Memo

Onderwerp:	Achtergronddocument grondwatereffecten, alternatieven overnachtingshaven Lobith
Project:	13M3011
Opgesteld door:	Marieke Pfaff
Bestemd voor:	Projectteam Overnachtingshaven Lobith
Documentcode:	13M3011-015
Status:	Definitief
Datum:	30 april 2014

1. Aanleiding

De Boven-Rijn en Waal behoren tot de drukst bevaren vaarwegen in Nederland. De omvang van het goederenvervoer over water neemt nog jaarlijks toe. In de scheepvaart doet zich bovendien een geleidelijke schaalvergroting voor, de gebruikte schepen worden groter. Om de veiligheid van de scheepvaart te borgen, is wettelijk bepaald dat schippers op gezette tijden rust moeten nemen. Om schippers voldoende gelegenheid te geven te rusten zonder op de rivier voor anker te moeten gaan, realiseert Rijkswaterstaat langs hoofdvaarwegen overnachtingshavens.

In de omgeving van Lobith wil het Ministerie van Infrastructuur en Milieu het aantal ligplaatsen vergroten en ligplaatsen realiseren voor grotere schepen. Provincie Gelderland kijkt samen met Rijkswaterstaat en Gemeente Rijnwaarden naar een locatie voor een nieuw te realiseren overnachtingshaven.

De hoofdvraag van het onderzoek voor het Milieutoets is:
"Wat zijn de (milieu-) effecten van een overnachtingshaven op de locaties Beijenwaard, Bijland en Oude Waal? En wat zijn de (milieu-) effecten van de realisatie van een kleine haven in combinatie met de modernisering van de bestaande overnachtingshaven Tuindorp?"

Voor het aspect grondwater is een modelonderzoek uitgevoerd om de effecten op grondwaterstand en kwel in beeld te brengen. De resultaten van de scenarioberekeningen zijn in deze memo beschreven. Tevens zijn de resultaten geanalyseerd om de effecten op functies in beeld te brengen. Ook de resultaten van deze analyse zijn in deze memo opgenomen.

2. Alternatieven

De te onderzoeken alternatieven en de achtergronden van het effectonderzoek en de effectbeoordeling zijn beschreven in de *Uitgangspuntennotitie voor effectonderzoeken milieutoets Overnachtingshaven Lobith – Beoordelingskader effectstudies* (CSO, 2013, 13M3011-003).
De alternatieven zijn:

1. Beijenwaard - grote haven buitendijks
2. Beijenwaard - Grote haven binnendijks
3. Beijenwaard - Kleine haven buitendijks
4. Beijenwaard - Kleine haven binnendijks

5. Bijland - Grote haven in plas
6. Bijland - Grote haven op land
7. Bijland - Kleine haven in plas
8. Bijland - Kleine haven op land
9. Oude Waal - Grote haven (versie 1)
10. Oude Waal - Kleine haven (versie 2)
11. Tuindorp – Modernisering Tuindorp

3. Beoordelingskader

Voor de milieutoets Overnachtingshavens Lobith is een beoordelingskader opgesteld. De grondwatereffecten vallen onder het thema Bodem en Water, aspect grondwater (zie tabel 1). Tevens is een scoretabel voor de alternatieven opgesteld en een toelichting hoe deze voor het aspect grondwater is ingevuld (zie tabel 2 en 3). De effecten van grondwaterverandering werken ook door in de beoordeling voor het aspect dijkstabiliteit, dat in een afzonderlijk document wordt beschreven (Lievense, 2013, document 13M3011-22).

Tabel 1. Beoordelingskader thema Bodem en water

Thema	Aspect	Criteria
Bodem en water	Hydraulische effecten	Effect op waterstanden
		Effect op afvoerverdeling bij Pannerdensche kop
		Effect op stroomsnelheden
	Dijkstabiliteit	Effect op dijkstabiliteit en binnendijkse kwel
	Bodemligging en morfologie	Effect op morfologie van het zomerbed
	(Water)bodemkwaliteit en grondverzet	Effect op bodemkwaliteit
		Effect op grondbalans (duurzaamheid)
	Waterkwaliteit	Effect op de chemische toestand
		Effect op de ecologische toestand
	Grondwater	Effect op stijghoogte
		Effect op verticale stroming van het water (flux)
	Drinkwater	Effect op drinkwaterwinning

Tabel 2. Scoretabel alternatieven

Score	Betekenis
++	Sterk positief effect ten opzichte van de referentiesituatie
+	Positief effect ten opzichte van de referentiesituatie
0	Geen/ neutraal effect ten opzichte van de referentiesituatie
-	Negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie
--	Sterk negatief effect ten opzichte van de referentiesituatie

Grondwater

Het effect op het aspect grondwater wordt beoordeeld door te kijken naar het effect op de stijghoogte en op de verticale stroming van het water (flux), beide ten opzichte van de referentiesituatie.

Tabel 3. Beoordeling aspect grondwater

Score	Betekenis
++	Positief effect door grondwaterhoogte en verticale stroming
+	Positief effect door grondwaterhoogte of verticale stroming
0	Geen verandering grondwaterhoogte of verticale stroming
-	Negatief effect door grondwaterhoogte of verticale stroming
--	Negatief effect door grondwaterhoogte en verticale stroming

4. Beoordeelde aspecten

Naast een algemene beschrijving van de effecten op grondwater zijn de volgende effecten op functies in beeld gebracht:

- Alle extra woningen die met de maatregelen een GHG krijgen ondieper dan 70 centimeter;
- Zettingsrisico van gebouwen;
- Verandering van kwelbezwaar in een T1 en T10 situatie voor het watersysteem.
- De opbrengstderving van landbouwgronden/percelen a.h.v. ´help tabellen´

De effecten van grondwaterverandering op natuur zijn meegenomen in het afzonderlijke natuuronderzoek.

5. Effecten op grondwater

De alternatieven voor de overnachtingshaven Lobith kunnen effect hebben op grondwaterstanden en kwel, doordat ontgravingen plaatsvinden en damwanden worden aangebracht. Deze grondwatereffecten zijn berekend met het grondwatermodel AMIGO. Van de grondwaterberekeningen is een technisch achtergrondrapport samengesteld (Achtergronddocument grondwatereffecten, CSO, 2013, 13M3011-25). De uitkomsten van de modelberekeningen zijn in deze paragraaf beschreven.

Effecten op grondwaterstanden

De effecten op de GLG zijn opgenomen in bijlage 1. Alle alternatieven hebben een daling van de GLG tot gevolg. De omvang van de daling en het gebied waar effecten optreden verschillen per alternatief. De effecten van de alternatieven op de locatie Bijland zijn het kleinste, maximaal -0,3m. Bij het kleine alternatief in de plas (7) is er enkel een effect aan weerszijden van de haveningang. In de andere 3 alternatieven (5, 6, 8) zijn de effecten op Tuindorp maximaal -0,3 m, op Tolkamer maximaal -0,2 m en op Lobith en industrieterrein Bijland maximaal -0,1 m.

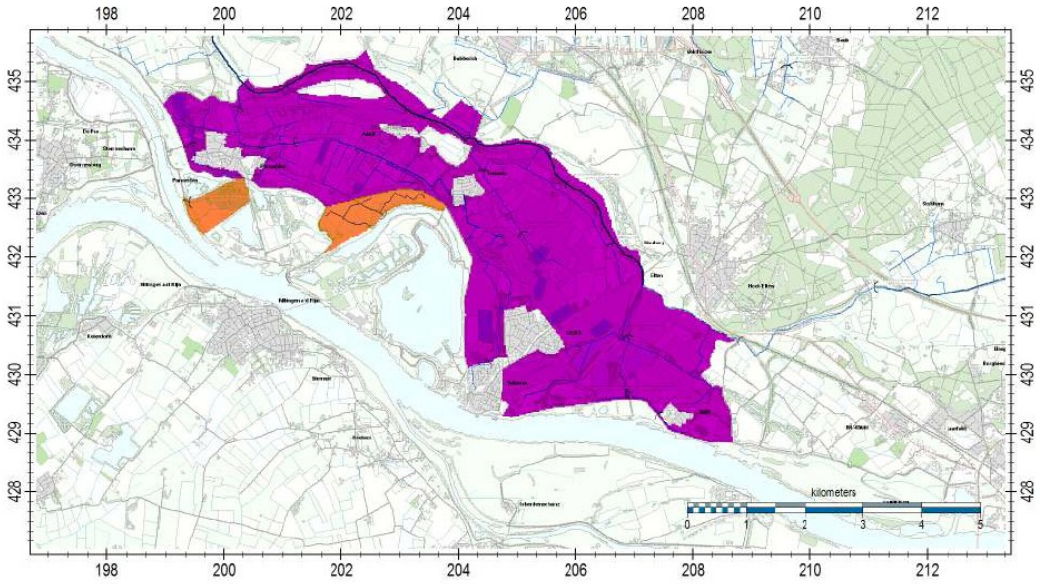
Op de locatie Beijenwaard zijn de effecten dicht rondom de haven -0,8 meter. Verder van de haven af nemen de effecten af. Bij de kleine haven binnendijks (4) is er een effect op de binnendijkse plassen en graslanden. Bij de kleine haven buitendijks (3) reiken de effecten aan de westzijde iets verder en hebben in de oostrand van Lobith een effect van maximaal -0,1 meter. Van de grote haven binnendijks (2) en buitendijks (1) is het effectgebied groter en treedt een kleine verlaging van maximaal -0,1 m op aan de oostzijde van Lobith en de zuidzijde van Elten.

Op de locatie Oude Waal zijn de effecten dicht rondom de haven ook -0,8 m. Hier zijn de effecten ook zichtbaar aan de zuidzijde van de Rijn. In Millingen aan de Rijn is de verlaging maximaal 0,1 m. Aan de noordzijde van de rivier zijn de effecten ter hoogte van de Rijnbandijk afgenomen tot circa -0,2 m. Ter plaatse van recreatiepark en omliggende steenfabrieken is de verlaging circa 0,3 meter. De effecten zijn voor de alternatieven Oude Waal kleine haven (10) en grote haven (9) vergelijkbaar. Voor het alternatief modernisering haven Tuindorp (11) zijn de effecten aanzienlijk kleiner. Deze variëren tussen maximaal 0,6 m westelijk van de bestaande haven tot ca. 0,1 m in de westelijke woonwijken van Lobith/Tolkamer. In de woonkern Tuindorp is het effect ca. 0,3 m.

De effecten op de GHG zijn opgenomen in bijlage 2. De effecten van de alternatieven op de GHG zijn beperkt. Voor de meeste alternatieven is de maximale stijging van de GHG 0,1 m. Alleen voor de alternatieven Oude Waal grote haven (9) en Oude Waal kleine haven (10) is een stijging van de GHG met maximaal 0,2 m berekend in een klein gebied direct ten westen van de aan te leggen overnachtingshaven.

Effecten op kwel

Het gebied waarbinnen grondwatereffecten van de alternatieven optreden liggen in twee stroomgebieden, die zijn weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 3 *Stroomgebieden t.b.v. de waterbalansen*

Het oranje stroomgebied watert af richting de uiterwaarden en het paarse stroomgebied watert af naar gemaal Kandia. Het kwelbezwaar en de verandering van het kwelbezwaar per alternatief per stroomgebied zijn opgenomen in bijlage 3. Het kwelbezwaar is beoordeeld in een T=1 (kans van voorkomen 1 keer per jaar) en een T=10 (kans van voorkomen 1/10 jaar) situatie.

Voor het stroomgebied dat naar de uiterwaarden afwatert leiden de alternatieven voor de Oude Waal tot een afname van de afvoer in pieksituaties. De overige alternatieven hebben nauwelijks invloed. Voor het stroomgebied dat afwatert naar gemaal Kandia leiden de alternatieven voor de Oude Waal in pieksituaties ook tot een afname van de afvoer. De overige alternatieven leiden in de T=1 situatie tot een toename van de afvoer en in de T=10 situatie tot een afname van de

afvoer. De veranderingen in de afvoer zijn met uitzondering van de alternatieven voor de Beijenwaard (1, 2, 3, 4) klein in verhouding tot de totaalafvoer van het gemaal. De alternatieven voor de Beijenwaard (1, 2, 3, 4) worden positief beoordeeld, omdat in de T=10 situatie de afvoer naar het gemaal significant afneemt. In de T=1 situatie neemt de afvoer voor het grote en kleine binnendijkse alternatief toe. Omdat de totaalafvoer naar het gemaal in de T=10 situatie hoger is, is die situatie bepalend voor de beoordeling. Veranderingen kleiner dan 1% zijn als neutraal beoordeeld.

6. Effecten op bebouwing

De effecten op bebouwing zijn omschreven als:

- het aantal woningen met een GHG ondieper dan 70 centimeter beneden maaiveld.
- het zettingsrisico voor gebouwen.

GHG ondieper dan 70 centimeter

De bebouwing van Lobith, Spijk, Tolkamer en Herwen ligt het dichtst bij het locatie. In de huidige situatie zijn er binnen het beïnvloedingsgebied van de alternatieven voor GHG geen woningen met een GHG ondieper dan 70 cm aanwezig. De beperkte stijging met maximaal 0,2 m leidt dan ook niet tot extra woningen met een GHG ondieper dan 70 cm. In Spijk zijn de grondwatereffecten zelfs minder dan 0,05 m.

Zettingsrisico

De bodemsoort ter plaatse van de bebouwing van Lobith, Spijk, Tolkamer en Herwen is zware zavel en lichte klei. Bij grondwaterverlagingen kan het risico op zettingen toenemen. Op basis van de grondwaterberekeningen is bepaald dat de grootste grondwaterstandsverlagende effecten ter plaatse van bebouwing optreden bij de alternatieven op de locatie Bijland (5, 6, 8) nabij bebouwde gebieden van Tuindorp, Tolkamer en Lobith. In deze alternatieven is het zettingsrisico het grootst. Bij het alternatief moderniseren Tuindorp (10) is het zettingsrisico kleiner. In de alternatieven op de locatie Oude Waal (9, 10) is er een klein effect op de bebouwing van Millingen aan de Rijn, ten zuiden van de Rijn en een wat groter effect op het recreatiepark en omliggende steenfabrieken. In de alternatieven voor de Beijenwaard (1, 2, 3, 4) zijn de effecten op bebouwing het kleinst.

Als er echter een slechte grondslag zit, zijn de meeste gebouwen onderheid en hebben dus geen probleem, dan gaat het verder om veranderingen in effectieve korrelspanning in de grond die zetting initiëren. Met de gegeven verlagingen gaat dit om enkele kN, waarbij zetting alleen maar op kan treden al er in het verleden niet significant lagere grondwaterstanden geweest zijn (bijvoorbeeld in periode van extreme droogte). De zettingsrisico´s worden derhalve verwaarloosbaar geacht.

7. Effecten op landbouw

De grondwatereffecten op de landbouw zijn gekwantificeerd als droogteschade en natschade. Het optreden van droogteschade en natschade is gerelateerd aan respectievelijk de GLG en GHG[1], het grondgebruik en het bodemtype. Deze relatie tussen grondwatereffecten en

[1] De GLG is de gemiddeld laagste grondwaterstand en de GHG is de gemiddeld hoogste grondwaterstand. GLG en GHG zijn het langjarig gemiddelde van de 3 laagste of hoogste grondwaterstanden per jaar, over een periode van tenminste acht jaar.

landbouwschade is beschreven in de HELP-tabellen en opgenomen in het Waternood instrumentarium. Met behulp van het Waternood instrumentarium zijn kaarten vervaardigd van de droogteschade en natschade. Deze kaarten zijn opgenomen in bijlage 4, waarbij de huidige schadesituatie en schadeverschillen als gevolg van de alternatieven zijn weergegeven.

Veranderingen van de nat- of droogteschade kleiner of gelijk aan 5% worden neutraal beoordeeld. Veranderingen groter dan 5% en kleiner of gelijk aan 10% worden positief of negatief (+ of -) beoordeeld. Veranderingen groter dan 10% worden sterk positief of sterk negatief (++ of –) beoordeeld.

Droogteschade
In de huidige situatie hebben landbouwpercelen in grote delen van het studiegebied zonder beregening te maken met aanzienlijke droogteschade, in veel gevallen 20 – 50%. Met beregening is er nauwelijks sprake van droogteschade. Daarom is de toe- of afname van droogteschade in eerste instantie onderzocht voor situaties zonder kunstmatige beregening
De alternatieven in de Bijland (5, 6, 7, 8) en Tuindorp (11) hebben geen tot vrijwel geen toename in droogteschade tot gevolg. Voor alternatieven in Beijenwaard (1, 2, 3, 4) en Oude Waal (9, 10) zijn effecten zichtbaar maar veelal nog steeds beperkt, maximaal 5%. Alleen voor sommige landbouwgebieden bij Beijenwaard (1, 2, 3, 4) en Oude Waal (9, 10) is een toename in droogteschade te verwachten van maximaal 10%. Voor Oude Waal geldt verder dat alleen het aangrenzende gebied ten noordoosten effecten tot maximaal 15% laten zien. Als rekening wordt gehouden met kunstmatige beregening worden de negatieven effecten van alle alternatieven teniet gedaan. Er dient dan wel extra beregend te worden. Droogteschade wordt daarom voor alternatieven 1, 2, 3, 4, 9 en 10 als negatief beoordeeld en voor alternatieven 5, 6, 7, 8 en 11 als neutraal.

Natschade
De resultaten voor natschade laten voor alternatieven in de Bijland (5, 6, 7, 8, 11) geheel geen effecten zien. Voor alternatieven in Beijenwaard (1, 2, 3, 4) zijn de effecten beperkt tot een smalle zone ca. 600 meter ten noordoosten van de Spijksedijk met lokale uitschieters tot ca. 20%. Deze effecten worden berekend in of nabij watergangen. Effecten op landbouwpercelen zullen zeer beperkt zijn en worden neutraal beoordeeld. De verandering in natschade voor alternatieven in Oude Waal (9, 10) zijn met maxima van 5% neutraal beoordeeld.

8. Effecten op drinkwaterwinning

Binnen het gebied waar grondwatereffecten optreden zijn geen drinkwaterwinningen en grondwaterbeschermingsgebieden aanwezig.

9. Samenvatting grondwatereffecten

Onderstaande tabel bevat de beoordeling voor de afzonderlijke deelcriteria voor grondwatereffecten. Het criteria woningen met GHG ondieper dan 70 cm en zetting blijkt niet onderscheidend. Uit de beoordeling voor landbouwschade komt een lichte toename van de droogteschade voor de alternatieven voor de Bijland en Oude Waal (1, 2, 3, 4, 9 en 10) naar voren. Gezien de aard van de effecten wordt dit niet gezien als een belangrijk onderscheidend criterium voor de alternatievenafweging. Voor het deelcriterium kwelbezwaar is duidelijk zichtbaar tussen alternatieven in Beijenwaard (1, 2, 3, 4: positief) en Bijland en Oude Waal (5, 6, 7, 8, 9, 10: neutraal). Gezien de beperkte afname van de afvoer in pieksituaties ten opzichte van

de gemaalcapaciteit wordt dit niet gezien als een belangrijk onderscheidend criterium voor de alternatievenafweging.

Tabel 4. Samenvatting effectbeoordeling aspect grondwater

Effect	Alternatief										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Woningen met GHG ondieper dan 70 cm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zettingsrisico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Droogteschade landbouw	-	-	-	-	0	0	0	0	-	-	0
Natschade landbouw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kwelbezwaar	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0
Drinkwaterwinning	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

10. Mitigerende maatregelen

Geconstateerd is dat bij een aantal alternatieven de droogteschade voor de landbouw toeneemt. Dit kan gecompenseerd worden door extra beregening. Hiervoor zijn de volgende mitigerende maatregelen benoemd:

1. Financiële compensatie voor extra benodigde beregening;
2. Voor de aan te leggen damwanden is er vanuit gegaan dat zij de kwelweglengte niet vergroten. Omdat ze niet die functie hebben is de diepte van de damwanden en de waterdichtheid van aansluitingen hier niet op afgestemd. De damwanden zouden echter wel zo ontworpen en aangelegd kunnen worden dat zij de kwelweglengte vergroten en zo het verdrogende effect beperken. Om echt effectief te zijn zouden dan echter over een langer traject damwanden aangelegd moeten worden. Dit is technisch ingrijpende en zodanig kostbare oplossing dat de kosten naar verwachting niet opwegen tegen de baten.
3. Afdichten van de waterbodem van de overnachtingshaven met een kleilaag kan ook het verdrogende effect beperken. Ook dit is een zodanig kostbare oplossing dat de kosten naar verwachting niet opwegen tegen de baten.

Bijlage 1 – Kaartbijlage GLG

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 1
- 0,8 - 1
- 0,6 - 0,8
- 0,4 - 0,6
- 0,3 - 0,4
- 0,2 - 0,3
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - -,1
- -0,05 - 0,05

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel
Verschilkaart GLG alternatief Bijland kleine haven op land

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.2 0.4

Schaal 1:15.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

<VALUE>

- > 1
- 0,8 - 1
- 0,6 - 0,8
- 0,4 - 0,6
- 0,3 - 0,4
- 0,2 - 0,3
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 - 0,05

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel
Verschilkaart GLG alternatief Bijland kleine haven in plas

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:15.000 (A3)

N

MILIEU + RUIMTE + WATER
CSO

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 1
- 0,8 - 1
- 0,6 - 0,8
- 0,4 - 0,6
- 0,3 - 0,4
- 0,2 - 0,3
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 - 0,05

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel
Verschilkaart GLG alternatief Bijland grote haven op land

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.25 0.5
Schaal 1:15.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Stijdhoogteverschil (m.)

- > 1
- 0,8 - 1
- 0,6 - 0,8
- 0,4 - 0,6
- 0,3 - 0,4
- 0,2 - 0,3
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 -0,05

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel
Verschilkaart GLG alternatief Bijland grote haven in plas

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:20.000 (A3)

N

MILIEU + RUIMTE + WATER
CSO

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 1
- 0,8 - 1
- 0,6 - 0,8
- 0,4 - 0,6
- 0,3 - 0,4
- 0,2 - 0,3
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 - 0,05

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel
Verschilkaart GLG alternatief Beijenwaard kleine haven binnendijks

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:25.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 1
- 0,8 - 1
- 0,6 - 0,8
- 0,4 - 0,6
- 0,3 - 0,4
- 0,2 - 0,3
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 - 0,05

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel
Verschilkaart GLG alternatief Beijenwaard kleine haven buitendijks

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:25.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 1
- 0,8 - 1
- 0,6 - 0,8
- 0,4 - 0,6
- 0,3 - 0,4
- 0,2 - 0,3
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 - 0,05

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel
Verschilkaart GLG alternatief Beijenwaard grote haven binnendijks

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:30.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 1
- 0,8 - 1
- 0,6 - 0,8
- 0,4 - 0,6
- 0,3 - 0,4
- 0,2 - 0,3
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 - 0,05

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel
Verschilkaart GLG alternatief Beijenwaard grote haven buitendijks

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:27.500 (A3)

N

MILIEU + RUIMTE + WATER
CSO

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 1
- 0,8 - 1
- 0,6 - 0,8
- 0,4 - 0,6
- 0,3 - 0,4
- 0,2 - 0,3
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 - 0,05

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel
Verschilkaart GLG alternatief Oude Waal versie 1

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:27.500 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 1
- 0,8 - 1
- 0,6 - 0,8
- 0,4 - 0,6
- 0,3 - 0,4
- 0,2 - 0,3
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 - 0,05

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel
Verschilkaart GLG alternatief Oude Waal versie 2

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:27.500 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 1
- 0,8 - 1
- 0,6 - 0,8
- 0,4 - 0,6
- 0,3 - 0,4
- 0,2 - 0,3
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - -,1
- -0,05 - 0,05

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel **Verschilkaart GLG alternatief Tuindorp**

Project Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.2 0.4

Schaal 1:15.000 (A3)

N

MILIEU + RUIMTE + WATER
CSO

Bijlage 2 – Kaartbijlage GHG

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 0,2
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 - 0,05
- -0,1 - -0,05
- -0,2 - -0,1
- -0,3 - -0,2
- -0,4 - -0,3
- > -0,4

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel
Verschilkaart GHG
alternatief
Bijland kleine haven op land

Project
Locatie-afweging
overnachtingsplaatsen
Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur
Paul Karels

Gezien
Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.2 0.4
Schaal 1:10.000 (A3)
N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 0,2
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 - 0,05
- -0,1 - -0,05
- -0,2 - -0,1
- -0,3 - -0,2
- -0,4 - -0,3
- > -0,4

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel
Verschilkaart GHG alternatief Bijland kleine haven in plas

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.25 0.5
Schaal 1:15.000 (A3)

N

MILIEU + RUIMTE + WATER
CSO

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 0,2
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 - 0,05
- -0,1 - -0,05
- -0,2 - -0,1
- -0,3 - -0,2
- -0,4 - -0,3
- > -0,4

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel
Verschilkaart GHG
alternatief
Bijland grote haven op land

Project
Locatie-afweging
overnachtingsplaatsen
Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

0 0.25 0.5 Kilometers

Schaal 1:10.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 0,2
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 - 0,05
- -0,1 - -0,05
- -0,2 - -0,1
- -0,3 -- 0,2
- -0,4 - -0,3
- > -0,4

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel
Verschilkaart GHG alternatief Bijland grote haven in plas

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:17.500 (A3)

N

MILIEU + RUIMTE + WATER
CSO

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 0,2
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 - 0,05
- -0,1 - -0,05
- -0,2 - -0,1
- -0,3 - -0,2
- -0,4 - -0,3
- > -0,4

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel
Verschilkaart GHG alternatief Beijenwaard kleine haven binnendijks

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur
Paul Karels

Gezien
Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.25 0.5
Schaal 1:15.000 (A3)

N

MILIEU + RUIMTE + WATER
CSO

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 0,2
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 - 0,05
- -0,1 - -0,05
- -0,2 - -0,1
- -0,3 - -0,2
- -0,4 - -0,3
- > -0,4

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel
Verschilkaart GHG alternatief Beijenwaard kleine haven buitendijks

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.25 0.5
Schaal 1:15.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 0,2
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 - 0,05
- -0,1 - -0,05
- -0,2 - -0,1
- -0,3 - -0,2
- -0,4 - -0,3
- > -0,4

Grondwaterstand huidige situatie (m. NAP)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel **Verschilkaart GHG alternatief Beijenwaard grote haven binnendijks**

Project Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:17.500 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 0,2
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 - 0,05
- -0,1 - -0,05
- -0,2 - -0,1
- -0,3 - -0,2
- -0,4 - -0,3
- > -0,4

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel Verschilkaart GHG alternatief Beijenwaard grote haven buitendijks

Project Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

0 0.25 0.5 Kilometers

Schaal 1:15.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 0,2
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 - 0,05
- -0,1 - -0,05
- -0,2 - -0,1
- -0,3 - -0,2
- -0,4 - -0,3
- > -0,4

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel
Verschilkaart GHG alternatief Oude Waal versie 1

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:20.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 0,2
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 - 0,05
- -0,1 - -0,05
- -0,2 - -0,1
- -0,3 - -0,2
- -0,4 - -0,3
- > -0,4

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel Verschilkaart GHG alternatief Oude Waal versie 2

Project Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:20.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Stijghoogteverschil (m.)

- > 0,2
- 0,1 - 0,2
- 0,05 - 0,1
- -0,05 - 0,05
- -0,1 - -0,05
- -0,2 - -0,1
- -0,3 - -0,2
- -0,4 - -0,3
- > -0,4

Grondwaterstand huidige situatie (m. -mv)

- < -4
- -4 - -2
- -2 - 0
- 0 - 2
- 2- 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Titel **Verschilkaart GHG alternatief Tuindorp**

Project Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

0 0.2 0.4 Kilometers

Schaal 1:10.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER

Bijlage 3 – Kaartbijlage kwelbezwaar

Contour alternatief

Kwelverschil (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,1
- -0,1 - 0,1
- 0,1 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- > -4

Jaargem. kwel (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,5
- -0,5 - 0
- 0 - 0,5
- 0,5 - 1
- 1 - 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- > 6

Titel
Verschilkaart Kwel alternatief Bijland kleine haven op land

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.2 0.4
Schaal 1:10.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Kwelverschil (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,1
- -0,1 - 0,1
- 0,1 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- > -4

Jaargem. kwel (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,5
- -0,5 - 0
- 0 - 0,5
- 0,5 - 1
- 1 - 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- > 6

Titel
Verschilkaart Kwel alternatief Bijland kleine haven in plas

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.2 0.4
Schaal 1:10.000 (A3)
N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Kwelverschil (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,1
- -0,1 - 0,1
- 0,1 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- > -4

Jaargem. kwel (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,5
- -0,5 - 0
- 0 - 0,5
- 0,5 - 1
- 1 - 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- > 6

Titel
Verschilkaart Kwel alternatief Bijland grote haven op land

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.2 0.4
Schaal 1:10.000 (A3)

N

MILIEU + RUIMTE + WATER
CSO

Contour alternatief

Kwelverschil (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,1
- -0,1 - 0,1
- 0,1 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- > -4

Jaargem. kwel (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,5
- -0,5 - 0
- 0 - 0,5
- 0,5 - 1
- 1 - 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- > 6

Titel
Verschilkaart Kwel
alternatief
Bijland grote haven in plas

Project
Locatie-afweging
overnachtingsplaatsen
Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.2 0.4

Schaal 1:15.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Kwelverschil (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,1
- -0,1 - 0,1
- 0,1 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- > -4

Jaargem. kwel (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,5
- -0,5 - 0
- 0 - 0,5
- 0,5 - 1
- 1 - 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- > 6

Titel
Verschilkaart Kwel alternatief Beijenwaard kleine haven binnendijks

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.2 0.4

Schaal 1:25.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Kwelverschil (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,1
- -0,1 - 0,1
- 0,1 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- > -4

Jaargem. kwel (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,5
- -0,5 - 0
- 0 - 0,5
- 0,5 - 1
- 1 - 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- > 6

Titel
Verschilkaart Kwel alternatief Beijenwaard kleine haven binnendijks

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.2 0.4

Schaal 1:25.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Kwelverschil (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,1
- -0,1 - 0,1
- 0,1 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- > -4

Jaargem. kwel (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,5
- -0,5 - 0
- 0 - 0,5
- 0,5 - 1
- 1 - 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- > 6

Titel

Verschilkaart Kwel alternatief Beijenwaard grote haven buitendijks

Project

Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever

Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.2 0.4

Schaal 1:25.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Kwelverschil (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,1
- -0,1 - 0,1
- 0,1 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- > -4

Jaargem. kwel (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,5
- -0,5 - 0
- 0 - 0,5
- 0,5 - 1
- 1 - 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- > 6

Titel
Verschilkaart Kwel alternatief Beijenwaard kleine haven binnendijks

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.2 0.4

Schaal 1:25.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Kwelverschil (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,1
- -0,1 - 0,1
- 0,1 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- > -4

Jaargem. kwel (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,5
- -0,5 - 0
- 0 - 0,5
- 0,5 - 1
- 1 - 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- > 6

Titel
Verschilkaart Kwel
alternatief
Oude Waal versie 1

Project
Locatie-afweging
overnachtingsplaatsen
Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.2 0.4

Schaal 1:20.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Kwelverschil (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,1
- -0,1 - 0,1
- 0,1 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- > -4

Jaargem. kwel (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,5
- -0,5 - 0
- 0 - 0,5
- 0,5 - 1
- 1 - 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- > 6

Titel
Verschilkaart Kwel alternatief Oude Waal versie 2

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	12-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.2 0.4

Schaal 1:20.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Kwelverschil (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,1
- -0,1 - 0,1
- 0,1 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- > -4

Jaargem. kwel (m3/dag, per cel 25x25 m.)

