

MER Marensche Waarden

Modelonderzoek naar effecten met betrekking tot het aspect 'grondwater'

Definitief

Dekker van de Kamp
Postbus 200
6660 AE ELST (Gld.)

Grontmij Nederland bv
Arnhem, 31 maart 2009

Verantwoording

Titel : MER Marensche Waarden

Subtitel : Modelonderzoek naar effecten met betrekking tot het aspect 'grondwater'

Projectnummer : 272878

Referentienummer : 99046236

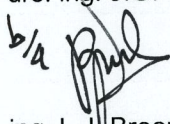
Revisie :

Datum : 31 maart 2009

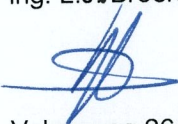
Auteur(s) : ir. F.A.A.R. Aalbers

E-mail adres : freek.aalbers@grontmij.nl

Gecontroleerd door : drs. ing. J.G. van Uden

Paraaf gecontroleerd :  b/a

Goedgekeurd door : ing. L.J. Broersma

Paraaf goedgekeurd : 

Contact : Velperweg 26
6824 BJ Arnhem
Postbus 485
6800 AL Arnhem
T +31 26 355 83 55
F +31 26 445 92 81
oost@grontmij.nl
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
1.1	Het initiatief	4
1.2	Vraagstelling	4
1.3	Uitgevoerd onderzoek.....	5
1.4	Doelstelling.....	5
2	Gebiedsbeschrijving.....	6
2.1	Algemeen	6
2.2	Bodemopbouw	6
2.3	Geohydrologie.....	6
2.4	Grondwaterstanden	7
2.5	Relatie rivier- en grondwaterstanden.....	8
3	Modellering.....	10
3.1	Inleiding.....	10
3.2	Modelopbouw.....	10
4	Effecten	13
4.1	Inleiding.....	13
4.2	Grondwatereffecten	13
4.3	Secundaire effecten	14
5	Conclusie en aanbevelingen.....	16

Bijlage 1: Uitgevoerd onderzoek 2006 - 2008

Bijlage 2: Technische tekening

Bijlage 3: Effecten bij gemiddelde situatie

Bijlage 4: Effecten bij T=10 hoogwatersituatie

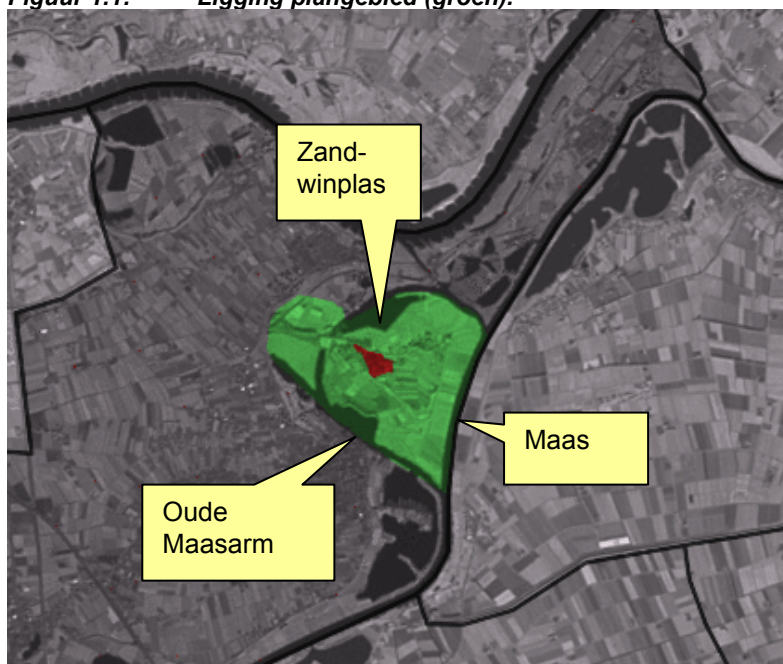
1 Inleiding

1.1 Het initiatief

Het project 'Marensche Waarden' is één van de plannen uit de ontwikkelingsvisie 'Ruimte voor Maasdriel' voor de Maasuiteerwaarden tussen Heerewaarden en Hedel. Het project Marensche Waarden is een initiatief van gebiedsontwikkelaar & delfstofwinner Dekker Van de Kamp b.v. Het project beoogt een bijdrage te leveren aan een hoogwaardige ontwikkeling van natuur, landschap en leefomgeving in de Marensche Waarden nabij Alem.

De kern van het plan is een uitbreiding van de bestaande Alemse Plas. De zuidoostelijke oeverlijn wordt in zuidoostelijke richting verlegd. Het bestaande wateroppervlak (circa 31 ha) wordt uitgebreid met bijna 23 ha. De grootste waterdiepte zal bij gemiddeld zomerpeil ongeveer 30 meter zijn, maar het overgrote deel van de plas zal veel ondieper zijn. In figuur 1.1 is de ligging van Alem en de bestaande zandwinplas weergegeven.

Figuur 1.1: Ligging plangebied (groen).



1.2 Vraagstelling

Het eiland van Alem wordt vrijwel geheel omgeven door de Maas. De Maas is in de huidige situatie dan ook van dominante invloed op de grondwaterstanden. Het grondwater onder Alem beweegt in sterke mate mee met de Maaswaterstanden, zowel bij hoog- als bij laagwater. Door de uitbreiding van de bestaande waterplas vermindert de weerstand van de ondergrond voor grondwaterstroming. De invloed van de Maaswaterstanden op de grondwaterstanden op het eiland van Alem wordt dus in principe groter. Op grond van de te verwachten effecten moeten de volgende criteria beoordeeld worden ten aanzien van het aspect 'grondwater':

- Welke verandering van de grondwaterstand kan optreden in een gemiddelde situatie?
- Welke effecten treden op bij hoogwater?
- Welke secundaire effecten optreden, zoals bijvoorbeeld schade aan gewassen, kunnen optreden als gevolg van verlaging of verhoging van grondwaterstanden?

1.3 Uitgevoerd onderzoek

Bij de voorbereiding van de plannen is de invloed van de uitbreiding van de zandwinning op het grondwater al enkele malen in verkennende malen onderzocht. In het MER zijn de bevindingen beschreven op basis van het oorspronkelijk onderzoek (Kwelonderzoek Marensche waard te Alem, 2006 en Aanvullend hydrologisch onderzoek ten behoeve van het MER Marensche Waarden, 2008). In bijlage 1 zijn de uitgevoerde onderzoeken (2006 – 2008) nader gespecificeerd. Het waterschap heeft een informele reactie gegeven op het 'MER Ruimte voor Maasdriel, Deelgebied Marensche Waarden'. Het waterschap is van mening dat de uitgevoerde onderzoeken met betrekking tot het aspect 'grondwater' wat extra beschouwing behoeven, zodat het waterschap volledig met de plannen kan instemmen.

1.4 Doelstelling

Doel van dit onderzoek is om de te verwachten effecten, ten aanzien van het aspect 'grondwater', nader te kwantificeren en te beoordelen op basis van de definitieve locatie van de zandwinplas en randvoorwaarden. Hiervoor is het bestaande grondwatermodel aangepast en zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd. In bijlage 2 is de definitieve technische tekening van de zandwinplas opgenomen.

2 Gebiedsbeschrijving

2.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de gebiedskenmerken, die betrekking hebben op het functioneren van het watersysteem ter plaatse van de locatie, globaal besproken. Het betreft een beschrijving van de bodemopbouw, geohydrologie, grondwaterstanden en relatie rivier- en grondwaterstanden. Hierbij is gebruik gemaakt van de volgende bronnen:

- Grondwaterkaart van Nederland, kaartblad 45, west;
- Bodemkaart van Nederland, kaartblad 45, west;
- Metingen uit de centrale database van TNO (DINO);
- Kwelonderzoek Marensche waard te Alem, 130-141-1720-06, datum: 2006, Grontmij;
- Grondmechanisch onderzoek 'Ontwerpplan verbetering Maasdijken Bommelerwaard', GLD333, datum: juli 1997, Grontmij.

2.2 Bodemopbouw

Volgens de Bodemkaart van Nederland, blijkt dat de gronden in de omgeving van de onderzoekslocatie overwegend uit poldervaaggronden (Rn52AG/Rn95AG op grondwatertrap VI) en ooivaaggronden (Rd90C op grondwatertrap VI) bestaan. Dit zijn rivierkleigronden. Daarnaast komen binnen de dijkring van Alem ook kalkloze zandgronden (kZb21 op grondwatertrap VII) voor. Het dorp Alem is op een terp of hoger gelegen.

