

WATERBERGING ENGELGAARDE

WATERSCHAP REEST EN WIEDEN

9 juni 2011

075569700:0.2 - Definitief

C01023.000275.0100/LB



Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Probleemstelling	3
1.2	Doelstelling	3
1.3	Vraagstellingen	3
1.4	Leeswijzer	4
2	Aanpak	5
2.1	Uitgangspunten waterberging	5
2.2	Werking watersysteem	5
2.2.1	Aanpak oppervlaktewater	6
2.2.2	Aanpak grondwater	6
2.3	Verandering watersysteem	8
2.4	Effecten op belangen	8
2.5	Randvoorwaarden en uitgangspunten voor het inrichtingplan	8
3	Systeem en effecten	9
3.1	Plangebied	9
3.2	Werking Watersysteem	12
3.2.1	Oppervlaktewater	12
3.2.2	Grondwater	13
3.3	Verandering watersysteem	17
3.3.1	Oppervlaktewater/meebewegende berging	17
3.3.2	Oppervlaktewater/gestuurde berging	20
3.3.3	Grondwatereffecten	21
3.4	Effecten op belangen	22
3.4.1	Landbouw	22
3.4.2	Stedelijk gebied	25
3.4.3	Infrastructuur	25
3.4.4	Natuur	27
3.4.5	Waterkwaliteit Zandwinplas	30
4	Randvoorwaarden en uitgangspunten voor het inrichtingsplan	33
4.1	Deelgebied A	33
4.2	Deelgebied B	34
4.3	Deelgebied C	35
4.4	Deelgebied D	35
4.5	Deelgebied E	36
4.6	Deelgebied F	37
4.7	Deelgebied G	38
4.8	Deelgebied H	38
4.9	Deelgebied I	39

5 Conclusies en aanbevelingen	40
5.1 Conclusies	40
5.1.1 Waterberging	40
5.1.2 Effecten	42
5.2 Aanbevelingen	43
Bijlage 1 Uitgangspunten oppervlaktewater	45
Bijlage 2 Uitgangspunten grondwater	46
Bijlage 3 Controle grondwatermodel	48
Bijlage 4 Doorsneden o.b.v. boringen DINO-loket	60
Bijlage 5 Resultaten oppervlaktewater	63
Bijlage 6 Resultaten grondwater	66
Bijlage 7 Landbouw	72
Colofon	74

HOOFDSTUK 1

Inleiding

Engelgaarde ligt ten noordoosten van Meppel en is door de provincie Drenthe en het waterschap Reest en Wieden aangewezen als waterbergingsgebied. In het gebied is een berging van circa 655.000 m³ water voorzien. Doel hiervan is om regionale wateroverlast (onder andere in Meppel) te voorkomen. Voordat de ideeën en plannen kunnen worden afgewogen en uitgewerkt in een inrichtingsplan is een goed beeld van het functioneren van het watersysteem noodzakelijk. Het waterschap Reest en Wieden heeft ARCADIS gevraagd hiernaar een studie uit te voeren.

1.1 **PROBLEEMSTELLING**

Voor het op te stellen inrichtingsplan is door het waterschap al een verkenning uitgevoerd. Deze is weergegeven in een notitie en bevat begrenzing van de verschillende bergingsprincipes en een hydrologische verkenning. Het waterschap concludeerde hieruit dat voor een op te stellen inrichtingsplan (1) inzicht in het functioneren van het oppervlakte- en grondwatersysteem en (2) daarvan af te leiden effecten op de belangen in de omgeving ontbreken.

1.2 **DOELSTELLING**

De doelstelling van het onderzoek is: Inzicht krijgen in de werking van het watersysteem en globaal inzicht in de effecten van de mogelijke maatregelen. Dit met voldoende detailniveau, zodat het de basis vormt voor planvorming leidend tot een op te stellen inrichtingsplan. Onder basis voor planvorming verstaan wij dat het randvoorwaarden en uitgangspunten biedt voor het ontwerpproces en afweging van varianten ondersteunt. Tijdens de ontwerpfase zal echter nog wel nader (hydrologisch) onderzoek nodig zijn.

1.3 **VRAAGSTELLINGEN**

Om te komen tot vraagstellingen die het inzicht moeten bieden voor realiseren van de doelstelling van dit onderzoek zijn vijf thema's te onderscheiden:

1. geformuleerde randvoorwaarden en gebiedskenmerken die de uitgangspunten vormen voor waterberging;
2. de werking van het oppervlakte- en grondwatersysteem;
3. veranderingen in het watersysteem die samenhangen met een voorgenomen waterberging;
4. effecten op de belangen in de omgeving die samenhangen met de hydrologische veranderingen;
5. randvoorwaarden en uitgangspunten voor het inrichtingsplan.

In dit rapport zijn de onderzoeksvragen per onderscheiden thema uitgewerkt:

Uitgangspunten waterberging (3.1)

- Wat is het plangebied waarbinnen de waterbergingsopgave gerealiseerd moet worden?
- Wat zijn de kenmerken van dit plangebied?
- Wat zijn de randvoorwaarden van dit gebied?

Werking watersysteem (3.2)

- Hoe is de werking van het oppervlaktewatersysteem, dit voor huidige situatie en peil 1,6 m NAP zoals opgetreden in 1998 en representatief voor een T=100?
- Hoe is de werking van het grondwatersysteem, dit voor huidige situatie en peil 1,6 m NAP in het oppervlaktewater zoals opgetreden in 1998 en representatief voor een T=100?

Verandering watersysteem (3.3)

- Hoe gaat de meebewegende berging functioneren?
- Hoe gaat de gestuurde berging functioneren?
- Wat zijn de veranderingen in stijghoogten in de omgeving?

Effecten op belangen (3.4)

- Wat zijn de effecten op:
 - landbouw;
 - stedelijk gebied;
 - infrastructuur;
 - wandelbos;
 - ecologie;
 - waterkwaliteit zandwinplas?

