

Milieu-effectrapport Grensmaas 2003

Grondwater



INHOUD

1	Inleiding en beschrijving alternatieven.....	10
1.1	<i>Achtergrond en doel Grensmaasproject</i>	<i>10</i>
1.2	<i>Deelonderzoek grondwater</i>	<i>11</i>
1.3	<i>Omschrijving alternatieven.....</i>	<i>12</i>
2	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	14
2.1	<i>Inleiding</i>	<i>14</i>
2.2	<i>Huidige situatie</i>	<i>14</i>
2.2.1	<i>Ondergrond van de Maasvallei</i>	<i>14</i>
2.2.1.1	<i>Geologie</i>	<i>14</i>
2.2.1.2	<i>Geomorfologie</i>	<i>18</i>
2.2.1.3	<i>Geohydrologische schematisatie</i>	<i>19</i>
2.2.2	<i>Grondwaterstanden</i>	<i>21</i>
2.2.3	<i>Grondwatersystemen</i>	<i>22</i>
2.2.4	<i>Grondwaterkwaliteit</i>	<i>24</i>
2.2.5	<i>Drinkwaterwinning uit grondwater</i>	<i>27</i>
2.3	<i>Autonome ontwikkeling</i>	<i>29</i>
3	Grondwatermodellering.....	31
3.1	<i>Inleiding en doel modellering</i>	<i>31</i>
3.2	<i>Veranderingen ten opzichte van modellering MER 1998</i>	<i>31</i>
3.3	<i>Opzet modellering</i>	<i>32</i>
3.4	<i>Nulalternatief</i>	<i>33</i>
3.5	<i>Modelgebied</i>	<i>33</i>
3.6	<i>Geohydrologische laagopbouw en invoerparameters</i>	<i>35</i>
3.7	<i>Randvoorwaarden</i>	<i>35</i>
3.7.1	<i>Invoer van Maaswaterstanden</i>	<i>36</i>
3.7.2	<i>Grondwateraanvulling uit neerslag</i>	<i>37</i>
3.8	<i>Overige modelinvoerparameters</i>	<i>38</i>
3.9	<i>IJking van het model</i>	<i>41</i>
3.10	<i>Gevoeligheidsanalyse en bandbreedte in de berekende effecten</i>	<i>42</i>
3.11	<i>Analyse van de grondwatereffecten met het grondwatermodel</i>	<i>44</i>



4	Beoordelingscriteria onderdeel grondwater	47
4.1	<i>Beoordelingscriteria</i>	47
5	Effectbeschrijving	50
5.1	<i>Veranderingen grondwaterstanden t.g.v. voorkeursalternatief 2003</i>	50
5.1.1	Grondwaterstandverlaging	50
5.1.2	Grondwaterstandverhoging	51
5.1.3	Bandbreedte	52
5.1.4	Effecten nabij Meers	53
5.2	<i>Infiltratie benedenloop van beken</i>	55
5.2.1	Methodiek	55
5.2.2	Effecten en vergelijking alternatieven	55
5.3	<i>Grondwaterkwaliteit</i>	56
5.3.1	Verandering grondwaterkwaliteit door verschuiving grondwatersystemen (macrochemie)	56
5.3.1.1	Methodiek	56
5.3.1.2	Effecten en vergelijking alternatieven	57
5.3.2	Denitrificatie	58
5.3.2.1	Methodiek	58
5.3.2.2	Effecten en vergelijking alternatieven	58
5.4	<i>Verspreiding puntverontreinigingen</i>	59
5.4.1	Methodiek	59
5.4.2	Effecten en vergelijking alternatieven	60
5.5	<i>Verdroging of vernatting van bestaande natuurgebieden</i>	61
5.5.1	Methodiek	61
5.5.2	Effecten en vergelijking alternatieven	63
5.6	<i>Landbouwschade door vernatting of verdroging</i>	64
5.6.1	Methodiek	64
5.6.2	Effecten en vergelijking alternatieven	66
5.7	<i>Drinkwaterwinning uit grondwater</i>	67
5.7.1	Methodiek	67
5.7.2	Effecten en vergelijking alternatieven	68
5.8	<i>Overlast door zettingschade of grondwater in de kelder</i>	70
5.8.1	Methodiek	70
5.8.2	Effecten en vergelijking alternatieven	71
5.9	<i>Eindbeoordeling</i>	72
5.10	<i>Mitigatie en compensatie</i>	74



6	Leemten in kennis.....	76
7	Literatuuroverzicht.....	77

Bijlagen

1	Overzicht ingreepgebieden voorkeursalternatief 2003
2	Statigrafische tabel
3.1	In grondwatermodel ingevoerde dikte grindpakket
3.2	In grondwatermodel ingevoerde dikte deklaag
4.1	Modelschematisatie en overzicht geohydrologische parameters
4.2	In grondwatermodel ingevoerde doorlatendheid grindpakket
5.1	Berekende gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) t.o.v. maaiveld in de huidige situatie
5.2	Berekende gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) t.o.v. maaiveld in de huidige situatie
6	Gebieden met kwel naar maaiveld en kleinere waterlopen (berekend voor huidige situatie)
7	Dwarsprofielen modelgebied
8	Locatie grondwaterafhankelijke natuurgebieden
9	Berekende verhanglijn bij een Maasafvoer van 60, 300 en 500 m³/s
10	Verloop van de Maasstand in een synthetisch gemiddeld jaar bij Maaskilometers 23, 35, 48 en 54
11	Berekende stijghoogte deklaag en afwijking t.o.v. gemeten stijghoogten (gemiddelden 1-8-1997 t/m 31-7-1998)
12	Berekende stijghoogten grindpakket en afwijkingen t.o.v. gemeten stijghoogten (gemiddelden 1-8-1997 t/m 31-7-1998)
13.1	Berekende verandering GHG ten gevolge van het voorkeursalternatief 2003
13.2	Berekende verandering GHG ten gevolge van de ontwerp-optie verhoging ontgravingsdiepte rivierverruiming +0,5m
13.3	Berekende verandering GHG ten gevolge van de ontwerp-optie verlaging ontgravingsdiepte rivierverruiming -0,5m
14.1	Berekende verandering GVG ten gevolge van het voorkeursalternatief 2003
14.2	Berekende verandering GVG ten gevolge van de ontwerp-optie verhoging ontgravingsdiepte rivierverruiming +0,5m
14.3	Berekende verandering GVG ten gevolge van de ontwerp-optie verlaging ontgravingsdiepte rivierverruiming -0,5m
15.1	Berekende verandering GHG ten gevolge van het voorkeursalternatief 2003
15.2	Berekende verandering GHG ten gevolge van de ontwerp-optie verhoging ontgravingsdiepte rivierverruiming +0,5m
15.3	Berekende verandering GHG ten gevolge van de ontwerp-optie verlaging ontgravingsdiepte rivierverruiming -0,5m
16	Bandbreedte in GHG bij uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 bij variatie kD (grind), c (Maas), S (grind en deklaag)
17	Bandbreedte in GBG bij uitvoering van de ontwerp-optie verhoging ontgravingsdiepte rivierverruiming +0,5m bij variatie kD(grind), c (Maas), S (grind en deklaag)
18	Bandbreedte in GBG bij uitvoering van de ontwerp-optie verlaging ontgravingsdiepte rivierverruiming -0,5m bij variatie kD(grind), c (Maas), S (grind en deklaag)
19	Verschuiving kwelgebieden t.g.v. het voorkeursalternatief 2003



20	Ecologische effecten t.g.v. het voorkeursalternatief 2003
21	Berekend verloop grondwaterstand droogtegevoelige natuurgebieden voor voorkeursalternatief 2003 en ontwerp-optie
22	Beschrijving ecologische effecten per natuurgebied
23	Totale schade bouwland (vernatting en verdroging) t.g.v. het voorkeursalternatief 2003
24	Totale schade grasland (vernatting en verdroging) t.g.v. het voorkeursalternatief 2003
25	Totale schade bouwland (vernatting en verdroging) t.g.v. de ontwerp-optie verhoging ontgravingsdiepte rivierverruiming +0.5m
26	Totale schade grasland (vernatting en verdroging) t.g.v. de ontwerp-optie verhoging ontgravingsdiepte rivierverruiming +0.5m
27	Totale schade bouwland (vernatting en verdroging) t.g.v. de ontwerp-optie verlaging ontgravingsdiepte rivierverruiming -0.5m
28	Totale schade grasland (vernatting en verdroging) t.g.v. de ontwerp-optie verlaging ontgravingsdiepte rivierverruiming -0.5m
29	Gebieden met GLG in de deklaag (huidige situatie)
30	Uitgangspunten zettingsberekeningen
31	Risico op grondwateroverlast bebouwd gebied t.g.v. voorkeursalternatief 2003
32	Risico op grondwateroverlast bebouwd gebied t.g.v. ontwerp-optie verhoging ontgravingsdiepte rivierverruiming +0.5m
33	Risico op grondwateroverlast bebouwd gebied t.g.v. ontwerp-optie verhoging ontgravingsdiepte rivierverruiming +0.5m



SAMENVATTING

Aanleiding en doelstelling Grensmaasproject

Voor het Grensmaasgebied is een plan opgesteld om door rivierverruiming en weerdverlaging de volgende drie doelen te bereiken:

- Beperking van de wateroverlast, waarbij uiterlijk in 2017 een beschermingsniveau van 1/250 bereikt dient te worden voor de door kades beschermde gebiedsdelen.
- Grootschalige natuurontwikkeling en ecologisch herstel van de rivier, met realisatie van minimaal 1000 hectare nieuw, riviergebonden natuurgebied.
- Winning van minimaal 35 miljoen ton grind voor de nationale behoefte.

De aanleiding tot dit project was in eerste instantie de overeenkomst tussen het Rijk en de Provincie Limburg om grind te winnen en dit te combineren met natuurontwikkeling. Na de hoogwaters van 1993 en 1995 werd de veiligheidsdoelstelling toegevoegd. Randvoorwaarde van het project is dat de uitvoering budgetneutraal is.

MER 2003

Om het project te kunnen uitvoeren moet het Provinciaal Omgevingsplan Limburg (POL) worden aangevuld met een POL-Grensmaas. Hiertoe is een m.e.r.-procedure nodig. In 1998 is reeds een MER opgesteld. Deze is echter niet vastgesteld omdat er onvoldoende duidelijkheid was over de financiering en het maatschappelijk draagvlak. Inmiddels zijn deze bezwaren opgelost en is er een nieuwe m.e.r.-procedure gestart. Hierbij is het binnen de doelstellingen best haalbare compromis als voorkeursalternatief 2003 gepresenteerd. Ten opzichte van het VKA uit 1998 wordt minder grind gewonnen en dus ook minder rivierverruiming toegepast. Naast rivierverruiming en weerdverlaging wordt op 7 locaties grind gewonnen over de gehele dikte van het pakket. Deze grindgaten worden na afloop weer opgevuld met de slecht doorlatende deklaag en de niet vermarktbare grond. Binnen het voorkeursalternatief 2003 zijn 2 ontwerp-opties mogelijk, waarbij de ontgravingsdiepte van de rivierverruiming een halve meter minder (OO+) respectievelijk een halve meter meer (OO-) is. Daarnaast is nog een meest milieuvriendelijk alternatief (MMA) gedefinieerd dat ten opzichte van het voorkeursalternatief 2003 minder grote dekgrondbergingen en grotere rivierverruiming kent vooral omdat de drie Belgische Boertienlocaties zijn toegevoegd. Tevens worden alle puntverontreinigingen in het plangebied bij dit alternatief gesaneerd.

Het huidige MER is een zogenaamd planvormings-MER. Dat wil zeggen dat de effecten beschreven worden voor een situatie na voltooiing van alle werkzaamheden. Uitvoeringsaspecten komen in het vergunningentraject aan bod.

Grondwatersysteem, huidige situatie en autonome ontwikkeling

Het waterpeil in de Maas en de grondwaterstanden in het Maasdal, zowel aan Nederlandse als aan Belgische zijde, zijn direct met elkaar verbonden. Gaat de waterstand in de Maas omhoog dan is dit, met enige vertraging, merkbaar in het achterland. Dat wil zeggen dat een structurele verlaging van het Maaspeil gevolgen zal hebben op het grondwaterregime en op grondwaterafhankelijke functies in het gehele Maasdal.

De geohydrologie van het gebied is complex. Belangrijke aspecten zijn de geologische driedeling van het gebied door de aanwezigheid van ZO-NW lopende breuken in de ondergrond, de aanwezigheid van goed doorlatende grind- en zandafzettingen die de



veranderingen in de Maasstand snel “doorgeven”, de heterogene bodemopbouw en sterk fluctuerende Maaspeilen. In het gebied worden 4 watervoerende pakketten onderscheiden. De belangrijkste aquifer is het Maasgrind (eerste watervoerend pakket) waarin de effecten van het Grensmaasproject het meest uitgesproken zullen zijn. Het grindpakket komt, op de steilrand naar de plateaus en diep ingesneden beekdalen na, in het gehele gebied voor en heeft een dikte die varieert van 1 tot > 20 meter. Op het grindpakket ligt een deklaag van < 1 meter tot > 15 meter dik, die meest uit matig doorlatende klei- en leemlagen bestaat.

Het regionale grondwatersysteem van de Maasvallei wordt gekarakteriseerd door infiltratie op de hoge delen (Kempisch plateau, plateaus van Schimmert en Margraten) en kwel in het Maasdal met name langs de terrasranden. De Maas heeft over het algemeen een drainerende werking op het grondwater in het eerste watervoerend pakket. Dat wil zeggen dat aan Nederlandse zijde het ondiepe grondwater in noordwestelijke richting stroomt en aan de Vlaamse zijde in oostelijke tot noordoostelijke richting. Ook beken als de Geul draineren lokaal. Bij hoge Maasafvoeren kan lokaal de drainage omslaan in infiltratie van Maaswater.

De grondwaterstand langs de Grensmaas fluctueert van ongeveer 1 tot 6 m-mv. In een groot deel van het onderzoeksgebied staat de grondwaterspiegel niet of maar een beperkte periode per jaar in de deklaag.

De kwaliteit van het grondwater wordt bepaald door de samenstelling van het infiltrerende water en de formaties waarmee het water in contact heeft gestaan, de reistijd en menselijke invloeden. Dit uit zich onder andere in hard grondwater met een pH van ongeveer 7 in het zuidelijk deel van het onderzoeksgebied aan Nederlandse zijde. Naar het noorden toe en in Vlaanderen is het grondwater veel zachter en zuurder ($\text{pH} < 7$), omdat het grondwater hier niet in contact is geweest met kalksteen. Aan Nederlandse zijde blijkt de antropogene invloed uit verhoogde concentraties nitraat, soms zelfs boven de drinkwaternorm van 50 mg/l, en zware metalen in het grondwater tot 20 m-mv. Tevens is lokaal sprake van een puntverontreiniging (zie achtergronddocument Bodem). Langs de Maas is de samenstelling van het ondiepe grondwater duidelijk beïnvloed door periodiek contact met Maaswater.

Er zijn 6 drinkwaterwinningen in de omgeving die mogelijke effect kunnen ondervinden van het Grensmaasproject. Dit zijn grondwaterwinningen Borgharen, Geulle, Waterval, Roosteren, Eisdien (Be) en Meeswijk (Be). De geplande ingrepen van het Grensmaasproject bevinden zich binnen het beschermingsgebied van de winning Borgharen. Het provinciaal beleid is erop gericht deze winning op termijn te sluiten. Momenteel worden alternatieven voor deze winning bestudeerd door de WML. Er is nog geen datum vastgesteld waarop de winning dicht gaat. Bij de effectberekeningen is deze winning buiten beschouwing gelaten. De provincie Limburg voert een actief anti-verdrogingsbeleid waarbij Maaswater voor éénderde deel de huidige grondwaterwinning voor de drink- en industriewatervoorziening moet gaan vervangen. De toename van de capaciteit van de oevergrondwaterwinning van Roosteren van 3 naar 9 miljoen m^3/jaar is hiervan een voorbeeld. In 2005 zal in België een nieuwe (oever)grondwaterwinning worden gerealiseerd bij Bichterweerd.

Methodiek effectbeschrijving

De effecten van de geplande ingrepen op het grondwatersysteem zijn berekend met behulp van een grondwatermodel. Het doel van de grondwatermodellering is voor een gemiddeld



hydrologisch jaar in kaart brengen van de permanente veranderingen in het grondwatersysteem en grondwaterafhankelijke functies ten opzichte van de huidige situatie en autonome ontwikkeling als gevolg van de ingrepen van het Grensmaasproject. Hierbij worden de aard en samenhang van de grondwatereffecten over een groot gebied beschreven en worden geen voorspellingen gedaan tot op perceelsniveau. De basis voor het grondwatermodel is gelegd ten behoeve van het MER Grensmaas in 1998.

Met behulp van het model is een gemiddelde grondwaterstand in de winter, het voorjaar en de zomer berekend voor de huidige situatie plus autonome ontwikkelingen. Deze gemiddelde grondwaterstand is vervolgens vergeleken met de berekende grondwaterstand na uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 dan wel de twee ontwerp-opties OO+ en OO-. Het verschil is het effect van de geplande ingrepen. De grondwaterstandveranderingen zijn vervolgens vertaald naar effecten op de regionale grondwaterkwaliteit, infiltratie van beken, natuurgebieden, potentiële verspreiding van puntverontreinigingen en grondwaterafhankelijke functies zoals drinkwaterwinning, landbouw en bebouwing. De effecten van het MMA zijn geëvalueerd aan de hand van de verwachte Maasstanden.

Effecten voorkeursalternatief 2003

Door de rivierverruiming zal de Maaswaterstand vooral in de winter dalen ten opzichte van de huidige situatie en autonome ontwikkelingen. In de zomer zal de Maaspeilverlaging gering zijn. Dit heeft tot gevolg dat de grondwaterstand eveneens omlaag zal gaan. Het effect strekt zich aan beide zijden van de Maas uit. Omdat het Maasdal in Nederland smaller is dan in België, is het grondwatereffect in Vlaanderen op een grotere afstand van de Maas merkbaar dan in Nederland. De dekgrondbergingen hebben een opstuwend effect op het grondwater dat uit zuidoostelijke richting aanstroomt. Dit resulteert in een grondwaterstandverhoging ten oosten van de dekgrondbergingen bij Itteren en Aan de Maas gedurende het gehele jaar. Het effect van de overige dekgrondbergingen is minder sterk: hier zal alleen in de zomer een significante grondwaterstandverhoging optreden. In de winter is sprake van minder grondwaterstandverlaging of geen tot een zeer geringe verandering van de grondwaterstand (Nattenhoven).

De grondwaterstandveranderingen resulteren in de volgende effecten:

- *Infiltratie benedenloop beken*
De meeste beken verliezen in de benedenloop water naar de ondergrond. Door verlaging van de grondwaterstand neemt deze infiltratie toe en wordt de kans groter dat de beek in de zomer droog valt voordat deze de Maas bereikt. Het debiet van de Geul is voldoende om het gehele jaar tot aan de monding watervoerend te blijven. Voor de Hemelbeek zou de toename van de infiltratie echter kunnen leiden tot droogval. Daarentegen zal in de bovenloop van de Hemelbeek meer water opkwellen door het opstuwend effect van de dekgrondberging bij Aan de Maas. Aan deze beek is in het Provinciaal Omgevingsplan een Specifiek Ecologische Functie toegekend. Stroomopwaarts van de dekgrondbergingen bij Koeweide ontstaat voldoende opstuwning om ervoor te zorgen dat de Kingbeek over een iets langer traject watervoerend zal zijn. Voor de overige beken wordt geen significante effect verwacht.
- *Verandering van (regionale) kwelgebieden en hiermee gepaard gaande veranderingen in de regionale grondwaterkwaliteit*



Door verlaging van de grondwaterstand kan de kwelflux naar beekdalen, de Maas en langs de steilranden afnemen. Uit de berekeningen blijkt dat er zowel aan Nederlandse als aan Vlaamse zijde nauwelijks verschuivingen optreden in de ligging van de kwelgebieden. Gegeven de geringe veranderingen van de huidige kwelgebieden zal evenmin sprake zijn van significante veranderingen in de vorm en ligging van de regionale infiltratiegebieden. Hieruit kan worden afgeleid dat de invloed op de regionale grondwaterkwaliteit minimaal is. Door de weerdverlagingen ontstaan wel nieuwe kwelgebieden langs de Maas. Dit is gunstig voor de daar te ontwikkelen natuurgebieden. Tevens zal kwelwater uittreden op de dekgrondbergingen bij Bosscherveld, Itteren (alleen zuidelijke lob) en Slapersdijk. De andere dekgrondbergingen hebben weliswaar invloed op de grondwaterstand, maar resulteren niet in een kwelsituatie omdat de grondwaterstand niet tot aan maaiveld stijgt.

- *Denitrificatie*

Bemesting van landbouwgebieden resulteert in accumulatie van onder ander nitraat in de bovengrond. Onder invloed van bacteriën wordt het nitraat omgezet naar N_2 (denitrificatie). Dit proces verloopt beter bij hoge grondwaterstanden dan bij lage grondwaterstanden. Door grondwaterstandverlaging zal de denitrificatie derhalve afnemen en de kans op uitspoeling van nitraat toenemen. Met name in Vlaanderen bestaat de kans dat over een groot oppervlak de denitrificatie afneemt. Ten oosten van de dekgrondbergingen bij Itteren en Aan de Maas stijgt de grondwaterstand en kan de denitrificatie toenemen.

- *(Potentiële) verspreiding van puntverontreinigingen*

Binnen het plangebied is een inventarisatie gemaakt van alle puntverontreinigingen. Voor zover bekend betreft het verontreinigingen in de grond. Van twee puntverontreinigingen (AM1 en AM2) is de kans groot dat mobiele componenten aanwezig zijn die op termijn in het grondwater terecht zouden kunnen komen. Door uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 neemt de potentiële verspreidingssnelheid af omdat deze puntverontreinigingen in het invloedsgebied van de dekgrondberging bij Aan de Maas liggen.

- *Bestaande natuurgebieden*

Voor vrijwel alle geselecteerde ecohydrologisch gevoelig natuurgebieden zijn als gevolg van de ingrepen van de voorkeursalternatief 2003 negatieve effecten te verwachten. Dit geldt zowel voor de vegetatie als voor de amfibieënpopulaties. De meest negatieve effecten zijn berekend voor de Vlaamse locaties Ven onder de Berg (hoogveenven met verlandingsvegetatie) en Maaswinkel (belangrijke Boomkikkerpopulatie) en aan Nederlandse zijde voor 't Brook en het zuidelijke deel van het Bunderbos. In het Ven onder de Berg komt de heikikker voor, een volgens de Habitatrichtlijnen beschermde soort. De dekgrondbergingen bij Nattenhoven en Aan de Maas hebben een gunstige invloed op het brongebied van de Kingbeek en het noorden van het Bunderbos.

- *Landbouw*

Door verlaging van de grondwaterstand kan droogteschade ontstaan. Over het algemeen wordt een droogteschade tot 5% als minimaal beschouwd. Zowel in Nederland als in Vlaanderen is alleen tussen de 5 en 10% droogteschade te verwachten. Droogteschade van meer dan 10% komt niet voor. Grasland is gevoeliger voor droogte dan bouwland. In Nederland komt ten oosten van de dekgrondbergingen van Aan de Maas en Itteren in een klein gebied natschade van meer dan 5% voor. De grondwaterstandverlaging zorgt ook voor opbrengstverbeteringen daar waar nu sprake is van een opbrengstdepressie door hoge grondwaterstanden. Zowel in Nederland als in Vlaanderen is het areaal met meer dan 5% opbrengstverbetering groter dan het areaal met meer dan 5% landbouwschade.

- *Drinkwaterwinning*



Voor geen van de onderzochte drinkwaterwinningen zal het voorkeursalternatief leiden tot een significante verandering van de 25-jaarszone. In Roosteren zal door verwijdering van de sliblaag langs de oever de concentratie aan organische microverontreinigingen in het grondwater kunnen toenemen. Voor wat betreft de macroparameters en pathogenen zullen de effecten marginaal zijn. Na verloop van tijd zal de oeverlaag zich herstellen; hoe lang dit duurt is niet bekend. Bij een Maasafvoer van circa 10 m³/s kan de capaciteit van 1 winput in Eisden afnemen. In Meeswijk is momenteel in ieder geval 1 winput die capaciteitsproblemen kent in de zomer. Door de verwachte (geringe) grondwaterstandverlaging in de zomer kan de capaciteit verder worden aangetast.

- *Bebouwing*

Naar verwachting zullen de grondwaterstandverlagingen niet leiden tot zettingschade. In Bunde, ten oosten van de dekgrondberging bij Itteren is 's winters lokaal (extra) grondwateroverlast mogelijk in kelders en kruipruimtes.

Effecten ontwerp-opties en MMA

De ontwerp-optie verhoging ontgravingsdiepte rivierverruiming +0,5 m (OO+) resulteert in geringere grondwaterstandverlagingen dan het voorkeursalternatief 2003. De opstuwing ten oosten van de dekgrondbergingen is juist groter. Voor de ontwerp-optie verlaging ontgravingsdiepte rivierverruiming -0,5 m (OO-) geldt het omgekeerde. De verschillen zijn het grootst in de winter en het voorjaar. Bij uitvoering van het MMA zal de grondwaterstandverlaging met name in de winter en het voorjaar groter zijn dan bij uitvoering van het voorkeursalternatief en lokaal zelfs groter dan van de ontwerp-optie OO-. In de zomer zijn de grondwaterstandverlagingen door voorkeursalternatief en MMA vergelijkbaar. Omdat de dekgrondbergingen kleiner worden is de grondwaterstandverhoging onder invloed van het MMA minder dan van het voorkeursalternatief en de ontwerp-opties. Dat wil zeggen dat de ontwerp-optie OO- sterker negatieve effecten zal hebben voor de aspecten infiltratie van beken, denitrificatie, verdroging van landbouw- en natuurgebieden en capaciteitsproblemen bij de winningen in Eisden en Meeswijk. De opbrengstverbetering in de landbouw zal daarentegen groter zijn bij uitvoering van het OO- en er zal minder sprake zijn van natschade en grondwateroverlast in bebouwd gebied. Voor de overige aspecten is het effect (nagenoeg) vergelijkbaar. Het verschil tussen MMA en voorkeursalternatief is iets minder uitgesproken dan tussen OO- en voorkeursalternatief. Dat wil zeggen dat zowel de positieve als de negatieve effecten van het MMA gelijk zijn aan die van het voorkeursalternatief dan wel tussen die van het voorkeursalternatief en het OO- in liggen. De ontwerp-optie OO+ resulteert ten opzichte van het voorkeursalternatief in minder infiltratie van beken, meer denitrificatie, minder verdroging van landbouw- en natuurgebieden en minder potentiële problemen voor de wincapaciteit in Eisden en Meeswijk. Daarentegen zal de vernatting van landbouwgebieden en de grondwateroverlast groter zijn en de opbrengstverbetering van landbouwgebieden kleiner.

Samenvattend hebben alle alternatieven en ontwerp-opties netto een negatief effect op grondwatergerelateerde aspecten. Het voorkeursalternatief 2003 en het MMA scoren ongeveer gelijk. Het OO+ levert de minst negatieve effecten op en het OO- de meeste negatieve effecten. Echter zowel het MMA als de ontwerp-optie OO+ voldoen niet aan de randvoorwaarde van budgetneutraliteit. Dat wil zeggen dat het voorkeursalternatief 2003 inderdaad de voorkeur geniet.



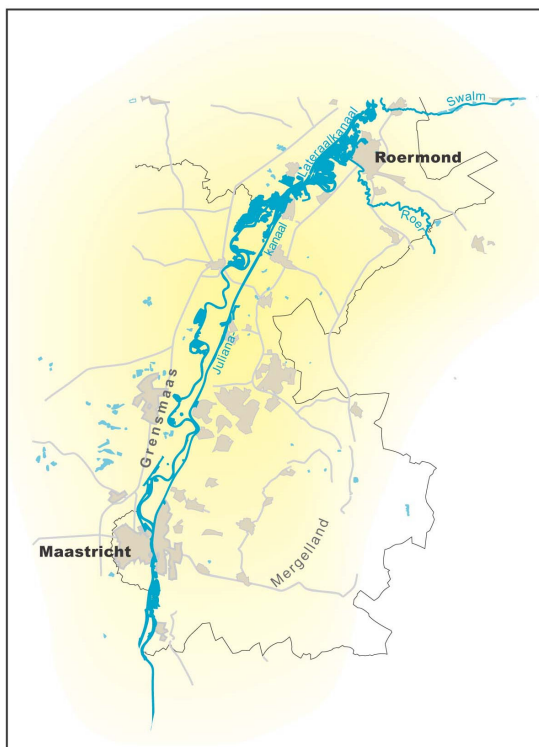
1 INLEIDING EN BESCHRIJVING ALTERNATIEVEN

1.1 Achtergrond en doel Grensmaasproject

Achtergrond Grensmaasproject

De Grensmaas stroomt in Zuid-Limburg en vormt, zoals de naam al aangeeft, de grens tussen Nederland en België (zie figuur 1.1). In de loop der decennia is de rivier steeds meer in een keurslijf gedwongen met als gevolg dat de bedding plaatselijk diep is ingesneden en er bij hoog water geen “reserves” zijn om de afvoergolf op te vangen. Naar aanleiding van de hoogwaters op de Maas en de Waal in 1993 en 1994/1995 is het Deltaplan Grote Rivieren vastgesteld (ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1995). In het Deltaplan Grote Rivieren is voor de Grensmaas als doelstelling opgenomen het realiseren van een beschermingsniveau van 1/250 jaar. Naast het versneld aanleggen van een aantal kades, behelst het plan ook rivierverruiming langs de Grensmaas. Dit blijkt goed te combineren met de voorgenomen grindwinning langs de Grensmaas, waarover in juni 1990 een overeenkomst was gesloten tussen het ministerie van Verkeer en Waterstaat en de provincie Limburg. Tevens past het plan binnen het Rijks- en provinciaal Natuurbeleid voor dit gebied. Het geheel wordt Grensmaasproject genoemd.

Figuur 1.1- Locatie Grensmaas





Doel Grensmaasproject

Het Grensmaasproject heeft drie doelen, die in onderlinge samenhang en balans gerealiseerd moeten worden:

1. De beperking van de wateroverlast, gericht op het bereiken van een beschermingsniveau van 1/250 voor de door kades beschermde gebiedsdelen, uiterlijk te bereiken in 2017.
2. Grootschalige natuurontwikkeling en ecologisch herstel van de rivier, waarbij een nieuw, riviergebonden natuurgebied van minimaal 1000 hectare ontstaat.
3. De winning van grind voor de nationale behoefte, waarbij als taakstelling geldt dat de laatste 35 miljoen ton Limburgs grind uit het project vrijkomt en er sprake is van een afbouwstrategie.

Randvoorwaarde van het project is dat de uitvoering budgetneutraal is. Dat wil zeggen dat de opbrengst uit grindwinning de kosten moet dekken voor de grondaankopen, ontgravingswerkzaamheden, verwerking en de realisatie van de benodigde civiele werken.

MER Grensmaas 2003

Om het project te kunnen uitvoeren, moet het Provinciaal Omgevingsplan Limburg (POL) worden aangevuld met een POL-Grensmaas. Het vaststellen van het POL-Grensmaas is m.e.r.-plichtig, wat wil zeggen dat eerst alle milieueffecten in beeld gebracht dienen te worden voordat gestart kan worden met de uitvoering. De resultaten van dit onderzoek staan in het Milieueffectrapport (MER) en spelen een belangrijke rol in het besluit van Provinciale Staten over de voorgestelde maatregelen. In 1998 is reeds een MER opgesteld, maar omdat er onvoldoende duidelijkheid was over de financiering van het project en het maatschappelijk draagvlak gering leek, is dit plan uiteindelijk niet vastgesteld door Provinciale Staten. Inmiddels is een nieuw plan gemaakt dat wel aan deze criteria voldoet. Dit plan wordt aangeduid met de term **Eindplan**. Projectorganisatie de Maaswerken (een samenwerkingsverband tussen de provincie Limburg, het ministerie van Verkeer en Waterstaat en het ministerie van Landbouw en Visserij) heeft 24 juni 2002 het startsein gegeven voor uitvoering van een nieuw m.e.r. door publicatie van de Startnotitie. In de Startnotitie worden de voorgenomen ingrepen van het Eindplan kort uiteengezet. Provinciale Staten van de provincie Limburg hebben 21 december 2001 ingestemd met het Eindplan. Ook het ministerie van Verkeer en Waterstaat en het ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij hebben het Eindplan Grensmaas geaccepteerd als uitgangspunt voor verdere stappen om te komen tot de realisatie van het Grensmaasproject.

1.2 Deelonderzoek grondwater

Doel grondwateronderzoek

Voorliggend rapport is het achtergronddocument Grondwater, behorende bij het MER Grensmaas 2003. Doel van het deelonderdeel grondwater is het voor een gemiddeld hydrologisch jaar in kaart brengen van de permanente veranderingen in het grondwatersysteem en grondwaterafhankelijke functies ten opzichte van de huidige situatie en autonome ontwikkelingen als gevolg van de ingrepen van het Grensmaasproject. Hierbij is gebruik gemaakt van een grondwatermodellering op regionale schaal, het uiteindelijke hart van het geohydrologisch onderzoek, alsmede van kwalitatieve beschrijvingen en beoordelingen. In het onderhavige MER worden de effecten van de ingrepen na afronding van alle werkzaamheden beschreven. Effecten tijdens de uitvoering zullen worden beschreven in de



vergunningaanvragen en de bijbehorende milieu effect rapportages van de dekgrondbergingen (in totaal 6, voor de locatie Meers is al een locatie-MER opgesteld).

Samenhang achtergronddocumenten en hoofdrapport

In het hoofdrapport van het MER Grensmaas wordt voor alle relevante aspecten op hoofdlijnen aangegeven wat de milieueffecten van het Grensmaasproject zijn. Het betreft telkens samenvattingen van onderzoek dat uitgevoerd is in het kader van het MER Grensmaas. In hoofdstuk 3 van het hoofdrapport wordt een uitgebreide beschrijving gegeven van de verschillende alternatieven en ontwerp-opties. De volgende achtergronddocumenten maken deel uit van het MER Grensmaas 2003:

1. Rivierkunde
2. Morfologie
3. Grondwater
4. Natuur
5. Aardkundige en cultuurhistorische waarden
6. Bodem
7. Oppervlaktewaterkwaliteit en ecotoxicologie
8. Landbouw
9. Hinder

Naast voorliggend achtergronddocument is voor het onderwerp grondwater nog een technisch document opgesteld met een uitgebreide beschrijving van het geohydrologisch model dat ten grondslag ligt aan de grondwaterberekeningen (Royal Haskoning, 2003).

Leeswijzer deelrapport grondwater

In hoofdstuk 2 van voorliggend rapport worden de geologie, bodemopbouw, het huidige grondwatersysteem en de autonome ontwikkelingen geschetst. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op de grondwatermodellering en de nauwkeurigheid van de berekende effecten. Hoofdstuk 4 behandelt de beoordelingscriteria en hoofdstuk 5 de grondwatergerelateerde effecten van de verschillende alternatieven en ontwerp-opties. In hoofdstuk 6 wordt ingegaan op leemten in kennis.

1.3 Omschrijving alternatieven

Nulalternatief

In een m.e.r. worden altijd diverse alternatieven beschreven en met elkaar vergeleken op milieueffecten. In dit MER wordt geen nulalternatief gepresenteerd. Het nulalternatief houdt namelijk in dat het project niet uitgevoerd zou worden. Voor het Grensmaasproject is geen sprake van een nulalternatief omdat het niet uitvoeren van het project geen reële optie vormt voor het bereiken van de doelstellingen. Onder nulalternatief wordt hier verstaan de huidige situatie met de autonome ontwikkeling.

Voorkeursalternatief 2003

Omdat in voorgaande jaren (o.m. in het MER Grensmaas uit 1998) reeds verschillende ontwerpvarianten voor Grensmaas zijn onderzocht, ligt de focus van dit MER op beoordeling van het Eindplan plus proefproject Meers op milieueffecten. Het Eindplan + proefproject Meers



worden aangeduid met de term voorkeursalternatief 2003. In bijlage 1 wordt een overzicht gegeven van de geplande ingrepen behorende bij het voorkeursalternatief 2003.

Het Eindplan Grensmaas bestaat uit de volgende onderdelen:

- rivierverbreding en weerdverlaging over een lengte van circa 40 km;
- 3 nevengeulen;
- 7 dekgrondbergingen.

Ontwerp-opties voorkeursalternatief

Binnen het voorkeursalternatief 2003 is nog speelruimte aanwezig in de ontgravingdiepte van de rivierverruiming (stroomgeulverbreding en weerdverlaging) van plus of min 0,5 m. Hierdoor is het mogelijk om zowel de natuurdoelstelling, als de hoogwaterdoelstelling en de uitvoeringsmethodiek van het project te optimaliseren binnen het kader van de budgetneutraliteit. Deze ontwerp-opties worden aangeduid met:

- verhoging ontgravingsdiepte rivierverruiming + 0,5 m (afgekort tot OO +0,5 m of OO+) = Eindplan met een 0,5 m hoger insteekniveau plus proefproject Meers
- verlaging ontgravingsdiepte rivierverruiming -0,5 m (afgekort tot OO -0,5 m of OO-) = Eindplan met een 0,5 m lager insteekniveau plus proefproject Meers

Meest Milieuvriendelijke Alternatief (MMA)

Het voorkeursalternatief 2003 is ontstaan uit het plan dat in het MER uit 1998 voor de Grensmaas werd aangeduid als het meest milieuvriendelijke alternatief (tevens voorkeursaanpak). Daarom vormt dit plan de basis bij het ontwikkelen van het meest milieuvriendelijke alternatief. Conform de richtlijnen behorende bij dit MER is nagegaan waar de eis tot budgetneutraliteit voor het voorkeursalternatief 2003 beperkend is geweest op de bereikte milieukwaliteit. Deze elementen zijn met het voorkeursalternatief 2003 als basis verwerkt in het Meest Milieuvriendelijke Alternatief (MMA). Het voorkeursalternatief 2003 is dus aangevuld of gewijzigd met voor het milieu gunstigere elementen die sinds 1998 vanwege de budgetneutraliteit zijn afgevallen. Dit betekent dat het MMA niet budgetneutraal is.

Het MMA verschilt op de volgende punten van het voorkeursalternatief 2003 :

- Opnemen van de 3 Vlaamse Boertienlocaties Hochter Bampd, Herbricht en Kotem.
- Alle puntverontreinigingen in het plangebied worden gesaneerd.
- De grensoverschrijdende hoofdtransportleidingen bij Aan de Maas, Urmond en Nattenhoven worden verlegd.
- Alle dekgrondbergingen op Itteren na worden op huidig maaiveldniveau afgewerkt.
- De dekgrondbergingen beslaan een kleiner oppervlak omdat ze hoger worden.
- Minder rivierverbreding en minder dekgrondberging (deels bovengronds tegen kanaal aan) bij Aan de Maas.
- Meer rivierverruiming bij Nattenhoven en Grevenbicht.
- Vergroting dekgrondberging Trierveld ten koste van de dekgrondberging Slapersdijk



2 HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING

2.1 Inleiding

Het plangebied is de zone waar de voorgenomen ingrepen zijn gepland en loopt vanaf de Maas tot circa 2km ten oosten van de Maas. Het Grensmaasproject heeft invloed op het grondwatersysteem, niet alleen ter plaatse van het plangebied, maar ook erbuiten. De beschrijving van de huidige grondwatersituatie strekt zich derhalve uit tot een zone van ongeveer 10 tot 15 km rondom het plangebied. Dit gebied wordt verder aangeduid met de term onderzoeksgebied. Het modelgebied is het gebied waarvoor een geohydrologisch model is opgesteld en valt grotendeels samen met het onderzoeksgebied. In figuur 3.1 is de omvang van het modelgebied weergegeven.

2.2 Huidige situatie

2.2.1 Ondergrond van de Maasvallei

2.2.1.1 Geologie

Tektoniek

Het onderzoeksgebied maakt in geologisch opzicht deel uit van het overgangsgebied tussen het Ardennen-Rijnlandmassief en het Nederlandse deltagebied. Deze ligging is bepalend voor onder meer de (geo)hydrologie en de geomorfologie van het Grensmaasgebied. In het Boven-Carboon zijn bij de opheffing van het Ardennenmassief de vele breuken ontstaan die momenteel zuidoost Nederland in horst- en slenkgebieden opdelen. In de daaropvolgende periodes (Perm, Trias, Jura) lag Limburg boven zeeniveau. Uit die tijd zijn nauwelijks sedimenten bewaard gebleven.

In het Boven-Krijt drong de Thetische zee het gebied vanuit het noordwesten binnen en werden onder andere kalkpakketten afgezet. In het Tertiair trok de Thetische zee zich weer langzaam terug. In deze periode was het Ardennenmassief onderhevig aan opheffing waarbij de gesteentes naar het noordwesten werden gekanteld en gebieden omhoog dan wel omlaag kwamen langs de oude breuken uit het Carboon.

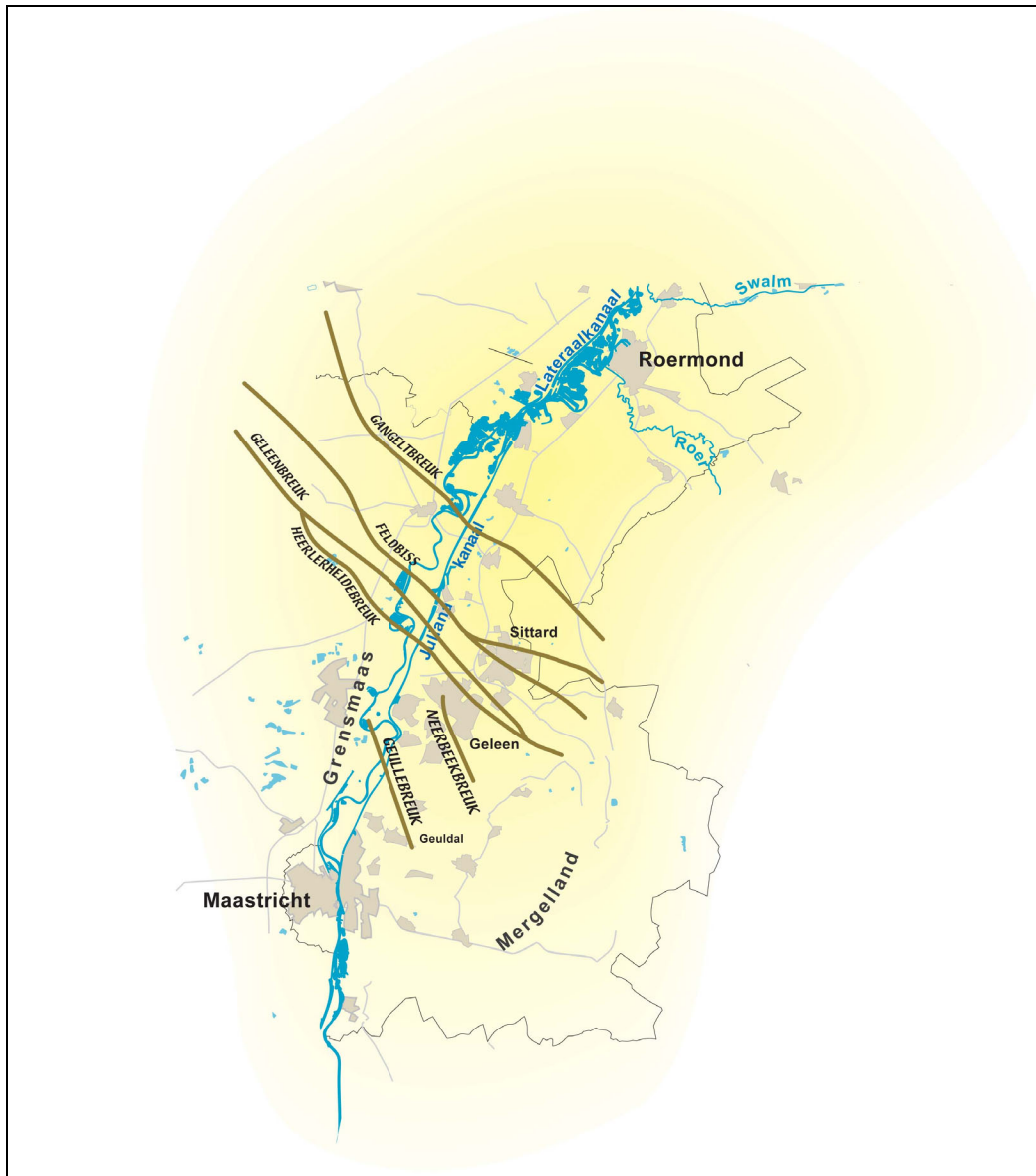
De “Oermaas” was al aanwezig, maar stroomde veel oostelijker dan nu het geval is en kwam uit in de Rijn. In het Kwartair verplaatste de Maas zich bij het verder opheffen en kantelen van het massief geleidelijk in westelijke richting en sneed steeds dieper in. De ijstijden en de tussenliggende interglacialen speelden hierbij ook een belangrijke rol. Uiteindelijk heeft dit geleid tot het trapvormige terrassenlandschap dat nu nog steeds herkenbaar is.

De belangrijkste breuken in het plangebied zijn de Feldbiss en de Heerlerheide breuk (zie figuur 2.1). Deze breuken delen het onderzoeksgebied in drie delen: een dalingsgebied ten noorden van de breuken (Roerdalslenk of vlakte van Bocht in België), een opheffingsgebied ten zuiden van de breuken (Zuid-Limburg) en een overgangsgebied tussen de breuken in. Door de afschuiving komen in Zuid-Limburg oude formaties dichter onder het oppervlak voor dan in de Roerdalslenk. Het zuidelijk deel van het studiegebied is over het algemeen hoger dan de Roerdalslenk. Hier bevinden zich het Kempisch plateau (België) en de plateaus van Margraten



en Schimmert (Nederland). In het dalingsgebied is het Maasdal aanmerkelijk breder en minder geprononceerd dan in het opheffingsgebied.

Figuur 2.1- Overzicht belangrijkste breuken in zuidelijk Limburg



Stratigrafie

In het Krijt, toen de Thetische zee het gebied had overstroomd, werden eerst de mariene Formaties van Aken (zandige klei) en Vaals (zand) afgezet en daarna volgden de dikke kalkpakketten van Gulpen en Maastricht. In het Tertiair trok de zee zich langzaam terug en is sprake van een afwisseling van mariene en continentale afzettingen. Uit deze periode stammen de kleiige zanden en kleien van de Formaties van Rupel en Tongeren (Oligoceen) en de fijne



zanden van de Formaties van Breda en Heksenberg (Mioceen). In het Pliocene kreeg de Maas door de terugtrekkende zee de kans rivierafzettingen te deponeren in een breed gebied waarbij de rivier niet diep insneed (Kiezeloöliet Formatie). Uit het Midden en Onder Pleistoceen stammen rivierafzettingen die in het gehele gebied zijn terug te vinden (Formaties van Tegelen, Kedichem, Sterksel, Veghel, Kreftenheye). In het Boven Pleistoceen werden deze grind- en zandlagen in Zuid-Limburg gedeeltelijk bedekt met de Formaties van Twente en Eindhoven, de zogenaamde löss. Löss is een aanduiding voor eolische (=wind-) afzettingen met een korrelgrootte van ongeveer 16-50 µm. In de Roerdalslenk is op de Pleistocene sedimenten de Nuenen Formatie afgezet. Door overstromingen is lokaal rivierklei gesedimenteerd (Betuwe Formatie). In figuur 2.2 is aangegeven welke formaties onder het riviergrind aanwezig zijn in de Grensmaasvallei.

Aan de Belgische zijde is de bodemopbouw vrijwel gelijk. De Formatie van Rupel strekt zich hier verder naar het zuiden uit en bedekt daar eveneens enkele kalklagen (Maastrichtien, Campanien). Boven de Formatie van Rupel bevinden zich zandige afzettingen, behorende tot de Formaties van Voort, Bolderberg, Diest, Kasterlee en Mol. Deze afzettingen nemen naar het noorden in dikte toe tot 250 meter net ten zuiden van de Feldbiss. Hierop liggen de Kwartaire afzettingen van de Maas (Hoogterras, Maasterras). De bodemopbouw op de vlakte van Bocholt is minder goed bekend (Van Vaerenbergh, 1989). De vlakte is een tektonisch verzakt deel van het Kempisch plateau en is qua opbouw vergelijkbaar met de Roerdalslenk in Nederland.

Bijlage 2 bevat een stratigrafisch overzicht.

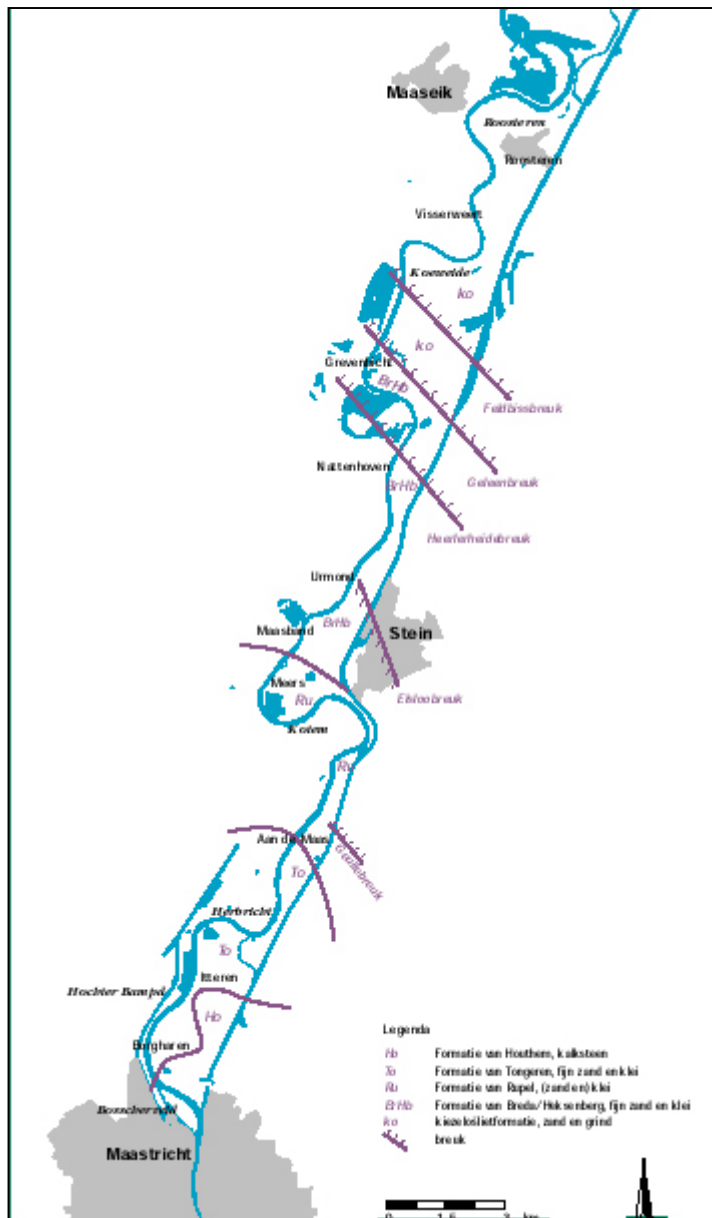
Grindpakket en deklaag

In verband met de geplande ontgroningen zijn de dikte en de kwaliteit van de grindafzettingen en de zich daarop bevindende deklaag in kaart gebracht. In bijlage 3 is een overzicht opgenomen van de dikte van de grindlaag en de deklaag, gebaseerd op boringen en literatuurgegevens.

In het dal van de Grensmaas is de dikte van de deklaag sterk beïnvloed door afzettings- en erosieprocessen van de Maas. Op ruggen is de deklaag 0,5 tot 3 meter dik. In oude verlaten geulen kan de dikte van de deklaag oplopen tot 7 meter. Door deze diepe geulopvullingen komen slecht doorlatende lagen voor in het verder goed doorlatende grind. Bij Borgharen wordt een geul aangetroffen met een kleilaag van zeven meter dik en daaronder een dunne grindlaag van 5 à 10 meter. Rond de drinkwaterwinning van V.M.W. te Eisdien (België) ligt vermoedelijk een oude geul aan de grens tussen het terras van Mechelen aan de Maas en de alluviale vlakte. De dikte van het grind varieert hier over een korte afstand van 3 tot 20 meter.



Figuur 2.2- De geologische ondergrond van de Grensmaasvallei (naar Rooyen, P. van, 1986)



De meeste bodems zijn gevormd in kleiige, meer of minder siltrijke en soms zandige rivierafzettingen. Op grond van de ouderdom kan onderscheid worden gemaakt in oude en jonge rivierklei:

- **Oude rivierklei**

De oude rivierklei valt geologisch gezien onder de Formatie van Kreftenheye. Deze klei is kalkloos, grijs, licht siltig en wordt aangetroffen in de ontgrondgebieden van Borgharen, Itteren, Nattenhoven en Koeweide. Oude rivierklei is steviger dan de jonge rivierklei.



- **Jonge rivierklei**

Jonge rivierklei valt onder de Betuwe Formatie en bestaat uit bruine, (licht) kalkhoudende, siltige klei of kleilig silt. Dicht langs de Maas is ook fijn zand en silt afgezet. Jonge rivierklei komt in het gehele gebied voor en ligt over het algemeen dichter bij de rivier dan de oude rivierklei. Bij Itteren en Borgharen wordt een deel van het Geistinge-terras, waar de oude rivierklei is afgezet, tevens bedekt met jonge rivierklei.

In het bovenste deel van de jonge rivierklei wordt vaak steenkool en steenkoolgruis aangetroffen, waardoor de klei donker gekleurd is. Deze verontreiniging is een gevolg van de mijnbouw in het Vlaamse en Waalse deel van het stroomgebied. Uit historisch onderzoek is gebleken dat de Maassedimenten reeds in de Romeinse tijd verontreinigd waren. In de tweede helft van de 19^e eeuw, toen de mijnbouw in het bekken van Namen en Luik op zijn hoogtepunt was, zijn echter de ernstigst verontreinigde lagen afgezet. In die tijd werden langs en in de Maas kolen opgeslagen. Bij hoogwater werden grote hoeveelheden kolen en kolengruis meegenomen en stroomafwaarts afgezet.

2.2.1.2 **Geomorfologie**

Het zwak golvende maaiveld van de Grensmaasvallei (het Holocene Maasdal en de laagterrassen) varieert van circa 45 m boven NAP in het zuiden tot circa 26 meter boven NAP in het noorden. Het hoogterras, de plateaus, ligt op circa 60 tot meer dan 200 meter boven NAP.

Een belangrijk landschappelijk kenmerk van zuidelijk Limburg zijn de terrassen. Gedurende de ijstijden in het Pleistoceen was de “Oermaas” ten zuiden van de breuken een vlechtende rivier die aanzienlijke hoeveelheden grind en zand afzette. In de tussenliggende warmere periodes sneed de Maas zich in zijn eigen afzettingen. Dit werd nog versterkt door de opheffing van het gebied. Door de insnijding en de geleidelijke verplaatsing van de Maas naar het westen ontstond een serie terrassen evenwijdig aan de rivier. De oorspronkelijke vorm van de terrassen gaat voor een deel schuil onder door de wind afgezette sedimenten. Ten noorden van de breuken, in het dalingsgebied, werden dikke pakketten grind en zand afgezet. Ook hier zijn terrassen ontstaan, alleen betreft het hier sedimentatieterassen in plaats van erositerassen. Door menselijk ingrijpen, zoals ontgrondingen en egalisatie, is het landschap plaatselijk veranderd.

Van nature is de Grensmaas een uiterst beweeglijke rivier. Door uitschuring van de buitenbocht en aanslibben van de binnenbocht verplaatst een riviermeander zich geleidelijk totdat de bochten zo dicht bij elkaar komen te liggen dat een bocht wordt afgesneden (“onthoofding”). Vooral het rivierkleigebied van Born is doorsneden met oude Maaslopen. Tegenwoordig is de Grensmaas niet zo dynamisch meer, omdat de rivier over een grote lengte in een nauw keurslijf is vastgelegd.

De oude geulen zijn kenmerkend voor het landschap in het Holocene Maasdal. De geulen kunnen ingedeeld worden in twee categorieën (Paulussen, 1970):

- **Kronkelwaardgeulen.**

Dit zijn relatief kleine geulen die gevormd zijn door laterale erosie van een meander. De afmetingen zijn orde grootte 20 meter breed en 2 meter diep. De invloed op de grondwaterstroming is over het algemeen verwaarloosbaar. Duidelijk herkenbare kronkelwaardgeulen zijn bij Meers en Aan de Maas te vinden.



- **Oude Maasgeulen.**

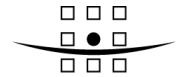
Dit zijn verlaten beddingen van de rivier die zijn ontstaan door evolutie van de rivier in de bedding zelf, bijvoorbeeld bij overstromingen of afsnijden van een meander. De breedte varieert van 10 à 20 tot 100 meter. Lokaal hebben deze geulen wel invloed op de grondwaterstroming. Deze geulen zijn goed te zien op geomorfologische kaarten of bodemkaarten (Paulussen, 1970). In verschillende oude Maaslopen stromen tegenwoordig beken, zoals de Oude Kanjelbeek en de Kingbeek.

De gemiddelde breedte van het Holocene dal is circa vier kilometer. Zowel aan de westzijde als aan de oostzijde wordt de dalvlakte begrensd door (steil)randen en/of series verlaten stroomgeulen. Binnen het Holocene dal zijn de volgende morfologische eenheden te onderscheiden:

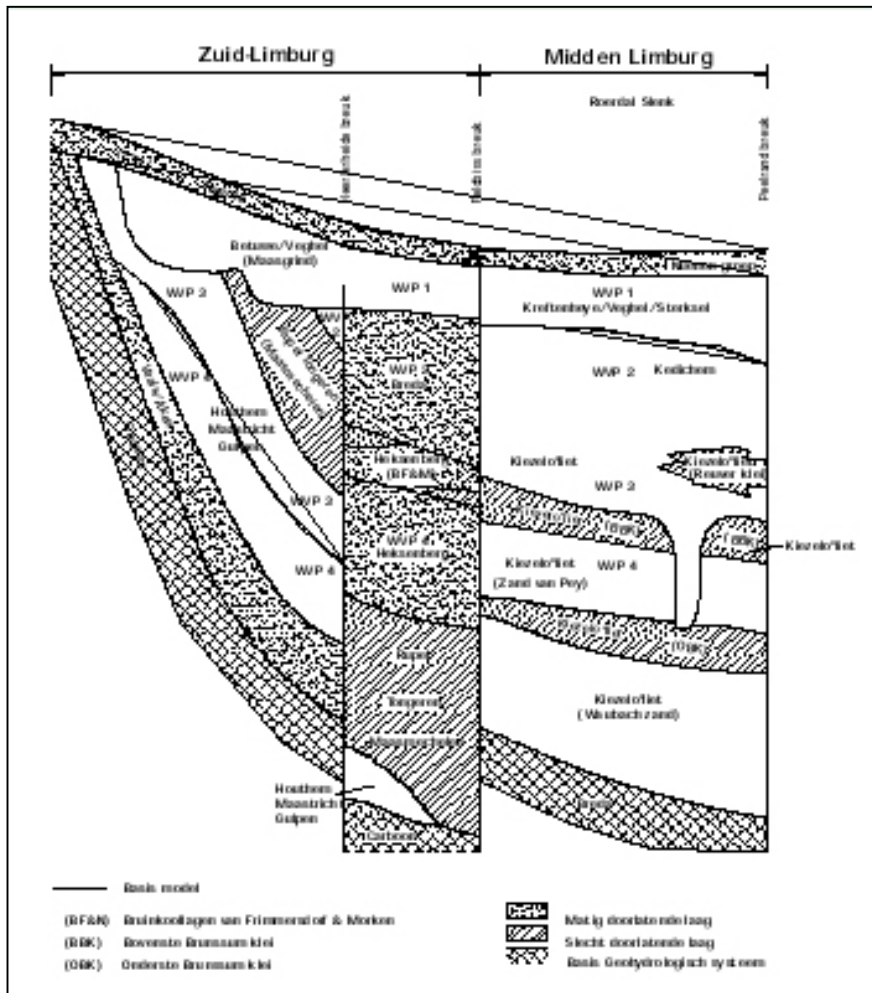
- De huidige Maasbedding. De bedding is door menselijk ingrijpen (bijvoorbeeld grindwinning, aanleg van kades en dijken en rivierregulerende werken) relatief smal en diep uitgesneden ten opzichte van een natuurlijke situatie. Zeer lokaal zijn grindeilanden aanwezig.
- Een relatief laag gelegen strook van één tot twee kilometer breed langs de huidige Maasbedding. Bij afvoeren vanaf 1500 m³/s kan dit gebied overstromen. De kans hierop is ongeveer één maal in de twee jaar. Dit gebied kenmerkt zich door een jonge, relatief kleinschalige morfologie van restgeulen en kronkelwaardformaties, die nog maar weinig door erosie- en sedimentatieprocessen zijn afgevlakt en daardoor nog duidelijk in het landschap zijn te herkennen.
- Een hoger opgeslibd deel dat zelden wordt overstroomd. Dit gebied is in het verleden door overstromingen van de Maas tot een vrijwel maximale hoogte opgebouwd. Binnen dit gebied is niet veel reliëf aanwezig.
- Pleistocene terrasresten die als geïsoleerde eilanden binnen de Holocene dalvlakte liggen (onder andere bij Boorseme (Be), Leut (Be), Borgharen en Itteren). De Maas snijdt bij Bergen en Urmond het middenteras zelfs aan. Hierdoor is een klifvormige terrasrand ontstaan.

