Initiatiefplan Koningsven

Deelonderzoek hydrologie

projectnr. 0233524.00
revisie 01
05 augustus 2011

auteurs
ir. J.J.M. van Roestel
ir. H.E. Geertsema

Opdrachtgever

Teunesen zand en grint b.v.
Postbus 90
6590 AB GENNEP

datum vrijgave	beschrijving revisie 01	goedkeuring	vrijgave
05 augustus 2011		J. van Roestel	E. Matla

Inhoud blz.

1	Inleiding	2
1.1	Aanleiding en doel van het onderzoek	2
1.2	Ontwikkelingsmogelijkheden van het plangebied	2
1.3	Beoordelingsfactoren voor de ontwikkeling van het gebied	5
2	Gebiedsbeschrijving en historische ontwikkeling	6
2.1	Ontstaan van het gebied	6
2.2	Geohydrologische deelgebieden	6
2.3	Geohydrologische opbouw, bodem en grondwaterstanden	8
2.4	Het oppervlaktewatersysteem	12
2.5	Grondwateronttrekkingen	12
2.6	Historische ontwikkeling	13
2.6.1	Oorspronkelijke hydrologische situatie	13
2.7	Ontwatering en vegetatie	14
2.8	Waterkwaliteit	15
3	Modelopzet en ijking	17
3.1	Uitsnede grondwatermodel IBRAHYM	17
3.2	Methode aanvullende ijking en validatie grondwatermodel	18
3.3	Resultaten van de ijking en validatie	19
3.3.1	Inleiding	19
3.3.2	Plangebied	19
3.3.3	Overig zuidelijk deelgebied	20
3.3.4	Stuwwal bij Groesbeek en het gebied van de ijstong tussen de stuwwallen	21
3.3.5	Stuwwal en fluvioglaciale afzettingen Reichswald	21
3.4	Conclusies ten aanzien van de ijking en de validatie	21
4	Referentiesituatie	22
5	Autonome ontwikkeling	26
5.1	Het effect van de ontgronding Koningsven	26
5.2	Opzetten stuwpeil Maas	26
5.3	Nieuw Limburgs Peil	27
5.4	Klimaatverandering	27
6	Monitoring systeem	28
7	Management samenvatting	30

Bijlagen

Bijlage 1: Rapporten hydrogeologie Van Rooijen Adviezen
Bijlage 2: Boringen
Bijlage 3: Grondwaterstanden Koningsven en Gd-kaart
Bijlage 4: Geohydrologische opbouw en ijking

Tekeningen

tekening 233524-iso-gem
tekening 233524-iso-GHG
tekening 233524-iso-GLG
tekening 233524-GHG
tekening 233524-GLG
tekening 233524-GVG
tekening 233524-kwel-GHG
tekening 233524-kwel-GLG
tekening 233524-MON

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel van het onderzoek

In opdracht van Teunesen zand en grint b.v. heeft Ingenieursbureau Oranjewoud b.v. het deelonderzoek hydrologie uitgevoerd van het initiatiefplan Koningsven. Het deelonderzoek is uitgevoerd in samenwerking met Landschappartners B.V. als coördinator van de deelonderzoeken.

Het plangebied ligt in de gemeente Gennep (Noord-Limburg) aan de voet van het Reichswald (stuwwal) en vormt globaal de verbinding tussen het dal van de Niers en de Plasmolen. Het plangebied beslaat een langgerekte zone langs de voet van het Reichswald (ruim 6 km) met een breedte van 500-1.000 meter.

In deze zone zijn van west naar oost de volgende deelgebieden te onderscheiden:

De Diepen	66 ha
Koningsven	87 ha
Gennepse Turfven (natuur)	39 ha
Gennepse Turfven (zandwinning)	68 ha
omputgebied landbouwgronden	14 ha
zoekgebied recreatie	9 ha

De bestaande zandwinning De Banen (142 ha) wordt geïntegreerd in het nieuwe plan voor Koningsven-De Diepen. De totale oppervlakte van de gebiedsontwikkeling bedraagt 425 ha, waarvan 283 ha nieuw in te richten gebied. In figuur 1.1 zijn het plangebied en de deelgebieden weergegeven.

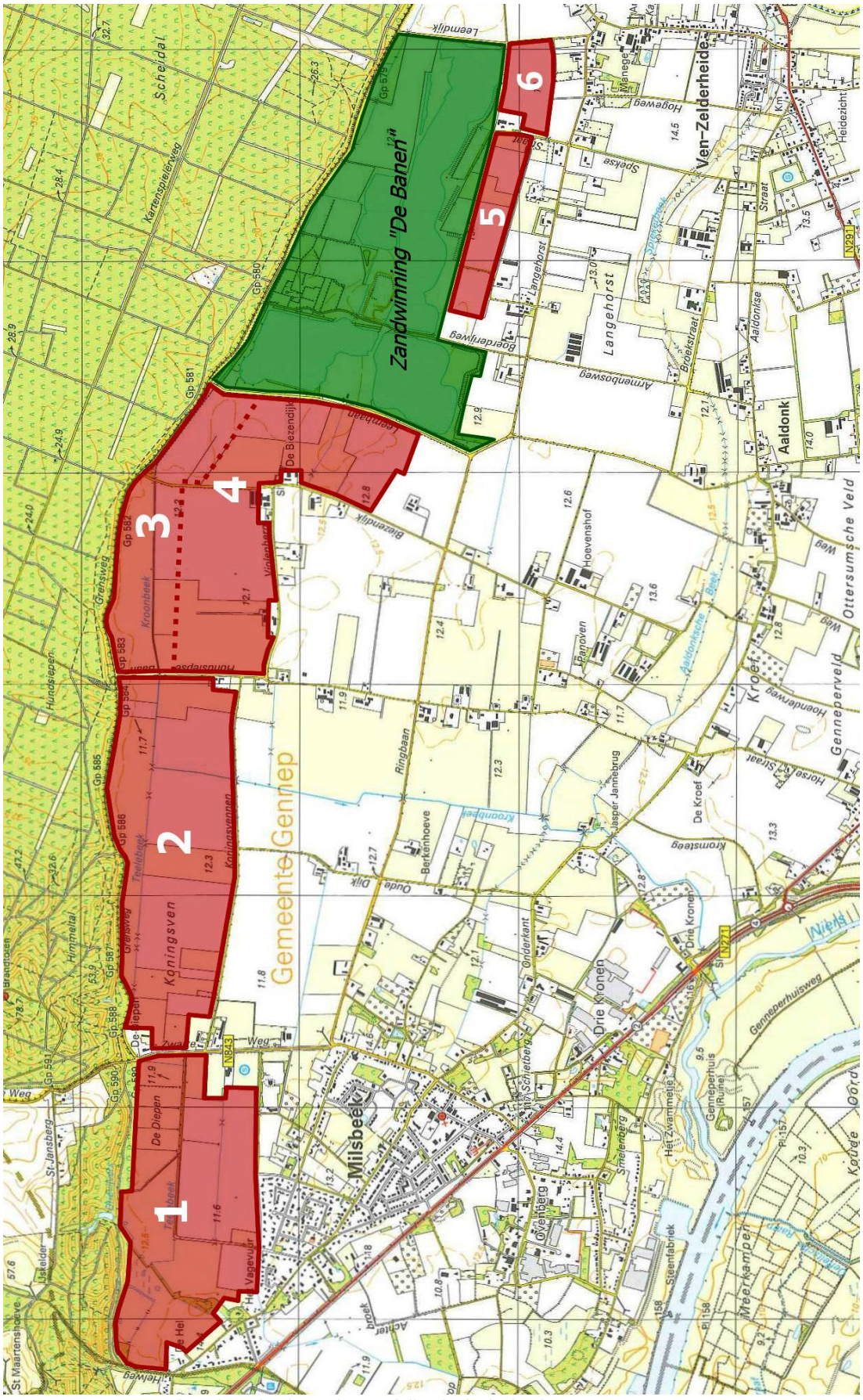
Het initiatiefplan Koningsven is een ambitieus plan met kansen voor nieuwe natuur, waterberging en delfstoffenwinning. Het gebied werd vroeger, ca. 100 jaar geleden, gekenmerkt door hoogveen dat onder invloed van kwel uit het Reichswald tot ontwikkeling kon komen. Nu is het voornemen om de rijke bouwvoor te verwijderen om op de schrale zandondergrond in combinatie met hoge grondwaterstanden opnieuw unieke vegetaties (blauwschraalgraslanden, hoogveen) tot ontwikkeling te laten komen. De te ontgraven bouwvoor wordt verwerkt in omputlocaties binnen het plangebied.

Het deelonderzoek hydrologie dient als basis voor de aanvraag van diverse vergunningen en ontheffingen (ondermeer MER, bestemmingsplan, Ontgrondingsvergunning, Waterwet, Aanlegvergunning etc.). Het omvat het inventariseren van de actuele geohydrologische situatie, het opbouwen van een grondwatermodel en modelberekeningen voor de onderbouwing van het initiatiefplan.

In dit rapport wordt de 0-situatie (referentiesituatie) vastgelegd. Ten eerste door het vastleggen van de beschikbare gegevens. Daarnaast door met het grondwatermodel de GHG, GVG, GLG en kwel te berekenen. De referentiesituatie omvat tevens een bespreking van de gevoeligheid van landbouw en bebouwing voor wateroverlast. Door met het grondwatermodel de effecten van de maatregelen in de vorm van wijzigingen in grondwaterstanden (GHG, GLG, GVG en kwel) te bepalen kunnen de consequenties voor zowel de natuurontwikkeling als de aangrenzende functies (landbouw, bebouwing) worden bepaald.

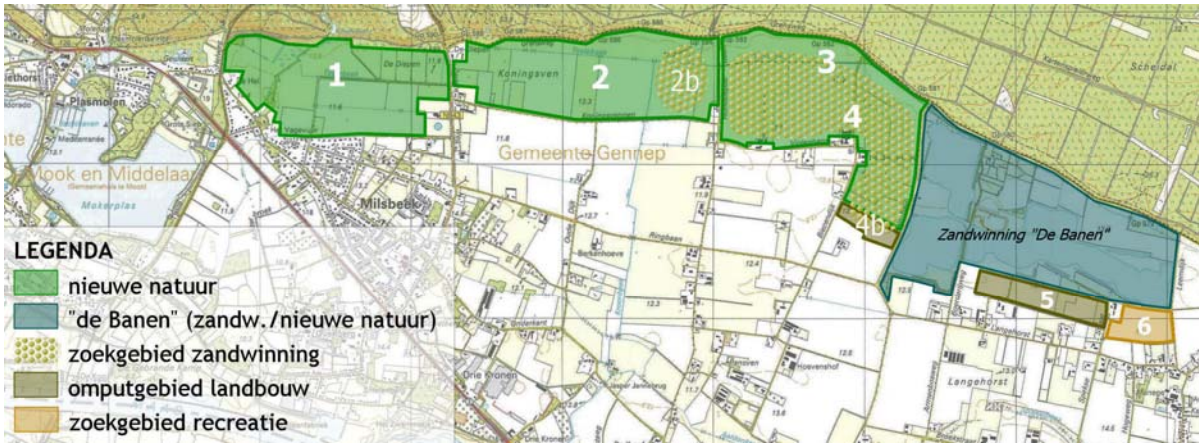
1.2 Ontwikkelingsmogelijkheden van het plangebied

Het plangebied maakt grotendeels deel uit van de Ecologische Hoofdstructuur en/of Nieuwe Natuur (figuur 1.3). Aan de westkant ligt het gebied De Diepen (deelgebied 1) dat nu al voor een belangrijk deel wordt beheerd als natuurgebied en in eigendom is van Natuurmonumenten. De plangebieden Koningsven (deelgebied 2), Gennepse Turfven (deelgebieden 3 en 4), omputgebied landbouwgronden en zoekgebied recreatie (deelgebieden 5 en 6) zijn hoofdzakelijk landbouwgronden.



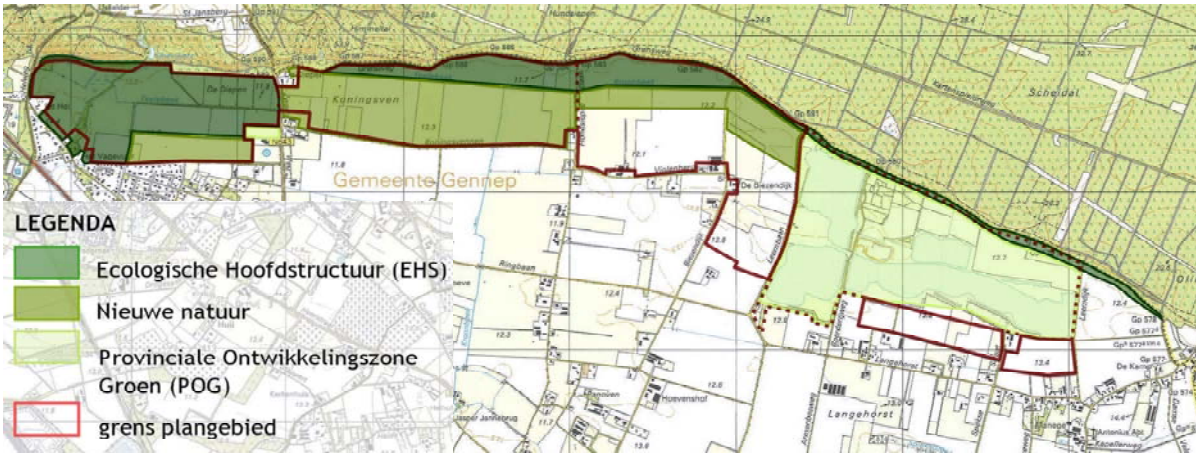
Figuur 1.1: Ligging van het plangebied met de verschillende deelgebieden

Onderstaand is in figuur 1.2 een functiekaart van het gebied gegeven.



Figuur 1.2: Functies die aan de verschillende deelgebieden van het plangebied zijn toegekend.

In het plangebied zijn naast de natuurontwikkeling ook de relaties met de omgeving van belang. Te denken valt aan een versterking van de landschappelijke en recreatieve kenmerken. Het plangebied is gesitueerd tussen de stuwwal met het Duitse Reichswald aan de noordzijde en de kern Milsbeek met aangrenzende landbouwgronden aan de zuidzijde. In het kader van de natuurontwikkeling worden de (hydrologische en ecologische) relaties met het Reichswald, de Niers en de Maas versterkt. Onderstaand is in figuur 1.3 het provinciaal vastgestelde natuurbeleid aangegeven.



Figuur 1.3: Het provinciaal vastgestelde natuurbeleid conform het POL.

Oorspronkelijk lag aan de voet van de stuwwal met het Reichswald een uitgestrekt moeras met unieke natuurwaarden. Dit moeras werd gevoed door basisch kwelwater van de stuwwal. In het onderzoek wordt rekening gehouden met de potenties voor het herstel van de kwelstroom en de hiermee samenhangende (oorspronkelijke) natuurwaarden. Daarbij wordt gestreefd naar een integratie van positieve elementen.

Als referentie voor de ontwikkelingsmogelijkheden kan worden aangesloten op het beeld van een moeras aan de voet van de stuwwal, zoals weergegeven op de topografische kaart van 1890 (Historische Atlas Gelderland) en beschreven door Hans Höppner in 1926 (vertaling in het Groesbeeks Milieujournaal 113 en het Natuurhistorisch Maandblad, mei 2006). Daarnaast kan worden aangesloten op de huidige plannen met betrekking tot natuurontwikkeling zoals aangegeven in de Stimuleringsplannen van de Provincie Limburg.

Essentieel voor de beoogde ontwikkeling is een schraal, voedselarm milieu in combinatie met zure kwel. In Koningsven-De Diepen zal daartoe de voedselrijke bouwvoor worden afgegraven en elders in het

gebied worden verwerkt. Hiermee worden twee vliegen in één klap geslagen: een voedselarm substraat én het maaiveld ligt dicht bij het grondwater. De beoogde vernatting in het gebied wordt dus gerealiseerd door het verlagen van het maaiveld, waardoor de kwel vanuit het Reichswald optimaal wordt benut.

1.3 Beoordelingsfactoren voor de ontwikkeling van het gebied

Het voorliggende rapport is opgesteld als hydrologische bouwsteen voor de ontwikkeling van de inrichting van het gebied. De beschrijving van de huidige situatie dient daarbij als basis voor het ontwikkelen en afwegen van inrichtingsmogelijkheden. Het accent ligt op de gradiënten in bodemopbouw en hydrologie in noord-zuid richting. De stuwwal met het Reichswald aan de noordkant, het plangebied in het midden en het zuidelijk gelegen landbouwgebied worden in onderlinge relatie beschouwd. De variatie in gebiedsopbouw en hydrologie in een richting evenwijdig aan de stuwwal, van oost naar west over het deelgebied, is kleiner maar wel mede bepalend voor de inrichting van het gebied.

Binnen het plangebied worden met name de volgende bodemkundige en hydrologische variabelen gehanteerd als bepalend voor de vegetatie-ontwikkeling in het gebied:

- De Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG)
- De Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG)
- De bodemopbouw
- Kwelintensiteit
- Mogelijkheden tot inundatie
- Waterkwaliteit

Voor de bepaling van de effecten van de inrichting op het omliggende gebied (en in verband met de vegetatie-ontwikkeling binnen het plangebied) is daarnaast met name van belang:

- De Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG)

Het hydrologisch onderzoek vindt plaats op basis van een grondwatermodel, waarbij wordt uitgegaan van een uitsnede van het grondwatermodel IBRAHYM, aangeleverd door het Waterschap Peel en Maasvallei. Met het grondwatermodel worden de GHG, de GVG , de GLG en kwel bepaald. Daarnaast geeft het model mede inzicht in de inundatiemogelijkheden in het gebied.

In het onderzoek wordt gebruik gemaakt van de beschikbare gegevens van Duits en Nederlands grondgebied. In het bijzonder de gegevens die door de opdrachtgever Teunesen zand en grint bv zijn verzameld van het deelgebied Koningsven en het aangrenzende gebied 'De Banen'. Tevens maken wij gebruik van de meerdere (model) onderzoeken die in het verleden hebben plaatsgevonden door Oranjewoud.

2 Gebiedsbeschrijving en historische ontwikkeling

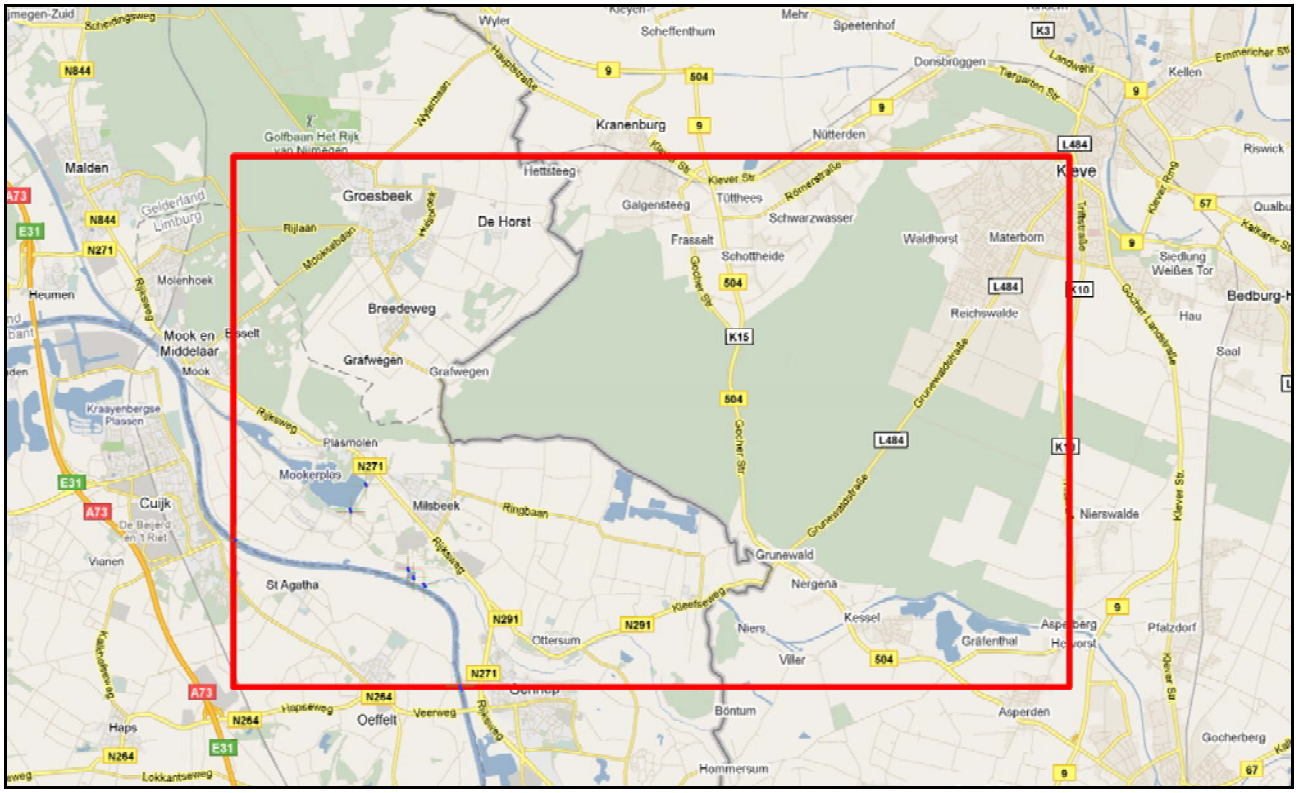
2.1 Ontstaan van het gebied

Het ontstaan van het gebied vanaf de Formatie van Breda in de ondergrond wordt beschreven door Van Rooijen (2004, 2006). Voor de ijstijd van het Saalien (enkele honderdduizenden jaren geleden) bestreek het stroomgebied van de Maas het Limburgse gebied terwijl de Rijn een meer oostelijk gebied beheerste. Tijdens het Saalien zorgde het oprukkende landijs voor een opgestuwd gebied waarop nu het Reichswald ligt. De Rijn werd aan de zuidkant van deze stuwwal gedwongen en stroomde samen met de Maas, door het dal van de Niers, in westelijke richting af. De Nierstak van de Rijn zorgde voor een abrupte overgang van de stuwwal (met het huidige Reichswald) naar het rivierdal, qua ligging vergelijkbaar met de situatie bij bijvoorbeeld de Grebbeberg te Rhenen.

Nadat het landijs zich terugtrok hernam één tak van de Rijn zijn noordelijke ligging terwijl de Nierstak vanaf ongeveer 100.000 jaar geleden het rivierdal opvulde met de grofzandige en grindhoudende Formatie van Kreftenheye. De Rijn stroomde tot het einde van de IJstijd, ongeveer 10.000 jaar geleden, ten zuiden van het Reichswald. Het was toen een vlechtende rivier die er diverse ondiepe dalen vormde. Daarna vormde zich een veelal kleiige of lemige deklaag met een laagdikte van rond 1 meter die veelal zandig van samenstelling is. In de gevormde laagten stagneerde het kwelwater uit het Reichswald en ontstonden ondiepe plassen met een rijke flora. Wanneer die verlandden kwam er veenvorming op gang.

2.2 Geohydrologische deelgebieden

Ten behoeve van het geohydrologisch onderzoek nemen we een veel groter gebied in beschouwing dan het plangebied. De begrenzing van dit gebied is weergegeven in de onderstaande figuur 2.1. In dit gebied is ook de stuwwal op Nederlands grondgebied (westelijk en zuidelijk van Groesbeek, Breedeweg en Grafwegen) opgenomen.

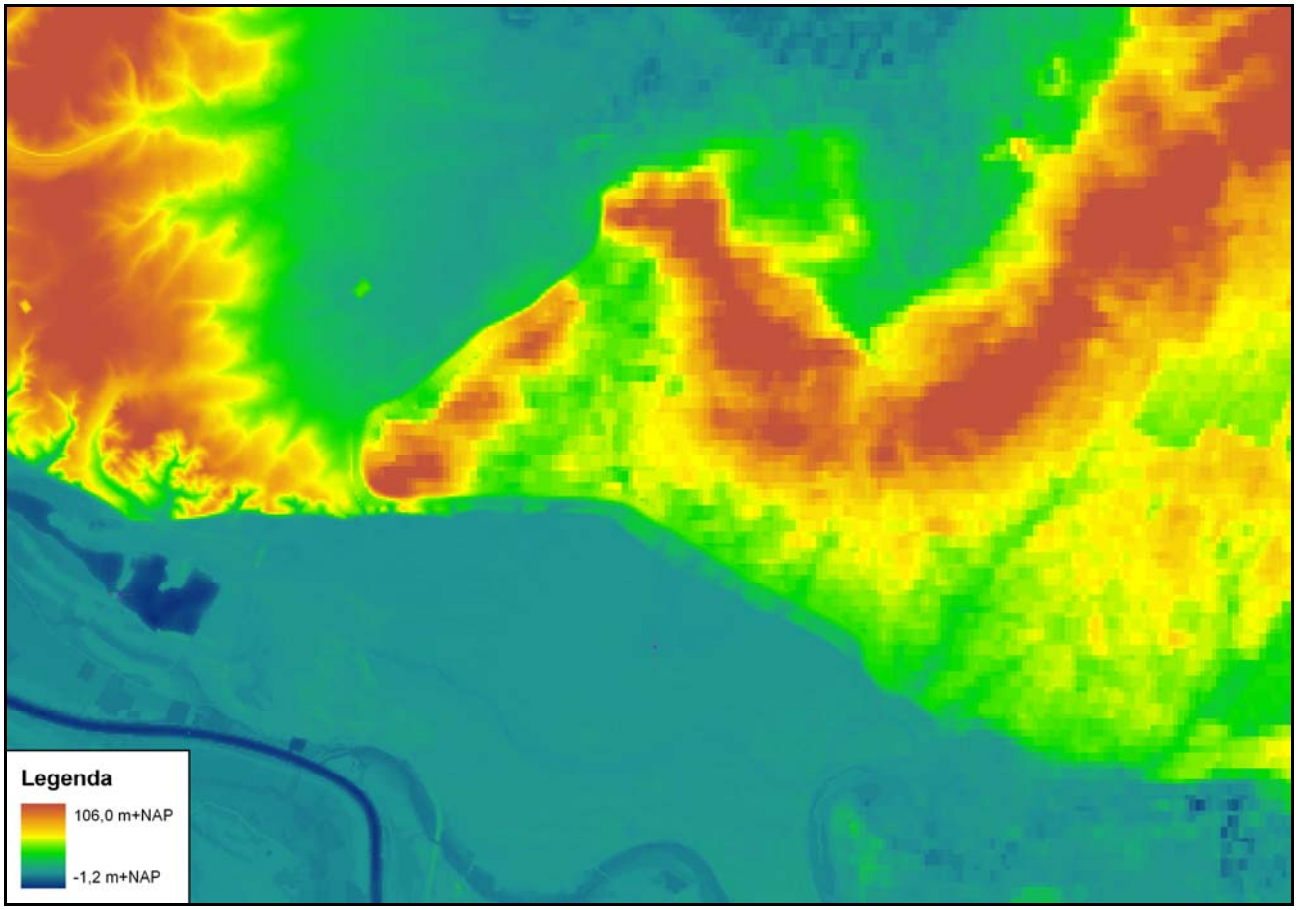


Figuur 2.1: Het modelgebied in het rode kader (kaart bron: Google)

In grote lijnen zijn binnen het modelgebied twee deelgebieden te onderscheiden:

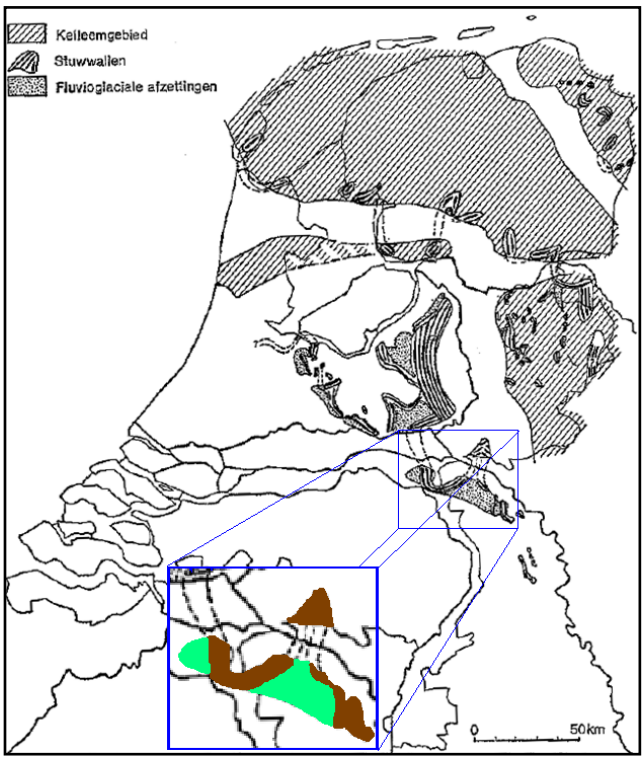
- het plangebied, met het gebied westelijk hiervan (de Mookerplas die in open verbinding staat met de Maas) en het gebied zuidelijk (de gebieden langs de Niers en de Maas).
- het gebied van de stuwwallen dat noordelijk van het plangebied en de Mookerplas ligt. Hier liggen de stuwwallen van Groesbeek en het Reichswald en laag gelegen gebied tussen deze stuwwallen (en noordelijk boven het Reichswald).

De onderverdeling in deelgebieden komt duidelijk naar voren in de hoogtekaart (figuur 2.2).



Figuur 2.2: Hoogtekaart van het modelgebied.

Het zuidelijke deelgebied is laag gelegen (hoofdzakelijk blauw van kleur). Richting het noorden is een scherpe overgang naar het hoger gelegen gebied met de stuwwallen aanwezig (groen en bruin). Tussen de twee stuwwalcomplexen en noordelijk van het Reichswald is laag gelegen gebied aanwezig (blauwig van kleur). Hier heeft vroeger een 300 m dikke ijstong gelegen die rondom het grondlichaam, bestaande uit grindrijke rivierafzettingen maar ook kleilagen, tot meer dan 100 m opstuwde en de stuwwallen heeft gevormd. Ter plaatse van de zuidelijkste punt van de ijstong is de stuwwal het smalst. In figuur 2.3. zijn keileemgebieden, stuwwallen en fluvioglaciale afzettingen in Nederland aangegeven (Zonneveld, 1971). Keileem komt in het modelgebied niet voor maar wel de stuwwallen en fluvioglaciale afzettingen. Fluvioglaciale afzettingen zijn afgeschoven en afgespoeld van de stuwwallen. De doorlatendheid is daardoor relatief groot ten opzichte van de stuwwallen waarin scheefgestelde slecht doorlatende lagen de grondwaterstroming kunnen beperken (zie uitvergroot deel figuur 2.3).



Binnen het gebied van de stuwwallen (zie uitvergroot deel figuur 2.3) kan onderscheid worden gemaakt in gestuwde complexen met scheefgestelde lagen (bruine kleur) en smeltwaterafzettingen (fluvioglaciale afzettingen, in groen). De gestuwde complexen liggen rond de ijstong tussen de stuwwal bij Groesbeek en de stuwwal waarop het Reichswald ligt. Hierin zijn slecht doorlatende en scheefgestelde lagen te vinden. De fluvioglaciale afzettingen bestaan daarentegen uit relatief goedgesorteerde zanden en grinden. Hierdoor zijn deze afzettingen goed doorlatend.

De geohydrologie van het gebied ten zuiden van de stuwwallen wordt in paragraaf 2.3 toegelicht.

Figuur 2.3: Stuwwallen, keileem en fluvioglaciale afzettingen (Zonneveld, 1971)

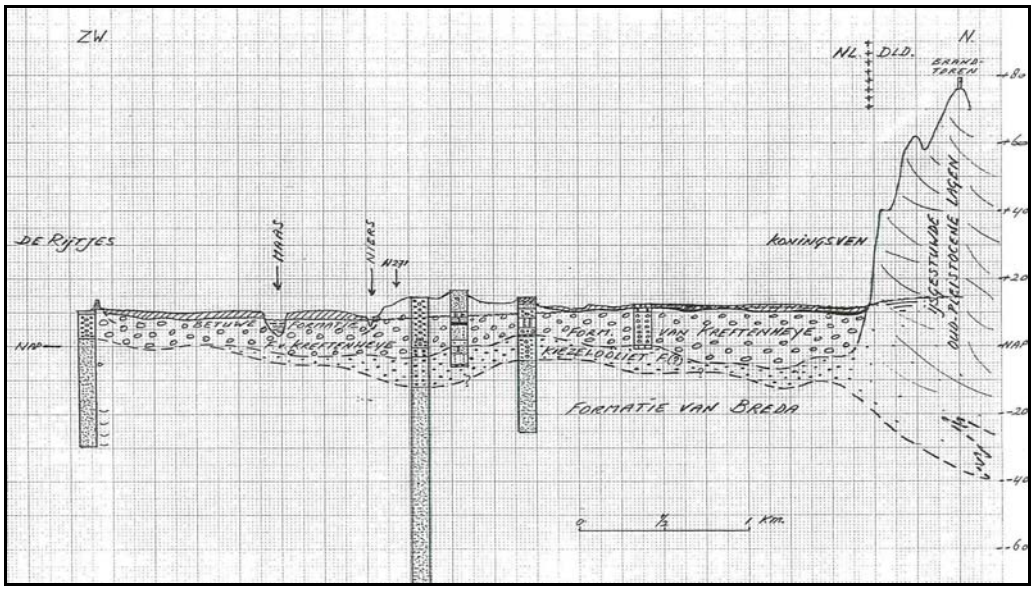
2.3 Geohydrologische opbouw, bodem en grondwaterstanden

Geohydrologische opbouw

De geohydrologische opbouw vormt de basis van het watersysteem en is beschreven door Van Rooijen (2004 en 2006, weergegeven in bijlage 1). Onderstaand wordt een samenvattende beschrijving gegeven waarbij voor nadere informatie wordt verwezen naar de voornoemde onderzoeken.

De geologische opbouw in het plangebied bestaat in grote lijnen uit een deklaag van ongeveer 1 meter laagdikte liggend op een grof pakket zand, rijk aan grind, dat reikt tot ongeveer 16 meter beneden maaiveld. Daaronder wordt het sediment heterogener maar bevat nog veel grof zand en wat grind tot aan de Formatie van Breda. Bij een hoogteligging van het maaiveld in het plangebied tussen overwegend NAP +11,5 m tot NAP +12,5 m ligt de overgang naar de fijne slibhoudende zanden van de Formatie van Breda onder het ontgrondingsgebied op ongeveer NAP -10 m. Voor dit onderzoek kan de Formatie van Breda als de hydrologische basis van het systeem worden beschouwd, waarboven de voor dit gebied relevante grondwaterstroming plaatsvindt.

De stuwwal heeft een geheel eigen kenmerkende geologische opbouw. De hydrologische basis lijkt veel dieper te liggen, waarschijnlijk door het stuwende effect van de gletschertongen (figuur 2.4). De stuwwal als geheel bestaat uit grof zand met grind, doorregen met kleilagen en -lezen die mogelijk uit het Tiglien stammen. Door de stuwing is de gelaagdheid sterk scheef gesteld (Van Rooijen 2004).
In de figuren 1 tot en met 4 van bijlage 1 zijn drie geologische doorsneden door het plangebied opgenomen, inclusief het deelgebied De Banen aan de oostzijde. In deze figuur komen de hydrologische relaties tussen het Reichswald aan de noordzijde, het plangebied in het midden en de Maas aan de zuidwestzijde tot uiting. De stuwwal waarop het Reichswald ligt, met een maaiveldligging van omstreeks NAP +24 m aan de oostzijde tot bijna NAP +80,0 m aan de westzijde, vormt een infiltratiegebied voor neerslag. Dit water komt ten dele als kwelwater naar boven in het plangebied dat ligt aan de voet van de stuwwal. Doordat het plangebied als het ware ingeklemd ligt tussen de stuwwal aan de ene zijde en de hogere gronden van de bebouwing van Milsbeek en bij de Aaldonkse Beek aan de andere zijde stagneerde in het verleden de waterafvoer en ontstonden plassen en moerassen.


ZW.
N.
NL.
DLD.
BRANDTOREN
DE Rijtjes
HAAS
NIERS
NAP
KONINGSVEN
FORM. VAN KRETTENHEVE
KREFTENHEVE
KREFTENHEVE
KREF

- De grondwatertrappen volgens de Bodemkaart van Nederland (Stiboka, opname 1969-1972). Deze grondwatertrappen zijn weergegeven in figuur 2.5.
- De recentere grondwatertrappen volgens de Gd-kaart, opgesteld rond 2002 door Alterra. Deze Gd-kaart is opgenomen in bijlage 3.

Omdat de grondwatertrappen op verschillende wijzen zijn verkregen zijn ze niet altijd goed vergelijkbaar. De grondwatertrappen van figuur 2.5 zijn oud en sterk gebaseerd op veldinventarisaties met peilbuizen en boorkenmerken. De Gd-kaarten zijn gebaseerd op statistische bewerkingen van peilbuis gegevens, 2x grondwaterstand opnamen in boorgaten, maaiveldligging, slootdichtheid etc. De ervaring leert dat op plaatsen waar hoge (schijn)grondwaterstanden voorkomen, oude grondwatertrappen kaarten de actuele situatie soms beter weergeven dan de Gd-kaarten.

De grondwatertrappen met de bijbehorende grondwaterstanden volgens figuur 2.5 zijn:

Grondwatertrap	II[1]	III[1]	IV	V[1]	VI	VII
GHG (cm-mv)	< 40	<40	>40	<40	40-80	>80
GLG (cm-mv)	50-80	80-120	80-120	>120	>120	>160

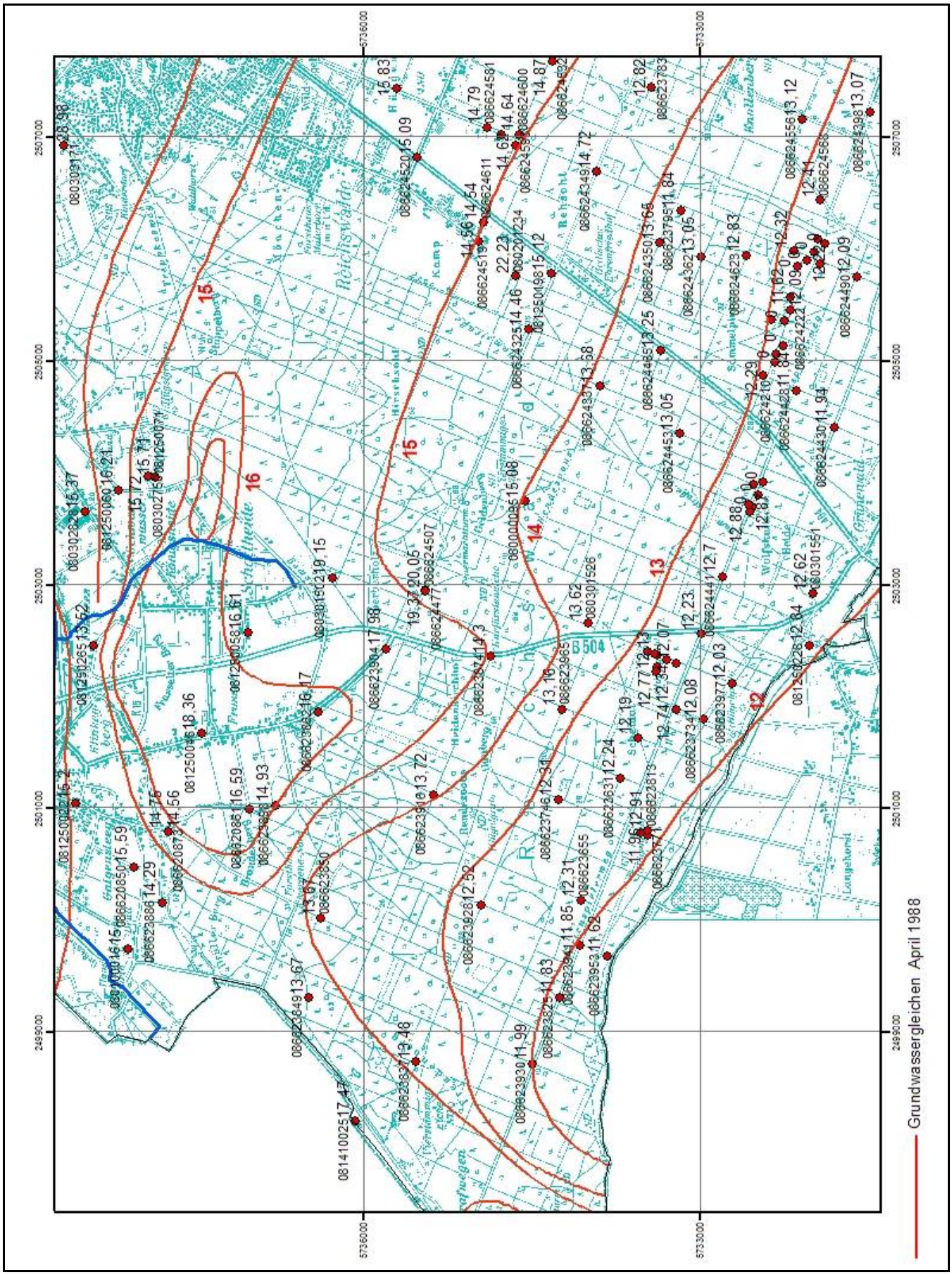
[1]: Een * achter het symbool op de kaart betekent een GHG tussen 25-40 cm-mv.

Grondwatertrap IV komt voor over het grootste deel van het gebied Koningsven. Daarnaast komen echter ook grondwatertrappen II, III en V voor met een GHG < 0,40 m -mv. Dit is ten dele toe te schrijven aan klei in de deklaag waarop de afvoer van grondwater in het winterhalfjaar stagneert. Op de Gd-kaart zijn deze hoge GHG's door de andere methodiek in mindere mate aanwezig.

Als conclusie kan worden gesteld dat zowel de grondwatertrappen kaart (oud) als de Gd-kaart een nuttige indicatie geven van de grondwaterstand in gebieden waar geen peilbuizen staan. De gebieden met een hoge GHG (< 40 cm-mv) zijn daarbij het meest gevoelig voor wateroverlast terwijl de gebieden met een lage GLG (>120 cm-mv) het meest gevoelig zijn voor verdroging.