Op basis van grondmechanisch onderzoek bestaat de deklaag in de omgeving van de onderzoekslocatie uit matig lichte zavel tot matig zware klei. In het onderste gedeelte van de deklaag is soms veen of zware (organische) klei aanwezig. De deklaag heeft een wisselende dikte. De deklaagdikte bedraagt over het algemeen meer dan 5,0 m alleen ter plaatse van het dorp Alem is de deklaag zeer dun (minder dan 1 meter) en zandig.

2.3 Geohydrologie

Vanaf maaiveld worden holocene rivierafzettingen aangetroffen. Deze bestaan overwegend uit matig tot slecht doorlatende zavel- en kleilagen van wisselende dikte. Plaatselijk is een venige laag aanwezig of een zandtussenlaag. Voor de vaststelling van de deklaagdikte is uitgegaan van een gemiddelde dikte van 3,6 meter.

De grondwaterstroming in de deklaag is voornamelijk verticaal gericht. De geohydrologische eigenschappen van deze afdekkende laag worden gekarakteriseerd door de verticale hydraulische weerstand (C), die wordt bepaald door het quotiënt van de laagdikte (D) en de verticale doorlaatfactor (K_v) van deze laag. Bij de onderzoekslocatie zijn geen pompproefresultaten en peilbuiswaarnemingen tijdens zeer hoge Maaswaterstanden voorhanden en is verder voor de vaststelling van de C-waarde uitgegaan van in het veld geschatte doorlaatfactoren. Gemiddeld bedraagt de C-waarde circa 22 dagen per meter deklaag. Bij een gemiddelde deklaagdikte van circa 3,6 meter, bedraagt de verticale hydraulische weerstand van deze laag circa 80 dagen.

Uit de grondwaterkaart van Nederland blijkt dat het eerste watervoerend pakket (WVP) is opgebouwd uit twee watervoerende lagen (Formatie van Kreftenheye en Formatie van Sterksel), die zijn gescheiden door een relatief dunnen kleiige afzetting (Formatie van Veghel). De dikte van het watervoerend pakket blijkt in westelijke richting af te nemen. Ter plaatse van de onderzoekslocatie bedraagt de dikte circa 70 m. Bij een gemiddelde doorlatendheid van het watervoerend pakket (k-waarde) van circa 50 m/d, bedraagt het doorlaatvermogen van dit pakket (KD-waarde) circa 3.500 m²/dag.

Op basis van bovenstaande kan de bodem geohydrologisch als volgt worden geschematiseerd:

Tabel 2.1; Geohydrologische schematisatie.

Pakket (m -mv)	Geohydrologische Schematisatie	Lithostratigrafie	Lithologie	doorlaatvermogen (m ² /d)	hydraulische weerstand (d)
0 – 3,6	Deklaag	Formatie van Echteld	zavel- en kleilagen	-	80
3,6 – 73,6	Eerste watervoerende pakket	Formatie van Kreften- heye en Sterksel	matig grof tot zeer grof zand (grind- houdend)	3.500	-

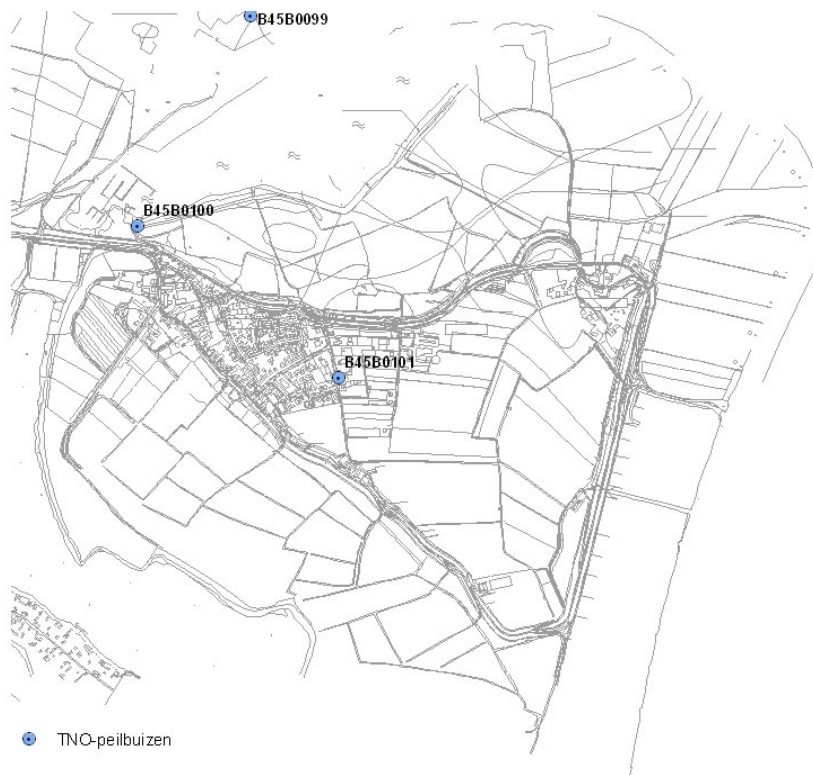
2.4 Grondwaterstanden

Als gevolg van seizoensfluctuaties, fluctueert de freatische grondwaterstand en de stijghoogte van het diepere grondwater. De Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) geeft de range weer waartussen de grondwaterstand zich gedurende het grootste deel van het jaar beweegt.

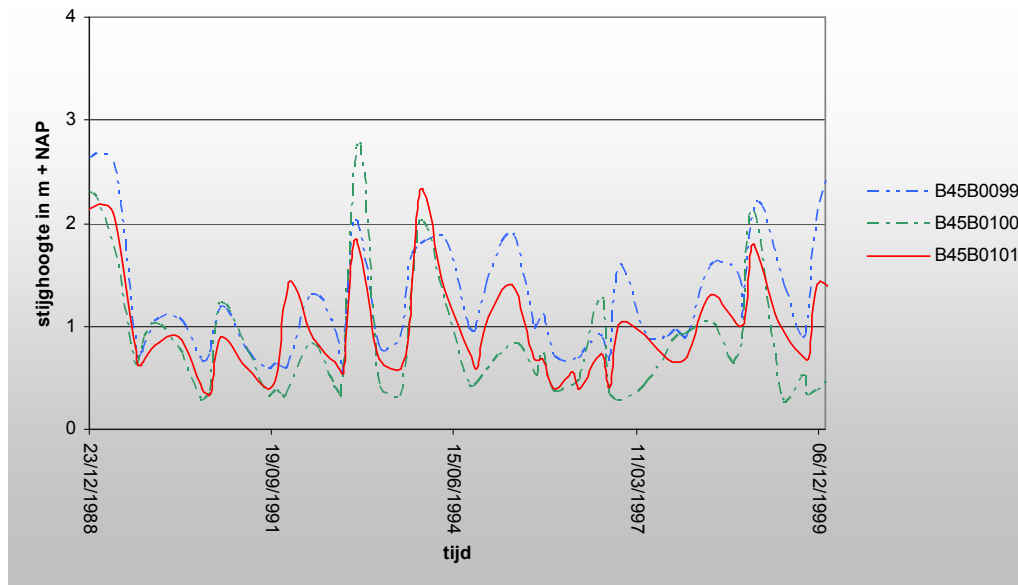
Volgens de Bodemkaart van Nederland komt ter plaatse van de rivierkleigronden een grondwatertrap VI voor. Bij een grondwatertrap VI bevindt de GHG zich tussen 40 en 80 cm -mv en wordt de GLG aangetroffen op meer dan 120 cm -mv. Ter plaatse van de kalkloze zandgronden komt een grondwatertrap VII voor. Hierbij ligt de GHG dieper dan 80 cm -mv en ligt de GLG dieper dan 160 cm -mv.

In de omgeving van de onderzoekslocatie zijn een aantal peilbuizen gelegen die zijn opgenomen in de database van TNO (DINO), waarin langjarige grondwaterstanden worden bijgehouden. In figuur 2.1 is de ligging van deze peilbuizen weergegeven.

Figuur 2.1: Ligging TNO-peilbuizen



In onderstaande figuur is op basis van de metingen uit de centrale database van TNO (DINO) de grondwaterstanden in het eerste watervoerend pakket weergegeven. Het grondwater bevindt zich globaal tussen 0,5 en 2,8 m +NAP. De gemiddelde grondwaterstand bedraagt circa 1,1 m.

