MER Back-up WPH achtergronddocument geohydrologie

Geohydrologische modelstudie

N.V. Waterleiding Maatschappij Limburg

5 april 2011
Definitief rapport
9W0258

ROYAL HASKONING
thinking in
all dimensions

01.11.03

A COMPANY OF
ROYAL HASKONING

HASKONING NEDERLAND B.V.
RUIMTELIJKE ONTWIKKELING

Randwycksingel 20
Postbus 1754
6201 BT Maastricht
+31 (0)43 356 62 00 Telefoon
+31 (0)43 367 27 22 Fax
info@maastricht.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel	MER Back-up WPH achtergronddocument geohydrologie Geohydrologische modelstudie
Verkorte documenttitel	Achtergronddocument geohydrologie
Status	Definitief rapport
Datum	5 april 2011
Projectnaam	MER permanente back-up WP Heel
Projectnummer	9W0258
Opdrachtgever	N.V. Waterleiding Maatschappij Limburg
Referentie	9W0258.A0/R017/WSWI/AH/Maas

Auteur(s)	Ir. W. Swierstra en ir. R. Verger
Collegiale toets	Ir. A.J.J. Kanen-Verlinden
Datum/paraaf	5-4-'11 .....
Vrijgegeven door	Ir. M.P.A. van den Heuvel
Datum/paraaf	5-4-'11 .....

ROYAL HASKONING

INHOUDSOPGAVE

			Blz.
1	INLEIDING		1
	1.1	Aanleiding	1
	1.2	Doel	1
	1.3	Leeswijzer	1
2	BESCHRIJVING HUIDIGE SITUATIE EN REFERENTIESITUATIE		2
	2.1	Algemeen	2
	2.2	Topografische ligging	2
	2.3	Huidige situatie	2
	2.3.1	WPH	3
	2.3.2	Beegden	4
	2.3.3	De diepe winningen	4
	2.4	Referentiesituatie	5
3	VARIANTEN BEREKENINGEN (WORST CASE INNAMESTOPREGIME)		7
	3.1	Algemeen	7
	3.2	Omschrijving van de varianten	7
	3.3	Resultaat van de variantenberekeningen	8
4	ALTERNATIEVEN BEREKENINGEN		10
	4.1	Algemeen	10
	4.2	Omschrijving van de alternatieven	10
	4.3	Hydrologische effecten van de alternatieven	11
	4.3.1	Alternatieven 1 en 2	11
	4.3.2	Alternatief 3	13
	4.3.3	Alternatief 4 en 5	14
	4.4	Aanvullende berekeningen	15
5	HET MEEST MILIEUVRIENDELIJKE ALTERNATIEF (MMA)		18
6	BEOORDELING EN BEOORDELINGSCRITERIA VAN DE ALTERNATIEVEN		22
	6.1	Algemeen	22
	6.2	Maatlattabel	22
	6.3	Effectbeoordeling en waardering alternatieven	23
LITERATUURLIJST			25

BIJLAGEN:

Bijlage 1: Opzet modellering
Bijlage 2: Figuren grondwaterstandseffecten alternatieven en MMA
Bijlage 3: Stijghoogte-effecten diep alternatief 1

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Van oudsher wordt het Limburgse drinkwater gemaakt van grondwater. Het oppompen van grondwater leidt op sommige plekken tot verdroging van de natuur. Daarom maakt WML steeds meer gebruik van Maaswater als bron voor drinkwater via onder andere het Waterproductiebedrijf in Heel. Op termijn zal 20% à 25% van het Limburgse drinkwater uit Heel afkomstig zijn. De kwaliteit van de grondstof is daarbij wel een aandachtspunt. In de praktijk komt het voor dat de inname van Maaswater tijdelijk moet worden onderbroken. Met het oog hierop heeft WML het voornemen om een permanente back-up voorziening met een vergunde capaciteit van 10 Mm^3/half jaar voor het Waterproductiebedrijf Heel te realiseren.

Voorliggend document is het achtergronddocument geohydrologie behorende bij de rapportage "MER permanente back-up Waterproductiebedrijf Heel" (Royal Haskoning, 2011). In voorliggende rapportage worden de geohydrologische effecten van de back-up voorziening in beeld gebracht.

1.2 Doel

Doelstelling van deze achtergrondrapportage is het in beeld brengen van de geohydrologische effecten van de verschillende scenario's voor de back-up van WPH en het vergelijken van de verschillende hydrologische aspecten van deze alternatieven.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de huidige- en de referentiesituatie besproken. Vervolgens gaat hoofdstuk 3 in op de variantenberekeningen, voor het vaststellen van het worst case innameregime. Hoofdstuk 4 behandelt de alternatievenberekeningen voor de voorgenomen back-up voorziening. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de bepaling en effectberekening van het meest milieuvriendelijke alternatief, waarna in hoofdstuk 6 de beoordeling van de alternatieven voor hydrologische aspecten geschiedt.

2 BESCHRIJVING HUIDIGE SITUATIE EN REFERENTIESITUATIE

2.1 Algemeen

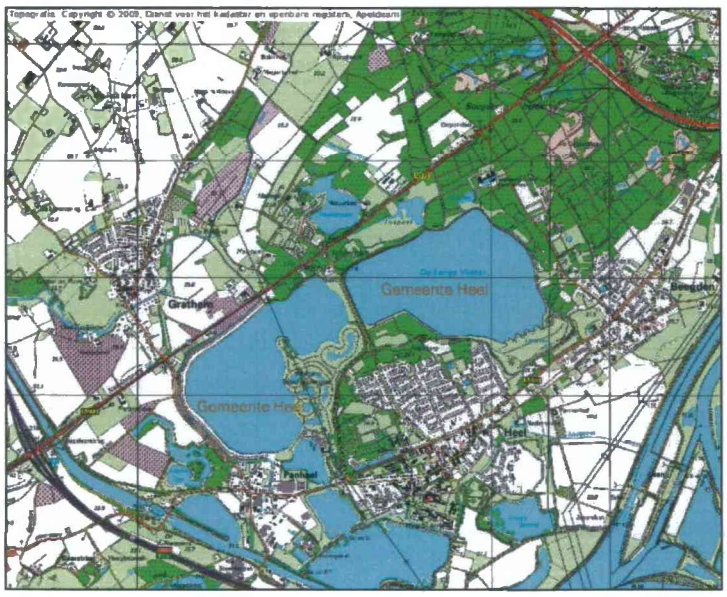
In dit hoofdstuk wordt, vanuit hydrologisch oogpunt, de huidige situatie besproken. Ingegaan wordt op de huidige pompstations in de omgeving, de winning van Heel, het bekken de Lange Vlieter en de Boschmolenplas.

Om de hydrologie in de huidige situatie te kunnen beschrijven en effectberekeningen uit te kunnen voeren is een grondwatermodel opgezet. De opzet van het grondwatermodel staat beschreven in bijlage 1, behorende bij deze achtergrondrapportage. Resultaten van de grondwatermodelberekeningen worden in voorliggend hoofdstuk gebruikt bij de beschrijving van de huidige situatie.

2.2 Topografische ligging

Het waterproductiebedrijf Heel (WPH) is gelegen aan de Baexemerweg 3 te Heel in de gemeente Maasgouw. De pompputten van WPH bevinden zich ten oosten, zuiden en zuidwesten van het bekken de Lange Vlieter. In het noorden grenst het bekken aan de Beegderheide. In het westzuidwesten van de Lange Vlieter ligt de Boschmolenplas. Het dorp Heel bevindt zich ten zuiden van het bekken (zie figuur 2.1).

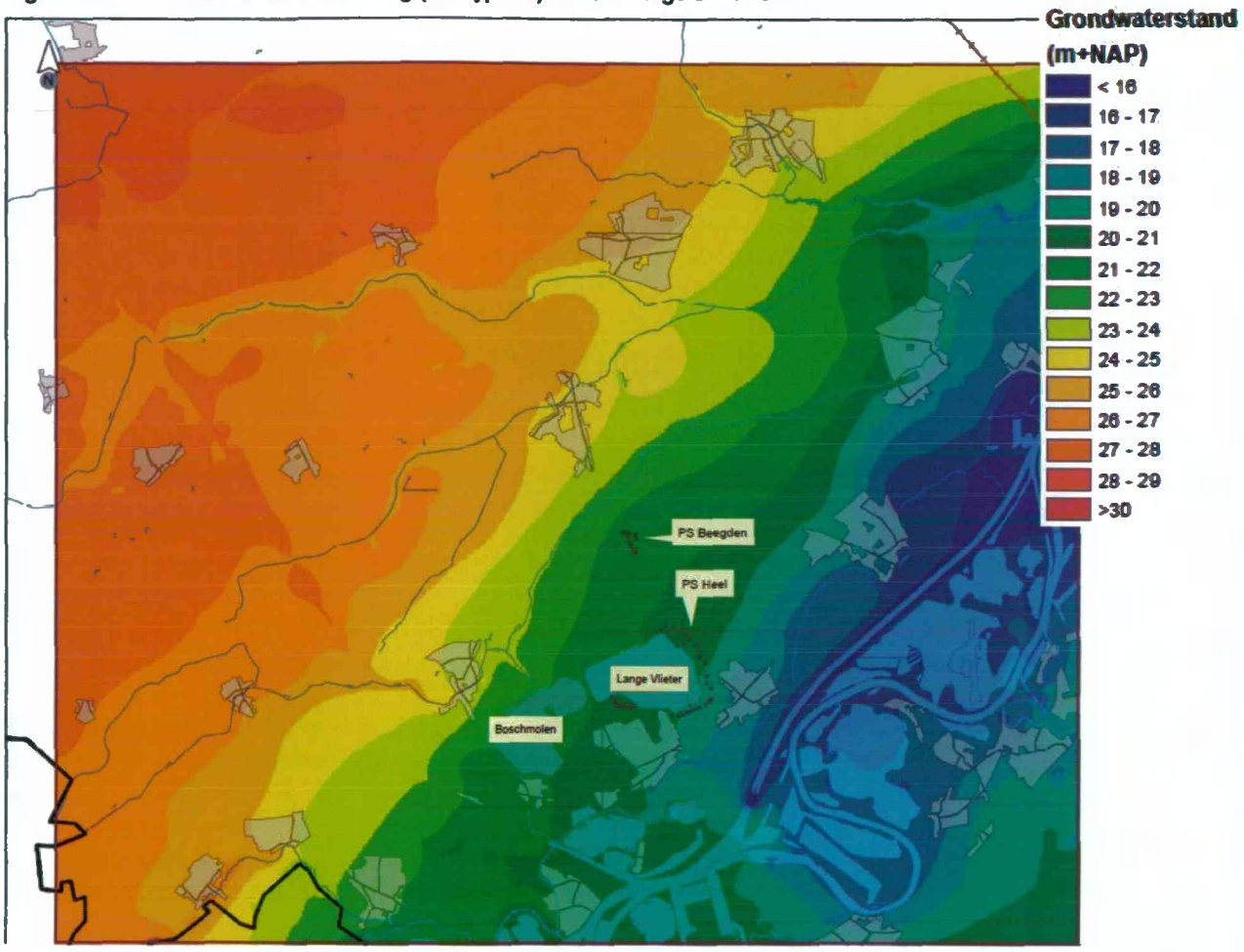
Figuur 2.1 Ligging waterproductiebedrijf Heel in de regio



2.3 Huidige situatie

Het grondwater in de omgeving van Heel stroomt van noordwest naar zuidoost, naar de Maas toe. In de omgeving van Heel liggen de pompstations WPH en Beegden. WPH wint voornamelijk Maaswater welke vanuit het Lateraalkanaal in de Lange Vlieter wordt gepompt en vervolgens via een korte bodempassage in de pompputten van pompstation WPH (ook wel Heel genoemd) terecht komt. Pompstation Beegden is een freatisch grondwater pompstation.

Figuur 2.2 Grondwaterstroming (isohypsen) in de huidige situatie



In figuur 2.2 is te zien dat de Maas een belangrijke rol speelt in het grondwatersysteem en binnen het freatische systeem de basis vormt waarnaar het grootste deel van het grondwater naartoe draineert. Iets ten zuiden van de Limburg-Brabantse grens ligt een waterscheiding. Het grondwater ten zuidoosten van deze waterscheiding stroomt richting de Maas in Limburg. Het grondwater ten noordwesten van deze waterscheiding stroomt richting de Maas in Noord-Brabant (Den Bosch).

2.3.1 WPH

De pompputten van pompstation Heel liggen op korte afstand van het bekken de Lange Vlieter en onttrekken vooral bekkenwater, naast bekkenwater wordt een relatief klein deel grondwater door de pompputten aangetrokken. Het water dat onttrokken wordt uit de Lange Vlieter wordt aangevuld door het inlaten van Maaswater uit het Lateraalkanaal naar het bekken toe. Door het inlaten van Maaswater is het mogelijk het bekkenpeil op een constant peil (20,85 m + NAP) te houden. Tussen de Boschmolenplas en de Lange Vlieter bevindt zich een hevel. Middels deze hevel is het ook mogelijk om water vanuit de Boschmolenplas naar de Lange Vlieter in te laten. De Boschmolenplas heeft een peil van 21,30 m + NAP, wanneer het peil van de Boschmolenplas boven deze hoogte komt wordt water van hieruit naar de Lange Vlieter toe ingelaten.

In het geval van Maaswaterverontreinigingen wordt de inlaat van Maaswater naar de Lange Vlieter toe gestaakt. Het is dan nog wel mogelijk om water vanuit de Boschmolenplas in te laten, in het geval van een langdurige inname stop wordt het peil van de Boschmolenplas verlaagd naar 21,10 m + NAP waardoor iets meer water naar de Lange Vlieter ingelaten kan worden. Deze inlaat uit de Boschmolenplas is niet voldoende om het bekkenpeil van de Lange Vlieter (bij langdurige innamestop van Maaswater) op peil te kunnen houden. Wanneer het bekkenpeil van de Lange Vlieter onder de 20,55 m + NAP komt wordt de reguliere winning in omvang gereduceerd en onder de 20,30 m + NAP moet de winning van Heel helemaal gestaakt worden.

Een uitgebreide beschrijving van de winning WPH is te vinden in de rapportage "Waterproductiebedrijf Heel, rapportage 2007, in verband met het Infiltratiebesluit Bodembescherming (IB)" (Prevoo, 2008).

2.3.2 Beegden

Pompstation Beegden wint freatisch grondwater uit de formatie van Beegden (Maasgrinden). Pompstation Beegden heeft een vergunning voor een grondwaterwinning van 4 miljoen m^3/jaar.

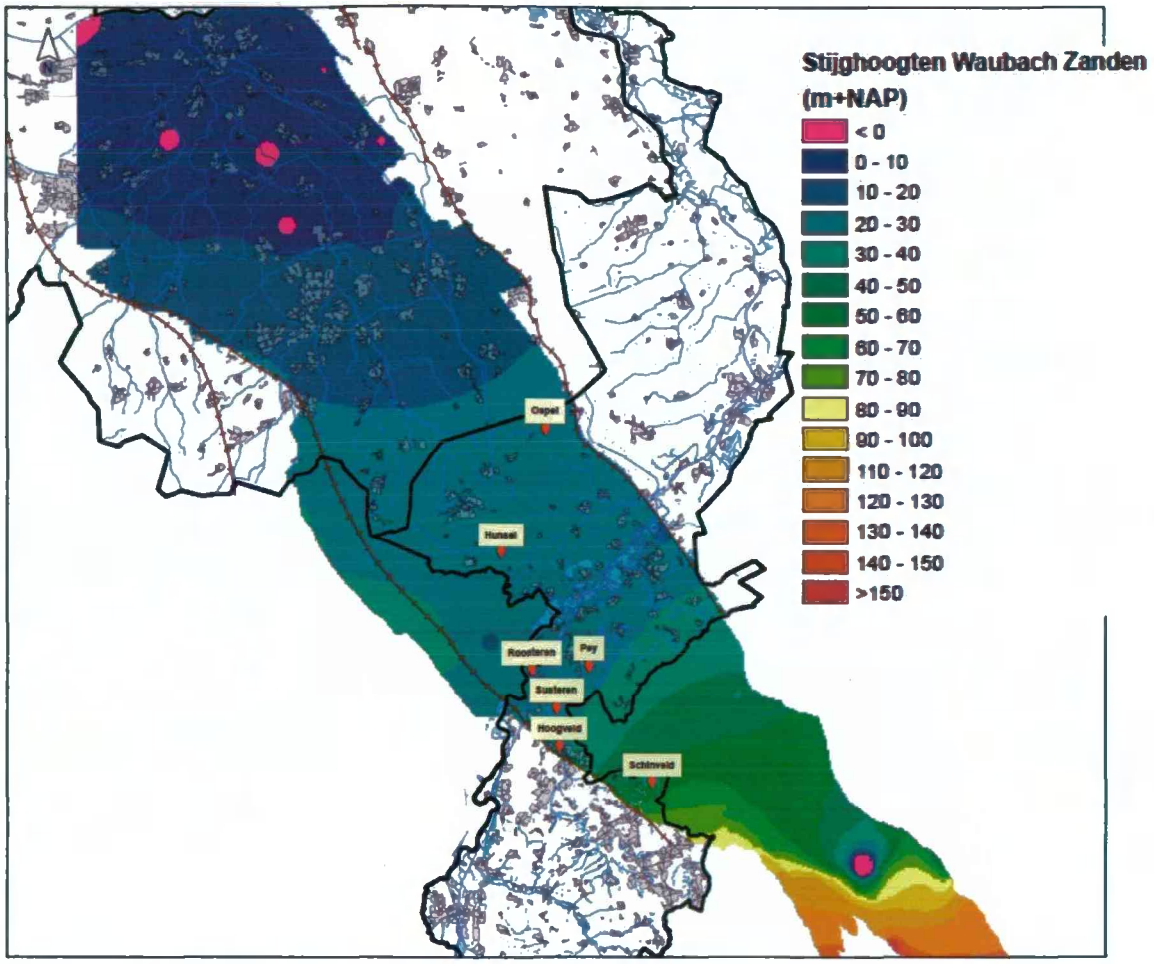
2.3.3 De diepe winningen

Op grote diepte onder Heel (>>100 meter) bevinden zich twee watervoerende pakketten waaruit sinds jaren ten behoeve van drinkwaterproductie water gewonnen wordt, te weten de zanden van Pey en de zanden van Waubach, beide onderdeel van de Kiezelooliet formatie. Deze watervoerende pakketten worden van boven afgesloten door de Brunssum- en of de Reuverklei, welke een relatief grote weerstand hebben. Van de zijkanten worden deze watervoerende pakketten afgesloten door de Peelrandbreuk en de Feldbissbreuk, die (in Limburg) op deze diepte door kleiversmering in de breukvlakken als dicht beschouwd kunnen worden. De afdekkende kleilagen wiggen in Duitsland, op grote afstand van Heel uit. Hier, in Duitsland, bevindt zich het voornaamste voedingsgebied van deze diepe watervoerende pakketten. Het water stroomt dus vanuit het zuidoosten, evenwijdig aan de breuken, naar het noordwesten toe. In het noordwesten van de Roerdalslenk blijft het pakket van boven af afgesloten, wel vindt in het noordwesten van de Roerdalslenk (ter hoogte van de provincie Noord Brabant) lokaal op plaatsen instroom plaats vanuit de zijkanten.

In figuur 2.3 zijn de WML-winningen aangeven welke water onttrekken uit de diepe watervoerende pakketten van de Kiezelooliet formatie. Het gaat om de WML pompstations: Schinveld, Hoogveld, Susteren, Pey, Roosteren, Ospel en Hunsel.

Pompstation Heel beschikt momenteel al over een aantal diepe pompputten, welke water uit de Kiezeloolietformatie kunnen onttrekken. Deze pompputten zijn aangelegd om ten tijde van een innamestop (van water uit het Lateraalkanaal naar de Lange Vlieter) water te kunnen onttrekken. De vergunning om deze putten voor drinkwaterwinning te gebruiken is tijdelijk en loopt af (einddatum: 31-12-2011).

Figuur 2.3 **Isohypsen in de Kiezeloolietformatie (zanden van Waubach)**



2.4 Referentiesituatie

De effecten van de varianten en alternatieven wordt in beeld gebracht door uitkomsten van de varianten- en alternatievenberekening te vergelijken met de referentiesituatie. De referentiesituatie is in voorliggende studie niet gelijk aan de reguliere situatie. Onder de reguliere situatie wordt hier de situatie bedoeld waarin geen sprake is van een innamestop en "regulier" gewonnen wordt (uit de freatische pompputten rondom de Lange Vlieter) en het bekkenpeil door middel van de waterinlaat op peil gehouden wordt. In de referentiesituatie is net als bij de varianten en alternatieven wel sprake van een innamestop.
Tijdens de innamestop gaan in de referentiesituatie de pompputten van WPH uit; in de referentiesituatie is geen sprake van een back-up voorziening. Door het vergelijken van de varianten en alternatieven met de referentiesituatie worden dus de effecten van de verschillende back-up voorziening en van deze varianten en alternatieven in beeld gebracht. De verdere onderbouwing van de keuze van de referentiesituatie is terug te vinden in paragraaf 6.3 van het hoofdrapport (Royal Haskoning, 2011).

Verder wordt in de referentiesituatie voor de grootte van de onttrekkingen van de WML pompstations uitgegaan van de huidig vergunde hoeveelheden (situatie 2010), met uitzondering van de pompstations Herten en Asselt.

De sluiting van deze pompstations (beide diepe winningen uit de Kiezelooliet formatie) is op het moment van schrijven van deze rapportage al gerealiseerd. Hoewel deze pompstations nog wel over een vergunning beschikken zijn deze twee winningen niet opgenomen in de referentiesituatie. WML houdt deze winningen aan als strategische reserve.

Ten opzichte van de huidige situatie zijn in de referentiesituatie verder nog autonome ontwikkelingen meegenomen. Het betreft de maatregelen die zijn geprogrammeerd in het kader van het Gewenst Grond- en Oppervlaktewater Regime (z.g. GGOR maatregelen) in de buurt van Heel (Waterschap Peel en Maasvallei, 2009). Dit zijn maatregelen waartoe al bestuurlijk is besloten en die bedoeld zijn om verdrogingsgevoelige natuur beter te beschermen. Verder zijn er geen autonome ontwikkelingen bekend die van invloed zijn op de geohydrologische situatie.

3 VARIANTEN BEREKENINGEN (WORSTCASE INNAMESTOPREGIME)

3.1 Algemeen

De capaciteit en de vergunde situatie van de back-up worden afgestemd op een innamestop van een half jaar. Dit gegeven wordt hier als uitgangspunt gehanteerd. Binnen dit uitgangspunt zijn verschillende regimes denkbaar voor de verdeling (optreden) van de innamestops binnen een kalenderjaar en/of binnen meerdere kalenderjaren. In de richtlijnen voor de MER is aangegeven, dat het innamestop regime met de grootste effecten moet worden gebruikt voor de beoordeling van de effecten.

De opgave van dit hoofdstuk is aldus het bepalen welk innamestop regime de grootste effecten heeft.

3.2 Omschrijving van de varianten

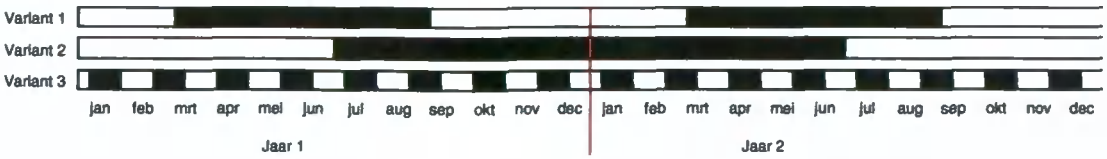
Voor het bepalen van het regime met de grootste effecten (worstcase innamestop regime) zijn drie varianten beschouwd.

1. Elk jaar in het midden van het jaar een innamestop.
2. Aan het eind van het jaar en het volgende jaar aan het begin van het jaar een innamestop.
3. Innamestops met zeer korte duur die regelmatig over het jaar verdeeld plaatsvinden, met een totale gezamenlijke duur van een half jaar.

Ad. 1) Bij deze variant is ervoor gekozen de innamestop te starten op 1 mei. Gemiddeld genomen zijn de maanden mei t/m oktober de maanden waarin de laagste Maasafvoeren optreden. De kans op relatief hoge concentraties van een vervuiling zijn groter bij lage afvoer op de Maas, aangezien eenzelfde lozing (kg) tot een hogere concentratie leidt bij een lagere Maasafvoer.
Ad. 2) Bij variant 2 sluit de innamestop uit het ene jaar aan op de innamestop van het volgende jaar. Bij deze variant begint de innamestop in jaar 1 in juli en eindigt het jaar daarop in juni, vervolgens begint in jaar 3 de innamestop weer in juli en eindigt in jaar 4 in juni, etc.
Ad. 3) Bij dit regime wordt de inname voor korte perioden gestopt en vervolgens weer gestart.

De varianten zijn onderstaand grafisch weergegeven in figuur 3.1.

Figuur 3.1 **Visualisatie van de beschouwde drie varianten, in zwart is de innamestop in de tijd weergegeven. Tijdens de witte periode wordt regulier gewonnen**



In de referentiesituatie van de betreffende variant treedt een innamestop op, maar wordt geen back-up ingezet. Bij de variant zelf treedt dezelfde innamestop op en wordt wel de back-up ingezet. Het verschil tussen beide berekeningen geeft het effect van de back-up weer.

Voor alle drie de varianten geldt dat de overstap van reguliere winning naar back-up stapsgewijs gaat. In de modelberekening is dit op de volgende manier opgenomen[1]:

1. Op de dag van de innamestop wordt het bekkenpeil van de Lange Vlieter niet langer vastgehouden, het peil begint dan met uitzakken. De winning gaat nog niet direct over op back-up.
2. Na drie dagen schakelt de winning voor 50% over op de back-up.
3. Na 7 dagen (7 dagen na de innamestop) schakelt de winning in zijn geheel over op de back-up. Vanaf dat moment wordt freatisch in WPH niet meer gewonnen.