De peilbuizen staan over het algemeen met de filter in de zandondergrond. De waargenomen grondwaterstijghoogten hoeven daardoor niet overeen te komen met de grondwatertrappen- en de Gd-kaart die in principe de grondwaterstanden in de deklaag geven. De hydrologische effecten van maatregelen planten zich voort via het watervoerende pakket onder de deklaag. Daarom vormen de peilbuis gegevens de basis voor de ijking van het grondwatermodel. Peilbuizen geven objectieve informatie over de grondwater stijghoogten waargenomen in de zandondergrond. Van het Koningsven zijn deze gegevens opgenomen in bijlage 3.

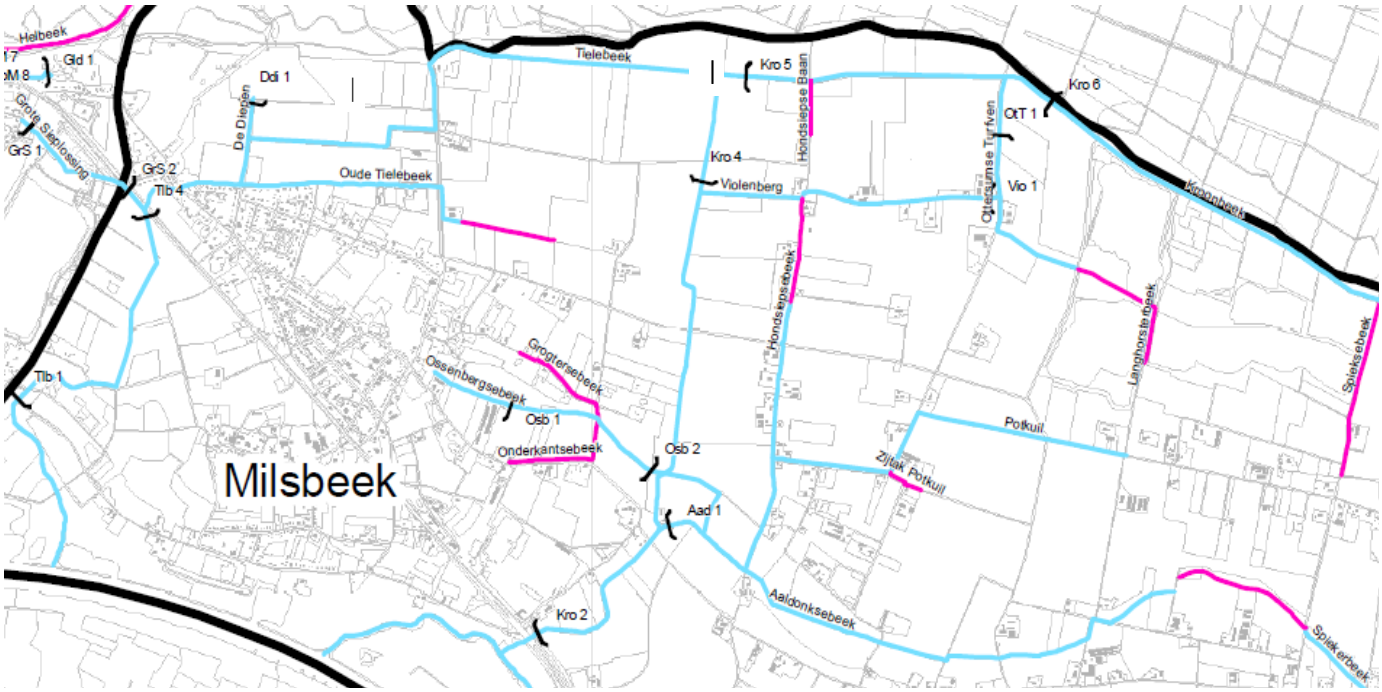
Grondwaterstanden Duits grondgebied
Van het Reichswald is een isohypsenpatroon van april 1988 beschikbaar. Het betreft hier een periode met hoge grondwaterstanden. De peilbuizen en de isohypsen (lijnen van gelijke grondwaterstijghoogten) zijn weergegeven in de navolgende figuur 2.6. Op ongeveer 3 km afstand van het plangebied ligt in het Reichswald een waterscheiding. Noordelijk hiervan stroomt het water in noordelijke richting en zuidelijk hiervan in zuidelijke richting naar het plangebied. Van een beperkt aantal peilbuizen in de figuur zijn recente gegevens beschikbaar gesteld (opnamen 1x per maand). Hiermee zijn gemiddelde grondwaterstanden ten behoeve van de ijking vastgesteld (tekening 233524-iso-gem).



Figuur 2.6: Isohypsen van het Reichswald in april 1988

2.4 Het oppervlaktewatersysteem

Zoals volgt uit figuur 2.2 en figuur 2.4 ligt het plangebied min of meer als een laagte ingeklemd tussen de stuwwal van het Reichswald aan de noordkant en de (iets) hoger gelegen zandgronden bij Milsbeek en langs de Niers aan de zuidkant (de Kroonbeek komt bij Kro 2 uit op de Niers). De afwatering vindt daardoor hoofdzakelijk plaats van oost naar west (evenwijdig aan de stuwwal) waarbij op twee plaatsen hoofdwatergangen het water in zuidelijke richting afvoeren. Benedenstrooms aan de westzijde van het gebied van De Diepen is dat de Teelebeek. Meer bovenstrooms in het gebied Koningsven is dat de Kroonbeek. In figuur 2.7is ingezoomd op de leggerkaart van het gebied.



Figuur 2.7: Leggerkaart van de omgeving van het plangebied met in het noordoosten de Kroonbeek, die niet in verbinding staat met de Teelebeek (verticaal streepje). De Kroonbeek voert via stuw Kro 4 af in zuidelijke richting. De Teelebeek voert af in westelijke richting. Blauw zijn de hoofdwatergangen en paars de secundaire watergangen (beide in onderhoud bij het waterschap).

De Kroonbeek, de Teelebeek en de Aaldonksebeek zijn permanent watervoerend. Watergangen die hierop uitkomen zijn in de laagste delen permanent watervoerend zoals bij de Violenberg en in De Diepen, waar noordelijk tegen de stuwwal aan watergangen worden gestuwd. De watergangen liggen over het algemeen met de bodem in het watervoerende pakket en hebben dus een sterk drainerende werking.

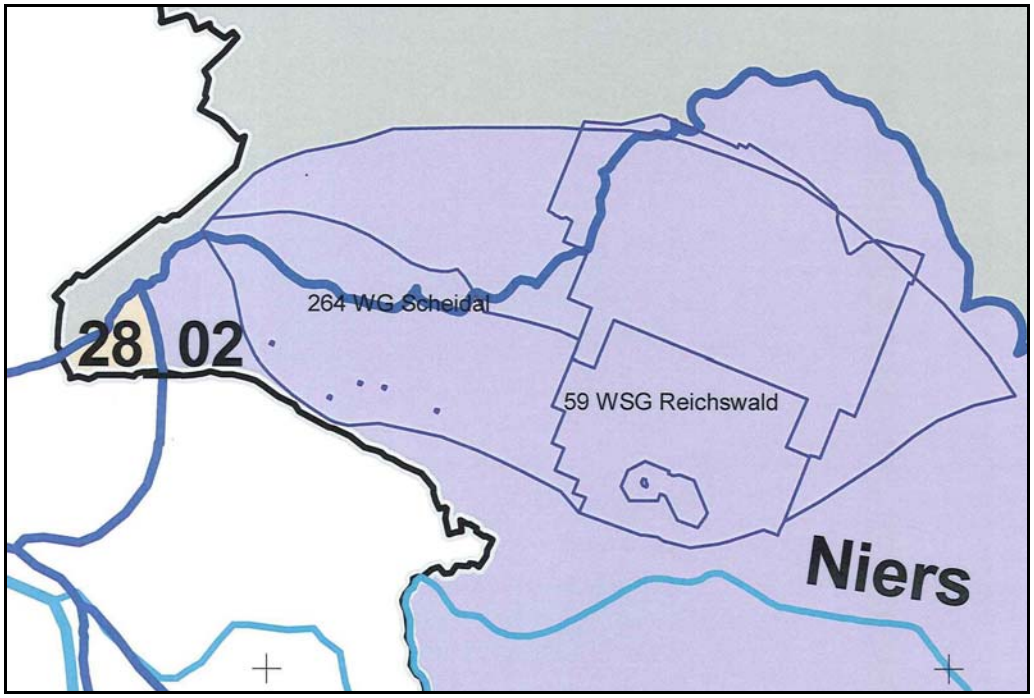
2.5 Grondwateronttrekkingen

Ter plaats van het Reichswald liggen meerdere grondwateronttrekkingen ten behoeve van de bereiding van drinkwater. Deze onttrekkingen (264 WG Scheidal en 59 WSG Reichswald) zijn met hun intrekgebieden op Duits grondgebied aangegeven op de onderstaande figuur.

De grootte van deze onttrekkingen is als volgt:

- 59 WSG Reichswald van 1978 tot en met 1988: tussen de 4.400.000 m³ en 5.900.000 m³ per jaar
- 59 WSG Reichswald van 1989 tot en met 1996: tussen 6.700.000 m³ en 7.500.000 m³ per jaar
- 59 WSG Reichswald van 1996 tot en met 2010: tussen 6.450.000 m³ en 7.000.000 m³ per jaar
- 264 WG Scheidal van 2001 tot en met 2009: tussen 1.700.00 m³ en 2.100.000 m³ per jaar

De maximale vergunde onttrekking voor 59 WSG Reichswald is 7.000.000 m³ per jaar en voor Scheidal 2.100.000 m³ per jaar.



Figuur 2.8: Intrekgebieden WSG Reichswald en WG Scheidal

Het beeld van de isohypsen dat we voorgaand hebben geschetst dateert van de jaren '80 van de vorige eeuw. Het effect van de onttrekking Reichswald, oostelijk van het plangebied, is hierbij inbegrepen. De invloed van de onttrekking Scheidal, noordoostelijk van het plangebied, is niet inbegrepen. Deze invloed kan modelmatig worden vastgesteld.

Onttrekkingen op Nederlands grondgebied liggen aan de randen van het hydrologisch invloedsgebied (aan de westzijde). De invloed hiervan op het plangebied is klein ten opzichte van overige hydrologische ingrepen die in de loop van de tijd hebben plaatsgevonden.

2.6 Historische ontwikkeling

2.6.1 Oorspronkelijke hydrologische situatie

De oorspronkelijke hydrologie van het gebied is die van een afvoerloze lage vlakte (zonder watergangen) ingesloten door gebiedsdelen die hoger lagen dan NAP +12,5 m. Hierin verzamelde zich kwelwater van de stuwwal en neerslagwater dat bij een relatief hoog peil werd afgevoerd in westelijke richting. Westelijk van Milsbeek (ter hoogte van de westkant van De Diepen) loopt een slenk in zuidelijke richting met een maaiveldligging beneden NAP +12,5 m. Via deze slenk kon het water van het Koningsven en De Diepen naar de Maas worden afgevoerd.

Het voorgaande betekent dat het oorspronkelijke oppervlaktewaterpeil maximaal ongeveer NAP +12,5 m heeft bedragen. Bij dit waterpeil staan de laagste maaivelddelen in de gebieden Koningsven en De Diepen meer dan 1 meter onder water. Door het verlandingsproces, waarbij uiteindelijk hoogveen op laagveen ontstaat, wordt de afwatering verder bemoeilijkt. Er ontstaan dikkere veenafzettingen tot maximaal ongeveer 2 meter boven maaiveld, afgewisseld met plassen. De hoogteligging van het gebied heeft indertijd dus ongeveer tot NAP +13,5 m bedragen. Mogelijk was de maaiveldligging aan de westkant in De Diepen lager vanwege de ligging nabij het afvoerpunt van water richting de Maas.

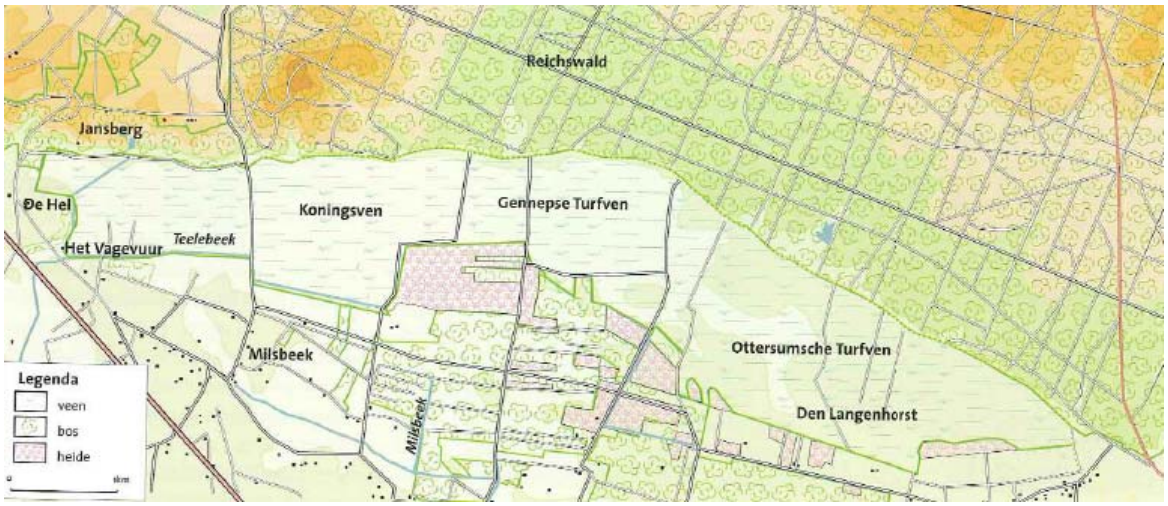
Wat betreft de waterkwaliteit ontstonden gradiënten van het Reichswald in zuidelijke richting en vanuit het Koningsven in westelijke richting (naar De Diepen). Elementen van deze gradiënt zijn terug te vinden in het artikel van Hans Höppner.

Aan de noordkant van het Koningsven lagen vijverformaties die in stand werden gehouden door de aanvoer van neerslagwater en ook kwelwater. Gezien de resultaten van de modelberekeningen wordt dat kwelwater nu vooral horizontaal vanuit de stuwwal aangevoerd en is diep kwelwater minder van belang. Aanrijking van het water kon verder plaatsvinden vanuit de kleilaag op de minerale ondergrond, wat resulteerde in een meer basische samenstelling. Bij de verlanding speelde veenmos dan ook nauwelijks een rol. De veenputten lagen meer zuidelijk en geïsoleerd en werden gevoed door water uit het (hoog)veen dat veel zuurder en voedselarmer was. Hier was veenmos dan ook de kenmerkende soort in het verlandingsproces. Meer zuidelijk lagen plassen op de ondergrond en deze werden, gezien de aanwezige plantensoorten, gevoed door meer voedselrijk en basisch water waarbij vooral aanrijking van het water vanuit de klei in de deklaag een rol zal hebben gespeeld.

In een hoogveengebied verzamelt het open water zich in plassen en poelen zonder zichtbare afwatering. In perioden van hevige regenval kunnen overstromingen optreden en deze zullen van invloed zijn geweest op het stroomafwaarts gelegen De Diepen. Mogelijk is het ontstaan van de kale modderplaatsen en ondiepe vijvers aan deze periodieke overstromingen toe te schrijven. Daarbij was en is De Diepen een veel smaller gebied dan het Koningsven, ingeklemd tussen het Reichswald aan de noordkant en de hogere gronden van Milsbeek aan de zuidkant. Vóór de aanleg van de Mookerplas (die in 1952 begon en tot 1974 duurde) was hier een geconcentreerde kweldruk aanwezig. De Mookerplas (waarin het Maaspeil wordt gehandhaafd) heeft deze kweldruk sterk verminderd. Er is sprake van meer horizontale aanvoer van water uit de stuwwal. De stuwwal heeft hier vermoedelijk een lemiger of meer kleiig karakter waardoor het aangevoerde water een meer basisch karakter heeft dan in oostelijke richting, waar fluvioglaciale afzettingen grenzen aan het plangebied. Hoogveenvorming met veenmos trad daardoor slechts in beperkte mate op. Ook nu nog duiden de slootkantvegetaties in De Diepen op meer aanvoer van basisch water dan in het gebied Koningsven.

2.7 Ontwatering en vegetatie

Oorspronkelijk bevonden zich in het gebied geen beken. Het water stroomde oppervlakkig uit het moeras. Op de topografische kaart van 1890 (Historische Atlas Gelderland) is te zien dat indertijd het gebied al enigszins was aangetast. De menselijke occupatie begon aan de wat drogere zuidrand van het gebied. Hier was het minder nat en ontstonden prachtige blauwgraslanden. De bewoners gebruikten het gebied voor de winning van turf wat te zien is aan namen als Genneps Turfven en Ottersums Turfven. Het moerasgebied werd voorzien van een stelsel van greppels en afwateringen waaronder de Teelebeek (ook wel Teelebeek genoemd) en de Kroonbeek. Op de topografische kaart uit deze tijd is te zien dat de beken aan de zuidkant van het moeras lagen en dus niet direct de kwel van de stuwwal wegvingen.



Figuur 2.9: Situatie rond 1900. Zuidelijk van het Gennepse Turfven zijn de heide (paars) en het aangeplante bos (groen) duidelijk te onderscheiden.

Op de figuur is tevens te zien dat aan de zuidoostkant van het deelgebied Koningsven na ontwatering

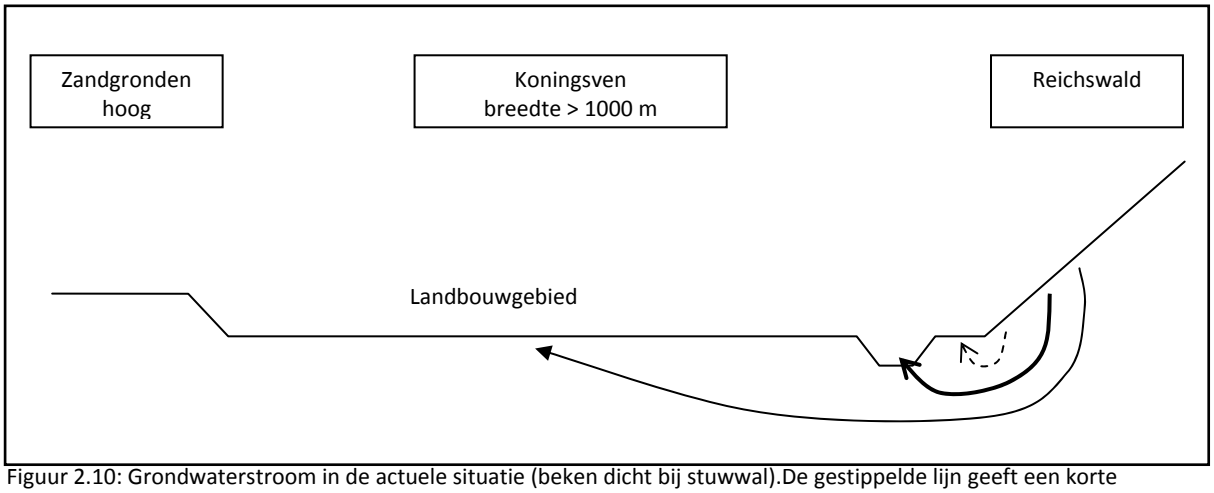
van het gebied bos is aangeplant en heide voorkomt. Het moerasgebied reikt hier tot ongeveer 550 m zuidelijk van de stuwwal terwijl elders het moerasgebied in noord-zuid richting tot meer dan 1km breed was. De situatie aan het begin van de vorige eeuw wordt beschreven door Hans Höppner (1926), toen het gebied al verder was aangetast dan in de figuur is aangegeven. Het ontgrondingsgebied De Banen was toen al voor een belangrijk deel ontwaterd (met name de Langehorst) en veranderd in akkers en weiden. In zijn artikel geeft hij soorten van de biotopen plassen, rietgordel, hoogveen en overgangsveen.

De voortschrijdende aantasting had tot resultaat dat in 1935 het Koningsven was ontwaterd en in cultuur was gebracht. In de jaren vijftig daarna is het laatste restant tijdens de ruilverkaveling Ottersum verdwenen. Inmiddels is het gebied sterk ontwaterd en de vroegere moerassige situatie niet meer herkenbaar. De gronden worden intensief landbouwkundig gebruikt. Het westelijk gelegen gebied De Diepen is vochtig met kleinschalige graslanden afgewisseld met sloten waarvan enkele rijkelijk zijn begroeid met wilgen. In 1954 was de Diepen nog steeds van groot belang (J. Thissen, Groesbeeks Milieujournaal 137, p16, 2009). Met name dit meest westelijke gebied is beïnvloed door de aanleg van de Mookerplas. Daarnaast is dit gebied in de jaren vijftig door de ruilverkaveling Ottersum aangetast. Door en langs De Diepen stroomt de Teelebeek met interessante slootkanten. Met name in dit gebied komen nog verschillende soorten van kwelafhankelijke flora voor.

De detailafwatering middels sloten in het plangebied is in hoofdzaak van zuid naar noord richting de Kroonbeek en Teelebeek. Deze beken voeren af van oost naar west met op enkele plaatsen een verbinding in zuidelijke richting.
De Kroonbeek en de Teelebeek, die nu aan de voet van het Reichswald liggen, doorsnijden de deklaag en liggen met de bodem in de grofzandige laag waardoor ze (kwel)water uit het Reichswald wegvangen. Het verdrogende effect wordt versterkt door de onttrekking van grondwater in het Reichswald ten behoeve van de bereiding van drinkwater.

2.8 Waterkwaliteit

De waterkwaliteit wordt besproken aan de hand van de navolgende schematisatie van de grondwaterstroming naar het gebied. De huidige situatie houdt in dat de beken dicht bij de stuwwal liggen en dit heeft consequenties voor de kwelstroom vanaf het Reichswald.



Figuur 2.10: Grondwaterstroom in de actuele situatie (beken dicht bij stuwwal).De gestippelde lijn geeft een korte ondiepe stroombaan en een relatief kleine toevoer van water weer. Naar de Kroonbeek stroomt relatief het meeste water. De stroombaan is gemiddeld langer en weinig dieper. Uit de modelberekeningen voor de referentiesituatie volgt dat weinig water dat onder de beek doorstroomt in het achtergelegen landbouwgebied naar boven komt. De invloed van het neerslagoverschot is hier groter.

In figuur 5.2 worden drie karakteristieke stroombanen onderscheiden. Dit wordt bevestigd door het onderzoek van B-ware.

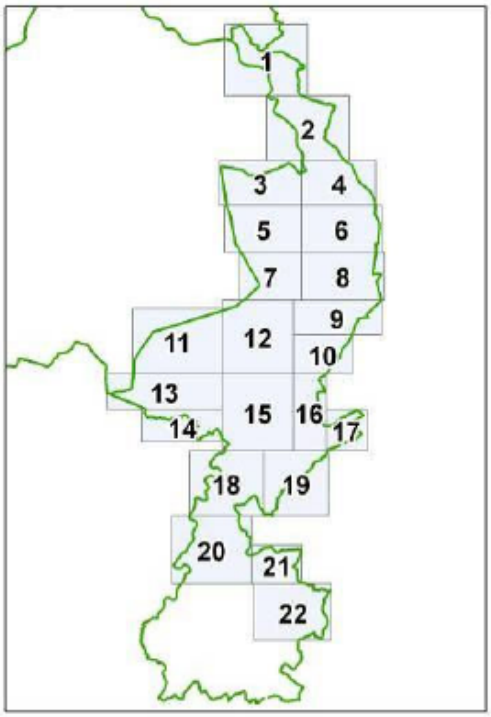
Het freatische grondwater aan de voet van het Reichswald heeft een korte verblijftijd in de bodem en is zuur tot zeer zwak gebufferd, wat blijkt uit de lage pH en de lage concentraties aan bicarbonaat en calcium.
Het diepe grondwater in het gebied is sterk gebufferd wat blijkt uit de hoge buffercapaciteit van het oppervlaktewater in de zandafgravingen.
In het centrale deel van het Koningsven (nu landbouw) komt volgens de modelberekeningen nauwelijks kwel naar boven. De infiltratie van neerslagwater is groter. Hier worden de plaatselijk zeer hoge buffercapaciteiten van het grondwater blijkbaar veroorzaakt door de landbouw en de deklaag met klei.

Voor de hydro(eco)logische ontwikkeling van het gebied zijn de grondwater en oppervlaktewater kwaliteit van belang. Met het verleggen van de Kroonbeek en de Teelebeek is de grondwaterkwaliteit in gunstige zin te beïnvloeden. Daarnaast kan de basische kwaliteit van het water in de ontgrondingsplas middels inrichtingsmaatregelen mogelijk gunstig worden aangewend in het gebied.

3 Modelopzet en ijking

3.1 Uitsnede grondwatermodel IBRAHYM

Het hydrologisch onderzoek vindt plaats op basis van een uitsnede van het grondwatermodel IBRAHYM, aangeleverd door het Waterschap Peel en Maasvallei.
Het grondwatermodel IBRAHYM omvat de beheersgebieden van het waterschap Peel en Maasvallei en het waterschap Roer en Overmaas,met uitzondering van Zuid Limburg ten zuiden van de Feldbiß-breuk. Het grondwatermodel is aangemaakt met een resolutie van 25 meter. Om rekentechnische redenen (het doorrekenen van het gehele model op 25 meter schaal vergt ca. 40Gb aan geheugen) is het gebied opgedeeld in 22 deelmodellen. Uit de onderstaande figuur volgt dat in het voorliggende onderzoek gebruik wordt gemaakt van deelmodel 1. De deelmodellen zijn gedraaid met een overlap van 3000 m. Het model omvat het gebied van x=190.000 tot x=206.500 en y=412.000 tot y=422.500. De afstand van het plangebied tot de zuidelijke modelrand is hiermee minimaal 2,9 km, ruimschoots meer dan drie maal de spreidingslengte[1]. De ligging van het modelgebied is meer in detail weergegeven in figuur 3.1. Het model is opgedeeld in cellen van 25 bij 25 meter en is daarmee 660 cellen breed en 420 cellen hoog. Met deze celafmetingen wordt aangesloten op de basisgegevens van het IBRAHYM-model van het waterschap. De celafmetingen maken het mogelijk om maatregelen met voldoende detail in te voeren.



Figuur 3.1 Deelmodellen van IBRAHYM

In het grondwatermodel IBRAHYM is deelgebied 1 opgedeeld in 6 modellagen die watervoerende pakketten voorstellen. Afhankelijk van de geohydrologische situatie kan daarnaast per laag een slecht doorlatende scheidende laag tussen de pakketten worden opgegeven. In het plangebied zelf is geen slecht doorlatende scheidende laag aanwezig. De verschillende geologische formaties vormen één aaneengesloten watervoerend pakket, dat in 6 modellagen van ongeveer gelijke kD-waarde is opgedeeld. In bijlage 4 is de geohydrologische opbouw van het model nader omschreven.

Het waterschap heeft drie versies van het grondwatermodel aangeleverd. Namelijk een opzet voor de gemiddelde situatie, voor de wintersituatie (GHG) en voor de zomersituatie (GLG). Voor al deze situaties zijn gegevens van het neerslagoverschot verstrekt. De aangeleverde modellen zijn gedeeltelijk door het waterschap geijkt. Voor het doel van dit onderzoek is het grondwatermodel aanvullend geijkt en

[1] Spreidingslengte: √(kDc); op een afstand van drie maal de spreidingslengte zijn effecten van ingrepen normaliter verwaarloosbaar klein.

gevalideerd. De aanvullende ijking heeft plaatsgevonden voor de gemiddelde situatie. De validatie van het grondwatermodel heeft plaatsgevonden voor de GHG en de GLG. Een toelichting op de methodiek is gegeven in bijlage 4.

De resultaten van zowel de ijking als de validatie zijn opgenomen in tekeningen van dit rapport.

3.2 Methode aanvullende ijking en validatie grondwatermodel

Voor de aanvullende ijking en validatie van het grondwatermodel wordt, naast de gegevens van het waterschap, gebruik gemaakt van de volgende informatie:

- Aanvullende peilbuis gegevens uit Dinoloket
- Peilbuizen en boringen van de opdrachtgever in het gebied van de ontgronding De Banen en in het gebied Koningsven (zie bijlage 3)
- Gegevens van grondwaterstanden (paragraaf 2.3) en grondwateronttrekkingen in het Reichswald (paragraaf 2.5)
- Gegevens van de oppervlaktewaterstanden in het gebied door informatie van de opdrachtgever en een veldverkenning

De beschikbare peilbuis gegevens zijn omgerekend naar de gemiddelde grondwaterstand, de GHG en de GLG. Deze gegevens vormen de ijkdoelen van het grondwatermodel. De afwijkingen van het grondwatermodel ten opzichte van deze ijkdoelen worden in de aanvullende ijking en validatie geminimaliseerd. Er mag vanuit worden gegaan dat alle peilbuizen met het filter in het watervoerende pakket onder deklaag staan. Bij mogelijke tijfel hierover wordt dat in paragraaf 3.3 vermeld.

De grootste nauwkeurigheid van het grondwatermodel is gewenst voor het plangebied zelf en het invloedsgebied van het initiatiefplan Koningsven-De Diepen. Hiervoor zijn twee redenen. Ten eerste dient voor het plangebied te worden vastgesteld of met de beoogde maatregelen de gewenste grondwaterstanden en eventuele kwel voor de natuur worden gerealiseerd. Ten tweede werkt een fout in de bepaling van de hydrologische verandering binnen het plangebied onmiddellijk door naar de omgeving.

De gewenste nauwkeurigheid van het grondwatermodel buiten het plangebied is afhankelijk van de afstand tot het plangebied en de gebruikswijze van het grondwatermodel. Naarmate de afstand tot het plangebied groter is wordt het risico dat effecten optreden kleiner. Daarom wordt de noodzakelijke nauwkeurigheid van het grondwatermodel verder van het plangebied kleiner. De gewenste nauwkeurigheid buiten het plangebied hangt ook samen met de gebruikswijze van het grondwatermodel. Het grondwatermodel wordt gebruikt om het uitstralingseffect van maatregelen binnen het plangebied naar de omgeving te berekenen. Daarbij is de berekening van de grootte en de reikwijdte van het uitstralingseffect (in algemene zin gesteld) minder gevoelig voor afwijkingen bij de ijking, omdat de effecten en niet de grondwaterstanden zelf centraal staan. Daarnaast worden de grondwaterstanden zelf en de wijzigingen hierin met een monitoring systeem uitgebreid in beeld gebracht (hoofdstuk 6).

Bij de vaststelling van de huidige grondwaterstand wordt niet alleen gebruik gemaakt van het grondwatermodel. Het grondwatermodel berekent namelijk de grondwaterstijghoogten in het eerste watervoerende pakket. Plaatselijk kan op dit watervoerende pakket een slecht doorlatende kleilaag en soms veen voorkomen, waarvan de laagdikte varieert. Waar deze laag voorkomt reikt de onderkant over het algemeen tot 0,5 à 1 m beneden maaiveld. Bij een groot neerslagoverschot (= neerslag - verdamping) kan de afvoer op deze slecht doorlatende laag stagneren, waardoor ter plaatse schijngrondwaterstanden optreden. Deze zijn hoger dan de grondwaterstijghoogten in het watervoerende pakket.

In de praktijk wordt met deze onzekerheid omgegaan door gebruik te maken van meer informatie dan alleen het grondwatermodel en de nu beschikbare peilbuis gegevens. In de praktijk wordt bijvoorbeeld ook gebruik gemaakt van de algemeen aanvaarde Stiboka grondwatertrappen kaart (figuur 2.5) of de Gd-kaart om de opbrengstdepressies voor de landbouw in de huidige situatie te bepalen. Daarnaast

worden onzekerheden, die inherent verbonden zijn aan het gebruik van een (theoretisch) grondwatermodel, in de praktijk van dit project (en projecten in het algemeen) opgevangen middels een meetnet van peilbuizen, dat tijdig en voldoende wordt waargenomen. Bij de interpretatie van de met het model berekende effecten van maatregelen (verhogingen en verlagingen) wordt rekening gehouden met de mogelijkheid dat locaal een schijngrondwaterspiegel aanwezig kan zijn.

De methodiek van ijking en validatie is in dit project in grote lijnen als volgt geweest:

- Het grondwatermodel is eerst stationair geijkt voor de gemiddelde situatie, waarbij gebruik is gemaakt van de door het waterschap verstrekte gegevens van het neerslagoverschot.
- Vervolgens zijn de zomer- en wintersituatie stationair gevalideerd, namelijk voor de GLG en GHG. Daarbij is eveneens gebruik gemaakt van uit IBRAHYM aangeleverde gegevens van het neerslagoverschot De theoretische onderbouwing van de stationaire ijking en validatie is in bijlage 4 gegeven. Voor de GHG situatie zijn de oppervlaktewaterpeilen aangepast (naar boven bijgesteld).
- Samenvattend zijn bij de ijking en de validatie de volgende parameters aangepast: de randvoorwaarden van het model (vaste stijghoogten), de kD-waarden ter plaatse van de stuwwallen, de drainageweerstanden ter plaatse van het gebied tussen de twee stuwwallen, beperkt de drainageweerstand aan de zuidrand van het plangebied, de oppervlaktewaterpeilen voor de GHG.

Een meer specifieke bespreking van de aanpassingen van het grondwatermodel ten behoeve van de ijking vindt plaats per deelgebied in bijlage 4. Daarbij wordt onderscheid gemaakt in:

- Het plangebied
- Het overige gebied zuidelijk van de stuwwal formaties
- De stuwwal bij Groesbeek
- De stuwwal en fluvioglaciale afzettingen van het Reichswald
- Het gebied van de vroegere ijstong tussen deze stuwwallen

Ook bij de navolgende bespreking van de resultaten van de ijking wordt gebruik gemaakt van deze indeling in deelgebieden.

3.3 Resultaten van de ijking en validatie

3.3.1 Inleiding

Bij de ijking van het grondwatermodel wordt aan verschillende 'knoppen' gedraaid om de berekende grondwaterstanden in overeenstemming te brengen met de gemeten grondwaterstanden in het modelgebied. De 'knoppen' zijn bijvoorbeeld verschillende parameters die de bodemopbouw en de ontwatering (door middel van sloten) karakteriseren. Afwijkingen tussen berekende en gemeten grondwaterstanden binnen en in de buurt van het plangebied dienen de bruikbaarheid van het model niet in de weg te staan en verklaard te kunnen worden. Buiten het hydrologische invloedsgebied van maatregelen die binnen het plangebied worden genomen mogen de afwijkingen wat groter zijn.

De ijking van het grondwatermodel vindt plaats voor gemiddelde klimatologische omstandigheden. In principe kan daarbij op verschillende wijze aan de knoppen worden gedraaid om het model goed te krijgen. Een validatie vindt plaats om te controleren of aan de goede knoppen is gedraaid. Het model is gevalideerd door het verschil tussen berekende en gemeten grondwaterstanden ook te controleren voor een situatie met hoge grondwaterstanden (GHG) en lage grondwaterstanden (GLG) in het gebied. De resultaten van de ijking en de validatie zijn goed en worden samengevat in paragraaf 3.4.

3.3.2 Plangebied

Voor het plangebied zijn de nauwkeurigste ijk- en validatieresultaten gewenst (zie 3^{e} en 4^{e} alinea paragraaf 3.2). De resultaten worden besproken voor de gemiddelde situatie (tekening 233524-iso-gem), de GHG (tekening 233524-iso-GHG) en de GLG (tekening 233524-iso-GLG). De cijfers bij de peilbuizen geven het verschil tussen gemeten en berekend. Negatief betekent dat gemeten lager is dan het model berekent, positief dat gemeten hoger is dan berekend.

Voor de gemiddelde situatie zijn de resultaten zijn als volgt:

- Over het algemeen gesproken zijn de afwijkingen tussen gemeten en berekend klein tot zeer klein, namelijk minder dan 15 cm.
- Alleen aan de oostkant bij de bestaande plassen van De Banen komen grotere afwijkingen voor. De maximale afwijkingen bedragen +0,46 m en +0,53 m. Deze grondwaterstand waarnemingen zijn gemiddelden over een lange periode en representatief voor een kleinere omvang van de ontgronding. In het model zit de huidige omvang van de plas. Mede daardoor zijn de gemeten grondwaterstanden hoger dan berekend.

De GHG:
Voor de GHG zijn op basis van informatie van de opdrachtgever en een veldverkenning de peilen van de watergangen aangepast (verhoogd) ten opzichte van het oorspronkelijke aangeleverde model. De resultaten zijn als volgt:

- De maximale afwijking is -0,50 m aan de noordkant en +0,38 m aan de zuidkant. De afwijking aan de noordkant wordt veroorzaakt door de ligging van de peilbuis vlakbij een watergang (peilbuis meet het oppervlaktewaterpeil). De gemeten grondwaterstand is daardoor aanzienlijk lager dan berekend met het model (in het model staat de peilbuis door de gekozen schematisatie op 25 m afstand, waar de grondwaterstand hoger is).
- Aan de zuidkant van de plas wordt hoger gemeten dan berekend omdat de meting is gemiddeld over een periode van 10 jaar waarin de uitbreiding van de plas plaatsvond. In het model wordt alleen gerekend met de maximale plasgrootte. Eventueel zou de peilbuis nog een grondwaterstand boven een kleilaag onder het filter kunnen meten.
- In de resterende peilbuizen zijn de afwijkingen klein.

Op de tekening van de GHG is met een stippellijn een waterscheiding aangegeven. Vanaf het noordoosten van Milsbeek langs de zuidkant van het plangebied tot aan de zuidkant van de plassen van De Banen. Noordelijk van de waterscheiding stroomt het water naar het noorden, richting de Kroonbeek en de Teelebeek. Zuidelijk van de waterscheiding stroomt het grondwater richting de Maas.

De GLG:
De berekende GLG's kloppen heel goed voor het plangebied. De afwijking van -0,37 m aan de noordkant nabij de plassen van De Banen kan weer worden toegeschreven aan de ligging van de betreffende peilbuis dicht langs een watergang. In het gebied van de Diepen boven Milsbeek wordt een grondwaterstand gemeten die -34 cm lager is dan berekend. Dit is toe te schrijven aan een verlegging van de Teelebeek in zuidelijke richting die in 2001 heeft plaatsgevonden. Die verlegging zit in ons model terwijl we het modelresultaat vergelijken met de situatie van 1999, vóór de verlegging van de Teelebeek. Daarom komt ons model hoger uit dan de GLG die in 1999 optrad (voor de GHG is dit niet het geval omdat deze in 1999 al tot maaiveld reikte en dus niet wordt beïnvloed).

3.3.3 Overig zuidelijk deelgebied

In het overige zuidelijke deelgebied komen de berekende grondwaterstanden in algemene zin goed overeen met de grondwatertrappen kaart van Stiboka en de Gd-kaart (paragraaf 2.3). Voor de gemiddelde situatie zijn de resultaten van een vergelijking met de peilbuis gegevens als volgt (tekening 233524-iso-gem):

- Bij de twee zuidelijke peilbuizen wordt +0,28 m en +0,27 m hoger gemeten dan berekend. Dit is een redelijke benadering van de gemeten grondwaterstanden.
- Aan de westkant van de Diepen nabij de Mookerplas wordt in een peilbuis een grondwaterstand 0,21 m hoger gemeten dan berekend, wat beperkt is.

De GHG (tekening 233524-iso-GHG):

- Het model is voor het woongebied ten zuiden van het plangebied het meest nauwkeurig geijkt op de GHG omdat dit in verband met een eventueel risico van wateroverlast de meest kritische grondwaterstanden zijn. De met het model berekende GHG (tekening 233524-GHG) ligt hier plaatselijk ook tussen 60 en 60 cm-mv, wat overeenkomt met de waarnemingen in het gebied (zie hoofdstuk 4).

- In de peilbuis nabij de Mookerplas wordt een 0.21 m hogere GHG gemeten dan berekend. In de GHG bepaling voor de peilbuis is de invloed van kortdurende hoge Maaswaterstanden meegenomen. Bij een correctie van de meetwaarden op deze invloed valt het verschil tussen gemeten en berekende waarden (nog) kleiner uit.

De GLG (tekening 233524-iso-GLG):

- Zuidelijk van het plangebied is de afwijking op één locatie 47 cm. In bijlage 4 is toegelicht dat hierin mede de aangeleverde grondwateraanvulling voor de zomer een rol kan spelen. Omdat dit ver verwijderd is van het plangebied heeft dit geen consequenties

3.3.4 Stuwwal bij Groesbeek en het gebied van de ijstong tussen de stuwwallen

Westelijk van Groesbeek hebben de grondwaterstanden in de stuwwal een groot verhang. Deze worden sterk bepaald door de opgegeven stijghoogten aan de rand van het model, bepaald op basis van literatuur en meetgegevens. Aan de oostkant en zuidoostkant van Groesbeek, op de overgang naar het gebied van de ijstong en in dit gebied zelf, staan 4 peilbuizen. De stijghoogten van de vier peilbuizen worden met het grondwatermodel redelijk benaderd. Omdat het gebied met de stuwlijn wordt afgeschermd van het plangebied is een nauwkeuriger ijking niet nodig.
Aan het isohypsenpatroon is te zien dat dit gebied in noordoostelijke richting het grondwater afvoert, wat ook overeenkomt met de werkelijkheid.

3.3.5 Stuwwal en fluvioglaciale afzettingen Reichswald

Voor de stuwwal en de fluvioglaciale afzettingen van het Reichswald voldoet een ijking voor de gemiddelde situatie (zie bijlage 4 onder de opgenomen tekst van Haitjema). De invloed van de seizoensvariatie in het neerslagoverschot is relatief klein.
Het isohypsenpatroon van figuur 2.6 is gemaakt voor een relatief natte periode. De hoogste isohyps bedraagt ongeveer 16 m en die is ook voor de GHG en gemiddelde situatie bij onze berekeningen nagestreefd (op de GHG tekening juist zichtbaar aan de noordoostkant van het Reichswald). De GLG situatie ligt iets lager.
Op de ijktekening voor de gemiddelde situatie (tekening 233524-iso-gem) staan 2 peilbuizen noordelijk van De Banen waarvan de gegevens beschikbaar zijn gesteld en een gemiddelde is bepaald. Richting het plangebied bedraagt de afwijking slechts -0,06 m.
Aan de westrand van het Reichswald staan op Duits grondgebied 3 peilbuizen waarvan een gemiddelde is bepaald. De berekende stijghoogten liggen tussen 0,69 m en 0,81 m lager dan gemeten. Omdat deze peilbuizen aan de andere kant van de stuwlijn liggen, die een barrière voor de grondwaterstroming vormt, heeft deze afwijking geen invloed op de berekeningen voor het plangebied.