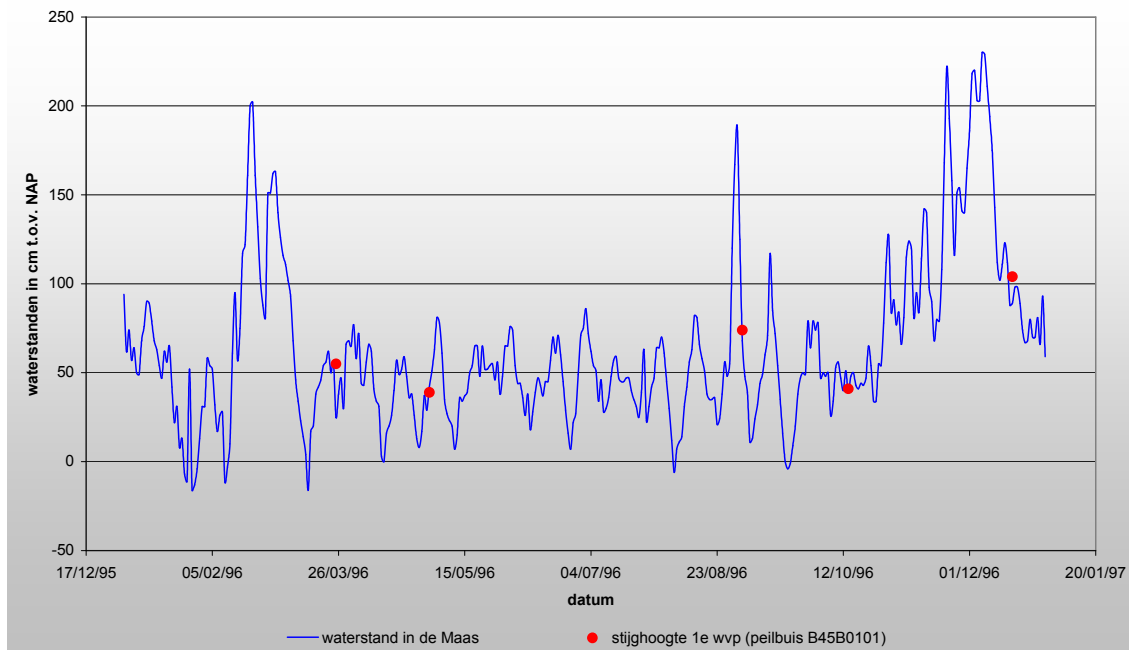
Figuur 2.2: Stijghoogteverloop in het eerste watervoerend pakket

Uit de Grondwaterkaart van Nederland blijkt dat de gemiddelde grondwaterstand in eerste watervoerend pakket op circa 1,0 tot 1,2 m +NAP bevindt. Op basis van de beschikbare informatie wordt de GHG vastgesteld op circa 2,35 m +NAP en de GLG op circa 0,50 m +NAP. Dit komt overeen met wat verwacht werd op basis van de en uit de database van TNO (DINO).

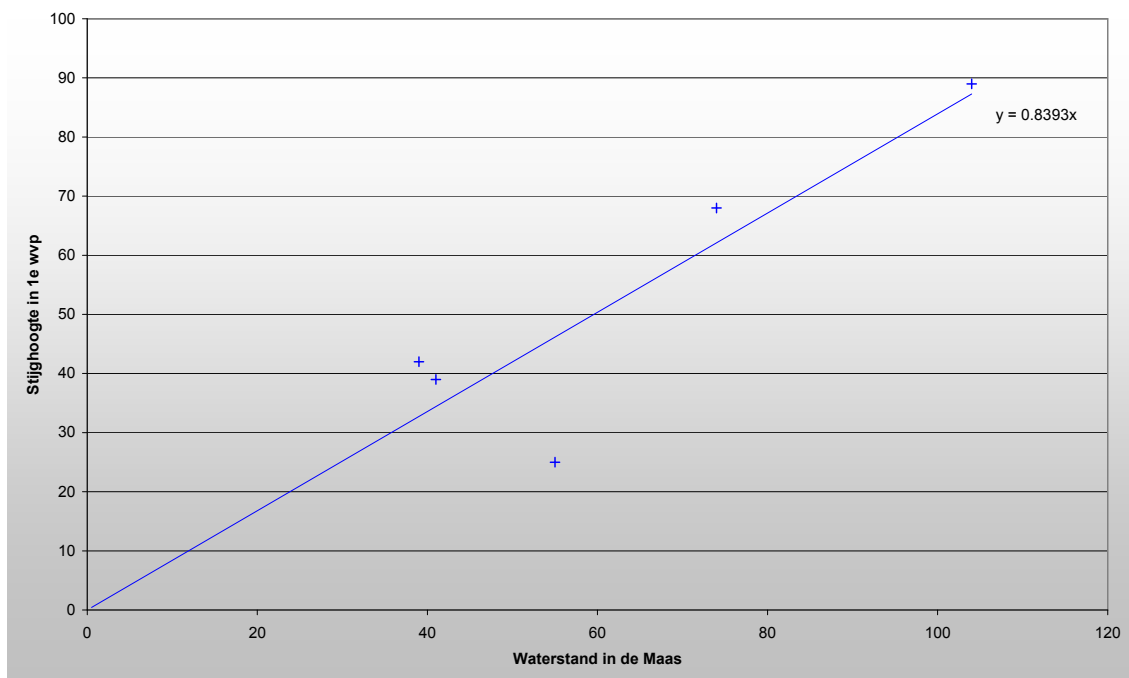
2.5 Relatie rivier- en grondwaterstanden

De grote rivieren, zoals de Maas en de Waal, doorsnijden gedeeltelijk het eerste watervoerend pakket. Hierdoor is langs deze rivieren plaatselijk een nauwe relatie aanwezig tussen de standen van het rivierwater en het grondwater. Bij hoge stand van het rivierwater treedt via de zandige ondergrond kwel op en bij lage stand inzijging.

Uit de Grondwaterkaart van Nederland volgt dat vanuit de Waal rivierwater kan infiltreren, terwijl de Maas echter het eerste watervoerend pakket draineert. De beïnvloeding van de Waal reikt naar verwachting niet verder dan de Maas. De grondwaterstanden op de locatie worden vooral beïnvloed door de standen van de Maas. Om een indruk te krijgen in de relatie tussen de standen van de Maas en het grondwater zijn, voor het jaar 1996, de standen in de Maas opgevraagd bij Rijkswaterstaat (www.waterbase.nl). Deze zijn vergeleken met de standen van het grondwater, die ontleend zijn uit de database van TNO (DINO). In onderstaande figuur zijn de standen van de Maas en het grondwater weergegeven.

Figuur 2.3: Standen van de Maas en stijghoogten in eerste watervoerend pakket

In onderstaande figuur zijn de standen van de Maas uitgezet tegen de stijghoogten in eerste watervoerend pakket. Het blijkt dat de correlatie tussen de standen van de Maas en de stijghoogten in eerste watervoerend pakket nabij de locatie 0,92 is. Op de schaal van 0 (geen relatie) tot 1 (relatie) kan deze relatie worden geclassificeerd als zijnde sterk tot zeer sterk.

**Figuur 2.4; Relatie standen van de Maas en stijghoogten in eerste watervoerend pakket**

Uitgaande van een gemiddeld waterpeil van NAP + 0,9 m in de Maas, bedraagt de gemiddelde stijghoogte in eerste watervoerend pakket circa NAP +1,1 m. Dit komt overeen met de metingen uit de database van TNO (DINO) en de Grondwaterkaart van Nederland.

3 Modelling

3.1 Inleiding

Om de te verwachten effecten ten aanzien van het aspect 'grondwater' nader te kwantificeren en te beoordelen is een modelonderzoek uitgevoerd. Hiervoor is het bestaande grondwatermodel (MicroFem) aangepast en zijn hiermee aanvullende berekeningen uitgevoerd. Onderstaand is ingegaan op het grondwatermodel.

3.2 Modelopbouw

3.2.1 Modelgebied en netwerk

Het model is opgezet in MicroFem. Het programma MicroFem is een eindig elementenprogramma om grondwaterstroming te berekenen. Met behulp van MicroFem kunnen op een gebruiksvriendelijke manier binnen een Windowsomgeving grondwatermodellen worden gebouwd. Het model beschrijft de stationaire verzadigde stroming van het grondwater. De knooppuntsafstand bedraagt circa 18 m. De gemaakte uitsnede van 4,8 km². Het model wordt begrensd door de Maas, oude Maasarm en bestaande zandwinplas.

3.2.2 Lagenschema en parameters

Gezien de grote weerstand van de eerste scheidende laag, wordt verwacht dat er geen voeding optreedt vanuit het tweede watervoerend pakket: de eerste scheidende laag wordt bij de berekeningen als hydrologische basis gezien. De geohydrologische parameters zoals doorlaatvermogen eerste watervoerend pakket en dikte van het freatische pakket zijn ontleend uit REGIS.