2.2.1.3 **Geohydrologische schematisatie**

De geologische formaties hebben verschillende hydrologische eigenschappen. Zo zal grondwater makkelijker door zand- en grindlagen stromen dan door kleilagen. In de kalkpakketten komen kleinere en grotere breuken voor waar het grondwater doorheen stroomt. In de geohydrologie wordt een indeling gemaakt in lagen waarin grondwater relatief makkelijk stroomt (watervoerende pakketten) en lagen waar het grondwater moeilijk doorheen stroomt (slecht doorlatende lagen). In figuur 2.3 geeft de geohydrologische schematisatie van het onderzoeksgebied weer.



Figuur 2.3- Schematische zuid-noord dwarsdoorsnede door Zuid- en Midden Limburg



In het gebied worden 4 watervoerende pakketten onderscheiden:

1. De Maasgrinden, zowel ten zuiden als te noorden van de breuken.
2. De Formatie van Breda tussen de Feldbiss en Heerlerheide breuk en in beperkte mate ten zuiden van de Heerlerheide breuk en de Formatie van Kedichem in de Roerdalslenk. Deels zijn het eerste en tweede watervoerend pakket één geheel omdat er geen slecht doorlatende laag tussen zit.
3. De Formaties van Houtem en Maastricht in het zuiden en tussen de breuken (vormen één geheel met het vierde watervoerend pakket) en het bovenste deel van de Kiezeloëliet Formatie (Zanden van Schinveld) in de Roerdalslenk.
4. De Formatie van Houtem en Maastricht en de zandige delen van de Formatie van Vaals ten zuiden van en tussen de breuken. Dit is hier één geheel met het derde watervoerend pakket. De doorlatendheid neemt af met de diepte. Ten noorden van de Feldbiss vormen de zandafzettingen van de Kiezeloëlietformatie het vierde watervoerend pakket. Er zijn hier twee subpakketten te onderscheiden (zanden van Pey en Waubach zanden, gescheiden door de Brunssum klei).



In bijlage 4 wordt per watervoerende en waterscheidende laag een overzicht gegeven van de mate waarin de laag waterdoorlatend is (doorlatendheid of k-waarde in watervoerende lagen en weerstand of c-waarde voor scheidende lagen).

2.2.2 Grondwaterstanden

In de geohydrologie wordt zowel van grondwaterstand en grondwaterspiegel als van stijghoogte gesproken. Onder een grondwaterspiegel wordt het scheidingsvlak tussen verzadigde en onverzadigde zone verstaan. In geohydrologische termen betekent dit dat de absolute waterdruk gelijk is aan de atmosferische druk. De grondwaterstand is de hoogte van de grondwaterspiegel ten opzichte van een referentiepunt. Indien zich boven een verzadigde watervoerende laag een slecht doorlatende waterverzadigde laag bevindt, spreekt men niet van grondwaterstand maar van stijghoogte. Het is mogelijk dat de stijghoogte boven de top van de watervoerende laag uitkomt.

Langs de Grensmaas varieert de gemiddelde grondwaterstand van ongeveer één meter beneden maaiveld bij Meers tot zes meter beneden maaiveld bij Nattenhoven. In bijlagen 5.1 en 5.2 zijn de berekende gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de berekende gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) ten opzichte van maaiveld weergegeven voor de huidige situatie. In het grootste deel van het gebied komt de grondwaterspiegel niet of een beperkte periode van het jaar tot in de deklaag.

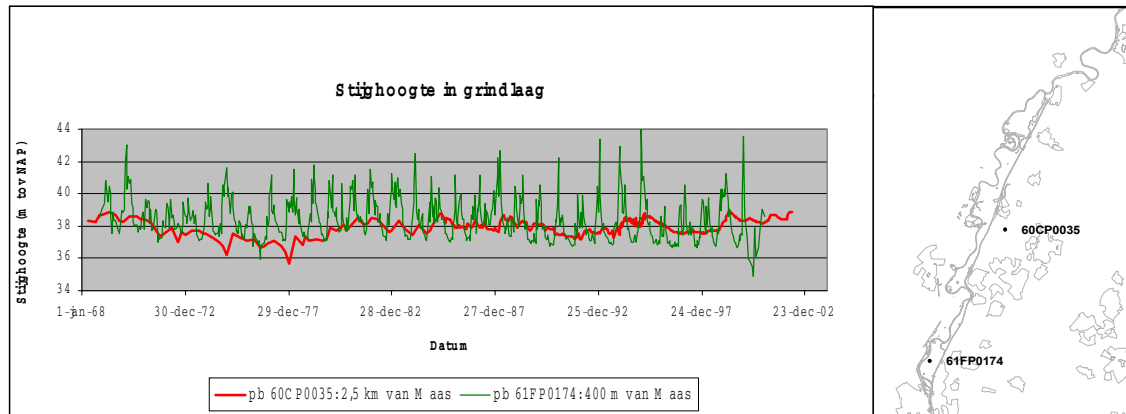
Onder invloed van het Maaspeil kunnen de stijghoogten in het grind aanzienlijk fluctueren. In figuur 2.4 is een voorbeeld gegeven voor twee punten, één op 400 meter van de Maas en één op 2,5 km van de Maas. De gemiddelde stijghoogte van beide peilbuizen is bijna gelijk (circa 38 m +NAP), maar de maximale fluctuaties in het punt op 400 meter afstand van de Maas bedraagt bijna 10 meter terwijl de maximale amplitude in het punt op 2,5 km circa 4 meter is.

De doorwerking van de Maaspeilen is bestudeerd in het kader van grondwateronderzoek rond Meers (IWACO, 1993b). Een hoogwatergolf van 10 dagen is op 2,5 kilometer afstand van de Maas nauwelijks merkbaar. De stijghoogteverandering in de deklaag is minder groot dan die in het onderliggende grindpakket. Indien de hoogwatergolf enkele tientallen dagen duurt is het effect op 2,5 kilometer wel duidelijk merkbaar. Een structurele, langjarige wijziging van het Maaspeil van circa 1 meter kan merkbaar tot op 10 km van de rivier (Ministerie van V&W, 1994).

Door de diepe grondwaterstand en het voorkomen van slecht doorlatende kleilagen aan het oppervlak, kan lokaal hangwater voorkomen. Dit is regenwater dat langzaam infiltreert en door de slecht doorlatende grondslag tijdelijk ondiep een “grondwaterlens” vormt. Onder deze grondwaterlens komen weer onverzadigde bodemlagen voor. Dit hangwater staat niet in verbinding met het grondwatersysteem en wordt derhalve niet beïnvloed door de waterstand in de Maas. Dit water is echter wel van belang voor de landbouw en sommige natuurgebieden.



Figuur 2.4- Gemeten stijghoogteverloop in de tijd op 400 m en 2,5 km van de Maas



Door de grindwinning is in de loop der jaren de waterstand in de Grensmaas stelselmatig verlaagd. Doordat de weerden zijn bedekt met een slecht doorlatende kleilaag is het optreden van kwel beperkt tot het zomerbed. De grootte van de kwelflux is ongeveer $4\text{ m}^3/\text{s}$. Bij extreem lage afvoer ($7\text{ m}^3/\text{s}$ bij Borgharen) vormt kwel derhalve een substantieel deel van de totale afvoer van de Grensmaas (Helmer, e.a., 1991).

2.2.3 Grondwatersystemen

Het peil van de Maas heeft grote invloed op de grondwaterhuishouding in het Maasdal. Het regionale grondwatersysteem van de Maasvallei wordt gekarakteriseerd door infiltratie op de hoge delen (Kempisch plateau, plateaus van Schimmert en Margraten) en kwel in het Maasdal met name langs de terrasranden (IWACO, 1993b). Het is vrijwel uitgesloten dat er in de ondiepe watervoerende pakketten grondwater onder de Maas doorstroomt. Regionaal gezien stroomt het grondwater in de richting van de Maas, maar lokaal zal ook grondwater naar de beken stromen. Dat wil zeggen dat aan de oostkant van de Grensmaas het grondwater globaal in noordwestelijke richting stroomt. In België, ten westen van de Grensmaas is de regionale stromingsrichting oost tot noordoost. De verschillende grondwatersystemen kunnen boven elkaar voorkomen. De karakteristieken van deze systemen zijn van belang voor de kwaliteit van het kwelwater.

Er worden drie typen grondwatersystemen onderscheiden:

- **Regionale systemen.**

Regionale systemen worden gekenmerkt door grondwater dat een lange weg heeft afgelegd tussen infiltratiegebied (Kempisch plateau, plateaus van Margraten en Schimmert) en kwelgebied, waarbij het grondwater vaak door diepe watervoerende lagen stroomt. In het gebied rond de Grensmaas komt de regionale kwel voornamelijk uit in het Maasdal, met name in de bedding van de rivier. Bij hoge waterstanden in de Maas kan de regionale kwel door de tegendruk van het Maaswater buiten de Maasbedding uittreden. De regionale grondwaterstromen kunnen echter onderweg ook afgevangen worden door beken of onttrekkingen. Zo heeft de Geul een sterk drainerend effect. De uiterste grenzen van het intrekgebied van de Grensmaas (dat wil zeggen de verzameling gebieden waarin water dat



in de bodem infiltreert uiteindelijk in de Grensmaas terecht komt) zijn niet overal bekend. In België is de westgrens de waterscheiding tussen het Maas- en Scheldebekken (Loy, 1980). Aan de oostzijde is deze grens minder duidelijk. Door de lange verblijftijd van het grondwater is de kwaliteit van het regionale kwelwater over het algemeen goed (gering verontreinigd).

- **Lokale systemen.**

Het grondwater legt een relatief korte weg af van infiltratiepunt naar kwelgebied. Meestal infiltreert het water op de hogere gronden naast het Maasdal en stroomt alleen via het eerste watervoerend pakket. De lokale systemen bevinden zich boven de regionale systemen. Door de korte en ondiepe stromingsweg is dit grondwater vaak beïnvloed door landbouw en industrie. Ook de samenstelling van het regenwater heeft invloed op de kwaliteit van het lokale kwelwater.

- **Maassysteem.**

Dit is een dynamisch systeem dat wordt gevormd door de fluctuerende standen in de Maas in wisselwerking met grondwater in de aangrenzende (goed doorlatende) rivierafzettingen en andere delen van de bodem (Engelen e.a., 1989). Over het algemeen draineert de Maas het grondwater. Bij (middel)hoge rivierwaterstanden kan de Maas echter ook infiltreren. Rivierwater kwelt vanuit de rivier naar de lage weerden en plassen die gelegen zijn achter een natuurlijke of kunstmatige drempel. Het grondwater afkomstig van de Maasterrassen (lokale en regionale systemen) komt rond de Maas in contact met grondwater dat beïnvloed is door het rivierwater, waardoor mengzones ontstaan. Het Maaswater is deels verontreinigd.

In bijlage 6 zijn de belangrijkste regionale en lokale kwelgebieden aangegeven. Deze gebieden zijn afgeleid uit berekeningen. In bijlage 7 is in een serie dwarsdoorsneden door middel van stroombanen schematisch aangegeven hoe de verschillende grondwatersystemen op elkaar kunnen liggen in het plangebied en de directe omgeving.

Belangrijke regionale infiltratiegebieden zijn de plateaus.

Water dat op het plateau van Margraten infiltreert, wordt deels afgevangen door onttrekkingen (waaronder onttrekkingen van de WML bij IJzeren Kuilen en Heer) komt voor een klein deel via bronnen in de beekdalwanden uit in lokale beken (WML, 1994) en stroomt deels richting Geul en Maas. De kalksteenpakketten op dit plateau vormen het belangrijkste watervoerende pakket en zijn niet door slecht doorlatende lagen afgedekt.

Op de kalksteen en onder het grind van het plateau van Schimmert ligt wel een slecht doorlatende laag (Formatie van Rupel). Dit heeft tot gevolg dat de kalksteen hier nauwelijks gevoed wordt door neerslag en bijna al het infiltrerend regenwater ondiep afstroomt: aan de westzijde naar het bronnengebied tussen Elsloo en Bunde, aan de noordzijde richting Beek en Geleen, aan de zuidzijde naar de Geul (WML, 1994). Daarnaast trekken ook diverse (industriële) winningen dit ondiepe grondwater aan. Het grondwater in de diepe kalkpakketten is afkomstig van het verder naar het oosten gelegen plateau van Ubach. Dit is een geheel ander grondwatersysteem met veel langere verblijftijden.

Regenwater dat infiltreert op het Kempisch plateau in België, stroomt deels naar de Maas (met lange verblijftijden van meer dan 100 jaar), deels naar onttrekkingen (met name de drinkwaterwinningen van Eisden en Meeswijk) en wordt deels afgevangen door diverse beken



zoals de Groenstraatbeek en de Zijpbeek in het zuiden, de Vrietselbeek, de Oude Maas en de Bosbeek in het noorden en de Zanderbeek/Diepbeek in het oosten. De reistijd naar de verschillende beken is over het algemeen niet meer dan 50 jaar.

Aan de Nederlandse zijde worden de grondwatersystemen tussen de Heerlerheide breuk en de Feldbiss en ten noorden van de Feldbiss grotendeels bepaald door onttrekkingen, de verschillende beken en natuurlijk de Maas. Deels is de voeding van buiten het onderzoeksgebied afkomstig. De reistijden van het water variëren afhankelijk van de bestemming van 10 tot 100 jaar.

Ten oosten van de Grensmaas loopt het Julianakanaal. Dit kanaal stroomt in een “dichte bak”, zodat het kanaal geen invloed heeft op de grondwaterhuishouding. Het grondwater stroomt onder het kanaal door. Lokaal kan enige opstuwing voorkomen aan de oostkant van het kanaal, bijvoorbeeld bij Elslloo (Mulder en Sijtsma, LUW).

Bij lage Maaswaterstanden komt de benedenloop van diverse beken (onder andere Geul, Geleenbeek, Hemelbeek en de Kingbeek) boven de grondwaterspiegel te liggen. Er treedt dan infiltratie vanuit de beek op. De infiltratie van de Kingbeek is dermate sterk dat deze momenteel zelfs niet in de Maas uitmondt.

2.2.4 Grondwaterkwaliteit

De grondwaterkwaliteit wordt beïnvloed door:

- de samenstelling van het infiltrerende water;
- de reistijd van het grondwater vanaf het moment van infiltratie;
- de samenstelling van de formatie waar het grondwater doorheen stroomt;
- menselijk handelen.

De grootte van elk van de invloeden is afhankelijk van het schaalniveau. Hieronder wordt kort ingegaan op de huidige grondwaterkwaliteit, zowel macroparameters als microparameters.

Macroparameters.

Uit de (on-line) archieven van TNO-DINO (NI) en AMINAL (Be) zijn regionale grondwaterkwaliteitgegevens beschikbaar. De peilfilters zijn voornamelijk geconcentreerd in het Maasdal; er zijn weinig gegevens van de stroomopwaarts gelegen infiltratiegebieden op de plateaus. De gegevens aan de Nederlandse zijde betreffen een uitgebreide set aan macroparameters, aan Belgische zijde zijn gegevens beschikbaar van pH, geleidbaarheid, chlorideconcentratie en totale hardheid van het freatisch water.

Het freatisch grondwater op het Kempisch plateau heeft een lage pH (5,5 tot 6,5) hetgeen duidt op zuur infiltratiewater. De hardheid van het water wordt overwegend beoordeeld als zacht tot zeer zacht. In de richting van de lager gelegen terrasafzettingen van de Maas nemen de pH, geleidbaarheid, chlorideconcentratie en totale hardheid toe.

Het grondwater in het zuidelijk deel van het Nederlands invloedsgebied dat afkomstig is van de kalkplateaus is zeer hard en heeft een neutrale zuurgraad (7 tot 7.5). Naar het noorden toe nemen de hardheid en de pH af, name van het bovenste grondwater. Het grondwater wordt



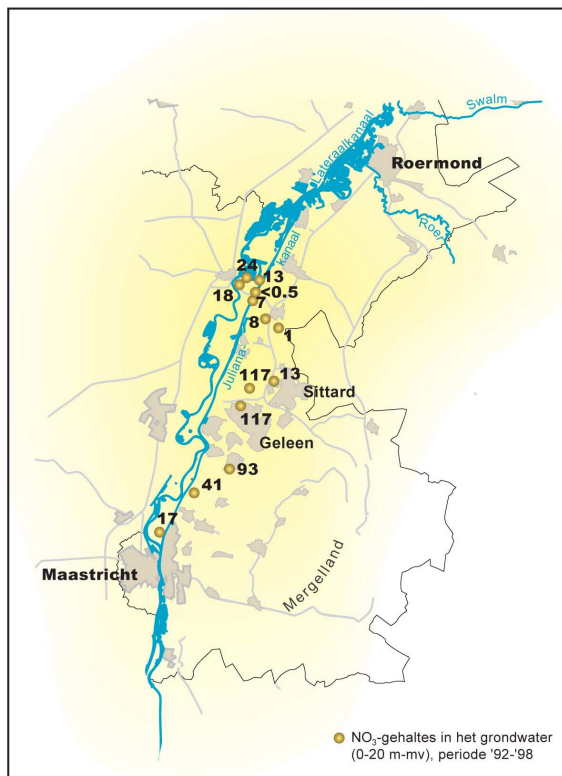
gekenmerkt als zacht water omdat het niet meer in contact is geweest met kalksteen zoals in het zuiden.

In gebieden met stedelijke bebouwing of landbouw komen in het ondiepe grondwater verhoogde concentraties nitraat, chloride, sulfaat, fosfaat en kalium voor. Door adsorptie, denitrificatie, reductie en kationuitwisseling kan de door mensen veroorzaakte verontreiniging van het grondwater afnemen.

In figuur 2.5 wordt een indruk gegeven van gemeten concentraties nitraat in het grondwater tot 20 m-mv. Uitgezet zijn de meest recente analysegegevens binnen de periode 1992 tot 1998. over het algemeen zijn de concentraties > 11,3 mg/l (MTR waarde grondwater, 4^e Nota Waterhuishouding) en zelfs lokaal > 50 mg/l (Waterleidingbesluit 2001). In peilbuis 60AA3334-01 vlak bij het waterwingebied van Roosteren is de nitraatconcentratie van 1981 tot 1995 geleidelijk teruggelopen van 42 mg/l naar 18 mg/l.

De hoge nitraatgehaltes worden mede veroorzaakt door de diepe grondwaterstanden in het gebied. Bij diepe grondwaterstanden is de denitrificatie in de bodem gering, waardoor bij hoge mestbelasting NO_3 (nitraat) uitspoelt naar het grondwater. Fosfaatdoorslag door overbemesting speelt in het onderzoeksgebied (nog) geen rol.

Figuur 2.5- NO_3 -gehalten in het grondwater (0-20 m-mv); periode '92 –'98

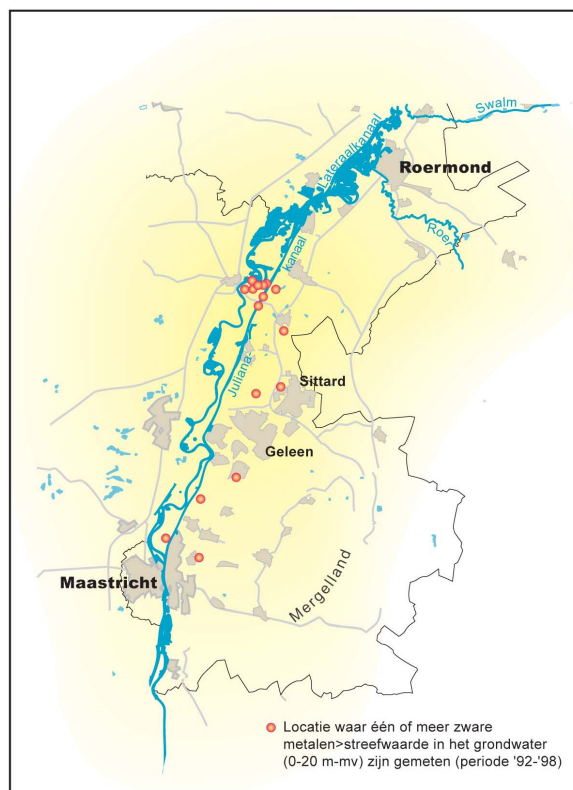




Langs de Maas wordt de grondwaterkwaliteit beïnvloed door het Maaswater, omdat de Maas bij hoge afvoeren infiltreert. Zo wordt in de onmiddellijke omgeving van de Maas een verhoogde pH gemeten. De elektrische geleidbaarheid van het Maaswater varieert sterk, waarbij de geleidbaarheid omgekeerd evenredig is met de afvoer. Hiermee samenhangend varieert de geleidbaarheid van het ondiepe grondwater vlak langs de Maas ook nogal sterk.

Over het algemeen ligt het zoet/zout grensvlak, ofwel de 150 mg/l Cl-contour, onder de basis van het geohydrologisch systeem. Nabij Borgharen ligt het grensvlak echter dicht bij het maaiveld. Ten zuiden van Maastricht treedt sterke kwel van zout water op naar de kalksteen (Witteveen en Bos, 1995). Bij de drinkwaterwinning wordt momenteel geen probleem ondervonden, op onttrekkingsput 5 bij Borgharen na. Hier werd in 1995 nog 125 mg/l Cl gemeten. Hier wordt waarschijnlijk brak water aangetrokken (mondelinge mededeling WML).

Figuur 2.6- Locaties waar 1 of meer zware metalen > streefwaarde in het grondwater (0-20 m-mv) zijn gemeten (periode '92-'98)



Microverontreinigingen

In het Maasdal aan de Nederlandse kant worden in ondiepe grondwater tot 20 m-mv licht verhoogde concentraties zware metalen (Cr, Ni, Cu, Zn, As, Ba, Pb, Cd; zie figuur 2.6) aangetroffen en soms gechloreerde koolwaterstoffen (cis 1,2 dichlooretheen, tetrachlooretheen, trichlooretheen, 1,2 dichloorethaan). Onder licht verhoogd wordt verstaan een concentratie die boven de streefwaarde ligt die is geformuleerd in de 4^e nota waterhuishouding. De zware

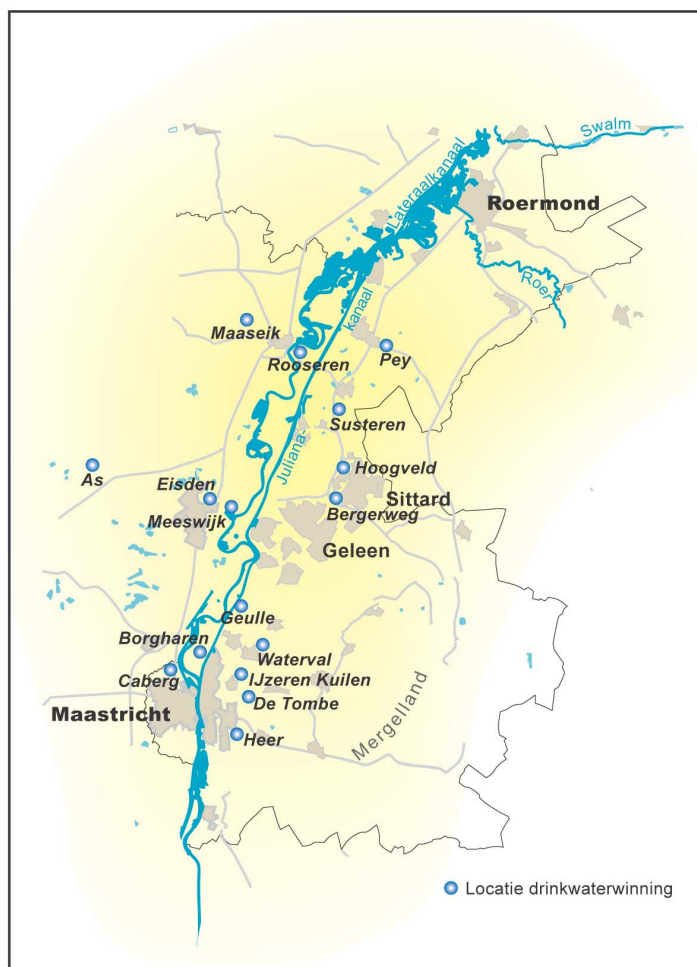


metalen zijn waarschijnlijk het gevolg van de diffuse bodemverontreiniging door landbouw en rivierslib. Bij overstroming van de Maas wordt dit verontreinigde slib over het gehele winterbed afgezet. Dit proces is al vele decennia aan de gang. Door uitloging komen de zware metalen in het grondwater terecht en stromen ze richting Maas. Ook door bemesting kunnen zware metalen in het grondwater terechtkomen, zeker als sprake is van slecht gebufferd grondwater. De organische componenten zijn vermoedelijk afkomstig van puntbronnen. Aan Belgische zijde zijn geen analyseresultaten bekend, maar verwacht wordt dat ook hier licht verhoogde concentraties zware metalen in het ondiepe grondwater voorkomen.

2.2.5 Drinkwaterwinning uit grondwater

In de directe omgeving van het plangebied bevinden zich zowel in Nederland als België een aantal drinkwaterwinningen (zie figuur 2.7). In tabel 2.1 is een overzicht opgenomen van alle drinkwaterwinningen in een straal van circa 10 kilometer rondom het plangebied. De winningen Itteren-Borgharen en Roosteren bevinden zich in het plangebied. Alle Nederlandse winningen worden geëxploiteerd door de Waterleidingmaatschappij Limburg (WML) en de Belgische door de Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening (VMW).

Figuur 2.7- Locatie drinkwaterwinningen





In België zijn de drinkwaterwinningen van Eisden en Meeswijk geplaatst in mijnverzakkingsgebieden. Door de daling van het maaiveld moet grondwater worden onttrokken om grondwateroverlast te voorkomen. Naast de drinkwaterwinningen zorgen nog drie bemalingstations voor voldoende grondwaterstandverlaging. Nabij het puttenveld van Meeswijk ligt bemalingstation “De Genootsbeek”. Bij lage Maasstanden werkt dit station niet en is de drinkwaterwinning voldoende om het gebied droog te houden. In deze periode is de winning echter gevoelig voor grondwaterstandverlagingen. Nabij de drinkwaterwinning Eisden ligt het bemalingstation “Greven”. Dit station pompt overtollig water uit de Vrietselbeek, die door de maaiveldverzakking geen afvoer uit het gebied meer heeft, naar de Zuid-Willemsvaart. De drinkwaterwinning en de bemaling van de Vrietselbeek zijn zodanig op elkaar afgestemd dat de Vrietselbeek nooit droog valt. Het bemalingstation “Leut” ligt tussen Eisden en Meeswijk in. Hier wordt permanent water afgevoerd via een horizontale drainage.

Tabel 2.1- Overzicht nabij gelegen drinkwaterwinningen uit grondwater

Winning	Water-voerend pakket	Diepte winning (m-mv)	Vergunde onttrekkings-hoeveelheid (miljoen m ³ /jaar)	Onttrokken hoeveelheid in 2001 (miljoen m ³ /jaar)
Nederland				
Roosteren	1	5-25	9	5,1
Susteren	2 & 3	100-125 en 135-200	5	4,5
Geulle	2	40-75	2	0,82
Waterval	2	25-100	2,5	1,4
IJzeren Kuilen	1	15-100	4,5	5,23
Hoogveld	3	150-200	4,6	0
Borgharen	1/2	10-100	4	1,43
Caberg	2	25-100	2,5	2,3
Pey	2 & 3	65-110, 120-160, 165-200	3	3,9
De Tombe	1	8-100	3	2,7
Heer-Vroendaal	1	20-80	3	2,4
België				
As	3	circa 70	3,5	Niet bekend
Maaseik/Vlakenhof	3	circa 200	5,5	Niet bekend
Eisden	1	6,5-21	14,6	Niet bekend
Meeswijk	1	circa 20	11,4	Niet bekend

Afgezien van bovengenoemde drinkwaterwinningen bevindt zich in het onderzoeksgebied nog een aantal industriële grondwaterwinningen. Bij de industriële winningen wordt doorgaans minder water onttrokken dan bij de onttrekkingen ten behoeve van de drinkwatervoorziening. De grootste industriële winningen zijn:



- KNP in Meerssen (circa 1 miljoen m³ in 2000)
- Verenigde glasfabrieken (circa 860.000 m³ in 2000)
- SCR-Sibelco in Maasmechelen (Be; 1,5 miljoen m³ in 2000)

2.3 Autonome ontwikkeling

Nederland

De provincie Limburg voert een actief anti-verdrogingsbeleid waarbij Maaswater voor éénderde deel de huidige grondwaterwinning voor de drink- en industriewatervoorziening moet gaan vervangen. De toename van de capaciteit van de oevergrondwaterwinning van Roosteren is hiervan een voorbeeld.

Bij Stevensweert vindt uitbreiding van de grindwinning plaats (STEVOL). Dit zal lokaal een verlaging van de grondwaterstand tot gevolg hebben.

Inmiddels is het Tracébesluit Zandmaas vastgesteld. Belangrijk voor het grondwatersysteem zijn de voorgenomen verhogingen van het Maaspeil in een aantal stuwvakken met name in het noordelijk deel van het Zandmaasgebied. Het Zandmaasproject heeft geen invloed op het grondwatersysteem aan weerszijden van de Grensmaas.

Ten gevolge van de mijnbouw zijn rond de Grensmaas op verschillende plaatsen verlagingen van het maaiveld opgetreden. Na het sluiten van de mijnen en de bijbehorende onttrekkingen is aan Nederlandse zijde een verhoging van het maaiveld waargenomen van enige centimeters. Dergelijke veranderingen hebben op de grondwaterstroming een verwaarloosbaar effect. In Nederland is de laatste onttrekking ten behoeve van de mijnbouw (Kerkrade) in 1994 gestaakt. Hier werd circa 7,3 miljoen m³ per jaar onttrokken om de mijnschachten in Beerenbosch (Duitsland) droog te houden. In de omgeving van Heerlen en Kerkrade is sinds 1974, het tijdstip waarop de laatste mijn sloot, een duidelijke stijging van de stijghoogten in de diepe pakketten waar te nemen. In hoeverre dit effect zich ook uitstrekt tot het gebied van de Grensmaas is niet bekend.

De capaciteit van P.S. Roosteren (oevergrondwaterwinning) is uitgebreid van 3 naar 9 miljoen m³ per jaar. Momenteel wordt circa 6,5 miljoen m³ per jaar onttrokken. De winning Itteren-Borgharen levert momenteel voor een deel het drinkwater in Maastricht. Het provinciaal beleid is erop gericht deze winning op termijn te sluiten. De geplande ingrepen van het Grensmaasproject bevinden zich binnen het beschermingsgebied. Momenteel worden alternatieven voor deze winning bestudeerd door de WML. Er is nog geen datum vastgesteld waarop de winning dicht gaat. Bij de effectberekeningen is deze winning buiten beschouwing gelaten. De winning Bergharen/Hoogveld is gesloten. Het spaarbekken bij Panheel (ten noorden van het onderzoeksgebied) is inmiddels operationeel. Deze winning zal niet worden beïnvloed door de geplande ingrepen van het voorkeursalternatief 2003.

Door toenemende verstedelijking zal de grondwaterkwaliteit verder kunnen worden aangetast. Daar staat tegenover dat de landbouwinvloeden kleiner worden door afname van het landbouwareaal. De diffuse verontreiniging zal bij onveranderde kwaliteit van het rivierslib gelijk



blijven. Ook als in de toekomst de kwaliteit van het slib verbetert, zal het huidige gedeponeerde materiaal nog geruime tijd blijven uitlogen.

België

In België zijn de mijnen rond 1990 gesloten. De onttrekkingen van het grondwater bij de mijnen is tot ongeveer 1993-1994 doorgegaan. De verzakkingen zijn groter geweest dan in Nederland, maar over de toekomstige ontwikkelingen is weinig bekend.

De winning Neerharen is in 1999 gesloten. Deze winning wordt buiten beschouwing worden gelaten bij de effectenvoorspellingen. Rond 2005 zal een nieuwe oevergrondwaterwinning worden gestart in Bichterweerd langs het nieuw uit te graven spaarbekken "Meerheuvel" ten westen van de huidige grindplas "Bichterweerd". De capaciteit wordt circa 25.000 m³ per dag. De grindplas "Bichterweerd" zal worden gevuld met zand en slib afkomstig van de (natte) grindwinning van "Meerheuvel". Tussen de plassen in zal een dijk worden aangelegd, ter bescherming van hoge waterstanden in de Maas. De winputten (circa 10 stuks) worden tussen het opgepulde "Bichterweerd" en het nieuwe spaarbekken geplaatst.

Over de ontwikkelingen met betrekking tot de industriële onttrekkingen is weinig bekend.



3 GRONDWATERMODELLERING

3.1 Inleiding en doel modellering

In dit hoofdstuk wordt de aanpak van de grondwatermodellering beschreven. Een uitgebreidere beschrijving van het grondwatermodel is terug te vinden in het technisch achtergrondrapport (Royal Haskoning, 2003).

Het doel van de grondwatermodellering is voor een gemiddeld hydrologisch jaar in kaart brengen van de permanente veranderingen in het grondwatersysteem en grondwaterafhankelijke functies ten opzichte van de huidige situatie en autonome ontwikkeling als gevolg van de ingrepen van het Grensmaasproject. Hierbij worden de aard en samenhang van de grondwatereffecten over een groot gebied beschreven en worden geen voorspellingen gedaan tot op perceelsniveau over bijvoorbeeld grondwaterstandveranderingen.

De effectberekeningen zijn uitgevoerd voor een situatie na afronding van alle voorgenomen ingrepen en nadat de natuurontwikkeling op gang is gekomen.

Het gebruikte modelprogramma is TRIWACO. De basis voor het grondwatermodel is gelegd ten behoeve van het MER Grensmaas in 1998 (De Maaswerken, 1998). Vervolgens is het model aangepast en ingezet ten behoeve van het Ruw Ontwerp Grensmaas (IWACO, 1998) en het Voorlopig Ontwerp Grensmaas (IWACO, 1999b). Voor het MER Grensmaas 2003 is het model verder aangepast.

3.2 Veranderingen ten opzichte van modellering MER 1998

Ten opzichte van het MER 1998 zijn onder meer de volgende wijzigingen doorgevoerd:

- Om randeffecten te voorkomen is het modelgebied vergroot. Een deel van het plateau van Schimmert is toegevoegd, zodat de modelgrens bij Elsloo niet meer 1 km van de Maas af ligt. Tevens is het model aan Belgische kant uitgebreid ongeveer tot aan de oppervlaktewaterscheiding op het Kempisch plateau.
- Door uitbreidingen van de software is het mogelijk alle berekeningen met 1 model uit te voeren in plaats van dat aanvullende detailmodellen moeten worden gebruikt.
- Er wordt gebruik gemaakt van 2 verschillende knooppuntennetwerken, 1 basisnetwerk met circa 16.000 knooppunten voor de stationaire ijking en 1 rekennetwerk met circa 40.000 knooppunten voor de bepaling van de effecten. Hierbij is rond de ingrepen en een aantal bedreigde objecten zoals drinkwaterwinningen en natuurgebieden het netwerk verdicht ten opzichte van het basisnetwerk.
- De deklaag is nu als separate watervoerende laag opgenomen terwijl dit in 1998 nog niet het geval was. Dit bracht beperkingen met zich mee omdat de grondwaterspiegel lokaal kan fluctueren van grindpakket tot in de deklaag. Dit is nu beter te simuleren.
- Er zijn meer beken als lijnvormig element in het model gebracht.
- De basisgegevens zijn geverifieerd en geactualiseerd. Daarbij is onder meer gebruik gemaakt van aanvullende inzichten in de bodemopbouw in het Plangebied en het doorlaatvermogen van het grindpakket. Variaties in het doorlaatvermogen van het



grindpakket zijn grotendeels gebaseerd op geomorfologisch onderscheid, namelijk de overgangen tussen de verschillende Maasterrassen.

- De schematisatie van de Maas is verbeterd. In het model van 1998 was de Maas geschematiseerd als een lijn met vaste waterstanden. De waterstanden waren berekend voor een bepaalde afvoer bij Borgharen. Deze schematisatie hield geen rekening met het feit dat de Maas in het grindpakket is ingesneden, dat er een aanzienlijk verschil in rivierbreedte bestaat tussen zomer en winter en dat bij hoge Maaswaterstanden langs de Maas geen infiltratie meer optreedt maar kwel vanuit de Maas. Deze effecten zijn er nu wel ingebracht. In het huidige model wordt tevens rekening gehouden met het feit dat bij hoge Maasstanden ook opstuwing plaats vindt in de benedenloop van beken die in de Maas uitmonden.
- Het model is zowel stationair als niet-stationair geijkt. Dit heeft het grote voordeel dat de invloed van een hoogwaterperiode doorgerekend kan worden in tijd en ruimte, in plaats van gefixeerd voor 1 bepaald tijdstip, zoals in 1998. Immers hoe verder van de Maas af, des te later reageert het grondwatersysteem op de hoogwatergolf in de Maas. Op één bepaald tijdstip kan langs de Maas het grondwater allang gezakt zijn, terwijl op een paar kilometer afstand het grondwater pas begint te stijgen.
- Tijdens de ijking zijn met name de waarden voor het doorlaatvermogen van het grindpakket opgevoerd. Aanleiding hiervoor zijn de uitkomsten van een detail-grondwatermodel voor het gebied Eisdien-Meeswijk (IWACO, 1998).
- De scenarioberekeningen zijn volledig niet-stationair uitgevoerd, voor een zogenaamd synthetisch gemiddeld jaar. Dat wil zeggen dat een heel scala aan afvoersituaties van 50 tot 540 m³/s is beschouwd. De berekeningen voor het MER 1998 waren stationair, voor twee gemiddelde afvoersituaties te weten 100 m³/s en 235 m³/s. De consequentie was dat de effecten zowel in de zomer als de winter werden onderschat. Met name dit onderscheid kan tot grote verschillen leiden tussen de berekende effecten in 1998 en 2003.

3.3 Opzet modellering

Voordat een grondwatermodel kan worden opgesteld dient eerst een conceptueel model te worden gemaakt. Dit is een beschrijving van de werking van het geohydrologisch systeem in het gebied. Daarna vindt een vertaling plaats naar het grondwatermodel, wat tevens een vereenvoudiging van de werkelijkheid inhoudt. Belangrijke aspecten hierbij zijn:

- Keuze van de omvang van het modelgebied.
- Schematisatie van de bodemopbouw.
- Geohydrologische parameters van de watervoerende en slecht doorlatende lagen.
- Welke geohydrologische parameters zijn goed in te schatten en welke zijn niet bekend.
- Maaswaterstanden over het gehele jaar en daarmee samenhangend de variabele breedte van de Maas.
- Grondwaterbalans: hoeveel water komt het gebied in via (diepe) aquifers, de Maas, voeding uit neerslag en hoeveel water verdwijnt er via diepe aquifers, de Maas, onttrekkingen, beken en andere ontwateringsmiddelen en waar gebeurt dit. De waterbalansen termen zijn niet constant, maar variëren over het jaar.
- Voeding uit neerslag.
- De aanwezigheid van breuken in de ondergrond en het effect op de grondwaterstroming (is het een barrière voor grondwaterstroming of niet).
- Opstuwing van beekpeilen bij hoge Maasstanden.



- Selectie van een geschikte reeks gemeten grondwaterstanden en stijghoogten die vergeleken zullen worden met de berekende waarden (ijking).
- Wanneer is het model voldoende geijkt.
- Nauwkeurigheid van de berekende effecten.

Daarnaast is de referentiesituatie van belang, ten opzichte waarvan de effecten worden beschouwd.

Onderstaand wordt achtereenvolgens ingegaan op het nulalternatief, het modelgebied, de geohydrologische laagopbouw in het model, de randvoorwaarden van het model, de wijze waarop in de grondwatereffectbepaling rekening is gehouden met de veranderingen in de waterstanden van de Maas, de ijking van het model, de wijze waarop de grondwatereffecten met het model zijn geanalyseerd en de nauwkeurigheid in berekende grondwaterstandveranderingen.

3.4 Nulalternatief

Onder nulalternatief wordt hier verstaan de huidige situatie met de autonome ontwikkeling. Het nulalternatief bestaat uit de volgende elementen:

Huidige situatie

- topografie (waaronder de omvang van ontgrondingsplassen) gebaseerd op topografische kaarten van 1995 en luchtfoto's uit 2001;
- grondwateronttrekkingsregime van 1999;
- sluiting van drinkwaterwinning Neerharen (België);

Autonome ontwikkelingen

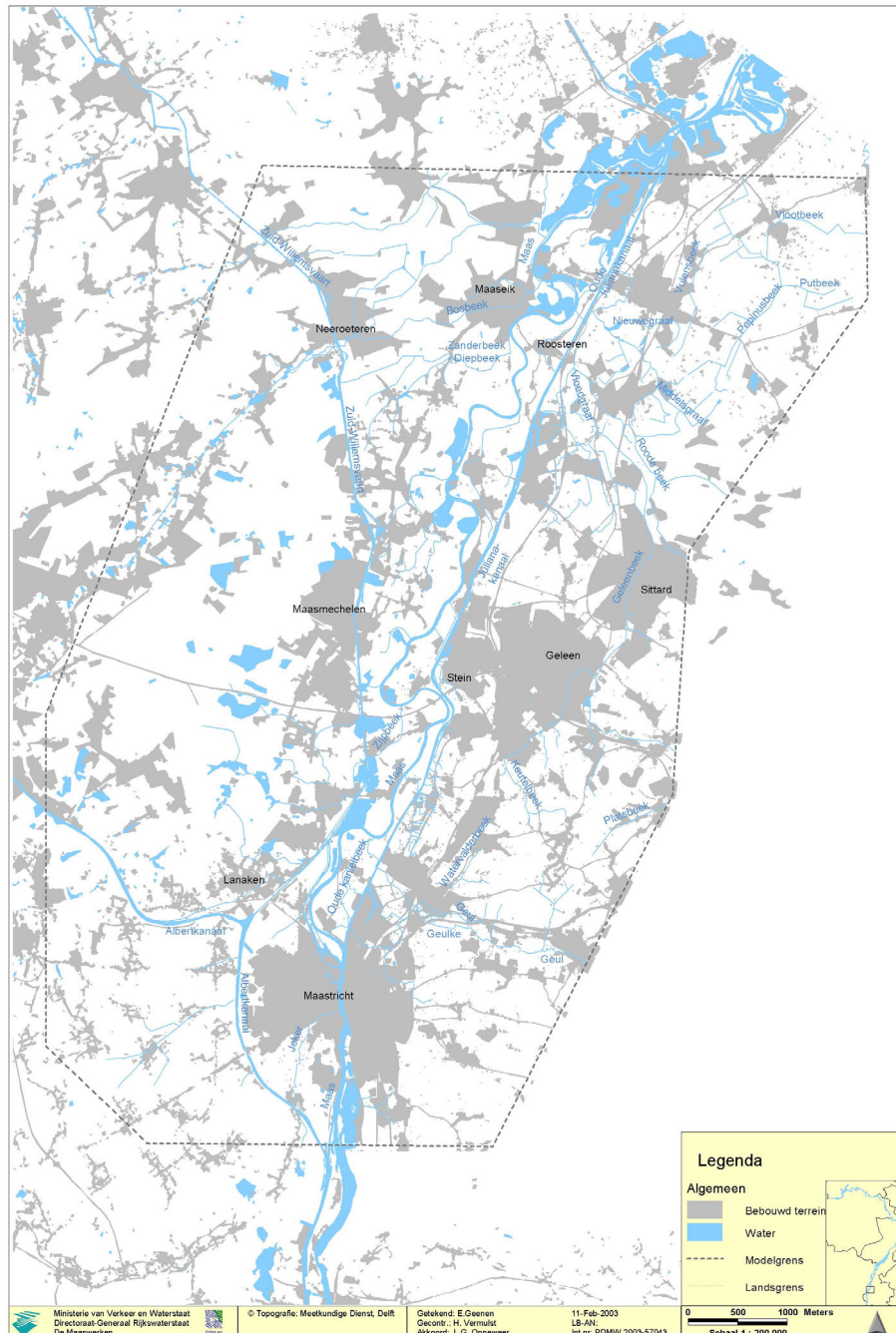
- uitgevoerd kadeplan (Deltaplan Grote Rivieren 1995/1996);
- volledige ontgroning Stevensweert;
- verbreding Julianakanaal;
- uitvoering tracébesluit Zandmaas;
- POL Zandmaas;
- sluiting van de drinkwaterwinningen Itteren-Borgharen;
- oevergrondwaterwinning in Meerheuvel (België).

3.5 Modelgebied

Het modelgebied dient ruim groter te zijn dan het gebied waar de grondwaterhuishouding merkbaar wordt beïnvloed door de ingrepen. Op grond hiervan zijn de grenzen ongeveer 10 tot 15 kilometer van de ingreeplocaties gekozen. De modelbegrenzingsen zijn weergegeven in figuur 3.1.



Figuur 3.1- Overzicht modelgebied





3.6 Geohydrologische laagopbouw en invoerparameters

Op basis van de geologische formaties, die zijn beschreven in paragraaf 2.2.1, is in het grondwatermodel de ondergrond geschematiseerd in watervoerende pakketten en scheidende lagen. In de watervoerende pakketten wordt voornamelijk horizontale stroming verondersteld en in de scheidende lagen hoofdzakelijk verticale stroming. In de laagopbouw van het model is onderscheid gemaakt in drie deelgebieden, te weten het gebied ten zuiden van de Heerlerheidebreuk, het gebied tussen de Heerlerheidebreuk en de Feldbiss-breuk en het gebied ten noorden van de Feldbiss-breuk. In bijlage 4 is een tabel opgenomen met de verschillende onderscheiden modellagen, een verwijzing naar de geologische formaties en de aan het model opgegeven waarde(n) voor het doorlaatvermogen (voor watervoerende pakketten) of hydraulische weerstand (voor scheidende lagen) na ijking.

Voor vrijwel het gehele modelgebied geldt dat het Maasgrind, geschematiseerd als tweede watervoerend pakket, veruit de belangrijkste modellaag is. Door de extreem hoge doorlatendheid van deze laag en doordat de Maas in deze laag is ingesneden, zullen de effecten van de weerdverlagingen, stroomgeulverbredingen en dekgrondbergingen en de daardoor veroorzaakte dalingen van Maaswaterstanden, zich met name verspreiden via het Maasgrind. In het zuidelijke deelgebied spelen de diepere watervoerende pakketten (kalksteenlagen) een ondergeschikte rol in de verspreiding van effecten vanwege het naar verhouding geringe doorlaatvermogen. Ten noorden van de Feldbiss zorgt de extreem slecht doorlatende Brunssumklei ervoor dat het vierde en vijfde watervoerende pakket nauwelijks bijdragen aan de verspreiding van grondwatereffecten vanuit de ingreeplocaties.

Afhankelijk van de locatie zijn de deklaag of het grindpakket (watervoerende lagen 1 en 2) deels verzadigd met grondwater en hebben zij derhalve een doorlaatvermogen dat afhankelijk is van de grondwaterstand. In bijlage 3 zijn diktekaarten van deze lagen opgenomen.

Door de breuken in het gebied kan lokaal de dikte en dus het doorlaatvermogen van een watervoerend pakket over een korte afstand sterk afnemen. Ook kunnen door de verschuivingen langs het breukvlak kleiige lagen “versmeerd” zijn, wat resulteert in een slecht doorlatende zone rond de breuk. Beide effecten resulteren in een sprong in stijghoogte over de breuk. Dit fenomeen is bijvoorbeeld bekend van de Feldbiss en is als zodanig ook gemodelleerd.

3.7 Randvoorwaarden

Randvoorwaarden zijn op voorhand aan het grondwatermodel opgelegde eisen. Dit zijn de vaste (grond)waterstanden c.q. stijghoogten en waterstromen waaraan de berekende waarden als het ware worden opgehangen. Belangrijke randvoorwaarden van het grondwatermodel zijn:

- Maasstanden (zie paragraaf 3.7.1)
- Vaste stijghoogten aan de west- en oostrand van het model. In werkelijkheid is de grondwaterstand hier niet gedurende het gehele jaar constant, maar de randen zijn ver genoeg verwijderd van de ingreeplocaties om geen invloed te hebben.
- Dichte onderrand, dat wil zeggen dat verondersteld wordt dat er geen uitwisseling van grondwater plaats vindt over de onderkant van de diepste modellaag.
- Grondwateraanvulling uit neerslag.

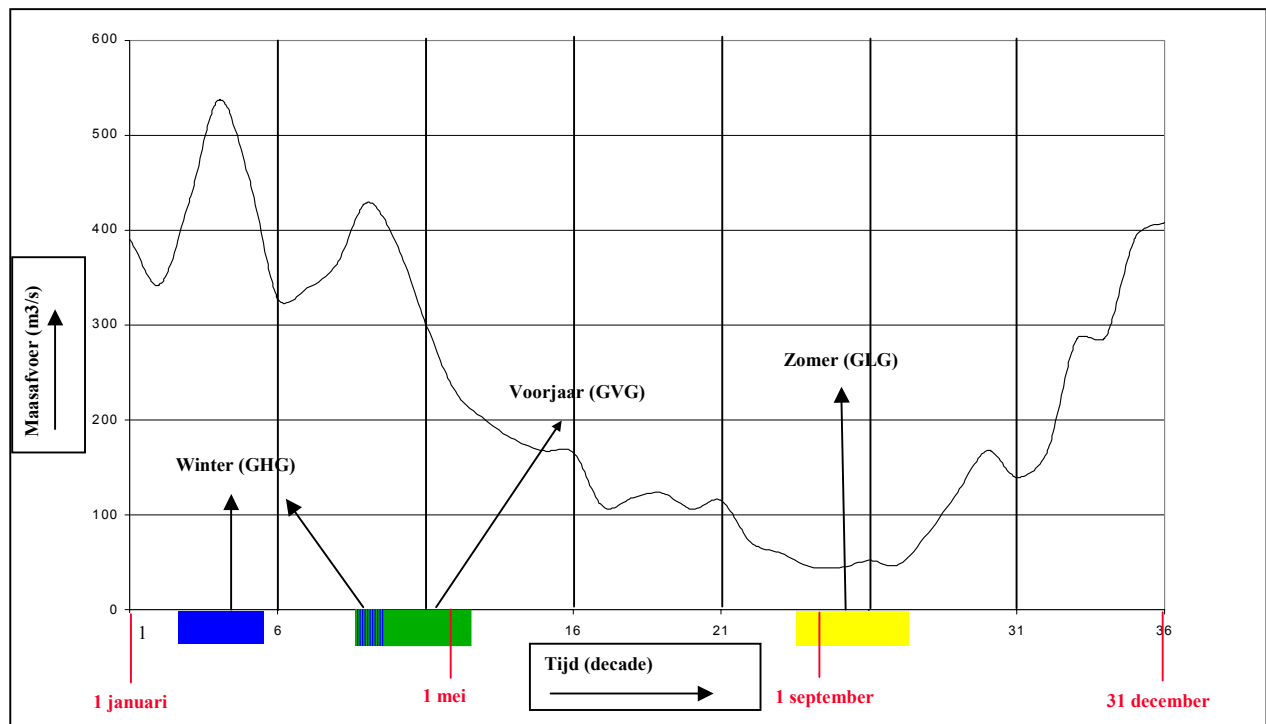


- Vaste beekpeilen. Deze zijn ofwel bepaald uit een langjarige meetreeks, of indien deze ontbreekt uit, een vaste waterhoogte boven de beekbedding.

3.7.1 Invoer van Maaswaterstanden

Aan de hand van de afvoerreeks van 1974 - 1994¹ is een gemiddeld verloop van de Maasafvoer bij Borgharen berekend. Hierbij is elk jaar eerst onderverdeeld in 36 decades². Per decade is de gemiddelde afvoer bepaald. Voor de gehele periode is vervolgens het gemiddelde van alle decades nummer 1 bepaald etc. Het resultaat is weergegeven in figuur 3.2. Deze berekening resulteert in een piekafvoer van circa 540 m³/s eind januari en een zomerafvoer van circa 50 m³/s gedurende de maand september. Door de middeling zijn de hoogste en de laagste afvoer minder extreem dan in werkelijkheid, maar duren wel langer. Het berekende gemiddelde afvoerloop wordt aangeduid met de term synthetisch gemiddeld (afvoer)jaar.

Figuur 3.2- Synthetisch gemiddelde jaarafvoer: per decade berekende gemiddelde Maasafvoer (Borgharen). De hiermee berekende grondwaterstanden zijn geëvalueerd voor decades 3-5 en 9 (representatief voor een gemiddelde winter), decades 9-12 (representatief voor een gemiddeld voorjaar) en decades 24-27 (representatief voor een gemiddelde zomer).



¹ Bij de berekeningen is dezelfde periode aangehouden als eerder bij het Voorlopig Ontwerp. Het gemiddeld afvoerloop voor de periode 1974-2001 verschilt hier weinig van (zeker voor de decades 4 en 9 in de winter en 24-27 in de zomer), ondanks de hoge Maasafvoeren van 1993, 1995 en 1998.

² Definitie decade : bij benadering één derde deel van een kalendermaand. Een kalendermaand wordt opgedeeld in drie decades, waarbij de eerste twee decades tien etmalen groot zijn en de derde gelijk is aan het restant aan dagen binnen de maand, 11 voor januari, 8 of 9 voor februari, etc.



Met behulp van het 2D-stromingsmodel WAQUA is voor een serie afvoeren de stationaire verhanglijn van de Maas berekend. Dit is gedaan voor het nulalternatief, het voorkeursalternatief 2003, OO+ , OO- en het MMA (zie bijlage 9). De grafieken laten zien dat de sterkste dalingen in het Maaspeil optreden bij hogere afvoeren. Bij 60 m³/s bedragen de dalingen ten opzichte van het nulalternatief slechts enkele centimeters. Bij lage afvoeren zijn weinig tot geen waterstanddalingen te verwachten. Het Maaswater stroomt bij dergelijke lage afvoeren langs geultjes en poelen, waarin in principe geen vergraving zal plaatsvinden. Wel is het mogelijk dat de Grensmaas-ingrepen plaatselijk leiden tot morfologische veranderingen, die vervolgens de waterstanden bij extreem lage afvoeren kunnen beïnvloeden. De effecten van eventuele morfologische veranderingen zijn niet meegenomen in de WAQUA-berekeningen.

Het verloop van het Maaspeil bij afvoeren tussen de berekende stationaire verhanglijnen is door middel van interpolatie bepaald. In bijlage 10 is voor een aantal representatieve locaties het verloop van de Maaswaterstand weergegeven gedurende het synthetisch gemiddeld afvoerjaar. Het verloop van de Maaswaterstanden is gepresenteerd voor achtereenvolgens Maaskilometer 23 (net benedenstrooms van de monding van de Geul en de ingrepen bij Itteren), Maaskilometer 35 (benedenstrooms van de ingrepen bij Meers), Maaskilometer 48 (benedenstrooms van de ingrepen bij Koeweide) en Maaskilometer 54 (benedenstrooms van de stroomgeulverbreding bij Roosteren). Ook uit deze grafieken is af te leiden dat de sterkste Maaspeilverlagingen zich voordoen bij hogere afvoeren.

Het tracé van de Maas (zowel zomerbed als winterbed) valt samen met knooppunten in het TRIWACO model. Bij de stationaire berekening wordt per Maasknooppunt het jaargemiddelde Maaspeil opgegeven. Bij niet-stationaire berekeningen wordt per tijdstap per knooppunt het berekende Maaspeil bij de voor die tijdstap geldende Maasafvoer ingevoerd. De variatie van de Maaspeilen blijft niet beperkt tot het stroombed van de Maas zelf. Ook het peil van Maasplassen, die in open verbinding staan met de Maas, varieert direct mee met de Maaswaterstand. Hetzelfde geldt voor het peil ter plaatse van de monding van de beken, op momenten dat de Maaswaterstand hoger komt te liggen dan het normale beekpeil. In de grondwaterberekeningen is met deze effecten rekening gehouden door per tijdstap het peil van de Maasplassen en indien nodig de beekpeilen aan te passen aan de dan geldende Maaswaterstand.

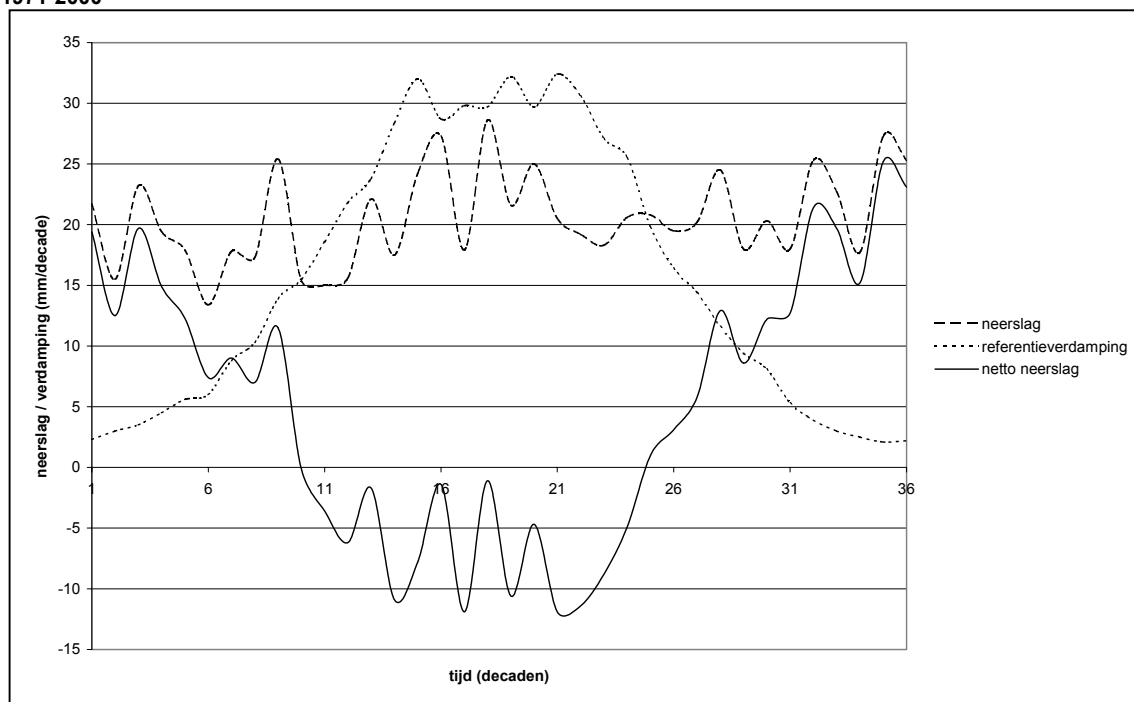
3.7.2 Grondwateraanvulling uit neerslag

De Maasstanden zijn berekend voor een synthetisch gemiddeld jaar. Iets vergelijkbaars is gedaan voor de grondwateraanvulling uit neerslag. Er is in eerste instantie uitgegaan van een gemiddelde netto neerslag van station Beek over de periode 1971-2000 (zie figuur 3.3). De meetwaarden zijn afkomstig van het KNMI. Vervolgens is binnen het modelgebied een ruimtelijke variatie aangebracht, waarbij het noordelijke modelgebied (omgeving Echt-Roermond) -conform de meetgegevens van kleinere KNMI-stations- ca 15 % minder neerslag krijgt en de zuidoostelijke plateaus tot 10 % meer. Per tijdstap is met behulp van de onverzadigde zone-module FLUZO de grondwateraanvulling berekend op basis van neerslag, referentieverdamping, bodemtype en landgebruik.



