dient versnelde waterafvoer op het oppervlaktewatersysteem te worden voorkomen. Voor meer achtergrondinformatie over HNO wordt verwezen naar de brochure 'Uitwerking uitgangspunten watertoets', waterschap Aa en Maas' .

De wateropgave (in m³) kan met de HNO-tool van het waterschap worden berekend en dient te worden verwerkt. Een waterbergingsvoorziening dient minimaal te worden gedimensioneerd op een bui die qua intensiteit eens per 10 jaar (T=10) valt. Vanwege de klimaatveranderingen wordt een correctiefactor van + 10 % toegepast op deze bui.

In stedelijke gebieden mag een piekbui van T=100+10% niet leiden tot wateroverlast (gemeentelijke verantwoording). Dat betekent dat water op straat tot aan de drempels van de huizen is toegestaan, waarbij tijdelijk water in de kelder mag staan.

Wordt in het ontwerp van het watersysteem uitgegaan van het principe 'schoonhouden, scheiden, zuiveren'?

Conform de Waterwet is het verboden om zonder vergunning afvalstoffen, verontreinigende of schadelijke stoffen in welke vorm dan ook te lozen in oppervlaktewateren.

Verontreinigingen worden zoveel mogelijk voorkomen en aangepakt bij de bron (trits 'schoonhouden, scheiden, zuiveren'). Het waterschap adviseert geen uitlogende bouwstoffen toe te passen die via het afstromend hemelwater het oppervlaktewater kunnen vervuilen.

Bij alle relevante bestemmingen in de planregels dient rekening te worden gehouden met water- en waterhuishoudkundige voorzieningen.

Met het opnemen van water- en waterhuishoudkundige voorzieningen in de verschillende relevante bestemmingsomschrijvingen kan water op allerlei manieren in een onderzoeksgebied worden toegepast.

Om de flexibiliteit van de toepassing van water in een bestemmingsplan zo groot mogelijk te houden adviseert het waterschap 'water- en waterhuishoudkundige voorzieningen' in de verschillende relevante bestemmingsomschrijvingen op te nemen. Hiermee kan onnodige vertraging van projecten worden voorkomen. Mogelijk noodzakelijke aanvullende ruimtelijke planprocedures hoeven immers niet te worden gevoerd, als voldoende rekening is gehouden met water in het bestemmingsplan. Voor overige ruimtelijke plannen dient een soortgelijke systematiek te worden gevolgd.

Leggerwatergangen dienen te worden aangegeven op de verbeelding

Alle leggerwatergangen dienen te worden aangegeven op de verbeelding. Alle legger- ofwel A-watergangen dienen alsnog opgenomen te worden op de verbeelding.

Bij het invoeren van de plangegevens is gebleken dat u over een of meerdere wateronderwerpen contact dient op te nemen met het waterschap. Wij verzoeken u het ruimtelijke plan met de bijbehorende aanbiedingsbrief aan ons door te mailen [watertoets@aaenmaas.nl].

In de uitgangspuntennotitie zijn uw antwoorden op de watervragen vastgelegd. Wij beschikken over een afschrift van deze antwoordenlijst. Deze zullen wij ook bij de watertoetsing gebruiken.

Wij zien uw e-mail met belangstelling tegemoet!

Team Watertoets, Waterschap Aa en Maas

Tot slot

Is er sprake van een indirecte lozing in het kader van de wet Milieubeheer?

Indirecte lozingen vallen met de inwerkingtreding van de Waterwet onder de verantwoordelijkheid van de gemeente.

Eventueel benodigde vergunningen worden niet met deze waterparagraaf geregeld en zullen via daarvoor bedoelde procedures verkregen moeten worden.

Voor het aanvragen van of informatie over een watervergunning dient u contact op te nemen met ons waterwetloket.

E-mail: [waterwetloket@aaenmaas.nl]

Tel.: (073) 615 83 33 (tussen 9.00-12.00u en 13.00-16.00u)

Fax: (073) 615 83 30

Wij wensen u succes met de verdere ruimtelijke planvorming!

Team Watertoets, Waterschap Aa en Maas

Vragen?

Heeft u vragen of opmerkingen over dit watertoetspakket? Laat het ons per mail weten [watertoets@aaenmaas.nl].

Voor dringende vragen zijn wij te bereiken onder telefoonnummer

(073) 615 68 51

Waterschap Aa en Maas streeft ernaar om correcte en actuele informatie in deze watertoetsapplicatie aan te bieden. Aan het beschikbaar gestelde kaartinformatie kunnen dan ook geen rechten worden ontleend. Waterschap Aa en Maas aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enige vorm van schade naar aanleiding van het gebruik of de informatie die via deze applicatie beschikbaar wordt gesteld.