3.4 Conclusies ten aanzien van de ijking en de validatie

Zowel de methode van de ijking en de validatie als de resultaten zijn voorgelegd aan de hydrologen van het waterschap Peel en Maasvallei en de Provincie Limburg. Beide instanties hebben de methode en de resultaten beoordeeld en stemmen ermee in. Samenvattend zijn de conclusies ten aanzien van de ijking en de validatie als volgt:

- De ijking van het grondwatermodel voor de gemiddelde situatie geeft bevredigende resultaten. Afwijkingen zijn verklaarbaar en stellen geen beperking aan de bruikbaarheid van het grondwatermodel. Voor zover grote onverklaarde afwijkingen voorkomen zijn deze ver van het plangebied verwijderd en niet van belang voor het onderzoek.
- De validatie van het grondwatermodel voor de GHG en de GLG geeft aan dat bij de ijking van het grondwatermodel 'aan de goede knoppen' is gedraaid (zie ook bijlage 4).
- Geconcludeerd kan worden dat zowel voor de bepaling van de GHG en de GLG als voor de bepaling van de effecten van de maatregelen uitgegaan kan worden van de geijkte en gevalideerde modellen.
- Voor de interpretatie van de GHG en de GLG op basis van de modellen en de berekening van de effecten van maatregelen dient er daarnaast rekening mee te worden gehouden dat heel lokaal schijngrondwaterspiegels kunnen voorkomen. In dat opzicht zijn gegevens van grondwaterstanden van belang, waarvoor een monitoringplan is opgezet (hoofdstuk 6).

4 Referentiesituatie

De referentiesituatie (de 0-situatie) is de situatie in 2013, als de huidige ontgronding De Banen is afgerond. Deze situatie verschilt hydrologisch gezien niet noemenswaardig van de huidige situatie in het gebied. Ten aanzien van de referentiesituatie worden navolgend de volgende onderdelen besproken:

- De GHG of de gemiddeld hoogste grondwaterstand in het winterhalfjaar (tekening 233524-GHG) met de risico's van wateroverlast voor de landbouw en bebouwing.
- De GLG of de gemiddeld laagste grondwaterstand in het zomerhalfjaar (tekening 233524-GLG) met de risico's van verdroging voor de landbouw.
- De GVG, dit is de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (rond 1 april) en wordt berekend uit de GHG en GLG. De GVG vormt mede een uitgangspunt voor de natuurontwikkeling (tekening 233524-GVG).
- De kwel (tekening 233524-kwel-GHG en 233524-kwel-GLG)
- De hoogste en laagste grondwaterstanden over een jaar en een reeks van jaren

De GHG of de gemiddeld hoogste grondwaterstand (tekening 233524-GHG).

Uit de tekening van de GHG blijkt dat zuidelijk van het plangebied GHG's ondieper dan 60 cm – mv weinig voorkomen, wat betekent dat er weinig risico van wateroverlast is. Boven 60 cm –mv gaat een toenemend risico van wateroverlast ontstaan. Bij een GHG van 40 cm –mv of hoger ondervindt de landbouw merkbare wateroverlast waarvan de grootte afhankelijk van het grondgebruik en de bodemsamenstelling ter plaatse.
Gebieden met een GHG tussen 60-80cm-mv zijn aandachtsgebieden in die zin dat bij een verhoging van de GHG tot binnen 60 cm-mv het risico van wateroverlast kan toenemen.

Het gebied bij De Diepen, boven Milsbeek is relatief nat. Een aandachtspunt is hier de meest noordelijke wijk van Milsbeek waar de GHG plaatselijk boven 80 cm-mv ligt. Dat betekent dat de kruipruimten onder de woningen in incidentele gevallen nat kunnen worden. Onderstaand is de locatie van dit deel van de wijk nader aangegeven:



Figuur 4.1 Globale ligging van de wijk waarin wateroverlast wordt gemeld.

In het grondwatermodel zijn geen schijngrondwaterstanden opgenomen. Dit zijn hoge grondwaterstanden die kunnen ontstaan op een lokale slecht doorlatende klei of veenlaag in de bovenste meter van de bodem. Deze kunnen aanleiding geven tot tijdelijke hoge grondwaterstanden die vanwege het lokale karakter niet zijn mee te nemen in deze berekeningen. Daar er in de huidige situatie weinig klachten bekend zijn van wateroverlast ter plaatse van de landbouwgronden wordt de aanwezigheid van deze schijngrondwaterstanden beperkt geacht.

De GVG of de gemiddelde voorjaars grondwaterstand (tekening 233524-GVG)

Aan het eind van het hoofdstuk is de fluctuatie van peilbuizen van het Koningsven vermeld. Uit het beperkte verschil tussen GHG en GLG (maximaal 25 cm) volgt dat de GVG dicht onder de GHG ligt (zo'n 5 à 10 cm verschil).

De GLG of de gemiddeld laagste grondwaterstand (tekening 233524-GLG).

Op de tekening van de GLG is te zien dat zuidelijk en deels binnen het plangebied vrij diepe grondwaterstanden voorkomen. Dat wil zeggen grondwaterstanden dieper dan 1,20 m beneden maaiveld. Deze gronden kunnen droogtegevoelig zijn wat blijkt uit de hoeveelheid aanwezige beregening in het gebied, die ook in het grondwatermodel is opgenomen.

Een andere factor is dat slecht doorlatende lagen in de ondergrond de capillaire opstijging van grondwater kunnen beperken en daardoor mede verdroging kunnen veroorzaken.

De kwel (tekeningen 233524-kwel-GHG en 233524-kwel-GLG)

Onderzocht is wat de kwelstroom is in het gebied. Daarmee wordt gedoeld op de opwaartse grondwaterstroming tussen de modellagen 1 en 2 in de huidige situatie, waarbij de onderkant van modellaag 1 op ongeveer 5 m-maaiveld ligt. Onderscheid kan worden gemaakt in de situatie van de GHG en de GLG, waarvoor de kwel afzonderlijk is berekend en op de bovengenoemde tekeningen is aangegeven.

In de GHG situatie is in het deelgebied Koningsven nauwelijks kwel aanwezig. Dat wil zeggen, de kwel is met name geconcentreerd rond de Kroonbeek en de Teelebeek. Daarbuiten is juist sprake van (enige) infiltratie. In het westelijke gebied de Diepen is wel meer verspreid kwel aanwezig in de GHG situatie. Verder is zichtbaar dat de plassen van de Banen worden gevoed door kwelwater.

In de GLG situatie is vrijwel in het gehele plangebied van kwel sprake, maar niet in de meest oostelijke plas. Waarschijnlijk omdat vanuit deze plas water in westelijke richting naar de aangrenzende plas stroomt. Verder wordt de kwel in belangrijke mate veroorzaakt door de verdamping. Die is in het zomerhalfjaar groter dan de neerslag. Er wordt grondwater onttrokken en dit wordt van onderen aangevuld. Bij een te diepe grondwaterstand, waarbij geen capillaire opstijging vanuit het grondwater meer kan plaatsvinden, treedt naar verwachting geen kwel meer op.

Uit het voorgaande volgt voor de gemiddelde situatie (die tussen GHG en GLG in ligt) dat het deelgebied de Diepen en de plassen van de Banen voor een belangrijk deel onder invloed staan van kwel. Voor het gebied Koningsven is dat voor een belangrijk deel van het jaar niet het geval. Hier stroomt het grondwater vanuit het Reichswald met name in horizontale richting naar de Niers en naar de Maas. Het grondwater komt nauwelijks naar boven. Integendeel, er is meer infiltratie van neerslag dan kwel.

Een uitzondering wordt gevormd door de omgeving van de Kroonbeek en de Teelebeek. Hier komt veel diep kwelwater per dag naar boven. Van dit water mag een basische samenstelling worden verwacht. Horizontaal mag in de bovenste 5 meter een grotere aanvoer van grondwater worden verwacht. Dit is echter in belangrijke mate neerslagoverschot van de directe omgeving en ondiep kwelwater dat weinig basisch is.

De consequentie is dat er twee wijzen zijn waarop basisch water kan worden benut. Ten eerste door de omlegging van de beken waardoor het basische kwelwater niet meer in de beken terecht komt maar (voor zover aanwezig) binnen het plangebied kan worden opgevangen. Alleen met modelberekeningen van maatregelen kan hierin inzicht worden verkregen. Ten tweede kunnen mogelijkheden worden nagegaan om het basische water van De Banen te benutten. Omdat deze plassen tot 30 m diep reiken wordt alle aanvoer vanuit de stuwwal opgevangen.

Grondwaterstandfluctuatie

Met de grondwaterstandfluctuatie wordt niet alleen gedoeld op de GHG maar ook op de meer extreme grondwaterstanden. Onderstaand zijn van peilbuizen van Koningsven en van De Banen de grondwaterfluctuaties weergegeven. Er mag vanuit worden gegaan dat alle peilbuizen met de filter in het watervoerende pakket onder deklaag staan.

Grondwaterstandfluctuatie Koningsven

Onderstaand is een beeld gegeven van de grondwaterstandfluctuatie om de GHG en GLG van de peilbuizen in het gebied Koningsven.

Koningsven

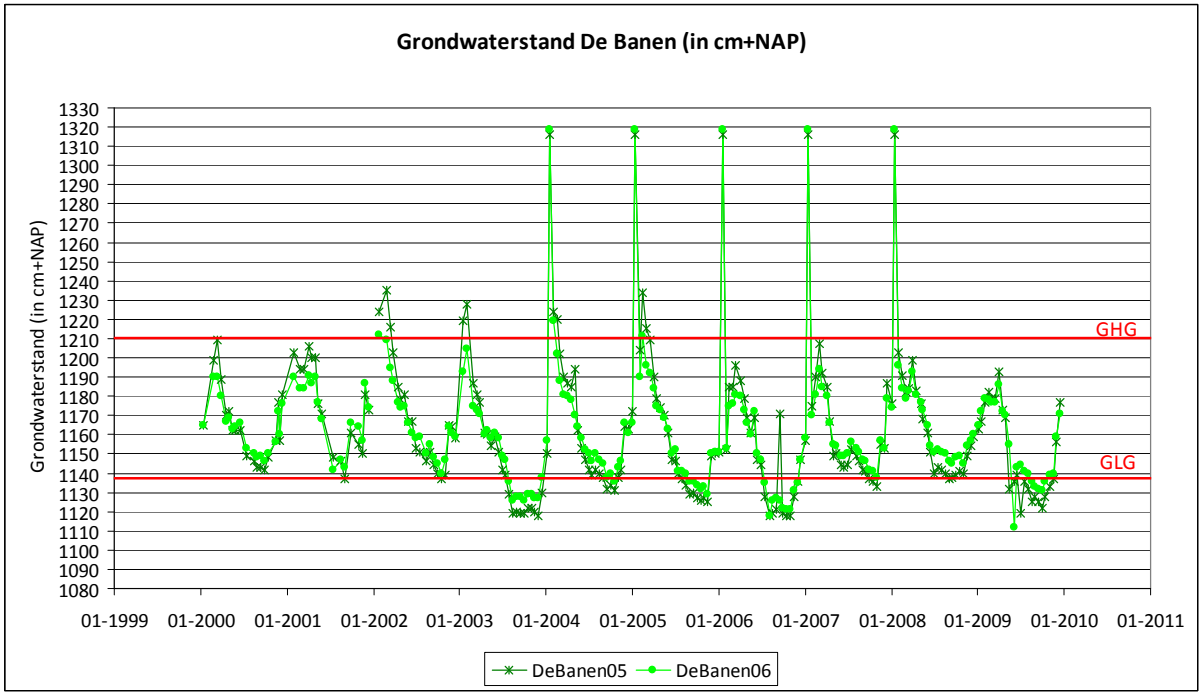
Peilbuis	GLG(mNAP)	GHG(mNAP)	verschil	min	max	verschil
KV200	10.71	10.96	0.25	10.58	11.14	0.56
KV204	10.98	11.20	0.22	10.98	11.32	0.34
KV207	11.21	11.39	0.18	11.13	11.56	0.43
KV208	11.32	11.45	0.13	11.27	11.53	0.26
KV209	10.93	11.12	0.19	10.85	11.25	0.40

Hier is het minimum tussen 5 en 10 cm lager dan de GLG
maximum 15 tot 20 cm hoger dan GHG

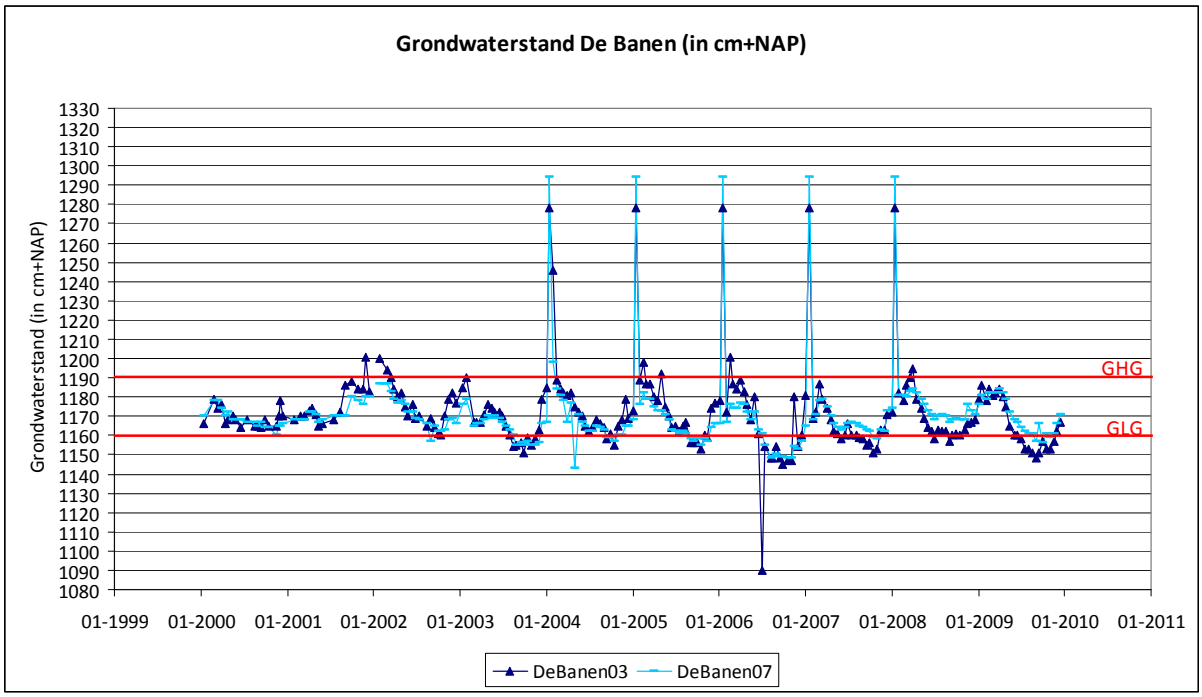
Hier is de fluctuatie boven en onder de GHG en GLG beperkt.

Grondwaterstandfluctuatie De Banen

De peilbuizen van De Banen hebben uitschieters naar boven in relatief natte perioden, wat erop duidt dat bij veel neerslag soms water van plassen aan de bovenkant in de peilbuis loopt. Hierdoor kan het zijn dat de gemiddelde grondwaterstand en de GHG wat hoger uitvallen dan de werkelijkheid (ook na de toegepaste correctie voor de duidelijke uitschieters). Zie figuur 4.2.



GHG = 12,04 en 12,18 m+NAP / GLG = 11,40 en 11,35 m+NAP
Spreiding boven GHG en onder GLG = ca. 20 cm.



GHG = 11,89 en 11,97 m+NAP / GLG = 11,60 en 11,61 m+NAP
Spreiding boven GHG en onder GLG = ca 10 cm.

Figuur 4.2 Fluctuatie grondwaterstanden aan de hand van peilbuizen bij De Banen. De uitschieters zijn onbetrouwbaar. In de peilbuizen aan de zuidkant (DeBanen03 en DeBanen07) is de fluctuatie groter dan aan de noordkant (DeBanen05 en DeBanen06). Aan de noordkant is de fluctuatie heel beperkt.

5 Autonome ontwikkeling

5.1 Het effect van de ontgronding Koningsven

Voor het effect van de ontgronding Koningsven kan worden gerefereerd aan eerder onderzoek dat in het verleden is verricht ten behoeve van de verlening van een vergunning voor de ontgronding De Banen. Uit dit onderzoek en uit de monitoring van deze ontgronding volgt dat de invloed heel beperkt is. Op basis van de overeenkomst in geohydrologische opbouw tussen het plangebied Koningsven en De Banen mag worden vermoed dat het hydrologisch effect van het plan Koningsven ook heel beperkt is. Op het effect hiervan wordt navolgend, met de ligging van de Kroonbeek en Teelebeek op het huidige tracé, ingegaan.

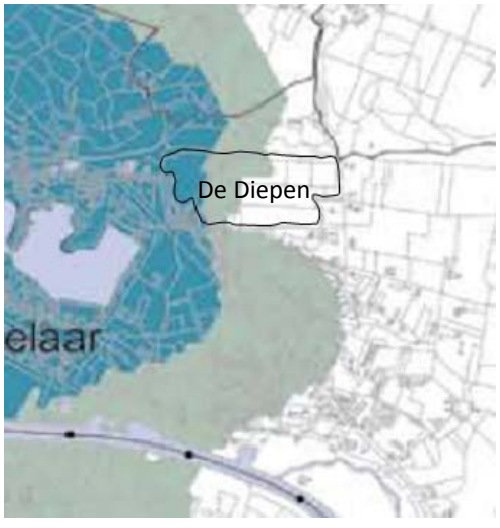
In het voorjaar zijn de grondwaterstijghoogten in het landbouwgebied het hoogst en dalen richting de Kroonbeek. Het grondwater stroomt dus vanaf het landbouw gebied in noordwestelijke richting naar de Kroonbeek. Deze stroming is tegengesteld aan de stroming uit het Reichswald en dus vangt de Kroonbeek in deze periode van het jaar uit beide gebieden water weg. Voorzover de plas effect heeft op de grondwaterstanden worden deze aan de zuidrand verlaagd wat betekent dat het risico van wateroverlast voor de landbouw wordt verminderd.

In de zomerperiode zijn de grondwaterstijghoogten lager en de richting van de grondwaterstroming ziet er dan anders uit. De grondwaterstroming in het plangebied vindt nu in zuidwestelijk richting naar de Maas plaats. De Kroonbeek vangt geen water uit het landbouwgebied weg en minder water uit het Reichswald omdat de stijghoogten in de zandondergrond lager liggen. Het meeste water uit het Reichswald stroomt onder de Kroonbeek door richting de Maas. De plas zorgt voor enige afvlakking van de isohypsen waarbij deze aan de noordkant beperkt worden verlaag en aan de zuidkant beperkt worden verhoogd. Voor zover verdroging optreedt in het landbouwgebied wordt deze hiermee tegen gegaan.

Het uitgangspunt voor de ontgronding Koningsven (evenals voor De Banen) is dat de Kroonbeek aan de zuidkant om de ontgronding wordt gelegd. Dit uitgangspunt is in de referentie situatie niet opgenomen. Door het peil in de omgelegde Kroonbeek regelbaar te maken kunnen effecten worden gemitigeerd.

5.2 Opzetten stuwpeil Maas

Vanaf 2001 is in het stuwpand Grave een peilopzet van 30 cm gepland. De eerste verhoging van 10 cm is in 2001 gerealiseerd. In het voorjaar van 2010 heeft de tweede peilopzet met 10 cm plaatsgevonden. In het voorjaar van 2011 vindt de laatste peilopzet met 10 cm plaats. Het resultaat is een (stuw)peil nabij het plangebied van omstreeks NAP +8,00 m dat weinig varieert met de afvoergrootte vanwege het peilbeheer met de stuw bij Grave (op extreem hoge afvoeren na, waarvan de invloed echter minder ver reikt). De effecten van de peilverhoging met 30 cm op de GHG is in de onderstaande figuur aangegeven.



Figuur 5.1 De effecten van een stuwpeil verhoging van de Maas met 30 cm op de GHG. Deelgebied De Diepen is schetsmatig ingetekend. De Mookerplas met Maaspeil ligt zuidwestelijk hiervan. Blauw is een grondwaterstandverhoging met 10-20 cm. Grijs is een grondwaterstandverhoging met 5-10 cm. De westelijke helft van De Diepen bevindt zich in het gebied waar de verhoging tussen 5 en 20 cm bedraagt. De woonwijk met klachten van wateroverlast ligt in het gebied met een verhoging van 5 tot 10 cm.

Van belang is dat de invloed van de stuwpeil verhoging reikt tot de bebouwing die westelijk en zuidelijk van De Diepen ligt. Na 2011 vindt geen stuwpeil verhoging meer plaats en zal de invloed op de grondwaterstanden zich stabiliseren. Het optreden van wateroverlast wordt mede bepaald door de afwisseling van droge en natte jaren. Daardoor kan tussen de laatste stuwpeil verhoging en een hiermee samenhangend optreden van wateroverlast een periode van meerdere jaren liggen.

5.3 Nieuw Limburgs Peil

Het Nieuw Limburgs Peil vloeit voort uit het Nationaal Bestuursakkoord Water. Hierin is door de overheden gezamenlijk als doelstelling vastgelegd om in 2015 het watersysteem op orde te hebben en daarna op orde te houden. Het Waterschap Peel en Maasvallei en de Provincie Limburg hebben hieraan gezamenlijk invulling gegeven onder de noemer Nieuw Limburgs Peil. Voor het Nieuw Limburgs peil is het doel: de realisering en instandhouding van een duurzaam ingericht watersysteem dat voldoende waarborg biedt om toegekende functies te ondersteunen. Een van de doelen is het realiseren van een natuurlijk veerkrachtig watersysteem. Dit wordt bereikt middels het principe niet meer afvoeren dan strikt noodzakelijk. De ecologie van beken wordt bevorderd, wateroverlast verminderd en verdroging in natuur- en landbouwgebieden wordt teruggedrongen.
Op basis van een integrale gebiedsaanpak worden gezamenlijk met de streek maatregelen pakketten opgesteld, om het gewenste waterpeil in 2015 te kunnen realiseren. Bij de opstelling van de pakketten wordt gebruik gemaakt van het model IBRAHYM, dat ook als basis dient voor het hier gerapporteerde onderzoek.

5.4 Klimaatverandering

De effecten van klimaatverandering worden ontleend aan het artikel ‘Regionale hydrologische modellering ter onderbouwing van klimaateffecten’ (E. Hermans, J. Otte en J. van Bakel 2009, H2O 4, p28-32). Hierin wordt aangeven dat klimaatmodellen voorspellen dat de wereldgemiddelde temperatuur rond 2050 één of twee graden hoger zal liggen. Deze twee cijfers vormen het uitgangspunt voor twee gematigde en twee warme klimaatscenario’s. Alle vier de scenario’s zijn daarbij even waarschijnlijk.

De twee warme klimaatscenario’s zijn het meest extreem. In één van deze scenario’s neemt het jaarlijks neerslagoverschot met 26 mm toe terwijl het neerslagtekort in de zomer nauwelijks afneemt. In dat geval kunnen we dus een grondwaterstijging en een toename van kwel verwachten. In het andere scenario neemt het jaarlijks neerslagoverschot met 82 mm af. Het neerslagtekort in de zomer neemt toe met 79 mm. In dat geval zullen de grondwaterstanden dalen, er is risico van verdroging en minder kwel.

Omdat de scenario’s wat betreft uitkomsten ver uit elkaar liggen is de vraag hoe hiermee om te gaan. Gesteld kan worden dat verdroging en een afname van de kwel het meest schadelijk voor de natuur zijn. Uit dat oogpunt kan worden aanbevolen om het watersysteem robuust te ontwerpen waarbij lagere grondwaterstanden en vermindering van kwel niet onmiddellijk grote en onomkeerbare effecten op de natuur hebben. Overigens is dit als inrichtingsmaatregel altijd aan te bevelen. Bijvoorbeeld in verband met natuurlijke fluctuaties (die trouwens vrij beperkt lijken).

6 Monitoring systeem

Het voorstel voor een meetnet van peilbuizen (zie tekening 233524-MON) is bedoeld om zo snel mogelijk de nulsituatie van het gebied vast te kunnen leggen. De verwachting is dat hiermee al een belangrijk deel van de noodzakelijke waarnemingen bij de definitieve plannen voor de uitvoering en de inrichting is gedekt.

Er is gekozen voor twee raaien van peilbuizen in west - oost richting (A – A' en B – B') en drie raaien.in noord - zuid richting (C - C', D – D'en E – E'). De peilbuizen in deze raaien zijn doorlopend genummerd (nr. 1 tot en met 23).

De raaien peilbuizen hebben in hoofdlijnen twee doelen:
- het in beeld brengen van de grondwaterstanden binnen het plangebied ten behoeve van de definitieve plannen voor de uitvoering en de inrichting
- het in beeld brengen van de grondwaterstanden buiten het plangebied, om zekerheid te bieden aan de omwonenden en grondgebruikers ten aanzien van de eventuele effecten van het plan op de omgeving.

Plangebied
Voor de eerstgenoemde doelstelling (grondwaterstanden binnen het plangebied) zijn de volgende raaien van belang:
- raai A – A' brengt de grondwaterstranden in de lengterichting van het plangebied in beeld. Vanwege de centrale ligging van deze peilbuizen vormen deze een goede basis voor de inrichtingsplannen
- raaien C – C', D – D' en E – E' zijn in dit verband bedoeld om een beeld te geven van de gradiënt in grondwaterstijghoogten van het Reichswald naar het plangebied. De peilbuizen 1,2 en 3 liggen dicht nabij het Reichswald. De raaien zijn doorgetrokken naar het landbouwgebied. Daarbij liggen de peilbuizen 12, 17 en 18 (vrijwel) op de waterscheiding die is aangegeven op tekening 233524-iso-GHG. Noordelijk hiervan stroomt het grondwater naar de Teelebeek en Kroonbeek en zuidelijk hiervan naar de Maas en de Niers.

Landbouw buiten plangebied
Ten aanzien van het bieden van zekerheid aan belangen kan onderscheid worden gemaakt in de landbouw en bebouwing. Ten aanzien van de landbouw zijn met name de raaien C – C', D – D' en E – E' van belang:
- raai C – C' ligt midden in een groot gebied waar maaiveldverlaging is gepland. Daarnaast is het plan om de Teelebeek aan de noordzijde op te heffen.
- peilbuis 12 ligt dicht bij het plangebied in het landbouwgebied en bij de waterscheiding, zodat grondwaterstandveranderingen goed in beeld kunnen worden gebracht. Verder weg ligt peilbuis 16 terwijl peilbuis 22 als een referentiebuis buiten het hydrologische invloedsgebied kan worden beschouwd.
- raai D – D' ligt op de grens van een gebied met hoofdzakelijk natuurontwikkeling westelijk en een groter aaneengesloten zoekgebied voor zandwinning oostelijk en geeft hiermee een beeld van het gezamenlijke effect van deze ingrepen.
- peilbuis 13 ligt op de grens met het landbouwgebied en peilbuis 17 op de eerder genoemde waterscheiding (zie onder plangebied), waarmee eventuele effecten goed in beeld zijn te brengen.
- raai E – E' ligt over het zoekgebied voor zandwinning.
- Peilbuis 18 ligt op de waterscheiding en geeft de effecten in het landbouwgebied weer. Peilbuis 23 kan worden beschouwd als een referentie peilbuis buiten het hydrologische invloedsgebied.

Bebouwing
De bescherming van de aanwezige bebouwing in de omgeving van het plangebied tegen (een toename van) wateroverlast is een belangrijk aandachtspunt. De monitoring van grondwaterstanden is mede hierop gericht en dient ervoor te zorgen dat de situatie vóór ingrepen in het plangebied goed wordt vastgelegd. Tijdens het uitvoeren van de maatregelen en in de resulterende eindsituatie na uitvoering

zorgt de monitoring ervoor dat geen verhoging van de grondwaterstand optreedt die kan leiden tot (extra) wateroverlast. Met de monitoring worden ook andere invloeden gemeten, zoals autonome ontwikkelingen (denk bijvoorbeeld aan de stuwpeilverhogingen van de Maas, paragraaf 5.2). Dit betekent uiteraard niet dat de andere invloeden zoals autonome ontwikkelingen ook onder de verantwoordelijkheid van het initiatiefplan Koningsven vallen.
Monitoring raai B – B' is met name gericht op de bebouwing:

- De peilbuizen 14 en 15 zijn geplaatst bij woonwijken. In de woonwijk bij peilbuis 15 zijn in de huidige situatie al klachten van wateroverlast (zie ook de hoofdstuk 4 en paragraaf 5.2).
- Peilbuizen 16, 20 en 21 staan eveneens bij concentraties van bebouwing waarvan in de huidige situatie overigens geen klachten bekend zijn.

Voor de verspreid staande agrarische bebouwing dient een beoordeling plaats te vinden aan de hand van de overige peilbuizen van het meetnet.

Ten behoeve van het vastleggen van de nulsituatie worden de peilbuizen op de 14^{e} en 28^{e} van iedere maand waargenomen. Dit is overeenkomstig de registratie van waarnemingen in de meeste peilbuizen van Dinoloket en maakt een vergelijking met lange meetreeksen, indien gewenst, mogelijk.

7 Management samenvatting

Ten behoeve van het initiatiefplan Koningsven is in het voorliggende rapport het deelonderzoek hydrologie beschreven. Het deelonderzoek hydrologie omvat een beschrijving van de bodemkundige en hydrologische gesteldheid van het gebied, de referentie situatie (de 0 – situatie) en de autonome ontwikkeling. Daarnaast is in dit rapport de opzet, ijking en validatie van het grondwatermodel beschreven.

De referentie situatie heeft betrekking op de situatie in 2013, als de huidige ontgronding De Banen is afgerond. Deze referentiesituatie is in dit rapport beschreven aan de hand van kaarten van de grondwaterstanden en de kwel en een tabel en figuren betreffende de grondwaterstandfluctuatie. De grondwaterstanden zijn gekarakteriseerd aan de hand van de GHG (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand), de GVG (Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand) en de GLG (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand). De grondwaterfluctuatie heeft betrekking op de extremere grondwaterstanden die in het gebied op kunnen treden.

De vastgestelde grondwaterstanden en grondwaterfluctuatie voor de referentiesituatie hebben betrekking op de grondwaterstanden in het eerste watervoerende pakket. Schijngrondwaterstanden, dit zijn hogere grondwaterstanden die in het natte winterhalfjaar kunnen ontstaan op een lokale slecht doorlatende klei of veenlaag in de bovenste meter van de bodem, zijn niet aangegeven. Vanwege het lokale karakter zijn deze niet gebiedsdekkend vast te stellen. Als juist ter plaatse een boring met een nauwkeurige boorbeschrijving of een ondiepe en een diepe filter op een peillocatie staan kan hierover wel een uitspraak worden gedaan. In de praktijk wordt hiermee omgegaan door bij de berekening van de effecten van de inrichtingsmaatregelen rekening te houden met een mogelijke invloed van schijngrondwaterstanden. Daarnaast is een monitoringsysteem gepland waarmee tevens plaatselijke het effect van schijngrondwaterstanden is vast te stellen.

De grondwaterstanden en kwel in de referentiesituatie zijn gebiedsdekkend vastgesteld met een grondwatermodel. Dit grondwatermodel is gebaseerd op een uitsnede van het grondwatermodel IBRAHYM dat door het waterschap voor haar beheersgebied is ontwikkeld. Het grondwatermodel is aanvullend geijkt en gevalideerd. Omdat het grondwatermodel is gebaseerd op veel peilbuizen in het plangebied en op peilbuizen in de omgeving mag van een goed model worden gesproken. Binnen het hydrologische invloedsgebied van maatregelen binnen het plangebied worden de waargenomen waarden van de GHG, de GLG en de gemiddelde grondwaterstand goed gesimuleerd en de afwijkingen zijn verklaarbaar. Peilbuizen die ver weg zijn gelegen, we hebben het dan over peilbuizen op de stuwwalcomplexen van Groesbeek en het Reichswald, hebben grotere afwijkingen. Vanwege de afstand tot het plangebied doen deze peilbuizen echter niet af aan de bruikbaarheid van het model om de effecten van inrichtingsmaatregelen te berekenen.

Omdat het model goed klopt voor het plangebied en de directe omgeving (het hydrologische invloedsgebied van maatregelen) geeft het voor deze gebieden ook een goed en gebiedsdekkend beeld van de referentiesituatie: de grondwaterstanden en de kwel. Als voorbehoud geldt daarbij de hiervoor vermelde kans op het voorkomen van lokale schijngrondwaterstanden op ondiepe klei- of veenlagen. Daarnaast heeft het model een groot voorspellend vermogen wat betreft de hydrologische invloed van maatregelen in het plangebied en de effecten op de omgeving. De effecten op de omgeving manifesteren zich namelijk via het watervoerende pakket, waarvan de eigenschappen op betrouwbare wijze in het model zijn opgenomen.

Bijlage 1: Rapporten hydrogeologie Van Rooijen Adviezen

Van Rooijen Adviezen BV
Grubbenweg 20 A
6343 CC KLIMMEN

De hydrogeologische situatie rond Ontwikkelingsplan Koningsven te Gennep

I Inleiding

Voor het Koningsven, ten noordoosten van Milsbeek, Gemeente Gennep, wordt een ontwikkelingsplan voorbereid door Groen-planning Maastricht BV.
Na een ontgronding wordt gedacht aan een blijvende partij open water. Om de invloed hiervan op de grondwaterhuishouding in te kunnen schatten vroeg Groen-planning aan Van Rooijen Adviezen de hydrogeologische situatie ter plaatse te beschrijven en aan de hand van een doorsnede de geologische geschiedenis van het gebied toe te lichten.

II Geologische opbouw

Het plangebied Koningsven ligt aan de voet van de hoge stuwwal die laat in het Pleistoceen is ontstaan door het geweld van het in zuidelijke richting oprukkende landijs (zie fig. 1). De gletschers stuwden de eerder in het Pleistoceen gevormde en mogelijk nog oudere sedimenten op tot hoge wallen die het stroompatroon van de rivieren verstoorden.

Voordat de ijstijd van het Saalien zich een paar honderdduizend jaar geleden deed gelden bestreek het stroomgebied van de Maas het Limburgse gebied, terwijl de Rijn een meer oostelijk stroomgebied beheerste. Door het naar het zuiden oprukkende landijs ontstond echter meer en meer een barriere voor de Rijn, die geleidelijk in zuidelijke richting werd gedwongen en, gebruikmakend van het dal waarin nu de Niers stroomt, in westelijke richting afstroomde samen met de Maas. Nadat het landijs zich terugtrok hernam één tak van de Rijn weer de noordelijke koers en vormde de "IJsseltak" terwijl een deel van de Rijn gebruik bleef maken van het dal waardoor nu de Niers stroomt. Dit was de situarie in het Laat-Pleistoceen toen de grofzandige en grindhoudende Formatie van Kreftenheye werd afgezet. De "Nierstak" van de Rijn zette ten zuiden van de stuwwal deze formatie af vanaf ca 100.000 jaar geleden. In Duitsland worden de Niederterrassen als equivalent van deze formatie onderscheiden. Verder naar het zuiden werden in Limburg ook door de Maas grindige grove zanden afgezet die tot de Formatie van Kreftenheye behoren, maar in het plangebied bestaat het pakket waarschijnlijk geheel uit sediment dat door de Rijn werd aangevoerd. Oudere rivierafzettingen van vóór de Saale ijstijd, zoals de door de Maas afgezette Formatie van Veghel en de Duitse Mittelterrassen van de Rijn, zijn voorzover in het plangebied ooit gevormd, daarna geheel of grotendeels verwijderd in een periode van erosie volgend op de

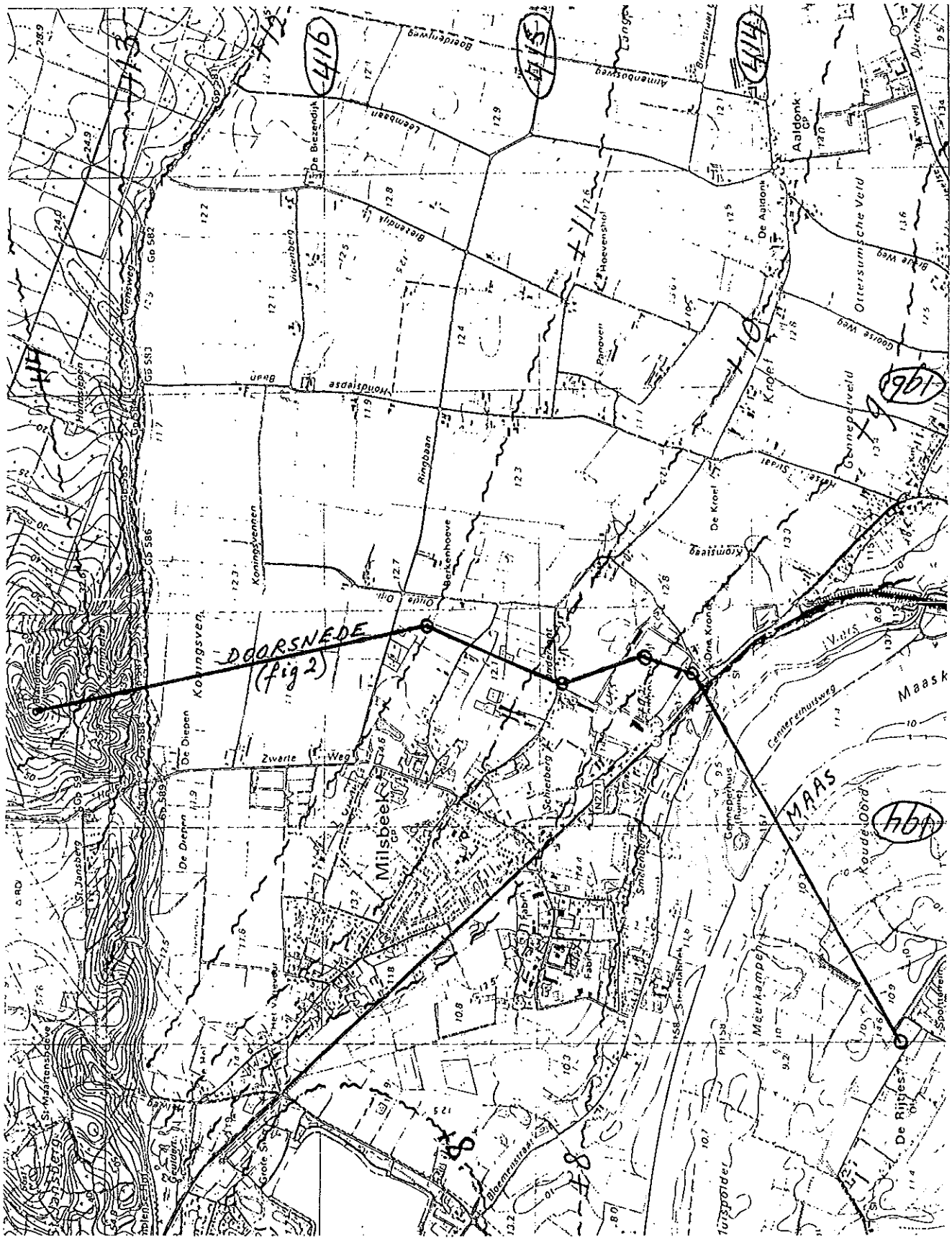


Fig.1; Overzichtskaartje gebied Koningsven met grondwaterisohypsen in m t.o.v. NAP en verloop van de doorsnede; schaal 1:25.000.