Bij deze tijdstappen voldoet het uitzetten van de reguliere winning en opstarten van de back-up aan de eisen, zoals gesteld in het OSB en beschreven in paragraaf 2.3.1.

De momenten van innamestop en het weer opstarten van de winning zijn zo gekozen dat WML in WPH voor elke variant gedurende een kalenderjaar precies 10 Mm^3 regulier wint en 10 Mm^3 in de back-up wint.

De back-up voorziening is ten behoeve van de berekening van de innamestop-varianten gemodelleerd als een diepe grondwaterwinning direct bij WPH.

3.3 Resultaat van de variantenberekeningen

De effecten van de drie innamestop-varianten op de stijghoogten in het freatische grondwater en in het diepe grondwater zijn door middel van een modelberekening bepaald.

Na het doorrekenen van de varianten bleek dat de effecten van variant 2 gelijk of groter zijn aan de effecten van variant 1 en 3.

De effecten van diepe winning op de grondwaterstand zijn voor alle beschouwde varianten nagenoeg gelijk. De gemiddelde grondwaterstandsverlagingen zijn aan elkaar gelijk. De maximale grondwaterstandsverlagingen in Natura2000-gebieden verschillen maximaal enkele centimeters Het maakt op de lange termijn nauwelijks uit via welk regime er 10 Mm^3 grondwater per jaar wordt onttrokken uit de diepe pakketten.

Omdat de effecten op de grondwaterstand van de diepe winning voor de beschouwde varianten nagenoeg gelijk zijn, is naast het effect van de diepe winning ook gekeken naar het effect van het innamestop regime voor de verlaging van het peil in de Lange Vlieter en op de grondwaterstanden in de omgeving van de Lange Vlieter. Dit effect blijkt het grootste te zijn bij innamestop variant 2. Bij deze variant houdt de innamestop het langst aan en kunnen de effecten van de innamestop het verst reiken. De verschillen met variant 1 zijn klein, variant 3 is voor de freatische effecten minder verreikend.

[1] In de praktijk zal voor de overstap van reguliere winning naar back-up op peilen gestuurd worden. Deze peilen zijn in het OSB (operationeel storingsbeheerplan) van WPH vastgelegd. De stappen zoals deze in het model gemodelleerd zijn, komen in grote mate overeen met de stappen uit het OSB.

Op grond van deze uitkomsten wordt innamestop regime variant 2 gebruikt als basis voor de berekening van de effecten van de back-up alternatieven. Bij variant 2 is het langst achtereen sprake van een innamestop (namelijk 1 jaar lang). Voor ingrepen in het freatische systeem reiken de effecten van deze variant het verst.
Voor ingrepen in het diepe systeem zijn de effecten op de grondwaterstand voor alle varianten vergelijkbaar. Innamestop regime variant 2 zal dus voor zowel diepe als freatische back-up alternatieven, een vergelijkbaar dan wel een groter effect (worst case) hebben dan de andere beschouwde varianten.

4 ALTERNATIEVEN BEREKENINGEN

4.1 Algemeen

De keuze voor de verschillende alternatieven, waarvoor de effecten in beeld gebracht zijn, staan beschreven in de hoofdrapportage MER back-up WPH (Royal Haskoning, 2011). Zie hiervoor paragraaf 6.3 van dit hoofdrapport. In voorliggend hoofdstuk worden de alternatieven beschreven en worden vervolgens de hydrologische effecten van de alternatieven in beeld gebracht.

4.2 Omschrijving van de alternatieven

De volgende 3 back-up bouwstenen worden bij de verschillende alternatieven beschouwd:

- diepe winning ter plaatse van WPH;
- diepe winning ter plaatse van pompstation Beegden;
- freatische winning ter plaatse van pompstation Beegden.

Voor alle alternatieven geldt dat per jaar een half jaar regulier wordt gewonnen en een half jaar "back-up" wordt gewonnen. Dit gaat volgens het "worstcase schema" van variant 2, besproken in hoofdstuk 3. De gewonnen hoeveelheid tijdens het reguliere halfjaar en tijdens het back-up halfjaar zijn onderstaand weergegeven in de tabellen 4.1 en 4.2.

Tabel 4.1 Reguliere winning (half jaar): winhoeveelheden in de referentiesituatie en voor de alternatieven

		Referentie situatie Mm3	Alternatief 1 Mm3	Alternatief 2 Mm3	Alternatief 3 Mm3	Alternatief 4 Mm3	Alternatief 5 Mm3
WPH	Freatisch	10	10	10	10	10	10
	Diep	0	0	0	0	0	0
Beegden	Freatisch	2	0	0	0	0	0
	Diep	0	0	0	0	0	0

Tabel 4.2 Back-up winning (half jaar): winhoeveelheden in de referentiesituatie en voor de alternatieven

		Referentie situatie Mm3	Alternatief 1 Mm3	Alternatief 2 Mm3	Alternatief 3 Mm3	Alternatief 4 Mm3	Alternatief 5 Mm3
WPH	Freatisch	0	0	0	0	0	0
	Diep	0	10	5	5	8	5
Beegden	Freatisch	2	0	0	5	2	2
	Diep	0	0	5	0	0	3

Bij alle bovenstaande alternatieven gaat pompstation Beegden regulier uit bedrijf. De reguliere winning van Beegden is niet mogelijk in de alternatieven, waarbij Beegden freatisch als back-up voorziening wordt gehanteerd. Voor het vergelijken van de alternatieven wordt daarom voor alle alternatieven gerekend met de reguliere winning van Beegden uit bedrijf.

Berekeningen met alternatieven waarbij pompstation Beegden wel regulier in bedrijf is, zijn wel uitgevoerd, maar niet gebruikt voor de onderlinge vergelijking van de alternatieven.

De resultaten van deze berekeningen zijn in paragraaf 4.4, aanvullende berekeningen, gepresenteerd.

4.3 Hydrologische effecten van de alternatieven

Doordat de innamestop niet constant in de tijd plaatsvindt, zijn de effecten ook niet constant in de tijd. Ten tijde van de back-up zijn de verlagingseffecten over het algemeen het grootst en wanneer de back-up uit is zijn de verlagingseffecten over het algemeen het kleinst; voor de verhogingseffecten geldt juist het omgekeerde.

Om de effecten van de verschillende alternatieven in beeld te brengen is een tijdsafhankelijke berekening uitgevoerd van 24 jaar voor de diepe winningen en 4 jaar voor de freatische winning (voor een toelichting over het model, zie bijlage 1). Uitgangspunt van deze berekening is steeds dat elk jaar sprake is van een innamestop van een halfjaar volgens het schema van variant 2 (zie figuur 3.1).

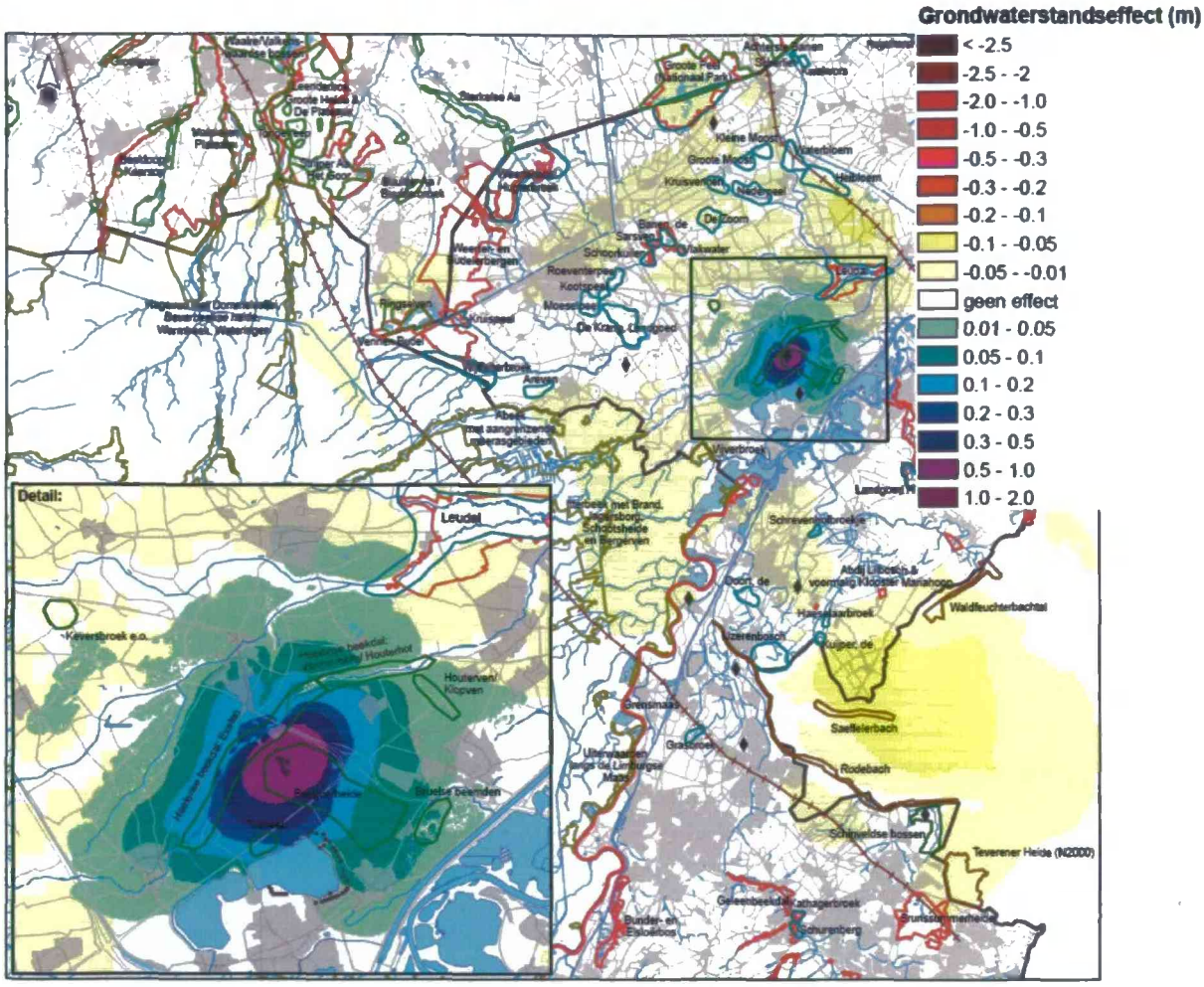
De effecten van de tijdsafhankelijke berekeningen zijn in beeld gebracht door de verlagingen van elke tijdstap te vergelijken met dezelfde tijdstap van de referentieberekening. Vervolgens is voor elke modelcel de boven- en ondergrens van het effect bepaald. De bovengrens bestaat dus uit de grootste verhogingseffecten, of indien geen sprake is van verhogingen, uit de kleinste verlagingseffecten. De ondergrens bestaat uit de grootste verlagingseffecten, of indien geen sprake is van verlagingen uit de kleinste verhogingseffecten.

De resultaten (boven- en ondergrens van de grondwaterstandseffecten) van de verschillende alternatieven zijn terug te vinden in bijlage 2. Onderstaand worden de resultaten toegelicht.

4.3.1 Alternatieven 1 en 2

De resultaten van alternatief 1 en 2 op de grondwaterstanden zijn vergelijkbaar. Beide alternatieven hebben een back-up van 10 Mm^3/halfjaar diepe winning. Door de relatief grote weerstand van de afsluitende weerstandslaag boven deze diepe winningen reiken de effecten relatief gezien ver. De locaties Beegden en WPH liggen vanuit dat oogpunt relatief gezien dicht bij elkaar, het maakt, voor de effecten op de grondwaterstand, weinig verschil of de diepe winning alleen plaatsvindt in WPH of deels in WPH en deels in Beegden.

Figuur 4.1 **De ondergrens van de grondwaterstandseffecten voor alternatief 1 ten opzichte van referentie situatie (grondwaterstandseffecten alternatief 2 zijn vergelijkbaar)**



Effecten van ondiepe ingrepen

Doordat in deze alternatieven freatisch geen water meer wordt gewonnen in Beegden gaan in de omgeving van pompstation Beegden de grondwaterstanden omhoog. Dit is het grootste effect in figuur 4.1. De back-up van alternatieven 1 en 2 voorziet niet in een freatische winning, er zijn nergens grote grondwaterstandsverlagingen.

Effecten van diepe ingrepen

De back-up van alternatief 1 en 2, zijnde de diepe winning, zorgt voor relatief kleine grondwaterstandsverlagingen in een relatief groot gebied. Grondwaterstandsverlagingen van rond de 1 cm treden in een betrekkelijk groot gebied op. Net ten noorden van het Leudal en ter hoogte van het plateau waarop Waldfeucht is gelegen (Duitsland) treden grondwaterstandsverlagingen op van meer dan 5 cm.

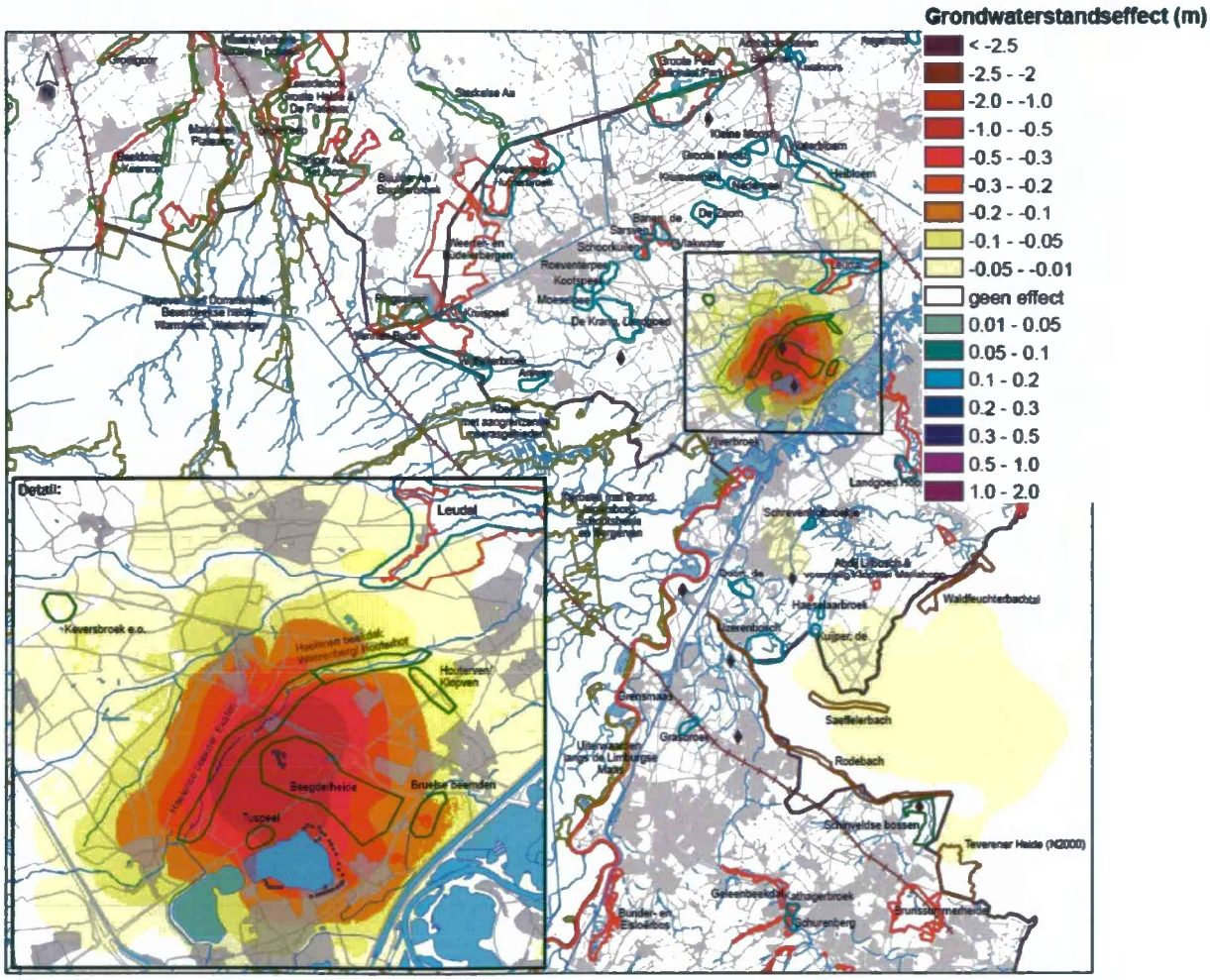
De veranderingen op de stijghoogte in het diepe pakket (Waubach zanden) is voor alternatief 1 gepresenteerd in bijlage 3. Het verlagingspatroon is representatief voor alle alternatieven, in alternatief 1 en 2 is de diep gewonnen hoeveelheid het grootst en hierdoor zijn de verlagingen in de diepe formatie ook het grootst.

Voor de andere alternatieven is het verlagingsbeeld hetzelfde, echter de absolute verlagingen zijn kleiner, afhankelijk van de grootte van de diepe onttrekking van het betreffende alternatief.

4.3.2 Alternatief 3

Alternatief 3 heeft een back-up diepe winning van 5 Mm^3/halfjaar, dit is qua diepe winning de helft in vergelijking met alternatief 1 en 2. De andere 5 Mm^3/halfjaar van de back-up wordt freatisch in Beegden gerealiseerd.

Figuur 4.2 De ondergrens van de grondwaterstandseffecten voor alternatief 3



<u>Effecten van ondiepe ingrepen</u>

De freatische back-up winning van 5 Mm^3/halfjaar in Beegden is groter dan de huidige reguliere (vergunde) winning van 4 Mm^3/jaar, dus 2 Mm^3/halfjaar. Hierdoor treden in de directe omgeving van Beegden, als de back-up in werking is, relatief grote grondwaterstandsverlagingen op.

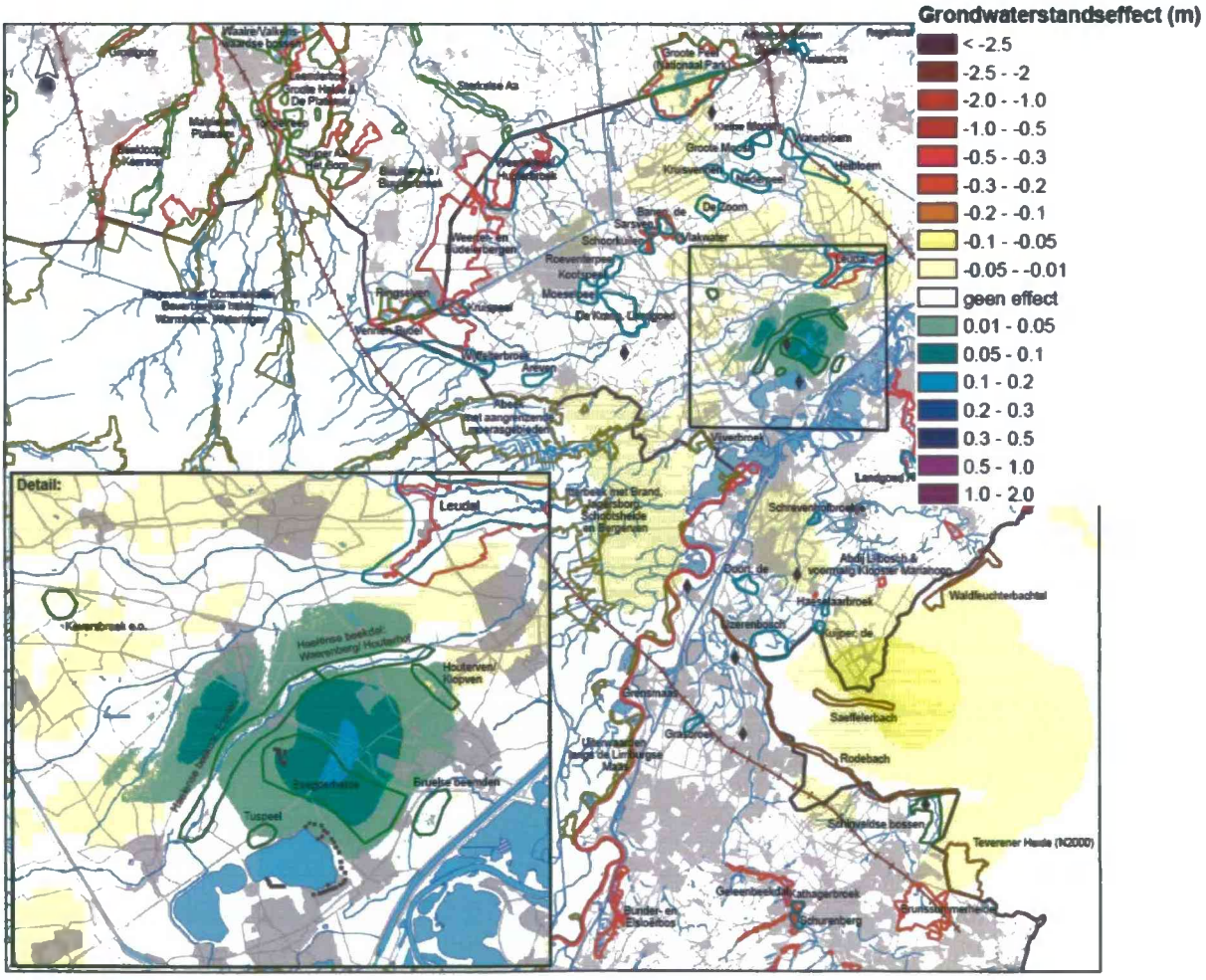
Effecten van diepe ingrepen

De effecten van de diepe back-up winning zijn ten opzichte van alternatief 1 en 2 kleiner. Veranderingen in de grondwaterstanden op afstand van de ingreep – veroorzaakt door de diepe winning – zijn over het algemeen kleiner dan 1 cm. Grondwaterstandseffecten van meer dan 1 cm treden nog op ten noorden van het Leudal, direct ten noorden van Susteren en ter plaatse van het plateau waarop Waldfeucht is gelegen (Duitsland).

4.3.3 Alternatief 4 en 5

De resultaten van alternatief 4 en 5 op de grondwaterstanden zijn vergelijkbaar. Beide alternatieven hebben een back-up van 8 Mm^3/halfjaar diepe winning. Dit is meer dan alternatief 3, maar minder dan alternatief 1 en 2. De freatische winning van Beegden is ten tijden van de back-up voor beide alternatieven 2 Mm^3/halfjaar.

Figuur 4.3 De ondergrens van de grondwaterstandseffecten voor alternatief 4 (de grondwaterstandseffecten voor alternatief 5 zijn vergelijkbaar)



Effecten van ondiepe ingrepen
De freatische winning van Beegden, ten tijde van de back-up, is voor de alternatieven 4 en 5 gelijk aan de onttrekking in de referentiesituatie, namelijk 2 miljoen m^3/halfjaar. Het halfjaar dat er geen sprake is van een back-up dan is de winning van Beegden in de alternatieven uit, maar in de referentiesituatie nog steeds 2 Mm^3/halfjaar.
Als er geen back-up is, is er dus sprake van verhogingen. Ten tijde van de back-up ebt dit verhogingseffect langzaam weg. Figuur 4.3 laat zien dat de verhogingen niet helemaal verdwijnen, maar dat altijd sprake blijft van een kleine verhoging van de grondwaterstand ook tijdens de back-up.

Effecten van diepe ingrepen
De diepe winning van 8 Mm^3/halfjaar hangt qua effect tussen alternatief 1 (of 2) en alternatief 3 in. Grondwaterstandsverlagingen van rond de 1 cm komen in een relatief groot gebied voor. Verlagingen van meer dan 5 cm komen voor ter plaatse van het plateau waarop Waldfeucht is gelegen (Duitsland).

4.4 Aanvullende berekeningen

Aanvullend op de alternatieven beschreven en beschouwd in hoofdstuk 4 en 5 zijn berekeningen uitgevoerd voor de alternatieven 1 en 2, waarbij pompstation Beegden regulier niet uit bedrijf gaat. Bij de alternatieven 1 en 2 wordt de freatische winning bij Beegden niet ten behoeve van de back-up gebruikt, zodat regulier gebruik van dit pompstation in principe mogelijk is en blijft.

De extra beschouwde alternatieven zijn (zie ook tabel 4.3 en 4.4):
Alternatief 1 + ps B. : alternatief 1, inclusief de huidig vergunde winning van Beegden
Alternatief 2 + ps B. : alternatief 2, inclusief de huidig vergunde winning van Beegden

De winhoeveelheden van alternatief 1 + ps B en 2 + ps B tijdens de reguliere winning en ten tijde van een innamestop (back-up winning) zijn weergegeven in tabel 4.3 en 4.4. Aangezien de alternatieven 3, 4 en 5 niet samen gaan met de huidige winning van Beegden zijn deze alternatieven met een kruis in genoemde tabel weergegeven.

Tabel 4.3 **Reguliere winning (half jaar): winhoeveelheden in de referentiesituatie en voor de alternatieven 1 met Beegden en 2 met Beegtden**

		Referentie situatie Mm3	Alternatief 1 + ps B Mm3	Alternatief 2 + ps B Mm3	Alternatief 3 + ps B Mm3	Alternatief 4 + ps B Mm3	Alternatief 5 + ps B Mm3
WPH	Freatisch	10	10	10			
	Diep	0	0	0			
Beegden	Freatisch	2	2	2			
	Diep	0	0	0			

Tabel 4.4 **Back-up winning (half jaar): winhoeveelheden in de referentiesituatie en voor de alternatieven 1 met Beegden en 2 met Beegden**

		Referentie situatie Mm3	Alternatief 1 + ps B Mm3	Alternatief 2 + ps B Mm3	Alternatief 3 + ps B Mm3	Alternatief 4 + ps B Mm3	Alternatief 5 + ps B Mm3
WPH	Freatisch	0	0	0			
	Diep	0	10	5			
Beegden	Freatisch	2	2	2			
	Diep	0	0	5			

Voor de resultaten van alternatief 1 met Beegden en 2 met Beegden geldt, net als voor alternatief 1 en 2, dat het effect op de grondwaterstanden vergelijkbaar zijn. Beide alternatieven hebben een back-up van 10 Mm^3/halfjaar diepe winning. Door de relatief grote weerstand van de afsluitende weerstandslaag boven deze diepe winningen reiken de effecten relatief gezien ver.