ROYAL HASKONING

Figuur 3.3- Verloop gemiddelde neerslag, referentieverdamping en netto neerslag station Beek in de periode 1971-2000



3.8 Overige modelinvoerparameters

Naast de geologische parameters en de Maaswaterstanden zijn ten behoeve van het grondwatermodel de volgende invoerparameters afgeleid:

- peilen van beken en ander oppervlaktewater;
- maaiveldhoogten;
- drainage-eigenschappen overige sloten en watergangen;
- grondwateronttrekkingen.

In tabel 3.1 is de herkomst van bovengenoemde invoerparameters samengevat.



ROYAL HASKONING

Tabel 3.1- Samenvatting herkomst invoerparameters

Invoerparameter	Deel-gebied	Herkomst gegevens	Bewerking van de basisgegevens
grondwateraanvulling	gehele modelgebied	- neerslag per decade: KNMI-station Beek - referentieverdamping per decade: KNMI-station Beek - bodemtype: bodemkaart van Nederland 1: 50.000 (NL); bodemtype afkomstig van Biologische Waarderingskaart (BE) - landgebruik: LGN3-bestand (NL); landgebruik gedigitaliseerd (BE)	- neerslag station Beek is ruimtelijk gedifferentieerd over het gebied met factoren, gebaseerd op verdeling neerslagsommen van kleinere stations. - m.b.v. onverzadigde zone-module FLUZO per tijdstap de grondwateraanvulling berekend op basis van neerslag, ref. verdamping, bodemtype en landgebruik.
beekpeilen	NL	waterschap Roer en Overmaas	Beekpeilen bepaald op basis van: - stuwhoogtes; - bodemhoogte van watergangen (o.b.v. legger); - standaard-diepte t.o.v. maaiveld (voor beken waar bovenstaande gegevens niet beschikbaar waren)
	omgeving Eisden-Meeswijk (BE)	-	Beekpeilen geïnterpreteerd ten behoeve van Nader onderzoek winningen Eisden en Meeswijk (IWACO-rapport 3360220)
	resterend BE	-	Standaard-diepte t.o.v. maaiveld
maaiveldhoogten	zomerbed NL+BE	Maaswerken. Dwarsprofielen op basis van lodingen.	toekenning GIS-gegevens aan modelgrid
	winterbed NL+BE	Maaswerken. DTB Rivieren. Gemiddeld 40 meetpunten per ha	toekenning GIS-gegevens aan modelgrid
	resterend deel NL	RWS Meetkundige Dienst, Tophoogte 1:10.000, d.w.z. gem. 1 punt per ha	toekenning GIS-gegevens aan modelgrid
	BE, gebied rond Eisden en Meeswijk	Dienst Maas en Albertkanaal	toekenning GIS-gegevens aan modelgrid
	resterend deel BE	Bodemkundige Dienst van België	toekenning GIS-gegevens aan modelgrid
	Duits deel	Topografische kaart	digitalisatie van top.kaart, vervolgens toekenning aan modelgrid



Invoerparameter	Deelgebied	Herkomst gegevens	Bewerking van de basisgegevens
Maasplassen	NL+BE	Maaswerken. Bestand met ligging van Maasplassen, situatie 1995	Locaties zijn als Maasplas in het grondwatermodel opgenomen. Daarbij onderscheid gemaakt naar plassen die in open verbinding staan en 'geïsoleerde' plassen.
	NL	Maaswerken. Eindplan ontgravingen Stevensweert	Nieuwe ontgravingslocaties zijn als plas opgenomen in het model, voor het nulalternatief en eindplan (+/-0,5). Niet voor de ijking van het model.
	BE	Maaswerken. Aanvullende ontgravingen tussen 1995 en 2001, o.b.v. luchtfoto's van oktober 2001.	Nieuwe ontgravingslocaties zijn als plas opgenomen in het model, voor het nulalternatief en eindplan (+/-0,5). Niet voor de ijking van het model. Per plas nagegaan of deze in open verbinding staat of niet.
drainage-eigenschappen overige sloten	NL	Bodemkaart van Nederland 1:50.000	Per grondwatertrap standaardwaarden voor ontwateringsdiepte sloten en drainage/infiltratieweerstand.
	BE	-	Voor het gehele gebied vaste waarden voor ontwateringsdiepte sloten en drainage/infiltratieweerstand
grondwater-onttrekkingen	NL	Provincie Limburg, bestand met grondwateronttrekkingen 1990 t/m 1999.	Onttrekkingen toegevoegd aan modelgrid. Voor ijking uitgegaan van onttrokken hoeveelheden per jaar. Voor nulalternatief, eindplan en eindplan +/- 0,5 in principe uitgegaan van gewonnen hoeveelheden 1999.
	BE	AMINAL: vergunningenbestand 2000.	Onttrekkingen toegevoegd aan modelgrid. Voor ijking uitgegaan van onttrokken hoeveelheden per jaar. Voor nulalternatief, eindplan en eindplan +/- 0,5 in principe uitgegaan van gewonnen hoeveelheden 1999.
	NL/BE	VMW (België); provincie Limburg	autonome wijzigingen onttrekkingen (t.b.v. nulalternatief en eindplan en eindplan +/-0,5): winning Borgharen wordt stopgezet; nieuwe winningen bij Bichterweerd; winning Neerharen is stopgezet.



3.9 IJking van het model

Na afleiding en toekenning van alle basisinvoergegevens is het grondwatermodel geijkt. In eerste instantie is het model stationair geijkt. De stationaire ijking heeft plaatsgevonden aan de hand van 138 peilbuizen met in totaal 189 filters. Er is geijkt op de periode van 1 augustus 1997 t/m 31 juli 1998. Deze periode is gekozen om de volgende redenen:

1. De netto neerslag in deze periode komt overeen met het langjarig gemiddelde.
2. In deze periode komen geen extreem hoge Maaswaterstanden voor. Dit is van belang omdat de effecten van een hoogwaterperiode (en met name de naijling van het hoogwater op de grondwaterstanden) niet goed kunnen worden gereproduceerd met een stationair model.
3. De grondwaterstanden aan het begin en het einde van de periode zijn praktisch aan elkaar gelijk. Bergingsveranderingen over de periode kunnen daardoor worden verwaarloosd. Dit is van belang omdat in een stationaire berekening geen bergingsveranderingen kunnen worden meegenomen.

De gemiddelde Maasafvoer in die periode bedroeg 183 m³/s.

De resultaten van de stationaire ijking zijn samengevat in tabel 3.2. Als bijlage 11 en 12 zijn kaarten opgenomen met gemeten en berekende stijghoogten in de deklaag en het grindpakket. Voor een meer uitvoerige beschrijving van de aanpak en resultaten van de ijking wordt verwezen naar het technische achtergrondrapport (Royal Haskoning, 2003).

Voorafgaand aan de ijking van het regionale model zijn de volgende streefcriteria opgesteld :

- de gemiddelde afwijking van het model ten opzichte van de metingen mag niet meer dan circa 0,20 m bedragen;
- de gemiddeld absolute afwijking mag niet meer dan circa 0,50 m bedragen;
- de maximale afwijking (in absolute zin) mag niet meer dan circa 1,0 m bedragen;
- er mogen geen systematische verschillen tussen gemeten en berekende waarden voorkomen in grote gebieden.

Tabel 3.2- Resultaten stationaire ijking

Watervoerend pakket	Aantal filters	Gemiddelde afwijking (m)	Gemiddeld absolute afwijking (m)	Maximale afwijking (absoluut, in m)
1 (deklaag)	6	0,08	0,50	1,07
2 (grindpakket)	108	0,07	0,31	1,31
3 (form.v. Kedichem noordelijk deel model)	27	0,47	0,90	2,64
4 (onder Rupelklei en Brunssumklei)	35	1,89	2,45	11,91
5 (onder Rupelklei en Brunssumklei)	13	0,02	0,43	7,93
watervoerende pakketten 1, 2 en 3	141	0,15	0,43	2,64
Gehele model	189	0,46	0,92	11,91

Voor de deklaag (watervoerend pakket 1) en het grindpakket (watervoerend pakket 2) wordt vrijwel voldaan aan de vooraf gesteld criteria. Hetzelfde geldt voor de watervoerende pakketten 1, 2 en 3 tezamen. Dit zijn de modellagen, die niet of nauwelijks aan de bovenkant worden afgesloten door slecht doorlatende lagen, waardoor de Grensmaas-ingrepen zorgen voor een vrijwel directe beïnvloeding van de stijghoogten in deze pakketten. De resultaten van de ijking



van de watervoerende pakketten 4 en 5 voldoen niet aan de vooraf gestelde criteria. Deze pakketten worden over vrijwel het gehele modelgebied aan de bovenzijde afgesloten door slecht doorlatende lagen (formatie van Rupel / Tongeren in het zuiden en de Bovenste en Onderste Brunssumklei in het noordelijke modelgebied), waardoor de afwijkingen in deze lagen nauwelijks invloed hebben op de berekende effecten in de ondiepe lagen. Bovendien is het doorlaatvermogen van het grindpakket in het Maasdal vele malen hoger dan dat van de diepere watervoerende pakketten 4 en 5, waardoor de uitstraling van de effecten van de Grensmaas-ingrepen hoofdzakelijk plaatsvindt via het grindpakket.

Aanvullend op de stationaire ijking heeft een tijdsafhankelijke ijking van het model plaatsgevonden, aan de hand van stijghoogtemetingen over de periode 1990 t/m 1999. De resultaten van de tijdsafhankelijke ijking zijn beschreven in het technisch achtergrondrapport (Royal Haskoning, 2003).

3.10 Gevoeligheidsanalyse en bandbreedte in de berekende effecten

Gevoeligheidsanalyse

Niet alle in het grondwatermodel ingevoerde geohydrologische parameters zijn goed bekend. Bij de ijking worden berekende en gemeten grondwaterstanden met elkaar vergeleken voor diverse combinaties aan geohydrologische parameters. Er zijn meerdere parametercombinaties mogelijk die een vergelijkbare (goede) overeenkomst tussen metingen en berekende waarden geven. Door een parameter te veranderen en de berekende effecten onderling te vergelijken wordt inzicht verkregen in de gevoeligheid van bepaalde parameters. Indien een parameter gevoelig is, betekent dit dat een kleine verandering al een groot effect kan hebben op de berekende grondwaterstanden en stijghoogten. Deze parameter is dus relatief goed in te schatten aan de hand van gemeten en berekende stijghoogtes. Een parameter die bij vergroten of verkleinen weinig effect laat zien op de grondwaterstanden en stijghoogtes is ongevoelig. Deze parameter is slechter in te schatten. Het is echter mogelijk dat een bij calibratie ongevoelige parameter bij berekening van de uiteindelijke effecten juist wel veel invloed blijkt te hebben.

De uitgevoerde gevoeligheidsanalyse is beschreven in het technisch achtergrondrapport (Royal Haskoning, 2003). Hieruit blijkt dat de uitstraling van de effecten van de Grensmaas-ingrepen naar het grondwater in de omgeving met name bepaald worden door:

- Het doorlaatvermogen van het grindpakket. Naarmate het grindpakket doorlatender is, wordt het uitstralingseffect van waterstanddalingen op de Maas of het opstuwende effect van dekgrondbergingen sterker. Dichtbij de ingreep wordt de absolute verandering van de stijghoogte echter kleiner.
- De bodemweerstand van de Maas. Naarmate de weerstand van slib op de bodem van de Maas groter is, wordt het uitstralingseffect van waterstanddalingen minder.
- De bergingscoëfficiënt. Naarmate de bergingsmogelijkheden in de deklaag en het grindpakket groter zijn, zullen waterstanddalingen op de Maas vertraagd en afgevlakt doorwerken in het grondwater.



Onzekerheid op basis van meetnetdichtheid

Algemeen geldt dat de nauwkeurigheid van een modelberekening mede bepaald wordt door de dichtheid van de meetpunten. Bij de huidige modellering zijn voor 189 peilfilters gemeten en berekende stijghoogten met elkaar vergeleken. Deze peilfilters staan voornamelijk in een zone van 5 kilometer aan weerszijde van de Grensmaas, een gebied met een oppervlak van circa 200 km². Het totale oppervlak van het modelgebied bedraagt circa 750 km². Dit geeft aan dat de nauwkeurigheidsschaal van de voorspellingen orde grootte één tot enkele km² is.

Onzekerheid ten gevolge van schaaleffecten

De resultaten zijn gemiddelden die gelden voor een bepaald gebied en voor een bepaald tijdsinterval. Lokaal kunnen de effecten afwijken. De doorlatendheid of k-waarde van het grind bijvoorbeeld blijkt een gevoelige parameter die tevens grote gevolgen heeft bij berekening van de uiteindelijke effecten. Uit de ijking is gebleken dat op regionale schaal de doorlatendheid van het grind aanzienlijk hoger is dan bij eerdere berekeningen werd aangenomen. Dit betekent dat de gevolgen van de rivierstanddaling verder naar het oosten en westen “doordringen”. Op lokale schaal varieert de doorlatendheid echter aanzienlijk en komen ook zones met een veel lagere waarde voor.

Onzekerheid in Maaspeilen

Aan het model opgelegde randvoorwaarden kunnen een aanzienlijke invloed hebben op de berekende grondwaterstanden en stijghoogten. Een aantal zijn niet zo goed bekend zoals beekpeilen en grondwateraanvulling uit neerslag, anderen weer wel zoals de netto neerslag zelf. Voor het onderhavige grondwatermodel is de Maasstand alles bepalend. Dit is het vaste punt waaromheen alle grondwaterstanden en stijghoogten “scharnieren”. De Maasstanden zijn niet gemeten maar berekend. Bij gemiddelde afvoeren blijkt dat de berekende Maasstanden tot enkele decimeters lager kunnen zijn dan de werkelijk gemeten Maasstanden. Bij hoge Maasstanden en lage Maasstanden zijn de verschillen tussen berekend en gemeten weer anders. Deze onzekerheid in de Maasstand werkt door in de bepaling van belangrijke hydrologische parameters zoals het doorlaatvermogen van het grind en de intreeweerstand van de Maas. Bij de ijking is immers ook uitgegaan van gemiddelde berekende Maasstanden. Een te lage Maasstand kan resulteren in een onderschatting van het doorlaatvermogen van het grind en zal bij bepaling van de uiteindelijke effecten leiden tot een onderschatting van de effecten op afstand van enkele kilometers. Het effect van de onnauwkeurige Maasstanden is niet goed te kwantificeren, omdat dit niet over het gehele jaar en langs het gehele traject even sterk is.

Bandbreedte

Het resultaat van de ijking geeft inzicht in de betrouwbaarheid van het grondwatermodel voor de ijkingperiode en feitelijk alleen voor de in de ijking betrokken meetpunten. Het is echter geen goede maat voor de betrouwbaarheid van verschilberekeningen. Meestal wordt aangenomen dat de fout in verschilberekeningen lager ligt dan de gevonden (gemiddelde) afwijking tijdens de ijking. Ook dit is allerm minst zeker, omdat de mogelijkheid bestaat dat de uitkomsten van verschilberekeningen worden bepaald door invoerparameters, die tijdens de ijking juist minder gevoelig bleken te zijn.

Nagegaan is in welke mate het doorlaatvermogen van het grind, de bergingscoëfficiënt van de deklaag en het grind en de bodemweerstand van de Maas kunnen worden gevarieerd, zonder



het ijkingsresultaat essentieel te verslechteren. Aanvullend op de parameterwaarden uit het geijkte model is een maximaal effectcombinatie en een minimaal effectcombinatie bepaald. De maximaal effectcombinatie wordt gevormd door:

- de maximale waarde voor het doorlaatvermogen van het grindpakket ($kD + 25\%$);
- de minimale waarde voor de bodemweerstand van de Maas (c_{Maas} maal 3);
- de minimale waarde voor de bergingscoëfficiënt van de deklaag en het grindpakket (S_{grind} en $S_{\text{deklaag}} - 25\%$).

Andersom wordt de minimaal effectcombinatie gevormd door de minimale waarde van het doorlaatvermogen van het grindpakket, de maximale waarde voor de bodemweerstand van de Maas en de maximale waarde voor de bergingscoëfficiënt van de deklaag en het grindpakket.

Om de maximaal effect- en minimaal effect-combinaties te bepalen, is met het stationair geijkte model een aantal aanvullende berekeningen uitgevoerd. De inhoud en resultaten van deze berekeningen zijn terug te vinden in tabel 3.3. Bij grotere afwijking van de kD , S en $c(\text{Maas})$ (meer variatie dan in de bovengenoemde maximaal en minimaal effectcombinaties) is het ijkingsresultaat niet meer acceptabel. Deze opties zijn derhalve niet verder uitgewerkt in de bepaling van de bandbreedte.

Tabel 3.3 Resultaten ijkings bij variatie van geohydrologische parameters

variatie van invoerparameter ten opzichte van geijkte model, over gehele modelgebied			ijkingsresultaat watervoerend pakket 2		ijkingsresultaat watervoerende pakketten 1, 2 en 3	
doorlaat-vermogen grindpakket	bergings-coëfficiënten deklaag en grindpakket	bodem-weerstand Maas	gemiddelde afwijking (m)	gemiddeld absolute afwijking (m)	gemiddelde afwijking (m)	gemiddeld absolute afwijking (m)
- 50 %	+ 50 %	x 3	0,19	0,50	0,29	0,58
- 25 %	+ 25 %	x 3	0,13	0,34	0,21	0,46
+/- 0 %	+/- 0 %	x 1	0,07	0,31	0,15	0,43
+ 25 %	- 25 %	/ 3	0,01	0,34	0,08	0,45
+ 50 %	- 50 %	/ 3	-0,02	0,38	0,04	0,48

De bandbreedte in kD , S en $c(\text{Maas})$ is meegenomen in de effectberekeningen. Hierbij dient opgemerkt te worden dat dit slechts een indicatie oplevert van de bandbreedte in mogelijke effecten omdat andere onzekerheden, zoals het effect van de Maasstanden, niet goed zijn te kwantificeren.

3.11 Analyse van de grondwatereffecten met het grondwatermodel

In een tijdsafhankelijke modelberekening wordt over het gehele modelgebied uitgegaan van initiële grondwaterstanden en stijghoogten. Aangezien deze -zeker vlakdekkend- niet bekend zijn, wordt in eerste instantie uitgegaan van de stationair met het model berekende stijghoogten en grondwaterstanden. Ook deze komen echter niet volledig overeen met de werkelijke beginwaarden. Om inspeleeffecten te voorkomen is elk alternatief voorafgaand aan de interpretatie van de uitkomsten drie maal opeenvolgend doorgerekend met het synthetisch gemiddelde jaar. Per alternatief is een periode van 4 jaar doorgerekend, waarbij de eerste drie jaar dienen als inspeelperiode.



De tijdsafhankelijke berekeningen voor een synthetisch gemiddeld jaar zijn uitgevoerd voor het:

1. nulalternatief (huidige situatie met autonome ontwikkelingen);
2. Voorkeursalternatief 2003;
3. Ontwerp-optie verhoging ontgravingsdiepte rivierverruiming +0,5 m
4. Ontwerp-optie verlaging ontgravingsdiepte rivierverruiming -0,5 m

De effecten van het voorkeursalternatief 2003 en de ontwerp-opties zijn bepaald door het verschil te nemen tussen de berekende waarden van het nulalternatief en het betreffende scenario.

De effecten van het MMA op het grondwatersysteem zijn niet berekend. Op grond van de berekende Maaspeilen is ingeschat in hoeverre de effecten zullen afwijken van die van het voorkeursalternatief 2003. In bijlage 9 is de gradient van de Maas bij een afvoer van 60 m³/s (zomer), 300 m³/s (voorjaar) en 500 m³/s (winter) voor alle alternatieven weergegeven.

Uitgaande van de uitkomsten van de tijdsafhankelijke modelberekeningen hebben per alternatief de volgende nabewerkingen plaatsgevonden:

- Bepaling van de gemiddeld hoogste grondwaterstand, de GHG. Deze is onder meer bepalend voor de effecten op landbouw (natschade) en bebouwd gebied (grondwateroverlast). De GHG is op basis van de uitkomsten van het synthetisch gemiddelde jaar bepaald door het gemiddelde te nemen van de berekende grondwaterstanden over de decaden 3 t/m 5 en 9 (zie figuur 3.2). Hierdoor wordt de GHG volgens de officiële definitie³ het best benaderd. Deze periode kan worden beschouwd als zijnde representatief voor de winter.
- Bepaling van de gemiddeld laagste grondwaterstand, GLG. Deze is onder andere bepalend voor de effecten op landbouw (droogteschade) en bebouwd gebied (zettingsschade). De GLG is op basis van de uitkomsten van het synthetisch gemiddelde jaar bepaald door het gemiddelde te nemen van de berekende grondwaterstanden over de decaden 24 t/m 27. Hierdoor wordt de GLG volgens de officiële definitie⁴ het best benaderd. Deze periode kan worden beschouwd als de zomer (zie figuur 3.2).
- Bepaling van de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand, GVG. Deze is van belang voor effecten op bestaande natuur. De GVG is op basis van de uitkomsten van het synthetisch gemiddelde jaar bepaald door het gemiddelde te nemen van de berekende grondwaterstanden over de decaden 9 t/m 12 (zie figuur 3.2).
- Bepaling van tijd-stijghoogtelijnen voor de bestaande natuurgebieden. Om de effecten op bestaande natuurgebieden te kunnen bepalen, is voor verschillende locaties binnen de bestaande natuurgebieden de berekende grondwaterstand in de tijd uitgezet.
- Bepaling van de ligging van kwelgebieden. Kwelgebieden zijn in dit geval gedefinieerd als gebieden waar over het algemeen gedurende het synthetisch gemiddelde jaar kwel tot aan maaiveld optreedt.
- Analyse van effecten rond winningen aan de hand van veranderingen in stijghoogte, de berekende 25-jaarszone en de reistijden van het grondwater (Roosteren).
- Stroombaanberekeningen vanaf puntverontreinigingen.

³ door de Stichting Bodemkartering (STIBOKA) en TNO wordt als definitie voor de GHG gehanteerd: het gemiddelde over 8 jaren van de drie hoogste tweewekelijkse grondwaterstandwaarnemingen per jaar

⁴ door de Stichting Bodemkartering (STIBOKA) en TNO wordt als definitie voor de GLG gehanteerd: het gemiddelde over 8 jaren van de drie laagste tweewekelijkse grondwaterstandwaarnemingen per jaar



- Analyse van de veranderingen in infiltratie ter plaatse van de benedenloop van beken.



4 BEOORDELINGSCRITEARIA ONDERDEEL GRONDWATER

4.1 Beoordelingscriteria

De beschrijving van de milieueffecten vindt plaats aan de hand van enkele beoordelingscriteria, die hieronder worden behandeld. Het waterpeil in de Maas, een belangrijke randvoorwaarde van het hydrologisch systeem, wordt als beoordelingscriterium meegenomen bij het rivierkundig onderzoek. Een verandering in de grondwaterstand is op zich niet als criterium te gebruiken, omdat er geen eenduidige beoordeling van positief of negatief aan op te hangen is. Dit wordt ondervangen door de effecten voor diverse grondwaterafhankelijke functies te beoordelen.

Beoordelingscriteria zijn:

1. Infiltratie benedenloop van beken

De meeste beken die in de Maas uitmonden verliezen op de plaats waar ze in het Maasdal terechtkomen relatief veel water door infiltratie in het sterk doorlatende grindpakket. Hierdoor vermindert het debiet van de beken tussen de overgang van de plateaus naar het Maasdal en de monding in de Maas. Voor grotere beken zoals de Geul en de Geleenbeek is dit effect te verwaarlozen, zeker in perioden met hogere afvoeren. Voor kleinere beken is het effect wel relevant. Voor de Kingbeek is het effect zelfs zo sterk, dat deze beek in zijn geheel in het grindpakket verdwijnt en daardoor niet uitmondt in de Maas. Voor de ecologische kwaliteit van een beek en de migratiemogelijkheden van vis en macrofauna is het van belang dat beken permanent, of in ieder geval zo lang mogelijk in het jaar watervoerend zijn.

2. Grondwaterkwaliteit

Criteria zijn de verschuiving van grondwatersystemen (regionale macrochemie) enerzijds en lokale denitrificatie anderzijds.

Verandering grondwaterkwaliteit door verschuiving grondwatersystemen (regionale macrochemie)

Algemeen geldt dat door verschuiving van de grondwatersystemen op termijn veranderingen kunnen optreden in de grondwaterkwaliteit. Als indicatie voor de veranderingen in het grondwatersysteem is de verschuiving van kwelgebieden als criterium gekozen. De verschuiving van kwelgebieden kan direct gevolgen hebben voor de drinkwaterwinning en ter plaatse aanwezige natte natuur. Voor als zodanig aangewezen natuurgebieden wordt dit separaat beoordeeld. Er zijn echter ook kwelgebieden langs beken die kansen bieden op natuurontwikkeling en daarnaast van invloed zijn op de kwaliteit van het beekwater. Deze gebieden zijn niet als natuurgebied aangewezen in deze studie, maar krijgen door analyse van de kwelgebieden aandacht. Ook zullen door de voorgenomen weerdverlaging kwelgebieden langs de Maas worden gecreëerd die bijzondere vegetatie mogelijk maken.

Verschuiving van het zoet-zout grensvlak is alleen bij de drinkwaterwinning van Borgharen aan de orde. Daar deze winning op termijn zal sluiten, vervalt dit aspect als criterium. Ook additionele oxidatie van organisch materiaal door daling van de grondwaterstand vervalt omdat het percentage organische stof in de deklaag slechts op 5% wordt geschat en van



het grind aanzienlijk lager (RIVM, 1987). De invloed van extra oxidatie van organisch stof is daardoor verwaarloosbaar klein.

Denitrificatie

Antropogene invloed speelt een belangrijke rol in veranderingen in grondwaterkwaliteit. Dit komt onder andere tot uiting in de nitraathuishouding. Op grond hiervan is de mate van denitrificatie als criterium beschouwd voor het aspect grondwaterkwaliteit.

Bij bemesting wordt (onder andere) NH_4^+ op het land gebracht. Onder invloed van bacteriën wordt dit geoxideerd naar nitraat (nitrificatie). Het nitraat kan bij afbraak van organisch materiaal door bacteriën omgezet worden naar NO_2 (nitriet) en uiteindelijk N_2 (Appelo en Postma, 1993). Dit wordt denitrificatie genoemd. Door denitrificatie zal uitspoeling van nitraat naar het grondwater afnemen. Bij ondiepe grondwaterstanden zal eerder denitrificatie optreden dan bij diepe grondwaterstanden. Over het algemeen zijn de grondwaterstanden in het onderzoeksgebied diep (grondwatertrap VI-VIII). Pas indien de GHG met 0,1 m of meer omhoog gaat kan de denitrificatie toenemen en kan dus uitspoeling van nitraat naar het grondwater afnemen. Bij een verlaging van de GHG met 0,1 m of meer neemt de denitrificatie af en de uitspoeling van nitraat toe.

3. Verspreiding puntverontreinigingen

In het plangebied aanwezige puntverontreinigingen komen voor zover bekend alleen voor in de grond. Op termijn kunnen mobiele componenten echter ook in het grondwater terechtkomen. Door verandering van de grondwaterstand wijzigt de verspreidingssnelheid ten opzichte van de autonome ontwikkeling en dus ook de potentiële verspreidingssnelheid van de mobiele verontreiniging. Een verandering van de stromingsrichting is alleen negatief indien een verontreiniging zich al via het grondwater heeft verplaatst en door de veranderingen in het grondwaterregime over een groter gebied verspreid zal raken. Dit is vooralsnog niet aan de orde.

4. Verdroging of vernatting van grondwatergevoelige natuurgebieden

Veranderingen in de grondwaterstand hebben effect op bestaande grondwatergevoelige natuurgebieden. Door daling van de grondwaterstand, met name in het voorjaar en de zomer, kan verdroging ontstaan en kunnen kwelstromen afnemen. Verhoging van de grondwaterstand is positief voor reeds aan verdroging onderhevige natuurgebieden.

5. Landbouwschade door vernatting of verdroging

In landbouwgebieden kunnen de veranderingen in grondwaterstanden resulteren in een verandering van droogteschade of schade door grondwateroverlast. Daar staat tegenover dat de geplande maatregelen ook kunnen leiden tot opbrengstverhogingen t.g.v. minder wateroverlast of droogte.

6. Drinkwaterwinning uit grondwater

Door verlaging van de grondwaterstand of de stijghoogte in het pakket waaruit grondwater wordt gewonnen kan de wincapaciteit afnemen, de kwaliteit van het opgepompte water wijzigen en de 25-jaarszone veranderen. Voor de drinkwaterwinning Roosteren is de reistijd van het grondwater van belang.



7. Verlies areaal hoge potentie archeologische waarden

Archeologisch waardevolle objecten die uit organisch materiaal bestaan kunnen te lijden krijgen van een daling van de zomergrondwaterstand. Door blootstelling aan de bodemlucht in de onverzadigde zone treedt (extra) oxidatie op. Omdat vooralsnog onvoldoende bekend is van de aard en diepte van de vondsten, kan geen beoordeling worden gemaakt over mogelijke schade. Dit onderdeel is daarom niet verder uitgewerkt.

8. Overlast door zettingschade of grondwater in de kelder

Tijdens en na uitvoering van het Grensmaasproject kan bebouwing schade oplopen door:

- Geluid en trillingen. Mogelijke schade door geluid en trillingen wordt behandeld in het achtergronddocument Hinder.
- Zettingen als gevolg van stijghoogtedalingen. Door daling van de stijghoogte in een waterverzadigde laag neemt de waterdruk in deze laag (en de onderliggende lagen) af, waardoor de druk op het korrelskelet toeneemt. De grotere druk kan resulteren in (additionele) zetting van klei- en/of leemlagen. Zetting van het grind is verwaarloosbaar klein (MER Grensmaas, 1998; deelrapport Grondwater). Zetting zal bij op staal of mergel gefundeerde gebouwen alleen tot schade leiden als er een verschilzakking in de fundatie optreedt. Ook op palen gefundeerde gebouwen kunnen schade ondervinden als de inklinkende laag te veel aan de palen gaat “hangen”.
- Een toename van grondwateroverlast in kelders en kruipruimtes. In niet waterdichte kelders kan momenteel water binnen komen bij hoge grondwaterstanden. Als het grondwater verder stijgt zal vaker overlast ontstaan. Deels is dit omdat eerder het kritische grondwaterpeil wordt bereikt, deels omdat de grotere waterdruk scheurvorming kan bevorderen. Deze scheurvorming treedt overigens nu ook op door continu toe- en afnemen van de grond- en waterdruk.
- Ontlasting, met als gevolg het enigszins opveren van de grond door ontgronding en stijging van de grondwaterstand. Beide effecten zijn onderzocht in het kader van de grindwinning bij Stevensweert en Ohé (Haskoning, mei 2000). Uit berekeningen is gebleken dat ontlasting van de grond alleen ter plaatse van de ontgronding zelf optreedt en niet erbuiten. Stijging van de grondwaterspiegel heeft slechts een gering effect op gronddeformatie en is alleen van belang in combinatie met ongelijkmatige zakking van de fundatie. Dit speelt vooral een rol bij woningen met een kelder en valt onder grondwateroverlast in kelders.
- Zettingen als gevolg van het aanleggen van (geluid)wallen. Dit is een uitvoeringsaspect en zal aan de orde komen bij de vergunningaanvragen c.q. de uitvoerings-m.e.r. van de betreffende locaties.
- Verzakking door onstabiele dan wel “uitvloeien” van fijnzandige lagen nabij een ontgrindingsgat. Dit is eveneens een uitvoeringsaspect.

Niet alle mogelijke schadeoorzaken zijn relevant. Op grond van het bovenstaande zijn de volgende aspecten gebruikt als criterium:

- zettingen door grondwaterstandverlaging;
- grondwateroverlast in kelders.



5 EFFECTBESCHRIJVING

5.1 Veranderingen grondwaterstanden t.g.v. voorkeursalternatief 2003

5.1.1 Grondwaterstandverlaging

Door de verlaging van het Maaspeil zal ook de grondwaterstand aan weerszijden van de Grensmaas dalen. Het effect van de verlaging is in de winter groter dan in de zomer omdat de geplande ingrepen nauwelijks invloed hebben op het zomerbed (zie figuur 5.1).

In bijlagen 13 t/m 15 zijn de berekende veranderingen van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG, representatief voor de gemiddelde wintersituatie), de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) respectievelijk de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG, representatief voor de gemiddelde zomersituatie) weergegeven voor alle alternatieven. Over vrijwel het gehele traject van de Grensmaas leiden de ingrepen van het voorkeursalternatief 2003 tot dalingen van de GHG, GVG en GLG. De dalingen zijn het sterkst in het noordelijke deel van het projectgebied. Ten zuiden van de Heerlerheide breuk treden de dalingen vooral aan Belgische zijde op. Aan de Nederlandse zijde ligt de steilrand naar de plateaus hier relatief dichtbij de Maas. Ter plaatse van de steilrand wigt het grindpakket uit, waardoor de grondwaterbeïnvloeding van het Grensmaasproject hier snel uitgedempt wordt. In België ligt de rand van het Kempisch plateau, waar het grindpakket eveneens uitwigt en de invloed van de ingrepen niet meer merkbaar is, verder van de Maas verwijderd.

Er worden dalingen voor een groot oppervlak voorspeld. Dit hangt direct samen met de hoge doorlatendheid van het grindpakket. Naarmate de doorlatendheid groter wordt, is het dempend effect van de bodem op de waterstandveranderingen in de Maas kleiner. De hoge aangenomen doorlatendheid is het gevolg van de regionale ijking. Lokaal zullen er veel grotere variaties zijn en dus zal het effect lokaal ook anders kunnen uitpakken.

Voor verdrogingseffecten is de verandering van de GLG maatgevend. De daling van de GLG is minder dan van de GVG en GHG omdat de stroomgeulverbredingen en weerdverlagingen juist in de winter en het voorjaar (bij hogere afvoeren) tot sterkere waterstanddalingen op de Maas leiden dan gedurende de zomer (bij lagere afvoeren). Dit effect zet zich door in het grondwater aan weerszijden van de Maas.

Tussen de locaties Aan de Maas en Meers en in de omgeving van de locatie Nattenhoven worden geen verlagingen van de GLG berekend, maar verhogingen. Dit is het gevolg van de met WAQUA berekende verhogingen van de waterstanden in de Maas ten opzichte van het nulalternatief. Door de ingrepen worden hoge stroomsnelheden verwacht in de “flessenhalzen” bij Elsloo (Maaskilometer 28-32), Berg (Maaskilometer 38-39) en Obbicht (Maaskilometer 41-42). Om erosie tegen te gaan zal hier extra bodem- en oeverbescherming nodig zijn. In de WAQUA-berekeningen is uitgegaan van oeverbescherming met breuksteen. Dit leidt tot enige opstuwing. Bij lage afvoeren is het effect duidelijker waarneembaar dan bij hoge afvoeren. Voor de droogtegevoelige drinkwaterwinningen bij Eisdien en Meeswijk is dit een gunstig neveneffect. Het is echter nog niet zeker of en hoe erosiebescherming zal plaatsvinden.

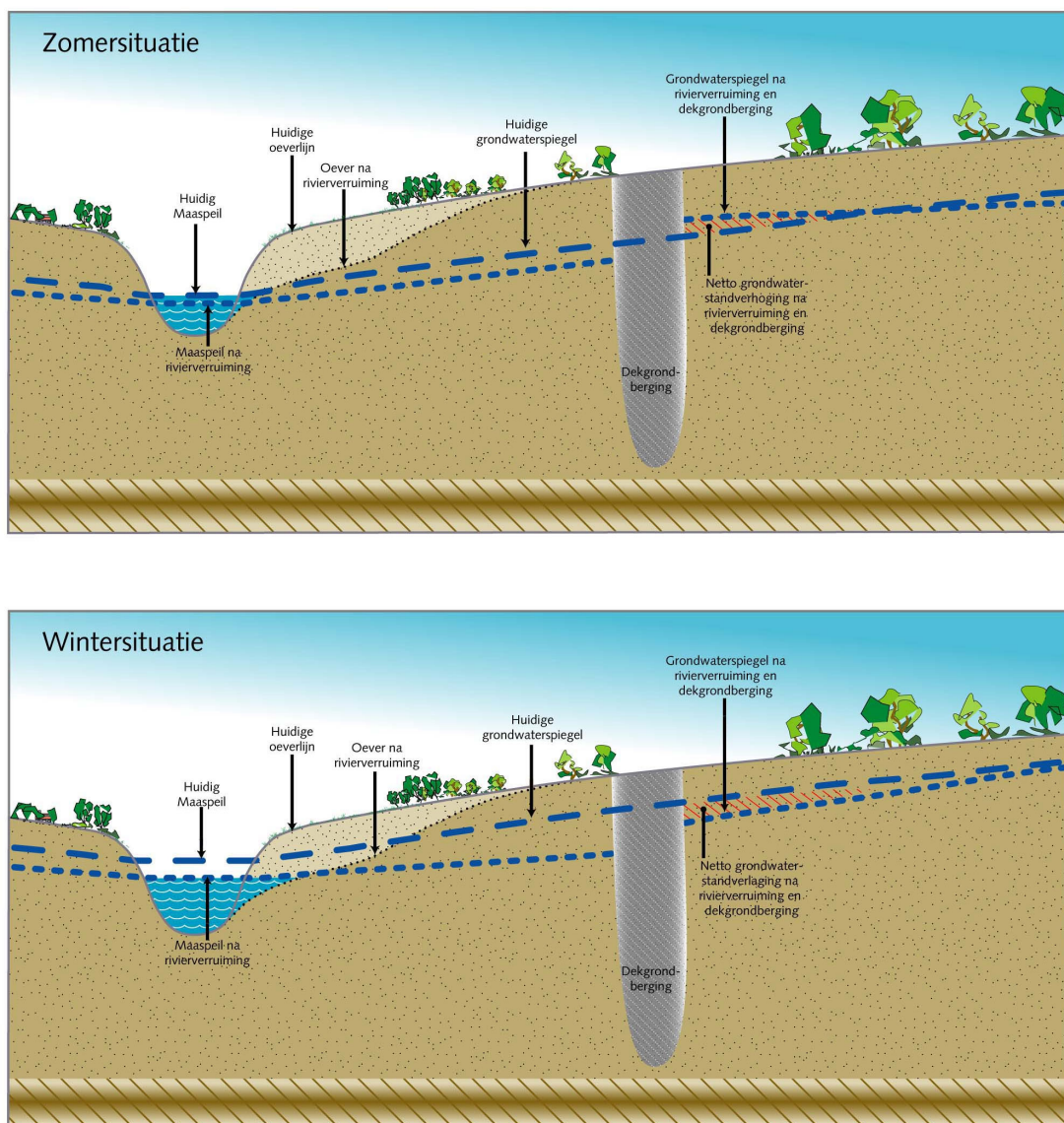


Bij piekafvoeren is het grondwaterstandverlagende effect van het Grensmaasproject nog uitgesprokenner dan bij gemiddelde wintersituaties. Dit betekent dat juist bij extreem hoge grondwaterstanden de grondwateroverlast achter de kaden minder zal worden.

5.1.2 Grondwaterstandverhoging

Ten oosten van de dekgrondbergingen treedt stuwing van het grondwater op en stijgt de grondwaterstand, ten westen ervan zal de grondwaterstand dalen. De netto grondwaterstandstijging is afhankelijk van de ligging en omvang van de berging en van de door de rivierverruiming veroorzaakte grondwaterstandverlaging in de omgeving. De opstuwing is het grootst ten oosten van de dekgrondbergingen die relatief dicht langs de steilrand liggen zoals bij IJtteren en Aan de Maas, omdat het opgestuwde water hier “nergens heen kan”.

Figuur 5.1- Schematische weergave Maaspeilverlaging en grondwaterstandeffecten rond een dekgrondberging





Er is alleen sprake van een netto grondwaterstandstijging als de opstuwung groter is dan de grondwaterstanddaling in de omgeving. In de winter (gerepresenteerd door de GHG, zie bijlage 13.1) is dit duidelijk het geval bij de dekgrondbergingen van Itteren en Aan de Maas. Hierdoor kan grondwateroverlast in bewoonde gebieden toenemen (zie ook bijlage 31 en paragraaf 5.10). Ten oosten van de dekgrondberging van Nattenhoven is sprake van een stijging van de GHG van maximaal 0,05 meter. Dit is een gering effect, maar net voldoende om verdroging van het bronnengebied van de Kingbeek tegen te gaan. De situatie in het voorjaar (gerepresenteerd door de GVG, zie bijlage 14.1) is vergelijkbaar met die in de winter. In de zomer is te zien dat oostelijk van alle dekgrondbergingen sprake is van een grondwaterstandstijging. Dit is het gevolg van de relatief geringe Maaspeilverlaging en dus geringe grondwaterstanddaling in de omgeving omdat het zomerbed van de rivier nauwelijks verandert onder invloed van het Grensmaasproject (zie figuur 5.1). De mate waarin het grondwater opstuwt ten oosten van de dekgrondbergingen blijft zomer en winter ongeveer gelijk omdat dit vooral afhankelijk is van de grondwaterstroom naar de Maas toe. Netto is het effect van de dekgrondbergingen in de zomer derhalve het grootst. Dit is schematisch weergegeven in figuur 5.1. De grondwaterstandstijging in de zomer is gunstig voor landbouw- en natuurgebieden die binnen de invloedssfeer van de dekgrondberging liggen.

5.1.3 Bandbreedte

Bijlagen 16,17 en 18 geven inzicht in de nauwkeurigheid van de voorspelde effecten op basis van een mogelijke bandbreedte in de belangrijkste hydrologische parameters. Hieruit blijkt dat over het algemeen de bandbreedte orde grootte 20% van het voorspelde effect is. Dat wil zeggen dat een grondwaterstandverlaging van 0,5 meter gezien moet worden als 0,5 meter plus of min 0,1 m. Het (niet gekwantificeerde) effect van onzekerheden in randvoorwaarden zoals het Maaspeil komt hier nog bij. De berekende effecten zijn derhalve gevoelig voor een aantal aannames die binnen het hydrologisch model zijn gemaakt.

Overzicht veranderingen

In tabel 5.1 wordt een overzicht gegeven van de berekende effecten op de GHG, GVG en GLG en de spreiding hierin op basis van een geschatte bandbreedte in een aantal geohydrologische parameters.



ROYAL HASKONING

Tabel 5.1- Samenvatting berekende veranderingen in GHG, GVG en GLG na uitvoering van het voorkeursalternatief 2003

Effect	GHG (gem. winter)	GVG (gem. voorjaar)	GLG (gem. zomer)
Omvang invloedsgebied met ≥ 5 cm verlaging	Ter hoogte van Koeweide: 4500 m in NL en 6000 m in Be	Ter hoogte van Koeweide: 5000 m in NL en 6000 m in Be	Ter hoogte van Koeweide: 5500 m in NL en 6000 m in Be
	Ter hoogte van Meers: 2000 m in NL en 6000 m in Be	Ter hoogte van Meers: 2000 m in NL en 6000 m in Be	Ter hoogte van Meers: 2000 m in NL en 6000 m in Be
	Ter hoogte van Borgharen: 2500 m in NL en 3000 m in Be	Ter hoogte van Borgharen: 2500 m in NL en 3000 m in Be	Ter hoogte van Borgharen: 2300 m in NL en 3800 m in Be
Maximale verlaging (kleine geïsoleerde zones)	1-1,5 m nabij Grevenbicht aan beide zijden van de Maas en langs de Maas bij Maasband	1-1,5 m nabij Grevenbicht aan beide zijden van de Maas, ten westen van de dekgrondberging Slapersdijk, langs de Maas bij Maasband ten westen van de dekgrondberging bij Borgharen	0,75-1 m Ten westen van de dekgrondberging bij Borgharen.
	0,75-1 m ten westen vd dekgrondberging bij Borgharen		0,5-0,75 m Ten westen van de dekgrondbergingen bij Itteren, Meers en Koeweide (Trierveld)
Bandbreedte berekend effect*	maximaal plus of min 10-25 cm = 5-30% van totale effect	maximaal plus of min 10-25 cm = 5-30% van totale effect	maximaal plus of min 10-25 cm = 5-30% van totale effect
Effecten rond dekgrond-bergingen	Netto grondwaterstandstijging ten oosten van dekgrond-bergingen Itteren en Aan de Maas. Geen verhoging of verlaging ten oosten van dekgrondberging Nattenhoven.	Netto grondwaterstandstijging ten oosten van dekgrond-bergingen Itteren, Aan de Maas en in geringe mate Nattenhoven.	Grondwaterstandstijging ten oosten van alle dekgrond-bergingen.
	Max. invloedssfeer Itteren 1800 m ten zuidoosten van Julianakanaal; max verhoging 25-50 cm	Max. invloedssfeer Itteren 1800 m ten zuidoosten van Julianakanaal, max verhoging 25-50 cm	Max. invloedssfeer Itteren 2000 m ten zuidoosten van Julianakanaal, max. verhoging 50-75 cm
	Max. invloedssfeer Aan de Maas 500 m ten zuidoosten Julianakanaal; max verhoging 50-75 cm	Max. invloedssfeer Aan de Maas 500 m ten zuidoosten Julianakanaal, max verhoging 75-100 cm	Max. invloedssfeer Aan de Maas: 500 m ten zuidoosten Julianakanaal, max. verhoging > 100 cm
		Max. verhoging Nattenhoven 5 cm	Max. 25-50 cm verhoging bij Nattenhoven en Trierveld

* Bandbreedte als kD(grind), S(grind) en S(deklaag) + of – 25% van de bij ijking verkregen waarde afwijken en de c(Maas) een factor 3. Genoemde bandbreedte geldt niet voor ingreepgebieden.

5.1.4 Effecten nabij Meers

De dorpskern (binnenkaads) van Meers ligt ter hoogte van Maaskilometer 30,5 in de binnenbocht van een Maasmeander. De directe omgeving van Meers wordt tegen hoogwater



beschermd door een kade. Net ten oosten van de kade en ten noorden van de dorpskern ligt een oude grindwinplas die nu dienst doet als visvijver.

Situatie tijdens uitvoering Grensmaasproject

Momenteel wordt in het kader van het proefproject Meers grind gewonnen langs de binnenbocht van de Maas. Bij uitvoering van het Grensmaasproject zal dit nog meer worden. Door de rivierverruiming komt de Maas letterlijk “dichterbij”. Als het waterpeil in de Maas stijgt, gaat het grondwaterpeil, en uiteindelijk ook het peil in de visvijver, mee. De reactie van het grondwater is enigszins vertraagd door de dempende werking van de bodem. Omdat er grind wordt verwijderd ten behoeve van de rivierverruiming en de dekgrondberging zal de dempende werking minder worden en zal het peil in de visvijver iets eerder reageren. Echter, door de grote doorlatendheid van het grind en de geringe afstand tot de Maas is de dempende werking van de bodem momenteel ook al gering. Het is zelfs mogelijk dat de dempende werking van de sliblaag op de bodem van de visvijver groter is dan de dempende werking van het grindpakket rondom de visvijver.

Het peil in de visvijver zal ongeveer gelijk zijn aan het gemiddelde van het Maaspeil bij kilometer 30,5 en kilometer 34. Als het peil in de visvijver gelijk is aan het maaiveld (ongeveer 38,6 m + NAP) kan de vijver gaan “overlopen”. Het peil in de vijver zal tot die hoogte stijgen als ook het Maaspeil dat niveau heeft bereikt, wat voor de huidige situatie bij een afvoer van ongeveer 2700 m³/s het geval is. Tijdens de uitvoeringsperiode zal dit geleidelijk bij een hogere afvoer optreden, omdat de rivier steeds breder wordt en het Maaswaterpeil daalt. Anderzijds zal zoals hierboven beschreven het waterpeil in de vijver eerder reageren op veranderingen in de Maas. Dit effect is echter klein.

Als het Maaspeil stijgt tot boven de 38,7 m + NAP overstroomt de kade in de huidige situatie. Dit is bij een Maasafvoer van ongeveer 3000 m³/s. Ook hiervoor geldt dat gedurende de uitvoering van het project het kritieke punt voor overstrooming bij een steeds hogere afvoer komt te liggen.

Tegelijk met de grindwinning wordt dekgrond geborgen. De dekgrondberging beïnvloedt de lokale grondwaterstand. Bij lage en gemiddelde Maasafvoer is sprake van een grondwaterstroming richting Maas. Door de slecht doorlatende dekgrondberging treedt stuwning van grondwater op met als gevolg verhoging van de grondwaterstand ten oosten van de berging en verlaging van de grondwaterstand aan de westzijde. Tegelijk zal de grondwaterstand dalen door de rivierverruiming. Tijdens de uitvoering van het project zal de daling van de Maasstand en dus ook van de grondwaterstand nog niet maximaal zijn. Daarentegen zal de opstuwing ook nog niet maximaal zijn omdat de dekgrondberging nog niet vol is. Afhankelijk van de uitvoeringsvolgorde kan het voorkomen dat de grondwaterstand aan de oostzijde van de dekgrondberging netto iets stijgt in de winter.

Situatie na 2017

Door de rivierverruiming daalt het peil in de Maas. Dat wil zeggen dat het kritieke peil voor “overlopen” van de visvijver niet bij een afvoer van 2700 m³/s wordt bereikt, maar bij een hogere afvoer, wat neerkomt op minder vaak grondwateroverlast vanuit de visvijver. Door de dempende werking van de inmiddels opge vulde dekgrondberging zal het hoge Maaspeil bovendien de visvijver (iets) later bereiken.



In de eindsituatie zal de verlaging van de wintergrondwaterstand door de rivierverruiming groter zijn dan de opstuwing van de dekgrondberging. Netto zal de grondwaterstand ten oosten van de dekgrondberging in de winter dalen.

Er is gemeten dat de Maas in de bocht bij Meers infiltreert bij een afvoer van 2000 m³/s en dat het Maaswater richting Meers stroomt (Royal Haskoning, nov. 2001). Dat wil zeggen dat de dekgrondberging op dat moment juist beschermend zal gaan werken, omdat deze tussen de rivier en Meers in ligt. Er treedt opstuwing van grondwater op ten westen van de dekgrondberging op en verlaging van de grondwaterstand ten oosten van de berging. Deze verlaging komt boven op de verlaging die ontstaat door daling van het Maaspeil ten opzichte van de huidige situatie bij dezelfde afvoer.

5.2 Infiltratie benedenloop van beken

5.2.1 Methodiek

Door de weerdverlagingen en stroomgeulverbredingen daalt de grondwaterstand. Hierdoor kunnen beken in hun benedenloop meer gaan infiltreren, waardoor de kans groter wordt dat de beek gedurende de zomer in de benedenloop droog valt voordat deze de Maas bereikt. Anderzijds kan de infiltratie ook afnemen onder invloed van de grondwateropstuwing oostelijk van de dekgrondbergingen. Voor een vijftal beken aan de Nederlandse zijde van de Grensmaas is berekend in hoeverre de infiltratie naar het grindpakket in de benedenloop wijzigt gedurende de zomer.

5.2.2 Effecten en vergelijking alternatieven

De resultaten van de berekeningen zijn samengevat in tabel 5.2 Ter vergelijking zijn de huidige gemiddelde zomerafvoeren van de beken toegevoegd. Door de ingrepen van het Grensmaasproject neemt de infiltratie in de benedenloop van de Geul en de Hemelbeek toe. De afvoer van de Geul is voldoende om het gehele jaar watervoerend te blijven tot aan de monding. Voor de Hemelbeek kunnen de effecten ingrijpender zijn. Door de toename van de infiltratie naar het grindpakket zal de kans op droogval gedurende de zomermaanden toenemen. Dit heeft voor deze beek, waaraan in het Provinciaal Omgevingsplan een Specifiek Ecologische Functie is toegekend, mogelijk ongunstige effecten voor de beekfauna. Daarentegen zal in de bovenloop van de Hemelbeek meer water opkwellen door het opstuwend effect van de dekgrondberging bij Aan de Maas.

Stroomopwaarts van de dekgrondberging bij Koeweide ontstaat voldoende opstuwing om ervoor te zorgen dat de Kingbeek over een iets langer traject watervoerend zal zijn. De infiltratie van de Ur neemt volgens berekening iets af of blijft gelijk. Dit is het gevolg van de berekende Maasstandverhoging bij Obbicht door het gebruik van ruwe bodem- en oeverbescherming. Ook de infiltratie van de Geleenbeek neemt in geringe mate af. In beide gevallen is het effect op de watervoerendheid echter verwaarloosbaar.



Tabel 5.2- Berekende infiltratieverandering in de benedenloop van enkele beken

Beek	Gem. zomer-afvoer huidige situatie (l/s)	Verandering infiltratie t.o.v huidige situatie (l/s)			
		VKA 2003	OO+	OO-	MMA
Geul	2900	+41	+40	+43	≈ VKA 2003
Hemelbeek	40	+14	+12	+16	≈ VKA 2003
Ur	60	-2	-3	0	≈ VKA 2003
Kingbeek	0	-3	-9	0	< VKA 2003
Geleenbeek	2600	-5	-8	-3	≈ VKA 2003

Bij uitvoering van het OO+ is het positieve effect op de Kingbeek iets groter en het negatieve effect op de Hemelbeek iets kleiner. Bij het OO- is het effect op de Kingbeek neutraal en is de infiltratie van de Hemelbeek groter dan bij het voorkeursalternatief 2003.

De zomerwaterstanden van de Maas bij uitvoering van het MMA zullen vergelijkbaar zijn of iets lager liggen (bijvoorbeeld bij Maaskilometer 39 t/m 44) dan bij uitvoering van het voorkeursalternatief 2003. Op grond hiervan is het effect voor de Geul, Hemelbeek, Ur en Geleenbeek ook vergelijkbaar met dat van het voorkeursalternatief 2003. De dekgrondbergingen worden bij uitvoering van het MMA kleiner, dus het opstuwingseffect zal ook afnemen. Gegeven de vermindering van de opstuwning en de lagere waterstand rond Maaskilometer 40 zal de afname van de infiltratie in de benedenloop van de Kingbeek kleiner zijn dan bij het voorkeursalternatief 2003, netto dus ongunstiger.

5.3 Grondwaterkwaliteit

5.3.1 Verandering grondwaterkwaliteit door verschuiving grondwatersystemen (macrochemie)

5.3.1.1 Methodiek

In bijlage 6 zijn de belangrijkste regionale en locale kwelgebieden in het plangebied weergegeven. Binnen de aangegeven gebieden treedt gemiddeld over het jaar kwel uit aan maaiveld of in de kleinere waterlopen. De gebieden zijn afgebakend op basis van berekeningen met het regionale niet-stationaire grondwatermodel. Kleine kwelgebieden zoals bij de bronnen van de Kingbeek staan niet vermeld op deze bijlage vanwege de grootschaligheid van het grondwatermodel. Opvallend is dat in het centrale deel van het modelgebied slechts op weinig plaatsen sprake is van kwel. Aan de noord- en zuidzijde van het modelgebied zijn de kwelgebieden groter in omvang, maar hier is de invloed van het Grensmaasproject relatief gering. Het grootste deel van de grondwaterstroming van het Kempisch Plateau en de plateaus ten oosten van de Maas komt terecht in de Maas zelf. Afgezien van de Maasbedding zelf komen in het winterbed nauwelijks locaties voor met kwel. Buiten het winterbed komen kwelgebieden voornamelijk voor nabij steilranden, bijv. het brongebied van de Zijpbeek aan de voet van het Kempisch Plateau en de kwelzone langs de steilrand naar het hoogterras ten oosten van Susteren en Echt, en in diep ingesneden beekdalen, zoals de bovenloop van de Bosbeek (B), de Roode Beek bij Brunssum en het Geuldal.



Berekend is in hoeverre na uitvoering van de ingrepen de ligging van kwelgebieden zal veranderen.

5.3.1.2 Effecten en vergelijking alternatieven

In bijlage 19 zijn de gebieden weergegeven, waar na de realisatie van het voorkeursalternatief 2003 gemiddeld over het jaar gezien kwel zal uittreden aan maaiveld of in de kleinere waterlopen. Opgemerkt dient te worden dat ook hier alleen de regionale kwelgebieden zijn aangegeven en niet kleine lokale kwelzones zoals de bronnen van de Kingbeek.

De stroomgeulverbredingen en weerdverlagingen die zijn opgenomen in het voorkeursalternatief 2003 leiden op de meeste plaatsen tot een daling van de Maaswaterstanden. De grondwatertoestroming naar de Maas zal hierdoor toenemen. In principe zal het grondwater sterker worden aangetrokken naar de Maasbedding zelf, waardoor de kans bestaat dat de kwel aan de voet van de steilranden van de plateaus en naar beken minder zal worden. Dit is bijvoorbeeld te zien langs de benedenlopen van de Oude Maas (Be) en de Genootschapbeek en de monding van de Roode Beek in Geleenbeek. Er treden echter nauwelijks verschuivingen op in de ligging van de kwelgebieden. Gegeven de geringe veranderingen van de huidige kwelgebieden zal evenmin sprake zijn van significante veranderingen in de vorm en ligging van de regionale infiltratiegebieden. Dat wil zeggen dat de invloed op de regionale grondwaterkwaliteit minimaal is.

Er treden echter wel veranderingen op in het plangebied zelf. Op plaatsen waar de weerdverlagingen het grondwater aansnijden, d.w.z. waar wordt ontgraven tot onder het huidige niveau van de grondwaterstand, bestaat de kans dat kwel gaat uittreden aan maaiveld of in de kleinere waterlopen. Of dit daadwerkelijk optreedt, hangt af van de daling van de Maaswaterstanden ter plaatse van de weerdverlagingen; bij sterke waterstanddalingen bestaat de kans dat het grondwater alsnog wordt afgevangen door de Maas zelf. Op vrijwel alle locaties leiden de geplande weerdverlagingen en stroomgeulverbredingen tot het uittreden van kwel aan maaiveld. Dit effect doet zich het sterkst voor in de weerdverlagingen en stroomgeulverbredingen van de locaties Borgharen, Itteren en Koeweide.

De geplande dekgrondbergingen zorgen voor een opstuwung van het grondwater aan de oostzijde ervan. Als de opstuwung voldoende sterk is, zal aan de bovenstroomse zijde van de dekgrondbergingen kwel gaan uittreden aan (het na aanleg verlaagde) maaiveld of in de kleinere waterlopen. Uit de modelberekeningen blijkt dat voor een gemiddelde situatie alleen kwelwater uittreedt op de dekgrondbergingen bij Bosscherveld, Itteren (alleen zuidelijke lob van de dekgrondberging) en Koeweide (Slapersdijk). De andere dekgrondbergingen hebben weliswaar een aanzienlijke invloed op de grondwaterstand, maar resulteren niet in een kwelsituatie omdat de grondwaterstand niet tot aan maaiveld stijgt.

De verschillende alternatieven zijn met elkaar vergeleken door het berekend oppervlak kwelgebied naast elkaar te zetten (zie tabel 5.3). Op basis van berekende Maaspeilen is ingeschat wat het effect is van het MMA ten opzichte van het voorkeursalternatief 2003.

**Tabel 5.3- Berekend oppervlak (ha) kwelgebied alternatieven**

	Nulalter- natief	VKA 2003	OO+	OO-	MMA
Totaal opp. kwelgebied *	7.830	8053	8098	8025	VKA-OO-
Opp. infiltratiegebied wordt kwelgebied *	-	351	359	357	VKA-OO-
Opp. kwelgebied wordt infiltratiegebied *	-	128	91	162	VKA-OO-

* Inclusief ingreeplocaties

Uit tabel 5.3 blijkt dat door uitvoering van het Grensmaasproject het totale areaal kwelgebied toeneemt door de weerdverlagingen, maar dat al bestaande kwelgebieden in oppervlak afnemen (categorie "infiltratiegebieden worden kwel"). De afname van het areaal bestaand kwelgebied is het minst bij uitvoering van het OO+. Het effect van het MMA zal gemiddeld gezien tussen het OO- en het voorkeursalternatief 2003 in vallen omdat met name de wintergrondwaterstanden meer dalen.