Randvoorwaarden en uitgangspunten voor het inrichtingsplan (h4)

- Wat zijn, op basis van het onderzochte watersysteem en de effecten, de randvoorwaarden en uitgangspunten voor het inrichtingsplan?

1.4

LEESWIJZER

We hebben ervoor gekozen om de hoofdlijnen van het onderzoek en de resultaten ervan in dit rapport weer te geven. Detaillering van modelleringen en toetsen zijn in de bijlagen weergegeven. Hoofdstuk 1 beschrijft de vraagstellingen die beantwoord uitgangspunt zijn voor ons onderzoek. Hoofdstuk 2 beschrijft de gevolgde aanpak om de vraagstellingen te beantwoorden. Dus hoe de analyse van het gebied, watersysteem en de effectbepaling is uitgevoerd en waarom dat zo gedaan is. Hoofdstuk 3 beschrijft het systeem en de effecten van de waterberging. De vraagstellingen zijn hiervoor leidend. De randvoorwaarden en uitgangspunten voor het inrichtingsplan komen in hoofdstuk 4 aan de orde. Omdat dit de integratie vormt van de resultaten van alle andere vraagstellingen is hier een apart hoofdstuk aan gewijd. Dit wordt gedaan aan de hand van een indeling in deelgebieden (kapstok van het gebied). Het daarop volgende hoofdstuk 5 vat de belangrijkste conclusies en aanbevelingen van dit onderzoek samen.

HOOFDSTUK 2 Aanpak

Dit hoofdstuk beschrijft de aanpak van de gebiedsanalyse, het watersysteem en de effectbepaling: Wat is er uitgevoerd en waarom is dat zo gedaan. Het inhoudelijke onderzoek is uitgevoerd in vier stappen, die hieronder kort worden beschreven. Detaillering van deze aanpak is weergegeven in de bijlagen. Om aanpak en systeembeschrijving los van elkaar te bezien, zijn de resultaten en effecten van deze werkzaamheden in hoofdstuk 3 beschreven.

2.1

UITGANGSPUNTEN WATERBERGING

Plangebied

Een beschrijving van het plangebied op de relevante kenmerken zoals hoogte en aanwezige belangen.

Principes waterberging

Voor de werking van de waterberging zijn de uitgangspunten opgenomen zoals aangegeven voor het waterschap.

Beschrijving deelgebieden

In deze stap wordt het beoogde bergingsgebied onderverdeeld in deelgebieden. De indeling van de deelgebieden dient als kapstok waarop de effecten van de verschillende maatregelen zijn bepaald en samengevat. Deze deelgebieden worden overgenomen uit een memo van Grontmij (kenmerk 280684, d.d. 8 februari 2010).

2.2

WERKING WATERSYSTEEM

In deze stap wordt aan de hand van alle beschikbare informatie begrip verkregen van de werking van het systeem. Hoe werkt het systeem in de huidige situatie en wat voor hydrologische effecten treden mogelijkwerwijs op indien de waterbergingsgebieden een rol gaan spelen. Aan de orde komen:

Oppervlaktewatersysteem:

- ligging en afmetingen waterlopen;
- gegevens van afvoeren;
- effecten oppervlaktewater.

Grondwater:

- geohydrologie;
- bodemopbouw;
- grondwaterstanden;
- effecten grondwater.

De volgende hydrologische situaties (scenario's) worden beschouwd:

- jaarrond gemiddelde situatie;
- extreme huidige situatie T=10 (deze situatie wordt alleen beschouwd voor het oppervlaktewater);
- extreme huidige situatie T=100.

2.2.1

AANPAK OPPERVLAKTEWATER

Ligging en afmeting waterlopen

Gegevens over de ligging en afmeting van de waterlopen komen uit het regionaal SOBEK-model, RorMepdi.lit. De belangrijkste watergang is de Wold Aa. In de Wold Aa staat stuw Blijdenstein, hier is tevens een inlaat- en uitlaatgemaal aanwezig.

Gegevens van afvoeren

Er zijn gegevens over afvoeren beschikbaar, deze zijn namelijk gemeten bij stuw Blijdenstein. In deze fase van het onderzoek is er nog geen gebruik gemaakt van deze debietmetingen.

Effecten oppervlaktewater

Om het functioneren van het watersysteem te bepalen, is een analyse gemaakt van meetgegevens. Dit bleek de meest nauwkeurig mogelijke analyse waarmee de onderzoeksvraag te beantwoorden is. Van het gebruik van een beschikbaar SOBEK-model is afgezien. Dit omdat bij controle van de modelresultaten met meetgegevens bleek dat onvoldoende nauwkeurig binnen en buiten plangebied de werking van het watersysteem benaderde.

De uitgangspunten voor de oppervlaktewateranalyse staan in bijlage 1. Aangegeven is welke meetgegevens zijn gebruikt en waarom uiteindelijk geen gebruik is gemaakt van het SOBEK-model. In bijlage 6 zijn alle resultaten van de oppervlaktewaterberekeningen weergegeven. De bijlage geeft aan hoe de resultaten uit hoofdstuk 3 tot stand zijn gekomen.

2.2.2

AANPAK GRONDWATER

Geohydrologie

De geohydrologische opbouw van het gebied is afgeleid uit gegevens van TNO (DINO-loket) en het MIPWA-model (versie 1.1). In het MIPWA-model is de meest recente geohydrologische interpretatie van Deltares opgenomen. Het TNO-boringenbestand bevat de grootste hoeveelheid feitelijke waarnemingen.

Bodemopbouw

Bovenstaande gegevens zijn aangevuld met de bodemkaart van Nederland (1:5000). Dit bestand is gebaseerd op een aantal ondiepe boringen waarmee de samenstelling van de toplaag tot 1,5 m. bepaald is. De bodem in het stedelijk gebied is niet opgenomen in de bodemkaart.