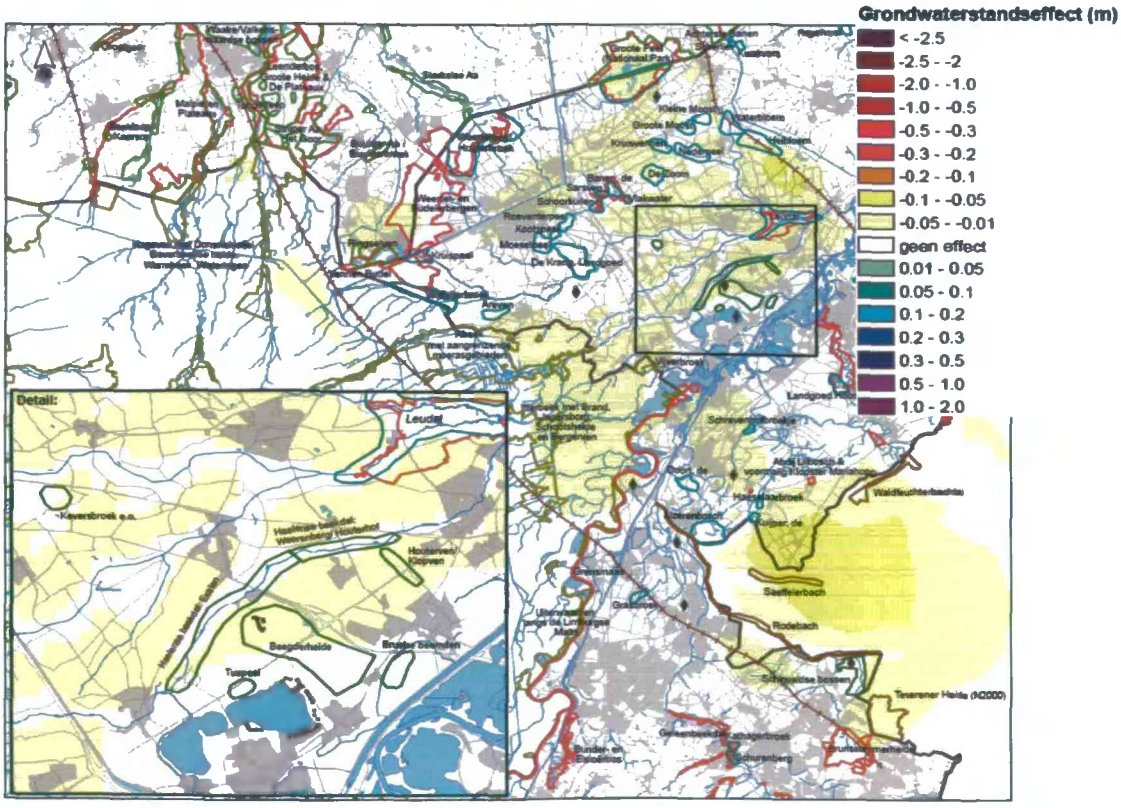
De locaties Beegden en WPH liggen vanuit dat oogput relatief gezien dicht bij elkaar. Het maakt, voor de effecten op de grondwaterstand, weinig verschil of de diepe winning alleen plaatsvindt in WPH of deels in WPH en deels in Beegden. De grondwaterstandsverlagingen van alternatief 1 met Beegden (en 2 met Beegden dus ook) zijn weergeven in figuur 4.4 en ook opgenomen in bijlage 2.

Effecten van diepe ingrepen

Ten opzichte van alternatieven 1 en 2 is in alternatief 1 met Beegden en 2 met Beegden, geen sprake meer van verhogingen rondom pompstation Beegden. De effecten op de grondwaterstand bestaan alleen uit de effecten als gevolg van de diepe winning. Deze effecten zijn wel weer geheel vergelijkbaar met de effecten van de diepe winning van alternatief 1 en 2 (vergelijk figuur 4.4 met figuur 4.1).

Grondwaterstandsverlagingen van rond de 1 cm treden in een betrekkelijk groot gebied op. Net ten noorden van het Leudal en ter hoogte van het plateau waarop Waldfeucht is gelegen (Duitsland) treden grondwaterstandsverlagingen op van meer dan 5 cm.

Figuur 4.4 **De ondergrens van de grondwaterstandseffecten voor alternatief 1 met de reguliere freatische winning op pompstation Beegden in bedrijf (de grondwaterstands-effecten voor alternatief 2b zijn vergelijkbaar)**



5 HET MEEST MILIEUVRIENDELIJKE ALTERNATIEF (MMA)

Het MMA wordt in voorliggende paragraaf besproken en de effecten worden in beeld gebracht.

Zoals in de hoofdrapportage (Royal Haskoning, 2011) besproken is het MMA gebaseerd op de back-up van alternatief 1, zijnde een diepe winning ter plaatse van WPH.

Een van de belangrijkste aandachtspunten bij het uitwerken van het MMA zijn effecten op de grondwaterstand ter plaatse van grondwaterafhankelijke instandhoudingsdoelen in N2000-gebieden. Zowel in Nederland, België als Duitsland worden bij de beschouwde alternatieven 1 t/m 5 grondwaterstandsverlagingen berekend ter plaatse van N2000-gebieden. Bij het opstellen van het MMA is gezocht naar een alternatief waarbij deze effecten zoveel mogelijk worden voorkomen en waarbij de langjarig gemiddeld benodigde onttrekkingshoeveelheid van 2,6 miljoen m^3 per jaar (zie paragraaf 2.3 van het hoofdrapport) kan worden onttrokken.

De Groote Peel is het Natura2000-gebied waar de grootste effecten op de grondwaterstand worden berekend, zowel maximale verlaging als de omvang van het gebied met een effect op de grondwaterstand is hier het grootst. Bovendien is het instandhoudingsdoel "Herstellende Hoogvenen" zeer gevoelig voor grondwaterstandsveranderingen. Bij het opstellen van het MMA is daarom in eerste instantie gefocust op de Groote Peel. In tweede instantie is gekeken in hoeverre nog resterende effecten op de grondwaterstand in andere Natura2000-gebieden mogelijk invloed hebben op de instandhoudingsdoelen.

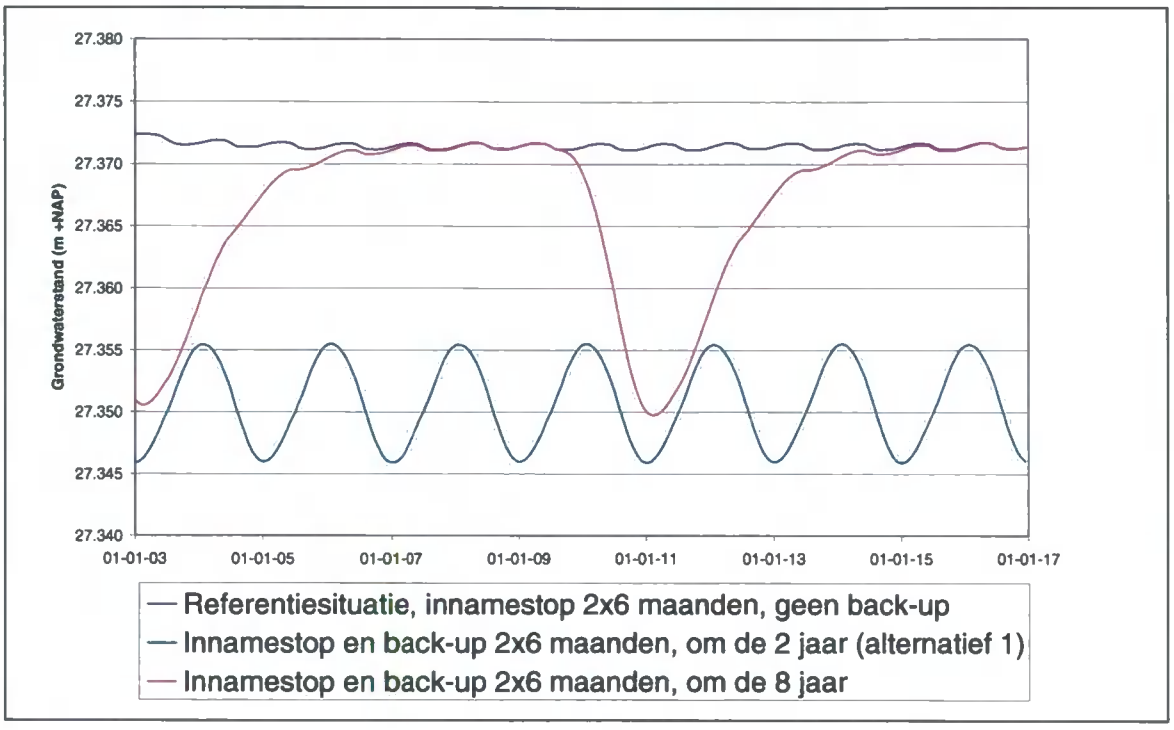
Bij het opstellen van het MMA zijn de volgende stappen doorlopen:

1 Verlagen frequentie voorkomen innamestops
Zoals in de startnotitie en richtlijnen voor deze MER is aangegeven, is de frequentie van de innamestops verlaagd. In alternatief 1 is uitgegaan van elk jaar een innamestop van 6 maanden, waarbij telkens aan het eind van het ene jaar en het begin van het daarop volgende jaar een innnamestop optreedt. Wanneer niet naar kalenderjaren wordt gekeken, komt deze variant neer op 1 jaar innamestop en vervolgens 1 jaar geen innamestop. Bij het verlagen van de frequentie is de periode tussen de 1 jaar durende innamestops vergroot. Wanneer om de 8 jaar een innamestop van 1 jaar optreedt, worden in de Groote Peel nog grondwaterstandsverlagingen tot maximaal 2 cm berekend.

In figuur 5.1 is het grondwaterstandsverloop in de Groote Peel weergegeven voor de twee hier genoemde scenario's samen met het grondwaterstandsverloop in de referentiesituatie. Bij alternatief 1 blijkt de berekende grondwaterstandsverlaging in de Groote Peel te fluctueren tussen 1,7 cm en 2,5 cm. Deze golfbeweging ontstaat doordat de grondwaterstandsverlagingen veroorzaakt door de opeenvolgende back-ups elkaar nog beïnvloeden. Bij een frequentie van 1 keer per 8 jaar blijken opeenvolgende back-ups elkaar niet meer te beïnvloeden. De maximale verlaging van ca. 2,3 cm die nu nog optreedt wordt veroorzaakt door een enkele back-up met de duur van 1 jaar.

Het blijkt dus niet mogelijk te zijn om een scenario af te leiden zonder (c.q. met zeer kleine) effecten op de grondwaterstand ter plaatse van grondwaterafhankelijke instandhoudingsdoelen in N2000-gebieden, uitgaande van de worstcase variant aan back-ups met een totale duur van 1 jaar.

Figuur 5.1 **Met IBRAHYM berekende grondwaterstanden ter plaatse van de Groote Peel bij de referentiesituatie en back-ups met een duur van 1 jaar met verschillende frequenties van optreden**

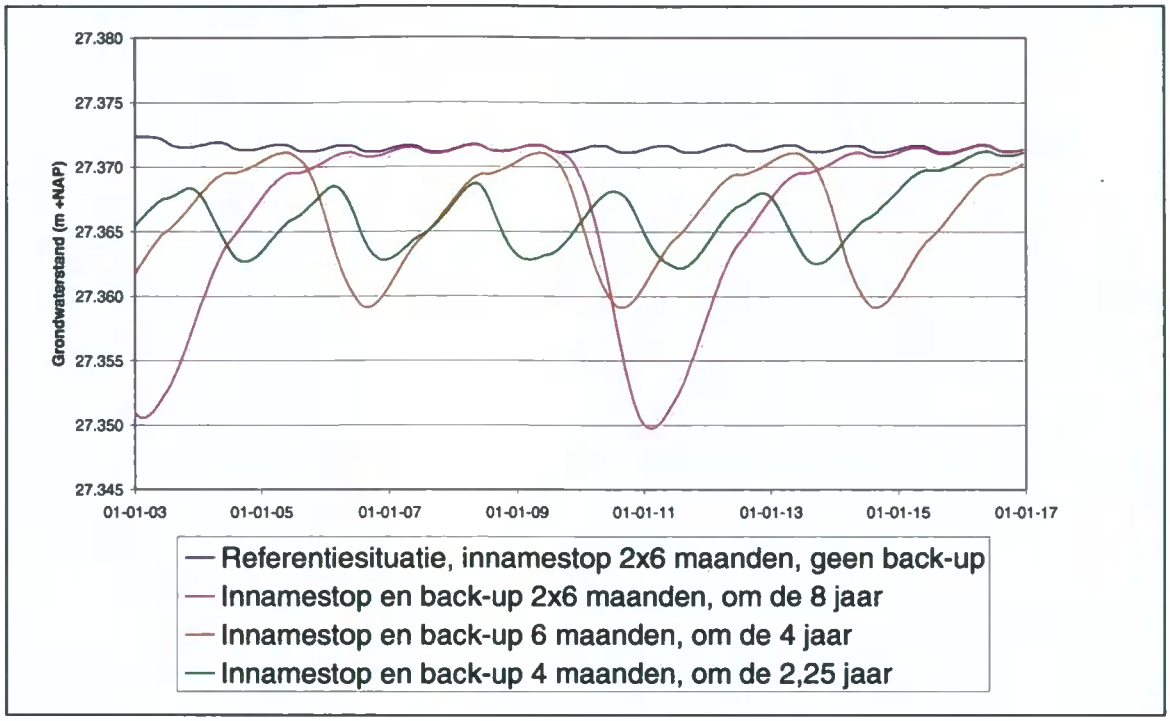


2 Verkorten duur innamestop

Uit de eerste stap is gebleken dat met het verkleinen van de frequentie de effecten in de Groote Peel niet voorkomen kunnen worden. Daarom is in de tweede stap gekeken naar het effect van het verkorten van de duur van een innamestop c.q. back-up. Allereerst is teruggegrepen op de variant, waarbij elk jaar in het midden van het jaar een back-up van 6 maanden optreedt. Ook bij dit scenario bleek er nog effect te zijn op de grondwaterstand ter plaatse van de Groote Peel. Dit blijkt ook uit figuur 5.2 waar de berekende grondwaterstand in de Groote Peel is gepresenteerd, die optreedt bij een back-up van 6 maanden met een frequentie van eens per 4 jaar.

Omdat nog sprake was van een (zei het zeer gering) effect is de back-up duur nog verder verkort. Uit de modelberekeningen bleek bij een enkele back-up met de duur van 4 à 4,5 maand nauwelijks tot geen effect meer op te treden in de grondwaterstand ter plaatse van de Groote Peel. Dit bleek ook voor de overige N2000-gebieden te gelden.

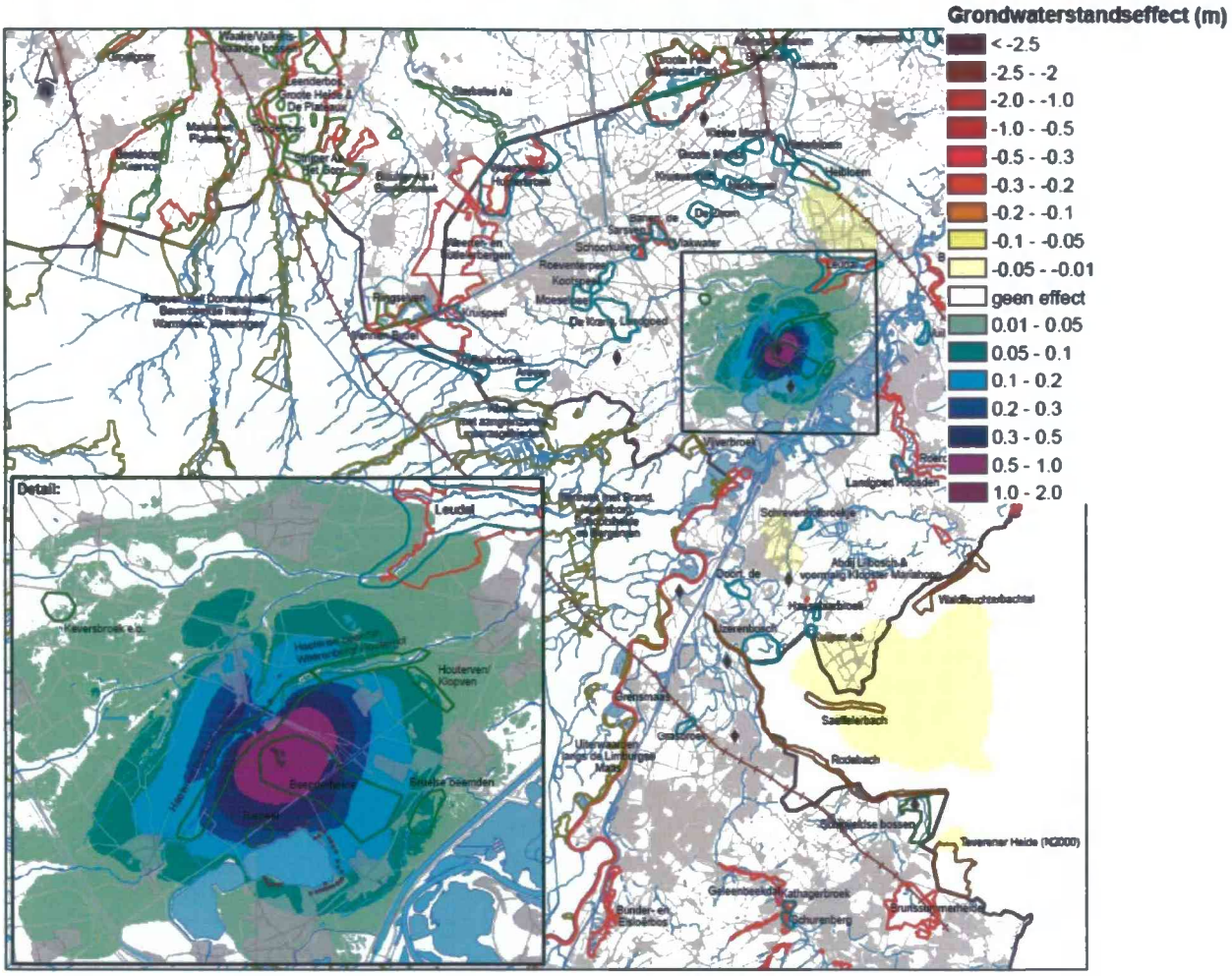
Figuur 5.2 **Met IBRAHYM berekende grondwaterstanden ter plaatse van de Groote Peel bij de referentiesituatie en back-ups met verschillende duur en verschillende frequentie van optreden**



3 Optimalisatie duur en frequentie optreden van innamestops
Doordat de verlagingen veroorzaakt door individuele back-ups elkaar onderling beïnvloeden is in detail gekeken naar de beste combinatie tussen de duur van een individuele back-up en de hoogste frequentie waarin deze back-up mag optreden, zonder dat er effect is op de grondwaterstand ter plaatse van grondwaterafhankelijke instandhoudingsdoelen in de Natura2000-gebieden (zie het achtergronddocument ecologie). Dit bleek het geval te zijn bij een innamestop c.q. back-up met een duur van 4 maanden die om de 2,25 jaar optreedt. Dit scenario is daarom gehanteerd als basis voor het MMA.

De back-up winning ter plaatse van WPH bedraagt per innamestop 6,67 Mm^3 (duur 4 maanden). De innamestop komt om de 2,25 jaar (2 jaar en 3 maanden) voor. Langjarig gemiddeld bedraagt de onttrekking 3 Mm^3/jaar. De effecten van het MMA op de grondwaterstand zijn in bijlage 2 opgenomen. In figuur 5.3 is de ondergrens van de effecten weergegeven.

Figuur 5.3 De ondergrens van de grondwaterstandseffecten voor het MMA



Effecten van ondiepe ingrepen

Doordat het MMA is beschouwd zonder freatische winning in Beegden gaan in de omgeving van pompstation Beegden de grondwaterstanden omhoog.

Effecten van diepe ingrepen

De back-up van het MMA is de diepe winning. De diepe winning zorgt voor relatief kleine grondwaterstandsverlagingen in een relatief groot gebied. In het MMA zijn de berekende grondwaterstandsverlagingen over het algemeen kleiner dan 1 cm. Slechts op een beperkt aantal locaties komen nog verlagingen groter dan 1 cm voor. Ten opzichte van alternatief 1, waarin een situatie is beschouwd waarin meer dan drie keer meer water diep word gewonnen, zijn de grondwaterstandsverlagingen flink kleiner. Verlagingen groter dan 5 cm komen binnen het MMA niet meer voor.
In het MMA is ook geen sprake meer van verlagingen groter dan 1 cm in de Nederlandse Natura2000- gebieden (waaronder de Groote Peel). Alleen ter plaatse van de Teverener heide wordt binnen een Natura2000 gebied nog een verlaging van (net) meer dan 1 cm berekend.

6 BEOORDELING EN BEOORDELINGSCRITERIA VAN DE ALTERNATIEVEN

6.1 Algemeen

In hoofdstuk 4 staan de effecten van de alternatieven op de grondwaterstand toegelicht en in hoofdstuk 5 het meest milieuvriendelijke alternatief. Voor de vergelijking van de alternatieven wordt gebruik gemaakt van een maatlattabel. Deze maatlattabel wordt in voorliggend hoofdstuk toegelicht en ingevuld.

De beoordeling van de grondwaterstandseffecten op de natuur geschiedt niet in voorliggende paragraaf, maar geschiedt in het achtergronddocument ecologie, onderdeel van de MER permanente back-up Waterproductiebedrijf Heel (Royal Haskoning, 2011).

6.2 Maatlattabel

Voorliggende paragraaf vormt het beoordelingskader voor effecten op landbouw en de effecten op stijghoogten ter plaatse van andere pompstations.

Tabel 6.1 Beoordelingskader geohydrologie

	Beoordelingscriterium	Waardering		
		– –	–	0
1	Droogteschade landbouw*	> 1m daling grondwaterstand per km^2	0,5 - 1 m daling grondwaterstand per km^2	< 0,5 m daling grondwaterstand per km^2
2	Natschade landbouw*	> 2 m stijging grondwaterstand per km^2	1 - 2 m stijging grondwaterstand per km^2	< 1 m stijging grondwaterstand per km^2
3	Stijghoogteverlagingen ter plaatse van andere pompstations	>10 m daling stijghoogte ter plaatse van winveld	3 - 10 m daling stijghoogte ter plaatse van winveld	< 3 m daling stijghoogte ter plaatse van winveld

**Voor de effecten op landbouw wordt niet getoetst op de maximaal optredende grondwaterstandsverandering, maar aan de gemiddelde grondwaterstandsverandering in een iets groter gebied, in de tabel is dit aangeduid met de term "per km^2".*

1 Droogteschade land en tuinbouw
Lage grondwaterstanden kunnen leiden tot droogteschade aan landbouwgewassen. Vooral in het voorjaar en in de zomer, ten tijde van neerslagtekort, kunnen gewassen profiteren van een hoge grondwaterstand doordat wortels in staat zijn om water omhoog aan te trekken vanuit de laag die verzadigd is van grondwater. Als de grondwaterstand te diep wegzakt, kunnen de wortels geen water aantrekken vanuit de laag die verzadigd is van grondwater en is het gewas volledig afhankelijk van het schaarsere aanhangende grondwater.

2 Natschade land en tuinbouw
Net als dat lage grondwaterstanden tot droogteschade kunnen leiden, kunnen te hoge grondwaterstanden leiden tot natschade. Voor de meeste gewassen is het niet bevorderlijk voor de groei als de grondwaterstand tot in de wortelzone stijgt.

In de omgeving van Beegden en Heel zit het grondwater over het algemeen redelijk diep (enkele meters onder maaiveld), als de grondwaterstand stijgt, zorgt dit dus niet direct voor natschade. Hier is rekening mee gehouden bij de toekenning van de ranges in de maatlattabel (tabel 6.1).

3 Stijghoogteverlagingen ter plaatse van andere pompstations
Doordat de diepe pakketten (Kiezelooliet formatie) afgesloten worden door een relatief grote weerstand, veroorzaken diepe winningen relatief grote verlagingen in de diepe watervoerende pakketten zelf, de verlagingen reiken relatief gezien binnen deze diepe pakketten ook ver. Een nieuwe diepe winning kan de stijghoogte verlagen ter plaatse van andere pompstations die ook uit het diepe pakket winnen. Wanneer deze verlagingen groot zijn, moeten pompen van andere pompstations dieper worden gehangen en wordt het energieverbruik van de pompen groter.

6.3 Effectbeoordeling en waardering alternatieven

1. Droogteschade landbouw
De alternatieven hebben met uitzondering van alternatief 3 alleen relatief kleine grondwaterstandsverlagingen (< 10 cm). Alternatief 3 heeft in de directe omgeving van pompstation Beegden wel grotere grondwaterstandsverlagingen tot gevolg. Over een oppervlak van 1 km^2 komen verlagingen voor tussen de 0,5 en 1 meter (score -). De overige alternatieven scoren volgens de maatlattabel allemaal nul (score 0).

2. Natschade landbouw
In de omgeving van pompstation Beegden bevindt de grondwaterstand zich over het algemeen relatief diep onder maaiveld. Bij alle alternatieven is in de omgeving van Beegden sprake van grondwaterstandsstijgingen als gevolg van het stopzetten van de reguliere winning van pompstation Beegden. Omdat de stijgingen beperkt blijven tot 1 meter per km^2 scoren alle alternatieven nul (score 0).

