

# **Hydrologisch onderzoek aanleg haven ten behoefte van de CVI locatie Raaieind**

## **Gemeente Horst aan de Maas (Eindconcept)**

projectnr. 145591  
revisie 00  
12 maart 2009

### **Auteur(s)**

D. van Dalen  
J. van Roestel  
C. Obergfell

### **Opdrachtgever**

Delfstoffen Combinatie Maasdal  
Postbus 3016  
5902 RA VENLO

Datum vrijgave

12 maart 2009

Beschrijving revisie

Concept eindrapport

goedkeuring

J. van Roestel

vrijgave

M. Berk

	<b>Inhoud</b>	<b>Blz.</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Doel en opzet van het onderzoek</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Beschrijving van het gebied</b>	<b>5</b>
3.1	Het plangebied en zijn omgeving	5
3.2	Geohydrologie	6
3.3	Oppervlaktewater	8
<b>4</b>	<b>Modelopzet en ijking</b>	<b>9</b>
4.1	Algemeen	9
4.2	Het regionale model	9
4.3	Toegepaste detaillering modelopzet	10
4.4	Aanvullende ijking van het model	12
4.5	Weerstand Venlo Klei	13
<b>5</b>	<b>Modelonderzoek aanleg van de haven en maatregelen</b>	<b>14</b>
5.1	Twee inrichtingsvarianten van de haven	14
5.2	Onderzoek eindsituatie zonder maatregelen	14
5.3	Onderzoek eindsituatie met maatregelen	15
5.4	Gevoeligheidsanalyse van de eindsituatie met maatregelen	16
5.5	Situatie bij een hoog Maaspeil	17
5.6	Tijdelijke situatie bij aanleg van de haven	18
5.7	Doorkijk naar de lange termijn zonder verwerkingsinstallatie	20
<b>6</b>	<b>Toelichting van maatregelen en monitoring</b>	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>25</b>
<b>8</b>	<b>Literatuur</b>	<b>26</b>

### **Bijlagen**

Bijlage 1: Gedetailleerde verfijning van het model

Bijlage 2: Kaarten van het regionale model van de Venlo Slenk (Oranjewoud 1995)

Bijlage 3: Aanleg van een havenvoorziening en de hydrologische effecten; Hydrogeologische inschatting voor een grondwatermodel, proj. Grubbenvorst Raaieind, Van Rooijen Adviezen 2003 en 2004

Bijlage 4: Boorbeschrijvingen en waarnemingen grondwaterstanden

### **Tekeningen verkennend modelonderzoek maatregelen**

Tek. 145591-I-1 : Berekende huidige grondwaterstand in m NAP

Tek. 145591-O-1 : Stijghoogtenwijzigingen zonder mitigerende maatregelen

Tek. 145591-M-1 : Stijghoogtenwijzigingen met mitigerende maatregelen, weerstand Venlo klei 1000 dagen en taludweerstand 100 dagen

Tek. 145591-M-2 : Stijghoogtenwijzigingen met mitigerende maatregelen, weerstand Venlo klei 500 dagen en taludweerstand 50 dagen

Tek. 145591-M-3 : Stijghoogtenwijzigingen met mitigerende maatregelen, weerstand Venlo klei 1000 dagen en taludweerstand 200 dagen

Tek. 145591-M-4 : Stijghoogtenwijzigingen aan oostkant Maas met mitigerende maatregelen, weerstand Venlo klei 1000 dagen en taludweerstand 100 dagen

Tek. 145591-T-1 : Maximale stijghoogtenwijzigingen tijdens ongroning, met mitigerende maatregelen

Tek. 145591-DP-1 : Dwarsprofiel taludafdekking van de haven

Tek. 145591-MON-1: Bestaande en geplande peilbuizen monitoring systeem

## 1 Inleiding

In opdracht van de Delfstoffen Combinatie Maasdal (DCM) heeft Ingenieursbureau 'Oranjewoud' B.V. hydrologisch onderzoek uitgevoerd naar de aanleg van een haven op de locatie Raaieind, bij Grubbenvorst in de gemeente Horst aan de Maas. De haven wordt aangelegd ten behoeve van de CVI locatie Raaieind, waarbij de afkorting CVI staat voor Centrale VerwerkingsInstallatie en betrekking heeft op de aanleg van een centrale verwerkingsinstallatie voor delfstoffen uit rivier verruimingsprojecten op de voornoemde locatie. De haven gaat een onderdeel vormen van deze installatie en komt volgens plan in open verbinding met de Maas te liggen.

Het onderzoek is uitgevoerd om de effecten van de haven op het grondwater in de eindsituatie en in de tijdelijke situatie van de aanleg te bepalen alsmede om de benodigde mitigerende en compenserende maatregelen te kunnen treffen. Deze mitigerende en compenserende maatregelen zijn nodig voorzover de wijzigingen in de grondwaterstanden leiden tot ontoelaatbare effecten op het watersysteem en de ruimtegebruiksvormen in het gebied (natuur, landbouw en bebouwing).

Ten behoeve van dit onderzoek is gebruik gemaakt van een bestaand grondwatermodel, opgezet in het kader van het 'Onderzoek begrenzing grondwaterbeschermingsgebieden Venlo Slenk' (Oranjewoud, 1995). Grondwaterbeschermingsgebieden worden door de Provincie Limburg (de opdrachtgever) aangewezen en dienen ter bescherming van de kwaliteit van het grondwater rondom grondwateronttrekkingen, ten behoeve van de bereiding van drinkwater. Ten behoeve van het voorliggende onderzoek is het toegepaste model Modflow, deel uitmakend van het pakket Groundwater Vistas, ter plaatse van de aan te leggen haven en de directe omgeving in een aantal fasen verfijnd en meer in detail geijkt. Hiertoe is gebruik gemaakt van meerdere onderzoeken die in de loop der jaren zijn verricht (hoofdstuk 4).

Het voorliggende onderzoek is afgestemd op de door de Gemeente Horst aan de Maas vastgestelde richtlijnen voor het MER en dient tevens als basis voor de aanvraag van een ontgrondingsvergunning. Daarnaast zijn met het onderzoek de werkwijze van de ontgroning en de hydrologie in meer algemene zin op elkaar afgestemd, zodanig dat tot een praktisch uitvoerbare wijze van het plan wordt gekomen.

In dit rapport worden de resultaten van het onderzoek gepresenteerd. In hoofdstuk 2 wordt de onderzoeksmethode uiteengezet. In hoofdstuk 3 wordt het gebied beschreven. Hoofdstuk 4 betreft de verfijning van de modelopzet, de ijking van het model en een toelichting op de gehanteerde modelparameters. In hoofdstuk 5 worden de berekeningen en maatregelen voor de eindsituatie en de tijdelijke situatie gepresenteerd. In hoofdstuk 6 worden de maatregelen en monitoring toegelicht. Tot slot volgen in hoofdstuk 7 de conclusies en aanbevelingen.



## 2 Doel en opzet van het onderzoek

Het hydrologische onderzoek dient als onderbouwing van de aanleg van een haven op de lokatie Raaieind bij Grubbenvorst, ten behoeve van een verwerkingsinstallatie voor delfstoffen. Het onderzoek dient nader inzicht te geven in de effecten van de haven op de grondwaterstanden in de omgeving en mogelijke consequenties ten aanzien van de inrichting van de haven en te treffen mitigerende en compenserende maatregelen.

Op basis van het in de inleiding genoemde model van 1995 voor de begrenzing van grondwaterbeschermingsgebieden zijn eerder in 2004 en 2005 rapportages verschenen. Namelijk 'Hydrologisch onderzoek naar de aanleg van een haven, locatie Grubbenvorst/Raaieind, revisie 00' (27 juli 2004) en een rapportage met dezelfde titel, revisie 01 van 27 april 2005. De laatste rapportage omvat de resultaten van het eerste rapport en geeft hierop aanvullingen. Deze eerste twee rapporten hebben een verkennend karakter gehad, bedoeld om de (hydrologische) haalbaarheid van de aanleg van de haven te beoordelen. In het voorliggende rapport zijn de inrichting van de haven en de maatregelen uitgewerkt.

In het voorliggende onderzoek zijn ten opzichte van de eerdere rapportages aanvullende werkzaamheden verricht:

- Werkstap 1: het model is nader geijkt met door de opdrachtgever ter beschikking gestelde gegevens. Dit zijn aanvullende gegevens van boringen en peilbuizen in en direct om het havengebied en enkele ingrepen die hebben plaatsgevonden aan de zuidkant van de geplande haven. Ook naar aanleiding van richtlijnen van de Mercommissie zijn aanpassingen in het model aangebracht;
- Werkstap 2: de haven en het omputgebied zijn in aangepaste vorm in het model ingebracht overeenkomstig de planvorming met betrekking tot de inrichting van het gebied. De effecten naar de omgeving zijn gemitigeerd middels afwerking van de taluds van de haven met een slecht doorlatende grondscherm en overige mitigerende maatregelen;
- Werkstap 3: voor de tijdelijke situatie is vastgesteld wat de wijze van ontgroning dient te zijn en welke mitigerende maatregelen getroffen dienen te worden om onacceptabele effecten van de aanleg van de haven op de grondwaterstanden te voorkomen.

## 3 Beschrijving van het gebied

### 3.1 Het plangebied en zijn omgeving

De geplande verwerkingsinstallatie bevindt zich op de locatie Raaieind in de gemeente Horst aan de Maas, liggend ten zuiden van Grubbenvorst en noordelijk langs de A67, tussen de Maas aan de oostkant en de spoorlijn aan de westkant. De totale omvang van de verwerkingsinstallatie (incl. haven en omliggende terreinen) bedraagt ongeveer 45 ha. We noemen dit gebied het plangebied terwijl het onderzoeksgebied een groter gebied omvat, namelijk het invloedsgebied van hydrologische ingrepen in het plangebied.

De gronden in het onderzoeksgebied zijn overwegend in agrarisch gebruik. Tevens zijn er verstedelijkte gebieden en dorpen, met de daarbij behorende infrastructuur. Daarnaast liggen er enkele natuurgebieden van ecologische waarde. Ten westen en noorden van het plangebied wordt het onderzoeksgebied door de Everlose beek van zuidwestelijke naar noordoostelijke richting doorsneden. In het Dal van de Everlose beek (met de Baarsdonklossing) komen noordelijk van de haven grondwaterafhankelijke natuurwaarden voor. Ten zuidwesten van de haven ligt het eveneens grondwaterafhankelijke natuurgebied Koelbroek op meer dan 2 km afstand van het plangebied. Meer westelijk ligt de Zaarderheiken (droog bosgebied). De begrenzingen van de voornoemde gebieden zijn aangegeven op overzichtstekening 145591-O-1.

Het maaiveld in de omgeving van de haven helt wat betreft hoogteligging af richting de Maas. De hoogste maaiveldhoogte bedraagt NAP +24,6 m en is te vinden ten westen van de Everlose beek. Zowel ten oosten als ten westen van de Maas helt het maaiveld af in de richting van de Maas tot ongeveer NAP +15 m. Ter plaatse van de haven bedraagt de maaiveldligging maximaal ongeveer NAP +19,40 m aan de westkant tot ongeveer NAP +15,0 m dicht bij de Maas.

De Maas met een stuwpeil in de huidige situatie van NAP +10,85 m en bodem op NAP +6,0 m draineert het eerste watervoerende pakket. De geplande einddiepte van de haven bedraagt ca. 5,5 meter onder het toekomstige stuwpeil van de Maas (NAP +11,10 m vanaf 2015) dus ca. NAP +5,6 m. Lokaal wordt de haven maximaal ontgraven tot op de Venlo klei (ongeveer NAP +2,0 m), waarna aanvulling plaatsvindt tot de gewenste einddiepte.

De effecten van de aanleg van de haven zijn met name van belang voor de twee bovengenoemde natuurgebieden, namelijk het Dal van de Everlose beek (met de Baarsdonklossing) en het Koelbroek. De eerste omvat de beboste benedenloop van de Everlose beek en de Baarsdonklossing. Hier snijdt deze beek zich op haar laatste honderd meters naar de Maas plaatselijk vrij diep in de terrasrand in. Bij hoge waterstand van de Maas wordt dit gebied overstromd. Er is een groot variëteit aan vegetatie.

Het Koelbroek wordt gevormd door een vrijwel aaneengesloten bosgebied gelegen in een oude, volledig verlandende Maasmeander. Dit gebied bestaat uit twee deelgebieden die van elkaar worden gescheiden door de weg die de meander vanouds doorsnijdt. In dit onderzoek wordt voor beide gebieden gestreefd naar het voorkomen van een verlaging van de grondwaterstand.

## 3.2 Geohydrologie

### Regionale geohydrologische opbouw

Onderstaand wordt de regionale geohydrologische opbouw beknopt aangeduid. Voor een uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar het 'Onderzoek begrenzing grondwaterbeschermingsgebieden Venlo Slenk' (Oranjewoud, 1995). Enkele kaarten van dit onderzoek zijn opgenomen in bijlage 2 van het voorliggende rapport. Op tekeningen 1 en 2 van bijlage 2 zijn grote en kleinere geologische breuken op tekening weergegeven. Daarnaast is een geologisch profiel A - A', karakteristiek voor de opbouw van de Venlo Slenk, opgenomen in bijlage 2.

De regio Noord-Limburg kan ten gevolge van een NNW-ZZO verlopend breukenstelsel worden onderverdeeld in twee tektonische eenheden: de Slenk van Venlo - tektonisch laaggelegen - en de Peel Horst - tektonisch hooggelegen. Het onderzoeksgebied bevindt zich in de Slenk van Venlo die begrensd wordt door de Viersen Breuk aan de oostkant (nabij de grens met Duitsland) en de Tegelen Breuk aan de zuidwestkant (langs de Peel Horst). Respectievelijk ten oosten en ten westen van deze breuken komt de hydrologische basis (Formatie van Breda) sterk omhoog.

De basis voor het lokale model van de haven wordt gevormd door een van de drie detailmodellen die zijn aangegeven op de tekeningen 1 en 2. Het betreft het middelste detailmodel waarin als grondwateronttrekkingen Houthuizen, Grubbenvorst en Californië zijn aangegeven. Voor de geohydrologische beschrijving van dit model wordt verwezen naar het vorengenoemde rapport van Oranjewoud. Onderstaand wordt nader ingegaan op de geohydrologische situatie rond de haven, gebaseerd op de rapporten van 'Van Rooijen Adviezen BV' (2003 en 2004).

### Lokale geohydrologische opbouw

Volgens 'Van Rooijen Adviezen BV' (zie bijlage 3) wordt het geohydrologische systeem in de Venlo Slenk geschematiseerd als een deklaag boven twee watervoerende pakketten, die worden gescheiden door een slecht doorlatende laag (de Venlo klei). Onder dit systeem bevindt zich de geohydrologisch ondoorlatende basis.

Vanaf maaiveld wordt allereerst een jong-pleistocene deklaag aangetroffen bestaande uit fijne, vaak leemhoudende zanden van de Formatie van Kreftenheye. Er komen hierbij ook leem/kleilagen en schonere inschakelingen van fijn zand voor. Deze laag heeft in het onderzoeksgebied een variërende dikte van 2 tot 4 meter maar kan op sommige plaatsen ook nauwelijks van betekenis zijn (enkele decimeters). Ten westen van de Everlosche beek kan de dikte van de deklaag sterk toenemen tot 10 meter. Deze laag kan worden beschouwd als matig tot slecht doorlatend.

Hieronder bevindt zich het eerste watervoerende pakket. Dit wordt gevormd door de Maasafzettingen van de oudere Formatie van Veghel en de na hernieuwde insnijding van de rivier gevormde Formatie van Kreftenheye. Het onderscheid is moeilijk aan te geven. Dit is ook niet noodzakelijk omdat ze beide bestaan uit grindige grove zanden die soms fijnere zand- en leeminschakelingen bevatten met een zeer hoge doorlatendheid. De basis van dit pakket ligt rond NAP, dus regionaal gezien op een diepte van meer dan 20 meter onder het maaiveld. Het eerste watervoerende pakket heeft een dikte van maximaal ca. 25 meter. In oostelijke richting, naar de Maas toe, neemt de dikte van het pakket af

vanwege de lagere maaiveldligging. Ter plaatse van de rivierdalbodem bedraagt de pakketdikte ca. 10 à 15 meter. Volgens het Grondwaterplan van Limburg (Provincie Limburg, 1987) varieert de  $kD$ -waarde van het eerste watervoerende pakket tussen de 1.400 en  $500 \text{ m}^2/\text{d}$ . Schattingen van TNO geven extreme waarden van rond de 500 en van enkele duizenden  $\text{m}^2/\text{d}$ . Deze hoge  $kD$ -waarden kunnen veroorzaakt zijn door plaatselijk afwijkende lithologische omstandigheden. Van Rooijen (2004) hanteert een doorlatendheid van rond de  $1000 \text{ m}^2/\text{d}$  voor dit pakket. Vlak langs de Maas is er wel sprake van duidelijk geringere doorlatendheid. Hier wordt in het algemeen  $500 \text{ m}^2/\text{d}$  gehanteerd ter plaatse van het rivierdal.

Onder de grindhoudende zanden ligt de scheidende laag, de klei- en bruinkoolrijke laag van de Formatie van Veghel, genoemd Venlo Klei. De typische Venlo Klei bestaat uit zware, taaie grijze tot zwarte, sterk humeuze klei met veelal bovenin een of meer bruinkoolinschakelingen. Maar er komen vaak ook zeer fijne, donkerbruine humeuze en glimmerhoudende zanden hierin voor. Uit het onderzoek van 'Van Rooijen Adviezen BV' blijkt dat de dikte van de Venlo Klei van plaats tot plaats sterk kan variëren. Nabij en onder het plangebied is deze laag enkele meters dik. De dikte van het pakket kan elders sterk oplopen tot meer dan 15 meter, maar plaatselijk, soms vlak daarbij, kunnen er zelfs helemaal geen klei- of bruinkoolniveaus aanwezig zijn. Ten zuiden van het plangebied tot aan de zuidoost kant van de Maas, kan het pakket een dikte van meer dan 5 meter bereiken. De ligging van de bovenkant van de Venlo klei kan ook sterk variëren. Onder het plangebied ligt de bovenkant ongeveer op NAP +2,0 m en niet ver ten oosten van de Maas ligt hij tussen de NAP +5 en +10m. De  $k$ -waarde door Van Rooijen (2004) gehanteerd voor de scheidende laag ligt tussen de  $5 \times 10^{-3}$  en  $10^{-4} \text{ m}/\text{d}$ . Aan de gebieden waar de Venlo klei niet duidelijk wordt aangetroffen (de zogenaamde gaten in de klei, zie bijlage 2), wordt aan het zeer beperkt doorlatende tijdsequivalent een hogere doorlaatfactor toegekend (Van Rooijen 2004). Van Rooijen geeft voor de minimale weerstand van deze gaten tussen het eerste en tweede watervoerende pakket een waarde aan van 500 tot 1000 dagen.

Nog dieper ligt het tweede watervoerende pakket, de 40 tot 50 meter dikke Venlo Zanden van de Formatie van Veghel. Dit pakket bestaat voornamelijk uit grof zand en bevat fijnere grindlaagjes en soms belangrijke inschakelingen van klei. Bij een gemiddelde  $k$ -waarde van  $40 \text{ m}/\text{d}$  kan voor het pakket als geheel een  $kD$ -waarde van 1600 tot  $2000 \text{ m}^2/\text{d}$  beschouwd worden. Omdat er ook fijne zanden in het pakket voorkomen, lijkt een gemiddelde  $kD$ -waarde van  $1500 \text{ m}^2/\text{d}$  reëel. Onder het tweede watervoerende pakket bevindt zich de geohydrologisch ondoorlatende basis, de Formatie van Breda. De hydrologische basis wordt in het gehele studiegebied gevormd door de silt- en kleihoudende, fijnzandige lagen van deze formatie.

Een geologisch dwarsprofiel ter plaatse van de haven is opgenomen in bijlage 3.

### **Grondwaterstroming**

Volgens boringen binnen en direct naast het plangebied bestaat de deklaag vooral uit leem en lemig fijn zand, soms ook omschreven als klei en siltig zand. De deklaag heeft hier een laagdikte van maximaal 5 meter tot minimaal 1 meter op plaatsen met een lage maaiveldligging. De deklaag ligt grotendeels boven de grondwaterspiegel en is hierdoor van geringe hydrologische betekenis.

In het eerste watervoerende pakket is de horizontale stroming in het algemeen naar de Maas toe gericht. De isohypsen lopen min of meer evenwijdig aan de rivier de Maas zoals aangegeven in bijlage 2 (isohypsenpatroon van het regionale grondwatermodel) en

bijlage 3 ( detail isohypsenpatroon rond de haven volgens Van Rooijen, 2003). Onder het plangebied stroomt het grondwater bij laag stuwpeil naar de Maas toe (drainage). Bij hoge Maaswaterstanden stroomt het grondwater vanuit de Maas naar het eerste watervoerende pakket toe (infiltratie).

Ook in het tweede watervoerende pakket is de grondwaterstroming in het onderzoeksgebied west-oost naar de Maas toe gericht. Nabij en onder de Maas blijven de grondwaterstijghoogten over het algemeen hoger dan NAP +15,0 m. Slechts sporadisch komen deze stijghoogten beneden deze waarde. Op regionaal niveau vindt vanuit het eerste watervoerende pakket infiltratie naar het tweede watervoerende pakket plaats. Daarnaast gebeurt in het gebied direct langs en onder de Maas juist het tegenovergestelde: er is sprake van een kweldruk vanuit het tweede watervoerende pakket (Oranjewoud, 1995).

### 3.3 Oppervlaktewater

Naast de Maas is in het onderzoeksgebied vooral de Everlose beek met de hieraan gebonden natuurwaarden van belang. De Everlose beek begint ten oosten van Beringe, stroomt door en langs de bebouwde kom van Koningslust en Maasbree en mondt tussen Blerick en Grubbenvorst, juist ten noorden van het plangebied, uit in de Maas. De lengte bedraagt ongeveer 15 km.

De bovenloop van de beek ligt voornamelijk in landbouwgebied. In de middenloop, noordoostelijk van Maasbree, stroomt de Everlose beek grotendeels door bosgebied (de Blerickse Heide) en de alhier gelegen oude maasmeander Koelbroek. Dit is een prioritair natuurgebied waar een verlaging van de grondwaterstand ongewenst is. Benedenstrooms, direct noordelijk van het plangebied, stroomt de beek langs Knibbershof en de Slottermolen naar de Maas. Bij Knibbershof heeft de Everlose beek een eerste aftakking richting de Maas. Via een overstortbak wordt hier de diep ingesneden Baarsdonklossing van water voorzien. Deze stroomt in oostelijke richting naar de Maas. De hoofdstroom zet zich voort richting de Slottermolen, waar de beek gestuwd wordt en vervolgens uitmondt in de Maas.

De Everlose beek is feitelijk geen beek maar de afleiding van een ooit geprojecteerd kanaal, omstreeks 1930 aangelegd. De beek is dan ook volledig genormaliseerd. Sinds 1992 is de wateraanvoer (Maaswater) via de Everlose beek vergroot middels een extra inlaatpunt bij Beringe waar water in de zomer wordt ingelaten vanuit de Noordervaart, om het waterpeil in de landbouwgebieden op peil te houden. Zowel de fysisch-chemische als biologische gegevens wijzen op een matige kwaliteit van de Everlose beek. Het water heeft te hoge nutriëntengehalten en de stroomsnelheid is over het algemeen vrij laag. De macrofauna bestaat vooral uit soorten van stilstaand tot langzaam stromend, voedselrijk water. De afvoer van de beek varieert hoofdzakelijk tussen 10 en 250 l/s.

Het peil van de beek wordt in belangrijke mate bepaald door de aanwezige stuwen. Juist benedenstrooms van het natuurgebied Koelbroek staat een stuw die de beek stuwt op een peil van omstreeks NAP +17,5 m. Het traject van de beek tot juist na de A67, oostelijk van het knooppunt Zaarderheiken, wordt gestuwd op een peil van NAP +16,75 m (zomerpeil) en NAP +16,50 m (winterpeil). De laatste stuw staat bij het Gebroken Slot, dicht bij de Maas, waar een stuwpeil van omstreeks NAP +15,70 m wordt gehanteerd. De overstortbak in de Everlose beek naar de Baarsdonklossing (die langs de noordgrens van het plangebied ligt) is afgesteld op een peil van omstreeks NAP +15,95 m.

## 4 Modelopzet en ijking

### 4.1 Algemeen

Zoals aangegeven wordt deze geohydrologische studie uitgevoerd op basis van het eerder door Oranjewoud opgestelde regionale model (Onderzoek begrenzing grondwaterbeschermingsgebieden Venlo Slenk, Oranjewoud 1995). Voor het voorliggende onderzoek worden de parameters van de lagen nabij de haven aangepast en gedetailleerd op basis van de volgende gegevens en publicaties:

- Boringen en peilbuizen die door de opdrachtgever in het plangebied zijn geplaatst (bijlage 4)
- Bodemonderzoek tbv Centrale Verwerkingsinstallatie (CVI) en ontgrondingen te Grubbenvorst-Raaieind. CSO Adviesbureau 13 november 2006
- Aanleg van een havenvoorziening langs de Maas te Raaieind bij Grubbenvorst en de hydrologische effecten. Van Rooijen Adviezen BV, 2003 (zie bijlage 3)
- Hydrogeologische inschatting t. b. v. een grondwatermodel; project Grubbenvorst – Raaieind. Van Rooijen Adviezen BV, 2004 (zie bijlage 3)
- Nota Toetsingskader Lokatiestudie Verwerkingsinstallatie Noord-Limburg. Groen-Planning, 2003)
- Advies voor richtlijnen voor het milieueffectrapport, Centrale Verwerkingslocatie Zandmaas, gemeente Horst aan de Maas; rapportnummer 1662-53, Commissie voor de Milieueffectrapportage, 16 mei 2006
- Onderzoek Leidingkruising met de Maas te Venlo. Opdracht P-3152. Fugro Ingenieursbureau B.V. 2001
- Stiboka bodemkaart schaal 1:50.000. Kaartblad 58 Oost Roermond

Modelmatig is het geohydrologische systeem geschematiseerd in vijf lagen. Van boven naar beneden worden ze ruwweg gevormd door respectievelijk:

- (1) deklaag (Formatie van Kreftenheye)
- (2) bovenste deel van het eerste watervoerende pakket (Form. van Veghel/Kreftenheye)
- (3) onderste deel van het eerste watervoerende pakket (Form. van Veghel/Kreftenheye)
- (4) scheidende laag ( Venlo Klei)
- (5) tweede watervoerende pakket (Zanden van Venlo)

Voor het opzetten van het numerieke geohydrologische model is het programma Groundwater Vistas gebruikt. In Groundwater Vistas worden modelberekeningen met MODFLOW uitgevoerd. MODFLOW is een programma dat hydrologische systemen op driedimensionale wijze kan simuleren. Voor gedetailleerde informatie over de modelopzet wordt verwezen naar bijlage 1.

### 4.2 Het regionale model

Het regionale model van Oranjewoud (1995) is gebruikt als basis voor de modellering van de effecten van de haven. Van dit model wordt uitgebreid verslag gedaan in twee rapporten:

- Hoofdrapport onderzoek begrenzing grondwaterbeschermingsgebieden Venlo Slenk. Opdrachtgever Provincie Limburg, Hoofdgroep V.W.M./B.B. Projectnr.: 0589-48954. Oranjewoud vestiging Oosterhout, juli 1995, 84 pagina's.

- Tekeningenrapport onderzoek begrenzing grondwaterbeschermingsgebieden Venlo Slenk. Opdrachtgever Provincie Limburg, Hoofdgroep V.W.M./B.B. Projectnr.: 0589-48954. Oranjewoud vestiging Oosterhout, juli 1995, 28 A3-tekeningen en 12 A4-tekeningen.

Voor informatie over de gehanteerde laagdikten, doorlatendheden, weerstanden, grondwaterstanden en stijghoogten, ijkresultaten e.d. wordt verwezen naar deze rapporten. In bijlage 2 van het voorliggende rapport is het ijkresultaat van dit model voor het eerste watervoerende pakket opgenomen. Navolgend wordt ingegaan op de verfijning van dit model.

### 4.3 Toegepaste detaillering modelopzet

In het onderzoek van 2004 en 2005 is het model al verfijnd voor de huidige situatie (zonder ontgroning). Binnen het bestaande regionale model zijn de top en basis van elke laag al gedefinieerd overeenkomstig Van Rooijen Adviezen, 2004. Voor de omgeving van het plangebied heeft een nadere bijstelling plaatsgevonden.

De ingevoerde doorlaatfactor voor de deklaag in het regionale model is gesteld op 0,05 m/d. De verticale weerstand van de laag is afhankelijk van de laagdikte. De dikte van de deklaag is in twee klassen onderverdeeld: 0-5 meter en 5-15 meter. De verdeling over deze twee klassen binnen het modelgebied is gebaseerd op de beschikbare boringen en rapporten. Voor de beide dikteklassen is een verticale weerstand van respectievelijk 100 en 200 dagen ingevoerd.

Aangezien het eerste watervoerende pakket is opgegeven als een *unconfined/confined layer* moeten ook hiervoor de ondergrens en de doorlaatfactor worden opgegeven. Deze laag wordt gevormd door de Formaties van Veghel en Kreftenheye. Uit literatuur blijkt dat een doorlaatfactor van ca. 50 m/d gehanteerd kan worden (Van Rooijen Adviezen, 2004). Op grotere afstand van de Maas bedraagt de transmissiviteit van het eerste watervoerende pakket daardoor rond 1000 m<sup>2</sup>/d wat overeenkomt met de waarde in het regionale model. Het plangebied ligt in het rivierdal met een dunnere laagdikte van dit pakket en een transmissiviteit rond 500 m<sup>2</sup>/d. In een smalle strook langs de Maas, aan de oostkant van het plangebied, is er sprake van dat de bovengrens van de Venlo klei hoger komt te liggen. Dat hindert de uitwisseling van water tussen het eerste watervoerende pakket en de Maas. Om dat effect in het model juist te kunnen simuleren, is onder en direct langs de Maas een transmissiviteit van 10 tot 30 m<sup>2</sup>/d toegepast voor het eerste watervoerende pakket in het verfijnde model.

De Venlo Klei vormt de scheidende laag tussen eerste en tweede watervoerende pakket. De dikte van de Venlo Klei is bepaald door Van Rooijen Adviezen BV (2004). Aan de hand van deze gegevens is de dikte van de Venlo Klei ter plaatse van de omgeving van het plangebied in het model ingebracht. Er is sprake van een ruimtelijke variabiliteit in de dikte over korte afstand. Om de variatie in hydraulische weerstand van de scheidende laag Venlo klei in het model te kunnen simuleren hebben we twee waarden gehanteerd. Als uitgangspunt hanteren we voor het plangebied een lage weerstand van de Venlo klei van 1000 dagen. In een gevoeligheidsanalyse (paragraaf 5.3) hanteren we daarnaast een minimale waarde van 500 dagen. Deze waarde komt overeen met de minimale weerstand die Van Rooijen Adviezen BV (2004) toekent aan zogenaamde 'gaten' in de Venlo klei.

Het tweede watervoerende pakket wordt gevormd door de Venlo Zanden. De transmissiviteit van deze laag, uit pomp- en putproeven en via korrelgrootte-analyse

bepaald, komt overeen met de door Van Rooijen aangegeven waarden (Van Rooijen Adviezen, 2004). De globale dikte van de Venlo Zanden wordt door iedere informatiebron op 40 tot 50 meter gesteld. De doorlaatfactor van de Venlo Zanden is vrij constant en kan geschat worden op ca. 35 m/d tot 40 m/d. Hoewel een watervoerend pakket zeer doorlatend is geldt hiervoor ook een (lage) verticale weerstand die rond de 2 dagen ligt. Hieronder in tabel 2 volgt een overzicht van de gebruikte doorlaatfactoren en verticale weerstanden.

Tabel 4.1: Overzicht van de doorlaatfactoren en verticale weerstanden gebruikt in het model ter plaatse van het plangebied.

	Doorlaatfactor (m/d)	Verticaal weerstand (d)
Deklaag (1)	0,05	100/200
1 <sup>ste</sup> w. v. p.(2)	50	2
1 <sup>ste</sup> w. v. p.(3)	3-50	2
Scheidende laag (4)	0,002	500-1000
2 <sup>de</sup> w. v. p. (5)	40	2

De intermitterende (periodiek droogvallende) waterlopen in het model van 1995 zijn aangegeven door het Waterschap Peel en Maasvallei. Tevens zijn toen door het waterschap gegevens verstrekt m.b.t. bodemhoogten, bodembreedteklassen, stuwpeilen en waterdiepten. De belangrijkste waterloop in het model is de Everlose Beek. Deze snijdt de deklaag en wordt als permanente waterloop beschouwd. Met betrekking tot de Maas is voor de ijking uitgegaan van een stuwpeil van NAP +10,85 m. In de toekomst (2015) wordt het stuwpeil verhoogd tot NAP +11,1 m. De bodemhoogte van de Maas bedraagt NAP +6,0 meter.

In het kader van het voorliggende onderzoek is aanvullende aandacht besteed aan het juist inbrengen van de Everlose beek en het beekdal in het model. Een grote invloed hiervan op de stijghoogten in de deklaag en het onderliggende watervoerende pakket heeft tot gevolg dat effecten van de ontgroning op de grondwaterstijghoogten in sterkere mate worden beperkt dan bij een beperkte invloed van dit oppervlaktewatersysteem op de grondwaterstijghoogten. Met betrekking tot de waterbalans van de beek is het effect juist omgekeerd. Bij een grote invloed van de beek op de grondwaterstijghoogten wordt de waterbalans van de beek door de ontgroning sterker beïnvloed dan bij een kleine invloed van de beek op de grondwaterstijghoogten.

De consequenties van eventuele onnauwkeurigheden in het model ten aanzien van de beek worden geminimaliseerd door met mitigerende maatregelen zowel effecten op de grondwaterstijghoogten als op de waterbalans van de beek terug te brengen tot een acceptabel niveau. Daarnaast vormen monitoring tijdens en na de ontgroning en mogelijkheden tot extra infiltratie van water een 'slot op de deur' (zie paragraaf 5.3).

Het regionale model van 1995 beslaat een zeer grote oppervlakte. Om eenvoudiger met het model te kunnen rekenen is met Groundwater Vistas een stuk uit het model geknipt dat het hydrologische invloedsgebied ruimschoots omvat en waarbij randstijghoogten zijn ontleend aan het regionale model. De oppervlakte van dit deelmodel bedraagt ca. 63 km<sup>2</sup> en alle cellen hebben een afmeting van 25 m x 25 m. De randstijghoogten zijn bepalend voor de flux over de modelranden. Deze randstijghoogten zijn opgegeven voor het eerste watervoerende pakket, scheidende laag en het tweede watervoerende pakket (zie bijlage 1).



#### 4.4 Aanvullende ijking van het model

Voor de omgeving van het plangebied is een aanvullende ijking van het model uitgevoerd op het isohypsenpatroon. Het juist inbrengen van de verlaging van de grondwaterstanden alhier is van groot belang voor de nauwkeurigheid van de effectbepaling. De ijking wordt uitgevoerd voor lage Maaswaterstanden op het stuwpeil van NAP +10,85 m en de bijbehorende grondwaterstanden in het plangebied. In de toekomstige situatie (vanaf 2015) wordt het Maaspeil verhoogd tot NAP +11,10 m. Bij het lage Maaspeil zijn de verlagingen ten opzichte van de huidige grondwaterstanden in het plangebied en in de omgeving het grootst. Door bovendien stationair te rekenen worden de effecten van het lage Maaspeil op de grondwaterstanden in de omgeving gemaximaliseerd (berekening van de maximale mogelijke verlaging).