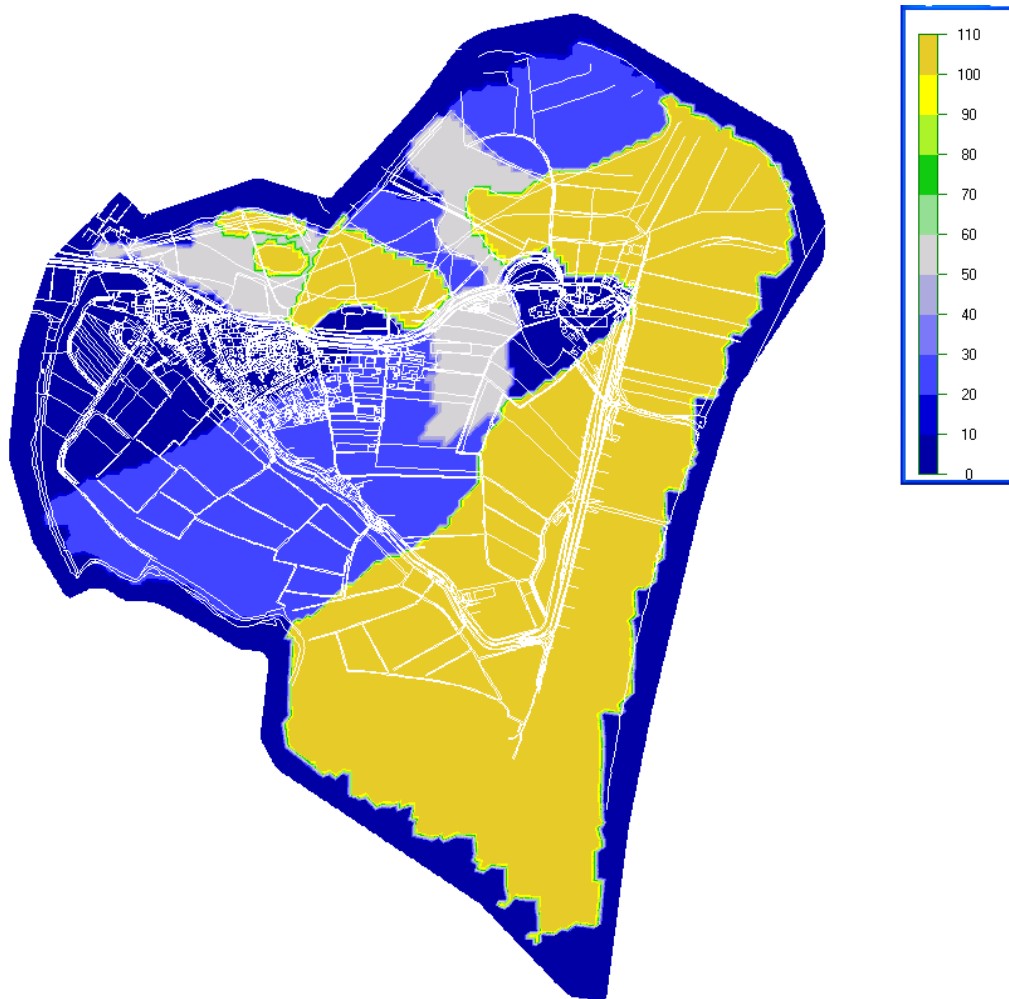
Het model is opgebouwd uit 2 modellagen. De eerste modellaag is het freatische pakket, bestaande uit de kleideklaag. De hydraulische weerstand van dit pakket bedraagt circa 22 m/dag en varieert geografisch van 4 tot 100 m/dag (zie figuur 3.1). Op de freatische bovenrand zijn polderpeilen gelegd. Hierbij is rekening gehouden met een drainageweerstand van 250 dagen. De drainageweerstand is hierbij berekend uit het gemiddeld opbollingsprofiel over een stationaire periode. De tweede modellaag is het eerste watervoerend pakket. Het doorlaatvermogen van dit pakket is bepaald op basis van de Grondwaterkaart van Nederland en is 3.500 m²/dag. In tabel 3.1 zijn de toegepaste modelparameters weergegeven.

Tabel 3.1: Modelparameters

	geohydrologische gesteldheid	kD-waarde (m ² /dag)	hydraulische weerstand (dagen)
modellaag 0	polderpeilen	-	250
modellaag 1	freatisch pakket	-	4 tot 100
modellaag 2	eerste watervoerend pakket	3.500	-

Uitgangspunt is dat de rivier (Maas, oude Maasarm en huidige zandwinplas) de deklaag doorsnijdt. Dit betekent dat de rivier direct in contact staat met het eerste watervoerend pakket. Het doorlaatvermogen ter plaatse van de rivier is vastgesteld op 10.000 m²/dag om zo de rivierstanden te kunnen berekenen.

Figuur 3.1: **Hydraulische weerstand van de deklaag in dagen**



3.2.3 Randvoorwaarden

De rivier doorsnijdt de deklaag waardoor de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket ongeveer gelijk aan de rivierstand. Het grondwatermodel is stationair van opzet. In het model zijn de rivierstanden daarom als vaste stijghoogten op de rand aangehouden ('fixed head'-randen).

Voor het oppervlaktewatersysteem is onderscheid gemaakt in buiten- en binnendijkse wateren. De peilen buitendijks zijn gedefinieerd als rivierstanden. Bij een gemiddelde situatie bedraagt de rivierwaterstand 0,9 m +NAP, terwijl bij een T=10 hoogwatersituatie de rivierwaterstand 4,8 m +NAP is. Binnen de dijkkring Alem zijn de peilen gedefinieerd als polderpeilen. Hierbij is rekening gehouden met een gemiddeld zomerpeil van 3,05 m +NAP en een gemiddeld winterpeil van 2,75 m +NAP.

3.2.4 Gevoeligheidsanalyse

Het model is gekalibreerd voor een gemiddelde situatie. Doordat beperkte peilbuizen in het gebied aanwezig zijn, is het niet mogelijk om de berekende grondwaterstanden te vergelijken met de gemiddelde grondwaterstanden. Vandaar dat het model 'gekalibreerd' is met behulp van de relatie tussen de waterstanden in de Maas en de stijghoogten in het eerste watervoerend pakket ter plaatse van de locatie.

Uitgaande van een gemiddeld waterpeil van 0,9 m +NAP in de Maas, bedraagt de gemiddelde stijghoogte in het eerste watervoerend pakket ter plaatse van de locatie circa 1,10 m +NAP. Hieruit kan worden opgemaakt dat circa 20 cm opbolling van de stijghoogten in het eerste watervoerend pakket optreedt.

Met het model zijn verschillende berekeningen uitgevoerd, waarbij inzicht is verkregen in de gevoeligheid van de verschillende modelparameters. Hieruit blijkt dat vooral de drainageweerstand en de hydraulische weerstand van de deklaag gevoelig zijn. Omdat vooral verschillen berekend moeten worden, zijn deze modelparameters verder niet verfijnd. Dit is ook niet nodig want, in de toekomstige situaties worden hier geen wijzigingen in aangebracht.

Geconcludeerd kan worden dat, gelet op de gestelde doelstelling, rekening houdend met de onzekerheden ten aanzien van het ontbreken van gegevens van lokale grondwaterstanden, de effecten in voldoende mate van nauwkeurigheid inzichtelijk gemaakt kunnen worden.

4 Effecten

4.1 Inleiding

Met behulp van het model zijn stationaire berekeningen uitgevoerd. Hierbij is aandacht voor de veranderingen in de stijghoogten in het eerste watervoerend pakket, de grondwaterstanden in het freatisch pakket en de kwel/wegzijging. Er zijn twee berekeningen uitgevoerd:

- een gemiddelde situatie, waarbij de waterstand van de Maas 0,9 m +NAP is;
- een T=10 hoogwatersituatie, waarbij de waterstand van de Maas 4,8 m +NAP is.

Bij de berekeningen is uitgegaan van de definitieve locatie van de zandwinplas conform de technische tekening in bijlage 2. In dit plan is de zandwinplas op grotere afstand gelegd: minimaal 250 meter uit dijkteen (was 100 meter). Daarmee wordt zowel een bredere landschappelijke zone tussen dijk en plas bewaard en een verwachte kweltoename geminimaliseerd.

4.2 Grondwatereffecten

4.2.1 Effecten bij gemiddelde situatie

In bijlage 3 zijn de effecten bij gemiddelde situatie op de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket, de freatische grondwaterstand en kwel/wegzijging in een situatietekening weergegeven. De effecten zijn berekend door het verschil te bepalen tussen de huidige en toekomstige situatie. De effecten zijn voor zowel binnen de dijkkring van Alem als uiterwaarden gekwantificeerd.