- > -2
- -2 - -1
- -1 - -0,5
- -0,5 - 0
- 0 - 0,5
- 0,5 - 1
- 1 - 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- > 6

Titel
Verschilkaart Kwel alternatief Tuindorp

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Marieke Pfaff-Wagenaar

Kilometers
0 0.2 0.4

Schaal 1:16.538 (A3)

N

MILIEU + RUIMTE + WATER
CSO

Bijlage 4 – Kaartbijlage landbouwschade

Contour alternatief

Toename droogteschade (%)

- 20 - 25%
- 15- 20%
- 10 - 15%
- 5 - 10%
- 1 - 5%

Droogteschade (%)

- 1 - 5%
- 5 - 10%
- 10 - 15%
- 15 - 20%
- 20 - 50%

Titel
Droogteschade voor landbouw (zonder beregening) alternatief Bijland kleine haven op land

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Jeroen Rijnbeek

Kilometers
0 0.25 0.5
Schaal 1:15.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Toename droogteschade (%)

- 20 - 25%
- 15- 20%
- 10 - 15%
- 5 - 10%
- 1 - 5%

Droogteschade (%)

- 1 - 5%
- 5 - 10%
- 10 - 15%
- 15 - 20%
- 20 - 50%

Titel
Droogteschade voor landbouw (zonder beregening) alternatief Bijland kleine haven in plas

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Jeroen Rijnbeek

Kilometers
0 0.25 0.5
Schaal 1:15.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Toename droogteschade (%)

- 20 - 25%
- 15- 20%
- 10 - 15%
- 5 - 10%
- 1 - 5%

Droogteschade (%)

- 1 - 5%
- 5 - 10%
- 10 - 15%
- 15 - 20%
- 20 - 50%

Titel **Droogteschade voor landbouw (zonder beregening) alternatief Bijland grote haven op land**

Project Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Jeroen Rijnbeek

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:20.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Toename droogteschade (%)

- 20 - 25%
- 15- 20%
- 10 - 15%
- 5 - 10%
- 1 - 5%

Droogteschade (%)

- 1 - 5%
- 5 - 10%
- 10 - 15%
- 15 - 20%
- 20 - 50%

Titel **Droogteschade voor landbouw (zonder beregening) alternatief Bijland grote haven in plas**

Project Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Jeroen Rijnbeek

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:20.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Toename droogteschade (%)

- 20 - 25%
- 15- 20%
- 10 - 15%
- 5 - 10%
- 1 - 5%

Droogteschade (%)

- 1 - 5%
- 5 - 10%
- 10 - 15%
- 15 - 20%
- 20 - 50%

Titel **Droogteschade voor landbouw (zonder beregening) Beijenwaard kleine haven binnendijks**

Project Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Jeroen Rijnbeek

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:20.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Toename droogteschade (%)

- 20 - 25%
- 15- 20%
- 10 - 15%
- 5 - 10%
- 1 - 5%

Droogteschade (%)

- 1 - 5%
- 5 - 10%
- 10 - 15%
- 15 - 20%
- 20 - 50%

Titel **Droogteschade voor landbouw (zonder beregening) Beijenwaard kleine haven buitendijks**

Project Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Jeroen Rijnbeek

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:20.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Toename droogteschade (%)

- 20 - 25%
- 15- 20%
- 10 - 15%
- 5 - 10%
- 1 - 5%

Droogteschade (%)

- 1 - 5%
- 5 - 10%
- 10 - 15%
- 15 - 20%
- 20 - 50%

Titel **Droogteschade voor landbouw (zonder beregening) Beijenwaard grote haven binnendijks**

Project Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Jeroen Rijnbeek

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:20.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Toename droogteschade (%)

- 20 - 25%
- 15- 20%
- 10 - 15%
- 5 - 10%
- 1 - 5%

Droogteschade (%)

- 1 - 5%
- 5 - 10%
- 10 - 15%
- 15 - 20%
- 20 - 50%

Titel **Droogteschade voor landbouw (zonder beregening) Beijenwaard grote haven buitendijks**

Project Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Jeroen Rijnbeek

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:20.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Toename droogteschade (%)

- 20 - 25%
- 15- 20%
- 10 - 15%
- 5 - 10%
- 1 - 5%

Droogteschade (%)

- 1 - 5%
- 5 - 10%
- 10 - 15%
- 15 - 20%
- 20 - 50%

Titel Droogteschade voor landbouw (zonder beregening) alternatief Oude Waal versie 1

Project Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Jeroen Rijnbeek

Kilometers
0 0.25 0.5
Schaal 1:15.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Toename droogteschade (%)

- 20 - 25%
- 15- 20%
- 10 - 15%
- 5 - 10%
- 1 - 5%

Droogteschade (%)

- 1 - 5%
- 5 - 10%
- 10 - 15%
- 15 - 20%
- 20 - 50%

Titel Droogteschade voor landbouw (zonder beregening) alternatief Oude Waal versie 2

Project Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Jeroen Rijnbeek

0 0.25 0.5 Kilometers

Schaal 1:15.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER

Contour alternatief

Toename natschade

- >20%
- 15 - 20%
- 10 - 15%
- 5 - 10%
- 1 - 5%
- < 0%

Natschade huidige situatie

- 1 - 5%
- 5 - 10%
- 10 - 15%
- 15 - 20%
- 20 - 75%

Titel
Natschade voor landbouw alternatief Bijland kleine haven op land

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Jeroen Rijnbeek

Kilometers
0 0.25 0.5
Schaal 1:15.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Toename natschade

- >20%
- 15 - 20%
- 10 - 15%
- 5 - 10%
- 1 - 5%
- < 0%

Natschade huidige situatie

- 1 - 5%
- 5 - 10%
- 10 - 15%
- 15 - 20%
- 20 - 75%

Titel
Natschade voor landbouw alternatief Bijland kleine haven in plas

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

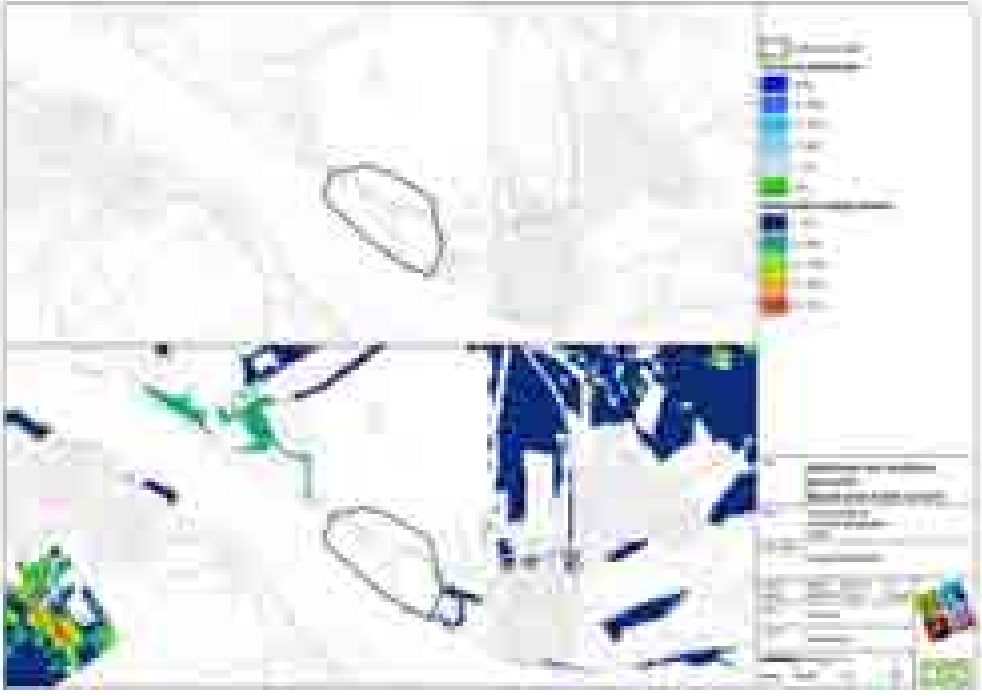
Gezien Jeroen Rijnbeek

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:15.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO



Contour alternatief

Toename natschade

- >20%
- 15 - 20%
- 10 - 15%
- 5 - 10%
- 1 - 5%
- < 0%

Natschade huidige situatie

- 1 - 5%
- 5 - 10%
- 10 - 15%
- 15 - 20%
- 20 - 75%

Titel
Natschade voor landbouw
alternatief
Bijland grote haven in plas

Project
Locatie-afweging
overnachtingsplaatsen
Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Jeroen Rijnbeek

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:20.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Toename natschade

>20%

15 - 20%

10 - 15%

5 - 10%

1 - 5%

< 0%

Natschade huidige situatie

1 - 5%

5 - 10%

10 - 15%

15 - 20%

20 - 75%

Titel

Natschade voor landbouw alternatief Beijenwaard kleine haven binnendijks

Project

Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever

Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Jeroen Rijnbeek

Kilometers

0 0.25 0.5

Schaal 1:15.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER

CSO

Contour alternatief

Toename natschade

>20%

15 - 20%

10 - 15%

5 - 10%

1 - 5%

< 0%

Natschade huidige situatie

1 - 5%

5 - 10%

10 - 15%

15 - 20%

20 - 75%

Titel
Natschade voor landbouw alternatief Beijenwaard kleine haven buitendijks

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Jeroen Rijnbeek

Kilometers
0 0.25 0.5
Schaal 1:15.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Toename natschade

>20%

15 - 20%

10 - 15%

5 - 10%

1 - 5%

< 0%

Natschade huidige situatie

1 - 5%

5 - 10%

10 - 15%

15 - 20%

20 - 75%

Titel
Natschade voor landbouw alternatief Beijenwaard grote haven binnendijks

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Jeroen Rijnbeek

Kilometers
0 0.25 0.5
Schaal 1:15.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Toename natschade

>20%

15 - 20%

10 - 15%

5 - 10%

1 - 5%

< 0%

Natschade huidige situatie

1 - 5%

5 - 10%

10 - 15%

15 - 20%

20 - 75%

Titel
Natschade voor landbouw alternatief Beijenwaard grote haven buitendijks

Project
Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Jeroen Rijnbeek

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:15.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Toename natschade

>20%

15 - 20%

10 - 15%

5 - 10%

1 - 5%

< 0%

Natschade huidige situatie

1 - 5%

5 - 10%

10 - 15%

15 - 20%

20 - 75%

Titel
Natschade voor landbouw
alternatief
Oude Waal versie 1

Project
Locatie-afweging
overnachtingsplaatsen
Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief

Auteur Paul Karels

Gezien Jeroen Rijnbeek

Kilometers
0 0.25 0.5

Schaal 1:20.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER
CSO

Contour alternatief

Toename natschade

>20%

15 - 20%

10 - 15%

5 - 10%

1 - 5%

< 0%

Natschade huidige situatie

1 - 5%

5 - 10%

10 - 15%

15 - 20%

20 - 75%

Titel	Natschade voor landbouw alternatief Oude Waal versie 2
Project	Locatie-afweging overnachtingsplaatsen Lobith
Opdrachtgever	Provincie Gelderland

Projectnr.	13M3011	*Kaartnr.*	nvt
Datum	28-08-2013	*Status*	definitief
Auteur	Paul Karels		
Gezien	Jeroen Rijnbeek		

Kilometers

0 0.25 0.5

Schaal 1:20.000 (A3)

N

MILIEU × RUIMTE × WATER

CSO



Achtergronddocument grondwatereffecten

Alternatieven overnachtingshaven Lobith

Transparent approach, swift results

MILIEU ▪ RUIMTE ▪ WATER

CSO



Achtergronddocument grondwatereffecten

Alternatieven overnachtingshaven Lobith

Opdrachtgever
Provincie Gelderland

Contactpersoon
Jelmer Reyntjes

CSO Adviesbureau
Postbus 2
3980 CA Bunnik
Tel. 030 – 659 43 21
Fax 030 – 657 17 92
info@cso.nl

Contactpersoon CSO
Dhr. J. Rijnbeek
Mw. M. Pfaff-Wagenaar

Projectcode: 13M3011
Document: 13M3011-025
Versiedatum: 11-9-2013
Status: Concept

Autorisatie

Opgesteld door
M. Pfaff-Wagenaar
Projectleider grondwateronderzoek

Handtekening

….....

Akkoord bevonden door
J. Rijnbeek
Projectleider

Handtekening

….....

Contactgegevens projectleider
Dhr. J. Rijnbeek
030 659 43 91
j.rijnbeek@cso.nl

1. Inleiding

Ten behoeve van het planMER en de Passende Beoordeling voor de Overnachtingshavens bleek het noodzakelijk de grondwatereffecten van de ingrepen te bepalen. Daarvoor zijn modelberekeningen uitgevoerd door Arcadis. De resultaten worden door CSO verwerkt in het planMER en door Witteveen+Bos in de Passende beoordeling.

Arcadis heeft het verzoek gekregen rekenresultaten op te leveren met een korte verantwoordingsrapportage. De rapportage van de resultaten wordt door CSO en Witteveen+Bos gedaan.

De modellering is gestart met een validatie van het beschikbare grondwatermodel AMIGO voor dit plangebied. De validatieresultaten hebben er toe geleid dat nader onderzoek is uitgevoerd om de oorzaken van afwijkingen in beeld te brengen en dat een aantal modelaanpassingen zijn doorgevoerd. De werkzaamheden en afspraken zijn gerapporteerd in een aantal memo's en overlegverslagen, onderbouwd met kaarten, tabellen en grafieken.

Bij de eindbespreking bleek er behoefte te zijn aan een totaalrapport, zodat ook in de toekomst de achtergronden bij het project nog terug te lezen zijn. Dit totaalrapport ligt voor u in de vorm van een verzamelrapport van memo's en overlegverslagen in chronologische volgorde.

Document	Voorstel tot wijziging 2 – Grondwateronderzoek (VTW01)		
Documenttype	Voorstel tot wijziging		
Documentnummer	13M3011-011		
Versienummer	2	**Opgesteld door** M. Pfaff	
Versiedatum	18 juli 2013	**Akkoord bevonden door** J. Rijnbeek	
Status	Definitief	**Paraaf**	

1. Aanleiding

CSO heeft van de provincie Gelderland de vraag gekregen om een aanbieding uit te brengen voor het modelleren en analyseren van de effecten op het grondwater van de verschillende locaties die onderzocht worden binnen het project Overnachtingshaven Lobith. Deze aanvullende opdracht is bedoeld primair bedoeld voor de Plan-MER (o.a. conform de eisen van het waterschap) en maar wordt tevens gebruikt in de Passende Beoordeling die door Witteveen+Bos wordt uitgevoerd.

2. Omschrijving meer- en minderwerk

Ten behoeve van de bepaling van grondwatereffecten worden de huidige situatie en de situatie na aanleg voor 11 alternatieven met een grondwatermodel doorgerekend. De uitkomsten van de modelberekeningen bestaan uit kaarten met grondwaterstanden en kwelfluxen.

De resultaten worden geanalyseerd om de effecten ten behoeve van het Plan-MER te bepalen. De effecten na aanleg worden op basis van de modelresultaten bepaald. Vooralsnog gaan wij er vanuit dat geen aanvullende berekeningen nodig zijn van de situatie tijdens aanleg en de lange termijn effecten. Het uitgangspunt is dat de aanlegwerkzaamheden van dien aard zijn dat de effecten tijdens de uitvoering gelijk zijn aan de effecten direct na aanleg. Ook wordt er vanuit gegaan dat de op lange termijn de grondwatereffecten wat zullen uitdempen, doordat zich een sliblaag op de bodem van de overnachtingshavens afzet, en dat het volstaat dit kwalitatief te beschrijven. Mocht tijdens de werkzaamheden blijken dat er toch aanleiding is voor één of meerdere alternatieven aanvullende berekeningen uit te voeren dan zullen wij dit met u afstemmen en de consequenties voor planning en kosten aangeven.

Waterschap Rijn en IJssel wil in het MER de volgende effecten in beeld gebracht zien:

- Alle extra woningen die met de maatregelen een GHG krijgen ondieper dan 70 centimeter;
- De opbrengstderving van landbouwgronden/percelen a.h.v. help tabellen;
- Zettingsrisico van gebouwen;
- Verandering van kwelbezwaar in een T1 en T10 situatie voor het watersysteem.

Om de opbrengstderving van landbouwgronden te bepalen is een nabewerking van de modelresultaten nodig. Deze nabewerking wordt uitgevoerd met behulp van het Waternood-instrumentarium. Hierin zijn de geactualiseerde HELP-tabellen opgenomen. Op basis van bodemkaart, grondgebruikskaart en kaarten met grondwaterstanden worden kaarten vervaardigd van de opbrengstderving. De resultaten worden tevens uitgeleverd aan Witteveen+Bos ten behoeve van de Passende Beoordeling.

De op te leveren producten zijn:

- GHG, GLG, GVG en gem. grondwaterstand grids voor de huidige situatie en de 11 alternatieven (ASCI);
- Kwel/infiltratiegrid voor de huidige situatie en de 11 alternatieven (ASCI);
- Grids met opbrengstderving voor de landbouw voor de huidige situatie en de 11 alternatieven (ASCI);
- Verantwoordingsrapportage van de modelberekeningen;
- Memo kwaliteitsborging;
- Beknopte rapportage met analyse van de modelresultaten en de consequenties van de grondwaterveranderingen[1], onderbouwd met kaartmateriaal waarop de belangrijkste effecten zijn weergegeven.

Aanlevering gegevens:

- De provincie Gelderland dient de bodemkaart 1:50.000, LGN en AHN aan te leveren als digitaal bestand, geschikt om in GIS in te lezen;
- CSO zorgt voor de GIS-bestanden van de ligging en eigenschappen (afmetingen, diepte) van de alternatieven.
- CSO zorgt voor de benodigde afvoergolven voor een T1 en T10 situatie.

3. Werkwijze en planning

Werkwijze

Voor het onderzoek wordt gebruik gemaakt van het regionaal grondwatermodel (AMIGO), beschikbaar bij het bevoegde waterschap Rijn & IJssel. CSO besteed het rekenwerk uit aan Arcadis, dat ervaring heeft met het rekenen met AMIGO. De modelresultaten worden na kwaliteitscontrole door CSO uitgeleverd aan Witteveen+Bos ten behoeve van de natuurtoets en door CSO zelf geanalyseerd ten behoeve van de effectbeoordeling in het Plan-MER. CSO is verantwoordelijk voor de kwaliteit van de resultaten en is voor zowel de provincie Gelderland als Witteveen+Bos het eerste aanspreekpunt. Witteveen+Bos wordt uitgenodigd voor de overleggen en in de gelegenheid gesteld inbreng te leveren op de te maken keuzes m.b.t. modelinvoer en validatie en de beoordeling van de resultaten[2]. De werkwijze voor de modellering is beschreven in bijlage B.

Om de opbrengstderving van landbouwgronden te bepalen is een nabewerking van de modelresultaten nodig. Deze nabewerking wordt uitgevoerd met behulp van het Waternood instrumentarium. Hierin zijn de geactualiseerde HELP-tabellen opgenomen. Op basis van bodemkaart, grondgebruikskaart en kaarten met grondwaterstanden worden kaarten vervaardigd van de opbrengstderving.

Risico's

Voor het project worden de volgende risico's en beheersmaatregelen voorzien:

- Risico: De gevraagde nauwkeurigheid van 5 cm wordt niet gehaald met de modelberekeningen.
  Beheersmaatregel: Bij de start van het project wordt het model voor het plangebied gevalideerd.

[1] De consequenties van grondwaterveranderingen voor natuur worden door Witteveen+Bos in beeld gebracht en als apart voorstel tot wijziging ingediend bij de opdrachtgever.
[2] De kosten van Witteveen+Bos zijn niet in dit VTW inbegrepen

Mocht na validatie blijken dat met het model niet de gevraagde rekennauwkeurigheid van 5 cm wordt gehaald, dan wordt met de opdrachtgever van de provincie Gelderland besproken hoe verder te gaan.

- Risico: Het onderzoek wordt uitgevoerd ten behoeve van de effectbeoordeling in het Plan-MER en de Passende Beoordeling. Mogelijk is voor de Passende Beoordeling een groter detailniveau nodig, dan voor het Plan-MER. Beheersmaatregel: Witteveen+Bos wordt bij de modelkeuzes betrokken en in de gelegenheid gesteld in te brengen wat voor de Passende Beoordeling benodigd is.
- Risico: De planning is erg krap en kan alleen worden gehaald als alles meezit. Beheersmaatregel: Indien eerder opdracht wordt verleend kan voor het startoverleg al wat voorwerk worden gedaan, waardoor enkele dagen gewonnen kunnen worden.
- Risico: Arcadis stelt voorwaarden die voor provincie Gelderland niet acceptabel zijn, waardoor de voorgestelde aanpak en planning niet kunnen worden gerealiseerd. Beheersmaatregel: De offerte van Arcadis is integraal opgenomen in dit VTW zodat provincie Gelderland hiervan op de hoogte is.

Planning

- Uiterlijk 15/7 12.00 uur mondeling of schriftelijk akkoord
- 16/7 startoverleg
- week 29 t/m 30 modelvalidatie
- 25 of 30 juli bespreking resultaten validatie
- Week 31 t/m 32 modellering alternatieven en rapportage
- week 33 kaarten vervaardigen, kwaliteitsbeoordeling en voorbereiding opleveringsoverleg
- 16 augustus opleveringsoverleg CSO/Arcadis/Witteveen+Bos en uitlevering modelresultaten [3]
- week 34 analyse resultaten en rapportage door CSO, tevens opnemen effecten in MER
- 23 augustus oplevering conceptrapportage (en tevens oplevering conceptstukken PlanMER)

Na afronding van de modelvalidatie zal Arcadis direct doorgaan met de scenarioberekeningen van de alternatieven, om de bovenstaande planning te kunnen halen. Met de (voorbereidingen voor de) scenarioberekeningen wordt niet gewacht tot na de bespreking van de validatieresultaten. Deze afspraak geldt tenzij de validatieresultaten zodanig zijn dat de gewenste nauwkeurigheid van 5 cm voor de scenarioberekeningen in het geding is. In dat geval zal Arcadis CSO informeren en neemt CSO contact op met de opdrachtgever om de consequenties en de gewenste vervolgaanpak te bespreken. Binnen de planning is geen ruimte voor extra berekeningen. Mocht gedurende de werkzaamheden blijken dat extra berekeningen gewenst zijn dan worden deze na 16 augustus uitgevoerd.

[3] Met waterschap Rijn en IJssel wordt nog overlegd over hun (toetsende) rol inzake de het grondwateronderzoek.

Bijlage A: Kostenoverzicht

Bijlage B: Offerte modelberekeningen

ARCADIS
Infrastructuur · Water · Milieu · Gebouwen

ARCADIS NEDERLAND BV
Het Rietveld 59a
Postbus 673
7300 AR Apeldoorn
Tel 055 5815 999
Fax 055 5815 599
www.arcadis.nl

CSO adviesbureau
Mevrouw M. Pfaff-Wagenaar
Postbus 2
3980 CA BUNNIK

DIVISIE WATER

Onderwerp:
Geohydrologische modellering Lobith

Apeldoorn,
8 juli 2013

Contactpersoon:
W. Bakx MSC.

Telefoonnummer:
+31 627060904

E-mail:
wiecher.bakx@arcadis.nl

Ons kenmerk:
077190408:0.1

Projectnummer:
C01011.200085.0100/SD

Geachte mevrouw Pfaff-Wagenaar,

In uw mail d.d. 2 juli 2013 vraagt u ARCADIS een offerte uit te brengen voor ondersteuning bij uw project "Overnachtingshaven Lobith" (13M3011). In een bijgevoegde memo (documentcode: 13M3011MEMGEO-1) heeft u de werkzaamheden met betrekking tot geohydrologische modellering nader gespecificeerd. Na telefonisch overleg tussen u en de heer Klutman van ons bureau heeft dit geleid tot de werkzaamheden. Wij zijn verheugd u een aanbieding te mogen doen en daarmee een bijdrage te kunnen leveren aan dit project.

Definitie van het project
In he kader van de PlanMER dienen 11 verschillende varianten te worden gewogen op milieueffecten. Om (een deel) van deze beoordeling uit te kunnen voeren, is het effect op geohydrologie nodig om een toetsing of effectbeoordeling uit te kunnen voeren. Onze bijdrage bestaat uit het uitvoeren van de grondwatermodellering en het aanleveren van de rekenresultaten. Enige andere bijdrage, waaronder het analyseren van de resultaten, maken expliciet geen deel uit van deze opdracht.

Het effect van de ingreep dient inzichtelijk te worden gemaakt voor gemiddelde omstandigheden (langjarig gemiddelde), en voor een extreme rivierafvoer op de Rijn bij Lobith. Uitgangspunt is dat deze situatie zich reeds heeft voorgedaan in de beschikbare modelperiode van AMIGO (1994-2004). Afwijkende effecten, bijvoorbeeld tijdens de aanleg of rekening houdend met autonome ontwikkelingen, of een hoogwatergebeurtenis anders dan de hiervoor genoemde periode, kunnen met het grondwatermodel inzichtelijk worden gemaakt. Deze berekeningen maken geen deel uit van de voorliggende aanbieding. Wanneer een kwantitatieve onderbouwing gewenst is, zijn wij graag bereid u hiervoor een aanvullende aanbieding te doen.

CR&ATING TOMORROW
ARCADIS & KNHM 125 JAAR
www.creatingtomorrow.com

Divisie Water is gecertificeerd voor:
ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001
en de CO2-Prestatieladder

Handelsregister
09036504

Uit te voeren werkzaamheden

Startoverleg
Het project begint met een startoverleg. Bij dit overleg zal onze specialist de inhoud en de werkwijze nogmaals met u afstemmen.

1. Modelvalidatie
De eerste stap die wordt uitgevoerd is een eenvoudige validatie van het AMIGO grondwatermodel om de kwaliteit van het grondwatermodel te kunnen duiden. Deze validatie bestaat uit een korte controle van de modelschematisatie en modelparameters in het onderzoeksgebied. Daarnaast zal de nauwkeurigheid worden gekwantificeerd door de berekende grondwaterstatistieken (GHG en GLG) te vergelijken met peilbuismetingen. De bevindingen en ons waardeoordeel wordt kort en bondig in 1 á 2 A4 gerapporteerd. Deze uitkomsten worden met u gedeeld. Uitgangspunt is dat de validatie aantoont dat het model bruikbaar is voor het uitvoeren van deze studie. Kalibratie maakt geen deel uit van de voorliggende aanbieding. Mocht er aanleiding zijn om eerst een kalibratieslag te maken, alvorens verder te gaan met de scenarioberekeningen, dan stemmen wij dit met u af. Indien nodig zullen wij hiervoor een aanvullende aanbieding doen.

2. Modelaanpassing
Een hoogwaterperiode is een kortdurende event. Dit betekent dat de discretisatie in de tijd van de niet-stationaire modelberekening gedetailleerd genoeg moet zijn om de dynamiek te beschrijven. In het grondwatermodel zijn standaard gemiddelde rivierpeilen per maand beschikbaar. Dit is voor de gemiddelde situatie afdoende, maar het detailniveau voor een hoogwatergebeurtenis is niet toereikend.

Omdat specifiek naar het effect tijdens een T=1 en een T=10 hoogwater-gebeurtenis wordt gekeken, worden deze twee hoogwatergebeurtenissen gedetailleerd in het grondwatermodel ingebracht. Dit betekent dat in het grondwatermodel een hoogwatergolf op dagbasis wordt ingevoerd op basis van een door CSO aangeleverde hoogwatergolf. De keuze voor de te kiezen hoogwaterperioden wordt gemaakt door CSO. Uitgangspunt is dat dit detailniveau gewenst is over een periode van maximaal 1 maand zodat per periode maximaal 30 invoerbestanden per gebeurtenis aangemaakt dienen te worden.

3. Scenarioberekeningen
De verschillende varianten en scenario's worden door ons verwerkt in het grondwatermodel. De benodigde input hiervoor, zoals ligging en eigenschappen (begrenzingen, dieptes, locatie damwanden) worden door CSO digitaal (als ESRI shape) aangeleverd. Daarnaast is het wenselijk om tevens over een set met kaarten (PDF) te beschikken om snel inzicht te krijgen in de scenario's.

Gedetailleerde ondergrondinformatie
Om de aan te leggen overnachtingshaven goed te kunnen schematiseren, en daarmee een betrouwbare modelberekening uit te kunnen voeren, is het wenselijk over gedetailleerde ondergrondinformatie te beschikken. Via het DINOLoket zullen de beschikbare boringen en sonderingen worden geraadpleegd. Indien CSO over aanvullende informatie over de ondergrond beschikt, zouden wij hier graag gebruik van maken. Dit beperkt de bandbreedte in aannames waardoor de betrouwbaarheid van de modeluitkomsten toeneemt.

Er zijn 12 verschillende inrichtingen die moeten worden berekend: de huidige inrichting en 11 varianten. De modelresultaten bestaat uit de volgende kaarten (geleverd in ASCII grid):

- Gemiddelde Grondwaterstand (GWS);
- Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG);
- Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG);
- Jaargemiddelde Kwel;
- Waterballans ontwatering tijdens een extreme afvoer (HW1 en HW10).

De rekenperiode van het AMIGO grondwatermodel is 1994-2004. De resultaten van de laatste 8 jaar (1996 t/m 2004) worden gebruikt voor het berekenen van grondwaterstatistieken. Ten aanzien van kwel kan ook worden gekozen voor een gemiddelde voorjaarskwel. Om de waterballans ontwatering tijdens een extreme afvoer met een herhalingstijd van T=1 en T=10 onderling te kunnen vergelijken worden 2 data gekozen tijdens (of net na) een hoogwaterperiode. Het moment dat gekozen wordt, is het moment waarop de kwelfux in de huidige situatie maximaal is.

Op basis van de bovenstaande uitgangspunten worden 12 scenarioberekeningen uitgevoerd. Wanneer aanvullende scenarioberekeningen noodzakelijk zijn, bijvoorbeeld om onderscheid te maken tussen de effecten tijdens de aanleg en na de aanleg, het effect van autonome ontwikkelingen kunnen tegen een meerprijs van circa € 1.150,-- per scenario worden doorgerekend en aangeleverd. De exacte kosten zijn afhankelijk van de complexiteit van het scenario.

3. Oplevering
Alle modelresultaten worden als ASCII-grids opgeleverd. Daarnaast worden in een korte rapportage (1 á 2 A4) de modelkeuzen en uitgangspunten verantwoord. De modelresultaten worden door onze specialist nog een keer in een 'opleveringsoverleg' toegelicht. Omdat het opmaken van kaarten geen deel uitmaken van de opdracht, ontvangen wij graag een uitnodiging voor dit overleg. U kunt dan binnen uw organisatie afstemmen hoeveel tijd u nodig heeft om de producten te verwerken.

Planning
In de onderstaande tabel is de planning weergegeven. Deze planning is realistisch uitvoerbaar als alle gegevens en de formele opdrachtbevestiging in ons bezit zijn op de dag van het startoverleg.

Om de kans te vergroten dat in week 32 ook de resultaten besproken kunnen worden, is het wenselijk om de opdrachtbevestiging eerder te ontvangen. De modelberekeningen t.b.v. de validatie kunnen dan al eerder worden gestart. Om de modelresultaten nog in week 31 op te kunnen leveren moeten de hoogwatergolven vóór week 29 worden aangeleverd zodat direct, in een parallelspoor, de modelaanpassing kan worden doorgevoerd. Tevens kunnen de modelresultaten gefaseerd worden opgeleverd zodat een deel van de effectbeoordeling al kan worden uitgevoerd.

Weeknummer	29	30	31	32	33
Startoverleg	16/7				
Modelvalidatie					
Modelaanpassing					
Modelberekeningen (12x)					
Resultaat verwerken					
Opleveringsoverleg					

Tabel 1. Planning

Wij vertrouwen erop u hiermee een passende aanbieding gedaan te hebben en wij kijken uit naar een prettige samenwerking. Voor eventuele vragen over deze aanbieding kunt u contact opnemen met Wiecher Bakx (projectleider) via nevenstaande contactinformatie, of met Wilco Klutman (specialist geohydrologie) via telefoonnummer 06 – 27 06 07 17.

Met vriendelijke groet,
ARCADIS Nederland BV

ir. R.H. Aalderink
Hoofd Adviesgroep Onderzoek, Kennis & Innovatie

Bijlage: Algemene Leveringsvoorwaarden ARCADIS Nederland BV 2011.

Document	Voorstel tot wijziging 2a – Grondwateronderzoek (VTW02)		
Documenttype	Voorstel tot wijziging		
Documentnummer	13M3011-011		
Versienummer	1	**Opgesteld door** M. Pfaff	
Versiedatum	18 juli 2013	**Akkoord bevonden door** J. Rijnbeek	
Status	Definitief	**Paraaf**	

1. Aanleiding

Dit betreft een aanvulling op VTW02 (Grondwateroderzoek).