Grondwaterstanden

- Op basis van peilbuizen: Er zijn twee bronnen van peilbuisgegevens beschikbaar om gemiddelde grondwaterstanden te berekenen, namelijk peilbuizen van DINO-loket (TNO) en peilbuisgegevens aangeleverd door het waterschap. Binnen het plangebied zijn peilbuizen aanwezig die door het waterschap gemonitord worden ten behoeve van de voorgenomen waterberging. Een deel van deze peilbuizen zijn gedurende langere tijd gemonitord (start begin 2008), echter er zijn ook een aantal peilbuizen beschikbaar welke vanaf najaar 2010 zijn gepolitoerd. Voor deze studie zijn alleen de langere reeksen gebruikt, de korte reeksen zijn te kort gemonitord om een goede uitspraak te kunnen doen over de GXG. De gegevens van het waterschap zijn aangevuld met meer langjarige gegevens van de peilbuizen uit het DINO loket. Voor analyse van deze gegevens is gebruik gemaakt van Menyanthes. Dit is een programma om karakteristieken van het grondwaterstandverloop te bepalen.
- Op basis van modelresultaten: In het MIPWA-model zijn berekende grondwaterstanden beschikbaar. Bij de interpretatie hiervan houden we er rekening mee dat dit geen waarnemingen betreffen maar berekeningsresultaten na modelverfijning/-validatie op diverse parameters.

Effecten grondwater

De analyse van het grondwatersysteem is uitgevoerd met behulp van het regionale grondwatermodel MIWPA. MIPWA (Methodiekontwikkeling voor Interactieve Planvorming ten behoeve van Waterbeheer) is door TNO ontwikkeld in opdracht van en voor het beheergebied van diverse waterschappen, gemeenten en waterleidingbedrijven in het noorden van Nederland. Het model is op een aantal punten gecontroleerd (en in één geval verbeterd), hiermee zijn de hydrologische situaties doorgerekend. Uitgebreidere aannames en uitgangspunten voor het gebruik van dit model voor de hydrologische situaties zijn opgenomen in bijlage 2.

Naast de modelberekeningen is expert judgement vanuit de expertise “stedelijk water” ingewonnen om de berekende resultaten te kunnen interpreteren.

In bijlage 3 is een uitgebreide beschrijving opgenomen van de controle van het grondwatermodel ten opzicht van werkelijke gemeten grondwaterstanden. Bijlage 4 geeft de DINO gegevens weer. In bijlage 6 zijn alle resultaten van de grondwaterberekeningen weergegeven, daarnaast zijn berekende en gemeten GXG's vlakdekkend opgenomen.

ONZEKERHEID MODEL

Na analyse van het MIPWA-model ter plaatse van Engelgaarde blijkt dat een afwijking van ongeveer 30 cm bestaat tussen de berekende en gemeten grondwaterstanden, vooral binnen het stedelijk gebied is deze afwijking nog iets groter. Daarnaast is er een systematische afwijking op de GXG: de GLG en GVG worden ongeveer 10 cm te droog ingeschat, terwijl de GHG juist 10 cm te nat wordt ingeschat. Tenslotte blijkt dat het grondwaterstandsverloop in de tijd in het model behoorlijk goed overeenkomt met het gemeten verloop, echter ook hier onderschat het model de absolute waarde. De resultaten vallen in totaliteit binnen de kalibratiedoelen, de afwijkingen worden voornamelijk bepaald door een paar grote uitschieters in het stedelijk gebied. Dit komt voornamelijk door een grote, onbekende, ruimtelijke variatie in de bodemopbouw van de toplaag en de detailontwatering in het stedelijk gebied.

Echter omdat er weinig regionaal storende lagen in het gebied aanwezig zijn en het model op dit moment de meest nauwkeurige resultaten geeft, is besloten de door het model berekende effecten te gebruiken in deze studie door ze, in de beschrijvende analyse, te superponeren op de gemeten grondwaterstanden.

2.3

VERANDERING WATERSYSTEEM

De volgende hydrologische situaties (scenario's) worden beschouwd voor de situatie met waterberging:

1. Jaarrond gemiddelde situatie: Uitgangspunt voor de meebewegende berging is dat deze meebeweegt met het peil van de Wold Aa.
2. Extreme huidige situatie: Uitgangspunt voor deze situatie is dat het bergingsgebied niet inundeert. Dit scenario fungeert als referentie voor scenario 3 en 4 in de grondwaterberekeningen.
3. T=10 situatie: Uitgangspunt voor de T=10 situatie is dat alleen de meebewegende berging inundeert. De gestuurde berging zal niet inunderen (deze situatie wordt alleen beschouwd voor het oppervlaktewater).
4. T=100 situatie: Uitgangspunt voor de T=100 situatie is dat zowel de meebewegende en gestuurde berging functioneert.

2.4

EFFECTEN OP BELANGEN

De effecten op belangen die volgen uit de veranderende hydrologische situatie bij waterberging zijn afgeleid van de hydrologische effectberekeningen. Deze effecten worden beschreven aan de hand van oorzaak-gevolg relaties en gekwantificeerd met de berekende hydrologische effecten.

2.5

RANDVOORWAARDEN EN UITGANGSPUNTEN VOOR HET INRICHTINGPLAN

De randvoorwaarden en uitgangspunten voor het inrichtingsplan vormen de integratie van (1) opgedane watersysteemkennis en (2) de effecten op belangen. Per te onderscheiden deelgebied wordt hiertoe een tabel met randvoorwaarden en uitgangspunten opgesteld. Aangezien dit de integratie van de resultaten uit de eerdere stappen vormt, is hiervan een afzonderlijk hoofdstuk gemaakt, hoofdstuk 4.

HOOFDSTUK

3
Systeem en effecten

In dit hoofdstuk is een beschrijving opgenomen van het plangebied. Hierbij komen verschillende aspecten aan de orde: deelgebieden in het plangebied en de werking van het systeem gezien vanuit oppervlaktewater, grondwater en geohydrologie. Vervolgens worden de effecten van waterberging in verschillende situaties beschreven (als de berging in werking wordt gesteld). Hierbij komt de werking van het systeem gezien vanuit oppervlaktewater en grondwater aan de orde. Daarnaast worden ook de effecten op verschillende belangen in het gebied beschreven.