De ijking is gebaseerd op de gegevens van boringen en peilbuizen in en direct langs het plangebied (bijlage 3). Er zijn 24 diepe boringen gezet waarvan 17 tot aan en in de Venlo klei en 7 boringen door de Venlo klei heen. Twaalf van deze boringen zijn afgewerkt met een of meer peilbuizen. Op 5 locaties staat alleen een filter in het eerste watervoerende pakket. Op 4 locaties staan twee filters waarvan een in het eerste en de tweede in het tweede watervoerende pakket. Op 3 locaties staan drie filters waarvan twee in het eerste en een in het tweede watervoerende pakket. In het laatste geval komt in het eerste watervoerende pakket een scheidende kleilaag voor met wisselende dikte, ergens tussen NAP +4,3 m en NAP +7,3 m, waarboven en beneden een filter in het eerste watervoerende pakket is geplaatst.

Aan de hand van de waarnemingen van de voornoemde peilbuizen over 2005 en 2006 is een representatief isohypsenpatroon bepaald. Eerst zijn de waarnemingen van stijghoogten geselecteerd die optraden bij een Maaspeil rond NAP +10,85 m. Hiervan zijn gemiddelde stijghoogten bepaald en gebruikt als ijkdoel voor het grondwatermodel. De resultaten zijn als stijghoogten aangegeven op tekening 145591-I-1.

De ijking heeft zich met name geconcentreerd op de intreeweerstand van de Maas. Tot zeer dicht bij de Maas blijken nog hoge grondwaterstanden voor te komen die niet alleen kunnen worden verklaard uit de bodemopbouw in de boringen. De intreeweerstand van de Maas moet dus hoog zijn. Afzettingen van ijzeroerbanks in de rivierbedding zijn hiervan mogelijk de oorzaak. Deze afzettingen zijn ook in de praktijk in de rivierbedding aangetroffen.

Bij de ijking is bovendien rekening gehouden met twee ingrepen in het gebied. Tussen de toekomstige haven en de A67 aan de zuidzijde is een waterleiding in een sleuf van west naar oost onder de Maas door aangebracht. Deze sleuf verlaagt plaatselijk de hoge intreeweerstand van de Maas met een versterkte toestroming van grondwater als gevolg. Daarnaast ligt aan de zuidzijde van de geplande haven en de A67 een jachthaven die wordt uitgebreid. De geplande uitbreiding en de bestaande haven van Blerick (oorspronkelijk rond 1970 aangelegd) hebben geen taludafdekking die de toestroming van water belangrijk hinderen. Als zodanig is de haven in het model ingebracht.

De aanleg van de jachthaven is in uitvoering. Wijzigingen in de hydrologische situatie komen in de nulmeting naar voren. Aan het einde van de nulmeting (begin uitvoering) is een vergelijking van de modelijking met de nulmeting gewenst om te bepalen of een herijking nodig is.

Het ijkresultaat is weinig gevoelig voor de k-waarden van de watervoerende pakketten en de weerstand van de Venlo klei. De weerstand van de Venlo klei is daardoor ook moeilijker op basis van ijking te bepalen. In de praktijk van het onderzoek is hiermee omgegaan door berekeningen uit te voeren voor twee weerstanden van de Venlo klei, namelijk 1000 en 500 dagen (zie paragraaf 5.3).

Het eindresultaat van de ijking is in de vorm van een berekend isohypsenpatroon met de waargenomen representatieve stijghoogten gepresenteerd op tekening 145591-I-1. Over het algemeen liggen de berekende stijghoogten rond of hoger dan de gemeten stijghoogten. Alleen aan de zuidkant van het gebied ligt de berekende stijghoogte lager dan een representatieve waarneming van Fugro (2001), verricht in het kader van onderzoek naar de aanleg van de sleuf met waterleiding door de Maas. De waarneming van Fugro ligt hoger omdat de aanleg van de sleuf en de uitbreiding van de jachthaven later zijn gerealiseerd.

#### 4.5 Weerstand Venlo Klei

Op basis van aanvullende boringen en peilbuisgegevens van de opdrachtgever heeft een bijstelling van de weerstand van de Venlo klei ter plaatse van de haven plaatsgevonden.

Uit de boringen kunnen de laagdikten en hoogteligging van de Venlo Klei ten opzichte van NAP worden afgeleid. In bijlage 3 zijn de maaiveldhoogten van de boringen ten opzichte van NAP en de boorbeschrijvingen ten opzicht van maaiveld opgenomen. De interpretatie van deze boringen resulteert in een hoogteligging van de bovenkant van de Venlo Klei op ongeveer NAP +2,0 m en een onderkant van de kleilaag op ongeveer NAP -0,5 m. Een aantal oudere boringen eindigt boven NAP. In dat geval wordt de Venlo Klei (uiteraard) niet of gedeeltelijk aangetroffen. De meer recente boringen zijn wel tot onder de Venlo Klei doorgezet.

Samenvattend blijkt uit de boringen dat de minimale dikte van de Venlo Klei ter plaatse van de geplande haven ongeveer 2,0 meter bedraagt. Met name dicht bij de rivier is deze dikte aanzienlijk groter. Van Rooijen Adviezen (2004) geeft voor de doorlatendheid van de Venlo klei waarden van minimaal  $5 \times 10^{-3}$  tot  $10^{-4}$  m/d. Dit resulteert in weerstanden van de Venlo klei tussen minimaal 200 en maximaal 10.000 dagen per meter laagdikte. Uitgaande van een gemiddelde laagdikte van 2,5 m en een weerstand van 400 dagen per meter laagdikte bedraagt de weerstand 1000 dagen in het plangebied. Daarnaast wordt tevens gerekend met een minimale weerstand van 500 dagen voor de Venlo klei. Deze minimale weerstand wordt door Van Rooijen Adviezen aangegeven voor zogenaamde 'gaten' in de Venlo klei (bijlage 3).

## 5 Modelonderzoek aanleg van de haven en maatregelen

### 5.1 Twee inrichtingsvarianten van de haven

In het onderzoek worden twee inrichtingsvarianten van de haven beschouwd, namelijk:

- de haven heeft een invaartopening van ca. 90 m breed in de eindsituatie. In de tijdelijke situatie (uitvoeringsfase) is een loswal zuidelijk van de invaartopening langs de Maas gepland.
- de invaartopening wordt uitgevoerd met een stroomgeleider aan de zuidkant en heeft een breedte van ca. 95 meter. Bij deze variant wordt in de uitvoeringsfase ter plaatse van de toekomstige invaartopening een loswal aangebracht langs de Maas.

Deze twee varianten zijn wat betreft de grondwaterstroming in de eindsituatie van de inrichting niet onderscheidend. Immers, in de eindsituatie zijn de peilen van de Maas en de aangrenzende haven gelijk. Er treedt geen grondwaterstroming op tussen Maas en haven, ongeacht de uitvoering van de geleidedam tussen Maas en haven. Via het oppervlaktewater (de invaartopening) worden de peilen gelijk gehouden.

In de uitvoeringsfase wordt de haven afgesloten van de Maas ontgraven. Daarbij wordt in de haven een hoger oppervlaktewaterpeil gehandhaafd, zodanig dat verlagingen van grondwaterstanden in de omgeving voldoende worden beperkt. Over een lengte van maximaal 380 m wordt de oever van de Maas afgegraven ten behoeve van het aanbrengen van een loswal. Daarmee wordt de intreeweerstand van de oever van de Maas verlaagd en treedt een extra grondwaterstroming op van de nog afgesloten haven naar de Maas. Deze grondwaterstroming dient te worden gecompenseerd, opdat in de tijdelijke situatie geen ongewenste peilverlagingen in de nog afgesloten haven optreden.

Navolgend worden de twee varianten gezamenlijk beschouwd bij het onderzoek van de eindsituatie en de tijdelijke situatie, omdat ze niet onderscheidend zijn wat betreft het optredende effect. Voor de eindsituatie heeft het al of niet aanbrengen van een loswal geen effect op de hydrologie, zoals hiervoor besproken. In de tijdelijke situatie heeft het aanbrengen van een loswal wel effect. Dit effect en de invloed op de maatregelen wordt in paragraaf 5.6 beschreven.

### 5.2 Onderzoek eindsituatie zonder maatregelen

In de eindsituatie zonder maatregelen wordt de haven aangelegd met een bodemdiepte van NAP +5,6 m, zonder afdekking van het talud van de haven. Aan de noordkant van de haven wordt een omputgebied ingericht. Dit wordt aan de westkant begrensd door de Venloseweg en de Everlose beek, aan de noordkant door het talud met hellingbos langs de Baarsdonklossing en aan de oostkant ligt een particulier perceel van beperkte omvang en de Maas. De Baarsdonklossing met het hierlangs liggende hellingbos is met een groene lijn op tekening 145591-0-1 aangegeven.

Op de tekening zijn de verlagingen van de stijghoogten in het eerste watervoerende pakket aangegeven. Deze verlagingen zijn aanzienlijk en spreiden zich over een groot gebied uit. Ter plaatse van het natuurgebied Koelbroek zuidwestelijk van de haven bedraagt de maximale verlaging in het eerste watervoerende pakket ongeveer 5 cm.

Langs de Baarsdonklossing aan de noordkant van het omputgebied bedraagt de verlaging tussen 20 en 30 cm. Dit wordt veroorzaakt door de opvulling van het omputgebied met slechter doorlatend zand en leem waardoor aan de (noord)westkant een stuwend effect ten aanzien van de grondwaterstroming (en dus grondwaterstanden) ontstaat en aan de noord(oost)kant een verlagend effect op de grondwaterstanden. Binnen het omputgebied wordt het neerslagoverschot vertraagd afgevoerd en hier treedt dan ook een stijging van de grondwaterstijghoogten op.

Als gevolg van de verlaging van de grondwaterstijghoogten en grondwaterstanden in de omgeving van de haven infiltreert de Everlose beek 884 m<sup>3</sup>/dag (ca 0.01 m<sup>3</sup>/s of 10 l/sec) meer water naar de ondergrond dan in de huidige situatie. Deze hoeveelheid komt overeen met de laagste afvoeren van de Everlose beek.

Concluderend kan worden gesteld dat de verlagingen van de stijghoogten in het watervoerende pakket groter zijn dan gewenst en dat maatregelen nodig zijn om deze effecten te mitigeren.

### 5.3 Onderzoek eindsituatie met maatregelen

Naar aanleiding van de resultaten van de berekening van paragraaf 5.2 worden maatregelen getroffen om de effecten te mitigeren. De mitigerende maatregelen worden navolgend omschreven en in hoofdstuk 6 nader toegelicht:

- Aanleg van slecht doorlatend materiaal op het talud van de haven met een weerstand van 100 dagen. De slecht doorlatende laag wordt doorgezet tot aan de Venlo klei zodat het water niet onder deze laag door toch naar de haven kan stromen. Daartoe wordt langs het talud een sleuf 'gefreesd' met een zuiger tot de Venlo klei die vervolgens wordt aangevuld met het slecht doorlatende materiaal. De bodem van de haven wordt afgewerkt op een diepte van NAP +5.6 m (zie tekening 145591-DP-1). Onder omstandigheden kan (een deel van) de te freeze bodemlaag blijven liggen (zie hoofdstuk 6, pagina 21).
- Ten westen, ten noorden en oostelijk van de noordpunt van het omputgebied wordt een sloot gehandhaafd bij de aanvulling van het gebied met slecht doorlatend materiaal. Deze sloot is als een blauwe lijn op tekening 145591-M-1 aangegeven en is bedoeld om de grondwaterstandverlagingen ter plaatse van het met bos begroeide talud langs de Baarsdonklossing te mitigeren. Met de aanleg van de sloot wordt het opgestuwde grondwater aan de westkant van het omputgebied gedraineerd. Dit gedraineerde grondwater wordt vervolgens geïnfiltreerd ten noorden en ten oosten van het omputgebied om de verlagingen alhier te compenseren.
- Op het terrein van de verwerkingsinstallatie komt ca. 10 m<sup>3</sup>/uur water vrij bij de bewerking van het aangevoerde toutvenant. Deze hoeveelheid water wordt ter plaatse van het terrein in de bodem geïnfiltreerd.

De resultaten van de modelberekening met deze mitigerende maatregelen worden op tekening 145591-M-1 aangegeven. De 5 cm verlagingsslijn in het eerste watervoerende pakket reikt nu tot ongeveer 0,9 km van het havengebied. De 10 cm verlagingsslijn blijft aan de oostkant van de Everlose beek liggen. Er vindt geen extra wegzijging van water uit de Everlose beek plaats. De reden hiervan is dat de wegzijging, voorzover deze aan de westkant van de haven optreedt, wordt gecompenseerd door een extra aanvoer van water bij het omputgebied, waar enige verhoging van de grondwaterstand plaatsvindt.

Ter plaatse van het natuurgebied Koelbroek en het hellingbos langs de Baarsdonklossing treedt nu geen verlaging van de grondwaterstand op. Langs de Baarsdonklossing is plaatselijk zelfs van enige verhoging sprake.

Op tekening 145591-M-1 zijn de effecten van de haven aan de westkant van de Maas aangegeven. Via het tweede watervoerende pakket wordt ook een beperkt effect aan de oostkant van de Maas berekend. Deze effecten zijn weergegeven op tekening 145591-M-4. De 5 cm verlagingslijn reikt in oostelijke richting maximaal tot y coördinaat 208.700. Dit is 500 m oostelijk van de Maas. Aan de noord- en zuidkant sluit de verlagingslijn aan op de 5 cm verlagingslijn aan de westkant van de Maas. De 10 cm verlagingslijn ligt aan de oostkant binnen 100 m van de Maas. Dit effect is beperkt en binnen het invloedsgebied bevinden zich geen grondwaterafhankelijke landbouw en natuurwaarden die hiervan nadelige invloed ondervinden.

#### 5.4 Gevoeligheidsanalyse van de eindsituatie met maatregelen

In een gevoeligheidsanalyse is nagegaan welke maatregelen nodig zijn als de doorlatendheid van het grondschermbodem op het talud anders is dan verwacht. In de vorige paragraaf is uitgegaan van ca. 10 m<sup>3</sup>/uur infiltratie van water bij de bewerking van het toutvenant. Als extra maatregel wordt in een ongunstige situatie met te grote verlagingen van de stijghoogten extra water geïnfiltreerd aan de zuidwestkant van het installatieterrein. Hoeveel water hangt af van de weerstand van de aangebracht taludlaag en de weerstand van de Venlo klei. In de onderstaande tabel worden de noodzakelijke extra infiltratie debieten aangegeven als functie van de weerstanden van talud en de Venlo klei.

Tabel 5.1: Benodigde extra infiltratie van water (m<sup>3</sup>/dag) ter compensatie van stijghoogtenverlagingen bij Koelbroek. De te infiltreren hoeveelheden zijn afhankelijk van de weerstand van het talud en de Venlo klei

	Venlo klei	
	Weerstand = 500d	Weerstand = 1000d
haven talud weerstand = 20 d	2100	1350
haven talud weerstand = 50 d	970	425
haven talud weerstand = 100 d	490	Infiltratie niet nodig
haven talud weerstand = 200 d	150	Infiltratie niet nodig
haven talud weerstand = 500 d	Infiltratie niet nodig	Infiltratie niet nodig

De taludweerstand varieert in deze analyse van 2 en 5 keer kleiner tot 2 en 5 keer groter dan de verwachte waarde van 100 dagen.

Uitgaande van de weerstanden en infiltratie debieten in tabel 5.1 is ook het effect op de waterbalans van de Everlose beek berekend. Het resultaat wordt weergegeven in tabel 5.2. Uit deze gevoeligheidsanalyse komt het volgende naar voren:

- Bij een weerstand van de Venlo klei van 1000 dagen en een taludweerstand kleiner dan 100 dagen is extra infiltratie van water nodig aan de zuidwestkant van het plangebied (naast het water dat vrijkomt bij de bewerking van toutvenant). Hiermee wordt het risico van een grondwaterstand verlaging bij het natuurgebied Koelbroek voorkomen. Bij een lagere weerstand van de Venlo klei van 500 dagen is ook bij een hogere taludweerstand tot ongeveer 200 dagen extra infiltratie nodig.
- Bij de verwachte weerstanden van Venlo klei en grondschermbodem op talud van respectievelijk 1000 en 100 dagen wordt de waterbalans van de Everlose beek niet wezenlijk beïnvloed. In het meest ongunstige geval, waarin deze

weerstanden respectievelijk 500 en 20 dagen bedragen, infiltreert uit de Everlosche beek 181 m<sup>3</sup>/dag of ca. 2 l/sec meer water naar de ondergrond. Dit is vrij beperkt daar de minimale afvoer van de beek 10 l/sec bedraagt en deze slechts enkele dagen in een droog jaar optreedt. Over een aaneengesloten periode van een week of langer bedraagt de afvoer in een dergelijk jaar meer dan 25 l/sec.

- De effecten van de aanleg van de haven zijn het meest kritisch ten aanzien van het natuurgebied Koelbroek. In het meest ongunstige geval, met een weerstand van de Venlo klei van 500 dagen en een talud weerstand van 20 dagen dient ca. 2000 m<sup>3</sup>/dag extra water geïnfilteerd te worden aan de zuidwestkant van het installatierrein. Dit is een haalbare hoeveelheid om te infiltreren in de bodem (zie hoofdstuk 6).

Tabel 5.2: Waterbalans Everlose beek ten opzichte van huidige situatie (m<sup>3</sup>/dag) bij verschillende talud weerstanden en weerstanden van de Venlo klei

	Venlo klei weerstand = 500d	Venlo klei Weerstand = 1000d
haven talud weerstand = 20 d	-106	-181
haven talud weerstand = 50 d	-14	-57
haven talud weerstand = 100 d	29	0
haven talud weerstand = 200 d	46	74
haven talud weerstand = 500 d	72	123
Geen mitigerende maatregelen	-816	-884

Negatieve waarden = extra verliezen van Everlose beek naar het grondwater toe

Positieve waarden = aanvulling Everlose beek als gevolg van opstuwung ten westen van omput gebied

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat extra infiltratie een passende mitigerende maatregel is, mochten de verlagingen richting de omgeving groter uitvallen dan gewenst. Of dit het geval is kan worden vastgesteld aan de hand van een monitoringsysteem van peilbuizen waarmee de effecten van de aanleg van de haven in de tijdelijke situatie en in de eindsituatie na de aanleg worden gevolgd.

De extra infiltratie kan plaatsvinden middels een watergang, eventueel aangevuld met een waterpartij, die langs de zuid- en westkant van het plangebied wordt gelegd. Een dergelijke watergang kan ook worden ingezet om te draineren bij (te) hoge grondwaterstanden, bijvoorbeeld als gevolg van periodiek hoge Maaswaterstanden. In de volgende paragraaf wordt hierop nader ingegaan. De uitwerking van deze maatregel komt in hoofdstuk 6 aan de orde.

## 5.5 Situatie bij een hoog Maaspeil

In de voorgaande berekeningen is steeds uitgegaan van een laag Maaspeil (een stuwpeil van NAP +10,85 m), waarbij verlagingen van de grondwaterstanden in de omgeving kunnen optreden en worden gemitigeerd. Bij hoge Maaspeilen dient met het tegengestelde effect rekening te worden gehouden. Door het graven van de haven komen gronden en gebouwen dicht bij de Maas te liggen. Bij hoge Maaspeilen komen de grondwaterstanden in de directe omgeving hoger te liggen met een denkbaar risico van wateroverlast voor deze aanliggende gronden en gebouwen als gevolg.

Evenals bij een laag Maaspeil wordt het effect van hoge Maaspeilen op de grondwaterstanden beperkt door het slecht doorlatende grondscherp op het talud van de

haven. Daarnaast mag worden verwacht dat de verhogingen van de grondwaterstanden zich beperken tot de Everlosche beek die op vrij korte afstand ligt.

Met het model is nagegaan wat het effect van een afvoergolf op de Maas is waarbij na 6 dagen het maximale peil van NAP +16,90 m wordt bereikt (frequentie van optreden 1x per 10 jaar). De grondwaterstijghoogten in het eerste watervoerende pakket ter plaatse van de bebouwing aan de rand van het plangebied (langs de Venloseweg) stijgen daarbij in sterkere mate dan nu het geval is. De extra stijging bedraagt maximaal tussen 0,30 m en 0,40 m. De stijghoogten komen niet hoger dan NAP +16,00 m. Het vloerpeil van de bebouwing ligt meer dan 1,5 meter hoger. Derhalve valt geen nadelige invloed van dit hogere peil te verwachten.

Direct aan de westkant van de aanvoerhaven ligt eveneens bebouwing aan de zuidkant van het plangebied. Hier wordt een toename van de stijghoogte van ongeveer 1,1 meter berekend. Daarmee gaat de stijghoogte ongeveer NAP +15,0 m bedragen. Dat is ruimschoots beneden het vloerpeil dat ongeveer NAP +17,80 m bedraagt. Derhalve wordt geen wateroverlast ter plaatse van de bebouwing verwacht.

## 5.6 Tijdelijke situatie bij aanleg van de haven

De ontgroning ten behoeve van de aanleg van de haven vindt afgesloten van de Maas plaats. Het peil in de plas dat hierbij ontstaat wordt met name bepaald door de grondwaterstijghoogten in het eerste watervoerende pakket. De aanleg van de plas kan in deze tijdelijke situatie op twee wijzen een verlaging van de grondwaterstanden in de omgeving veroorzaken.

De eerste mogelijke oorzaak is de winning van 500.000 m<sup>3</sup> nat bodemmateriaal per jaar waarvan ongeveer 100.000 m<sup>3</sup> water infiltreert op het terrein van de verwerkingsinstallatie en (grotendeels) terugstroomt naar de plas. Het weghalen van een droog volume van 400.000 m<sup>3</sup> veroorzaakt een extra toestroom van grondwater en derhalve een verlaging van de grondwaterstanden in de omgeving.

Een tweede mogelijke oorzaak is het ontstaan van een plas met een horizontaal waterpeil die insnijdt in het hellende isohypsenpatroon richting de Maas. Deze insnijding van het plaspeil veroorzaakt een verlaging ten opzichte van de huidige grondwaterstijghoogten aan de westkant van de plas en daardoor een verlaging van de grondwaterstanden in de omgeving. Beide navolgende oorzaken en effecten worden hierna behandeld.

### *Effect weghalen bodemmateriaal*

Het maximale effect van het weghalen van bodemmateriaal treedt op aan het begin van de ontgroning als de oppervlakte en randlengte van de plas het kleinst zijn. De peilverlaging in de plas en de toetredende hoeveelheid grondwater per meter randlengte van de plas zijn in die situatie het grootst.

Er is een berekening uitgevoerd voor een 'worst-case' scenario waarbij met de ontgroning aan de uiterste westkant van de plas wordt begonnen. Voor de Venlo klei is uitgegaan van de weerstand van 1000 dagen. Het resultaat is dat de verlagingen van de stijghoogten in het watervoerende pakket richting het natuurgebied Koelbroek veel overeenkomen met de verlagingen in de eindsituatie (tekening 145591-M-1). Noordelijk richting de Baarsdonklossing zijn de verlagingen beperkt tot maximaal 5 cm, waarbij het omliggende gebied van de eindsituatie nog niet is gerealiseerd. De invloed op de waterbalans van de Everlose beek is verwaarloosbaar klein.

In deze tijdelijke situatie blijven de verlagingen beperkt en zijn geen mitigerende maatregelen noodzakelijk.

### *Weghalen bodemmateriaal en insnijding plas in het isohypsenpatroon*

Het effect van de insnijding van de plas in het isohypsenpatroon is aan het eind van de ontgronding het grootst omdat dan de oppervlakte van de plas en dus de insnijding maximaal is. Daarnaast wordt nog steeds bodemmateriaal weggehaald maar omdat de oppervlakte en de randlengte van de plas veel groter zijn is de verlaging aan de rand aanzienlijk kleiner dan bij de vorige berekening.

Uit een berekening van het gecombineerde effect met het model blijkt dat nu wel een mitigerende maatregel noodzakelijk is. Deze maatregel bestaat uit het pompen van Maaswater in de plas waarmee een hoger plaspeil wordt gehandhaafd en minder effecten richting de omgeving optreden. Om de effecten in voldoende mate te mitigeren is een aanvoer van Maaswater noodzakelijk van (rekentechnisch) 75 m<sup>3</sup> per uur bij maximale omvang van de ontgrondingsplas. Bij beperkter omvang neemt deze benodigde hoeveelheid af tot uiteindelijk 0 in de beginsituatie, zoals hiervoor berekend.

Op tekening 145591-T-1 zijn de effecten in deze situatie met mitigerende maatregel aangegeven.

De daadwerkelijk aan te voeren hoeveelheid Maaswater moet t.z.t. op basis van monitoring van de peilbuizen bepaald cq. gestuurd worden.

### *Effect loswal langs de Maas*

In de uitvoeringsfase wordt een loswal langs de Maas aangebracht, waarbij de oevers van de Maas worden afgegraven. Daarbij wordt de geleidedam tussen Maas en haven ter plaatse van de loswal ongeveer 25 m in westelijke richting opgeschoven. De breedte van de dam bedraagt op de waterlijn ongeveer 55 m.

Door de afgraving van de Maasoever wordt de intreeweerstand van het grondwater in de Maas verlaagd, wat tot een extra uitstroom van water uit de nog afgesloten haven in de tijdelijke situatie aanleiding kan geven. De effecten hiervan worden bepaald op basis van een 'worst-case' benadering. Deze 'worst-case' benadering houdt in dat voor de huidige situatie wordt gesteld dat ter plaatse van de losdam in het geheel geen grondwater in de Maas uittreedt (de intreeweerstand is oneindig hoog). In de uitvoeringsfase ligt tussen de Maas en de haven een geleidedam, waarbij het water vanuit de haven naar de Maas stroomt. In de stroming van de haven naar de Maas worden drie trajecten onderscheiden:

- De infiltratie van water in de geleidedam
- De stroming door de geleidedam richting de Maas
- De stroming uit de dam in de Maas

De weerstanden voor infiltratie in de dam en uitstroming in de Maas worden gesommeerd tot  $c=1$  dag. De stroming door de geleidedam kan worden berekend uit de vergelijking  $q = kD \cdot (dH/B)$ , waarin  $q$  de hoeveelheid water is die per meter lengte van de geleidedam naar de Maas stroomt,  $kD$  het watervoerende vermogen van de geleidedam,  $dH$  het peilverschil tussen haven en rivier en  $B$  de doorstroomde breedte van de geleidedam. De  $kD$  waarde wordt bepaald als  $k$  (de doorlatendheid van de zandlagen in de dam) maal  $D$  (de dikte van de zandlagen). De waarde van  $kD$  is op basis van de boringen S en T (aan weerszijden van de geleidedam) bepaald op 30 m<sup>2</sup>/dag. De doorstroomde breedte van de geleidedam bedraagt gemiddeld ca. 60 m. De stroming door de geleidedam kan nu worden bepaald als  $q = dH \cdot (kD / (B + c \cdot kD))$ . Bij een peilverschil tussen haven en rivier van 4 meter bedraagt  $q$  derhalve  $4 \cdot (30 / (60 + 1 \cdot 30)) = 1,33$  m<sup>2</sup>/dag. Bij een totale lengte van de geleidedam van 380 m stroomt volgens deze 'worst-case' benadering dus  $(380 \cdot 1,33 =) 505,4$  m<sup>3</sup> grondwater per dag extra naar de Maas of 21 m<sup>3</sup> per uur. Deze hoeveelheid dient worden opgeteld bij de hoeveelheid van 75 m<sup>3</sup> per uur die op de vorige pagina is vermeld. De maximale wateraanvoer van Maaswater naar de haven (door pompen) bedraagt in de tijdelijke situatie dus 96 m<sup>3</sup> per uur.



Concluderend kan worden gesteld dat bij de aanleg van een loswal extra wateraanvoer nodig is om de nog afgesloten haven op peil te houden. Deze extra wateraanvoer bedraagt 21 m<sup>3</sup> per uur. De maximale benodigde wateraanvoer neemt daarbij toe tot (75+21=) 96 m<sup>3</sup> per uur ('worst-case' benadering). Deze hoeveelheid is zonder problemen met pompen aan te voeren.

## 5.7 Doorkijk naar de lange termijn zonder verwerkingsinstallatie

Na het beëindigen van de rivierverruimingsprojecten verliest de centrale verwerkingsinstallatie zijn functie en krijgt de haven een andere bestemming. Het ligt voor de hand dat de "havenplas" in open verbinding met de Maas blijft. De inrichting van de haven zal overeenkomen met de eindsituatie zoals hiervoor geschetst. Een aantal mitigerende maatregelen, waarvan nu nog niet vaststaat of ze noodzakelijk zijn (blijven), zal dan echter niet meer in aanmerking komen:

- de infiltratie van water, dat vrijkomt bij de bewerking van het toutvenant, wordt beëindigd;
- de zogenaamde 'extra infiltratie' die als mogelijke maatregel wordt ingezet, mocht de verlaging van de grondwaterstijghoogten groter uitvallen dan gewenst, komt niet meer in aanmerking na beëindiging van de exploitatie;

In het geval dat de voornoemde maatregelen noodzakelijk zijn dienen tijdens en bij afronding van de werken maatregelen te worden getroffen die infiltratie van water overbodig maken. Deze maatregelen dienen te worden gebaseerd op monitoring van de grondwaterstijghoogten en de benodigde infiltratie in de periode tijdens en na de aanleg van de haven. Mogelijk neemt de eventueel benodigde infiltratie van water vanzelf af door:

- afzettingen van slib op de bodem en onderaan het talud van de haven dat de toestroom van water naar de haven remt;
- Toename van de weerstand van het talud door bijvoorbeeld dichtslibbing van poriën, ijzerafzettingen en dergelijke.

Mocht dit niet of onvoldoende het geval zijn dan kan de weerstand van het grondscherm op het talud worden verhoogd door tijdens of bij afronding van de werkzaamheden een extra weerstandbiedende grondlaag aan te brengen. Daarnaast kan, in aanvulling op de weerstand van de Venlo klei onder de haven, een extra weerstandbiedende laag op de bodem van de haven worden aangebracht.

## 6 Toelichting van maatregelen en monitoring

### Afdekking van het talud van de haven

In de tijdelijke situatie vindt de ontgronding ten behoeve van de aanleg van de haven plaats in een plas die afgesloten blijft van de Maas. Het afdekken van het talud van de haven vindt op verschillende wijze plaats voor de aanvoerhaven, grenzend aan de oostkant van het verwerkingsterrein, en de afvoerhaven, grenzend aan de noordkant van het verwerkingsterrein.

De aanvoerhaven wordt ontgraven en vervolgens tijdens de realisatiefase opgevuld met wasverliezen die vrijkomen bij de bewerking van het toutvenant. Deze wasverliezen bestaan uit fijn, slecht doorlatend materiaal. Na aanvulling van de aanvoerhaven worden deze wasverliezen vervolgens weer gedeeltelijk ontgraven waarbij een deel van de wasverliezen als een slecht doorlatend grondschermbodem op de taluds gehandhaafd blijft (zie tekening 145591-DP-1).

In de afvoerhaven wordt rondom, langs het talud, een sleuf gefreesd tot de Venlo klei en aangevuld met slecht doorlatend materiaal, afkomstig van de deklaag in het plangebied (tekening 145591-DP-1). Daarbij kan tijdens de uitvoering de doorlatendheid van de te frezen bodemlaag en de weerstand van het slecht doorlatende grondschermbodem definitief worden vastgesteld. Bij een voldoende lage doorlatendheid van de te frezen bodemlaag en een voldoende hoge weerstand van het grondschermbodem mag (een deel van) de te frezen laag boven de Venloklei blijven liggen. Dit maakt de uitvoering eenvoudiger, omdat in dat geval geen rekening hoeft te worden gehouden met risico's van aantasting van de Venlo klei. In het voorgestelde ontwerp in dit rapport is vooralsnog uitgegaan van een gefreesde sleuf die reikt tot de Venlo klei.

De deklaag in het plangebied heeft een variabele laagdikte, overwegend tussen 2 m en 4 m. Deze jong-pleistocene deklaag bestaat uit fijne, vaak leemhoudende zanden van de Formatie van Kreftenheye. Er komen hierin ook leem en kleilagen voor. Onderstaand wordt nader ingegaan op de samenstelling en doorlatendheid van het materiaal afkomstig van de wasverliezen en van de deklaag in het gebied.

#### *Samenstelling van het materiaal van wasverliezen en de deklaag*

Uit onderzoek naar de korrelverdeling van het toutvenant in het gebied (bijlage 4) blijkt dat het percentage van het materiaal  $< 63 \mu\text{m}$  ongeveer 2 % bedraagt. Uitgaande van wasverliezen bij redelijk tot goed materiaal van 3 % bedraagt het gehalte materiaal  $< 63 \mu\text{m}$   $((100/3) \times 2) = 66 \%$ . Dit is gelijk aan zandige leem.

Bij meer wasverliezen van bijvoorbeeld 4 % wordt het gehalte aan materiaal  $< 63 \mu\text{m}$  kleiner, namelijk  $((100/4) \times 2) = 50 \%$  terwijl bij minder wasverliezen van 2 % het gehalte juist groter, namelijk  $(100/2) \times 2 = 100 \%$  zou worden. Het materiaal varieert daarmee qua samenstelling tussen zeer sterk leemig zand tot siltige leem.

De samenstelling van de deklaag in het plangebied kan worden vastgesteld aan de hand van boringen die in het gebied zijn verricht. Een overzicht van de locaties van deze boringen is aangegeven in bijlage 4. In het gebied blijkt ongeveer 30.000 tot 35.000 m<sup>3</sup> klei of leem voor te komen. Daarnaast komt in de laag 0 tot 2,5 m-mv 135.000 m<sup>3</sup> uiterst

siltig of sterk siltig zand voor, wat qua samenstelling vergelijkbaar is met zandige leem tot sterk lemig zand.

#### *De doorlatendheid van het beschikbare materiaal*

In de literatuur wordt geen eenduidige doorlatendheid van het beschikbare materiaal vermeld. Zowel voor sterk lemig zand, leem als voor klei worden waarden van ca. 0,01 m/dag tot ca. 0,1 m/dag vermeld. De tussenliggende waarden rond 0,05 m/dag worden ook regelmatig genoemd voor deze typen grond. Op basis hiervan is het redelijk om een gemiddelde waarde van 0,05 m/dag te hanteren als doorlatendheid van het beschikbare materiaal uit wasverliezen en uit de deklaag.

#### **Sloot aan de noordkant van het omputgebied en maaiveld omputgebied**

Binnen het omputgebied wordt goed doorlatend zand en grind van het eerste watervoerende pakket vervangen door slechter doorlatend zand en leem dat vrijkomt bij de bewerking van het toutvenant en uit de deklaag. In het omputgebied wordt alleen het bovenste deel van het watervoerende pakket vervangen door omputmateriaal. Het onderste deel van het watervoerende pakket bestaat uit niet vermarktbaar materiaal, de doorlatendheid van dit materiaal is naar verwachting sterk wisselend tussen erg goed doorlatend (enkele dieper gelegen grindlagen) tot matig (tussenliggende laag zeer fijn zand).

Door het als zodanig “omwisselen van het aanwezige zandpakket” van het omputgebied wordt de grondwaterstroming richting de Maas onderbroken. Aan de westkant van het omputgebied treedt daardoor een verhoging van de stijghoogten op in het watervoerende pakket terwijl aan de noordkant langs de Baarsdonklossing (in de ‘schaduw’ van het omputgebied) juist een verlaging optreedt. Deze verlaging kan worden gecompenseerd door het handhaven van een sloot rondom de ‘kop’ bij aanvulling van het omputgebied. Het opgestuwde water aan de westkant wordt hierbij gedraineerd en afgevoerd naar de noordoostkant waar infiltratie van dit water plaatsvindt om de verlagingen te compenseren. De watergang rondom de kop van het omputgebied dient (minimaal) met het buitentalud in open verbinding te staan met het eerste watervoerende pakket, zodat de beoogde drainerende en infiltrerende werking optimaal in stand blijft. De watergang ligt daarmee ook op de grens, dat wil zeggen de insteek, van het omputgebied.