Als gevolg van uitvoering van het project wordt de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket ten oosten van de kern Alem verlaagd. Deze is maximaal 4 cm binnen de dijkkring van Alem en maximaal 6 cm in de uiterwaarden.

Als gevolg van het uitzakken van de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket, zal ook de freatische grondwaterstand in de deklaag dalen. De maximale grondwaterstanddaling is hierbij 3 cm binnen de dijkkring van Alem en 4 cm in de uiterwaarden.

In de huidige situatie is er sprake van wegzijging (gemiddeld 4,7 mm/dag). Deze wegzijging neemt als gevolg van de uitbreiding van de zandwinplas met circa 0,03 mm/dag toe. Dit is minder dan 1% ten opzichte van de huidige situatie.

4.2.2 Effecten bij T=10 hoogwatersituatie

In bijlage 4 zijn de effecten bij T=10 hoogwatersituatie op de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket, de grondwaterstand in het freatisch pakket en kwel/wegzijging in een situatietekening weergegeven. De effecten zijn berekend door het verschil te bepalen tussen de huidige en toekomstige situatie. Bij een T=10 hoogwatersituatie zijn de uiterwaarden overstroomd. Dit betekent dat alleen de effecten binnen de dijkkring van Alem zijn gekwantificeerd.

Als gevolg van uitvoering van het project wordt de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket ten oosten van de kern Alem verhoogd. Deze is maximaal 4 cm binnen de dijkkring van Alem.

Als gevolg van het stijgen van de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket, zal ook de freatische grondwaterstand in de deklaag omhoog komen. De maximale grondwaterstandverhoging is 3 cm binnen de dijkkring van Alem.

In de huidige situatie is er bij hoogwater sprake van kwel (gemiddeld 4,5 mm/dag). Deze kwel neemt als gevolg van de uitbreiding van de zandwinplas met circa 0,03 mm/dag toe. Dit is minder dan 1% ten opzichte van de huidige situatie.

Als gevolg van de kweltoename zal extra water binnen de dijkkring van Alem moeten worden gemalen. Uitgaande van een oppervlak van circa 92,6 ha (binnen de dijkkring), bedraagt het extra waterbezwaar circa 27,6 m³/dag.

Opgemerkt wordt dat de effecten bij een gemiddelde situatie en een T=10 hoogwatersituatie ongeveer met elkaar overeenkomen. Dit komt omdat het verschil tussen polderpeil en rivierstand in beide situaties gelijk is. Bij een gemiddelde situatie is het verschil tussen polderpeil (3,05 m +NAP) en de rivierstand (0,9 m +NAP) 2,15 m. Bij een T=10 hoogwatersituatie is het verschil tussen polderpeil (2,75 m +NAP) en de rivierstand (4,8 m +NAP) 2,05 m.

4.3 Secundaire effecten

Binnen het gebied waarin grondwaterstandveranderingen optreden als gevolg van de uitvoering van het project (invloedsgebied), zijn een aantal omgevingsfactoren gelegen waarop de uitvoering van het project effect kan hebben. In onderstaande tekst wordt nader ingegaan op de verwachte effecten hierop.

4.3.1 Schade aan bebouwing

Binnen het invloedsgebied zijn een aantal woningen/bebouwing gelegen. Aan de binnendijkse zijde van de Veerweg is bebouwing aanwezig. Ook nabij het Moleneind zijn een aantal bouwwerken gelegen.

Zettingen treden op, indien de freatische grondwaterstand daalt tot beneden de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) ter plaatse van zettingsgevoelige bebouwing. Dit is bebouwing die niet op palen gefundeerd is. Uit het onderzoek volgt dat de grondwaterstanddalingen gering zijn. Deze vallen binnen de fluctuaties die plaatsvinden als gevolg van de (ongestuwde) rivierstanddynamiek (150 tot 200 cm). Daarnaast heeft de kleilaag ter plaatse van bebouwing binnen het invloedsgebied van het project een geringe dikte. De natuurlijke grondwaterstanden zijn hier al vaker beneden de kleilaag gekomen, waardoor eventuele zettingen al zijn opgetreden. Geconcludeerd wordt dat zettings(schade) naar verwachting niet zullen optreden als gevolg van uitvoering van het project.

4.3.2 Schade aan archeologische waarden

Binnen het invloedsgebied zijn een aantal archeologische waarden gelegen. Aan de buitendijkse zijde van de Veerweg zijn intacte prehistorische afzettingen gevonden met hoge verwachtingswaarden. Tevens bevindt zich aan de binnenzijde van de Veerweg een archeologisch monument met Romeinse en Middeleeuwse resten.

Eventuele nadelige effecten op archeologische waarden treden op, indien de freatische grondwaterstand daalt tot beneden de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) ter plaatse van archeologische waarden. Uit het onderzoek volgt dat de grondwaterstanddalingen gering zijn. Deze vallen binnen de fluctuaties die plaatsvinden als gevolg van de (ongestuwde) rivierstanddynamiek (150 tot 200 cm). Geconcludeerd wordt dat nadelige effecten aan archeologische objecten naar verwachting niet zullen optreden als gevolg van uitvoering van het project.

4.3.3 Schade aan landbouw

Binnen het invloedsgebied zijn bouw- en graslanden gelegen. Voor een indicatie van de te verwachten opbrengstvermindering van bouw- en graslanden, is door de werkgroep Herziening Evaluatie Landinrichtingsplannen (HELP) een overzicht gemaakt van, onder andere, grasland gebaseerd op praktische ervaring en inzicht gecombineerd met modelberekeningen. Met behulp van de HELP-tabellen is de droogte opbrengstdepressie voor zowel bouwland en grasland berekend. Bij een maximale grondwaterstandverlaging van 4 cm ten opzichte van het huidige grondwater regime, is de toename van de opbrengstdepressie nihil (< 1%). Nadelige effecten zoals verdroging worden hierdoor verwaarloosbaar geacht. Opgemerkt wordt dat een aantal laaggelegen percelen, met behulp van de winning vrijkomende rooftergrond, worden opgehoogd. Hierdoor zal zich een hangwaterprofiel ontwikkelen. Dit betekent vooral voor grasland een grondwateronafhankelijk bodemprofiel.

4.3.4 Verplaatsing verontreinigingen

Binnen het invloedsgebied is ter hoogte van het Moleneind een voormalige vuilstort (295/013) aanwezig. Uit de monitoringsresultaten die in het kader van monitoringsonderzoek voormalige stortplaatsen (MOVOS) zijn uitgevoerd door de provincie Gelderland in 2001-2002 blijkt, dat in het grondwater licht verhoogde gehalten aan vluchtige aromaten zijn aangetroffen (streefwaardeschrijding).

De verbreiding van deze verontreinigingen als gevolg van het project is afhankelijk van de beïnvloeding van het verhang in het grondwater. In het gebied worden de grondwaterstanden sterk beïnvloed door de rivierstanden. Bij hoge rivierstand is de stroming vooral landinwaarts gericht en bij lage rivierstand is de stroming naar de rivier gericht. Als gevolg van het project zal het verhang in de grondwaterstand enigszins toenemen (minder dan 1‰). Echter, door de wisselende stromingsrichting als gevolg van de rivierstanden zal de netto verbreiding als gevolg van het project nihil zijn.

Gelet op de zeer lichte verhoogde gehalten en het feit dat de netto verbreiding nihil is, worden geen nadelige effecten met betrekking tot grondwaterverontreinigingen verwacht.

5 Conclusie en aanbevelingen

In het MER zijn de bevindingen beschreven op basis van het oorspronkelijk onderzoek (Kwelonderzoek Marensche waard te Alem, 2006 en Aanvullend hydrologisch onderzoek ten behoeve van het MER Marensche Waarden, 2008). In navolging van de opmerkingen van het waterschap is het onderzoek nader verfijnd.

Uit het onderzoek blijkt dat door uitvoering van het project grondwaterstandveranderingen ten oosten van de kern Alem optreden. De verwachte grondwaterstandveranderingen zijn echter gering en vallen binnen de fluctuaties die plaatsvinden als gevolg van de (ongestuwde) rivierstanddynamiek (150 tot 200 cm).

Het gebied is in de huidige situatie kwelgevoelig. Uit ervaring is bekend dat bij hoogwater de kwel aanmerkelijk is en dat kelders onder woningen onder kunnen lopen. Door uitvoering van het project zal de kwel niet 'noemenswaardig' toenemen. Dit is bevestigd door het Waterschap Rivierenland.

Ook treden er naar verwachting geen nadelige secundaire effecten op zoals zettingen, schade aan archeologische waarden, opbrengstvermindering van bouw- en graslanden en verplaatsing van verontreinigingen.