3.1

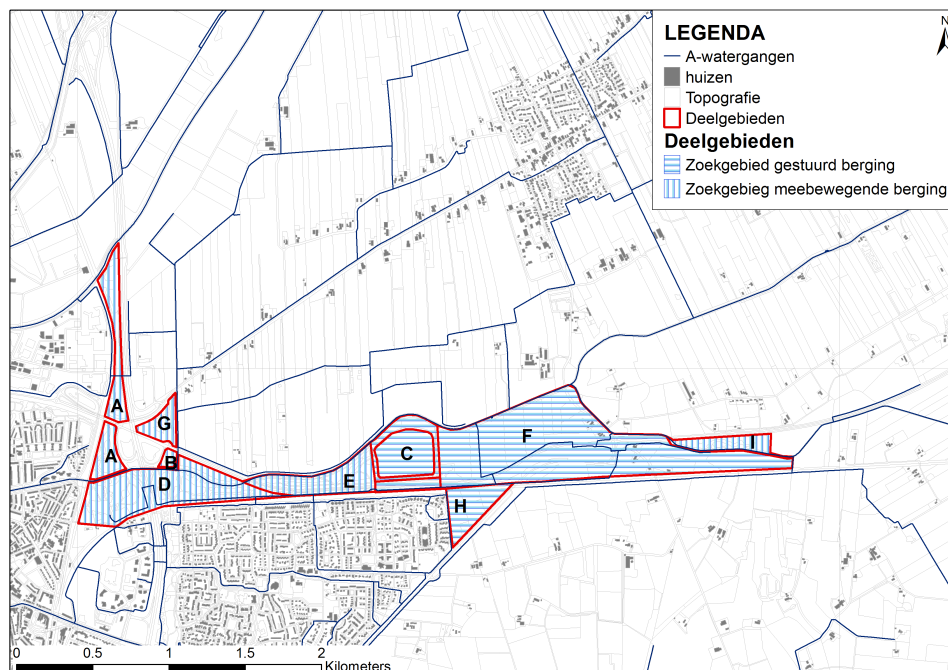
PLANGEBIED

Het plangebied ligt noordoostelijk van Meppel. Het is een zeer gevarieerd gebied met een duidelijke uitloop/recreatiefunctie voor Meppel (waaronder een duikplas). Een gedeelte van het gebied heeft de functie landbouw en dit alles grenzend aan bebouwing en infrastructuur. Het hele gebied maakt onderdeel uit van de EHS zoals deze door de provincie Drenthe is opgenomen in het Provinciaal Omgevingsplan.

In Figuur 1 zijn de bergingsgebieden en bijbehorende deelgebieden weergegeven, in Figuur 2 staat de hoogtekaart van het gebied. Hieronder worden alle afzonderlijke deelgebieden kort beschreven.

Figuur 1

Plangebied en indeling in deelgebieden.

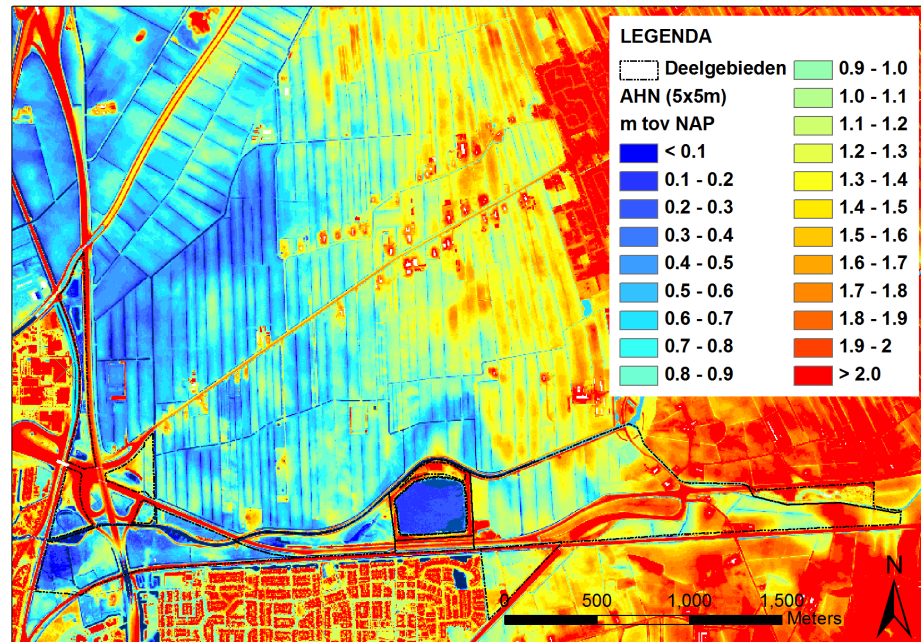


Op bovenstaande kaart is onderscheid gemaakt tussen de deelgebieden en zoekgebieden voor de waterberging. De deelgebieden zijn geselecteerd op basis van peilvakken, de zoekgebieden zijn gebaseerd op functies (bijv. in deelgebied H staat een manege, dus is niet interessant voor waterberging) of maaiveldhoogtes. Meer informatie over maaiveldhoogtes staan in onderstaande kaart weergegeven. Globaal gezien loopt het gebied af in westelijk richting.

Figuur 2

Maaiveld in m+NAP

(Bron: MIPWA)



Deelgebied A

Deelgebied O1 wordt aan de oostkant omsloten door de verbinding tussen de N375 en A32 en de A32. Deze liggen op taluds en zijn daarom belangrijk voor de waterberging. Aan de westkant van het deelgebied ligt een treinspoor en aan de zuidkant ligt watergang de Wold Aa. Door de aanwezigheid van een kade stroomt er geen water vanuit de Wold Aa dit gebied in. Het landgebruik is een 'klimaatbos', dit is een bos met voornamelijk beuken en eiken. Dicht langs de spoorlijn loopt één klein paadje, voor de rest is dit deelgebied niet erg toegankelijk voor recreanten. De afwatering vindt plaats richting gemaal Haakswold.