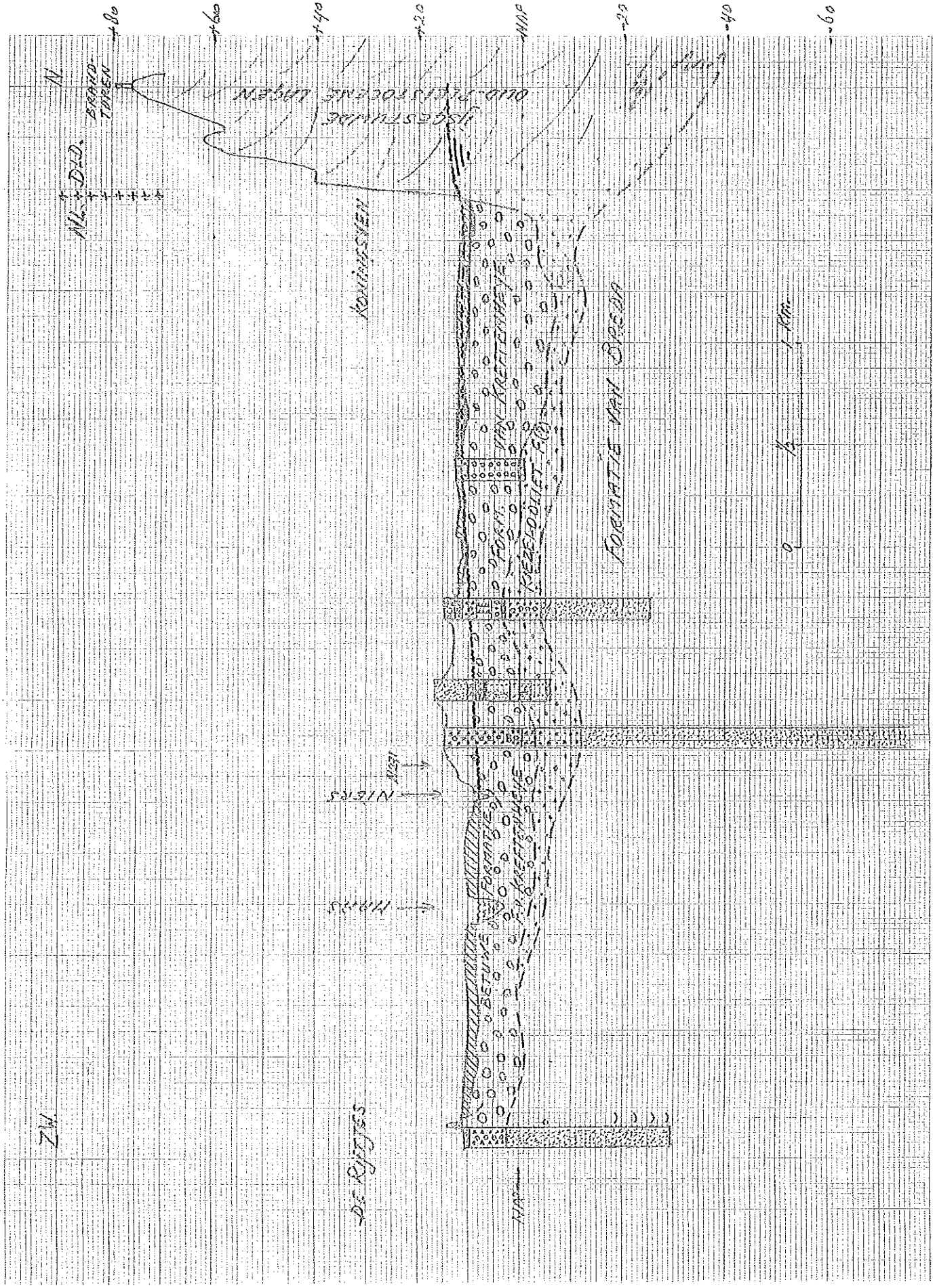


Fig.2; Geologische doorsnede door Koningsven; schaal hor. 1:25.000, vert. 1:1000.

ijstijd.
Mogelijk zijn aan de basis van de grindrijke Formatie van Kreftenheye in het plangebied nog moeilijk daarvan te onderscheiden afzettingen van de Kiezeloöliet Formatie aanwezig. Het zijn ook grove zanden, soms met fijn grind, die waarschijnlijk uit het vroege Plioceen stammen.
Onder de grofzandige en grindhoudende, continentaal afgezette sedimenten liggen de zeer fijne, slibhoudende zanden van de Formatie van Breda. Deze zijn groenig gekleurd door de aanwezigheid van het mineraal glauconiet en in het Vroeg-Plioceen en Mioceen gevormd in een marien milieu. De top van deze fijne, slibhoudende zanden ligt hier tussen 0 en -10 m NAP, maar lijkt onder de stuwwal snel grotere diepte te bereiken, waarschijnlijk door het stuwende effect van de gletschertongen (zie fig. 2). De stuwwal als geheel bestaat uit grof zand met grind, doorregen met kleilagen en -lenzen die mogelijk uit het Tiglien stammen. Door de stuwing is de gelaagdheid sterk scheefgesteld.

De grindrijke Formatie van Kreftenheye zal in het plangebied doorgaans tussen 10 en 15 meter dik zijn. Vooral nabij de voet van de stuwwal is deze dikte enigszins onzeker, omdat juist daar weinig boorgegevens bestaan. Extrapolatie van gegevens verder westelijk langs de stuwwal maken het echter waarschijnlijk dat de grindige afzettingen ook in het gebied Koningsven de dikte van 10 meter (ruimschoots) zullen halen.
Op de grove Formatie van Kreftenheye komt in het plangebied een kleiige of lemige deklaag voor. Deze is 1 à 2 meter dik, veelal zandig en soms overwegend uit fijn of matig grof zand opgebouwd. De Bodemkaart van Nederland toont de aanwezigheid van sterk humeuze of venige zones. Deze zijn ook op de luchtfoto's te zien als donkere slierten over het landschap van akkers en weiden en duiden op een venige opvulling van oudere stroomgeulen. De gemiddelde richting van deze slingerende stroomgeulen is min of meer oost-west.
In de hogere, bebouwde zone langs de N271 lijkt deze deklaag te ontbreken en is ook de ondergrond gevarieerder van samenstelling dan te verwachten voor de Formatie van Kreftenheye. Het gaat hier waarschijnlijk om een oudere afzetting van de Rijn maar wordt hier toch tot de Formatie van Kreftenheye gerekend.
Direct langs Maas en Niers bestaat de ondergrond uit holocene afzettingen die tot de Betuwe Formatie worden gerekend. Het zijn overwegend kleien met een dikte tot enkele meters maar aan de basis komen waarschijnlijk ook grinden voor die de Maas heeft ontleend aan oudere Rijnafzettingen. De begrenzing van deze Betuwe Formatie is in fig.2 gelegd bij de dijk van De Rijtjes, maar kan mogelijk verder van de Maas liggen.

III Grondwater en hydrologische effecten Plan Koningven

Het aangenomen grondwaterisohypsenpatroon voor het (eerste) watervoerend pakket is ingetekend in fig.2. Het is gebaseerd op het DGV-TNO patroon van 1983 (Grondwaterplan Limburg), de Duitse LWA kaart L4302, Kleve, van 1973 en een Maaspeil van ca

+7,60 m NAP. Verder zijn enkele incidentele waterstanden van boringen en peilputten gebruikt. Zo leidde de grondwaterstand van rond +10,5 m NAP in put 46B-112, Primair Meetnet Limburg, coörd. 196.198-414.314, er toe de isohypse van +10 m NAP van de DGV-TNO kaart belangrijk naar het zuiden te verleggen. Omdat maaiveldhoogten in het Koningsven van +11,3 en +11,4 m NAP (hoogtekaart schaal 1:10.000) vlak langs de voet van de stuwwal aantonen dat daar de grondwaterstand maximaal ca +11,3 moet zijn, kan worden geconcludeerd dat de gradiënt van het grondwater net in het plangebied zeer gering is (1:3000 à 1:4000). Kennelijk zorgt de kwel van grondwater vanuit de hoge stuwwal hier voor een zeer vlak verloop van de grondwaterspiegel. Kroonbeek en Tielebeek met een aantal daarmee verbonden sloten verzorgen de afvoer van het overtollige kwelwater.
Vlak bij het dal van Maas en Niers blijkt weer een hogere gradiënt van de grondwaterspiegel te gelden, net zoals natuurlijk in de zuidelijk zone van de stuwwal. De grondwaterstand is ingetekend in de doorsnede van fig.2.

Wanneer ontgronding plaats heeft in het Koningsven, dus langs de voet van de stuwwal, ontstaat open water. Hierdoor zal op de waterhuishouding een tijdelijk effect ontstaan gelijk aan de onttrekking van een hoeveelheid water die overeenkomt met ca 80% van het onder de waterspiegel te ontginnen sedimentvolume. Dit effect van de zandvervanging moet worden uitgesmeerd over de duur van de sedimentwinning, zal zeer gering zijn en snel worden gecompenseerd door de kwel.
Na beëindiging van de ontgronding blijft ter plaatse een open water partij die een permanente insnijding geeft in het isohypsenpatroon. Doordat de gradiënt juist hier zo gering is zal dit effect zeer beperkt zijn. Zo zal b.v. bij een 300 m breedte van een O-W georienteerde plas op basis van het aangenomen isohypsenpatroon hooguit een grondwaterstandverschil van 7½ à 10 cm worden genivelleerd en daarmee een grondwaterstandverhoging van de helft daarvan langs de zuidzijde van de plas en een evengrote verlaging aan de noordzijde worden veroorzaakt. Bij het ontstaan van één of meer smallere plassen zal het verschil evenredig kleiner zijn, zeker indien bij meerdere O-W georienteerde plassen de tussenliggende zone wordt voorzien van een slecht doorlatend talud. De minieme verhoging van de grondwaterstand aan de zuidzijde van de plas(sen) zal naar verwachting makkelijk worden gecompenseerd via de afvoer door slootjes. Indien er al grondwaterafhankelijke natuurgebieden bestaan pal langs de voet van de stuwwal hier, kan het bekleden van de plastaluds met slecht doorlatend materiaal waarschijnlijk zonder problemen het effect van het ontstaan van de partij open water compenseren.

IV Conclusies

- Ondanks het ontbreken van voldoende boorgegevens langs de voet van de stuwwal kan op grond van boringen in de omgeving worden aangenomen dat onder het gebied Koningsven direct onder een dunne slecht doorlatende deklaag een ca 10 meter dik pakket grof grindhoudend zand aanwezig

is, dat door de Rijn is afgezet en behoort tot de Formatie van Kreftenheye.

- Een interpretatie van de grondwaterstanden in de omgeving op grond van diverse gegevens blijft enigszins speculatief, maar toont wel aan dat de gradiënt van de grondwaterspiegel onder het plangebied Koningsven zeer gering is, ca 1:3000 à 1:4000. Verder richting dal van Maas en Niers is het verhang van de grondwaterspiegel weer groter door de drainerende werking van deze rivieren.
- Door de zeer geringe gradiënt van de grondwaterspiegel ter plaatse van het Koningsven zal het effect van een ontgronding hier zeer gering zijn en naar verwachting zeer eenvoudig te compenseren.

Klimmen, 6 mei 2004

Drs. P. van Rooijen.

Van Rooijen Adviezen BV
Grubbenweg 20 A
6343 CC KLIMMEN

Nadere verkenning van de hydrogeologische situatie in het gebied Koningsven - De Banen te Gennep

I Inleiding

Langs de Duitse grens ten noorden van Gennep loopt een ontgrondingsvergunning en bestaan plannen voor verdere sedimentwinning. De ontgronding en de landschappelijke herindeling wordt begeleid door Groen-planning Maastricht BV en beslaat de hele grensstrook tussen de Helweg bij Plasmolen in het westen en de Speksestraat in het oosten.
In mei 2004 werd door Van Rooijen Adviezen een inschatting samengesteld van de hydrogeologische situatie rond het plangebied Koningsven. Om ook de plannen voor de overige deelgebieden nader te kunnen uitwerken, vroeg Groen-planning aan Van Rooijen Adviezen een hydrogeologische samenvatting voor het gehele plangebied samen te stellen en daarvoor op grond van ter beschikking gestelde boor- en waterstandgegevens behalve een eventuele aanpassing van het profiel over Koningsven twee aanvullende doorsneden te maken.

Eerder werd de hydrologie van het gebied onderzocht door Oranjewoud. In 1992 werd een studie verricht naar de effecten van de ontgronding De Banen. Op grond van de waargenomen grondwaterstanden in een aantal peilbuizen rond De Banen in de periode 1992-1999 werd in 2000 een evaluatie van het oorspronkelijke rapport gemaakt, en in 2002 werd door Oranjewoud onderzoek verricht naar de effecten van een verdieping van de ontgronding De Banen.

II Geologie

De verschillende deelgebieden liggen aan de voet van het Duitse Reichswald, een tijdens het Saalien door het oprukkende landijs opgestuwd gebied dat nu sterk geaccidenteerd is met maaiveldhoogten tot meer dan 70 m +NAP (zie fig. 1). Na deze opstuwing van oudere pleistocene en waarschijnlijk ook pliocene lagen zorgde erosie door de "Nierstak" van de Rijn voor een abrupte overgang van de stuwwal naar het vlakke, met grove, grindhoudende sedimenten opgevulde rivierdal, waar de maaiveldhoogten doorgaans tussen 11,5 en 13,5 m +NAP liggen.

Naast de doorsnede door het deelgebied Koningsven, die in bovengenoemd rapport van mei 2004 al is opgenomen en nauwelijks of geen aanpassing nodig heeft (fig. 2), zijn twee aanvullende doorsneden geconstrueerd, langs de Hondsiepse Baan en door het gebied De Banen (resp. fig. 3 en fig. 4).
De geologische opbouw is in het gehele plangebied aan de voet

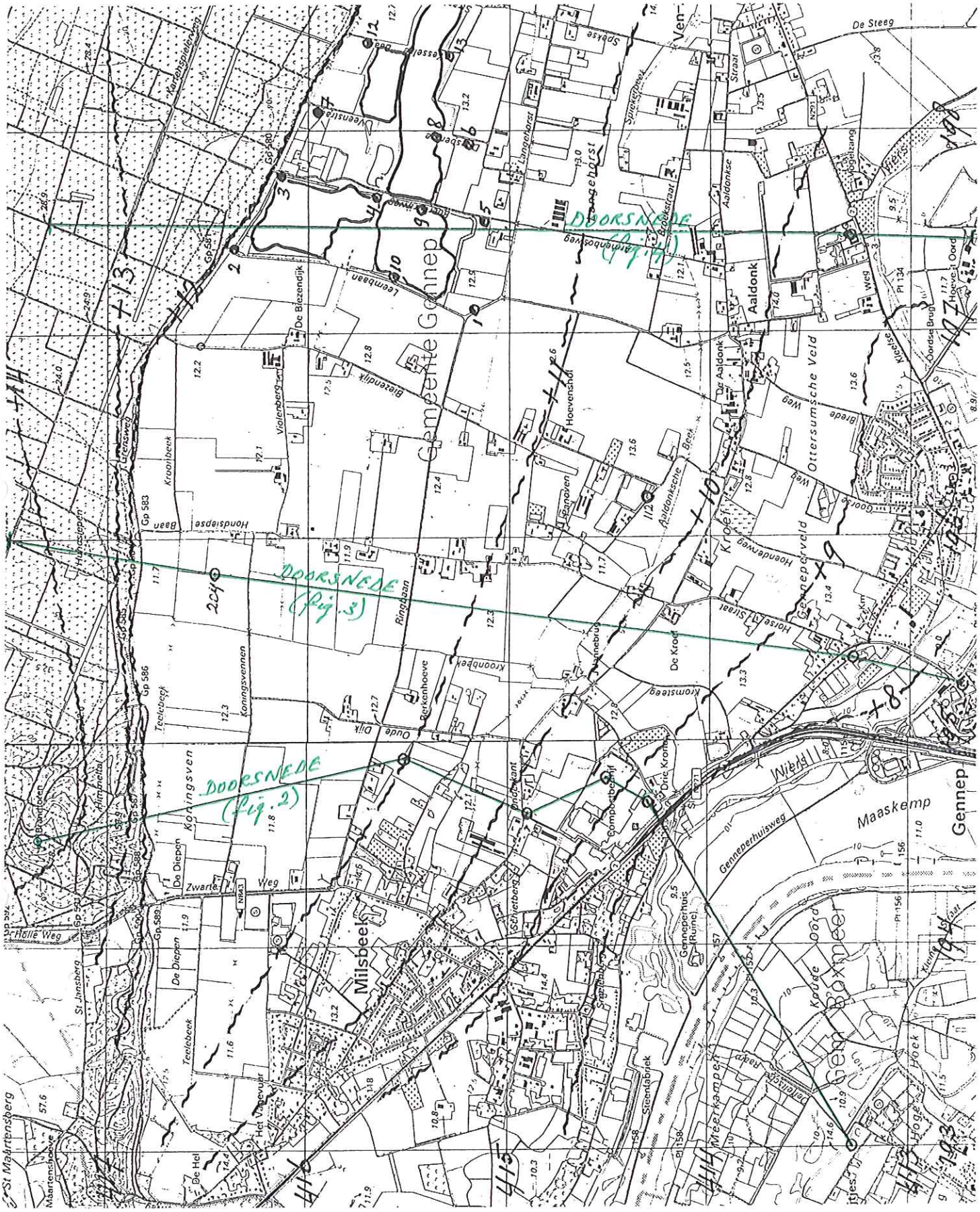


Fig.1; Overzichtskaartje ontgrondingsgebied Koningsven - De Banen met grondwaterisohypsen in m. t.o.v. NAP en verloop van de doorsneden; schaal 1:25.000.

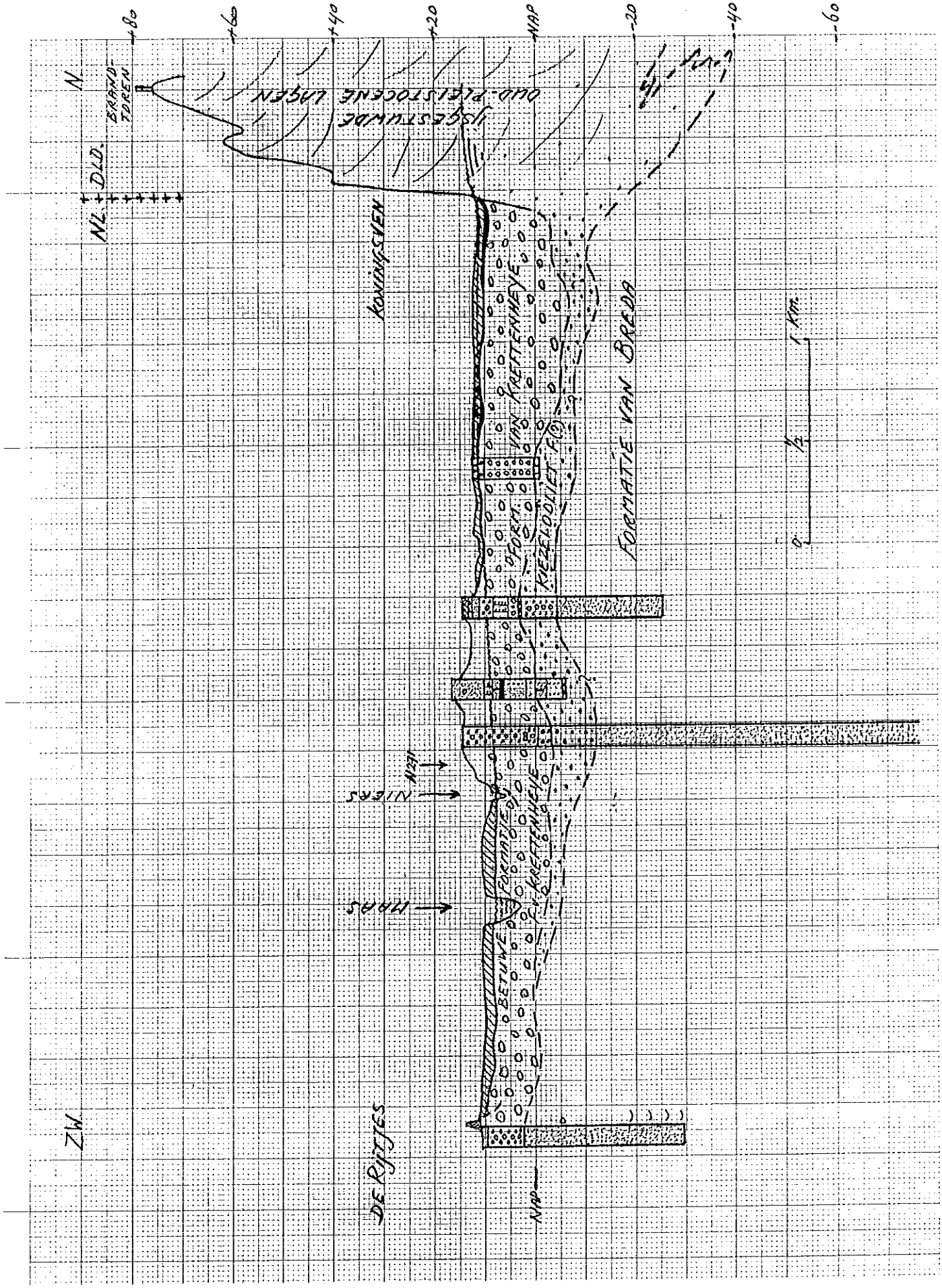


Fig.2; Geologische doorsnede door Koningsven; schaal hor. 1:25.000, vert. 1:1000.

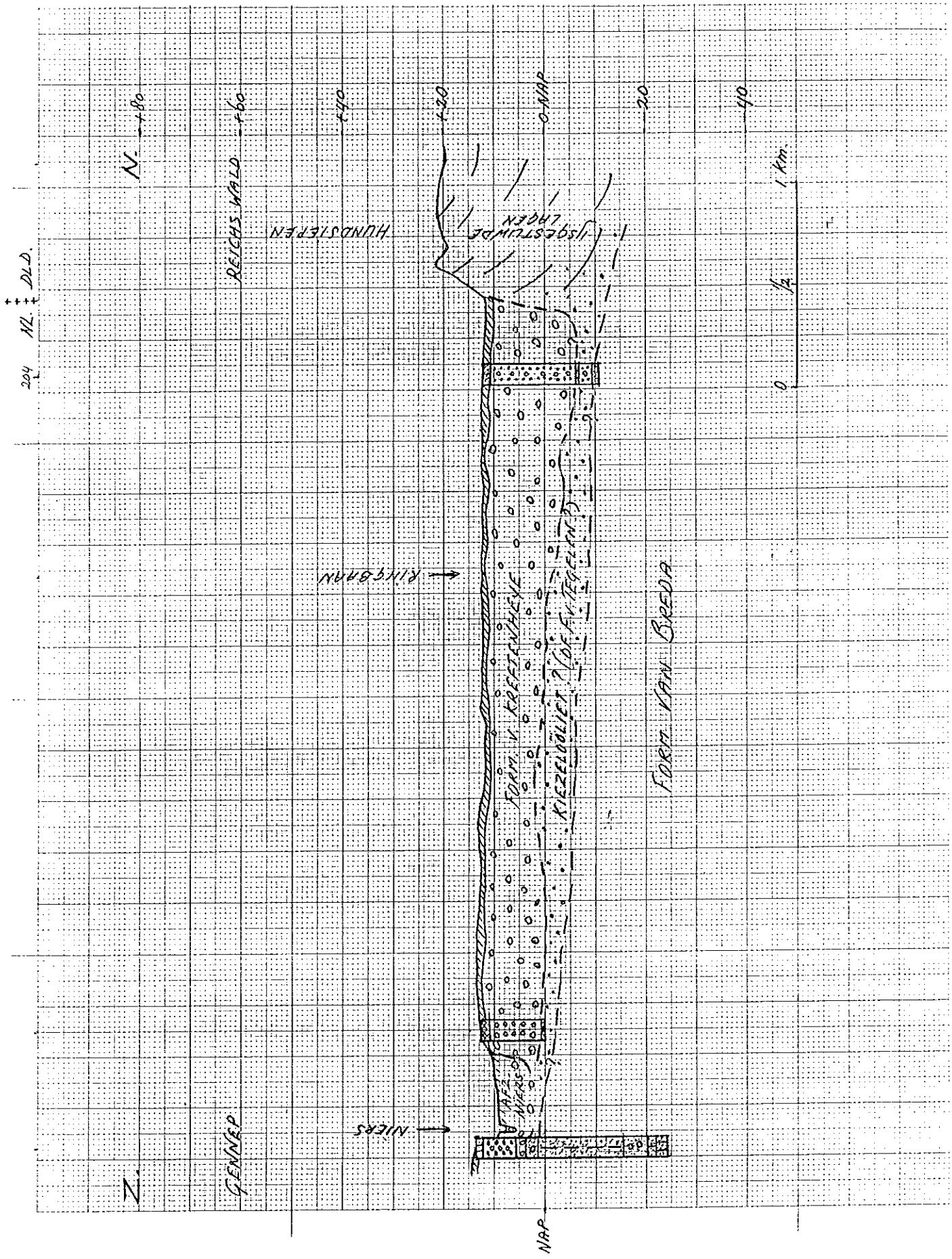


Fig.3; Geologische doorsnede langs de Hondsiepse Baan; schaal hor. 1:25.000, vert. 1:1000.

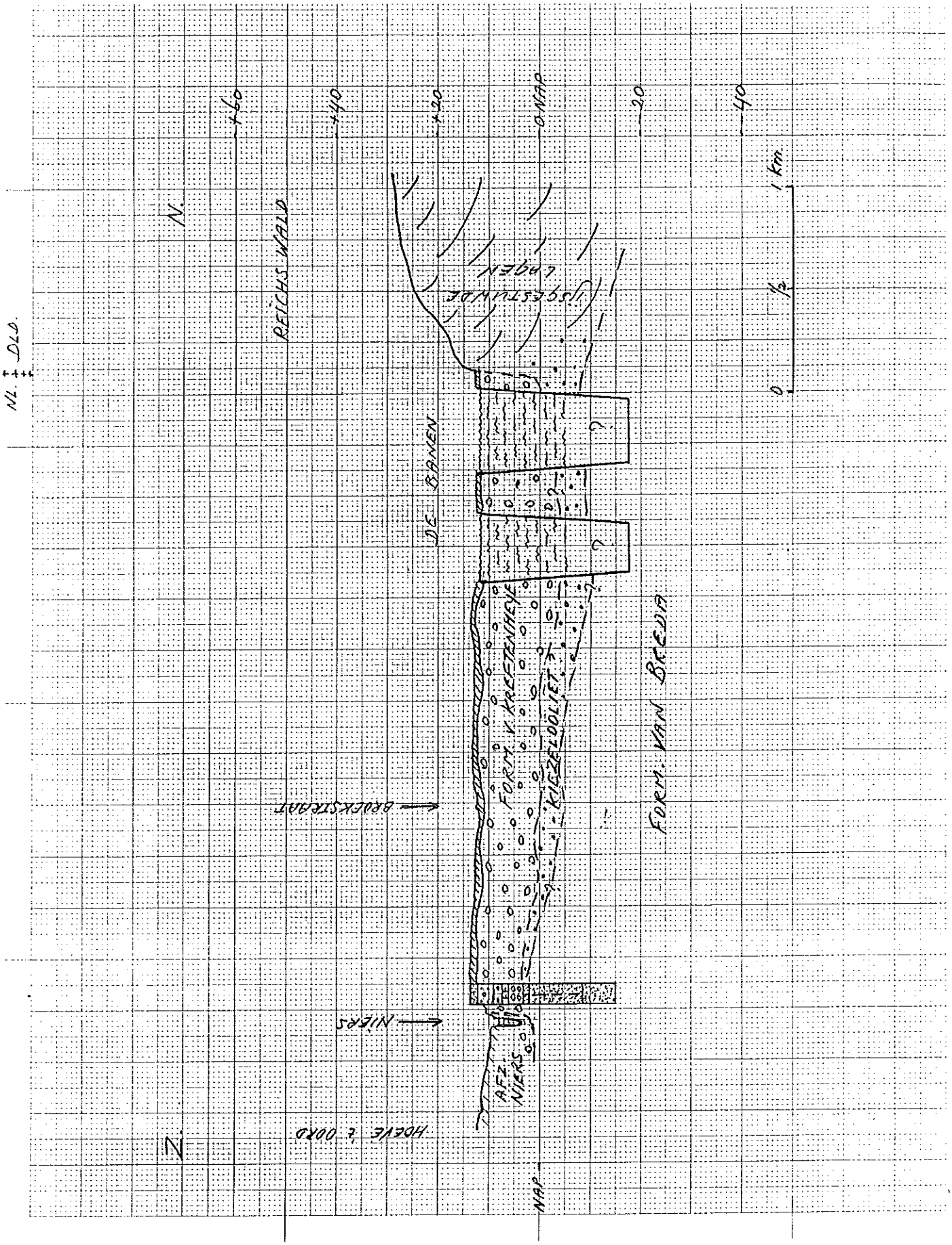


Fig.4; Geologische doorsnede door deelgebied De Banen; schaal hor. 1:25.000, vert. 1:1000.

van het Reichswald in essentie gelijk en wordt uitgebreid toegelicht in de rapportage van mei 2004.
De voor dit onderzoek aangeleverde lithologische boorbeschrijvingen (boringen 200 t/m 204 en 207 t/m 209) laten op een diepte van rond 15 à 20 meter een overgang zien van zand met veel grind naar een gemengde laag waarin weliswaar ook veel zand met grind voorkomt maar ook veel klei, grindvrij zand en zelfs wat hout. De grens is niet duidelijk maar wordt beschouwd als de basis van de grindrijke Formatie van Kreftenheye. Daaronder gaat het mogelijk om een restant van de Kiezeloöliet Formatie, of van de Formatie van Tegelen (Formatie van Waalre in de nieuwe TNO indeling), die beide veel heterogener van samenstelling zijn dan de Formatie van Kreftenheye.

Van groter belang is de diepte waarop bovengenoemde, vaak grof zand en grind bevattende lagen overgaan in de fijne, vaak slibhoudende mariene zanden van de Formatie van Breda. In en rond het plangebied zijn geen diepere boringen bekend waaruit deze grens duidelijk is af te leiden. Op grond van de weinige iets diepere boringen in de omgeving is aangenomen dat de top van de Formatie van Breda in het plangebied ligt op een hoogte rond -10 m NAP en naar het zuiden iets omhoog loopt tot rond NAP ter plaatse van de Niers. Op deze diepten lijkt een overgang te bestaan naar fijn, vaak slibhoudend zand waarin soms het voorkomen van wat glauconiet is gemeld. De voor de Formatie van Breda typische groene kleur komt echter iets dieper in deze fijne zanden voor en het is niet onmogelijk dat het bovenin deze monotone serie fijne zanden nog gaat om fijnkorrelige niveaus van de Kiezeloöliet Formatie. Hoe dan ook kan op een diepte van rond -10 m NAP in het gehele plangebied een overgang naar fijn zand worden verwacht dat ook duidelijk minder goed doorlatend zal zijn.

III Grondwaterstanden

In de rapportage Koningsven van mei 2004 werd een aangenomen patroon van grondwaterisohypsen opgenomen voor het eerste watervoerend pakket, gebaseerd op een stuwpeil van de Maas van ca +7,60 m NAP en de situatie in het vroege najaar.
Voor dit onderzoek kwamen waterstandgegevens beschikbaar van een 16-tal peilbuizen in en direct rond het deelgebied De Banen. Deze waterstanden pasten goed in het in mei 2004 door Van Rooijen Adviezen gepresenteerde isohypsenbeeld, dat dus bijna geen aanpassing behoefde en in fig. 1 is ingetekend.

De meetgegevens in en rond De Banen geven een goed beeld van de wisselende grondwaterstandsverhoudingen in de kwelzone aan de voet van de stuwwal. Een vergelijking van de standen uit de periode 2000-2002 tussen peilbuizen 1 en 2 (zie fig. 1) laat zien dat de fluctuatie in de grondwaterstand in het noorden, direct langs de voet van de stuwwal, veel geringer is dan verder naar het zuiden, ten zuiden van de ontgronding (11,51 - 11,78 m +NAP in peilbuis 2 tegen 11,25 - 11,97 m +NAP in pb 1). Ditzelfde geldt voor de vergelijking van standen tussen pb 3 en 5 (11,64 - 12,01 in pb 3 tegen 11,37 - 12,35 in pb 5).

Kennelijk wordt de fluctuatie in aanvoer van grondwater vanuit het noorden vlak langs de stuwwal grotendeels opgevangen door de drainerende werking van de Kroonbeek, terwijl het neerslagoverschot in de winter en het vroege voorjaar een relatief sterke stijging van het grondwater veroorzaakt verder van de stuwwal af. Hierdoor is het grondwaterpeil, zoals al geconstateerd bij het onderzoek van Oranjewoud, vooral in de periode februari t/m april direct ten zuiden van het plangebied meestal hoger dan langs de voet van de stuwwal. Er ontstaat dan een geringe noordelijk gerichte grondwaterstroming.
Verder kan een complicatie in de grondwaterstandsverhoudingen ontstaan bij een sterk gestegen Maaspeil (en Nierspeil). Al zal de duur van een uitzonderlijk hoog rivierpeil gering zijn, dit kan aanleiding geven voor een "grondwatergolf" die zich tijdelijk in noordelijke tot noordoostelijke richting voortplant en een stuwing kan veroorzaken van het normaal richting Maas en Niers afstromende grondwater. Het verhogend effect hiervan op de grondwaterstand langs de zuidrand van de ontgrondingsgebieden zal gering zijn en naar verwachting overigens in tijd min of meer samenvallen met het bovenbeschreven effect van het neerslagoverschot.

De wisselende grondwaterstandsverhoudingen, geconstateerd in en om het deelgebied De Banen, zullen zich ongetwijfeld ook voordoen rond de plangebieden ten westen van De Banen, waar de Kroonbeek en de Teelenbeek voor afvoer van de kwel vanuit de stuwwal zorgen en daarmee de fluctuatie in grondwaterstand aan de voet daarvan beperken.

IV Hydrologische effecten

Het gehele ontgrondingsgebied ligt in een zone waarin de grote afstand tussen de grondwaterisohypsen wijst op een geringe gradiënt van de grondwaterspiegel en dus een zeer geringe grondwaterstroming. Daaruit volgt ook het zeer geringe effect van het ontstaan van open-water-partijen, zoals ook in de berekeningen van Oranjewoud naar voren komt. Hierbij komt dat in de zomer en het najaar, als er een neerslagtekort is, juist sprake zal zijn van een zeer geringe verhoging van de grondwaterstand in het voor landbouw belangrijke gebied ten zuiden van de plassen en in de periode van neerslagoverschot en hoge grondwaterstanden juist een (zeer beperkte) verlaging van het grondwaterpeil.

Anders is de situatie direct langs de stuwwal. De Kroonbeek, en verder westelijk de Teelebeek, zorgen voor afvoer van overtollig kwelwater vanuit de stuwwal. Door het ontstaan van plassen dicht langs de stuwwal zal in het gebied tussen stuwwal en plas in zomer en najaar een kleine verlaging van het grondwaterpeil optreden. Het modelresultaat van Oranjewoud laat deze verlaging bij uitbreiding van De Banen tot 600 meter op Duits gebied doorwerken (0,05 m dalingslijn). Het is niet duidelijk of bij deze berekening het effect van de Kroonbeek (voldoende) is meegenomen. Deze beek compenseert immers via drainage het effect van het uit de stuwwal aangevoerde kwelwa-

ter maar zou ook via infiltratie een verlaagde grondwaterstand direct tussen plas en stuwwal (deels) kunnen compenseren.

Om effecten van het ontstaan van plassen in De Banen te compenseren wordt gedacht aan het omleggen van de Kroonbeek. Door deze beek ten zuiden van de ontgronding te laten lopen, wordt toestroming van grondwater aan de noordzijde gestimuleerd, waardoor de verlaging van het grondwaterpeil daar in zomer en najaar kan worden tegen gegaan. Onduidelijk is echter of hierdoor aan de voet van de stuwwal elders geen wateroverlast kan ontstaan omdat de drainerende functie van de beek daar wegvalt in een zone met relatief geringe maaiveldhoogten en zeer ondiepe grondwaterspiegel. Doordat ook ten westen van De Banen open water ontstaat door ontgronding zal de Kroonbeek (en ook de Teelenbeek) met gelijke argumenten immers geheel ten zuiden van de ontgrondingszone moeten komen te liggen.

Als aanvullende maatregel om het grondwaterverhogend effect van de plassen in zomer en najaar te verkleinen is het aanbrengen van minder goed doorlatend sediment op het talud langs de zuidoever in de plassen in de plannen opgenomen. Bezien moet worden of deze voorziening ook moet gelden voor (het zuidelijk deel van) de westelijke en oostelijke oevers van de plassen.

V Conclusies

- De geologische opbouw in het gehele ontgrondingsgebied tussen Helweg en De Banen is naar verwachting vergelijkbaar. Onder een deklaag van rond 1 meter dikte volgt een grof pakket zand, rijk aan grind, tot ca 15 à 20 meter diepte. Daaronder wordt het sediment heterogener maar bevat nog veel grof zand en wat grind. De overgang naar de fijne, slibhoudende zanden van de Formatie van Breda is onzeker, maar wordt onder het ontgrondingsgebied verwacht rond -10 m NAP.
- Grondwaterstanden in en rond De Banen tonen aan dat de grondwaterspiegel in zomer en najaar een geringe helling heeft naar het zuiden, maar dat het neerslagoverschot in winter en vroege voorjaar een zeer geringe gradiënt in noordelijke richting zal veroorzaken.
- De hydrologische effecten van het ontstaan van ontgrondingsplassen in De Banen zijn door Oranjewoud eerder goed onderzocht en zullen toepasbaar zijn op het gehele ontgrondingsgebied langs de voet van de stuwwal. Aanbevolen wordt wel te bezien of de infiltrerende werking van de Kroonbeek in zomer en najaar voldoende in de berekening is betrokken en of het omleggen van de Kroonbeek naar het zuiden geen ongewenste wateroverlast elders direct langs de voet van de stuwwal kan veroorzaken.

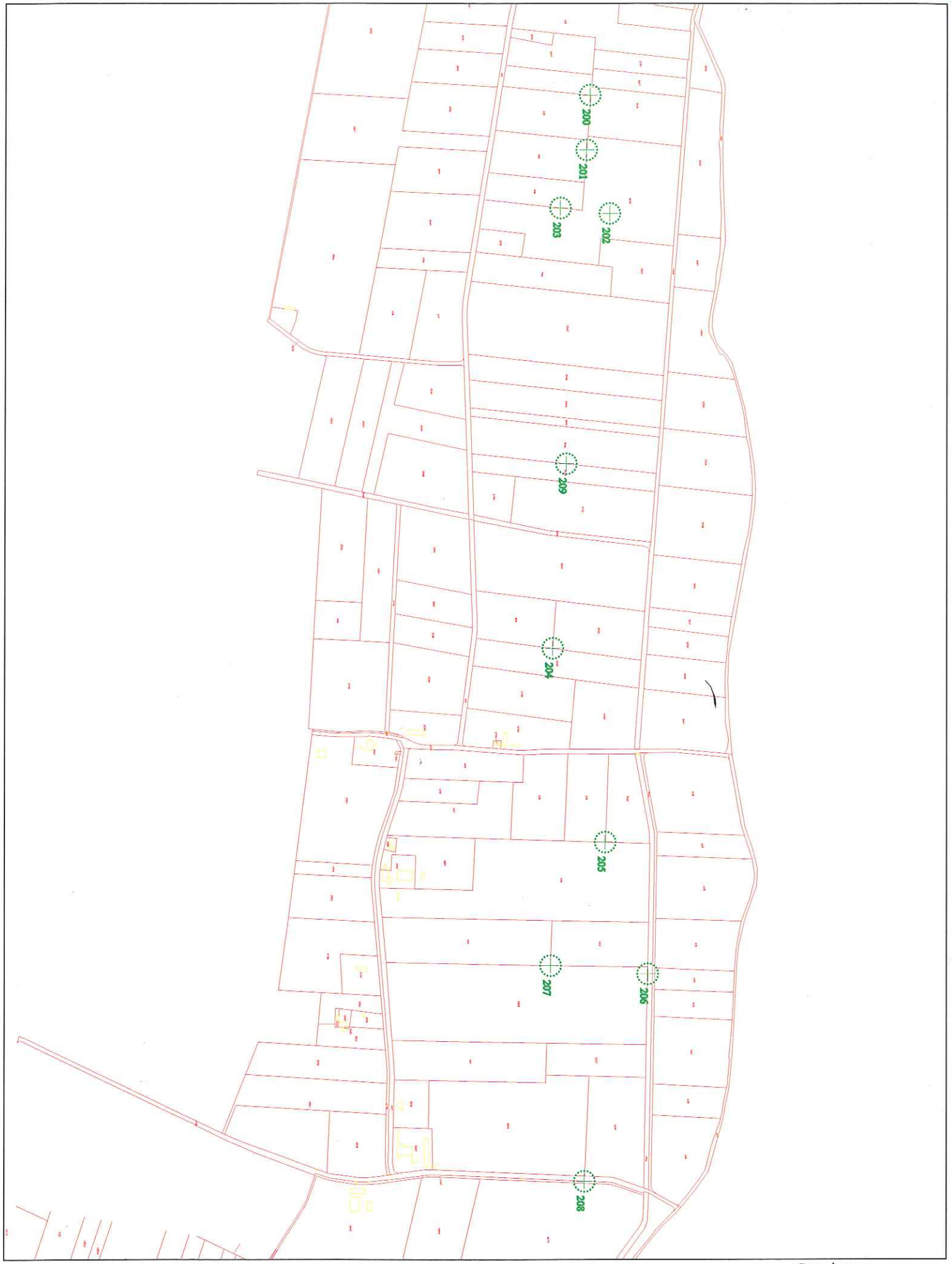
Klimmen, 17 januari, 2006

Drs. P. van Rooijen.