CSO heeft van de provincie Gelderland de vraag gekregen om de effecten op het grondwater van de verschillende locaties die onderzocht worden binnen het project Overnachtingshaven Lobith te modelleren en analyseren. De uitvoering van de modelberekeningen loopt. In de aanbieding is aangegeven dat als eerste stap een validatie van het model wordt uitgevoerd en dat na validatie de keuze wordt gemaakt of de betrouwbaarheid van het model voldoende is. Tijdens de uitvoering van de validatie zijn enkele fouten in het model geconstateerd. Bovendien zijn de uitkomsten van de modelvalidatie zodanig dat er nog geen vertrouwen is dat de effecten van de alternatieven op grondwater met voldoende nauwkeurigheid (5 cm) kunnen worden berekend.

2. Omschrijving meer- en minderwerk

De modelfouten dienen hersteld te worden en de oorzaken van afwijkingen tussen berekende en gemeten grondwaterstanden dienen achterhaald te worden.

Arcadis heeft een aantal conceptuele fouten in het model gevonden. Een deel zijn 'schoonheidsfoutjes' die geen invloed zullen hebben op de rekenresultaten, maar een deel zal we degelijk van belang zijn voor het bepalen van de effecten en dient hersteld te worden. Het gaat hierbij om onder andere de volgende fouten:

- In januari 1995 stond de Rijn blijkbaar droog… de modelinvoer is hier onjuist.
- Voor het 'Skippymeer' in Lobith is een (veel) te laag drainageniveau opgegeven
- In het Rijnstrangen gebied is een deel (Erfkamerlingschap) dat op een (veel) te laag niveau draineert

De onderbouwing validatieresultaten en van de benodigde werkzaamheden om de oorzaak van berekende afwijkingen te achterhalen wordt gegeven in het bijgevoegde verslag van het validatieoverleg op 25 juli 2013.

3. Werkwijze en planning

Werkwijze

De modelfouten zijn al hersteld om de validatie te kunnen voltooien. De overige werkzaamheden wordt direct gestart en deels parallel aan de scenarioberekeningen uitgevoerd, om vertraging te voorkomen. Het realiseren van de planning is van cruciaal belang om geen vertraging voor de oplevering van planMER en Passende Beoordeling te voorkomen.

Risico's
Voor het project worden de volgende risico's en beheersmaatregelen voorzien:

- Risico: Na de werkzaamheden om de oorzaken van afwijkingen tussen berekende en gemeten grondwaterstanden te achterhalen blijkt dat kalibratie van het model noodzakelijk is.
  Beheersmaatregel: Op dinsdag 30 juli wordt dit afgestemd met opdrachtgever. Eventueel benodigde kalibratie dient afgewogen te worden tegen het belang om de planning te realiseren en de meerkosten die kalibratie met zich meebrengt. CSO adviseert opdrachtgever hierin.
- Risico: De scenarioberekeningen moeten overnieuw gedaan worden als blijkt dat het model gekalibreerd moet worden. Beheersmaatregel: Het betreft een zeer geringe inspanning. De extra berekeningen zullen echter door de rekentijd van het model wel tot vertraging leiden.

Planning

- De projectplanning blijft vooralsnog ongewijzigd.

Bijlage A: Kostenoverzicht

Bijlage B: Offerte modelberekeningen

Notulen

Notulen van:	Startoverleg
Datum:	16 juli 2013
Aanwezig:	Wilco Klutman (Arcadis), Robert Hoogeveen (Witteveen+Bos), Marieke Pfaff (CSO)
Afwezig:	Jelmer Reyntjes (provincie Gelderland), Daniël Nieuwenhuis (Waterschap Rijn en IJssel)
Documentcode	13M3011NOT1

Verslag

Agenda-punt	Omschrijving	Actiepunt voor
1	Kennismaking	
2	Bespreken plan van aanpak	
3	Aanleveren gegevens en vervolgafspraken	
4	Bespreken verzoek meerwerk t.b.v. passende beoordeling	

Besluiten

Nr.	Omschrijving
1	De genomen besluiten ten aanzien van de aanpak zijn verwerkt in het Voorstel Tot Wijziging (VTW) en zijn ingediend bij de Provincie Gelderland. Het VTW (VTW02_grondwateronderzoek_v2.pdf) is bijgevoegd en vormt het kader voor de uitvoering van het project.

Acties

Nr.	Omschrijving	Deadline	Actiepunt voor
1	Marieke verzorgt de opdrachtbrief aan Arcadis.	Week 29	Marieke
2	Robert koppelt terug met Rémon ter Harmsel.	Week 29	Robert

3	Witteveen+Bos en CSO reageren op de tussenresultaten en eindresultaten.	Vervolgoverleg op 25/7 of 30/7 en op 16/8	
4	CSO is opdrachtgever van Arcadis en stuurt Arcadis aan.		Marieke
5	In tegenstelling tot wat tijdens het overleg besproken is zal Robert waarschijnlijk toch bij vervolgoverleg aanwezig zijn, omdat Leo van Wee op de aangegeven data niet kan.		Robert
6	Wilco levert modellogboek aan bij CSO en Witteveen+Bos, zodat zij de wijze waarop de modelaanpassingen zijn uitgevoerd kunnen beoordelen.	Week 31	Wilco

Naschrift: Aan de vervolgoverleggen zullen namens de provincie Gelderland Jelmer Reyntjes en namens Waterschap Rijn en IJssel Daniël Nieuwenhuis en/of Jan Bosch deelnemen.

Notulen

Notulen van:	Modelvalidatie AMIGO t.b.v. berekeningen Overnachtingshavens Lobith
Datum:	25 juli 2013
Aanwezig:	Wilco Klutman (Arcadis), Jelmer Reyntjes (provincie Gelderland), Robert Hoogeveen (Witteveen+Bos) en Marieke Pfaff (CSO)
Afwezig:	Daniël Nieuwenhuis (Waterschap Rijn en IJssel)
Documentcode	13M3011NOT2

Verslag

Agenda-punt	Omschrijving	Actiepunt voor
1	Kennismaking	
2	Bespreking validatie	
3	Bespreking meerwerk (alleen Wilco, Jelmer en Marieke)	

Besluiten

Nr.	Omschrijving
1	De validatieresultaten laten op sommige peilbuislocaties afwijkingen groter dan 10% zien tussen berekende en gemeten grondwaterstanden (bijlage 1). De gewenste nauwkeurigheid van 5 cm voor de scenarioberekeningen (grondwatereffecten van de alternatieven) kan niet gegarandeerd worden. De grootste afwijkingen worden gevonden in de berekende GHG (bijlage 2). De afwijkingen in de berekende GLG en de hoogwatersituaties zijn kleiner (bijlage 3 en 4). Op dit moment is nog onvoldoende inzicht in de oorzaken van deze afwijkingen om de resultaten van de uit te voeren scenarioberekeningen (grondwatereffecten van de alternatieven) te kunnen beoordelen. Wel is er een vermoeden waar de afwijkingen (deels) door veroorzaakt worden. Op basis van de validatieresultaten hebben we het volgende afgesproken: Om de planning niet in het geding te brengen worden morgen de scenarioberekeningen gestart. Parrallel daaraan worden de volgende werkzaamheden uitgevoerd: · Aanvullende figuren: van de peilbuizen waarvan de reeks vroegtijdig is geëindigd worden de tijdstijghoogtelijnen van de metingen vergeleken met de modeluitkomsten om zo de verschillen te duiden. Het vermoeden is dat dit het validatieresultaat (sterk) negatief heeft beïnvloed.

- Geconcludeerd moet worden dat het grondwatermodel de GHG te nat berekend. Het gaat hierbij om circa 40cm (wordt mogelijk minder na bovenstaande actie). Afgesproken is om de aanbeveling van ARCADIS op te volgen: uit te zoeken waar deze afwijking vandaan komt. Concreet betekend dit dat ARCADIS een controle uitvoert op de schematisatie van de ontwateringsmiddelen (top10 sloten, detailontwatering en buisdrainage): het gaat zowel om drainageniveaus alsook de weerstand.
- Volgende week dinsdag worden de bovenstaande bevindingen gedeeld. Op dat moment wordt besloten of een verdere aanpassing / kalibratie gewenst is.

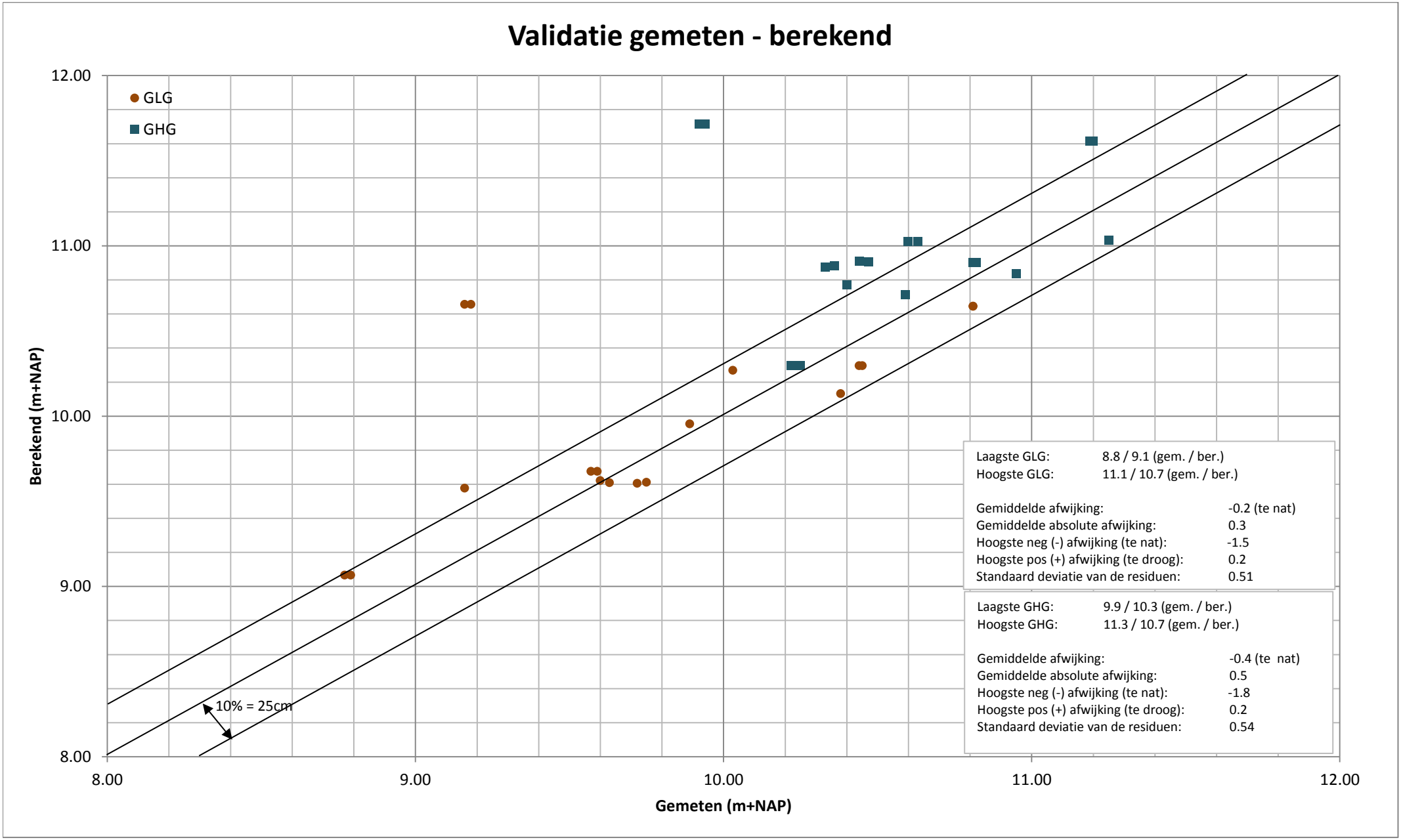
NB. Tot die tijd worden ook de resultaten van de scenarioberekeningen nog niet uitgewerkt om evt. onnodige kosten uit te sparen. Uitgangspunt hierbij is: wanneer geen aanvullende kalibratie nodig is, kan door worden gegaan met de uitwerking en kan de planning worden gehaald; wanneer er wel een aanvullende kalibratie nodig is worden de resultaten ongezien verwijderd. Het opnieuw starten van de berekening is dan een beperkte extra inspanning. De benodigde nauwkeurigheid van de modelresultaten t.b.v. de effectbeoordeling in planMER en Passende Beoordeling dient afgewogen te worden tegen de consequenties voor de planning én de meerkosten voor het uitvoeren van de kalibratie. Deze keuze wordt gemaakt door de provincie Gelderland in samenspraak met CSO.

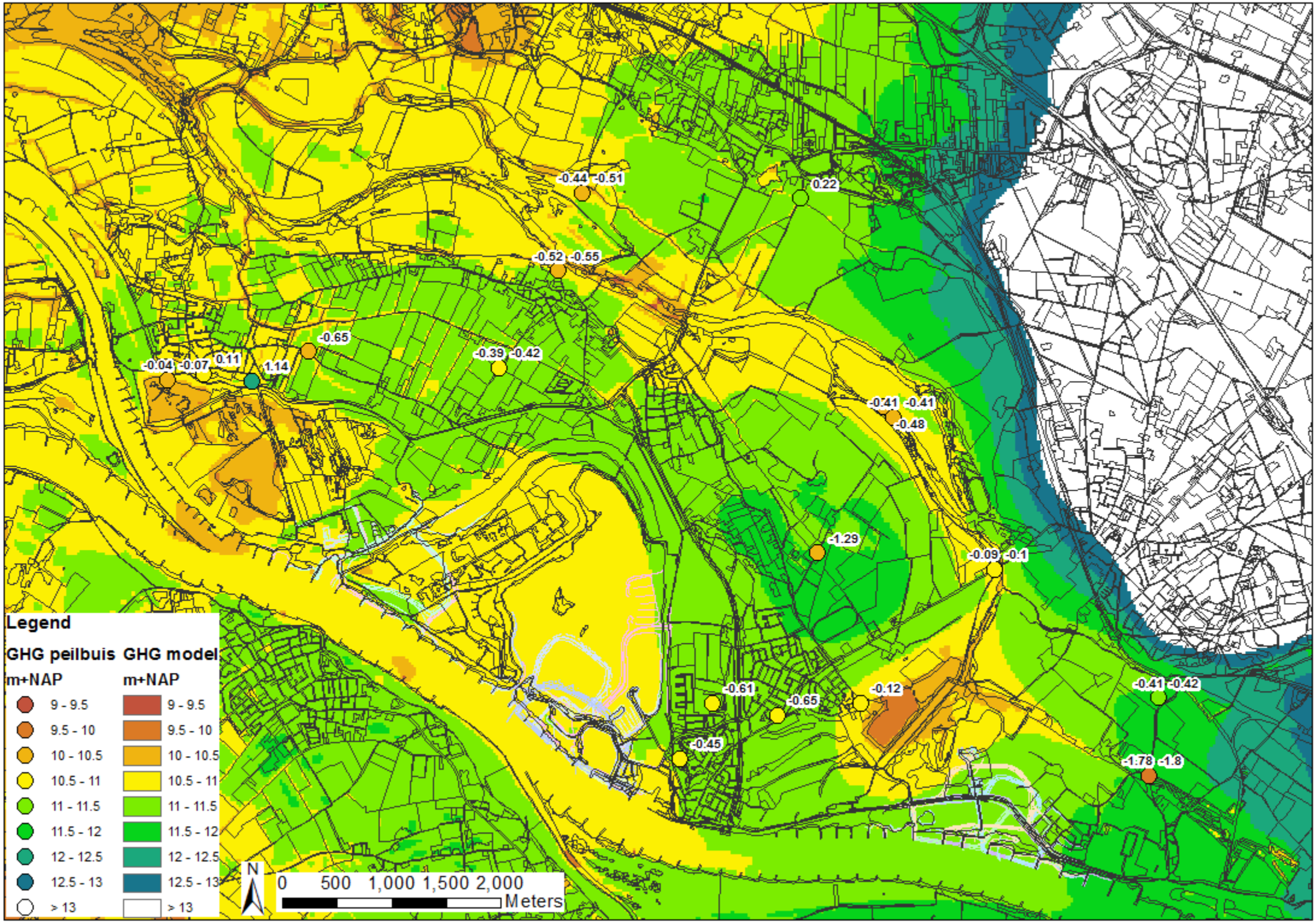
2 Jelmer heeft na afloop van het meerwerk met de contractmanager van de provincie Gelderland afgestemd dat de afgesproken meerwerkzaamheden in principe akkoord zijn. De noodzaak van de meerwerkzaamheden dient nog wel schriftelijk onderbouwd te worden.

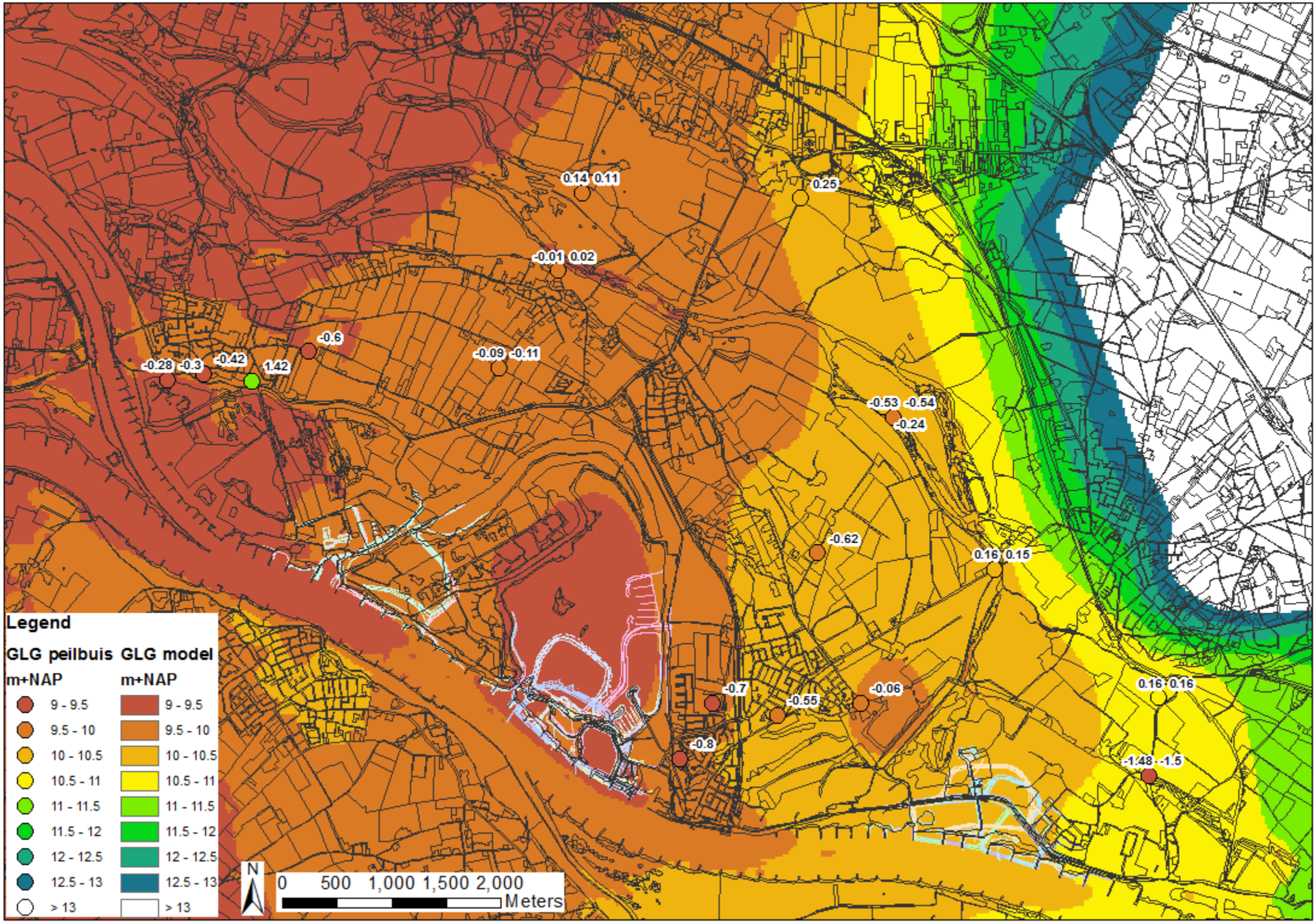
Acties

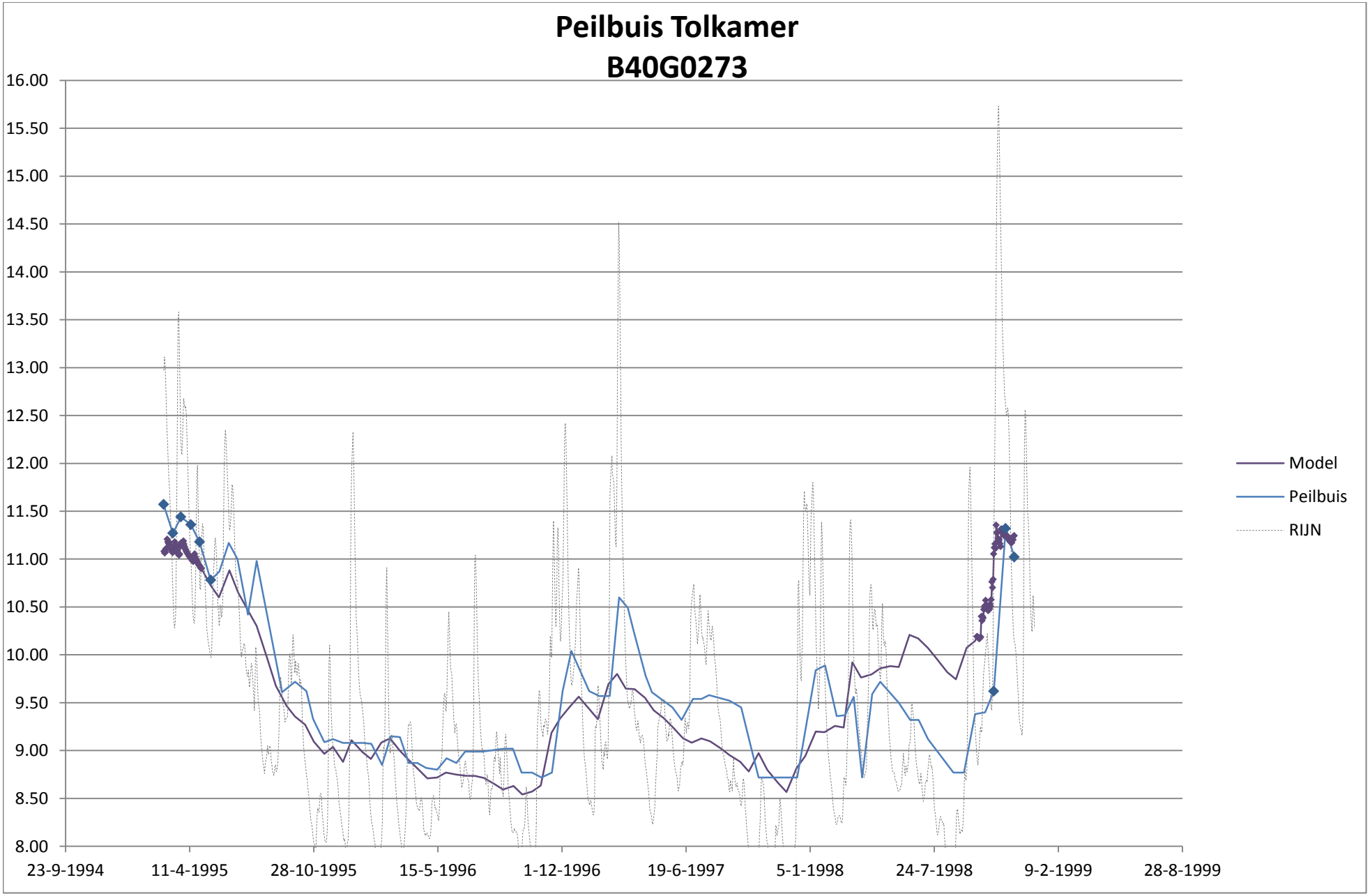
Nr.	Omschrijving	Deadline	Actiepunt voor
1	Toesturen figuren	Afgerond	Wilco
2	Opstellen verslag met daarin onderbouwing meerwerk. Onderbouwing meerwerk indienen bij provincie Gelderland.	26/7/2013	Marieke
3	Opdracht meerwerk	29/7/2013	Provincie
4	Delen resultaten acties om oorzaken afwijkingen te achterhalen	30/7/2013	Wilco
5	Afstemmen gewenst vervolg (wel/niet kalibreren) op basis van resultaten acties om oorzaken afwijkingen te achterhalen met Arcadis, provincie Gelderland en Witteveen+Bos.	30/7/2013	Marieke

Validatie gemeten - berekend




-0.44
-0.51
0.22
-0.52
-0.55
-0.65
-0.39
-0.42
-0.04
-0.07
0.11
1.14
-0.41
-0.41
-0.48
-1.29
-0.09
-0.1
-0.61
-0.65
-0.12
-0.41
-0.42
-0.45
-1.78
-1.8
Legend
GHG peilbuis
m+NAP
9 - 9.5
9.5 - 10
10 - 10.5
10.5 - 11
11 - 11.5
11.5 - 12
12 - 12.5
12.5 - 13
> 13
GHG model
m+NAP
9 - 9.5
9.5 - 10
10 - 10.5
10.5 - 11
11 - 11.5
11.5 - 12
12 - 12.5
12.5 - 13
> 13
N
0 500 1,000 1,500 2,000
Meters


0.14
0.11
0.25
-0.01
0.02
-0.6
-0.09
-0.11
-0.28
-0.3
-0.42
1.42
-0.53
-0.54
-0.24
-0.62
0.16
0.15
-0.7
-0.55
-0.06
0.16
0.16
-0.8
-1.48
-1.5
Legend
GLG peilbuis
m+NAP
9 - 9.5
9.5 - 10
10 - 10.5
10.5 - 11
11 - 11.5
11.5 - 12
12 - 12.5
12.5 - 13
> 13
GLG model
m+NAP
9 - 9.5
9.5 - 10
10 - 10.5
10.5 - 11
11 - 11.5
11.5 - 12
12 - 12.5
12.5 - 13
> 13
N
0
500
1,000
1,500
2,000
Meters


Peilbuis Tolkamer
B40G0273
16.00
15.50
15.00
14.50
14.00
13.50
13.00
12.50
12.00
11.50
11.00
10.50
10.00
9.50
9.00
8.50
8.00
23-9-1994
11-4-1995
28-10-1995
15-5-1996
1-12-1996
19-6-1997
5-1-1998
24-7-1998
9-2-1999
28-8-1999
Model
Peilbuis
RIJN

ARCADIS NEDERLAND BV
Het Rietveld 59a
Postbus 673
7300 AR Apeldoorn
Tel 055 5815 999
Fax 055 5815 599
www.arcadis.nl

MEMO

Onderwerp:
Modelaanpassingen en validatie van het grondwatermodel

Apeldoorn,
5 augustus 2013

Projectnummer:
C01011.200085.0100

DIVISIE WATER

Van:
Wilco Klutman

Opgesteld door:
Wilco Klutman

Afdeling:
Divisie Water Apeldoorn

Ons kenmerk:
077264686:0.1

Aan:
Marieke Pfraff (CSO)

Kopieën aan:

Inleiding

In he kader van de PlanMER ten behoeve van de "overnachtingshaven Lobith" dienen 11 verschillende varianten te worden gewogen op milieueffecten. Om (een deel van) deze effectbeoordeling uit te kunnen voeren, is het effect op geohydrologie nodig. De bijdrage van ARCADIS bestaat uit het uitvoeren van de grondwatermodellering en het aanleveren van de rekenresultaten. De eerste stap hierin is het controleren van de modelinvoer en het uitvoeren van een modelvalidatie. Hierbij is er aanleiding geweest nog een aantal verbeteringen aan het model door te voeren.

Het doel van dit memo is het rapporteren van de uitgevoerde controles en het informeren van de aangetroffen afwijkingen. Daarnaast wordt summier toegelicht welke aanpassingen aan het model zijn doorgevoerd om het grondwatermodel te verbeteren.

Het is een technisch achtergrondbericht dat bedoeld is voor specialisten die met de modeluitkomsten werken of de resultaten hiervan moeten interpreteren. Het detailniveau en de onderbouwing sluit qua detailniveau niet aan bij een (openbare) publicatie. Dit memo moet dan ook niet worden gezien als een bijlage van het PlanMER

Gehanteerde werkwijze

Stap1. Deelmodel
Eerst is een deelmodelgebied geselecteerd. Hierbij is gelet op de stroomgebiedsgrenzen, het maximaal verwachtte effect en het beperken van randeffecten door het kiezen van natuurlijke modelgrenzen.

Stap2. Controle van de modelinvoer
De modelinvoer is gecontroleerd op (technische) juistheid en volledigheid. Hierbij is in eerste instantie gekeken naar mogelijke foutieve waarden op de modelranden, uitschieters of onverklaarbare maaiveldhoogtes en de structuur van het grondwatermodel. Vervolgens is in detail gekeken naar de opbouw van de modellagen en mogelijke interpolatiefouten in de schematisatie van de modellagen. In het bijzonder is aandacht geschonken aan de schematisatie van de grote rivieren (IJssel) in het grondwatermodel. De betrouwbaarheid van de effectbeoordeling hangt immers hoofdzakelijk af van de juiste schematisatie van de Rijn.

Stap3. Schematiseren van de hoogwatergebeurtenissen.
AMIGO rekent normaal gesproken met maandgemiddelde rivierstanden. Deze maandgemiddelde waterstanden bevatten niet voldoende detailniveau voor dit onderzoek. Met die reden zijn de hoogwatersituaties voor de maanden maart en april 1995 (T=1) en oktober en november 1998 (T=10) op dagbasis ingevoerd.

Stap4. Validatie van het grondwatermodel op GxG en tijdreeksen
Voor de periode 1996 – 2004 is de GxG bepaald en vergeleken met peilbuismetingen uit dezelfde periode. Omdat is gebleken dat een groot deel van de afwijkingen wordt veroorzaakt door (te) korte meetreeksen, is aanvullend ook een vergelijking op meetreeksen uitgevoerd voor de belangrijkste peilbuizen voor dit project. Daarnaast is specifiek naar de tijdreeksen gekeken van 2 peilbuizen dichtbij de IJssel tijdens de hiervoor genoemde hoogwatergebeurtenissen. Hiermee wordt gevalideerd of het model goed in staat is een dergelijke extreme situatie door te rekenen.

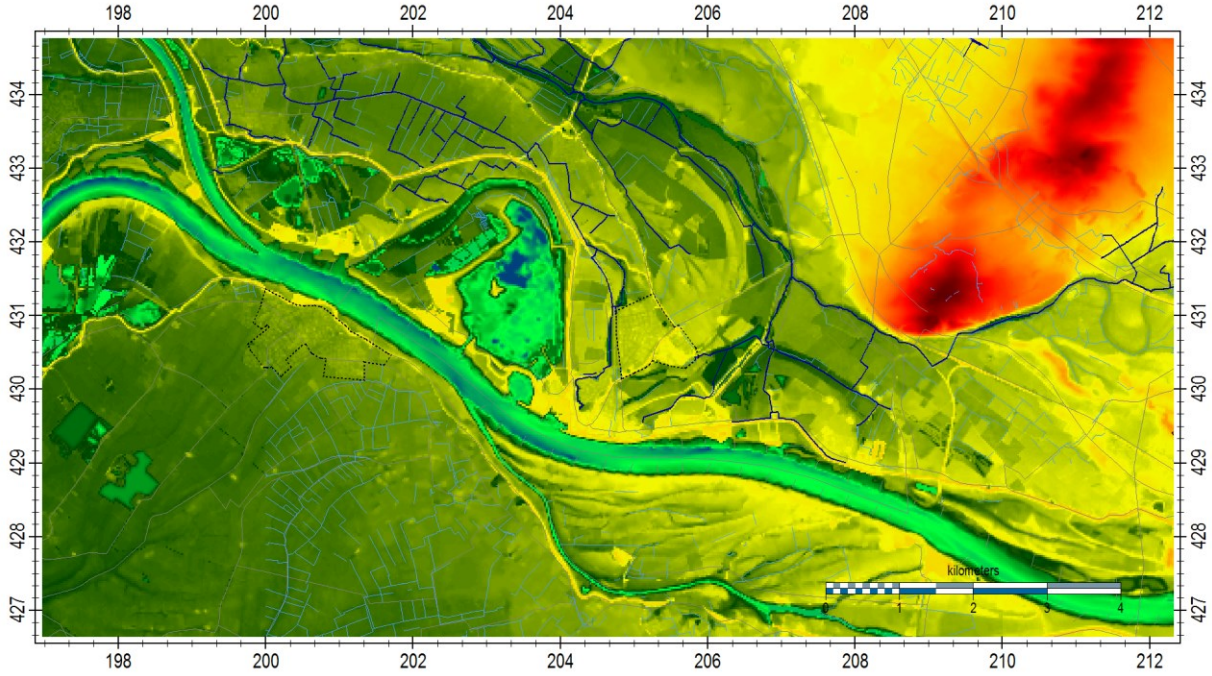
Stap5. Kalibratie en modelaanpassingen
In stap 4 hebben een aantal overlegmomenten tot de beslissing geleid een aantal modelaanpassingen door te voeren. De validatieresultaten gaven duidelijk inzicht in een aantal te verbeteren parameters. Een aantal verbeteringen waren door ARCADIS al op voorhand meegenomen, toch zou een aanvullende aanpassing leiden tot een verbeterde modeluitkomst.