Deelgebied B

Dit deelgebied grenst aan de zuidkant aan de Wold Aa, aan de west- en noordkant aan de N375 en A32. Het landgebruik is onderdeel van het wandelbos, daarnaast ligt er een fietspad. Aan de oostkant ligt gemaal Haakswold en tevens het aanvoerkanaal voor het gemaal. De afwatering vindt plaats naar dit gemaal.

Deelgebied C

Dit is een voormalige zandwinplas en wordt gebruikt als zwemwater en is populair als duikbestemming. Voor zover bekend vindt er geen directe interactie plaats met het oppervlaktewatersysteem en is de plas grondwater gestuurd.

Dit gebied is formeel niet door de provincie aangewezen als berging in de plankaarten. Deze beslissing moet later gemaakt worden.

Deelgebied D

Het deelgebied bestaat overwegend uit wandelbos, aan de zuidwestkant liggen tevens volkstuinen en een stal. Het deelgebied wordt begrensd door de N375 en doorsneden door de A32. Belangrijk aandachtspunt is dat er twee tunnels onder het spoor door gaan. Door het bergen van water kunnen deze tunnels onder water lopen of als duiker gaan fungeren. Daarnaast liggen er (snel)wegen in dit gebied, de drooglegging dient voldoende te blijven. De afwatering vindt plaats via de woonwijk Oosterboer, naar gemaal Oosterboer.

Deelgebied E

Dit deelgebied grenst aan de west- en zuidzijde aan de N375, aan de noordkant aan de Wold Aa en aan de oostkant aan de voormalige zandwinplas. Met name het oostelijk deel is ingericht voor recreanten met extra wandelpaden en bankjes. Hier heeft tevens natuurherstel plaatsgevonden waarvoor kruiden- en faunarijk grasland is gecreëerd. Verder is een aandachtspunt het fietspad en de fietstunnel onder het spoor. De afwatering vindt plaats via de woonwijk Oosterboer, naar gemaal Oosterboer.

Deelgebied F

Dit deelgebied is agrarisch in gebruik. Aan de noordgrens ligt de Wold Aa, inclusief stuw Blijdenstein. Hier is tevens een inlaatgemaal aanwezig om het gebied van water te voorzien in droge perioden. Benedenstrooms van deze stuw staat gemaal Bloemen, deze houdt het gebied op peil. Aan de zuidoostkant zijn meerdere boerderijen en ontsluitingswegen aanwezig.

Deelgebied G

Het landgebruik bestaat overwegend uit droog bos en wordt aan alle kant omsloten door (snel)wegen en een fietspad. Gescheiden door het aanvoerkanaal van gemaal Haakswold ligt aan de oostzijde grond, die in agrarisch gebruik is. Dit deelgebied is moeilijk te bereiken voor recreanten.

Deelgebied H

Op deze locatie is een manege gebouwd en komt niet in aanmerking voor waterberging. In de toekomst dient wel onderzocht te worden of de afwatering gewaarborgd blijft, mogelijke kans is dat dit deelgebied meer water vast kan houden.

Deelgebied I

Dit deelgebied is voornamelijk natuur, bestaande uit droog bos en oppervlaktewater. Aan de noordzijde wordt dit gebied begrensd door de N375 en aan de zuidzijde door de Koekanger Aa.

3.2 WERKING WATERSYSTEEM

3.2.1 OPPELVAKTEWATER

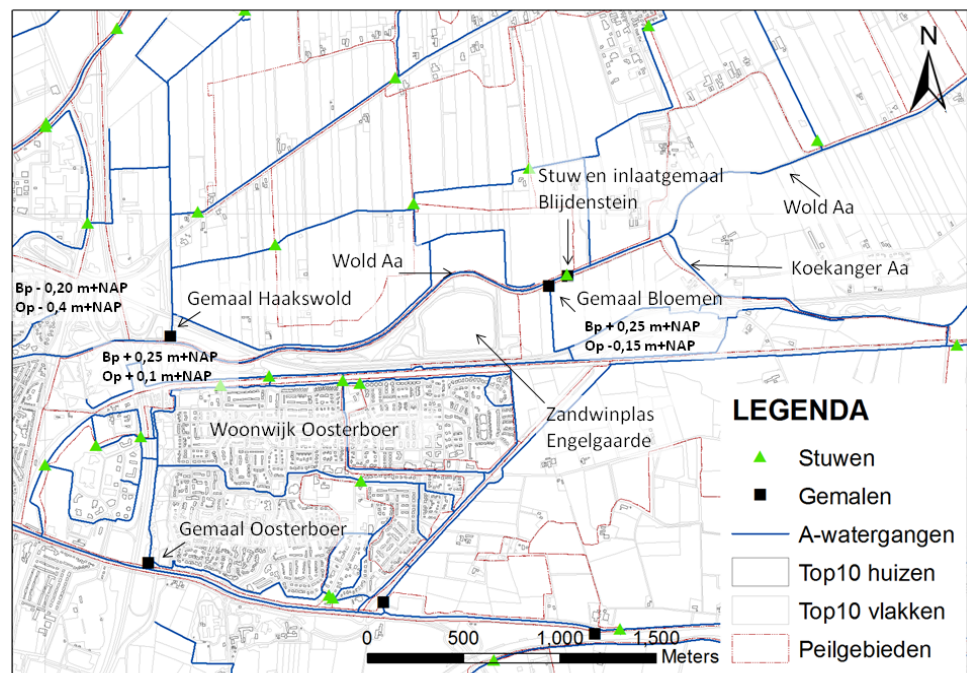
Ligging en afmeting waterlopen

Het plangebied ligt aan watergang de Wold Aa. Deze watergang is ca. 15 m breed en staat in directe verbinding met het Meppelerdiep. Bovenstrooms wordt de Wold Aa voorzien van water uit ca. 11.000 ha onverhard oppervlak en ca. 600 ha verhard oppervlak (bron: regionaal SOBEK model, RorMepdi.lit). Voor de locatie van de toponiemen wordt verwezen naar Figuur 3.