5.3.2 Denitrificatie

5.3.2.1 Methodiek

Een stijging van de grondwaterstand bevordert denitrificatie en resulteert in afname van nitraatuitspoeling naar het grondwater, een daling bewerkstelligt het omgekeerde. Berekend is in welke zones binnen het landbouwareaal de GHG meer dan 0,1 m zal dalen dan wel zal stijgen. In gebieden die niet gebruikt worden voor de landbouw vindt geen extra ophoping van stikstof in de bovengrond plaats door bemesting en zal verandering in de denitrificatie ook geen belangrijke rol spelen.

5.3.2.2 Effecten en vergelijking alternatieven

Voor een groot gebied wordt een GHG-verlaging verwacht van 0,1 m of meer. Ongeveer de helft hiervan is landbouwgebied waar de nitraatuitspoeling potentieel groter wordt. De grens is bij 0,1 m gelegd als een "worst case" aanname. Nitraatuitspoeling is niet alleen afhankelijk van de grondwaterstand, maar ook van de hoeveelheid stikstof in de teellaag en de microbiologische activiteit. Momenteel vindt ook uitspoeling plaats wat blijkt uit de verhoogde achtergrondwaarde voor nitraat. Deze ligt boven de 11,3 mg/l (MTR voor nitraat, 4^e nota Waterhuishouding) en lokaal zelfs > 50 mg/l (drinkwaternorm Waterleidingbesluit 2001).

Alleen stroomopwaarts van de dekgrondbergingen bij Itteren en Aan de Maas is over enige afstand nog een stijging van de GHG met 0,1 m of meer merkbaar. De gunstige invloed op de denitrificatie is beperkt. In tabel 5.4 zijn de berekende oppervlaktes samengevat.



Tabel 5.4- Berekend oppervlak (ha) met GHG-daling $\geq 0,1$ m en GHG-stijging $\geq 0,1$ m binnen het landbouwareaal

	VKA 2003 totaal	VKA 2003 landbouw	OO+ totaal	OO+ landbouw	OO- totaal	OO- landbouw	MMA
Opp. met GHG- stijging > 10 cm	390	190	480	200	350	180	< OO-
Opp. met GHG- daling > 10 cm	17.640	8.930	12.300	8.950	20.000	9.910	> OO-

Bij uitvoering van het OO+ is de potentiële uitspoeling het geringst, bij uitvoering van het MMA het grootst.

5.4 Verspreiding puntverontreinigingen

5.4.1 Methodiek

In de omgeving van de Grensmaas bevindt zich een aantal puntverontreinigingen (zie tabel 5.5 en deelrapport Bodem). Voor zover bekend is nog geen sprake van een grondwaterverontreiniging, maar de kans bestaat dat mobiele componenten zoals lichte fracties minerale olie op termijn in het grondwater kunnen komen en verspreiden. Indien dit voor 2023 optreedt (de voorgenomen termijn waarbinnen alle ernstige en urgente puntverontreinigingen gesaneerd dienen te zijn) dan hoort dit tot de autonome ontwikkeling en dient getoetst te worden of de ingrepen van het Grensmaasproject hier invloed op hebben.

Tabel 5.5- Puntverontreinigingen in het plangebied Grensmaas

Code	Plaats	Eigenschappen	Mobiele component aanwezig ?	Saneren in kader van Grensmaas-project ?
R1	Roosteren	Huisvuil en bouw- en sloopafval	waarschijnlijk niet	Nee
G1	Grevenbicht	Huisvuil en bouw- en sloopafval	waarschijnlijk niet	Ja
G2	Grevenbicht	Grond en bouw- en sloopafval	nee	Ja
G3	Grevenbicht	Mijnsteenstort	nee	Ja
U1	Urmond	Diverse verontreinigingen	onbekend	Nee
U2	Urmond	Slikvijvers	nee	Ja
M1	Maasband	Stortlocatie	waarschijnlijk niet	Nee
Me1	Meers	Onbekend	onbekend	Nee
AM1	Aan de Maas	Huisvuil en autowrakken	ja	Nee
AM2	Aan de Maas	Autowrakken	ja	Nee
It1	Itteren	Waterloop, loost op Kanjel	nee	Nee
It2	Itteren	Waterloop, loost op Kanjel	nee	Nee
B1	Borgharen	Onbekend	onbekend	Nee
B2	Borgharen	Huisvuil	waarschijnlijk niet	Ja

Door grondwaterstandfluctuaties kan een verandering van grondwaterstroomsnelheid optreden en dus een verandering van de verspreidingssnelheid van een mobiele verontreiniging. Een verandering van de stromingsrichting is alleen negatief indien een verontreiniging zich al via het grondwater heeft verplaatst en door de veranderingen in het grondwaterregime over een groter



gebied verspreid zal raken. Dit is nu niet het geval. De beoordeling van een toe- of afname van de grondwaterstroomsnelheid wordt in tabel 5.6 uiteengezet. Alleen als een mobiele verontreiniging wordt verwacht en als de puntverontreiniging niet wordt gesaneerd in het kader van het Grensmaasproject, wordt een score toegekend. Omdat er momenteel nog geen sprake is van een grondwaterverontreiniging geldt deze toetsing voor een mogelijke toekomstige situatie.

Tabel 5.6 - Beoordeling verandering grondwaterstroomsnelheid

Toename stroomsnelheid (in meter per 10 dagen)	Beoordeling	
< -2.0	++	positief
-2.0 tot -0.5	+	matig positief
-0.5 tot 0.5	0	neutraal
0.5 tot 2.0	-	matig negatief
> 2.0	--	negatief

5.4.2 Effecten en vergelijking alternatieven

In tabel 5.7 zijn per onderzochte puntverontreiniging de scores voor de verspreidingseffecten weergegeven, gerelateerd aan de mobiliteit van de verontreinigingen. Alleen de puntbronnen die niet gesaneerd worden in het kader van het Grensmaasproject zijn in tabel 5.7 opgenomen. In het achtergronddocument Bodem is aangegeven waar de puntverontreinigingen zich bevinden.

Tabel 5.7- Effecten alternatieven op verspreiding van puntverontreinigingen

Code	Plaats	Mobiele component	Verandering grondwater stroomsnelheid (m/10 dagen)			
			VKA 2003	OO+	OO-	MMA
R1	Roosteren	n	> 2.0	> 2.0	> 2.0	niet relevant
U1	Urmond	?	< -2.0	< -2.0	< -2.0	≤ OO-
M1	Maasband	n	-0.5 – 0.0	-0.5 - 0.0	0.0 - 0.5	niet relevant
Me1	Meers	?	> 2.0	> 2.0	> 2.0	≤ VKA 2003
AM1	Aan de Maas	j	< -2.0	< -2.0	< -2.0	≤ VKA 2003
AM2	Aan de Maas	j	< -2.0	< -2.0	< -2.0	≤ VKA 2003
It1	Itteren	n	> 2.0	> 2.0	> 2.0	niet relevant
It2	Itteren	n	< -2.0	< -2.0	< -2.0	niet relevant
B1	Borgharen	n	< -2.0	< -2.0	< -2.0	niet relevant

Van de verontreinigingen bij Urmond (U1) en Meers (Me1) is niet bekend of mobiele componenten aanwezig zijn. De mobiele componenten van de puntverontreinigingen bij Aan de Maas worden onder invloed van de dekgrondberging langzamer verspreid dan nu het geval zou zijn bij doorslag naar het grondwater. Dit geldt voor alle alternatieven. Omdat de dekgrondbergingen bij het MMA kleiner worden, zal het effect hier minder uitgesproken zijn dan bij het voorkeursalternatief 2003, maar nog steeds als positief worden beoordeeld. Daar waar sprake is van een verslechtering van de situatie door uitvoering van het Grensmaasproject, zal dit nog uitgesprokener worden bij uitvoering van het MMA door de gemiddeld lagere rivierstanden.



Opgemerkt dient te worden dat alleen puntverontreinigingen zijn geïnventariseerd tot aan het Julianakanaal. Echter verontreinigingen die zich ten oosten van het kanaal en in Vlaanderen bevinden worden ook (op termijn) beïnvloed door het Grensmaasproject. Voorbeelden hiervan zijn de verontreiniging op het DSM-terrein in Urmond en de waterbodempluimverontreiniging van de Beatrixhaven. Dit is een leemte in kennis waar nog aandacht aan dient te worden besteed.

5.5 Verdroging of vernatting van bestaande natuurgebieden

5.5.1 Methodiek

Gebruikte gegevens

De belangrijkste literatuurbron in het Nederlandse deel van het plangebied wordt gevormd door de Ecohydrologische Atlas van Limburg 1989-1996 (de Mars et al., 1998). Deze atlas geeft het meest actuele beeld van alle hydrologisch gevoelige natuurgebieden in de provincie Limburg. De atlas voorziet in een uitgebreide beschrijving van de standplaats, (geo)hydrologie, verdrogingsstoestand en aanwezige flora en vegetatie.

Voor het Vlaamse deel van het plangebied is gebruik gemaakt van de Biologische Waarderingskaart van België, blad 26 (Kenis et al. 1985). Hierop staan alle gebieden met natuurwaarden aangegeven. Hieruit zijn alle vochtafhankelijke vegetatietypen geselecteerd. Aanvullend heeft in 1998 een veldverkenning plaatsgevonden waarbij aan enkele veelal hooggewaardeerde terreinen een bezoek is gebracht. Voor het gebied Ven onder de Berg is tevens gebruik gemaakt van de Vegetatiekartering van het Breedven en het Ven onder de Berg (Envico, 2000). De uitwerkingen zijn in vergelijking met het Nederlandse deel van het plangebied wat beperkter van opzet.

Methodiek

De bepaling van de effecten op de natuur is voor een groot deel gebaseerd op de beschrijving van de gebieden zoals opgenomen in het rapport Ontwerpeisen (IWACO, 1999a). Hierin wordt vooral aandacht besteed aan de gevoeligheid van de natuurgebieden voor hydrologische veranderingen. Daarnaast is voor relevante natuurgebieden het berekend verloop van de grondwaterstanden in de tijd geanalyseerd. De effectbeschrijving is opgesteld middels deskundigenoordeel door H. de Mars en L.H. Wortel (Royal Haskoning) aan de hand van criteria zoals hieronder gepresenteerd.

De effectbeoordeling heeft plaatsgevonden in vier stappen:

1. Bepaling van de gevoeligheid van de vegetatie in het algemeen.
Om tot een effectbepaling aan beide zijden van de Grensmaas te komen zijn de vegetatietypen uit de Biologische Waarderingskaart van België omgezet in zogenaamde gevoeligheidstypen, die zijn gedefinieerd in de Ecohydrologische Atlas van Limburg. Hierbij worden drie klassen onderscheiden: zeer gevoelig (rood op kaart), gevoelig (groen op kaart), en weinig gevoelig (geel op kaart).
2. Nadere beoordeling van de gevoeligheid van de vegetatie op grond van ter plaatse aanwezige specifieke condities (bodemopbouw en/of grondwatersysteem).



Hierbij kan de gevoeligheid van de betreffende standplaats nog worden opgewaardeerd dan wel verminderen. Stappen 1 en 2 zijn samengevat in tabel 5.8.

3. Kwalificatie van de ecologische effecten als gevolg van de hydrologische gevoeligheid en de daadwerkelijke grondwaterstandverandering.

In deze stap wordt de grootte van de grondwaterstandverandering en de nader gedefinieerde gevoeligheid van de betreffende vegetatie gebruikt om het hydrologische effect op de vegetatie te kwalificeren. De beoordeling van de grondwaterstandverlaging gaat van +/- (< 5 cm daling) tot en met --- (> 20 cm grondwaterstanddaling). Indien relevant wordt in de beoordeling van de hydrologische effecten tevens rekening gehouden met de variatie van de grondwaterstandverandering in de tijd.

4. Beoordeling van de ecologische effecten op belangrijke amfibieënpopulaties op basis van de grondwaterstanddaling in de leef- en voortplantingspoelen.

De beoordeling volgens stappen 3 en 4 is samengevat in tabel 5.9.

De effecten op de vegetatie en de amfibieënpopulaties samen vormen de ecohydrologische effecten die in het natuurgebied zijn te verwachten. Maatgevend is de meest negatieve score van hetzij de vegetatie dan wel de amfibieën; deze vormt daarom het uiteindelijke oordeel.

Tabel 5.8- Standplaats specifieke gevoeligheidsgraad van de vegetatie

Hydrologische gevoeligheid vegetatie	Standaard *)	Specifiek **)
Niet gevoelig (0)	Geel (niet gevoelig maar aan grondwater gebonden)	Schijnspiegelsystemen: Rode en groene typen op schijnspiegels, of gevoed door (bron)water dat afstroomt over een ondoorlatende laag
Gevoelig (+)	Groene typen	Rode typen die volledig door eutroof oppervlaktewater worden gevoed
Zeer gevoelig (++)	Rode typen	Groene typen op leem boven een sterk doorlatende ondergrond (goed tot zeer goed ontwikkelde vegetatie)

*) Standaard: Gevoeligheidsindicatie uit de Ecohydrologische Atlas (NL) dan wel de Biologische Waarderingskaart België

**) Specifiek: Lokale, terreinspecifieke hydrologische en bodemkundige omstandigheden

Tabel 5.9- Beoordeling ecologisch effect als gevolg van de daadwerkelijke grondwaterstanddaling versus de hydrologische gevoeligheid van de vegetatie c.q. de amfibieënpopulatie

Gevoeligheid	Grondwaterstandverandering			
	<5 cm daling +/-	5- 10 cm daling -	10- 20 cm daling --	> 20 cm daling ---
Vegetatie				
0	0	0	0	0
+	+/-	-	--	---
++	-	--	---	----
Amfibieën	+/-	-	--	---



In bijlage 8 zijn de Nederlandse en Belgische grondwaterafhankelijke natuurterreinen weergegeven, waarvoor de ecologische effecten zijn bepaald. Op de kaart is tevens de gevoeligheid van de aanwezige vegetatie aangegeven en de locaties waarvoor tijd-stijghoogtelijnen zijn gegenereerd. De tijd-stijghoogtelijnen zelf zijn terug te vinden in bijlage 21.

5.5.2 Effecten en vergelijking alternatieven

Voor de geselecteerde natuurterreinen zijn de overall te verwachten ecohydrologische effecten voor alle alternatieven samengevat in tabel 5.10. Voor het voorkeursalternatief 2003 is dit ook op kaart weergegeven in bijlage 20. In bijlage 22 worden de effecten ten gevolge van het voorkeursalternatief 2003 beschreven en in detail vergeleken met die van het OO+ en OO-.

Voor vrijwel alle geselecteerde ecohydrologisch gevoelig natuurgebieden zijn als gevolg van de ingrepen van de voorkeursalternatief 2003 negatieve effecten te verwachten. Dit geldt zowel voor de vegetatie als voor de amfibieënpopulaties. De meest negatieve effecten zijn berekend voor het Ven onder de Berg (hoogveenven met verlandingsvegetatie), Maaswinkel (belangrijke Boomkikkerpopulatie), 't Brook en het zuidelijke deel van het Bunderbos. In het Ven onder de Berg komt de heikikker voor, een volgens de Habitatrichtlijnen beschermde soort.

De dekgrondbergingen bij Nattenhoven en Aan de Maas hebben een gunstige invloed op de natuurgebieden van de Kingbeek en het noorden van het Bunderbos.

Het OO+ heeft over het algemeen iets minder negatieve effecten. Alleen voor de Mariënwaard wordt het netto effect positief. De grotere grondwaterstanddalingen van het OO- resulteren in sterker negatieve effecten. De gunstige invloed van de dekgrondbergiging bij Nattenhoven is dan zelfs onvoldoende om verdroging van het Kingbeekdal te voorkomen.

De zomer-Maasstanden na uitvoering van het MMA zijn grotendeels vergelijkbaar aan die van het voorkeursalternatief 2003 of enkele centimeters lager, op het traject Maaskilometer 39-44 na; hier is de Maasstand lager bij het MMA. De Maaswaterstanden in het voorjaar liggen echter aanzienlijk lager dan bij het voorkeursalternatief 2003, soms zelfs lager dan bij het OO-. Dit vindt zijn weerslag in de grondwaterstanden. Hoge voorjaarsgrondwaterstanden zijn essentieel voor de "natte" natuurgebieden omdat dan juist vochtminnende soorten een kans krijgen ten koste van andere soorten. Verlaagt de grondwaterstand dan zullen de bijzondere vochtminnende soorten verdwijnen. Dit houdt in dat het MMA veelal een verslechtering oplevert ten opzichte van het voorkeursalternatief 2003. Ook de positieve invloed van dekgrondbergingen is kleiner dan bij het voorkeursalternatief 2003. Alleen ten noorden van Maaskilometer 47 en over de trajecten Maaskilometer 24-26 en 31-36 zijn de Maaswaterstanden van het MMA en het voorkeursalternatief 2003 vergelijkbaar. Op grond daarvan zijn de negatieve effecten van het MMA over het algemeen sterker dan die van het OO-, behalve voor de noordelijk gelegen natuurgebieden en Maaswinkel, Ven onder de Berg en 't Brook waar de effecten tussen die van het OO- en het voorkeursalternatief 2003 in zullen liggen.



Tabel 5.10- Ecohydrologische effecten Grensmaasproject

Natuurgebieden	Ecohydrologische effecten *			
	VKA 2003	OO+	OO-	MMA
NEDERLAND				
De Doort en 't Slek	--	-	--	VKA - OO-
't Hout	--	-	--	VKA - OO-
Kingbeekdal	+	++	-	< OO-
Grasbroek	--	+/-	---	< OO-
't Brook/Ziepe	---	--	---	VKA - OO-
Bunderbos (noord/midden/zuid)	++/0/---	++/0/---	++/0/---	< OO-
Landgoederen Mariënwaard- Vaeshartelt	+/-	+	-	< OO-
BELGIE				
Benedenloop Bosbeek	-	+/-	--	VKA - OO-
Ven onder de berg	----	----	----	VKA - OO-
Zijpbeek	0	0	0	< OO-
Noteborn en Oude Maashof	-	+/-	-	< OO-
Maaswinkel	---	---	---	VKA - OO-
Hochter bampd	-	-	-	< OO-

* ++ sterk positief ---- uiterst negatief
 + positief --- zeer negatief
 0 neutraal -- matig negatief
 - licht negatief

5.6 Landbouwschade door vernatting of verdroging

5.6.1 Methodiek

Met behulp van de HELP-tabellen (Landinrichtingsdienst, 1987) is bepaald of er sprake is van vernattings- of verdrogingsschade. Deze systematiek gaat uit van de maximaal haalbare opbrengst of de meest optimale situatie als referentiepunt. Volgens de HELP-methodiek is in de huidige situatie in veel gevallen dus ook al sprake van een opbrengstdepressie door te lage of te hoge grondwaterstanden. Per bodemtype en gewasstype wordt de opbrengstdepressiefractie⁵ berekend als functie van de GHG en de GLG voor zowel de huidige situatie als de toekomstige situatie. Het verschil tussen beide berekeningen is de verandering van opbrengstdepressie. Deze kan positief of negatief zijn. Omdat uitgegaan wordt van de meest optimale situatie als referentiepunt, resulteert niet elke grondwaterstandverlaging meteen in verdroging. Bijvoorbeeld: een gebied dat momenteel 10% opbrengstdepressie heeft omdat de

⁵ De opbrengstdepressie is gedefinieerd als de vermindering van de gewasopbrengst uitgedrukt als fractie van de maximaal haalbare opbrengst. M.b.v. de HELP-methodiek kunnen veranderingen in opbrengstdepressiefractie worden bepaald als functie van veranderingen in de GHG en de GLG.



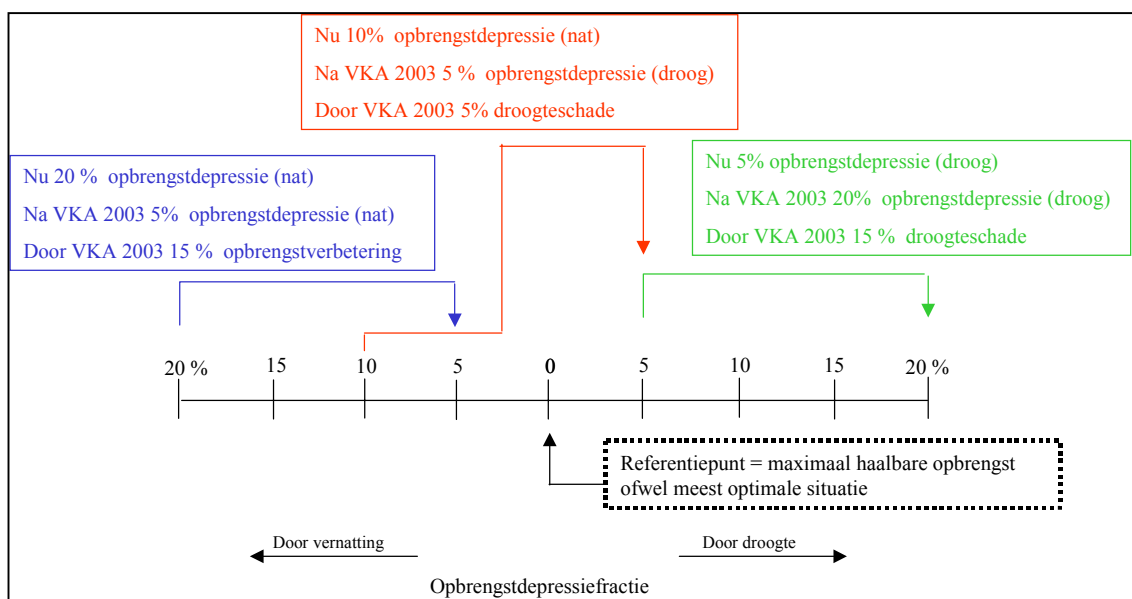
grondwaterstand te hoog is, zal bij een verandering van 15% door verlaging van de grondwaterstand netto een droogteschade van 5% kennen. Immers de eerste 10% opbrengstverandering is eigenlijk een verbetering. Dit is schematisch weergegeven in figuur 5.2.

De GHG en GLG voor het nulalternatief zijn bepaald op basis van de grondwatertrappen (Gt's). Aan de Nederlandse zijde van de Grensmaas zijn de Gt's van de Bodemkaart van Nederland 1:50.000 gebruikt. Voor het Belgische deel zijn de natuurlijke drainageklassen van de Bodemkaart van België vertaald naar de Nederlandse indeling in Gt's. De toekomstige GHG en GLG is bepaald door het berekende verschil in GHG en GLG op te tellen bij de GHG en GLG van het nulalternatief.

In de HELP-tabellen wordt onderscheid gemaakt naar bodemtypen. Aan de Nederlandse zijde is het bodemtype afgeleid uit de Bodemkaart van Nederland 1:50.000 en vervolgens vertaald naar het meest gelijkende bodemtype dat is onderscheiden in de HELP-tabellen. Aan de Belgische zijde is het bodemtype afgeleid van de Bodemkaart van België en vervolgens eveneens vertaald naar het meest gelijkende bodemtype dat is onderscheiden in de HELP-tabellen.

Eventuele schade is ook afhankelijk van het gewastype. Dit is echter geen statisch gegeven. Het ene jaar kan een landbouwperceel gebruikt worden als bouwland, het volgende jaar als grasland. De berekeningen zijn derhalve uitgevoerd voor 2 scenario's: alle landbouwgrond is in gebruik als grasland of het gehele landbouwareaal is bouwland.

Figuur 5.2- Schematische weergave berekening netto opbrengstdepressie en schade bij 15% verandering in opbrengstdepressiefraction door daling van de grondwaterstand





5.6.2 Effecten en vergelijking alternatieven

De resultaten van de landbouwschadeberekeningen zijn gepresenteerd in bijlagen 23 t/m 28. Deze bijlagen geven de totale landbouwschade of opbrengstverbetering door droogte en vernatting weer ten gevolge van het Grensmaasproject. In tabel 5.11 wordt een samenvatting gegeven van de verwachte schade dan wel verbetering.

Droogteschade is alleen te verwachten in landbouwgebieden waar de GLG momenteel ongeveer tussen de 1 en 3 m beneden maaiveld ligt dan wel komt door uitvoering van het Grensmaasproject. Bij ondiepere grondwaterstanden is geen sprake van een opbrengstvermindering door droogte. Bij diepere grondwaterstanden is de capillaire nalevering te verwaarlozen en is de vochtvoorziening van de gewassen onafhankelijk van de grondwaterstand.

Natschade is alleen te verwachten in gebieden waar de GHG ondieper ligt dan 1 m beneden maaiveld dan wel komt door uitvoering van het Grensmaasproject. Bij diepere grondwaterstanden is geen sprake van een opbrengstdepressie door grondwateroverlast.

Tabel 5.11- Netto landbouwschade gehele plangebied t.g.v. de alternatieven, gecorrigeerd voor de ingreepgebieden ¹⁾

Schade percentage [%] ²⁾	Totale schade t.g.v. Grensmaasproject door droogte of vernatting [ha]															
	BOUWLAND								GRASLAND							
	België				Nederland				België				Nederland			
	VKA				VKA				VKA				VKA			
	2003	OO+	OO-	MMA ³⁾	2003	OO+	OO-	MMA ³⁾	2003	OO+	OO-	MMA ³⁾	2003	OO+	OO-	MMA ³⁾
< -10	489	224	680	> OO-	10	7	11	> OO-	35	0	36	> OO-	12	13	11	> OO-
-10 - -5	497	623	359	> OO-	26	33	31	> OO-	638	449	708	> OO-	29	24	26	> OO-
-5 - -1	1476	1371	1435	> OO-	572	541	574	> OO-	776	941	716	> OO-	295	413	234	> OO-
1 – 5	437	284	724	≈ VKA	372	244	616	≈ VKA	627	416	891	≈ VKA	509	275	661	≈ VKA
5 – 10	0	0	0	≈ VKA	11	11	99	≈ VKA	100	0	167	≈ VKA	15	8	120	≈ VKA
> 10	0	0	0	≈ VKA	9	11	9	≈ VKA	0	0	0	≈ VKA	3	4	2	≈ VKA
Natschade t.g.v. Grensmaasproject [ha]																
> 5	0	0	0	0	9	11	9	< VKA	0	0	0	0	3	4	2	< VKA

1) met andere woorden landbouwgrond die in de toekomstige situatie een ander gebruik krijgt is hierin niet meegenomen

2) negatieve getallen zijn opbrengstverbeteringen

3) geldt voor droogteschade en voor opbrengstverbetering

In een groot deel van het onderzoeksgebied is sprake van droogteschade door grondwaterstandverlagingen. In de meeste gevallen gaat het om droogteschade van 1-5%. Over het algemeen worden schades tot 5% als minimaal beschouwd, omdat deze binnen de nauwkeurigheid van de berekeningsmethode valt. Droogteschade van meer dan 10 % komt niet voor. Grasland is gevoeliger voor droogte dan bouwland. Zowel in Nederland als in Vlaanderen komt alleen droogteschade in de categorie 5-10% voor bij grasland. De grondwaterstandverlaging zorgt ook voor opbrengstverbeteringen daar waar nu sprake is van een opbrengstdepressie door grondwateroverlast. Zowel in Nederland als in Vlaanderen is het



areaal met meer dan 5% opbrengstverbetering groter dan het areaal met meer dan 5 % landbouwschade.

Grondwaterstandverhogingen zijn te verwachten in gebieden direct ten oosten van de dekgrondbergingen. Dit leidt enerzijds tot minder droogte maar anderzijds ook tot meer natschade, zowel voor bouwland als voor grasland. Lokaal is de natschade meer dan 10%. In Vlaanderen komt geen natschade voor.

Het OO- zal leiden tot de grootste droogteschade, maar ook tot de grootste opbrengstverbetering door minder natschade. De grootste natschade is te verwachten bij uitvoering van het OO+. Dit gaat echter ook gepaard met de grootste opbrengstverbetering door minder droogte. In de zomer zal de droogteschade ten gevolge van het MMA ongeveer vergelijkbaar aan of iets kleiner zijn dan die ten gevolge van het voorkeursalternatief 2003. In de winter zal de opbrengstverbetering door geringere natschade zelfs meer zijn dan van OO-. Door de geringere omvang van de dekgrondbergingen zal de vernatting bij Bunde minder groot zijn dan bij de het voorkeursalternatief 2003.

5.7 Drinkwaterwinning uit grondwater

5.7.1 Methodiek

Binnen het modelgebied bevinden zich zes drinkwaterwinningen die mogelijk effecten zullen ondervinden van de ingrepen uit het voorkeursalternatief 2003. Het betreft de drinkwaterwinningen Borgharen, Geulle, Waterval, Roosteren, Eisden en Meeswijk (Be). Uitgaande van het vigerende beleid zal de winning bij Borgharen reeds zijn gestopt voordat uitvoering van de voorkeursalternatief 2003 op deze locatie start. Voor deze winning zijn derhalve geen effecten onderzocht. Voor de overige winningen is nagegaan:

- In hoeverre de stijghoogten in het winpakket in de directe omgeving van de winning worden beïnvloed.
- In hoeverre de berekende verblijftijd van het grondwater rond de putten en daarmee de grondwaterkwaliteit wordt beïnvloed. Hierbij is gekeken naar de veranderingen van de berekende 25-jaarszone⁶ rond de winningen of de reistijden van Maas tot de winputten bij de oevergrondwaterwinning van Roosteren.

Voor de winningen Geulle, Waterval en Eisden-Meeswijk zijn de bovengenoemde effecten onderzocht aan de hand van berekeningen met het regionale grondwatermodel. Voor de winningen bij Eisden en Meeswijk is tevens op basis van een eerder onderzoek (IWACO, oktober 1998) geschat wat de effecten bij een Maasafvoer van 10 m³/s zullen zijn. De bepaling van de effecten voor de winning bij Roosteren is gebaseerd op eerder onderzoek naar de gevolgen van de stroomgeulverbreding bij Roosteren, uitgevoerd ten behoeve van het Voorlopig Ontwerp (IWACO, 1999b) en het Ruw Ontwerp Grensmaas (IWACO, 1999c) en het Monitoringplan Roosteren (IWACO, 2000b).

⁶ Dit is de zone waarbinnen de verblijftijden van het grondwater, dat via het winpakket naar de winput stroomt, minder bedraagt dan 25 jaar. De 25-jaarszones vormen de basis voor de afbakening van grondwaterbeschermingsgebieden



5.7.2 Effecten en vergelijking alternatieven

Verandering stijghoogte en berekende 25-jaarszone in winpakket

In tabel 5.12 is voor de verschillende winningen de berekende stijghoogteverlaging en de verandering van de 25-jaarszone weergegeven per alternatief.

Tabel 5.12- Berekende gemiddelde stijghoogteverlaging in het winpakket nabij de winning en verandering van de 25-jaarszone

Winning	VKA 2003		OO+		OO-		MMA	
	verlaging circa (m)	Δ 25j-zone (%)	verlaging circa (m)	Δ 25j-zone (%)	verlaging circa (m)	Δ 25j-zone (%)	verlaging circa (m)	Δ 25j-zone (%)
Geulle	0,2	< 2%	0,05	< 2%	0,2-0,25	< 2%	≈ VKA	≈ VKA
Waterval	0,01	< 2%	< 0,01	< 2%	0,02	< 2%	≈ VKA	≈ VKA
Eisden *	0,2/0,2/0,1	+ 5%	0,1/0,1/0,05	+ 4%	0,3/0,25/0,15	+ 6%	≈ VKA **	≈ VKA
Meeswijk *	0,2/0,05/0,1	+ 5%	0,1/<0,01/0,05	+ 4%	0,3/0,07/0,15	+ 6%	≈ VKA **	≈ VKA
Roosteren	0,1	nvt	0,05-0,1	nvt	0,15	nvt	≈ VKA	n.v.t.

* Verlaging voor gemiddelde wintersituatie/gemiddelde zomersituatie/zomersituatie met 10 m³/s Maasafvoer.

** Geldt voor de zomersituatie

Geulle en Waterval

De drinkwaterwinningen Geulle en Waterval onttrekken uit het kalksteenpakket van Maastricht en Houthem. De berekende stijghoogtedaling als gevolg van de ingrepen heeft naar verwachting geen gevolgen voor de wincapaciteit van de putten. Ook de berekende 25-jaarszone rond deze winningen wordt nauwelijks beïnvloed. Dit geldt voor alle alternatieven.

Eisden en Meeswijk

De winningen Eisden en Meeswijk bevinden zich in twee mijnverzakkingsgebieden, waar het maaiveld dermate sterk is gedaald, dat grondwateronttrekkingen nodig zijn om het gebied droog te houden. Het grootste deel van het bemalingswater uit de mijnverzakkingsgebieden (ca. 23 miljoen m³ per jaar) wordt door de VMW ingezet voor de drinkwatervoorziening van Belgisch Limburg. Aanvullend hierop heeft de N.V. Mijnen een drietal bemalingsstations in beheer, waar het overtollige water gedurende natte perioden in de Maas en de Zuid-Willemsvaart wordt gepompt.

Aangezien het grindpakket, waaruit het drinkwater wordt gewonnen, op diverse plaatsen slechts enkele meters dik is, kan een betrekkelijk geringe daling van de stijghoogten in het grindpakket aanzienlijke consequenties hebben voor de capaciteit van de drinkwaterwinningen. Dit geldt met name voor de zomer bij een Maasafvoer van circa 10 m³/s, wanneer de grondwaterstanden al laag zijn en de vraag juist groot is.

In de gemiddelde wintersituatie bij een afvoer van 540 m³/s zal door uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 de stijghoogte in het grindpakket in de directe omgeving van de winningen met circa 0,2 m dalen. Deze daling heeft mogelijk een gunstig effect op de kwaliteit van het gewonnen water in natte perioden. In natte perioden komt het grondwater in een deel van het intrekgebied namelijk in de teellaag te staan, hetgeen een versterkte uitspoeling van



meststoffen tot gevolg heeft. Door de daling van de stijghoogte zal de uitspoeling mogelijk verminderen.

In de gemiddelde zomersituatie leiden de ingrepen tot daling van de stijghoogte in het grindpakket, bij Eisdien ongeveer 0,2 m en bij Meeswijk ongeveer 0,05 m. Meeswijk ligt dicht bij de Maas waardoor de stijghoogteverlaging hier theoretisch groter zou moeten zijn. Echter Meeswijk ligt in de invloedssfeer van de (berekende) opstuwing bij Elsloo, door toepassing van ruwe bodem- en oeverbescherming (zie paragraaf 5.1). Deze opstuwing heeft dus een gunstig effect op de drinkwaterwinning van Meeswijk. Het is nog niet duidelijk of deze bodembescherming ook daadwerkelijk toegepast gaat worden.

Bovenstaande berekende verlagingen gelden voor een Maasafvoer van ca. 50 m³/s en geven daardoor geen uitsluitsel omtrent de effecten bij de kritische Maasafvoer van 10 m³/s. Uit analyse van de berekende Maasstanden bij 10 m³/s blijkt dat de maximale verlaging van de Maas ten opzichte van het nulalternatief ongeveer 0,1 m bedraagt. In de buurt van Meeswijk is dit zelfs minder. Hieruit volgt dat de verwachte verlaging van de stijghoogte in het grind bij Eisdien en Meeswijk ook orde grootte 0,1 m zal zijn of minder. Dit geldt niet alleen voor het voorkeursalternatief 2003 maar ook voor het MMA. Voor het OO+ zal de stijghoogtedaling voor het gebied Eisdien-Meeswijk beperkt blijven tot enkele centimeters voor het OO- zal deze maximaal 0,15 m bedragen.

Houden de berekende verlagingen ook capaciteitsproblemen in voor de winningen? In het kader van het Nader Onderzoek winningen Eisdien en Meeswijk (IWACO, 1998) zijn voor het gebied berekeningen uitgevoerd met een gedetailleerd niet-stationair grondwatermodel. Hiermee is het stijghoogteverloop naast de onttrekkingsputten gesimuleerd voor de periode 1993 t/m 1996. Binnen deze periode komen met name tijdens de zomer van 1996 zeer lage Maasafvoeren tot 11 m³/s voor. Uit de berekeningen blijkt dat bij een Maasafvoer van 11 m³/s de grondwaterstand nog 12 cm boven de kritische grenswaarde ligt van het meest gevoelige putfilter (C1) in Eisdien. Een additionele daling van 0,1 m ten gevolge van het voorkeursalternatief 2003 resulteert mogelijk in een afname van de capaciteit van deze put. Er kan geen uitspraak worden gedaan over de periode waarvoor deze capaciteitsvermindering geldt. Voor Meeswijk geldt dat putfilter P5 al in de nulsituatie, dus zonder ingreep, capaciteitsproblemen ondervindt in droge zomers. Dit zal toenemen door de extra verlaging.

Het effect van het MMA is vergelijkbaar met dat van het voorkeursalternatief 2003. De ontwerp-optie OO+ levert waarschijnlijk geen capaciteitsproblemen op voor put C1. Bij uitvoering van de ontwerp-optie OO- is de kans groter dat een capaciteitsprobleem ontstaan dan bij het voorkeursalternatief 2003. Put P5 in Meeswijk blijft bij alle alternatieven een probleem houden, dat het sterkst verergert bij uitvoering van het OO-. Voor de overige putten van de winningen Eisdien en Meeswijk (26 stuks) is de marge aanzienlijk groter en zijn voor geen van de alternatieven nadelige effecten te verwachten.

Uit stroombaanberekeningen rond de winningen Eisdien en Meeswijk blijkt dat de (berekende) 25-jaarszone rond de winningen door geen van de alternatieven en ontwerp-opties significant wordt beïnvloed.



Waterwinning Roosteren

Het pompstation Roosteren heeft een capaciteit van 9 miljoen m³ per jaar. Het betreft een oevergrondwaterwinning, waar door middel van putten op verschillende afstanden van de Maas water wordt onttrokken uit het grindpakket. Ten noordwesten van het puttenveld is een geringe stroomgeulverbreding gepland. Van belang is dat deze stroomgeulverbreding geen negatieve invloed heeft op de kwaliteit van het onttrokken water. De waterkwaliteit kan onder invloed van de stroomgeulverbreding worden beïnvloed door:

- een verandering van de reistijd van het onttrokken water;
- een verandering van de verhouding tussen Maaswater en grondwater in het opgepompte water;
- verwijdering van de verontreinigingen adsorberende sliblaag. De slib- of humuslaag op de oever binnen het intrekgebied is voor oeverwinningen van belang vanwege de retentie en biologische afbraak van verontreinigingen in het infiltrerende water. Vergraving leidt -in elk geval tijdelijk- tot aantasting van de oeverlaag en daardoor tot een versterkte verontreiniging van het infiltrerende water.

Alle bovengenoemde aspecten zijn eerder onderzocht ten behoeve van het Ruw Ontwerp en het Voorlopig Ontwerp Grensmaas (IWACO, 1999b) en het Monitoringplan Roosteren (IWACO, 2000b). Aangezien het ontwerp van de stroomgeulverbreding bij Roosteren niet is gewijzigd ten opzichte van het Ruw Ontwerp Grensmaas, kunnen de conclusies van het eerdere onderzoek worden overgenomen voor het voorkeursalternatief 2003: vooral het verwijderen van de sliblaag op de oever zal de grondwaterkwaliteit beïnvloeden. Voor wat betreft de macroparameters en pathogenen zullen de effecten marginaal zijn bij de geplande stroomgeulverbreding. In enkele putten is wel een toename van de concentratie aan organische microverontreinigingen te verwachten. Er is een monitoringprogramma opgesteld om veranderingen in de grondwaterkwaliteit te controleren. Na verloop van tijd zal de oeverlaag zich herstellen; hoe lang dit duurt is niet bekend. Omdat het verwijderen van de sliblaag in alle alternatieven en ontwerp-opties in gelijke mate plaats zal vinden, is er wat betreft de waterwinning Roosteren geen verschil tussen het voorkeursalternatief 2003, OO+, OO- of MMA.

5.8 Overlast door zettingschade of grondwater in de kelder

5.8.1 Methodiek

Zettingen door grondwaterstandverlaging

Met behulp van het grondwatermodel is een selectie gemaakt van gebieden waarin de huidige situatie de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) in de deklaag staat (zie bijlage 29). Voor deze gebieden is een maximale zetting bepaald op basis van de berekende verlaging van de GLG en de bodemopbouw. De maximale zetting representeert een “worst case” situatie die als volgt is gedefinieerd:

- er wordt uitgegaan van de maximaal berekende verlaging van de GLG;
- het meest zettinggevoelige bodemprofiel en de maximale verzadigde dikte van de deklaag op en in de directe omgeving van de locatie zijn maatgevend;
- de maximale grondwatergradiënt op de locatie is maatgevend voor bepaling van de verschilzakking in de fundatie;
- er wordt uitgegaan van op staal gefundeerde bebouwing, omdat deze het meest gevoelig is voor zettingen.



Grondwateroverlast

De stijging van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) is maatgevend. Er is een inventarisatie gemaakt van de gebieden waar de GHG zal stijgen als gevolg van de rivierverruiming en waar deze ondieper dan 2 m-mv komt te staan dan wel momenteel al staat. De meeste kelders zijn niet dieper zodat bij lagere wintergrondwaterstanden geen problemen zijn te verwachten.

5.8.2 Effecten en vergelijking alternatieven

Zettingen door grondwaterstandverlaging

De maximale verlaging van de GLG is 0,25-0,5 m. Ter plaatse van de riviervverbreding is geen analyse gemaakt van het gevolg van zettingen omdat hier geen bebouwing staat, noch komt. Voor de overige gebieden is uitgegaan van 0,5 m daling van de GLG.

Zelfs in de meest kritische situaties worden over het algemeen geen problemen verwacht als gevolg van zettingen. Grote zettingsverschillen over korte afstand zijn gezien de geringe verschillen in zowel bodemopbouw als stijghoogteverandering evenmin voor de hand liggend zodat de kans op schade door ongelijkmatige zettingen gering is. Dit geldt zowel voor voorkeursalternatief 2003, OO+, als OO-. Alleen in een klein gebiedje tegen het kanaal van Briegden-Neerhalen (Be) nabij Smeermaas is een relatief grote zetting mogelijk van 41 mm in een “worst case” situatie. Er zijn vooralsnog onvoldoende gegevens om na te gaan of met meer realistischere aannames schade zou kunnen ontstaan.

In het grindpakket komen ook kleilagen voor waar zettingen kunnen optreden. Deze lagen zijn maar beperkt in kaart gebracht. Uitgaande van een “worst case” situatie met 0,5 m verlaging van de GLG en een kleilaag van 4 meter dikte zal de zetting van deze kleilaag maximaal 12 mm bedragen. Hierdoor wordt geen schade verwacht.

In bijlage 30 zijn de uitgangspunten van de zettingsberekening opgenomen. Voor het MMA zijn geen zettingsberekeningen uitgevoerd, maar omdat de GLG verlagingen over het algemeen zijn te vergelijken met het voorkeursalternatief 2003 wordt ook voor dit alternatief geen zettingschade verwacht.

Ook van nature treden zettingen op door de sterk fluctuerende Maaspeilen. In de omgeving van Stevensweert wordt een zetting van 28 mm langs de Maas als normaal beschouwd door de Rijksgeologische Dienst (Haskoning, mei 2000).

Grondwateroverlast

De meeste gebieden met potentiële grondwateroverlast liggen binnen de ingreeplocaties zelf. Buiten de ingreeplocaties is in Bunde, ten oosten van de dekgrondberging bij Itteren, lokaal (extra) overlast te verwachten in de winter. Deze gebieden zijn in bijlagen 31 t/m 33 weergegeven. Momenteel staat de GHG op diverse plaatsen ook al ondieper dan 2 m beneden maaiveld, met als gevolg grondwateroverlast bij hoog water in de Maas. Dit zal verergeren onder invloed van de dekgrondberging. Dat wil zeggen dat eerder sprake is van grondwateroverlast en dat het waterpeil ook hoger zal komen dan nu het geval is bij vergelijkbare Maasafvoer. In andere gebieden is de huidige GHG dieper dan 2 m-mv maar zal



deze stijgen door de aanwezigheid van de dekgrondberging. Tabel 5.13 bevat een overzicht van oppervlaktes waar de grondwateroverlast zal toenemen.

Bij uitvoering van het OO+ is de grondwateroverlast iets groter dan bij uitvoering van het voorkeursalternatief 2003. Het OO- resulteert in het omgekeerde. De dekgrondbergingen bij Aan de Maas en Itteren worden in het MMA kleiner. Dit betekent dat minder grondwateroverlast is te verwachten.

Tabel 5.13- Berekend oppervlak (ha) met stijging van de GHG en GHG ondieper dan 2 m-mv na uitvoering van de ingrepen

	VKA 2003	OO+	OO-	MMA
Opp. (ha) waar de GHG in de nulsituatie dieper dan 2 m-mv staat en zal stijgen tot < 2 m-mv *	12	29	13	< VKA 2003
Opp. (ha) waar GHG in nulsituatie ondieper dan 2 m-mv staat en stijging is te verwachten *	34	54	28	< VKA 2003
Totaal opp. met mogelijke (extra) grondwateroverlast	46	83	41	< VKA 2003

* Excl. ingreepgebieden

5.9 Eindbeoordeling

De eindbeoordeling van alle grondwater gerelateerde effecten is samengevat in tabel 5.14. Algemeen geldt dat de uitvoering van het Grensmaasproject negatieve gevolgen heeft voor grondwatergerelateerde aspecten. Als alle aspecten even zwaar meetellen scoren het voorkeursalternatief en het MMA even sterk negatief ten opzichte van de huidige situatie. Binnen het voorkeursalternatief zal de ontwerp-optie met verhoogde ontgravingsdiepte de minst negatieve gevolg hebben. Als maatschappelijk zwaarder wegende aspecten als verdroging van natuurgebieden, landbouwschade, grondwateroverlast en grondwaterwinning een grotere wegingsfactor krijgen, blijft het eindresultaat van de afweging hetzelfde.

Het MMA en de ontwerp-optie OO+ voldoen echter niet aan de randvoorwaarde van budgetneutraliteit. Dat wil zeggen dat voor wat betreft de grondwatergerelateerde aspecten het voorkeursalternatief de beste optie is.



Tabel 5.14- Samenvatting beoordeling grondwater gerelateerde aspecten. De alternatieven zijn beoordeeld t.o.v. de huidige situatie en autonome ontwikkeling en de ontwerp-opties t.o.v. het voorkeursalternatief 2003

ASPECT	huidige situatie en autonome ontwikke- ling	ALTERNATIEVEN		ONTWERP-OPTIES voorkeursalternatief 2003	
		voorkeurs- alternatief 2003	meest milieu- vriendelijk alternatief	verhoging ontgravings- diepte rivier- verruiming +0,5m	verlaging ontgravings- diepte rivier- verruiming -0,5 m
Infiltratie beekmondingen	+/-	-	-	+	--
Grondwaterkwaliteit					
• regionale macrochemie	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
• denitrificatie	+/-	-	-	+	--
Verdrogtingseffecten op omliggende natuurgebieden	+/-	--	---	-	---
Potentiële verspreiding puntverontreinigingen	+/-	+	+	+	+
Landbouwschade Nederlandse zijde					
De schade is berekend voor 2 scenario's: alle landbouwgrond is bouwland en alle landbouwgrond is grasland					
• door vernatting (> 5%)	+/-	-	-	-	-
• door verdrogting (> 5%)	+/-	-	-	-	--
Landbouwschade Vlaamse zijde					
De schade is berekend voor 2 scenario's: alle landbouwgrond is bouwland en alle landbouwgrond is grasland					
• door vernatting (> 5%)	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
• door verdrogting (> 5%)	+/-	--	--	-	---
Totaal opp. netto schade > 5%	+/-	--	--	-	---
Totaal opp. netto opbrengst-verhoging > 5%	+/-	++	++	+	+++
Drinkwaterwinning uit grondwater					
• verandering in wincapaciteit	+/-	-	-	+/-	--
• verandering 25 jaarszone of reistijd naar winput (Roosteren)	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Zettingschade door grondwater-standverlaging	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Wateroverlast in kelders	+/-	--	-	---	-
Totaalscore grondwater gerelateerde effecten	+/-	--	--	-	---

+/- neutraal - matig
 + goed -- slecht
 ++ zeer goed --- zeer slecht
 +++ uitstekend



5.10 Mitigatie en compensatie

Uit bovenstaande effectbeschrijving blijken een aantal knelpunten:

1. Verdroging van bestaande natuurgebieden.
2. Droogte- en natschade in landbouwgebieden.
3. Mogelijke capaciteitsproblemen voor de drinkwaterwinningen in Eisden en Meeswijk.
4. Toename van grondwateroverlast in Bunde in de winter.
5. Grotere kans op droogval van de benedenloop van de Hemelbeek in de zomer.

De overige negatieve effecten zijn relatief gering. Voor bovengenoemde knelpunten dienen mitigerende en als dit niet mogelijk is compenserende maatregelen te worden opgesteld. In dit MER wordt geen compensatie- en mitigatieplan gepresenteerd. Dat komt op een later tijdstip. Hieronder worden enkele mogelijkheden genoemd.

Ad 1: verdroging natuurgebieden

Binnen de verschillende planopties van het Grensmaasproject zijn negatieve effecten bij gevoelige natuurgebieden zoals Ven onder de Berg en het zuiden van het Bunderbos niet te voorkomen. Derhalve dienen de effecten te worden gemitigeerd, zeker bij gebieden waar volgens de Habitatrichtlijn beschermde soorten voorkomen. Hiervoor is compensatie niet mogelijk. Gedacht kan worden aan de volgende mitigatierichtingen:

- **De Doort en 't Slek**
Er bevinden zich hier een aantal kikkerpoelen. De kleine poelen kunnen worden uitgegraven. De grote poel is al voorzien van een pomp. Om verdroging van de vegetatie te voorkomen kan worden nagegaan of de interne drainage van het gebied (er zijn diverse greppels en sloten aanwezig) nog kan worden geoptimaliseerd. Eventueel kan door peilopzet van de nabijgelegen Middelsgraaf een hogere grondwaterstand worden bewerkstelligd. De kwaliteit van dit oppervlaktewater is echter slecht en de sturingsmogelijkheden zijn gering.
- **'t Hout**
Voor dit gebied geldt iets vergelijkbaars als voor De Doort. Er zijn echter meer mogelijkheden aanwezig om gebiedseigen drainagewater te conserveren.
- **Grasbroek**
Niet de bronnen, maar het dras/plas stuk in het bos zal te leiden krijgen van de grondwaterstandverlaging. De lokale geohydrologische situatie is niet goed bekend, met name de opstuwing langs de Feldbiss en de invloed van slecht doorlatende lagen. Dit dient nader in kaart gebracht te worden om te bezien in hoeverre de grondwaterstandverlaging een negatief effect heeft op de vegetatie. Er bestaan mitigatiemogelijkheden via het oppervlaktewater. Het Waterschap heeft al eens geopperd om de Honsbeek naar het Limbrichterbos te leiden. Dit was ook de natuurlijke loop van de beek tot deze in de Middeleeuwen omgeleid werd. Hierop zou kunnen worden aangesloten door een deel van het water in het bos bij Grasbroek te laten. Het debiet van de bronnen is voldoende.
- **'t Brook/Ziep**
Mogelijk kan het oppervlaktewater van het hier ontspringende beekje langer worden vastgehouden in het gebied. Opgemerkt dient te worden dat de grondwaterkwaliteit van dit gebied waarschijnlijk wordt beïnvloed door de aanwezigheid van de DSM.



- **Bunderbos zuid**
Het water uit de diverse bronnen wordt momenteel rechtstreeks het gebied uit geleid. Weliswaar zou het bronwater langer vastgehouden kunnen worden, maar het debiet van de bronnen is waarschijnlijk niet voldoende om het bos voldoende “nat” te houden. Een nader onderzoek naar de lokale (geo)hydrologie en de haalbaarheid van verlenging van het kleischerm wordt aanbevolen.
- **Benedenloop Bosbeek**
In dit gebied kan door peilveranderingen van de beek nog veel worden gestuurd. Het systeem is redelijk robuust.
- **Ven onder de Berg**
Dit is een bijzonder kwetsbaar gebied waar aanvoer van oppervlaktewater geen soelaas biedt omdat dit niet de vereiste kwaliteit heeft. Er is in het kader van het Ruw Ontwerp nagegaan of een enkel kleischerm een oplossing kan bieden (IWACO, 2000a). Dit blijkt maar gedeeltelijk het geval, omdat het scherm nooit pal stroomafwaarts van het ven kan worden geplaatst. Dit belemmert namelijk de doorstroming van het grondwater, wat essentieel is voor de waterkwaliteit van het ven. Wellicht zijn 2 schermen in de vorm van een trechter stroomafwaarts mogelijk. Dit dient nader onderzocht te worden.
- **Maaswinkel**
Momenteel wordt een detailonderzoek rond deze locatie uitgevoerd (mondelinge mededeling Instituut voor Natuurbeschoud, Vlaanderen). Mogelijk kunnen de voorspelde effecten hiermee worden genuanceerd. Er blijft echter wel een negatief effect over op de kikkerpoelen. Deze zijn in het verleden al eens uitgegraven en kunnen mogelijk verder worden uitgediept.

Ad 2: droogte- en natschade landbouwgebieden

Schade door grondwateroverlast is relatief eenvoudig te compenseren door het aanbrengen of uitbreiden van de drainagemogelijkheden. Droogteschade is meestal minder eenvoudig te compenseren, omdat de drainerende werking van de Maas moeilijk is te beperken. Voor afhandeling van eventuele droogteschade ligt een schaderegeling met de betrokkenen voor de hand.

Ad 3: capaciteitsproblemen drinkwaterwinning Eisden-Meeswijk

Allereerst dient door nader onderzoek te worden vastgesteld of inderdaad sprake is van capaciteitsproblemen bij een Maasafvoer van 10 m³/s. Indien dit het geval blijkt dan is dit te mitigeren door verplaatsing van de winput of het bijplaatsen van een extra winput.

Ad 4: grondwateroverlast Bunde

De voorspelde overlast geldt voor een gemiddelde wintersituatie met een Maasafvoer van 540 m³/s. Een nader onderzoek zal uitwijzen voor welke gebieden specifiek problemen zijn te verwachten en wat de aard en omvang is van de overlast. Hierbij zal tevens worden ingegaan op overlastfrequentie en extra grondwateroverlast bij hogere Maasafvoer en zal worden nagegaan of dit op te heffen is door middel van drainage of andere maatregelen zoals waterdicht maken van kelders.

Ad 5: droogval Hemelbeek

De infiltratie van de Hemelbeek in zijn benedenloop kan bijvoorbeeld worden tegengegaan door over een traject een slecht doorlatende bodembekleding aan te brengen.



6 LEEMTEN IN KENNIS

De kern van de effectberekeningen is de geohydrologische modellering. Alle onzekerheden in het grondwatermodel werken direct door in de effectvoorspelling. Die onzekerheden komen door deels onbekende randvoorwaarden zoals werkelijke Maaspeilen, maar ook door modelbeperkingen, noodzakelijke simplificatie en de ruimtelijke- en tijdschaal waarop metingen beschikbaar zijn en dus ook effecten berekend worden. Met name het effect van te hoog of te laag berekende Maaspeilen kan aanzienlijk zijn.

De berekende grondwaterstandverlagingen op enkele kilometers ten westen van de Maas zijn relatief sterk door de aanname van een regionale grote doorlatendheid van het grind. In werkelijkheid zullen ook gebieden met een veel kleinere doorlatendheid voorkomen. Dit is bekend uit detailstudies (mondelinge mededeling AMINAL). Door de grofschaligheid van het model zijn deze variaties niet ingebracht en kunnen de berekende effecten hier overschattingen van de werkelijkheid zijn. Het is echter wel duidelijk dat er een negatief effect op zal treden.

De berekende grondwatereffecten hebben betrekking op een gemiddeld hydrologisch jaar. Dat wil zeggen een jaar met gemiddelde neerslag en een Maasafvoer die op decadebasis varieert tussen de 50 m³/s en 540 m³/s. Aan de hand van deskundigenoordeel is vastgesteld dat 1 winput van de drinkwaterwinning bij Eisden mogelijke capaciteitsproblemen zal krijgen bij een afvoer van 10 m³/s. Weliswaar zijn de effecten van de ingrepen bij lage afvoeren zeer gering (er wordt alleen in het winterbed ingegrepen), maar gezien de belangen voor de drinkwatervoorziening in Vlaams Limburg verdient het aanbeveling hier nader naar te kijken.

Er zijn geen grondwatereffecten bepaald bij korte piekafvoeren van enkele dagen. In de meeste winters komt wel een keer een afvoer van circa 1600 m³/s voor. In het kader van de concrete beleidsbeslissingen (CBB) voor de dekgrondbergingen zal hier nader naar worden gekeken.

Er is een indicatie gegeven van afwerkhoogte van de dekgrondbergingen. Het is mogelijk dat dit minder wordt, maar ook meer. Dit is op voorhand niet te zeggen. De effecten op het grondwater zullen het sterkst zijn als de berging hoger wordt afgewerkt omdat de opstuwings van grondwater op een aantal locaties in dat geval toeneemt. Dit geldt met name voor Itteren en in mindere mate voor Slapersdijk (Koeweide).

Voor het gebied tussen de Maas en het Julianakanaal is geïnventariseerd waar zich puntverontreinigingen bevinden. Dit is echter niet gedaan voor het gebied ten oosten van het Julianakanaal en voor de Belgische kant van de Maasvallei. Ook hier zijn grondwatereffecten te verwachten.



7 LITERATUUROVERZICHT

Literatuurlijst

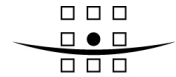
- Appelo, T.A.J. en D. Postma, 1993. Geochemistry Groundwater and Pollution; A.A. Balkema, Rotterdam.
- AMINAL, informatie grondwaterstanden en onttrekkingsgegevens Vlaanderen
- Bodemopbouwgegevens :
 - Archief de Maaswerken
 - Belgisch Geologische Dienst
 - Bestuur van Natuurlijke Rijkdommen en Energie (BNRE) ter plaatse van uitgevoerde of nog uit te voeren ontgrindingen
 - Bureau Ontgrindingen van de Nederlandse Provincie Limburg
 - IWACO, 1995a. Geofysisch onderzoek langs de Grensmaas.
 - Prof. Van Autenboer en het L.U.C. ter plaatse van Armenbos-De watering, Vucht, Dilsen en het Mijnterrein Eisden
 - TNO-DINO loket
 - Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening (VMW) van winning Meeswijk, Eisden, Leut-Meeswijk
- CHO-TNO, 1986. Het hydrologisch systeem in het grensgebied Luik-Maasbracht.
- CHO-TNO, 1991. Het hydrologisch systeem in het grensgebied Luik-Maasbracht. Onderzoeksresultaten 1985-1990.
- CSO, 17 januari 2003. Briefrapportage zettingsberekeningen project grensmaas, kenmerk 03.RB014
- De Maaswerken. 1998. MER Grensmaas.
- DGV-TNO, 1986. Geohydrologische inventarisatie ten behoeve van het grondwaterplan Limburg, deel II.
- Engelen, G.B., J.M.J. Gieske, S.O. Los, 1989. Grondwaterstromingsstelsels in Nederland.
- ENVICO, 2000. Vegetatiekartering van het Breedven en het Ven onder de Berg.
- Haskoning, mei 2000. Scheurvorming in woningen te Stevensweert en Ohé in relatie tot ontgrondingsactiviteiten, eindrapportage; referentie G1140.A0/R005/HWR/NDE.
- Haskoning, september 1999. Scheurvorming in woningen te Stevensweert en Ohé in relatie tot ontgrondingsactiviteiten; Bijlage B- Geotechniek & Geohydrologie, Bijlage C- Geluid en trillingen, bijlage D-woningen; referentie G1140.A0/R005/HWR/NDE.
- IWACO, 10 december 1998. Ruw Ontwerp grensmaas, projectnummer 3367200.
- IWACO, 1993a. Hydrologisch onderzoek ontgrindingslocatie Meers. Rapportnr. 332.4870
- IWACO, 1993b. Hydrologische systeemanalyse Noord- en Midden Limburg. Eindrapport. nr. 332.1700/332.2100.