Het is belangrijk om alvast op te merken dat het model reeds voor deze kalibratie goede resultaten laat zien. Fysisch zit het model goed in elkaar en is het model in staat extreme situaties door te rekenen. Om de bandbreedte van de uitspraken te verkleinen, die met name voor de passende beoordeling een rol spelen, is besloten het model verder te verbeteren. Te meer omdat uit de resultaten duidelijk is af te lezen welke aanpassingen tot deze verbeteringen zullen leiden.

Stap 1. Deelmodel
Voor de berekening van de huidige situatie voor de geohydrologische studie van de Overnachtingshaven Lobith is het grondwatermodel (AMIGO) van het Waterschap Rijn en IJssel als uitgangspunt gehanteerd (d.d. 1-7-2013). Om bestanden bewerkbaar te houden is er een uitsnede gemaakt van de hydrologische database van AMIGO. Hierbij is rekening gehouden met de maximale omvang van een door te rekenen deelmodel en het beperken van randeffecten.

De uitsnede is gemaakt op de coördinaten:
Xmin: 196000
Xmax: 211000
Ymin: 427500
Ymax: 437500

Stap 2. Controle van de modelinvoer
De modelinvoer is gecontroleerd op (technische) juistheid en volledigheid: mogelijke foutieve waarden op de modelranden, uitschieters of onverklaarbare maaiveldhoogtes en de structuur van het grondwatermodel. Bij de bovenstaande controles zijn geen onvolkomenheden aangetroffen. In figuur 1 is ter illustratie de maaiveldhoogtekaart weergegeven.



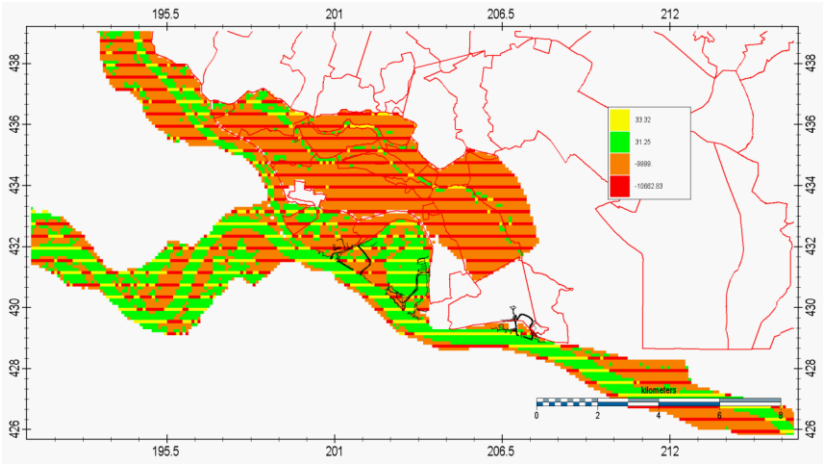
Figuur 1 *Maaiveldhoogtekaart uit AMIGO*

In het bijzonder is aandacht geschonken aan de schematisatie van de watergangen en de grote rivieren (IJssel) in het grondwatermodel. De betrouwbaarheid van de effectbeoordeling hangt immers hoofdzakelijk af van de juiste schematisatie van de Rijn.

Bij deze controle zijn een aantal vreemde waarden aangetroffen in de weerstand (conductance) van de input van de grote rivieren. Deze waarden hebben met name betrekking op de niet-stationaire modellering van de grote rivieren (Rijn en IJssel). In onderstaande afbeelding is een figuur opgenomen met de conductance van een willekeurige tijdstap. Er is een horizontaal strepen patroon te herkennen. De vlakken buiten de rivieren hebben afwisselend 10 rijen NO-DATA (-9999) en dan een band met waarden die 663.83 lager liggen. Dezelfde afwisseling is ook in de watergang zelf te herkennen waarbij 31,25 en 33.32 elkaar afwisselen. Het lijkt erop dat er dus een factor 1.067 is toegepast bij 1:10 rijen.

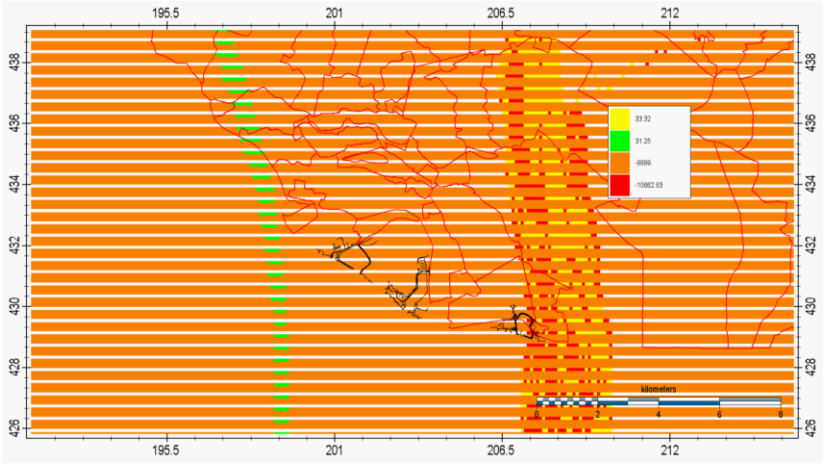
De waarden op de horizontale strepen zijn voor deze studie gecorrigeerd naar -9999 (nodata) of naar een conductance van 31,25 waardoor deze consistent zijn met de overige waarden. Deze verbetering is alleen voor het onderliggende deelmodel uitgevoerd.

De consequenties voor de modelresultaten zullen minimaal zijn. Het verschil in conductance (31.25 of 33.32) is verwaarloosbaar. De cellen met een negatieve conductance vallen 'automatisch' buiten een berekening. Wél kan dit tot onjuiste resultaten leiden bij scenarioberekeningen waarin aanpassingen worden doorgevoerd zonder de uiteindelijke input te controleren. Ook betreft het een (principiële) modelfout die tot ongewenste discussies kan leiden.



Figuur 2 *Conductance van modelinput "IJSSEL" (grote rivieren) uit AMIGO*

Ook blijkt uit de modeldatabase dat, modeltechnisch, de gehele maand januari 1995 de grote rivieren droog hebben gestaan. In de onderstaande figuur zijn de weerstandswaarden die horen bij de datum 19950101 weergeven. Hierin is geen logisch patroon te herkennen. Het vreemde patroon doet vermoeden dat er bij een bestandsomzetting fouten zijn opgetreden door een verschil in punt en/of komma. De modelinvoer voor deze maand is handmatig hersteld na logische weerstandswaarden conform de overige tijdstappen.



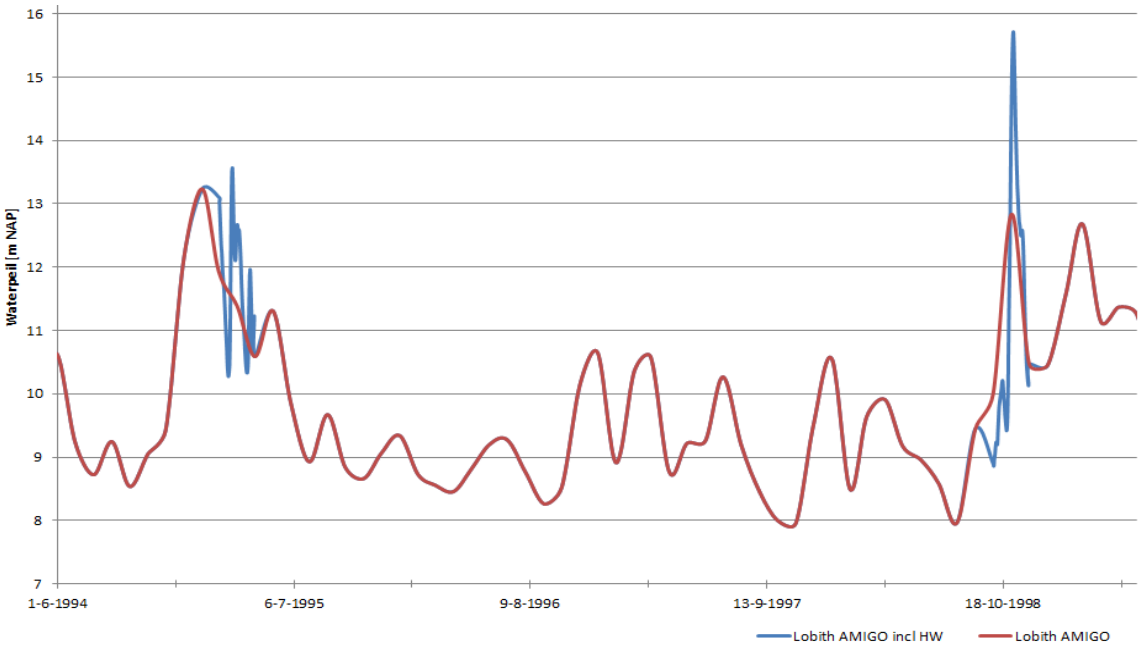
Figuur 3 *Conductance van modelinput "IJSSEL" (grote rivieren) uit AMIGO d.d. 19950101*

Stap 3. Schematiseren van de hoogwatergebeurtenissen
Binnen dit geohydrologische onderzoek zijn we niet alleen geïnteresseerd in de resultaten op de GxG's, maar is het met name interessant wat er gebeurt wanneer er een hoogwatergolf passeert over de Rijn. Hiervoor heeft CSO twee hoogwatergebeurtenissen uitgezocht namelijk:

Gebeurtenis	Begindatum	Einddatum
T=1	8 maart 1995	8 april 1995
T=10	20 oktober 1998	20 november 1998

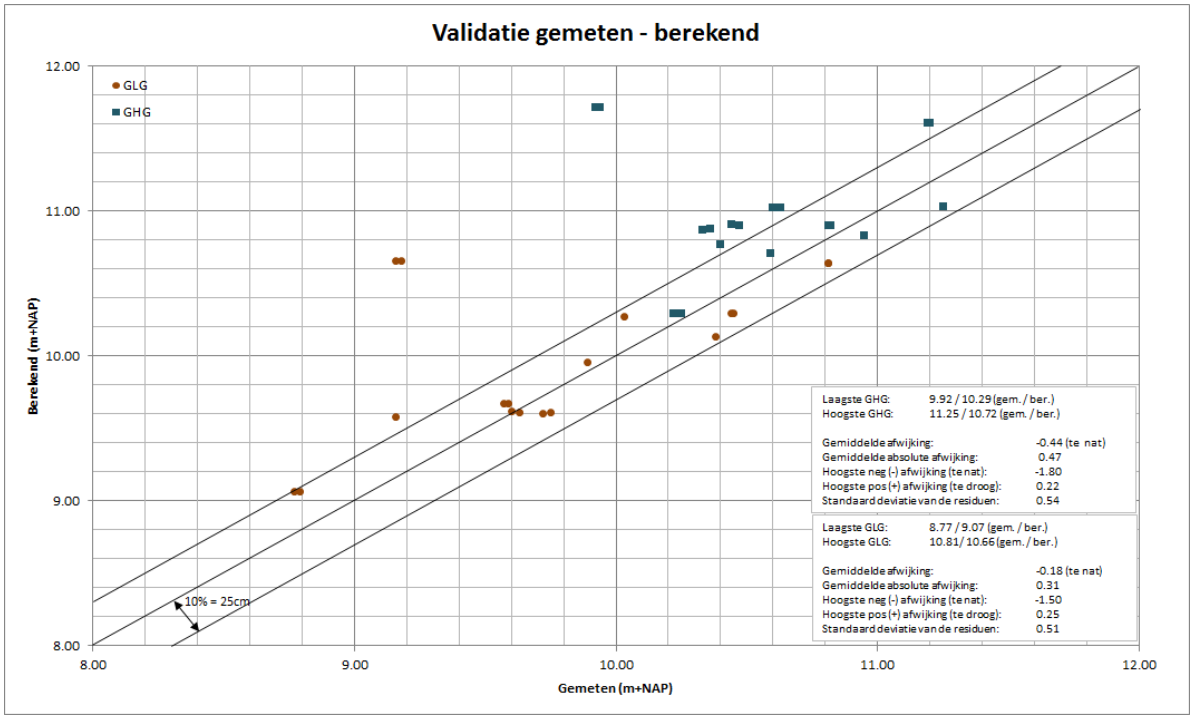
AMIGO rekent normaal gesproken met maandgemiddelde rivierstanden. Deze maandgemiddelde waterstanden bevatten niet voldoende detailniveau voor dit onderzoek. Bij het omzetten van de maandgemiddelde waarden naar dagwaarden zijn de gemeten waterstanden bij Lobith als uitgangspunt genomen. Op dit punt is berekend hoeveel de maandgemiddelde waterstand afwijkt van de daggemiddelde waterstand en is deze afwijking opgeteld bij het vlakdekkende waterpeil zoals deze in AMIGO voor de betreffende maand wordt gehanteerd. Dit is voor de twee maanden rondom de desbetreffende hoogwatergebeurtenis doorgevoerd. Dit is in tegenstelling tot de aanbieding meer dan 30 dagen. Dit komt omdat de hoogwatergolf verspreid over 2 kalendermaanden plaats heeft gevonden.

In onderstaande grafiek is het aangepaste peil bij Lobith gepresenteerd. Voor het verhang in de waterstanden is uitgegaan van het verhang (in het model) wat in de desbetreffende maand als maandgemiddelde is gehanteerd. In de onderstaande figuur zijn de oorspronkelijke maandgemiddelde rivierpeilen (in rood) weergegeven samen met de aangepaste dagpeilen tijdens de bovengenoemde hoogwaterperiode (in blauw)



Figuur 4 *Maandgemiddelde rivierpeilen (rood) i.c.m. dagwaarden (in blauw) bij Lobith (AMIGO).*

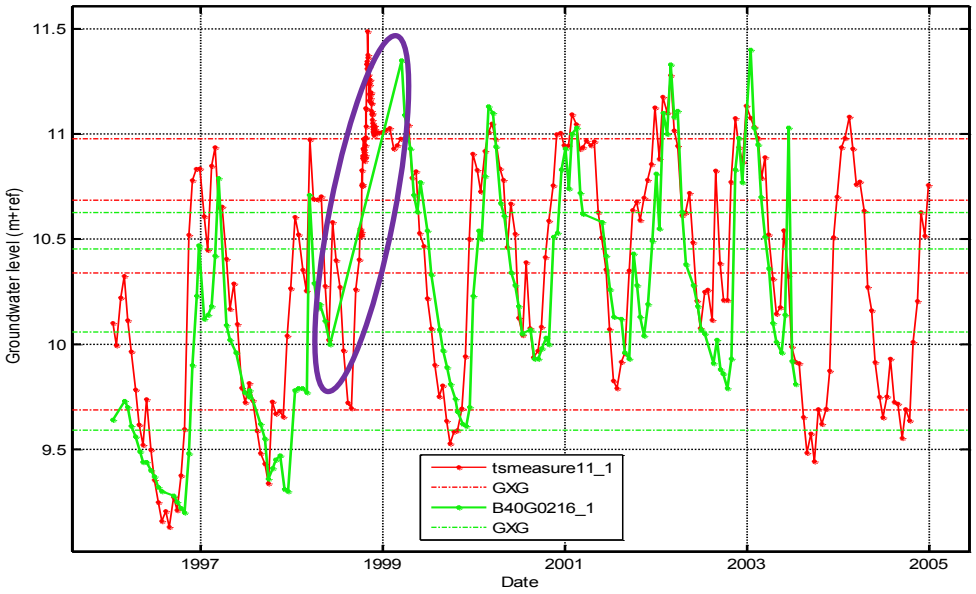
Stap 4. Validatie van het grondwatermodel op GxG en tijdreeksen
Het is gebruikelijk om voor de validatie op GxG een maximaal toelaatbare afwijking van 10% van de natuurlijke variatie in grondwaterstanden te hanteren. In het gebied rondom Lobith betekend dit bij een dynamiek van 2,5 meter (11.3 m NAP – 8.8 m NAP) dat de afwijking maximaal 25 cm mag bedragen. Na het doorrekenen van de huidige situatie bedroeg de afwijking op GLG gemiddeld -0,2 m (= ten nat) en de afwijking op de GHG gemiddeld -0,4 m (= te nat). De resultaten duiden tevens op een systematische afwijking. In de onderstaande figuur is dit nog eens grafisch weergegeven. Bij deze validatie zijn de peilbuizen al beoordeeld op betrouwbaarheid. Meetpunten waarvan grote delen van de reeks ontbreken, peilbuizen die vaak droogvallen of meetpunten met een fout die wordt veroorzaakt door een onjuiste referentiehoogte, wegen niet mee in dit resultaat.



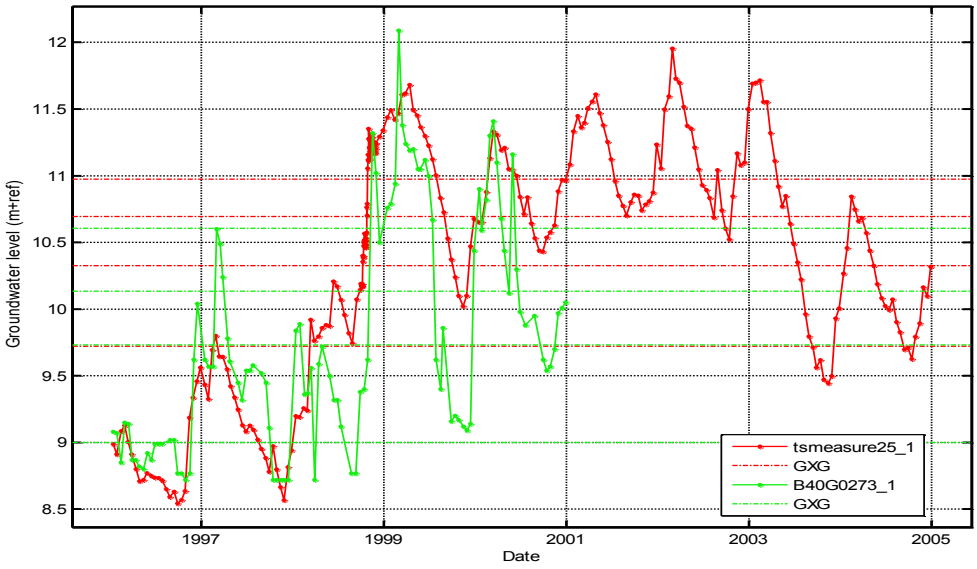
Figuur 5 *Validatieresultaat AMIGO-grondwatermodel na stap 4.*

In bijlage 1 zijn de afwijkingen per peilbuis ruimtelijk op een kaart gepresenteerd. Hier zijn de foute meetpunten nog niet verwijder wat betekend dat de getoonde afwijkingen niet allemaal terecht zijn. Veel van de meetreeksen bemeten niet de volledige kalibratieperiode. Veel meetpunten zijn gesaneerd in 2003. Omdat met name de eerste jaren (1996, 1997, 1998) relatief droog waren in het winterhalfjaar ten opzichte van de daaropvolgende jaren vallen de GHG van de peilbuizen automatisch iets droger uit. Rekening mag worden gehouden met een afwijking van 10 tot 20 cm.

Hieronder is als voorbeeld peilbuis B40G0216 opgenomen (net ten zuiden van Aerdt). Groen is de meting, rood is het grondwatermodel. Terwijl de afwijking van de GLG slechts 10 cm bedraagt, is de afwijking op de GHG 40 cm. De onderstaande meetreeks laat zien dat dit een overschatting is van de werkelijke afwijking. Ditzelfde zie je ook terug bij meetpunt B40G07273, die is bemeten tot 2001.
N.B. In een e-mail op 30-7-2013 zijn de reeksen van alle peilbuizen gepresenteerd (zie bijlage 2).



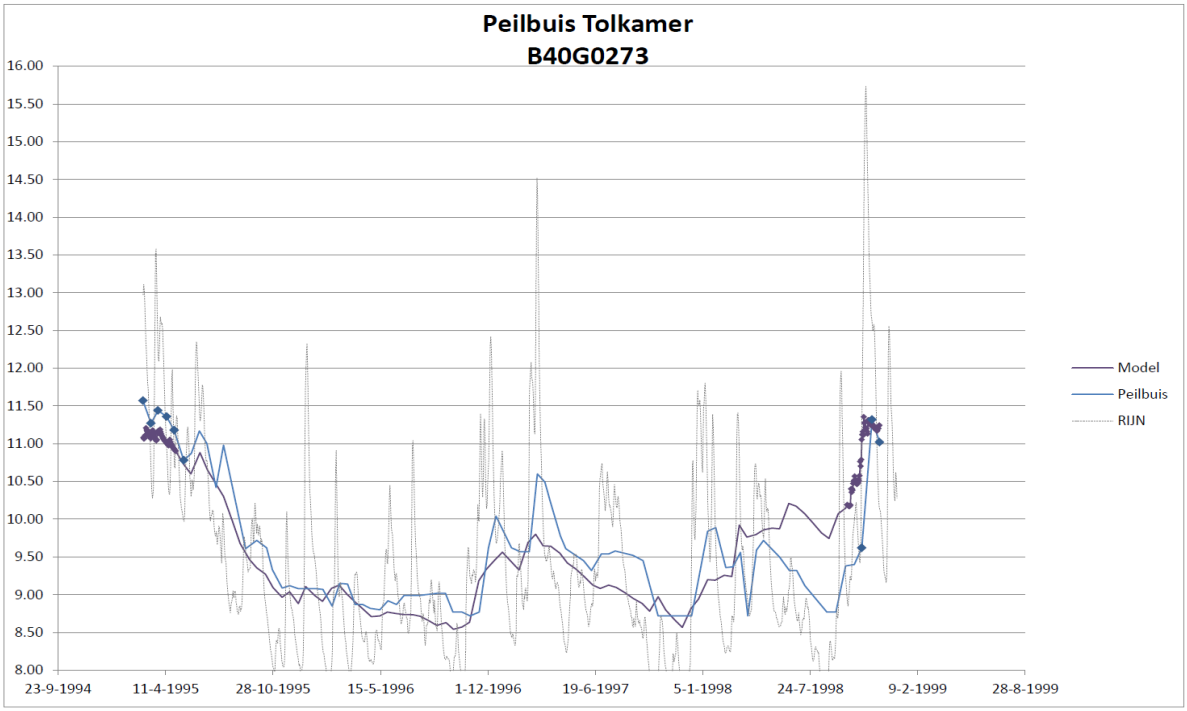
Figuur 6 *Gemeten en berekende tijdreeks B40G0216 na stap 4.*
De rechte streep tussen september 1998 en februari 1999 zijn ontbrekende meetgegevens.



Figuur 7 *Gemeten en berekende tijdreeks B40G0273 na stap 4.*

Naast het effect op de gemiddelde grondwaterstanden (GxG), is ook specifiek gekeken naar het stijghoogte verloop tijdens de hoogwatergebeurtenissen. Alleen peilbuis B40G0273 blijkt hiervoor geschikt (figuur 8).

Opgemerkt moet worden het gebied ten zuiden van de Rijn, dat niet tot het beheergebied van Waterschap Rijn en IJssel behoord, niet in detail is geschematiseerd. Het model is ook niet gekalibreerd voor dit gebied. Uit de peilbuismetingen kan wel worden geconcludeerd dat het model voldoende juist is geschematiseerd voor de effectberekeningen.



Figuur 8 *Gemeten en berekende tijdreeks nabij de Rijn (Tolkamer) na stap 4.*

Uit de bovenstaande figuur is op te maken dat het grondwatermodel goed reageert op de extreme gebeurtenissen. De hoogtes tijdens deze extreme situaties wordt goed berekend. Het uitzakken en het reageren op kortere gebeurtenissen gebeurd nog niet heel goed. Dit is een aanleiding om nog eens naar de intreeweerstand (conductance) van de Rijn te kijken.

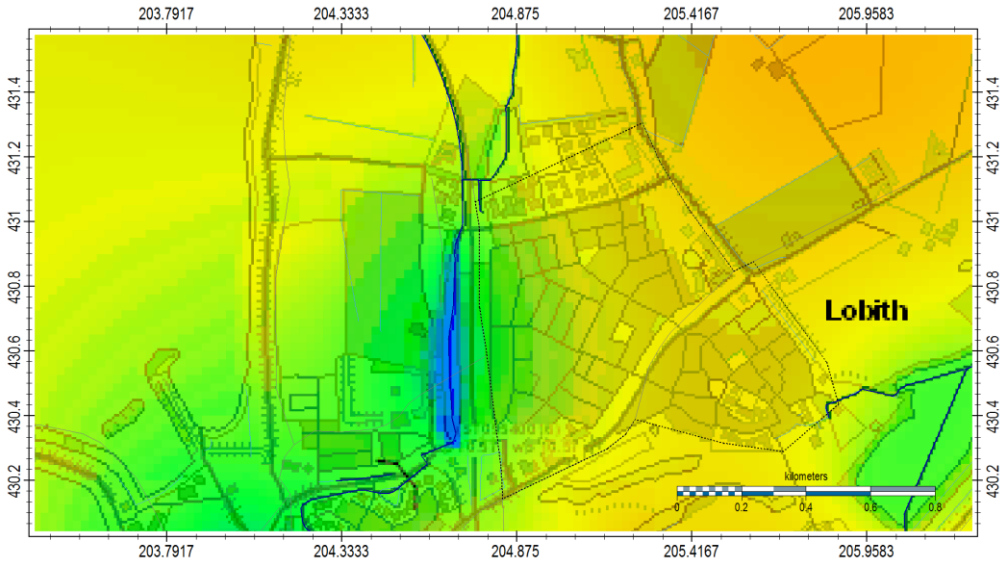
Ook laat deze figuur nogmaals duidelijk zien dat de voorgeschiedenis, en dus de duur van de hoogwatergebeurtenis, een veel grotere invloed heeft op de grondwaterstanden. Door de droge zomer van 1998 en de korte duur van de extreme afvoer is de maximale grondwaterstand tijdens het hoogwater in 1998 (T=10) lager dan de maximale grondwaterstand in 1995. Aan die gebeurtenis ging een langere periode van relatief hoge rivierstanden vooraf (zie ook figuur 4) . Ook de grondwaterstanden in de omgeving, als gevolg van neerslag, waren al een stuk hoger als gevolg van het voorgelegen winterseizoen.

Stap 5. Kalibratie en modelaanpassingen

Legger watergangen

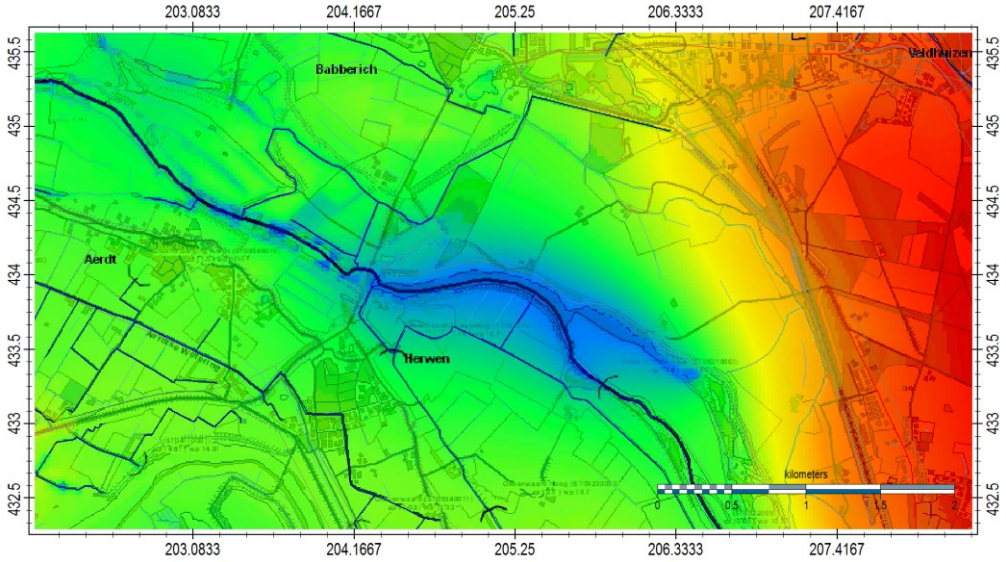
Uit de eerste berekeningen van de huidige situatie bleek dat op twee locaties het oppervlaktewater niet goed geschematiseerd is. Het gaat om het Skippymeer ten westen van Lobith en de Rijnstrangen ter plaatse van het Erfkamerlingschap.

De berekende grondwaterstand ter plaatse van het Skippymeer is weergegeven in onderstaande figuur. De sterk drainerende werking op de omgeving komt door het te lage drainagepeil van 8.23 m NAP. Het peil is gekoppeld aan gemaal 's Gravenwaard met een inslagpeil dat varieert tussen de 11.2 en 11.4 m NAP. Het drainageniveau is hierop aangepast.



Figuur 9 *Isohypsen bij Lobith en de (te) sterke drainerende werking van het Skippymeer.*

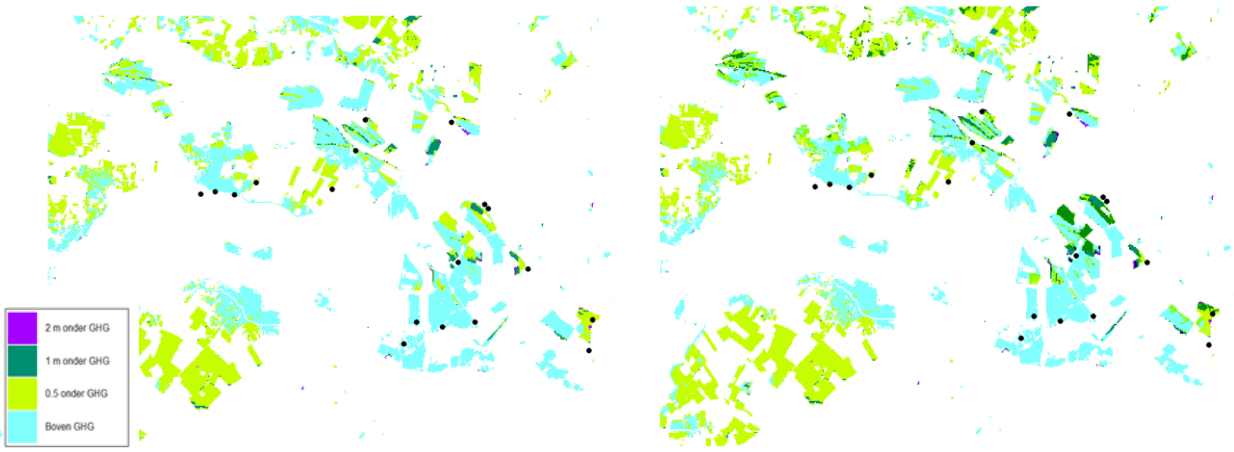
De berekende grondwaterstanden ter plaatse van het Erfkamerlingschap zijn weergeven in onderstaande figuur. Het oppervlaktewater is hier geschematiseerd als infiltrerende waterloop met een vast peil op 9.09 m NAP. Daarnaast is op sommige momenten (hoogwater) een tweede watergang geschematiseerd met dynamische peilen, gekoppeld aan de rijn. Te zien is dat het oppervlaktewater een behoorlijk drainerende werking heeft op de omgeving. De Oude Rijn in dit gebied heeft in werkelijkheid een streefpeil van 10.6 m NAP in de winter, in de zomer 10.4 m NAP. Het drainage niveau is aangepast naar deze waarden (opm. WRIJ: het huidige streefpeil ligt circa 50 cm lager. Dit heeft geen invloed op de scenario resultaten). Daarnaast is de infiltratiefactor in de zomer aangepast naar 0; dit betekend dat infiltratie vanuit de "vaste watergang" in de zomer niet mogelijk is. In hoogwatersituaties blijft de dynamische koppeling met de Rijn actief waarbij infiltratie mogelijk blijft.