Bijlage 2: Boringen

Boringen opdrachtgever:

- Overzicht boringen Koningsven op kaart
- Boorbeschrijvingen Koningsven



Koningsven
Boringen

Teunesen b.v.
Schaal 1:10.000
Datum : 27-1-2006

Bijlage: 4

Exploitatie	Koningsven	Naam	
Boring nr.	RW200	Datum boring	2-6-2004
X	194655,28	Door:	Kamps
Y	416544,46	Datum uitwerking	2-3-2005
Z		door	L v Mil
Grondwater			
Perceelno			

Cumulatieve grammen

	45	31,5	22,4	16	11,2	8	5,6	Totaal	4	2,8	2	1	0,5	0,3	0,25	0,125	0,063	rest
1																		
2																		
3	0	0	0	3	8	29	76	1931	5	10	19	46	111	200	240	277	280	282
4	0	0	0	29	68	194	322	2910	10	22	35	62	132	203	231	261	263	264
5	0	0	155	393	676	1032	1283	3095	18	34	46	72	137	201	228	260	262	263
6	0	0	0	0	24	93	218	3009	9	21	32	57	120	176	207	244	245	246
7	0	0	128	481	876	1279	1536	3484	15	27	36	60	128	187	217	250	252	252
8	0	0	0	23	94	281	522	2923	19	36	52	90	170	228	251	278	280	281
9	0	0	0	15	44	116	232	3315	9	22	38	95	214	259	268	279	280	281
10	0	40	53	74	124	261	463	2961	17	35	55	97	196	255	265	273	274	275
11	0	0	0	6	11	36	110	2609	11	24	37	68	166	238	254	268	269	269
12	0	0	0	0	6	39	124	2668	7	13	20	44	145	211	220	228	229	229
13	0	0	25	41	51	162	294	2620	19	37	53	87	187	260	273	287	289	290
14	0	0	0	0	0	0	6	269	6	10	16	36	138	234	248	261	262	263
15	0	0	0	0	0	0	0	239	4	7	10	22	71	135	192	236	238	239
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		

Verdere informatie

Laag	van	tot	Vervuilingscat.	Kleur	Humustest	opmerking	opmerking Kamps
1	0	0,4	Schoon	Zwart	Sterk	Teelaarde, niet uitgewerkt	Teelaarde
2	0,4	0,8	Klei	Grijs		Vulzand, niet uitgewerkt Zwarte klei	Vulzand
3	0,8	1,7	Hout	Bruin	Sterk	Hout kleiner dan 1 mm	Fijn zand scherp zand met weinig fijn grind
4	1,7	3,1	Hout+Slib	Donker-Grijs	Matig	Hout en Slib	Fijn zand scherp zand weinig grind hout
5	3,1	5,4	Schoon	Grijs-Geel	Sterk		Fijn zand scherp zand en grind
6	5,4	6,2	Schoon	Licht-Bruin	Matig		Fijn zand scherp zand en grind lichte kleur
7	6,2	7,6	Schoon	Bruin	Matig	Grind kijkt bruin, roestkleur. Zand rood-bruin	Fijn zand scherp zand en grind rood
8	7,6	8,8	Schoon	Bruin	Licht	Zand en grind kijken Rood-Bruin	Fijn zand scherp zand fijn grind rood
9	8,8	9,3	Schoon	Geel-Bruin	Licht		Fijn zand scherp zand en fijn grind lichte kleur
10	9,3	10,1	Schoon	Geel-Bruin	Licht		Fijn zand scherp zand en fijn grind
11	10,1	12,9	Schoon	Licht-Geel	Licht		Fijn zand scherp zand en fijn grind
12	12,9	13,7	Schoon	Geel-Bruin	Licht		Fijn zand scherp zand weinig grind
13	13,7	14,9	Schoon	Geel-Bruin	Matig	32-63 aanwezig	Fijn zand scherp zand en grind
14	14,9	15,6	Schoon	Geel-Bruin	Schoon		Fijn zand scherp zand weinig grind
15	15,6	16,4	Slib	Geel-Bruin	Schoon		Fin zand scherp zand
16	16,4	17,3	Klei	Grijs			Klei
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

Exploitatie	Koningsven	Naam	RW201
Boring nr.	RW201	Datum boring	27-5-2004
X	194771,27	Door:	Kamps
Y	416537,37	Datum uitwerking	25-6-2004
Z		door	Rob J.
Grondwater			
Perceelno			

Cumulatieve grammen

	31,5	22,4	16	11,2	8	5,6	Totaal	4	2,8	2	1	0,5	0,3	0,25	0,125	0,063	rest
1																	
2																	
3	0	0	0	0	0	0	328	2	5	10	27	104	228	267	325	326	328
4	0	67	108	236	348	442	1162	48	97	138	212	389	575	628	704	711	720
5	48	48	79	151	229	320	873	61	117	164	234	396	510	527	549	551	553
6	37	37	37	46	86	116	637	28	50	71	121	260	399	442	518	519	521
7	0	0	17	23	33	62	630	40	94	156	275	421	499	519	565	567	568
8	0	0	0	25	52	98	772	42	100	164	289	480	604	630	671	672	674
9	0	0	0	3	20	61	627	32	59	86	137	259	432	487	560	563	566
10	0	0	96	234	364	463	1108	60	113	158	243	416	573	603	641	643	645
11	0	0	21	68	142	222	990	59	125	159	323	564	698	726	763	768	768
12	0	0	0	6	25	67	669	27	55	85	163	376	562	578	599	600	602
13	0	37	45	78	150	208	877	40	81	128	248	527	639	646	667	668	669
14	0	0	0	27	80	147	807	46	74	99	154	393	584	593	653	655	660
15	0	0	0	11	27	51	675	19	42	71	159	363	521	581	619	621	624
16	0	0	0	20	39	69	667	17	29	42	80	290	532	564	592	595	598
17	0	0	0	25	74	148	819	62	112	152	217	402	581	624	663	666	671
18	268	268	287	304	329	370	1201	39	93	172	338	615	763	793	824	828	831
19	0	0	6	13	41	105	767	72	164	254	426	598	633	641	659	661	662
20	0	0	0	0	0	0	239	0	0	0	6	38	52	83	234	237	239
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	

Verdere informatie

Laag	van	tot	Vervuilingscat.	Kleur	Humustest	opmerking	opmerking Kamps
1	0	0,3	Hout	Bruin-Zwart	Sterk	Teelaarde hout (bosgrond)	Teelaarde
2	0,3	0,5	Hout+Klei	Bruin-Donkergrijs	Sterk	Klei hout	Klei
3	0,5	1,3	Hout	Lichtbruin-Grijs	Sterk	Zand hout	Zand
4	1,3	3,1	Hout	Lichtbruin-Grijs	Sterk	Grint zand hout	Fijn scherp zand grint hout
5	3,1	3,8	Schoon	Bruin	Licht	Grint zand	Fijn scherp zand veel grint
6	3,8	5,9	Schoon	Lichtbruin	Schoon	Grint zand	Fijn scherp zand fijn grint
7	5,9	6,3	Schoon	Lichtbruin	Schoon	Grint zand en één dikke steen van ± 20cm	Fijn scherp zand met grint dikke stenen
8	6,3	7,9	Schoon	Bruin	Schoon	Grint zand	Fijn scherp zand met grint
9	7,9	8,7	Schoon	Lichtbruin-Grijs	Schoon	Zand weinig fijn grint	Fijn scherp zand weinig grint
10	8,7	9,9	Schoon	Bruin	Schoon	Grint zand	Fijn scherp zand met grint
11	9,9	10,8	Schoon	Bruin	Schoon	Grint zand	Fijn scherp zand met grint
12	10,8	13,2	Schoon	Bruin	Schoon	Zand weinig fijn grint	Fijn scherp zand weinig grint
13	13,2	14,5	Schoon	Bruin	Schoon	Grint zand	Fijn scherp zand fijn grint
14	14,5	16,3	Schoon	Lichtbruin-Geel	Schoon	Grint zand	Fijn scherp zand weinig grint rood
15	16,3	18,1	Leem	Bruin-Geel	Schoon	Zand weinig fijn grint leem	Fijn scherp zand met grint
16	18,1	18,9	Schoon	Bruin-Geel	Schoon	Zand weinig fijn grint	Fijn scherp zand weinig grint
17	18,9	19,4	Schoon	Bruin-Geel	Schoon	Zand fijn grint	Scherp zand met grint fijn
18	19,4	20,4	Schoon	Bruin-Geel	Schoon	Grint zand dikke stenen	Scherp zand met veel grint dikke stenen
19	20,4	21,3	Schoon	Bruin-Geel	Sterk	Grint zand	Scherp zand met fijn grint
20	21,3	23,5	Schoon	Zwart	Sterk	Zand plakkerig (harde laag)	Fijn zand donker
21							
22							
23							
24							
25							

Boringen_Koningsven RW202 27-1-2006

Exploitatie	Koningsven	Naam	Rijkswald
Boring nr.	RW202	Datum	26-5-2004
X	194905,45	Door:	Kamps
Y	416586,17	Datum	16-6-2004
Z	0	door	Jürgen
Grondwater			
Perceelno			

Cumulatieve

	31,5	22,1	16	11,2	8	5,6	4	2,8	Totaal	2	1	0,5	0,3	0,25	0,18	0,15	0,125	0,063	rest
1																			
2																			
3	0	0	0	1	10	27	46	61	374	8	13	52	97	139	195	201	204	207	207
4	0	0	0	29	64	112	151	189	488	28	70	116	167	194	221	224	226	228	230
5	0	0	0	11	46	82	120	152	580	15	48	140	217	239	256	259	260	261	261
6	0	17	22	66	118	167	206	241	635	31	86	173	219	237	268	275	278	279	279
7	0	0	33	57	92	138	181	220	675	18	49	108	148	177	212	219	221	222	223
8	567	639	713	805	928	1012	1084	1148	1682	41	119	188	232	261	300	308	313	316	317
9	0	0	0	0	5	18	64	64	493	27	74	160	206	237	267	272	274	275	276
10	0	0	39	67	156	238	297	348	851	30	97	182	229	248	275	281	284	287	288
11	0	0	0	12	44	100	157	218	803	45	151	273	302	309	321	325	326	327	328
12	69	111	140	190	285	337	377	407	516	14	59	172	211	217	223	224	225	225	226
13	456	623	757	883	982	1079	1152	1200	1600	24	84	218	266	275	285	288	290	293	293
14	0	0	0	0	10	38	55	77	639	18	59	197	262	267	271	272	273	276	278
15	0	0	0	0	0	3	4	7	375	4	21	111	164	179	192	196	197	198	199
16																			
17	0	0	8	16	21	27	34	39	463	4	19	124	234	264	291	296	298	300	300
18																			
19	0	0	0	6	39	83	126	170	661	25	89	209	281	290	296	297	298	300	306
20																			
21	0	0	0	0	1	3	11	19	422	7	26	92	197	254	297	303	306	310	315
22	107	129	205	226	246	264	286	304	804	9	45	130	202	235	258	261	263	266	266
23	0	0	0	0	0	0	0	1	306	3	9	53	125	175	237	258	275	299	305
24																			
25																			

Verde

Laag	van	tot	Vervuilingscat.	Kleur	Humustest	opmerking	opmerking Kamps
1	0	0,4	Schoon	Donkerbruin	Sterk	Teelaarde	Teelaarde
2	0,4	0,8	Klei	Donkerbruin	Sterk	Teelarde en klei	Klei
3	0,8	1,1	Leem	Lichtbruin-Grijs	Sterk	Fijn zand, weinig fijn grind	Fijn zand
4	1,1	2,3	Hout	Bruin-Geel	Sterk	scherp zand met hout, fijn grind	Scherp zand met grind
5	2,3	5,7	Hout	Bruin-Geel	Matig	Scherp en fijn zand met hout, fijn grind	Fijn zand scherp zand en grind
6	5,7	6,1	Schoon	Bruin-Wit	Schoon	Scherp zand, zand, fijn griund	Fijn zand scherp zand fijn grind
7	6,1	7,5	Schoon	Bruin-Grijs	Schoon	Scherp zand, fijn zand, grint <22 mm	Fijn zand scherp zand en grind
8	7,5	8,1	Hout	Bruin-Wit	Schoon	herp en fijn zand met hout, veel grof gr	Fijn zand scherp zand grof grind
9	8,1	10,7	Schoon	Bruin-Geel	Schoon	p zand, fijn zand, weinig fijn grind < 11,	Fijn zand scherp zand en grind
10	10,7	11,7	Schoon	Rood-Geel	Schoon	cherp zand, fijn zand, grint, dikke stene	zand scherp zand grind dikke ste
11	11,7	12,4	Schoon	Rood-Geel	Schoon	Scherp zand, veel fin grind < 16 mm	Scherp zand met veel fin grind
12	12,4	12,6	Schoon	Rood-Geel	Schoon	cherp zand, grof rood grind, dikke stee	Scherp zand met griof grind rood
13	12,6	13,4	Schoon	Rood-Geel	Schoon	Scherp zand, grof grind licht van kleur	erp zand met grof grind licht van k
14	13,4	14,8	Leem	Lichtbruin	Licht	Scherp zand, weing fijn grind	Scherp zand met fijn grind
15	14,8	16,7	Schoon	Lichtbruin	Schoon	Zand minimaal fijn grind < 8 mm	Grof scherp zand weinig grind
16	16,7	16,9	Hout	Zwart	Sterk	dikke stukken hout, niet uitgewerkt	Hout
17	16,9	17,6	Hout	Rood-Geel	Sterk	zand weinig fin grind < 22,1	Scherp zand
18	17,6	18,2	Klei	Donkergrijs	Sterk	klei, niet uitgewerkt	Klei
19	18,2	18,8	Hout+Klei	Lichtbruin-Grijs	Licht	herp en fijn zand met klei, fijn grind met	Fijn zand scherp zand grind en kle
20	18,8	19,1	Klei	Donkergrijs	Sterk	klei, niet uitgewerkt	Klei
21	19,1	19,7	Klei	Lichtbruin	Licht	fijn zand, weing fijn grind	Fijn zand scherp zand
22	19,7	22,4	Klei	Lichtbruin	Licht	Fijn zand, grind, kleikorrels	Fijn zand scherp zand en grind
23	22,4	24	Schoon	Lichtbruin	Licht	Fijn zand	Fijn zand
24							
25							

Exploitatie	Koningsven	Naam	RW203
Boring nr.	RW203	Datum boring	27-5-2004
X	194893,7	Door:	Kamps
Y	416481,98	Datum uitwerking	8-3-2005
Z		door	L v Mil
Grondwater			
Perceelno			

Cumulatieve grammen

	45	31,5	22,4	16	11,2	8	5,6	Totaal	4	2,8	2	1	0,5	0,3	0,25	0,125	0,063	rest
1																		
2																		
3	0	0	0	0	0	0	0	138	1	2	3	5	14	42	59	126	136	138
4	0	0	0	23	109	242	366	2657	15	25	35	57	130	220	252	301	304	305
5	0	0	0	27	63	131	184	2622	7	15	23	45	120	220	252	281	283	283
6	0	106	392	426	462	494	574	3722	6	13	23	51	129	201	221	238	239	239
7	0	0	0	54	246	459	755	2949	34	58	75	92	106	127	159	278	289	289
8	0	0	0	142	471	813	1166	3297	52	104	148	205	232	244	259	360	372	373
9	0	0	0	0	0	0	10	357	10	20	34	78	169	222	250	338	346	347
10	0	0	65	163	354	557	829	1826	39	76	110	159	220	247	255	276	279	280
11	0	0	28	37	80	178	338	3191	20	39	66	139	276	307	313	328	330	331
12	0	0	0	17	66	201	370	2525	20	39	61	118	237	278	285	293	293	293
13	0	0	0	0	0	0	0	235	2	5	13	52	181	223	228	233	234	235
14	0	0	0	0	0	0	0	350	9	20	40	113	272	335	343	349	350	350
15	0	0	0	39	107	206	346	2623	17	34	52	87	191	256	262	266	267	268
16	0	0	0	67	144	325	629	2945	35	59	84	135	212	256	267	279	280	280
17	0	0	19	70	217	501	909	2491	42	73	98	136	198	231	242	257	259	259
18	0	0	0	3	39	96	169	2798	4	7	10	21	169	219	226	239	241	242
19	0	0	0	0	0	0	0	255	3	6	10	43	193	229	235	251	254	255
20	0	0	0	0	0	0	0	183	0	1	3	13	57	114	135	173	181	183
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		

Verdere informatie

Laag	van	tot	Vervuilingscat.	Kleur	Humustest	opmerking	opmerking Kamps
1	0	0,3	Klei	Zwart	Sterk	Teelaarde & Klei, niet uitgewerkt	Teelaarde
2	0,3	0,6	Klei	Grijs		Klei, niet uitgewerkt	Klei
3	0,6	1,6	Hout	Grijs-geel	Sterk		Fijn zand
4	1,6	2,3	Hout	Licht-bruin	Sterk	weinig hout <1mm	Fijn zand scherp zand fijn grind hout
5	2,3	3,1	Hout	Geel-bruin	Sterk	weinig hout <1mm	Fijn zand scherp zand grind hout
6	3,1	5,4	Schoon	Geel	Matig	Grof grind	Fijn zand scherp zand grind hout
7	5,4	6,8	Schoon	Geel-bruin	Schoon	Redelijk veel grind	Fijn zand weinig grind
8	6,8	8,3	Schoon	Rood-bruin	Matig	Rood-bruin grind en zand	Fijn zand scherp zand en grind rood
9	8,3	10,1	Schoon	Rood-bruin	Licht	Rood-bruin grind en zand	Fijn zand scherp zand grind van lichte kleur
10	10	10,6	Schoon	Bruin	Licht	Veel fijn grind	Fijn zand scherp zand en grind
11	10,6	15,5	Schoon	Bruin	Schoon	Zeer grof zand met grind	Fijn zand scherp zand en fijn grind
12	15,5	15,9	Schoon	Geel-buin	Schoon	Dikke stenen en 32-63	Fijn zand scherp zand veel grind dike stenen
13	15,9	17,6	Schoon	Rood-bruin	Licht	Rood zand	Fijn zand scherp zand rood
14	17,6	18,1	Schoon	Licht-geel	Schoon		Fijn zand scherp zand en grind fijn
15	18,1	19,3	Schoon	Bruin	Licht	Rood-bruin grind en zand	Fijn zand scherp zand en grind
16	19,3	19,6	Schoon	Licht-geel	Schoon		Fijn zand scherp zand en grind
17	19,6	20,8	Schoon	Geel-bruin	Matig	Veel 32-63	Fijn zand scherp zand met veel grind dikke stenen
18	20,8	21,3	Hout	Donker-bruin	Sterk	Veel hout<1mm	Fijn zand scherp zand en grind grijs
19	21,3	21,7	Hout+slib	Bruin	Sterk	Veel hout <1mm en >1mm met slib	Fijn zand scherp zand klei en hout
20	21,7	23,5	Hout+slib	Bruin	Sterk	weinig hout <1mm	Fijn zand grijs
21							
22							
23							
24							
25							

Exploitatie	Koningsven	Naam	RW 207
Boring nr.	RW207	Datum boring	25-5-2004
X	196492,31	Door:	Kamps
Y	416462,78	Datum uitwerking	1-6-2004
Z		door	L v Mil
Grondwater			
Perceelno			

Cumulatieve grammen

	45	31,5	22,4	16	11,2	8	5,6	Totaal	4	2,8	2	1	0,5	0,3	0,25	0,125	0,063	rest
1																		
2																		
3	0	0	0	0	0	0	0	221	0	1	2	5	37	130	164	215	219	221
4	0	46	114	189	417	669	779	3530	9	15	22	43	135	265	294	296	297	297
5	0	0	0	44	95	197	377	3345	17	31	46	88	202	266	276	285	286	287
6	0	0	0	19	63	108	155	2996	5	9	17	44	158	243	258	279	281	282
7	0	0	15	113	383	771	1167	3022	28	56	85	144	201	225	238	270	278	279
8	0	0	0	50	135	311	568	3066	31	62	93	157	260	310	317	327	330	330
9	0	0	0	10	91	268	423	3242	13	23	29	38	82	224	255	290	296	298
10	0	106	500	665	822	966	1107	3407	13	22	32	48	98	225	248	268	271	272
11	0	0	16	70	209	490	951	3525	36	74	104	150	220	286	303	321	323	323
12	0	0	0	30	161	386	729	3208	45	100	160	236	317	366	374	384	386	387
13	0	138	391	409	1024	1406	1782	3123	65	112	148	211	284	327	338	356	359	360
14	0	0	0	20	117	368	709	3165	24	41	61	111	177	206	244	292	296	299
15	0	0	0	0	18	86	227	3711	15	30	46	96	237	285	296	313	316	318
16	0	0	135	253	377	606	864	3233	25	42	61	112	238	288	295	306	308	309
17	0	0	0	10	31	116	246	3553	12	27	47	105	216	282	299	313	315	316
18	0	0	0	0	0	0	2	332	7	13	19	42	147	265	290	324	329	330
19	0	0	0	0	0	0	0	205	0	0	0	4	43	143	181	203	205	205
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		

Verdere informatie

Laag	van	tot	Vervuilingscat.	Kleur	Humustest	opmerking	opmerking Kamps
1	0	0,4	Schoon	Zwart	Sterk	Teelaarde, niet uitgewerkt	Teelaarde
2	0,4	1,1	Leem	Bruin	Sterk	Leem, niet uitgewerkt (leemhoudend zand)	klei met zand
3	1,1	1,7	Hout	Grijs-geel	Sterk	Hout, klein Dichtheid <1,2	Fijn zand scherp zand
4	1,7	2,4	Hout	Grijs-geel	Sterk	Hout, klein Dichtheid <1,2	Fijn zand scherp zand en grind
5	2,4	4,3	Schoon	Licht-geel	Matig		Fijn zand scherp zand en veel grind
6	4,3	5,1	Schoon	Geel-bruin	Matig		Fijn zand scherp zand en fijn grind
7	5,1	6,7	Schoon	Geel-bruin	Matig		Fijn zand scherp zand en grind
8	6,7	7,9	Schoon	Bruin	Sterk		Fijn zand scherp zand en fijn grind
9	7,9	8,4	Schoon	Bruin	Sterk		Fijn zand scherp zand weinig grind
10	8,4	9,1	Schoon	Geel-bruin	Sterk	Dikke stenen	Fijn zand scherp zand en grof grind
11	9,1	10,6	Schoon	Bruin	Matig	32-63 aanwezig	Fijn zand scherp zand en grind rood
12	10,6	11,3	Schoon	Bruin	Licht	Dikke stenen	Fijn zand scherp zand grind en dikke stenen
13	11,3	11,9	Schoon	Bruin	Schoon	32-63 aanwezig	Fijn zand scherp zand veel grind
14	11,9	12,8	klei	Geel-bruin	Schoon		Fijn zandscherp zand grind lichte kleur
15	12,8	13,9	Schoon	Bruin	Schoon		Fijn zand scherp zand veel fijn grind laagje klei rood
16	13,9	15,1	Schoon	Geel-bruin	Schoon	Dikke stenen, 32-63 aanwezig	Fijn zand scherp zand gind en dikke stenen
17	15,1	16,4	Schoon	Bruin	Schoon		Scherp zand veel fijn grind lichte kleur
18	16,4	18,1	Schoon	Geel-bruin	Licht		Grof scherp zand weinig fijn grind
19	18,1	18,7	Schoon	Geel-bruin	Sterk		Scherp zand
20	18,7	19,8	klei	Grijs		Klei, niet uitgewerkt	Klei
21							
22							
23							
24							
25							

Exploitatie	Koningsven	Naam	RW209
Boring nr.	RW209	Datum boring	3-5-2004
X	195433	Door:	Kamps
Y	416495,06	Datum uitwerking	27-5-2004
Z		door	L v Mil
Grondwater			
Perceelno			

Cumulatieve grammen

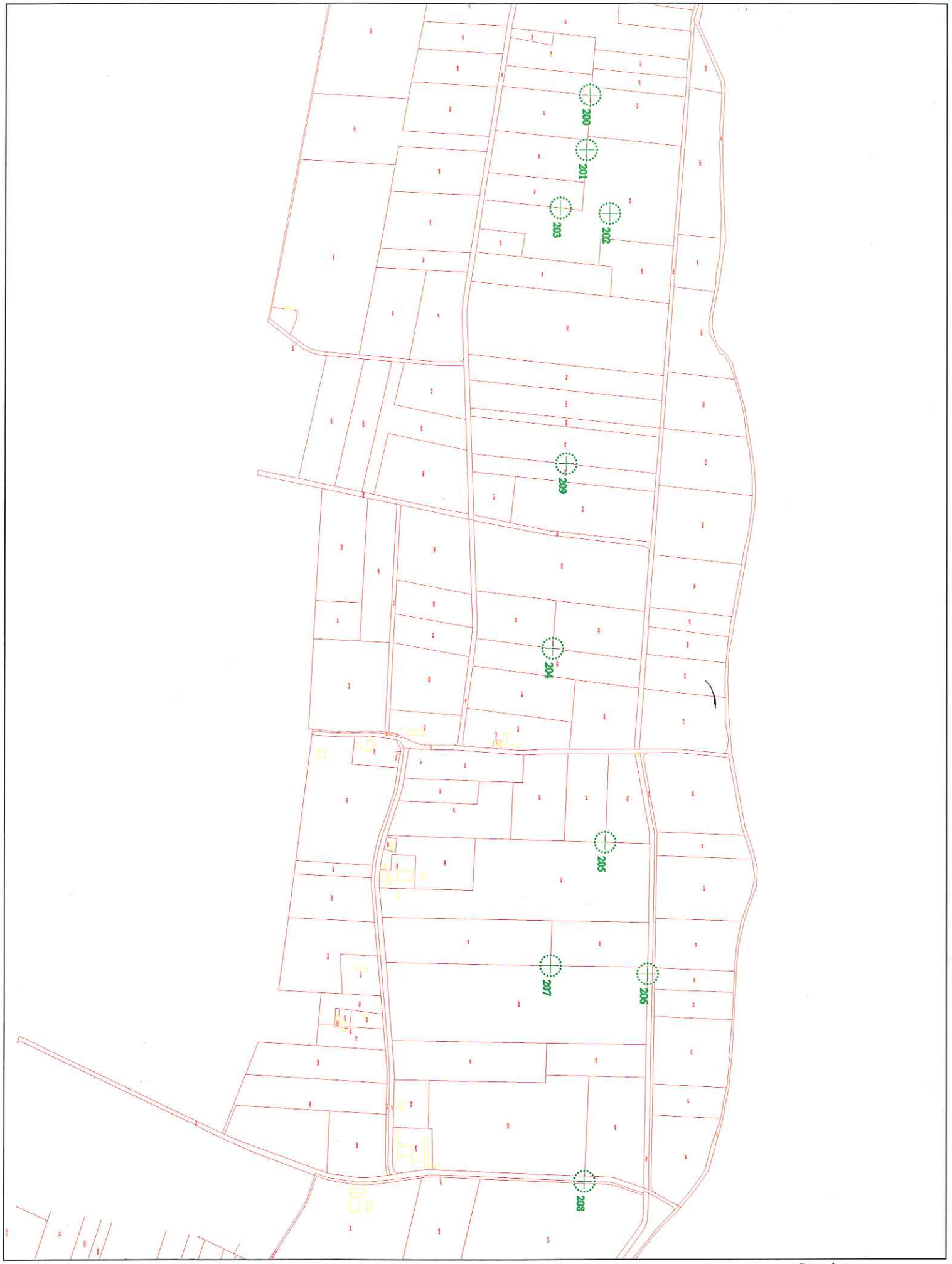
	45	31,5	22,4	16	11,2	8	5,6	Totaal	4	2,8	2	1	0,5	0,3	0,25	0,125	0,063	rest
1																		
2																		
3	0	0	0	0	0	0	0	210	1	3	6	12	38	94	125	199	207	210
4	0	0	37	96	177	286	372	3078	6	12	15	23	64	134	175	258	264	266
5	0	0	0	69	196	422	696	2073	35	66	94	140	207	252	264	283	285	286
6	0	0	0	6	93	171	294	3163	11	24	37	70	172	251	268	284	285	285
7	0	66	88	201	347	566	792	3430	19	39	61	112	209	258	273	296	299	300
8	0	0	0	21	92	224	399	3251	11	23	35	74	177	213	227	276	282	283
9	0	0	42	151	508	925	1310	2939	37	62	78	108	179	232	251	283	286	287
10	0	0	0	10	28	70	144	2935	9	23	36	68	138	196	222	269	276	277
11	0	0	0	81	247	413	668	3434	16	28	42	78	167	233	256	294	301	303
12	0	0	0	9	43	107	194	2816	7	15	25	48	134	240	251	264	266	268
13																		
14	0	0	0	0	0	0	3	321	8	16	24	108	256	296	310	314	316	318
15	0	0	0	0	0	0	3	313	6	16	28	66	175	263	291	307	309	310
16	0	0	0	0	0	0	7	467	10	20	36	65	213	384	421	456	458	460
17	0	153	153	160	184	213	258	3073	4	7	10	20	62	116	129	166	206	214
18																		
19	0	0	0	13	46	198	514	3752	24	51	89	167	254	287	293	312	338	345
20	0	0	0	4	46	180	453	3150	37	68	93	131	205	245	250	271	300	304
21																		
22	0	0	0	0	0	0	0	255	6	12	18	38	123	221	234	247	253	255
23	0	0	0	0	0	0	0	305	6	11	17	31	93	185	217	285	302	305
24	0	0	0	0	0	0	0	201	0	0	0	1	8	40	65	181	198	201
25																		

Verdere informatie

Laag	van	tot	Vervuilingscat.	Kleur	Humustest	opmerking	opmerking Kamps
1	0	0,4	Schoon	Bruin	Sterk	Niet uitgewerkt, Teelaarde	Teelaarde
2	0,4	0,7	Klei	Bruin		Niet uitgewerkt, klei	Klei
3	0,7	1,3	Schoon	Licht-bruin	Sterk		Fijn zand
4	1,3	2,7	Schoon	Geel-bruin	Sterk		Fijn zand scherp zand en gind
5	2,7	3,4	Schoon	Geel-bruin	Schoon		Fijn zand scherp zand veel grind
6	3,4	4,8	Schoon	Licht-geel	Schoon		Fijn zand scherp zand en grind
7	4,8	6,9	Schoon	Licht-geel	Schoon		Fijn zand scherp zand en grind
8	6,9	8,3	Schoon	Geel-bruin	Schoon		Fijn zand scherp zand fijn grind
9	8,3	9,9	Schoon	Geel-bruin	Schoon	Dikke steen, 32-63	Fijn zand scherp zand en grind
10	9,9	11,2	Schoon	Geel-bruin	Schoon		Fijn zand scherp zand weinig grind
11	11,2	11,8	Leem	Geel-bruin	Schoon		Scherp zand met grind
12	11,8	12,7	Schoon	Geel-bruin	Schoon		Scherp zand met grind lichte kleur
13	12,7	12,9	Klei	Groen			Klei
14	12,9	14,1	Schoon	Geel-bruin	Schoon		Fijn zand scherp zand weinig grind
15	14,1	15,9	Schoon	Grijs-geel	Schoon		Scherp zand fijn grind
16	15,9	17,3	Schoon	Grijs-geel	Schoon		Fijn zand scherp zand weinig grind
17	17,3	18,1	Slib	Geel-bruin	Schoon		Fijn zand scherp zand weinig grof grind
18	18,1	18,4	Klei	Bruin			Klei
19	18,4	19,8	Slib	Geel-bruin	Licht	Dikke stenen	Fijn zand scherp zand en grind dikke stenen
20	19,8	21,3	Klei	Geel-bruin	Matig	Klei en Slib aanwezig	Fijn zand scherp zand fijn grind
21	21,3	21,4	Klei	Grijs		Niet uitgewerkt, klei	Klei
22	21,4	23,1	Klei	Grijs-geel	Matig	Klei aanwezig	Fijn zand scherp zand fijn grind
23	23,1	24,3	Schoon	Geel-bruin	Matig		Fijn zand scherp zand weinig grind grijs
24	24,3	26	Hout	Donker-grijs	Sterk	Kleine stukjes hout	Fijn zand grijs hout
25							

Bijlage 3: Grondwaterstanden Koningsven en Gd-kaart

Grondwaterstanden waargenomen door opdrachtgever en door B-ware namens Stichting Natuurmonumenten (Ester Lucassen en Jan Roelofs: Quick-scan, mogelijkheden tot natuurontwikkeling in het Koningsven. Rapport B-ware 2007-05, 1 februari 2008).



Koningsven
Boringen

Teunesen b.v.
Schaal 1:10.000
Datum : 27-1-2006

Bijlage: 4

Grondwaterstanden Koningsven 2004 t/m 2010

Jaar 2004

Teunesen zand en grint b.v.

PEILPUT

Plaatselijk bekend: Koningsven

No:	200		204		207		208		209	
Filter (m- m.v.)										
Hoogte meetpunt m+NAP	1193		1229		1265		1234		1262	
Jaar 2004	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP
15 juni	111	1082	172	1057	142	1123	106	1128	158	1104
30 juni	114	1079	173	1056	143	1122	107	1127	159	1103
15 juli	113	1080	176	1053	142	1123	107	1127	162	1100
30 juli	106	1087	171	1058	137	1128	103	1131	158	1104
16 augustus	107	1086	171	1058	138	1127	103	1131	159	1103
1 september	108	1085	172	1057	139	1126	104	1130	161	1101
15 september	113	1080	122	1107	142	1123	107	1127	165	1097
1 oktober	106	1087	118	1111	140	1125	106	1128	159	1103
15 oktober	107	1086	124	1105	143	1122	107	1127	166	1096
1 november	113	1080	123	1106	140	1125	105	1129	167	1095
15 november	109	1084	123	1106	138	1127	104	1130	165	1097
1 december	92	1101	111	1118	125	1140	95	1139	152	1110
15 december	106	1087	122	1107	137	1128	102	1132	165	1097

Jaar 2005

Teunesen zand en grint b.v.

PEILPUT

Plaatselijk bekend: Koningsven

No:	200		204		207		208		209	
Filter (m- m.v.)										
Hoogte meetpunt m+NAP	1193		1229		1265		1234		1262	
Jaar 2005	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP
3 januari	104	1089	120	1109	136	1129	101	1133	162	1100
14 januari	102	1091	119	1110	134	1131	99	1135	161	1101
1 februari	88	1105	107	1122	121	1144	91	1143	149	1113
15 februari	79	1114	100	1129	109	1156	84	1150	141	1121
28 februari	91	1102	110	1119	125	1140	91	1143	152	1110
1 april	105	1088	117	1112	133	1132	91	1143	160	1102
1 mei	89	1104	107	1122	128	1137	89	1145	147	1115
1 juni	99	1094	116	1113	136	1129	94	1140	153	1109
1 juli	104	1089	113	1116	134	1131	95	1139	154	1108
1 augustus	108	1085	115	1114	137	1128	97	1137	158	1104
1 september	112	1081	119	1110	141	1124	99	1135	161	1101
1 oktober	114	1079	121	1108	141	1124	98	1136	164	1098
31 oktober	115	1078	123	1106	140	1125	97	1137	165	1097
1 december	97	1096	113	1116	127	1138	87	1147	155	1107
15 december	103	1090	116	1113	130	1135	88	1146	149	1113

Jaar 2006

Teunesen zand en grint b.v.

PEILPUT

Plaatselijk bekend: Koningsven

No:	200		204		207		208		209	
Filter (m- m.v.)										
Hoogte meetpunt m+NAP	1193		1229		1265		1234		1262	
Jaar 2006	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP
3 januari	103	1090	116	1113	130	1135	88	1146	149	1113
1 februari	113	1080	123	1106	139	1126	96	1138	166	1096
1 maart	97	1096	111	1118	128	1137	90	1144	154	1108
3 april	95	1098	111	1118	128	1137	89	1145	153	1109
1 mei	111	1082	120	1109	138	1127	95	1139	163	1099
1 juni	116	1077	116	1113	135	1130	95	1139	163	1099
30 juni	125	1068	126	1103	147	1118	104	1130	170	1092
7 augustus	131	1062	131	1098	152	1113	107	1127	174	1088
1 september	123	1070	123	1106	146	1119	104	1130	167	1095
29 september	129	1064	128	1101	149	1116	107	1127	172	1090
1 november	125	1068	125	1104	147	1118	104	1130	171	1091
1 december	119	1074	119	1110	139	1126	99	1135	163	1099

Jaar 2007

Teunesen zand en grint b.v.

PEILPUT

Plaatselijk bekend: Koningsven

No:	200		204		207		208		209	
Filter (m- m.v.)										
Hoogte meetpunt m+NAP	1193		1229		1265		1234		1262	
Jaar 2007	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP
3 januari	93	1100	102	1127	118	1147	89	1145	148	1114
1 februari	110	1083	116	1113	135	1130	97	1137	161	1101
1 maart	86	1107	98	1131	116	1149	84	1150	141	1121
30 maart	104	1089	114	1115	133	1132	93	1141	155	1107
1 mei	120	1073	119	1110	142	1123	99	1135	160	1102
1 juni	105	1088	112	1117	136	1129	96	1138	155	1107
2 juli	113	1080	117	1112	138	1127	96	1138	161	1101
1 augustus	114	1079	118	1111	139	1126	97	1137	163	1099
31 augustus	118	1075	118	1111	137	1128	95	1139	164	1098
1 oktober	117	1076	119	1110	139	1126	97	1137	165	1097
31 oktober	117	1076	117	1112	137	1128	97	1137	163	1099
30 november	115	1078	120	1109	136	1129	95	1139	165	1097
2 januari	112	1081	119	1110	132	1133	91	1143	163	1099

Jaar 2008

Teunesen zand en grint b.v.

PEILPUT

Plaatselijk bekend: Koningsven

No:	200		204		207		208		209	
Filter (m- m.v.)										
Hoogte meetpunt m+NAP	1193		1229		1265		1234		1262	
Jaar 2008	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP
2 januari	112	1081	119	1110	132	1133	91	1143	163	1099
1 februari	99	1094	108	1121	121	1144	82	1152	151	1111
3 maart	107	1086	116	1113	136	1129	105	1129	159	1103
31 maart	81	1112	101	1128	121	1144	86	1148	140	1122
5 mei	107	1086	110	1119	133	1132	93	1141	152	1110
3 juni	105	1088	108	1121	135	1130	95	1139	150	1112
1 juli	122	1071	123	1106	143	1122	100	1134	168	1094
1 augustus	117	1076	116	1113	134	1131	93	1141	168	1094
1 september	120	1073	118	1111	139	1126	95	1139	163	1099
1 oktober	115	1078	120	1109	136	1129	92	1142	165	1097
3 november	118	1075	123	1106	138	1127	93	1141	163	1099
1 december	108	1085	118	1111	132	1133	88	1146	163	1099

Jaar 2009

Teunesen zand en grint b.v.

PEILPUT

Plaatselijk bekend: Koningsven

No:	200		204		207		208		209	
Filter (m- m.v.)										
Hoogte meetpunt m+NAP	1193		1229		1265		1234		1262	
Jaar 2009	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP
5 januari	103	1090	112	1117	126	1139	87	1147	157	1105
3 februari	109	1084	118	1111	131	1134	88	1146	162	1100
2 maart	106	1087	116	1113	130	1135	86	1148	160	1102
1 april	94	1099	106	1123	123	1142	81	1153	148	1114
29 april	106	1087	114	1115	132	1133	88	1146	154	1108
2 juni	115	1078	121	1108	144	1121	95	1139	162	1100
1 juli	116	1077	120	1109	140	1125	96	1138	163	1099
3 augustus	128	1065	127	1102	146	1119	101	1133	171	1091
1 september	130	1063	128	1101	147	1118	101	1133	173	1089
1 oktober	130	1063	129	1100	146	1119	101	1133	175	1087
2 november	127	1066	127	1102	143	1122	99	1135	172	1090
1 december	102	1091	109	1120	125	1140	87	1147	153	1109

Jaar 2010

Teunesen zand en grint b.v.