- IWACO, 1995b. MER Grensmaas, deelonderzoek Grondwater. Huidige toestand. Rapport nr. 334.1380.
- IWACO, 29 oktober 1998. Nader onderzoek winningen Eisden en Meeswijk, projectnummer 3360220.
- IWACO, 1999a. Ontwerpeisen grondwater rivierverruiming Grensmaas, projectnummer 3365500.
- IWACO, 8 oktober 1999b. Voorlopig Ontwerp grensmaas, project nummer 36559.
- IWACO, december 1999c. Grondwatereffecten ruw ontwerp grensmaas, projectnummer 36560.
- IWACO, 21 juli 2000a. Advisering verdroging Ruw Ontwerp Grensmaas, projectnummer 38237.
- IWACO, 4 december 2000b; Monitoringplan Roosteren; projectnummer 37630.
- Kenis et al., 1985. Biologische waarderingskaart België.
- KNMI; gegevens neerslag en potentiële verdamping Zuid Limburg periode 1990-2000.
- Landinrichtingsdienst, werkgroep HELP-tabel 1987. De invloed van waterhuishouding op landbouwkundige productie (mededelingen Landinrichtingsdienst nr. 176).
- Loy. W. 1980. Hydrogeologische studie van het Kempisch Plateau en de Limburgse Maasvallei.
- Mars, H.de, C.R. van Gool & C. van Tijen, 1998, Ecohydrologische atlas van Limburg. ISBN 90-803639-4-4.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2000. 4e Nota Waterhuishouding.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1994. Onderzoek watersnood Maas. Deelrapport 7: Geohydrologische aspecten.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1995. Deltaplan Grote Rivieren. Kenmerk E-346, no. 4. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, 's Gravenhage.
- Mulder R. en B. Sijsma; Grondwaterstroming naar de Maas tussen Beek en Born (LUW, scriptie).
- Paulisse, E. 1970. Morfologie en kwartier-stratigrafie van de Maasvallei in Belgisch Limburg.
- Provincie Limburg, 1989. Grondwaterbeschermingsplan.
- Provincie Limburg, 28 april 1998. Streekplan Grensmaas, ontwerp ; streekplanherziening Grensmaasgebied.
- RGD, 1984, 1988, 1989. Geologische kaart van Zuid-Limburg en omgeving.
- RGD, 1985. Geohydrologische inventarisatie ten behoeve van het Grondwaterplan Limburg, deel I.
- RGD, 1988. Inventarisatie oppervlaktedelfstoffen provincie Limburg. Rapport 10692.
- RGD, 1989, Geomorfologische kaart van Nederland, kaartbladen 59, 60, 61 en 62.
- RIVM, Stoboka, 1987. Kwetsbaarheid van het grondwater.

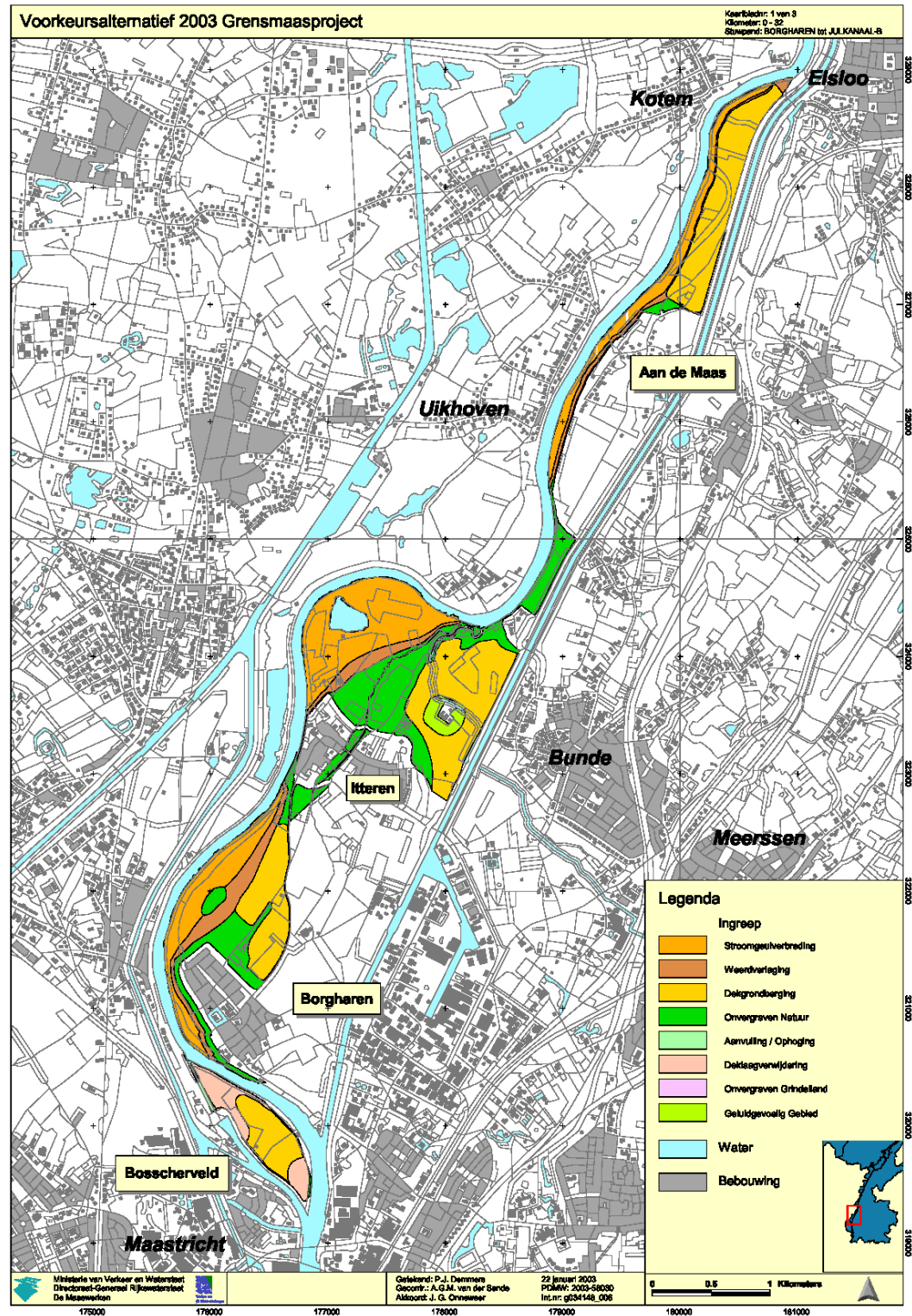


- Rooyen, P. van, 1986. Het hydrologisch systeem van het stroomgebied van de Maas tussen Visé en Maasbracht. Uit: CHO-TNO, 1986: het hydrologisch systeem in het grensgebied Luik-Maasbracht.
- Royal Haskoning, 2003. Technisch achtergrondrapport grondwatermodellering tbv MER Grensmaas 2003. In preparation.
- Royal Haskoning, 29 november 2001. Effecten Maaswerken Meers;projectnummer 38978.
- Startnotitie MER Grensmaas, 21 juni 2002
- TNO-DINO grondwaterarchief
- Vandormael, C./AMINAL, 1992. Grondwaterkwaliteit in Limburg 1992.
- Voet, H. Handleiding BODEP, 1995.
- Waterleidingbesluit 2001
- Witteveen + Bos, 1995. Vooronderzoek naar de haalbaarheid van een oevergrondwaterwinning tussen Eijsden en Maastricht.
- WML, 1994. Evaluatie en interpretatie van de gegevens van de winplaatsen Geulle en Waterval.



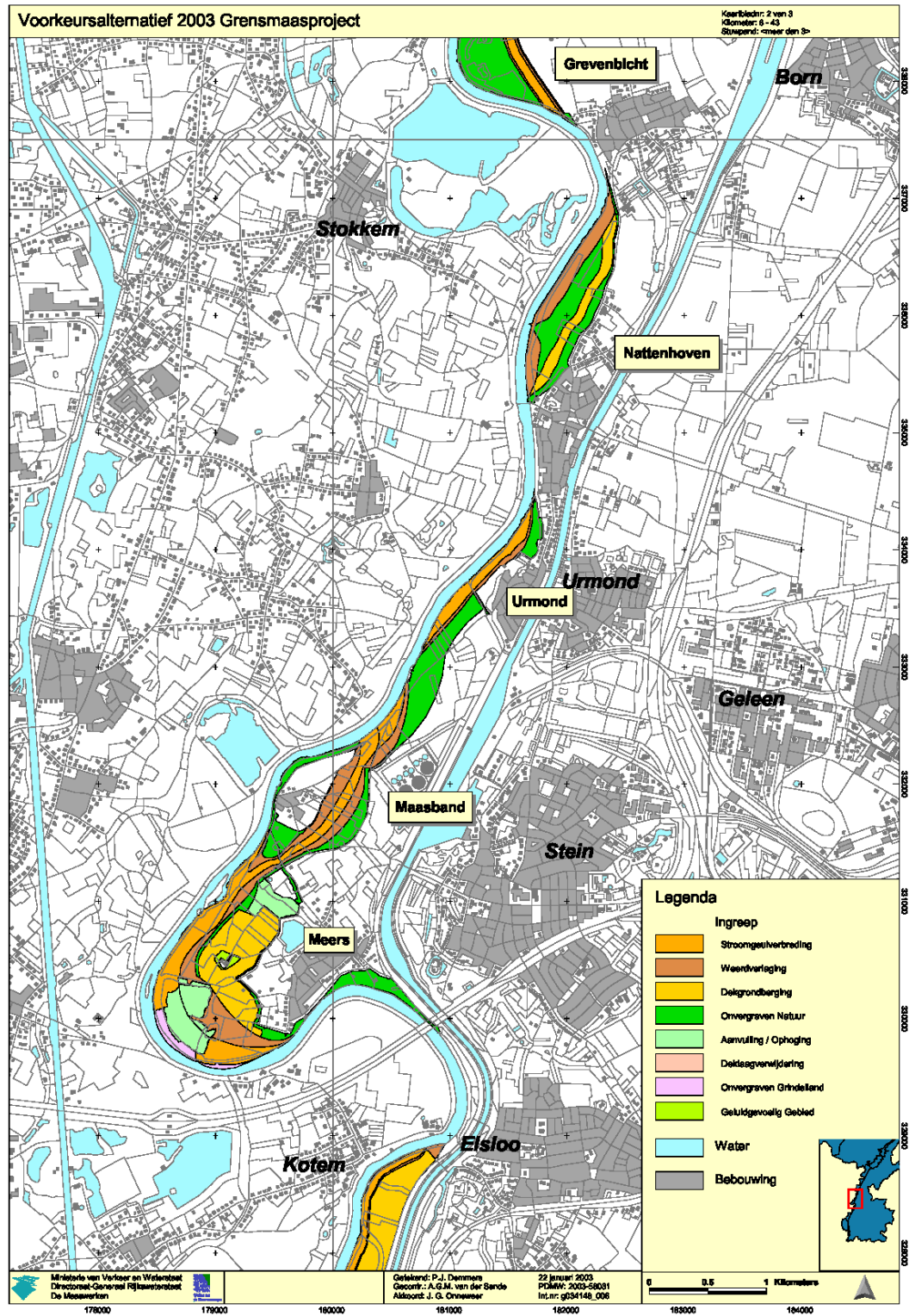
ROYAL HASKONING

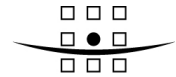
BIJLAGE 1 OVERZICHT VORKEURSALTERNATIEF 2003



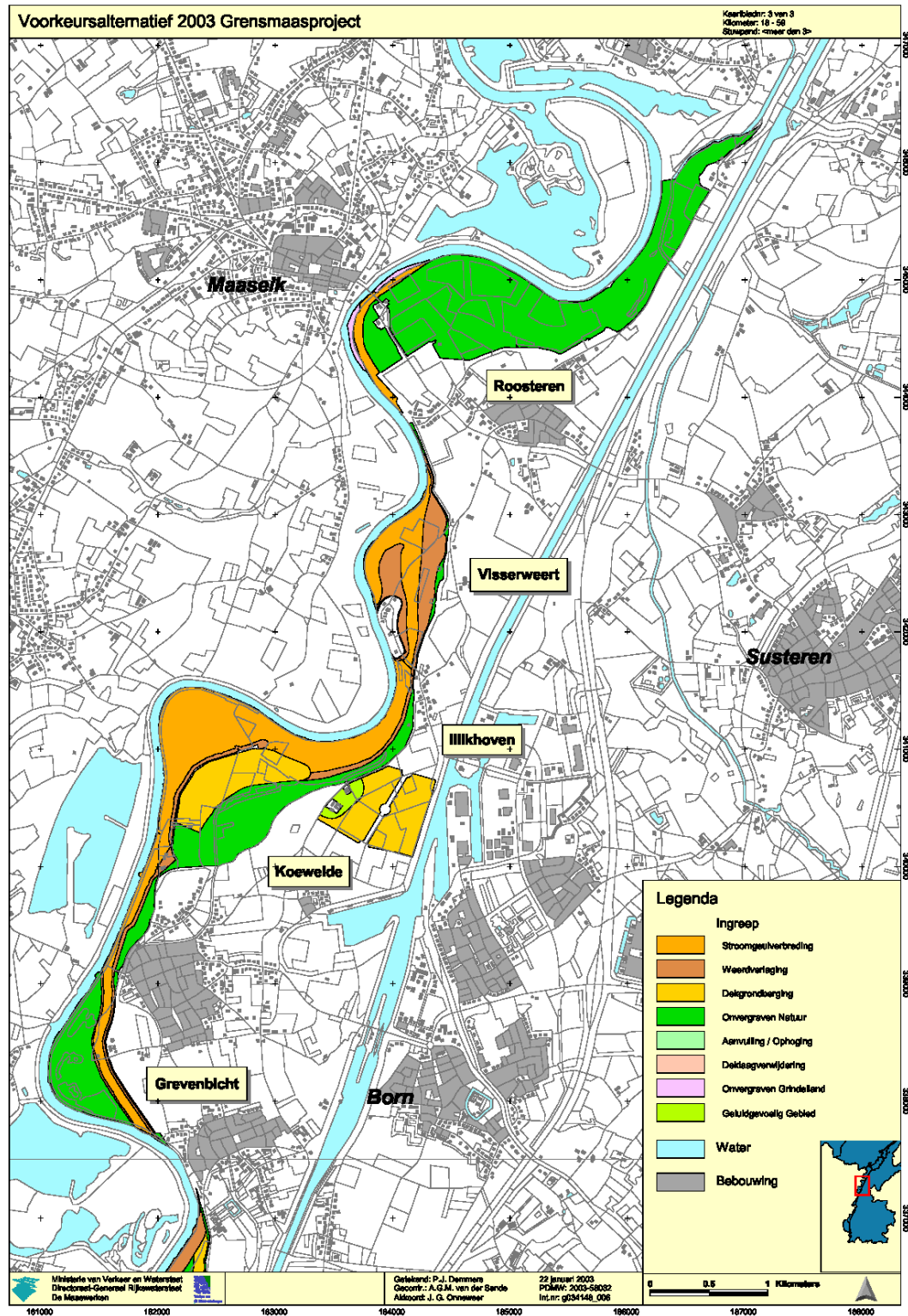


ROYAL HASKONING





ROYAL HASKONING

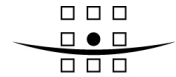




Bijlage 2 Stratigrafische tabel

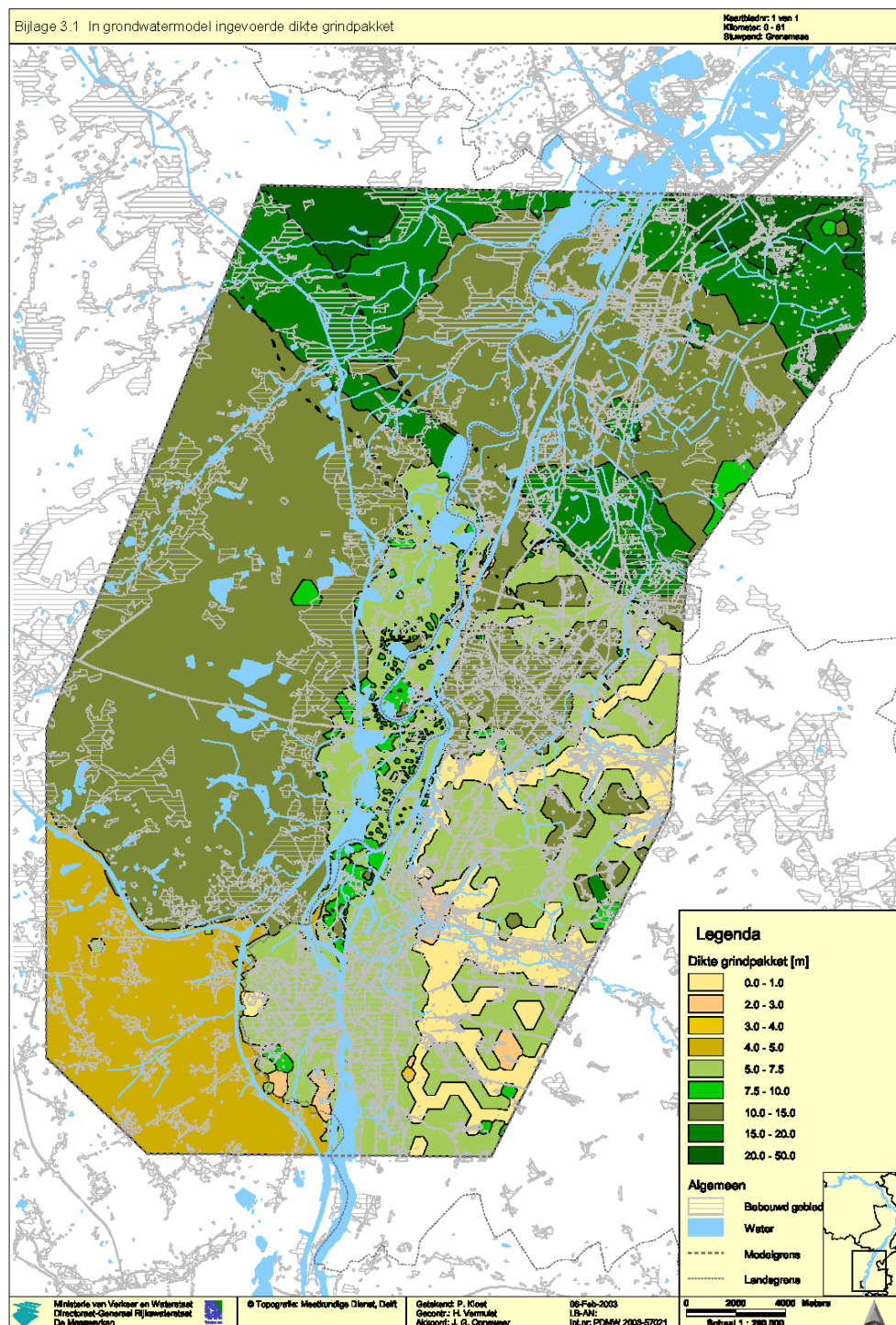
	Chrono- stratigrafie		Litho- stratigrafie	Lithologie	Contact Maas * ?	Correlatie België		
KWARTAIR	Holoceen		Betuwe Formatie	klei				
	Pleistoceen	B	F.v. Twente / F.v. Eindhoven ----- Nuenen Groep	löss / fijn zand en leem				
			F.v. Kreftenheye	grind, grof zand, met hier en daar kleilaagje	rivieraf- zettingen	Maasterras		
			F.v. Veghel					
		F.v. Sterksel	Hoogterras					
		O	F.v. Kedichem				F.v. d. Kempen	
			F.v. Tegelen					
			Kiezeloöliet Formatie	m. fijn zand met kleilagen (Schinveld/Reuver)			F.v. Kiezel	
		klei met houtresten (Brunssum I)		F.v. Mol				
Zand (Pey)	F.v. Kasterlee							
klei met houtresten (Brunssum II)								
TERTIAIR	Plioceen	B	Kiezeloöliet Formatie	grof zand (Waubach)				
		O						
		Mioceen		B		F.v. Breda	m.f. glauconiethoudend en	F.v. Diest
				M		F.v. Heksenberg	fijn zand, klei, bruinkool	F.v. Berchem
	O		F.v. Breda		silthoudend zand	F.v. Bolderberg		
	Oligoceen	B				F.v. Breda		
		M	F.v. Rupel	zandige klei (o.a. Boom), zand		F.v. Voort, F.v. Rupel		
		O	F.v. Tongeren	klei, zand		F.v. Tongeren		
	Eoceen				geen contact	F.v. Landen		
	Paleoceen	B				F.v. Heers		
		O	F.v. Maasmechelen	humeuze klei		F.v. Maasmechelen		
	KRIJT	B	F.v. Houtem	kalk		Kalk van Vroenhoven		
			F.v. Maastricht	kalk		Maastrichtien		
			F.v. Gulpen	kalk		Campanien		
			F.v. Vaals	zand		Smectiet van Herve		
			F.v. Aken	zandige klei				
		O						
JURA				geen contact				
TRIAS			rode zandsteen en schalie (lokaal)					
PERM								
CARBOON	B	F.v. Epen	leisteel en steenkool					
	O	Kolenkalk	kalk	Viseaan kalk				
DEVOON			Condroz zandsteen	zandsteen	geen contact			

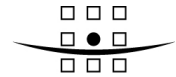
* Aanwezig in contact met waterverzadigde Maasafzettingen



ROYAL HASKONING

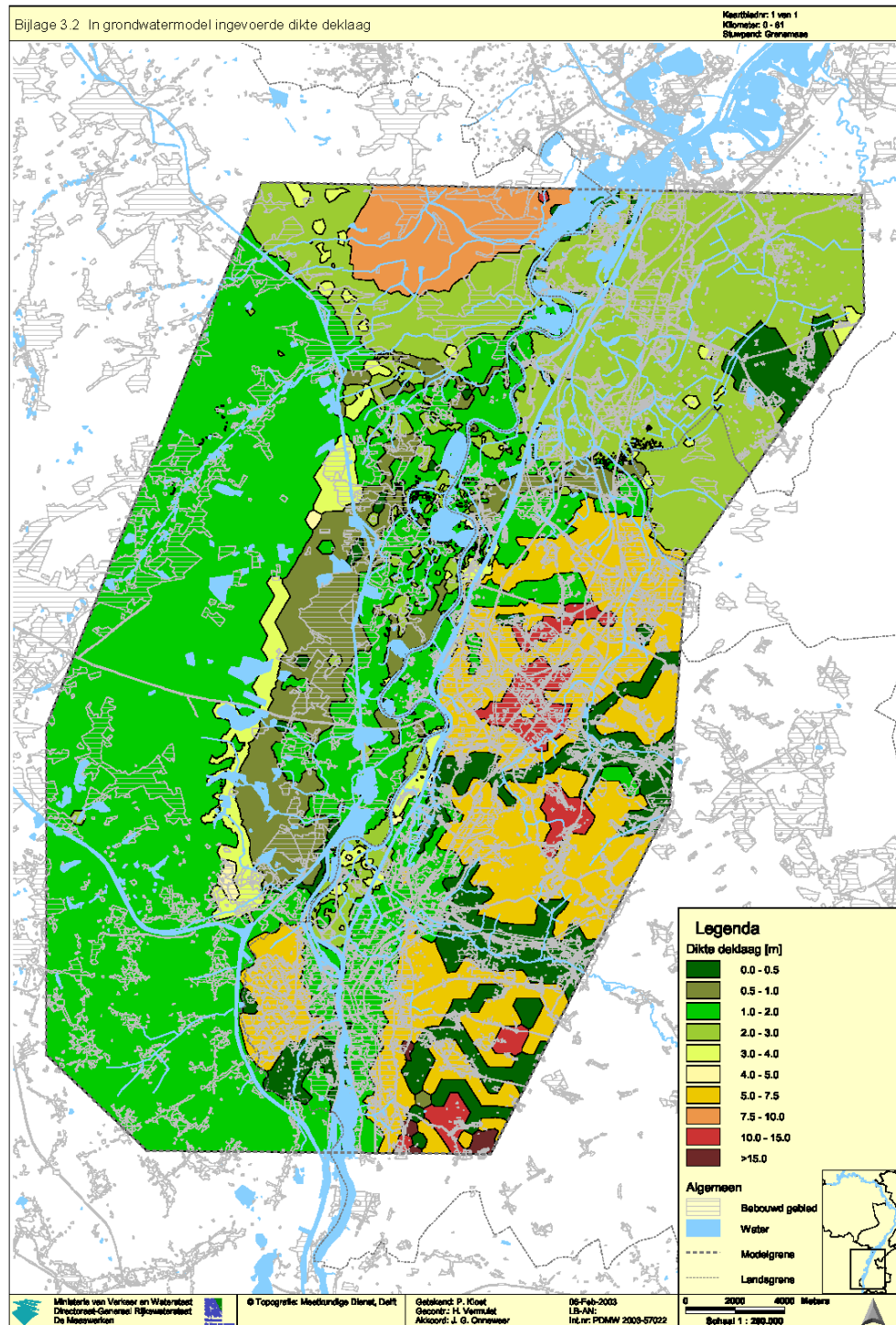
BIJLAGE 3.1





ROYAL HASKONING

Bijlage 3.2



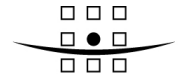

Bijlage 4.1 Modellschematisatie en overzicht geohydrologische parameters.

Modellaag	Geologische formaties	Doorlaatvermogen (m^2/d) of hydraulische weerstand (d) ⁷
Gebied ten zuiden van Heerlerheidebreuk		
Watervoerend pakket 1	Formatie van Twente (deklaag van löss) of Betuwe formatie (deklaag van rivierklei)	5 à 30 m^2/d
Scheidende laag 1	Formatie van Twente (deklaag van löss) of Betuwe formatie (deklaag van rivierklei)	10 à 100 d
Watervoerend pakket 2	Formatie van Veghel (grindpakket)	in Maasdal: 3.000 à 15.000 m^2/d ; elders: 0 à 300 m^2/d
Scheidende laag 2	dummy	1 d
Watervoerend pakket 3	dummy	1 m^2/d
Scheidende laag 3	Formatie van Rupel / Tongeren (ontwikkeld ten NW van de lijn Kanne-Borgharen-Meerssen)	indien ontwikkeld: 3.000 à 20.000 d
Watervoerend pakket 4	Kalksteen van Maastricht/Houthem/Gulpen	50 à 350 m^2/d
Scheidende laag 4	dummy	1 d
Watervoerend pakket 5	Kalksteen van Maastricht/Houthem/Gulpen	10 à 50 m^2/d
Hydrologische basis	Formatie van Vaals	-

⁷ voor een watervoerend pakket is het doorlaatvermogen (in m^2/d) opgegeven; voor een scheidende laag een verticale hydraulische weerstand (in d)

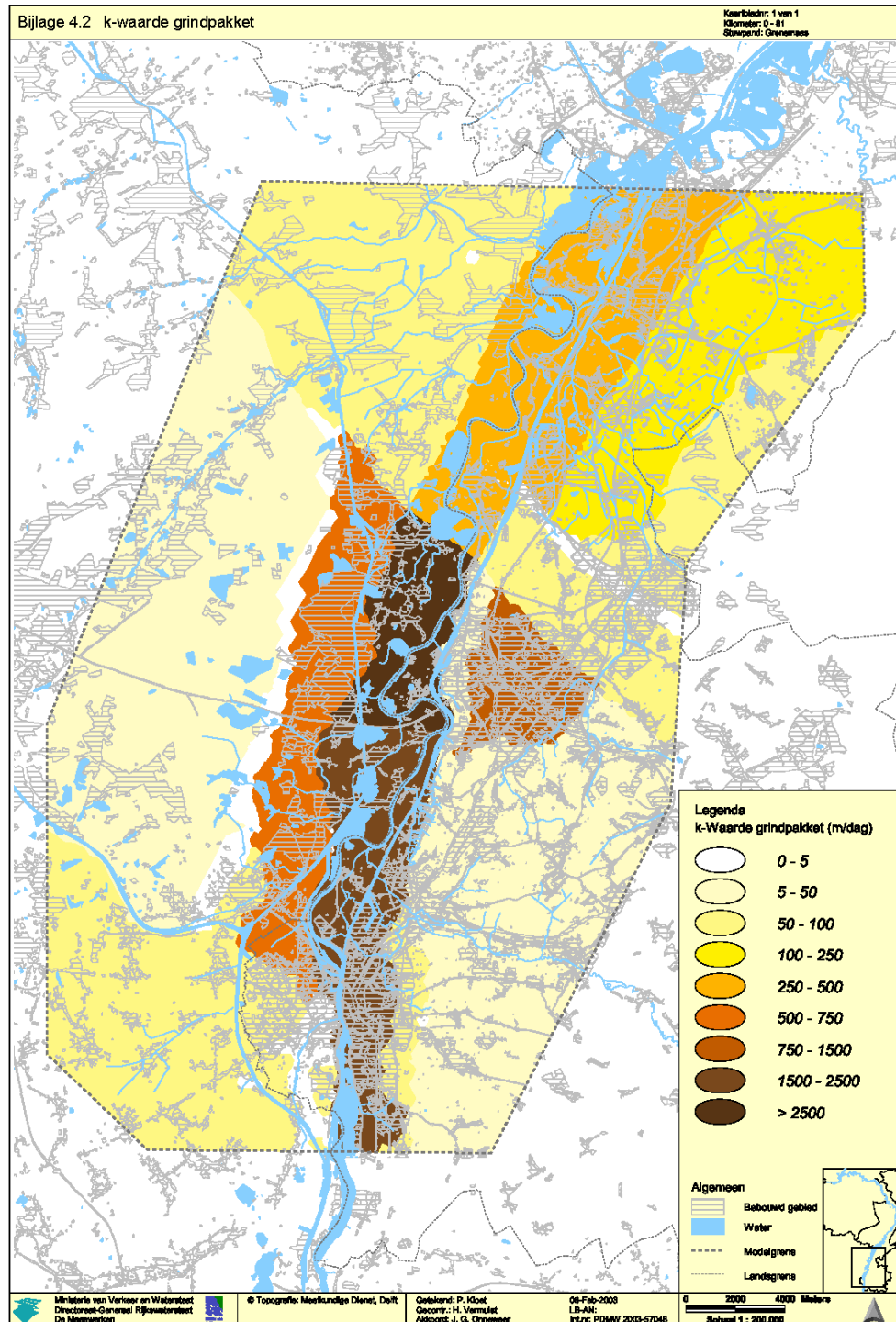


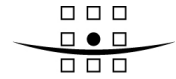
Modellaag	Geologische formaties	Doorlaatvermogen (m ² /d) of hydraulische weerstand (d)
Gebied ten tussen Heerlerheidebreuk en Feldbissbreuk		
Watervoerend pakket 1	Formatie van Twente (deklaag van löss) of Betuwe formatie (deklaag van rivierklei)	5 à 30 m ² /d
Scheidende laag 1	Formatie van Twente (deklaag van löss) of Betuwe formatie (deklaag van rivierklei)	10 à 100 d
Watervoerend pakket 2	Formatie van Veghel (grindpakket)	500 à 3000 m ² /d
Scheidende laag 2	dummy	1 d
Watervoerend pakket 3	Formatie van Breda/Heksenberg	ca. 300 m ² /d
Scheidende laag 3	Formatie van Rupel / Tongeren	ca. 1000 d
Watervoerend pakket 4	Kalksteen van Maastricht/Houthem/Gulpen	250 à 350 m ² /d
Scheidende laag 4	dummy	1 d
Watervoerend pakket 5	Kalksteen van Maastricht/Houthem/Gulpen	ca. 50 m ² /d
Hydrologische basis	Formatie van Vaals	-
Gebied ten noorden van Feldbissbreuk		
Watervoerend pakket 1	Formatie van Twente (deklaag van löss) of Betuwe formatie (deklaag van rivierklei)	10 à 50 m ² /d
Scheidende laag 1	Formatie van Twente (deklaag van löss) of Betuwe formatie (deklaag van rivierklei)	ca. 30 d, plaatselijk tot 100 d
Watervoerend pakket 2	Formatie van Kreftenheye/Veghel /Sterksel (grindpakket)	1.000 à 5.000 m ² /d, nabij Maas plaatselijk tot 15.000 m ² /d
Scheidende laag 2	dummy	1 d
Watervoerend pakket 3	Formatie van Kedichem	100 à 300 m ² /d
Scheidende laag 3	Bovenste Brunssumklei	100.000 à 150.000 d
Watervoerend pakket 4	Zanden van Pey	200 à 500 m ² /d
Scheidende laag 4	Onderste Brunssumklei	25.000 à 45.000 d
Watervoerend pakket 5	Waubach Zanden	300 à 600 m ² /d
Hydrologische basis	Formatie van Breda	-



ROYAL HASKONING

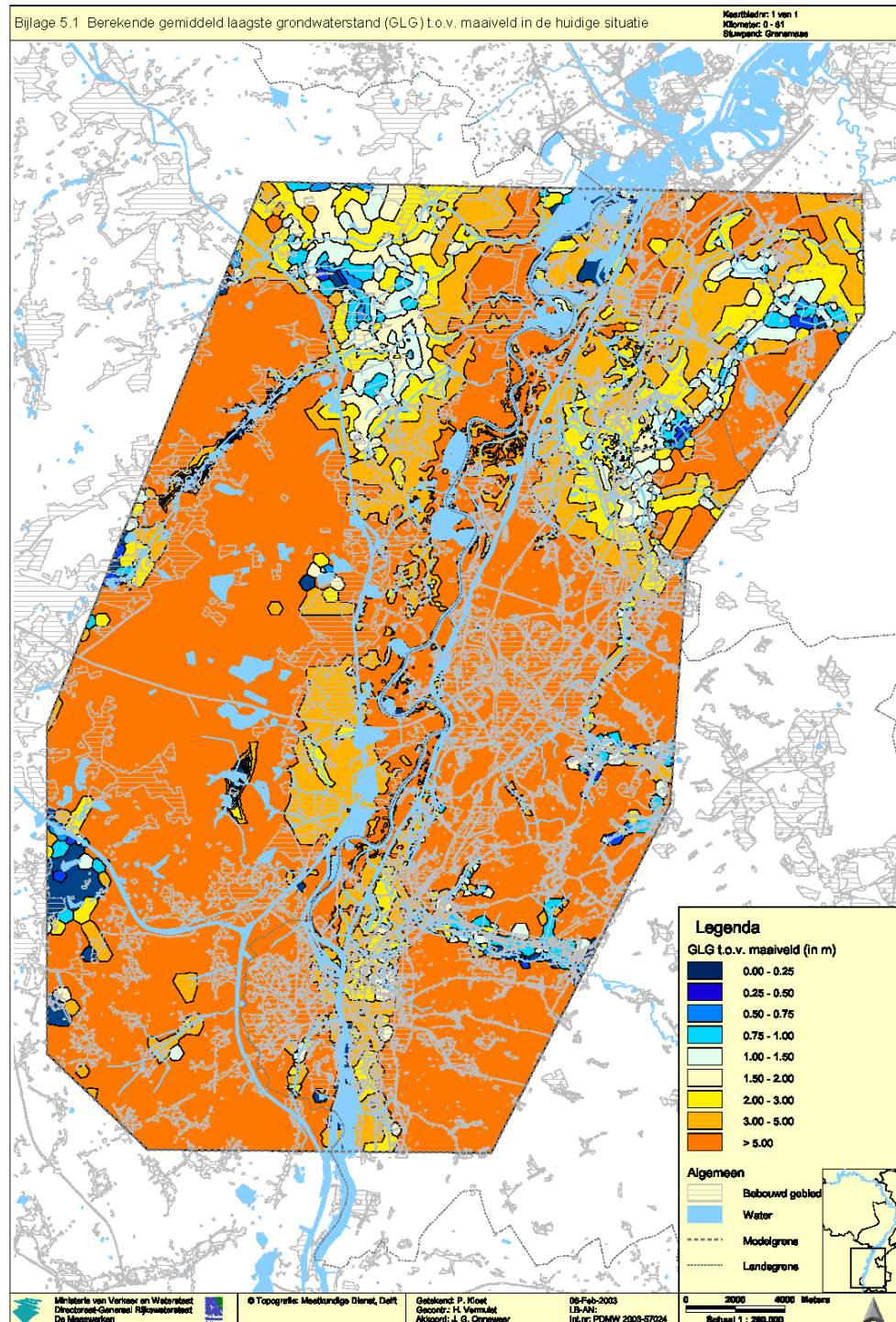
BIJLAGE 4.2

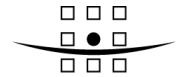




ROYAL HASKONING

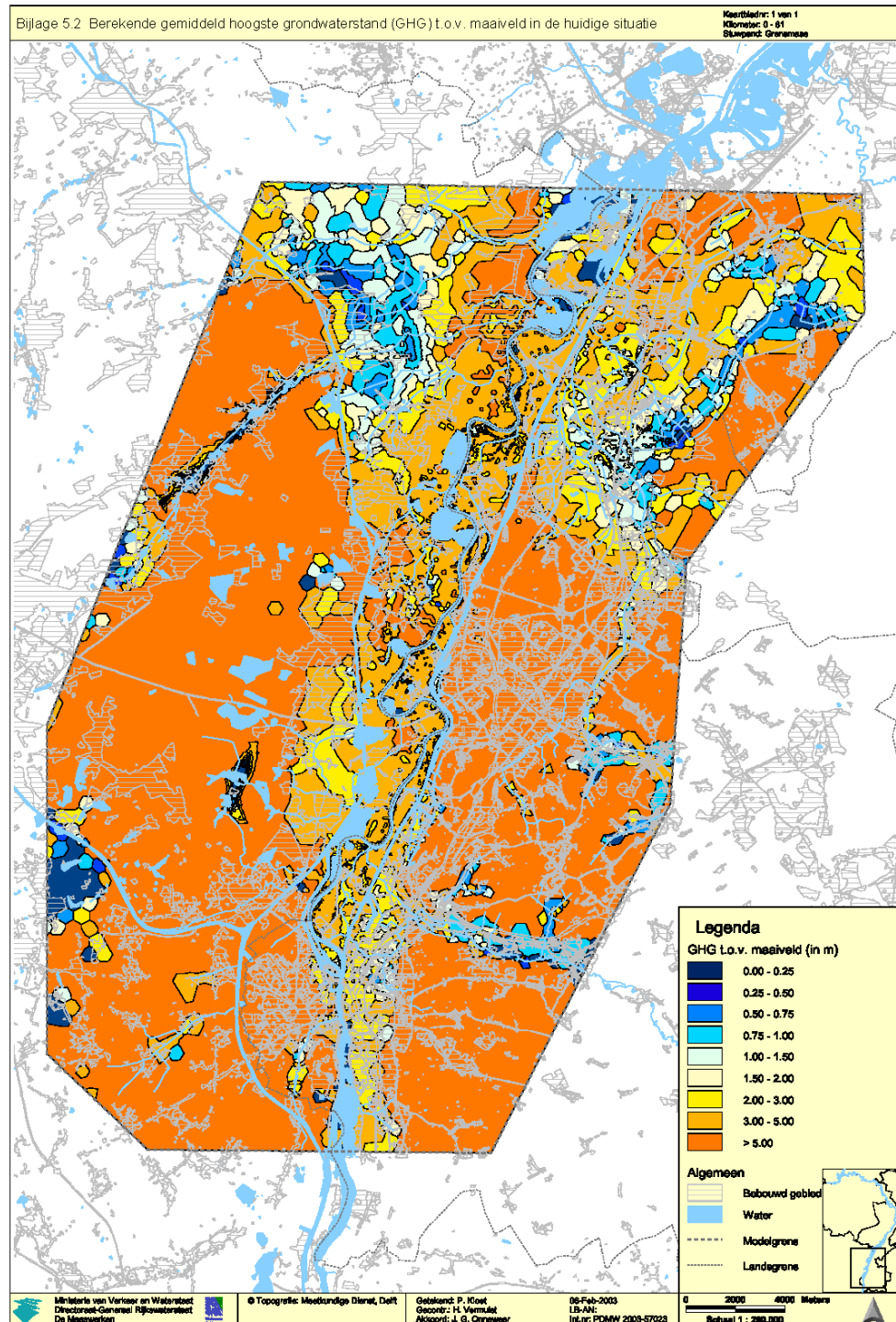
BIJLAGE 5.1





ROYAL HASKONING

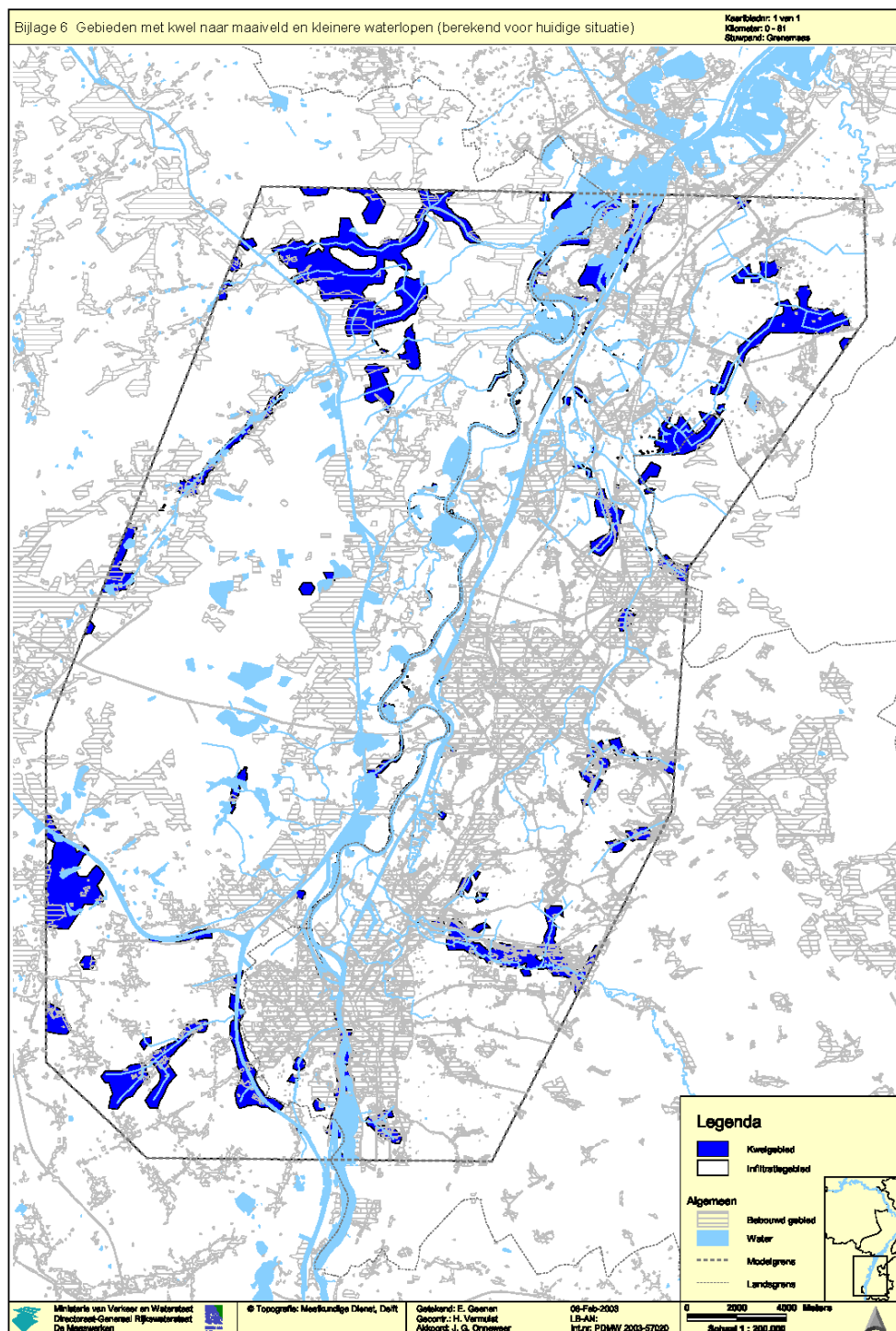
BIJLAGE 5.2

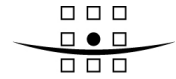




ROYAL HASKONING

BIJLAGE 6

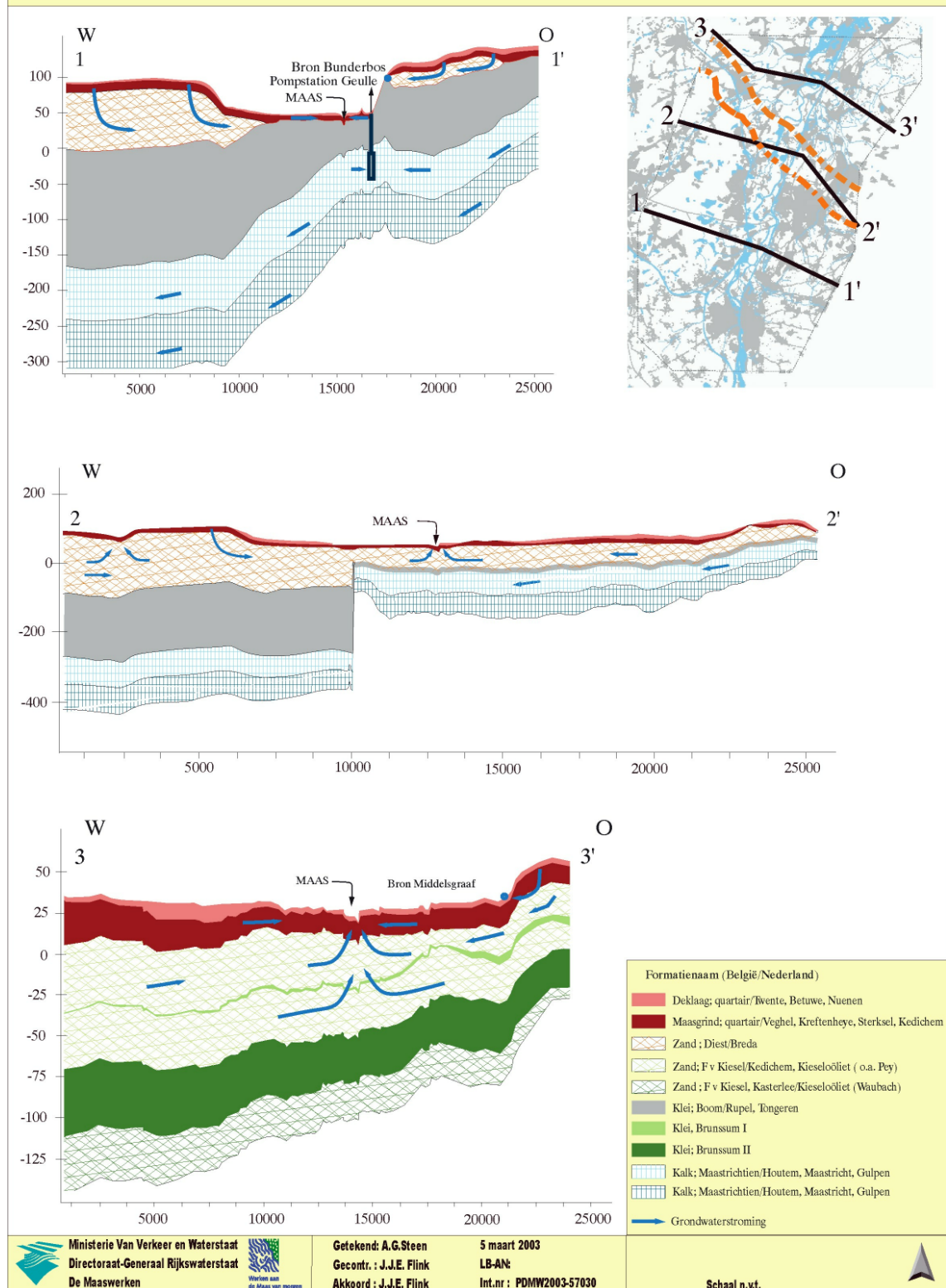


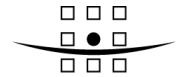


ROYAL HASKONING

Bijlage 7

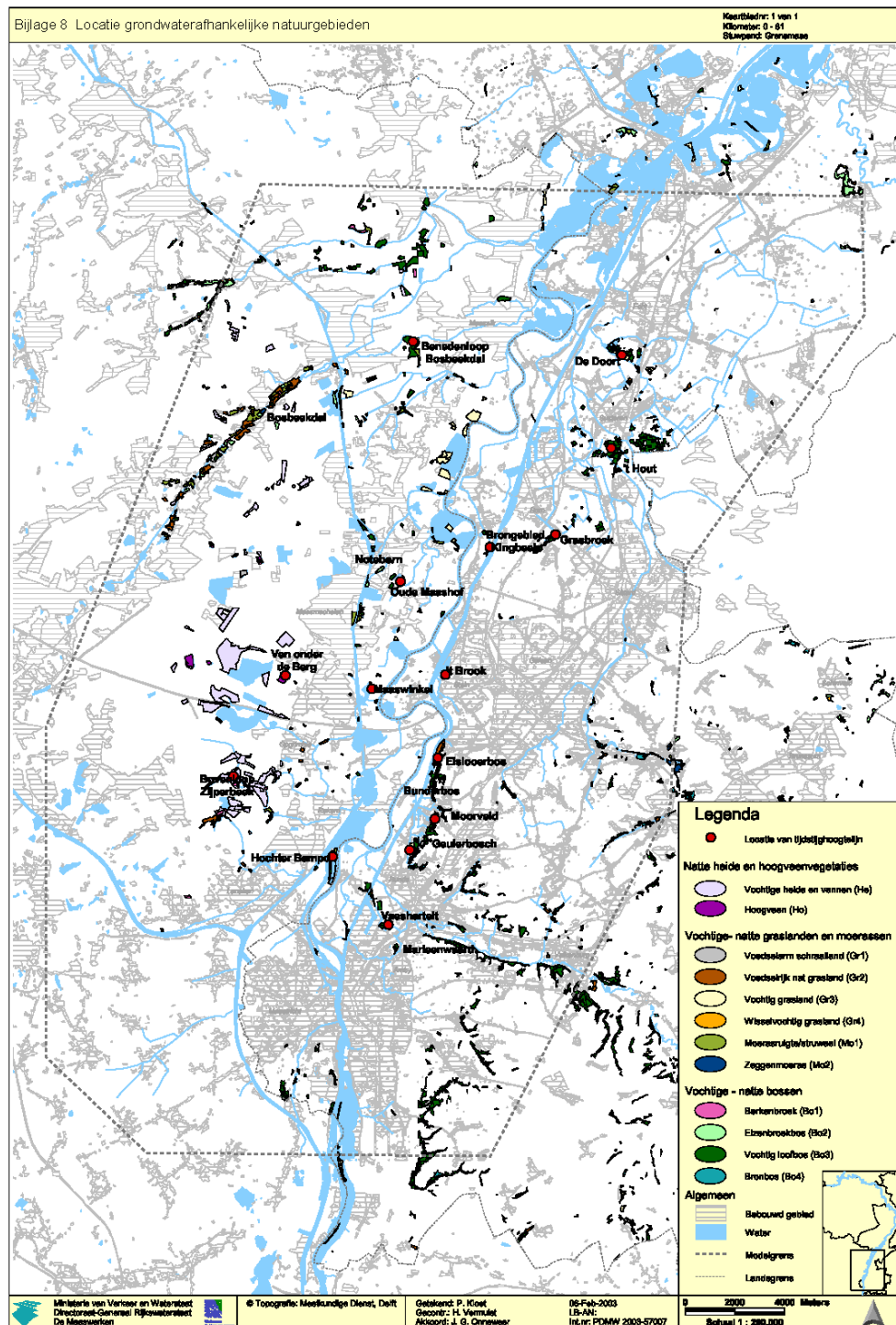
Bijlage 7 Dwarsprofielen modelgebied

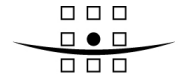




ROYAL HASKONING

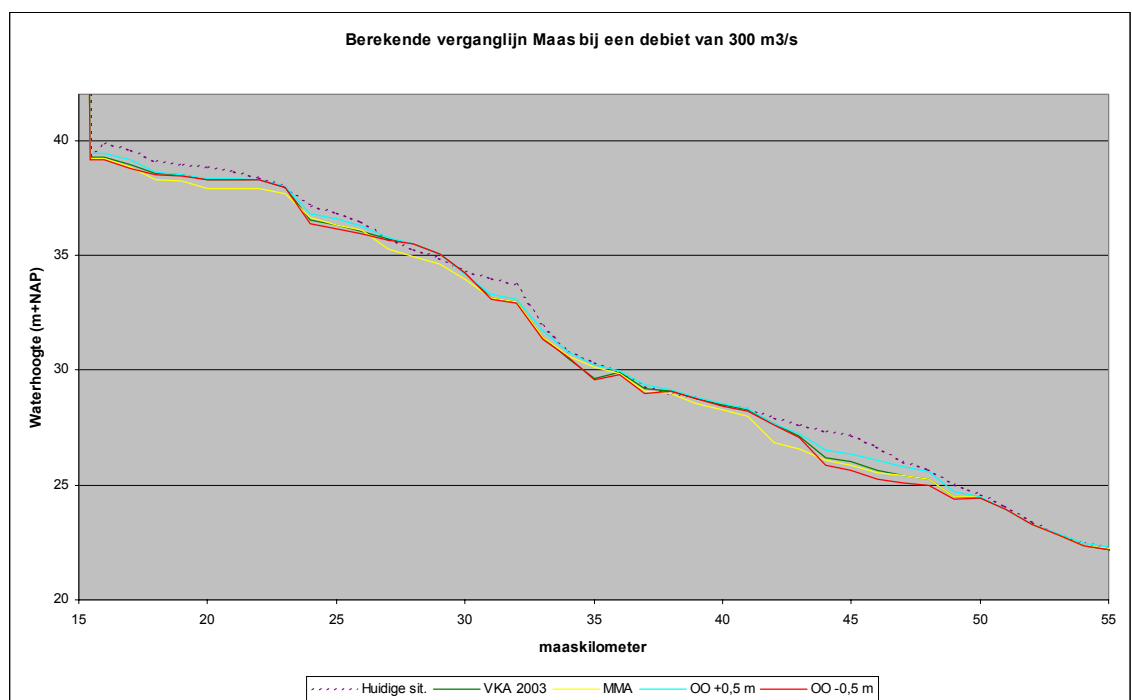
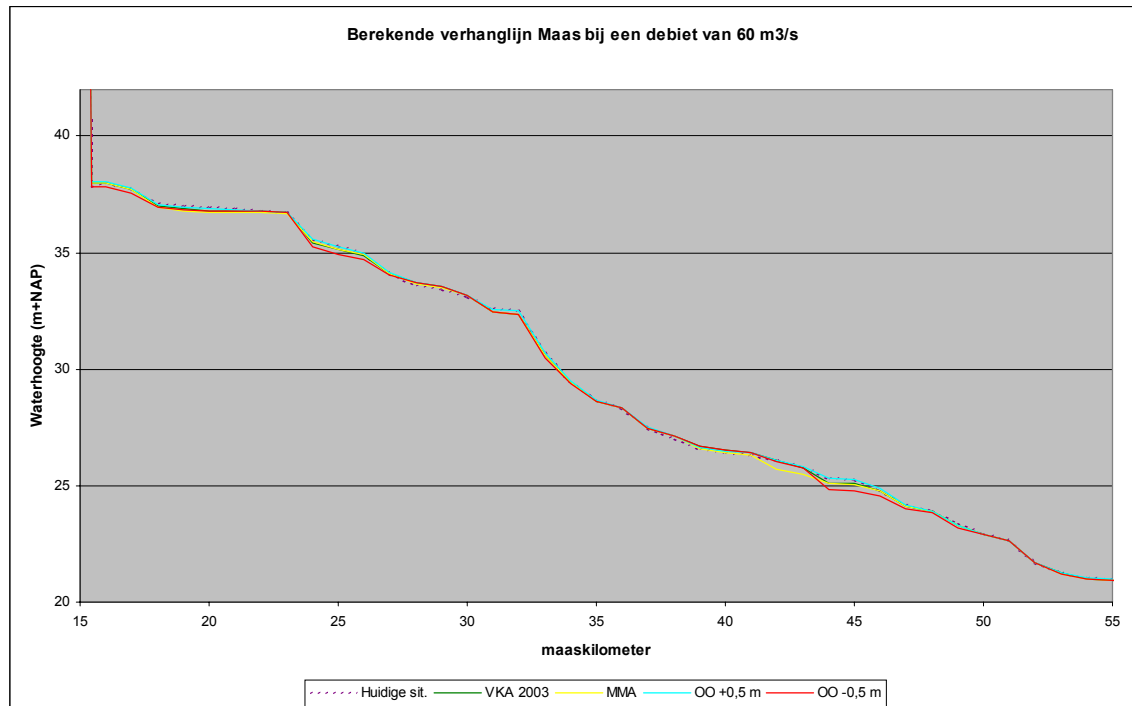
Bijlage 8





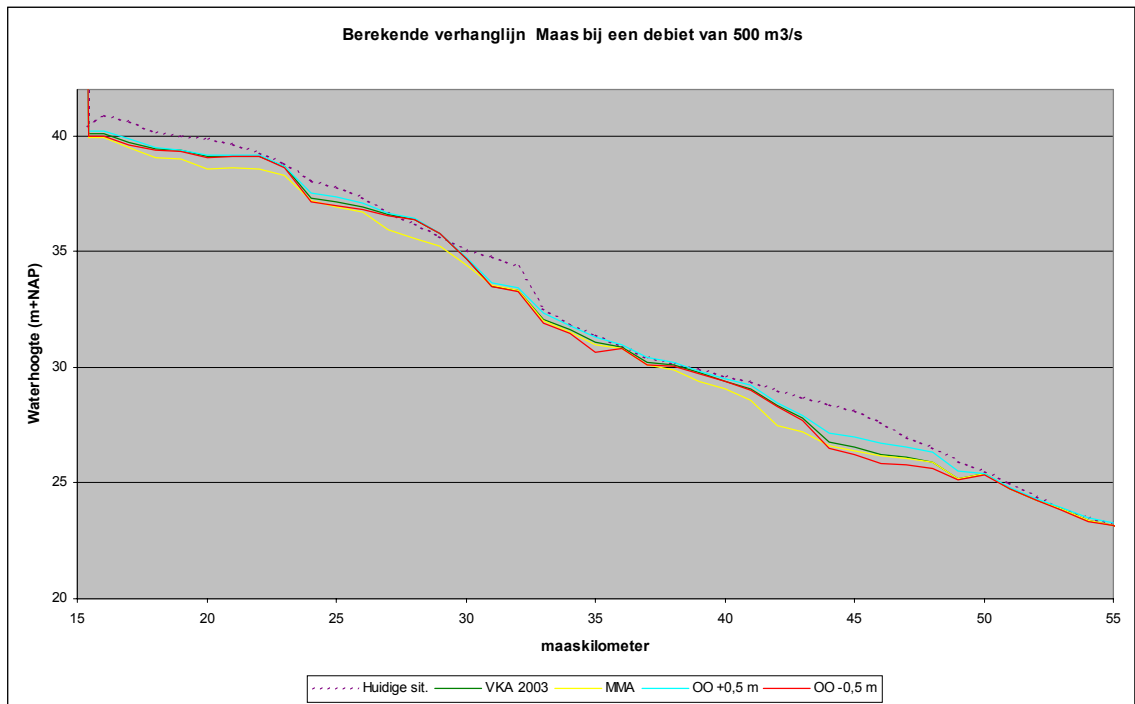
ROYAL HASKONING

Bijlage 9 Berekende verhanglijn Maas





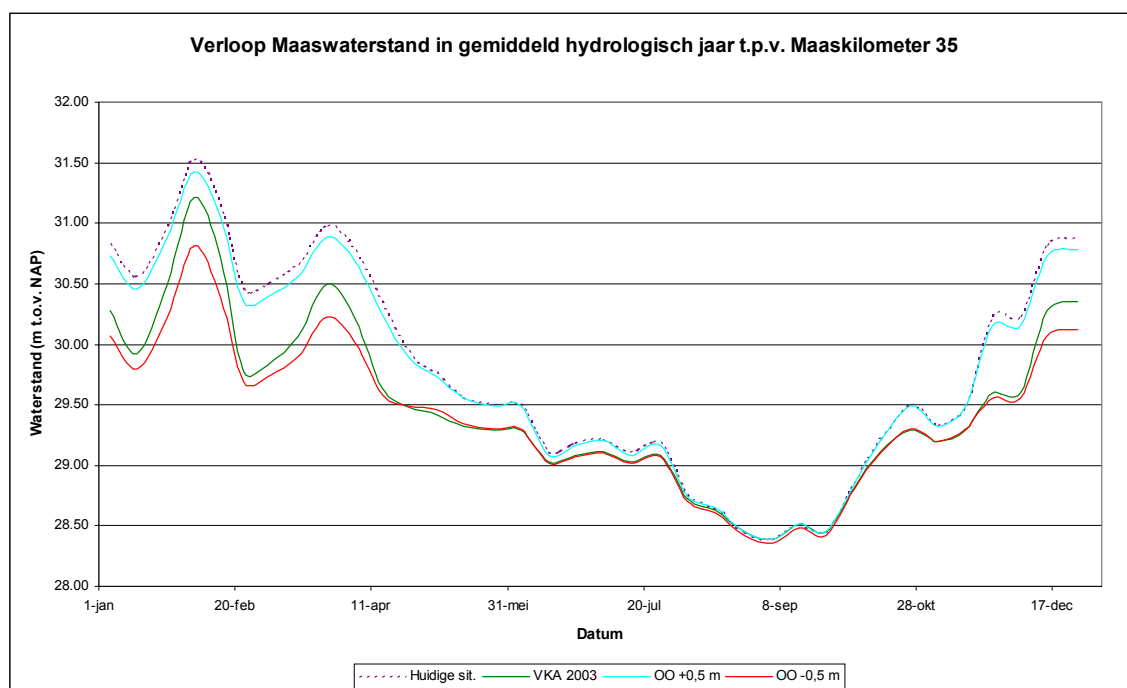
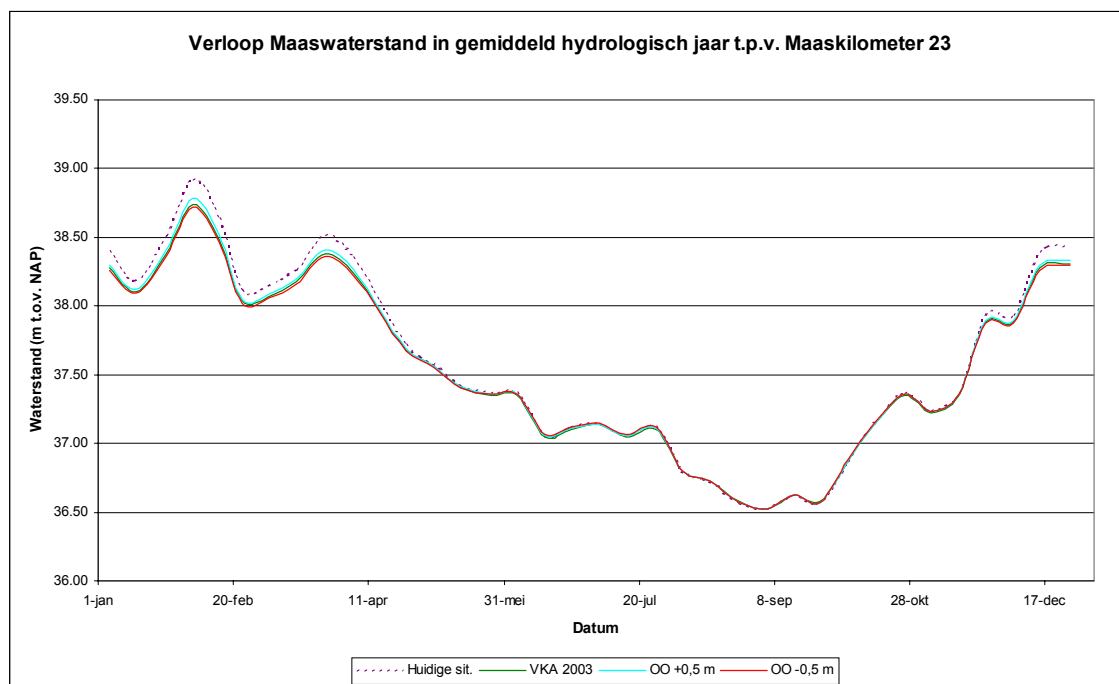
ROYAL HASKONING