De grondwaterstandsverhogingen als gevolg van het uit bedrijf gaan van pompstation Beegden zijn in het verleden al eens opgetreden. Pompstation Beegden is voor een periode langer dan een jaar niet in bedrijf geweest (omstreeks 2005). Er zijn geen gevallen van natschade bekend als gevolg van het stopzetten van pompstation Beegden.

3. Stijghoogteverlagingen ter plaatse van andere pompstations
De verlagingen die de alternatieven veroorzaken binnen het diepe pakket (Kiezelooliet formatie) ter plaatse van de andere pompstations zijn weergeven in tabel 6.2. De alternatieven zijn gescoord op basis van de maatlattabel (tabel 6.1). Hierbij is uitgegaan van de laagste waarde uit tabel 6.2. Dit levert de scores min op voor de alternatieven 1, 2, 4, 5, het MMA en de alternatieven 1 en 2 met Beegden (score -) en de score nul op voor alternatief 3 (score 0). De score van het MMA is eigenlijk maar net aan licht negatief (-), het verschil met alternatief 3 (score 0) is beperkt.

N.b. De verlagingen van alternatief 1 met Beegden en 2 met Beegden in het diepe pakket zijn gelijk aan de verlagingen van alternatief 1 respectievelijk 2. Dit aangezien de diepe winning van alternatief 1 gelijk is aan 1 met Beegden en 2 gelijk is aan 2 met Beegden.

Tabel 6.2 Verlagingen in meters ter plaatse van pompstations in de omgeving in Kiezelooliet formatie (zanden van Pey en zanden van Waubach)

Pompstation	Alternatief 1		Alternatief 2		Alternatief 3		Alternatief 4		Alternatief 5		MMA	
	Pey	Waubach	Pey	Waubach	Pey	Waubach	Pey	Waubach	Pey	Waubach	Pey	Waubach
Hunsel	-0.8	-6.2	-0.9	-6.4	-0.4	-2.9	-0.7	-4.9	-0.7	-5.1	-0.4	-3.3
Ospel	-0.7	-3.6	-0.8	-3.9	-0.4	-1.7	-0.6	-2.8	-0.6	-3.0	-0.3	-1.7
Pey	-1.0	-4.7	-1.0	-4.4	-0.5	-2.4	-0.8	-3.8	-0.8	-3.6	-0.5	-2.6
Roosteren	-0.9	-4.7	-0.9	-4.5	-0.5	-2.4	-0.7	-3.7	-0.7	-3.6	-0.4	-2.3
Susteren	-0.7	-3.5	-0.7	-3.3	-0.4	-1.8	-0.6	-2.8	-0.6	-2.7	-0.3	-1.7
Hoogveld	-0.6	-2.5	-0.6	-2.4	-0.3	-1.3	-0.5	-2.1	-0.5	-2.0	-0.3	-1.2
Schinveld	-0.2	-0.4	-0.2	-0.4	-0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.2	-0.3	-0.1	-0.2
Heinsberg	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0
Niederbusch	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0
Maaseik	-1.0	-5.0	-1.0	-4.8	-0.5	-2.5	-0.8	-3.9	-0.8	-3.9	-0.5	-2.4
Budel	-0.4	-1.5	-0.4	-1.6	-0.2	-0.8	-0.3	-1.2	-0.3	-1.3	-0.2	-0.6

De beoordeling van de aspecten 1 t/m 3 is weergegeven in onderstaande tabel 6.3.

Tabel 6.3 Effectbeoordeling geohydrologie

Beoordelingscriterium	**Alternatief**					
	1	2	3	4	5	MMA
1 Droogteschade landbouw	0	0	-	0	0	0
2 Natschade landbouw	0	0	0	0	0	0
3 Stijghoogteverlagingen ter plaatse van andere pompstations	-	-	0	-	-	-

Voor de aanvullende berekeningen van alternatief 1 met Beegden en alternatief 2 met Beegden is de beoordeling in tabel 6.4 weergegeven.

Tabel 6.4 Effectbeoordeling geohydrologie

Beoordelingscriterium	**Alternatief**	
	1 + ps B	2 + ps B
1. Droogteschade landbouw	0	0
2. Natschade landbouw	0	0
3. Stijghoogteverlagingen ter plaatse van andere pompstations	-	-

LITERATUURLIJST

Royal Haskoning, 2011	MER permanente back-up Waterproductiebedrijf Heel, 2011.
Waterschap Peel en Maasvallei, 2009	Nieuw Limburgs Peil; Deelrapport Uffelsebeek Leudal; 10 juli 2009.
TNO, 2007	IBRAHYM, Grondwater Modelinstrumentarium Limburg; TNO-rapport 2007-U-R0193/B.
Prevoo, R., 2008	Waterproductiebedrijf Heel, rapportage 2007, in verband met het Infiltratiebesluit Bodem-bescherming (IB); WML boeknummer 5569C.
Icastat, 2010	Risicoraming innamestops Waterproductiebedrijf Heel.

A COMPANY OF

ROYAL HASKONING

Bijlage 1
Opzet modellering

INHOUDSOPGAVE

			Blz.
1	MODELSCHEMATISATIE		2
	1.1	Modelgebied en begrenzing	2
	1.2	Modelgrid	3
	1.3	Randvoorwaarden	3
2	MODELDATA		4
	2.1	Oppervlaktewaterstanden	4
	2.1.1	Maas	4
	2.1.2	Lange Vlieter en Bosmolenplas	4
	2.1.3	Overige watergangen	4
	2.2	Grondwateronttrekkingen	5
	2.3	Drainage	5
	2.4	Meteogegevens	5
	2.5	Geohydrologische opbouw en bodemparameters van de ondergrond	5
3	IJKING		8
	3.1	Opzet van de ijking	8
	3.1.1	IJkingsperiode	8
	3.1.2	Detailmodel Heel en Beegden (opzet ijking ondiepe systeem)	8
	3.1.3	Het grotere Roerdalslenkmodel (opzet ijking diepe systeem)	9
	3.2	Resultaten stationaire ijking	10
	3.2.1	Detailmodel Heel en Beegden	10
	3.3	Resultaten tijdsafhankelijke ijking	12

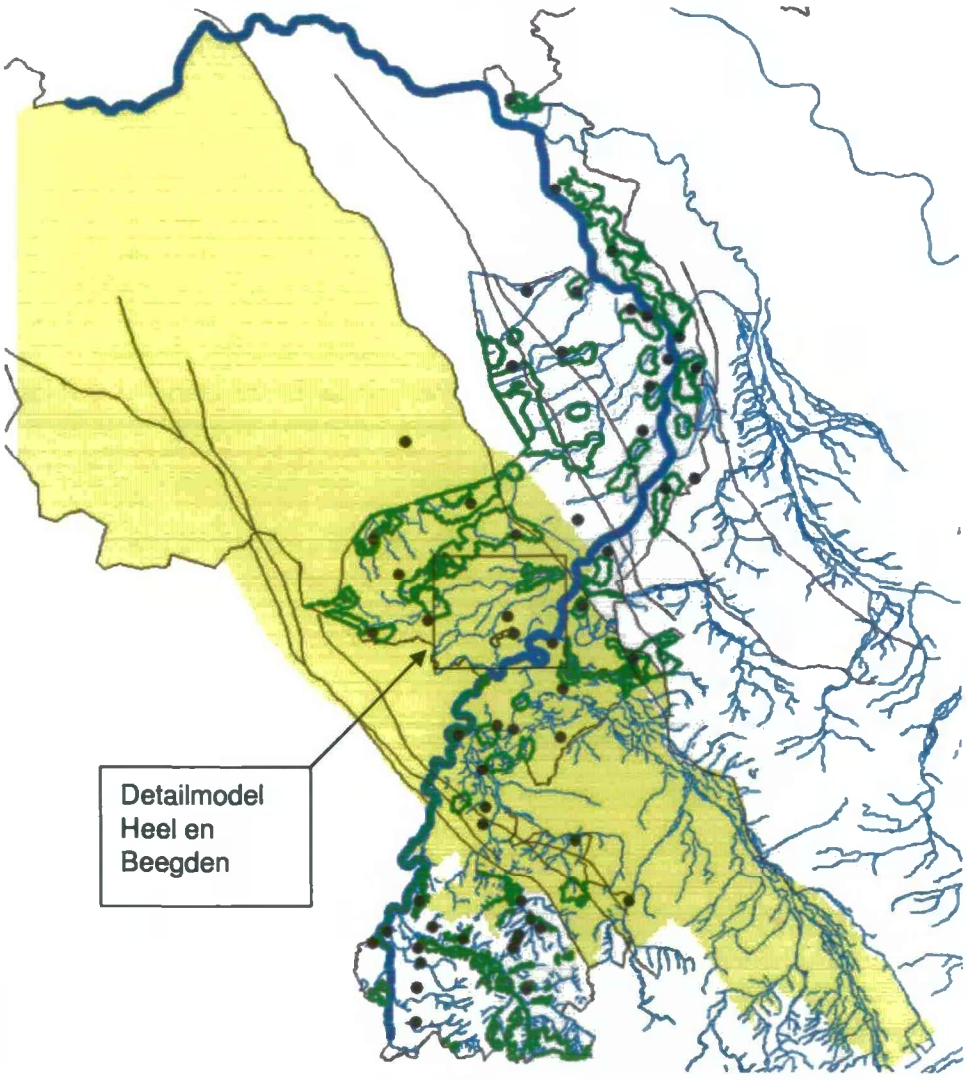
1 MODELSCHEMATISATIE

In dit hoofdstuk wordt de gekozen schematisatie van het modelgebied toegelicht. Voor voorliggende studie is gebruik gemaakt van het model instrumentarium IBRAHYM (TNO, 2007).

1.1 Modelgebied en begrenzing

Binnen voorliggende studie zijn zowel effecten van een diepe winning als een ondiepe winning beschouwd. De diepe winning onttrekt het water uit de Kiezelooliet Formatie, deze formatie is binnen Limburg afgedekt door de Brunssumklei en of de Reuverklei, die gezamenlijk overal binnen Limburg een relatief grote weerstand hebben (zie paragraaf 2.5). Als gevolg van deze weerstandslagen reiken de effecten van een diepe winning erg ver (pakketten binnen deze formatie hebben een grote spreidinglengte). Het is dan ook noodzakelijk voor het bepalen van de effecten van de diepe winning om een groot modelgebied door te rekenen.

Figuur 1.1 **Modelgebieden waarbij het gele vlak het modelgebied van het grote Roerdalslenkmodel is. Het gebied van het detailmodel van Heel en Beegden staat in het midden omlijnd met zwart vierkant**



Het IBRAHYM modelinstrumentarium is een eindige differentie model. Hierbij is het niet mogelijk is om binnen een deel van het modelgebied met kleinere elementen te werken (verfijning van een deel van het grid is niet mogelijk). Voor het bepalen van de effecten van de freatische winning is het echter wel wenselijk om in de omgeving van de freatische winning met een fijner grid te rekenen. Besloten is om per berekening het IBRAHYM modelinstrumentarium twee keer door te rekenen. Eén keer met grotere gridcelgrootte voor de hele Roerdalslenk. Dit is voor het voor het bepalen van de stijghoogten en fluxen in de diepere pakketten (Kiezelooliet Formatie). Vervolgens is aanvullende een detailberekening uitgevoerd in de omgeving van Heel en Beegden, met een kleinere gridcelgrootte. De berekende stijghoogten uit de diepere pakketten zijn overgenomen en gebruikt als onderrandvoorwaarde van de detailberekening. Figuur 1.1 geeft het grote en het kleinere detailmodel weer.

1.2 Modelgrid

Voor de detailberekening van Heel en Beegden is gerekend met een modelgrid van 25 x 25m. De berekeningen voor het bepalen van de diepe stijghoogten zijn op gridcellen van 250 x 250m uitgerekend. Het model (inclusief de diepe Kiezelooliet pakketten) bestaat uit 15 modellagen.

1.3 Randvoorwaarden

De randen van de grotere Roerdalslenkberekening, bestaan voor een deel uit dichte randen (Feldbiss en Peelrandbreuk), voor een deel uit vaste fluxen (Duitsland, oosten modelgebied) en voor een deel uit vaste stijghoogten (Brabant, westen modelgebied). Deze randen, van het grotere Roerdalslenkmodel, zijn niet gewijzigd en direct overgenomen van het Ibrahymmodelinstrumentarium.

Voor het detailmodelgebied van Heel en Beegden bestaan de modelranden uit vaste stijghoogte randen. Deze randen zij zo ver weg gekozen, dat deze vaste stijghoogten de effectberekening van de pompstations Heel en Beegden niet beïnvloeden.

De maximale capaciteit aan rekencellen waarmee IBRAHYM kan rekenen is +/- 6.000.000 cellen over 19 modellagen. Het detail model maakt gebruik van de maximale capaciteit aan rekencellen. Er is een controle uitgevoerd om te bepalen of de modelgrenzen ver genoeg van de winningen Heel en Beegden liggen om geen invloed te hebben op effectberekeningen. Hiervoor is een berekening uitgevoerd met een grotere gridcelgrootte (50x50 m in plaats van 25x25 m) en verderaf gelegen modelranden. Vervolgens is de reikwijdte van de effecten bepaald en is de ligging van de modelrand geoptimaliseerd voor het detailmodel (gridcelgrootte 25x25m). Uiteindelijk bestrijkt de modelrand een gebied van 600x520 cellen van 25m en 19 lagen diep. Dit zijn in totaal 5.900.000 cellen.

2 MODELDATA

2.1 Oppervlaktewaterstanden

2.1.1 Maas

De Maas is voor de stationaire berekening opgenomen als vastpeil (gemiddeld peil). In de tijdsafhankelijke berekening varieert het Maaspeil per rekentijdstap. Maaspeilen zijn overgenomen uit het originele IBRAHYM model.

2.1.2 Lange Vlieter en Bosmolenplas

De Bosmolenplas en het bekken de Lange Vlieter zaten niet als vast peil in het originele IBRAHYM model verwerkt. Voor stationaire berekeningen is de Bosmolen op 21,30m +NAP gemodelleerd en de Lange Vlieter op 20,85m +NAP. Voor de tijdsafhankelijke ijking het bekken en de plas op gemeten maandgemiddelden gezet (dus variërend in de tijd). Voor de tijdsafhankelijke berekeningen met varianten en alternatieven en bijbehorende referentiesituatie zijn het bekken en de plas op een vast peil gemodelleerd, hetzelfde peil als gehanteerd voor de stationaire berekeningen. Tijdens een innamestop is het bekkenpeil van de Lange Vlieter losgelaten.

2.1.3 Overige watergangen

De overige beken en watergangen zijn stationair als opgelegd peil in het model overgenomen uit het originele IBRAHYM model. Voor de tijdsafhankelijke ijking variëren peilen in de zomer en winter.

Voor de referentiesituatie, varianten en alternatievenberekeningen is gerekend met z.g. GGOR peilen van Waterschap Peel en Maasvallei. Dit zijn toekomstige peilen die worden gerealiseerd na het uitvoeren van de maatregelen in het kader van het Gewenste Grond- en Oppervlaktewaterregime[1].

Tabel 2.1 Vergunde onttrekkingshoeveelheden WML met daar bijbehorende maandfactoren

Locatie	jan	febr	mrt	april	mei	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec	Totale Jaarhoeveelheid (m^3)
Hoogveld	0.98	0.90	1.02	1.00	1.06	1.15	1.03	0.99	0.98	0.99	0.94	0.96	2,000,000
Hunsel	0.98	0.90	1.02	1.00	1.06	1.15	1.03	0.99	0.98	0.99	0.94	0.96	2,500,000
Pey-Echt	0.98	0.90	1.02	1.00	1.06	1.15	1.03	0.99	0.98	0.99	0.94	0.96	4,500,000
Roosteren	0.98	0.90	1.02	1.00	1.06	1.15	1.03	0.99	0.98	0.99	0.94	0.96	9,000,000
Schinveld	0.98	0.90	1.02	1.00	1.06	1.15	1.03	0.99	0.98	0.99	0.94	0.96	5,000,000
Susteren	0.98	0.90	1.02	1.00	1.06	1.15	1.03	0.99	0.98	0.99	0.94	0.96	6,000,000
WPB Heel	0.98	0.90	1.02	1.00	1.06	1.15	1.03	0.99	0.98	0.99	0.94	0.96	20,000,000
Beegden	0.98	0.90	1.02	1.00	1.06	1.15	1.03	0.99	0.98	0.99	0.94	0.96	4,000,000
Ospel	0.98	0.90	1.02	1.00	1.06	1.15	1.03	0.99	0.98	0.99	0.94	0.96	2,000,000

[1] Waterschap Peel- en Maasvallei; Nieuw Limburgs Peil; Deelrapport Uffersebeek Leudal; 10 juli 2009.

2.2 Grondwateronttrekkingen

Voor de ijking zijn de daadwerkelijke onttrekkingen opgenomen uit het originele IBRAHYM model. Dit zijn werkelijke onttrekkingen van 1994 t/m 2004.

Voor de referentiesituatie, varianten en alternatievenberekeningen is gerekend met vergunde debieten. De onttrekkingshoeveelheden zijn gebaseerd op huidig vergunde onttrekkingshoeveelheden van de WML in de Roerdalslenk (zie tabel 2.1). Hierbij zijn maandfactoren toegepast om rekening te houden met seizoenfluctuaties van de winhoeveelheid. Voor de overige winningen is uitgegaan van de werkelijk gewonnen hoeveelheden in 2004.

2.3 Drainage

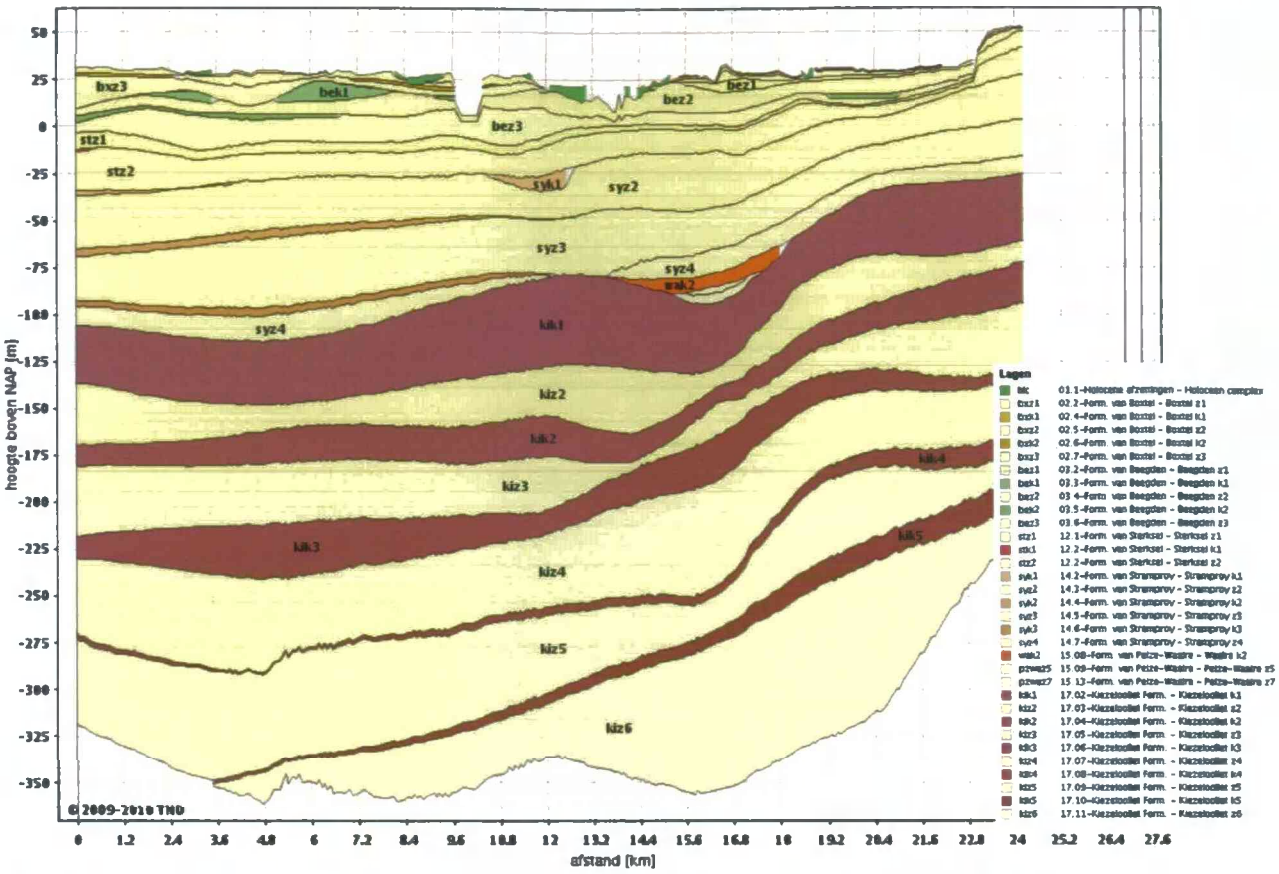
Drainagevlakken zijn overgenomen uit het originele IBRAHYM model.

2.4 Meteogegevens

Bij alle stationaire berekeningen en voor het tijdsafhankelijke Roerdalslenkmodel is gerekend met een vaste grondwateraanvulling. Dit is de gemiddelde grondwateraanvulling uit het originele IBRAHYM model. Het tijdsafhankelijke detailmodel is doorgerekend met variërende grondwateraanvulling per rekentijdstap berekend door CAPSIM (TNO, 2007).

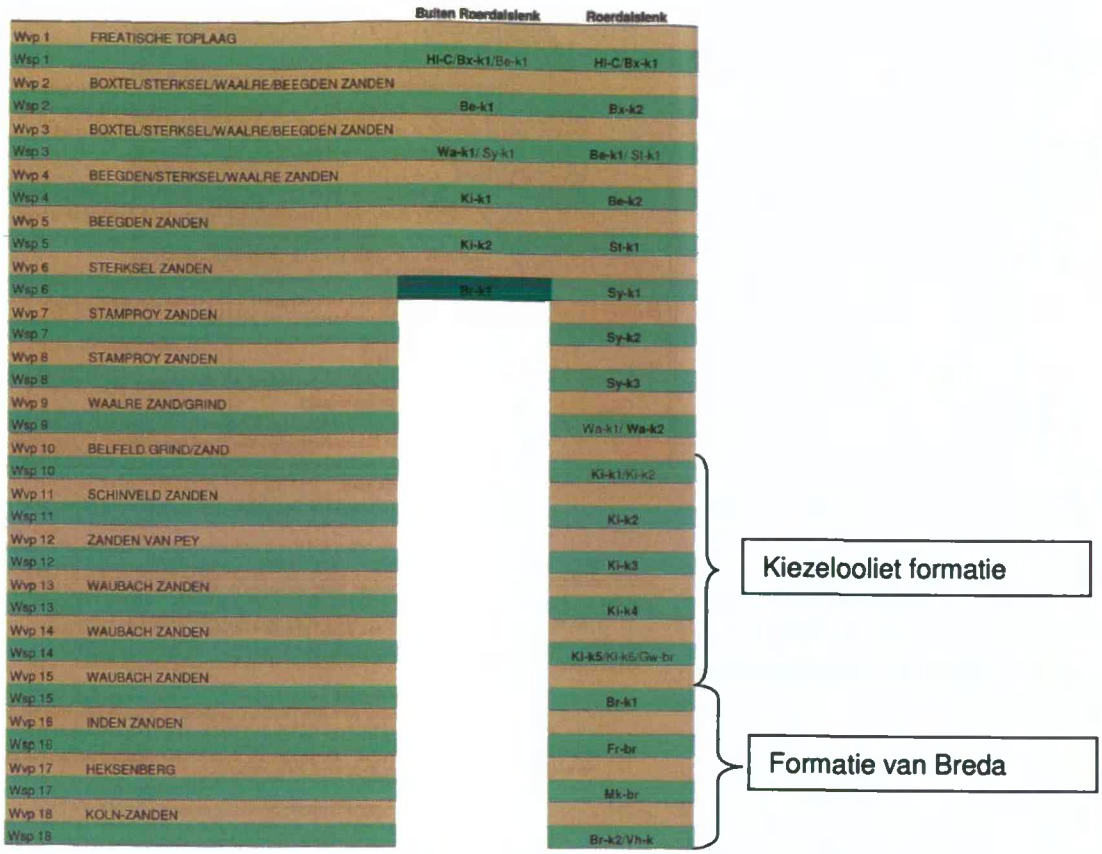
2.5 Geohydrologische opbouw en bodemparameters van de ondergrond

IBRAHYM is opgebouwd met een geohydrologische schematisatie die afkomstig is van REGIS II (referentie). Figuur 2.1 toont de verschillende formaties aanwezig in de Roerdalslenk van noordwest naar zuidoost. De vertaling van formaties naar modellagen in IBRAHYM is gepresenteerd in figuur 2.2



Figuur 2.1 **Geohydrologische opbouw en formaties in de Roerdalslenk (nw-zo) afkomstig van REGIS II (TNO, 2010)**

Van boven naar beneden beschreven zit onder het Holoceen de Formatie van Beegden (bez1 t/m bez3). In dit goed doorlatende grindpakket wordt in de Roerdalslenk freatisch water gewonnen door de WML bij pompstations Beegden, Heel en Roosteren. Onder de Formatie van Beegden zit het andere relatief goed doorlatend grindpakket: Formatie van Sterksel (stz1 en stz2). Deze twee formaties worden vaak aangeduid als "het grindpakket". De Formaties van Peize - Waalre en Stramproy (sy en wa) die zich onder de Formatie van Beegden en Sterksel bevinden, hebben in vergelijking tot het grindpakket geen hoge doorlatendheid.
De weerstand van deze formaties is tevens laag in vergelijking tot dieper gelegen kleilagen, waardoor hydrologisch gezien de pakketten een relatief kleine rol spelen.
Onder de formatie van Peilze – Waalre en Stramproy begint de Kiezeloolietformatie. Deze formatie bestaat uit enkele belangrijke kleilagen (Brunssumkleien) en watervoerende pakketten, te weten de zanden van Pey (kiz3) en zanden van Waubach (kiz4 t/m kiz6). Uit deze twee watervoerende pakketten wordt binnen de Roerdalslenk ook water gewonnen door de WML. Boven de zanden van Pey bevindt zich de Bovenste Brunssumklei (kik2) en Reuverklei (kik1) die gezamenlijk overal in Limburg een relatief hoge weerstand hebben. De Schinveld zanden (kiz2) gelegen tussen deze twee kleilagen spelen hydrologisch gezien een minder belangrijke rol. Tussen de zanden van Pey en Waubach zanden bevindt zich de onderste Brunssumklei (kik3), een kleilaag met een relatief grote weerstand. Binnen de Waubach zanden worden nog twee klei lagen onderscheden, deze kleilagen hebben ten opzichte van de Brunssumkleien een kleinere weerstand. Onder de Waubach zanden bevindt zich de formatie van Breda, de hydrologische basis.