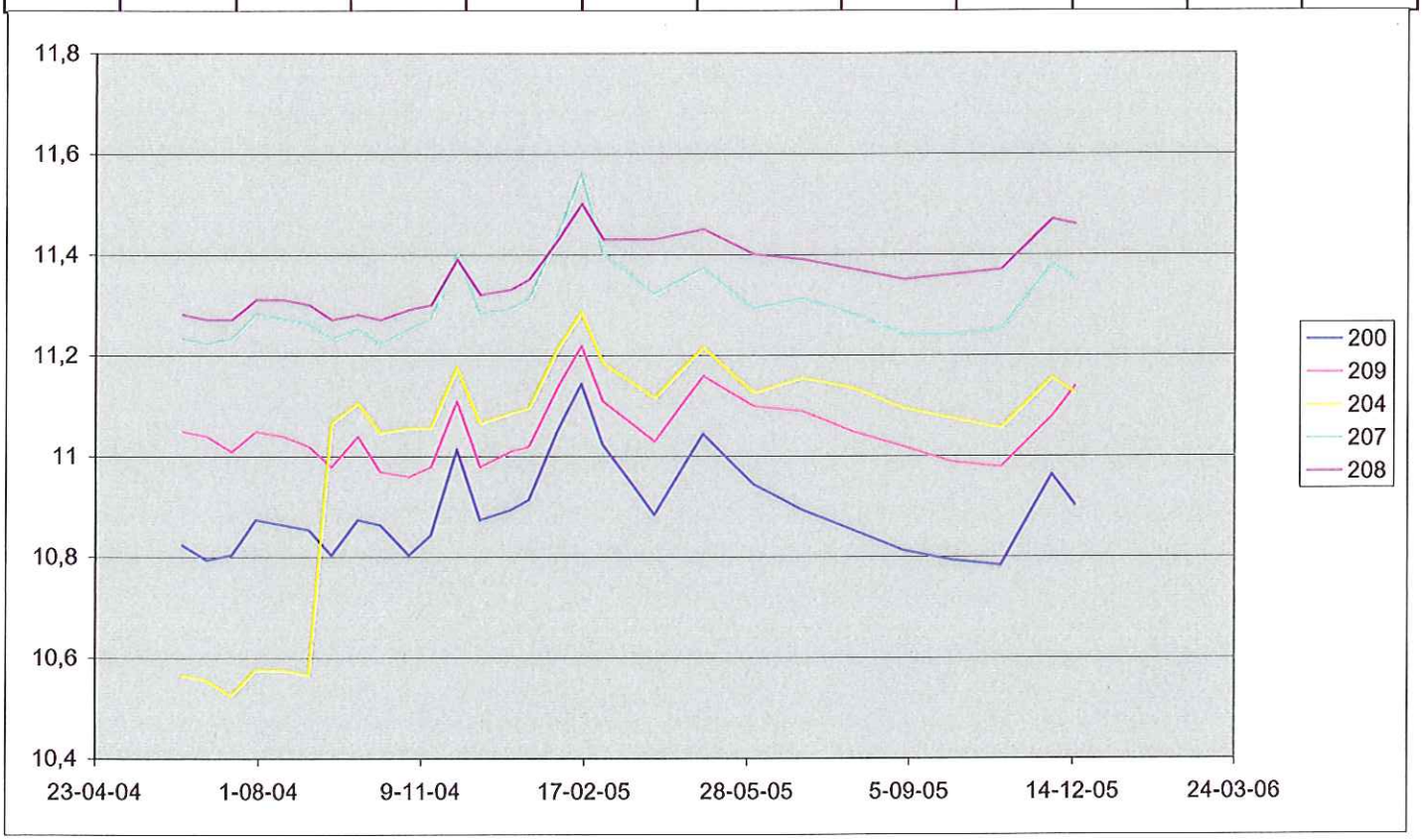
PEILPUT

Plaatselijk bekend: Koningsven

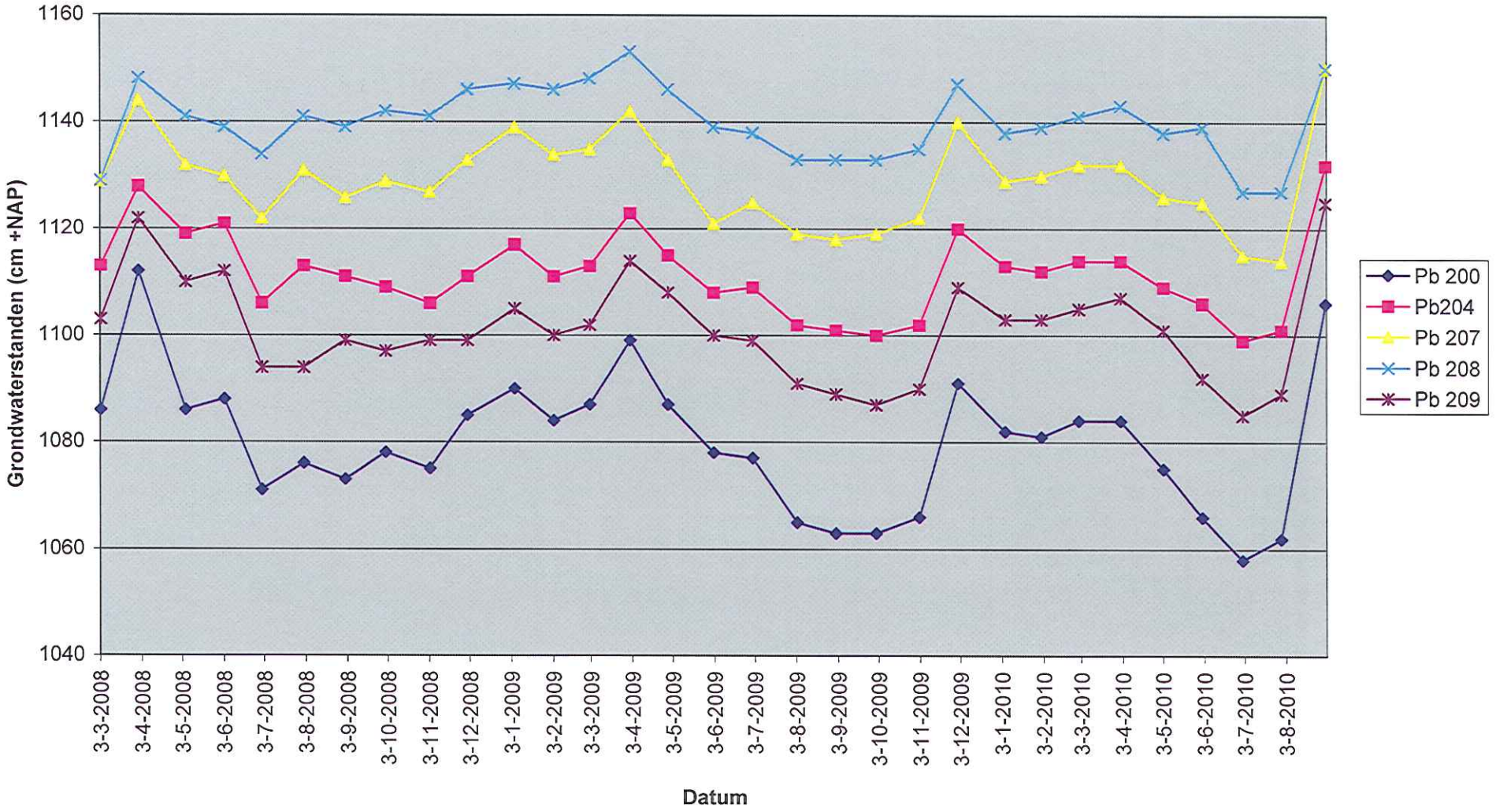
No:	200		204		207		208		209	
Filter (m- m.v.)										
Hoogte meetpunt m+NAP	1193		1229		1265		1234		1262	
Jaar 2010	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP	- meetpunt	+ NAP
5 januari	111	1082	116	1113	136	1129	96	1138	159	1103
1 februari	112	1081	117	1112	135	1130	95	1139	159	1103
1 maart	109	1084	115	1114	133	1132	93	1141	157	1105
1 april	109	1084	115	1114	133	1132	91	1143	155	1107
3 mei	118	1075	120	1109	139	1126	96	1138	161	1101
1 juni	127	1066	123	1106	140	1125	95	1139	170	1092
1 juli	135	1058	130	1099	150	1115	107	1127	177	1085
30 juli	131	1062	128	1101	151	1114	107	1127	173	1089
1 september	87	1106	97	1132	115	1150	84	1150	137	1125
oktober										
november										
december										

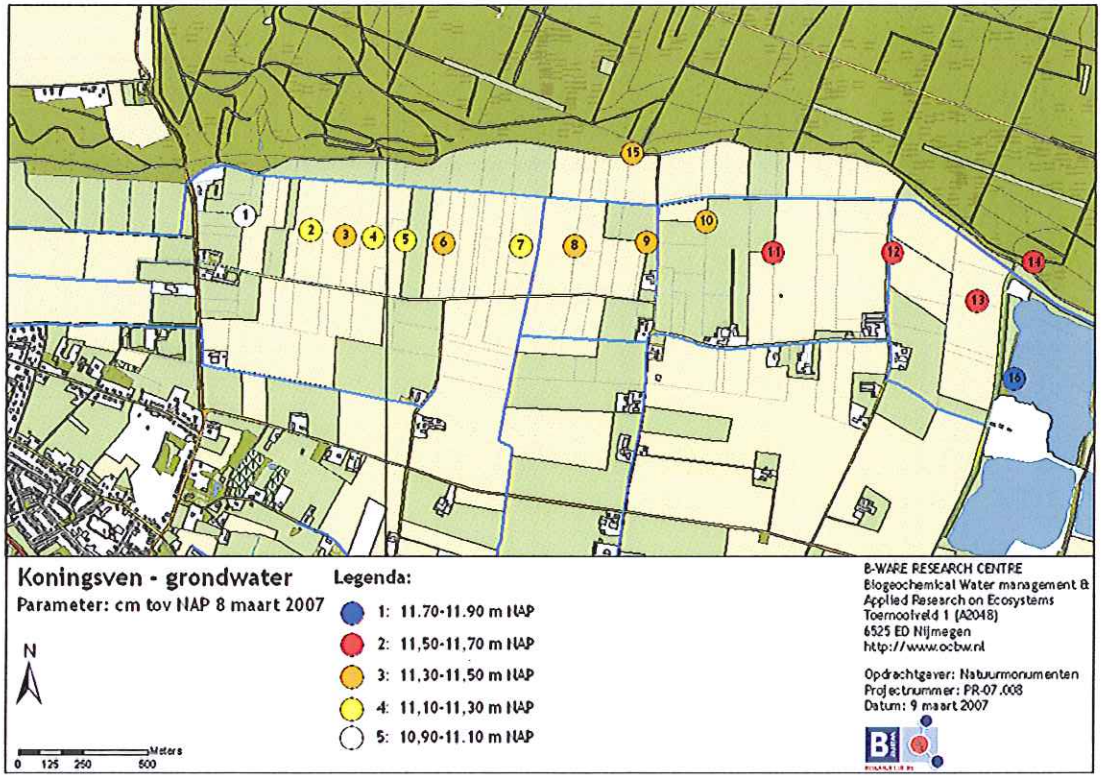
X	194657,6	195432,5	195822,1	196492	196950,4
Y	416543,5	416488,8	416468,1	416467,2	416529,2
Z	11,933	12,628	12,285	12,652	12,34

	Gemeten					Opmerkingen	NAP-waarde				
	200	209	204	207	208		200	209	204	207	208
15-06-04	111	158	172	142	106		10,823	11,048	10,565	11,232	11,28
30-06-04	114	159	173	143	107		10,793	11,038	10,555	11,222	11,27
15-07-04	113	162	176	142	107		10,803	11,008	10,525	11,232	11,27
30-07-04	106	158	171	137	103		10,873	11,048	10,575	11,282	11,31
16-08-04	107	159	171	138	103		10,863	11,038	10,575	11,272	11,31
1-09-04	108	161	172	139	104		10,853	11,018	10,565	11,262	11,3
15-09-04	113	165	122	142	107		10,803	10,978	11,065	11,232	11,27
1-10-04	106	159	118	140	106		10,873	11,038	11,105	11,252	11,28
15-10-04	107	166	124	143	107		10,863	10,968	11,045	11,222	11,27
1-11-04	113	167	123	140	105		10,803	10,958	11,055	11,252	11,29
15-11-04	109	165	123	138	104		10,843	10,978	11,055	11,272	11,3
1-12-04	92	152	111	125	95		11,013	11,108	11,175	11,402	11,39
15-12-04	106	165	122	137	102		10,873	10,978	11,065	11,282	11,32
3-01-05	104	162	120	136	101		10,893	11,008	11,085	11,292	11,33
14-01-05	102	161	119	134	99		10,913	11,018	11,095	11,312	11,35
1-02-05	88	149	107	121	91		11,053	11,138	11,215	11,442	11,43
15-02-05	79	141	100	109	84	Veel regen	11,143	11,218	11,285	11,562	11,5
28-02-05	91	152	110	125	91		11,023	11,108	11,185	11,402	11,43
1-04-05	105	160	117	133	91		10,883	11,028	11,115	11,322	11,43
1-05-05	89	147	107	128	89		11,043	11,158	11,215	11,372	11,45
1-06-05	99	153	116	136	94		10,943	11,098	11,125	11,292	11,4
1-07-05	104	154	113	134	95		10,893	11,088	11,155	11,312	11,39
1-08-05	108	158	115	137	97		10,853	11,048	11,135	11,282	11,37
1-09-05	112	161	119	141	99		10,813	11,018	11,095	11,242	11,35
1-10-05	114	164	121	141	98		10,793	10,988	11,075	11,242	11,36
31-10-05	115	165	123	140	97		10,783	10,978	11,055	11,252	11,37
1-12-05	97	155	113	127	87		10,963	11,078	11,155	11,382	11,47
15-12-05	103	149	116	130	88		10,903	11,138	11,125	11,352	11,46

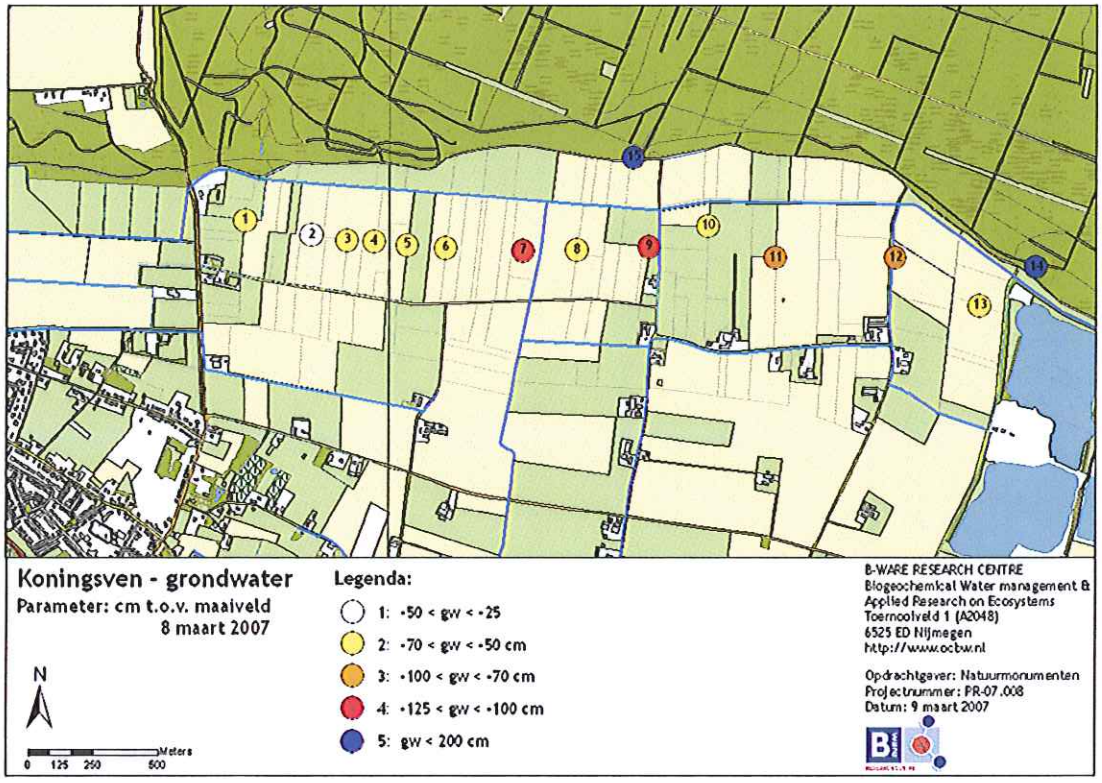


Grondwaterstanden Koningsven

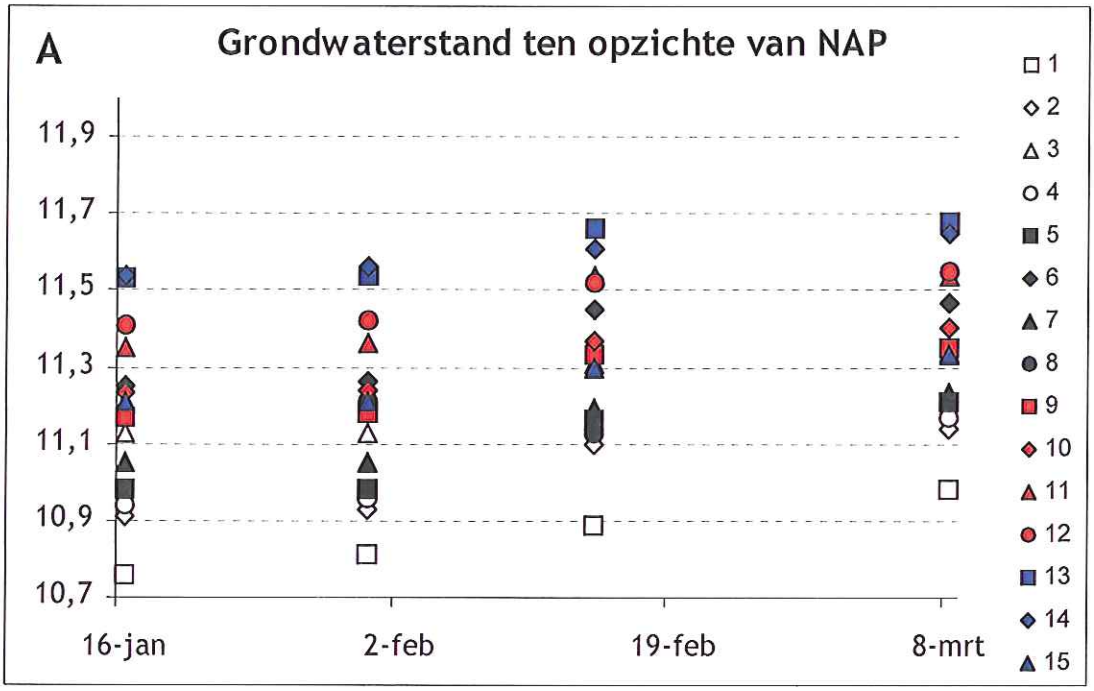


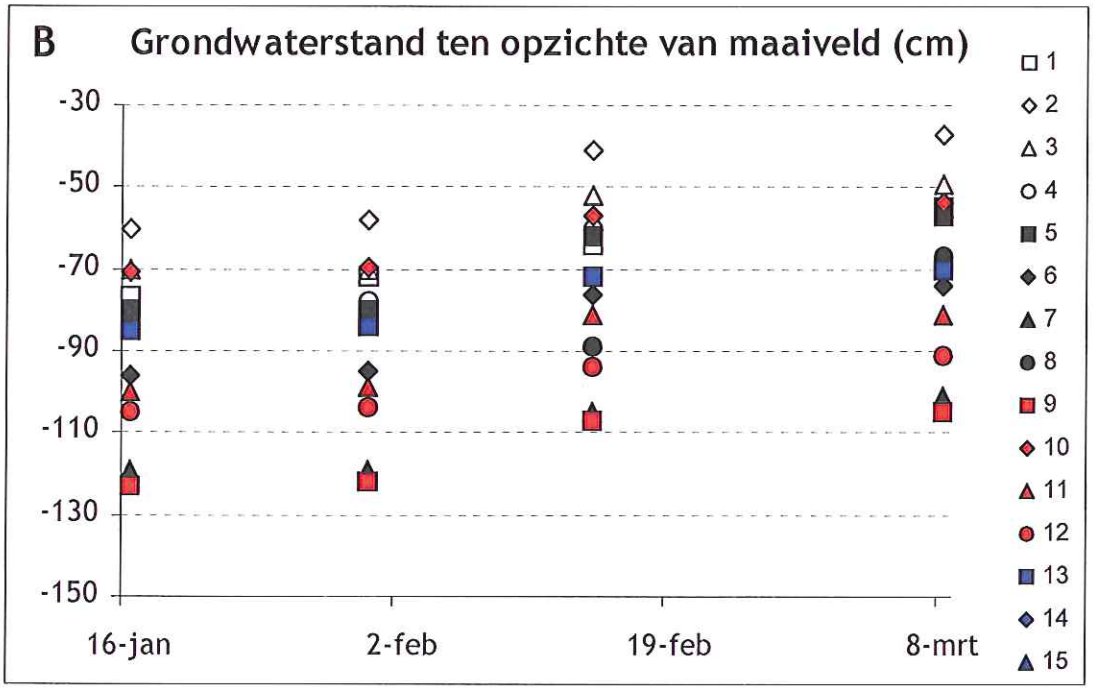


Figuur 4b. Grondwaterstanden ten opzichte van NAP op 8 maart 2007.



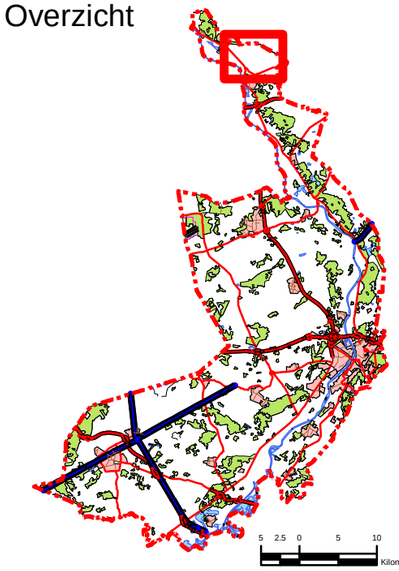
Figuur 4c. Grondwaterstanden ten opzichte van het maaiveld op 8 maart 2007.





Figuur 4a. Grondwaterstand ten opzichte van NAP (A) en ten opzichte van maaiveld (B) in de periode 16 januari-8 maart 2007. De nummering van de locaties komt overeen met die in figuur 3a.

Overzicht

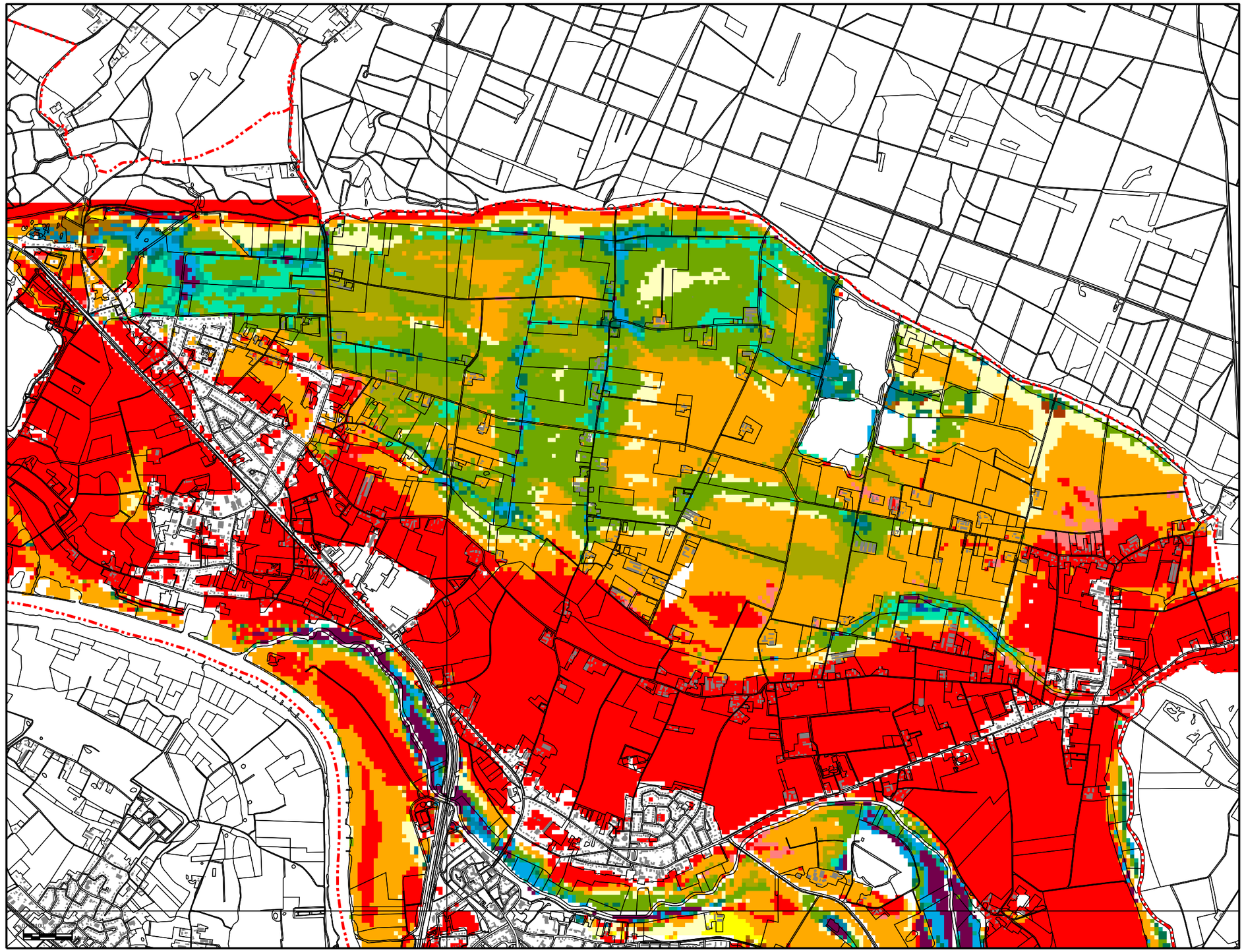


Legenda

Grens waterschap

Grondwatertrap

- Ia GHG < 25 GLG < 50
- Ic GHG > 25 GLG <50
- IIa GHG < 25 GLG 50-80
- IIb GHG 25-40 GLG 50-80
- IIc GHG > 40 GLG 50-80
- IIIa GHG < 25 GLG 80-120
- IIIb GHG 25-40 GLG 80-120
- IVu GHG 40-80 GLG 80-120
- IVc GHG >80 GLG 80-120
- Vao GHG <25 GLG 120-180
- Vad GHG <25 GLG >180
- Vbo GHG 25-40 GLG 120-180
- Vao GHG 25-40 GLG >180
- VIo GHG 40-80 GLG 120-180
- VId GHG 40-80 GLG >180
- VIIo GHG 80-140 GLG 120-180
- VIId GHG 80-140 GLG >180
- VIIIo GHG >140 GLG 140-180
- VIIId GHG >140 GLG >180



Rijksdriehoekstelsel

Centrale Meridiaan:	5°23'15.5"
Latitude of Origin:	52°09'22.178"
Schaal factor:	0.9999079
Offset x:	155000 m
Offset y:	463000 m

Grondwatertrappenkaart

Koningsven e.o.

Topografische ondergrond: (c) Topografischedienst Emmen

Datum: 20-06-2006 Schaal: 1:25000 Get: DaCo

Waterschap Peel en Maasvallei

Bijlage 4: Geohydrologische opbouw en ijking

Ligging model
Het model omvat het gebied van x=190.000 tot x=206.500 en y=412.000 tot y=422.500. De afstand van het plangebied tot de zuidelijke modelrand is hiermee minimaal 2,9 km, ruimschoots meer dan drie maal de spreidingslengte[2]. De ligging van het modelgebied is weergegeven in figuur 2.1.

Het model is opgedeeld in cellen van 25 bij 25 meter en is daarmee 660 cellen breed en 420 cellen hoog. Met deze celafmetingen wordt aangesloten op de basisgegevens van het IBRAHYM-model van het waterschap. De celafmetingen maken het mogelijk om maatregelen met voldoende detail in te voeren.

Geohydrologische opbouw model
Het basismodel IBRAHYM is gebiedsdekkend opgebouwd uit zes lagen, waarmee de ruimtelijke variabiliteit in watervoerende pakketten en weerstandbiedende lagen binnen het beheersgebied van het waterschap goed kan worden weergegeven.
Zoals aangegeven in figuur 2.4 kent het plangebied Koningsven echter een veel eenvoudiger geohydrologische opbouw, met een vrij dunne deklaag op een watervoerend pakket. De hydrologische basis wordt gevormd door de Formatie van Breda. De sloten in het gebied reiken over het algemeen tot in het watervoerende pakket.
Ter plaatse van het plangebied is het watervoerende pakket daarom opgedeeld in zes lagen. Voor iedere laag is een doorlatend vermogen (kD) ingevoerd, welke ruimtelijk varieert en 1/6 van de totale kD-waarde bedraagt. Er zijn geen scheidende lagen tussen de modellagen aanwezig.

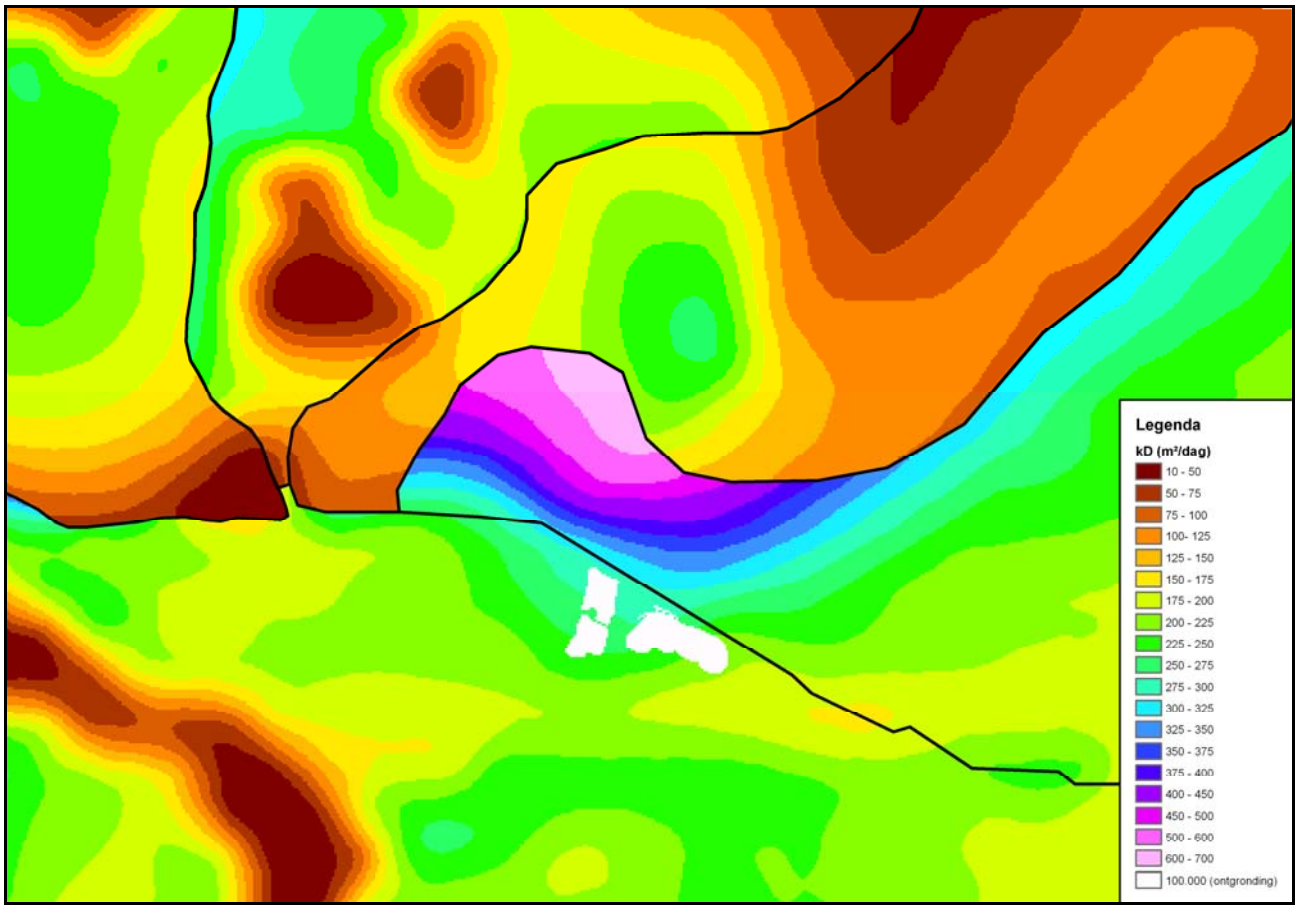
Vanaf het plangebied naar het zuiden, richting de Niers, neemt de kD-waarde af. Hiermee is in IBRAHYM rekening gehouden door de onderste modellagen op een gegeven moment over te laten gaan in no-flow cellen. Aan de zuidrand van het model zijn op deze wijze maximaal 3 lagen als no-flow geschematiseerd.

De door het waterschap aangeleverde gegevens van het doorlatend vermogen, zijn gebaseerd op gegevens van TNO (Regis). Het doorlatend vermogen van een gestuwde afzetting is echter hooguit bij benadering bekend, aangezien deze lokaal zeer variabel kan zijn. Daarnaast bevindt het modelgebied zich deels op Duits grondgebied, waarvan geen (TNO) gegevens beschikbaar waren. Bij het waterschap Peel en Maasvallei is bekend dat de ingevoerde waarden voor het doorlatend vermogen van de stuwwallen en het Duits grondgebied mogelijk niet overeenkomt met de werkelijkheid. Hier verschillen de kD-waarden in de verschillende modellagen. Daarnaast zijn noordelijk in het Reichswald diepere lagen als no-flow cellen geschematiseerd.

Oranjewoud heeft een correctieslag uitgevoerd, waarbij het doorlatend vermogen van de stuwwallen bij Mook en het Reichswald iteratief is bepaald. Bij deze bepaling is bij de stuwwal waarop het Reichswald ligt, duidelijk onderscheid gemaakt tussen de slechter doorlatende, gestuwde zone in het noorden en westen en de goeddoorlatende fluvioglaciale afzettingen in het zuiden. Deze wijzigingen in bodemopbouw zijn in alle modellagen doorgevoerd. Als voorbeeld is modellaag 1 in figuur 1 aangegeven. De kD-waarden van de verschillende modellagen zijn achteraan deze bijlage toegevoegd. Daarnaast is rondom de zuidelijke punt van de ijstong tussen de stuwwallen van het Reichswald en Groesbeek een scherpe slecht doorlatende stuwlijn aangebracht (zie paragraaf 3.2.6).

De ontgrondingsplas van De Banen die tot ca. 30 m-mv reikt is gesimuleerd door een zeer hoge kD-waarde aan te brengen.

[2] Spreidingslengte: √(kDc); op een afstand van drie maal de spreidingslengte zijn effecten van ingrepen normaliter verwaarloosbaar klein.



Figuur.1: Doorlaat vermogen (kD) van de bovenste modellaag met de plassen van 'De Banen'.

Neerslagoverschot
Bij de stationaire ijking van het model voor de gemiddelde situatie, de GHG en GLG is uitgegaan van het neerslagoverschot zoals dat in IBRAHYM is aangeleverd. Een nadere beschrijving inclusief theoretische onderbouwing is onder 'methode ijking' van deze bijlage toegevoegd.

Randstijghoogten
Aan de rand van het model zijn in alle lagen de stijghoogten vastgelegd middels een ‘constant head’ voor de gemiddelde situatie. Daar de modelrand ver van het plangebied is verwijderd en deel ook wordt bepaald door het stuwpeil van de Maas is deze constant head gehandhaafd voor de GHG en de GLG situatie.

Watergangen, beken en rivier de Maas.
In de bovenste laag van het model zijn de watergangen, beken en rivier de Maas hoofdzakelijk opgenomen in de riviermodule in Modflow. Daarnaast is de oppervlakkige afvoer over maaiveld opgenomen in de drainagemodule. Het verschil tussen de riviermodule en de drainagemodule is dat de riviermodule ook kan worden gebruikt om infiltratie vanuit de watergang te simuleren. Hiertoe worden een waterpeil en de bodem van de watergang ingevoerd. Voor de riviermodule zijn de door het waterschap aangeleverde waterpeilen gebruikt. De drainagemodule zorgt ervoor dat er grondwater wordt onttrokken aan een cel wanneer de grondwaterstand hoger is dan de drainbasis. Deze module is vrijwel gebiedsdekkend ingevoerd. Voor een deel zijn hiermee daadwerkelijk gedraineerde gebieden weergegeven. Daarnaast is met name de oppervlakkige afstroming van de niet gedraineerde gebieden door middel van deze module in het model opgenomen.

Beregening
In het model is voor de berekening van de gemiddelde situatie beregening opgenomen. Dit is gesimuleerd in IBRAHYM door putten voor de onttrekking van grondwater op te nemen in modellaag 2.

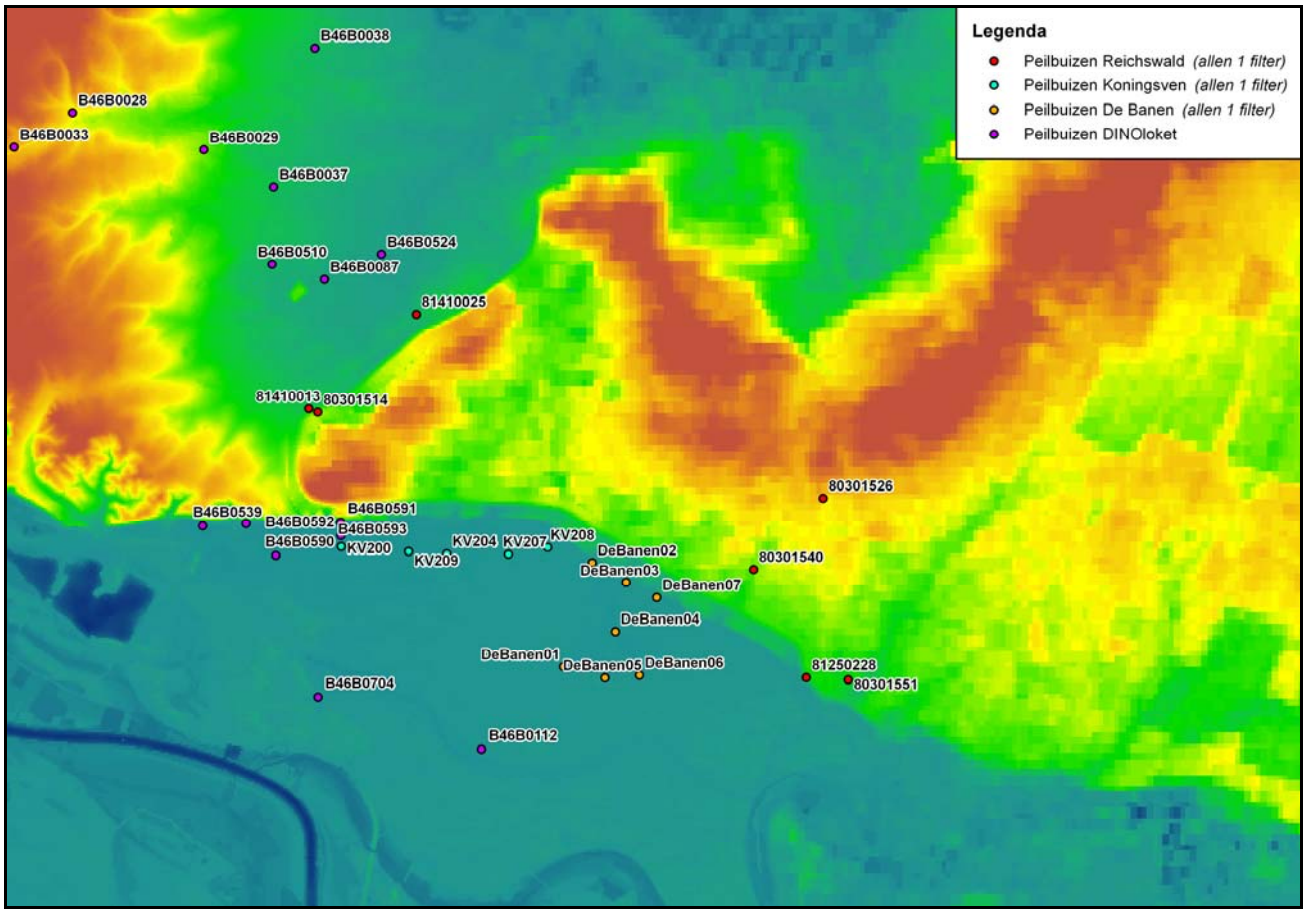
Daarnaast zijn diffuus verspreid infiltratieputten opgenomen in modellaag 1, waarmee wordt gesimuleerd dat een deel van het onttrokken water wordt teruggebracht op de percelen. Daarnaast treden beregeningsverliezen op (bijvoorbeeld door extra verdamping). De onttrokken hoeveelheid grondwater is dus groter dan de geïnfiltreerde hoeveelheid.

Grondwateronttrekkingen Reichswald en Scheidal
De grondwateronttrekkingen Reichswald en Scheidal zijn conform de gegevens in paragraaf 2.5 ingevoerd.

IJkdoelen
Van het modelgebied in en rond Koningsven zijn peilbuizen van verschillende bronnen beschikbaar:

- Vanuit het DINO-loket van TNO zijn zestien peilbuizen geselecteerd, waarvan acht peilbuizen twee of meer filters hebben;
- Van het Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV NRW) zijn de gemiddelde grondwaterstanden in zeven peilbuizen beschikbaar;
- Rond de ontgronding De Banen zijn van 14 peilbuizen gegevens beschikbaar. Hiervan zijn zeven aangebracht als ijkdoel in het model;
- Van het Koningsven zijn gegevens van vijf peilbuizen beschikbaar.

De locatie van de peilbuizen is op een hoogtetekening weergegeven in figuur 2. Van deze peilbuizen zijn als ijkdoelen de gemiddelde grondwaterstand alsmede de GHG en de GLG bepaald. De aangeleverde gegevens van het Reichswald waren niet geschikt om de GHG en de GLG te bepalen. Alle gebruikte peilbuizen staan met de filter in het watervoerende pakket onder de deklaag.



Figuur 2: Locatie peilbuizen

Methode ijking en validatie van het grondwatermodel

Beschrijving stationaire aanpak

De opzet van het grondwatermodel is gebaseerd op een stationaire ijking van het grondwatermodel voor de gemiddelde situatie. In aanvulling op de stationaire ijking van het grondwatermodel voor de gemiddelde situatie is op verzoek van de betrokken partijen een validatie van het grondwatermodel uitgevoerd. Een validatie is een extra toets die na de ijking plaatsvindt door gebruik te maken van een andere set van meetgegevens (of ijkdoelen) dan die voor de ijking zijn gebruikt.
Het idee achter een validatie gaat uit van de mogelijkheid dat je een model kunt ijken door aan meerdere knoppen te draaien. Dat zou een foute combinatie van knoppen kunnen zijn. Door een set van andere meetgegevens te gebruiken heb je een extra toets of de goede combinatie van knoppen is gebruikt.
De voor de stationaire ijking gebruikte ijkdoelen zijn gemiddelde grondwaterstijghoogten geweest. Overwogen is om het grondwatermodel te valideren door het dynamisch door te rekenen en op basis daarvan de GHG en de GLG te bepalen. In IBRAHYM gebeurt dit door de periode 1994-2004 door te rekenen met 14-daagse gegevens van de grondwatervoeding, onttrekkingen, de Maaspeilen etc. Daarmee kunnen de berekende grondwaterstijghoogten voor andere dan de gemiddelde situatie worden vergeleken met de gemeten grondwaterstijghoogten. Het eindscenario van de inrichting kan vervolgens ook dynamisch worden doorgerekend.
In overleg met de opdrachtgever, de Provincie en het waterschap is besloten dat voor deze validatie geen dynamische berekening nodig is. Op basis van literatuur (Haitjema, 2006) is besloten dat kan worden uitgegaan van een stationaire benadering waarbij de validatie plaatsvindt aan de hand van de ijkdoelen voor de GHG en de GLG in het gebied. De onderbouwing is navolgend in deze bijlage toegelicht.
In aansluiting op de literatuur is de werkwijze van de validatie als volgt geweest:

- de GHG en GLG van peilbuizen zijn bepaald aan de hand van metingen over een lange reeks van jaren
- voor verschillende representatieve peilbuizen bepalen we een concrete periode binnen die meetreeks waarin de grondwaterstijghoogte daadwerkelijk die GHG en GLG bereikt
- de periode van de GHG blijkt januari en de eerste helft van februari 1999 te zijn. De periode van de GLG is tweede helft september - eerste helft oktober 1999.
- voor die perioden hebben we de grondwatervoeding uit Ibrahym opgevraagd en ingevoerd in ons stationaire model om het te valideren aan de hand van de GHG en de GLG

Theoretische onderbouwing

Onderstaand wordt de theorie volgens H. Haitjema (The Role of Hand Calculations in Groundwater Flow Modeling, Groundwater 44, no.6: 786 - 791, 2006) behandeld:

Transient or Steady-State Model
Townley (1995) analyzed several one-dimensional and radially symmetric ground water flow problems under conditions of periodic forcing, such as tidal influences on surface water levels or seasonal variations in aquifer recharge rates. These elementary analytic solutions are controlled by a characteristic dimensionless parameter, written here as:

$$Z = (SL^2)/(4kbP)$$

where S is the aquifer storativity, L (m) the average distance between surface waters, k (m/d) the hydraulic conductivity, b (m) the average saturated aquifer thickness, and P (d) the period of the forcing function (365 days for seasonal fluctuations). The parameter Z may be interpreted as characterizing an aquifer's response time to transient (periodic) forcing. If an aquifer responds very slowly to periodic changes in recharge or boundary conditions (Z is large), it is reasonable to model average conditions using a steady-state model. Conversely, if an aquifer responds very quickly (Z is small), successive steady-state solutions may be presented or perhaps steady-state solutions to the extremes (summer and winter conditions) may suffice. However, if an aquifer responds neither very quickly nor very slowly,

transient ground water flow modeling may be called for. The following rules of thumb are offered (see also Haitjema 1995):
Z > 1: Use a steady-state model with time-averaged boundary conditions and recharge rates.
0.1 < Z < 1: Use a transient model with transient boundary conditions and recharge rates.
Z < 0.1: Use a steady-state model with instantaneous boundary conditions and recharge rates, for instance, representing summer or winter conditions.