Met het model wordt een waterpeil van de drainerende sloot aan de westzijde van het omputgebied berekend van NAP +15,49 m dat middels een regelbare stuw kan worden gehandhaafd. Aan de noordkant, langs het talud van de Baarsdonklossing, wordt het waterpeil met dammetjes en/of drempels geregeld waarbij een passende hoeveelheid water wordt geïnfiltreerd. Met het model worden een verloop in peilen aan de noordkant berekend tussen NAP +15,47 m aan de noordwestkant en NAP +13,50 m aan de noordoostkant. Het infiltrerend oppervlak richting het watervoerende pakket ligt afhankelijk van de bodemweerstand van de sloot tussen 5 en 10 m<sup>2</sup> per meter lengte van de sloot. De precieze uitwerking van dit systeem dient te zijner tijd plaats te vinden in overleg met het waterschap, waarbij op basis van een monitoring van grondwaterstanden de detailuitwerking van het systeem plaatsvindt.

De omwisseling van het aanwezige zand met slechter doorlatende grond heeft niet alleen consequenties voor de grondwaterstanden in de omgeving van het omputgebied (zoals hiervoor besproken), maar ook voor de grondwaterstanden ter plaatse van het omputgebied zelf. Door het aanbrengen van slechter doorlatende grond wordt de afvoer

van neerslag door de grond naar de aangrenzende sloten en de Maas gehinderd. Binnen de begrenzing van het omputgebied treedt daardoor een verhoging van de grondwaterstanden op. Met het model wordt een grondwaterstand berekend van ongeveer NAP +16,0 m in de eindsituatie, waarin het omputgebied geheel is aangevuld. Dit is gemiddeld genomen over het gebied ongeveer 0,70 m hoger dan de huidige grondwaterstanden (zie tekening 145591-I-1). Daarbij is (uiteraard) uitgegaan van een afwerking van het maaiveld boven NAP +16,0 m. Het aanbrengen van afvoerloze laagten en poelen binnen het omputgebied heeft een beperkte verlagende invloed door de grotere verdamping. Deze beperkte verlaging is toegestaan. Een te grote verlaging (door bijvoorbeeld een lage afwerking van het gehele gebied) is echter niet gewenst omdat daardoor het functioneren van de randsloot (die hiervoor is besproken) nadelig wordt beïnvloed.

In de tijdelijke situatie is ter plaatse van het omputgebied een plas aanwezig die aan de oostkant (langs de Maas) is afgedicht met een slecht doorlatend grondscherp. De peilen in de plas worden daardoor opgestuwd en er treedt geen verlaging van de grondwaterstanden in de omgeving op. Op basis van een monitoring van de grondwaterstanden kunnen maatregelen zowel voor de tijdelijke situatie als voor de eindsituatie definitief worden uitgewerkt.

### **Extra infiltratie van water**

De mogelijkheid tot extra infiltratie van water functioneert als het ware als 'slot op de deur', mochten de verlagingen van de grondwaterstanden groter zijn dan verwacht volgens de modelberekeningen. De hoeveelheden extra infiltratie die nodig zijn bij verschillende afwijkingen ten opzichte van de modelaannamen zijn middels een gevoeligheidsanalyse in paragraaf 5.3 vastgesteld. De maximale berekende infiltratie is 2100 m<sup>3</sup> per dag. De vaststelling of en hoeveel dient te worden geïnfiltreerd dient plaats te vinden op basis van een monitoring van grondwaterstanden tijdens de uitvoering van de werkzaamheden.

De engineering van de infiltratievoorzieningen kan plaatsvinden aan de hand van ervaringen met werkzaamheden bij Lomm langs de Maas, waar een vergelijkbare hydrologische problematiek zich voordoet bij de verruiming van de Maas. Bij de uitvoering van de infiltratievoorziening als een langgerekte geul van 10 m breed kan hier ongeveer 12.000 m<sup>3</sup> per ha per dag in de bodem worden geïnfiltreerd. Bij een benodigde infiltratie van 2.100 m<sup>3</sup> per dag op de locatie Raaieind is de benodigde lengte van een dergelijke sleuf 175 m. In verband met de wens om de infiltratie sleuf ook te kunnen hanteren voor de drainage van grondwaterstanden bij hoge Maaspeilen (mocht dit nodig zijn) verdient het aanbeveling om de sleuf smaller uit te voeren waarbij deze over een grotere lengte langs het terrein wordt gelegd. Daarbij dient een goed doorlatende verbinding aanwezig te zijn tussen de bodem van de sleuf en het watervoerende pakket (voldoende diep uitgraven sleuf of bodemverbetering onder de sleuf).

Op basis van de voornoemde ervaringscijfers kan worden gesteld dat de maximale berekende hoeveelheid water kan worden geïnfiltreerd. Dit is zelfs het geval indien de infiltratiecapaciteit de helft zou bedragen van die bij Lomm. Er is dus voldoende speelruimte voor een engineering van de sleuf in een later stadium van het project, op basis van een monitoring van grondwaterstanden tijdens en na de aanleg van de haven.

### **Monitoring**

Voorgaand wordt in dit rapport op verschillende plaatsen gerefereerd aan de monitoring van grondwaterstanden die voor, tijdens en na de aanleg van de haven plaatsvindt. Aan het einde van de nulmeting (begin uitvoering) wordt in een afzonderlijke rapportage de stand van zaken met betrekking tot de monitoring geëvalueerd en vastgesteld hoe hiermee in het vervolg wordt omgegaan. Onderstaand worden de peilbuizen vermeld die in het monitoring systeem zijn opgenomen. Op tekening 145591-MON-1 zijn de peilbuizen voor monitoring vermeld. Twee typen peilbuizen worden onderscheiden:

1. Bestaande peilbuizen die opgenomen zijn in Dinoloket (registratiesysteem beheerd door TNO-NITG);
2. Peilbuizen die zijn geplaatst en worden waargenomen door de opdrachtgever.

De locatie van de peilbuizen is afgestemd op de hydrologisch gevoelige natuurwaarden in de omgeving. Aan de noordkant zijn dit met name de natuurwaarden langs de Baarsdonklossing. Aan de zuidwestkant van het plangebied ligt het natuurgebied Koelbroek.

Richting het Koelbroek zijn 4 peilbuizen opgenomen in het monitoring systeem, waarvan drie peilbuizen uit Dinoloket al lang worden waargenomen en één peilbuis direct zuidwestelijk van het plangebied staat. In de peilbuis bij Koelbroek wordt geen verlaging verwacht. De overige 3 peilbuizen staan veel dichterbij het plangebied. Verlagingen in deze peilbuizen kunnen worden vergeleken met de modelberekeningen. Maatregelen kunnen op de waarnemingen van deze peilbuizen worden afgestemd.

De bestaande peilbuizen O en P geven inzicht in de invloed van de haven en het omputgebied in westelijke richting. Langs de Baarsdonklossing aan de noordkant staan 2 peilbuizen waarmee de invloed van de ingrepen en maatregelen in noordelijke richting worden vastgesteld. Deze peilbuizen bieden eveneens de mogelijkheid om de voorspellingen met het grondwatermodel te controleren zodat maatregelen hierop kunnen worden afgestemd.

De invloed van de werkzaamheden en maatregelen op de grondwaterstanden strekt zich met name uit via het eerste watervoerende pakket. De bestaande peilbuizen uit Dinoloket zijn ondermeer geselecteerd op de aanwezigheid van een filter in dit pakket. Ook de filters van geselecteerde peilbuizen van de opdrachtgever staan in het eerste watervoerende pakket.

## 7 Conclusies en aanbevelingen

- Bij de aanleg van de haven zonder mitigerende maatregelen zijn de verlagingen van de grondwaterstanden in de deklaag en stijghoogten van het grondwater in het watervoerende pakket in de omgeving groter dan gewenst. De verlagingen zijn met name ongewenst met betrekking tot de natuurwaarden van het Koelbroek, de Everlosche beek en de Baarsdonklossing. Er zijn maatregelen nodig om deze effecten te mitigeren.
- Ten aanzien van de inrichting van de haven zijn twee varianten te onderscheiden. Namelijk een eerste variant waarin de haven een invaartopening heeft van ca. 90 m breed in de eindsituatie. In de tijdelijke situatie (uitvoeringsfase) is een loswal zuidelijk van de invaartopening langs de Maas gepland. In de tweede variant heeft de invaartopening een breedte van ca. 95 m, waarbij aan de zuidkant een stroomgeleider is aangebracht. In deze variant ligt de loswal ter hoogte van de toekomstige invaartopening.
- Wat betreft de eindsituatie van de inrichting zijn de twee varianten niet onderscheidend, omdat de peilen van de Maas en de haven gelijk zijn. Er treedt derhalve geen grondwaterstroming op door de geleidedam van Maas naar haven of andersom. Ook wat betreft de uitvoeringsfase zijn de twee varianten niet onderscheidend. Hierop wordt navolgend nader ingegaan.
- In de eindsituatie houden de mitigerende maatregelen in dat op het talud van de haven een laag slecht doorlatend materiaal met voldoende weerstand wordt aangebracht om de toestroom van grondwater voldoende te beperken. Daarnaast wordt om het omputgebied aan de noordkant van de haven een sloot aangebracht die opgestuwd grondwater aan de westkant draineert en infiltreert aan de noordkant van het omputgebied, ten behoeve van de natuurwaarden langs de Baarsdonklossing. Tot slot komt op het terrein van de verwerkingsinstallatie ca. 10 m<sup>3</sup> per uur vrij bij de bewerking van het aangevoerde toutvenant. Dit water wordt ter plaatse in de bodem geïnfiltreerd. Met het aanbrengen van slecht doorlatend materiaal op het talud van de haven worden ook de effecten van een hoog Maaspeil voldoende gemitigeerd.
- In de uitvoeringsfase, tijdens de aanleg van de haven, wordt de haven afgesloten van de Maas gegraven. Door het peil in de haven voldoende hoog te houden worden ongewenste verlagingen van grondwaterstanden en stijghoogten in de omgeving voorkomen. Het peil wordt hoog gehouden door Maaswater aan te voeren naar de afgesloten haven. Op basis van een 'worst-case' benadering, waarbij rekening wordt gehouden met de aanleg van een loswal langs de Maas, bedraagt de maximale benodigde wateraanvoer naar de haven 96 m<sup>3</sup> per uur. Daarvan is voor beide inrichtingsvarianten een aanvoer 21 m<sup>3</sup> per uur berekend om de aanleg van een loswal langs de Maas te compenseren ('worst-case' benadering).
- Middels een gevoeligheidsanalyse is vastgesteld dat extra infiltratie van water voldoet, mochten de effecten van de aanleg van de haven onverhoopt groter uitvallen dan gewenst. De infiltratie wordt daarbij afgestemd op de monitoring van grondwaterstanden en vergelijking met de, voor de uitvoeringsfase, vastgestelde nulsituatie.

## 8 Literatuur

- Hoofdrapport onderzoek begrenzing grondwaterbeschermingsgebieden Venlo Slenk. Opdrachtgever Provincie Limburg, Hoofdgroep V.W.M./B.B. Projectnr.: 0589-48954. Oranjewoud vestiging Oosterhout, juli 1995, 84 pagina's
- Tekeningenrapport onderzoek begrenzing grondwaterbeschermingsgebieden Venlo Slenk. Opdrachtgever Provincie Limburg, Hoofdgroep V.W.M./B.B. Projectnr.: 0589-48954. Oranjewoud vestiging Oosterhout, juli 1995, 28 A3-tekeningen en 12 A4-tekeningen.
- Onderzoek Leidingkruising met de Maas te Venlo. Opdracht P-3152. Fugro Ingenieursbureau B.V. 2001
- Stiboka bodemkaart schaal 1:50.000. Kaartblad 58 Oost Roermond
- Aanleg van een havenvoorziening langs de Maas te Raaieind bij Grubbenvorst en de hydrologische effecten. Van Rooijen Adviezen BV, 2003 (zie bijlage 3)
- Hydrogeologische inschatting t. b. v. een grondwatermodel; project Grubbenvorst – Raaieind. Van Rooijen Adviezen BV, 2004 (zie bijlage 3)
- Nota Toetsingskader Lokatiestudie Verwerkingsinstallatie Noord-Limburg. Groen-Planning, 2003)
- Advies voor richtlijnen voor het milieueffectrapport, Centrale Verwerkingslocatie Zandmaas, gemeente Horst aan de Maas; rapportnummer 1662-53, Commissie voor de Milieueffectrapportage, 16 mei 2006
- Bodemonderzoek tbv Centrale Verwerkingsinstallatie (CVI) en ontgroningen te Grubbenvorst-Raaieind. CSO Adviesbureau 13 november 2006
- Onderzoek Leidingkruising met de Maas te Venlo. Opdracht P-3152. Fugro Ingenieursbureau B.V. 2001
- Stiboka bodemkaart schaal 1:50.000. Kaartblad 58 Oost Roermond

## **Bijlage 1: Gedetailleerde verfijning van het model**

De eigenschappen van de lagen zijn als volgt gedefinieerd: freatische laag 1 is opgegeven als 'unconfined layer', waarbij de transmissiviteit wordt berekend uit de verzadigde dikte van de modellaag. Laag 2 is als 'unconfined/confined layer' gemodelleerd. Lagen 3, 4 en 5 zijn als 'confined layers' gemodelleerd. De hydrologische basis, tenslotte, wordt in het gehele gebied als volledig ondoorlatend beschouwd.

Het plangebied heeft een oppervlakte van ca. 45 ha. De omvang van de haven bedraagt ruim een kwart daarvan. Het ontwerp van de haven heeft de vorm van een  $\frac{3}{4}$  vierkant met het noordoostelijke kwadrant in open verbinding met de Maas. Zie overzichtstekening 145591-0-1. De haven wordt ongeveer tussen de coördinaten (207.750, 378.900) en (208.000, 379.450) gebouwd. Het detailmodel, een gebied van ongeveer 63 km<sup>2</sup> ligt ongeveer tussen de coördinaten (201.750, 375.250) en (210.500, 382.500). In het detailmodel is een gridverfijning toegepast, tot een celgrootte van 25 meter. De haven wordt ontgraven tot een diepte van meer dan 10 meter beneden maaiveld, met de bodem op NAP +5,6 m. De ontgraving omhelst de hele deklaag en het grootste deel van het eerste watervoerende pakket.

De permanent watervoerende watergangen zijn ingevoerd in de riviermodule. De niet-permanente watervoerende waterlopen (inclusief greppels en sloten) zijn ingevoerd door middel van de drainagemodule. Het verschil tussen beide modules is dat met de drainagemodule alleen gedraineerd en met de riviermodule eveneens geïnfiltreerd kan worden. Naast dit primaire en secundaire waterlopenstelsel bestaat er echter ook nog een heel netwerk van greppels en kavelsloten die een deel van het neerslagoverschot afvoeren. De drainerende werking van dit 'tertiaire' netwerk wordt ingebracht in het hydrologische model als drainageweerstand.

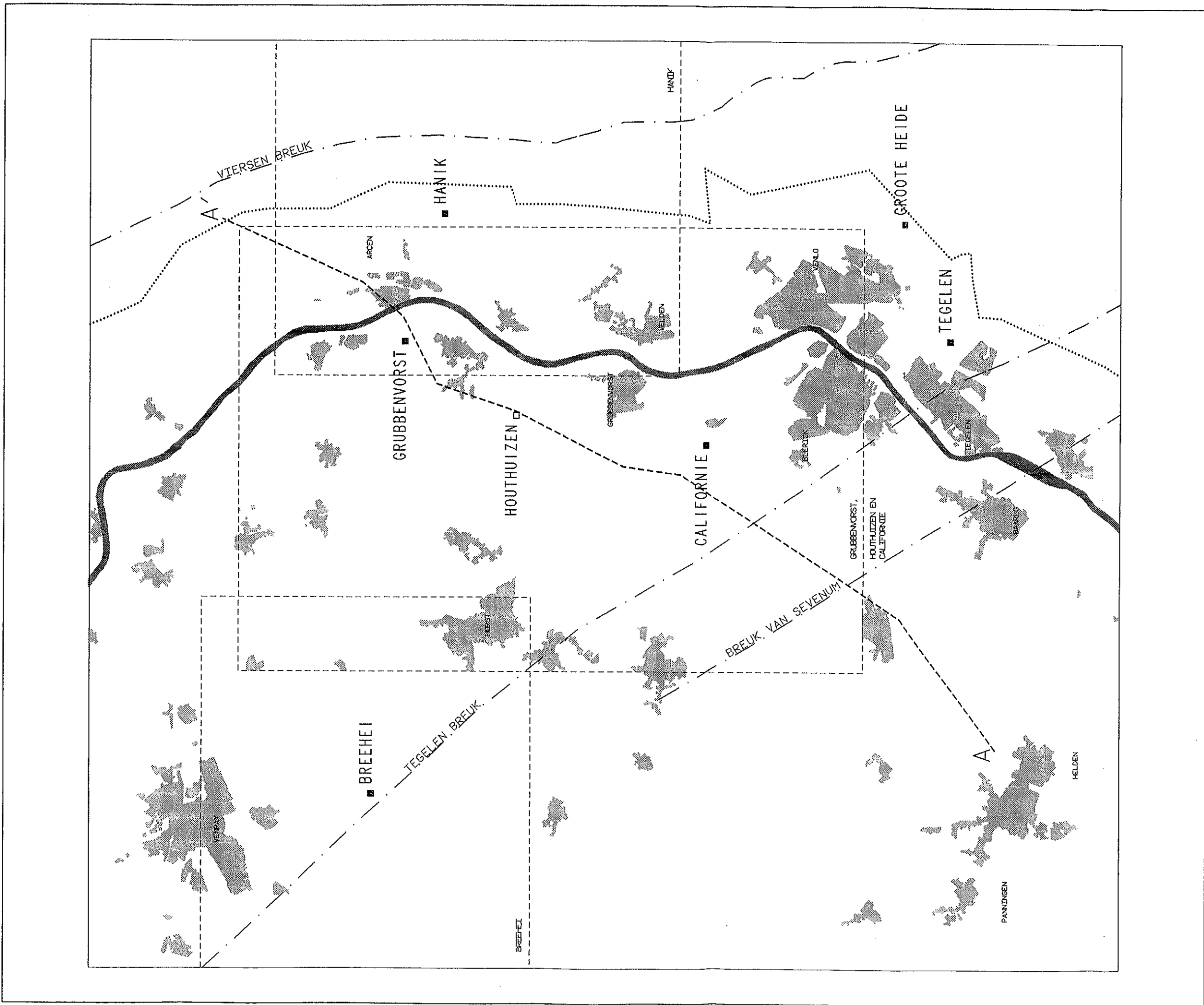
De randstijghoogten vormen de randvoorwaarden van het model. De grondwaterinstroming of -uitstroming kan worden gesimuleerd door het opgeven van randstijghoogten aan de rand van het modelgebied. De randstijghoogten zijn verkregen uit gemeten en aanvullend berekende isohypsenbeelden.

De transmissiviteit van de deklaag, en het eerste en tweede watervoerende pakket zijn in de omgeving van het plangebied aangepast naar de waarden die door Van Rooijen worden gegeven. Deze parameter is hiermee niet van de laagdiktes afhankelijk. Omdat het niet mogelijk was het verschil tussen de horizontale en verticale transmissiviteit te onderscheiden, is gekozen voor het gebruik van gelijke waarden voor alle drie parameters ( $k_x$ ,  $k_y$  en  $k_z$ ).

De belangrijkste weerstandbiedende laag in het onderzoeksgebied betreft de scheidende laag (Venlo klei). Afhankelijk van de dikte en opbouw, kan de Venlo klei een zeer hoge weerstand hebben. Tevens heeft deze laag een grote laterale verbreiding onder het onderzoeksgebied. De dikte van dit pakket kan sterk variëren namelijk tussen de 0 en 15 meter volgens van Rooijen. Bij de afwezigheid van Venlo klei is sprake van een slecht doorlatend tijdsequivalent (bijlage 3; Van Rooijen Adviezen BV 2004).



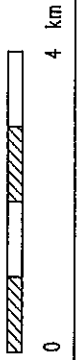
## **Bijlage 2 : Kaarten van het regionale model van de Venlo Slenk (Oranjewoud 1995)**



**LEGENDA**

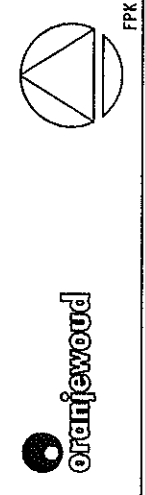
- STEDELIJKE BEBOUWING
- MAAS
- HOOFDBREUKEN
- RIJKSGRENS

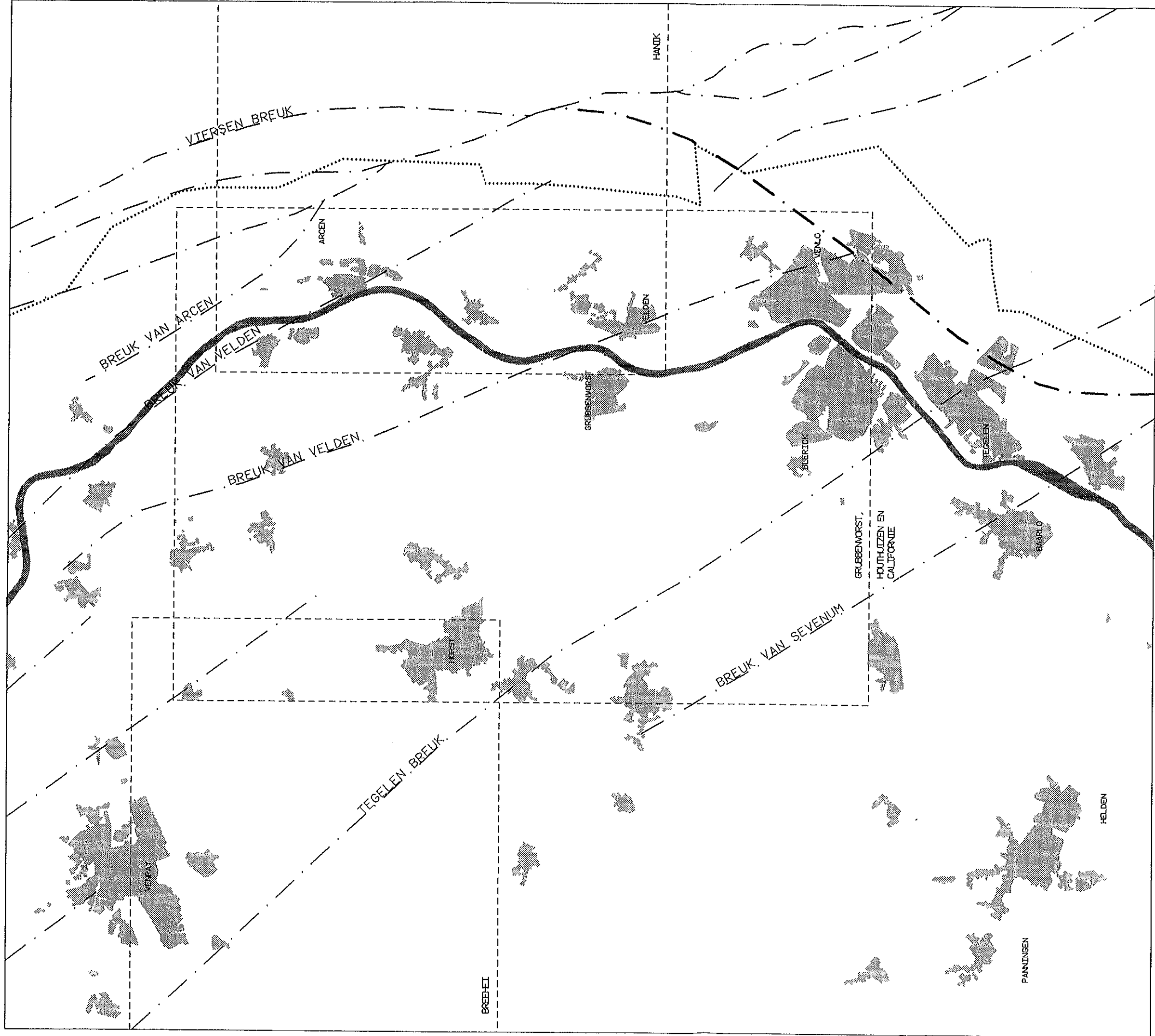
- BEGRENZING REGIONALE MODEL
- BEGRENZING DETAIL-MODELLEN
- GEOHYDROLOGISCH PROFIEL A-A'
- GEPLANDE WATERWINNING
- BESTAANDE WATERWINNING








**TOPOGRAFE  
PROVINCIE LIMBURG**



Projectnr.: 48954  
 Datum : 18-07-1995  
 Schaal : 1 : 100000  
 Tek. nr. : 1

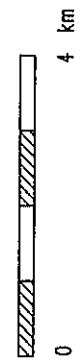




**LEGENDA**

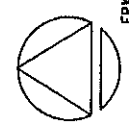
-  STEDELIJKE BEBOUWING
-  MAAS
-  RIJKSGRENS
-  BREUKEN
-  TERRASRAND

-  BEGRENZING REGIONALE MODEL
-  BEGRENZING DETAIL-MODELLEN



BREUKEN EN TERRASRAND  
PROVINCIE LIMBURG

Projectnr.: 48954  
Datum : 18-07-1995  
Schaal : 1 : 100000  
Tek. nr. : 2



ZW

NO

PEELHORST VENLO - SLENK A A'

HELDEN

MAASBREE

CALIFORNIE

HOMBERG

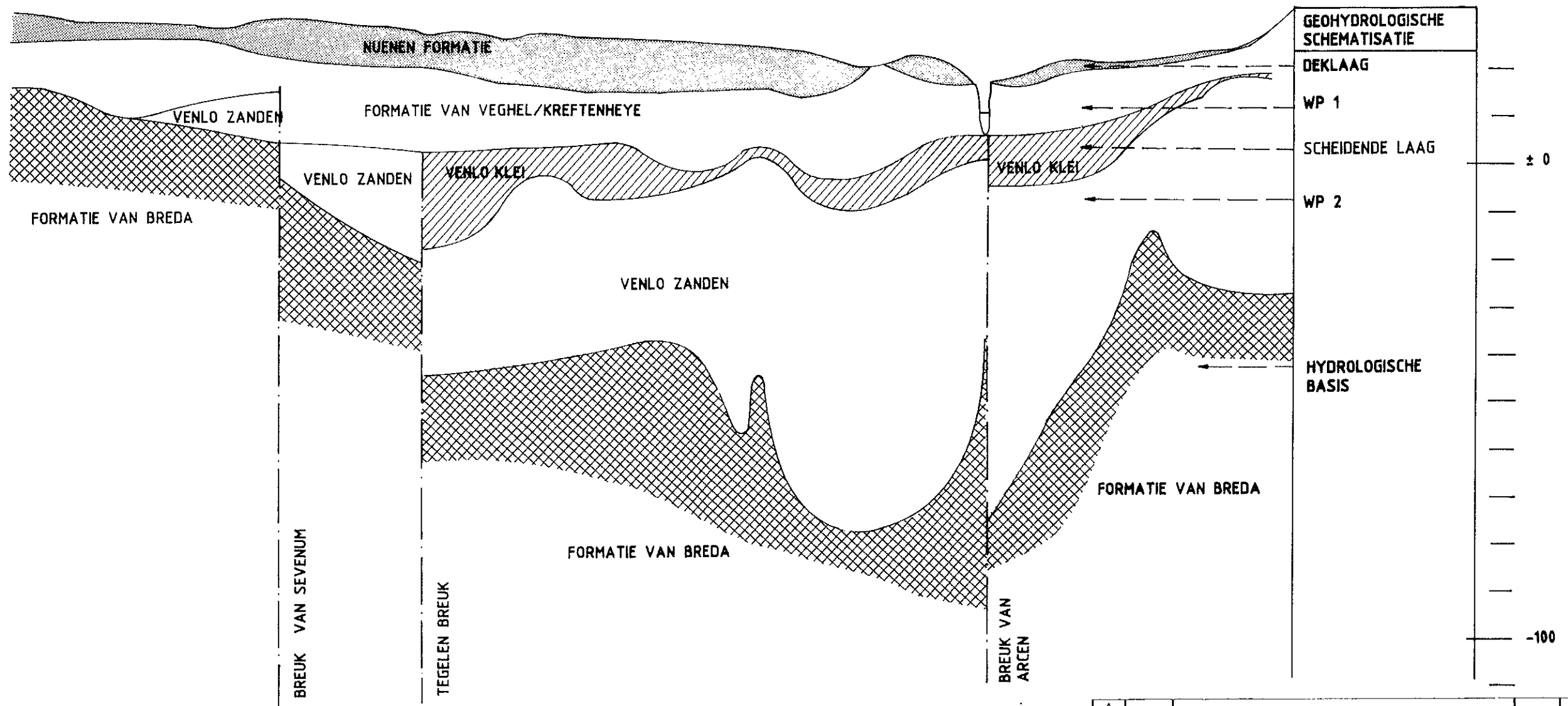
MAAS

ARCEN

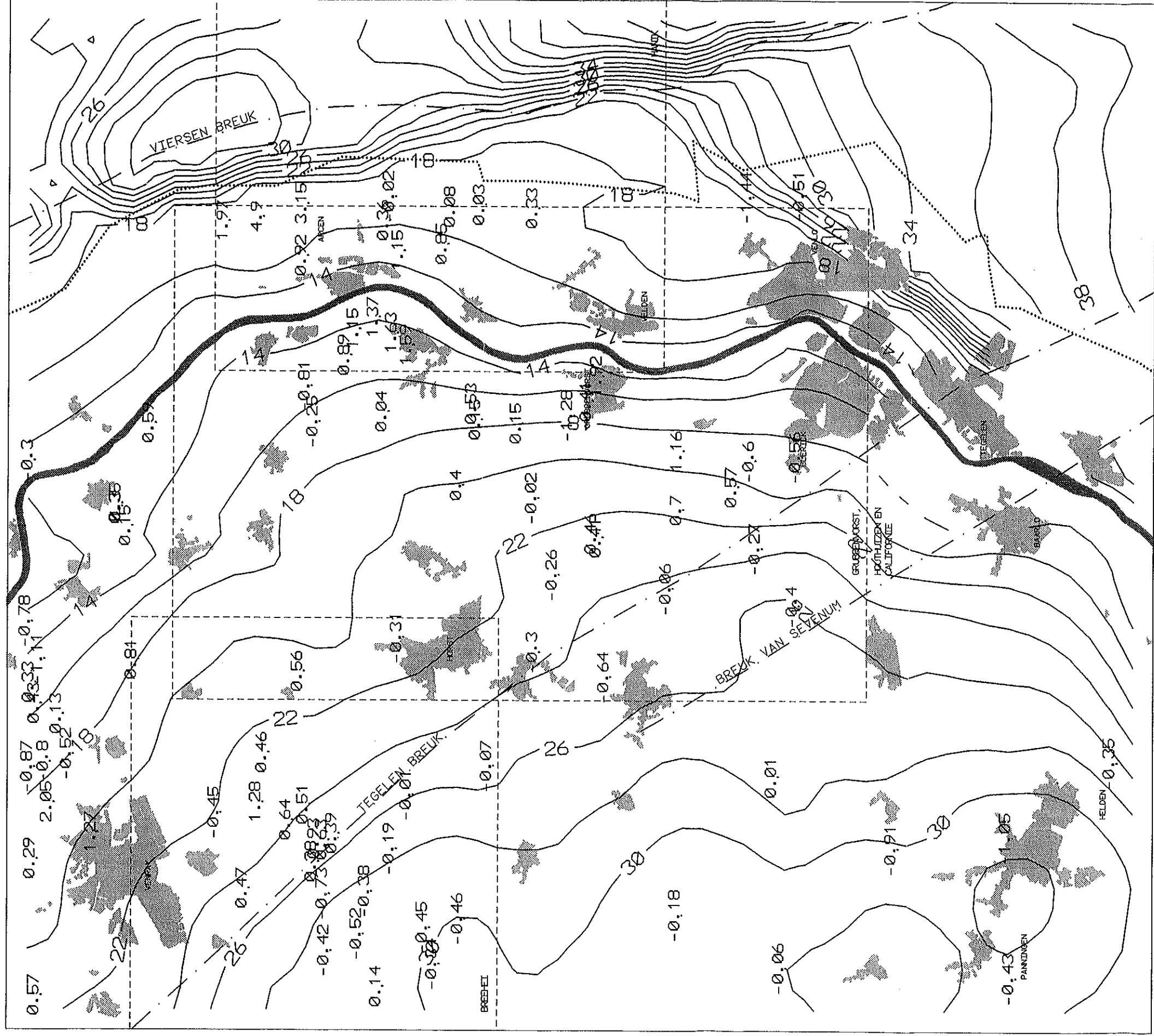
+  
+  
+  
+

DUITSLAND







m NAP




△								
NR.	DATUM	WIJZIGING			GET.	GEC.	PROJ.L	
<b>PROVINCIE LIMBURG</b>								
GRONDWATERBESCHERMINGS- GEBIEDEN VENLO SLENK					GEOLOGISCH PROFIEL A-A' GEOHYDROLOGISCHE SCHEMATISATIE			
OPN.	GET.	GEC.	PROJ.L.	FORM.	SCHAAL: 1:100000 / 1:1000			
	4-1994		M.B.	A3	BLAD 2	IN 39	BLADEN	
					REG.NR		WIJZ.	
					48954-DP-1		0	



**LEGENDA**

-  STEDELIJKE BEBOUWING
-  MAAS
-  HOOFDBREUKEN
-  RIJKSGRENS
-  BEGRENZING REGIONALE MODEL
-  BEGRENZING DETAIL-MODELLEN

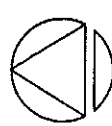
 LIJN VAN GELIJKE STIJGHOOGTE INCLUSIEF DEZE STIJGHOOGTE (m t.o.v. NAP)

 PUNT MET GEMETEN STIJGHOOGTE  
 0.57 VERSCHIL TUSSEN GEMETEN EN BEREKENDE STIJGHOOGTE (m)



CALIBRATIE WATERVOEREND PAKKET 1  
 PROVINCE LIMBURG

Projectnr.: 48954  
 Datum : 18-07-1995  
 Schaal : 1 : 100000  
 Tek. nr. : 22



**Bijlage 3 :      Aanleg van een havenvoorziening langs de Maas te Raaieind bij  
Grubbenvorst en de hydrologische effecten (Van Rooijen Adviezen 2003);  
Hydrogeologische inschatting t.b.v. een grondwatermodel (Van Rooijen  
Adviezen 2004)**

Van Rooijen Adviezen BV  
Grubbenweg 20 A  
6343 CC KLIMMEN

Aanleg van een havenvoorziening langs de Maas te Raaieind  
bij Grubbenvorst  
en de hydrologische effecten

Inleiding

DCM BV (Delfstoffen Combinatie Maasdal) is voornemens aan de westoever van de Maas bij Raaieind, direct ten noorden van de A67, een nieuwe haven aan te leggen, die aansluiting geeft op de Maas.

Dit plan wordt begeleid door Groen-planning Maastricht BV. Om een globaal inzicht te verkrijgen in de effecten die dit plan kan hebben op de grondwaterstanden rondom de haven, vroeg Groen-planning aan Van Rooijen Adviezen om een beperkt onderzoek te doen naar de hydrogeologische situatie in dit gebied.