ROYAL HASKONING

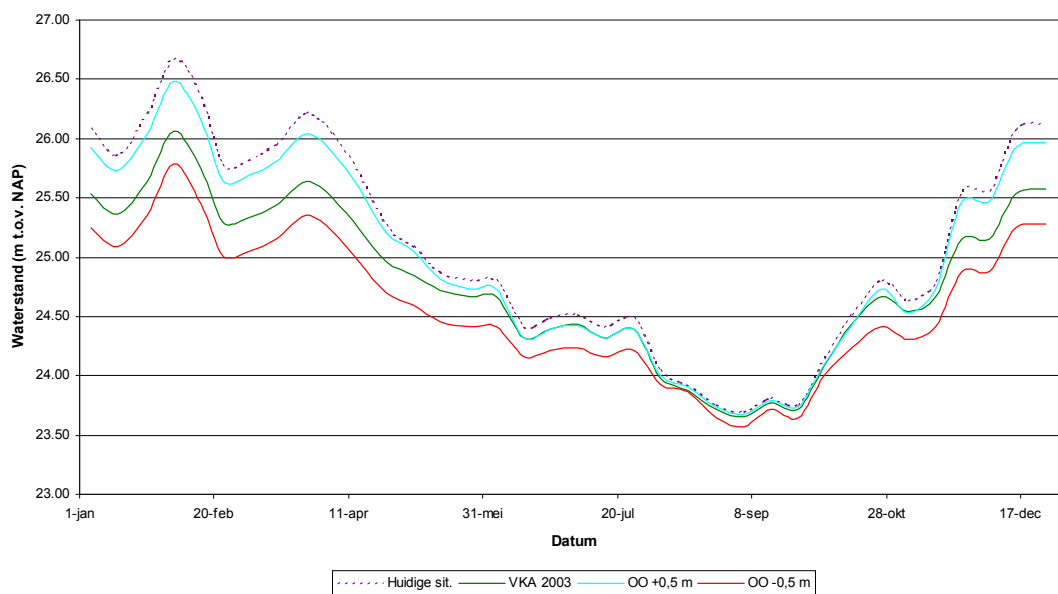
Bijlage 10 Verloop Maaswaterstand



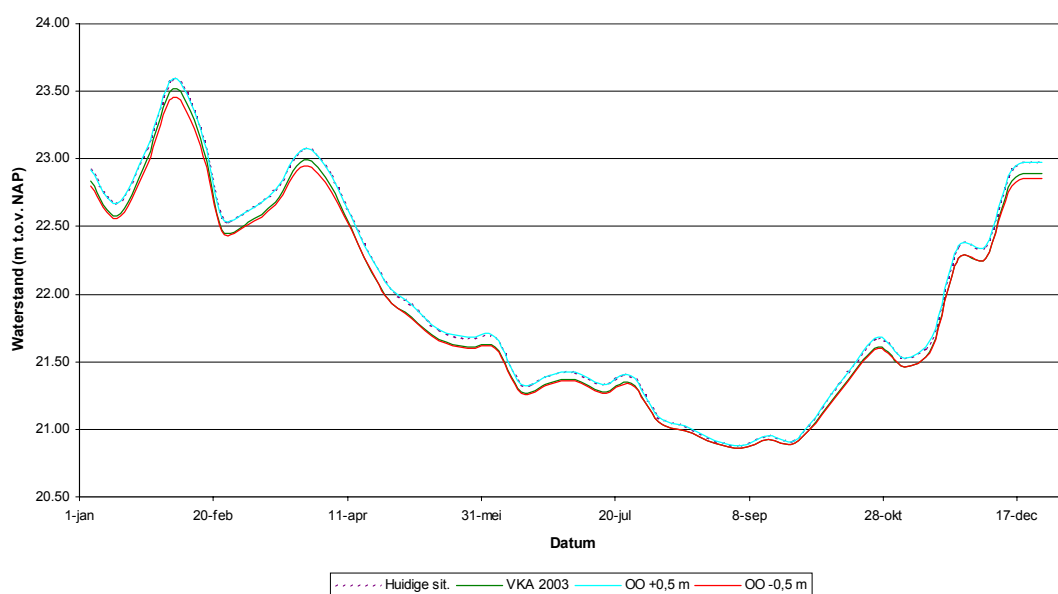


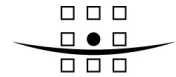
ROYAL HASKONING

Verloop Maaswaterstand in gemiddeld hydrologisch jaar t.p.v. Maaskilometer 48



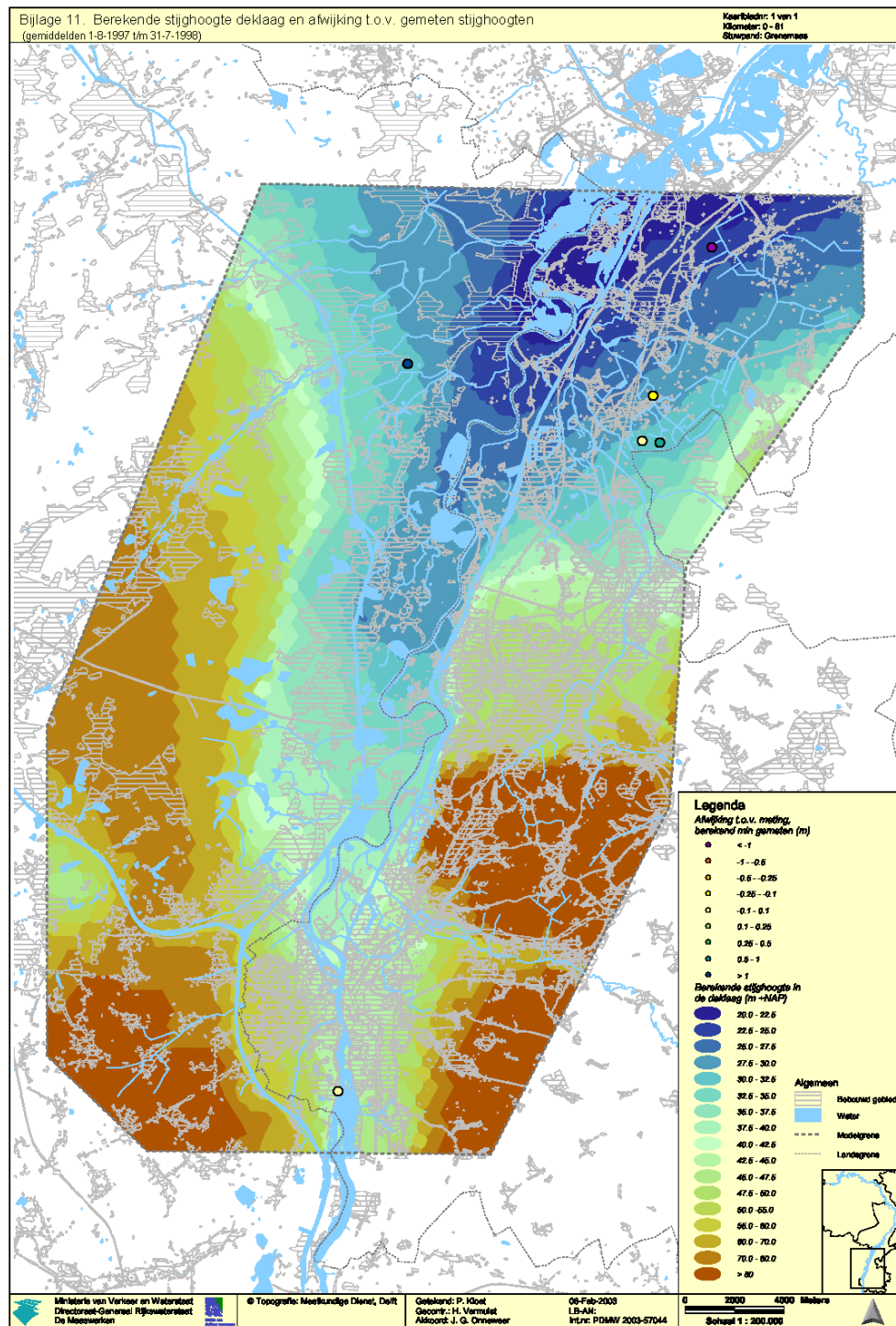
Verloop Maaswaterstand in gemiddeld hydrologisch jaar t.p.v. Maaskilometer 54