Figuur 2.2: Vertaling van geohydrologische opbouw naar modellagen in IBRAHYM (TNO, 2007)

3 IJKING

Het doel van de ijking is dat het model de stijghoogten en grondwaterstanden in het studiegebied en eventuele autonome ontwikkelingen hierin adequaat beschrijft ten behoeve van de uiteindelijke effectenberekeningen van varianten en alternatieven. IBRAHYM is een geschikt model om de effecten van de back-up winning in beeld te brengen. Binnen voorliggende studie is voor Ibrahym echter nog wel een aanvullende ijking uitgevoerd en zijn enkele wijzigingen aan het IBRAHYM doorgevoerd. Om specifiek het systeem van WPH te schematiseren, is hiervoor een geijkt Microfem model gebruikt (DHV,2003). Dit model bevat een gedetailleerde schematisatie van het bekken- en plassysteem. De volgende paragrafen beschrijven de opzet en de resultaten van de ijking.

3.1 Opzet van de ijking

In voorliggende studie wordt gebruik gemaakt van een detailmodel rond Heel en Beegden en een groter model welke de hele Roerdalslenk omvat (zie paragraaf 1.1 van deze bijlage). Voor ijking en aanpassingen aan het ondiepe systeem is het detailmodel gebruikt, voor de ijking van de diepere watervoerende pakketten is gebruik gemaakt van het grotere Roerdalslenkmodel.

3.1.1 IJkingsperiode

Voor deze studie is de stationaire ijking uitgevoerd voor de periode 1998-2004. Deze periode is zowel voor het detail model, omgeving Heel en Beegden, toegepast, als voor het grotere Roerdalslenkmodel. Deze periode is gekozen, omdat deze periode voldoende lang is om een representatief stationair gemiddelde te verkrijgen. Bij de keuze voor de stationaire modelperiode is specifiek gekeken of de onttrekkingshoeveelheden van de diepe winningen, deze zijn in genoemde periode relatief constant.

Het detailmodel van Heel en Beegden is naast stationair ook tijdsafhankelijk geijkt. Deze tijdsafhankelijke ijking is uitgevoerd over de periode 2001 t/m 2003. Deze periode is gekozen, omdat in 2003 een innamestop noodzakelijk was in de Lange Vlieter. Deze innamestop is de langste innamestop geweest tot nu toe, waarbij het Microfem model ook op is geijkt. Tijdens deze periode is een duidelijk beeld verkregen over het wegzakken van het peil van de Lange Vlieter. Tenslotte is een ijkingperiode van een aantal jaren ook vereist om voldoende uitspraak te kunnen doen over het goed kunnen simuleren van grondwaterfluctuaties.

3.1.2 Detailmodel Heel en Beegden (opzet ijking ondiepe systeem)

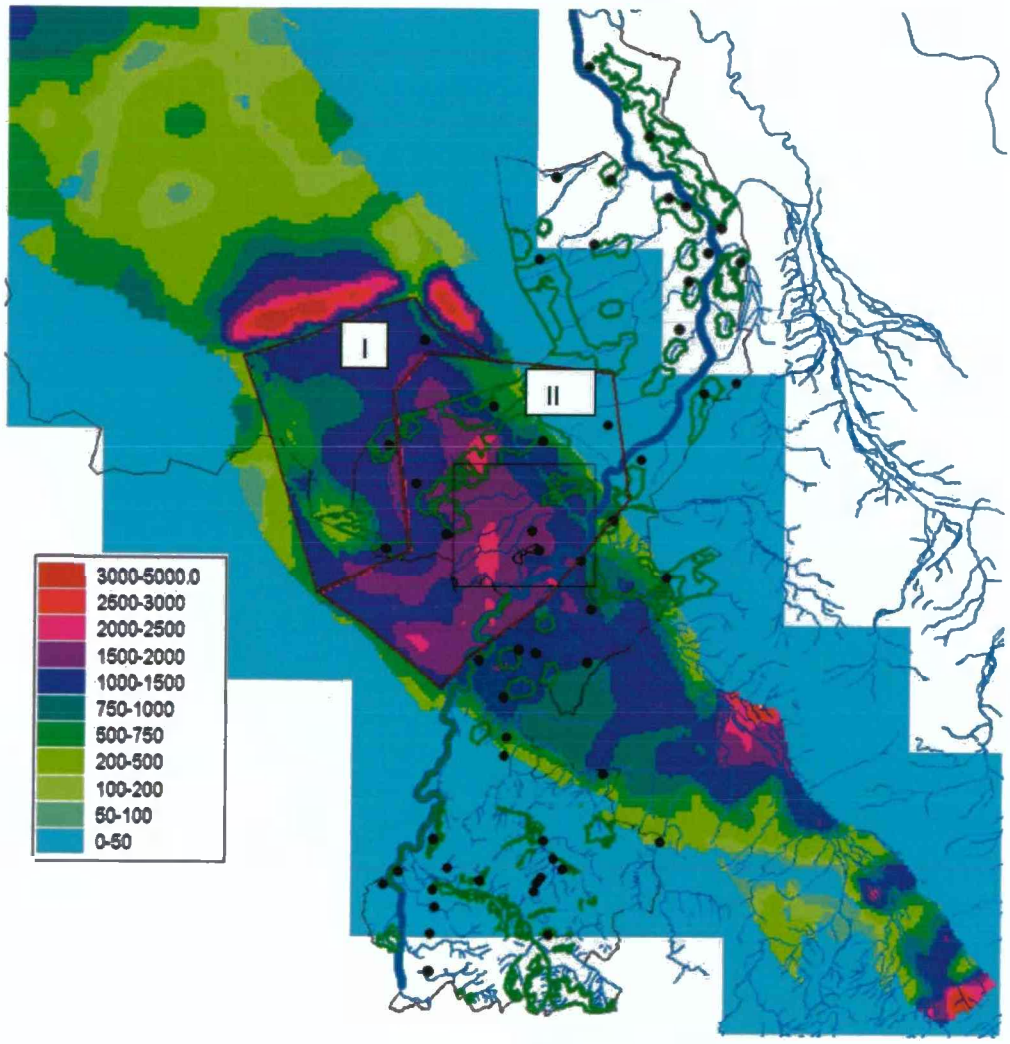
Het peil van de Lange Vlieter heeft een relatief groot effect op de grondwaterstanden in de omgeving. Het is dan ook van belang om het (grond)watersysteem rond WPH goed in beeld te hebben. Details van het WPH systeem (Lange Vlieter en Boschmolenplas) zijn daarom in IBRAHYM opgenomen. Het (geijkte) Microfem model van Heel en omgeving opgesteld in het kader van de realisatie van WPH (DHV, 2003) is bij deze detaillering als uitgangspunt gehanteerd voor de schematisatie van het bekken en de plas. Rondom het plas- en bekkensysteem zijn ook de doorlatendheden van het grindpakket hieruit overgenomen. In het Ibrahymmodelinstrumentarium zaten de kD-waarden ongeveer 2/3 lager dan het geijkte Microfem model. De kD-waarden zijn aangepast met een factor 1,5 en komen nu overeen met het geijkte Microfem model van WPH.

3.1.3 Het grotere Roerdalslenkmodel (opzet ijking diepe systeem)

De transmissiviteit van de diepere watervoerende pakketten (zanden van Pey en zanden van Waubach) zoals aanwezig in het Ibrahym modelinstrumentarium zijn vergeleken met resultaten van pompproeven die uitgevoerd zijn in deze diepe pakketten.

Op basis van pompproeven zijn in het Roerdalslenk model twee zoneringen aangebracht waar de kD-waarden in de zanden van Waubach verandert zijn. In Figuur 3.2 zijn de zoneringen aangegeven. In zone I waren de transmissiviteiten globaal genomen de helft van transmissiviteiten uit pompproeven in Stramproy (1350m^2/d) en Someren (1650m^2/d). Binnen deze zone zijn de transmissiviteiteten met een factor 2 vermenigvuldigd. Op basis van pompproeven in Heel (1800m^2/d), 't Reutje (1100m^2/d) en Herkenbosch (1100m^2/d) waren de transmissiviteiten binnen zone 2 gemiddeld te laag. Binnen zone 2 zijn de transmissiviteiten met een factor 1,5 vermenigvuldigd. Ten oosten van de Maas was er geen aanleiding op basis van de pompproeven om hier de transmissiviteiten te verhogen.

Figuur 3.1 **kD-waarden (m2/d) van Waubach Zanden na aanpassing. Binnen zone I is een vermenigvuldigingsfactor van 2 toegepast. Binnen zone II is een vermenigvuldigingsfactor van 1,5 toegepast**



De weerstanden van de Brunssummerklei zijn ook met pompproefgegevens vergeleken. Uit pompproeven blijkt dat weerstand overal hoog is binnen het Limburgse deel van de Roerdalslenk. Afgeleide weerstanden zijn dusdanig hoog dat de interpretatie hiervan in de uitwerking van de pompproeven niet als eenduidig bestempeld kan worden. Uit de pompproeven valt niet af te leiden of de weerstanden bijvoorbeeld 100.000, 200.000 of 300.000 dagen zijn. In orde grootte komen de weerstanden van de Brunssumkleien overeen; de weerstanden zijn voor voorliggende studie dan ook niet naar aanleiding van de ijking aangepast.

Tijdens het uitvoeren van de effectberekeningen bleken zich relatief grote effecten op de grondwaterstand voor te doen langs de Feldbissbreuk ter hoogte van Sittard. Dit werd vooroorzaakt doordat de weerstand van de Brunssumkleien bij de Feldbissbreuk net iets eerder ophield dan de doorlatendheid van de watervoerende pakketten onder de Brunssumkleien (enkele gridcellen eerder). Omdat deze "lek" op deze locatie niet aannemelijk is, is het model zo aangepast dat de Brunssumkleien hier de onderliggende watervoerendepakketten tot aan de Feldbissbreuk afdekken.

3.2 Resultaten stationaire ijking

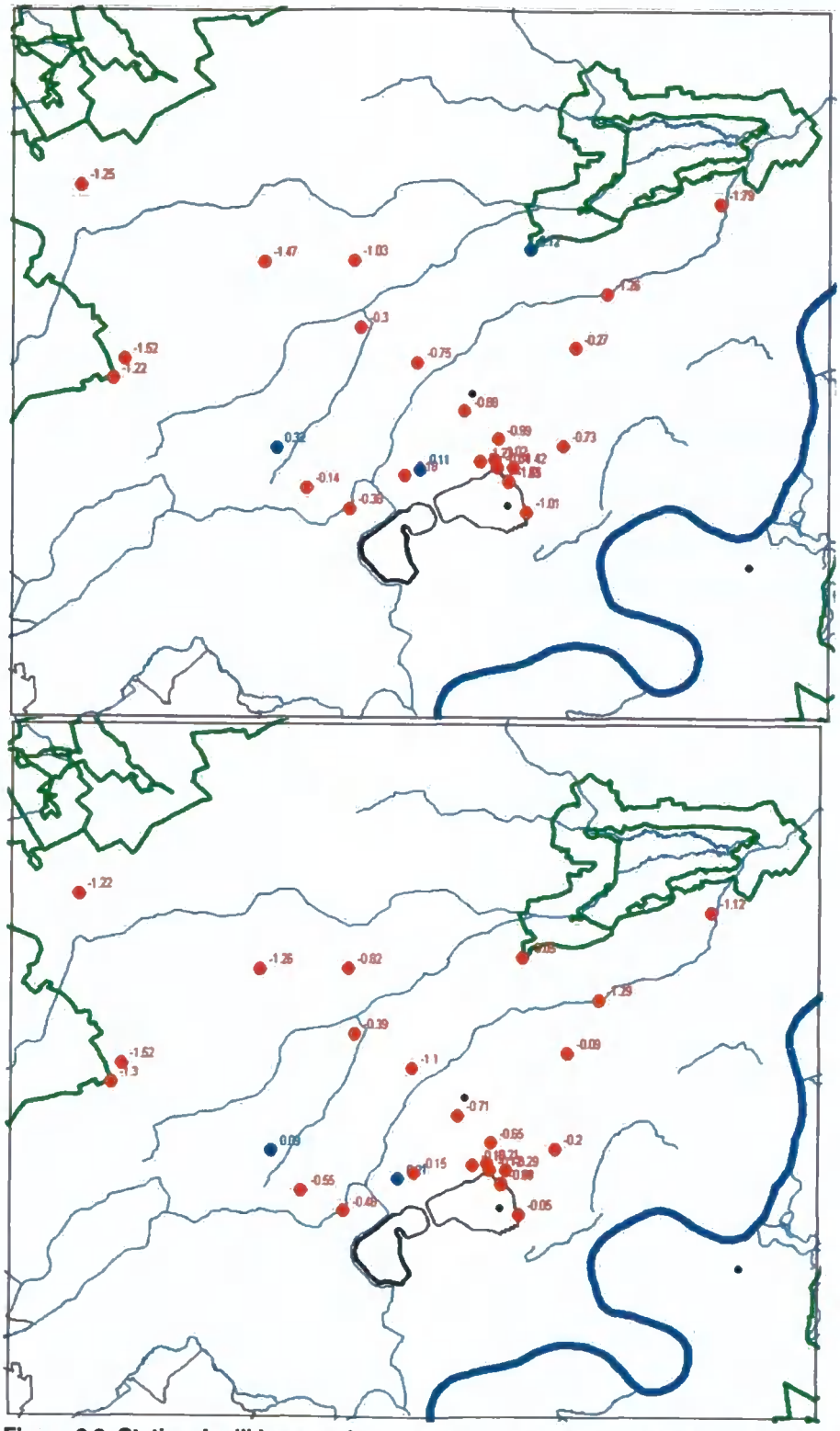
3.2.1 Detailmodel Heel en Beegden

In Figuur 3.1 zijn de stationaire ijkingsresultaten weergegeven met verschillen tussen gemeten en berekende grondwaterstanden. De gemeten grondwaterstanden zijn afkomstig van peilbuizen uit het eerste watervoerende pakket (Formatie van Beegden). De bovenste figuur is het ijkingsresultaat voor aanpassing van IBRAHYM en het onderste na aanpassing van IBRAHYM. De aangepaste parameters staan beschreven in paragraaf 3.1.

Voor de ijking en de aanpassing van het IBRAHYM model blijkt dat de modelberekening grondwaterstanden onderschat. Aanpassing aan de schematisatie van de Lange Vlieter en Boschmolenplas en aanpassingen aan de doorlatendheid van de Maasgrinden (gebaseerd op het Microfem model), hebben tot een verbetering van het ijkingsresultaat geleid, met name in de directe omgeving van de Lange Vlieter is een duidelijke verbetering van de stijghoogten te zien.

De Boschmolenplas is stationair op een vast peil van 21,30m +NAP gezet. De plas wil in natuurlijke toestand een hoger peil aannemen. Als het peil van de Boschmolenplas boven dit peil uitkomt wordt water vanuit de Boschmolenplas ingelaten in de Lange Vlieter. De Boschmolenplas heeft daardoor een grotendeels drainerende werking op het grondwatersysteem, immers het peil wordt kunstmatig lager gehouden dan het van nature zou hebben.

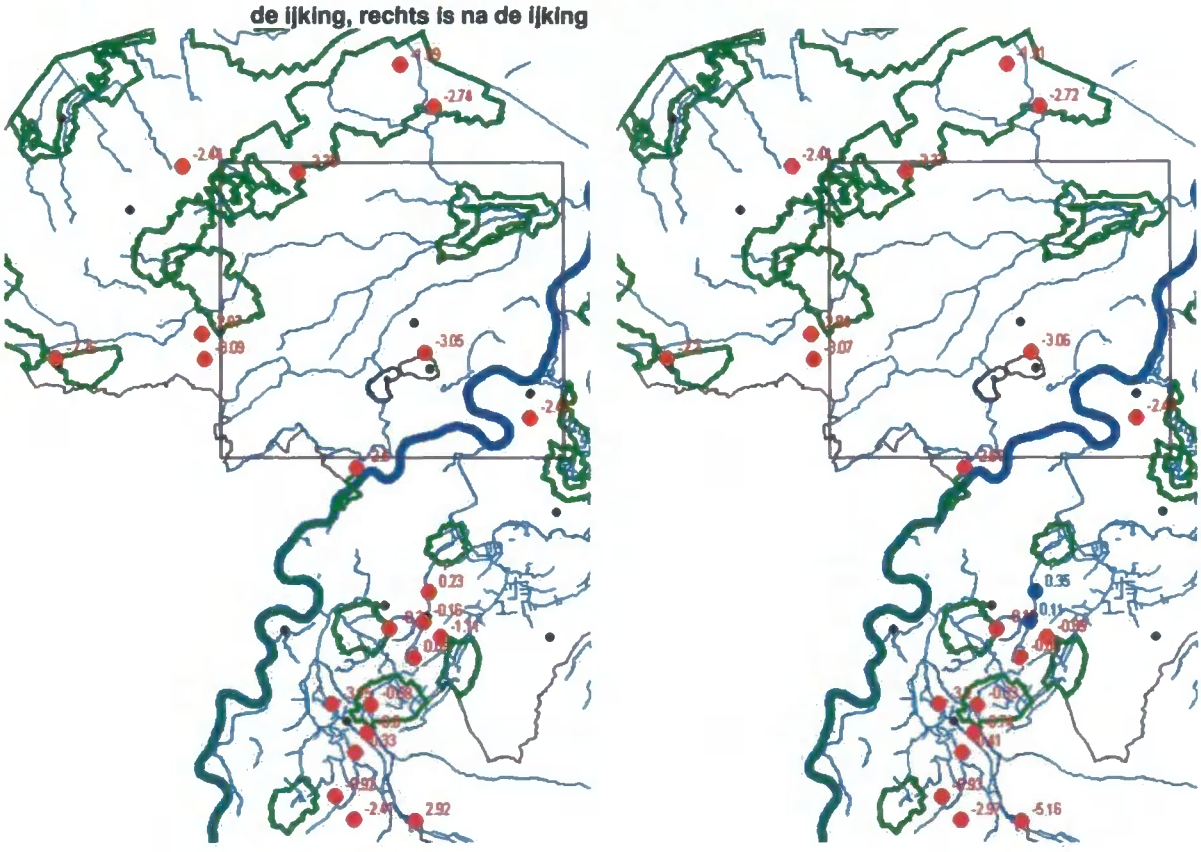
In werkelijkheid komt het vaak voor dat het peil van de Boschmolenplas boven de 21,30m +NAP staat. In de stationaire modelberekening wordt wel een vast peil aangehouden van 21,30 m + NAP. Dit is een verklaring waarom de modelresultaten in de directe omgeving van de Boschmolenplas in het model iets worden onderschat.



Figuur 3.2: Stationaire ijkingsresultaten Detailmodel Heel en Beegden. Boven is voor ijking en onder is na ijking.

Het grotere *Roerdalslenkmodel*
Figuur 3.2 geeft de stationaire ijkingsresultaten weer van de grotere Roerdalslenk modelberekening. Na aanpassing (verhoging) van de transmissiviteiten in de noordelijke zone van de Waubach Zanden (zie paragraaf 3.2) zijn de ijkingsresultaten niet significant verbeterd. De afwijkingen variëren van enkele decimeters tot enkele meters, het stijghoogte verhang binnen de Roerdalslenk is groot, een afwijking, ook van enkele meters, is uitgezet tegen het totale verhang gering. Voor het doel van deze studie, het bepalen van effecten op stijghoogten door diepe winningen, zullen de modelberekeningen met de aangepaste transmissiviteiten een verbeterd resultaat opleveren. De orde van grootte van de transmissiviteit in het model komen nu beter overeen met de resultaten van pompproeven.

Figuur 3.3 **Stationaire ijkingsresultaten Roerdalslenkmodel voor Waubach. Links is voor de ijking, rechts is na de ijking**

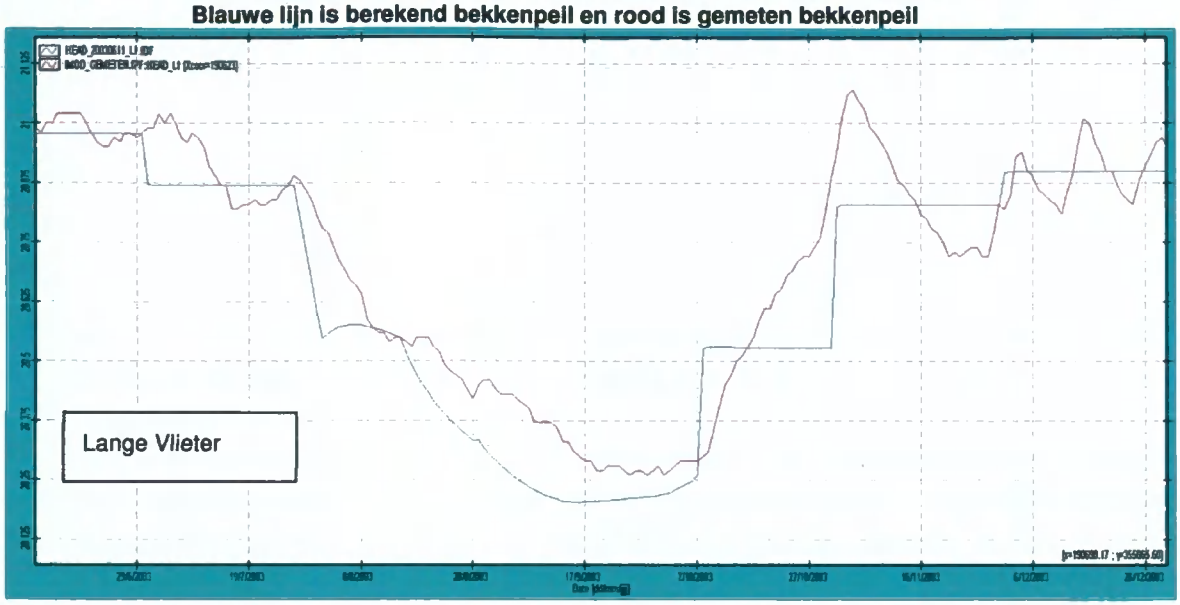


3.3 Resultaten tijdsafhankelijke ijking

Lange Vlieter
Voor de tijdsafhankelijke ijking is alleen met grondwaterstanden vergeleken die gemeten zijn binnen het detailmodel van Heel en Beegden. Om de effecten op grondwaterstanden van een innamestop in de Lange Vlieter te toetsen, is de innamestop van 2003 nagebootst. Hierbij is rekening gehouden met onttrekkingshoeveelheden van WPH in deze periode, de timing van de innamestop, het stopsgewijs overschakelen van reguliere winning naar backup en de hevel van de Boschmolenplas naar de Lange Vlieter. Zodra de innamestop niet meer van kracht is, is het bekkenpeil van de Lange Vlieter weer als vast peil opgelegd in de modelberekening volgens het gemeten maandelijks gemiddelde.

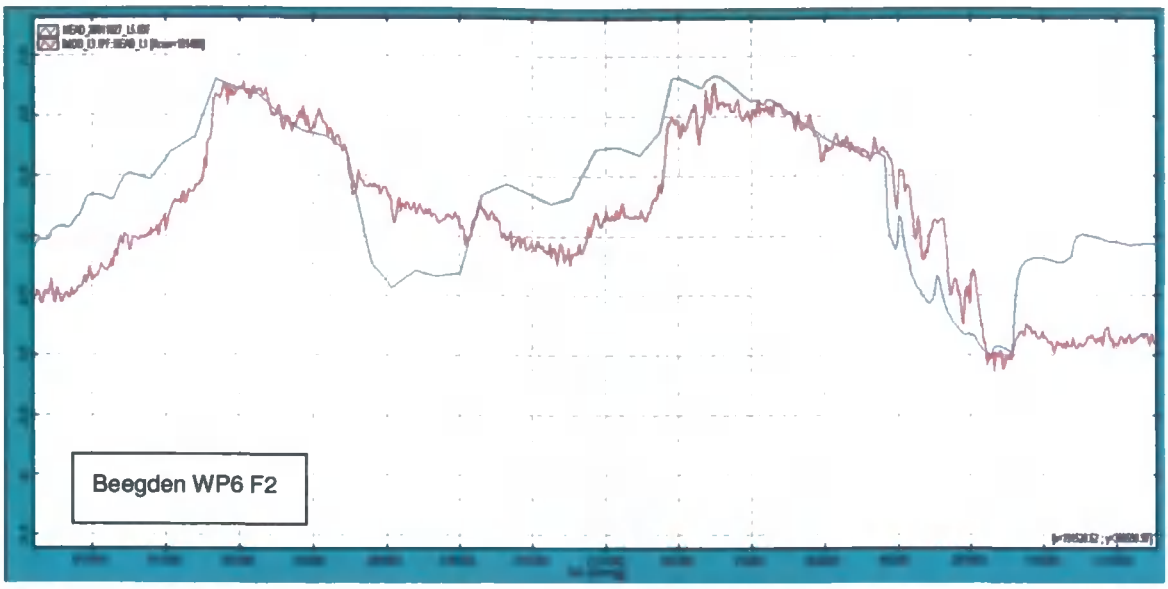
De tijdsafhankelijke meting van het waterpeil is vergeleken met het berekende waterpeil gedurende de innamestop van 2003 in Figuur 3.3. De berekende grondwaterstanden volgen het gemeten bekkenpeil goed.