Geologische opbouw en Maassedimenten

De geplande omvang van de nieuwe haven is aangegeven in fig. 1. Ook is hierin het verloop ingetekend van de hydrogeologische doorsnede van fig. 2.

Het gebied maakt deel uit van de Venlo Schol, die in de recentere geologische perioden langs breuken verzakt is t.o.v. de omliggende schollen. Hierdoor komen in dit gebied relatief dikke lagen van pliocene en pleistocene sedimenten voor.

In het plangebied komt de jong-pleistocene Formatie van Kreftheneye aan de oppervlakte. Bovenin wordt de deklaag overwegend gevormd door fijn, leemhoudend zand, maar leem/kleilagen en "schonere" inschakelingen van fijn zand komen voor. Deze deklaag varieert sterk in dikte en is meestal tussen 2 en 5 meter dik.

Onder de deklaag ligt een pakket grovere zanden met veel grind, waarin de grens tussen de Formaties van Kreftheneye en Veghel moeilijk is aan te geven. Mogelijk ligt deze rond 10 meter diepte, waarbij relatief veel inschakelingen van klei en fijner zand lijken voor te komen. De basis van dit overwegend grofzandige, grindhoudende pakket ligt rond NAP, dus hier op een diepte van ca 15 à 20 meter onder maaiveld. Onderin de Formatie van Veghel kunnen grove grindrijke banken en zelfs stenen voorkomen.

Onder de grindhoudende zanden ligt de klei- en bruinkoolrijke Klei van Venlo, die onder het plangebied waarschijnlijk slechts enkele meters dik is. Nog dieper ligt het ca 40 meter dikke pakket Zanden van Venlo, met fijne en grove zanden, weinig fijn grind en enkele kleienschakelingen.

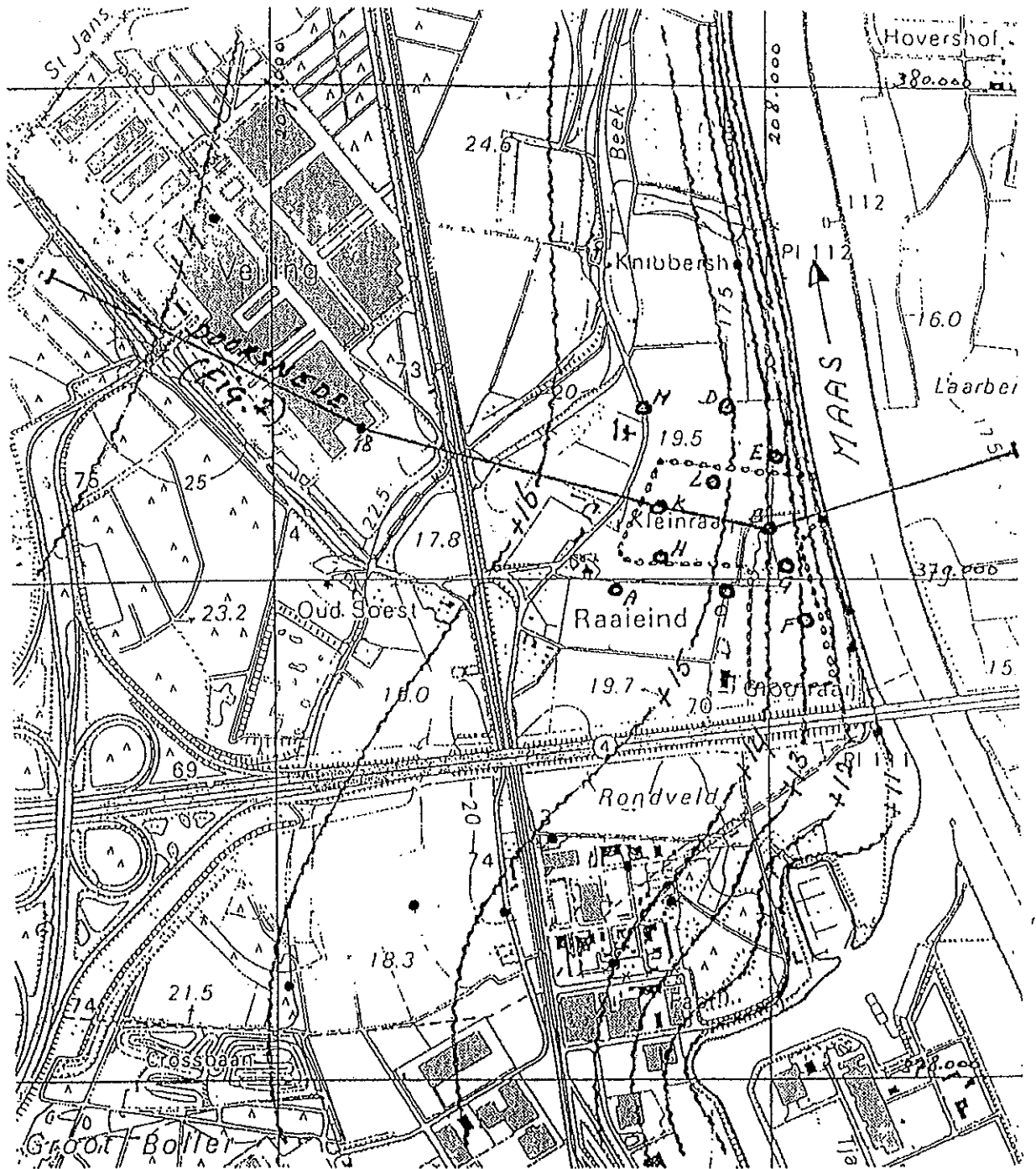


Fig. 1 Het plangebied Raaieland langs de Maas met de aangenomen, huidige grondwaterisohypsen voor het eerste w.v.p.; schaal 1:12.500.

Grondwaterstanden en hydrologische effecten

Het eerste watervoerend pakket omvat de Formaties van Kreftenheye en Veghel en wordt van het tweede w.v.p. ( de Zanden van Venlo) gescheiden door de Klei van Venlo. De geplande uitgraving voor de haven zal plaatsvinden tot een diepte van ca 5 à



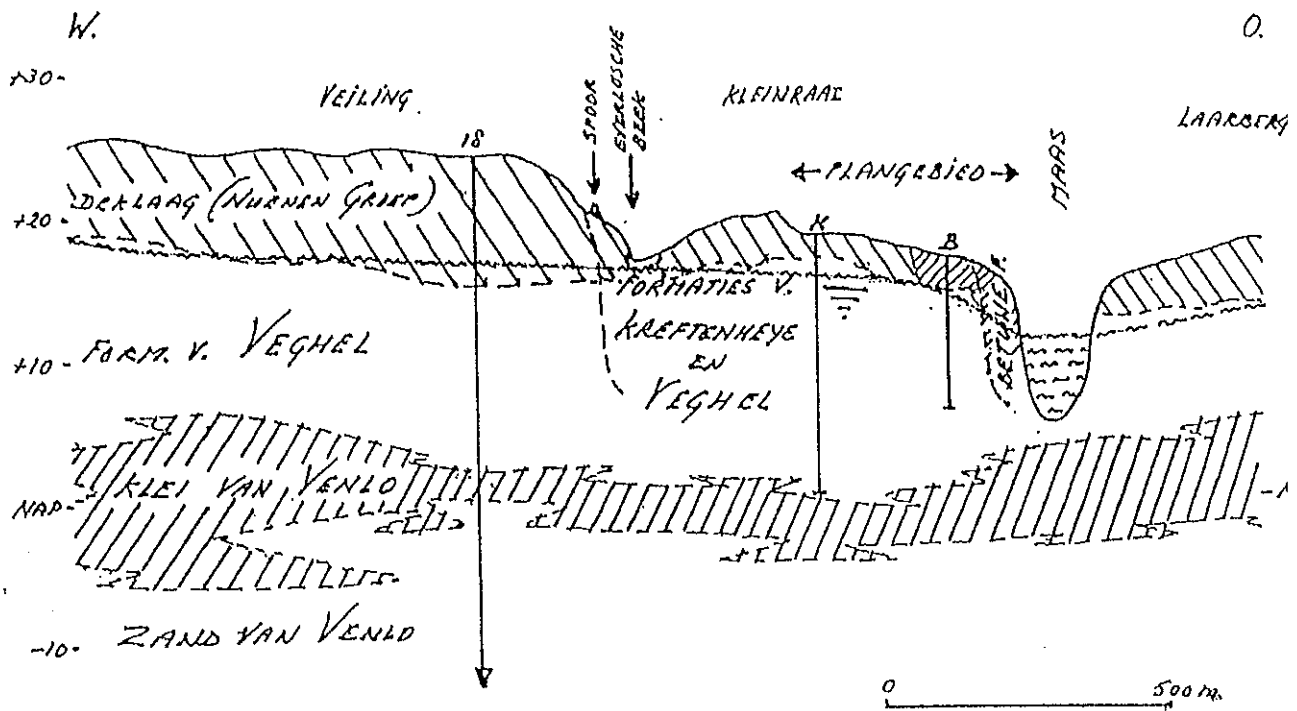


Fig.2 Geologische doorsnede door het plangebied Raaielind met de grondwaterspiegel voor het eerste w.v.p. (schaal 1:12.000/1:500).

6 meter onder het stuwpeil van de Maas, dus tot ca 5 meter +NAP.

De Maas, met een stuwpeil van bijna 11,00 m +NAP, draineert het eerste w.v.p. Om een inschatting te kunnen maken van de effecten van de geplande operatie op de grondwaterstand (in het eerste w.v.p.) is inzicht in het grondwaterisohypsenpatroon noodzakelijk. Een gedetailleerd isohypsenpatroon was niet voorhanden. Daarom is het in fig. 1 gegeven patroon geconstrueerd op basis van de ter beschikking gestelde actuele metingen in en om het plangebied, het isohypsenpatroon van DGV/TNO voor oktober 1983 (schaal 1:100.000 !) en enkele aanvullende waterstandgegevens uit oudere boringen. Het verkregen beeld geeft naar verwachting een bruikbare benadering van de hydrologische situatie, maar moet gezien de sterke invloed van het Maaspeil, het beperkte aantal betrouwbare metingen op iets grotere afstand van de Maas en de seizoensfluctuaties in de waterstandsmetingen, met enige reserve worden gebruikt. Het isohypsenpatroon geeft naar verwachting de situatie min of meer weer voor het najaar, wanneer van nature een laagste stand van het grondwater mag worden aangenomen.

Het stuwpeil van de Maas ligt ter hoogte van het plangebied op 10,85 à 10,90 m +NAP. De grondwaterspiegel helt sterk richting

Maas, vooral op geringe afstand van de rivier. Op 200 meter van de Maas is de laagste grondwaterstand al rond 15 m +NAP, dus ca 4 meter hoger dan het stuwpeil. Verder van de Maas af wordt de gradiënt snel minder.

Als de haven eenmaal is gerealiseerd, zal de waterstand langs de westelijke rand gelijk zijn aan het stuwpeil, dus ca 4 à 5 meter lager dan de grondwaterstand nu. Het patroon van isohypsen zal dan opschuiven naar het westen. In fig.1 is te zien, of althans gesuggereerd, dat na de aanleg van de oude haven ten zuiden van de A67, het isohypsenpatroon zich ook heeft aangepast door zich strak om de meest westelijke punt van het open water te nestelen. Deze aanpassing is ook te verwachten bij de voorgenumen havenaanleg. Vlak ten westen van deze nieuwe haven zal de grondwaterstand bij laag Maaspeil weliswaar ca 4 à 5 meter dalen, maar de zeker daar te verwachten zeer steile gradiënt zal de verlaging naar het westen snel doen afnemen, om enkele honderden meters van de oever van de westelijke uitloper van de nieuwe haven gereduceerd te worden tot minder dan 1 meter. Ten noorden van de nieuwe haven is een snelle overgang naar het nu geldende patroon waarschijnlijk, vergelijkbaar met het verloop om de oude haven, dat ook een snelle terugbuiging van de lijnen laat zien in de metingen van grondwaterstanden in de recente boringen in het plangebied.

De hydrologische gevolgen van de aanleg van de haven voor de landbouw en de eventueel aanwezige natuurwaarden hangen af van de huidige diepte van de grondwaterstand rondom het plangebied.

Ten zuiden van het plangebied ligt het maaiveld op ca +20 meter, dus nu al rond 5 meter of meer boven de grondwaterspiegel. Op het hoge gebied ten westen van de Everlosche Beek ligt de grondwaterstand nu ook al op een diepte van meer dan 5 meter.

De Everlosche Beek heeft in de provinciale ecologische hoofdstructuur een "specifiek ecologische functie". Hierbij wordt het hoogste niveau van ecologische kwaliteit nagestreefd. Tussen Oud Soest en Knibbershof liggen direct langs de Everlosche Beek zones met een maaiveldhoogte rond 17½ m +NAP. Dit is naar verwachting in de orde van 1½ à 2 meter boven de grondwaterspiegel op dit moment, zodat hier plaatselijk de landbouw en de natuurlijke begroeiing grondwaterafhankelijk kunnen zijn. Een verlaging van de grondwaterspiegel zou in deze smalle zone dus van invloed kunnen zijn, afhankelijk van het huidige landgebruik. Of deze invloed zich hier ook zal doen gelden hangt van een aantal factoren af, zoals de beekpeilen, de werkelijke daling van de grondwaterstand, de exacte maaiveldhoogten in dit deel van het beekdal, en vooral van de geologische details hier (heeft de beek al of niet een eigen kleibed gevormd waardoor de grondwaterstand geen rol speelt?). Een nader onderzoek naar de samenhang tussen watervoerendheid van de beek en de hydrogeologische situatie is gewenst om de eventuele effecten in dit deel van het beekdal beter te kunnen inschatten.

Langs de benedenloop van de Everlosche Beek, ten noorden en noordoosten van Knibbershof, zijn ook natuurwaarden geregis-

treerd. De afstand tot het plangebied lijkt echter te groot om hier een invloed van de plannen te mogen verwachten, zoals boven al gesuggereerd.

Indien de noord- en zuidoever van het oostelijk deel van de nieuwe haven voorzien worden van een slecht doorlatende (sediment)laag en de oevers van de westelijke uitstulping van deze haven met b.v. een kleilig waterscherm (kleibestorting op talud), kan het effect van de plannen op de grondwaterstanden rondom en op de Everlosche Beek belangrijk worden gereduceerd. Zo nodig kan ook op de bodem van de haven een waterkerende laag worden aangebracht.

#### Conclusies

- Onder een enkele meters dikke deklaag van fijn, lemig zand met leem- en kleienschakelingen ligt een ca 12 à 15 meter dik pakket van voornamelijk grovere, grindhoudende zanden, dat behoort tot de Formaties van Kreftenheye en Veghel.
- Op grond van de beperkte beschikbare informatie is het huidige grondwaterisohypsenpatroon geconstrueerd voor het 1ste w.v.p. in het "droge seizoen". De onzekerheid in dit patroon is weliswaar belangrijk, maar het laat overtuigend een sterke helling van de grondwaterspiegel richting drainerende Maas zien, waarbij de gradiënt snel afneemt met toenemende afstand tot de Maas.
- Door de aanleg van de nieuwe haven zal, zonder beperkende maatregelen, de waterstand direct aan de westelijke oever verschillende meters dalen. Deze daling neemt snel af in westelijke richting. In de omgeving van het plangebied ligt het maaiveld veelal meer dan 5 meter boven de huidige grondwaterspiegel.
- Slechts in een smalle zone langs de Everlosche Beek ligt de huidige grondwaterstand waarschijnlijk ca 1½ à 2 meter onder maaiveld, zodat een verlaging van het grondwaterpeil, afhankelijk van het landgebruik, plaatselijk hydrologische effecten zou kunnen hebben. De natuurwaarden en de ecologische betekenis van de Everlosche Beek maken een detailonderzoek naar de samenhang tussen watervoerendheid van de beek en de lokale hydrogeologische situatie in dit deel van het beekdal gewenst.
- Het aanbrengen van slecht doorlatende lagen tegen de west-, noord- en zuidoever van de nieuwe haven en mogelijk op de bodem, zal het effect op het isohypsenpatroon verkleinen.

Klimmen, 23 juni 2003

Drs. P. van Rooijen  
Hydrogeoloog.

Van Rooijen Adviezen BV  
Grubbenweg 20 A  
6343 CC KLIMMEN

Een hydrogeologische inschatting t.b.v. een grondwatermodel;  
project Grubbenvorst - Raaieind

Inleiding

Eerder werd door Van Rooijen Adviezen gerapporteerd over de geologische opbouw van het gebied Raaieind en de mogelijke hydrologische effecten van de aanleg van de daar geplande havenvoorziening (23 juni 2003).

Voor de verdere doorvoering van dit project wordt nu door Oranjewoud een grondwatermodel gebouwd. Om de conclusies van het modelonderzoek een maximale betrouwbaarheid te geven vroeg Groen-planning Maastricht BV aan Van Rooijen Adviezen in overleg met Oranjewoud de nodige hydrogeologische basisinformatie voor het model te verschaffen.

Hydrogeologische opbouw - Algemeen

Door het voorkomen van de Venlo Klei (of "Klei van Venlo") moeten in het plangebied en omgeving twee watervoerende pakketten worden onderscheiden. Het eerste w.v.p. bestaat uit pleistocene rivierafzettingen, die overwegend grofzandig en grindhoudend ontwikkeld zijn maar soms fijnere zand- en leeminschakelingen bevatten. Onder de Venlo Klei vormen tertiaire Venlo Zanden het tweede w.v.p.. Dit pakket bestaat ook voornamelijk uit grof zand en bevat fijnere grindlaagjes en soms belangrijke inschakelingen van klei. De slibhoudende fijne zanden van de Formatie van Breda zijn vrij slecht doorlatend en kunnen in de praktijk als basis van het hydrologisch systeem worden beschouwd.

Het plangebied ligt in de Venlo Schol. Enkele kilometers ten noordoosten van Raaieind wordt de NW-ZO lopende Breuk van Velden aangenomen, waarlangs de zuidwestzijde relatief is opgeheven t.o.v. de noordoostzijde. De sprong langs deze breuk kan hier 15 à 20 meter bedragen. Door deze verschuiving kan hydraulisch contact zijn ontstaan tussen het tweede w.v.p. ten zuidwesten en het eerste w.v.p. ten noordoosten van de breuk. Door versmering van klei en bruinkool en de dikte van de Venlo Klei zal naar verwachting dit contact zeer beperkt zijn.

De deklaag

Ten westen van de Everlosche Beek is de deklaag tussen 5 en 10 meter dik en opgebouwd uit fijne zanden met enkele leeminschakelingen. De deklaag ligt daar grotendeels boven de grondwaterspiegel en is als geheel matig doorlatend.

Tussen Everlosche Beek en Maas komen jongere Maasafzettingen voor en is de deklaag minder dik, meestal tussen 2 en 4 meter.

Het is een leemhoudend zand waarin ook slecht doorlatende leem- of kleilenzen voorkomen. In een smalle strook direct langs de Maas heeft deze rivier in het Holoceen de Betuwe Formatie afgezet. Deze bevat in het plangebied bovenin een zeer kleiige, slecht doorlatende laag van rond 4½ à 5 meter dikte, die als witte en soms blauwe klei is beschreven (boringen 52G-22, 23 en 24).

### Eerste watervoerend pakket

Het zijn de Maasafzettingen van de oudere Formatie van Veghel en de na hernieuwde insnijding van de rivier gevormde Formatie van Kreftenheye die het eerste w.v.p. vormen. Onderscheid tussen deze formaties is lithologisch moeilijk, maar in dit verband ook niet nodig omdat ze beide bestaan uit grindige grove zanden met een zeer hoge doorlatendheid. Inschakelingen van fijn zand en enkele klei- en leembanken beperken de kD waarde plaatselijk. Door de zeer plaatselijke aanwezigheid van klei- of leembanken en -lenzen zal de verticale doorlatendheid niet belangrijk lager zijn dan de horizontale.

Zonder een goede analyse van de korrelgrootte van boormonsters is het op zijn minst zeer moeilijk om betrouwbare kD-waarden in te schatten met behulp van lithologische boorbeschrijvingen. Voor een 15-tal oude boringen is toch een schatting gemaakt en vergeleken met de kD-waarden zoals door DGV-TNO in 1986 gegeven in het Grondwaterplan Limburg (zie bijlage 20 van deze rapportage). Zowel de eigen als de TNO schattingen geven extreme waarden van rond 500 en van enkele duizenden m<sup>2</sup>/d, maar globaal kan als gemiddelde een waarde van rond 1000 m<sup>2</sup>/d worden gehanteerd voor dit pakket. De extreme waarden zijn niet representatief voor het pakket als geheel en zullen slechts het resultaat zijn van plaatselijke zeer afwijkende lithologische omstandigheden. Vlak langs de Maas lijkt wel sprake te zijn van duidelijk geringere kD-waarden. Ruwe schattingen uit de monsterbeschrijving van boringen 52G-350, 363 en 376 vlak langs de rivier geven resp. 425, 400 en 600 m<sup>2</sup>/d. Al is het resultaat van deze schattingen speculatief, de relatief vele inschakelingen van fijn zand en klei/leem in deze boringen tussen deklaag en Venlo Klei maken het hanteren van een kD-waarde van 500 m<sup>2</sup>/d voor een smalle strook (ca 200 m?) langs de Maas aanvaardbaar tussen y-coördinaten 378.500 en 380.000.

### De Venlo Klei

Op bijlagen 1 en 2 is een inschatting gegeven van resp. de diepteligging van Top Venlo Klei en de dikte van deze scheidende laag. Voor de samenstelling van deze bijlagen zijn behalve oudere boorgegevens een groot aantal recent door NITG-TNO en in opdracht van Maaswerken gemaakte boringen gebruikt.

De typische Venlo Klei bestaat uit zware, taaie grijze tot

zwarte, sterk humeuze klei met veelal bovenin een of meer bruinkoolinschakelingen. Maar in dit pakket komen vaak zeer fijne, donkerbruine humeuze en glimmerhoudende zanden voor die delen van de klei vervangen en ook onder de klei- en bruinkoollaag nog een aantal meters doorlopen voordat op grotere diepte de grove, grindhoudende Venlo Zanden beginnen.

Op bijlage 1 is in principe de diepte van de bovenkant van de slecht doorlatende afzettingen (klei of bruinkool) gegeven. Plaatselijk, met name daar waar onder de grindige Maasafzettingen geen echte klei- of bruinkoollagen aanwezig zijn, is het de diepte van de basis van het grindige pakket (het eerste w.v.p.) en de top van het fijnzandig equivalent van de echte slecht doorlatende afzettingen van de Venlo Klei. In grote delen van het plangebied is de diepte tussen 0 en +5 m NAP. Ten oosten van x-coördinaat 208.000 loopt de Top Venlo Klei omhoog, om niet ver ten oosten van de Maas hoogten boven +10 m NAP te bereiken. Ter plaatse van de nieuwe haven Raaieind lijkt de hoogte vlak ten westen van de Maas op te lopen tot meer dan +5 m, zodat de riviergeul zich daar iets in de scheidende laag insnijdt (zie bijlage 1).

De dikte van de Venlo Klei, zoals gegeven op bijlage 2, varieert zeer sterk van plaats tot plaats en betreft de bijeengetelde dikten van de individuele klei- en bruinkoollagen in het pakket dat als Venlo Klei wordt beschouwd. Plaatselijk loopt de dikte sterk op tot meer dan 15 meter, maar elders, soms vlak daarbij, zijn in 't geheel geen klei- of bruinkoolniveaus in de boorbeschrijving geregistreerd. Deze plaatsen zonder klei/bruinkool zijn als gat aangegeven en ook dicht bij de locatie van de nieuwe haven aanwezig.

Op enkele plaatsen is behalve de in de bijlagen gekarteerde klei/bruinkoollaag op grotere diepte nog een vaak dikke laag klei aanwezig, met de top op ca -10 à -15 m NAP. Omdat bekend is dat het totale pakket klei, bruinkool en zeer fijn humeus zand plaatselijk 20 meter of meer dik is, wordt aangenomen dat het hier gaat om een dieper deel van de "Venlo Klei", dat in het aangrenzende Duitsland als aparte scheidende laag wordt beschouwd ("Reuvertone B en C"). Maar meestal is in en om het plangebied vrij dicht onder een relatief dun pakket Venlo Klei al grof zand met wat fijn grind aanwezig, dat weliswaar het tijdsequivalent van het boven beschreven diepere deel van de Venlo Klei kan zijn maar moeilijk van de Venlo Zanden kan worden onderscheiden en dus tot het tweede w.v.p. moet worden gerekend. Op enkele plaatsen, zoals vlak ten westen van de geplande havenvoorziening, is geen Venlo Klei gekarteerd maar is wel de dikke, diepere laag aanwezig (boringen 52G-20 en 21).

Een vergelijking van bijlagen 1 en 2 laat slechts plaatselijk een vage relatie zien tussen diepteligging en dikte van de Venlo Klei. De variatie in dikte van het slecht doorlatende pakket is dus meer veroorzaakt door laterale facieswisselingen en sedimentstructuren binnen het pakket Venlo Klei dan door de erosieve werking van de latere riviersystemen gedurende het

Pleistoceen.

De weerstand van de Venlo Klei als scheidende laag is afhankelijk van k-waarde en dikte. Aan de taaie klei en de doorgaans zeer kleiige bruinkool mag een k-waarde worden toegedicht tussen  $10^{-4}$  en  $10^{-5}$  m/dag. Maar de klei is soms zandig en dan iets minder slecht doorlatend en bovendien kunnen de vele inschakelingen van zeer fijn lemig zand omloopmogelijkheden voor grondwater bieden. Een aanname van  $5 \times 10^{-3}$  tot  $10^{-4}$  m/dag voor de k-waarde lijkt daarom eerder reëel. Dat zou voor de scheidende laag per meter dikte komen op een c-waarde van 5.000 tot 10.000 dagen. Ter plaatse van de op bijlage 2 aangegeven gaten in de laag wordt deze weerstand zeker niet gereduceerd tot 0, omdat er weliswaar geen echte klei of bruinkool aanwezig is maar wel het toch nog zeer beperkt doorlatende tijdsequivalent in de vorm van zeer fijn en slibhoudend humeus zand, waarvoor een k-waarde in de orde van 0,01 m/dag redelijk lijkt. Bovendien zorgen dunne lemige en kleiig humeuze snoeren hier voor een anisotropie en een extra weerstand. Een minimale weerstand in de orde van 500 à 1000 dagen zou voor de gaten in de Venlo Klei kunnen worden aangenomen. Overigens staan deze c-waarden vanzelfsprekend open voor discussie en is het goed langs andere weg deze aannamen te verifiëren.

#### Tweede watervoerend pakket

De Zanden van Venlo vormen het tweede w.v.p. Bij een gemiddelde k-waarde voor deze overwegend grove en grindhoudende zanden van 40 m/dag en een dikte van 40 à 50 meter, kan voor het pakket als geheel een kD-waarde van 1600 à 2000 m<sup>2</sup>/dag gelden. Omdat plaatselijk toch ook veel fijner zand in het pakket is gevonden lijkt een gemiddelde kD-waarde van 1500 m<sup>2</sup>/dag reëler en bovendien beter overeen te komen met de waarden door DGV-TNO gegeven op bijlage 21 van het Grondwaterplan Limburg.

#### Grondwaterstanden

Eerder liet het grondwaterisohypsenbeeld van Van Rooijen Adviezen (genoemde rapportage van 23 juni 2003) al zien dat er vlak bij de Maas een "abrupte" verhoging van de gradiënt voorkomt. Dit wijst op een stuwing nabij de Maas. Deze stuwing kan hydrogeologisch worden verklaard uit de volgende, boven reeds genoemde factoren:

- het omhoog lopen van de Top Venlo Klei vlak voor de Maas
- de dikke kleilaag van de Betuwe Formatie in een smalle strook langs de Maas
- het voorkomen van relatief veel fijn zand in het pakket Maasgrind vlak langs de Maas nabij de havenvoorziening, zoals aangetoond in enkele boringen.

Het pakket Maasgrinden, bestaande uit de Formaties van Veghel en Kreftenheye, dat verder westelijk nog zeer goed doorlatend ontwikkeld is en een ruime dikte heeft, wordt kennelijk nabij

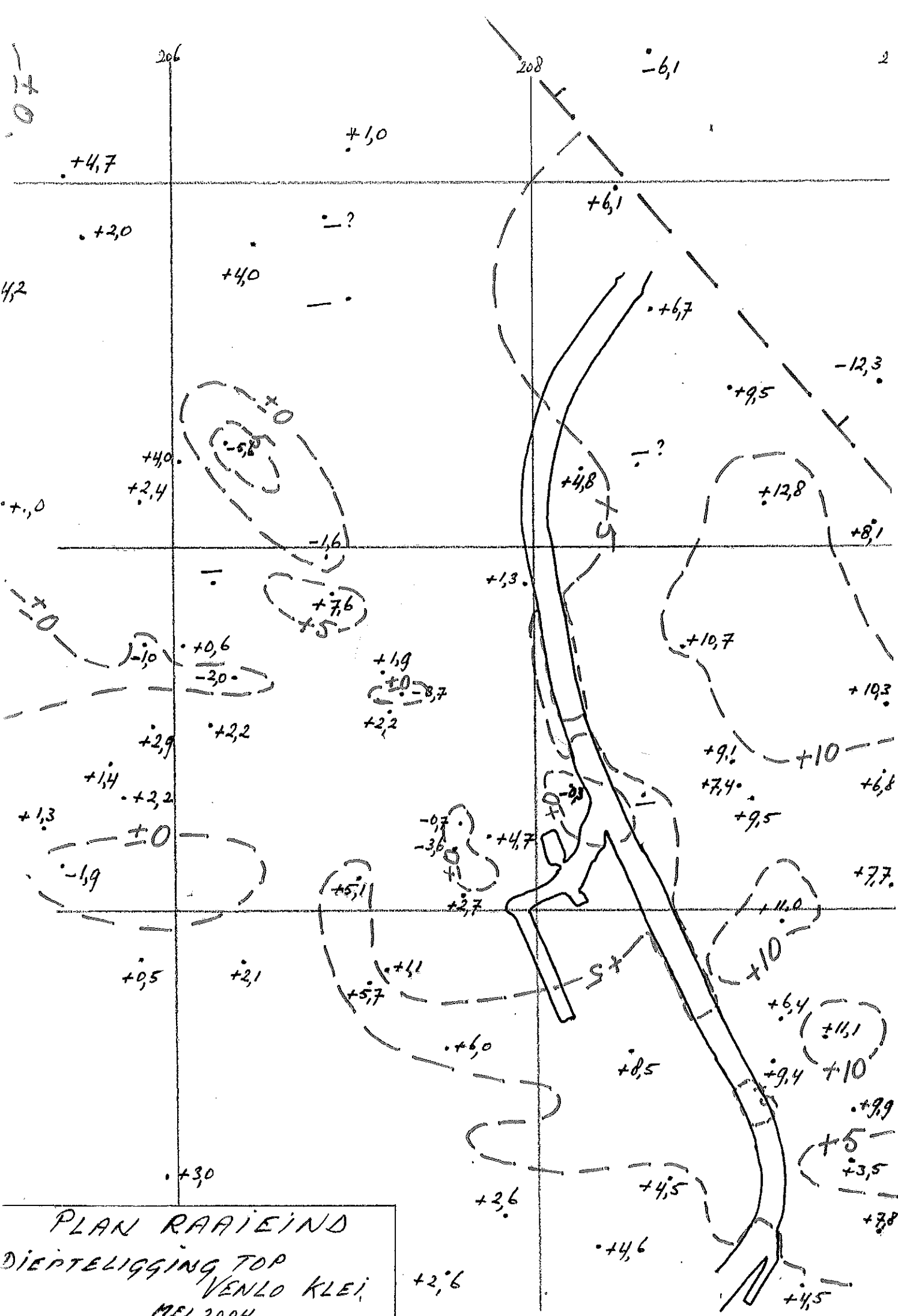
de Maas niet alleen dunner maar ook fijnzandiger waardoor de kD-waarde afneemt, zoals boven reeds beschreven. Stuwning van het grondwater vóór intrede in de Maas is daarmee verklaarbaar.

Van 20-2-2003 t/m 16-3-2004 zijn twee maal per maand de grondwaterstanden gemeten in peilbuizen A, B, C, D, en M in en rond het plangebied. De gegevens werden aangeleverd in tabelvorm. De standen tonen een afname van het grondwaterpeil van medio februari tot medio augustus. In buizen A en M daalt de stand door tot het bereiken van een minimumpeil rond eind november. De andere buizen tonen in de periode medio augustus tot eind november een vlak beeld. Tussen eind november en medio februari stijgt de grondwaterstand weer in alle buizen (de stand van +14,13 m NAP in peilbuis D op 7-1-2004 wordt onbetrouwbaar geacht). Als we de standen vergelijken met de eveneens voor genoemde periode gegeven Maaspeilen, dan volgt daaruit geen duidelijk verband en dus is ook geen conclusie aan deze metingen te verbinden t.a.v. het mechanisme van de stuwende werking nabij de Maas.

Klimmen, 12 mei 2004

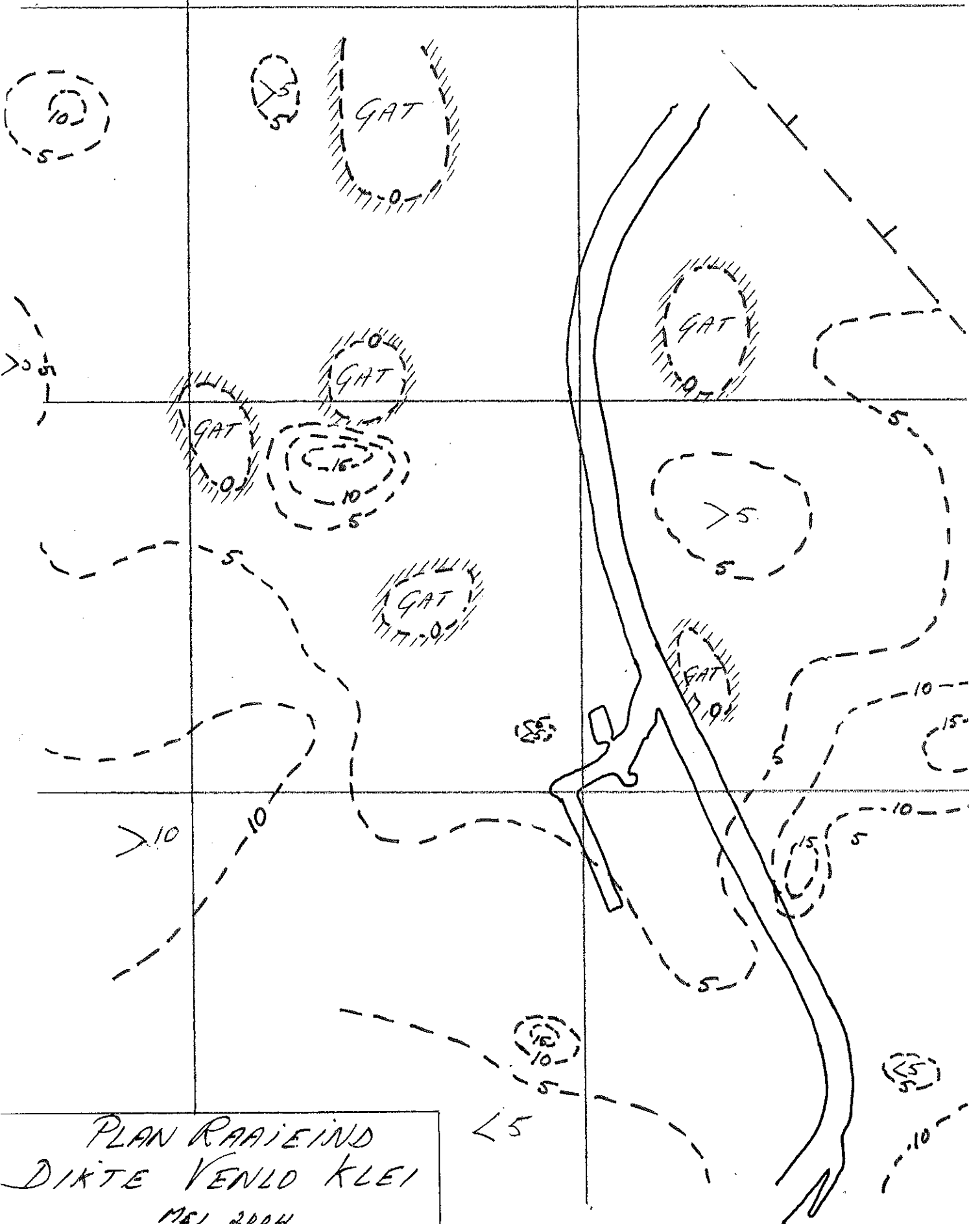
Drs. P. van Rooijen.