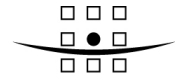




ROYAL HASKONING

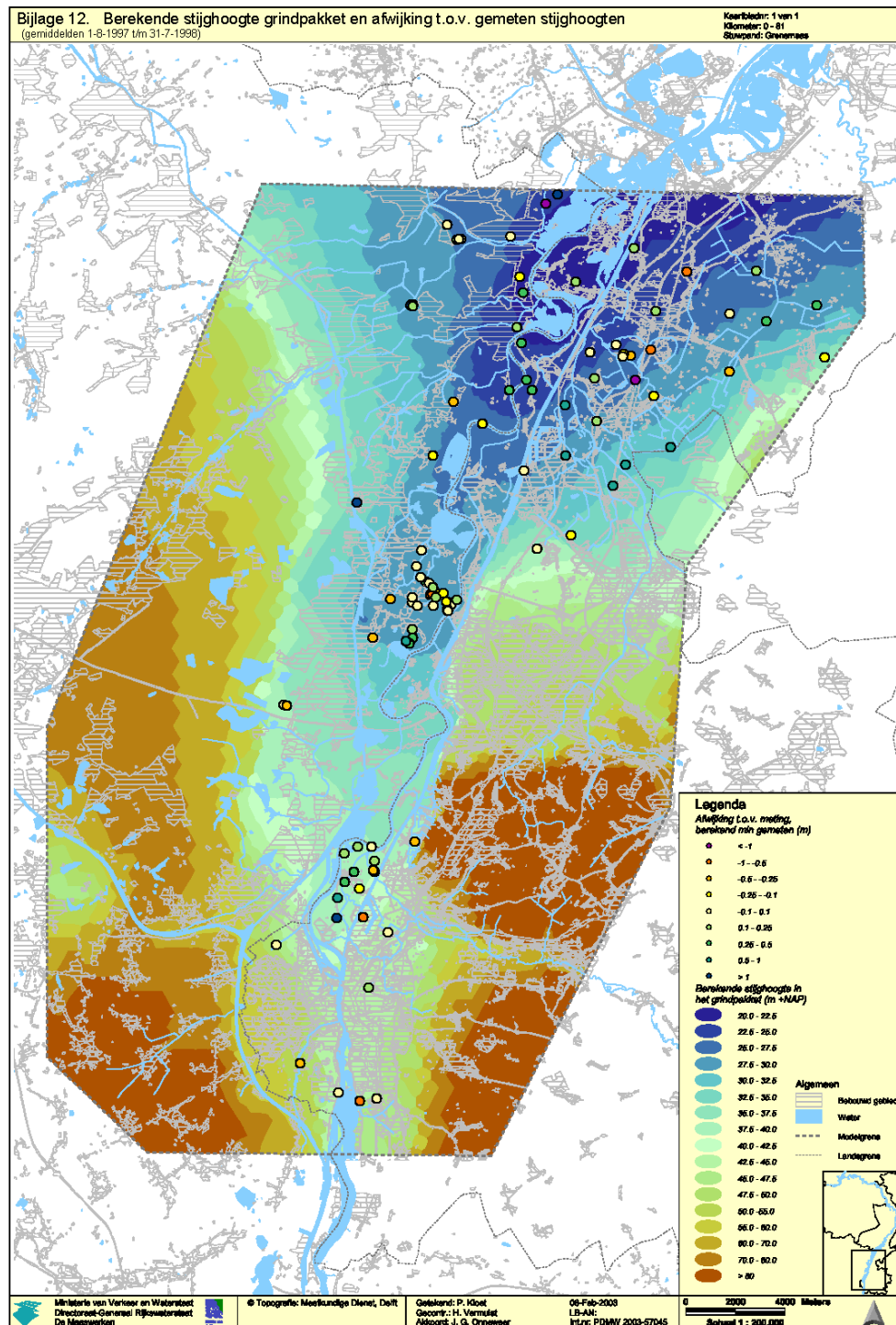
BIJLAGE 11

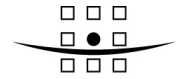




ROYAL HASKONING

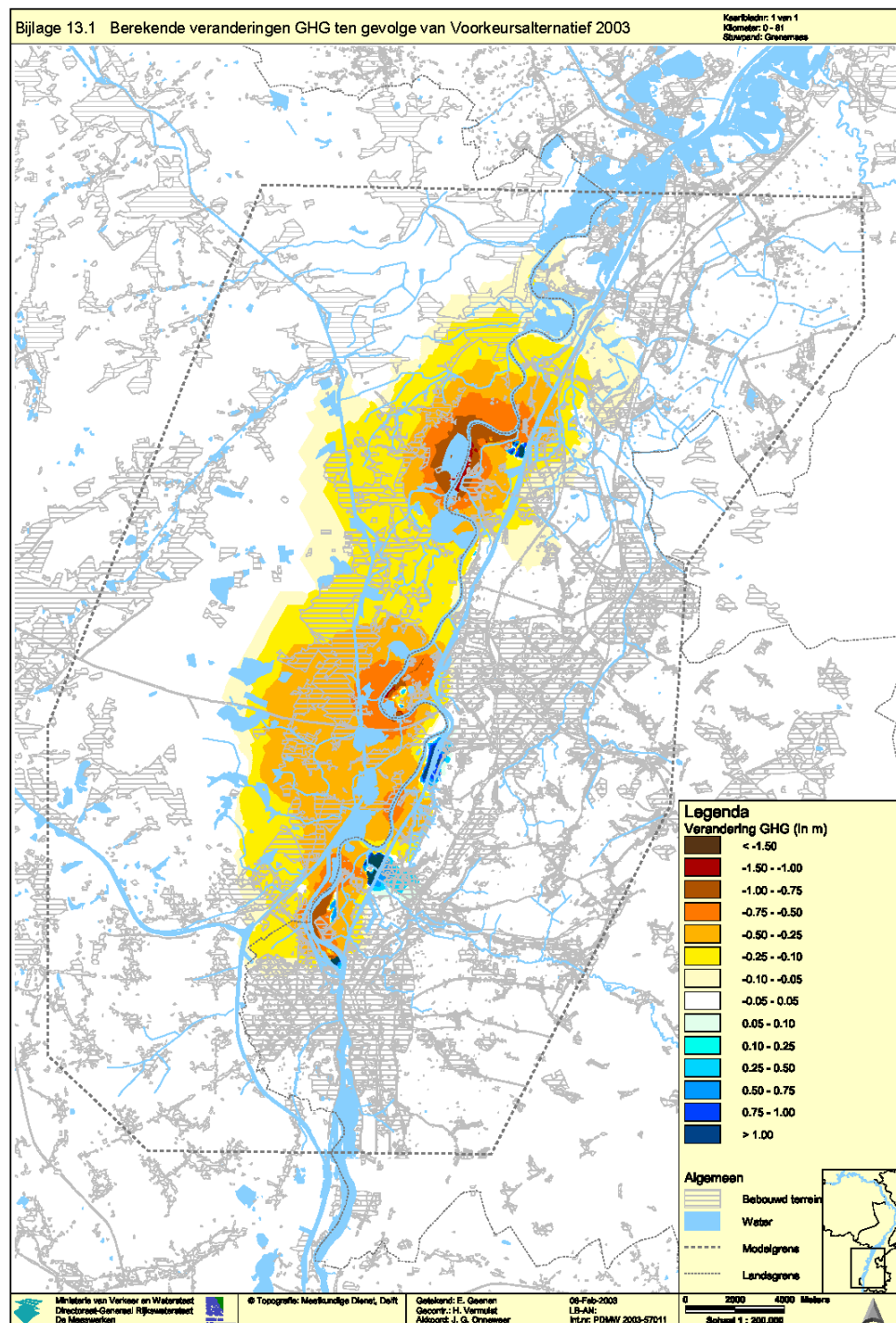
BIJLAGE 12

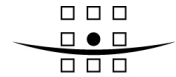




ROYAL HASKONING

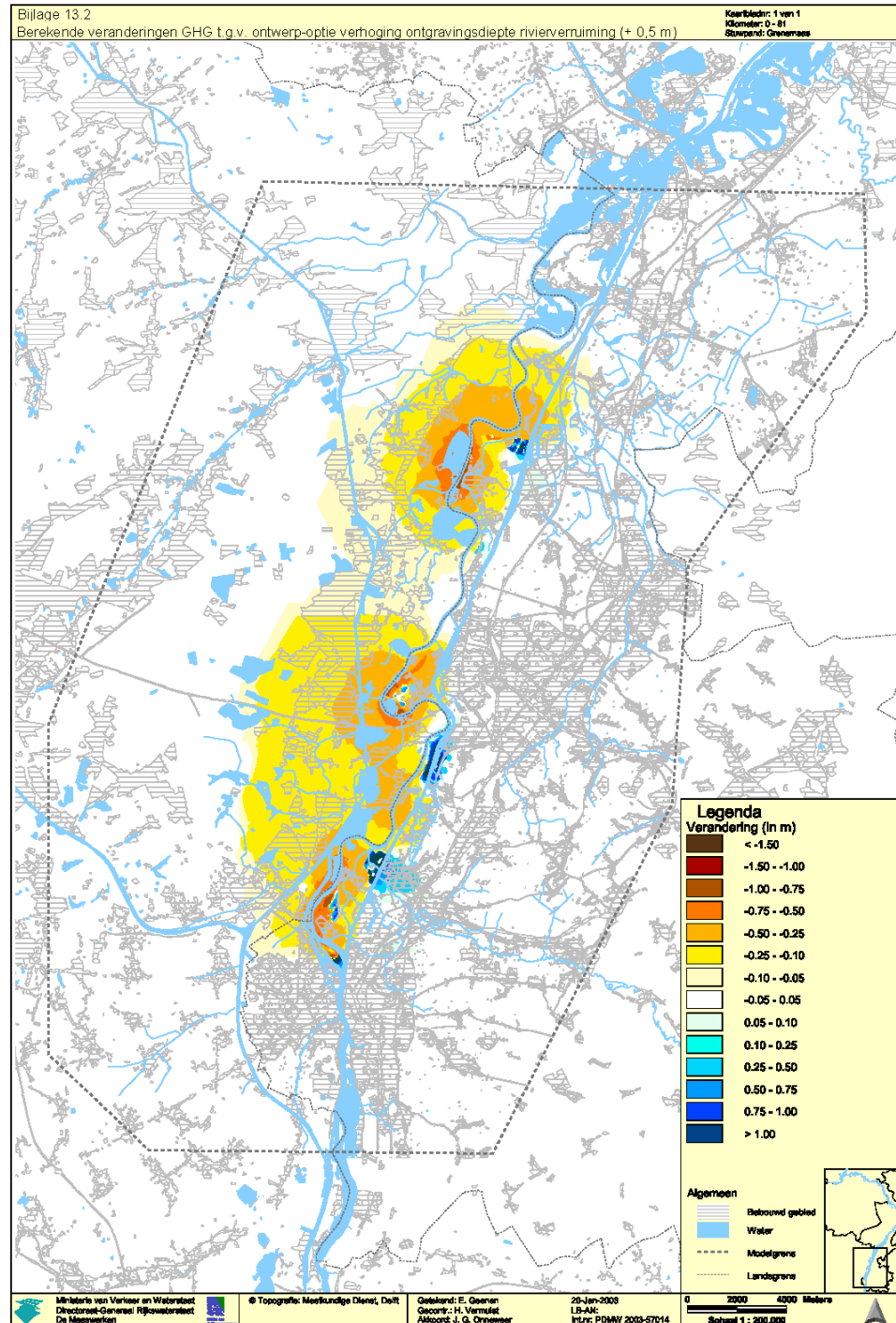
BIJLAGE 13.1





ROYAL HASKONING

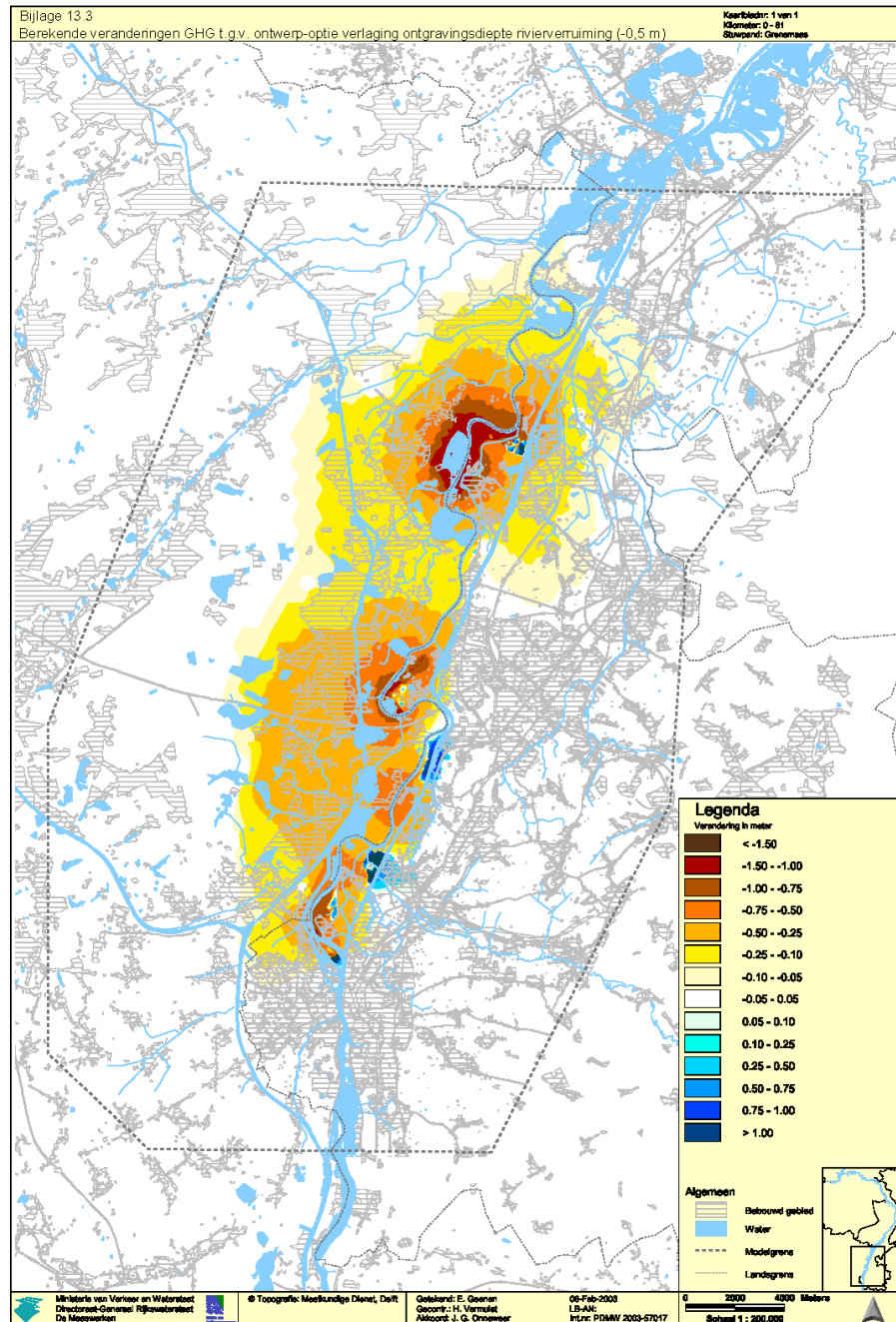
BIJLAGE 13.2

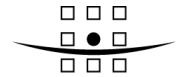




ROYAL HASKONING

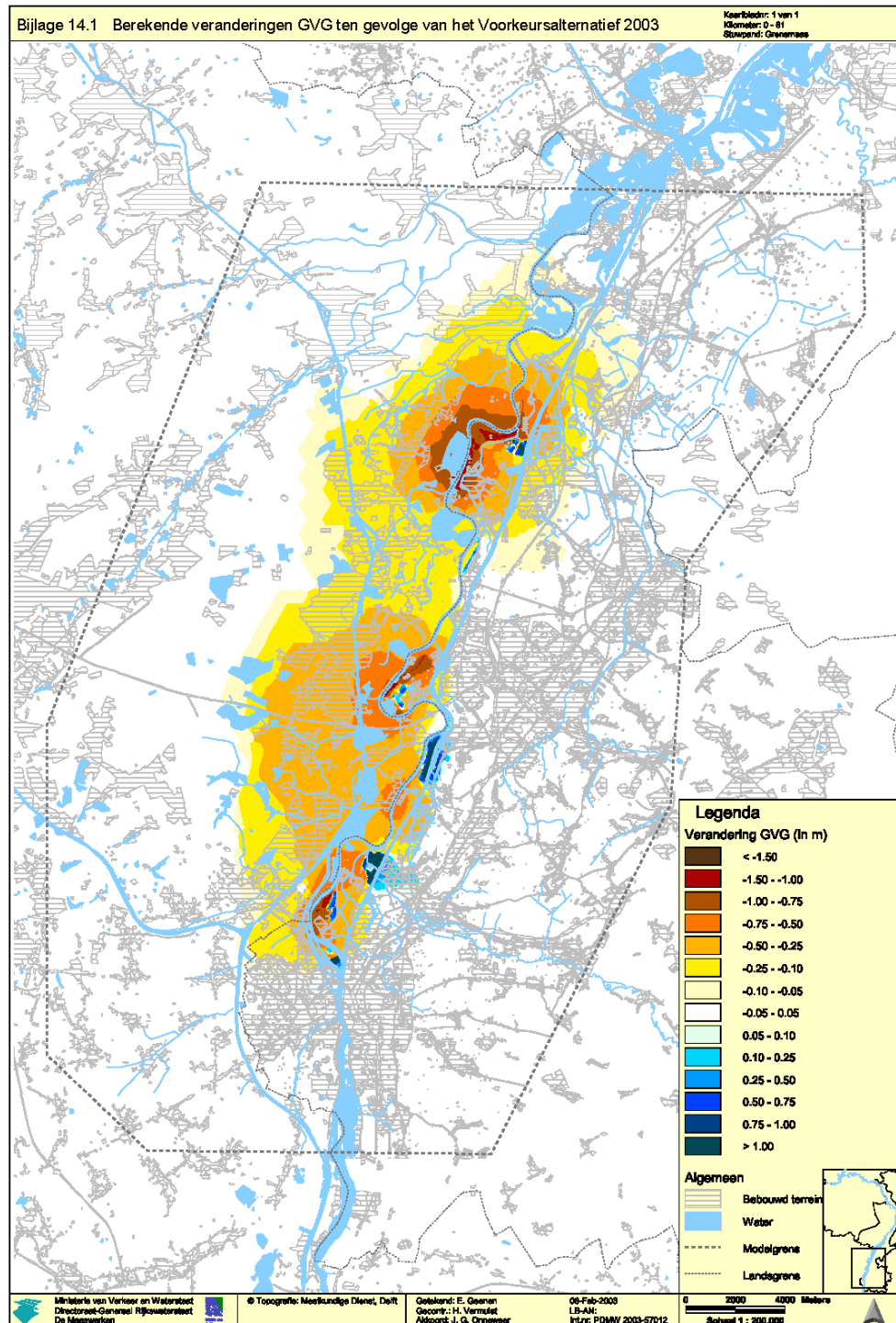
BIJLAGE 13.3

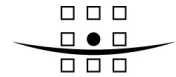




ROYAL HASKONING

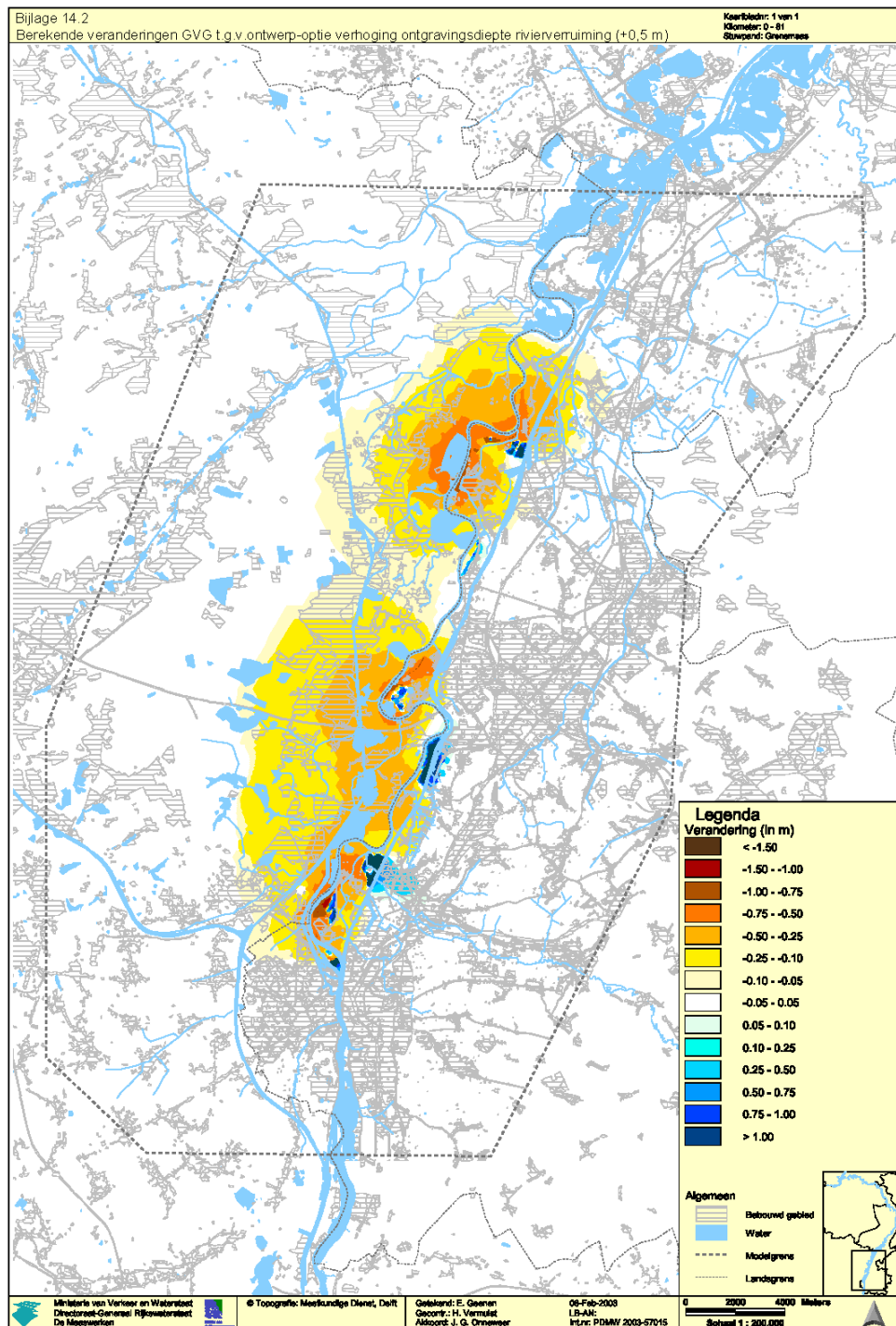
BIJLAGE 14.1

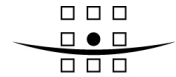




ROYAL HASKONING

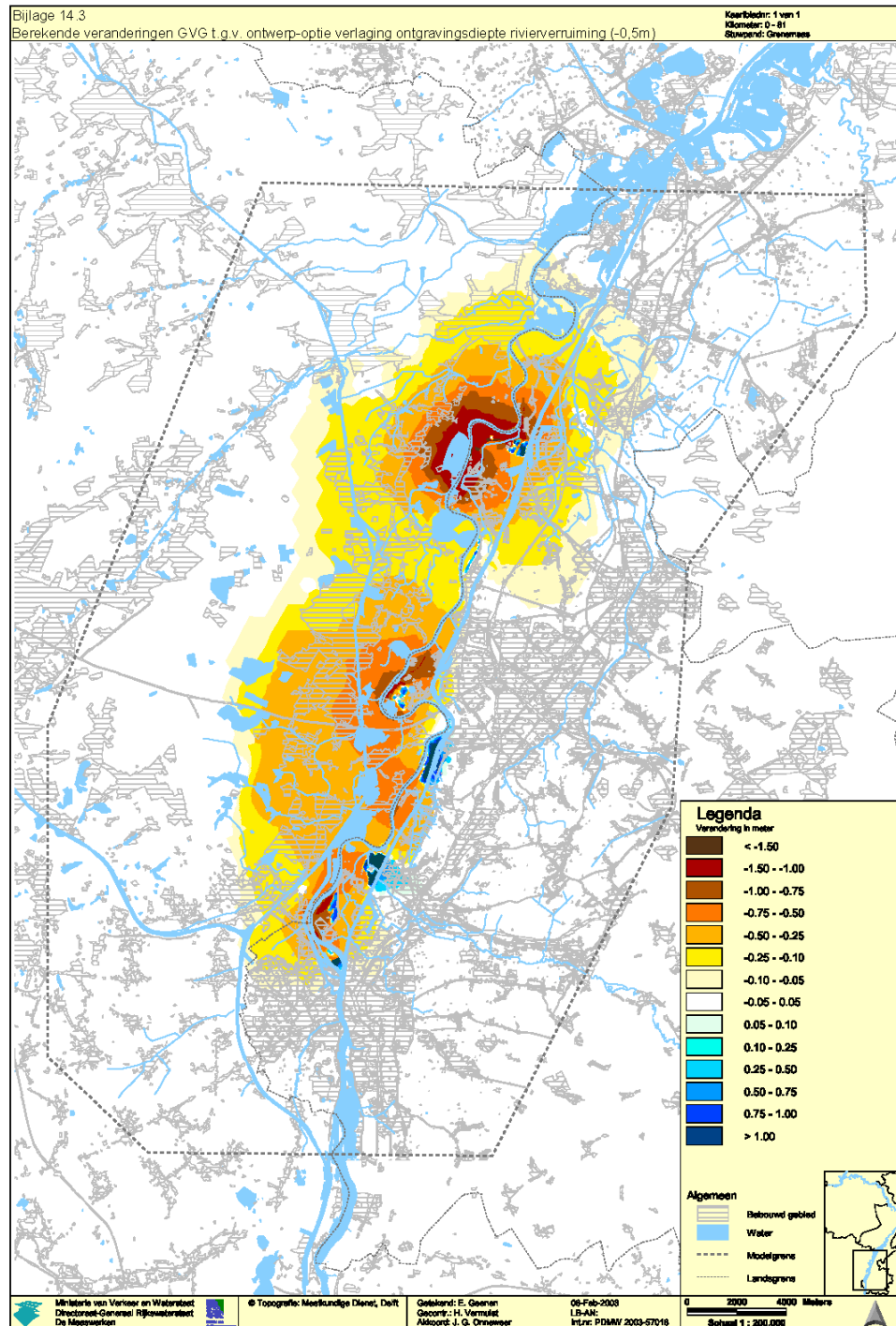
BIJLAGE 14.2

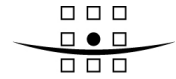




ROYAL HASKONING

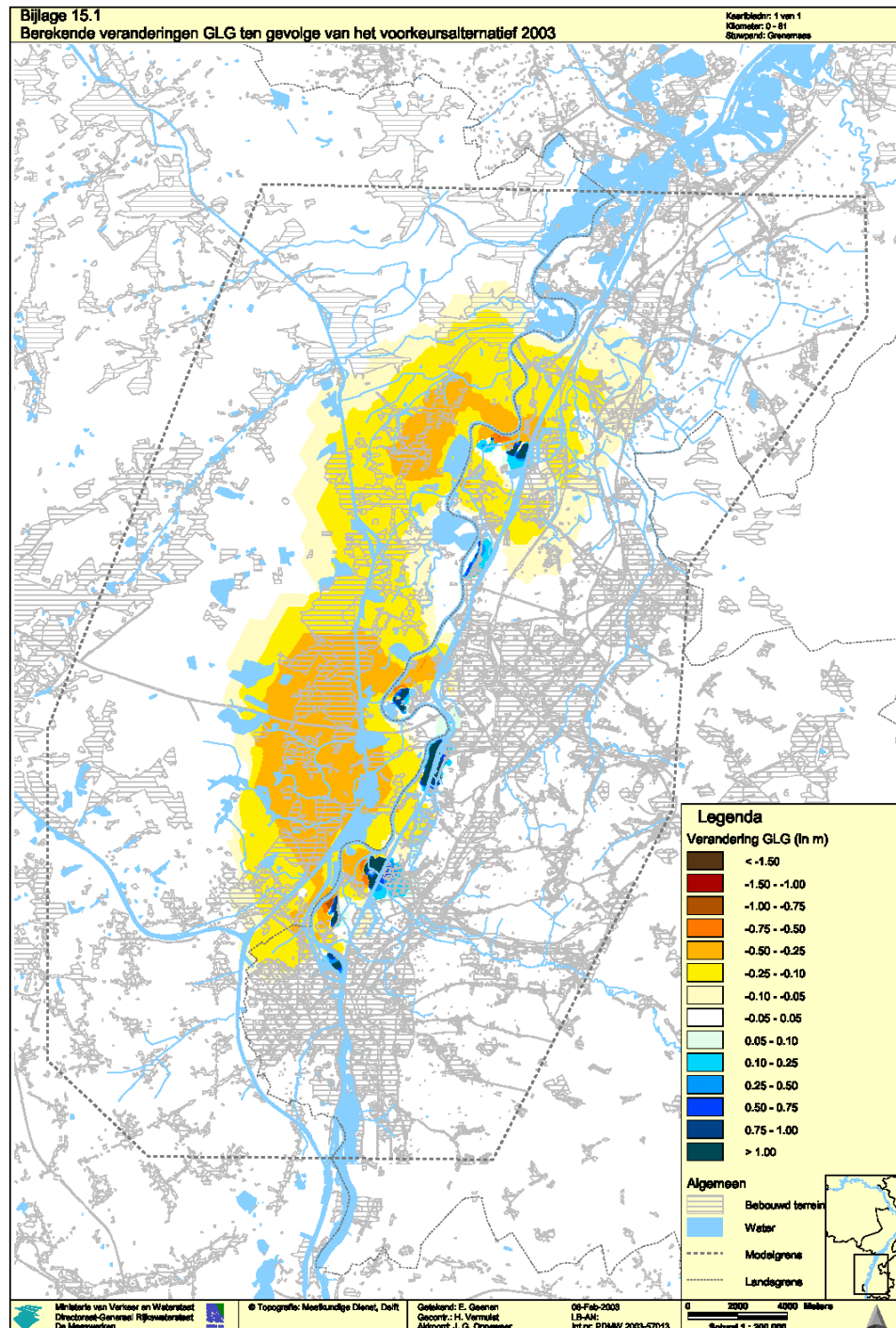
BIJLAGE 14.3





ROYAL HASKONING

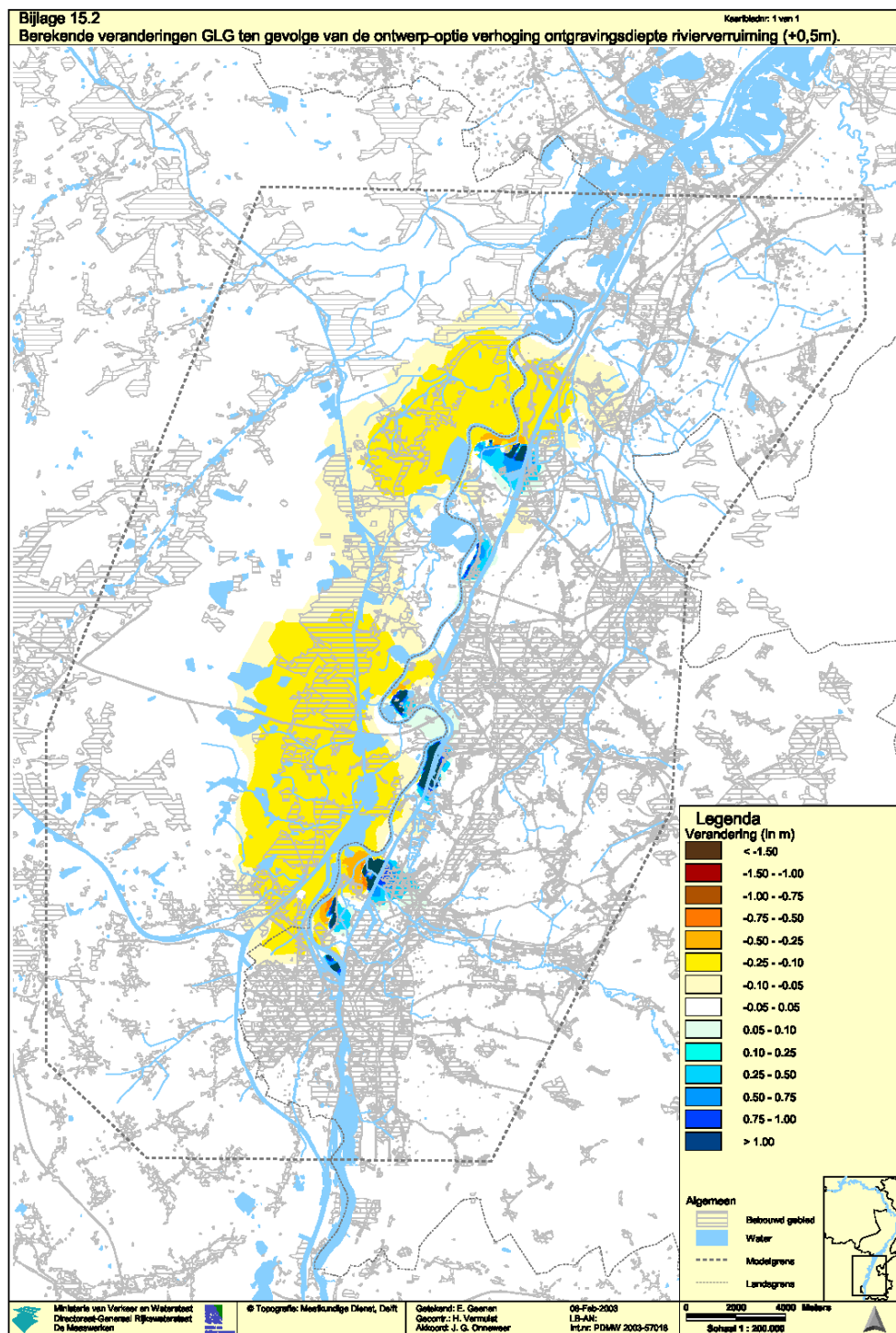
BIJLAGE 15.1

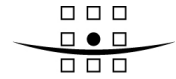




ROYAL HASKONING

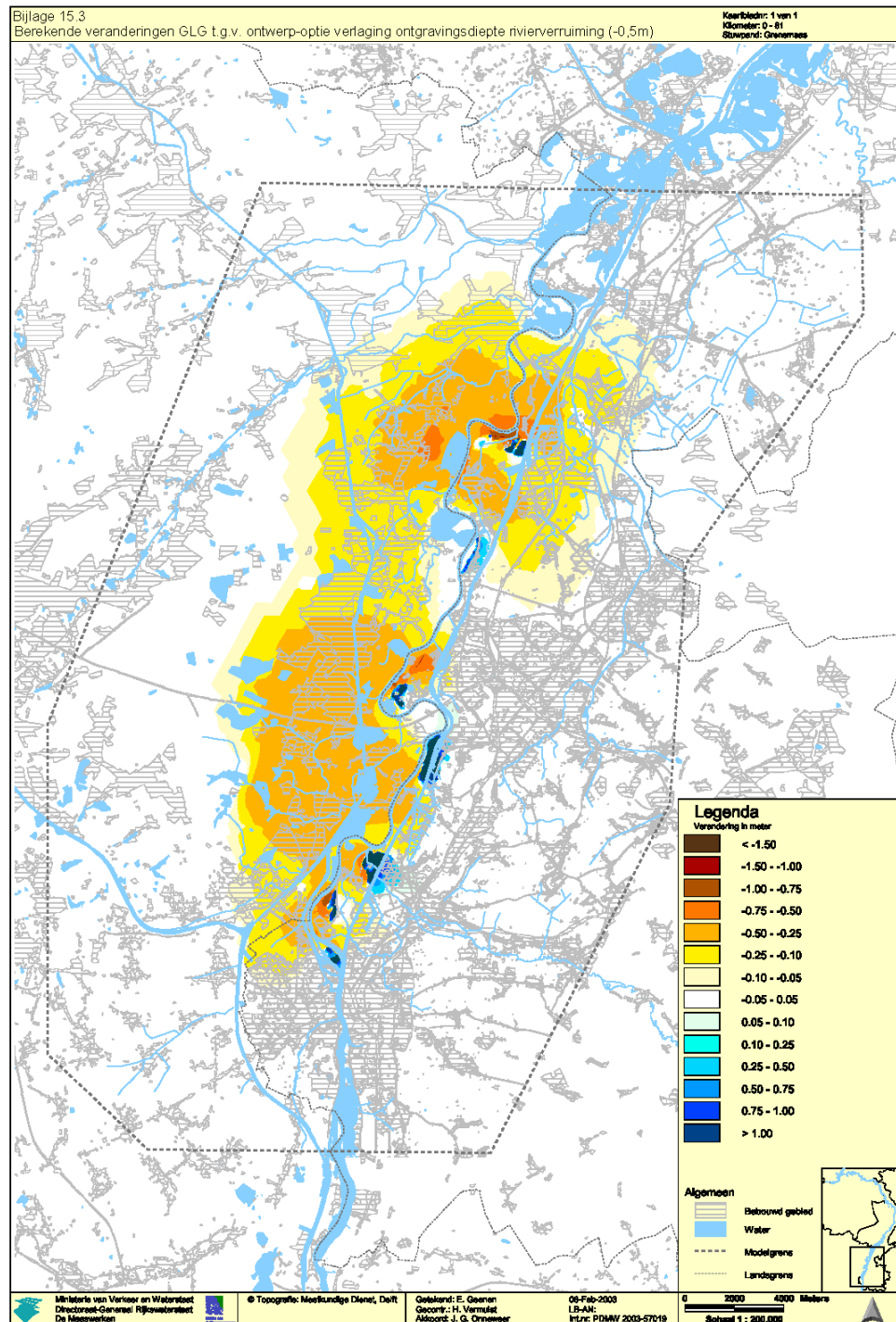
BIJLAGE 15.2





ROYAL HASKONING

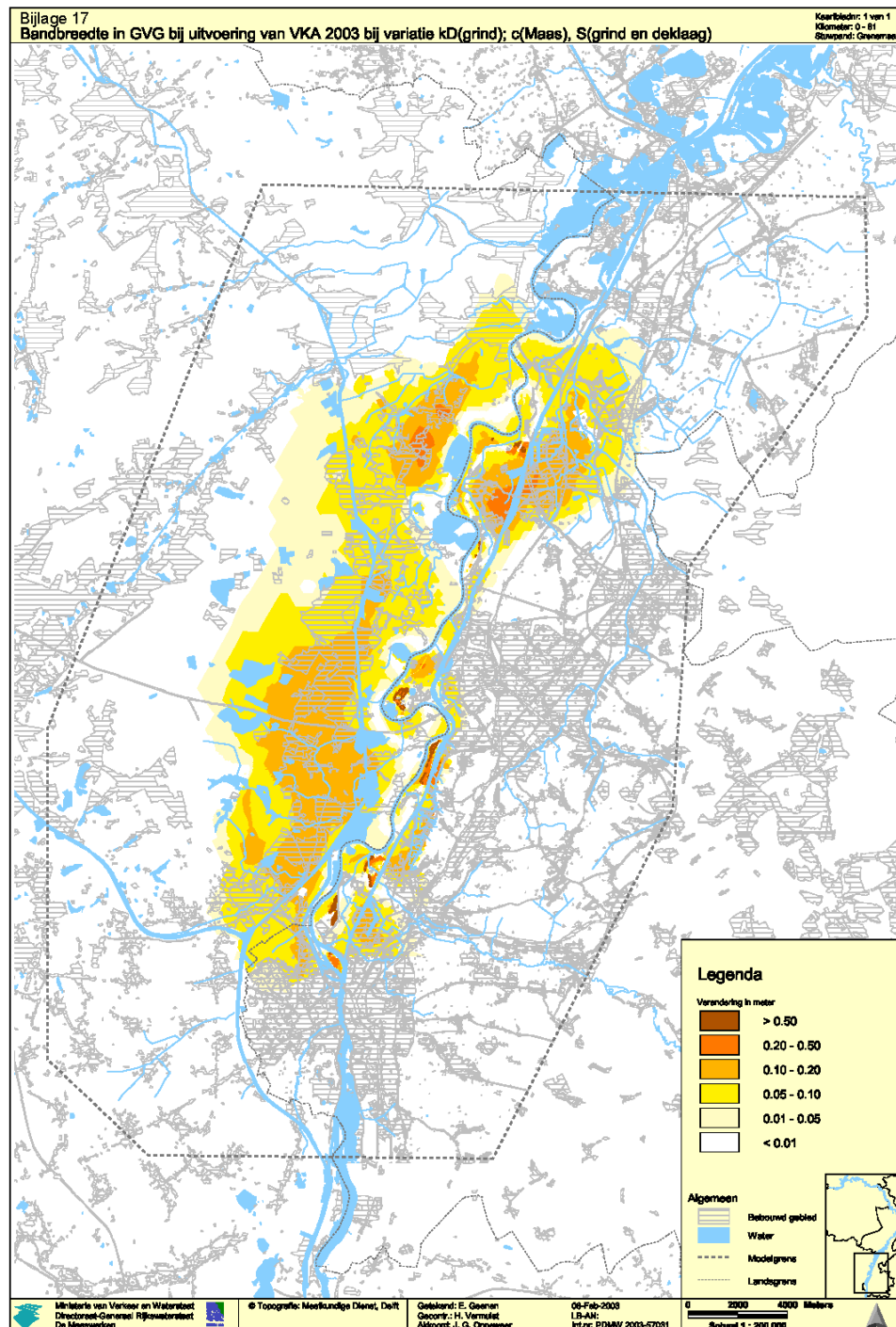
BIJLAGE 15.3

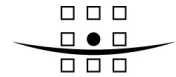




ROYAL HASKONING

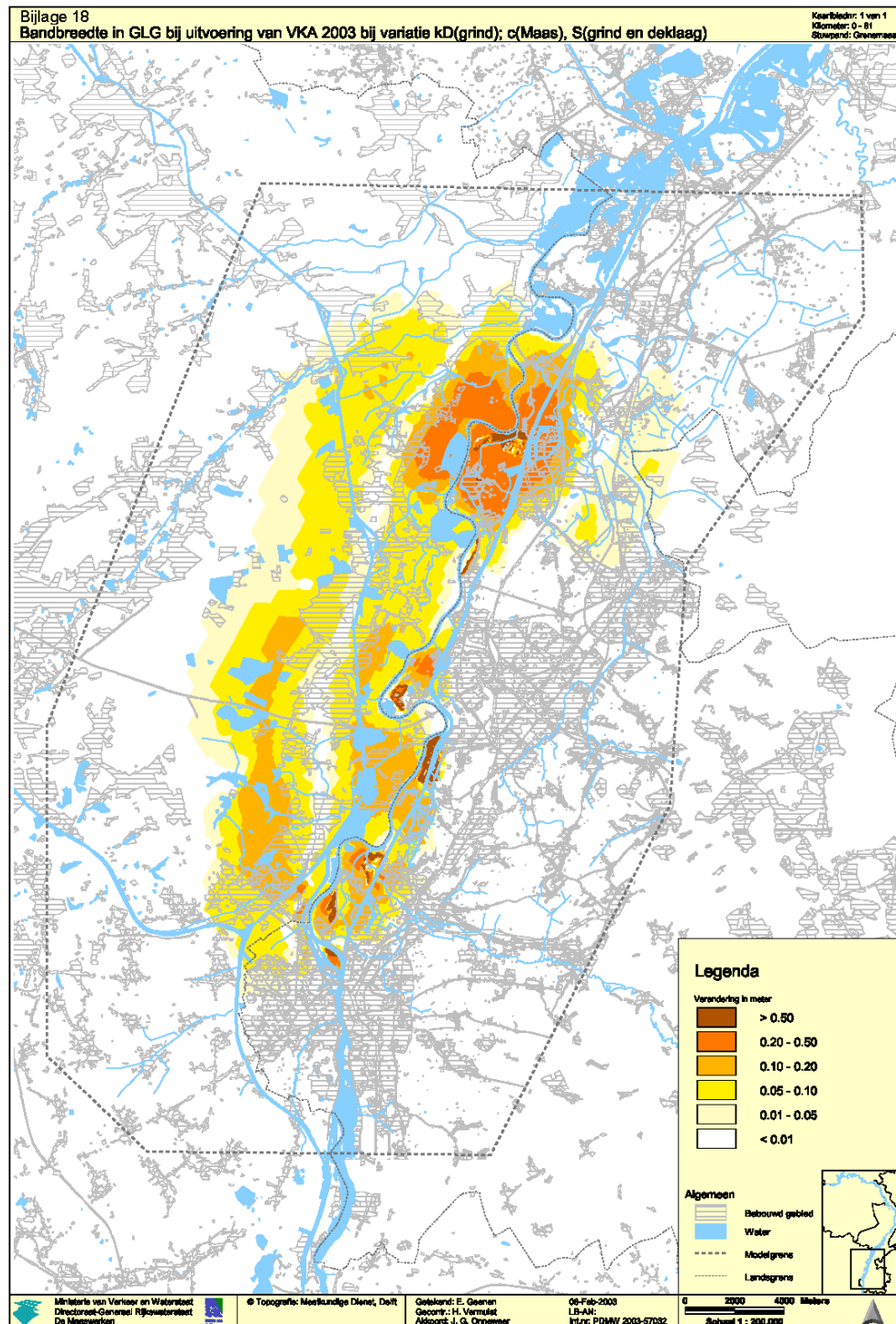
BIJLAGE 17





ROYAL HASKONING

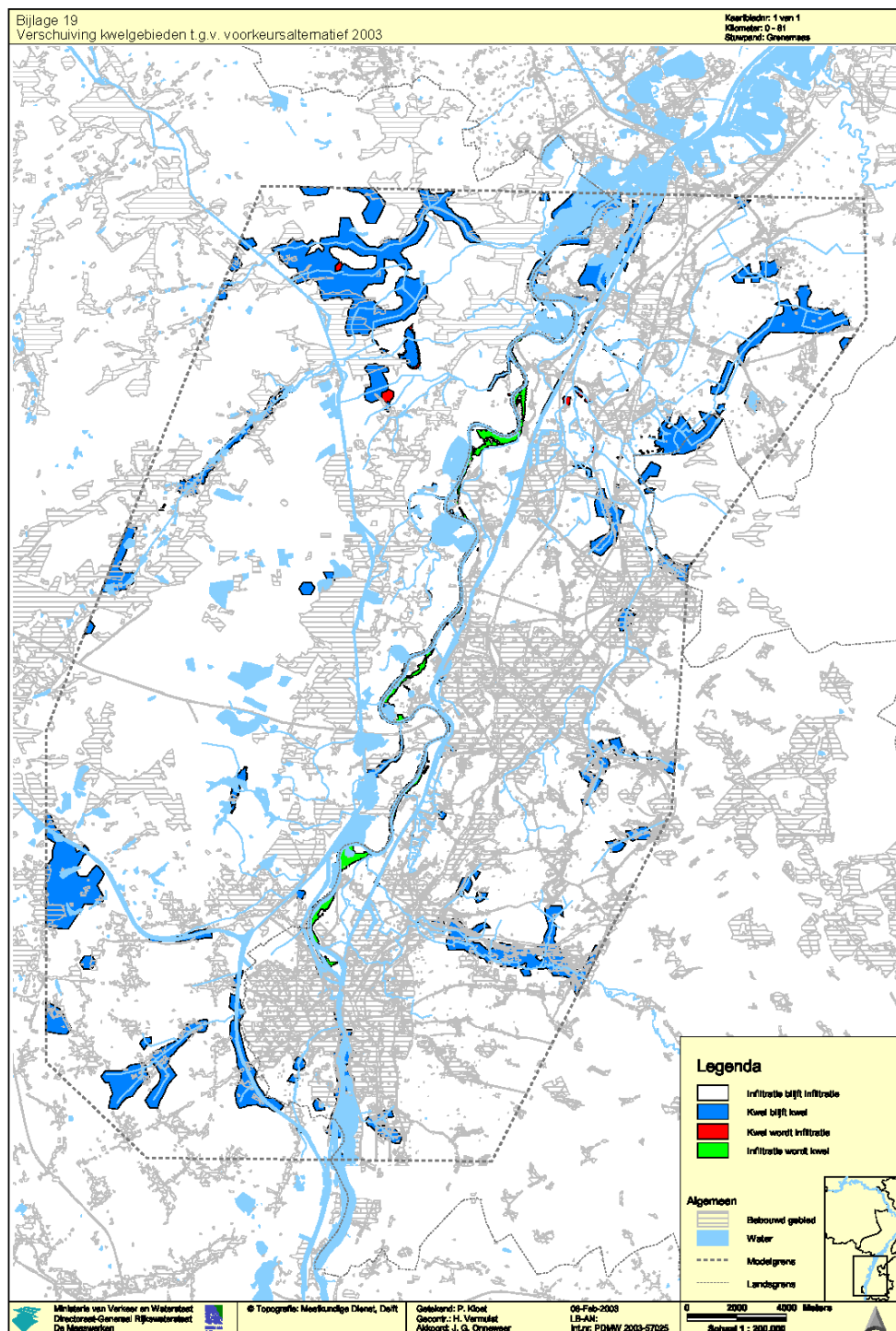
BIJLAGE 18

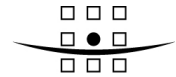




ROYAL HASKONING

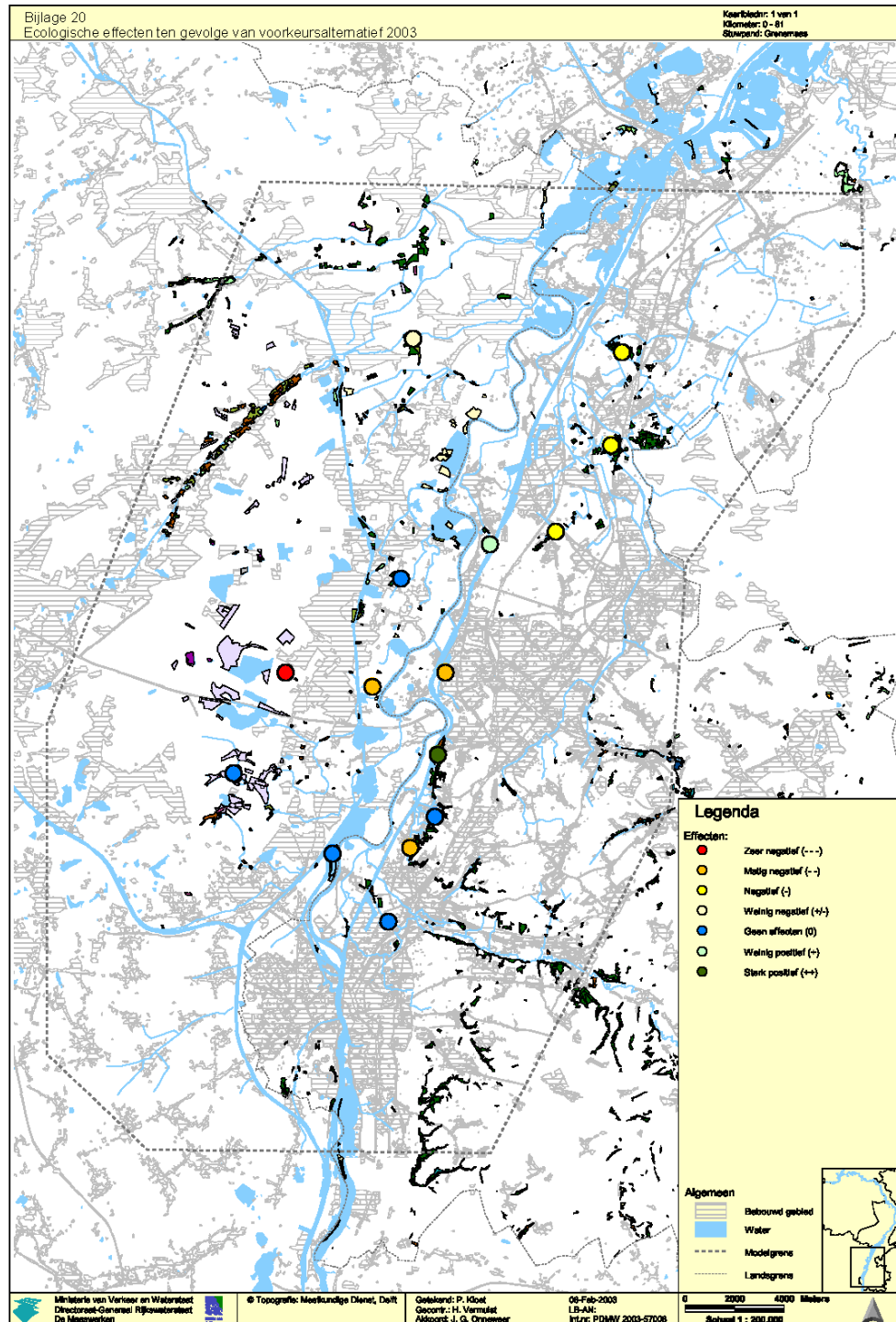
BIJLAGE 19





ROYAL HASKONING

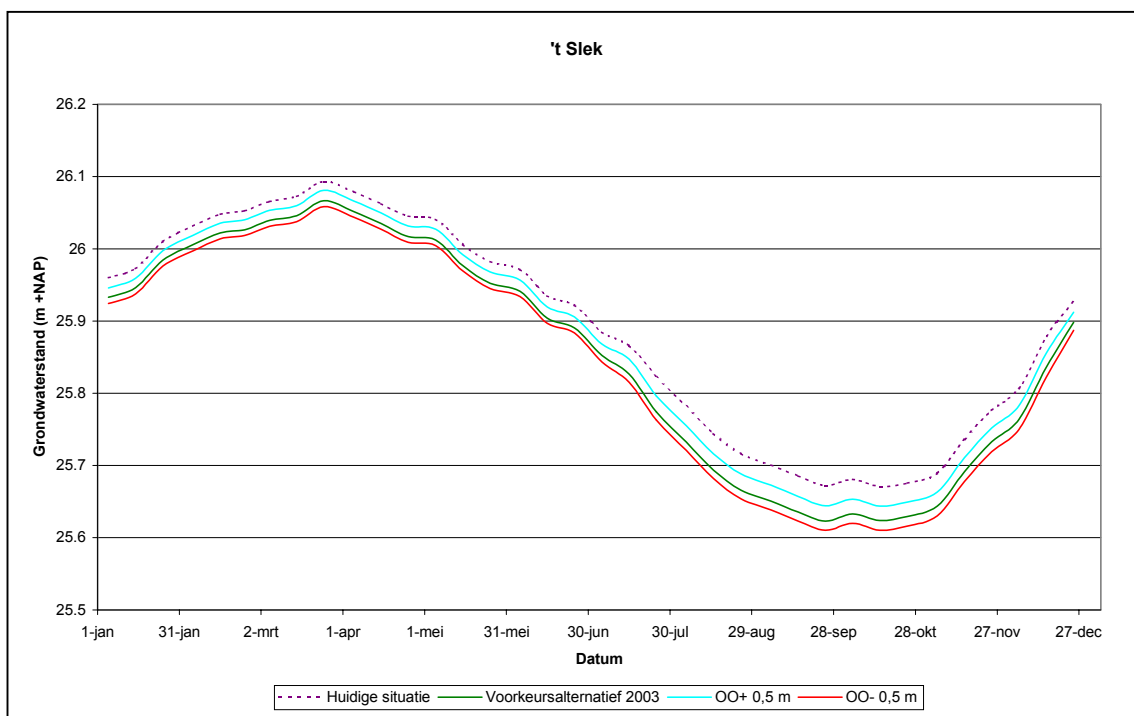
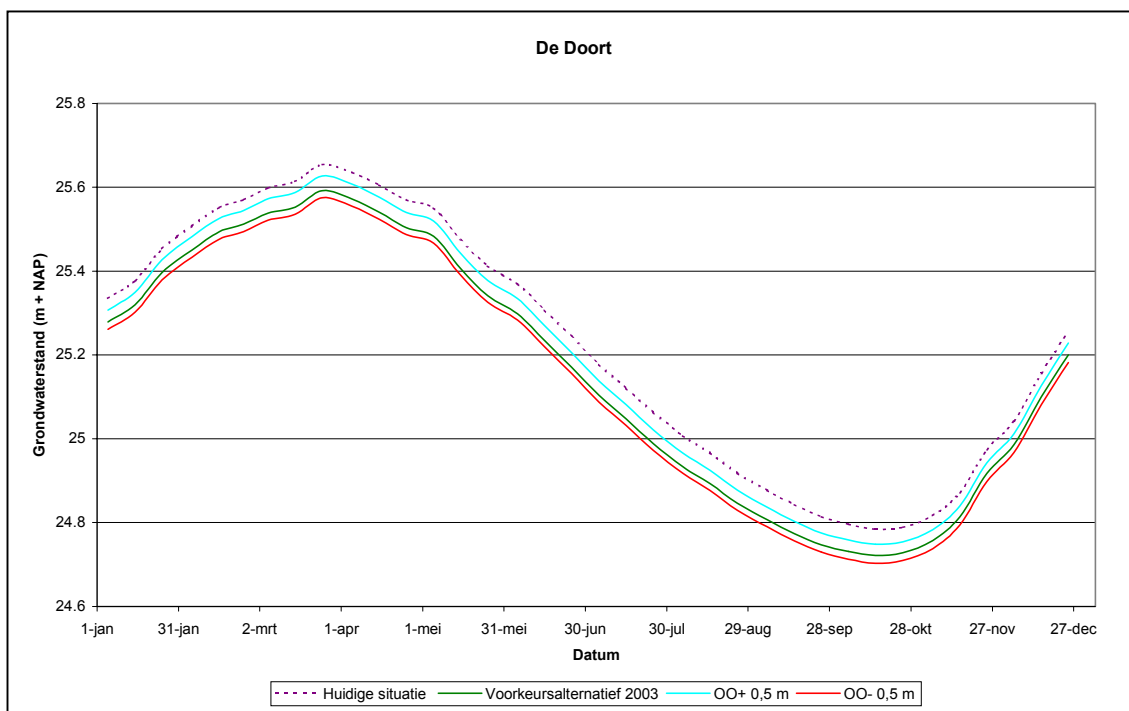
BIJLAGE 20

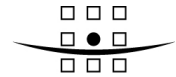




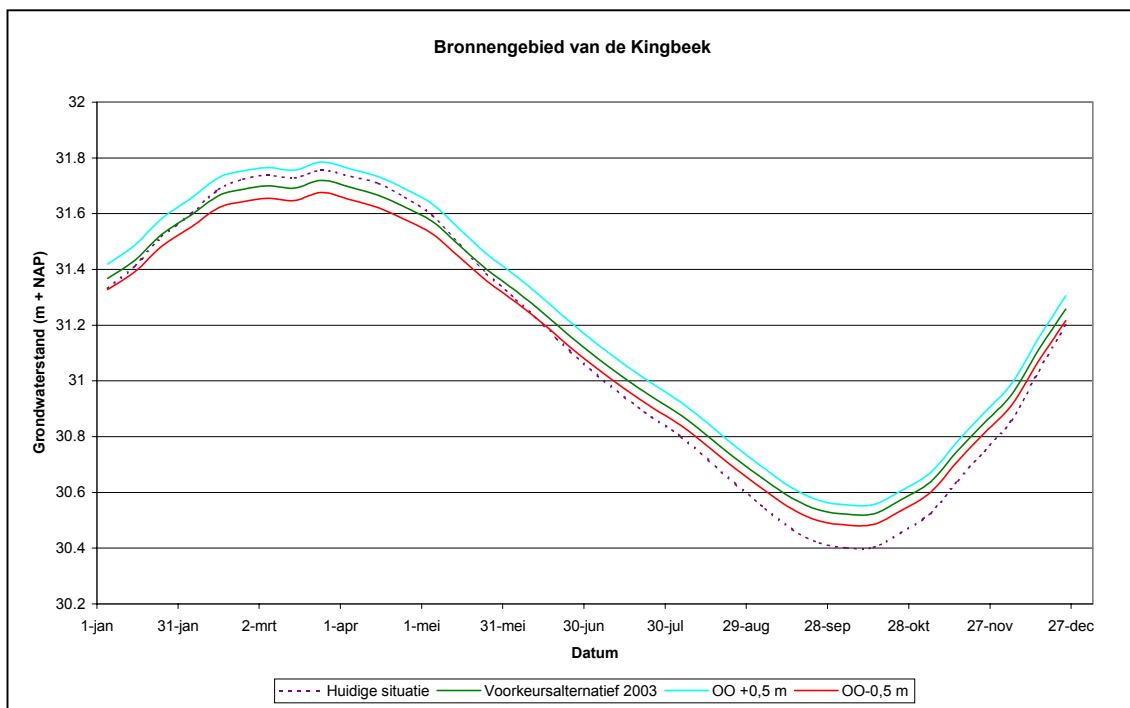
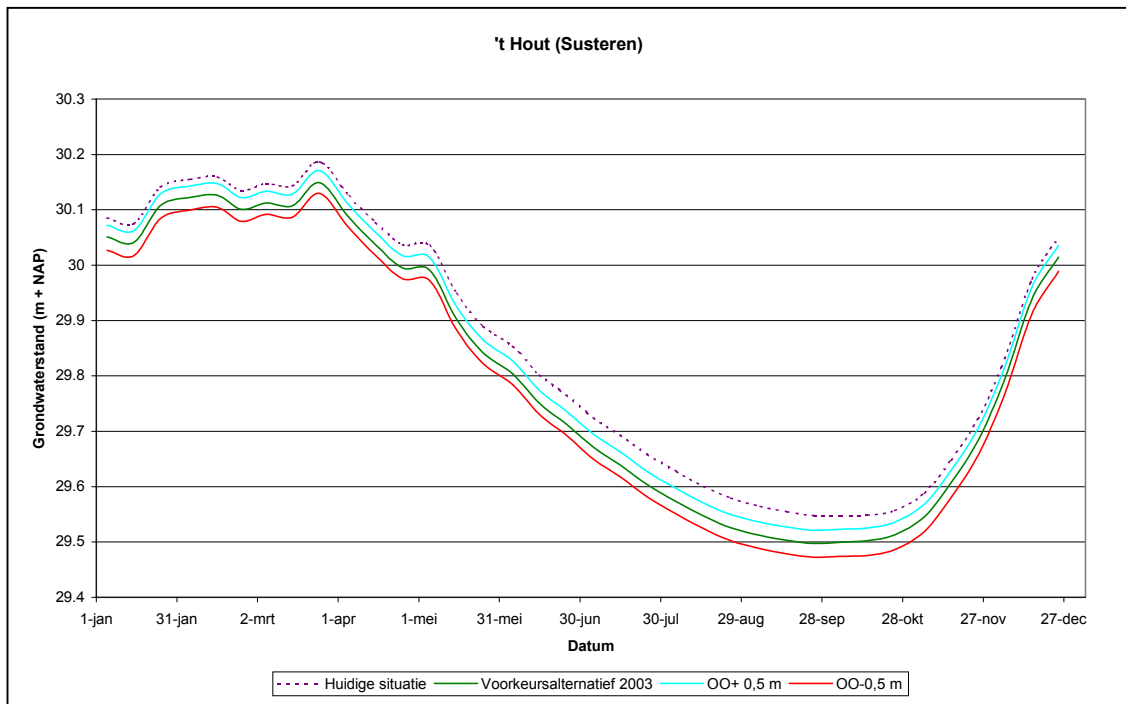
ROYAL HASKONING

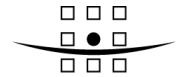
Bijlage 21 Berekend verloop v.d. grondwaterstand in de tijd t.p.v. droogtegevoelige natuurgebieden



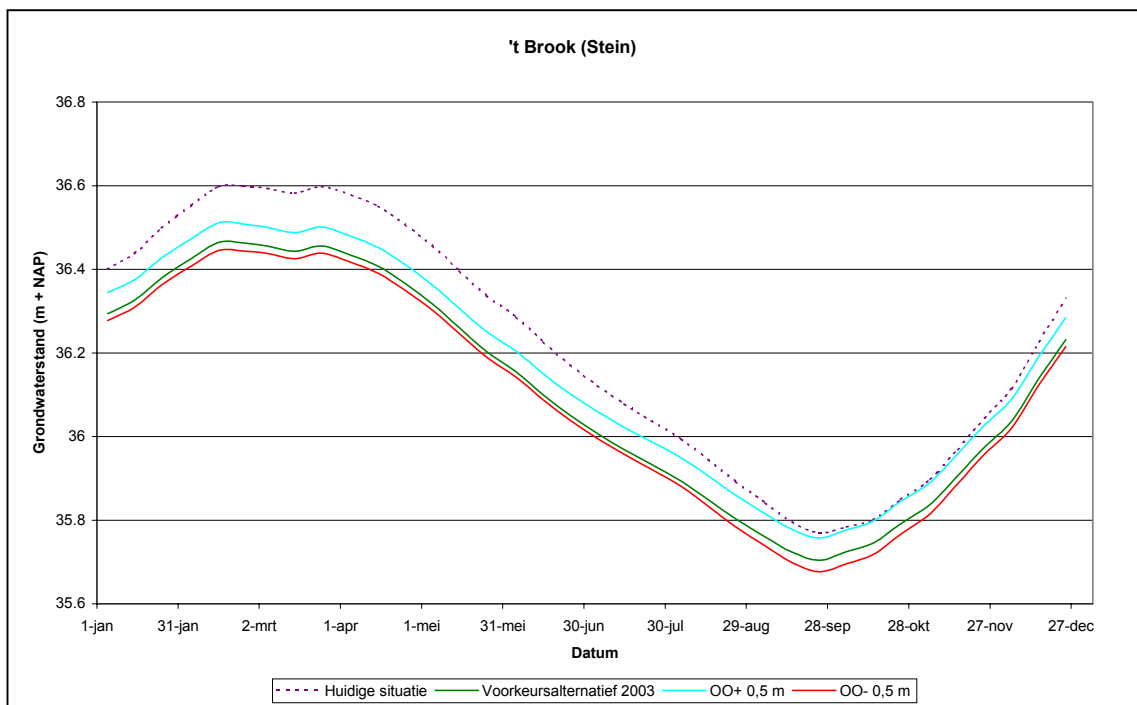
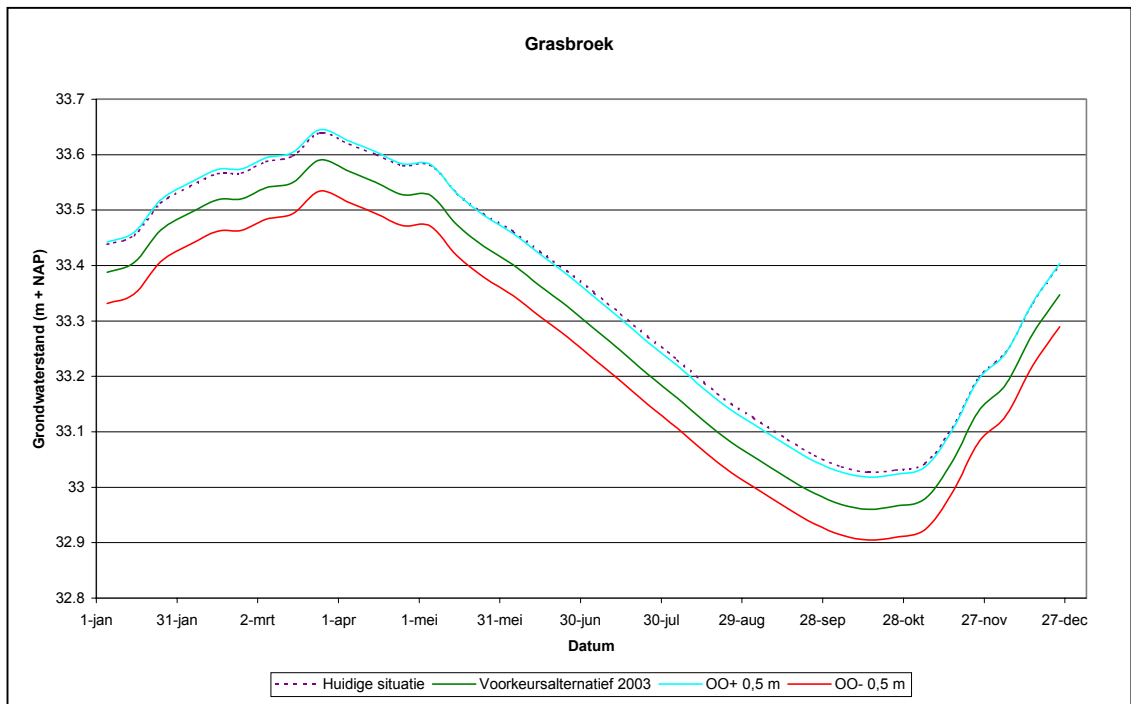


ROYAL HASKONING



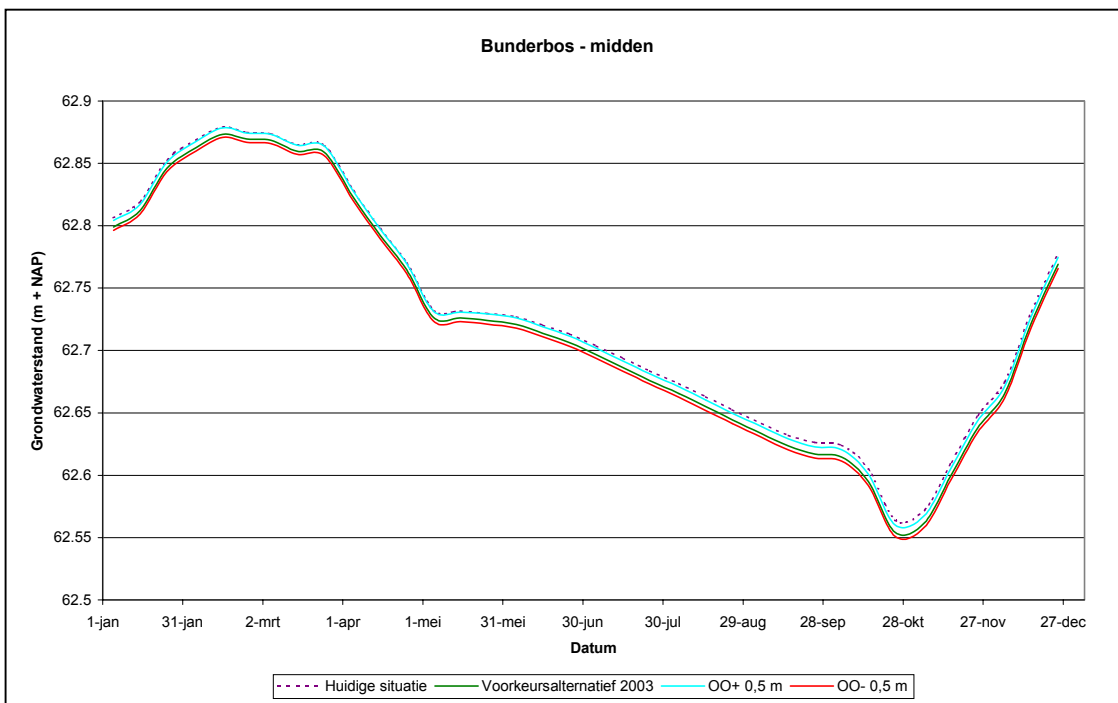
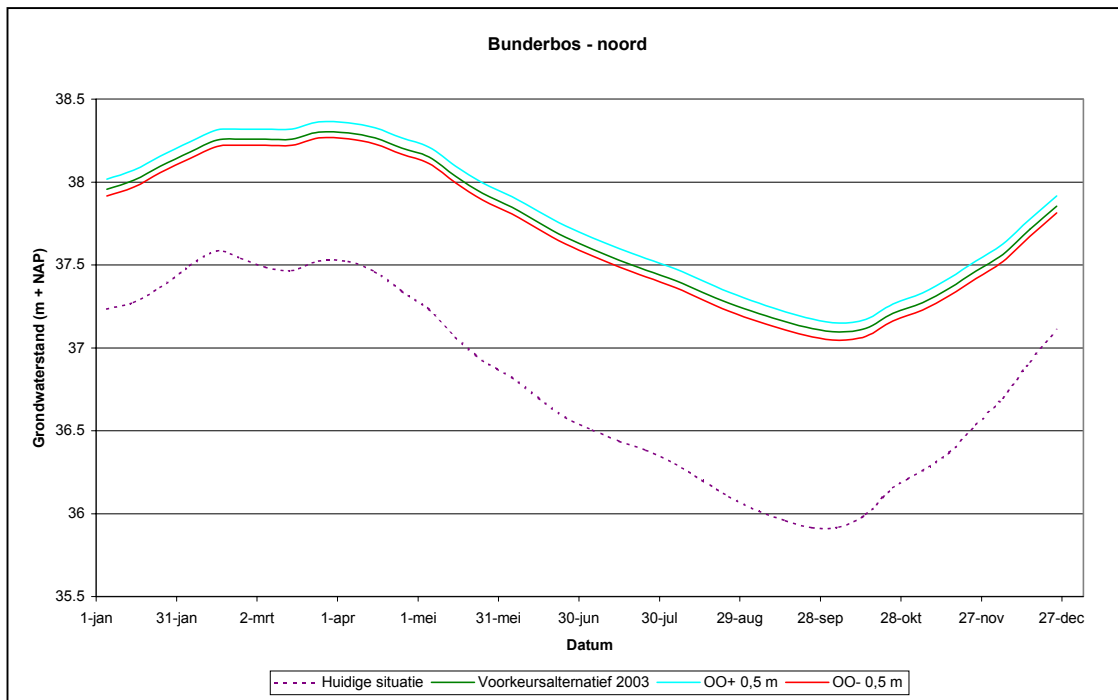


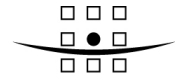
ROYAL HASKONING



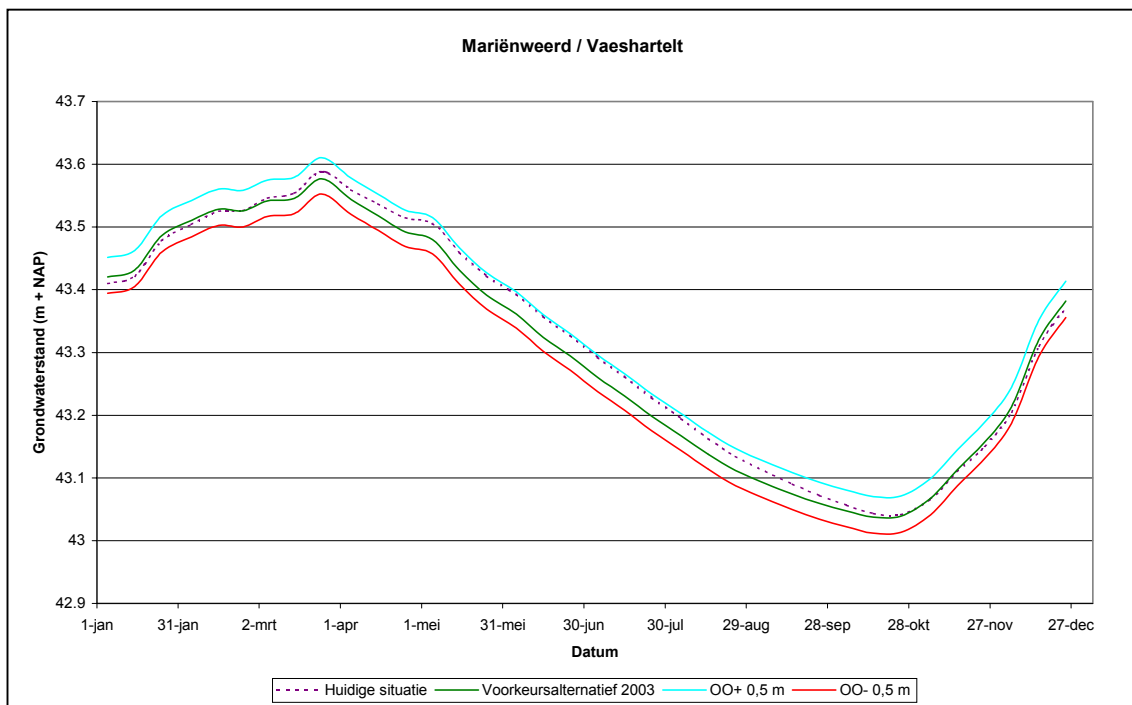
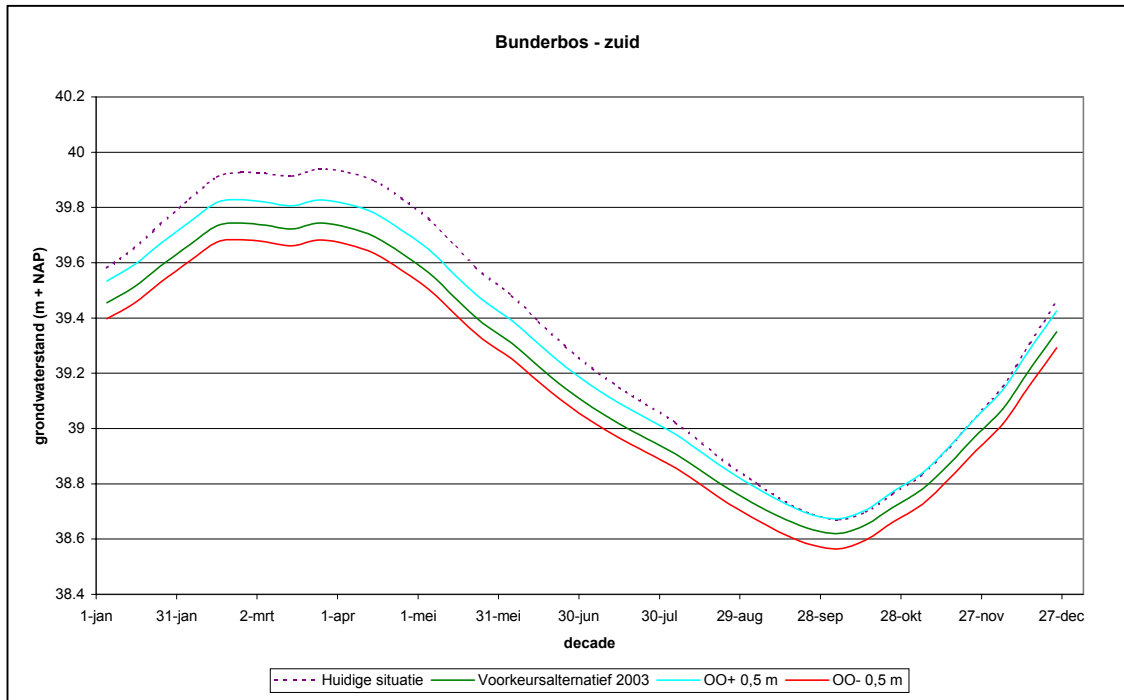


ROYAL HASKONING



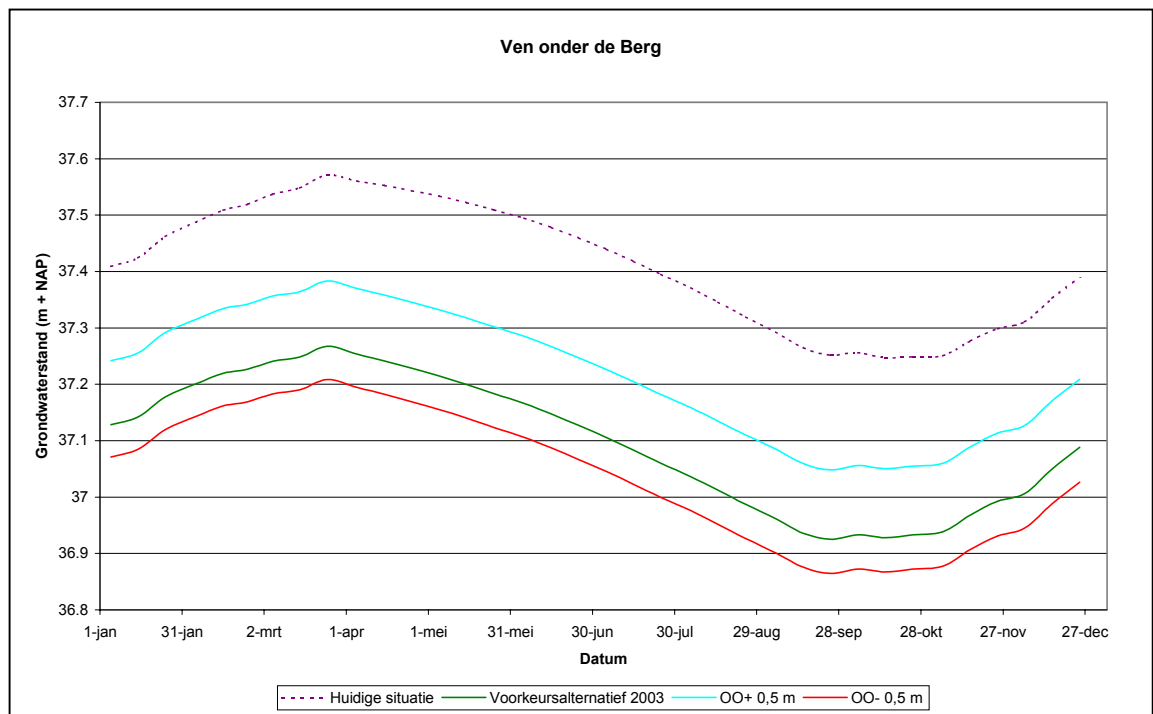
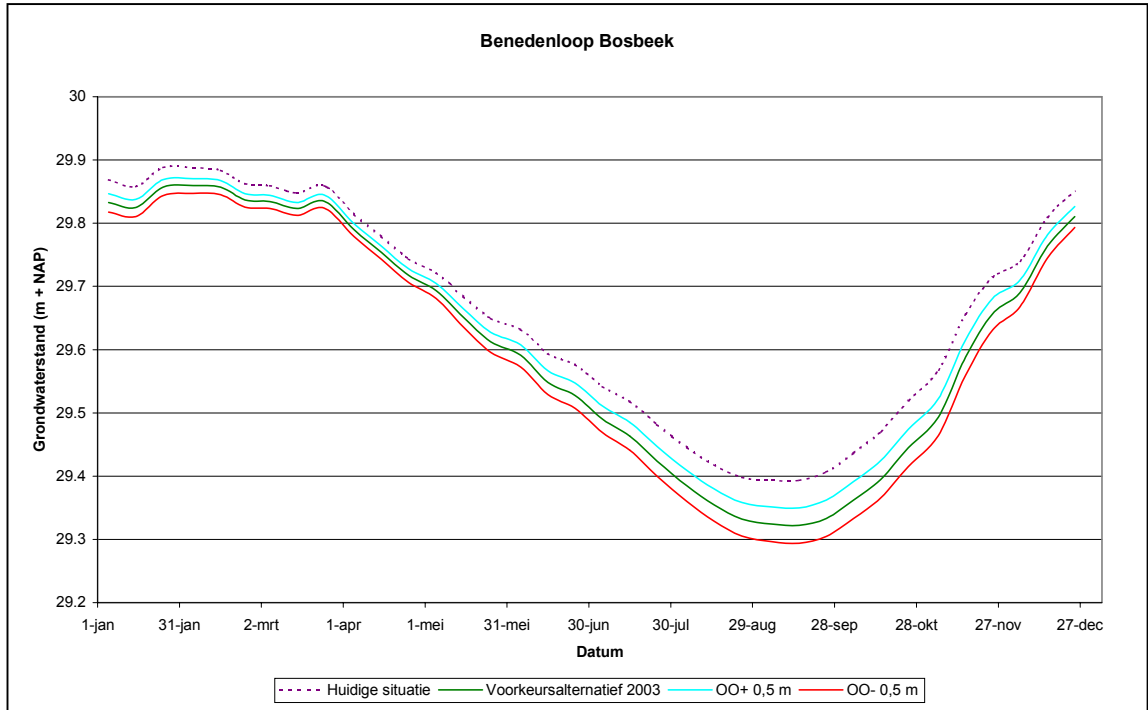


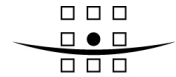
ROYAL HASKONING



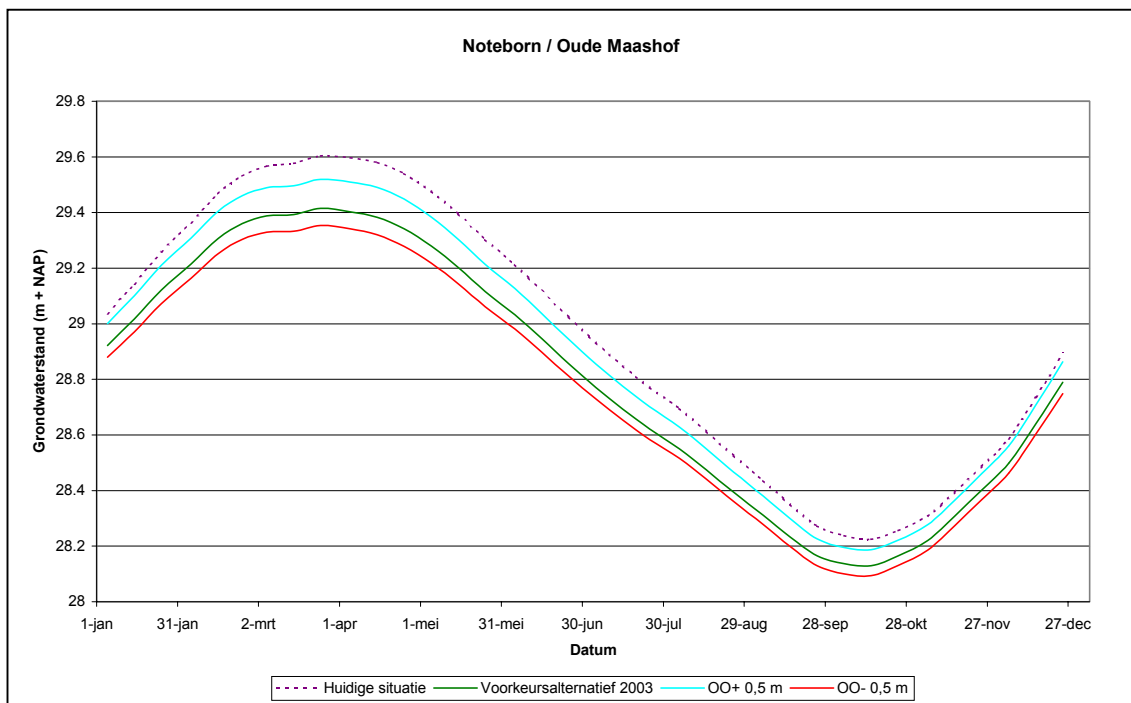
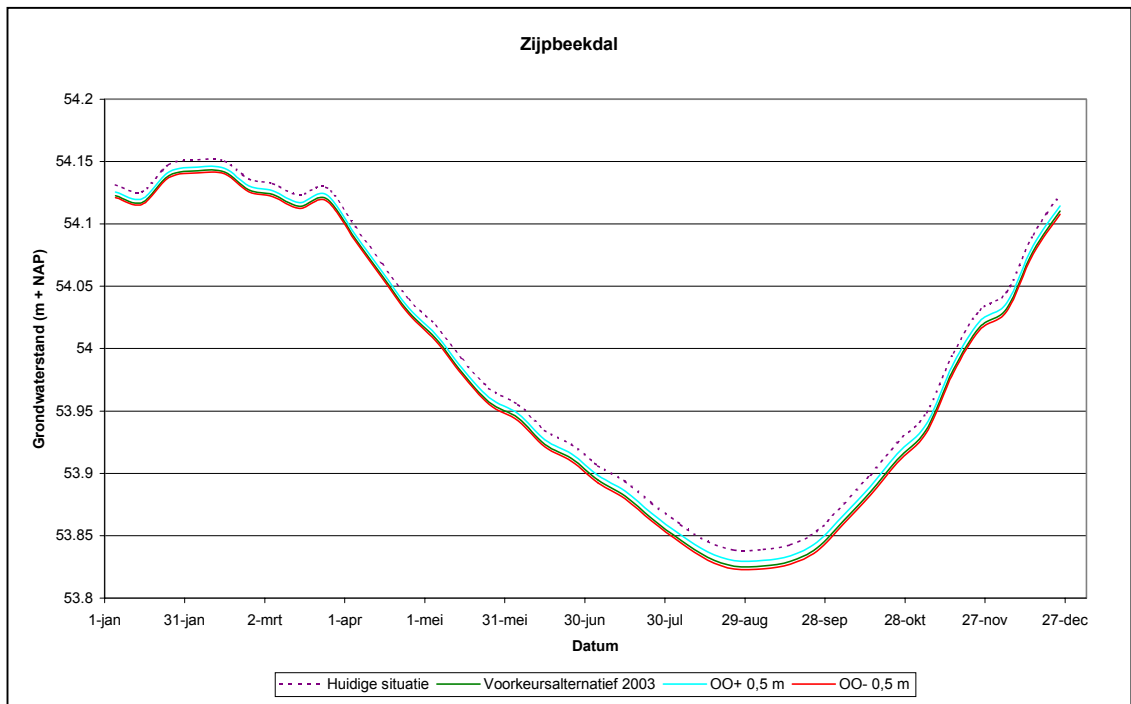


ROYAL HASKONING



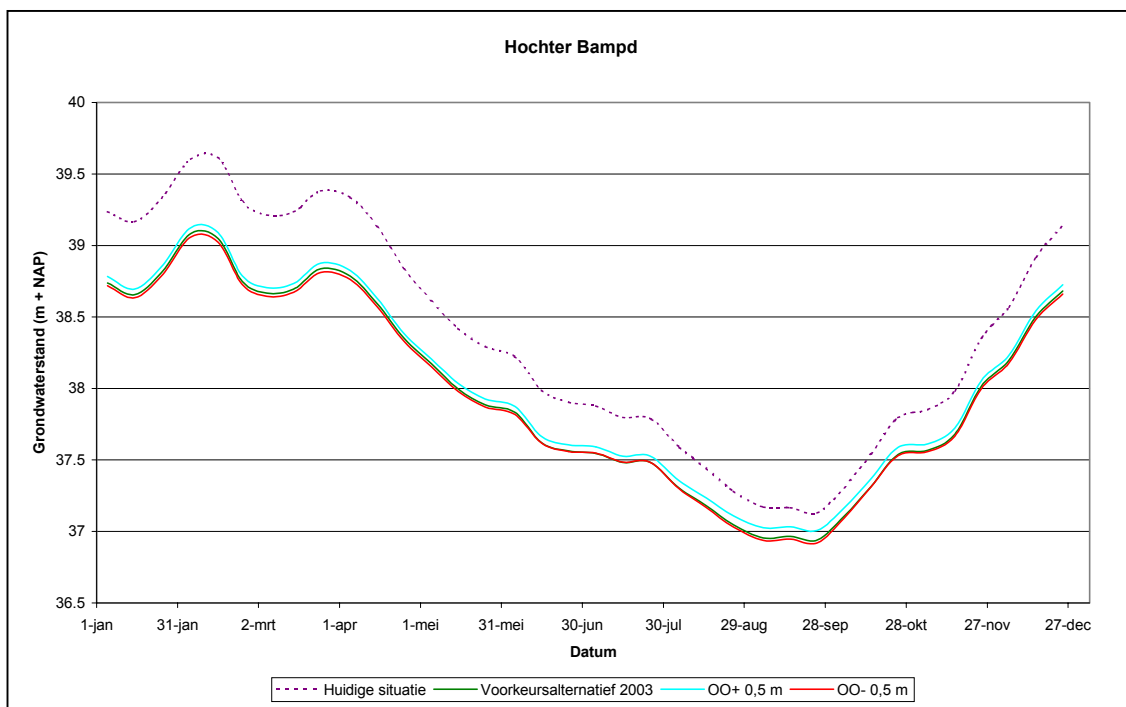
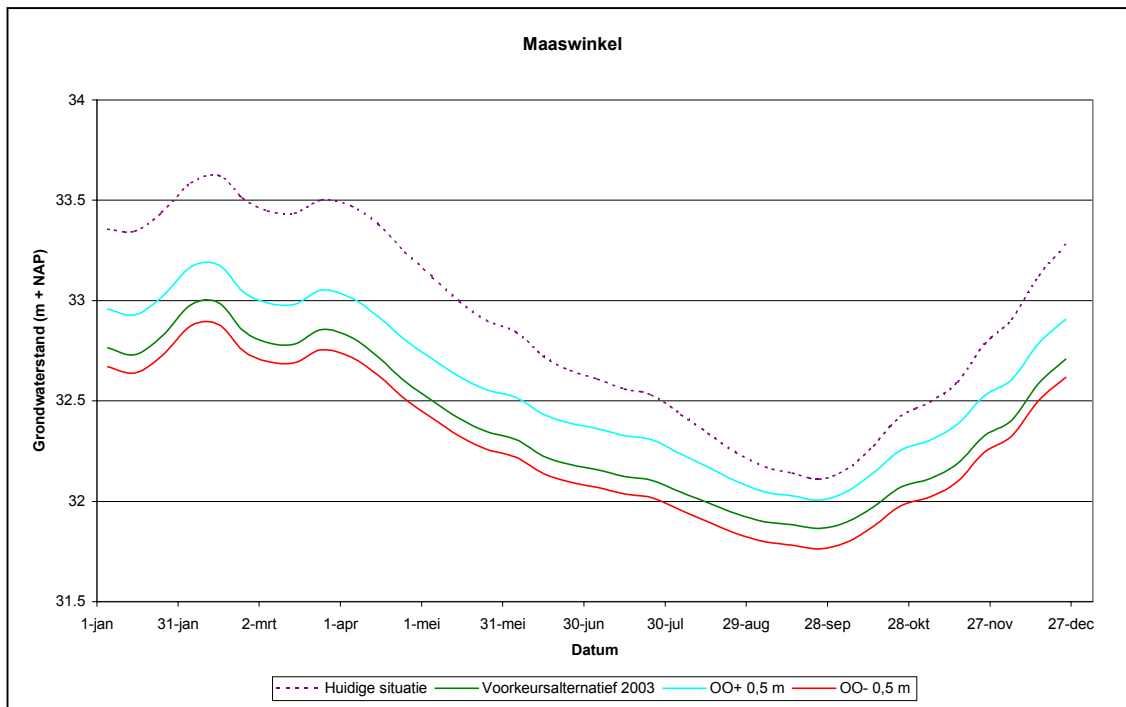


ROYAL HASKONING





ROYAL HASKONING





Bijlage 22 Beschrijving ecologische effecten per natuurterrein

NEDERLAND

1. De Doort en 't Slek

Algemene beschrijving

De Doort en het aangrenzende 't Slek omvatten een soortenrijk complex basenminnende loofbossen afgewisseld met graslanden en tichelgaten even ten zuiden van Echt op één tot twee kilometer van de Grensmaas. De deklaag bestaat uit slecht doorlatende, lemige en kleiige afzettingen en is slechts enkele meters dik. Met name in het voorjaar kan het terrein zeer nat zijn. Zolang een deel van de deklaag nog verzadigd is, zal door capillaire opstijging voldoende vocht beschikbaar zijn voor de vegetatie. Bij daling van de grondwaterstand tot in het goed doorlatende grind neemt toelevering van water naar de bovengrond sterk af en droogt de bovengrond snel uit. Dit treedt op in de zomer. Verder komt in het gebied in een aantal poelen de bedreigde boomkikker voor. De grootste boomkikkerpoel wordt momenteel in stand worden gehouden door het oppompen van grondwater. De overige poelen en sloten zijn in het voorjaar watervoerend maar vallen in de zomer meestal droog.

Gevoeligheid vegetatie: + +

Ecohydrologische effecten

Uit bijlage 21 blijkt dat de grondwaterstand in De Doort na uitvoering van voorkeursalternatief 2003 het gehele jaar ca. 6 à 7 cm zal dalen. In het Slek is de daling ongeveer 3 cm in de winter en 5 cm in de zomer. De gevoeligheid voor grondwaterstandverlaging is in de huidige situatie zeer groot. In de zomer treedt momenteel al verdroging op en bij verdere grondwaterstandverlagingen neemt de periode waarin de grondwaterstand tot onder de deklaag daalt toe. Dat wil zeggen dat gedurende een langere periode onvoldoende vocht in de bovengrond beschikbaar is en het terrein eerder in het jaar zal gaan uitdrogen. Ook de poelen zullen bij grondwaterstanddaling eerder droogvallen, wat mogelijk een verstoring van de voortplantingscyclus van de boomkikkers tot gevolg heeft. Dit geldt niet voor de grootste poel, waar in een ander kader al mitigerende maatregelen zijn getroffen.

In onderstaande tabel zijn de effecten bij uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 en de ontwerpopties OO+ 0,5 m en OO- 0,5 m samengevat.



Tabel A- Samenvatting effecten de Doort en 't Sleek

Effecten	Voorkeursalternatief 2003			Ontwerp-optie OO+			Ontwerp-optie OO-		
	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#
Verandering * grondwaterstand (cm)	-7 (D) -3 (S)	-7 (D) -5 (S)		-4 (D) -1 (S)	-4 (D) -3 (S)		-9 (D) -3 (S)	-9 (D) -6 (S)	
Hydrologisch effect			-			+/-			-
Effect op vegetatie			--			-			--
Effect amfibieën			--			-			--
Totaal ecohydrologisch effect			--			-			--

* - grondwaterstanddaling; + grondwaterstandstijging

beoordeling: ++ sterk positief --- zeer negatief
+ positief -- matig negatief
0 neutraal - licht negatief

2. 't Hout (Susteren)

Algemene beschrijving

Dit bosgebied bestaat uit gevarieerde vochtige loofbossen. De vegetaties vertonen floristische verwantschap met de hellingbossen in Zuid-Limburg. Het bos ligt gedeeltelijk in een oude loop van de Roode beek en de Vlootbeek. Op die plaats is een broekbosvegetatie aanwezig. Basenrijk grondwater speelt een belangrijke rol in dit gebied. De basenrijkdom hangt samen met het kleihoudende bodemtype. Als de grondwaterstand onder de enkele meters dikke deklaag daalt, neemt de vochtleverantie naar de bovengrond sterk af en gaan veel sterkere fluctuaties in de vochthuishouding optreden (De Mars et al.1998). De standplaats is daarom in combinatie met de plaatselijk bijzondere vegetaties hydrologisch zeer gevoelig.

Gevoeligheid vegetatie: ++

Ecohydrologische effecten

Uit bijlage 21 blijkt dat bij uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 een grondwaterstanddaling van 4 cm (winter en lente) tot 6 cm (zomer) zal optreden. Deze matige grondwaterstanddaling kan net als in De Doort de periode waarin de grondwaterspiegel tot in het onderliggende goed doorlatende (grind)pakket zakt vergroten waardoor de verdroging in de zomer zal toenemen. Met name de broekbosvegetatie zal hierdoor sterk negatieve effecten ondervinden.

In onderstaande tabel zijn de effecten bij uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 en de ontwerpopties OO+ 0,5 m en OO- 0,5 m samengevat.



Tabel B- Samenvatting effecten 't Hout (Susteren)

Effecten	Voorkeursalternatief 2003			Ontwerp-optie OO+			Ontwerp-optie OO-		
	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#
Verandering * grondwaterstand (cm)	-4	-6		-1	-3		-6 à -7	-8	
Hydrologisch effect			-			+/-			-
Effect op vegetatie			--			-			--
Effect amfibieën			--			-			--
Totaal ecohydrologisch effect			--			-			--

* - grondwaterstanddaling; + grondwaterstandstijging

beoordeling: ++ sterk positief --- zeer negatief
 + positief -- matig negatief
 0 neutraal - licht negatief

3. Brongebied Kingbeek

Algemene beschrijving

De Kingbeek ontspringt aan de voet van de steilrand van het plateau van Graetheide vlak onder het Julianakanaal, even ten zuiden van Obbicht. De beek stroomt in noordelijke richting en verzorgt samen met enkele bronnen de watervoorziening van een moerasgebied. De bronnen worden gevoed door basenrijk grondwater dat afstroomt over slecht doorlatende afzettingen op het bovenliggend plateau. Stroomafwaarts verliest de beek water door infiltratie om nabij Hoeve de Maas geheel in de ondergrond te verdwijnen. Langs de diverse bronnen bevinden zich redelijk tot goed ontwikkelde kleinschalige brongemeenschappen, die liggen ingebed in vochtige basenminnende loofbosvegetaties.

Gevoeligheid vegetatie (bron): ++ ; (moeras): +

Ecohydrologische effecten

Uit bijlage 21 volgt dat het voorkeursalternatief 2003 resulteert in een grondwaterstanddaling van maximaal van 3 à 4 cm in de winter en lente en een grondwaterstandstijging van maximaal 12 cm in de zomer. De grondwaterstandstijging wordt veroorzaakt door de stuwende werking van de dekgrondberging. De mate van opstuwing is over het gehele jaar constant. De effecten van de ingrepen in het Maasdal zijn echter niet het gehele jaar constant. In de winter is het grondwaterstandverlagende effect van de ingrepen in het Maasdal groter dan de opstuwingseffecten in de zomer waardoor per saldo toch een verlaging optreedt.

De bronnen van de Kingbeek zijn weinig gevoelig voor ingrepen in het Maasdal en zullen geen effecten ondervinden van de lichte grondwaterstanddaling in de winter en lente. Het bronwatergevoede beekdalmoeras aan de voet van de steilrand is echter wel gevoelig voor ingrepen in het Maasdal. De meest kritische periode is het einde van de zomer wanneer gewoonlijk de Maasafvoeren en de grondwaterstanden het laagst zijn. De lichte



grondwaterstanddalingen in de winter en de lente zullen weinig tot geen effect hebben op de vegetatie en watervoerendheid van de beek omdat in die periode het gebied erg nat is. De grondwaterstandstijging in de zomer resulteert in een lichte verhoging van het debiet waardoor het langer duurt voordat de beek droog valt bij Hoeve de Maas. Dit heeft een licht positief effect op de beekbegeleidende vegetaties.

In onderstaande tabel zijn de effecten bij uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 en de ontwerpopties OO+ 0,5 m en OO- 0,5 m samengevat.

Tabel C- Samenvatting effecten brongebied Kingbeek

Effecten	Voorkeursalternatief 2003			Ontwerp-optie OO+			Ontwerp-optie OO-		
	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#
Verandering grondwaterstand (cm)	-3 à -4	+12		+3 à +7	+15		-8	+8	
Hydrologisch effect			+			++			-
Effect op vegetatie			0 bron +moeras			0 bron ++moeras			0 bron -moeras
Effect amfibieën			0			0			0
Totaal ecohydrologisch effect			+			++			-

* - grondwaterstanddaling; + grondwaterstandstijging

beoordeling: ++ sterk positief --- zeer negatief
+ positief -- matig negatief
0 neutraal - licht negatief

4. Grasbroek

Algemene beschrijving

Het Grasbroek is een klein, geaccidenteerd loofboscomplex met bronnen gelegen aan de noordrand van het plateau van Graetheide, nabij Guttecoven, op naar schatting 4 kilometer van de Grensmaas. In het bosgebied ontspringen twee beken. Het gebied is aangewezen als prioritair gebied in het kader van het verdrogingsbeleid van de Provincie Limburg. In de jaren '80 en '90 van de twintigste eeuw is met (ecologisch) succes gewerkt aan vernatting van het gebied (o.a. beëindiging grondwaterwinning). De geohydrologische condities worden sterk bepaald door de Feldbissbreuk, die vlak langs Grasbroek loopt en in de ondergrond aanwezige slecht doorlatende lagen. De Feldbiss is als gevolg van versmering van kleiige lagen langs het breukvlak sterk ondoorlatend. De aanwezigheid van de slecht doorlatende zones en lagen zorgt voor lokale kwel en bronnen. Daarnaast treedt kwel op aan de voet van de steilrand, waar een watervoerende laag, die onderaan begrensd wordt dooreen slecht doorlatende kleilaag, dagzoomt. De kleinschalige brongemeenschappen vormen het meest gevoelige deel van het gebied en bezitten een geringe vervangbaarheid gezien de vele kritische soorten.



Gevoeligheid vegetatie: ++

Ecohydrologische effecten

Uit bijlage 21 blijkt dat het voorkeursalternatief 2003 een grondwaterstanddaling teweeg brengen van ca. 6 cm in de winter en 7 cm in de zomer. Dit kan gepaard gaan met een verminderde kweldruk en verdroging van de natte zones. De grondwaterstanddaling heeft daardoor een negatief effect op de (inmiddels herstelde) natuurwaarden van het gebied. Door vermindering van de kweldruk neemt ook de aanvoer van baserijk grondwater af. Dit heeft een nadelig effect op de grondwaterkwaliteit. Daarnaast geldt dat voor prioritaire verdrogingsgebieden in geen geval sprake mag zijn van verlaging van de grondwaterstand.

In onderstaande tabel zijn de effecten bij uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 en de ontwerpopties OO+ 0,5 m en OO- 0,5 m samengevat.

Tabel D- Samenvatting effecten Grasbroek

Effecten	Voorkeursalternatief 2003			Ontwerp-optie OO+			Ontwerp-optie OO-		
	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#
Verandering grondwaterstand (cm)	-6	-7		+1 à 0	-1		-11	-12	
Hydrologisch effect			-			+/-			--
Effect op vegetatie			--			+/-			---
Effect amfibieën			0			0			0
Totaal ecohydrologisch effect			--			+/-			---

* - grondwaterstanddaling; + grondwaterstandstijging

beoordeling: ++ sterk positief --- zeer negatief
+ positief -- matig negatief
0 neutraal - licht negatief

5. Stein: 't Brook /Ziepe

Algemene beschrijving

Dit natuurgebied bestaat uit een bronzone met wilgenbos en begeleidend moerasruigten aan de voet van een steilrand bij Stein. Het ligt ingeklemd tussen de bebouwing en het Julianakanaal op ongeveer 1 tot 1,5 kilometer van de Grensmaas. In de steilrand dagzoomt een watervoerende laag (1e watervoerende pakket) waarin grondwater afstroomt over een slecht doorlatende kleilaag van regionale betekenis (Tongeren-Rupel). De brongemeenschappen en de ondergroei van het wilgenbronbos bezitten een voedselrijk en ruig karakter, maar herbergen nog wel diverse typische planten van een bronmilieu. De bronnen zijn weinig kwetsbaar voor peilfluctuaties in de Maas in tegenstelling tot het lager liggende (reeds verruigde) zeggemoerasje dat wel sterk wordt beïnvloed door de Maasstanden. Het gebied is rijk aan



amfibieën waaronder de Kleine Watersalamander, de Groene Kikker en de Alpenwatersalamander.

Gevoeligheid vegetatie (bronmoeras): ++

Ecohydrologische effecten

Uit bijlage 21 is af te lezen dat tijdens de winter en de lente in het gebied een grondwaterstanddaling van maximaal 15 cm is te verwachten na uitvoering van het voorkeursalternatief 2003. In de zomer bedraagt de verwachte grondwaterstanddaling maximaal 6 cm. Dit zal vooral effect hebben op het moerasgebied. De bronnen zelf zullen weinig effect ondervinden van de grondwaterstandverlaging. De meest kritische periode is de zomer, de periode waarin het Maaspeil gewoonlijk het laagst is.

Mitigerende maatregelen

Hoewel door eenvoudige mitigerende maatregelen een verlaging van 5 cm kan worden opgevangen is de verlaging in de winter en lente dusdanig dat de effecten op de gevoelige vegetatie negatief zullen zijn.

In onderstaande tabel zijn de effecten bij uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 en de ontwerpopties OO+ 0,5 m en OO- 0,5 m samengevat.

Tabel E- Samenvatting effecten 't Brook/Ziepe

Effecten	Voorkeursalternatief 2003			Ontwerp-optie OO+			Ontwerp-optie OO-		
	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#
Verandering grondwaterstand (cm)	-15	-6		-10	0 à -2		-16	-9	
Hydrologisch effect			--			-			--
Effect op vegetatie			---			--			---
Effect amfibieën			--			--			--
Totaal ecohydrologisch effect			---			--			---

* - grondwaterstanddaling; + grondwaterstandstijging

beoordeling: ++ sterk positief --- zeer negatief
+ positief -- matig negatief
0 neutraal - licht negatief

6. Bunderbos (incl. Geulderbosch, Elslooërbos en In den Bruuk)

Algemene beschrijving

In ruime zin wordt met 'Bunderbos' de overwegend door hellingbossen gekenmerkte natuurkern tussen Elsloo en Bunde bedoeld op de westflank van het Centraal Plateau. In de steile helling dagzomen op twee niveaus de slecht doorlatende kleilagen van Tongeren en Rupel. De



bronnen worden gevoed door grondwater dat afstroomt over deze slecht doorlatende lagen. De bronnen zijn daarmee relatief weinig gevoelig voor ingrepen in het Maasdal. Het Bunderbos is een uitzonderlijk soortenrijk gebied. Aan de noordkant komen fraaie en zeer goed ontwikkelde vormen van het zeer zeldzame (kalkrijke) Essenbronbos voor, terwijl aan de zuidzijde (kalkarme) Elzenbronbossen aanwezig zijn. Daarnaast worden bronveentjes aangetroffen (o.a. Armenbosch). Deze bijzondere bostypen liggen ingebed in al evenzeer goed ontwikkelde voorbeelden van vochtige tot droge bosgemeenschappen van zowel basenrijk als basenarm milieu. Vochtige tot natte hooilanden en bronhooiland zijn vrijwel alleen nog te vinden bij Elsloo en in de Waalsbeek-vallei. De kleinschalige brongemeenschappen (bronbos en bronhooiland) vormen het meest gevoelige deel van het gebied en bezitten een geringe vervangbaarheid gezien de goede ontwikkeling van de vegetatie met vele kritische soorten. In de brongebieden van In den Bruuk komen de bedreigde Vuursalamander en de Alpenwatersalamander voor.