Figuur 10 Isohypsen bij Herwen en de (te) sterke drainerende werking bij het Erfkamerlingschap.

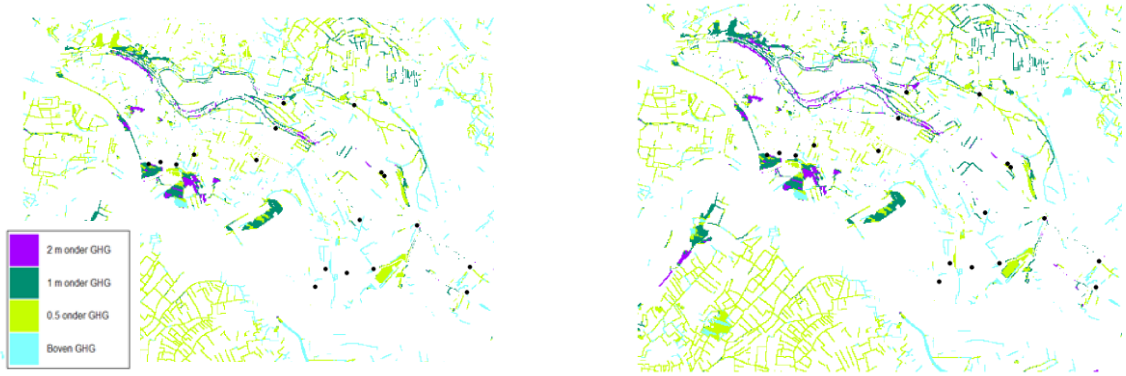
Rijn
Zoals opgemerkt bij de beoordeling van de tijdreeksen, lijkt de grondwaterstand het rivierpeil niet goed te volgen. Met name bij kortere gebeurtenissen op de Rijn. In het huidige grondwatermodel is de Rijn met een conductacne van 31,25 m^2/dag geschematiseerd bij modelcellen van 100 x 100 m. Dit betekend een intreeweerstand van 320 dagen. Hoewel er veel slib aanwezig is de rivier, lijkt dit toch een overschatting. De weerstand is aangepast naar 200 dagen. Hierdoor zal het effect van de Rijn iets versterken.

Buisdrainage
De buisdrainage is voor het gehele grondwatermodel op 80 cm – mv verondersteld. Voor het Rijnstrangengebied lijkt dit een onderschatting: de buisdrainage ligt dan veelal ruim boven de GHG. Er is tevens een verschil in maaiveldhoogte tussen de oorspronkelijke modelinvoer en het nieuwere AHN2 geconstateerd. Dit verschil is gebruikt om de drainagediepte aan te passen. Hierdoor komt de buisdrainage grotendeels onder de GHG te liggen, wat logisch is. Ook is de drainageweerstand met 15% verlaagd. De buisdrainage in dit gebied is met name gericht op het (versneld) afvoeren van de hoge pieken. De aanpassing is weergegeven in de onderstaande figuur.



Voor aanpassing *Na aanpassing*
Figuur 11 Aanpassing diepteligging buisdrainage op basis van AHN2.

TOP10 ontwatering
Ook het drainageniveau van de TOP10 watergangen lag veelal boven de GHG. Ook voor de top10 watergangen is een vaste ontwateringsdiepte aangenomen bij de bouw van het model. Mogelijk liggen dezelfde afwijkingen in het maaiveld hieraan ten grondslag. Uit een controle blijkt ook dat deze watergangen niet altijd goed aansluiten bij het streefpeil uit de legger. Per deelstroomgebied is het verschil in ontwateringsdiepte op basis van de verschillende maaiveldhoogtes bepaald. Deze aanpassing is doorgevoerd, mits de ontwatering niet lager uitkomt dat het streefpeil volgens de legger van het Waterschap. De aanpassing is weergegeven in de onderstaande figuur. Zoals je in deze figuur kunt zien betreft het veelal kleinere aanpassingen van enkele cm tot enkele tientallen cm's.

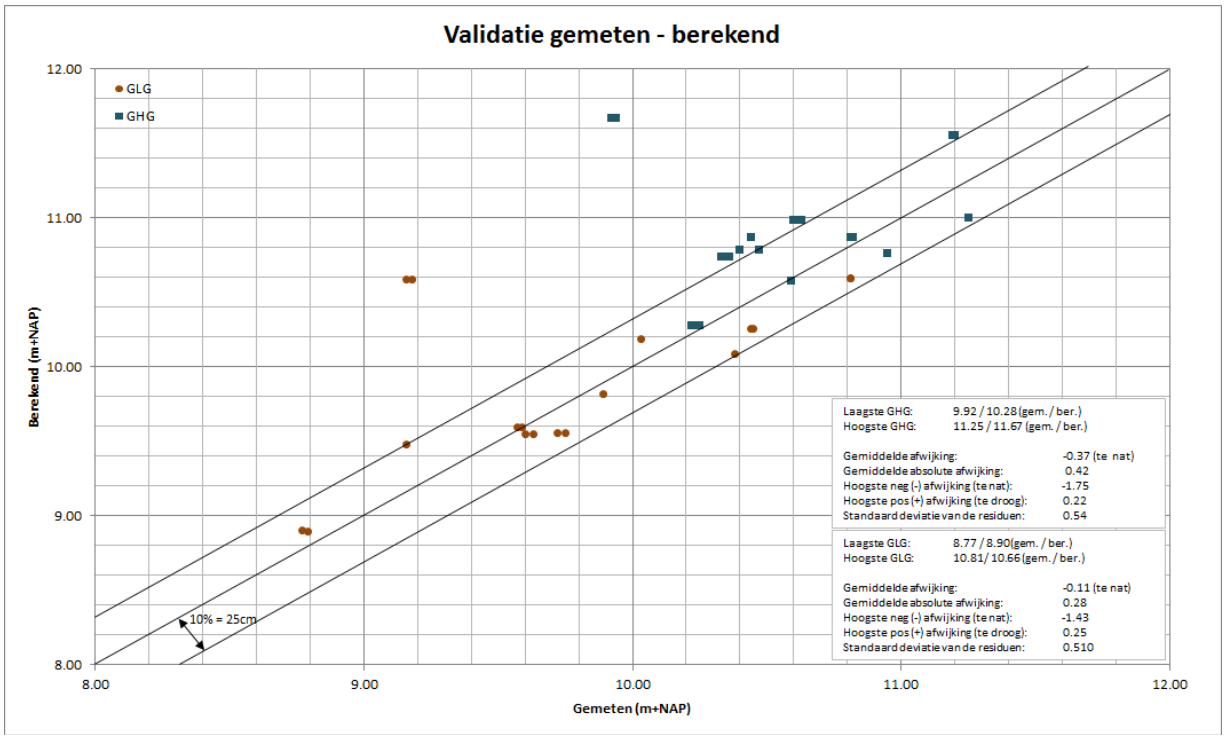


Voor aanpassing *Na aanpassing*

Figuur 12 Aanpassing diepteligging top10-watergangen.

Validatie van het eindresultaat

De aanpassing leidt tot een kleine verbetering de GLG met circa 5 cm. De verbetering van de GHG is iets groter (7 cm). In de onderstaande figuur is het vernieuwde validatieresultaat voor de volledigheid weergegeven. In bijlage 1 zijn de afwijkingen per peilbuis ruimtelijk op een kaart gepresenteerd

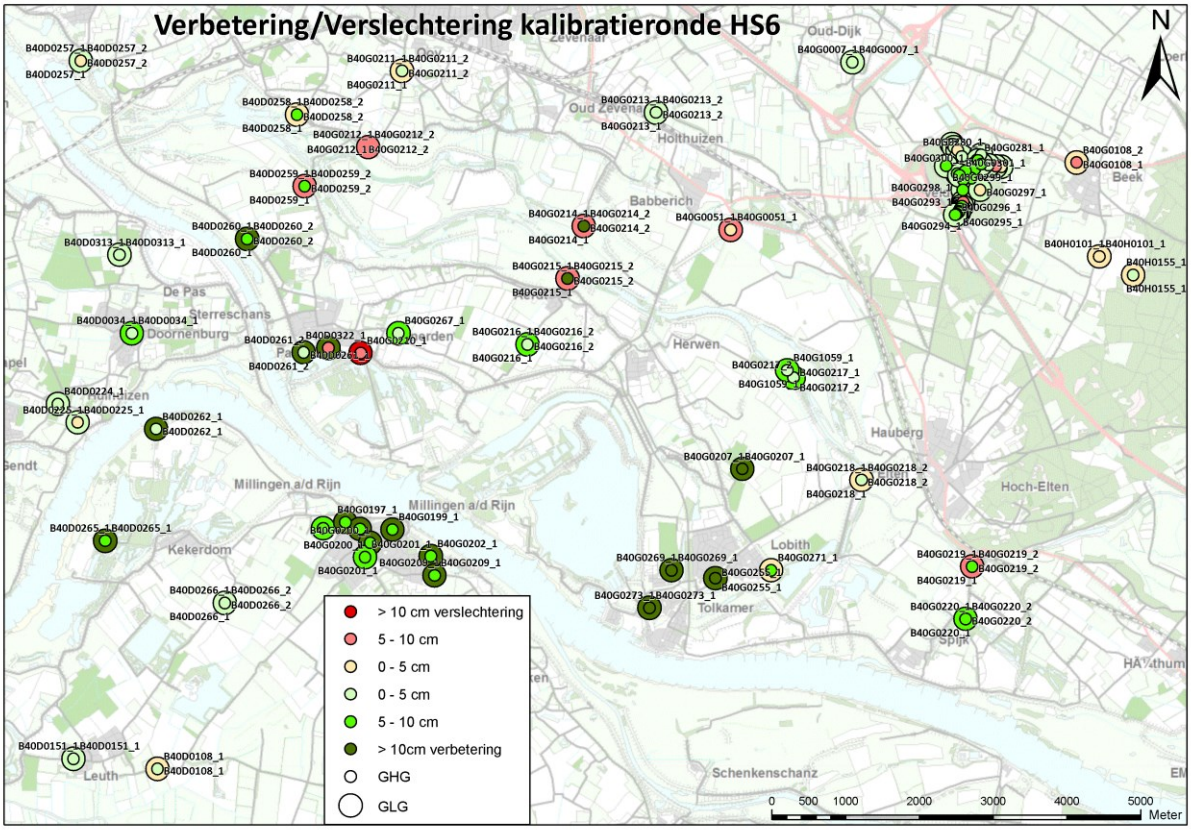


Figuur 13 *Validatieresultaat AMIGO-grondwatermodel na het doorvoeren van de verbeteringen (stap 5).*

De verbeteringen per individuele peilbuis zijn veel groter. Daarom is in de onderstaande figuur de verbetering per peilbuis voor zowel de GHG als de GLG weergegeven. Binnen het interessegebied zijn er 3 peilbuizen waarbij de GHG verslechterd: B40G0322, B40G0210 en B40G0051. Dit zijn echter

peilbuizen waarvan op voorhand is gezegd dat deze minder representatief zijn. Bovendien liggen ze verder van de ingreep af. De GHG verbeterd, met name in het directe interessegebied, aanzienlijk. Rondom Lobith zijn de verbeteringen zelfs ruim meer dan 10 cm.

De GLG in de directe omgeving verbeterd ook aanzienlijk. De afwijking in peilbuis B40G02210 mag worden genegeerd vanwege onbetrouwbare metingen. De overige verslechteringen als het gaat om GLG bevinden zich met name in de polder tussen Aerdt en Babberich. De verslechtering van de GLG is hier net iets meer dan 5 cm. Mogelijk dat hier in de zomermaanden meer water wordt vastgehouden waardoor de GLG iets minder ver uitzakt.



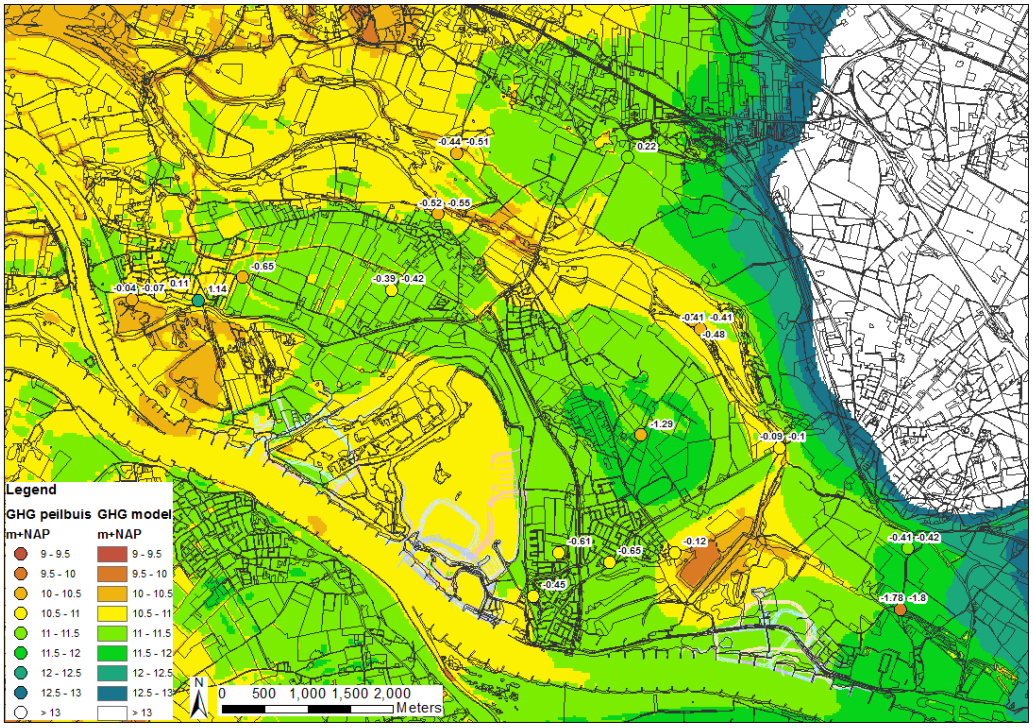
Figuur 14 *Verbetering van de huidige situatie (HS6 (na stap 5) t.o.v. HS1 (na stap 4)).*

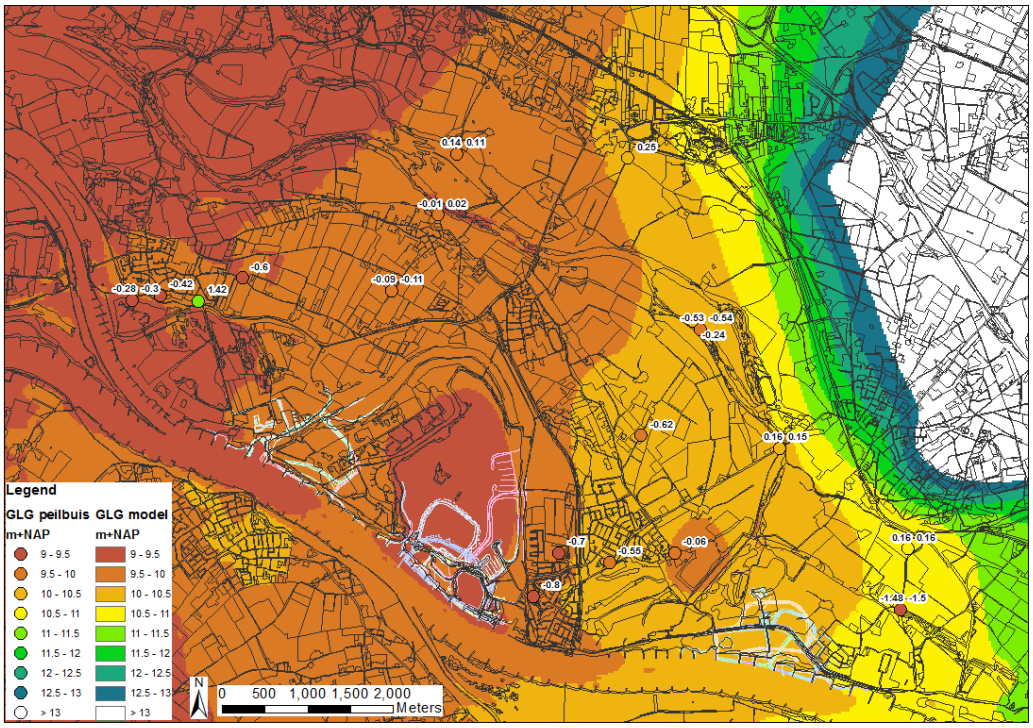
Conclusie

Na aanpassing van een aantal foutieve modelparameters is de eerste versie van het model al van voldoende kwaliteit om de gevraagde effectenberekening uit te kunnen voeren. Voor de meetpunten die en grotere afwijking hebben dan toegestaan, is een logische verklaring te herleiden. Bovendien is de werkelijke afwijking kleiner doordat meetreeksen veelal vroegtijdig zijn gestopt.

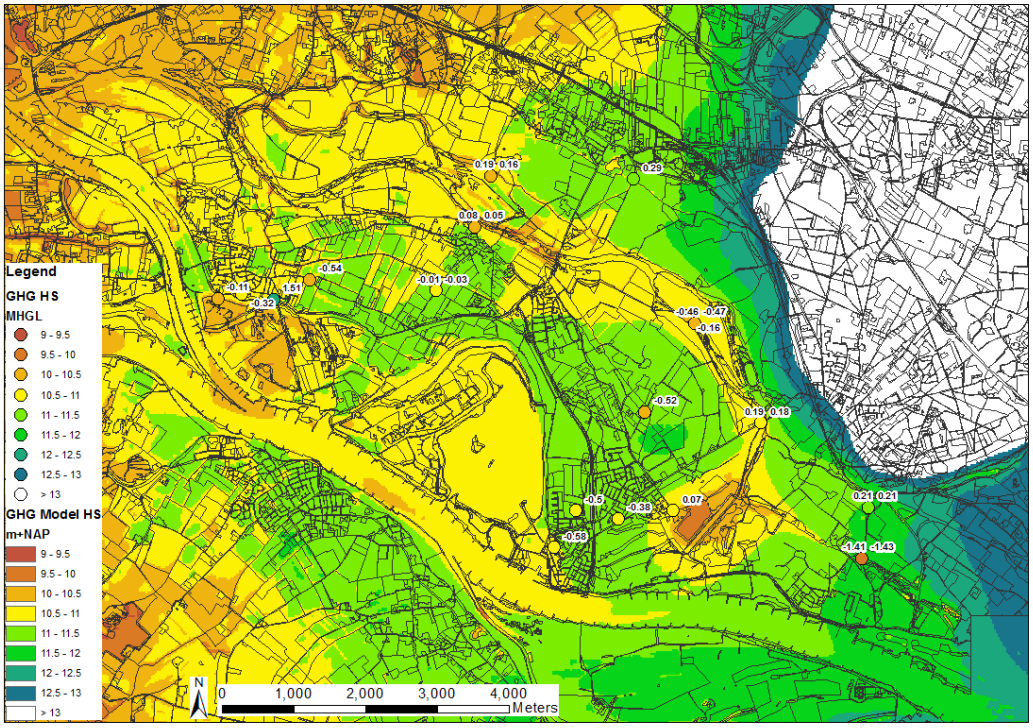
Omdat bij de analyse een aantal direct aanwijsbare verbeteringen aan het licht kwamen , is desalniettemin besloten het model verder aan te passen. Deze aanpassingen hebben geleid tot een verdere verbetering van het model. Bovendien betekend de betere schematisatie van de watergangen tevens een meer nauwkeurige uitspraak m.b.t. de berekende effecten.

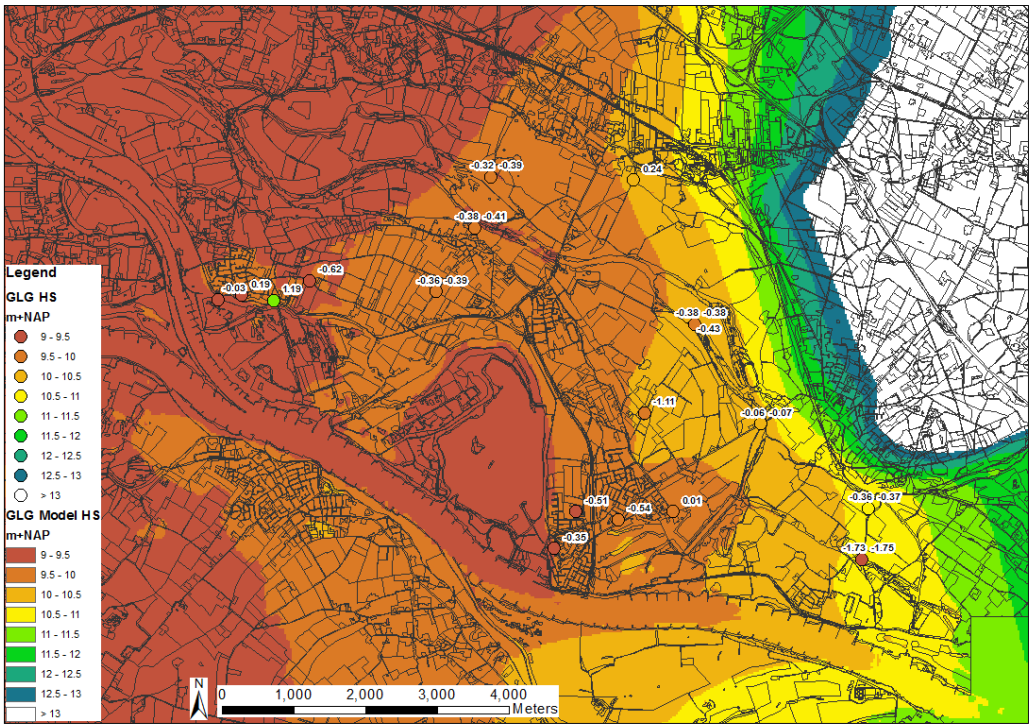
Bijlage 1a. Validatieresultaat HS1 (na stap 4)





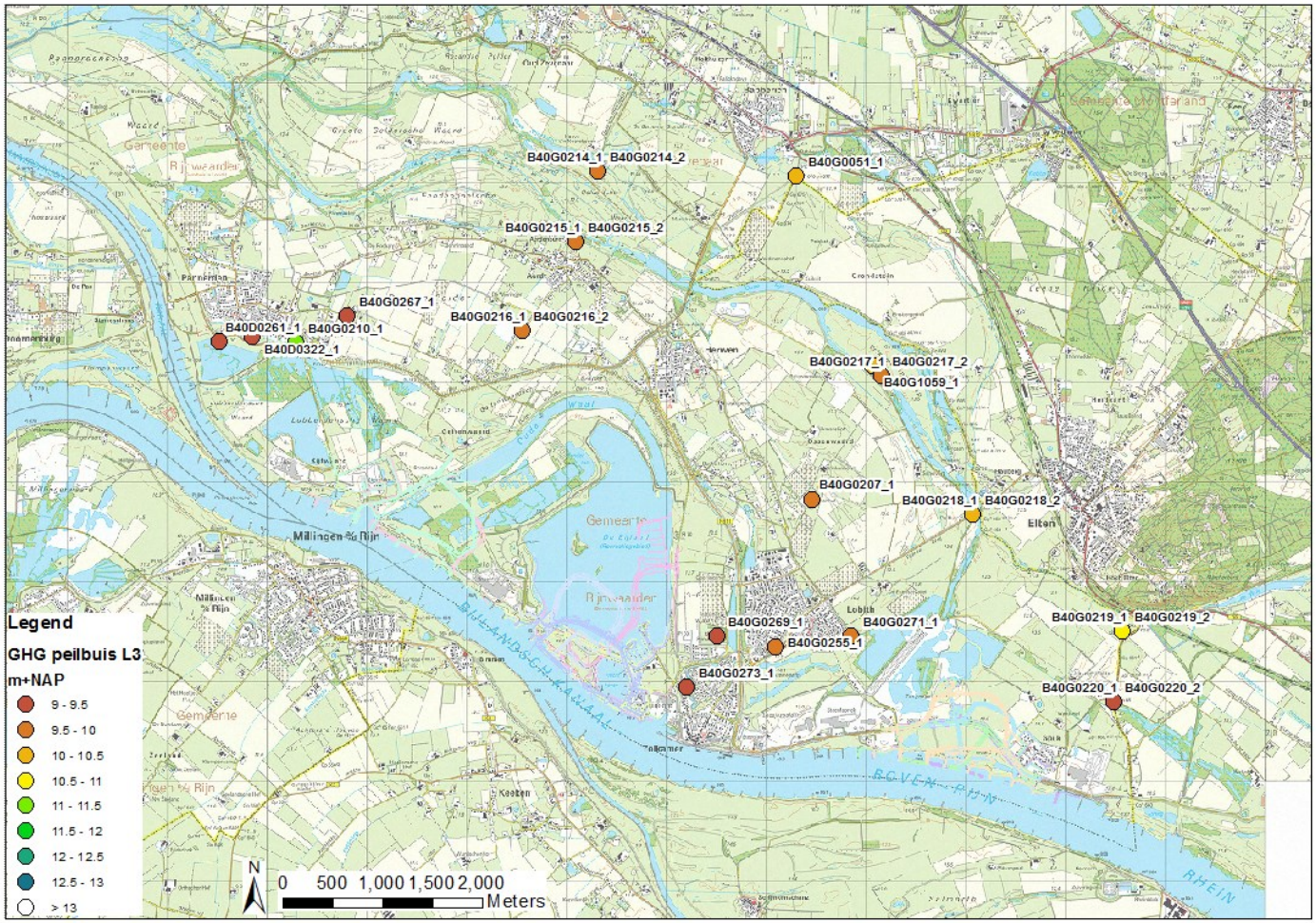
Bijlage 1b. Validatieresultaat HS6 (na stap 5)



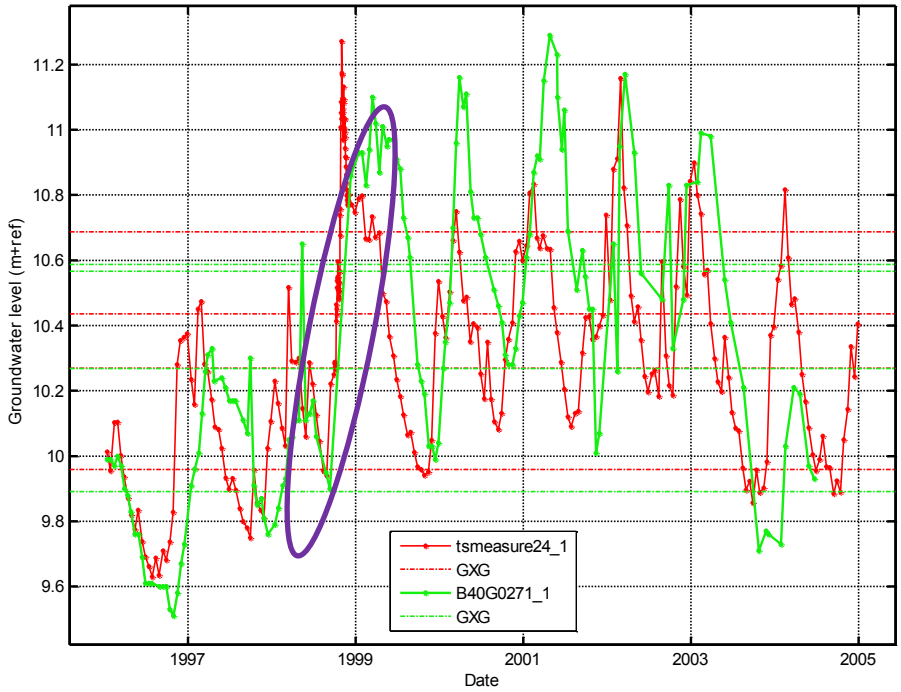


ARCADIS

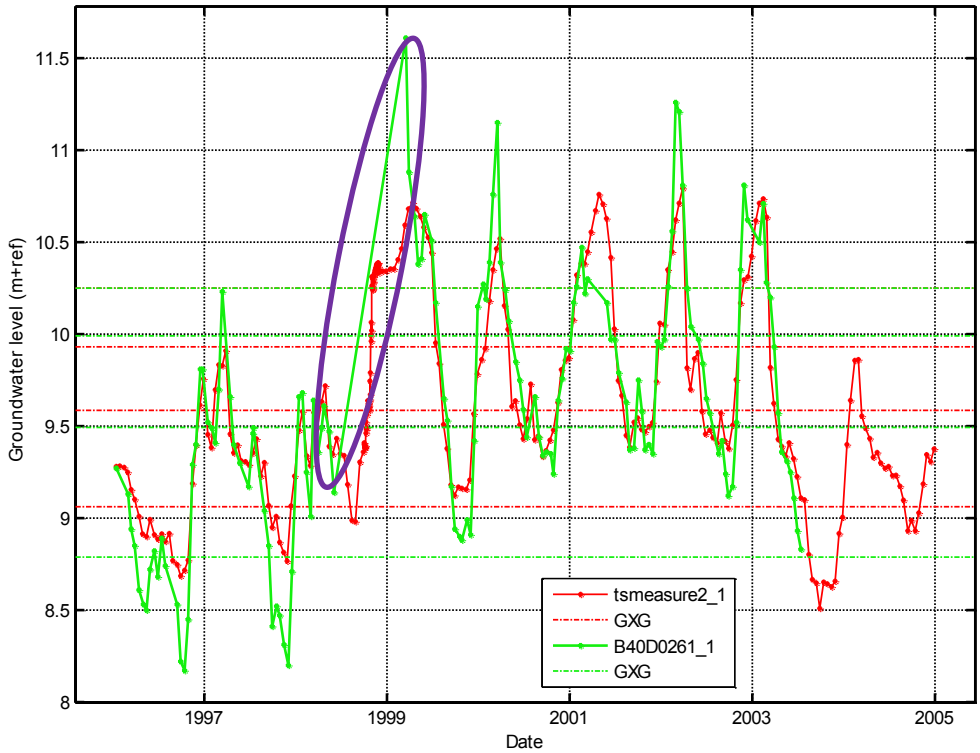
Bijlage 2. Tijdreeksen (e-mail 30-7-2013)



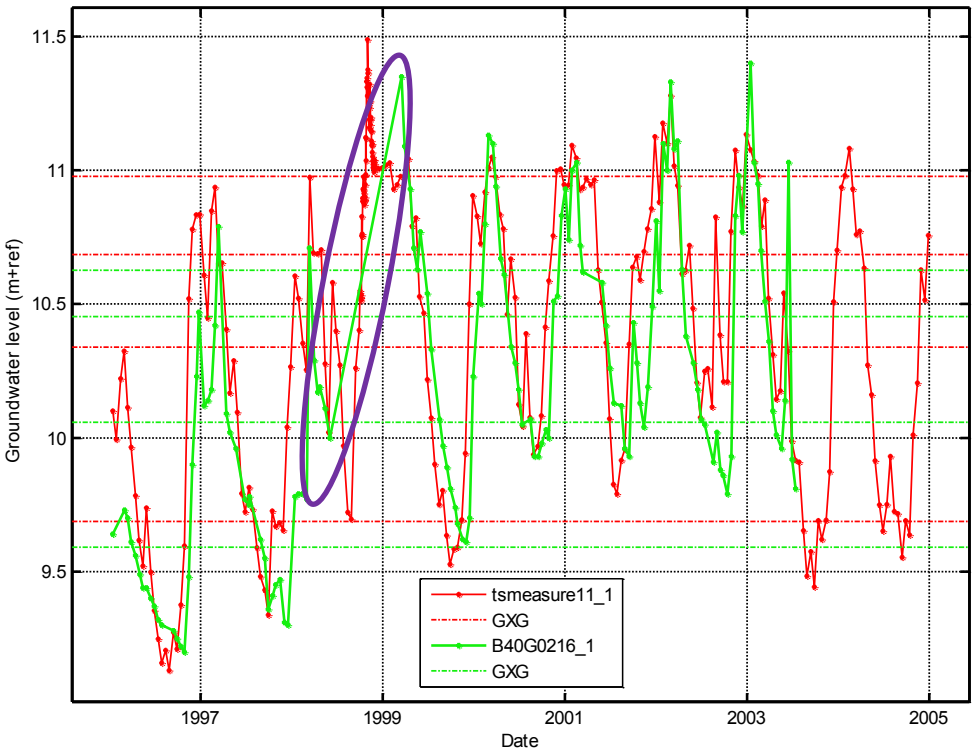
Ons kenmerk:
077264686:0.1



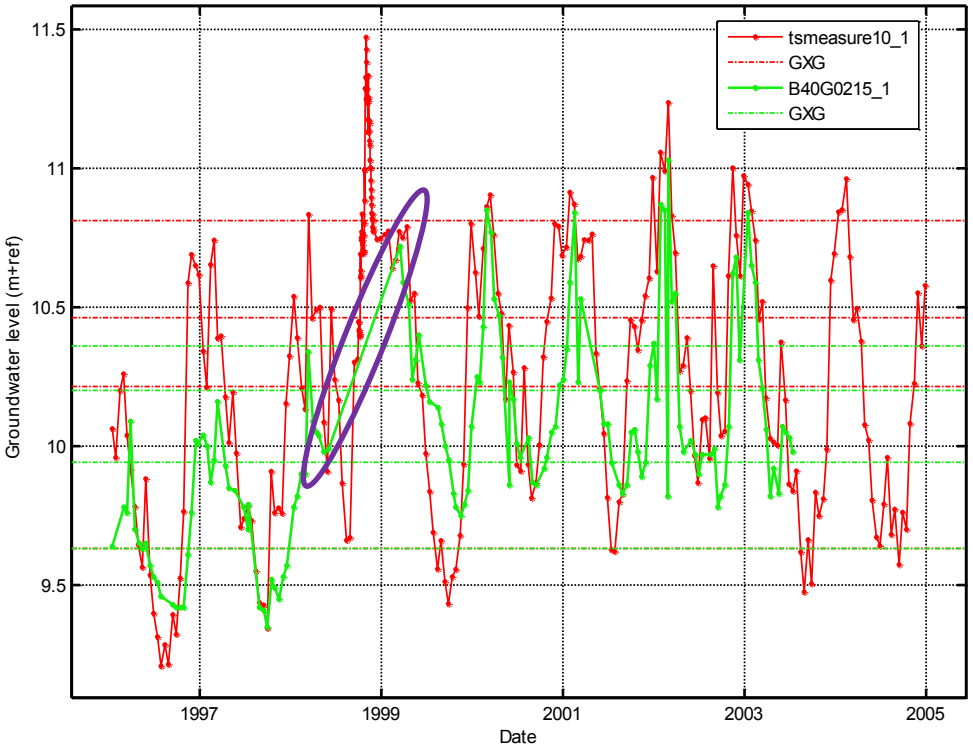
Model en meeting komen goed overeen. GLG wijkt hooguit enkele centimeters af. Afwijking op GHG is iets groter, maar maximaal 10 cm. Piek in 1998 wordt gemist (ontbrekende meetgegevens). De hoge waterstanden in 2000 en 2001 worden niet berekend. Mogelijke onderschatting invloed Rijn?