PLAN RAAIEND  
 DIEPTELIGGING TOP  
 VENLO KLEI  
 MEI 2004  
 VAN ROOIJEN ADV. BV - SCHAAI 1:25.000

BIJLAGE 1

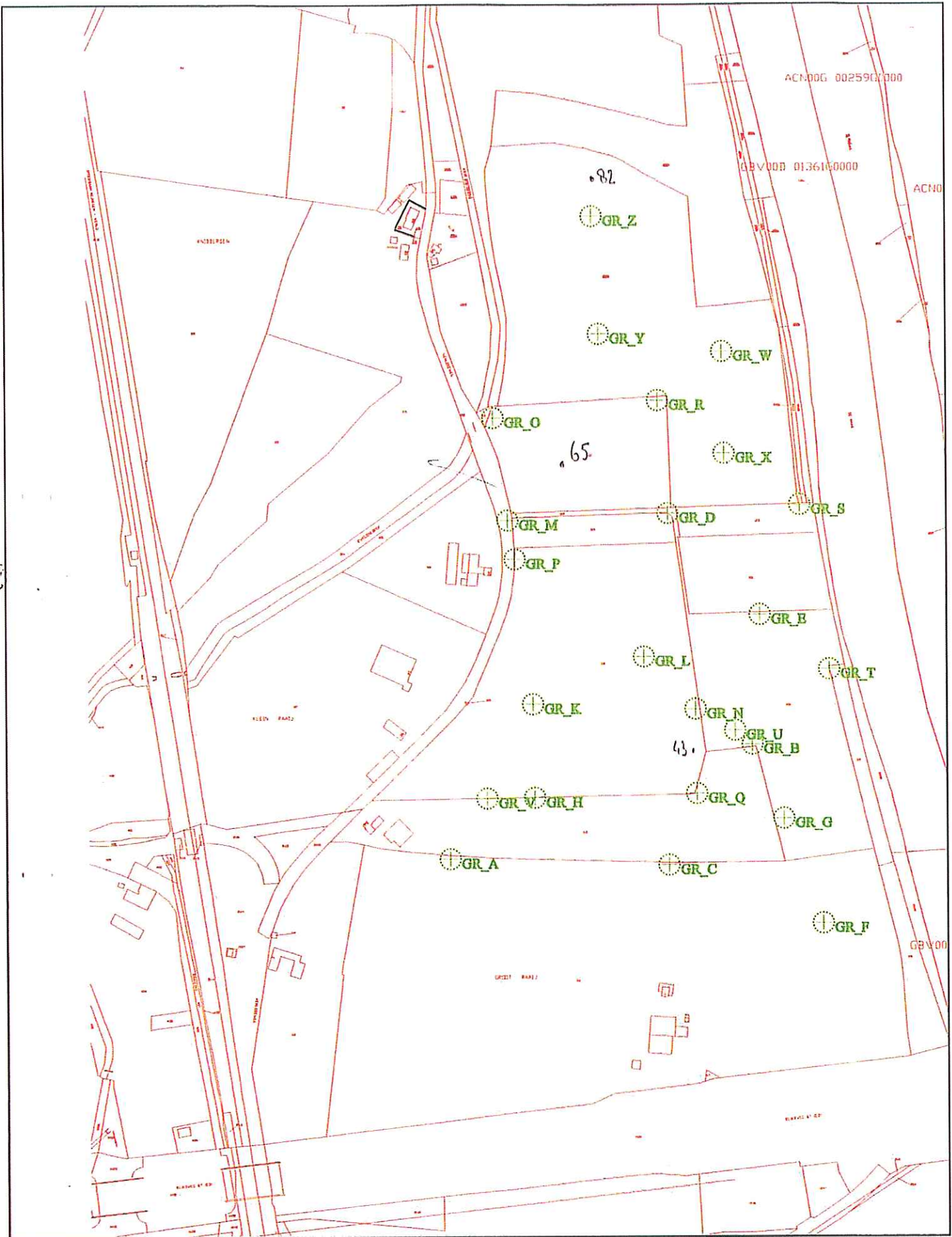


PLAN RAAI-EIND  
 DIKTE VENLO KLEI

MEI 2004

VAN ROOIJEN ADV. BV - SCHAALE 1:25.000 BIJLAGE 2

## **Bijlage 4 : Boorbeschrijvingen en waarnemingen grondwaterstanden**



**CVI**  
**Boringen Raaiend**

**Schaal 1:5000**  
**Datum : 5-9-2006**

Benaming	Maaiveld	25-10-04	29-10-04	17-11-04
Put A	19.76		14.92	14.94
Put B	16.34		14.13	14.22
Put C	19.36		14.26	13.38
Put D	18.05		15.07	15.13
Put M	18.35		15.36	15.43
Put O	Buis:1	17.551		15.41
Put O	Buis:2	17.551	15.39	15.37
Put P	Diep	18.598	16.53	16.55
Put P	Midden	18.63		15.34
Put P	Ondiep	18.788		15.29
Put Q	Buis 1	18.519		15.31
Put Q	Buis 2	18.617	15.02	14.88
Put Q	Buis 3	18.689	14.59	15.00
Put R	Diep	19.35	15.17	14.59
Put R	Ondiep	19.4	15.20	15.18
Put S	Buis 1	15.187	10.94	15.25
Put S	Buis 2	15.187		15.22
Put T	Diep	15.171		14.24
Put T	Ondiep	15.258		14.97
Put V	Diep	20.127		14.88
Put V	Midden	20.175		14.67
Put V	Ondiep	20.223		18.76
Waterpeil maas			10.90	15.05
				14.98
				15.00
				10.91



Overzicht peilputten DCM.

Lokatie Grubbenvorst

Datum:

2005

19 juli 2007

T.A.V.: TINY TEUNESSEN

Meting No.	datum	Put A		Put B		Put C		Put D		Put M		Put O			
		NAP.=	Gemeten	NAP.=	Gemeten	NAP.=	Gemeten	NAP.=	Gemeten	NAP.=	Gemeten	NAP.=	Gemeten	NAP.=	Gemeten
1	3-1-2005	4,64	15,12	1,82	14,52	4,72	14,64	2,66	15,39	2,7	15,65	2,7	15,65	2,7	-1,82
2	17-1-2005	4,58	15,18	1,87	14,47	4,69	14,67	2,66	15,39	2,69	15,66	1,85	15,66	1,85	-1,8
3	28-1-2005	4,54	15,22	1,73	14,61	4,61	14,75	2,57	15,48	2,63	15,72	1,78	15,72	1,78	-1,74
4	18-2-2005	4,42	15,34	1,42	14,92	4,42	14,94	2,39	15,66	2,45	15,9	1,48	15,9	1,48	-1,6
5	3-3-2005	4,29	15,47	1,57	14,77	4,36	15	2,45	15,6	2,48	15,87	1,8	15,87	1,8	-1,62
6	17-3-2005	4,31	15,45	1,55	14,79	4,38	14,98	2,51	15,54	2,54	15,81	1,81	15,81	1,81	-1,63
7	1-4-2005	4,30	15,46	1,67	14,67	4,44	14,92	2,52	15,53	2,42	15,93	1,8	15,93	1,8	-1,6
8	16-4-2005	4,33	15,43	1,75	14,59	4,49	14,87	2,56	15,49	2,55	15,8	2,02	15,8	2,02	-1,68
9	3-5-2005	4,42	15,34	1,83	14,51	4,59	14,77	2,63	15,42	2,63	15,72	2,18	15,72	2,18	-1,75
10	20-5-2005	4,46	15,3	1,89	14,45	4,64	14,72	2,56	15,49	2,65	15,7	2,03	15,7	2,03	-1,77
11	2-6-2005	4,50	15,26	1,94	14,4	4,7	14,66	2,71	15,34	2,71	15,64	2,12	15,64	2,12	-1,81
12	16-6-2005	4,55	15,21	2,03	14,31	4,75	14,61	2,77	15,28	2,76	15,59	2,31	15,59	2,31	-1,87
13	30-6-2005	4,46	15,297	2,09	14,25	4,82	14,54	2,86	15,19	2,82	15,53	2,51	15,53	2,51	-1,92
14	18-7-2005	4,68	15,08	2,15	14,19	4,89	14,47	2,89	15,16	2,87	15,48	2,44	15,48	2,44	-1,98
15	1-8-2005	4,71	15,05	2,15	14,19	4,91	14,45	2,9	15,15	2,88	15,47	2,32	15,47	2,32	-1,98
16	23-8-2005	4,74	15,02	2,16	14,18	4,94	14,42	2,91	15,14	2,9	15,45	2,23	15,45	2,23	-1,98
17	6-9-2005	4,76	15	2,21	14,13	4,96	14,4	2,93	15,12	2,92	15,43	2,3	15,43	2,3	-2
18	19-9-2005	4,80	14,96	2,23	14,11	5	14,36	2,97	15,08	2,95	15,4	2,35	15,4	2,35	-2,04
19	30-9-2005	4,83	14,93	2,25	14,09	5,03	14,33	3	15,05	2,97	15,38	2,37	15,38	2,37	-2,06
20	14-10-2005	4,88	14,88	2,28	14,06	5,06	14,3	3,03	15,02	3,02	15,33	2,39	15,33	2,39	-2,09
21	1-11-2005	4,91	14,85	2,29	14,05	5,08	14,28	3,03	15,02	3,02	15,33	2,3	15,33	2,3	-2,09
22	16-11-2005	4,95	14,81	2,29	14,05	5,1	14,26	3,05	15	3,05	15,3	2,35	15,3	2,35	-2,11
23	2-12-2005	4,92	14,84	2,2	14,14	5,06	14,3	2,97	15,08	3,3	15,05	2,25	15,05	2,25	-2,05
24	16-12-2005	4,92	14,84	2,19	14,15	5,05	14,31	2,97	15,08	3,01	15,34	2,2	15,34	2,2	-2,06

Put P			Put Q			Put R		
Diep 1 NAP.=	Midden 2 NAP.=	Ondiep 3 NAP.=	Buis 1 NAP.=	Buis 2 NAP.=	Buis 3 NAP.=	Diep NAP.=	Ondiep NAP.=	
Gemeten	Gemeten	Gemeten	Gemeten	Gemeten	Gemeten	Gemeten	Gemeten	Gemeten
NAP:	NAP:	NAP:	NAP:	NAP:	NAP:	NAP:	NAP:	NAP:
2,82	2,96	2,99	3,12	3,6	3,6	3,43	3,53	-3,43
2,85	2,94	2,97	3,17	3,58	3,58	3,48	3,51	-3,48
2,8	2,86	2,88	3,13	3,49	3,51	3,42	3,43	-3,42
2,49	2,7	2,73	3,13	3,49	3,51	3,1	3,28	-3,1
2,8	2,71	2,73	3,14	3,28	3,29	3,44	3,32	-3,44
2,84	2,71	2,72	3,12	2,26	3,27	3,41	3,29	-3,41
2,92	2,75	2,77	3,26	3,36	3,38	3,57	3,4	-3,57
3,01	2,77	2,8	3,39	3,41	3,43	3,65	3,43	-3,65
3,17	2,87	2,98	3,57	3,51	3,52	3,8	3,5	-3,8
3,02	2,89	2,92	3,41	3,56	3,57	3,66	3,52	-3,66
3,12	2,95	2,97	3,5	3,61	3,62	3,76	3,57	-3,76
3,36	3	3,02	3,8	3,69	3,7	4	3,63	-4
3,51	3,06	3,09	3,93	3,75	3,77	4,15	3,72	-4,15
3,44	3,11	3,13	3,81	3,81	3,82	4,08	3,75	-4,08
3,33	3,13	3,16	3,72	3,82	3,83	4,08	3,75	-4,08
3,23	3,15	3,18	3,6	3,84	3,85	3,87	3,75	-3,87
3,3	3,16	3,18	3,65	3,88	3,88	3,94	3,77	-3,94
3,35	3,2	3,23	3,71	3,9	3,91	3,98	3,81	-3,98
3,37	3,24	3,26	3,73	3,92	3,94	4	3,84	-4
3,39	3,27	3,3	3,74	3,96	3,98	4,01	3,86	-4,01
3,3	3,28	3,31	3,68	3,98	3,99	3,92	3,86	-3,92
3,36	3,31	3,34	3,72	4	4,61	3,99	3,87	-3,99
3,25	3,25	3,3	3,53	3,95	3,95	3,87	3,8	-3,95
3,09	3,26	3,3	3,52	3,93	3,94	3,81	3,8	-3,93



Put S			Put T			Put V			Waterpeil maas	
Buis 1 NAP.=	Buis 2 NAP.=	Diep NAP.=	Ondiep NAP.=	Diep 1 NAP.=	Midden 2 NAP.=	Ondiep 3 NAP.=	Bron:			
Gemeten	NAP:	Gemeten	NAP:	Gemeten	NAP:	Gemeten	www.waterland .nl			
0,11	-0,11	VOL #####	VOL #####	0,53	-0,53	4,49	-4,49	4,73	-4,73	11,85
0,1	-0,1	VOL #####	VOL #####	0,56	-0,56	4,53	-4,53	4,68	-4,68	11,29
VOL	#####	VOL #####	VOL #####	0,44	-0,44	4,49	-4,49	4,63	-4,63	11,85
VOL	#####	VOL #####	VOL #####	0,44	-0,44	4,49	-4,49	4,63	-4,63	13,25
0,1	-0,1	VOL #####	VOL #####	0,38	-0,38	4,48	-4,48	4,39	-4,39	11,43
0,1	-0,1	0,02	-0,02	0,39	-0,39	4,49	-4,49	4,42	-4,42	11,69
0,1	-0,1	VOL #####	VOL #####	0,33	-0,33	4,6	-4,6	4,43	-4,43	11,19
0,28	-0,28	VOL #####	VOL #####	0,62	-0,62	4,72	-4,72	4,45	-4,45	10,98
0,34	-0,34	VOL #####	VOL #####	0,67	-0,67	4,89	-4,89	4,54	-4,54	11,01
0,35	-0,35	VOL #####	VOL #####	0,7	-0,7	4,74	-4,74	4,58	-4,58	10,99
0,41	-0,41	VOL #####	VOL #####	0,74	-0,74	4,82	-4,82	4,64	-4,64	10,95
0,49	-0,49	VOL #####	VOL #####	0,77	-0,77	5,11	-5,11	4,69	-4,69	10,84
0,54	-0,54	0,06	-0,06	0,88	-0,88	5,26	-5,26	4,75	-4,75	10,95
0,58	-0,58	VOL #####	VOL #####	0,94	-0,94	5,13	-5,13	4,81	-4,81	10,87
0,58	-0,58	VOL #####	VOL #####	0,92	-0,92	5,02	-5,02	4,83	-4,83	10,89
0,56	-0,56	VOL #####	VOL #####	0,91	-0,91	4,94	-4,94	4,86	-4,86	10,87
0,58	-0,58	VOL #####	VOL #####	0,93	-0,93	4,99	-4,99	4,88	-4,88	10,85
0,61	-0,61	VOL #####	VOL #####	0,99	-0,99	5,05	-5,05	4,92	-4,92	10,91
0,63	-0,63	VOL #####	VOL #####	0,99	-0,99	5,07	-5,07	4,95	-4,95	10,9
0,65	-0,65	VOL #####	VOL #####	1	-1	5,09	-5,09	5	-5	10,92
0,64	-0,64	VOL #####	VOL #####	1,01	-1,01	5,03	-5,03	5,02	-5,02	10,88
0,63	-0,63	VOL #####	VOL #####	0,99	-0,99	5,07	-5,07	5,06	-5,06	10,89
0,5	-0,5	VOL #####	VOL #####	0,9	-0,9	4,94	-4,94	5,02	-5,02	10,89
0,52	-0,52	VOL #####	VOL #####	0,89	-0,89	4,94	-4,94	5,02	-5,02	11,14





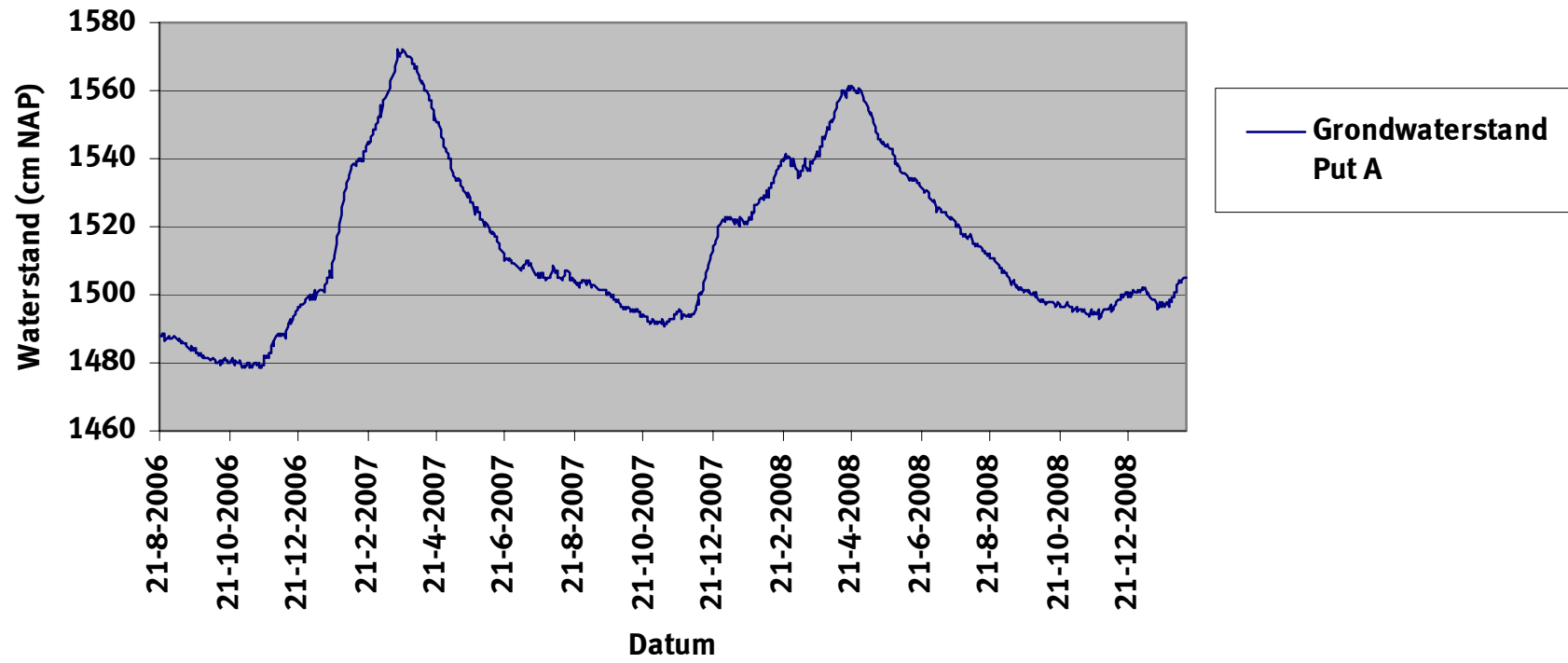
2006 vervolg

Put P										Put Q						Put R			
Diep 1 NAP.=	Midden 2		Ondiep 3		Buis 1		Buis 2		Buis 3		Diep		Ondiep						
	NAP.=	Gemeten	NAP.=	Gemeten	NAP.=	Gemeten	NAP.=	Gemeten	NAP.=	Gemeten	NAP.=	Gemeten	NAP.=	Gemeten					
3,16	15,31	3,23	15,26	3,26	15,23	3,53	14,88	3,9	14,5	3,9	14,51	3,8	15,21	3,79	15,23				
3,16	15,31	3,23	15,26	3,26	15,23	3,43	14,98	3,89	14,51	3,89	14,52	3,8	15,21	3,75	15,27				
3,24	15,23	3,23	15,26	3,26	15,23	3,59	14,82	3,89	14,51	3,9	14,51	3,81	15,2	3,77	15,25				
3,04	15,43	3,22	15,27	3,26	15,23	3,18	15,23	3,87	14,53	3,87	14,54	3,6	15,41	3,74	15,28				
2,76	15,71	3,12	15,37	3,15	15,34	2,98	15,43	3,71	14,69	3,74	14,67	3,42	15,59	3,68	15,34				
2,67	15,8	3,01	15,48	3,06	15,43	2,8	15,61	3,62	14,78	3,61	14,8	3,27	15,74	3,52	15,5				
2,71	15,76	3,05	15,44	3,08	15,41	2,91	15,5	3,7	14,7	3,7	14,71	3,41	15,6	3,55	15,47				
2,78	15,69	3,06	15,43	3,05	15,44	2,95	15,46	3,72	14,68	3,73	14,68	3,58	15,43	3,48	15,54				
2,91	15,56	3,01	15,48	3,03	15,46	3,11	15,3	3,65	14,75	3,68	14,73	3,61	15,4	3,57	15,45				
3,04	15,43	3,02	15,47	3,04	15,45	3,29	15,12	3,69	14,71	3,69	14,72	3,71	15,3	3,61	15,41				
3,04	15,43	3,02	15,47	3,04	15,45	3,29	15,12	3,69	14,71	3,69	14,72	4	15,01	3,68	15,34				
3,28	15,19	3,11	15,38	3,14	15,35	3,68	14,73	3,81	14,59	3,82	14,59	4,32	14,69	3,75	15,27				
3,53	14,94	3,15	15,34	3,18	15,31	3,85	14,56	3,89	14,51	3,9	14,51	4,5	14,51	3,77	15,25				
3,56	14,91	3,2	15,29	3,23	15,26	3,92	14,49	4,01	14,39	4,02	14,39	4,22	14,79	3,81	15,21				
3,51	14,96	3,28	15,21	3,28	15,21	3,88	14,53	4	14,4	4,01	14,4	4,2	14,81	3,78	15,24				
3,34	15,13	3,31	15,18	3,33	15,16	3,58	14,83	4,07	14,33	4,09	14,32	3,99	15,02	3,9	15,12				

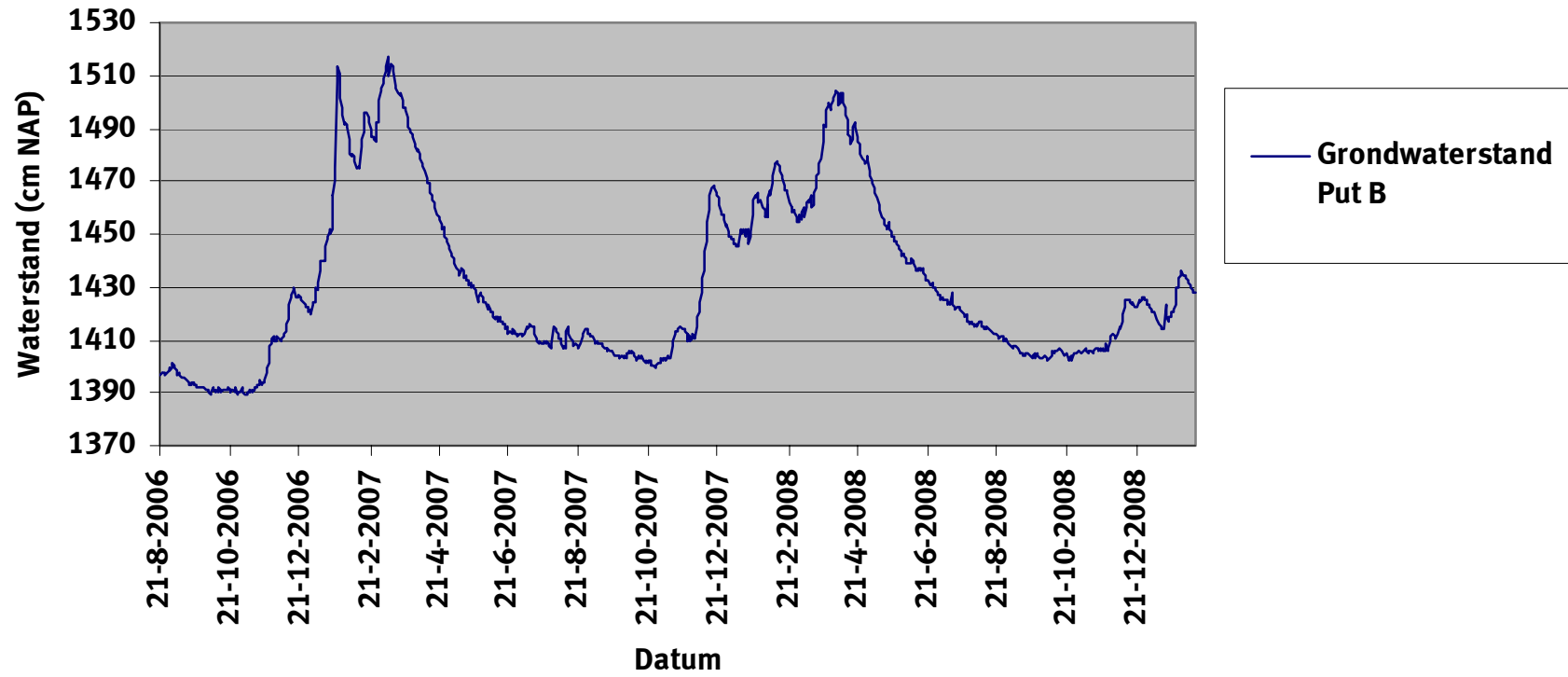
Put S				Put T				Put V				Waterpeil maas
Buis 1 NAP.=	Buis 2 NAP.=	Gemeten NAP:	Diep NAP.=	Ondiep NAP.=	Gemeten NAP:	Diep 1 NAP.=	Midden 2 NAP.=	Ondiep 3 NAP.=	Gemeten NAP:	Bron:		
Gemeten NAP:	Gemeten NAP:	Gemeten NAP:	Gemeten NAP:	Gemeten NAP:	Gemeten NAP:	Gemeten NAP:	Gemeten NAP:	Gemeten NAP:	Gemeten NAP:	www.waterland .nl		
0,47	14,28	VOL #####	VOL	0,85	-0,85	4,91	15,01	14,93	5	11,39		
0,5	14,25	VOL #####	VOL	0,87	-0,87	4,81	15,11	14,94	4,99	11,12		
0,5	14,25	VOL #####	VOL	0,87	-0,87	4,96	14,96	14,94	4,99	11,21		
0,4	14,35	VOL #####	VOL	0,89	-0,89	4,58	15,34	14,94	4,98	11,46		
0,4	14,35	VOL #####	VOL	0,52	-0,52	4,43	15,49	15,07	4,86	11,37		
VOL	#####	VOL	VOL	0,38	-0,38	4,23	15,69	15,11	4,81	13,40		
VOL	#####	VOL	VOL	0,4	-0,4	4,3	15,62	15,07	4,85	13,05		
VOL	#####	VOL	VOL	0,42	-0,42	4,34	15,58	15,03	4,87	12,64		
0,2	14,55	VOL #####	VOL	0,61	-0,61	4,51	15,41	15,41	4,77	12,23		
0,4	14,35	VOL #####	VOL	0,8	-0,8	4,63	15,29	15,19	4,73	12,00		
0,51	14,24	VOL #####	VOL	0,82	-0,82	4,76	15,16	15,14	4,79	12,88		
0,56	14,19	VOL #####	0,05	0,86	-0,86	4,92	15	15,11	4,84	11,12		
0,61	14,14	0,02	0,2	0,9	-0,9	5,18	14,74	15,04	4,88	10,93		
0,66	14,09	VOL #####	VOL	0,95	-0,95	5,25	14,67	14,99	4,93	10,88		
0,65	14,1	VOL #####	VOL	0,92	-0,92	5,21	14,71	15,01	4,91	10,85		
0,7	14,05	VOL #####	VOL	1,16	-1,16	4,93	14,99	14,86	5,08	11,11		