Om belanghebbende te kunnen informeren en onverwachte effecten inzichtelijk te maken, wordt geadviseerd om de grondwaterstand binnen het invloedsgebied van het project te meten. Tevens wordt geadviseerd om voor aanvang, tijdens en na beëindiging van het project zettingsbouten in te meten en fotografische opnamen te maken. Dit om eventuele schadeclaims te kunnen afwenden.

Bijlage 1

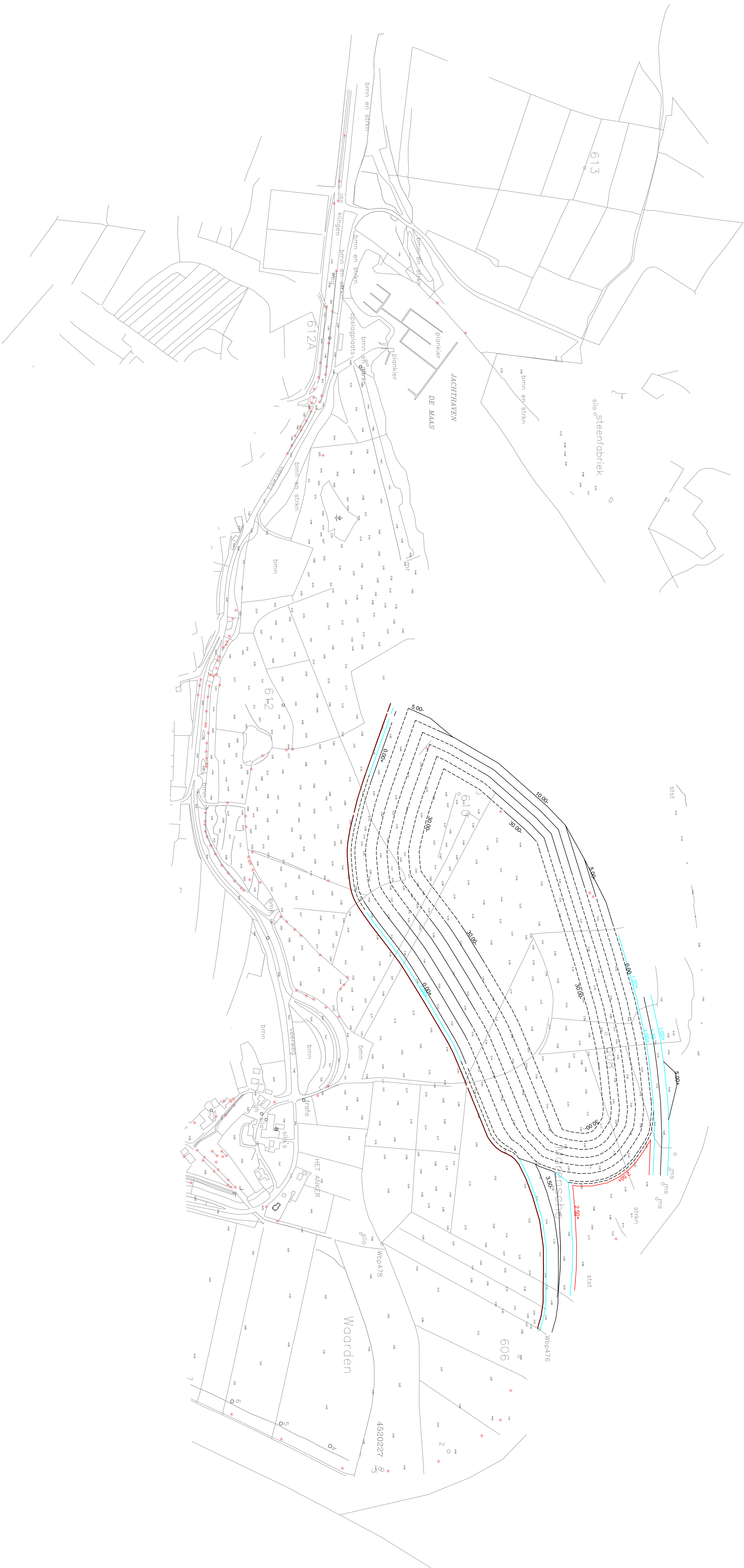
Uitgevoerd onderzoek 2006 - 2008

Bij de voorbereiding van de plannen is de invloed van de uitbreiding van de zandwinning op het grondwater al enkele malen in verkennende malen onderzocht:

- In juni 2006 (Grontmij, 2006-1) is een eenvoudige analytische berekening uitgevoerd naar de invloed van het toenmalige plan. Deze berekeningen zijn gebaseerd op onderzoek naar de bodemopbouw op grotere diepte (Fugro 2006) en tientallen handboringen naar de in de uiterwaard aanwezige klei afdeklaag (Grontmij 2006-2). Op basis van deze resultaten is het plan aangepast. De uitbreiding van de zandwinning is daarbij verschoven naar die delen in de uiterwaard waar de aanwezige deklaag (en daarmee de verticale hydraulische weerstand) in de huidige situatie beperkt is.
- Het aangepaste plan is in december 2006 opnieuw doorgerekend met een grondwatermodel (Microfem) (Grontmij 2006-3). Hierbij zijn de effecten op de kwel bij een hoogwatersituatie die gemiddeld 1x per 10 jaar voorkomt modelmatig gekwantificeerd. De resultaten hiervan zijn vastgelegd in de notitie 'kwelonderzoek Marensche waard te Alem' met kenmerk 130-141-1720-06. Op basis van deze resultaten is het plan aangepast. In dit plan is de zandwinplas op grotere afstand gelegd: minimaal 250 meter uit dijkteen (was 100 meter). Daarmee wordt zowel een bredere landschappelijke zone tussen dijk en plas bewaard als kweltoename bij voorbaat voorkomen.
- In juni 2008 is aanvullend hydrologisch onderzoek uitgevoerd op basis van het aangepaste plan (Grontmij 2008). Hiervoor is het bestaande grondwatermodel aangepast en zijn opnieuw berekeningen uitgevoerd, waarbij de effecten op de grondwaterstanden zijn gekwantificeerd voor zowel een hoogwatersituatie die gemiddeld 1x per 10 jaar voorkomt als een gemiddelde situatie. De resultaten hiervan zijn vastgelegd in de notitie 'aanvullend hydrologisch onderzoek ten behoeve van het MER Marensche Waarden' met kenmerk 99041120.