Ter hoogte van Engelgaarde watert de Koekanger Aa af op de Wold Aa. De Koekanger Aa heeft een veel kleiner stroomgebied dan de Wold Aa. Er zijn geen meetgegevens van het peilverloop in de Koekanger Aa, maar het peil van de Koekanger Aa komt overeen met de waterstand in de Wold Aa bovenstrooms van stuw Blijdenstein.

Figuur 3

Oppervlaktewater in het plangebied.



Tussen de Wold Aa (ter hoogte van Engelgaarde) en het Meppelerdiep zijn verder geen peilregulerende kunstwerken aanwezig. Uit meetgegevens blijkt echter dat bij een lage afvoer, de opstuwing vanaf Haakswold tot Meppelerdiep ca. 25 cm bedraagt. Tijdens een piekafvoer in december 2007 nam de opstuwing toe tot 80 cm. De verwachting is dat de opstuwing wordt veroorzaakt door de tussenliggende bruggen. Meetpunt Haakswold ligt aan de uitstroomzijde van gemaal Haakswold.

Bij stuw Blijdenstein wordt het peil van de Wold Aa gereguleerd. Het streefpeil bedraagt minimaal 0,45 m + NAP en maximaal 0,95 m + NAP. Aan de zuidzijde van de stuw Blijdenstein ligt een peilgebied dat bemalen wordt door gemaal Bloemen.

Dit gemaal hanteert een bovenpeil van 0,25 m + NAP en een benedenpeil van 0,15 m – NAP. Bij dit gemaal wordt tevens het peil in het peilgebied en in de Wold Aa gemeten. Opvallend is dat het gemaal een groot deel van het jaar het water wegpompt uit het peilgebied, terwijl het peil van de Wold Aa het grootste deel van het jaar lager ligt.

De voormalige zandwinplas is grondwater gestuurd en heeft in de huidige situatie geen directe koppeling met het oppervlaktewatersysteem.

Het wandelbos ten zuiden van de Wold Aa wordt op peil gehouden met een bovenpeil van 0,25 m + NAP en onderpeil 0,10 m + NAP. Dit peilgebied watert af via de watergangen in de woonwijk Oosterboer, naar gemaal Oosterboer. Het wandelbos aan ten noorden van de Wold Aa wordt op peil gehouden met een bovenpeil van 0,2 m – NAP en onderpeil van 0,4 m – NAP. De afwatering vindt plaats via het oostelijk gelegen peilgebied, naar gemaal Haakswold.

Gegevens van afvoeren

Het peilgebied waarin gemaal Haakswold ligt, is voor een klein deel aangemerkt als mogelijk inundatiegebied. Het onderpeil is daar 0,55 – NAP en het bovenpeil 0,3 – NAP. Belangrijke randvoorwaarde is dat het aanvoerkanaal als gevolg van het creëren van waterberging niet mag inunderen. Het blijkt dat het waterpeil in de Wold Aa structureel hoger is dan het peil in het bemalinggebied. Voor zover bekend zijn er geen meetgegevens van het pompdebiet, maar op basis van de beschikbare gegevens kan gesteld worden dat deze jaarrond zal pompen. In bijlage 5 zijn figuren opgenomen waarin het peilverloop van de bovenbeschreven watergangen is opgenomen.