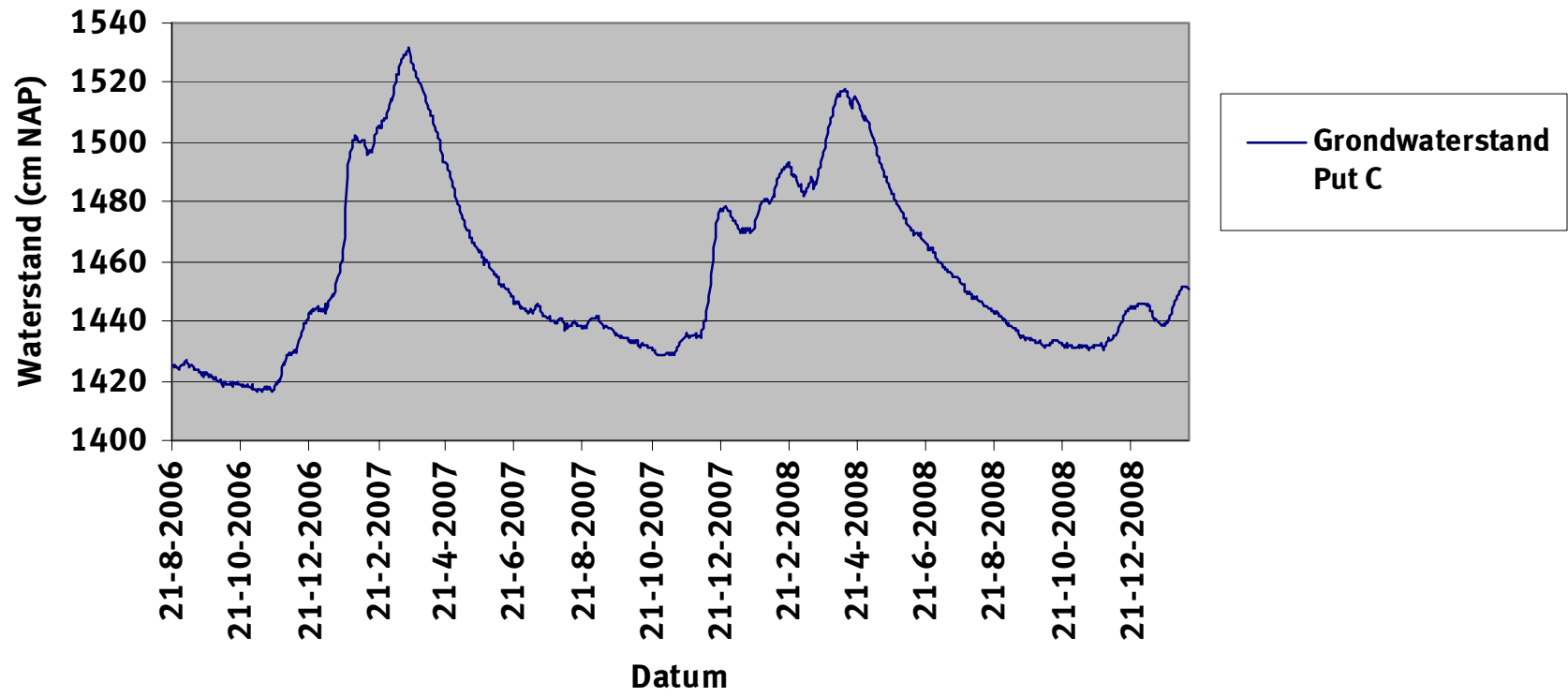
**Grondwaterstand Put A**



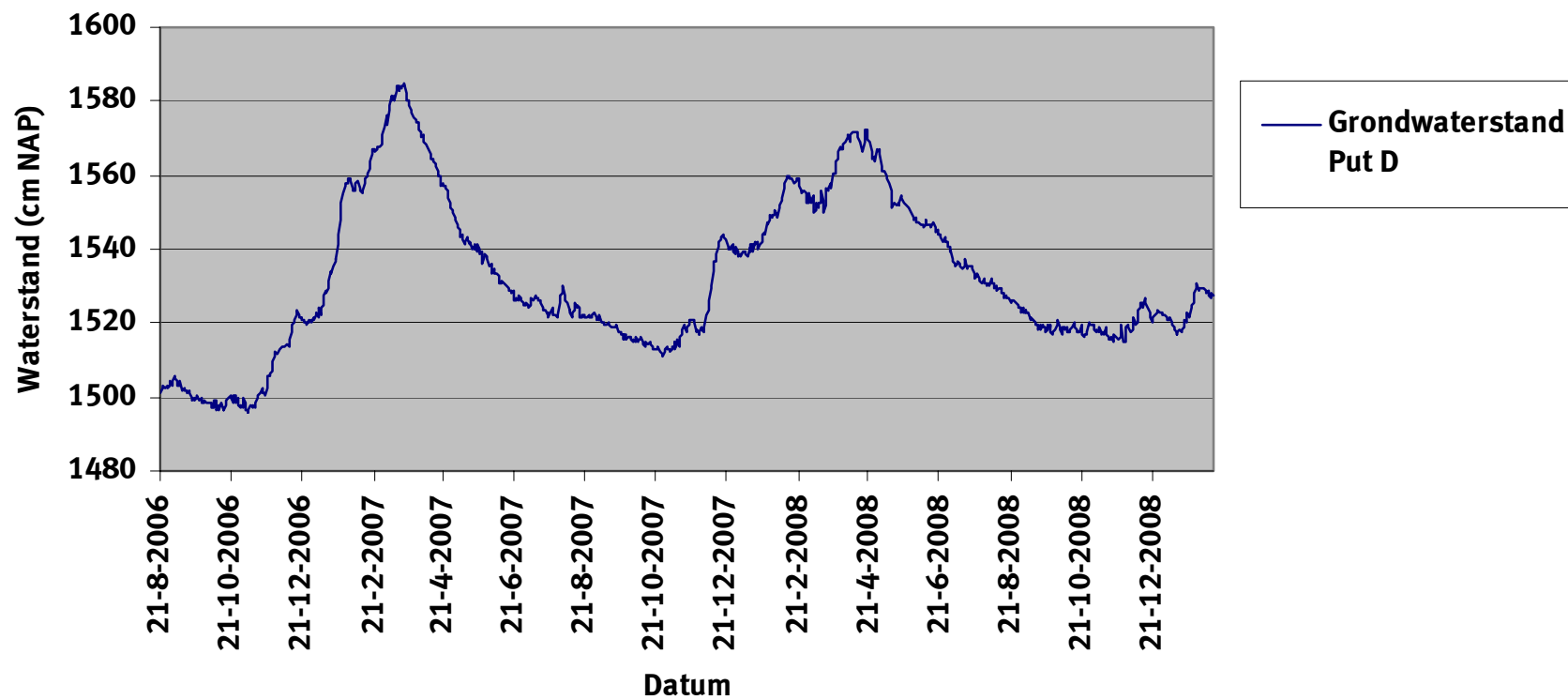
**Grondwaterstand Put B**



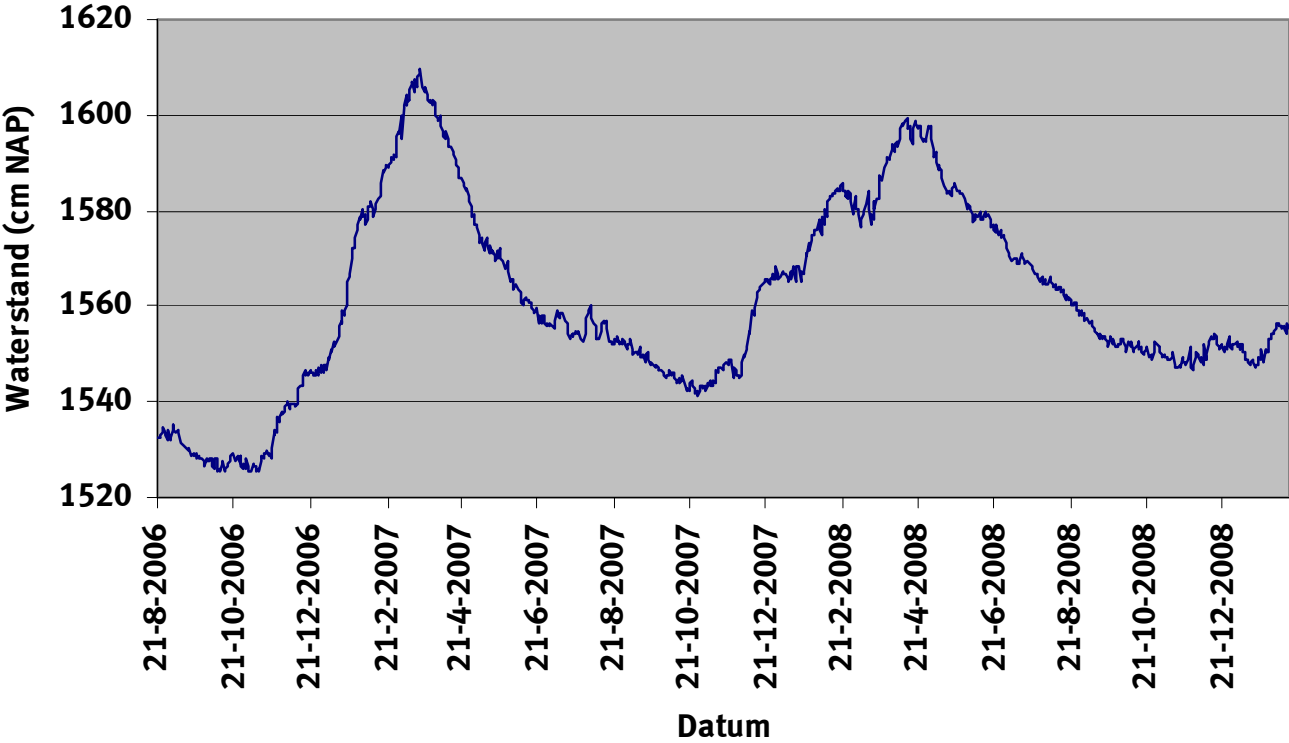
**Grondwaterstand Put C**



**Grondwaterstand Put D**



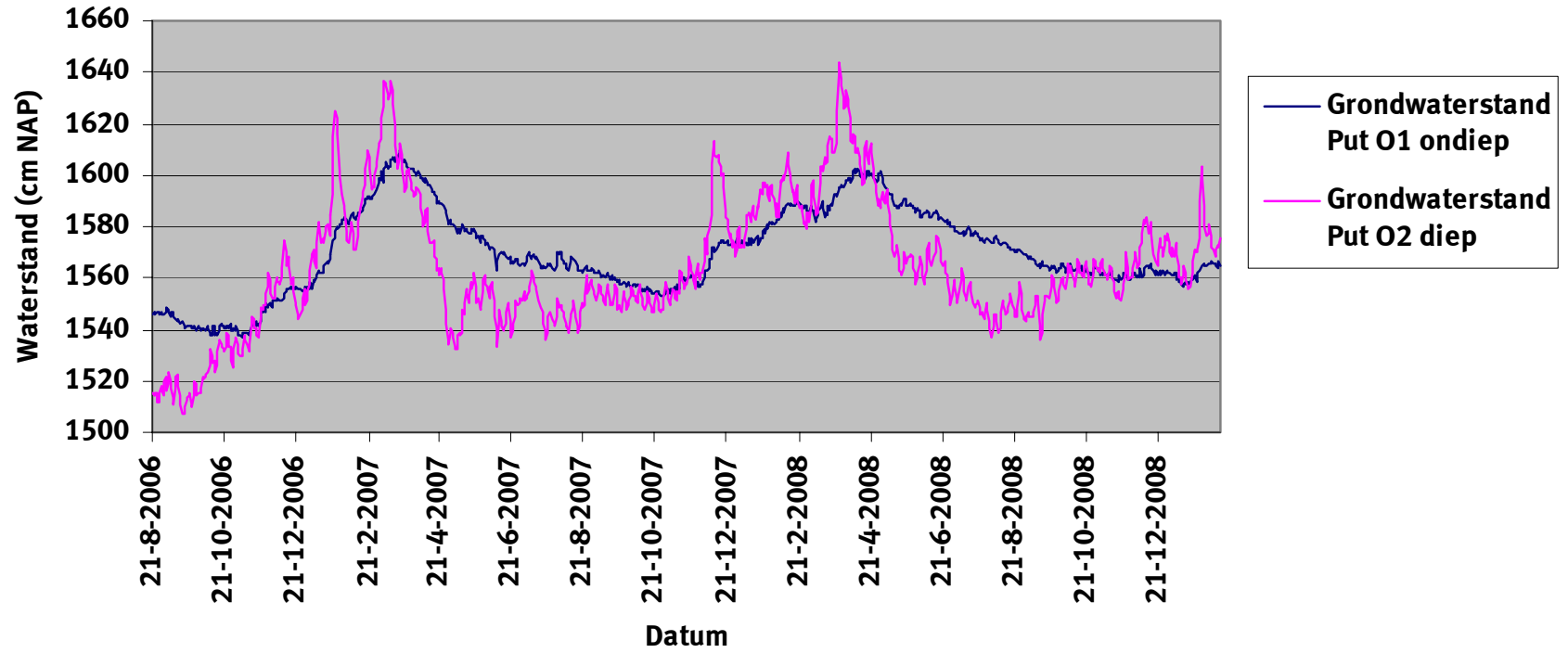
**Grondwaterstand Put M**



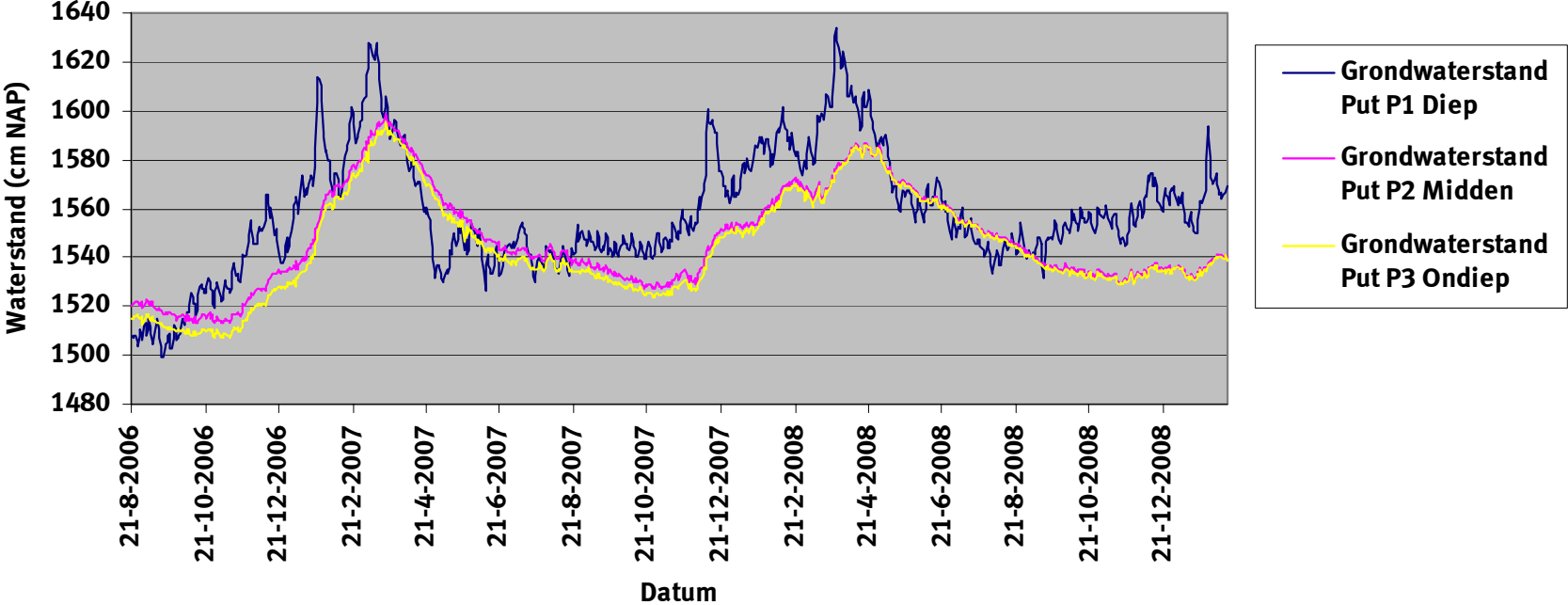
— Grondwaterstand  
Put M



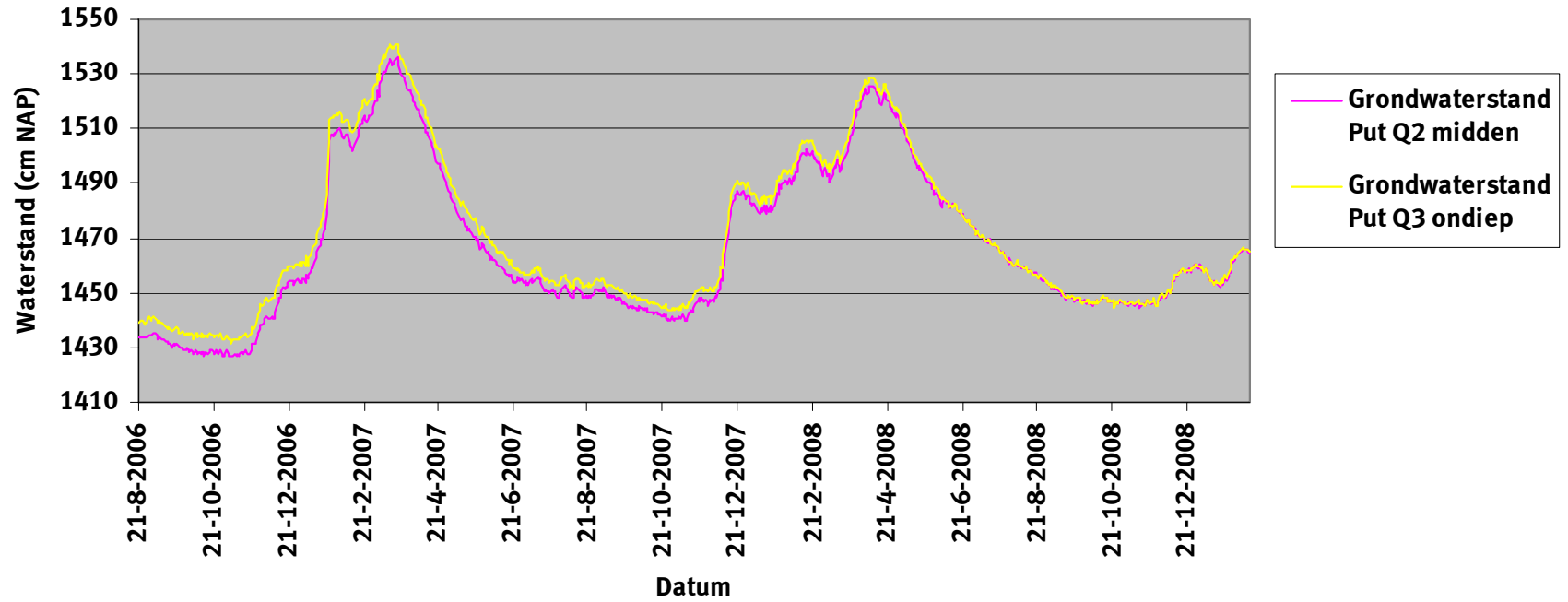
**Grondwaterstand Put O1 O2**



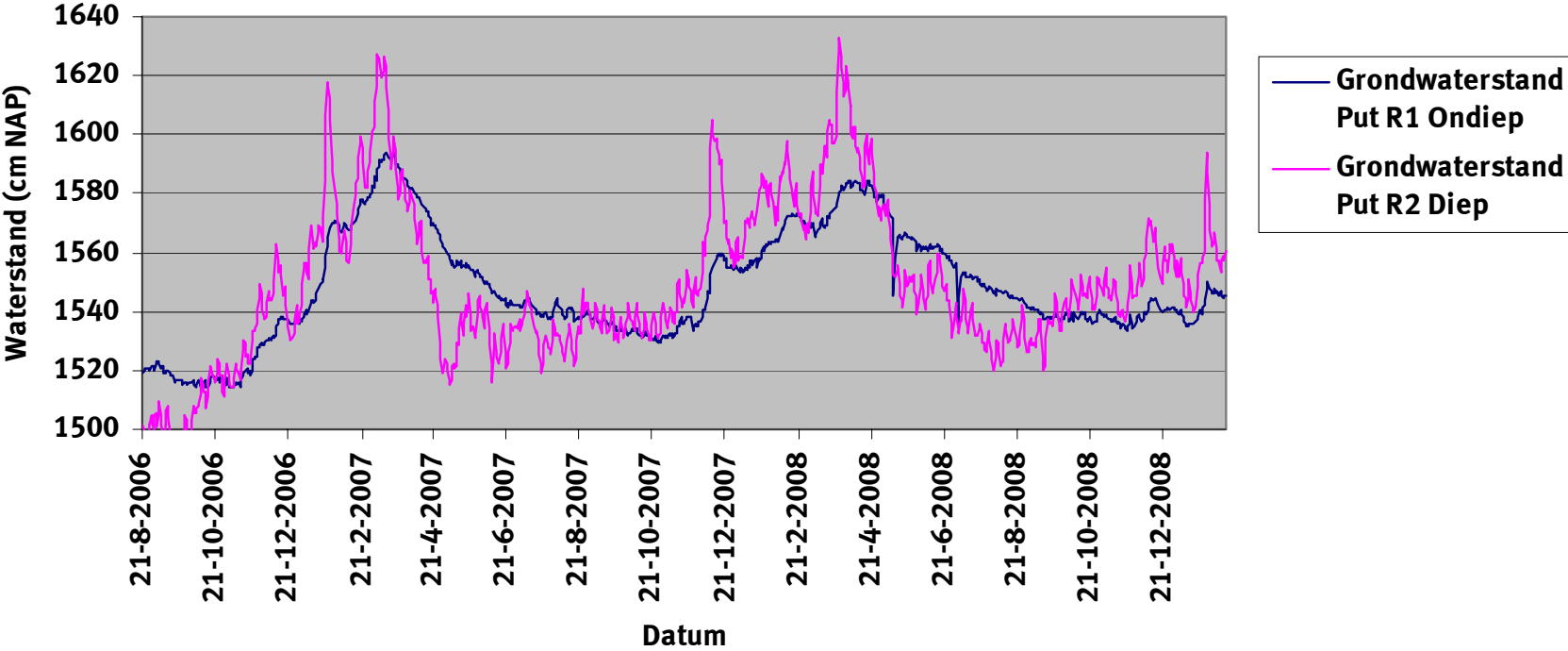
Grondwaterstand Put P1 P2 P3



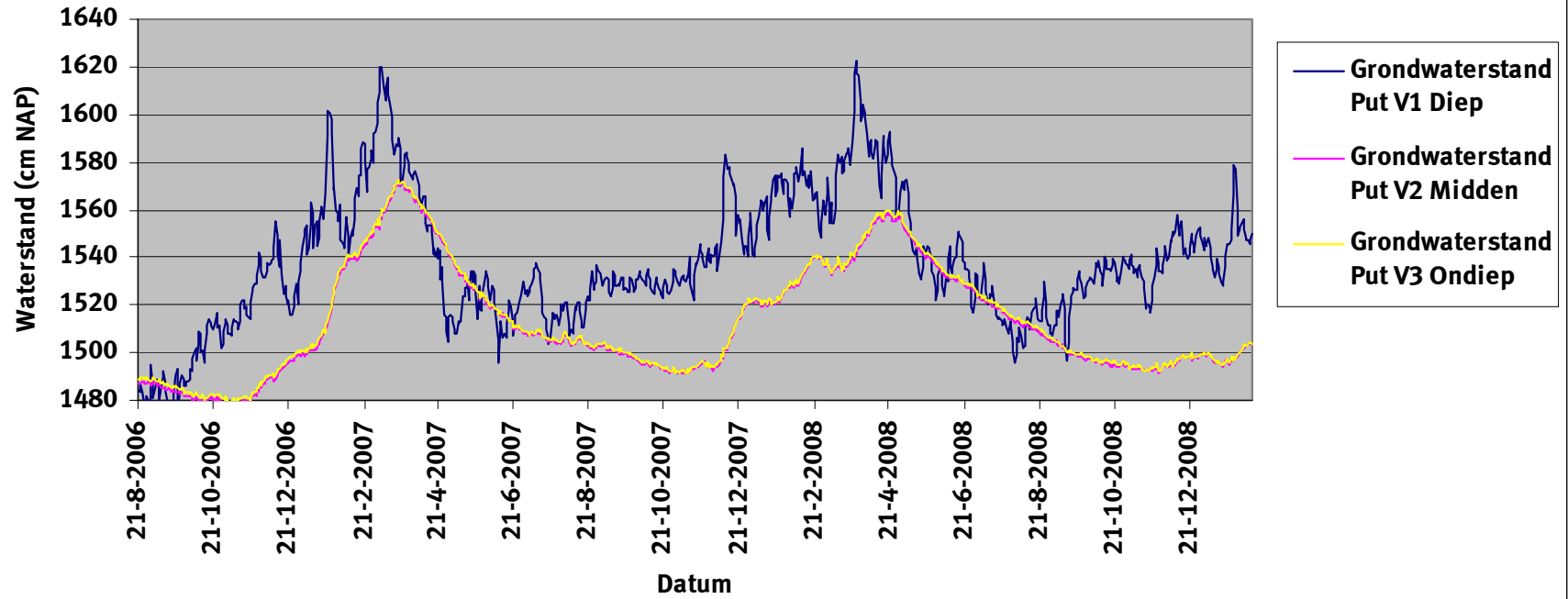
Grondwaterstand Put Q2 Q3



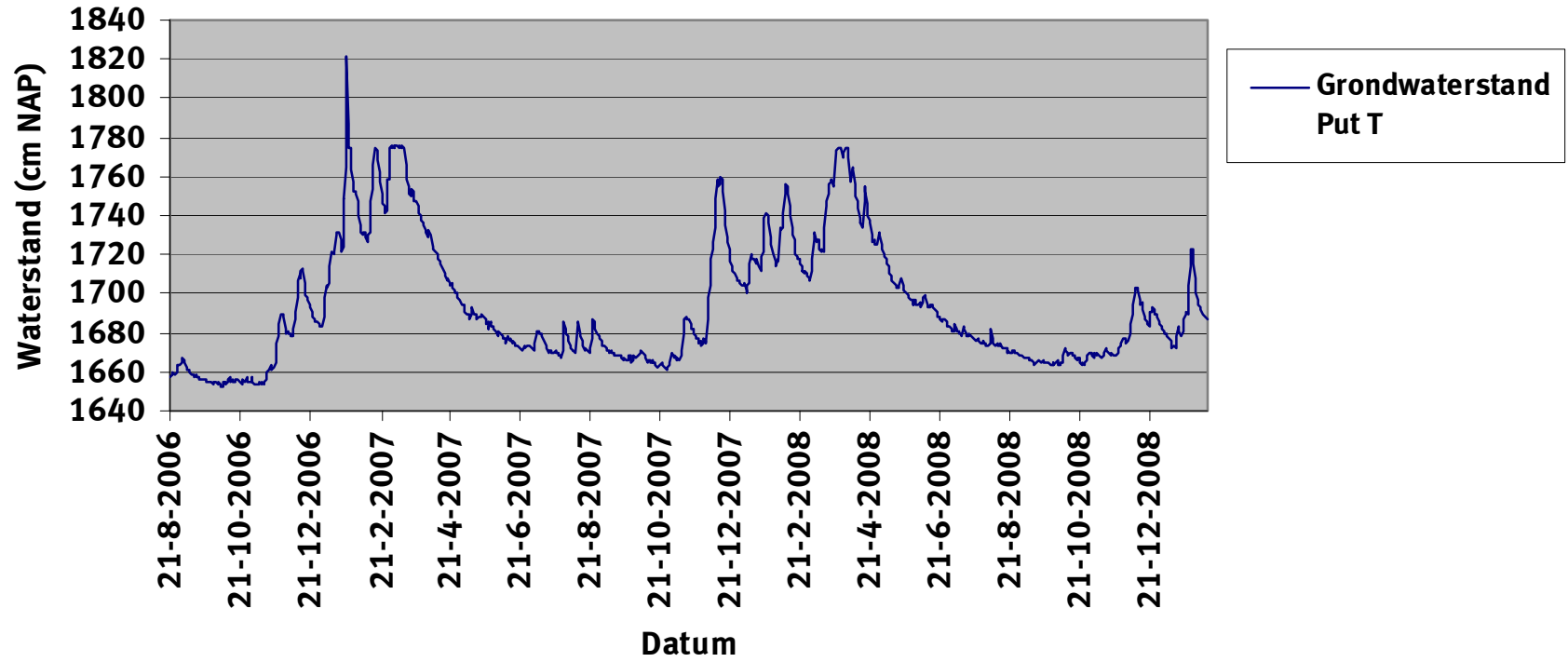
**Grondwaterstand Put R1 R2**



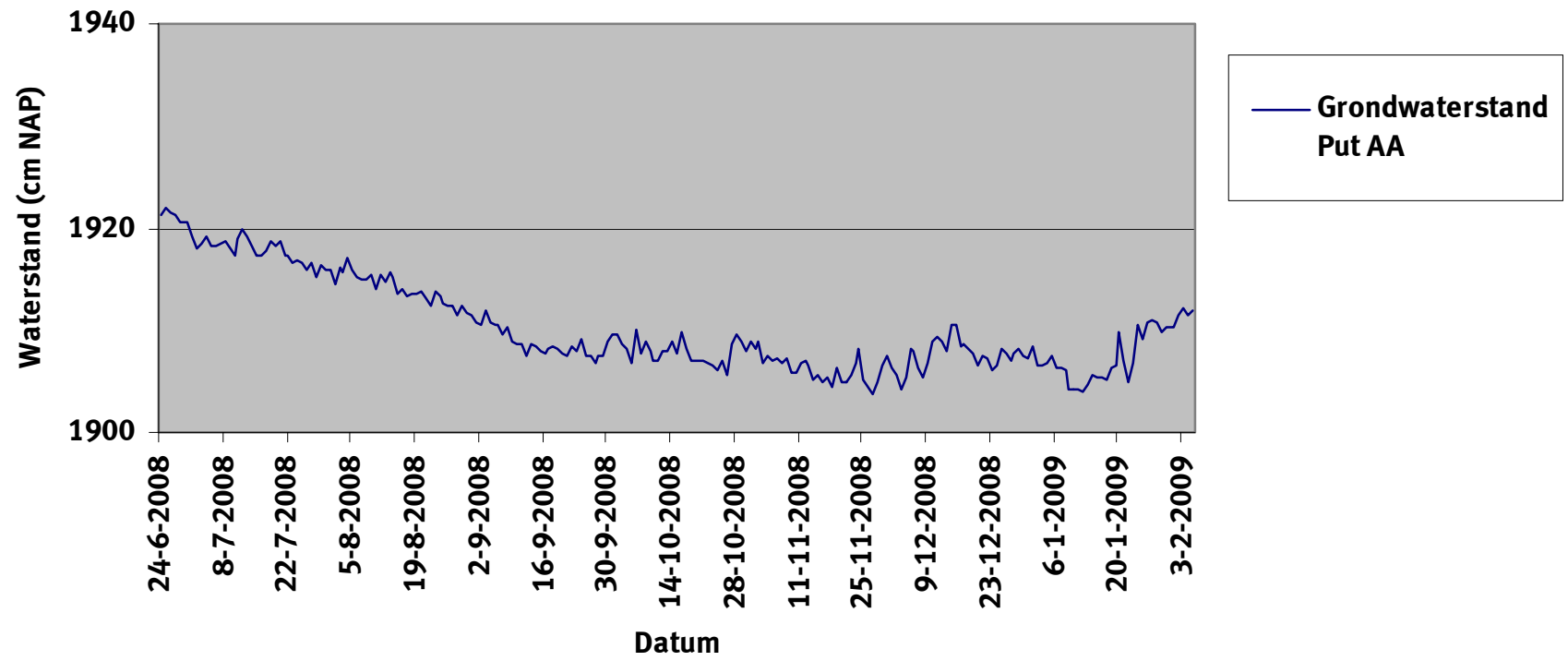
**Grondwaterstand Put V1 V2 V3**



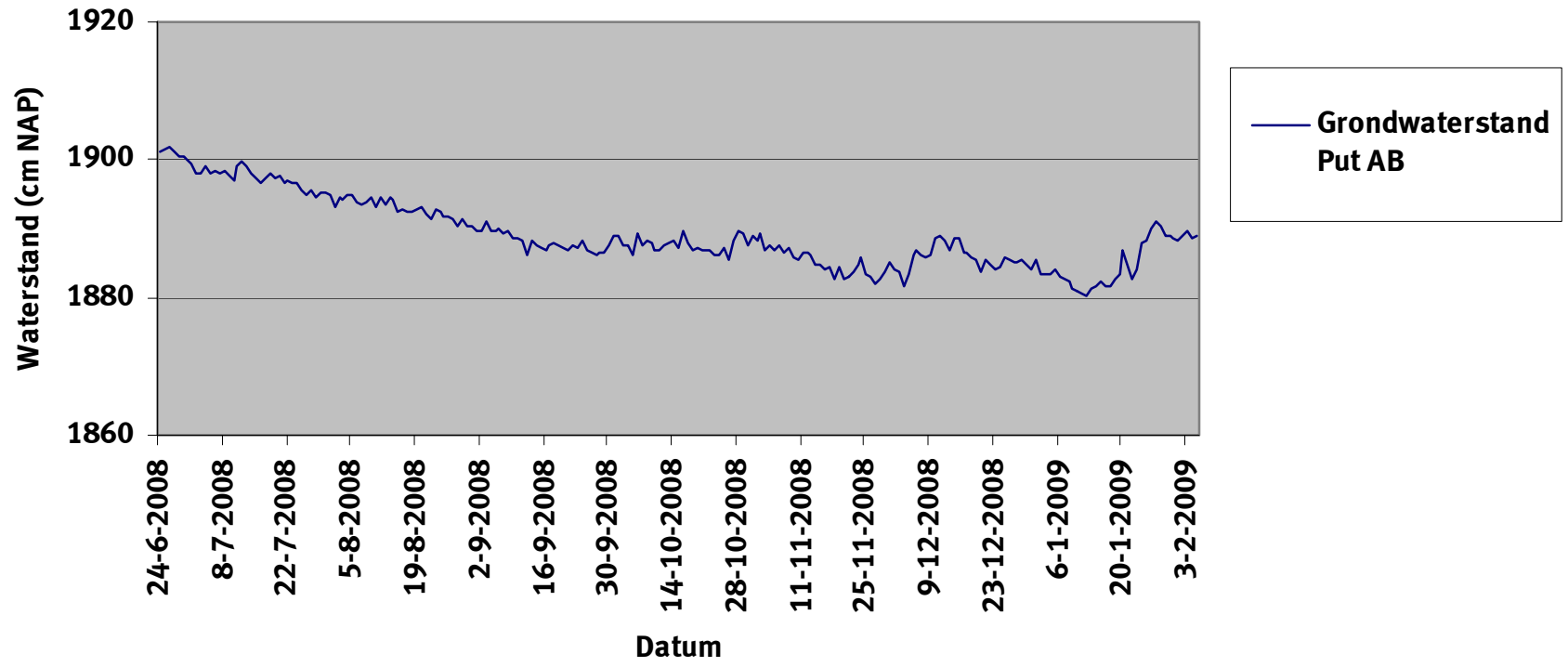
**Grondwaterstand Put T**



### Grondwaterstand Put AA

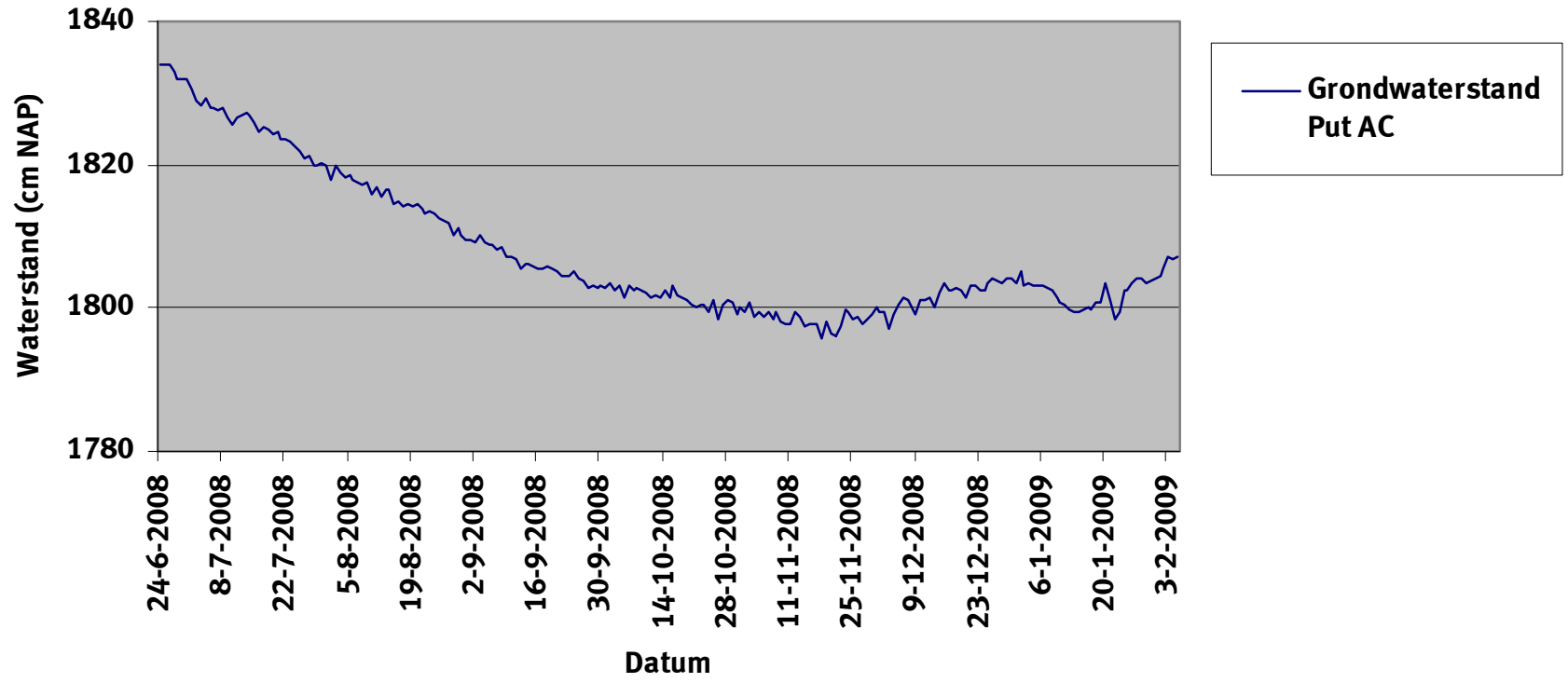


### Grondwaterstand Put AB





### Grondwaterstand Put AC



2 Grubbenvorst Raaiend					
Boringsnummer		X-COORDINAAT	Y-COORDINAAT	MAAIVELD	Soort boring
a	1	207683.4	378987.011	19.76	Kamps
b	1	208004.0	379107.744	16.34	Kamps
c	1	207915.6	378980.168	19.39	Kamps
d	1	207915.5	379352.481	18.05	Kamps
e	1	208012.3	379244.937	15.87	Kamps
f	1	208077.8	378918.428	16.5	Kamps
g	1	208037.0	379029.204	16.4	Kamps
h	1	207772.9	379051.68	19.42	Kamps
k	1	207771.3	379150.71	18.05	Kamps
l	1	207889.6	379200.64	17.07	Kamps
m	1	207745.5	379345.37	18.32	Kamps
n	1	207943.9	379145.174		Kamps
O	1	207730.3	379454.173	17.55	Pulsboring Kamps
P	1	207752.7	379304.17	18.6	Pulsboring Kamps
Q	1	207945.1	379055.732	18.62	Pulsboring Kamps
R	1	207904.9	379472.37	19.35	Pulsboring Kamps
S	1	208054.8	379361.293	15.19	Pulsboring Kamps
T	1	208085.2	379187.158	15.17	Pulsboring Kamps
U	1	207985.6	379122.609	16.455	Pulsboring Kamps
V	1	207722.7	379051.008	20.175	Pulsboring Kamps

19.77



# Aanvoerhaven

Schoon
Leem
Klei
Hout
Hout+Leem
Hout+Klei
Slib
Hout+Slib

GrB 18% Grind zand 9 - 25 - 83	GrE 13% Grind zand 10 - 25 - 54	GrF 17% Grind zand 11 - 34 - 77	GrG 20% Grind zand 7 - 26 - 68	GrU 13% Grind zand 6 - 21 - 62
--------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------

18					
16	Laag 4 : 0 % grind zand = 1 - 11 - 83	Laag 4 : 0 % grind zand = 3 - 23 - 88	Laag 4 : 0 % grind zand = 3 - 23 - 88	Laag 4 : 0 % grind zand = 3 - 12 - 81	
14	Laag 5 : 41 % grind	Laag 5 : 0 % grind zand = 11 - 51 - 95	Laag 5 : 29 % grind zand = 11 - 37 - 85	Laag 5 : 23 % grind	
12	Laag 6 : 44 % grind zand = 20 - 46 - 89	Laag 6 : 20 % grind	Laag 6 : 5 % grind zand = 4 - 20 - 71	Laag 6 : 39 % grind zand = 20 - 51 - 91	
10	Laag 7 : 10 % grind	Laag 7 : 11 % grind zand = 16 - 41 - 92	Laag 7 : 3 % grind	Laag 7 : 0 % grind zand = 3 - 11 - 51	
8	Laag 8 : 0 % grind	Laag 8 : 6 % grind	Laag 8 : 34 % grind	Laag 8 : 5 % grind	
6		Laag 9 : 17 % grind	Laag 9 : 0 % grind zand = 1 - 4 - 24	Laag 9 : 6 % grind	
4		Laag 10 : 0 % grind zand = 2 - 9 - 45	Laag 10 : 32 % grind zand = 8 - 30 - 66	Laag 10 : 0 % grind zand = 0 - 5 - 40	
2		Laag 11 : 61 % grind zand = 14 - 36 - 80	Laag 11 : 74 % grind zand = 19 - 52 - 80	Laag 11 : 31 % grind	
0		Laag 12 : 44 % grind	Laag 12 : 68 % grind	Laag 12 : 0 % grind zand = 0 - 2 - 9	
-2		Laag 13 : 0 % grind			
-4					