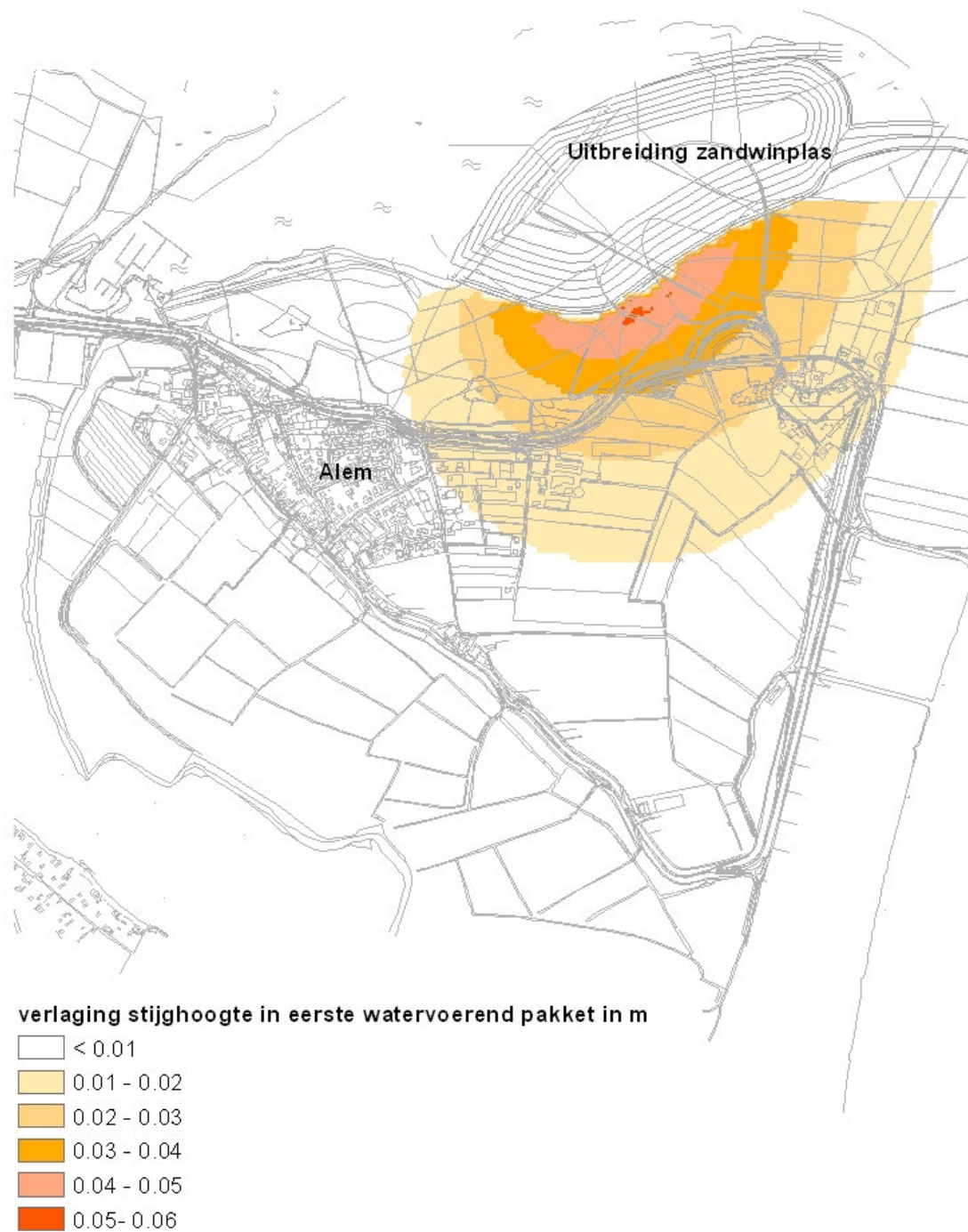
Bijlage 2

Technische tekening

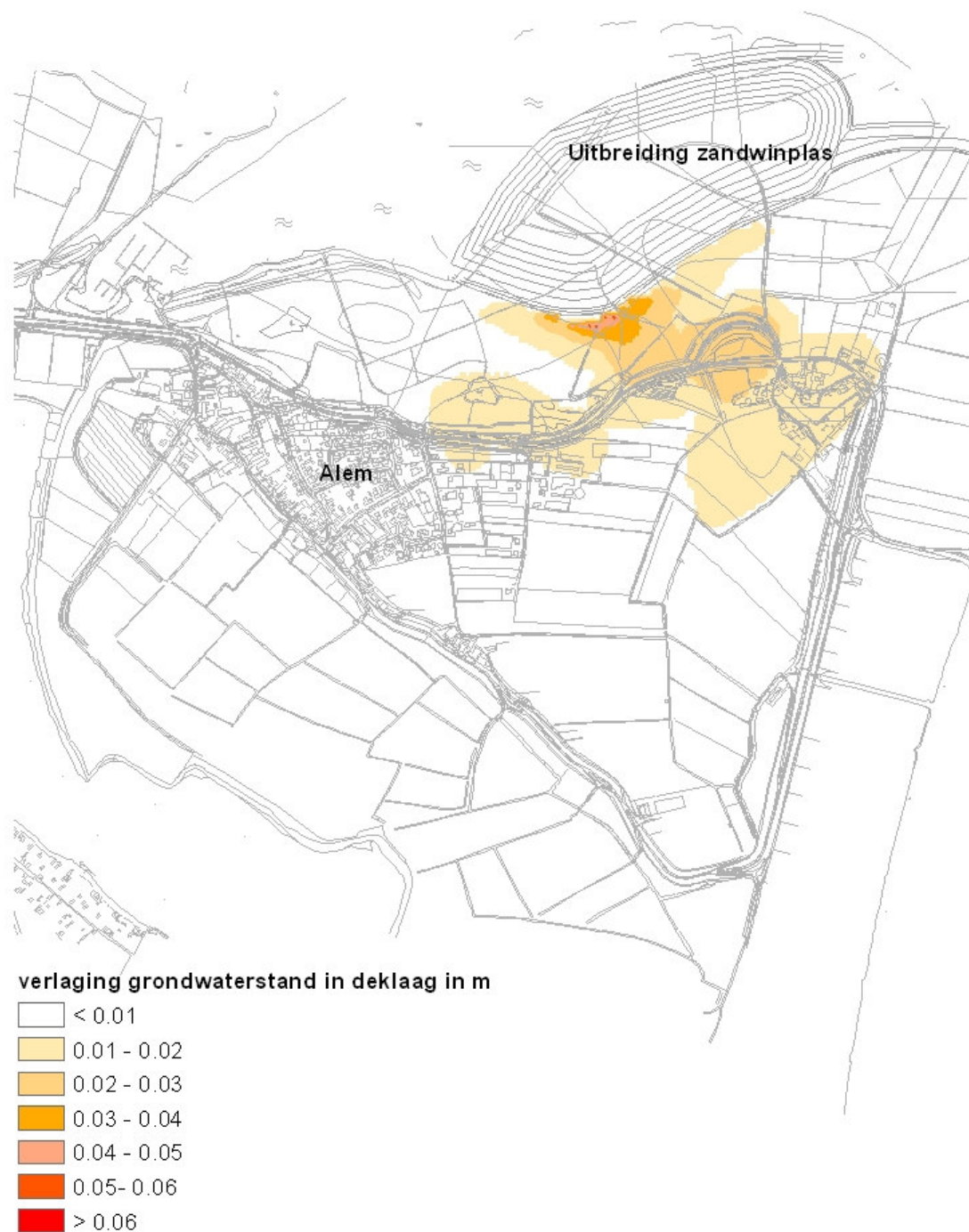


Bijlage 3

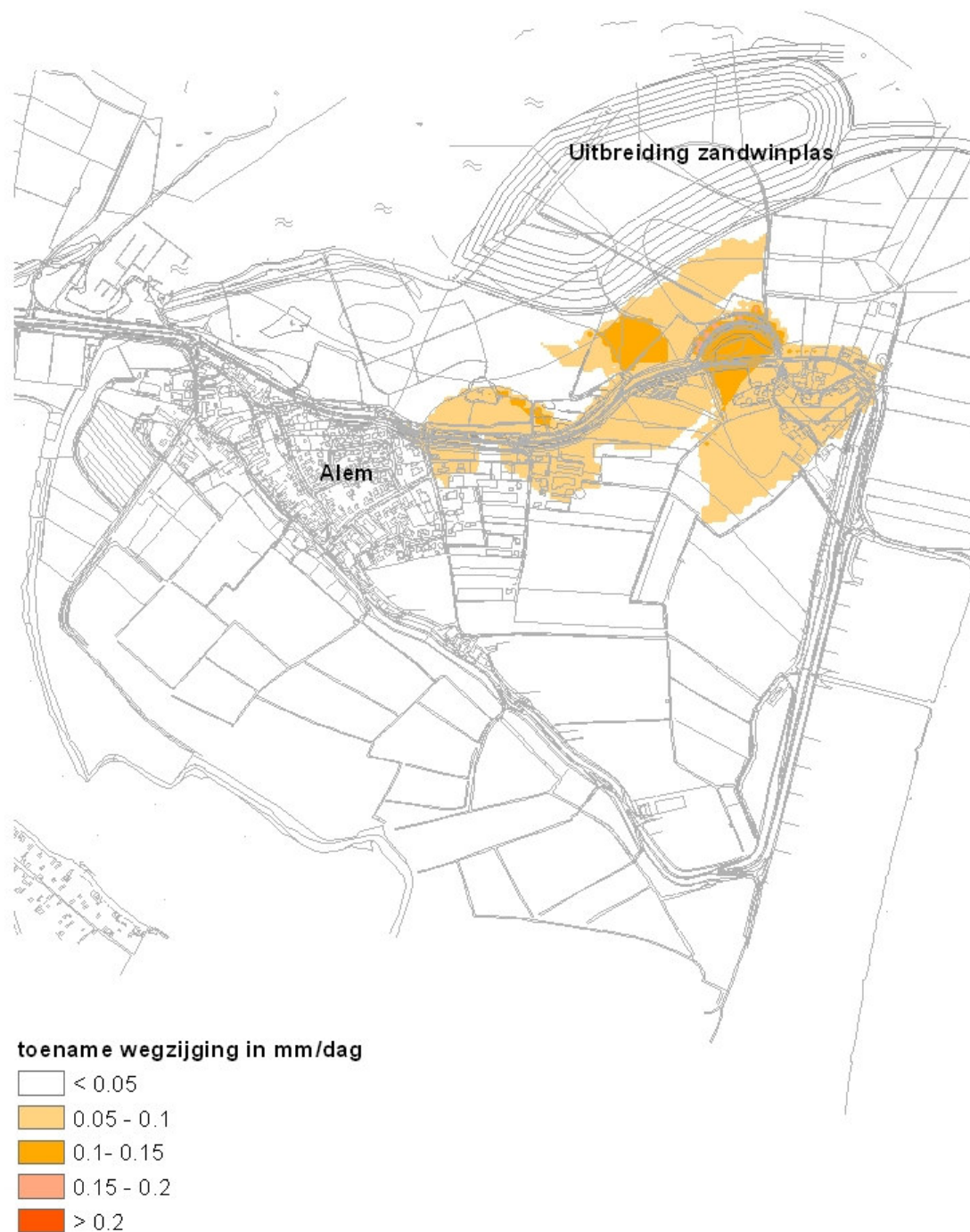
Effecten bij gemiddelde situatie



Grondwatereffecten in het eerste watervoerend pakket bij gemiddelde situatie.