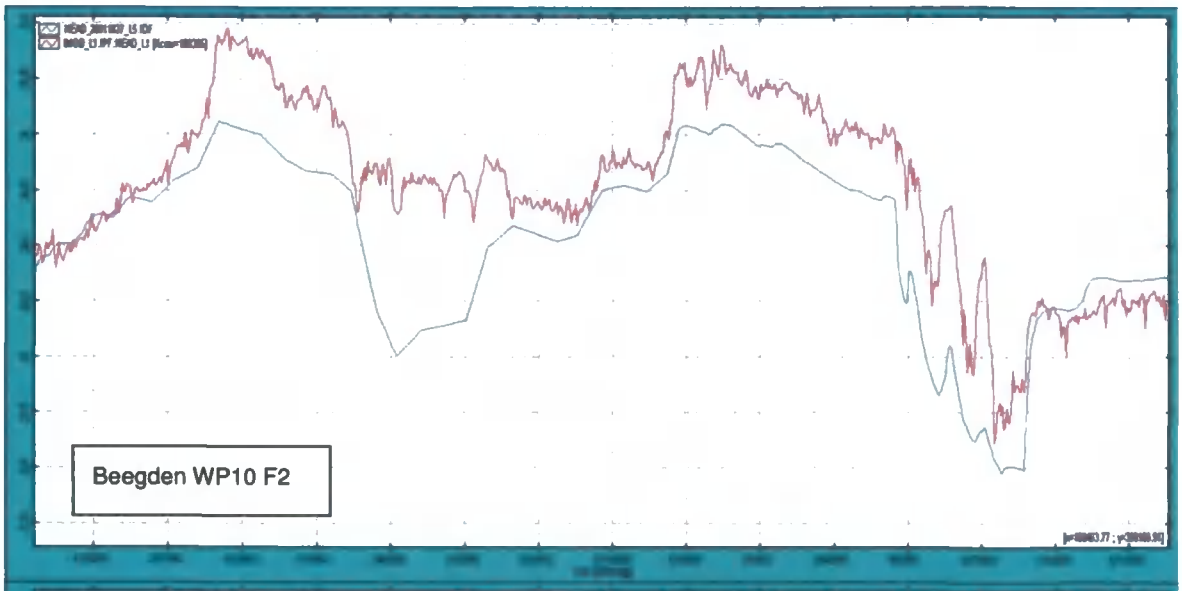
Figuur 3.4 Tijdsafhankelijk ijkingsresultaat Lange Vlieter tijdens innamestop 2003. Blauwe lijn is berekend bekkenpeil en rood is gemeten bekkenpeil

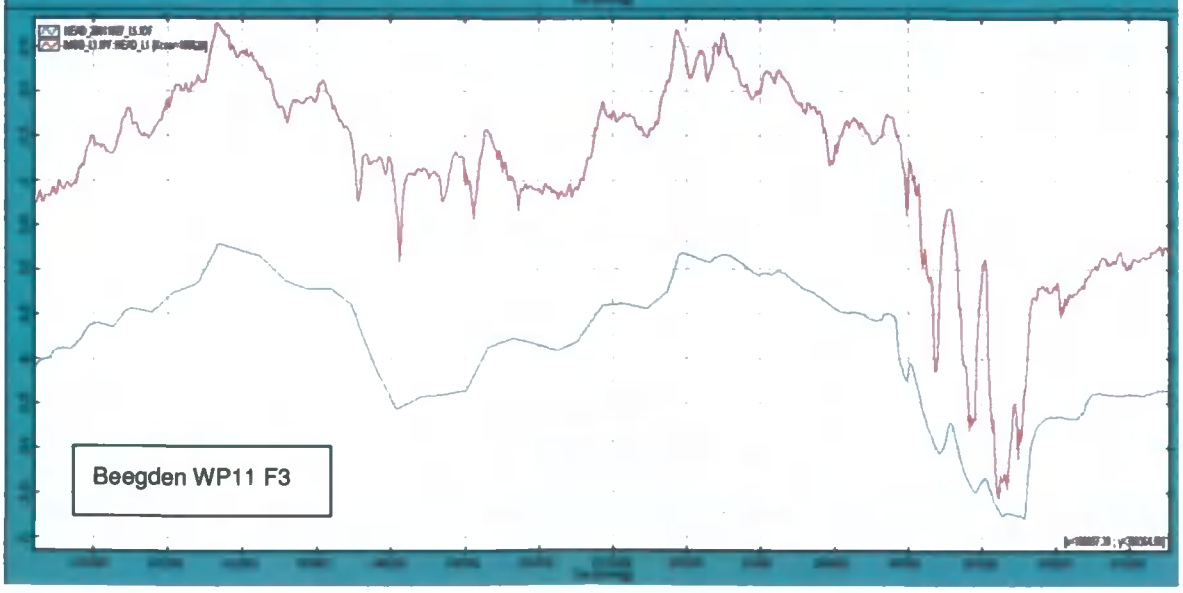


Formatie van Beegden

Verder zijn tijdsafhankelijke berekende grondwaterstanden in het detailmodel van Heel en Beegden vergeleken met gemeten grondwaterstanden in het grindpakket van de Formatie van Beegden. De resultaten zijn te zien in Figuur 3.4. Hierbij zijn 6 peilbuizen bekeken met meetreeksen van 2001 t/m 2003. De resultaten komen overeen met de verwachtingen die het stationaire ijkingsresultaat met zich heeft meebracht. Peilbuizen Beegden WP9 F3, WP14 F2 en WP11 F3 hebben een stationaire afwijking van ongeveer 1 meter te laag ten opzichte van gemeten grondwaterstanden. Die afwijkingen zijn goed terug te zien in de tijdsafhankelijke resultaten. De fluctuaties van berekende grondwaterstanden komen wel overeen met de metingen. Dit is gunstig voor effectberekeningen die effecten op grondwaterstanden goed kunnen simuleren. De overige locaties volgen de metingen wel op de goede hoogte en eveneens voor de fluctuaties. Vooral peilbuizen Beegden WP6 F2 bij het Leudal en WP98 F1 vertonen goede fits.


Beegden WP6 F2


Beegden WP10 F2

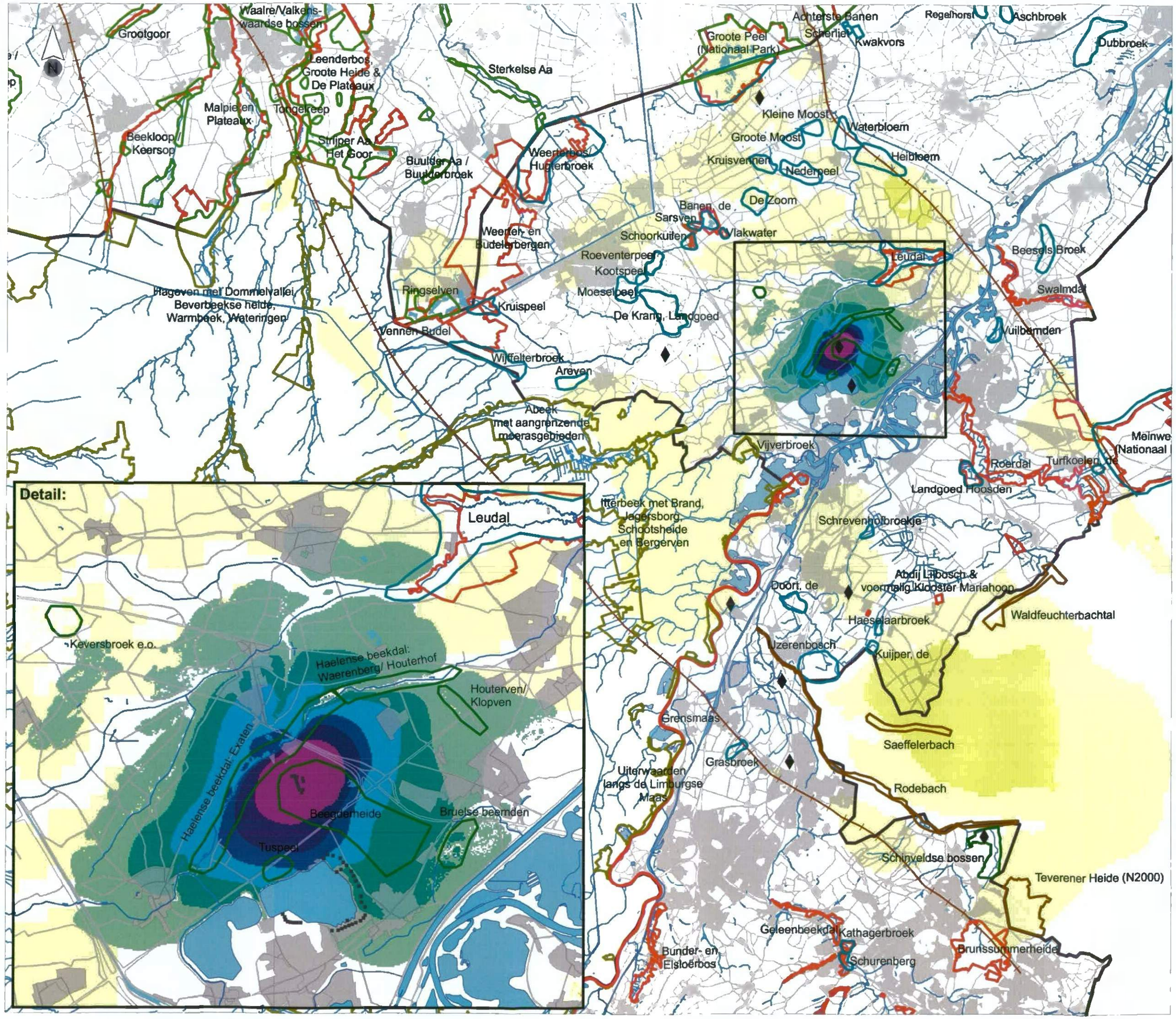

Beegden WP11 F3

Figuur 3.5 **IJkingsresultaat 1e watervoerend pakket rondom Heel en Beegden**

A COMPANY OF

ROYAL HASKONING

Bijlage 2
Figuren grondwaterstandseffecten alternatieven



Titel:
Grondwaterstandseffect Alternatief 1 ondergrens

Project:
9W0258 MER Backup WPH

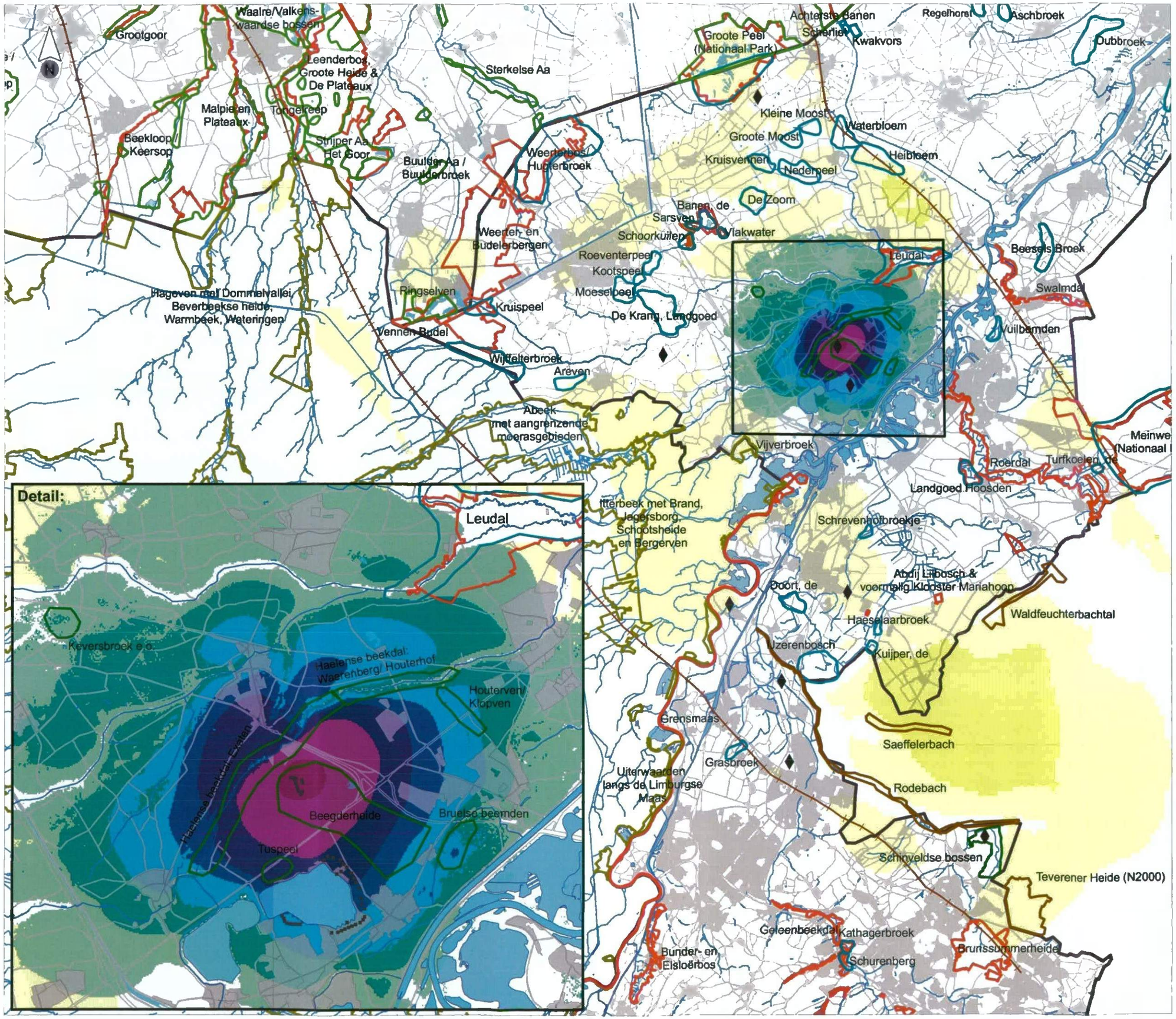
Opdrachtgever:
WML

Datum:	Schaal:
30-03-2011	1:190000

Figuur:
1

ROYAL HASKONING
HASKONING NEDERLAND B.V. IS A COMPANY OF ROYAL HASKONING

I:\9W0258\technical_Data\ArcGIS\mxd\alternatieven\001_alt1_ondergrens_20110330.mxd



Legenda

- Natura2000 Nederland
- Natura 2000 België
- Top gebied (globale begrenzing)
- Natte Natuurparels (globale begrenzing)
- Overige natuurgebieden (globale begrenzing)
- Natuur Duitsland (globale begrenzing)
- WML pompstations in Roerdalslenk
- Waterlopen
- Plassen
- Breuken
- Kader detail

Grondwaterstandseffect (m)

- < -2.5
- -2.5 - -2
- -2.0 - -1.0
- -1.0 - -0.5
- -0.5 - -0.3
- -0.3 - -0.2
- -0.2 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - -0.01
- geen effect
- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- 1.0 - 2.0

Titel:
Grondwaterstandseffect Alternatief 1 bovengrens

Project:
9W0258 MER Backup WPH

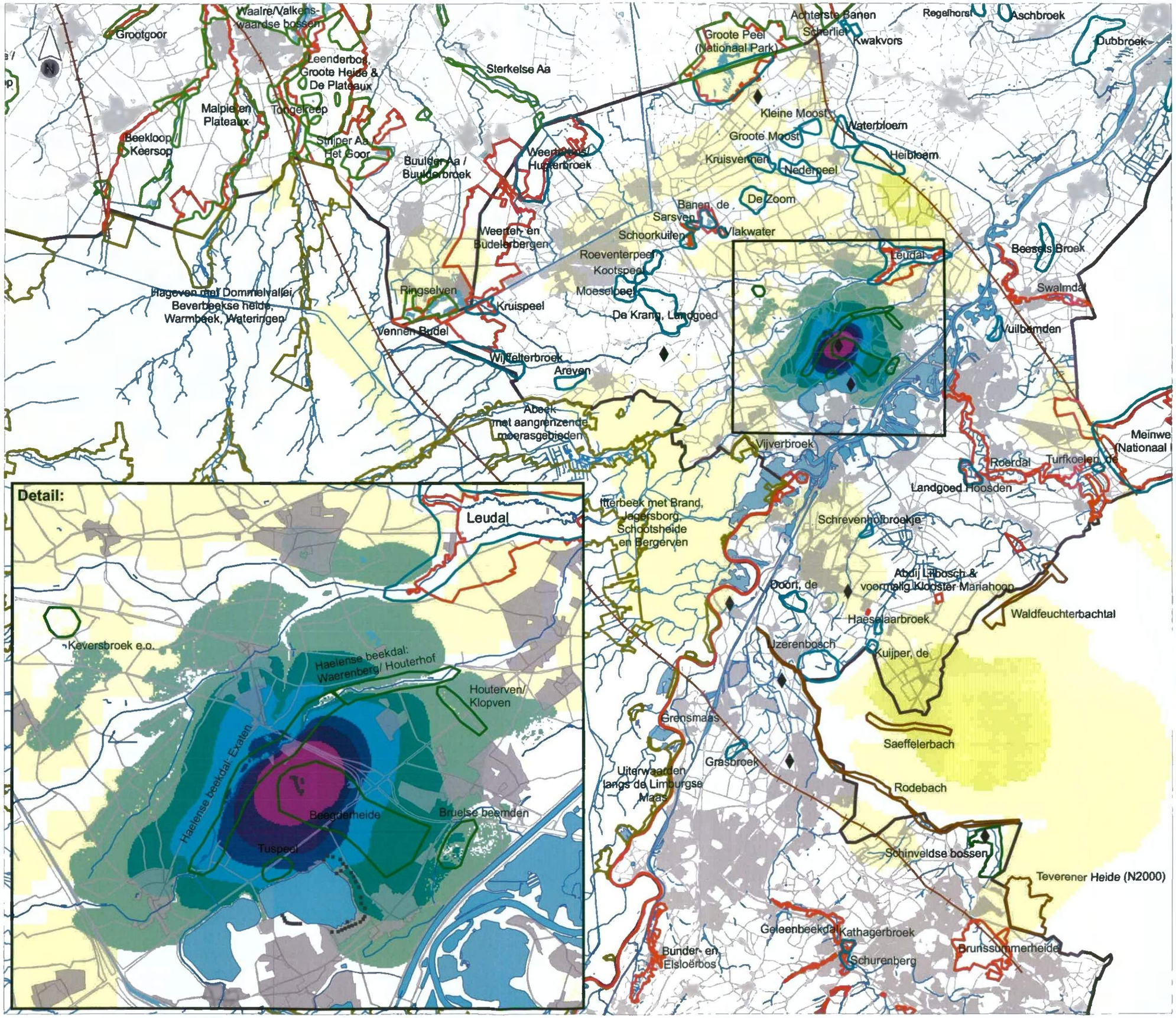
Opdrachtgever:
WML

Datum:	Schaal:
30-03-2011	1:190000

Figuur:
2

ROYAL HASKONING
HASKONING NEDERLAND B.V. IS A COMPANY OF ROYAL HASKONING

I:\9W0258\Technical_Data\VrcGIS\mxd\alternatieven\001_alt1_bovengrens_20110330.mxd



Legenda

- Natura2000 Nederland
- Natura 2000 Belgie
- Top gebied (globale begrenzing)
- Natte Natuurparels (globale begrenzing)
- Overige natuurgebieden (globale begrenzing)
- Natuur Duitsland (globale begrenzing)
- WML pompstations in Roerdalslenk
- Waterlopen
- Plassen
- Breuken
- Kader detail

Grondwaterstandseffect (m)

- < -2.5
- -2.5 - -2
- -2.0 - -1.0
- -1.0 - -0.5
- -0.5 - -0.3
- -0.3 - -0.2
- -0.2 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - -0.01
- geen effect
- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- 1.0 - 2.0

Titel:
Grondwaterstandseffect Alternatief 2 ondergrens

Project:
9W0258 MER Backup WPH

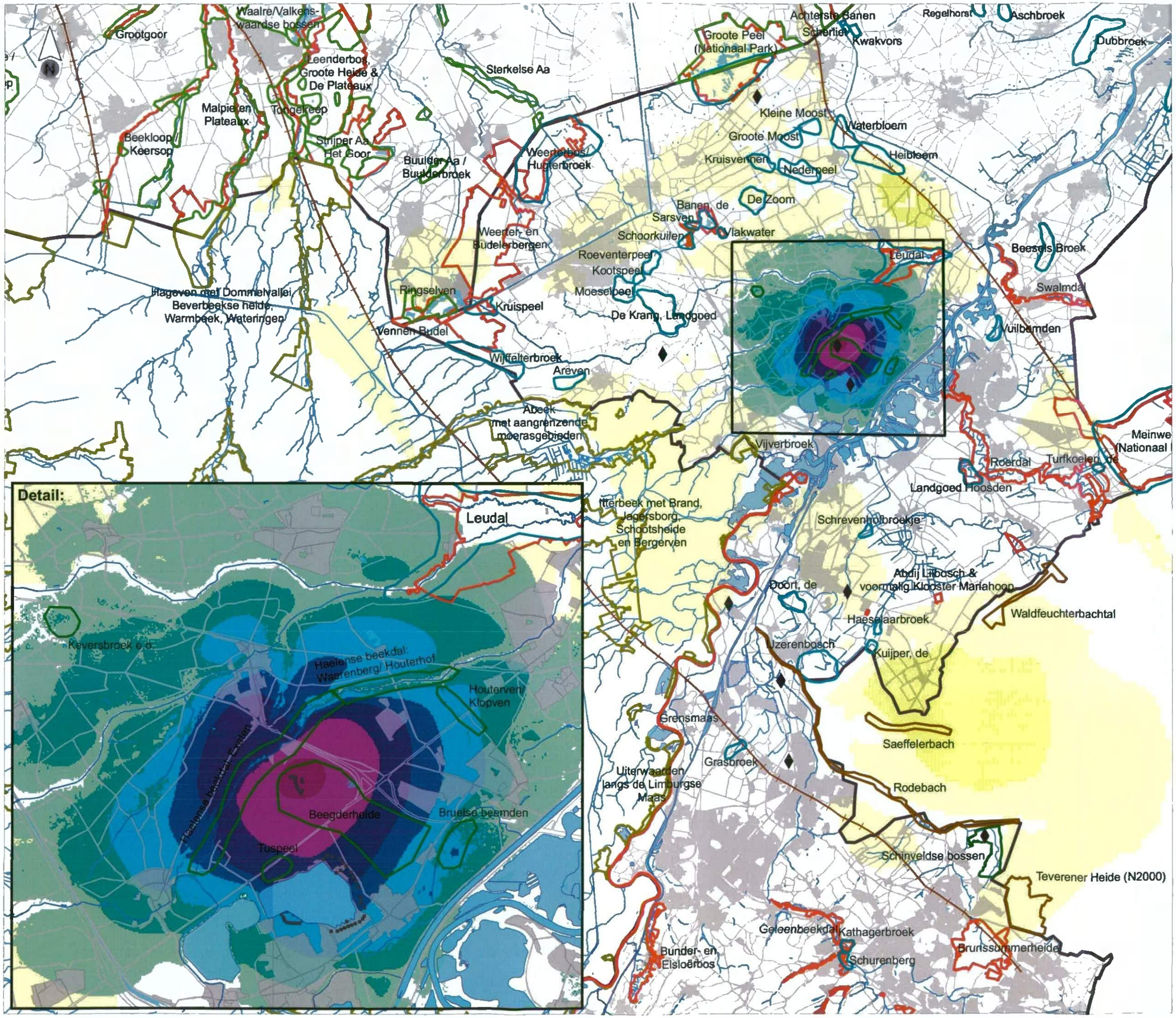
Opdrachtgever:
WML

Datum:	Schaal:
30-03-2011	1:190000

Figuur:
3

ROYAL HASKONING
HASKONING NEDERLAND B.V. IS A COMPANY OF ROYAL HASKONING

L:\9W0258\Technical_Data\ArcGIS\mxd\alternatieven\003_alt2_ondergrens_20110330.mxd



Legenda

- Natura2000 Nederland
- Natura 2000 Belgie
- Top gebied (globale begrenzing)
- Natte Natuurparels (globale begrenzing)
- Overige natuurgebieden (globale begrenzing)
- Natuur Duitsland (globale begrenzing)
- WML pompstations in Roerdalslenk
- Waterlopen
- Plassen
- Breuken
- Kader detail

Grondwaterstandseffect (m)

- < -2.5
- -2.5 - -2
- -2.0 - -1.0
- -1.0 - -0.5
- -0.5 - -0.3
- -0.3 - -0.2
- -0.2 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - -0.01
- geen effect
- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- 1.0 - 2.0