# Installatieterein

Schoon
Leem
Klei
Hout
Hout+Leem
Hout+Klei
Slib
Hout+Slib

GR A 18% Grind zand 10 - 29 - 61	GR C 10% Grind zand 9 - 25 - 67	GR H 25% Grind zand 14 - 40 - 77	GR Q 22% Grind zand 12 - 31 - 66	GR V 9% Grind zand 6 - 20 - 49
--	---------------------------------------	--	--	--------------------------------------

22					
20	Laag 2 : 0 % grind zand = 0 - 1 - 37				
18	Laag 4 : 1 % grind zand = 3 - 6 - 24		Laag 3 : 21 % grind zand = 23 - 51 - 66		
16	Laag 5 : 7 % grind zand = 5 - 18 - 72	Laag 4 : 30 % grind zand = 28 - 73 - 95	Laag 4 : 8 % grind	Laag 5 : 0 % grind zand = 5 - 15 - 68	
14	Laag 6 : 28 % grind zand = 18 - 47 - 85	Laag 5 : 21 % grind zand = 18 - 42 - 87	Laag 5 : 27 % grind zand = 18 - 45 - 88	Laag 6 : 23 % grind zand = 19 - 45 - 81	
12	Laag 7 : 11 % grind zand = 8 - 38 - 84	Laag 6 : 19 % grind zand = 15 - 52 - 91	Laag 6 : 23 % grind zand = 22 - 51 - 90	Laag 7 : 4 % grind zand = 4 - 24 - 69	
10	Laag 8 : 10 % grind zand = 5 - 28 - 68	Laag 7 : 6 % grind zand = 6 - 26 - 69	Laag 7 : 3 % grind zand = 5 - 26 - 85	Laag 9 : 6 % grind zand = 6 - 31 - 85	
8	Laag 9 : 26 % grind zand = 5 - 28 - 68	Laag 8 : 4 % grind zand = 3 - 12 - 71	Laag 8 : 0 % grind zand = 1 - 6 - 70	Laag 11 : 0 % grind zand = 0 - 3 - 15	
6	Laag 10 : 50 % grind zand = 2 - 13 - 34	Laag 9 : 0 % grind zand = 0 - 3 - 38	Laag 10 : 0 % grind zand = 0 - 3 - 15	Laag 12 : 0 % grind zand = 0 - 2 - 17	
4	Laag 11 : 0 % grind zand = 18 - 41 - 71	Laag 10 : 42 % grind zand = 15 - 45 - 72	Laag 10 : 70 % grind zand = 15 - 34 - 58	Laag 13 : 67 % grind	
2	Laag 12 : 39 % grind zand = 18 - 41 - 71	Laag 11 : 26 % grind	Laag 12 : 69 % grind zand = 36 - 68 - 90		
0	Laag 13 : 6 % grind zand = 33 - 77 - 95	Laag 13 : 59 % grind zand = 30 - 82 - 99	Laag 13 : 59 % grind zand = 1 - 11 - 49	Laag 17 : 0 % grind zand = 0 - 2 - 9	
-2					
-4			Laag 15 : 0 % grind zand = 0 - 1 - 22		
-6					

# Natuurgebied

Schoon
Leem
Klei
Hout
Hout+Leem
Hout+Klei
Slib
Hout+Slib

GrD	GR_O	GR_R	GrW	GR_X	GrY	GR-Z
10% Grind zand = 9 - 28 - 76	16% Grind zand = 9 - 37 - 84	7% Grind zand = 5 - 34 - 76	12% Grind zand = 13 - 36 - 72	9% Grind zand = 5 - 25 - 64	14% Grind zand = 12 - 29 - 66	18% Grind zand = 10 - 33 - 74

20						
18						
16						
14	Laag 3 : 0 % grind zand = 5 - 14 - 54	Laag 4 : 35 % grind zand = 21 - 61 - 96	Laag 4 : 9 % grind		Laag 5 : 0 % grind zand = 0 - 1 - 20	Laag 5 : 48 % grind zand = 19 - 50 - 82
12	Laag 4 : 37 % grind zand = 19 - 42 - 75	Laag 5 : 8 % grind zand = 7 - 32 - 92	Laag 5 : 25 % grind zand = 26 - 63 - 95	Laag 5 : 0 % grind zand = 4 - 30 - 89	Laag 6 : 31 % grind zand = 20 - 35 - 57	Laag 6 : 20 % grind zand = 12 - 49 - 91
10	Laag 5 : 18 % grind zand = 15 - 56 - 94	Laag 6 : 16 % grind zand = 7 - 36 - 79	Laag 6 : 26 % grind		Laag 7 : 22 % grind zand = 17 - 52 - 92	Laag 7 : 25 % grind zand = 17 - 49 - 87
8	Laag 6 : 11 % grind zand = 15 - 36 - 89		Laag 7 : 6 % grind zand = 5 - 24 - 78	Laag 6 : 13 % grind zand = 16 - 53 - 91	Laag 8 : 12 % grind zand = 10 - 36 - 88	Laag 8 : 25 % grind zand = 13 - 47 - 83
6	Laag 7 : 0 % grind zand = 3 - 7 - 62	Laag 6 : 0 % grind zand = 3 - 15 - 70	Laag 8 : 0 % grind zand = 3 - 12 - 40	Laag 7 : 0 % grind	Laag 9 : 0 % grind zand = 8 - 21 - 66	Laag 9 : 0 % grind zand = 7 - 22 - 61
4	Laag 8 : 10 % grind zand = 6 - 29 - 76	Laag 7 : 29 % grind zand = 16 - 35 - 73	Laag 9 : 0 % grind zand = 5 - 19 - 58	Laag 9 : 0 % grind zand = 0 - 2 - 9	Laag 11 : 6 % grind zand = 4 - 14 - 53	Laag 10 : 0 % grind zand = 4 - 14 - 59
2	Laag 9 : 0 % grind	Laag 8 : 5 % grind zand = 3 - 23 - 81	Laag 10 : 26 % grind	Laag 10 : 31 % grind zand = 4 - 25 - 68	Laag 12 : 32 % grind	Laag 11 : 0 % grind zand = 0 - 2 - 48
0	Laag 11 : 0 % grind zand = 4 - 14 - 66	Laag 9 : 3 % grind zand = 6 - 32 - 84		Laag 11 : 13 % grind zand = 7 - 34 - 89		Laag 12 : 13 % grind
-2		Laag 10 : 5 % grind zand = 4 - 26 - 86				Laag 13 : 43 % grind zand = 11 - 43 - 85
-4		Laag 11 : 12 % grind				
-6		Laag 13 : 0 % grind zand = 1 - 2 - 25				
-8		Laag 14 : 0 % grind zand = 1 - 60 - 93				
-10		Laag 15 : 0 % grind zand = 1 - 60 - 93				



# Kamps Grondboringen te Ottersum

## Boorstaat

In opdracht van : TEUNESSEN ZAND EN GRIND

Locatie: GRUBBENVORST

Boring no.: GR A

Datum : 11-2 -2003

VAN	TOT	Benaming der grondmonsters
0.00	0.30	Teelaarde
0.30	2.60	Fijn zand
2.60	2.90	Fijn zand met klei
2.90	5.40	Fijn zand
5.40	6.70	Fijn zand scherp zand weinig grind
6.70	9.30	Scherp zand met grind fijn zand
9.30	10.60	Fijn zand scherp zand weinig grind
10.60	11.10	Fijn zand scherp zand met grind
11.10	12.30	Fijn zand scherp zand (grijs)weinig grind
12.30	12.90	Fijn zand scherp zand met grind (grijs)
12.90	14.70	Fijn zand donker
14.70	15.40	Fijn zand met grind donker
15.40	16.60	Fijn zand met grind scherp zand (grijs)
16.60	16.80	Fijn zand scherp zand grof grind
16.80	18.40	Scherp zand met veel grind (hout)
18.40	20.00	Fijn zand en klei (hout)
20.00		Klei
		Grondwater 3.99m.

















# Kamps Grondboringen te Ottersum

## Boorstaat

TT  
ordner  
LH.

In opdracht van : Teunesen zand en grind

Locatie: Grubbenvorst

Boring no.: GR H

Datum : 19-05-2003

	VAN	TOT	Benaming der grondmonsters
1	0.00	0.40	Teelaarde
2	0.40	0.90	Zand leemhoudend
3	0.90	3.60	Vulzand
4	3.60	5.50	Fijn zand scherp zand met fijn grind (rood)
5	5.50	6.80	Scherp zand met veel fijn grind (rood)
6	6.80	7.70	Scherp zand met grind (lichte kleur)
7	7.70	10,10	Scherp zand met weinig grind fijn zand (hout)
8	10.10	11.50	Fijn zand scherp zand weinig grind (grijs)
9	11.50	12.60	Klei
10	12.60	15.70	Fijn zand (groen)
11	15.70	16.60	Fijn zand (donker hout) met grind
12	16.60	18.50	Fijn zand scherp zand grind (hout)
13			
14			Grondwater 3.80 m.
15			
16			
17			
18			
19			
20			



# Kamps Grondboringen te Ottersum

## Boorstaat

In opdracht van : Teunesen zand en grind

Locatie: Grubbenvorst

Boring no.: GR - K

Datum : 16-05-2003

TT  
ordher  
RoT  
TR  
LH

	VAN	TOT	Benaming der grondmonsters
1	0.00	0.40	Teelaarde
2	0.40	1.70	Vulzand
3	1.70	3.80	Fijn zand scherp zand grind
4	3.80	6.30	Fijn zand scherp zand fijn grind
5	6.30	7.80	Fijn zand scherp zand grind
6	7.80	10.30	Fijn zand scherp zand weinig grind
7	10.30	11.80	Fijn zand scherp zand grind
8	11.80	12.60	Scherp zand fijn grind
9	12.60	13.30	Fijn zand scherp zand grind
10	13.30	13.60	Fijn zand grof grind
11	13.60	13.80	Klei
12	13.80	14.90	Fijn zand scherp zand grint
13	14.90	16.10	Fijn zand scherp zand grof grind
14	16.10	16.80	Weinig fijn zand weinig scherp zand grof grind
15	16.80	18.00	Dikke stenen hout
16			
17			Grondwater 2.20 m.
18			
19			
20			
21			

cc: TT  
ordner  
LH

# Kamps Grondboringen te Ottersum

Boorstaat

DEM

In opdracht van : Teunesen zand en grind

Locatie: Grubbenvorst

Boring no.: GR - L

Datum : 26-05-2003

16 mei 2003 - bij 11.50 m op klei

26 mei 2003 iets verder 2<sup>e</sup> poging

	VAN	TOT	Benaming der grondmonsters
1	0.00	0.40	Teelaarde
2	0.40	1.80	Zand klei houdend
3	1.80	3.40	Fijn zand scherp zand
4	3.40	4.10	Fijn zand scherp zand grind
5	4.10	6.30	Fijn zand scherp zand fijn grind
6	6.30	6.90	Fijn zand scherp zand grind
7	6.90	7.30	Fijn zand scherp zand
8	7.30	10.20	Fijn zand (grijs)
9	10.20	12.60	Klei
10	12.60	13.90	Fijn zand en hout
11	13.90	14.50	Fijn zand met grind dikke stenen
12	14.50	15.30	Fijn zand scherp zand dikke stenen
13	15.30	15.50	Klei hout
14			
15			Grondwater 1.90 m.
16			
17			
18			
19			
20			
21			



# Kamps Grondboringen te Ottersum

TT  
ordner

## Boorstaat

In opdracht van : Teunesen zand en grind

28/06/05

Locatie: Grubbenvorst

nog niet uitgegrafd

Boring no.: GR M

Datum : 19-05-2003

(6)

	VAN	TOT	Benaming der grondmonsters
1	0.00	0.40	Teelaarde
2	0.40	1.60	Vulzand
3	1.60	2.40	Klei zand houdend
4	2.40	3.30	Vulzand
5	3.30	4.50	Fijn zand scherp zand en grind
6	4.50	6.10	Fijn zand scherp zand fijn grind
7	6.10	6.80	Fijn zand scherp zand en grind
8	6.80	8.70	Fijn zand scherp zand weinig grind
9	8.70	10.40	Fijn zand scherp zand weinig grind
10	10.40	11.70	Fijn zand scherp zand weinig fijn grind (hout)
11	11.70	13.20	Klei
12			
13			grondwater 2.62 m.
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			

DCM.

E.T./R./topb.

# Kamps Grondboringen te Ottersum

## Boorstaat

In opdracht van : Teunesen zand en grind

Locatie: Grubbenvorst

Boring no.: Gr-N

Datum : 20-06-2003

25/06/03.  
 Ronnie J.: boring  
 wordt uitgezeefd  
 door Rob Janssen  
 in Geel

Ans.

	VAN	TOT	Benaming der grondmonsters
1	0.00	0.40	Teelaarde
2	0.40	1.40	Vulzand
3	1.40	3.80	Fijn zand scherp zand en grind
4	3.80	5.90	Fijn zand scherp zand fijn grind
5	5.90	6.80	Fijn zand scherp zand fijn grind licht van kleur
6	6.80	8.40	Fijn zand scherp zand fijn grind
7	8.40	9.70	Fijn zand (grijs) (hout)
8	9.70	10.20	Fijn zand weinig grind
9	10.20	12.10	Klei
10	12.10	13.60	Fijn zand (grijs)
11	13.60	15.10	Fijn zand grind grijs scherp zand dikke stenen
12	15.10	16.00	Klei hout turf
13			Grondwater 2.30m.
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			



TT  
 JvdP  
 LH (fax)  
 Lade kamps  
 order boringen  
 at:tv

# Kamps Grondboringen te Ottersum

## Boorstaat

In opdracht van : Teunesen zand en grind

Locatie: Grubbenvorst

Boring no.: GR-O

Datum : 21-10-2004

	VAN	TOT	Benaming der grondmonsters
1	0.00	0.40	Teelaarde
2	0.40	1.30	Vulzand
3	1.30	1.90	Zand klei en grind
4	1.90	3.90	Fijn zand scherp zand en grind
5	3.90	6.40	Fijn zand scherp zand weinig grind (hout)
6	6.40	9.70	Fijn zand fijn grind scherp zand (hout)
7	9.70	11.20	Fijn zand scherp zand en weinig grind
8	11.20	13.10	Fijn zand scherp zand en weinig grind
9	13.10	14.80	Fijn zand scherp zand (grijs) (hout)
10	14.80	15.90	Klei
11	15.90	20.00	Zeer fijn zand (grijs) (hout)
12	20.00	?	Zeer fijn zand (grijs)
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

# Kamps Grondboringen te Ottersum

Goorseweg 5  
 6595 Am Ottersum  
 Tel: 0485-511312  
 Fax: 0485-517486

TT  
 JvdP  
 LH (fax)  
 oiderher seci.  
 boringen G'voist.

## Boorstaat

In opdracht van: DCM  
 Locatie: Grubbenhvorst  
 Boring nummer: GR-P  
 Datum: 05-11-2004

	VAN	TOT	Benaming der grondmonsters
1	0.00	0.40	Teelaarde
2	0.40	1.90	Zand met klei
3	1.90	2.40	Fijn zand
4	2.40	5.10	Fijn zand - scherp zand met grind
5	5.10	8.10	Fijn zand - scherp zand - fijn grind
6	8.10	11.90	Fijn zand - scherp zand - weinig fijn grind - hout
7	11.90	13.70	Klei
8	13.70	14.60	Fijn zand, grijs
9	14.60	16.10	Fijn zand - scherp zand - grof grind
10	16.10	16.60	Fijn zand - scherp zand - grof grind
11	16.60	19.20	Klei
12	19.20	21.50	Fijn zand met hout
13	21.50		?
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			



TT  
 JvdP  
 LH. (fax)  
 lade kamps  
 ordner ath

# Kamps Grondboringen te Ottersum

## Boorstaat

In opdracht van : Teunesen zand en grind

Locatie : Grubbenvorst

Boring no : GR.- Q

Datum : 20-10-2004

	VAN	TOT	Benaming der grondmonsters
1	0.00	0.40	Teelaarde
2	0.40	1.30	Vulzand leemhoudend
3	1.30	2.90	Fijn zand scherp zand en fijn grind
4	2.90	3.70	Fijn zand scherp zand
5	3.70	5.10	Fijn zand scherp zand en grind (rood)
6	5.10	7.20	Fijn zand scherp zand en fijn grind
7	7.20	9.00	Fijn zand scherp zand en zeer weinig grind
8	9.00	10.80	Fijn zand
9	10.80	13.60	Fijn zand (grijs)
10	13.60	15.80	Fijn zand grind dun laagje klei
11	15.80	16.10	Fijn zand scherp zand en grind
12	16.10	17.80	Fijn zand scherp zand grof grind
13	17.80	19.10	Fijn zand scherp zand veel grind
14	19.10	19.40	Klei
15	19.40	23.00	Fijn zand en hout
16	23.00	?	Fijn zand en hout
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			

TT  
 yvelp.  
 LH (fax).  
 lade kamps  
 ordner boringen  
 atv.

# Kamps Grondboringen te Ottersum

Goorseweg 5  
 6595 Am Ottersum  
 Tel: 0485-511312  
 Fax: 0485-517486

## Boorstaat

In opdracht van: Teunesen zand en grind

Locatie: Grubbenvorst

Boring nummer: GR-R

Datum: 22-10-2004

	VAN	TOT	Benaming der grondmonsters
1	0.00	0.40	Teelaarde
2	0.40	5.10	Vulzand
3	5.10	6.50	Fijn zand scherp zand en grind
4	6.50	8.10	Fijn zand scherp zand weinig grind
5	8.10	10.30	Fijn zand scherp zand en grind
6	10.30	11.60	Fijn zand weinig scherp zand
7	11.60	13.70	Fijn zand ( hout)
8	13.70	14.90	Fijn zand scherp zand weinig grind
9	14.90	16.90	Fijn zand scherp zand en fijn grind
10	16.90	18.70	Fijn zand scherp zand (hout)
11	18.70	19.60	Fijn zand scherp zand grind dikke stenen
12	19.60	19.80	Klei
13	19.80	21.20	Fijn zand (hout)
14	21.20	26.00	Fijn zand donker (hout)
15	26.00	?	Fijn zand donker
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

# Kamps Grondboringen te Ottersum

Goorseweg 5  
6595 Am Ottersum  
Tel: 0485-511312  
Fax: 0485-517486

TT  
Jvab  
ZH (fax)  
boringen g'voorst  
otdner seet.

## Boorstaat

In opdracht van: DCM  
Locatie: Grubbenvorst  
Boring nummer: GR-S  
Datum: 04-11-2004

	VAN	TOT	Benaming der grondmonsters
1	0.00	0.40	Teelaarde
2	0.40	2.10	Klei
3	2.10	5.60	Klei met zand, blauw / grijs
4	5.60	7.20	Fijn zand - hout
5	7.20	8.80	Klei - hout
6	8.80	11.50	Fijn zand - donker hout - turf
7	11.50	13.10	Fijn zand
8	13.10	17.80	Klei
9	17.80	20.00	Fijn zand - hout
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			



# Kamps Grondboringen te Ottersum

Goorseweg 5  
6595 Am Ottersum  
Tel: 0485-511312  
Fax: 0485-517486

TT  
JvdP  
LH. (fax)  
Ordnr b. gr vorst  
Ordnr b. ach  
Ordnr TT.

## Boorstaat

In opdracht van: D.C.M.  
Locatie: Grubbenvorst  
Boring nummer: GR-T  
Datum: 27-10-2004

	VAN	TOT	Benaming der grondmonsters
1	0.00	0.40	Teelaarde
2	0.40	1.60	Klei
3	1.60	3.40	Klei (blauw)
4	3.40	7.10	Zand met klei
5	7.10	7.80	Zeer fijn zand
6	7.80	8.60	Fijn zand scherp zand grind donker hout dikke stenen
7	8.60	10.20	Fijn zand donker
8	10.20	12.70	Klei met zeer fijn zand hout donker
9	12.70	13.30	Klei en hout
10	13.30	15.80	Klei
11	15.80	19.50	Fijn zand grijs hout
12	19.50	?	Fijn zand grijs hout
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			



# Kamps Grondboringen te Ottersum

Goorsweg 5  
6595 Am Ottersum  
Tel: 0485-511312  
Fax: 0485-517486

## Boorstaat

In opdracht van: D.C.M.  
Locatie: Grubbenvorst  
Boring nummer: GR- U  
Datum: 1-11-2004

	VAN	TOT	Benaming der grondmonsters
1	0.00	0.40	Teelaarde
2	0.40	0.70	Zand met klei
3	0.70	1.90	Klei
4	1.90	3.60	Zand
5	3.60	4.40	Fijn zand scherp zand en grind (rood)
6	4.40	6.70	Fijn zand scherp zand fijn grind
7	6.70	8.10	Fijn zand
8	8.10	8.60	Fijn zand weinig scherp zand weinig grind hout
9	8.60	9.30	Fijn zand weinig scherp zand weinig grind (grijs)
10	9.30	12.10	Klei
11	12.10	13.40	Fijn zand (hout)
12	13.40	13.70	Fijn zand scherp zand en grind (grijs)
13	13.70	14.30	Fijn zand scherp zand en grof grind (hout)
14	14.30	16.20	Klei
15	16.20	18.00	Fijn zand
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

TT  
JvdP.  
LH (fex)  
oidher kamps  
seet.  
boringen G' vorst  
oidher TT

# Kamps Grondboringen te Ottersum

Goorseweg 5  
6595 Am Ottersum  
Tel: 0485-511312  
Fax: 0485-517486

Tt  
JrdP  
LH (fax)  
boringen  
g'vors  
Onderaan

## Boorstaat

In opdracht van: DCM  
Locatie: Grubbenvorst  
Boring nummer: GR-V  
Datum: 04-11-2004

	VAN	TOT	Benaming der grondmonsters
1	0.00	0.30	Teelaarde
2	0.30	2.30	Vulzand
3	2.30	3.70	Zand met leem
4	3.70	4.60	Fijn zand
5	4.60	5.90	Fijn zand – scherp zand – weinig grind
6	5.90	8.10	Fijn zand – scherp zand – fijn grind
7	8.10	10.10	Fijn zand – scherp zand – weinig grind, rood
8	10.10	10.40	Fijn zand – scherp zand, licht van kleur – hout
9	10.40	11.90	Fijn zand – scherp zand – hout, grijs
10	11.90	13.20	Klei
11	13.20	14.90	Fijn zand, donker
12	14.90	16.90	Fijn zand met grind – hout
13	16.90	17.70	Fijn zand met grind – scherp zand – hout
14	17.70	18.10	Fijn zand – scherp zand – weinig grind – hout
15	18.10	18.40	Fijn zand - hout
16	18.40	21.10	Klei – hout
17	21.10	23.00	Fijn zand, grijs – hout
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			

18 MEI 2005

# Kamps Grondboringen te Ottersum

Goorseweg 5  
6595 Am Ottersum  
Tel: 0485-511312  
Fax: 0485-517486

kopie	
TT	JudP
ZH	order boringen
order kamps	

## Boorstaat

In opdracht van: D.C.M.  
Locatie: Grubbenvorst  
Boring nummer: GR-W  
Datum: 12-05-2005

	VAN	TOT	Benaming der grondmonsters
1	0.00	0.30	Teelaarde
2	0.30	0.60	Klei
3	0.60	1.40	Klei met zand
4	1.40	2.10	Fijn zand scherp zand en grind
5	2.10	4.70	Fijn zand scherp zand en grind rood
6	4.70	5.50	Veel fijn grind scherp zand
7	5.50	6.90	Scherp zand fijn zand weinig grind
8	6.90	9.80	Fijn zand hout grijs
9	9.80	11.20	Fijn zand weinig scherp zand weinig grind hout
10	11.20	11.70	Scherp fijn zand weinig grind dikke stenen
11	11.70	12.10	Fijn zand scherp zand veel grind licht van kleur hout
12	12.10	12.70	Klei
13			Gestopt i.v.m. venlo klei
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			



18 MEI 2005

11  
JvdP  
LH  
order boringen  
order kamps.

# Kamps Grondboringen te Ottersum

Goorseweg 5  
6595 Am Ottersum  
Tel: 0485-511312  
Fax: 0485-517486

## Boorstaat

In opdracht van: D.C.M.  
Locatie: Grubbenvorst  
Boring nummer: GR-X  
Datum: 12-05-2005

	VAN	TOT	Benaming der grondmonsters
1	0.00	0.30	Teelaarde
2	0.30	1.40	Klei met zand
3	1.40	2.10	Klei grijs
4	2.10	2.70	Klei met zand grijs
5	2.70	5.90	Fijn zand scherp zand weinig grind
6	5.90	7.70	Scherp zand met fijn grind
7	7.70	8.50	Fijn zand met hout
8	8.50	8.80	Klei
9	8.80	11.20	Fijn zand grijs hout
10	11.20	13.40	Fijn zand scherp zand weinig grind grijs
11	13.40	14.60	Fijn zand scherp zand grind dikke stenen
12	14.60	15.40	Klei en hout
			Gestopt i.v.m. laag venlo klei

# Kamps Grondboringen te Ottersum

Goorseweg 5  
6595 Am Ottersum  
Tel: 0485-511312  
Fax: 0485-517486

JvdP

TT

TR

LH

Ordnr Kamps

Ordnr boringen

## Boorstaat

In opdracht van: D.C.M. t.a.v. J v/d Pas  
Locatie: Grubbenvorst  
Boring nummer: GR - 4  
Datum: 14-08-2006

	VAN	TOT	Benaming der grondmonsters
1	0.00	0.60	Teelaarde
2	0.60	1.90	Zand met leem
3	1.90	3.10	Vulzand
4	3.10	3.80	Vulzand
5	3.80	5.20	Fijn zand
6	5.20	7.70	Fijn zand scherp zand en grind
7	7.70	9.60	Fijn zand scherp zand en fijn grind
8	9.60	11.10	Fijn zand scherp zand weinig grind
9	11.10	14.20	Fijn zand scherp zand zeer weinig grind grijs hout
10	14.20	14.40	Klei
11	14.40	15.70	Fijn zand scherp zand weinig grind grijs veel hout
12	15.70	16.60	Fijn zand scherp zand en grind lichte kleur
13	16.60	17.00	Klei
14			
15			Grondwater 3.90m.
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			



# Kamps Grondboringen te Ottersum

Goorseweg 5  
6595 Am Ottersum  
Tel: 0485-511312  
Fax: 0485-517486

JvdP

TT

TR

LH.

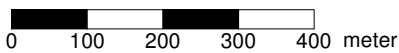
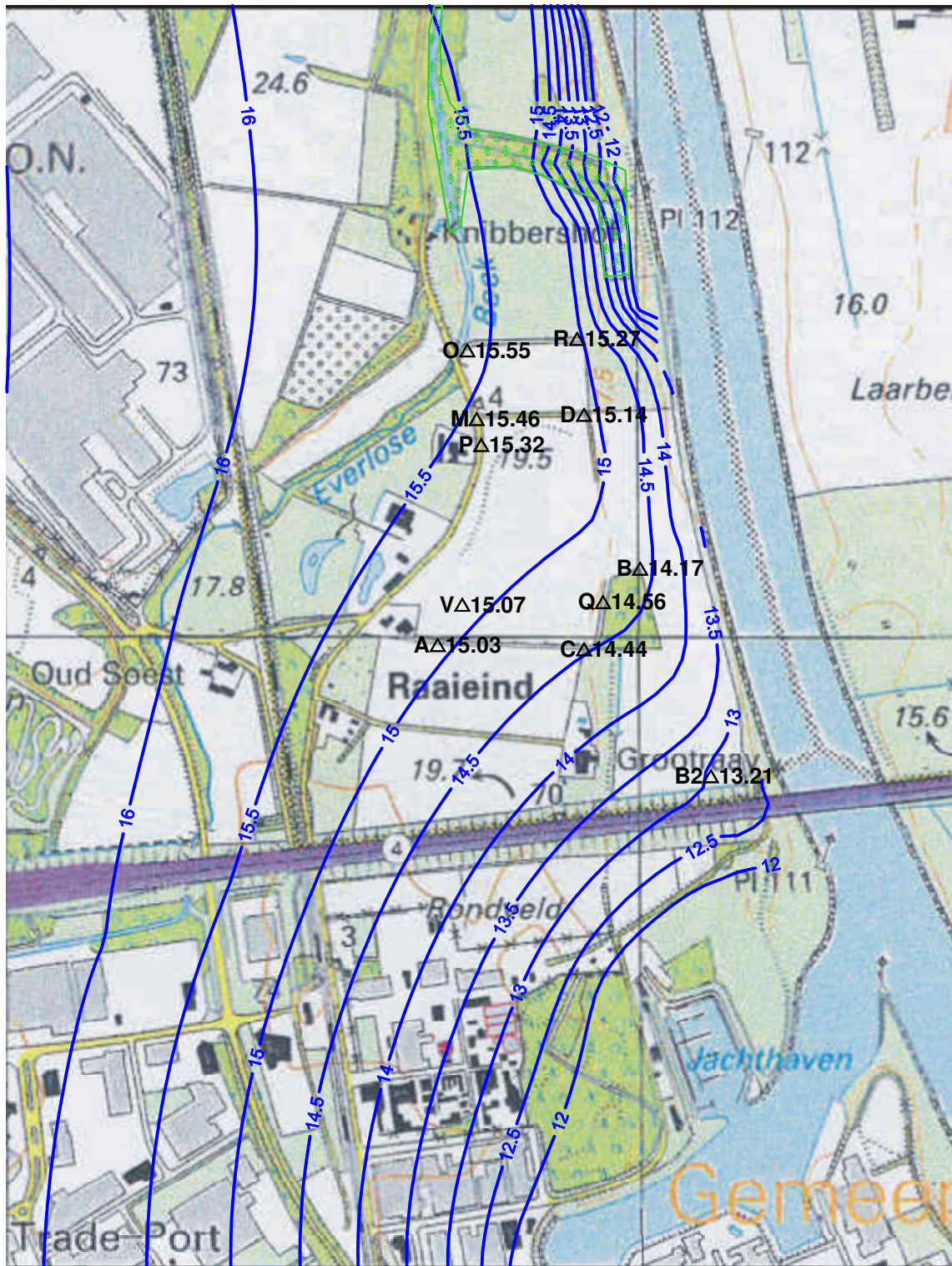
ordher kamps  
ordher boringen

## Boorstaat

In opdracht van: D.C.M. t.a.v. J v/d Pas  
Locatie: Grubbenvorsrt  
Boring nummer: GR - Z  
Datum: 14-08-2006

	VAN	TOT	Benaming der grondmonsters
1	0.00	0.50	Teelaarde
2	0.50	1.80	Zand met leem
3	1.80	3.10	Vulzand
4	3.10	3.70	Vulzand
5	3.70	5.30	Fijn zand scherp zand grind rood
6	5.30	7.20	Fijn zand scherp zand grind lichte kleur en hout
7	7.20	9.00	Fijn zand scherp zand grind
8	9.00	10.70	Fijn zand scherp zand weinig grind hout
9	10.70	11.90	Fijn zand scherp zand weinig grind
10	11.90	14.80	Fijn zand scherp zand grijs hout
11	14.80	15.90	Fijn zand grijs hout
12	15.90	16.70	Fijn zand scherp zand grind hout
13	16.70	17.90	Fijn zand scherp zand grind
14	17.90	18.50	Klei
15			
16			Grondwater 4.10m.
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			





0	12/03/07		CO
NR	DATUM	WIJZIGINGEN	GET.

**A Δ 15.03** Peilbuis met referentie peil in m NAP \*

\* Voor alle peilbuizen behalve B2 wordt als referentie genomen de gemiddelde grondwaterpeil bij Maas peilen lager dan 10.90 mNAP in 2005 en 2006. Voor peilbuis B2 wordt als referentie peil genomen de gemiddelde grondwater peil gehouden bij Maas peilen lager dan 10.90m NAP in 2001.

CVI Haven Raaieind

TEKENAAR C. Obergfell 1:10000  
PROJECTLEIDER Jan van Roestel A4

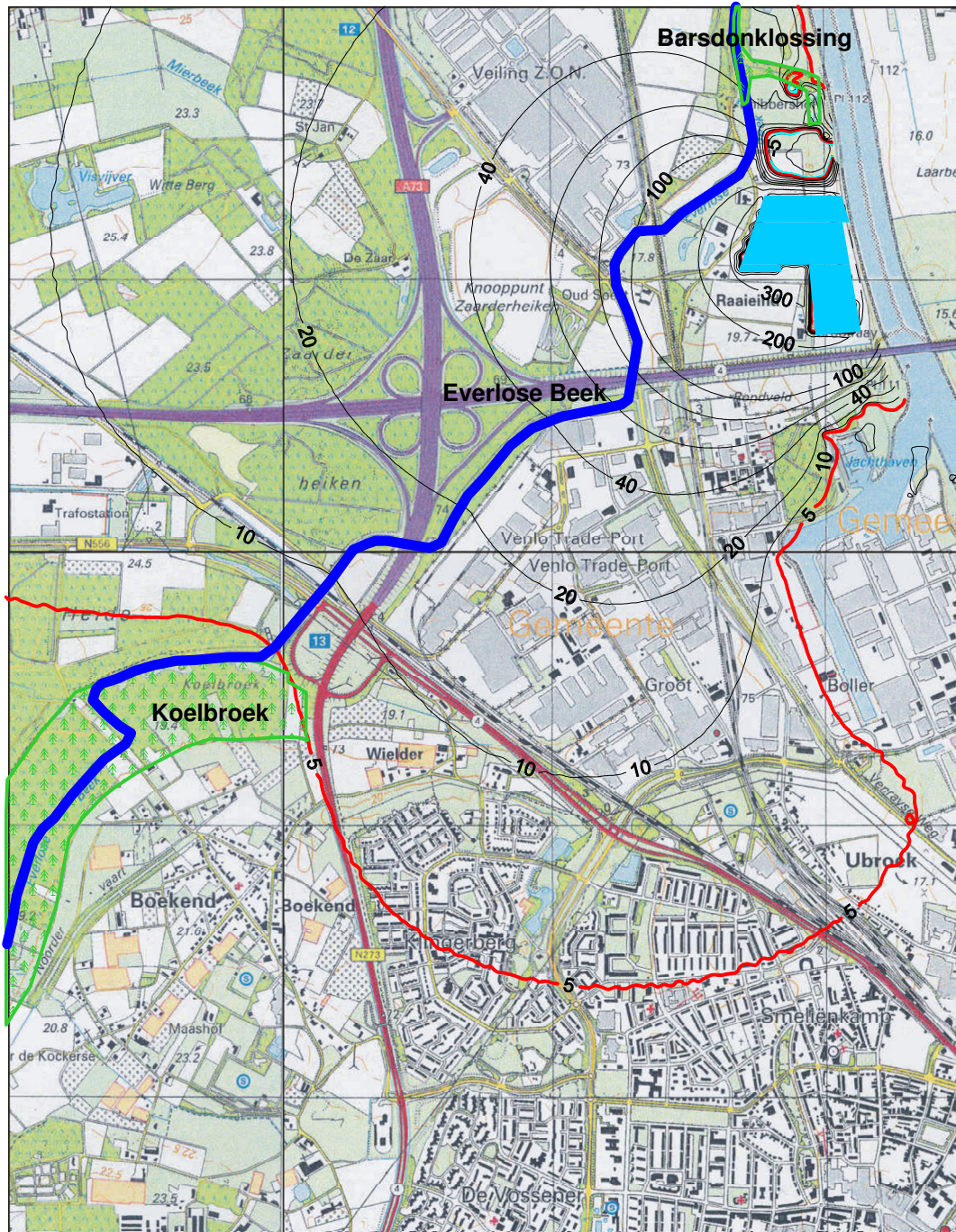
Hydrologisch onderzoek naar de aanleg van een haven, locatie Raaieind

Berekende huidige grondwaterstand in m NAP

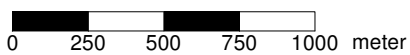
TEKENINGNUMMER 145591-I-1 WIJZ.NR 0







- 5 verlaging stijghoogten in cm
- -5 verhoging stijghoogten in cm



0	12/03/07		CO
NR	DATUM	WIJZIGINGEN	GET.