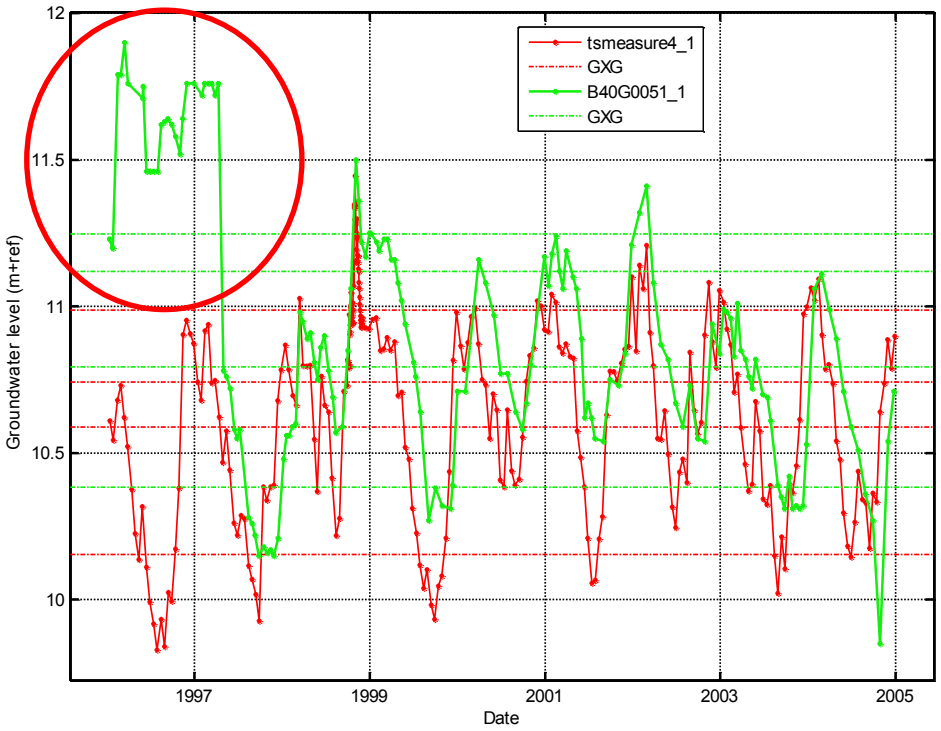
Model en meeting komen goed overeen. GLG wijkt hooguit enkele centimeters af. Afwijking op GHG is iets groter, maar maximaal 10 cm. Piek in 1998 wordt gemist (ontbrekende meetgegevens).



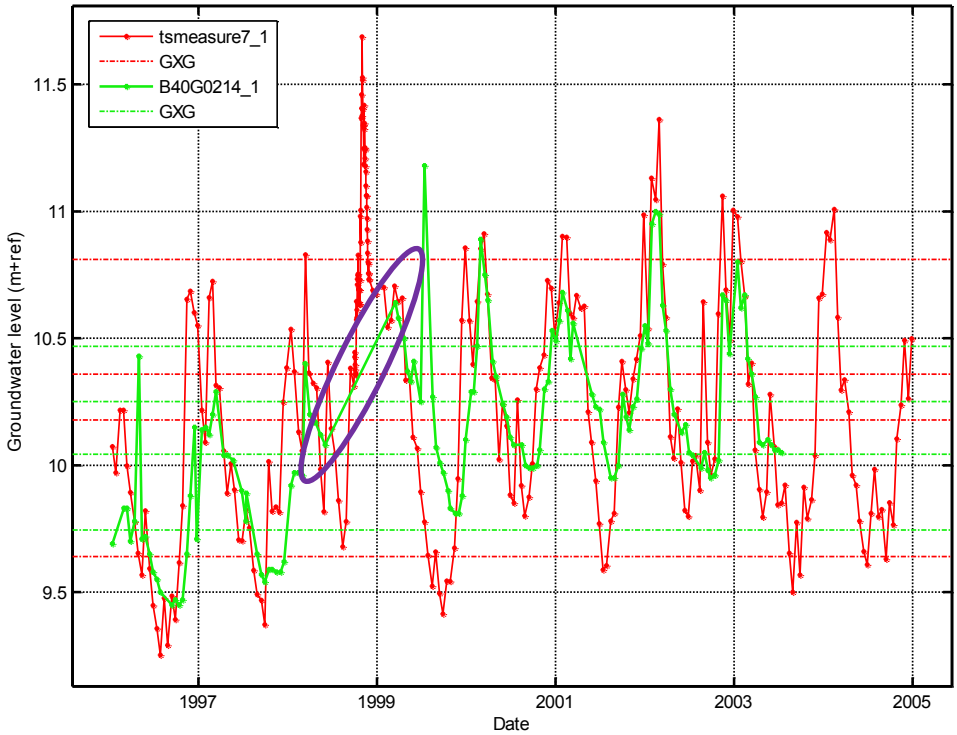
Model en meeting komen goed overeen. GLG en GHG wijkt hooguit enkele centimeters af. Piek in 1998 wordt gemist (ontbrekende meetgegevens).



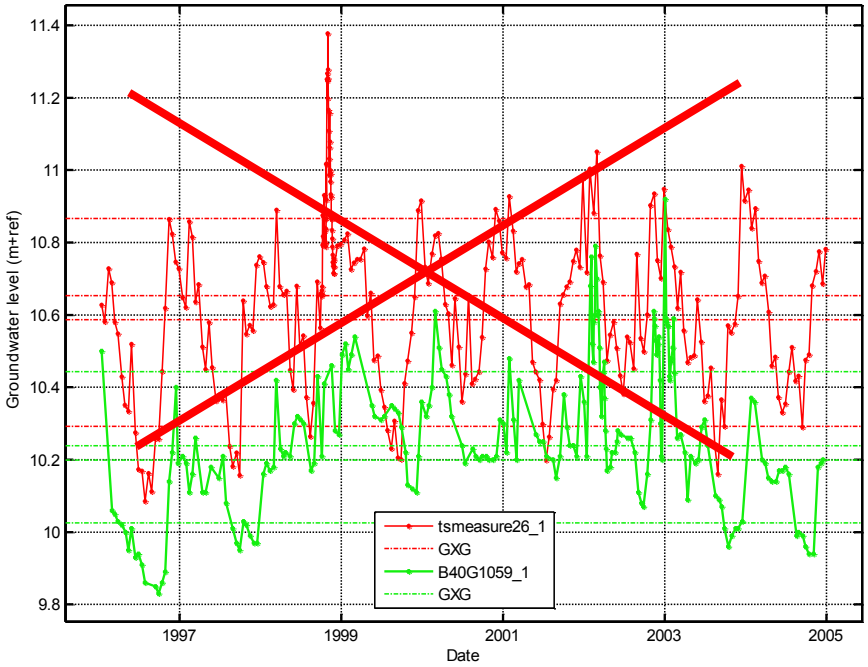
Model en meeting komen goed overeen. GLG en GHG wijkt hooguit enkele centimeters (tot 10 cm) af. Piek in 1998 wordt gemist (ontbrekende meetgegevens).

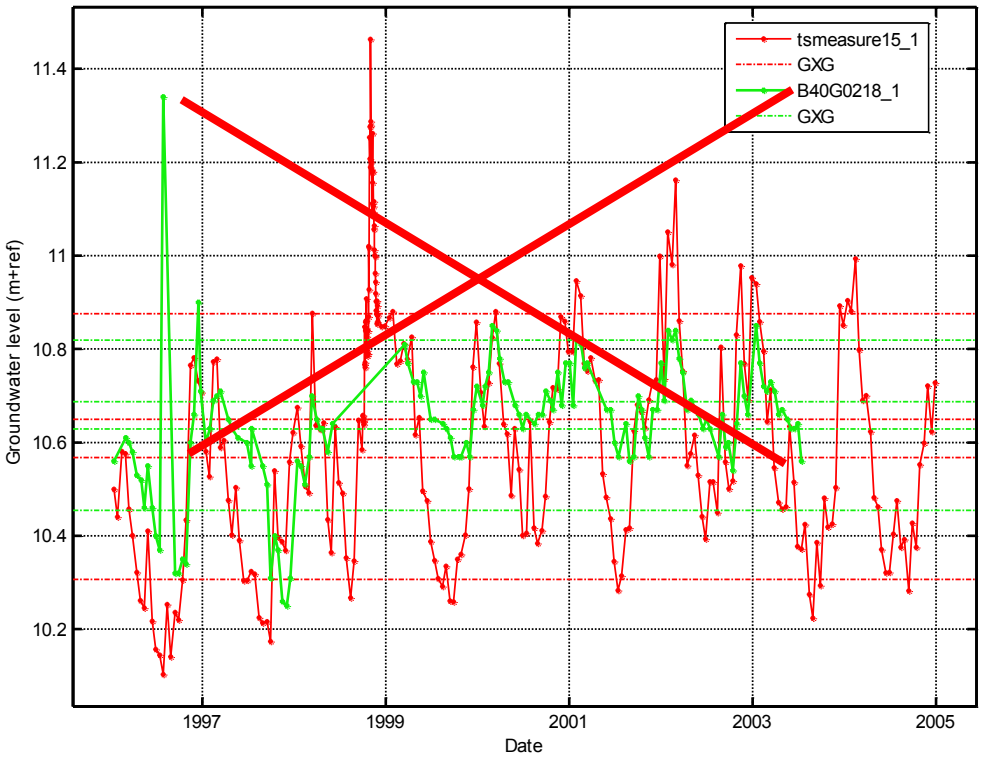


Model en meeting komen goed overeen, met uitzondering van de eerste jaren (meetfout?) De GHG wijkt hooguit enkele centimeters af. De GLG wordt te hoog berekend, maar de peilbuis lijkt soms droog te vallen cq te stagneren.

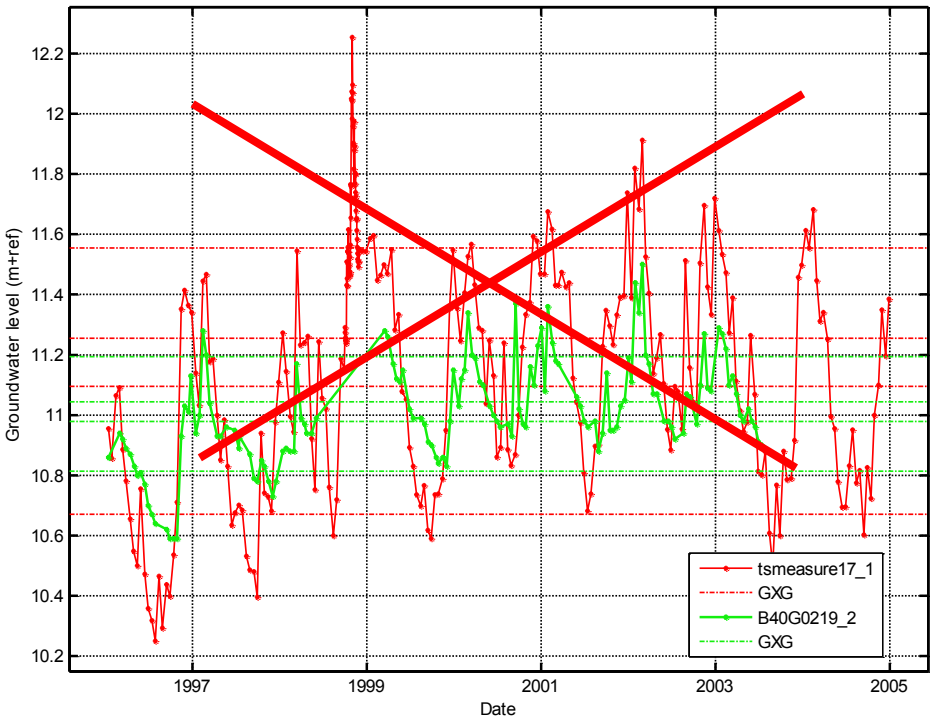


Model en meeting komen goed overeen De GHG wijkt hooguit enkele centimeters af. De GLG wordt te hoog berekend (10 tot 20 cm) Piek in 1998 wordt gemist (ontbrekende meetgegevens).

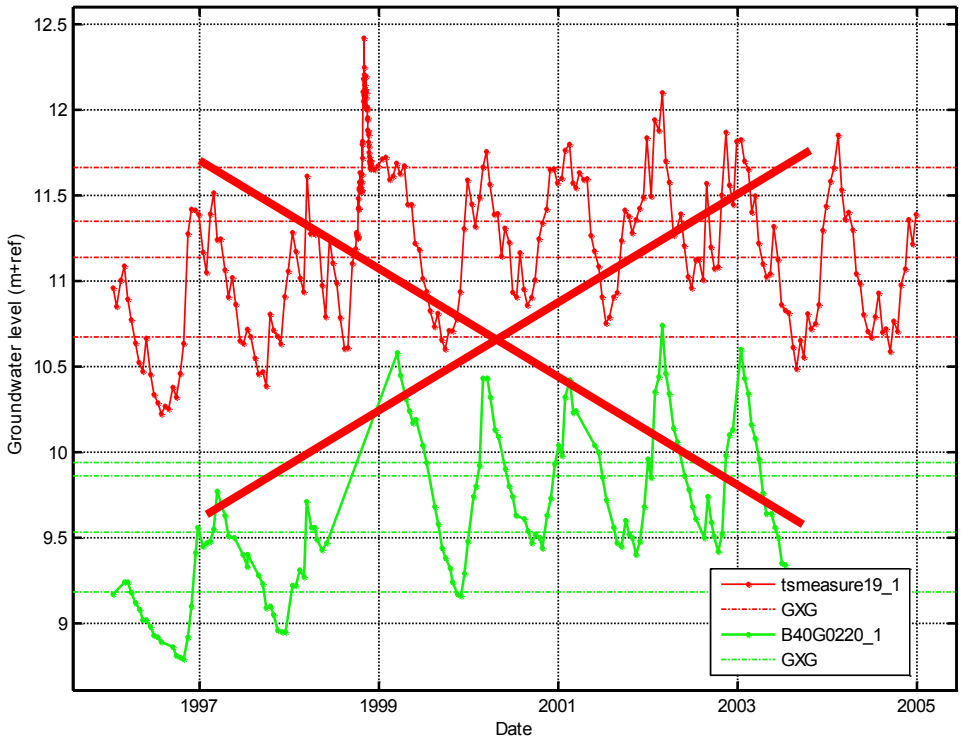




Rijnstrangen: Dynamiek is te hoog berekend en de meting ligt consequent lager dan het model. Oorzaak is peilbeheer: 10.2 m NAP. Alleen in droge jaren zakt het verder uit. Drainageniveau aanpassen?

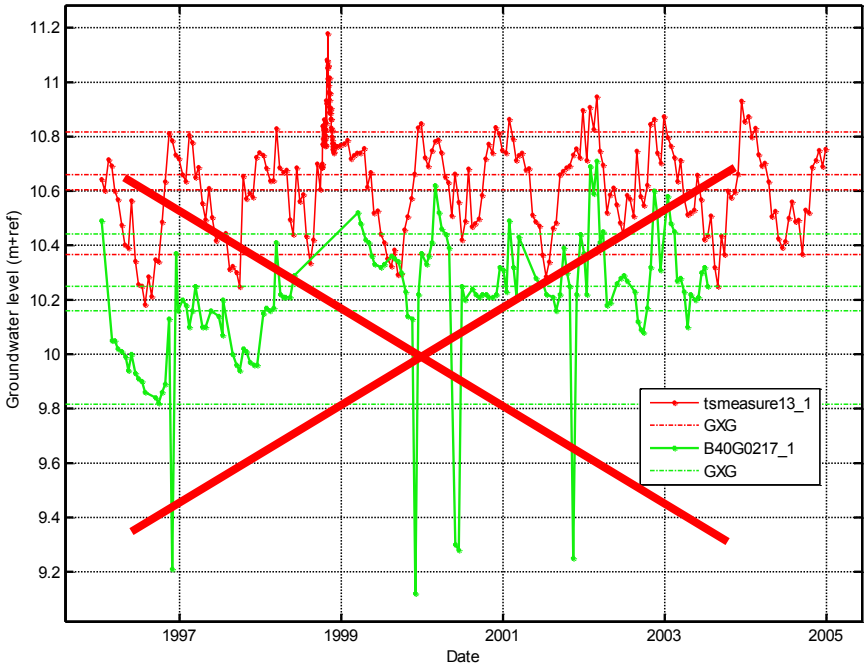


Dynamiek te hoog berekend. Piek in 1998 wordt gemist (ontbrekende meetgegevens). Drainageniveau controleren. Invloed van de Rijn?

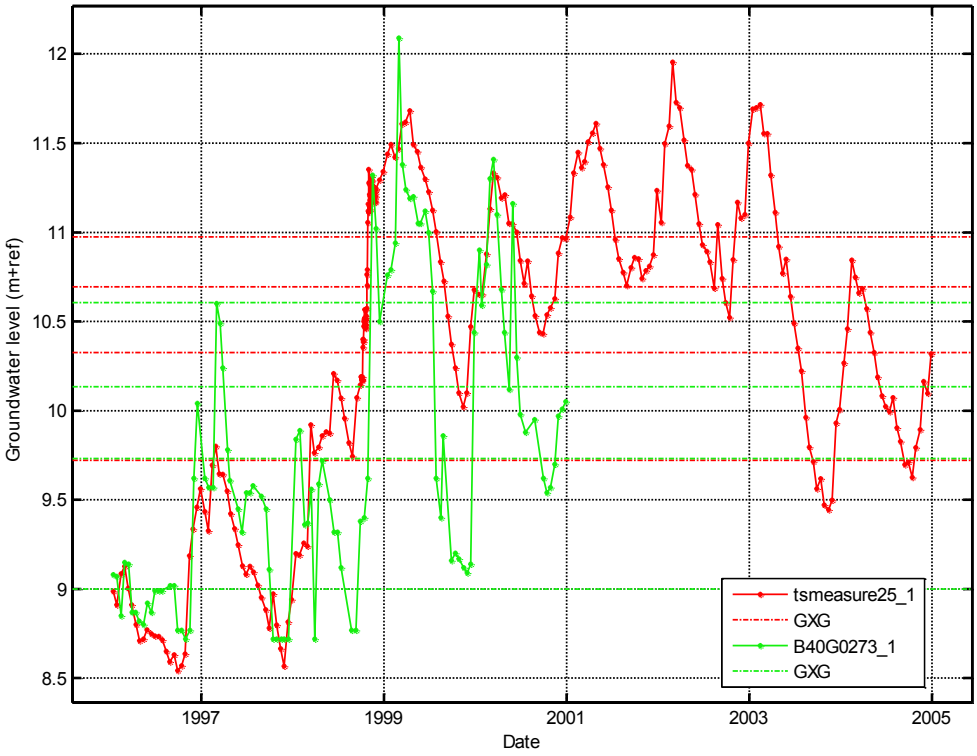


Vreemde meting qua verloop. De standen zijn veel te laag gezien de omgeving:. Referentiehoogte mogelijk ook onjuist. Piek in 1998 wordt gemist (ontbrekende meetgegevens).

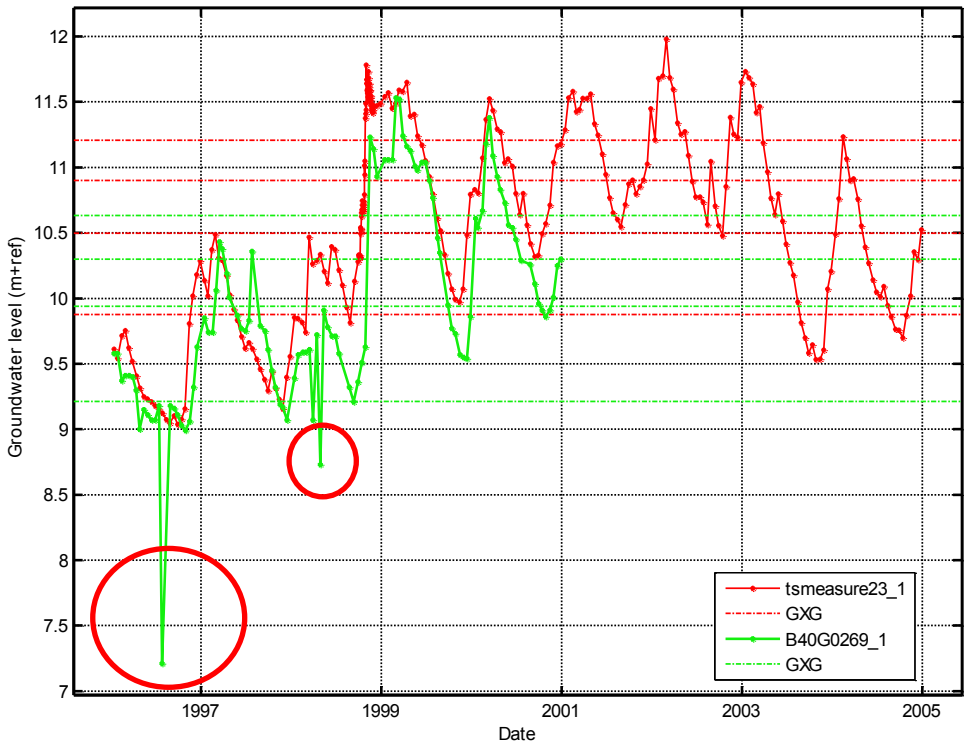
Verwijderd uit validatiescatter (korte reeks)



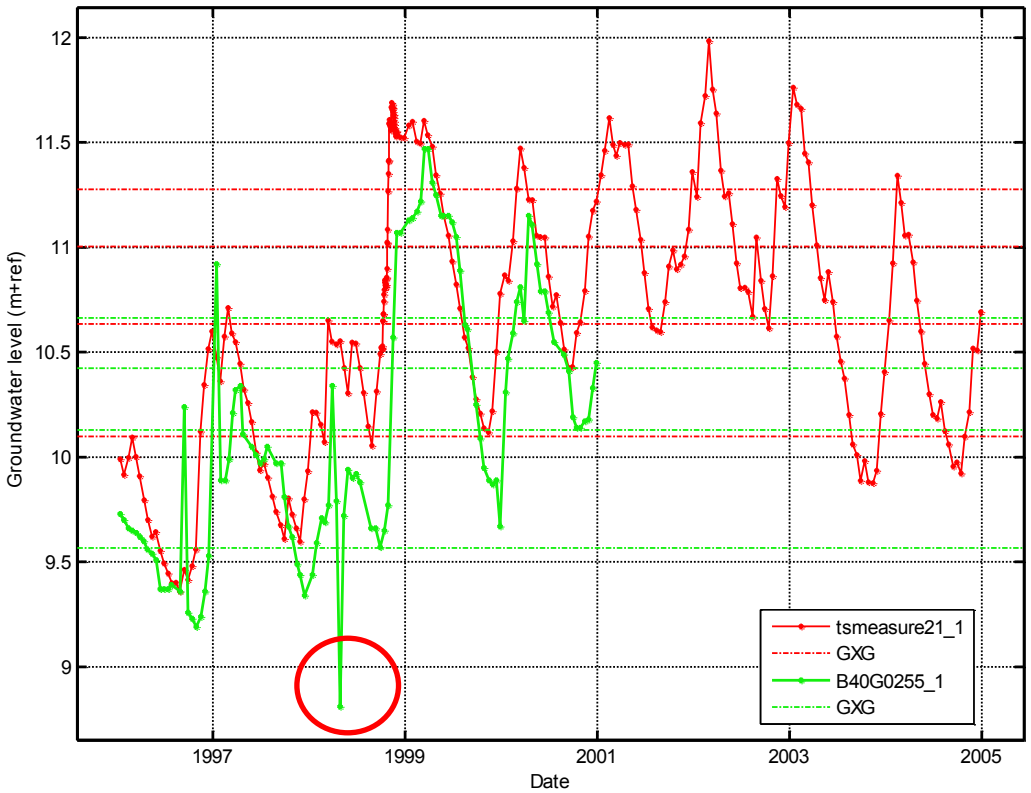
Veel meetfouten. Buis lijkt ook droog te vallen. Piek in 1998 wordt gemist (ontbrekende meetgegevens). Oorzaak ook deels het gevolg van peilbeheer (zie ook rijnstrangen hierboven).



GHG okay. GLG wordt te hoog berekend (20-30 cm). Te hoog drainage niveau legger/top 10. Effect Rijn.

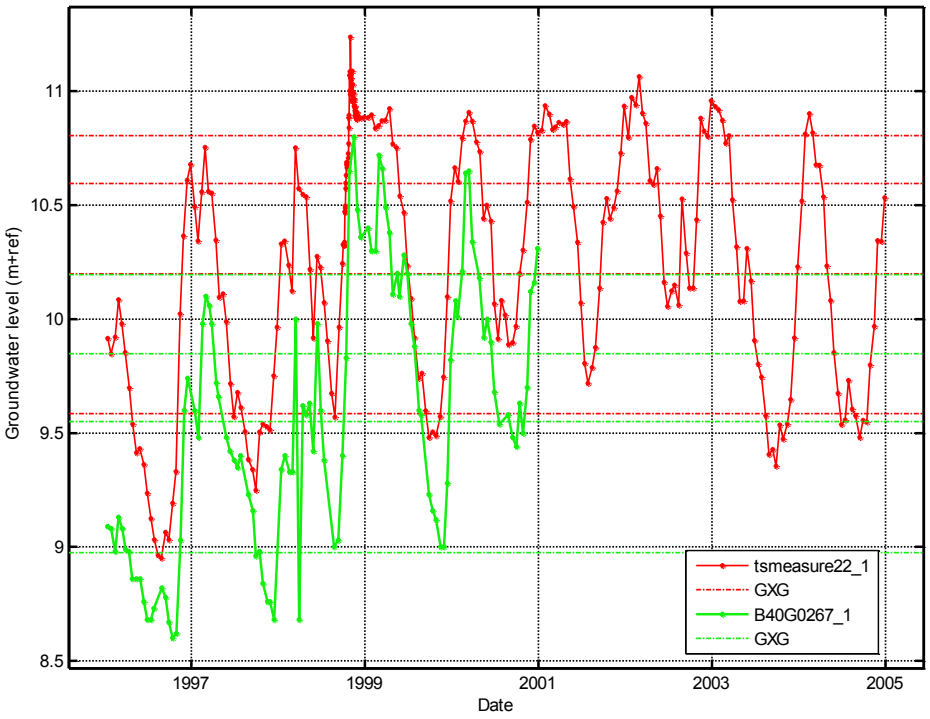


GHG en GLG komen goed overeen. Een aantal meetfouten in de peilbuis.

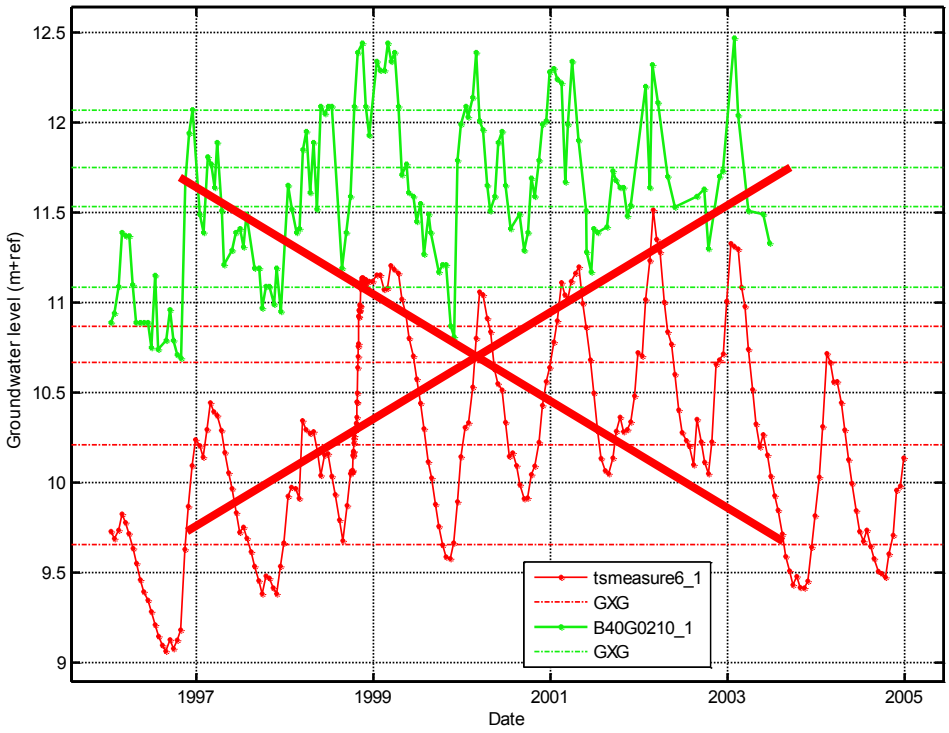


GHG en GLG komen goed overeen: GLG iets te nat (circa 20 cm), GHG iets te nat (circa 10 cm) Een aantal meetfouten in de peilbuis.