Titel:
Grondwaterstandseffect Alternatief 2 bovengrens

Project:
9W0258 MER Backup WPH

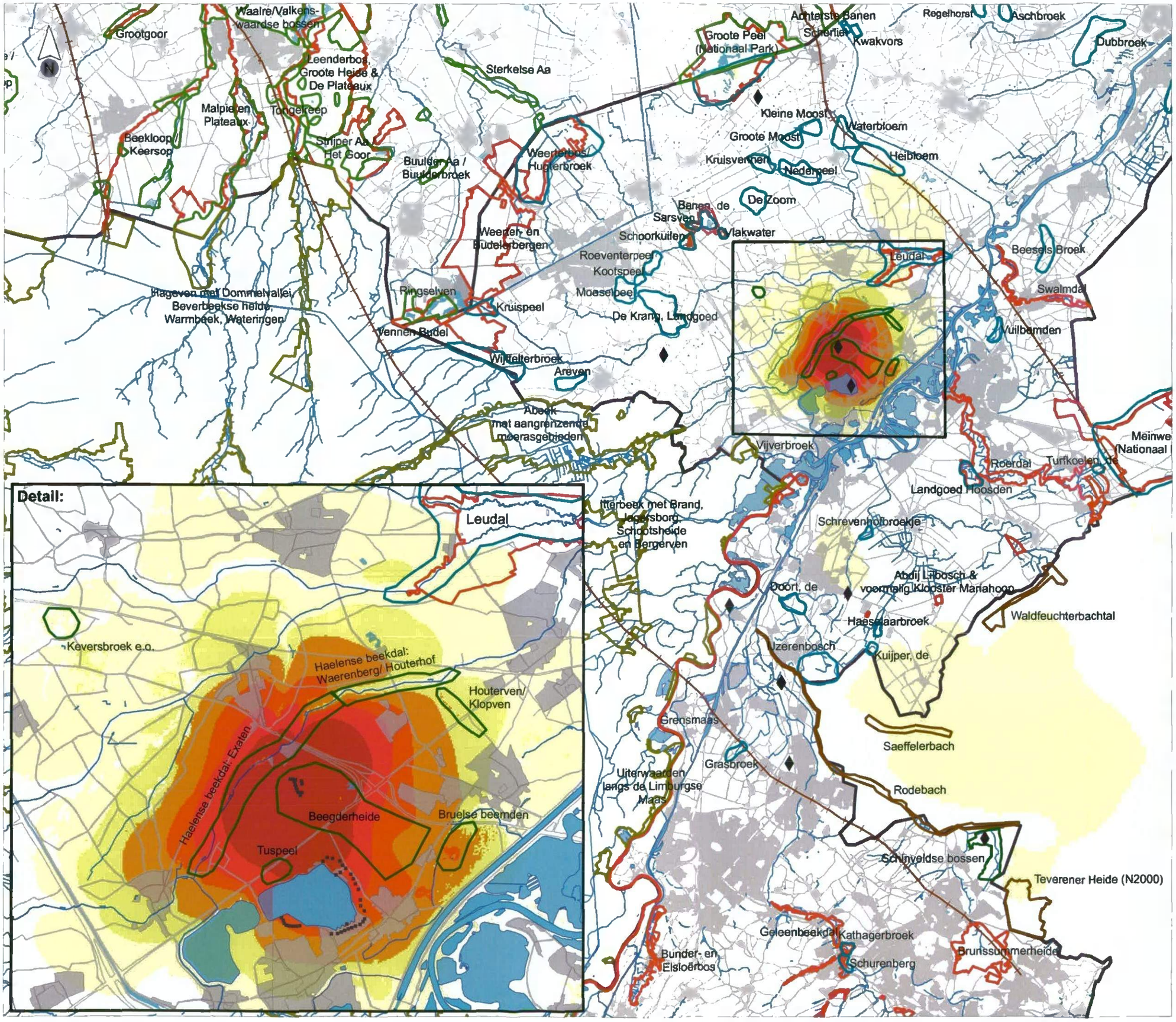
Opdrachtgever:
WML

Datum:	Schaal:
30-03-2011	1:190000

Figuur:
4

ROYAL HASKONING
HASKONING NEDERLAND B.V. IS A COMPANY OF ROYAL HASKONING

I:\9W0258\Technical_Data\ArcGIS\Grondwaterstanden\004_alt2_bovengrens_20110330.mxd



Legenda

- Natura2000 Nederland
- Natura 2000 Belgie
- Top gebied (globale begrenzing)
- Natte Natuurparels (globale begrenzing)
- Overige natuurgebieden (globale begrenzing)
- Natuur Duitsland (globale begrenzing)
- WML pompstations in Roerdalslenk
- Waterlopen
- Plassen
- Breuken
- Kader detail

Grondwaterstandseffect (m)

- < -2.5
- -2.5 - -2
- -2.0 - -1.0
- -1.0 - -0.5
- -0.5 - -0.3
- -0.3 - -0.2
- -0.2 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - -0.01
- geen effect
- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- 1.0 - 2.0

Titel:
Grondwaterstandseffect Alternatief 3 ondergrens

Project:
9W0258 MER Backup WPH

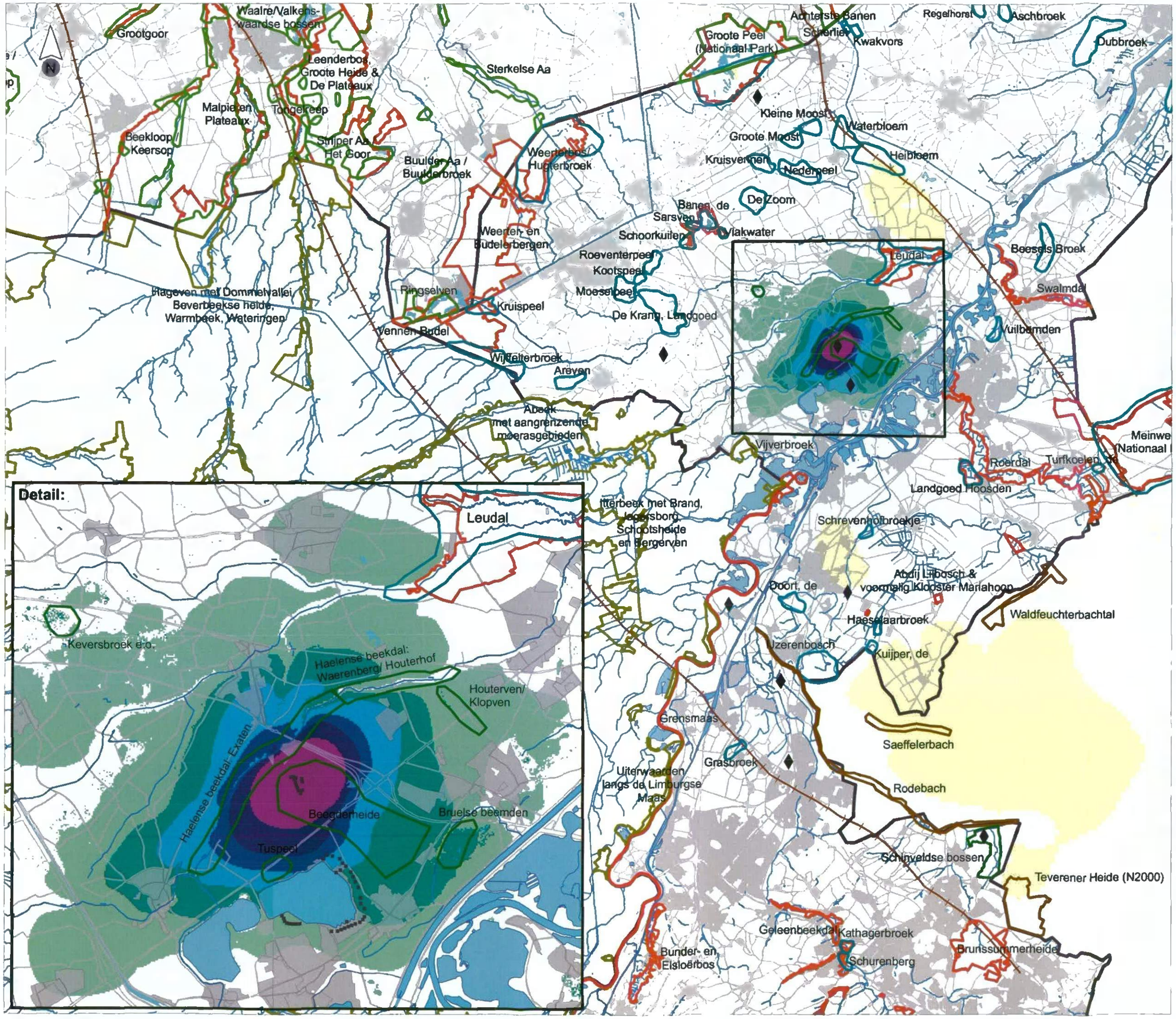
Opdrachtgever:
WML

Datum:	Schaal:
30-03-2011	1:190000

Figuur:
5

ROYAL HASKONING
HASKONING NEDERLAND B.V. IS A COMPANY OF ROYAL HASKONING

L:\9W0258\Technical_Data\ArcGIS\mxd\alternatieven\005_alt3_ondergrens_20110330.mxd



Legenda

- Natura2000 Nederland
- Natura 2000 Belgie
- Top gebied (globale begrenzing)
- Natte Natuurparels (globale begrenzing)
- Overige natuurgebieden (globale begrenzing)
- Natuur Duitsland (globale begrenzing)
- WML pompstations in Roerdalslenk
- Waterlopen
- Plassen
- Breuken
- Kader detail

Grondwaterstandseffect (m)

- < -2.5
- -2.5 - -2
- -2.0 - -1.0
- -1.0 - -0.5
- -0.5 - -0.3
- -0.3 - -0.2
- -0.2 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - -0.01
- geen effect
- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- 1.0 - 2.0

Titel:
Grondwaterstandseffect Alternatief 3 bovengrens

Project:
9W0258 MER Backup WPH

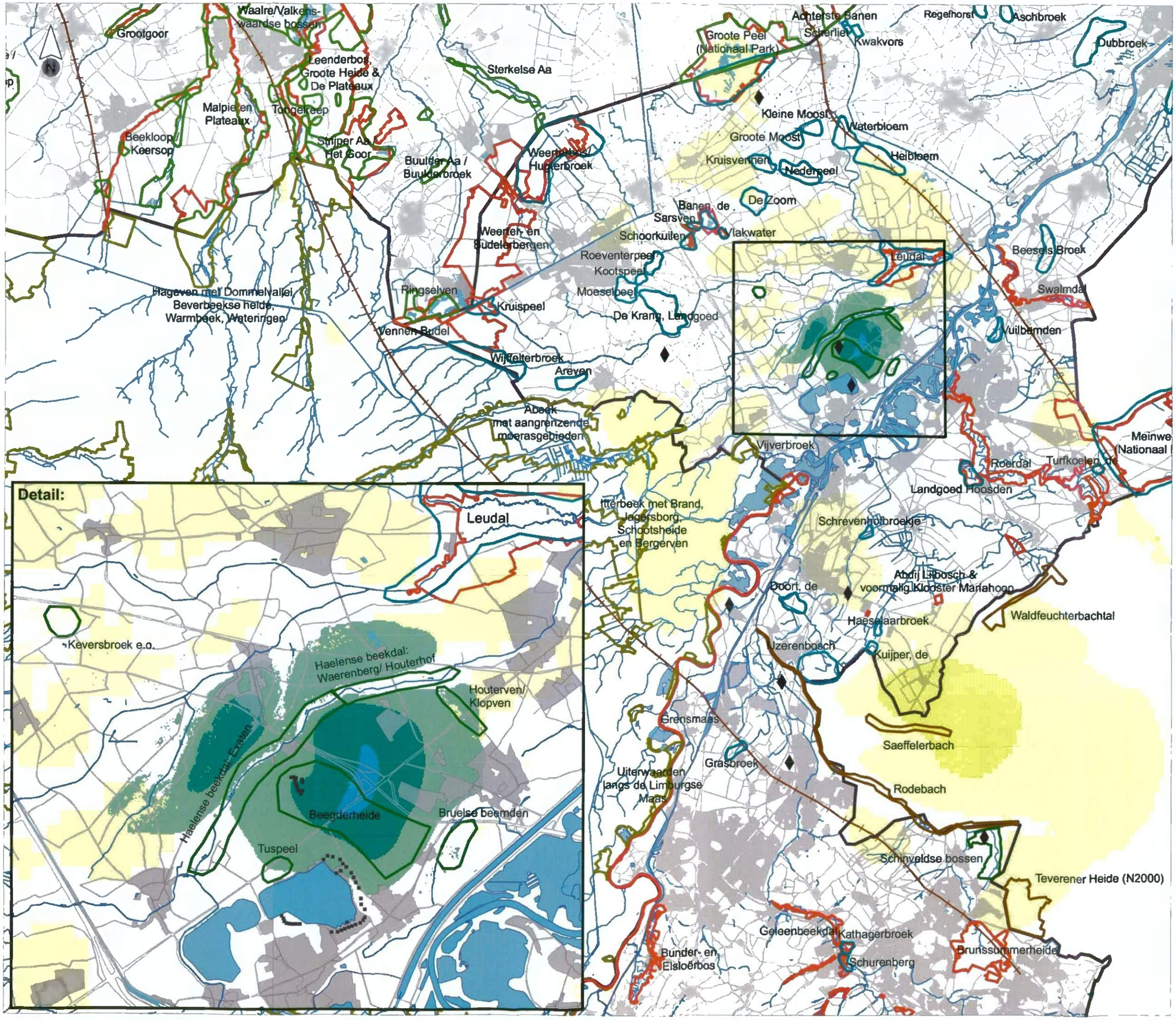
Opdrachtgever:
WML

Datum:	Schaal:
30-03-2011	1:190000

Figuur:
6

ROYAL HASKONING
HASKONING NEDERLAND B.V. IS A COMPANY OF ROYAL HASKONING

I:\9W0258\Technical_Data\ArcGIS\mxd\alternatieven\006_alt3_bovengrens_20110330.mxd



Legenda

- Natura2000 Nederland
- Natura 2000 Belgie
- Top gebied (globale begrenzing)
- Natte Natuurparels (globale begrenzing)
- Overige natuurgebieden (globale begrenzing)
- Natuur Duitsland (globale begrenzing)
- WML pompstations in Roerdalslenk
- Waterlopen
- Plassen
- Breuken
- Kader detail

Grondwaterstandseffect (m)

- < -2.5
- -2.5 - -2
- -2.0 - -1.0
- -1.0 - -0.5
- -0.5 - -0.3
- -0.3 - -0.2
- -0.2 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - -0.01
- geen effect
- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- 1.0 - 2.0

Titel:
Grondwaterstandseffect Alternatief 4 ondergrens

Project:
9W0258 MER Backup WPH

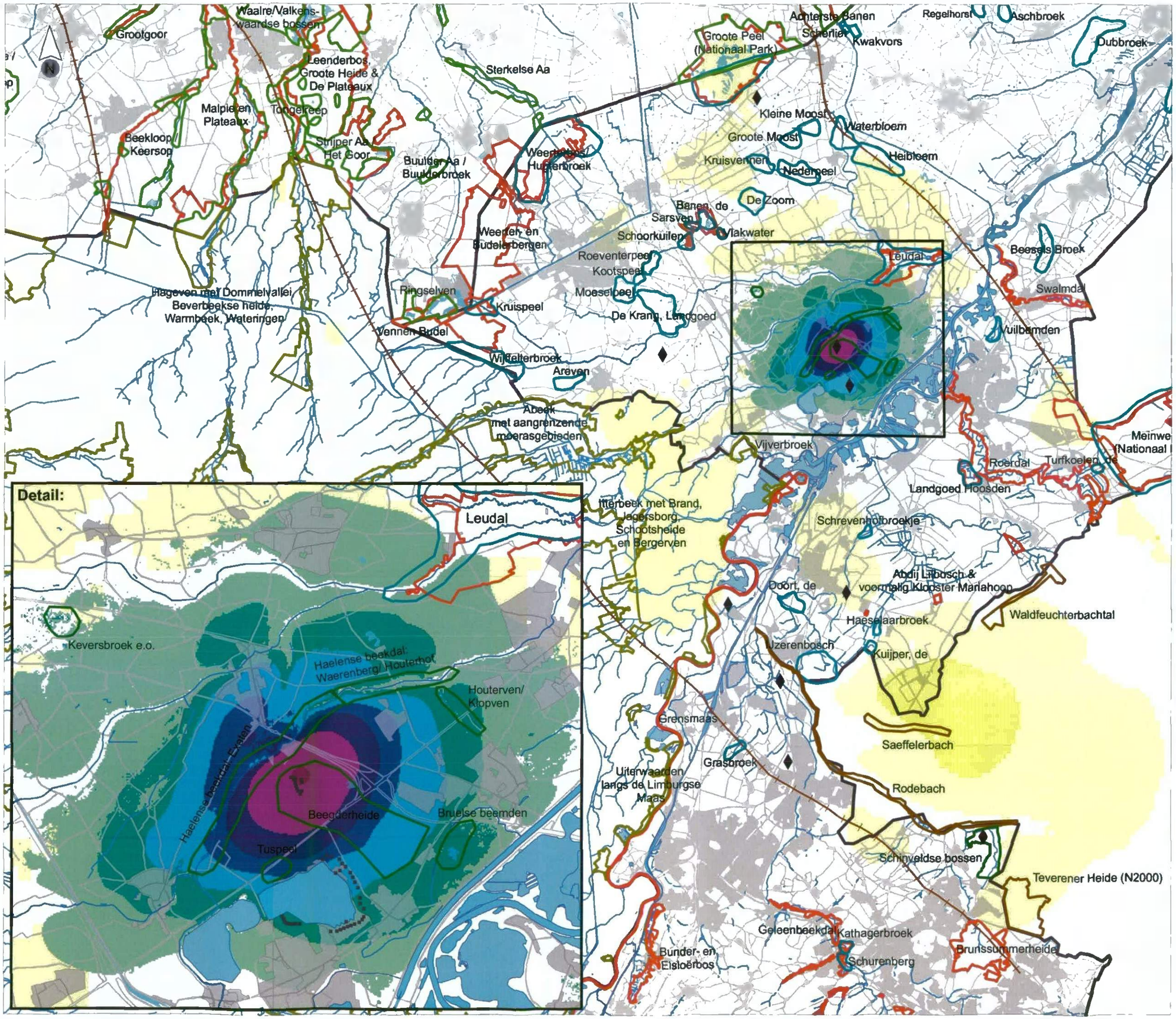
Opdrachtgever:
WML

Datum:	Schaal:
30-03-2011	1:190000

Figuur:
7

ROYAL HASKONING
HASKONING NEDERLAND B.V. IS A COMPANY OF ROYAL HASKONING

I:\9W0258\Technical_Data\ArcGIS\mxd\alternatieven\007_alt4_ondergrens_20110330.mxd



Legenda

- Natura2000 Nederland
- Natura 2000 Belgie
- Top gebied (globale begrenzing)
- Natte Natuurparels (globale begrenzing)
- Overige natuurgebieden (globale begrenzing)
- Natuur Duitsland (globale begrenzing)
- WML pompstations in Roerdalslenk
- Waterlopen
- Plassen
- Breuken
- Kader detail

Grondwaterstandseffect (m)

- < -2.5
- -2.5 - -2
- -2.0 - -1.0
- -1.0 - -0.5
- -0.5 - -0.3
- -0.3 - -0.2
- -0.2 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - -0.01
- geen effect
- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- 1.0 - 2.0

Titel:
Grondwaterstandseffect Alternatief 4 bovengrens

Project:
9W0258 MER Backup WPH

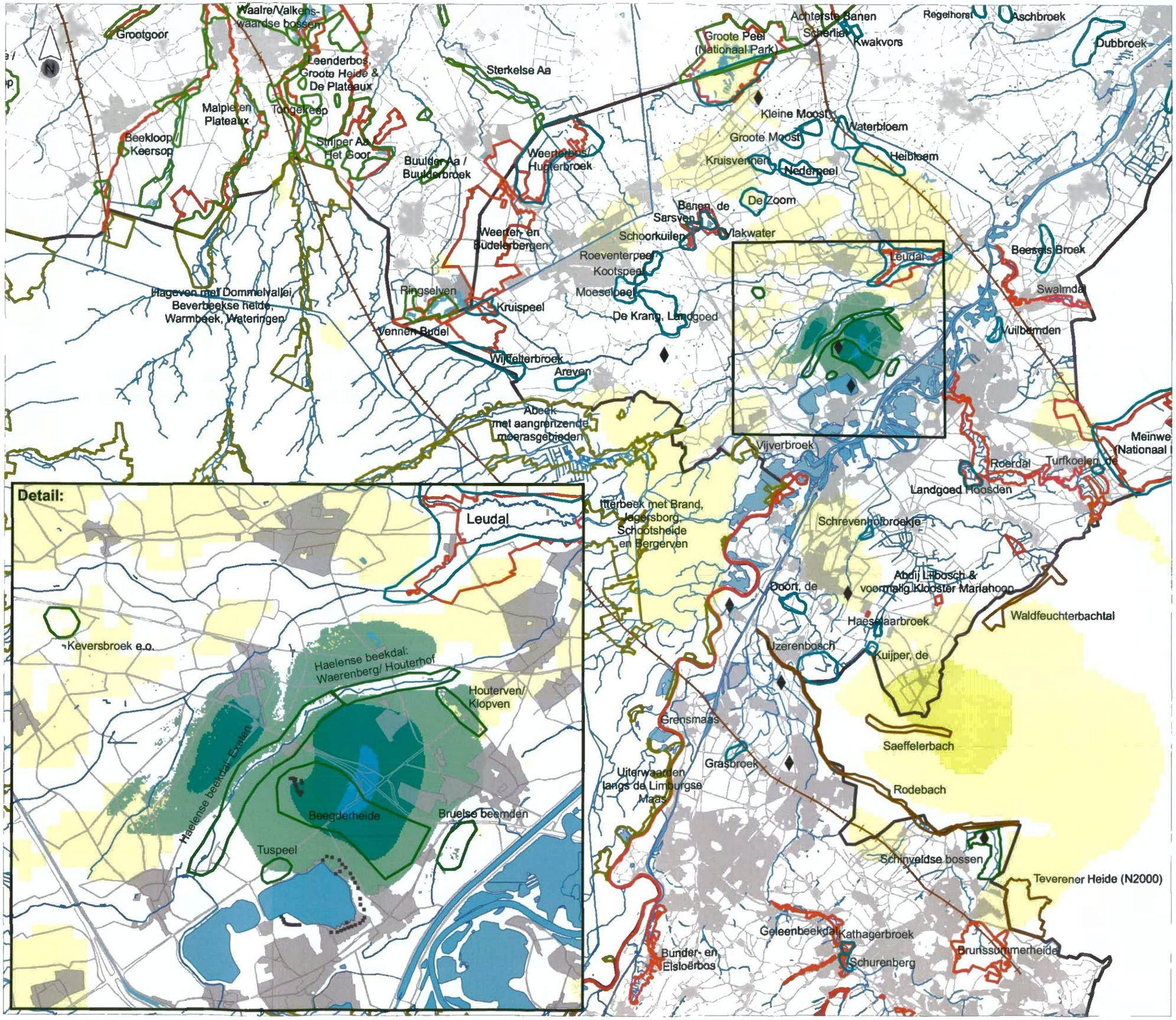
Opdrachtgever:
WML

Datum:	Schaal:
30-03-2011	1:190000

Figuur:
8

ROYAL HASKONING
HASKONING NEDERLAND B.V. IS A COMPANY OF ROYAL HASKONING

I:\9W0258\Technical_Data\ArcGIS\mad\alternatieven\008_alt4_bovengrens_20110330.mxd



Legenda

- Natura2000 Nederland
- Natura 2000 Belgie
- Top gebied (globale begrenzing)
- Natte Natuurparels (globale begrenzing)
- Overige natuurgebieden (globale begrenzing)
- Natuur Duitsland (globale begrenzing)
- WML pompstations in Roerdalslenk
- Waterlopen
- Plassen
- Breuken
- Kader detail

Grondwaterstandseffect (m)

- < -2.5
- -2.5 - -2
- -2.0 - -1.0
- -1.0 - -0.5
- -0.5 - -0.3
- -0.3 - -0.2
- -0.2 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - -0.01
- geen effect
- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- 1.0 - 2.0