In evaluating Equation 4 for a large regional aquifer, several different values for L may be used to ensure that the entire aquifer domain responds quickly or slowly.

Naar aanleiding van het bovenstaande kunnen we nagaan in hoeverre voor ons gebied geldt dat K>1 of K<0.1. In deze beide gevallen kunnen we stationair rekenen. We maken daarbij onderscheid in het lage gebied zuidelijk van de stuwwallen (met het plangebied) en de stuwwallen zelf.

Het lage gebied

Wat betreft de winter geldt voor het lage gebied een k-waarde van ca. 50 (m/d), een waarde van b van 30 m en een P waarde van ca. 365 dagen (seizoensfluctuatie). De S-waarde is ca. 0.15. Bij een L-waarde van ca. 400 m in de winter is de K-waarde <0.1. Dat betekent dat we een stationair model kunnen gebruiken voor de berekening van de GHG.

In de zomer valt een deel van de watergangen droog. In het plangebied (gelegen nabij de stuwwal) voldoet de stationaire benadering dan nog steeds door de invloed van de stuwwal zelf, van de Kroonbeek en de Teelebeek en een deel van de eerste zuidelijk hiervan gelegen watergang.
Verder zuidelijk van het plangebied, waar de afstand tussen functionerende sloten in de zomer groter wordt, kan een deel van het gebied onder in het traject 0.1<K<1 gaan vallen. Er kan dan een afwijking gaan optreden tussen de stationair berekende en gemeten GLG. Een (gedeeltelijke) oorzaak in een aangeleverde grondwatervoeding die afwijkt van de werkelijkheid kan echter ook niet worden uitgesloten. De periode van de aangeleverde grondwatervoeding is namelijk tweede helft september-eerste helft oktober 1999. In deze periode wordt waarschijnlijk nauwelijks of niet meer beregend terwijl een negatieve grondwatervoeding (onttrekking door verdamping) in gebiedsdelen met lage grondwaterstanden wel duidt op een invloed van beregening in deze periode.

De stuwwallen

Voor het gebied van de stuwwallen geldt vanwege de grote waarden van L, K en b dat Z > 1. We hoeven dus geen onderscheid in seizoenen te maken en kunnen volstaan met een ijking voor de gemiddelde situatie. Op tekening 233524-iso-gem zijn de resultaten van 5 peilbuizen in en aan de westrand van het Reichswald vermeld. Twee peilbuizen staan noordoostelijk van De Banen in het Reichswald. De drie westelijke peilbuizen staan aan op de overgang van het Reichswald naar de ijstong tussen de stuwwallen. Verder is gebruik gemaakt van het isohypsenpatroon van figuur 2.6.

Aanpassingen grondwatermodel per deelgebied

De aanpassingen van het grondwatermodel ten behoeve van de ijking worden navolgend per deelgebied besproken:

Plangebied

Het aangeleverde grondwatermodel is voor het plangebied zelf relatief weinig aangepast, omdat de ijking hiervoor al redelijk klopte. De modelopzet voor de zomersituatie (GLG) is gehandhaafd. Voor de winter (GHG) zijn de peilen van de Kroonbeek, de Teelebeek en en een aantal overige watergangen aangepast (veelal wat verhoogd) op basis van gegevens van de opdrachtgever en de veldverkenning. Het peil voor de GHG-situatie ligt 20 tot 50 cm hoger dan het zomerpeil in het model. Voor de gemiddelde situatie is het peil gemiddeld.

Het oppervlaktewater van de ontgronding De Banen is gesimuleerd door een zeer hoge kD - waarde in alle zes modellagen aan te brengen (geen weerstand tussen de lagen).

Overig zuidelijk deelgebied

Voor de ijking van het overige zuidelijke deelgebied buiten het plangebied (zuidelijk van de stuwwallen en het Reichswald)zijn soortgelijke aanpassingen met betrekking tot de oppervlaktewaterpeilen toegepast.
Omdat de randen van het model ver van het plangebied liggen en seizoensfluctuaties de resultaten in de omgeving van het plangebied niet noemenswaardig beïnvloeden zijn vaste randstijghoogten gehanteerd.

Stuwwal bij Groesbeek

Van de stuwwal bij Groesbeek wordt een geohydrologisch juiste ijking bemoeilijkt door de ligging nabij de modelrand (hier worden vaste randstijghoogten op basis van beperkte gegevens opgegeven) en de onbekendheid met doorlatendheden van de stuwwal. Gezien de afstand van de stuwwal tot het plangebied en de ijking van het tussenliggende gebied kan worden volstaan met een globale benadering. De kD-waarde van het totale doorlatend vermogen op de stuwwal bij Mook is gebaseerd op een pompproef uitgevoerd bij de waterwinning Mookerheide. Daarnaast zijn de randstijghoogten zo goed mogelijk aangepast op de beschikbare gegevens. De grondwateronttrekking is meegenomen in de randstijghoogte, wat gezien de afstand tot het plangebied en de diepte van de winning voldoende is.

Stuwwal en fluvioglaciale afzettingen Reichswald

Een goede ijking van de stuwwal en de fluvioglaciale afzettingen van het Reichswald is (evenals bij Groesbeek) feitelijk een studie op zich door grote onregelmatigheden in de geohydrologische opbouw die hier optreden (zie paragraaf 2.2). In de komende jaren zal het waterschap hieraan samen met Duitse instanties de nodige aandacht besteden. In het kader van dit project is de ijking van de stuwwal geen doel op zich maar staat in dienst van de inrichting van het plangebied. Het gaat hier niet om een precieze berekening van de grondwaterstanden (die diep beneden maaiveld liggen) maar om een ijking waarmee de situatie in het plangebied en het effect van grondwaterstandwijzigingen redelijk kan worden vastgesteld.
Bij de ijking van het Reichswald is onderscheid gemaakt tussen de stuwwalafzettingen (westrand en noordelijke zone Reichswald) en het gebied van de fluvioglaciale afzettingen, die het grootste deel van het Koningsven en De Banen voedden met grondwater.
De stuwwal aan de westzijde en noordzijde van het Reichswald is gemodelleerd als een stuwzone met een lagere doorlatendheid als die van het aangeleverde model. Noordelijk omvat deze stuwzone globaal het gebied noordelijk van de waterscheiding op figuur 2.6. De totale kD-waarde na ijking bedraagt hier 30% van de kD-waarde in het aangeleverde model, aangebracht in de verschillende modellagen. Voor het fluvioglaciaal bleek een handhaving van de kD-waarde de beste resultaten op te leveren. De grondwateronttrekkingen (paragraaf 2.5) zijn in het model opgenomen. De randstijghoogten van het model voor de noordrand zijn vastgesteld op basis van de lage maaiveldhoogten juist noordelijk van de stuwwal. Aan de oostrand zijn deze vastgesteld op basis van figuur 2.6.
Het Reichswald is door de diepe grondwaterstanden en de hoge doorlatendheid van de bodem een zeer langzaam reagerend hydrologisch systeem waardoor bij de gekozen stationaire benadering het neerslagoverschot niet aangepast hoeft te worden.

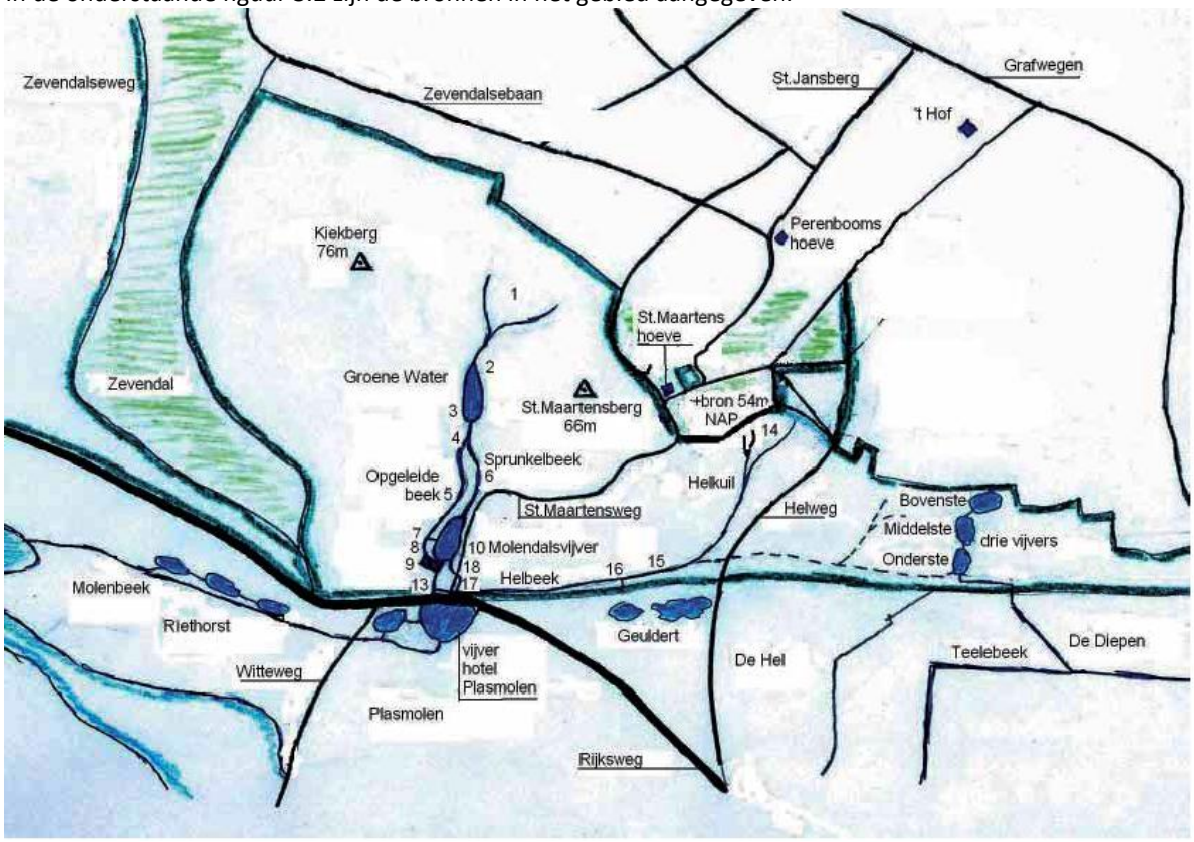
Gebied van de ijstong tussen de stuwwallen

Het laaggelegen gebied tussen de stuwwallen, met bijvoorbeeld het natuurgebied De Bruuk bij de Duitse grens, is wat betreft geohydrologische opbouw veel beter bekend dan de stuwwallen. Desondanks is het stijghoogten patroon bij een eerste ijking veel te laag terwijl het stijghoogten patroon op de stuwwallen na een eerste ijkslag beter overeenkomt met de meetgegevens.
Een combinatie van aanwijzingen levert als resultaat op dat zuidelijk rondom de ijstong de stuwwal zeer slecht doorlatend is. Deze slecht doorlatende zone, die als een scherpe stuwlijn rondom het zuidelijke

deel van de ijstong is aangebracht, is op de tekeningen met ijkresultaten aangegeven. De aanwijzingen voor deze slecht doorlatende (vrijwel ondoorlatende barrière) zijn:

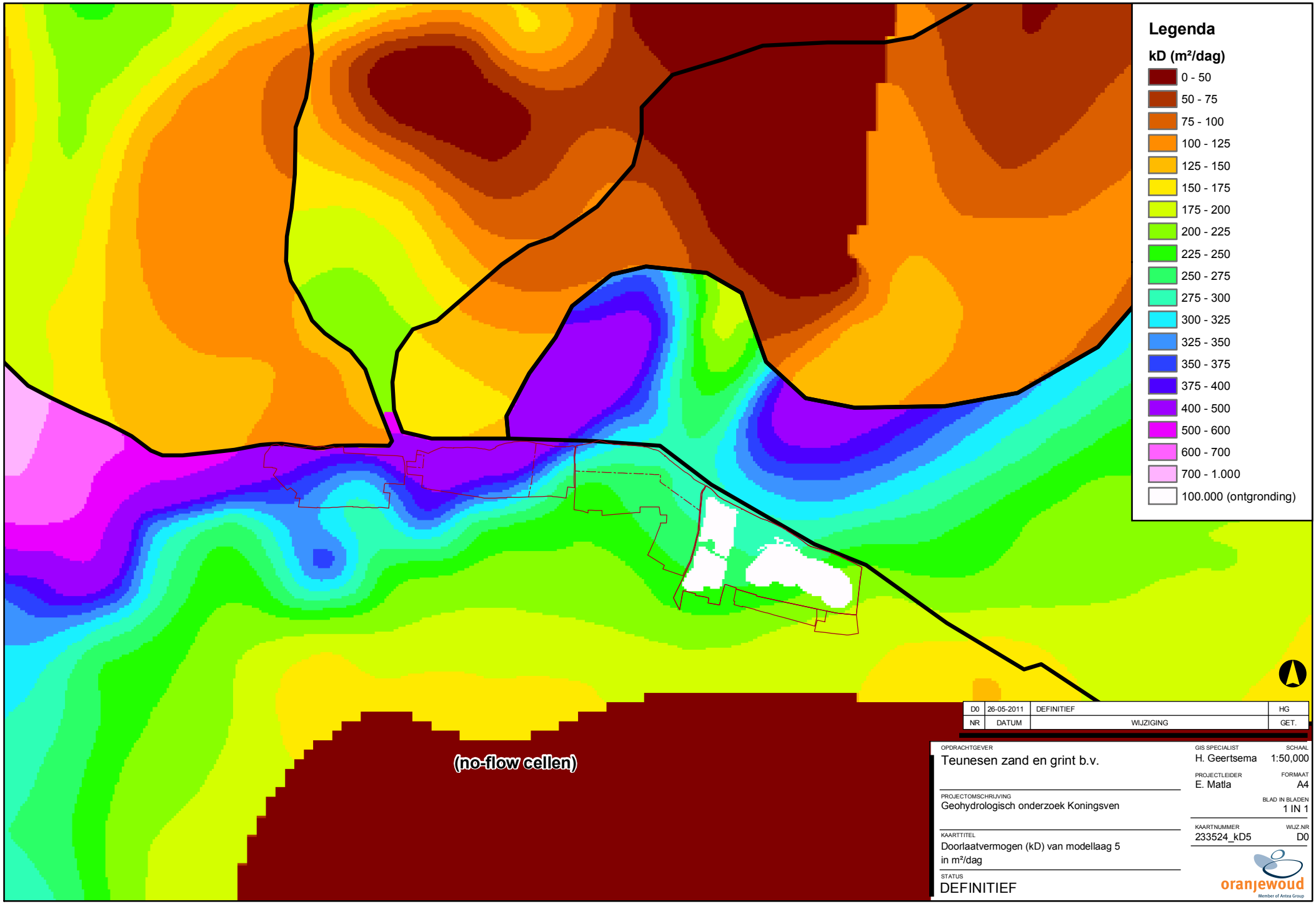
- op de stuwwal komen op grotere hoogte bronnen op leembanken voor die van onderen zijn opgestuwd
- aan de kant van het Reichswald, waar meer peilbuizen liggen, duidt een afbuiging van het isohypsenpatroon in zuidelijke richting (figuur 2.6) en een groot verhang op de aanwezigheid van slecht doorlatende lagen
- de ijking van het grondwatermodel kan niet kloppend worden gemaakt zonder de aanwezigheid van een barrière voor grondwaterstroming rondom de ijstong

In de onderstaande figuur 3.2 zijn de bronnen in het gebied aangegeven.



Figuur 3. Bronnen en waterwerken van de St. Jansberg (P. Pouwels. Het gebruik van waterlopen op de St. jansberg. Groesbeeks Milieujournaal 137, p 28-34, 2009).

Daarnaast is de kD-waarde van het watervoerende pakket ter plaatse van de voormalige ijstong verlaagd tot in totaal ca. 1000 m2/dag. Verder zijn in de omgeving van de Bruuk de peilen in de watergangen aangepast en omdat de watergangen met de bodem in veen en kleilagen liggen zijn de drainageweerstanden verhoogd. Een grotere verhoging is wellicht gewenst maar heeft geen consequenties voor de berekende grondwaterstanden in en om het plangebied, door de hoge weerstand van de stuwlijn tussen het gebied van de Bruuk en het plangebied.



NR	DATUM	WIJZIGING	GET.
D0	26-05-2011	DEFINITIEF	HG

OPDRACHTGEVER
Teunesen zand en grint b.v.

PROJECTOMSCHRIJVING
Geohydrologisch onderzoek Koningsven

KAARTTITEL
Doorlaatvermogen (kD) van modellaag 5
in m²/dag

STATUS
DEFINITIEF

GIS SPECIALIST
H. Geertsema

SCHAAL
1:50,000

PROJECTLEIDER
E. Matla

FORMAAT
A4

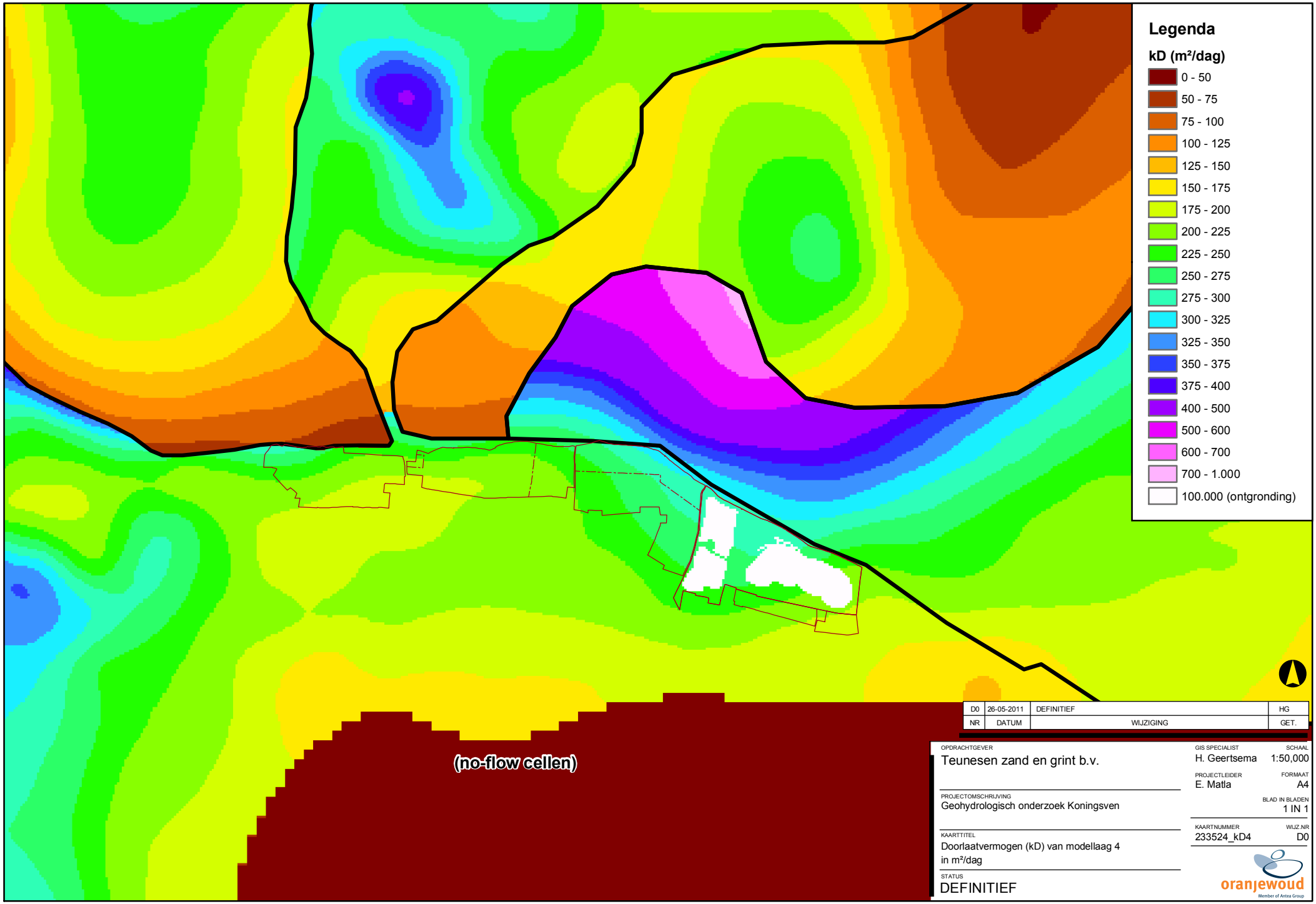
BLAD IN BLADEN
1 IN 1

KAARTNUMMER
233524_kD5

WIJZ.NR
D0

oranjewoud
Member of Antea Group

R:\...\00233524\GIS\233524 Koningsven\maps\20110526 doorlatendheden op kaart.mxd



NR	DATUM	WIJZIGING	GET.
D0	26-05-2011	DEFINITIEF	HG

OPDRACHTGEVER
Teunesen zand en grint b.v.

PROJECTOMSCHRIJVING
Geohydrologisch onderzoek Koningsven

KAARTTITEL
Doorlaatvermogen (kD) van modellaag 4
in m²/dag

STATUS
DEFINITIEF

GIS SPECIALIST
H. Geertsema

SCHAAL
1:50,000

PROJECTLEIDER
E. Matla

FORMAAT
A4

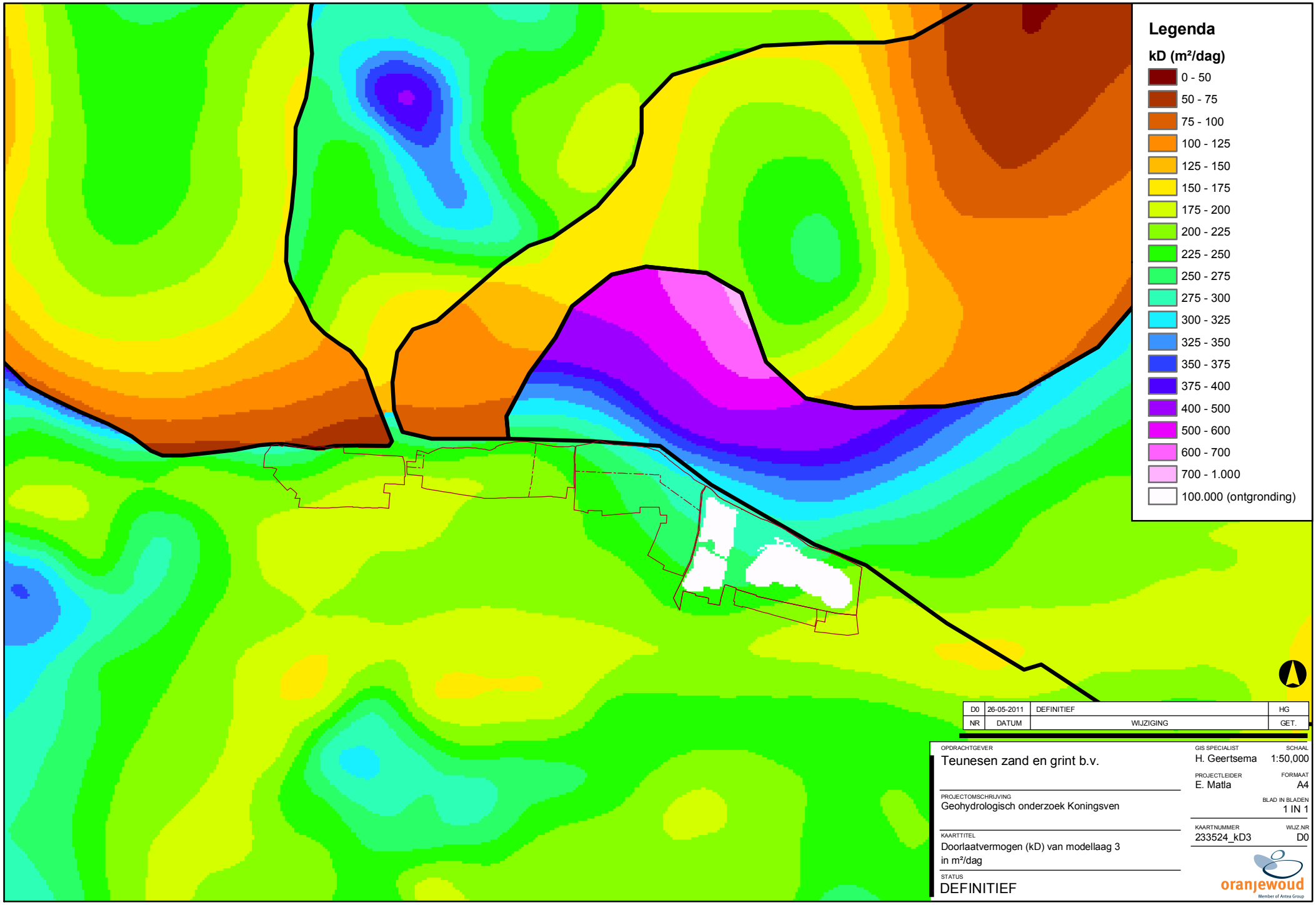
BLAD IN BLADEN
1 IN 1

KAARTNUMMER
233524_kD4

WIJZ.NR
D0

oranjewoud
Member of Antea Group

R:\...\00233524\GIS\233524 Koningsven\maps\20110526 doorlatendheden op kaart.mxd



NR	DATUM	WIJZIGING	GET.
D0	26-05-2011	DEFINITIEF	HG

OPDRACHTGEVER
Teunesen zand en grint b.v.

PROJECTOMSCHRIJVING
Geohydrologisch onderzoek Koningsven

KAARTTITEL
Doorlaatvermogen (kD) van modellaag 3
in m²/dag

STATUS
DEFINITIEF

GIS SPECIALIST
H. Geertsema

SCHAAL
1:50,000

PROJECTLEIDER
E. Matla

FORMAAT
A4

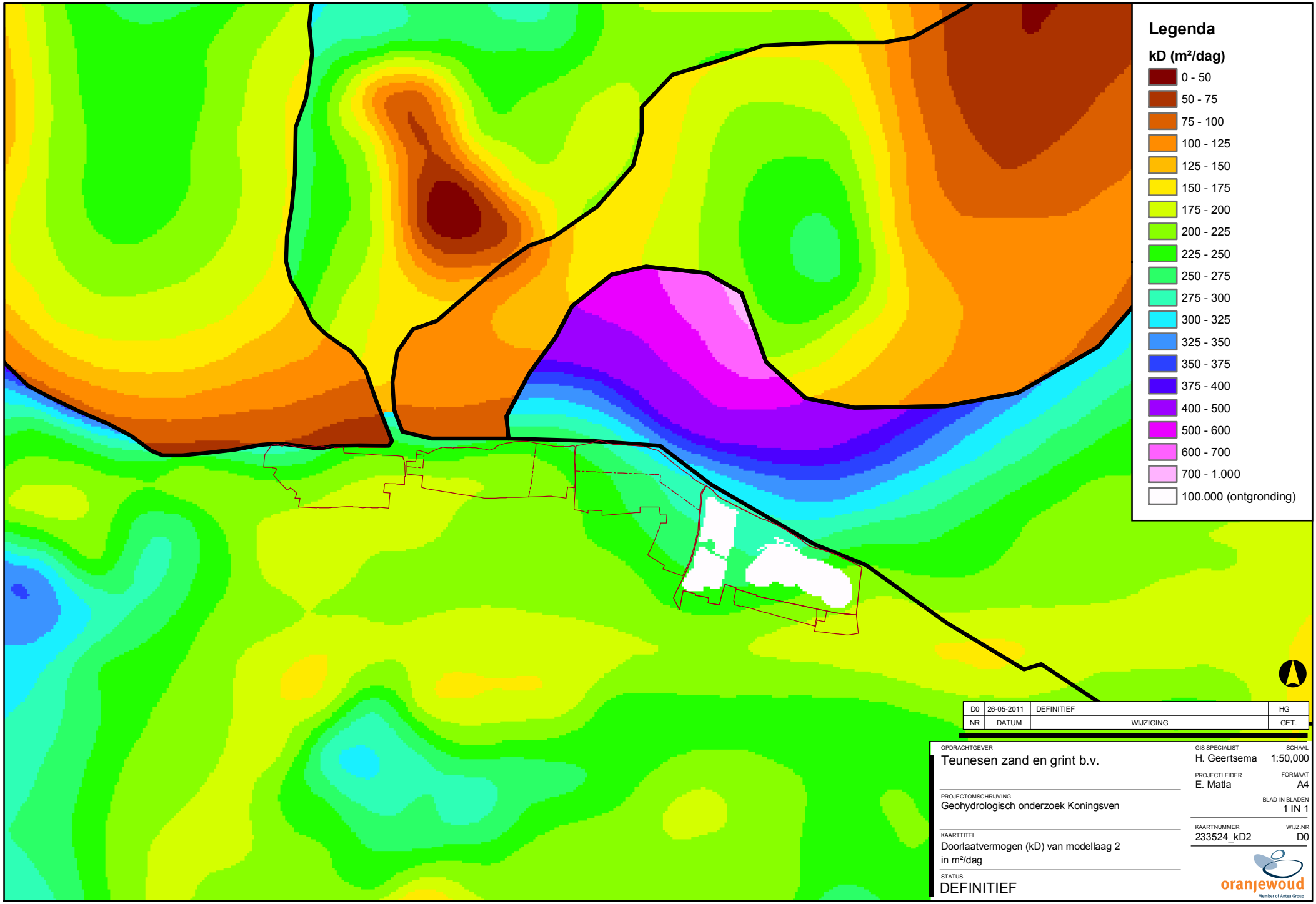
BLAD IN BLADEN
1 IN 1

KAARTNUMMER
233524_kD3

WIJZ.NR
D0

oranjewoud
Member of Antea Group

R:\...\00233524\GIS\233524 Koningsven\maps\20110526 doorlatendheden op kaart.mxd



NR	DATUM	WIJZIGING	GET.
D0	26-05-2011	DEFINITIEF	HG

OPDRACHTGEVER
Teunesen zand en grint b.v.

PROJECTOMSCHRIJVING
Geohydrologisch onderzoek Koningsven

KAARTTITEL
Doorlaatvermogen (kD) van modellaag 2
in m²/dag

STATUS
DEFINITIEF

GIS SPECIALIST
H. Geertsema

SCHAAL
1:50,000

PROJECTLEIDER
E. Matla

FORMAAT
A4

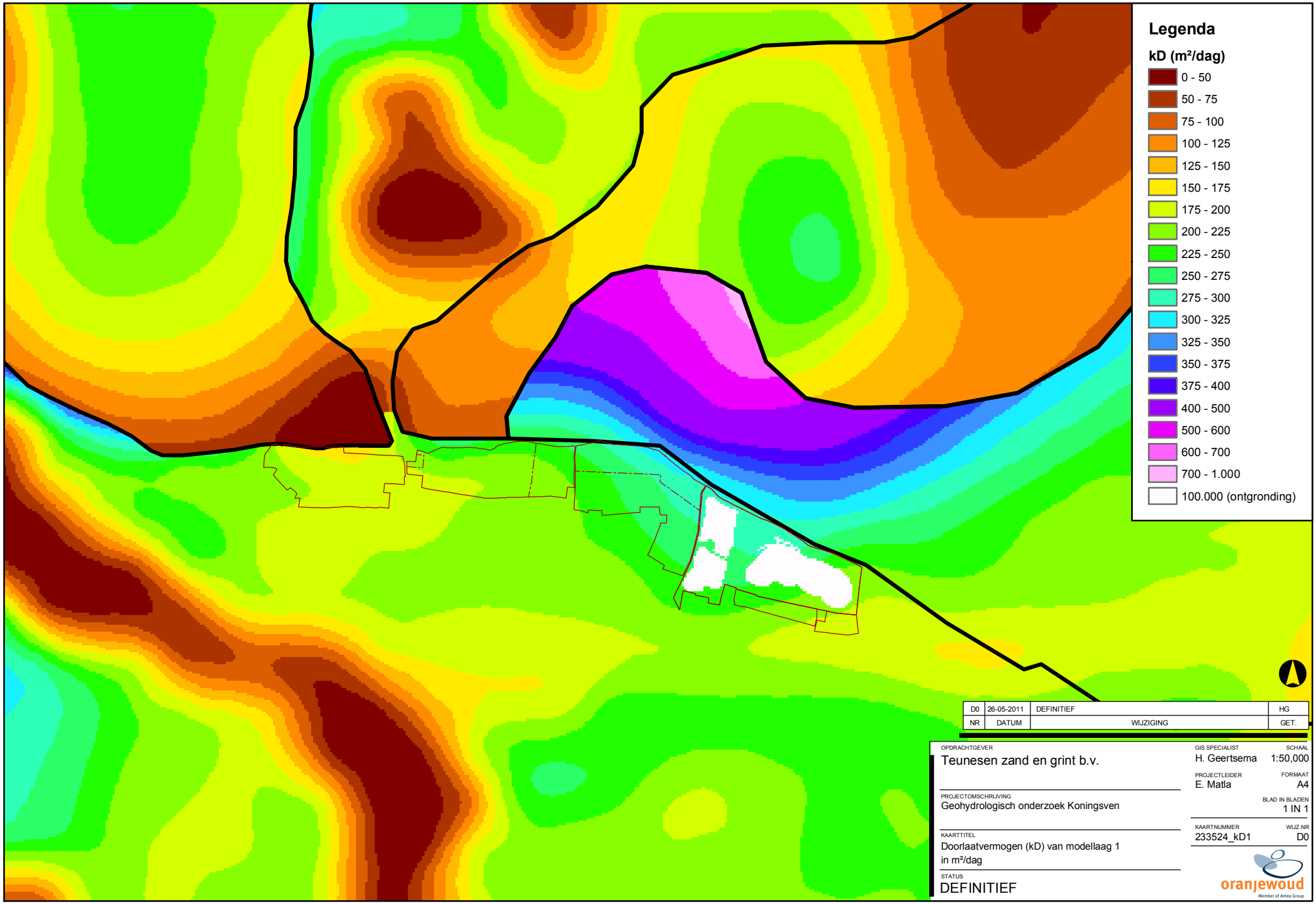
BLAD IN BLADEN
1 IN 1

KAARTNUMMER
233524_kD2

WIJZ.NR
D0

oranjewoud
Member of Antea Group

R:\...\00233524\GIS\233524 Koningsven\maps\20110526 doorlatendheden op kaart.mxd



NR	DATUM	WIJZIGING	GET.
D0	26-05-2011	DEFINITIEF	HG

OPDRACHTGEVER
Teunesen zand en grint b.v.

PROJECTOMSCHRIJVING
Geohydrologisch onderzoek Koningsven

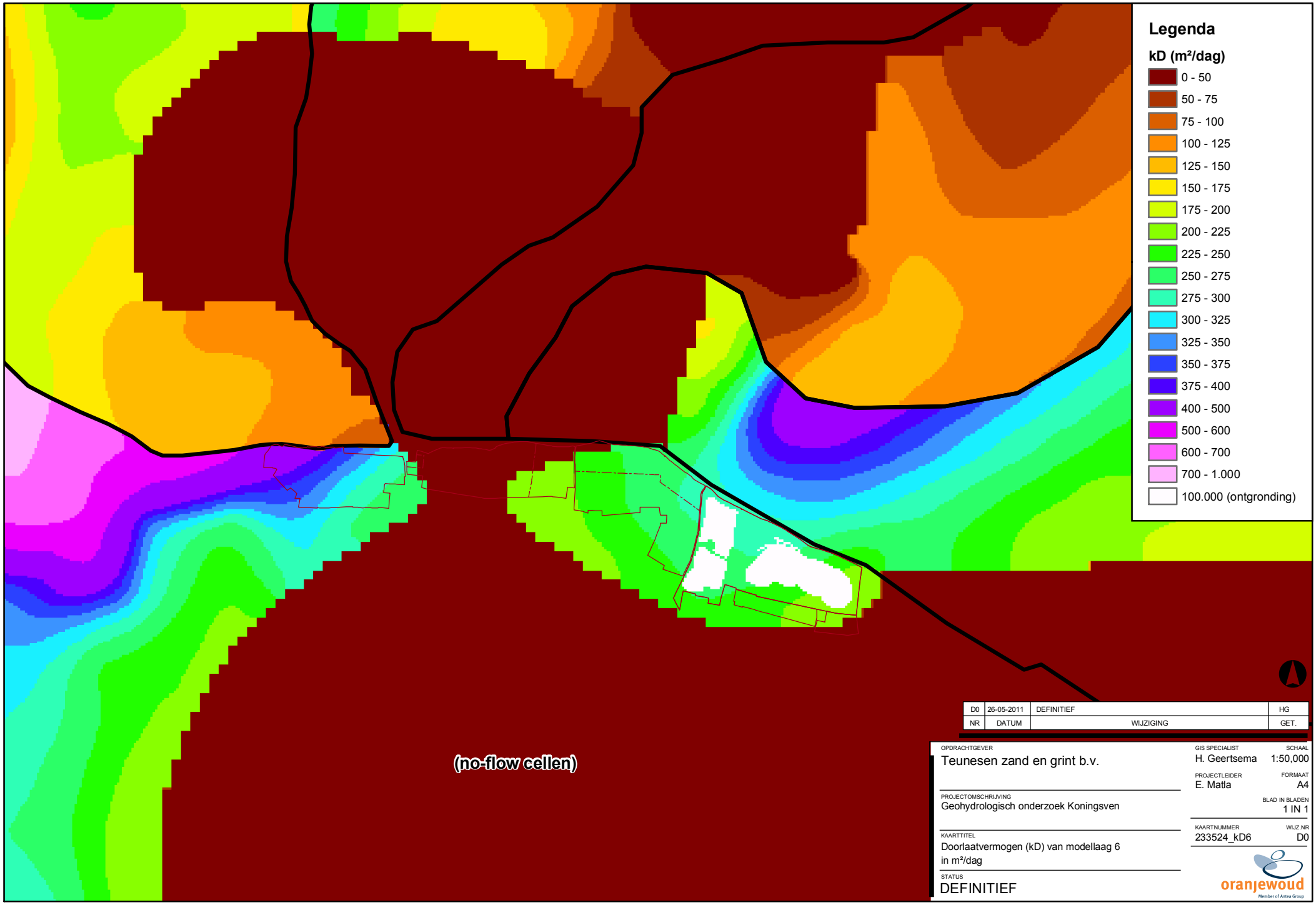
KAARTTITEL
Doorlaatvermogen (kD) van modellaag 1
in m²/dag

STATUS
DEFINITIEF

GIS SPECIALIST: H. Geertsema
SCHAAL: 1:50,000
PROJECTLEIDER: E. Matla
FORMAAT: A4
BLAD IN BLADEN: 1 IN 1
KAARTNUMMER: 233524_kD1
WIJZ.NR: D0

oranjewoud
Member of Antea Group

R:\...\00233524\GIS\233524 Koningsven\maps\20110526 doorlatendheden op kaart.mxd



NR	DATUM	WIJZIGING	GET.
D0	26-05-2011	DEFINITIEF	HG

OPDRACHTGEVER
Teunesen zand en grint b.v.

PROJECTOMSCHRIJVING
Geohydrologisch onderzoek Koningsven

KAARTTITEL
Doorlaatvermogen (kD) van modellaag 6
in m²/dag

STATUS
DEFINITIEF

GIS SPECIALIST
H. Geertsema

PROJECTLEIDER
E. Matla

SCHAAL
1:50,000

FORMAAT
A4

BLAD IN BLADEN
1 IN 1

KAARTNUMMER
233524_kD6

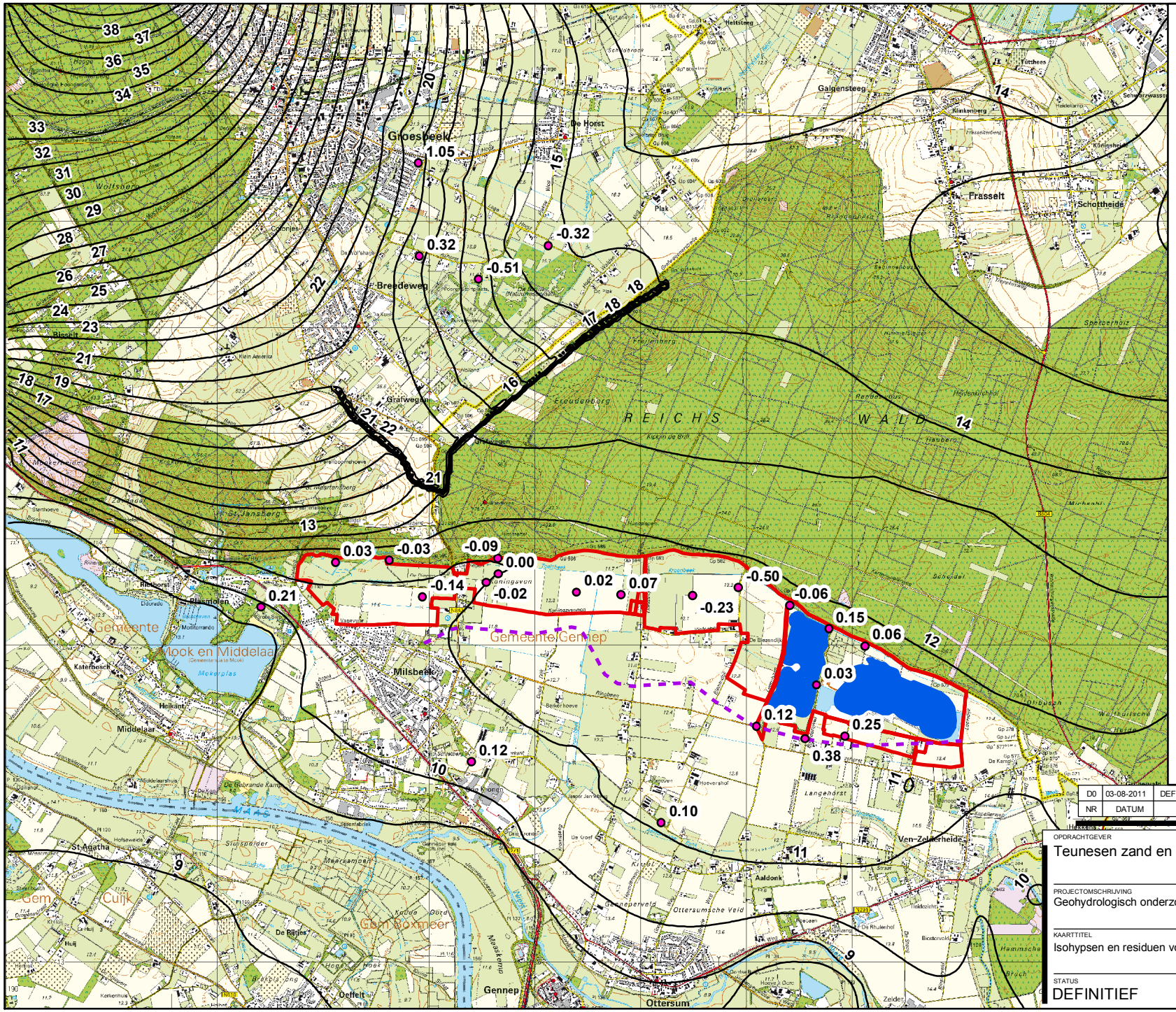
WIJZ.NR
D0

oranjewoud
Member of Antea Group

R:\...\00233524\GIS\233524 Koningsven\maps\20110526 doorlatendheden op kaart.mxd

Tekeningen rapport

tekening 233524-iso-gem
tekening 233524-iso-GHG
tekening 233524-iso-GLG
tekening 233524-GHG
tekening 233524-GLG
tekening 233524-GVG
tekening 233524-kwel-GHG
tekening 233524-kwel-GLG
tekening 233524-MON



Residu is gemeten waarde - gemodelleerde waarde weergegeven in meters.