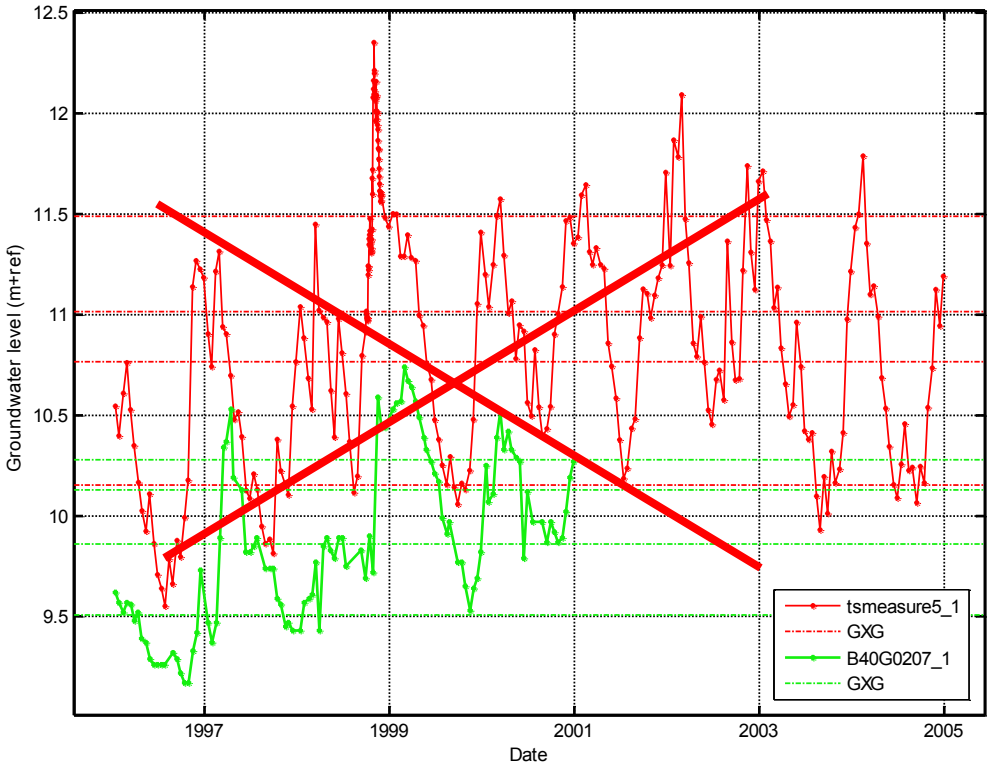
[redacted] uit scatter (meetpunten wijken af)



Vreemde meting qua verloop. De standen zijn (iets) te laag gezien de omgeving:. Referentiehoogte mogelijk ook onjuist.



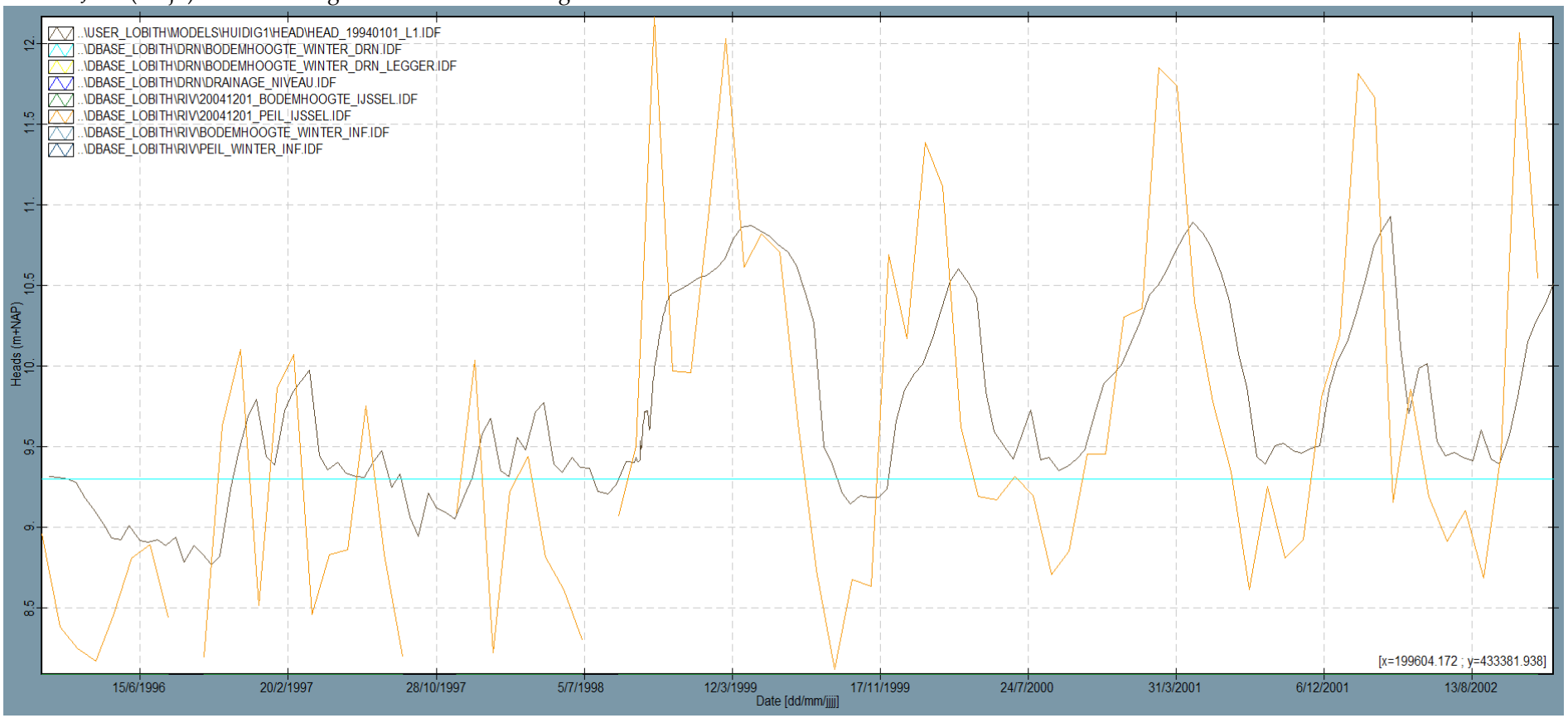
Vreemde meting qua verloop. De standen zijn te hoog gezien de omgeving:. Referentiehoogte mogelijk ook onjuist.



Vreemde meting qua verloop. De standen zijn te hoog gezien de omgeving Piek in 1998 wordt gemist (ontbrekende meetgegevens). Oorzaak ook deels het gevolg van peilbeheer (zie ook rijnstrangen hierboven).

ARCADIS

Invoer IJssel (=Rijn) doet te weinig -> conductance te hoog!



Ons kenmerk:
077264686:0.1

ARCADIS NEDERLAND BV
Het Rietveld 59a
Postbus 673
7300 AR Apeldoorn
Tel 055 5815 999
Fax 055 5815 599
www.arcadis.nl

MEMO

Onderwerp:
Scenario resultaten

Apeldoorn,
8 augustus 2013

Projectnummer:
C01011.200085.0100

Van:
Wilco Klutman

Opgesteld door:
Wilco Klutman

DIVISIE WATER

Afdeling:
Divisie Water Apeldoorn

Ons kenmerk:
077264793:0.1

Aan:
Marieke Pfraff (CSO)

Kopieën aan:

Inleiding
In he kader van de PlanMER ten behoeve van de "overnachtingshaven Lobith" dienen verschillende varianten te worden gewogen op milieueffecten. Om (een deel van) deze effectbeoordeling uit te kunnen voeren, is het effect op geohydrologie nodig. De bijdrage van ARCADIS bestaat uit het uitvoeren van de grondwatermodellering en het aanleveren van de rekenresultaten.

Het doel van dit memo is het rapporteren van de uitgevoerde modelaanpassingen waarmee de verschillende inrichtingsvarianten zijn geschematiseerd. Daarnaast wordt een korte toelichting gegeven op de resultaten om deze te kunnen duiden ten behoeve van de effectbeoordeling. De verantwoording van de huidige situatie staat in de memo "Modelaanpassingen en validatie van het grondwatermodel" beschreven.

Voorliggend document betreft een technisch achtergrondbericht dat bedoeld is voor specialisten die met de modeluitkomsten werken of de resultaten hiervan moeten interpreteren. Het detailniveau en de onderbouwing sluit qua detailniveau niet aan bij een (openbare) publicatie. Dit memo moet dan ook niet worden gezien als een bijlage van het PlanMER

Schematisatie van de varianten
De verschillende inrichtingsvarianten verschillen van locatie en omvang. Het hydrologische basisprincipe is gelijk. De consequenties op de geohydrologie zijn te omvatten in:

1. vermindering of verwijderen van de weerstand van de deklaag;
2. een eventuele uitbreiding van het areaal dat mee fluctueert met het peil van de Rijn.
3. grond kerende damwanden.

Ad 1. Deklaag
Op basis van de modelschematisatie en de boorbeschrijvingen, zowel de aangeleverde boorbeschrijvingen als ook de boringen uit DINOLoket, is vastgesteld dat bij alle varianten de vergravings- cq. baggerwerkzaamheden een dusdanige diepgang hebben dat de volledige weerstand

van de deklaag wordt verwijderd. Voor alle varianten is binnen de begrenzing van het watervlak van de haven de weerstand van de deklaag op 0.1 dagen gezet. De begrenzing van het watervlak per scenario is weergegeven in bijlage 1.

Ad 2. Rivier en haven

Als basis is de begrenzing van de rivier de Rijn gekozen op de datum waarop binnen de modelperiode het laagst gemeten rivierpeil is opgetreden. Deze begrenzing is gehanteerd als de minimale omvang van de rivier. Per variant is daarbuiten vastgesteld welke aanvullende modelcellen gekoppeld moeten worden aan het rivierpeil als gevolg van de vergraving ten behoeven van de aanleg van de overnachtingshaven. Als begrenzing is wederom het watervlak van de variant gebruikt voor de aanpassing van de modelinvoer. Deze bestaat uit de volgend twee systemen:

a. Het haven-riviersysteem
b. Het rijn-riviersysteem

a. Havensysteem

Voor de haven is een nieuw riviersysteem toegevoegd aan de modeldatabase. Het waterpeil varieert met dezelfde peilen als de rivierpeilen bij de instroomopening van de haven. De weerstand van deze nieuwe modelcellen is gesteld om 20 dagen (een factor 10 lager dan de huidige Rijn) om de worst-case situatie direct na aanleg te schematiseren. 20 dagen is een vergelijkbare weerstand als van een goed onderhouden leggerwatergang van het waterschap. Dit betekent ook dat de effecten in de loop van de tijd minder zullen worden dan nu wordt berekend.

b. Rijnsysteem.

Bij hogere rivierwaterstanden kunnen delen meestromen, zoals de uiterwaarden, die niet onder water stonden ten tijde van dit laagste rivierpeil. Als deze delen nu deel uit maken van de nieuwe haven, zouden er tijdens deze tijdstappen 2 randvoorwaarden op deze modelcellen worden gelegd. Hiervoor is de modelinvoer van de rivier de Rijn aangepast. De cellen van de haven zijn altijd actief. Binnen deze begrenzing zijn voor alle tijdstappen de actieve modelcellen uit de modelinvoer van de Rijn gehaald.

Dit betekend tevens dat wanneer een groot deel van de toekomstige haven, nu ook al deel uit maakt van het winterbed van de Rijn, deze nu niet langer is ondergebracht als ‘rivier’ maar als ‘haven’. Hierdoor is ook de intreeweerstand voor dit deel verlaagd. Hiervoor heeft het uitgangspunt, dat de hele toekomstige haven opnieuw op diepte wordt gebracht door vergravings- cq. baggerwerkzaamheden, de basis gevormd.

Tot slot zijn voor alle nieuwe riviercellen de overige drainerende randvoorwaarden als ‘oppervlakkige afstroming’ en ‘detailontwatering’ uit het model verwijderd.

Ad 3. Grondkerende damwanden

Op basis van de modelschematisatie en de boorbeschrijvingen, zowel de aangeleverde boorbeschrijvingen als ook de boringen uit DINOLoket, is vastgesteld dat eventuele ondiepe kleilagen niet doorlopen of geen significante weerstand bieden. De damwanden komen onvoldoende diep om tot in een vaste kleilaag het watervoerende pakket af te sluiten. Bovendien hebben de damwanden

voornamelijk een grondkerende functie, waardoor lekkage op de overgangen van de verschillende compartimenten zeker niet kan worden uitgesloten.

De damwanden zullen hierdoor maar een beperkte invloed hebben om de doorstroming van het freatische pakket. De kwelweg zal weliswaar iets verlengen, maar van een barrière zal maar in beperkte mate sprake van zijn. De damwanden zijn daarom niet als slecht doorlatende elementen in het grondwatermodel opgenomen.

Korte toelichting op de modelresultaten
Conform de aanbieding zijn de volgende resultaten geleverd als ASCII-grid:

- Gemiddelde Grondwaterstand (GWS);
- Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG);
- Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG);
- jaargemiddelde Kwel.

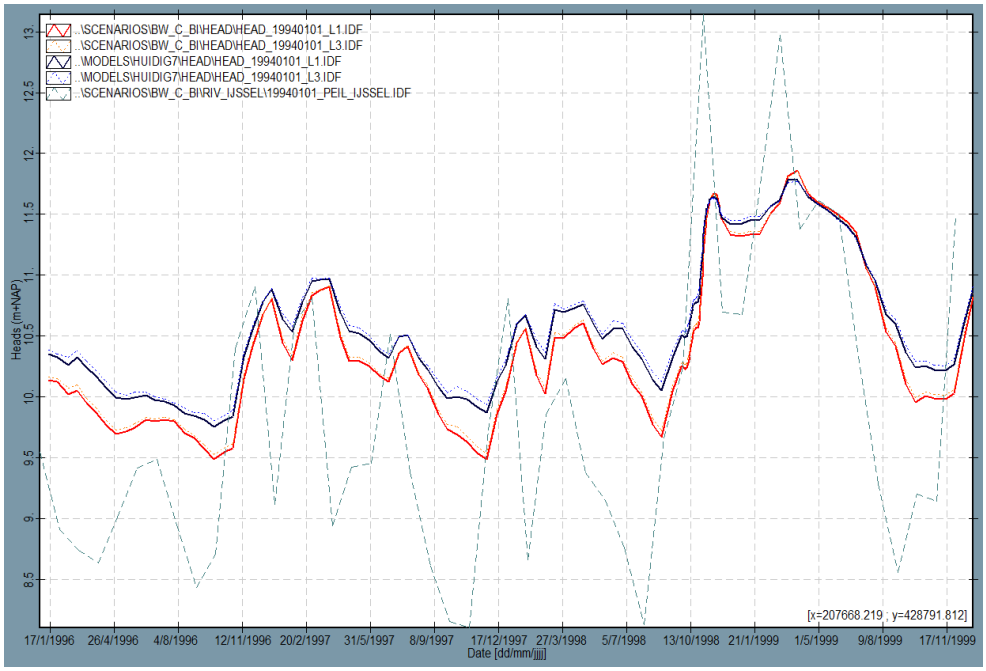
Daarnaast wordt voor het kwantificeren van het waterbezwaar op het oppervlaktewatersysteem geleverd:

- Waterbalans T=1;
- Waterbalans T=10.

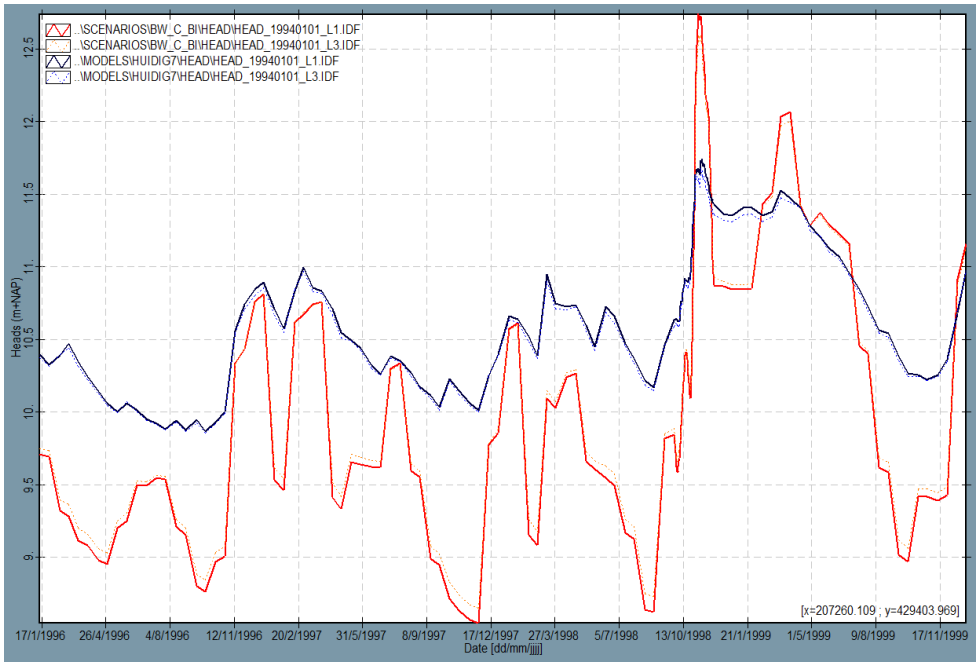
Toelichting op de GxG en kwel
De GHG en de GLG is berekend op basis van de 3 hoogste, respectievelijk de 3 laagste grondwaterstanden van ieder jaar, voor de hydrologische jaren 1996 t/m 2004. De gemiddelde grondwaterstand en de jaargemiddelde kwel is over dezelfde periode bepaald.

In de onderstaande figuur (figuur 1) is een tijdreeks weergegeven binnen het invloedsgebied van de aan te leggen haven. Hierin is duidelijk te herkennen dat het vergrootte areaal rivier, met een lage drainageweerstand, zorgen voor een verdroging in de omgeving. Uit de stippellijn (IJsselpeil = Rijn) kun je opmaken dat de rivier het grootste deel van het jaar drainerend is. Op het moment van een hoog rivierpeil, als de Rijn infiltreert, zie je dat het effect omslaat. In het onderstaande figuur is dit effect echter dusdanig gering, en treedt alleen op tijdens de hogere waterpeilen, dat op deze locatie het effect op de GHG alsnog tot een verdroging leidt.

In de figuur daaronder (figuur 2) is dezelfde periode van hetzelfde scenario weergegeven. Hier is eenzelfde soort tijdreeks en effect zichtbaar. Echter, op deze locatie (direct naast de haven) is het effect tijdens een hoogwater zo groot (tot circa 100cm), dat de GHG hierdoor wel positief wordt beïnvloed: op basis van de GHG treedt op deze locatie vernatting op.



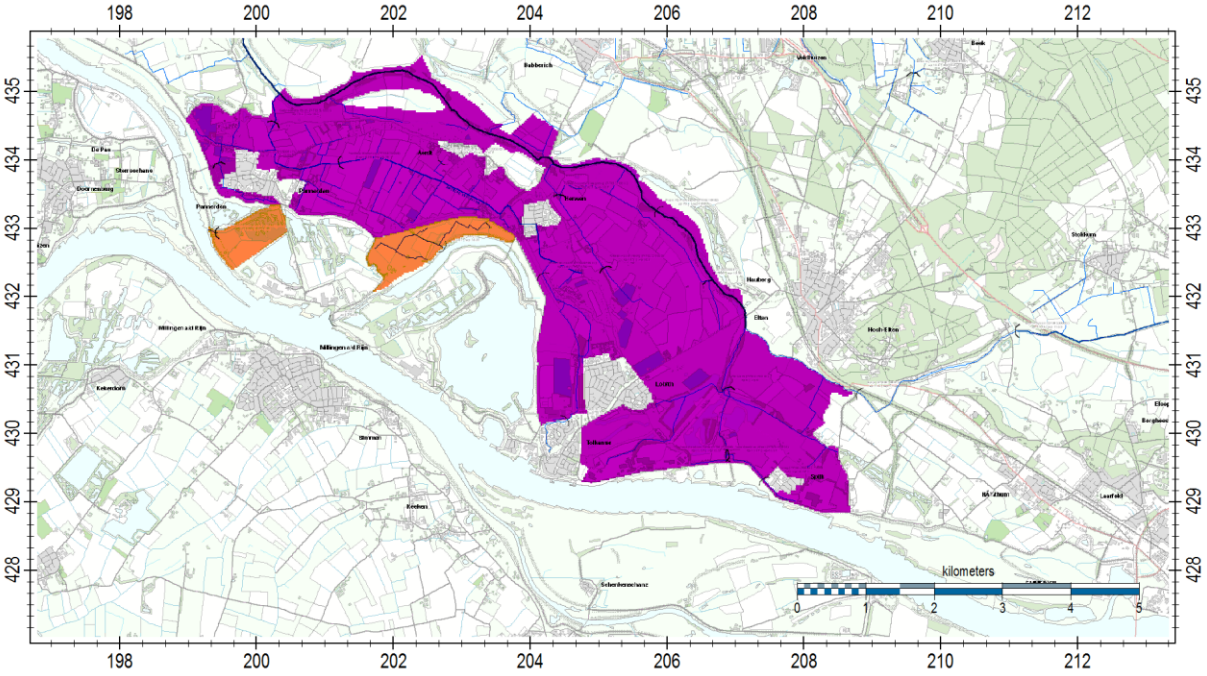
Figuur 1*Tijdreeks op een locatie waar de GHG verlaagd (verdroogd)*
Blauw: huidige situatie
Rood: scenario
Grijze stippellijn: Waterpeil op de Rijn



Figuur 2 *Tijdreeks op een locatie waar de GHG verhoogd (vernat)*
Blauw: huidige situatie
Rood: scenario

Toelichting op de waterballans
De datum waarop de kwelflux het hoogst is bij de hoogwatergebeurtenissen zijn respectievelijk 18-03-1995 (T=1) en 01-11-1995 (T=10). Er zijn voor twee zones de waterbalansen bepaald, gebaseerd op de stroomgebieden van het waterschap. Voor deze zones is de waterballans geëxporteerd en gesommeerd voor alle ontwateringsmiddelen; rivieren, drainage en oppervlakkige afvoer.

Het stroomgebied dat met een oranje arcering is aangegeven (gebied 1), watert vrij af op de Rijn. Middels een terugslagklep wordt binnendringen tijdens een hoogwater tegen gegaan. Het grote stroomgebied dat met een paarse arcering is aangegeven (gebied 2), wordt door gemaal Kandia bemalen tijdens hoog water. Bij lage riverstanden kan er op diezelfde locatie vrij worden afgewaterd op de Rijn.



Figuur 3 *Stroomgebieden t.b.v. de waterbalansen*

Bijlage 1. Begrenzing van de watervlakken per variant.

De opbouw van de naamgeving is als volgt:

LOCATIE_UITVOERING_VARIANT

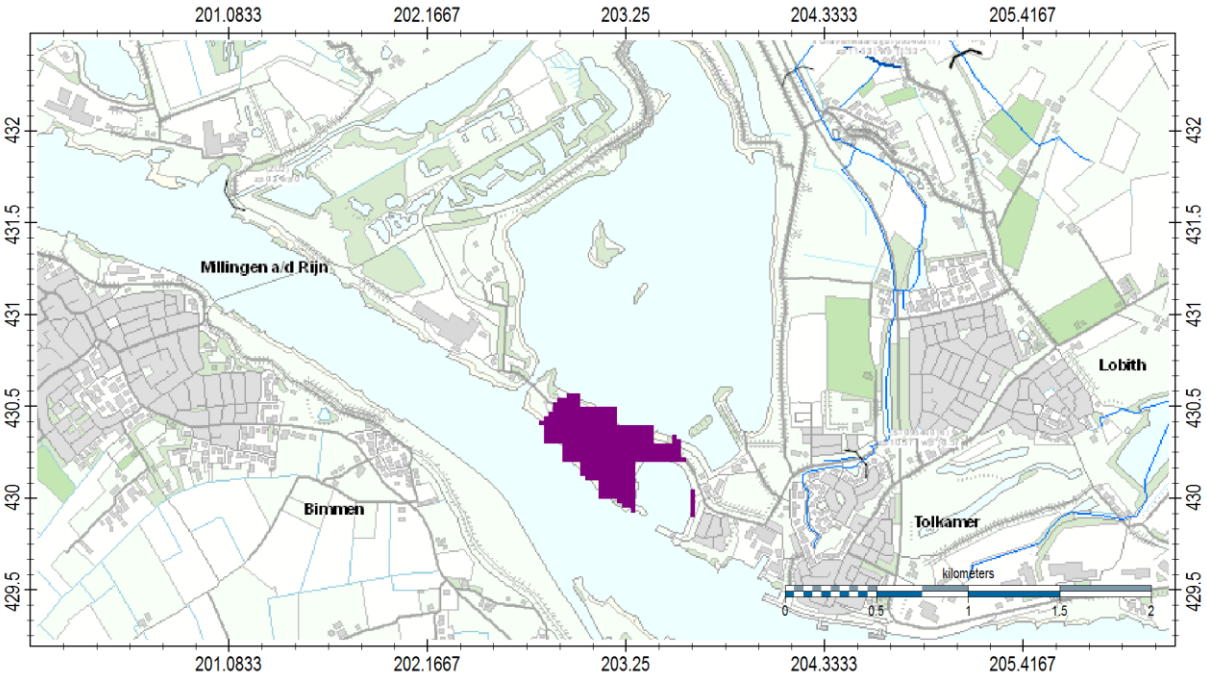
Waarbij:

Locatie
BL = Bijland
OW = Oude Waal
BIJ = Beijenwaard

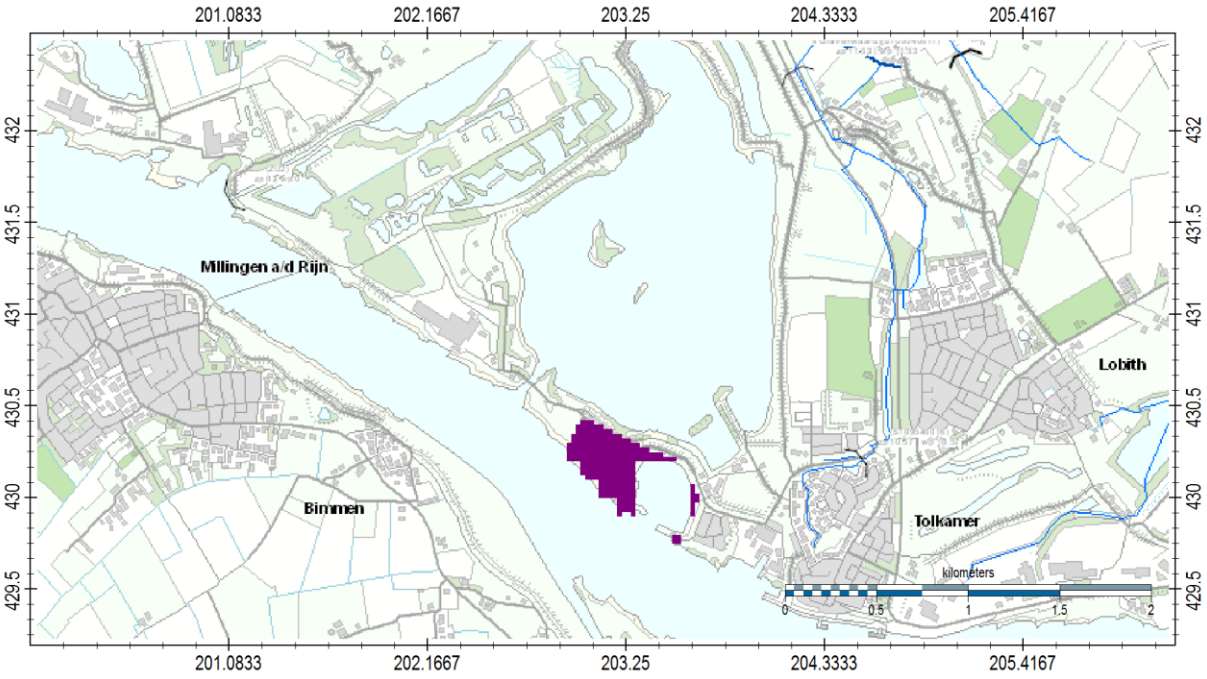
Uitvoering
G = Groot
C = Compact

Variant
L = Land (Bijland)
P = Plas (Bijland)
V1 = variant 1 (alleen bij Oude Waal)
V2 = variant 2 (alleen bij Oude Waal)
BI = Binnendijks (Beijenwaard)
BU = Buitendijks (Beijenwaard)

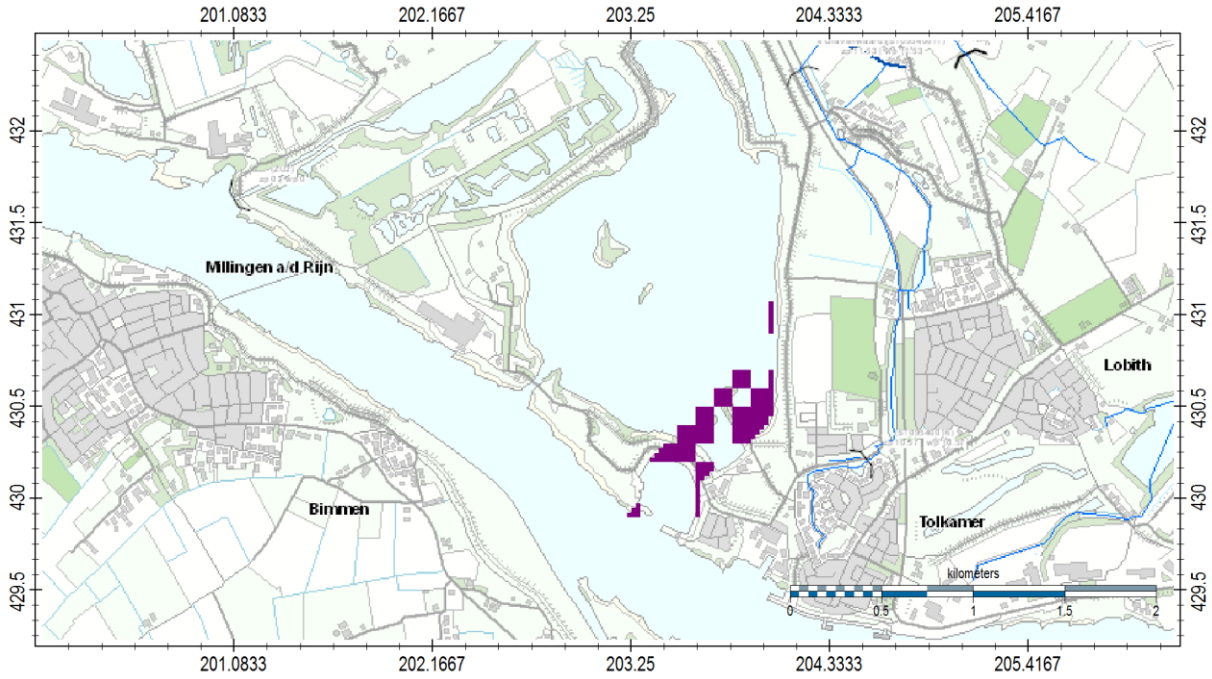
NB. Er is naderhand nog een 12e berekening uitgevoerd voor variant 'Tuindorp'. Hiervan is geen begrenzing weergegeven in het onderstaande overzicht. De wijze van modelleren is op dezelfde manier uitgevoerd.