Titel:
Grondwaterstandseffect Alternatief 5 ondergrens

Project:
9W0258 MER Backup WPH

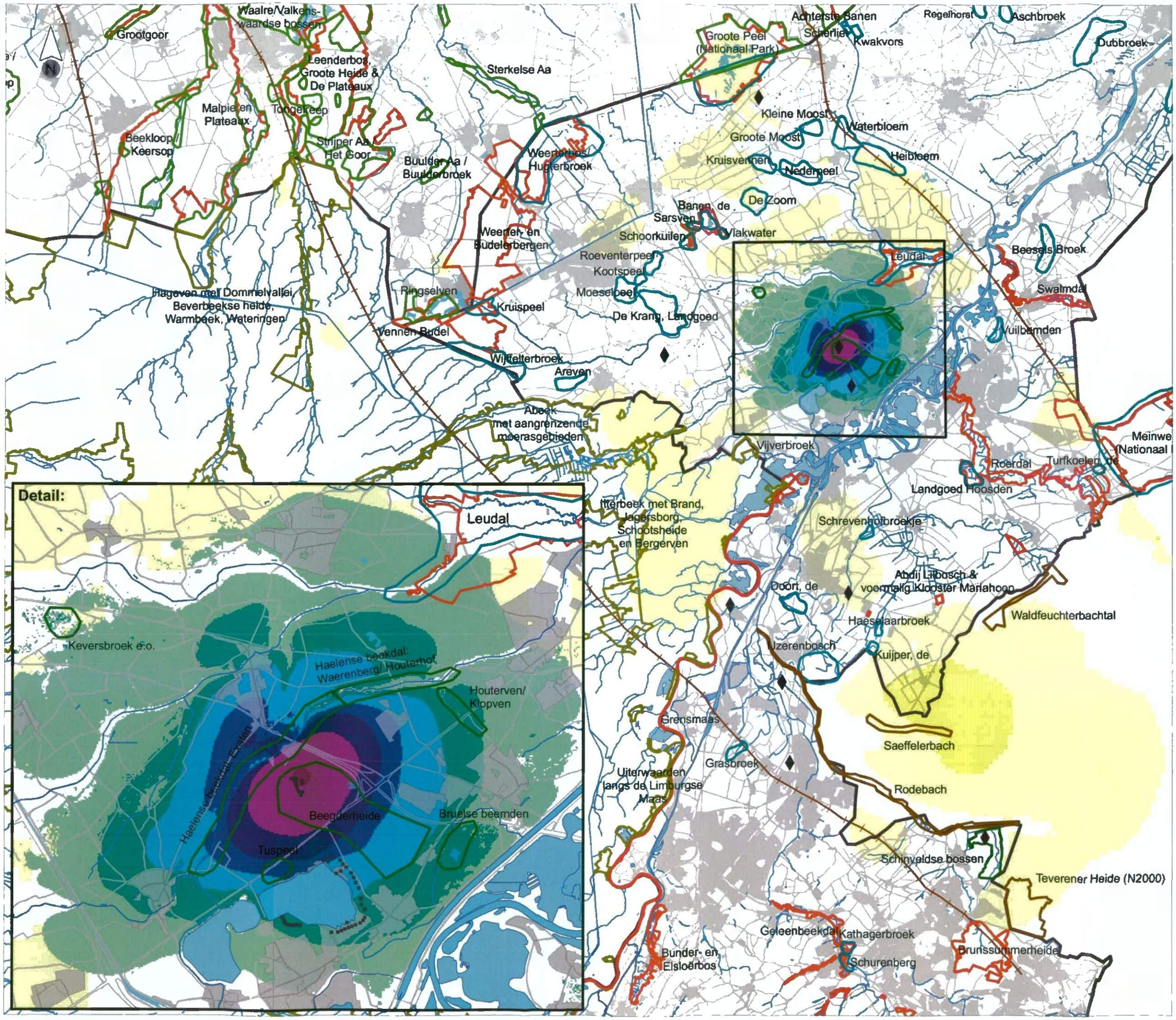
Opdrachtgever:
WML

Datum:	Schaal:
30-03-2011	1:190000

Figuur:
9

ROYAL HASKONING
HASKONING NEDERLAND B.V. IS A COMPANY OF ROYAL HASKONING

I:\9W0258\Technical_Data\ArcGIS\mod\alternatieven\009_alt5_ondergrens_20110330.mxd



Legenda

- Natura2000 Nederland
- Natura 2000 Belgie
- Top gebied (globale begrenzing)
- Natte Natuurparels (globale begrenzing)
- Overige natuurgebieden (globale begrenzing)
- Natuur Duitsland (globale begrenzing)
- WML pompstations in Roerdalslenk
- Waterlopen
- Plassen
- Breuken
- Kader detail

Grondwaterstandseffect (m)

- < -2.5
- -2.5 - -2
- -2.0 - -1.0
- -1.0 - -0.5
- -0.5 - -0.3
- -0.3 - -0.2
- -0.2 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - -0.01
- geen effect
- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- 1.0 - 2.0

Titel:
Grondwaterstandseffect Alternatief 5 bovengrens

Project:
9W0258 MER Backup WPH

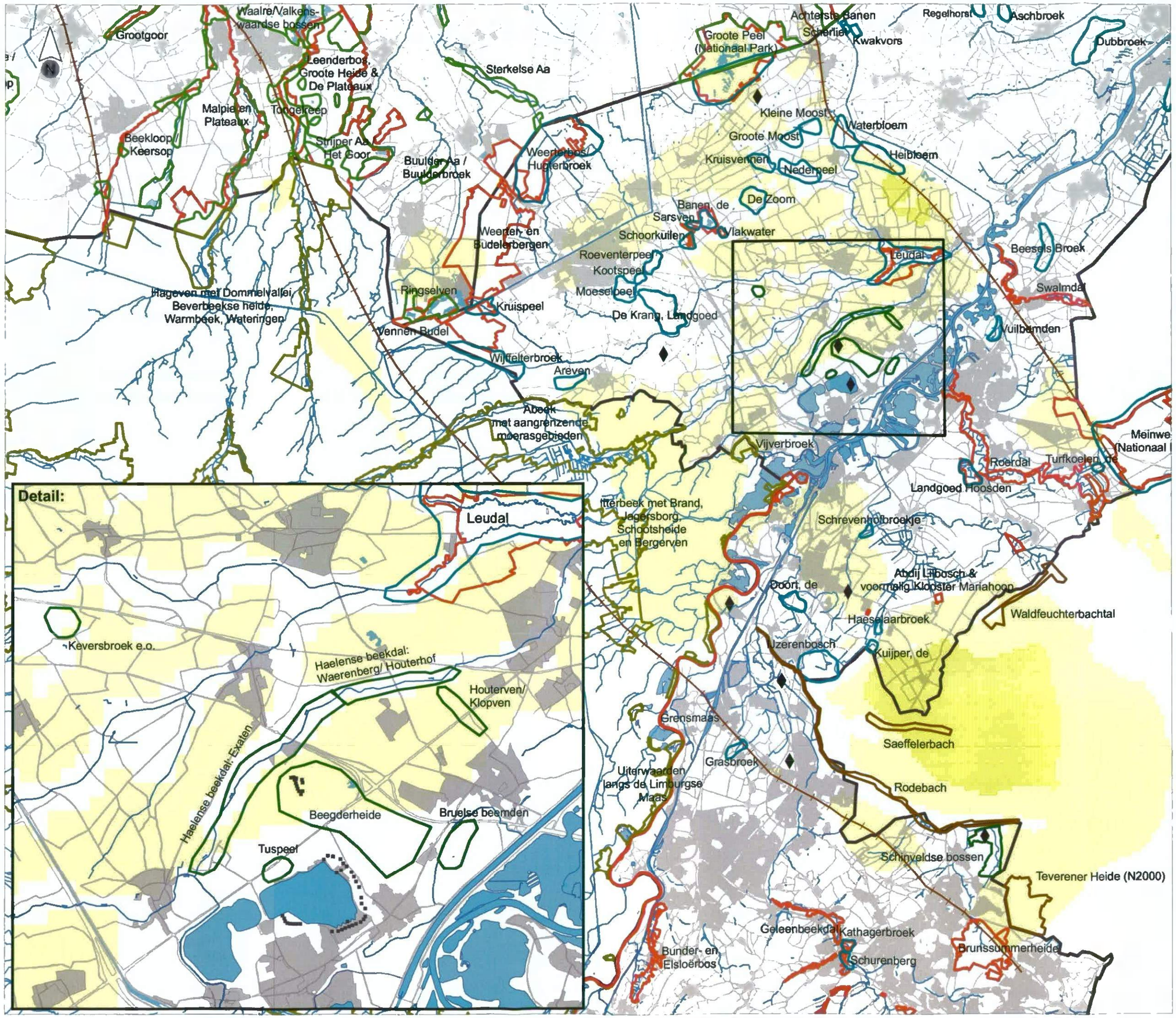
Opdrachtgever:
WML

Datum:	Schaal:
30-03-2011	1:190000

Figuur:
10

ROYAL HASKONING
HASKONING NEDERLAND B.V. IS A COMPANY OF ROYAL HASKONING

I:\9W0258\Technical_Data\ArcGIS\mapfiletalternatieven\010_alt5_bovengrens_20110330.mxd



Titel:
Grondwaterstandseffect Alternatief 1 met PS Beegden

Project:
9W0258 MER Backup WPH

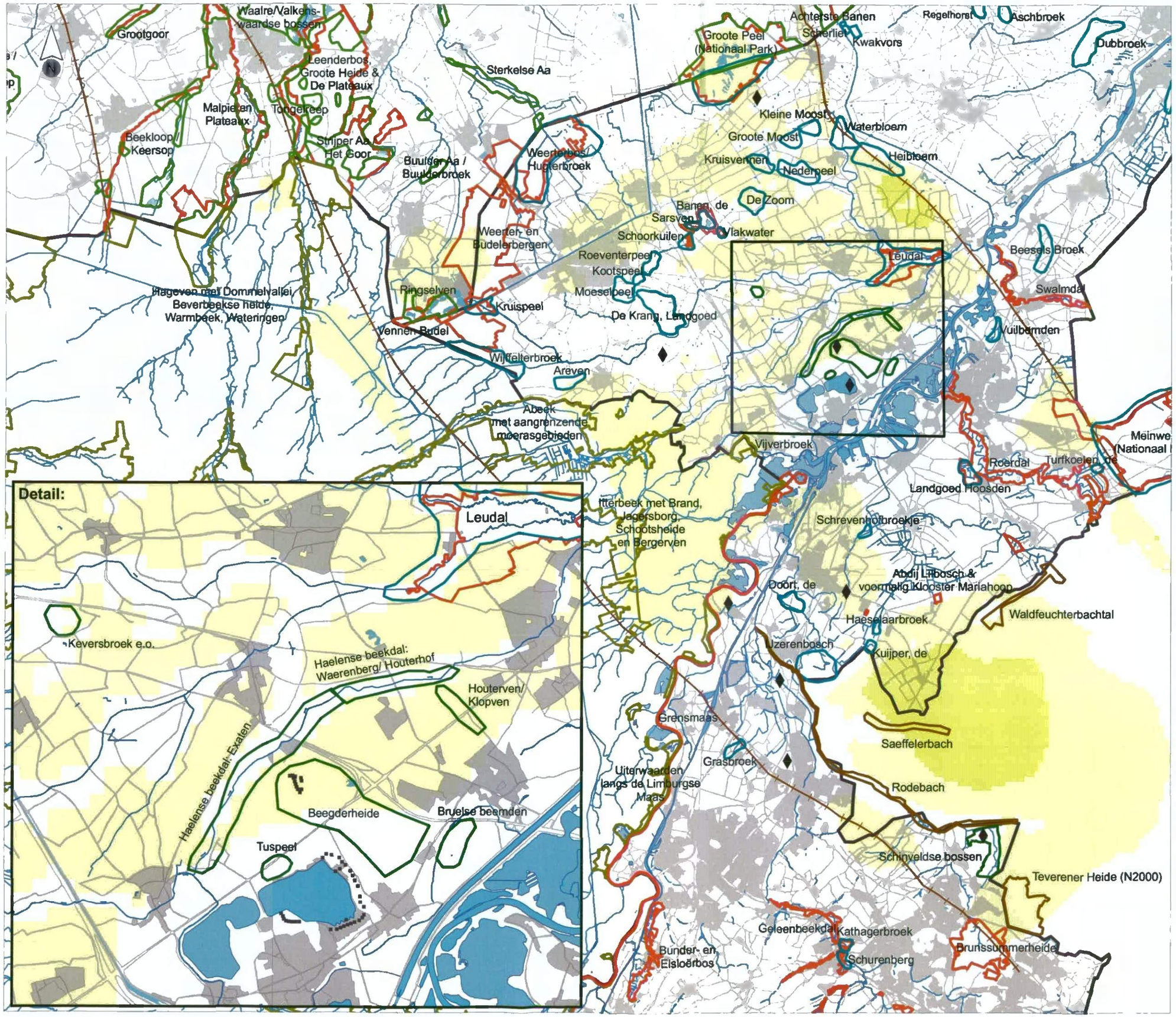
Opdrachtgever:
WML

Datum:	Schaal:
30-03-2011	1:190000

Figuur:
11

ROYAL HASKONING
HASKONING NEDERLAND B.V. IS A COMPANY OF ROYAL HASKONING

L:\9W0258\Technical_Data\ArcGIS\nuwhaterna\ten\011_alt1_20110330.mxd



Legenda

- Natura2000 Nederland
- Natura 2000 België
- Top gebied (globale begrenzing)
- Natte Natuurparels (globale begrenzing)
- Overige natuurgebieden (globale begrenzing)
- Natuur Duitsland (globale begrenzing)
- WML pompstations in Roerdalslenk
- Waterlopen
- Plassen
- Breuken
- Kader detail

Grondwaterstandseffect (m)

- < -2.5
- -2.5 - -2
- -2.0 - -1.0
- -1.0 - -0.5
- -0.5 - -0.3
- -0.3 - -0.2
- -0.2 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - -0.01
- geen effect
- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- 1.0 - 2.0

Titel:
Grondwaterstandseffect Alternatief 2 met PS Beegden

Project:
9W0258 MER Backup WPH

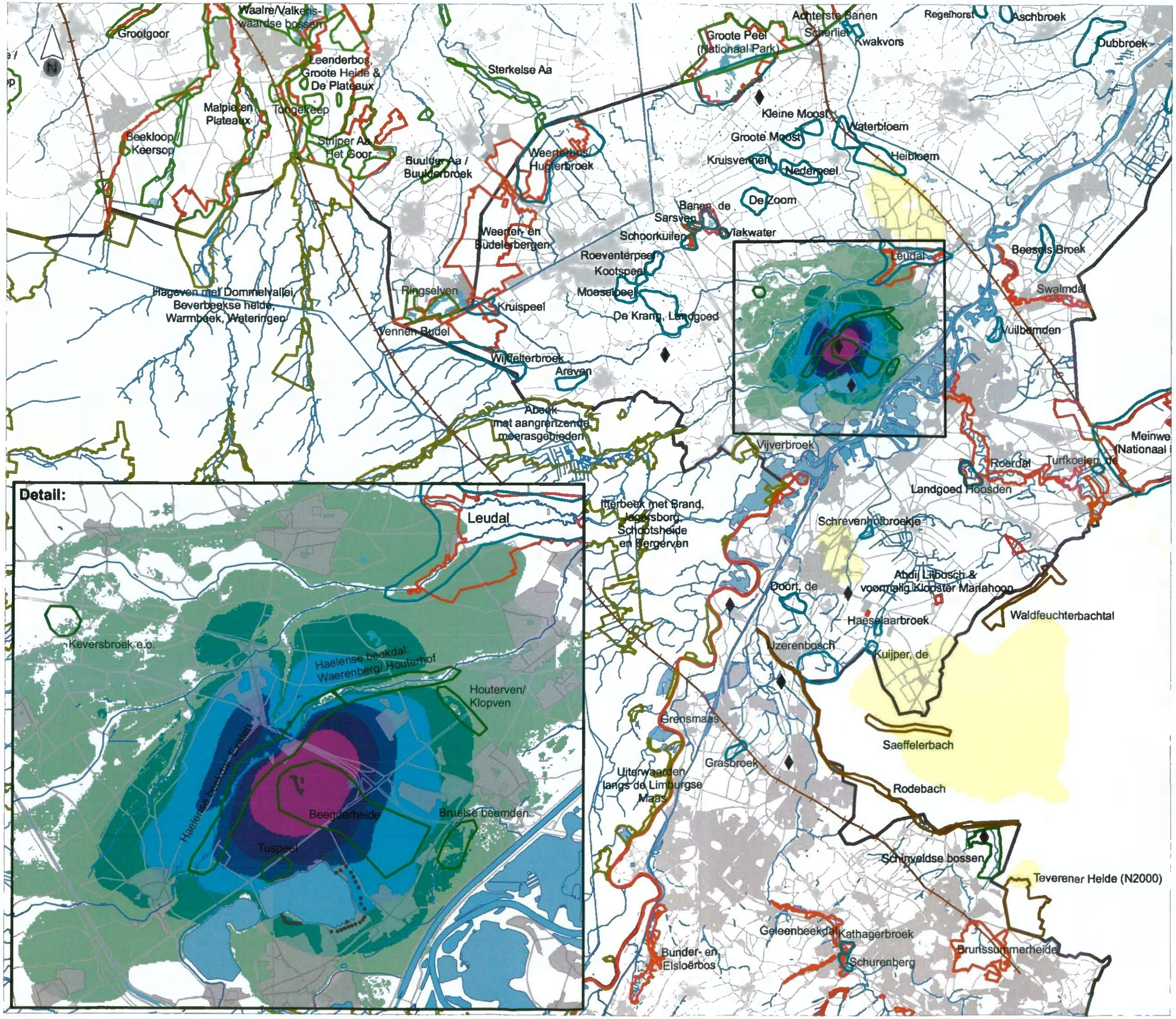
Opdrachtgever:
WML

Datum:	Schaal:
30-03-2011	1:190000

Figuur:
12

ROYAL HASKONING
HASKONING NEDERLAND B.V. IS A COMPANY OF ROYAL HASKONING

I:\9W0258\Technical_Data\ArcGIS\mxd\alternatieven\012_alt2_20110330.mxd



Titel:
Grondwaterstandseffect MMA ondergrens

Project:
9W0258 MER Backup WPH

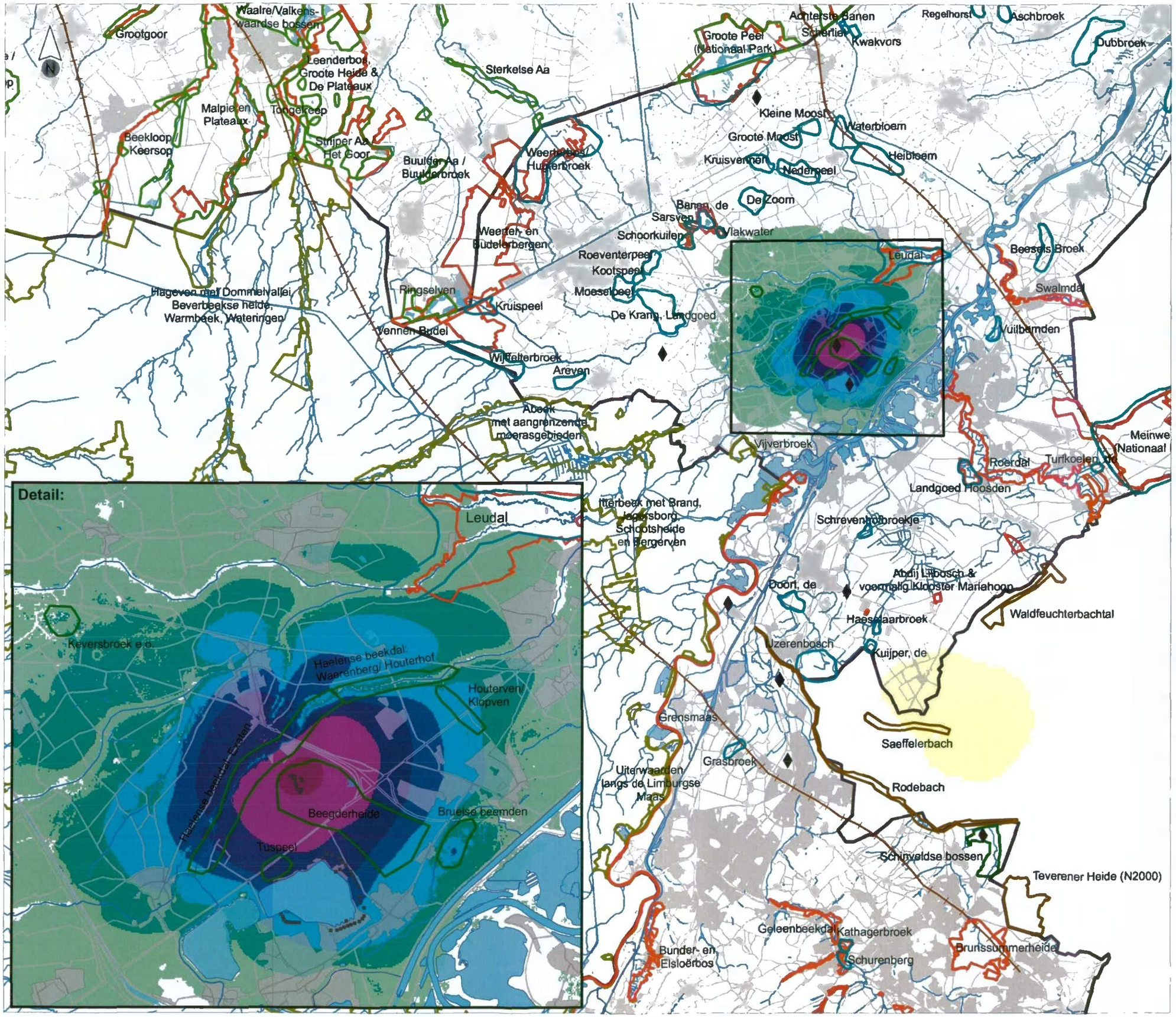
Opdrachtgever:
WML

Datum:	Schaal:
30-03-2011	1:190000

Figuur:
13

ROYAL HASKONING
HASKONING NEDERLAND B.V. IS A COMPANY OF ROYAL HASKONING

I:\9W0258\Technical_Data\ArcGIS\machtiemaatlijven\013_alt18_ondergrens_20110330.mxd



Legenda

- Natura2000 Nederland
- Natura 2000 Belgie
- Top gebied (globale begrenzing)
- Natte Natuurparels (globale begrenzing)
- Overige natuurgebieden (globale begrenzing)
- Natuur Duitsland (globale begrenzing)
- WML pompstations in Roerdalslenk
- Waterlopen
- Plassen
- Breuken
- Kader detail

Grondwaterstandseffect (m)

- < -2.5
- -2.5 - -2
- -2.0 - -1.0
- -1.0 - -0.5
- -0.5 - -0.3
- -0.3 - -0.2
- -0.2 - -0.1
- -0.1 - -0.05
- -0.05 - -0.01
- geen effect
- 0.01 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- 1.0 - 2.0

Titel:
Grondwaterstandseffect MMA bovengrens

Project:
9W0258 MER Backup WPH

Opdrachtgever:
WML

Datum:	Schaal:
30-03-2011	1:190000

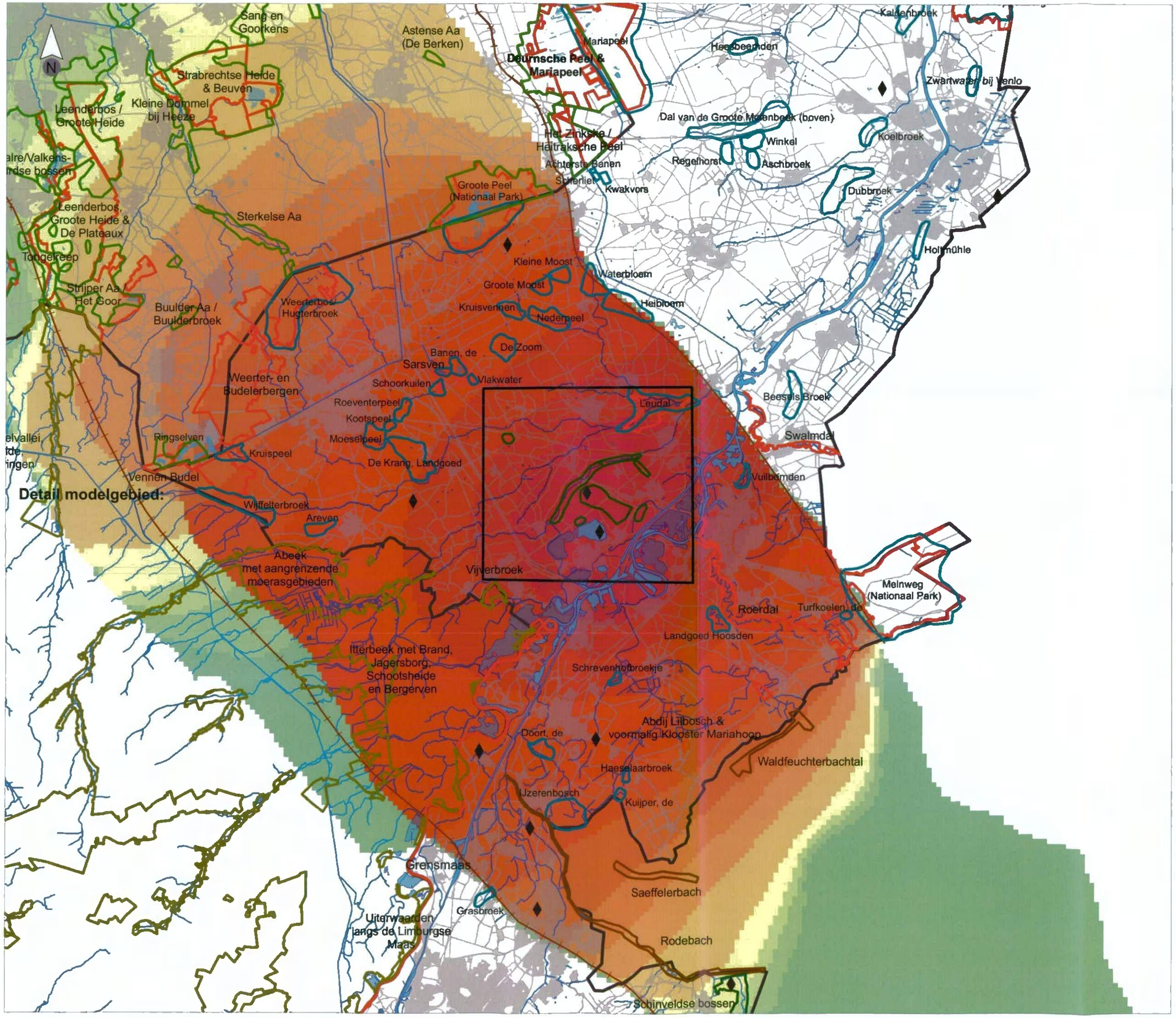
Figuur:
14

ROYAL HASKONING
HASKONING NEDERLAND B.V. IS A COMPANY OF ROYAL HASKONING

i:\9W0258\Technical_Data\ArcGIS\mxd\alternatieven\014_alt16_bovengrens_20110330.mxd

ROYAL HASKONING

Bijlage 3
Stijghoogte-effecten diep alternatief 1



Titel:
Grondwaterstandseffect Alternatief 1 ondergrens diep

Project:
9W0258 MER Backup WPH

Opdrachtgever:
WML

Datum:	Schaal:
30-03-2011	1:190000

Figuur:
1

ROYAL HASKONING
HASKONING NEDERLAND B.V. IS A COMPANY OF ROYAL HASKONING

I:\9W0258\Technical_Data\ArcGIS\mud\alternatieven\001_alt1_diep_ondergrens_20110330.mxd