Gevoeligheid vegetatie: ++

Ecohydrologische effecten

De ingrepen van het voorkeursalternatief 2003 hebben zowel grondwaterstandverhoging als -verlaging tot gevolg (zie bijlage 21). In het noordelijk deel van het Bunderbos waar de Hemelbeek stroomt, treedt een behoorlijke grondwaterstandstijging in het gebied op (ca. 80 tot 120 cm). Deze vernatting is het gevolg van tegen de dekgrondberg ingang bij Aan de Maas opstuwend grondwater. Deze forse verhoging heeft in dal van de Hemelbeek geen negatieve gevolgen voor de vegetatie omdat het overtollige water door de beek wordt afgevoerd.

In het middengedeelte van het Bunderbos bij Geulle treedt nagenoeg geen grondwaterstandverandering op. De ecologische effecten zijn hier derhalve te verwaarlozen.

Het Geullerbosch, aan de zuidzijde van dit hellingboscomplex, ondervindt een grondwaterstanddaling van ca. 19 cm in de winter en lente en van ca. 5 cm in de zomer. De bronnen in dit deel van het Bunderbos zijn ongevoelig voor grondwaterstanddaling als gevolg van ingrepen in de Maas, maar de gebieden aan de voet van de helling die gevoed worden door de bronbeekjes zijn wel gevoelig voor ingrepen in het Maasdal. Door de grondwaterstanddaling zal de infiltratie hier toenemen, wat voor wezenlijke veranderingen in de standplaatscondities zorgt. De grondwaterstanddaling heeft daarom negatieve ecologische gevolgen voor de aanwezige gevoelige bosvegetaties.

In onderstaande tabel zijn de effecten bij uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 en de ontwerpopties OO+ 0,5 m en OO- 0,5 m samengevat.



ROYAL HASKONING

Tabel F- Samenvatting effecten Bunderbos

Effecten	Voorkeursalternatief 2003			Ontwerp-optie OO+			Ontwerp-optie OO-		
	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#
Verandering grondwaterstand (cm)	+80(N) -1(M) -19(Z)	+120(N) -1(M) -5(Z)		+85(N) 0(M) -11(Z)	+125(N) 0(M) 0(Z)		+75(N) -1(M) -25(Z)	+115(N) -1(M) -11(Z)	
Hydrologisch effect			++(N) 0(M) --(Z)			++(N) 0(M) --(Z)			++(N) 0(M) --(Z)
Effect op vegetatie			++(N) 0(M) ---(Z)			++(N) 0(M) ---(Z)			++(N) 0(M) ---(Z)
Effect amfibieën			0(N) 0(M) -(Z)			0(N) 0(M) 0(Z)			0(N) 0(M) -(Z)
Totaal ecohydrologisch effect			++(N) 0(M) ---(Z)			++(N) 0(M) ---(Z)			++(N) 0(M) ---(Z)

* - grondwaterstanddaling; + grondwaterstandstijging

beoordeling: ++ sterk positief --- - uiterst negatief
+ positief --- zeer negatief
0 neutraal -- matig negatief
- licht negatief

7. Landgoederen Mariënwaard-Vaeshartelt

Algemene beschrijving

Tussen Limmel en Rothem (noordelijk van Maastricht) bevinden zich diverse oude landgoederen met parkbossen (o.a. Poelsoord, Mariënwaard, Kruisdonk, Vaeshartelt, Meersenhove) en verspreid gelegen loofhoutopstanden (Op de Bos). De bovengrond bestaat uit een relatief dunne deklaag. De deklaag speelt een cruciale rol bij de instandhouding van de standplaatscondities, dankzij de sterke vochtvasthoudende en capillaire eigenschappen. Enerzijds stagneert in het voorjaar water in de bovengrond waardoor de terreinen in het voorjaar behoorlijk nat kunnen zijn. Later in het jaar verzorgt deze deklaag dankzij de goede capillaire eigenschappen voor de opstijging van (aangerijkt) grondwater. In de loop van de zomer daalt de grondwaterspiegel tot in het grndpakket. Hierdoor neemt toelevering van water naar de bovengrond sterk af en droogt de bovengrond snel uit. Bij verlaging van de grondwaterstand wordt de periode met verdroging verlengd (zie ook de Doort).

Het gebied is deels een kwelgebied. De Kanjelbeek vindt haar oorsprong in de parkvijvers en sloten. De overwegend vochtminnende (park)bossen herbergen op bepaalde plaatsen een goed ontwikkelde, soortenrijke ondergroei met basen- en vochtminnende soorten. Op bescheiden schaal komen meer moerassige (bos)vegetaties voor. Het bosgebied wordt als



gevolg van de specifieke bodemopbouw weliswaar als zeer gevoelig getypeerd voor verlagingen in de grondwaterstand, maar de aanwezige vegetatie is doorgaans slecht tot matig ontwikkeld.

Gevoeligheid vegetatie: +

Ecohydrologische effecten

Bijlage 21 laat zien dat als gevolg van de ingrepen van het voorkeursalternatief 2003 in de winter een grondwaterstandverandering optreedt van +2 tot - 5 cm en in de zomer een grondwaterstanddaling van 2 cm. Deze daling is niet erg groot voor een voornamelijk bosgebied maar zorgt ervoor dat in de zomer de periode met verdroging iets toeneemt. Dit heeft een licht negatief ecologisch effect.

In onderstaande tabel zijn de effecten bij uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 en de ontwerpopties OO+ 0,5 m en OO- 0,5 m samengevat.

Tabel G- Samenvatting effecten Mariënwaard-Vaeshartelt

Effecten	Voorkeursalternatief 2003			Ontwerp-optie OO+			Ontwerp-optie OO-		
	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#
Verandering grondwaterstand (cm)	+2 à -5	-2		0 à +5	+5		-4	-3	
Hydrologisch effect			+/-			+			-
Effect op vegetatie			-			+			-
Effect amfibieën			0			0			0
Totaal ecohydrologisch effect			+/-			+			-

* - grondwaterstanddaling; + grondwaterstandstijging

beoordeling: ++ sterk positief --- zeer negatief
+ positief -- matig negatief
0 neutraal - licht negatief



BELGIE

8. De benedenloop van de Bosbeek

Algemene beschrijving

De Bosbeek is een kleine natuurlijke zandbeek die zich insnijdt op de oostflank van de Kempen. Het smalle dal wordt in de middenloop gekenmerkt door een kleinschalig mozaïek van nat hooiland en elzenbroek. In haar benedenloop, binnen de invloedssfeer van de ingrepen in het Maasdal, liggen slechts enkele natuurkernen. Het betreft hier vochtige loofbosjes in een voormalig vloeiveidegebied. De beek is op diverse plaatsen gestuwd. Deze opstuwing draagt bovenstrooms van de molens sterk bij aan het natte karakter van het gebied.

Gevoeligheid vegetatie: +

Ecohydrologische effecten

Na uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 zal het gebied een grondwaterstanddaling ondervinden van ca. 7 cm in de zomer en ca. 3 à 4 cm in de winter en lente. Deze daling heeft een licht negatief effect op de vochtige loofbosjes.

In onderstaande tabel zijn de effecten bij uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 en de ontwerpopties OO+ 0,5 m en OO- 0,5 m samengevat.

Tabel H- Samenvatting effecten benedenloop Bosbeek

Effecten	Voorkeursalternatief 2003			Ontwerp-optie OO+			Ontwerp-optie OO-		
	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#
Verandering grondwaterstand (cm)	-3 à -4	-7		-1	-4		-3	-10	
Hydrologisch effect			-			+/-			--
Effect op vegetatie			-			+/-			--
Effect amfibieën			0			0			0
Totaal ecohydrologisch effect			-			+/-			--

* - grondwaterstanddaling; + grondwaterstandstijging

beoordeling: ++ sterk positief --- zeer negatief
 + positief -- matig negatief
 0 neutraal - licht negatief

9. Ven onder de Berg (Mechels ven)



Algemene beschrijving

Het Ven onder de Berg is een ten dele verland ven en is gelegen in de bossen even ten westen van Maasmechelen. Het staat bekend om haar unieke ven- en oligotrafente verlandingsvegetatie waarin een aanzet tot hoogveenvorming valt waar te nemen. Het ven zelf kenmerkt zich door een zwakgebufferd milieu, met enige doorstroming met gebufferd regenwaterachtig grondwater. Ven onder de Berg ligt op het Middenteras, in een ondiepe laagte nabij de voet van het Hoogterras. De lokale grondwaterstroming is ongeveer oost. Deze grondwaterstroming komt overeen met de stroming op regionale schaal. Het lijkt erop dat het ven gedurende de wintermaanden water ontvangt vanaf het Kempisch plateau, maar tijdens de zomermaanden stroomt water uit het ven weg in alle richtingen. Er kan gesproken worden van een infiltratiesituatie (ENVICO, 2000). Oligotrafente verlandingsvegetaties zijn uiterst kwetsbaar voor veranderingen in de waterkwaliteit. Dit kan door verzuring en door afname van de voeding met licht gebufferd grondwater. De gevoeligheid is zeer groot, terwijl de vervangbaarheid van dergelijke systemen zeer gering is. In het ven komt naast andere amfibiesoorten ook de Heikikker voor, een bedreigde soort die op de Habitatrichtlijnlijst staat.

Gevoeligheid vegetatie: ++

Ecohydrologische effecten

De ingrepen in het Maasdal hebben een groot invloed op de grondwaterstand (zie bijlage 21). Bij uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 is over het gehele jaar een grondwaterstanddaling te verwachten van circa 30 cm. Deze grondwaterstanddaling zal de toestroom van licht gebufferd grondwater in de winter doen verminderen en de uitstroom in de zomermaanden vergroten. Deze vermindering van de grondwatertoestroom in de winter vormt een bedreiging voor het voortbestaan van het ven en de aanwezige drijftil. Wanneer het waterniveau in het ven daalt is de kans groot dat de drijftilvegetatie aan de grond zal vastgroeien. Door de sterke grondwaterstandverlaging ontstaat ook het risico op aanrijking van het grondwater met nutriënten wat vertering van de veenlaag en de drijftil waardoor de drijftil met bijbehorende vegetaties op lange termijn verdwijnt (ENVICO, 2000).

De forse grondwaterstanddaling zal zeer negatieve effecten tot gevolg hebben voor het ecohydrologische systeem en zou op den duur het einde kunnen betekenen van de nu aanwezige bijzondere vegetaties. In de bovenloop van de beek komen verschillende amfibiesoorten voor waaronder de Heikikker, een soort die wordt beschermd door de Habitatrichtlijn.

In onderstaande tabel zijn de effecten bij uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 en de ontwerpopties OO+ 0,5 m en OO- 0,5 m samengevat.

Tabel I- Samenvatting effecten Ven onder de Berg



Effecten	Voorkeursalternatief 2003			Ontwerp-optie OO+			Ontwerp-optie OO-		
	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#
Verandering grondwaterstand (cm)	-30	-30		-20	-20		-37	-37	
Hydrologisch effect			---			---			---
Effect op vegetatie			---			---			---
Effect amfibieën			0			0			0
Totaal ecohydrologisch effect			---			---			---

* - grondwaterstanddaling; + grondwaterstandstijging

beoordeling: ++ sterk positief --- - uiterst negatief
 + positief --- zeer negatief
 0 neutraal -- matig negatief
 - licht negatief

10. Bovenloop Zijpbeek

Algemene beschrijving

Het gaat hier om twee beken (Asbeek en Zijpbeek), die ontspringen in het hooggelegen bos- en heidegebied ten noorden van Lanaken. De Asbeek ontspringt in een vochtig weidegebied. De eigenlijke Zijpbeek ontspringt in een vochtig tot nat heidegebied. De brongebieden snijden zich diep in de rand van het Hoogterras in en ontvangen water dat daarop infiltreert. Het bovenloopgebied kenmerkt zich vooral door uitgestrekte, goed ontwikkelde en niet of nauwelijks vergraste vochtige Struikheide-Dopheide- tot natte Dopheidevegetaties. Het bovenloopstelsel van de Zijpbeek is nog zeer gaaf ontwikkeld en derhalve zeer gevoelig (ENVICO, 2001). De vervangbaarheid is gering, mede gezien het voedselarme karakter.

Gevoeligheid vegetatie: ++

Ecohydrologische effecten

Uit bijlage 21 blijkt dat het effect van het voorkeursalternatief 2003 gering is. De grondwaterstand zal gedurende het gehele jaar ongeveer 1 cm dalen. Significante ecologische effecten zijn derhalve niet te verwachten.

In onderstaande tabel zijn de effecten bij uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 en de ontwerpopties OO+ 0,5 m en OO- 0,5 m samengevat.



Tabel J- Samenvatting effecten Zijpbeek

Effecten	Voorkeursalternatief 2003			Ontwerp-optie OO+			Ontwerp-optie OO-		
	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#
Verandering grondwaterstand (cm)	-1	-1		-1	-1		-2	-2	
Hydrologisch effect			-			-			-
Effect op vegetatie			0			0			0
Effect amfibieën			0			0			0
Totaal ecohydrologisch effect			0			0			0

* - grondwaterstanddaling; + grondwaterstandstijging

beoordeling: ++ sterk positief --- zeer negatief
 + positief -- matig negatief
 0 neutraal - licht negatief

11. Noteborn en Oude Maashof

Algemene beschrijving

Het betreft enkele percelen met beekbegeleidend broekbos langs de Vrietselbeek, even ten oosten van de Zuid-Willemsvaart (Noteborn) en een landgoed dat wordt omgeven door enkele parkbossen en soortenrijke graslanden (Oude Maashof). Naast enige kwel vanuit het omliggende, wat hoger gelegen gebied, spelen in Noteborn ook de overstromingen met voedselrijk beekwater een rol voor de lokale hydrologie. Belangrijker zijn evenwel de Maaswaterstanden, die in hoge mate de peilfluctuaties in het gebied bepalen. De ondergrond van de Oude Maashof bestaat over het algemeen uit goed doorlatende Maasafzettingen. De deklaag is in deze omgeving betrekkelijk dun en zou ter plaatse zelfs kunnen ontbreken. Het beekbegeleidend broekbos in het gebied Noteborn is geëutrofeerd en is daardoor matig gevoelig voor veranderingen in de grondwaterhuishouding. De vervangbaarheid is eveneens vrij groot. Het bostype van de Oude Maashof (voedselarme bossen van vrij sterk uitgeloogde zandige bodems) is vrijwel ongevoelig voor verlagingen in de grondwaterstand.

Gevoeligheid vegetatie: 0 / +/-

Ecohydrologische effecten

Bijlage 21 laat zien dat uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 in het gebied Oude Maashof in de winter een grondwaterstandverlaging veroorzaken van maximaal 20 cm. In de zomer is de grondwaterstanddaling maximaal 10 cm. Het verder van de Grensmaas gelegen Noteborn zal een minder grote daling van de grondwaterstand ondervinden. Hoewel deze waterstanddaling aanzienlijk is, zijn de gevolgen voor de vegetaties van de gebieden niet groot omdat de aanwezige vegetaties niet erg gevoelig zijn voor grondwaterstandveranderingen. De grondwaterstandverlagingen in deze gebieden kunnen als licht negatief voor de ecologische waarden van de gebieden worden aangemerkt.



In onderstaande tabel zijn de effecten bij uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 en de ontwerpopties OO+ 0,5 m en OO- 0,5 m samengevat.

Tabel K- Samenvatting effecten Noteborn en Oude Maashof

Effecten	Voorkeursalternatief 2003			Ontwerp-optie OO+			Ontwerp-optie OO-		
	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#
Verandering grondwaterstand (cm)	-20	-10		-9	-2		-25	-13	
Hydrologisch effect			--			-			---
Effect op vegetatie			0 / -			0 / +/-			0/-
Effect amfibieën			0			0			0
Totaal ecohydrologisch effect			-			+/-			-

* - grondwaterstanddaling; + grondwaterstandstijging

beoordeling: ++ sterk positief --- zeer negatief
+ positief -- matig negatief
0 neutraal - licht negatief

12. Maaswinkel

Algemene beschrijving

Het gaat om een voormalig ontgrondingsgebied met omliggend graslanden even ten oosten van Maasmechelen op korte afstand van de Maas (ca. 500 m). Het ontgrondingsgebied draagt een kleinschalig karakter met reliëfrijke graslanden, ruigten, struwelen en diverse enkele meters diepe, uitgegraven kuilen, die zich hebben gevuld met grondwater. Het reservaat ligt in het laagterras. De ondergrond bestaat hier uit goed doorlatende grindrijke afzettingen. De poelen zijn het leefgebied van de sterk bedreigde Boomkikker en Kamsalamander, die bijna niet meer voorkomen in het Grensmaasgebied. Bekend is dat deze poelen sterk reageren op Maaspeilfluctuaties. Te lange droogval van de poelen heeft een negatieve invloed op de voorplanting van de Boomkikkers. De ecohydrologisch gevoelige vegetaties zijn beperkt tot de laagst gelegen delen van de voormalige groeven. Op zich zijn deze natuurwaarden relatief weinig gevoelig voor veranderingen in de grondwaterstand.

Gevoeligheid vegetatie: 0

Ecohydrologische effecten

Bijlage 21 geeft aan dat uitvoering van het voorkeursalternatief het Maasdal leidt tot een grondwaterstanddalingen van ca. 65 cm in de winter en het voorjaar en ca. 25 cm in de zomer. De in het gebied voorkomende vegetaties zijn relatief weinig gevoelig voor grondwaterstandverandering en zullen daardoor, ondanks de forse daling van de grondwaterstand, slechts matig negatieve effecten ondervinden. De daling heeft echter wel grote gevolgen voor de watervoerendheid van de poelen. De kritische periode voor de poelen is



zeer lang van de eiafzet in het voorjaar tot dat de jonge kikkers het water verlaten in de loop van de zomer. De forse grondwaterstanddaling zal ervoor zorgen dat de poelen al veel eerder droog vallen en bedreigen daardoor het voortbestaan van de Boomkikkerpopulatie.

In onderstaande tabel zijn de effecten bij uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 en de ontwerpopties OO+ 0,5 m en OO- 0,5 m samengevat.

Tabel L- Samenvatting effecten Maaswinkel

Effecten	Voorkeursalternatief 2003			Ontwerp-optie OO+			Ontwerp-optie OO-		
	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#
Verandering grondwaterstand (cm)	-65	-25		-45	-11		-75	-35	
Hydrologisch effect			---			---			---
Effect op vegetatie			0			0			0
Effect amfibieën			---			---			---
Totaal ecohydrologisch effect			---			---			---

* - grondwaterstanddaling; + grondwaterstandstijging

beoordeling: ++ sterk positief --- zeer negatief
 + positief -- matig negatief
 0 neutraal - licht negatief

13. Hochter Bampd

Algemene beschrijving

Hochter Bampd is een rivieroeverreservaat pal aan de Grensmaas ter hoogte van Itteren. Het is een voormalig ontgrondingsgebied dat wordt gekenmerkt door een gedeeltelijk opnieuw opgevulde geul omgeven door spontaan ontwikkelend ooibos en dichtgroeende grind- en zandvlakten. Volgens G. Kurstjens (beheerder Stichting Ark, mond. meded.) is de onderwaterbodem van geul als gevolg van slibafzettingen ten tijde van de recente overstromingen slecht doorlatend geworden. Hierdoor heeft het oppervlaktewaterpeil in de Hochter Bampd weinig relatie meer met dat van de Grensmaas, ondanks de grindhoudende ondergrond. De Hochter Bampd kenmerkt zich door eutroof open water, soortenrijke ruigten en een opgaand Schietwilgenbos dat een aanzet vormt tot de ontwikkeling van Zachthoutooibos. Daarnaast zijn er pioniervegetaties aanwezig op zand en grindvlakten. De aanwezige natuurwaarden zijn in principe in hoge mate aangepast aan de rivierdynamiek. De gevoeligheid voor veranderingen in de grondwaterhuishouding is laag.

Gevoeligheid vegetatie: +/-

Ecohydrologische effecten



Als gevolg van de ingrepen van het voorkeursalternatief 2003 zijn in het gebied grondwaterstanddalingen te verwachten van ca. 55 cm gedurende winter en voorjaar en ca. 20 cm gedurende de zomer. Doordat het oppervlaktewaterpeil in de Hocht Bampd weinig directe relatie meer heeft met de Grensmaas (als gevolg van een slechtdoorlatende sliblaag op de bodem van de plas) zal deze grondwaterstanddaling weinig effecten hebben voor de aanwezige vegetaties. Daarbij komt nog dat de aanwezige vegetaties meer afhankelijk zijn van periodieke oeverstromingen door de Maas dan van grondwaterstanden. De verwachte grondwaterstanddalingen hebben voor dit gebied daarom slechts een beperkt negatief effect.

In onderstaande tabel zijn de effecten bij uitvoering van het voorkeursalternatief 2003 en de ontwerpopties OO+ 0,5 m en OO- 0,5 m samengevat.

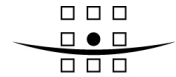
Tabel M- Samenvatting effecten Hocht Bampd

Effecten	Voorkeursalternatief 2003			Ontwerp-optie OO+			Ontwerp-optie OO-		
	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#	winter/ lente	zomer	beoor- deling#
Verandering grondwaterstand (cm)	-55	-20		-55	-15		-55	-20	
Hydrologisch effect			---			---			---
Effect op vegetatie			+/-			+/-			+/-
Effect amfibieën			0			0			0
Totaal ecohydrologisch effect			-			-			-

* - grondwaterstanddaling; + grondwaterstandstijging

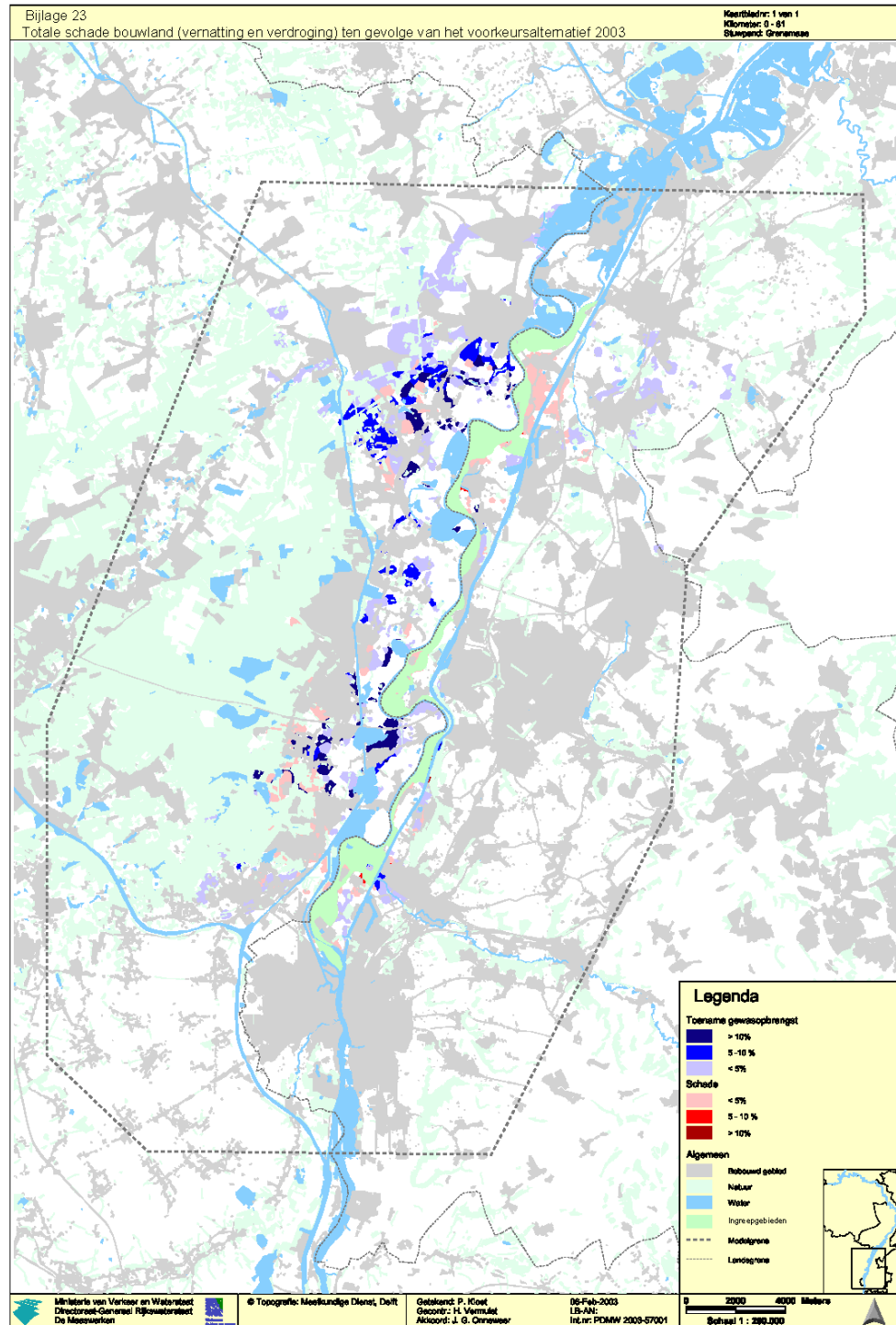
beoordeling: ++ sterk positief --- zeer negatief
+ positief -- matig negatief

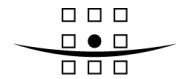
0 neutraal - licht negatief



ROYAL HASKONING

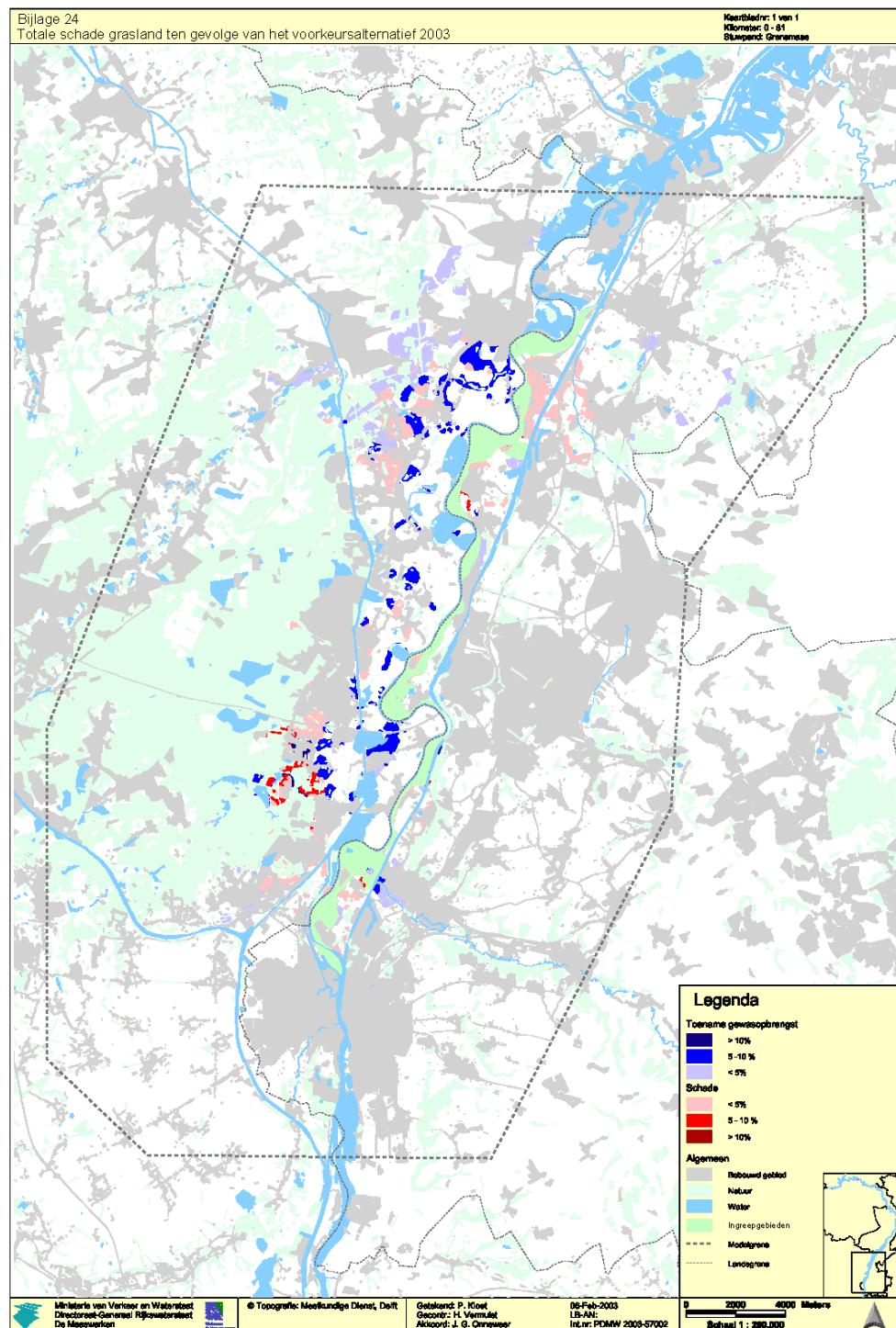
BIJLAGE 23





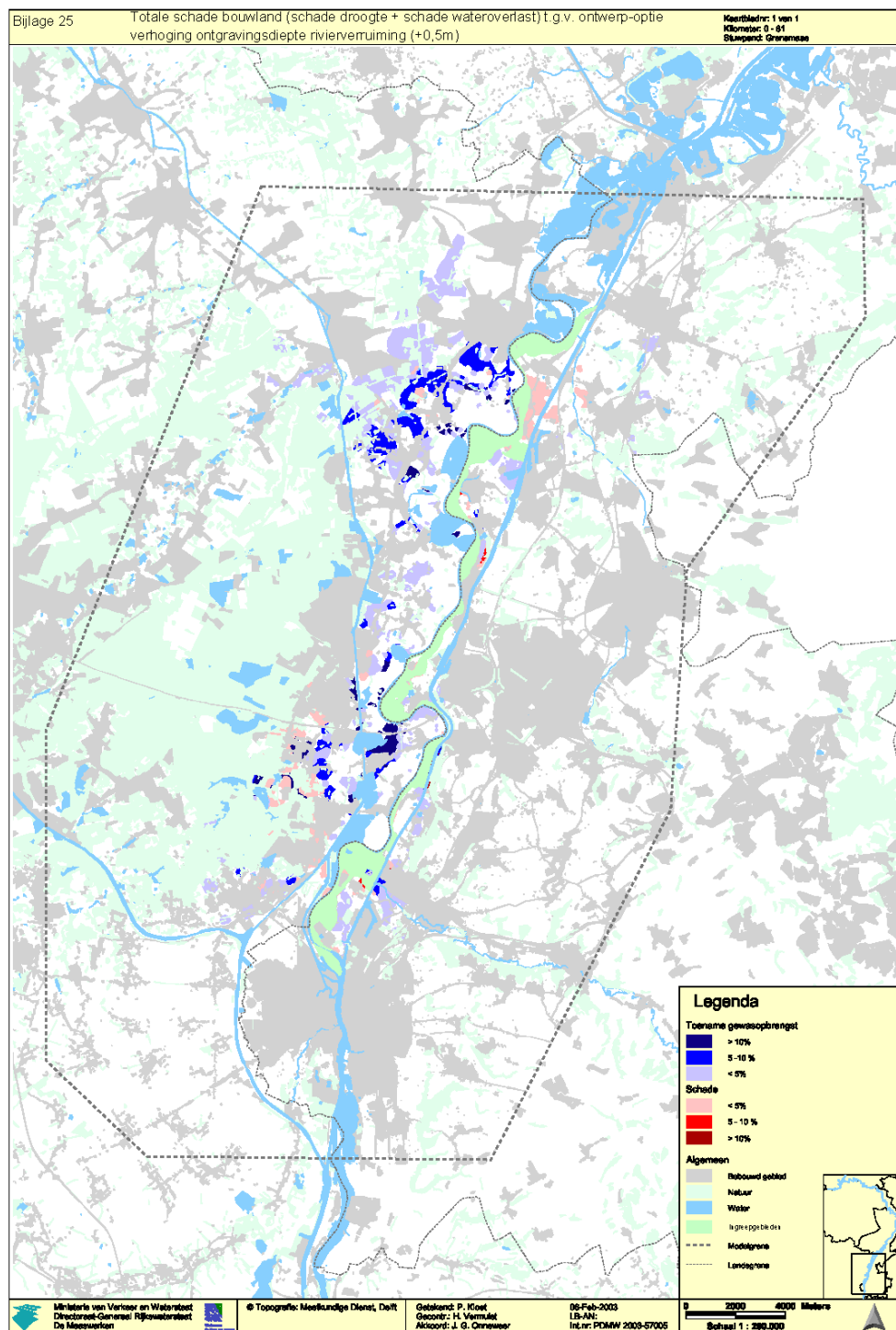
ROYAL HASKONING

BIJLAGE 24





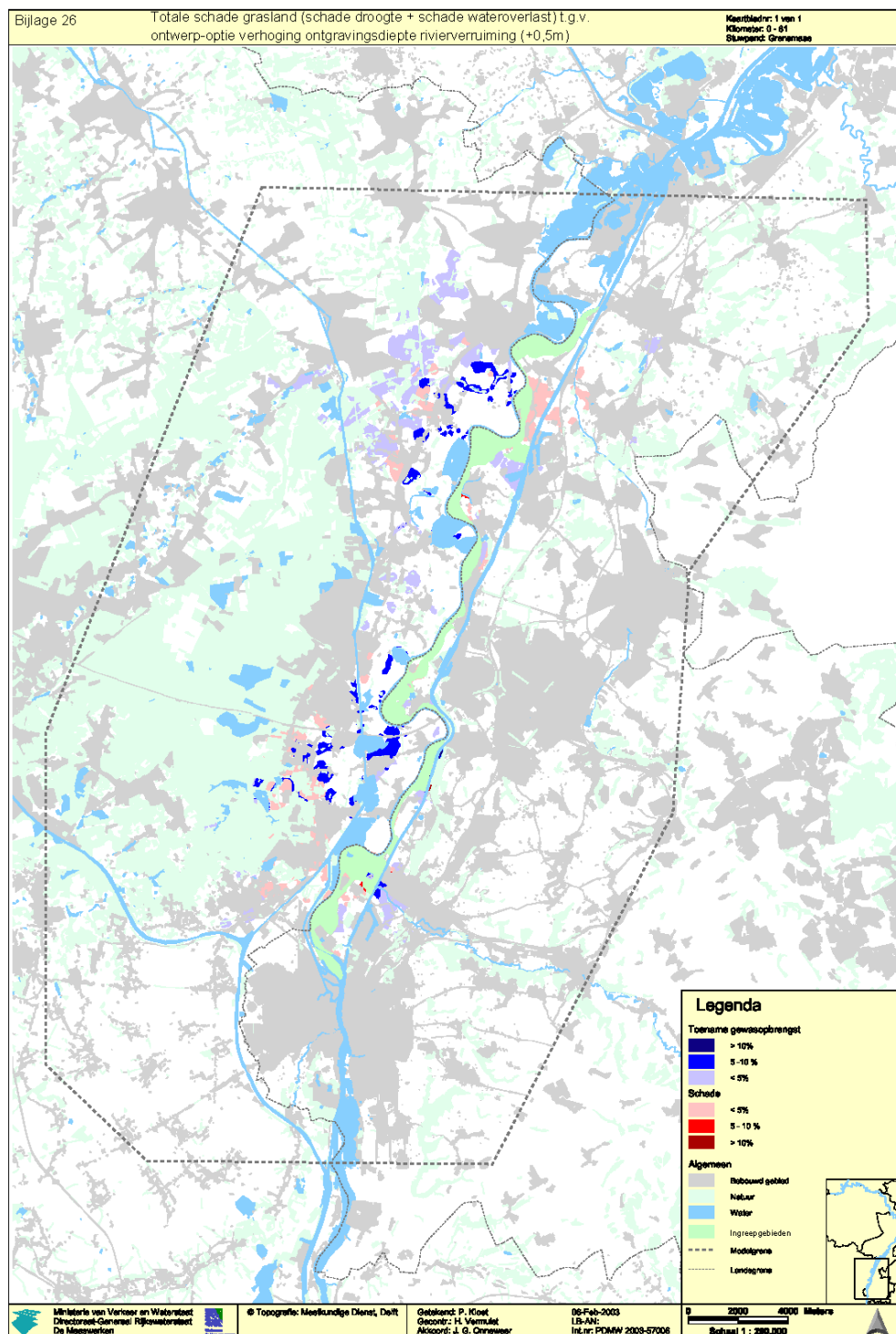
BIJLAGE 25





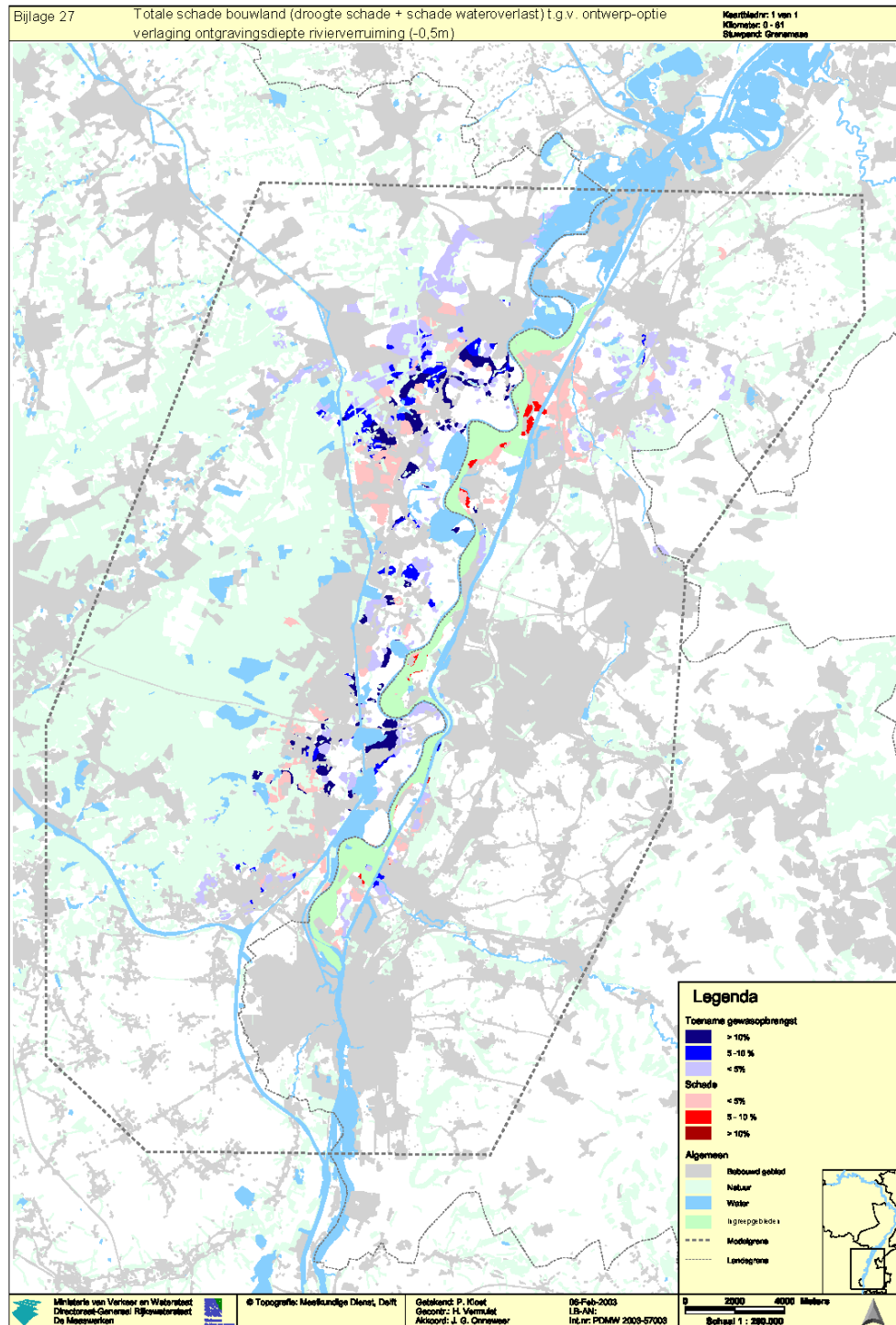
ROYAL HASKONING

BIJLAGE 26





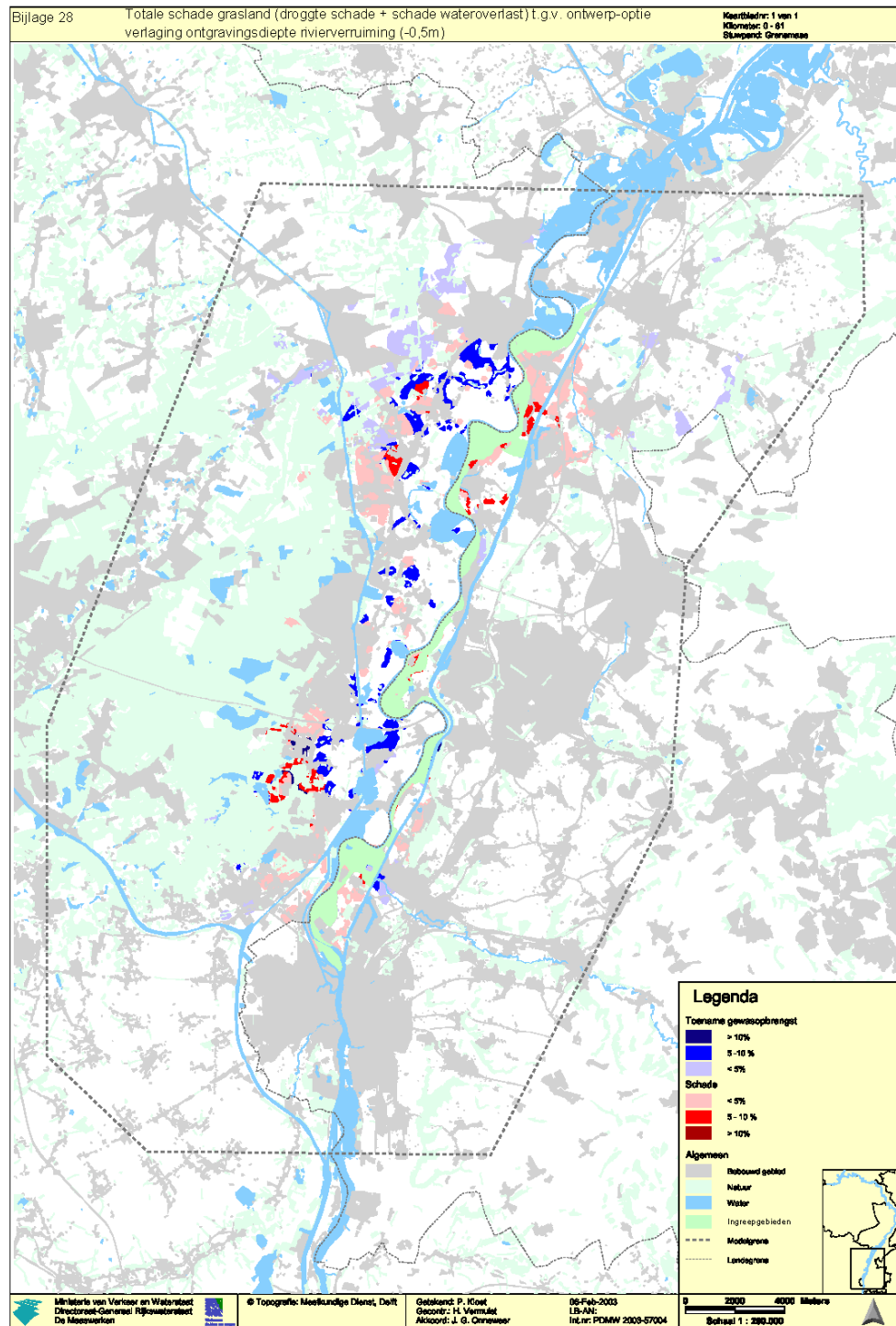
BIJLAGE 27

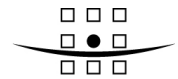




ROYAL HASKONING

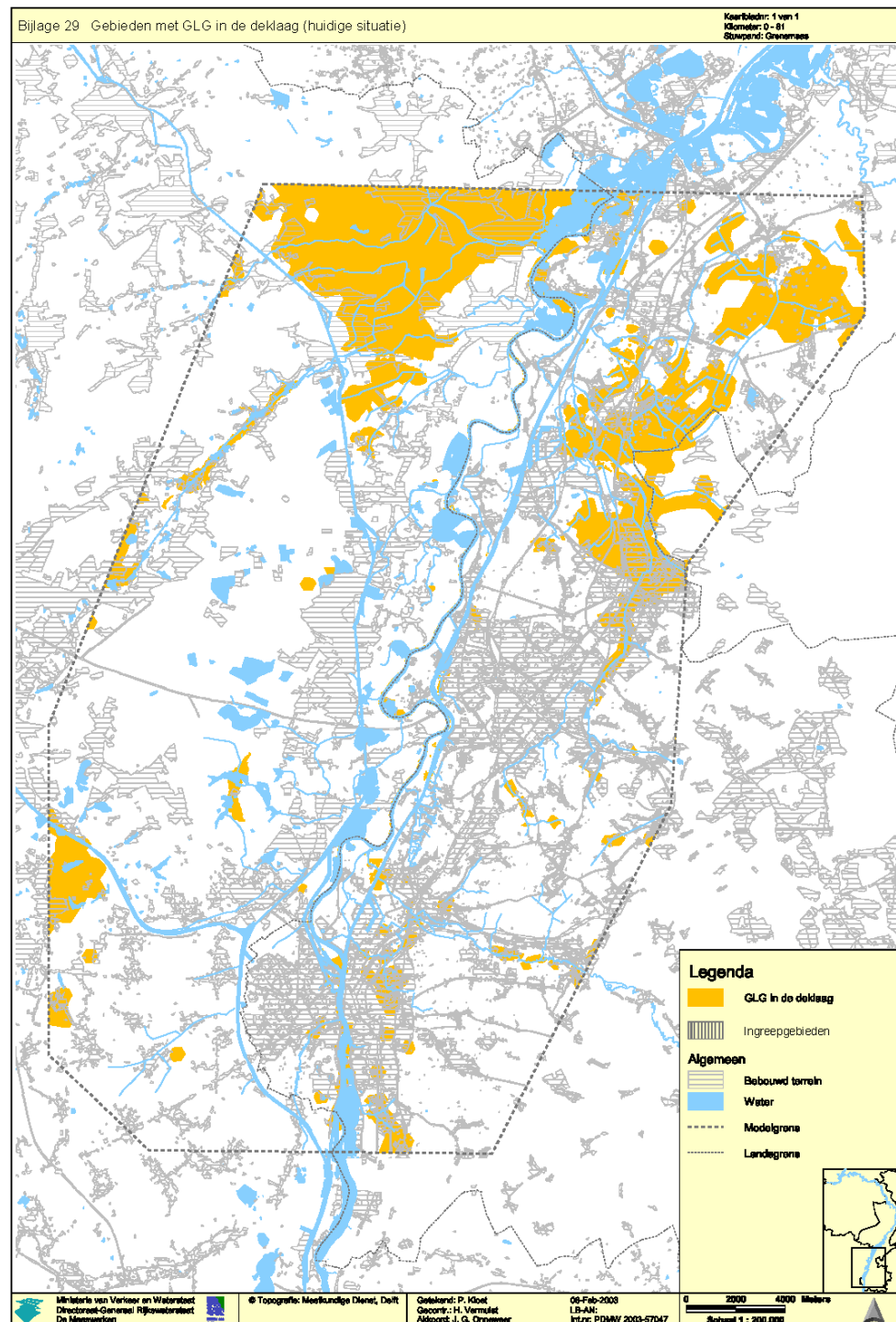
BIJLAGE 28





ROYAL HASKONING

BIJLAGE 29





Bijlage 30 Uitgangspunten zettingsberekeningen

Voor de zettingsberekeningen is uitgegaan van de formules van Terzaghi en Koppejan. Terzaghi houdt alleen rekening met een directe primaire zetting, Koppejan met de (directe) primaire zetting en een seculaire tijdsafhankelijke zetting.

Terzaghi:

$$Z = Z_{z+i} = (d/C) \cdot \ln(\sigma_k + \Delta\sigma_k) / \sigma_k$$

Verklaring symbolen met tussen haakjes de SI-eenheid:

Z	= zakking (m); deze kan het gevolg zijn van zakking (z) en inklinking (i)
d	= dikte samendrukbare laag (m)
C	= constante die een weerstand tegen samendrukking aangeeft (-)
σ_k	= bestaande, gemiddelde korrelspanning in de samendrukbare laag (Pa)
$\Delta\sigma_k$	= toename van de korrelspanning (Pa)
$(\sigma_k + \Delta\sigma_k)$	= nieuwe, gemiddelde korrelspanning in de samendrukbare laag (Pa)

Koppejan:

$$Z = Z_{z+i} = d \cdot (1/C_p + (1/C_s) \cdot \log t/d) \cdot \ln(\sigma_k + \Delta\sigma_k) / \sigma_k$$

Verklaring symbolen met tussen haakjes de SI-eenheid:

C_p	= samendrukkingconstante tijdens primaire periode (-)
C_s	= samendrukkingconstante tijdens seculaire periode (-)
t	= tijdstip (d)

Verder geldt dat:

$$(\sigma_k + \Delta\sigma_k) = \sigma_{\text{tot}} - p_w$$

$$p_w = \rho_w \cdot (\varphi - z)$$

$$\sigma_{\text{tot}} = \sum (d_i \cdot \rho_i)$$

Waarbij:

p_w	= waterspanning (N/m ²)
ρ_w	= soortelijk gewicht water (N/m ³)
ρ_i	= soortelijk gewicht grond (N/m ³)
φ	= stijghoogte (m+NAP)
z	= referentieniveau (m)

In onderstaande tabel X zijn de gebruikte waarden van de constanten ten behoeve van de zettingsberekeningen opgenomen. In tabel Y staan de berekeningsresultaten weergegeven voor de gebieden waar de GLG momenteel in de deklaag staat en na uitvoering van het Grensmaasproject de verlaging van de GLG 25-50 cm bedraagt.



Tabel X- Gebruikte constantes zettingberekeningen

Bodemtype	Samendrukkingsconstante primaire periode C_p	Samendrukkingsconstante seculaire periode C_s	Soortelijk gewicht nat ρ_n (kN/m ³)	Soortelijk gewicht droog ρ_d (kN/m ³)
Grind	600	-	20	18
Zand	450	-	17	15
Klei	25	160	18	13
Veen	7,5	30	10	2

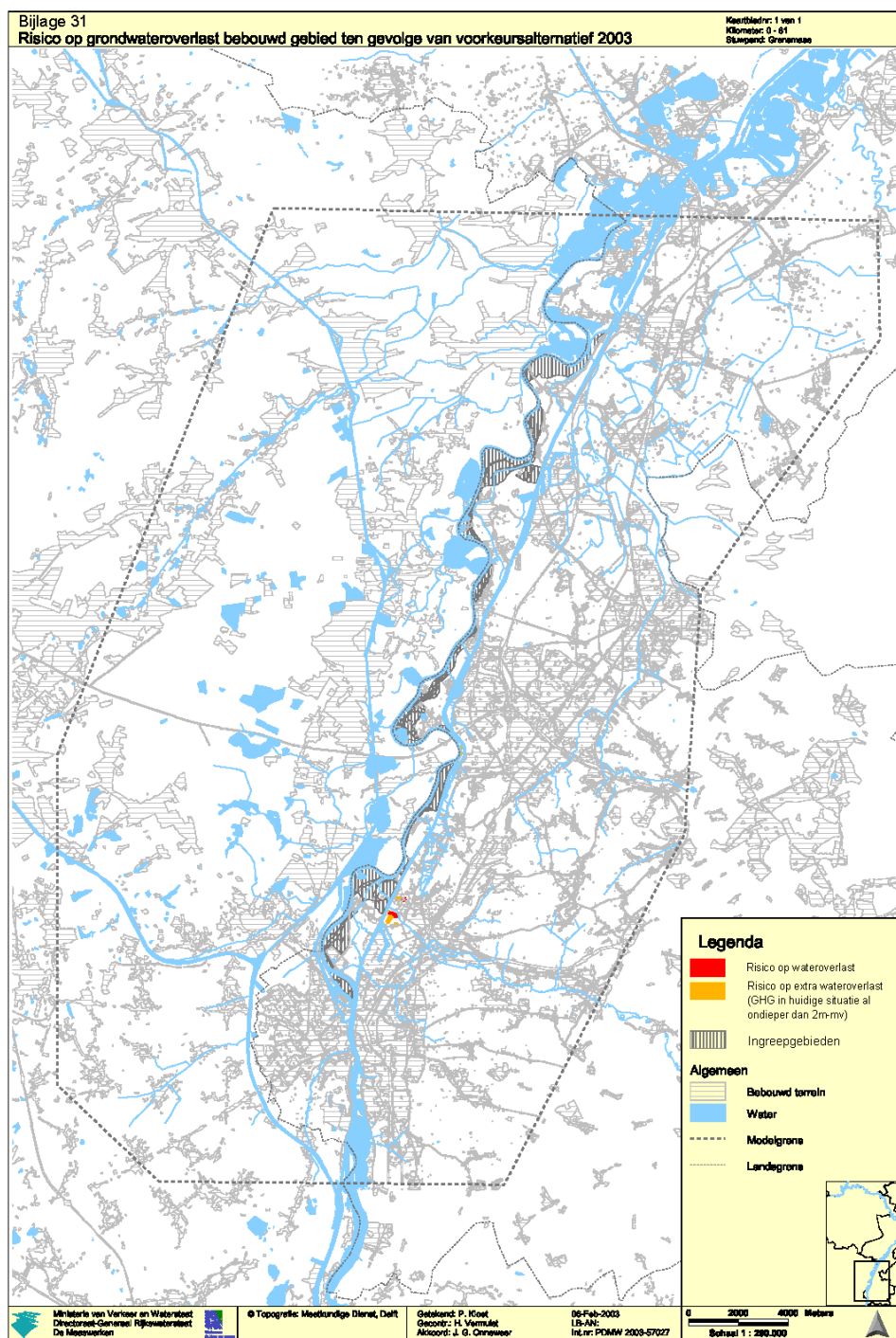
Tabel Y- Resultaten zettingsberekeningen verschillende deelgebieden

deelgebied	dikte dek-laag (m)	huidig GLG (m-mv)	daling GLG in worst case (m)	primaire zetting (mm)	primaire en seculaire zetting		opmerkingen
					na 500 d (mm)	na 10.000d (mm)	
nvt	3	3	0,5	1	1	1	- GLG onder deklaag
1 (Holtum)	3	2,5	0,5	1	2	2	
2 (Siemkens-heuvel)	3	2,5	0,5	2	2	2	- GLG 3-5 m-mv
	4	2,5	0,5	4	5	6	- deklaag 3-4 m dik
	4	3	0,5	3	3	4	
3 (Elen/Rotem/Oude Maas)	3	2,75	0,5	2	2	2	
4(grindwinning Eisden)	1,4	1,15	0,5	4	5	5	
5 (Maas-mechelen)	3	2,75	0,5	1	1	1	
6 (Zutendaal)	4	3,5	0,5	5	6	7	in natuurgebied
7 (Smeermaas)	2	0,75	0,5	9	12	14	- deklaag 0-5 m dik, GLG 0-5 m-mv
	3	0	0,5	29	41	47	- verzadigd deel 0-3 m
	4,5	1,5	0,5	9	12	14	op basis van boring 13 (kb34d93e-B373)



ROYAL HASKONING

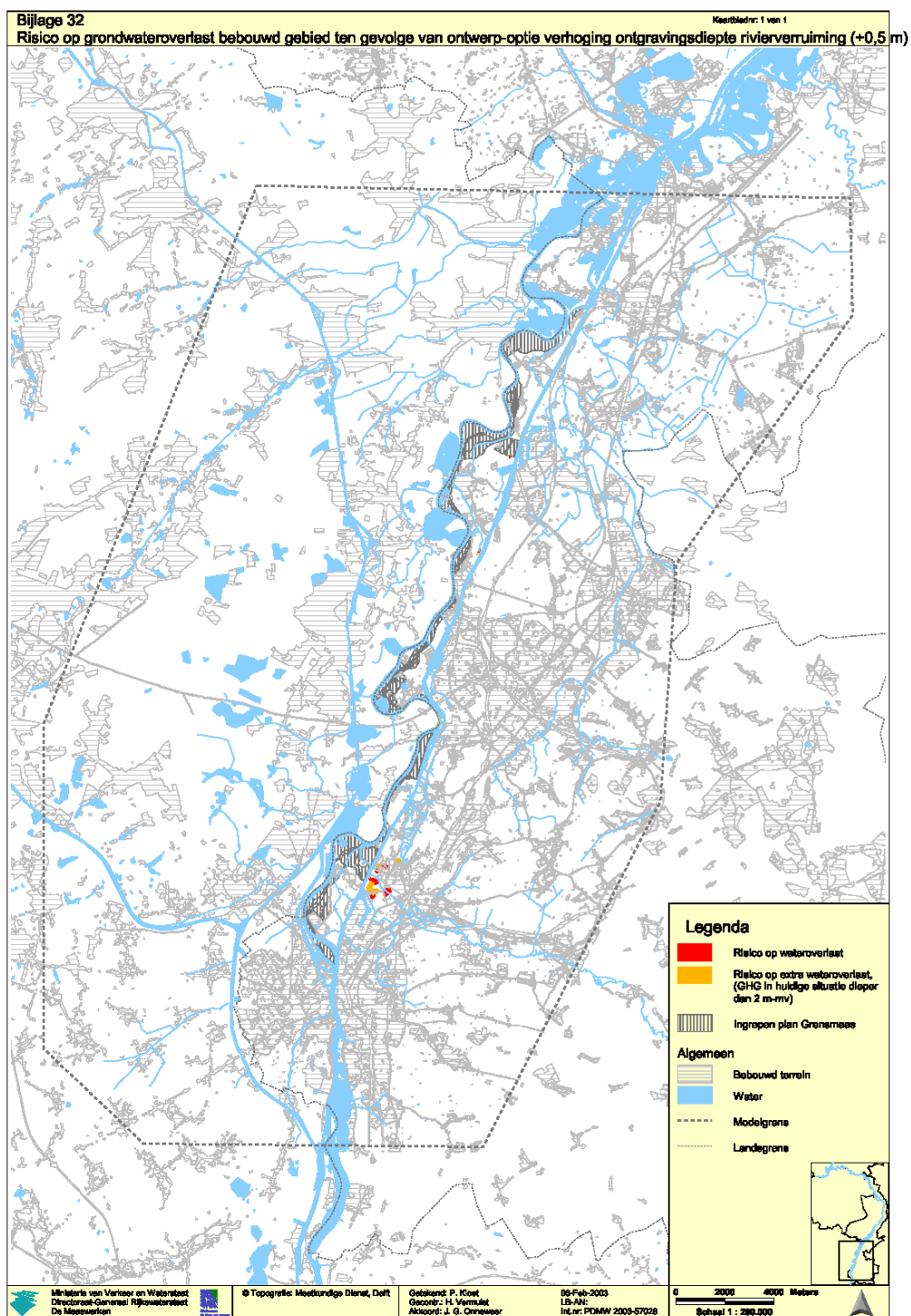
Bijlage 31

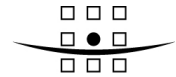




ROYAL HASKONING

Bijlage 32





ROYAL HASKONING

Bijlage 33