201.0833
202.1667
203.25
204.3333
205.4167
432
431.5
431
430.5
430
429.5
Millingen a/d Rijn
Bimmen
Lobith
Tolkamer
kilometers
0
0.5
1
1.5
2

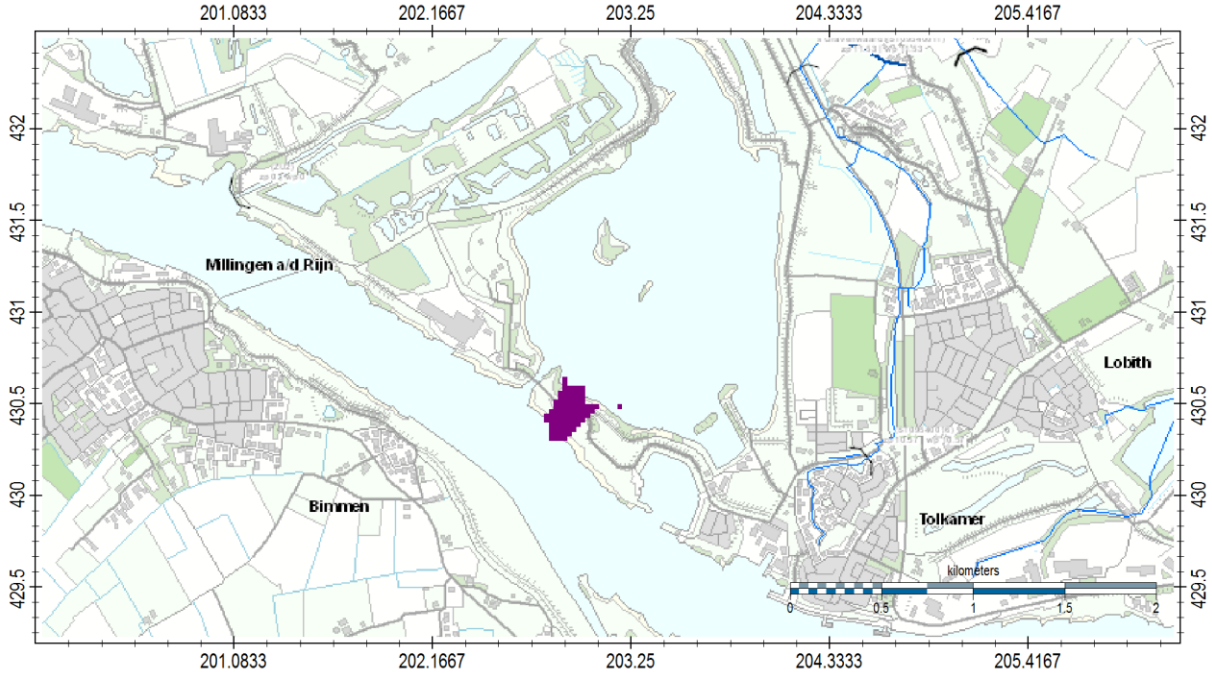
BL_G_L


201.0833
202.1667
203.25
204.3333
205.4167
432
431.5
431
430.5
430
429.5
Millingen a/d Rijn
Bimmen
Lobith
Tolkamer
kilometers
0
0.5
1
1.5
2

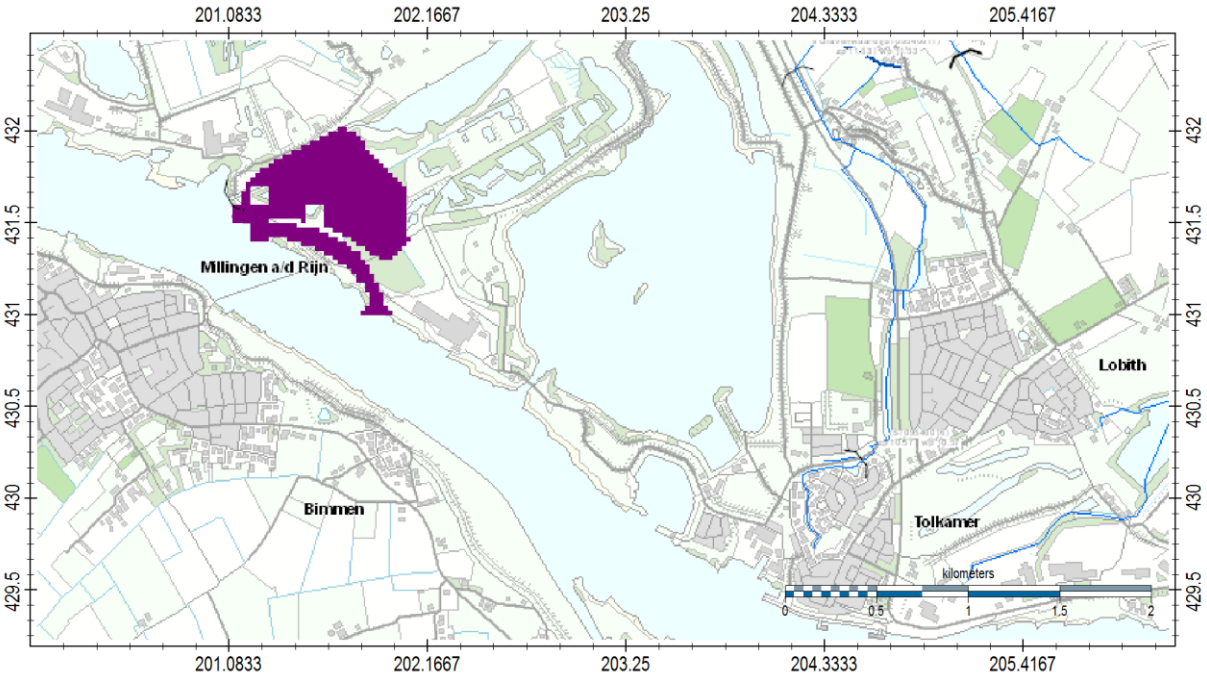
BL_C_L


201.0833
202.1667
203.25
204.3333
205.4167
432
431.5
431
430.5
430
429.5
Millingen a/d Rijn
Bimmen
Lobith
Tolkamer
kilometers
0
0.5
1
1.5
2

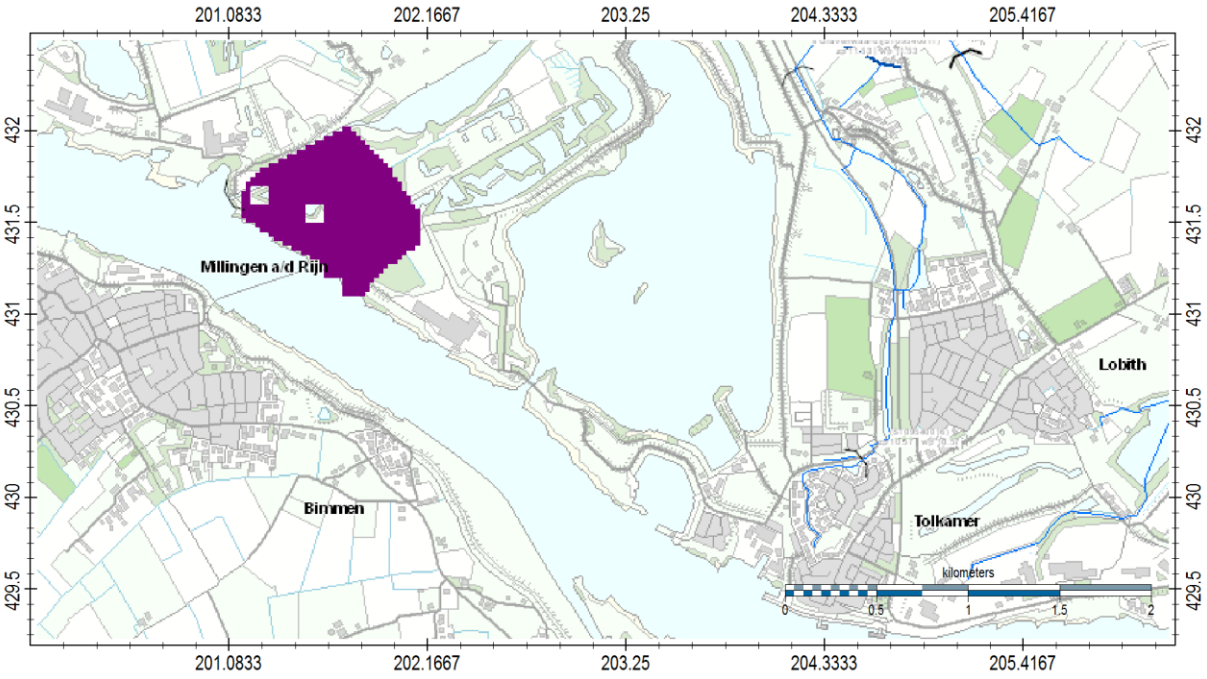
BL_G_P


201.0833
202.1667
203.25
204.3333
205.4167
432
431.5
431
430.5
430
429.5
Millingen a/d Rijn
Bimmen
Lobith
Tolkamer
kilometers
0
0.5
1
1.5
2

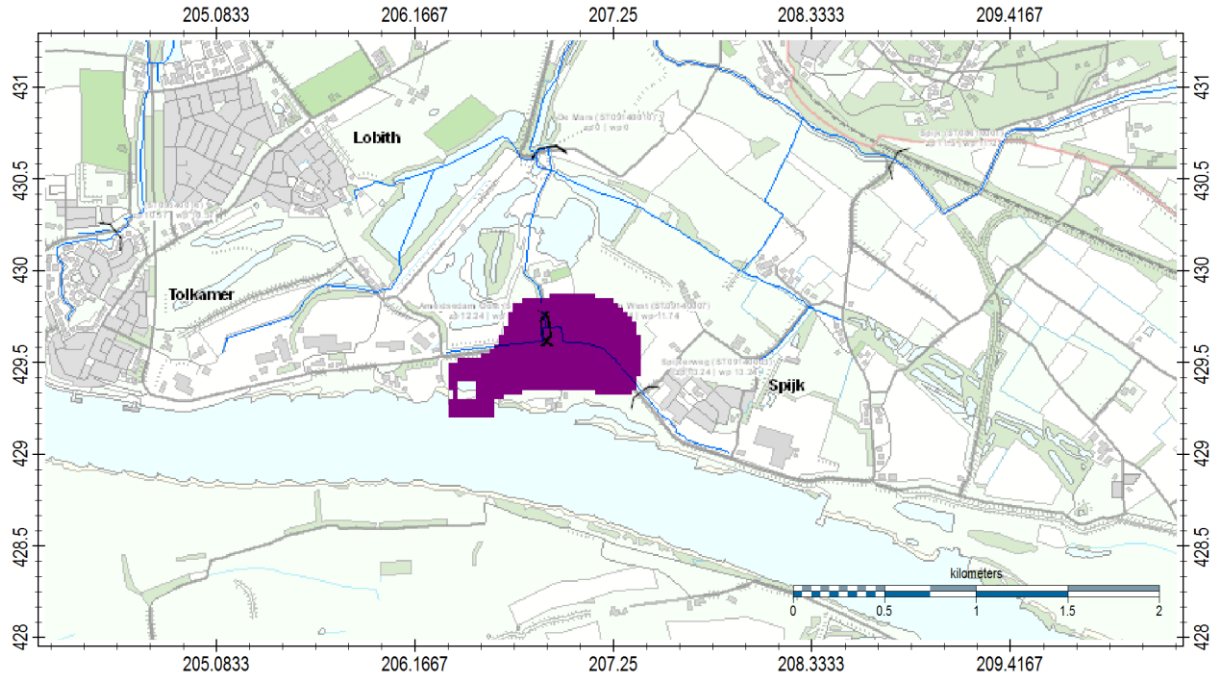
BL_C_P


201.0833
202.1667
203.25
204.3333
205.4167
432
431.5
431
430.5
430
429.5
Millingen a/d Rijn
Bimmen
Lobith
Tolkamer
kilometers
0
0.5
1
1.5
2

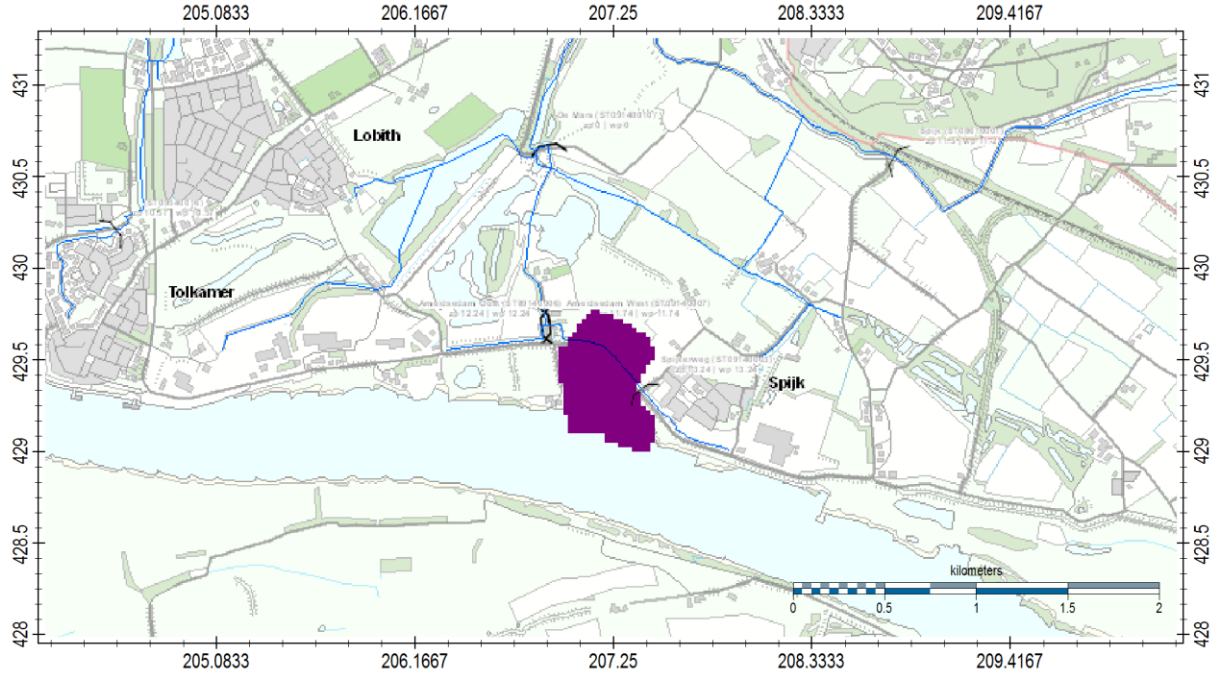
OW_v1


201.0833
202.1667
203.25
204.3333
205.4167
432
431.5
431
430.5
430
429.5
Millingen a/d Rijn
Bimmen
Lobith
Tolkamer
kilometers
0
0.5
1
1.5
2

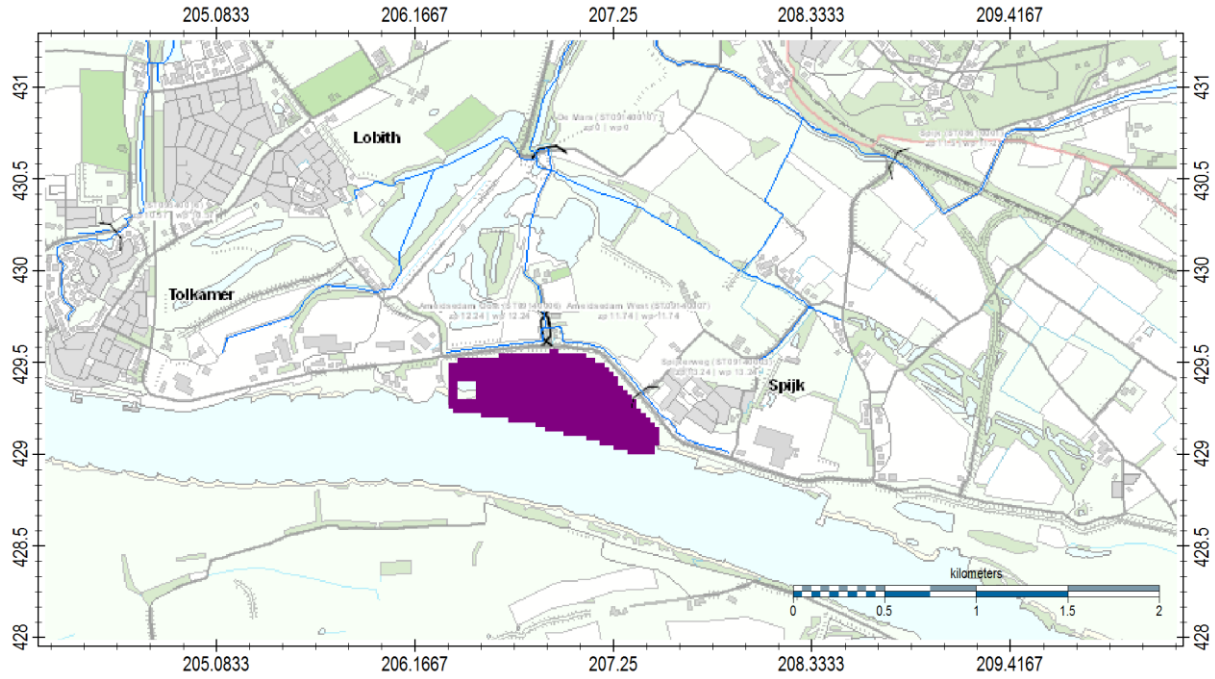
OW_v2


205.0833
206.1667
207.25
208.3333
209.4167
431
430.5
430
429.5
429
428.5
428
Lobith
Tolkamer
Spijk
kilometers
0
0.5
1
1.5
2

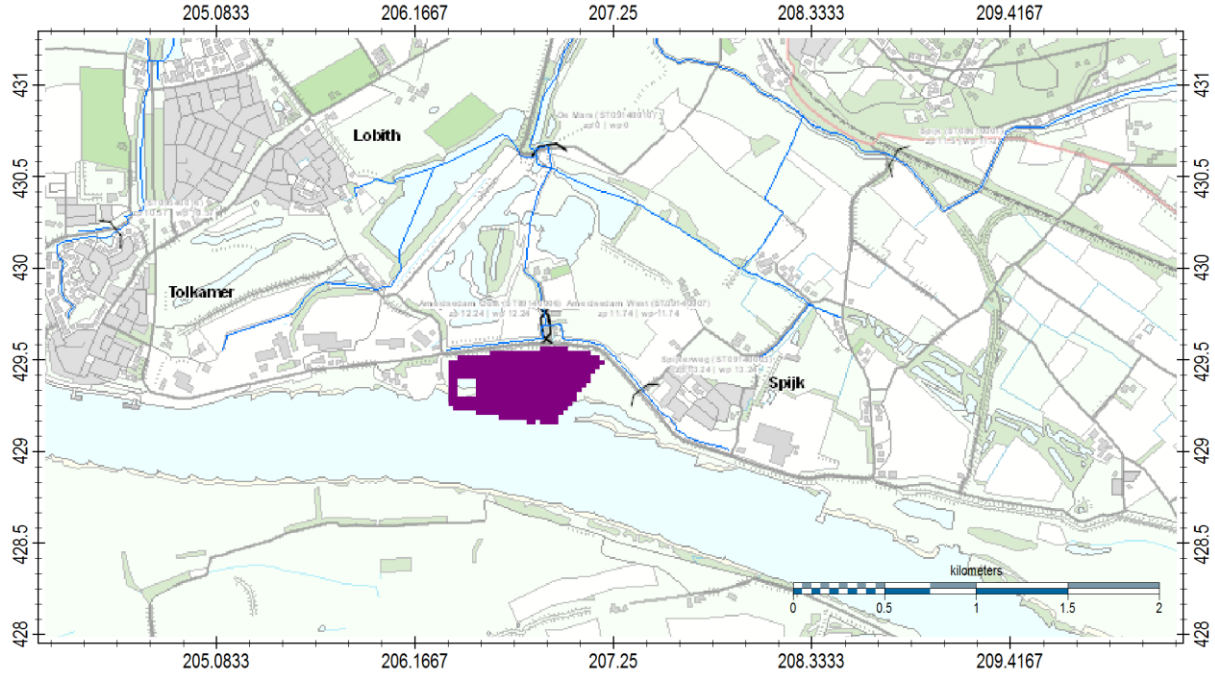
BW_G_BI


205.0833
206.1667
207.25
208.3333
209.4167
431
430.5
430
429.5
429
428.5
428
Lobith
Tolkamer
Spijk
kilometers
0
0.5
1
1.5
2

BW_C_BI


205.0833
206.1667
207.25
208.3333
209.4167
431
430.5
430
429.5
429
428.5
428
Lobith
Tolkamer
Spijk
kilometers
0
0.5
1
1.5
2

BW_G_BU


205.0833
206.1667
207.25
208.3333
209.4167
431
430.5
430
429.5
429
428.5
428
Lobith
Tolkamer
Spijk
kilometers
0
0.5
1
1.5
2

BW_C_BU

Absoluut

	Zone 1 (kleine gebied = oranje)						Zone 2 (grote gebied = paars)					
	T=1 (18-3-1995)			T=10 (1-11-1998)			T=1 (18-3-1995)			T=10 (1-11-1998)		
	In	Uit	Netto	In	Uit	Netto	In	Uit	Netto	In	Uit	Netto
HS6	0	-5681	-5681	3757	-1069	2688	48	-86048	-86000	2041	-139230	-137188
BL_C_L2	0	-5680	-5680	3757	-1068	2690	48	-86108	-86059	2042	-139049	-137008
BL_G_P2	0	-5680	-5680	3757	-1066	2691	48	-86233	-86185	2042	-138604	-136562
BL_G_L2	0	-5680	-5680	3757	-1066	2691	48	-86138	-86090	2042	-139030	-136988
BL_C_P2	0	-5680	-5680	3757	-1067	2690	48	-86054	-86006	2042	-139164	-137122
OW_V1_2	0	-5636	-5636	3770	-963	2807	48	-85888	-85840	2048	-138301	-136253
OW_V2_2	0	-5648	-5648	3769	-965	2803	49	-85901	-85852	2048	-138326	-136278
BW_G_BU2	0	-5681	-5681	3757	-1069	2688	48	-86636	-86588	2042	-135264	-133222
BW_G_BI2	0	-5681	-5681	3757	-1068	2689	48	-92290	-92242	12689	-134519	-121831
BW_C_BU2	0	-5681	-5681	3757	-1069	2688	48	-86508	-86459	2042	-136122	-134080
BW_C_BI2	0	-5681	-5681	3757	-1069	2689	48	-89124	-89076	6634	-135453	-128819

Verschil HS

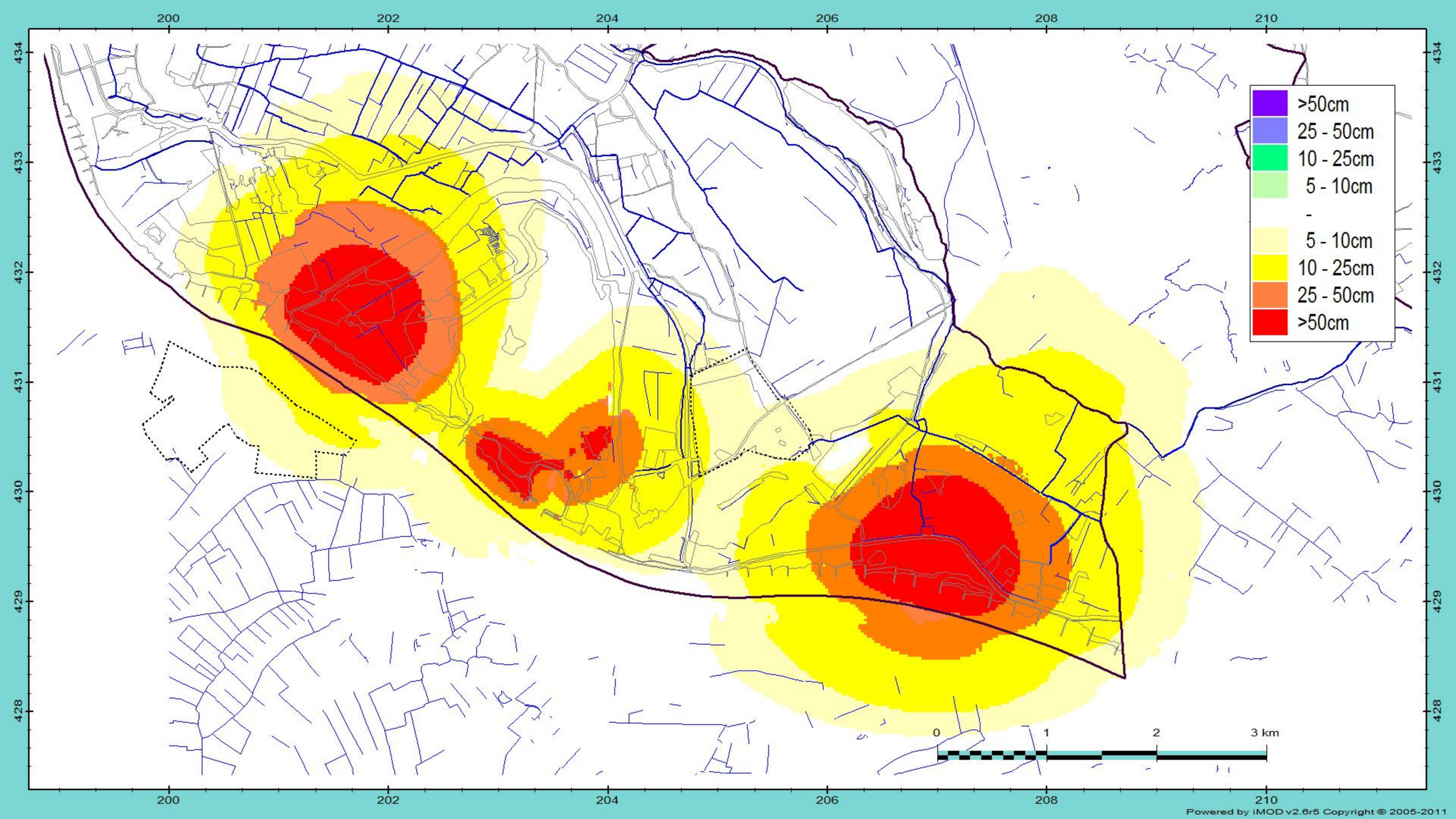
	Zone 1 (kleine gebied = oranje)						Zone 2 (grote gebied = paars)					
	T=1 (18-3-1995)			T=10 (1-11-1998)			T=1 (18-3-1995)			T=10 (1-11-1998)		
	In	Uit	Netto	In	Uit	Netto	In	Uit	Netto	In	Uit	Netto
BL_C_L2	0	-1	-1	0	-1	-2	0	60	60	-1	-180	-181
BL_G_P2	0	-1	-1	0	-3	-3	0	186	185	0	-625	-626
BL_G_L2	0	-1	-1	0	-3	-3	0	90	90	-1	-199	-200
BL_C_P2	0	-1	-1	0	-2	-2	0	6	6	-1	-66	-66
OW_V1_2	0	-45	-45	-13	-106	-119	0	-160	-160	-6	-929	-935
OW_V2_2	0	-34	-34	-12	-104	-115	0	-147	-148	-6	-904	-910
BW_G_BU2	0	0	0	0	0	0	0	588	588	-1	-3966	-3967
BW_G_BI2	0	0	0	0	-1	-1	0	6242	6242	-10647	-4710	-15357
BW_C_BU2	0	0	0	0	0	0	0	460	460	-1	-3107	-3108
BW_C_BI2	0	0	0	0	0	-1	0	3076	3076	-4592	-3777	-8369

* Fluxen in m3/d
* Relatief t.o.v. grondwater: dus negatief is afvoer.
* Een negatief (-) verschil is een afname in afvoer.

NB. De afname is het gevolg van de (sterk) drainerende werking van de Rijn. De grondwaterstanden zijn sterk verlaagd --> minder afvoer
De stijging tijdens een (extreem) hoogwater is veel groter dan in de huidige situatie, echter vaak niet genoeg om tot hogere grondwaterstanden te leiden
maw. de voorgeschiedenis / uitgangssituatie tijdens een hoogwatergebeurtenis is van groot belang. Ook de duur van de hoogwaterperiode speelt hierbij een rol.

Tot slot: deze afvoer (in gebied 2 maximaal 1.6 m3/s) is maar een fractie van een maatgevende afvoer (als gevolg van neerslag).


200
202
204
206
208
210
434
433
432
431
430
429
428
>50cm
25 - 50cm
10 - 25cm
5 - 10cm
-
5 - 10cm
10 - 25cm
25 - 50cm
>50cm
0
1
2
3 km
Powered by iMOD v2.6r5 Copyright © 2005-2011


200
202
204
206
208
210
434
433
432
431
430
429
428
>50cm
25 - 50cm
10 - 25cm
5 - 10cm
-
5 - 10cm
10 - 25cm
25 - 50cm
>50cm
0
1
2
3 km
Powered by iMOD v2.6r5 Copyright © 2005-2011

Notulen

Notulen van:	Grondwaterberekeningen t.b.v. Overnachtingshavens Lobith
Datum:	16 augustus 2013
Aanwezig:	Wilco Klutman (Arcadis), Jelmer Reyntjes (provincie Gelderland), Robert Hoogeveen (Witteveen+Bos), Daniël Nieuwenhuis (Waterschap Rijn en IJssel) en Marieke Pfaff (CSO)
Afwezig:	
Documentcode	13M3011NOT3

Verslag

Agenda-punt	Omschrijving	Actiepunt voor
1	Kennismaking	
2	Toelichting voortraject	
3	Toelichting scenarioberekeningen	
4	Bespreken resultaten scenarioberekeningen	
5	Afspraken ter afronding	

Besluiten

Nr.	Omschrijving
1	Streefpeil Oude Rijn: De in- en uitslagpeilen van gemaal Kandia zijn ca. 0,7 m lager dan het peil van de Oude Rijn in het model. In het model wordt de periode 1994 – 2004 doorgerekend, dus moet ook het streefpeil van destijds zijn opgenomen. Mocht het streefpeil fout in het model zitten dan heeft dit geen gevolgen voor de scenarioberekeningen, omdat de Oude Rijn buiten het gebied ligt waar grondwatereffecten van de alternatieven zijn berekend.
2	Klasse-indeling kaarten: effecten kleiner dan 5 cm in aparte klasse en vervolgens stappen van 10 cm.

3 De volgende aanpassingen worden in de opgeleverde memo's doorgevoerd:
- Het documentje met grafieken wordt als bijlage bij de validatiememo gevoegd, met een toelichting op welke modelversie de grafieken zijn gebaseerd (welke modelaanpassingen waren al gedaan, welke nog niet).
- In de memo scenarioresultaten bij figuur 3 toelichten dat het grote gebied afwatert naar gemaal Kandia en het kleine gebied naar de uiterwaarden.

De memo's en gespreksverslagen worden samengevoegd tot een totaal achtergrondrapport. Het blijft een technisch achtergrondrapport en niet een 'publieksversie'. Wanneer de provincie toch behoefte heeft aan een uitgebreidere rapportage verzoekt zij hierom. Dit zit echter nu niet in de opdracht.

Zoals aangegeven in de offerte heeft Arcadis voor alle scenario's effect berekeningen gemaakt voor de volgende grondwaterstanden:
Gemiddelde grondwaterstanden;
Gemiddeld hoogste grondwaterstand;
Gemiddeld laagste grondwaterstand;
Jaargemiddelde Kwel;
Voorjaarsgrondwaterstanden.

Deze zijn allemaal uitgevoerd en de ASCII resultaten zijn aanwezig op drop box.

4 In de ASCI-bestanden met GxG's staat ten onrechte een '-' voor de waterstanden. Dit wordt niet aangepast, maar wel toegelicht in het bijgevoegde leesmij-bestand.

Acties

Nr.	Omschrijving	Deadline	Actiepunt voor
1	Nagaan streefpeil Oude Rijn.	23/8/2013	Daniël
2	Klasse-indeling kaarten aanpassen	23/8/2013	Marieke
3	Formele reactie WRIJ op grondwaterberekeningen, zo mogelijk 21/8/2013	23/8/2013	Daniël
4	Aanpassingen in memo's doorvoeren	23/8/2013	Wilco
5	Memo's en verslagen bundelen tot achtergrondrapport	23/8/2013	Marieke
6	Opleveren resultaten alternatief Tuindorp	20/8/2013	Wilco
7	Zorgen voor aanlevering LGN, bodemkaart en AHN2	19/8/2013 9.00 uur	Jelmer

Bijlagen

Voorstel tot wijziging 2 – Grondwateronderzoek (VTW01)

Voorstel tot wijziging 2a – Grondwateronderzoek (VTW02)

16 juli 2013 Startoverleg met bijlagen

25 juli 2013 Verslag validatieoverleg grondwaterberekeningen

5 augustus 2013 Memo validatie, inclusief vergelijking tijdreeksen

8 augustus 2013 Memo scenario resultaten

Tabel Afvoerflux

Kaart Alle GHG effect

Kaart Alle GLG effect

16 augustus 2013 Verslag conceptbespreking grondwaterberekeningen