**CVI Haven Raaiend**

TEKENAAR: C. Obergfell  
 PROJECTLEIDER: Jan van Roestel  
 SCHAALE: 1:25000  
 FORMAAT: A4

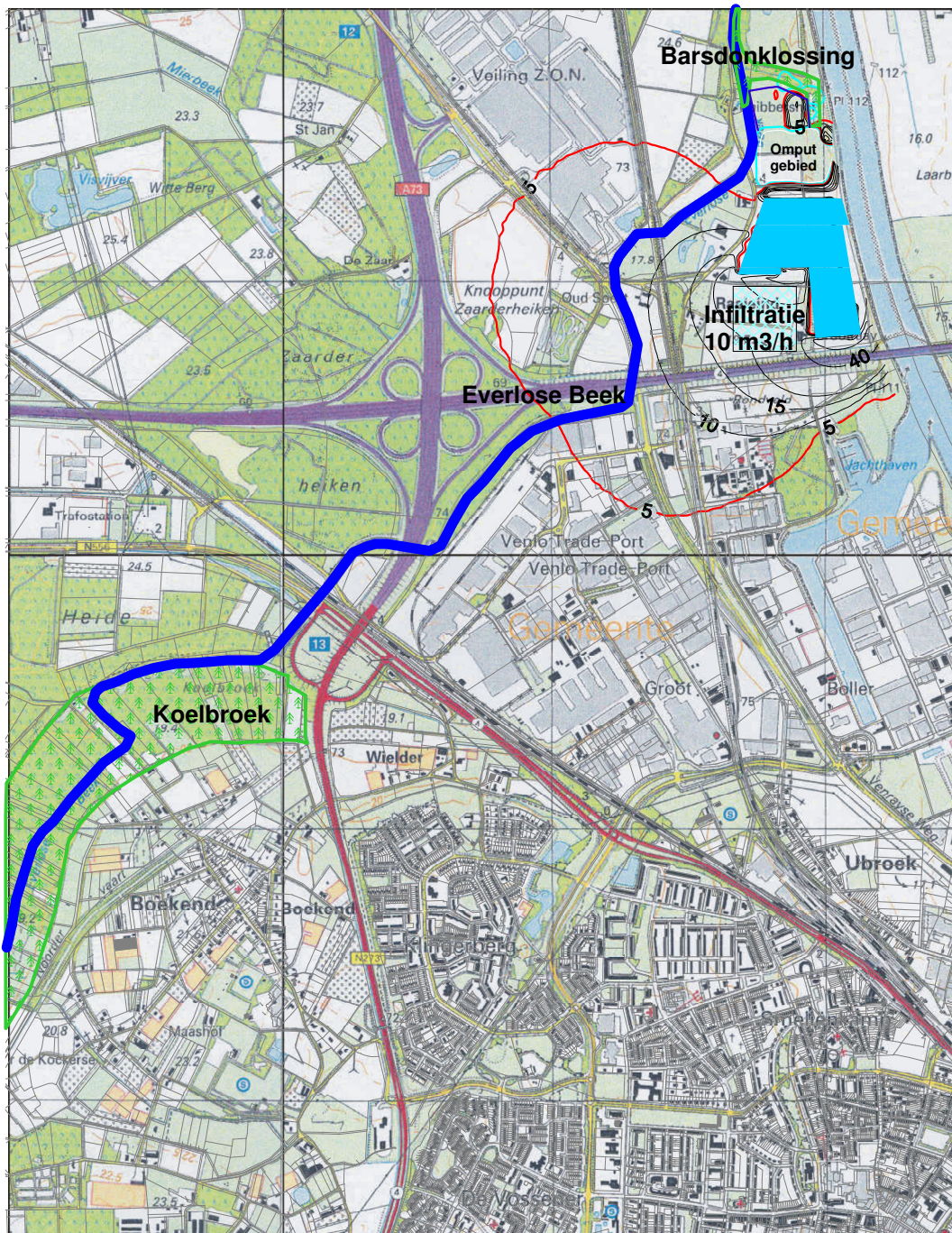
Hydrologisch onderzoek naar de aanleg van een haven, locatie Raaiend

Berekende stijghoogtenwijzigingen in cm zonder mitigerende maatregelen en zonder talud weerstand

TEKENINGNUMMER: 145591 - O-1  
 WIJZ.NR: 0







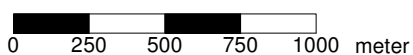
**Legenda**

**Infiltratie 10 m<sup>3</sup>/h** water infiltratie verspreid op het werkkerrein

Aanleg sloot ten noorden van omput gebied

5 verlaging stijghoogten in cm

-5 verhoging stijghoogten in cm



0	12/03/07		CO
NR	DATUM	WIJZIGINGEN	GET.

CVI Haven Raaieland

TEKENAAR C. Obergfell  
PROJECTLEIDER Jan van Roestel  
SCHAAL 1:25000  
FORMAAT A4

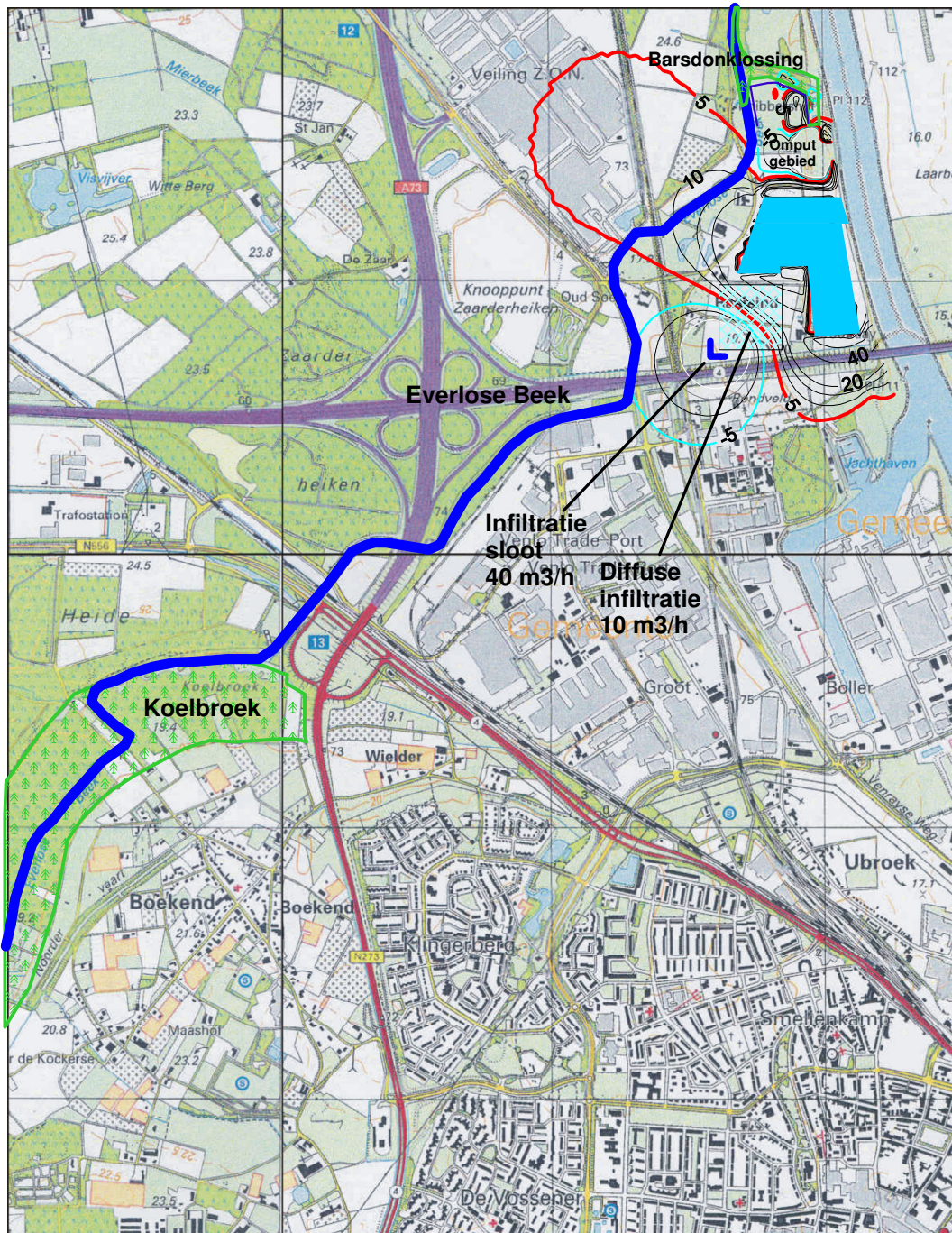
Hydrologisch onderzoek naar de aanleg van een haven, locatie Raaieland

Berekende stijghoogtenwijzigingen in cm met mitigerende maatregelen en talud weerstand 100d

TEKENINGNUMMER 145591- M-1  
WIJZ.NR 0







**Legenda**



water infiltratie  
verspreidt op  
het werkterrein



Aanleg sloot ten  
noorden van omput  
gebied



Infiltratie sloot  
ten zuidwesten  
van Raaieland

— 5 verlaging stijghoogten in cm

— -5 verhoging stijghoogten in cm



0	12/03/07		CO
NR	DATUM	WIJZIGINGEN	GET.

CVI Haven Raaieland

TEKENAAR  
C. Obergfell 1:25000  
PROJECTLEIDER  
Jan van Roestel A4

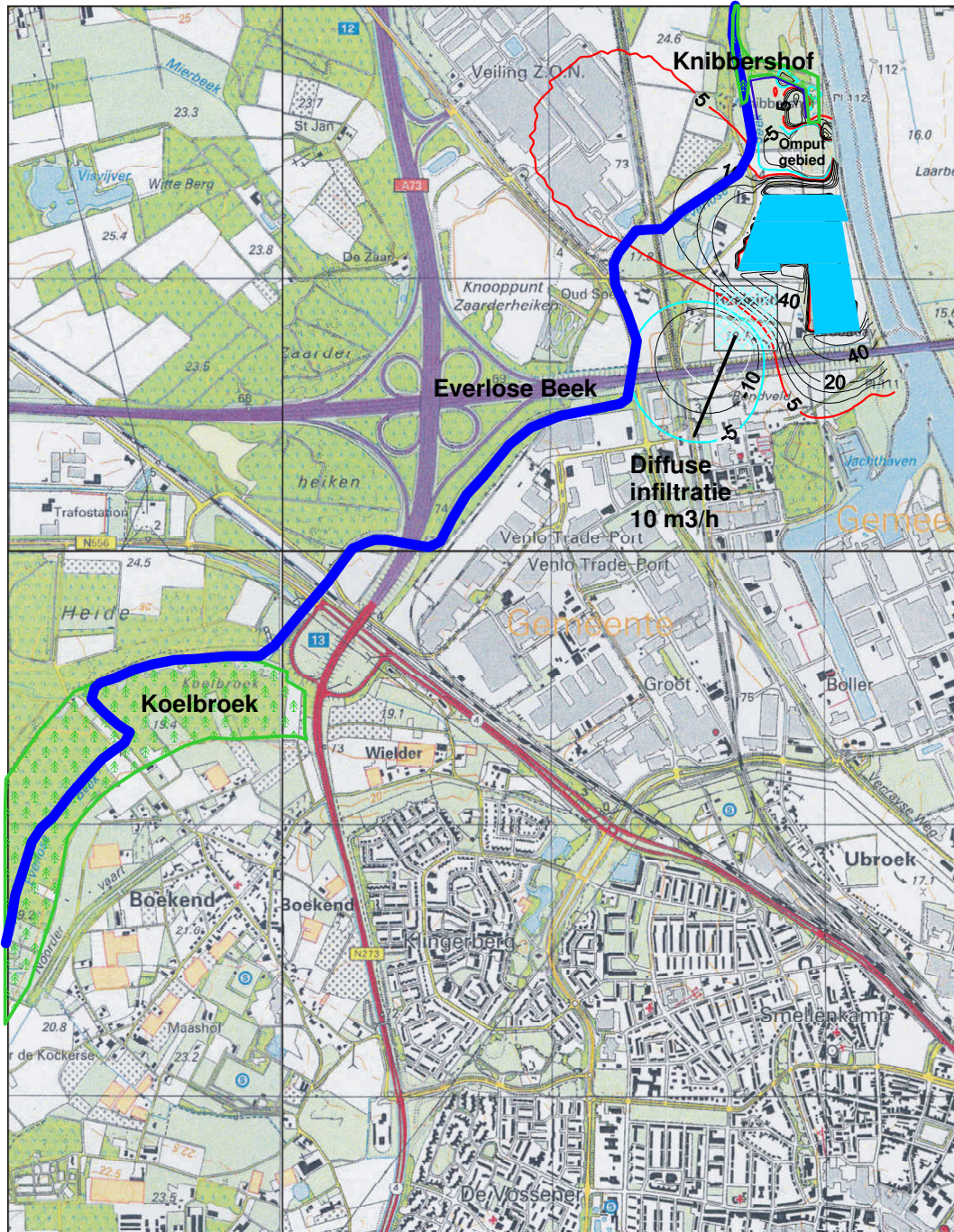
Hydrologisch onderzoek naar de aanleg  
van een haven, locatie Raaieland

Berekende stijghoogtenwijzigingen  
in cm met mitigerende maatregelen, Venlo  
klei weerstand 500d en talud weerstand 50d

TEKENINGNUMMER  
145591-M-2 0







**Legenda**



water infiltratie  
verspreid op  
het werkterrein



Aanleg sloot ten  
noorden van omput  
gebied

— 5 verlaging stijghoogten in cm

— -5 verhoging stijghoogten in cm



0	12/03/07		CO
NR	DATUM	WIJZIGINGEN	GET.

CVI Haven Raaieland

TEKENAAR  
C. Obergfell 1:25000  
PROJECTLEIDER  
Jan van Roestel A4

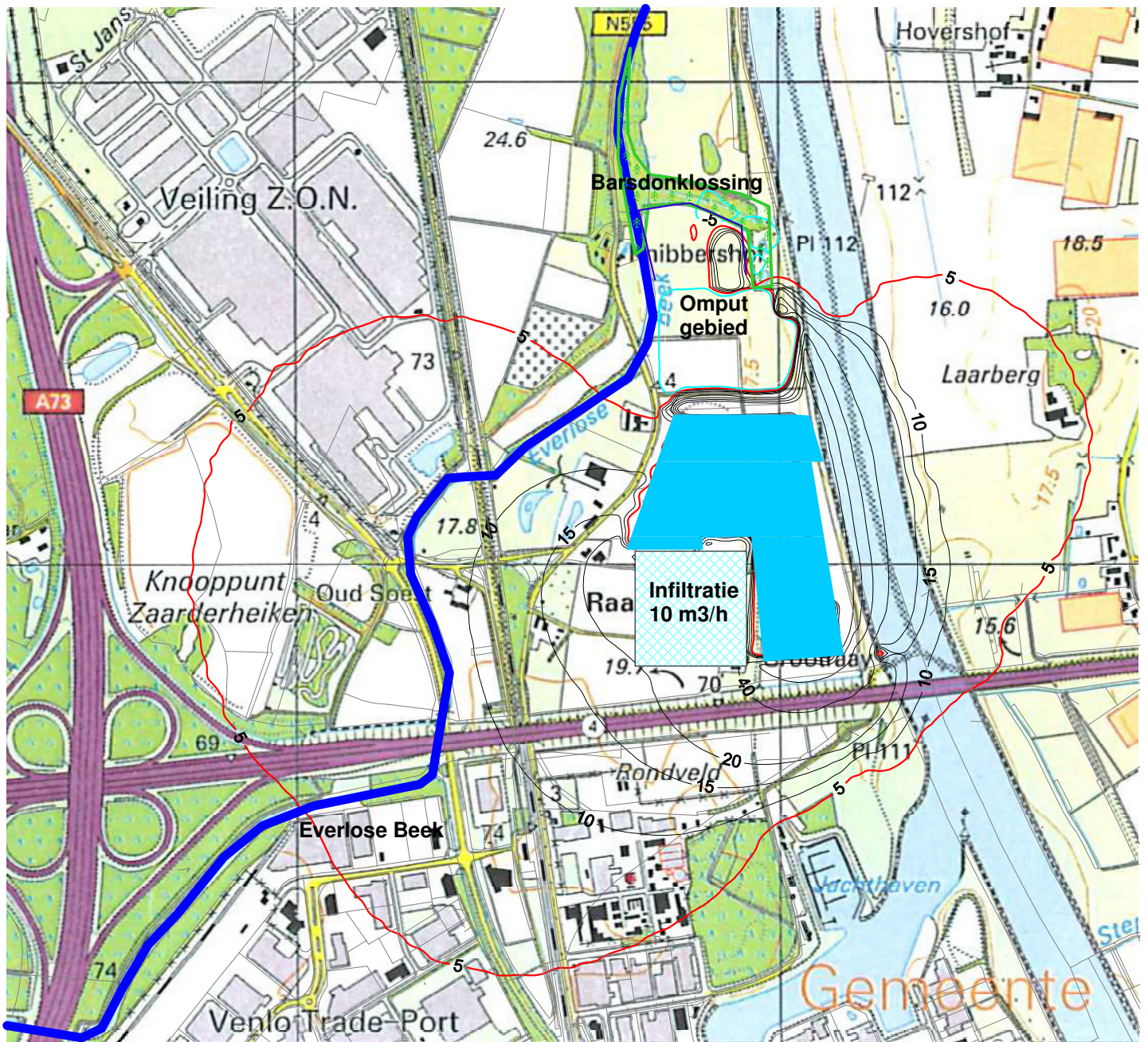
Hydrologisch onderzoek naar de aanleg  
van een haven, locatie Raaieland

Berekende stijghoogtenwijzigingen  
in cm met mitigerende maatregelen, Venlo  
klei weerstand 1000d en talud weerstand 200d

TEKENINGNUMMER  
145591- M-3  
WIJZ.NR  
0









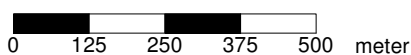
**Legenda**

**Infiltratie 10 m<sup>3</sup>/h** water infiltratie verspreid op het werkkerrein

 Aanleg sloot ten noorden van omput gebied

 5 verlaging stijghoogten in cm

 -5 verhoging stijghoogten in cm



0	16/07/07		CO
NR	DATUM	WIJZIGINGEN	GET.

CVI Haven Raaiend

TEKENAAR C. Obergfell  
PROJECTLEIDER Jan van Roestel  
SCHAAL 1:12500  
FORMAAT A4

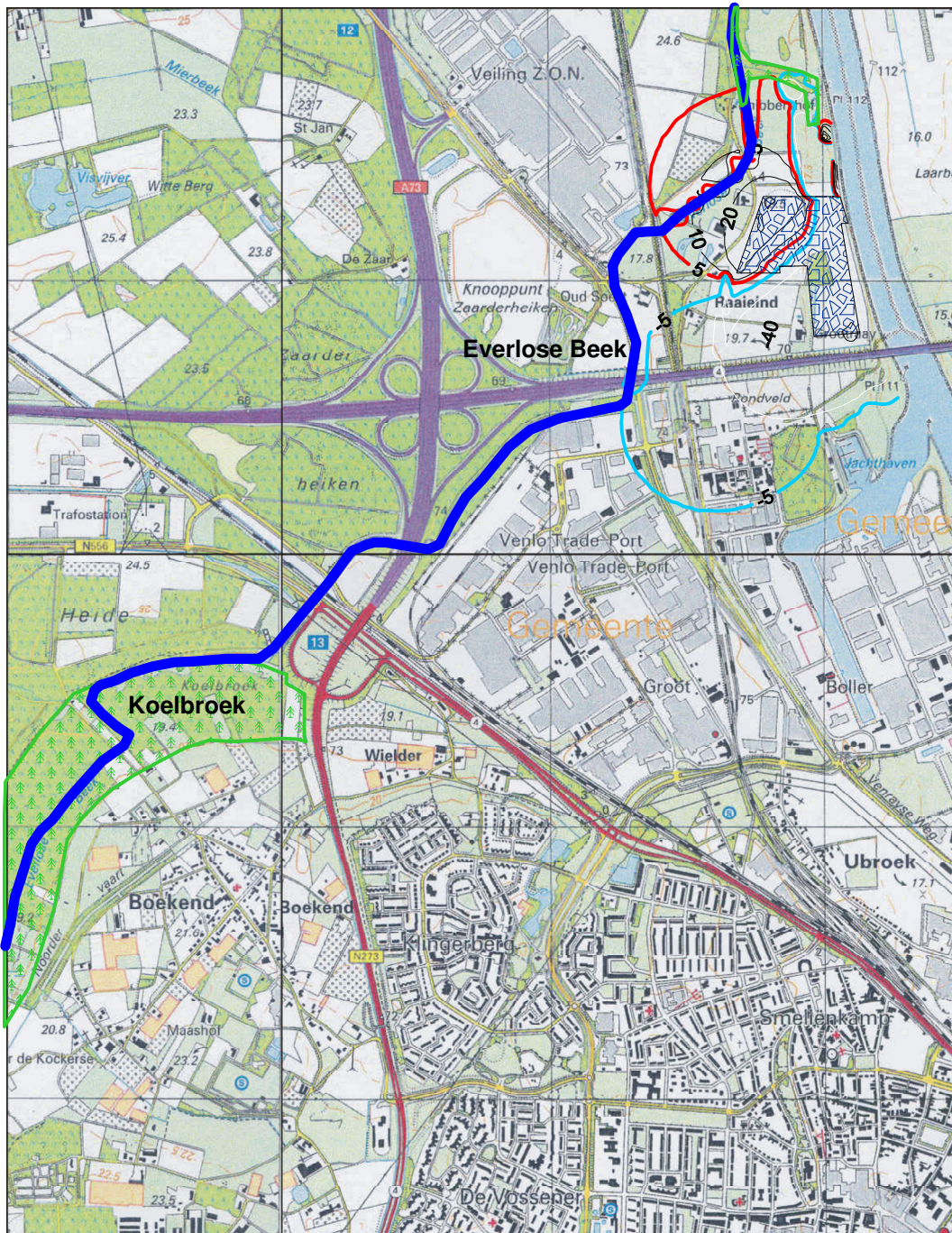
Hydrologisch onderzoek naar de aanleg van een haven, locatie Raaiend

Berekende stijghoogtenwijzigingen in cm met mitigerende maatregelen en talud weerstand 100d oostkant v.d. Maas

TEKENINGNUMMER 145591-M-4  
WIJZ.NR 0







- 5 verlaging stijghoogten in cm
- -5 verhoging stijghoogten in cm



0	12/03/07		CO
NR	DATUM	WIJZIGINGEN	GET.

### CVI Haven Raaielind

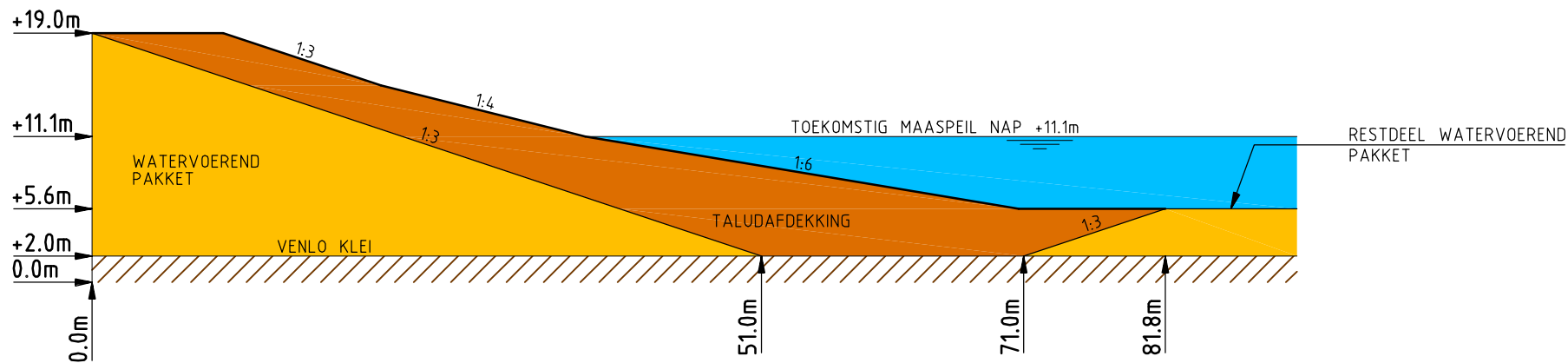
TEKENAAR: C. Obergfell  
 PROJECTLEIDER: Jan van Roestel  
 SCHAALEN: 1:25000  
 FORMAAT: A4

Hydrologisch onderzoek naar de aanleg van een haven, locatie Raaielind

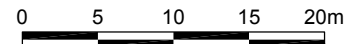
Berekende maximum stijghoogtenwijzigingen in cm tijdens ontgroning werkzaamheden met mitigerende maatregelen

TEKENINGNUMMER: 145591- T-1  
 WIJZ.NR: 0





**DWARSPROFIEL TALUDAFDEKKING VAN DE HAVEN**  
SCHAAL 1:500



D0	13-03-2007	CONCEPT		CVL
NR	DATUM		WIJZIGING	GET.

**CVI HAVEN RAAIEIND**

TEKENAAR  
C. van Loon  
SCHAAL  
1:500  
PROJECTLEIDER  
J. van Roestel  
FORMAAT  
A4

HYDROLOGISCH ONDERZOEK NAAR DE AANLEG  
VAN EEN HAVEN, LOCATIE RAAIEIND

**BLAD IN BLADEN**  
1 in 1

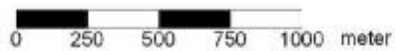
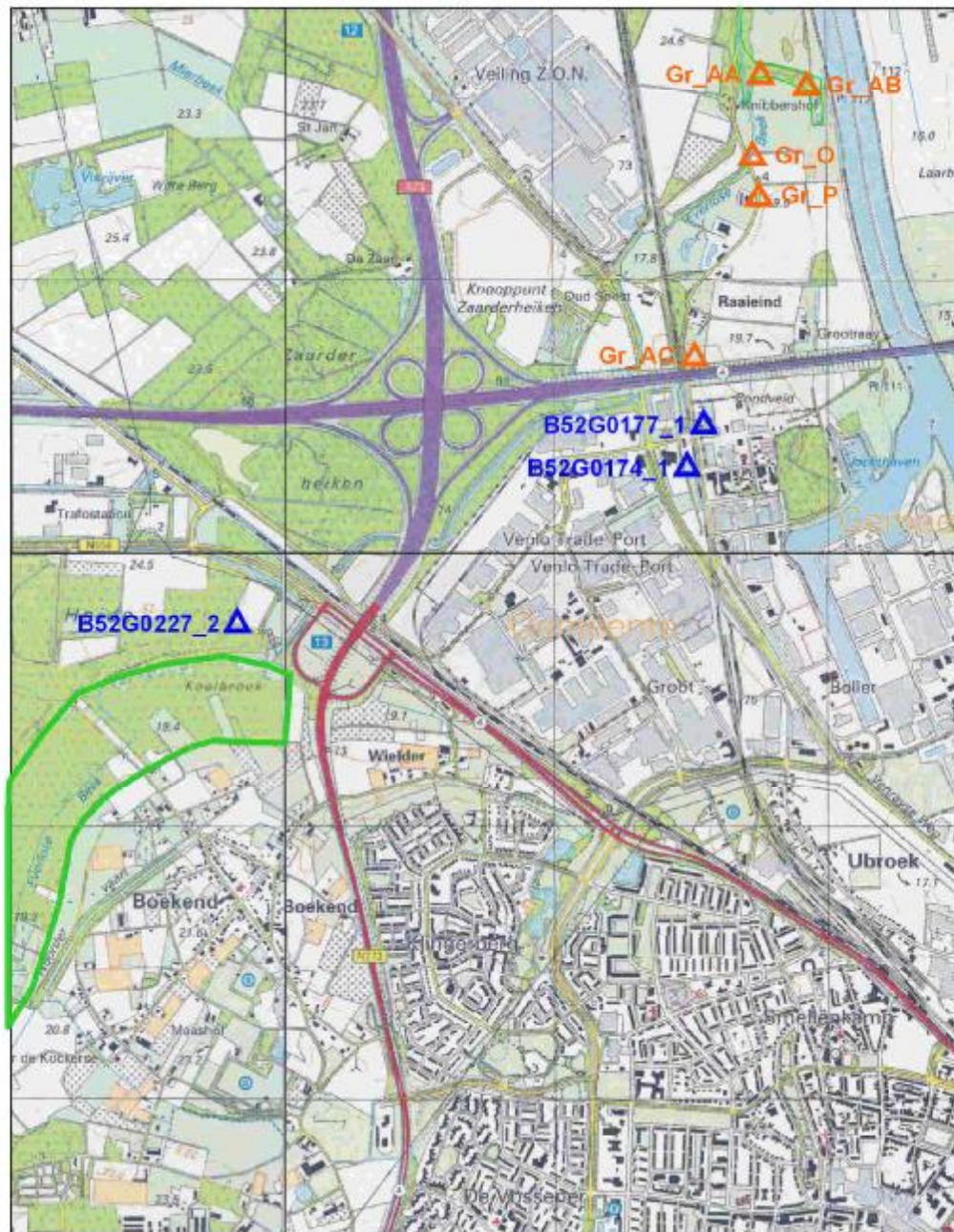
DWARSPROFIEL TALUDAFDEKKING VAN  
DE HAVEN

TEKENINGNUMMER  
145591-DP-1 D0  
WIJZ.NR

DEFINITIEF







Gr\_AA ▲

Bestaande peilbuis opdrachtgever

B52G0227\_2 ▲

Peilbuis TNO-NITG

0	13/03/09		CO
NR	DATUM	WIJZIGINGEN	GET

CVI Haven Raaieland

TEKENAAR: C.Obergfell  
SCHAAL: 1:25000  
PROJECTLEIDER: Jan van Roestel  
FORMAAT: A4

Hydrologisch onderzoek naar de aanleg van een haven, locatie Raaieland

Bestaande en geplande peilbuizen monitoring systeem

TEKENINGNUMMER: 145591-MON-1  
WIJZNR: 0



## Oranjewoud: buiten gewoon!

### Missie

Oranjewoud wil toonaangevend partnerzijn bij het ontwikkelen en toepassen van duurzame en integrale oplossingen voor alle facetten van onze leefomgeving, waarin we wonen, werken, recreëren en reizen.

### Profiel

Oranjewoud heeft ambities als het gaat om de vormgeving van de wereld om ons heen. Als toonaangevend advies- en ingenieursbureau streven wij ernaar knelpunten daadwerkelijk op te lossen, ware leefbaarheid te scheppen, de toekomst veilig te stellen, alle kansen te benutten, vorm te geven aan perspectieven en grensverleggend bezig te zijn. Door creatief en constructief in te spelen op mogelijkheden en rekening te houden met maatschappelijke belangen, financiële speelruimte, technologische ontwikkelingen en het milieu. Kortom: wij bieden visie met een duidelijk oog voor realiteit.

### Partnership

Innovatieve voorstellen en creatieve oplossingen voor complexe vraagstukken vormen de kern van ons handelen. Interactie is daarbij het sleutelwoord. Door het multidisciplinaire karakter van veel projecten, zijn wij gewend om over de grenzen van het eigen vakgebied heen te kijken. Voorop staat het combineren van onze eigen kennis en kunde met de behoeften en mogelijkheden van onze opdrachtgevers. Uitwisseling van inzichten en ervaringen leidt tot innovatie; partnership is altijd het uitgangspunt.

### Flexibel

Ruimtelijkheid in denken en doen biedt voor alle partijen perspectieven bij het creëren van een duurzame leefomgeving. Wij verzorgen het hele traject van planontwikkeling, advies, ontwerp en directievoering tot realisatie, beheer en exploitatie. De wens van de opdrachtgever bepaalt of wij het hele traject of delen ervan op ons nemen. De combinatie van advies- en ingenieurswerk én betrokkenheid bij de daadwerkelijke realisatie staat garant voor haalbare plannen en een hoogwaardige uitvoering. Een vertrouwd gevoel voor onze opdrachtgevers.

### Dynamisch

Elke opdracht die we uitvoeren is uniek en verdient een specifieke aanpak. Dit vraagt een dynamische instelling, die zich vertaalt naar het inspelen op veranderingen in de markt en het oppakken van ontwikkelingen binnen onze vakgebieden. Met vestigingen verspreid over heel Nederland combineren we inzicht in landelijke ontwikkelingen met een diepgaande kennis van lokale omstandigheden. Een waardevolle voedingsbodem voor ons bedrijf, dat in alle opzichten grensverleggend bezig wil zijn. Doordat Oranjewoud in letterlijke zin dicht bij de opdrachtgevers staat, komen bovendien openheid en toegankelijkheid volop tot hun recht.

### Eigentijds

Onze organisatie en werkwijze bieden alle ruimte en perspectief aan zowel de belangen van onze klanten als die van onze medewerkers. Marktgerichte business units geven richting aan de contacten met de klanten en zorgen, samen met de kennisdragers in onze organisatie, voor het correct en adequaat oplossen van vraagstukken en problemen. Mensgerichte managers en ambitieuze medewerkers werken voortdurend aan het verder uitbouwen van onze expertise en ieders persoonlijke ontwikkelingsperspectief.

### Onafhankelijk en deskundig

We zien het als onze verantwoordelijkheid de samenleving en onze opdrachtgevers kwalitatief hoogwaardige en duurzame oplossingen te bieden op een manier die maatschappelijk en economisch verantwoord is. Oranjewoud wil een betrouwbaar lid zijn van de samenleving: onafhankelijk en deskundig. Om dit te kunnen garanderen, is een bedrijfscode opgesteld waarin op individueel en collectief niveau heldere afspraken zijn geformuleerd.

## Oranjewoud Nederland

### Heerenveen

Tolhuisweg 57  
Postbus 24 8440 AA Heerenveen  
Telefoon (0513) 63 45 67  
Telefax (0513) 63 33 53

### Kantoor Assen

Blijdensteinstraat 4  
9403 AW Assen  
Telefoon (0592) 39 28 00  
Telefax (0592) 39 28 01

### Tevens kantoor in Schoonebeek

### Deventer

Zutphenseweg 31D  
Postbus 321 7400 AH Deventer  
Telefoon (0570) 67 94 44  
Telefax (0570) 63 72 27

### Almere

Monitorweg 29  
Postbus 10044 1301 AA AlmereStad  
Telefoon (036) 530 80 00  
Telefax (036) 533 81 89

### Capelle aan den IJssel

Rivium Westlaan 72  
2909 LD Capelle aan den IJssel  
Postbus 8590 3009 AN Rotterdam  
Telefoon (010) 235 17 45  
Telefax (010) 235 17 47

### Kantoor Goes

Albert Plesmanweg 4A  
Postbus 42 4460 AA Goes  
Telefoon (0113) 23 77 00  
Telefax (0113) 23 77 01

### Oosterhout

Beneluxweg 7  
Postbus 40 4900 AA Oosterhout  
Telefoon (0162) 48 70 00  
Telefax (0162) 45 11 41

### Kantoor Geleen

Mijnweg 3  
Postbus 17 6160 AA Geleen  
Telefoon (046) 478 92 22  
Telefax (046) 478 92 00

### HMVT B.V.

Maxwellstraat 31  
Postbus 174 6710 BD Ede  
Telefoon (0318) 62 46 24  
Telefax (0318) 62 49 13

[www.oranjewoud.nl](http://www.oranjewoud.nl)