Bijvoorbeeld:
-0,20: gemeten waarde 20 cm lager dan gemodelleerd
+0,26: gemeten waarde 26 cm hoger dan gemodelleerd

Indicatieve waterscheiding

NR	DATUM	WIJZIGING	GET.
D0	03-08-2011	DEFINITIEF	HG

OPDRACHTGEVER
Teunesen zand en grint b.v.

PROJECTOMSCHRIJVING
Geohydrologisch onderzoek Koningsven

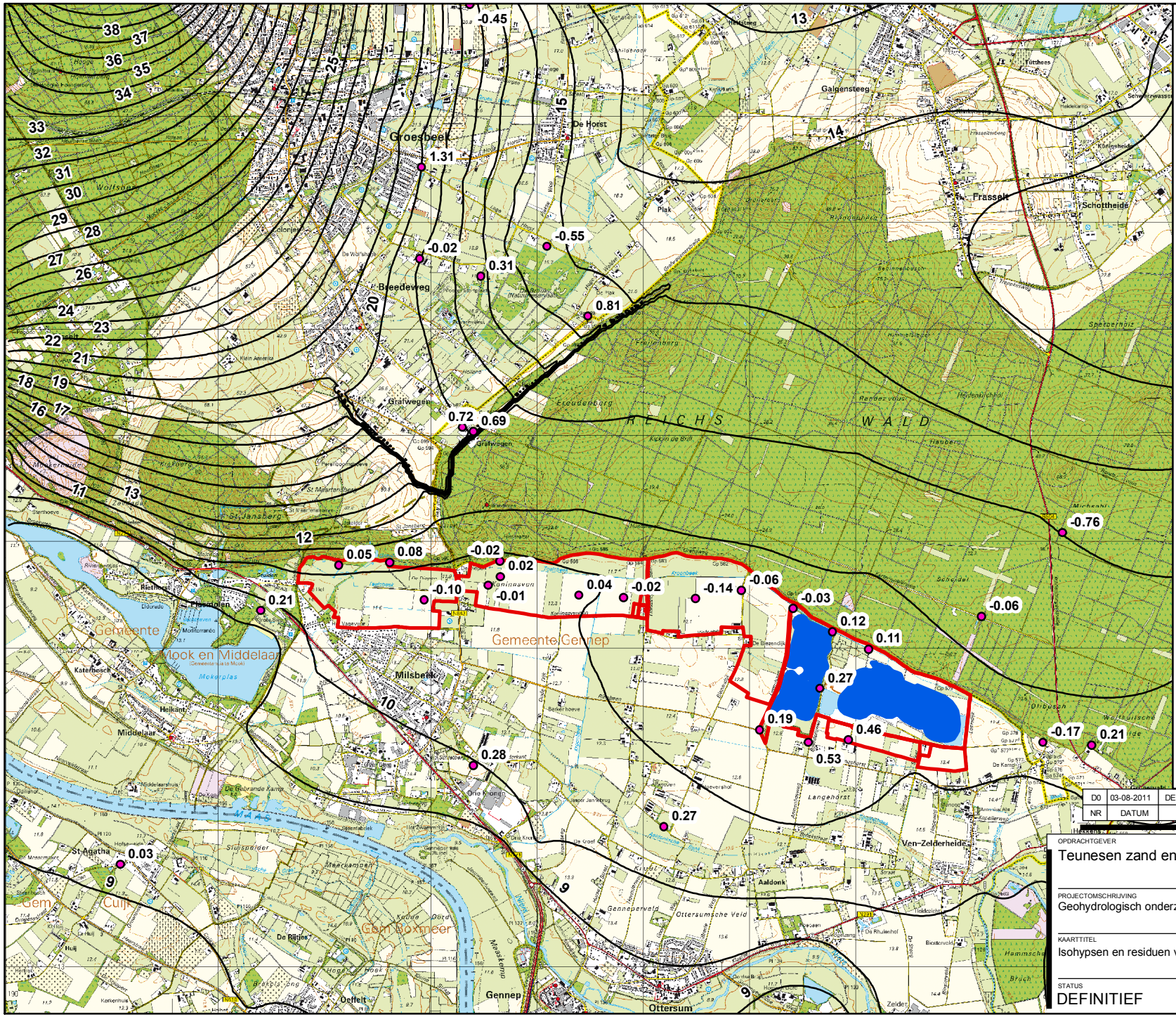
KAARTTITEL
Isohypsen en residuen voor de GHG situatie

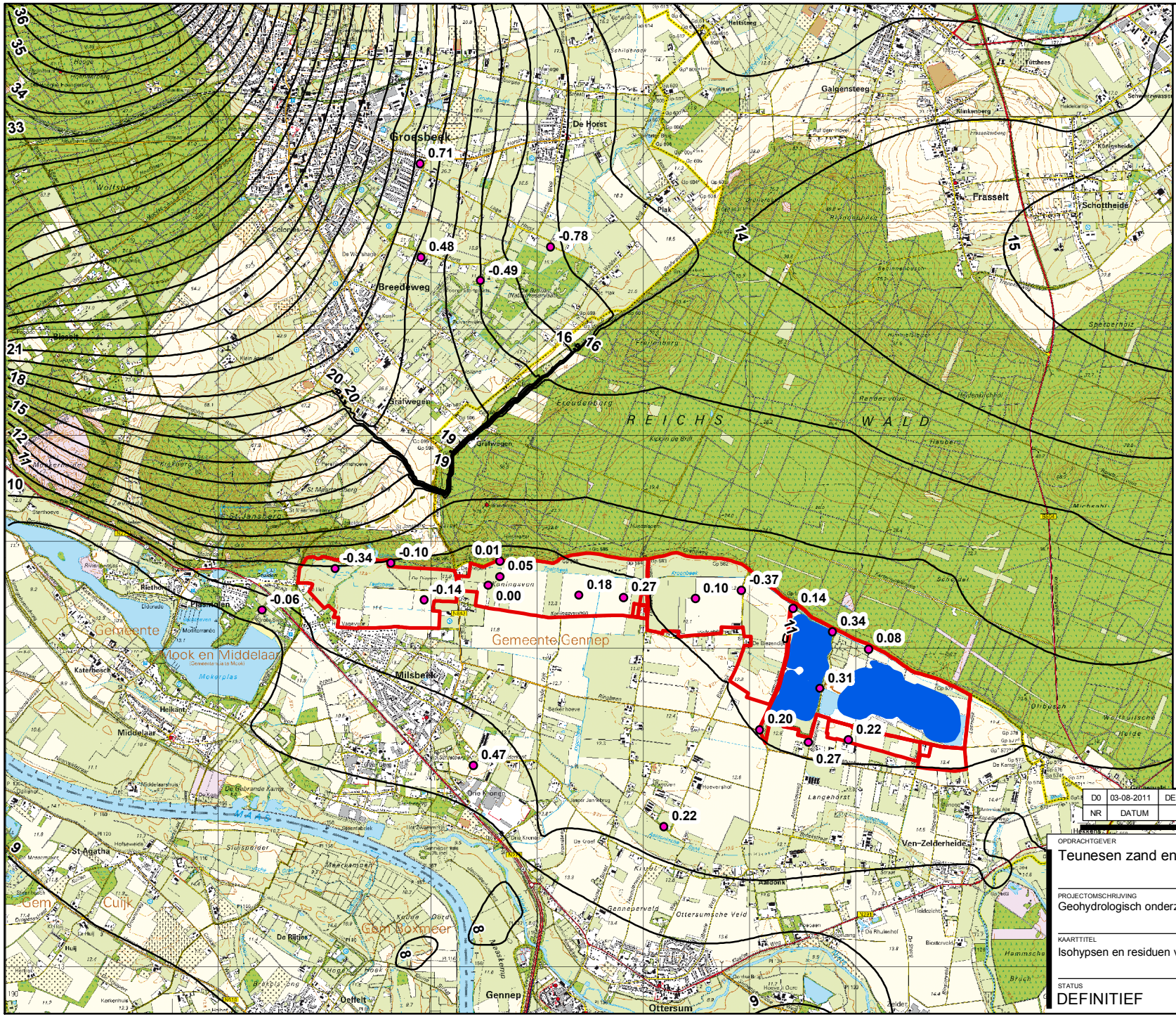
STATUS
DEFINITIEF

GIS SPECIALIST: H. Geertsema
SCHAAL: 1:50,000
PROJECTLEIDER: E. Matla
FORMAAT: A4
BLAD IN BLADEN: 1 IN 1
KAARTNUMMER: 233524_iso_GHG
WIJZ.NR: D0

oranjewoud
Member of Antea Group

R:\...\00233524\GIS\233524 Koningsven\maps\20110803 isohypsen DEF.mxd


Residu is gemeten waarde - gemodelleerde waarde weergegeven in meters.
Bijvoorbeeld:
-0,20: gemeten waarde 20 cm lager dan gemodelleerd
+0,26: gemeten waarde 26 cm hoger dan gemodelleerd
Groesbeek
De Horst
Galgensteeg
Frasselt
Schottheide
Breedeweg
Grafwegen
Plak
Freudenberg
REICHS WALD
Gemeente Mook en Middelaar
Gemeente Gennep
Milsbeek
Middelaar
Heijkant
Ven-Zelderheide
Langenhorst
Aaldonk
Ottersumsche Veld
Gennep
Ottersum
Oeffelt
St. Agatha
Gem. Cuijk
Gem. Boxmeer
-0.45
1.31
-0.02
0.31
-0.55
0.81
0.72
0.69
-0.76
0.05
0.08
-0.02
0.02
-0.10
-0.01
0.04
-0.02
-0.14
-0.06
-0.03
0.12
0.11
-0.06
0.21
0.27
0.19
0.46
0.53
-0.17
0.21
0.28
0.27
0.03
D0 | 03-08-2011 | DEFINITIEF | HG
NR | DATUM | WIJZIGING | GET.
OPDRACHTGEVER
Teunesen zand en grint b.v.
GIS SPECIALIST
H. Geertsema
SCHAAL
1:50,000
PROJECTLEIDER
E. Matla
FORMAAT
A4
PROJECTOMSCHRIJVING
Geohydrologisch onderzoek Koningsven
BLAD IN BLADEN
1 IN 1
KAARTTITEL
Isohypsen en residuen voor de gemiddelde situatie
KAARTNUMMER
233524_iso_gem
WIJZ.NR
D0
STATUS
DEFINITIEF
oranjewoud
Member of Antea Group
R:\...\00233524\GIS\233524 Koningsven\maps\20110803 isohypsen DEF.mxd



Residu is gemeten waarde - gemodelleerde waarde weergegeven in meters.

Bijvoorbeeld:
-0,20: gemeten waarde 20 cm lager dan gemodelleerd
+0,26: gemeten waarde 26 cm hoger dan gemodelleerd

NR	DATUM	WIJZIGING	GET.
D0	03-08-2011	DEFINITIEF	HG

OPDRACHTGEVER
Teunesen zand en grint b.v.

PROJECTOMSCHRIJVING
Geohydrologisch onderzoek Koningsven

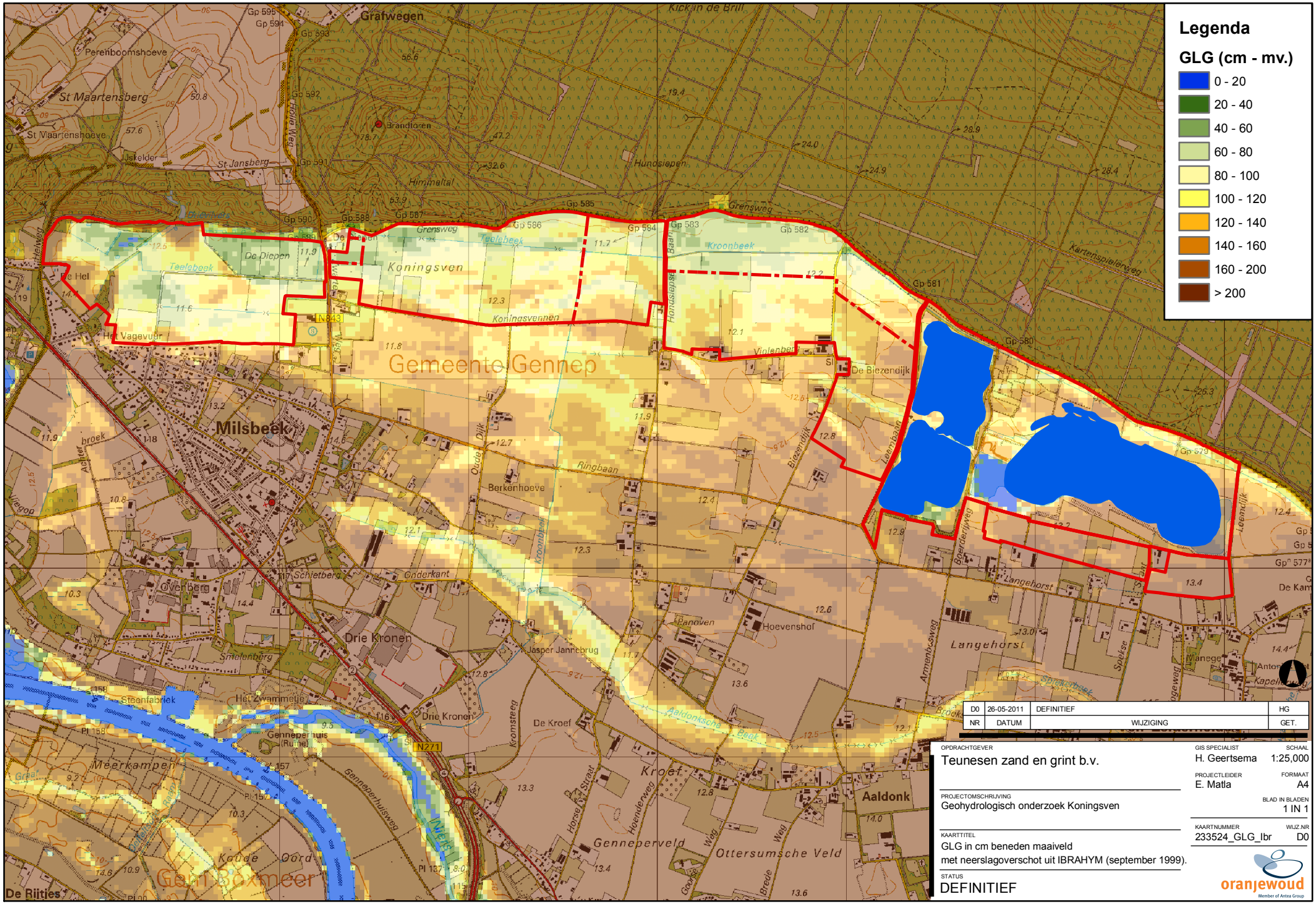
KAARTTITEL
Isohypsen en residuen voor de GLG situatie

STATUS
DEFINITIEF

GIS SPECIALIST: H. Geertsema
SCHAAL: 1:50,000
PROJECTLEIDER: E. Matla
FORMAAT: A4
BLAD IN BLADEN: 1 IN 1
KAARTNUMMER: 233524_iso_GLG
WIJZ.NR: D0

oranjewoud
Member of Antea Group

R:\...\00233524\GIS\233524 Koningsven\maps\20110803 isohypsen DEF.mxd



D0	26-05-2011	DEFINITIEF	HG
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

OPDRACHTGEVER
Teunesen zand en grint b.v.

PROJECTOMSCHRIJVING
Geohydrologisch onderzoek Koningsven

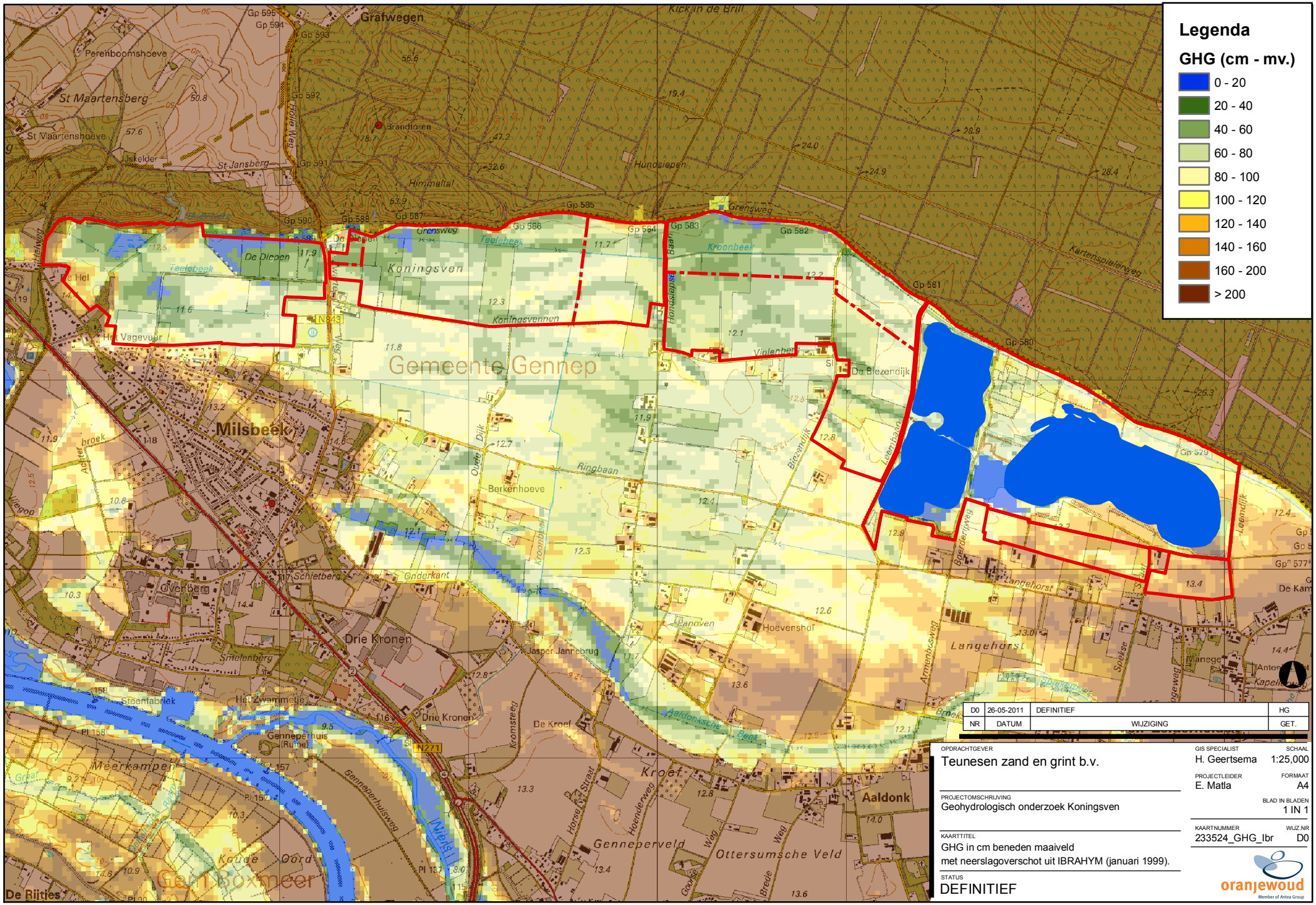
KAARTTITEL
GLG in cm beneden maaiveld
met neerslagoverschot uit IBRAHYM (september 1999).

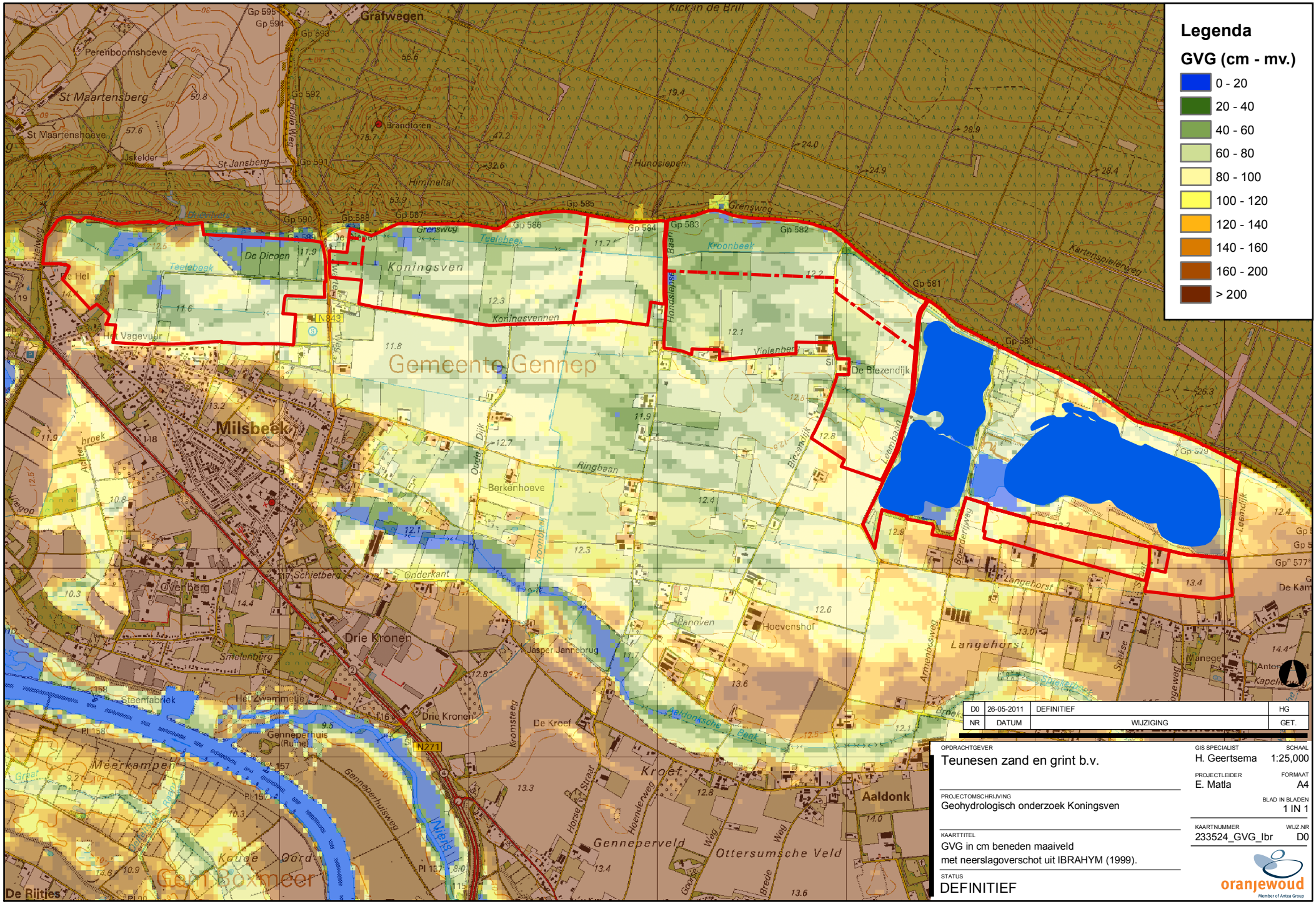
STATUS
DEFINITIEF

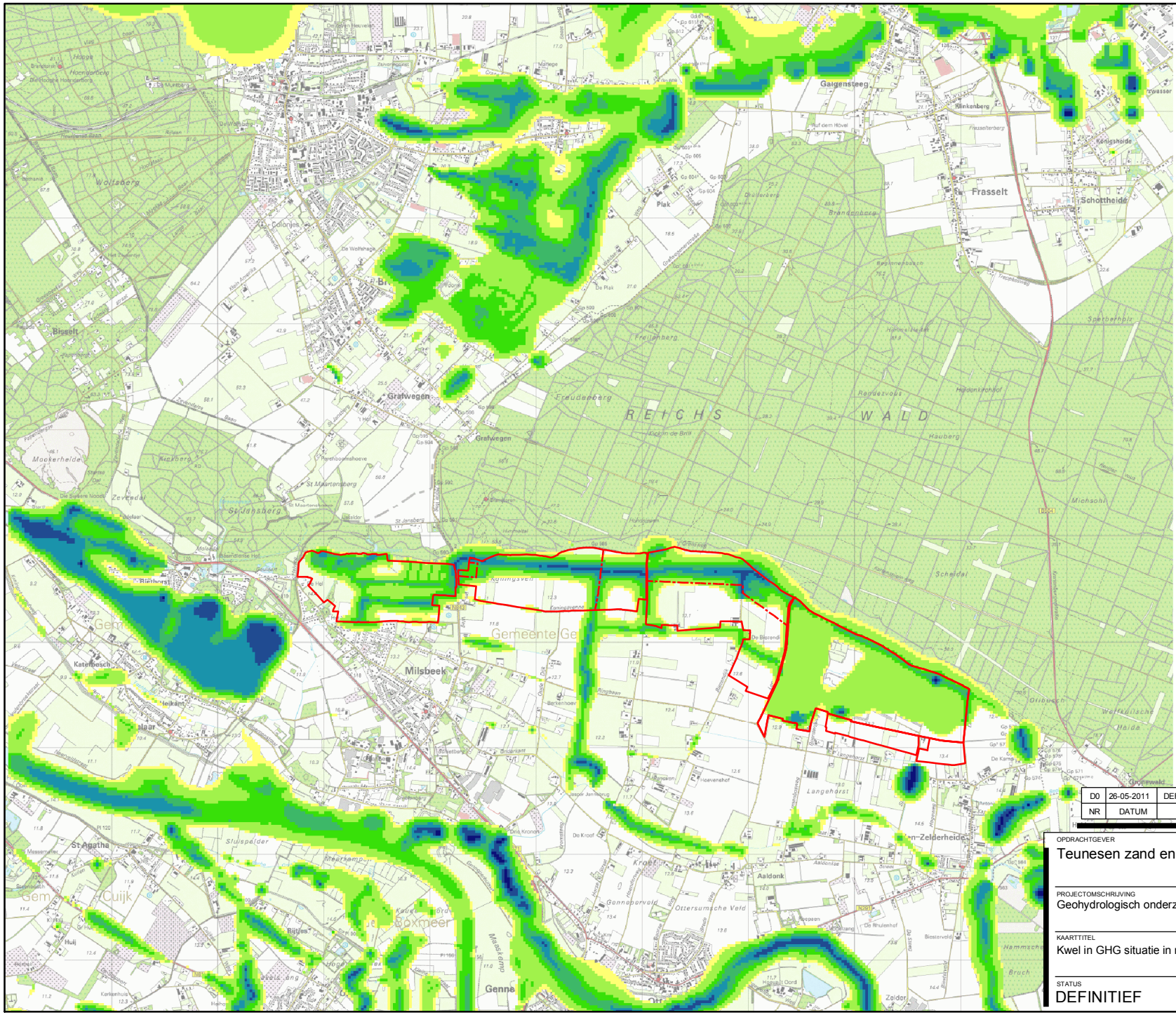
GIS SPECIALIST: H. Geertsema
SCHAAL: 1:25,000
PROJECTLEIDER: E. Matla
FORMAAT: A4
BLAD IN BLADEN: 1 IN 1
KAARTNUMMER: 233524_GLG_Ibr
WIJZ.NR: D0

oranjewoud
Member of Antea Group

R:\...\00233524\GIS\233524 Koningsven\maps\20110526 GxG DEF.mxd


Legenda
GHG (cm - mv.)
0 - 20
20 - 40
40 - 60
60 - 80
80 - 100
100 - 120
120 - 140
140 - 160
160 - 200
> 200
Gemeente Gennep
Koningsven
Koningsvennen
Milsbeek
Grafwegen
Perenboomshoeve
St Maartensberg
St Maartenshoeve
Jskelder
St Jansberg
Brandtoren
Hondsiepen
Himmeltal
De Diepen
De Hel
Het Vagevuur
Teelebeek
Kroonbeek
Grensweg
Kartenspielerweg
De Blezendijk
Violenbeek
Ringbaan
Berkenhoeve
Oude Dijk
Onderkant
Overberg
Schietberg
Drie Kronen
Jasper Jannebrug
Smelenberg
Het Zwammetje
Steenfabriek
Gennepenhuis (Ruine)
Gennepenhuisweg
Meerkampen
Koude Oord
Gan Boxmeer
De Riities
Panoven
Hoevenshof
Langehorst
Armenhusweg
Aldonksche Beek
De Kroef
Kromsteeg
Horsterstraat
Hoenderweg
Gennepervеld
Ottersumsche Veld
Aaldonk
Wijngaardsweg
Soekse
Vlanege
Kapelhof
Laanbaan
Laagendijk
Boerderijweg
Gp 595
Gp 594
Gp 593
Gp 592
Gp 591
Gp 590
Gp 589
Gp 588
Gp 587
Gp 586
Gp 585
Gp 584
Gp 583
Gp 582
Gp 581
Gp 580
Gp 579
N843
N271
D0 | 26-05-2011 | DEFINITIEF | HG
NR | DATUM | WIJZIGING | GET.
OPDRACHTGEVER
Teunesen zand en grint b.v.
PROJECTOMSCHRIJVING
Geohydrologisch onderzoek Koningsven
KAARTTITEL
GHG in cm beneden maaiveld
met neerslagoverschot uit IBRAHYM (januari 1999).
STATUS
DEFINITIEF
GIS SPECIALIST
H. Geertsema
SCHAAL
1:25,000
PROJECTLEIDER
E. Matla
FORMAAT
A4
BLAD IN BLADEN
1 IN 1
KAARTNUMMER
233524_GHG_Ibr
WIJZ.NR
D0
oranjewoud
Member of Antea Group
R:\...\00233524\GIS\233524 Koningsven\maps\20110526 GxG DEF.mxd


Legenda
GVG (cm - mv.)
0 - 20
20 - 40
40 - 60
60 - 80
80 - 100
100 - 120
120 - 140
140 - 160
160 - 200
> 200
Gemeente Gennep
Koningsven
Koningsvennen
Milsbeek
Grafwegen
Drie Kronen
Aaldonk
Kroef
Gennerveld
Ottersumsche Veld
Meerkampen
Gen Boxmeer
De Riities
Berkenhoeve
Hoevenshof
Langehorst
Overberg
Grensweg
Ringbaan
Teelebeek
Kroonbeek
Aldonksche Beek
D0 | 26-05-2011 | DEFINITIEF | HG
NR | DATUM | WIJZIGING | GET.
OPDRACHTGEVER
Teunesen zand en grint b.v.
PROJECTOMSCHRIJVING
Geohydrologisch onderzoek Koningsven
KAARTTITEL
GVG in cm beneden maaiveld
met neerslagoverschot uit IBRAHYM (1999).
STATUS
DEFINITIEF
GIS SPECIALIST
H. Geertsema
SCHAAL
1:25,000
PROJECTLEIDER
E. Matla
FORMAAT
A4
BLAD IN BLADEN
1 IN 1
KAARTNUMMER
233524_GVG_lbr
WIJZ.NR
D0
oranjewoud
Member of Antea Group
R:\...\00233524\GIS\233524 Koningsven\maps\20110526 GxG DEF.mxd



D0	26-05-2011	DEFINITIEF	HG
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

OPDRACHTGEVER
Teunesen zand en grint b.v.

PROJECTOMSCHRIJVING
Geohydrologisch onderzoek Koningsven

KAARTTITEL
Kwel in GHG situatie in mm/dag

STATUS
DEFINITIEF

GIS SPECIALIST
H. Geertsema

SCHAAL
1:50,000

PROJECTLEIDER
E. Matla

FORMAAT
A4

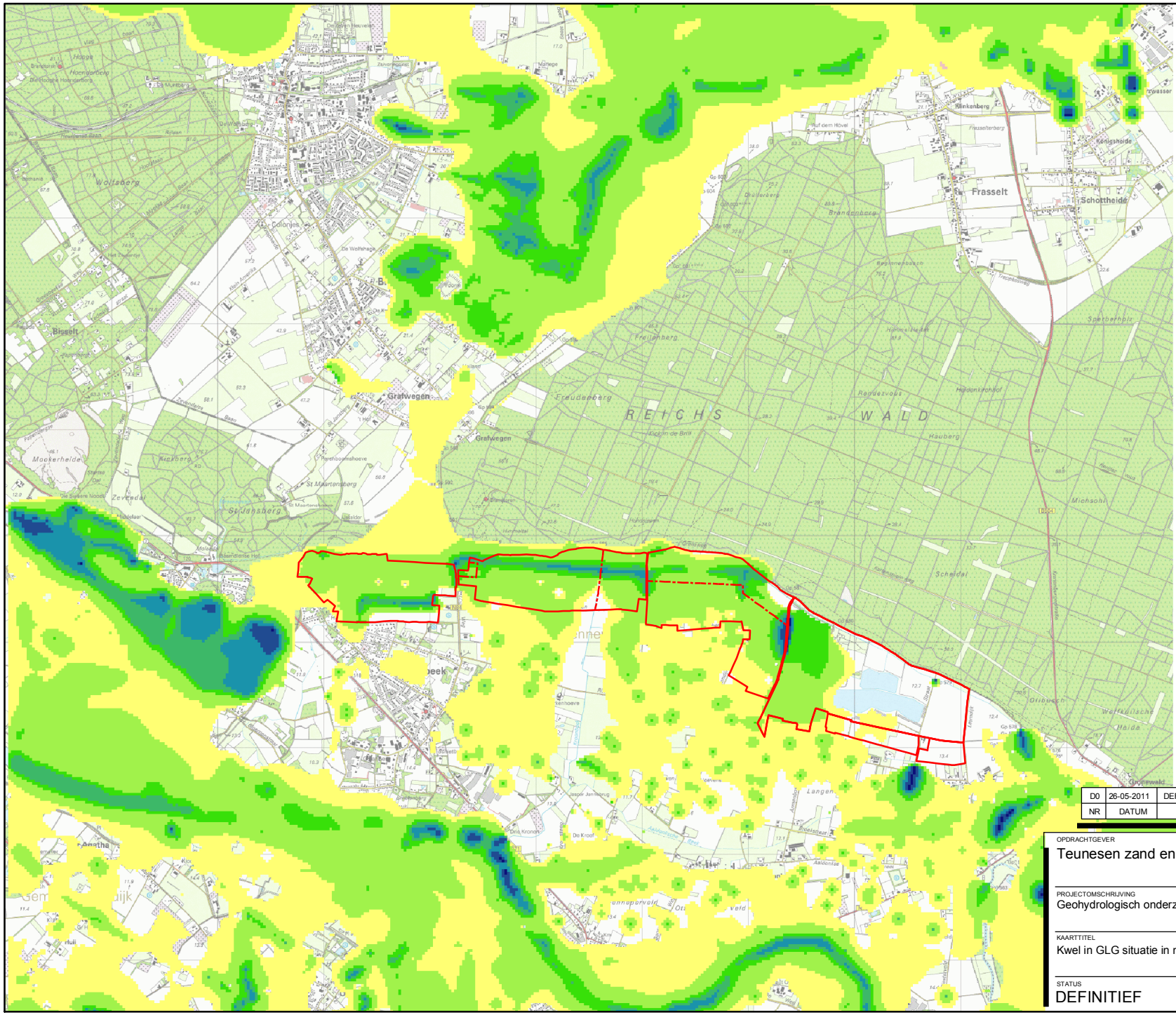
BLAD IN BLADEN
1 IN 1

KAARTNUMMER
233524_kwel_GHG

WIJZ.NR
D0

oranjewoud
Member of Antea Group

R:\...\00233524\GIS\233524 Koningsvenlmaps\20110522 doorlatendheden op kaart.mxd



D0	26-05-2011	DEFINITIEF	HG
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

OPDRACHTGEVER
Teunesen zand en grint b.v.

PROJECTOMSCHRIJVING
Geohydrologisch onderzoek Koningsven

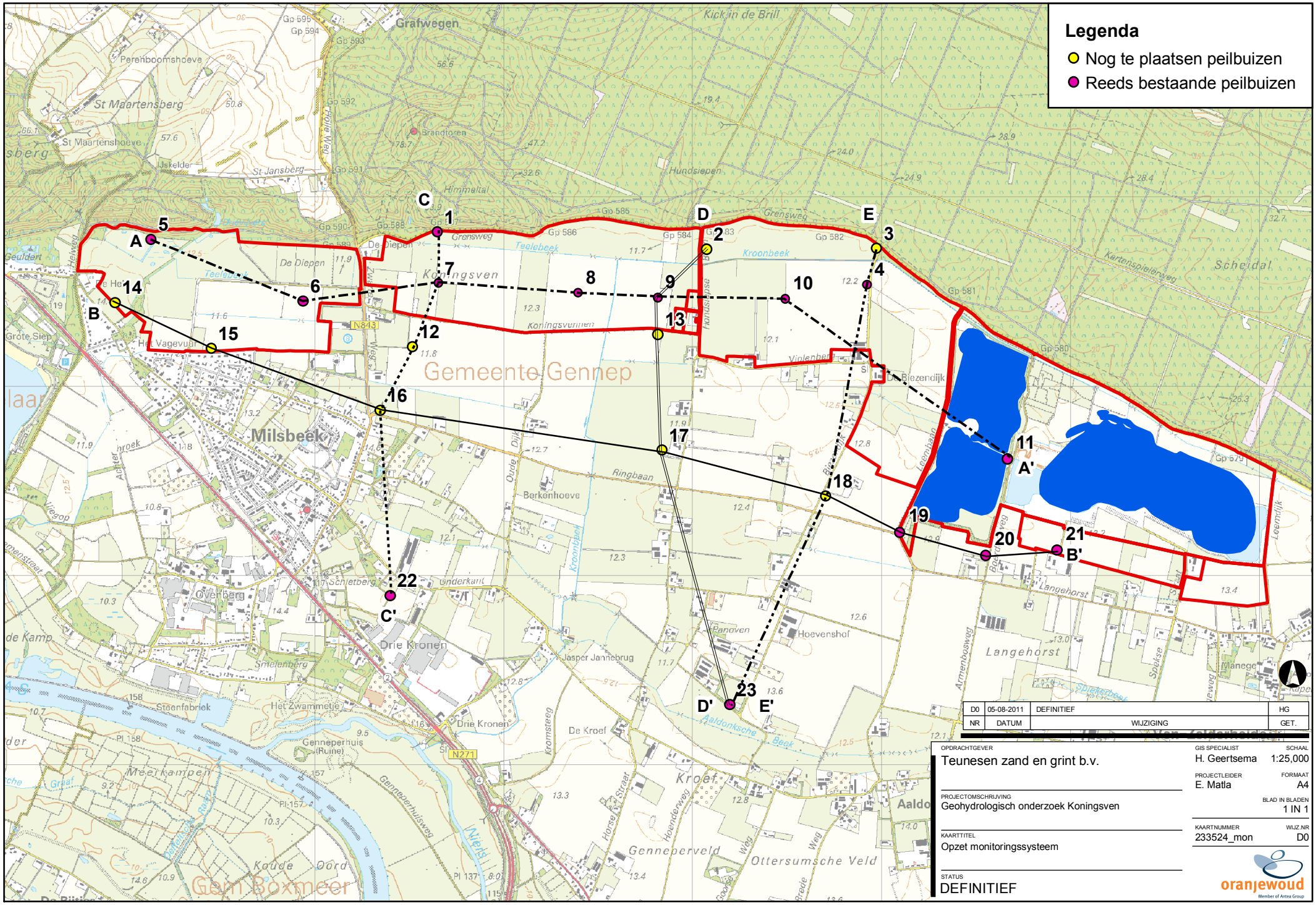
KAARTTITEL
Kwel in GLG situatie in mm/dag

STATUS
DEFINITIEF

GIS SPECIALIST: H. Geertsema
SCHAAL: 1:50,000
PROJECTLEIDER: E. Matla
FORMAAT: A4
BLAD IN BLADEN: 1 IN 1
KAARTNUMMER: 233524_kwel_GLG
WIJZ.NR: D0

oranjewoud
Member of Antea Group

R:\...\00233524\GIS\233524 Koningsvenlmaps\20110522 doorlatendheden op kaart.mxd


Legenda
Nog te plaatsen peilbuizen
Reeds bestaande peilbuizen
A
B
C
D
E
A'
B'
C'
D'
E'
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
Gemeente Gennep
Milsbeek
Grafwegen
Koningsven
Drie Kronen
Langehorst
Hoevenshof
Berkenhoeve
Het Zwammetje
Genneperveld
Ottersumsche Veld
Gem. Boxmeer
D0 05-08-2011 DEFINITIEF HG
NR DATUM WIJZIGING GET.
OPDRACHTGEVER
Teunesen zand en grint b.v.
GIS SPECIALIST
H. Geertsema
SCHAAL
1:25,000
PROJECTLEIDER
E. Matla
FORMAAT
A4
PROJECTOMSCHRIJVING
Geohydrologisch onderzoek Koningsven
BLAD IN BLADEN
1 IN 1
KAARTTITEL
Opzet monitoringssysteem
KAARTNUMMER
233524_mon
WIJZ.NR
D0
STATUS
DEFINITIEF
oranjewoud
Member of Antea Group
R:\...\00233524\GIS\233524 Koningsven\maps\20110303 GxG.mxd