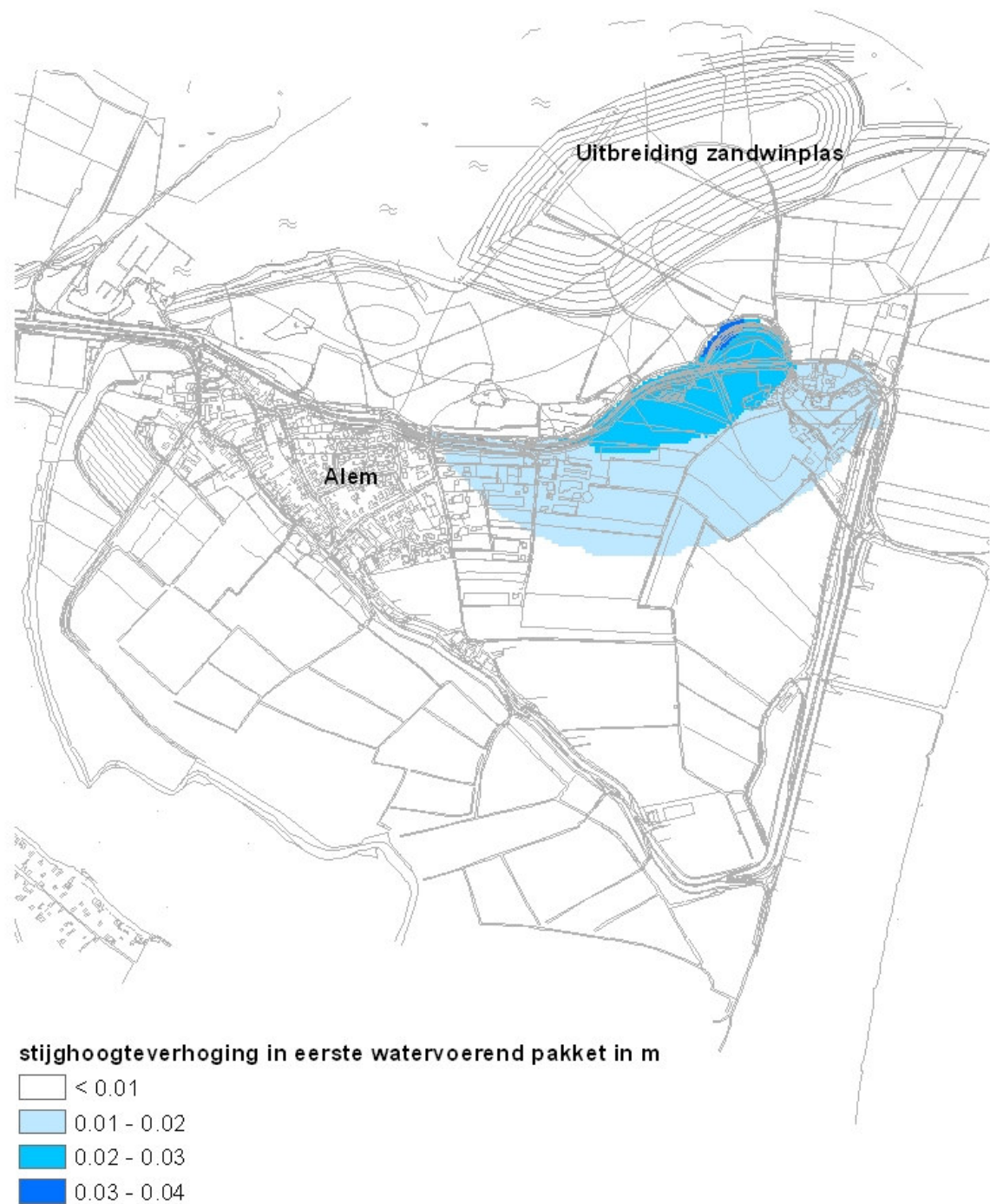
Grondwatereffecten in de deklaag bij gemiddelde situatie



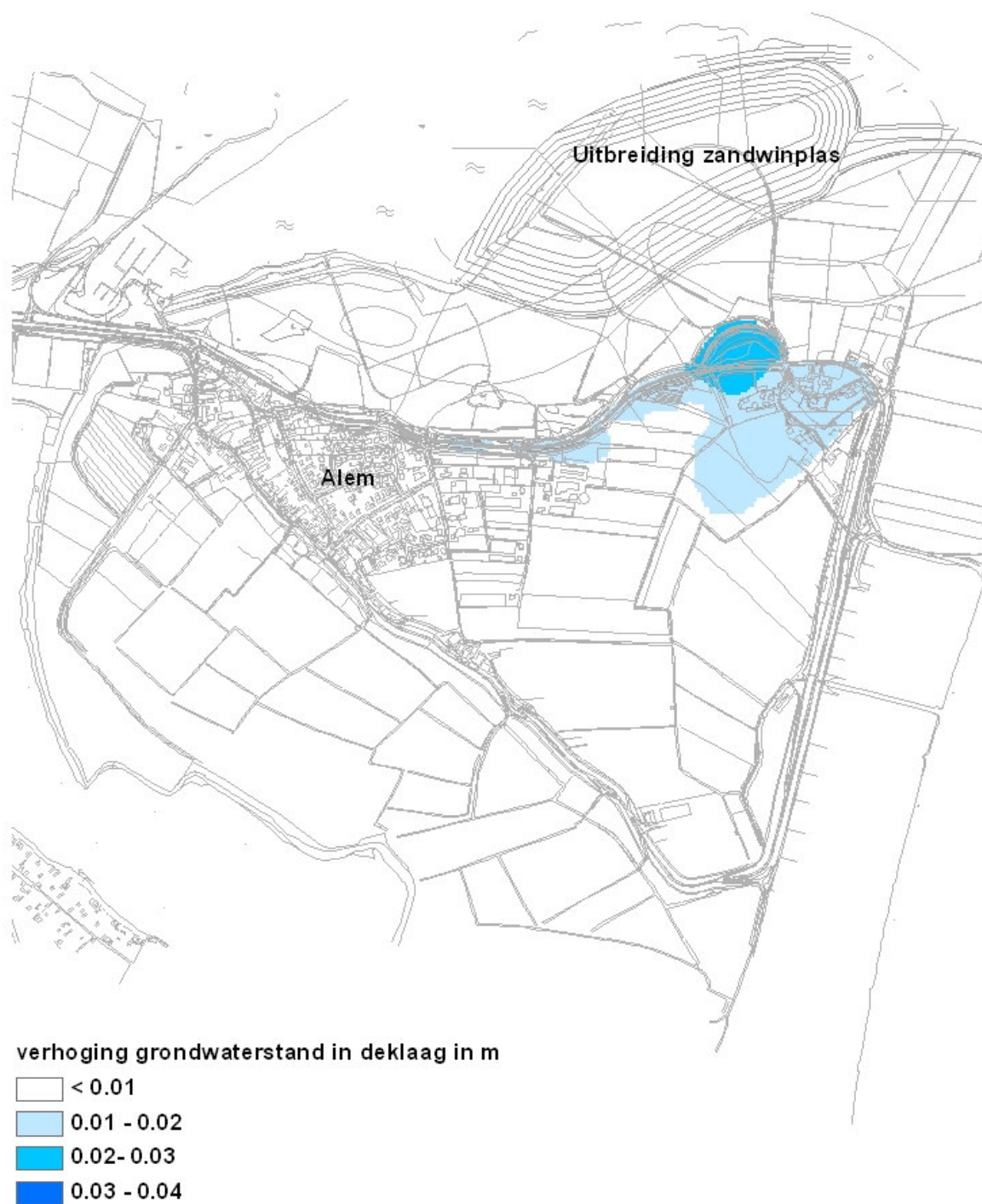
Effecten op de wegzijing bij gemiddelde situatie.

Bijlage 4

Effecten bij T=10 hoogwatersituatie



Grondwatereffecten in het eerste watervoerend pakket bij T=10 hoogwatersituatie.



Grondwatereffecten in de deklaag bij T=10 hoogwatersituatie.



Effecten op de kwel bij T=10 hoogwatersituatie.