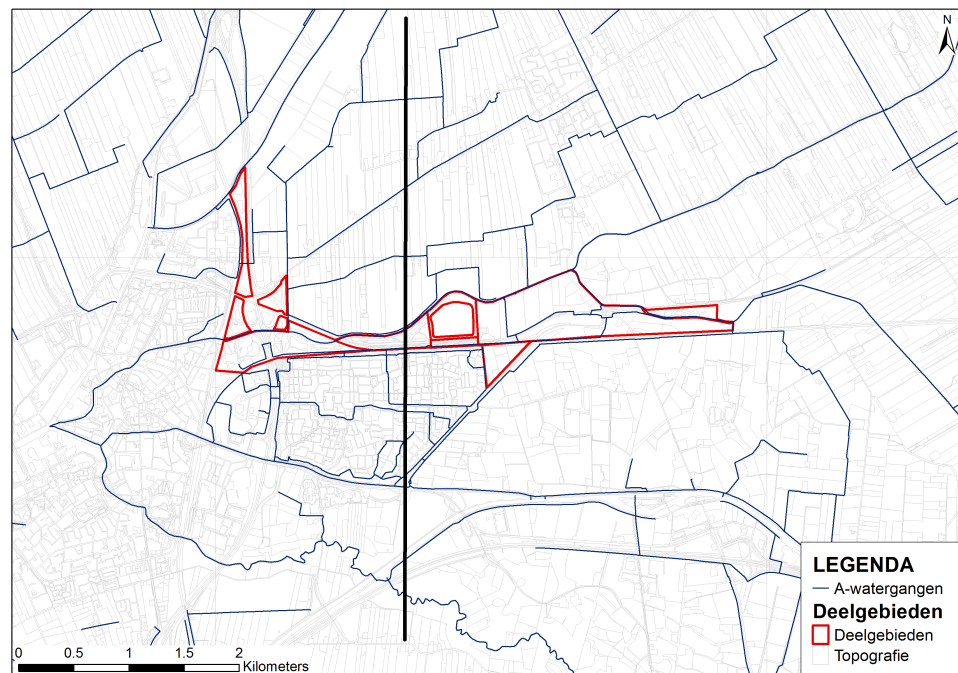
3.2.2

GRONDWATER

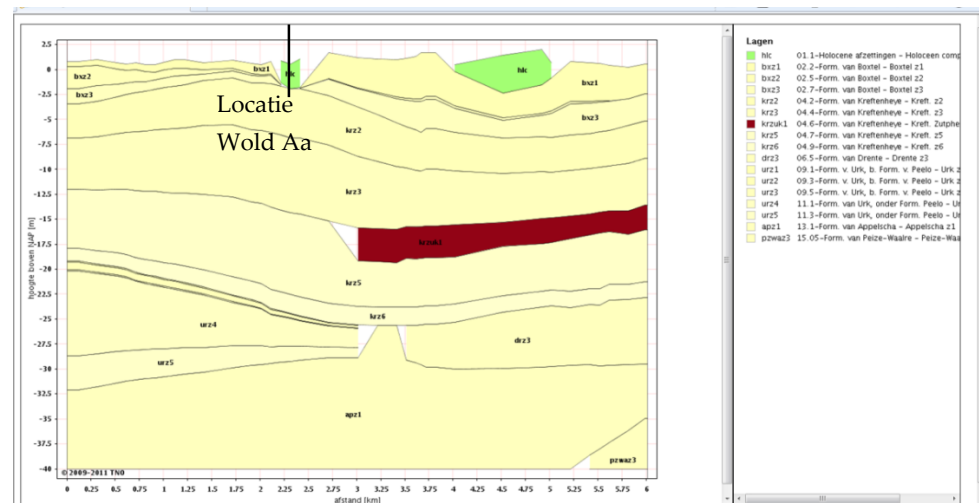
Geohydrologie

In Figuur 4 is de ligging van de dwarsdoorsnede in het plangebied weergegeven. In Figuur 5 staat een dwarsdoorsnede van de ondergrond waarbij elke afzonderlijk gedefinieerde geologische bodemformatie is aangeduid aan de hand van kleur en naam. In de bijgevoegde legenda zijn de afkortingen en volledige namen van de geologische formaties, in volgorde van voorkomen vanaf het maaiveld, weergegeven. De lichtgekleurde lagen (geel) hebben watervoerende eigenschappen, de donker gekleurde lagen hebben juist scheidende eigenschappen. Een complex heeft zowel watervoerende als scheidende eigenschappen.

Figuur 4
Ligging doorsnede REGIS



Figuur 5
Geohydrologische
doorsnede (Bron: REGIS
TNO)



Op ongeveer 2.5 tot 5 meter onder maaiveld wordt de fluviatiele formatie van Kreftenheye gevonden. De eerste ± 10 m van deze formatie bestaat uit matig tot zeer grove zanden en grinden, met incidenteel wat dunne kleilaagjes. In het zuiden van het gebied bevindt zich onder de Kreftenheye zanden op ongeveer 12.5 tot 15 meter onder maaiveld het laagpakket van Zutphen. Dit pakket bestaat voornamelijk uit veen, klei en zand. Hieronder bevinden zich weer enkele zandige lagen uit de formatie van Kreftenheye.

In de diepere ondergrond worden smeltwaterafzettingen van het landijs (formatie van Peelo), fluviatiele afzetting van de Rijn (formatie van Urk) en fluviatiele afzettingen van de formatie van Appelscha gevonden. Nog dieper worden achtereenvolgens nog de formatie van Peize Waalre, de formatie van Oosterhout en als geohydrologische basis de formatie van Breda gevonden.

Boringenbestand

In bijlage 4 zijn vier doorsneden opgenomen die gebaseerd zijn op boringen uit DINO-loket (TNO). Het beeld dat uit alle vier de profielen komt is consistent: de bodemopbouw bestaat voornamelijk uit fijne zanden (formatie van Boxtel), met vooral in de bovengrond af en toe een veenlaagje (formatie van Boxtel, formatie van Nieuwkoop). Tussen de 2 en 4 meter onder maaiveld vinden we vooral in het zuidelijk deel van het plangebied incidenteel een dun leemlaagje. In het zuidelijk deel van profiel 3 wordt één kleilaagje gevonden en dieper in de ondergrond in profiel 4 worden ook in het zuidelijke deel meerdere kleilagen gevonden (formatie van Kreftenheye, laagpakket van Zutphen). De doorlatendheid van deze matig fijne zanden zal ongeveer variëren van 20 m/dag tot 0.2 m/dag.

Samenvatting

Samengevat kan geconcludeerd worden dat voor dit onderzoek de representatieve geohydrologische opbouw bestaat uit een freatisch pakket bestaand uit zandige afzettingen met al dan niet wisselingen van korrelgrootte, deze overgaand naar meer grofzandige lagen in de diepte. Scheidende lagen zijn niet aanwezig. Wel lokaal aanwezige storend klei of leemlaagjes en afdekkende veenlagen. Deze laatste zijn voornamelijk aanwezig in de beekdalen.

Bodemopbouw

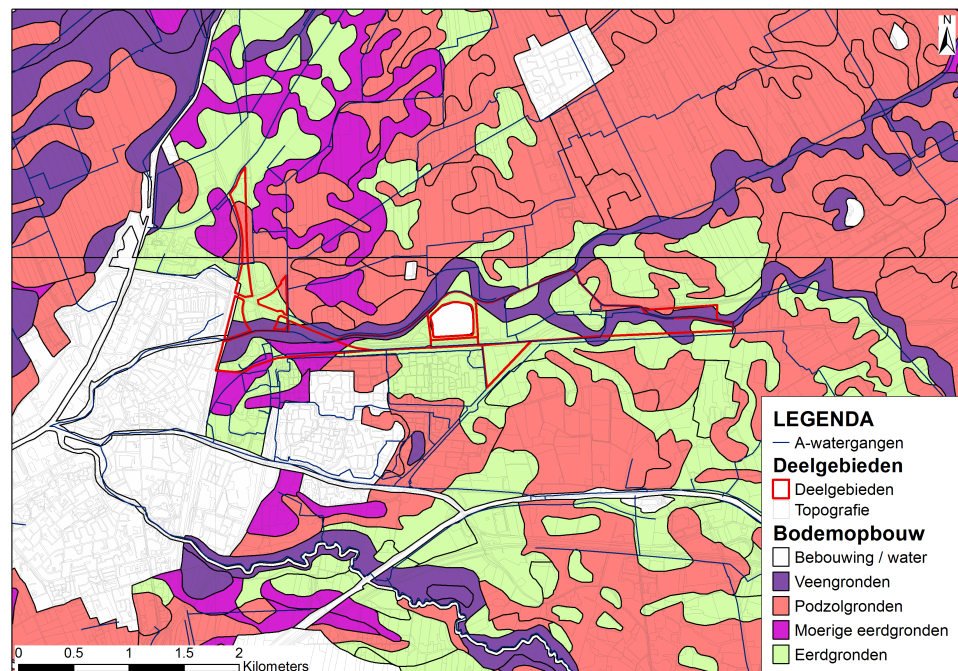
In Figuur 6 is de bodemopbouw ter plaatse van het plangebied weergegeven. De weergegeven bodemopbouw is vereenvoudigd ten opzichte van de bodemkaart: soortgelijke bodemgroepen zijn samengevoegd. Globaal gezien worden vier bodemtypes aangetroffen:

- eerdgronden op zand, bestaande uit lemig zand;
- veengronden met verschillende dieptes in de beekdalen. In sommige gevallen wordt in de eerste 1.5 meter nog de zandondergrond gevonden, in sommige gevallen is het veenprofiel meer dan 1.5 meter dik;
- moerige gronden, vaak op de overgang van veen naar zand. Veelal restveengronden;
- diverse typen podzolgronden, leemarm en zwak lemig zand, tot wat lemiger zand.

Uit de analyse van de bodembouw kan geconcludeerd worden dat op regionale schaal er vooral in de beekdalen veenafzettingen te vinden zijn. Uit boringen uit DINO-loket blijkt dat het veen dermate ondiep zit dat de watergang Wold Aa het veenpakket doorsnijdt.

Figuur 6

Vereenvoudigde bodemopbouw in het plangebied (Bron: bodemkaart 1:50.000)



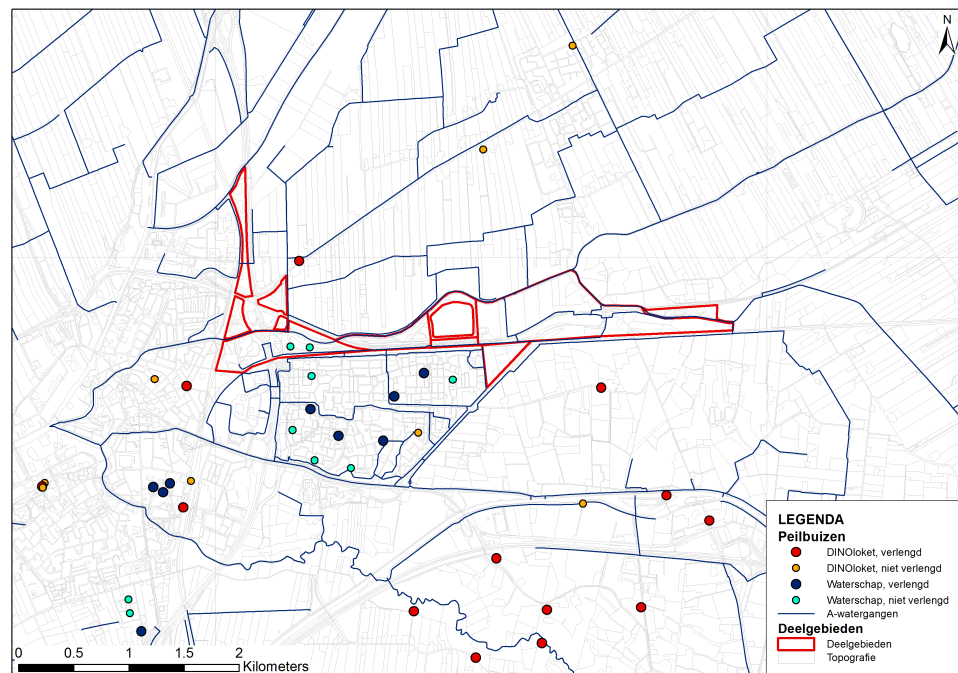
Grondwaterstanden

Met het programma Menyanthes zijn de beschikbare grondwaterstandgegevens geanalyseerd. Uit deze analyse komen GXG's, bestaande uit een gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), een gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en een gemiddeld voorjaarsgrondwaterstand (GVG). Daarnaast wordt met dit programma inzicht verkregen over de werking van het systeem. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan schijnspiegelsystemen of filters onder een scheidende laag.

In Figuur 7 zijn alle beschikbare peilbuizen weergegeven. De peilbuisgegevens van het waterschap zijn te kort (reeksen van 3 jaar) om een betrouwbare GXG te berekenen. Om meer systeembegrip te krijgen en om betrouwbare GXG's te berekenen zijn alle peilbuizen gecorreleerd met neerslag en verdamping van meteostation Hoogeveen. In Figuur 7 is weergegeven welke peilbuizen met meer dan 70% gecorreleerd zijn met neerslag en verdamping. De peilbuizen die niet met een voldoende grote betrouwbaarheid aan neerslag en verdamping te correleren zijn niet meegenomen in verdere analyses.

Figuur 7

Beschikbare peilbuizen in het gebied. De verlengde peilbuizen geven de peilbuizen aan welke verlengd op basis van neerslag en verdamping (correlatie met neerslag verdamping groter dan 70%).



3.3

VERANDERING WATERSYSTEEM

Voor het bepalen van de effecten bij het inzetten van meebewegende en gestuurde berging zijn drie hydrologische situaties van toepassing:

1. Jaarrond situatie: Uitgangspunt voor de meebewegende berging is dat het waterpeil meebeweegt met het peil van de Wold Aa.
2. T=10 situatie: Uitgangspunt voor de T=10 situatie is dat alleen de meebewegende berging inundeert. De gestuurde berging zal niet inunderen (deze situatie wordt alleen voor het oppervlaktewater beschouwd).
3. T=100 situatie: Uitgangspunt voor de T=100 situatie is dat zowel de meebewegende en gestuurde berging functioneert.

3.3.1

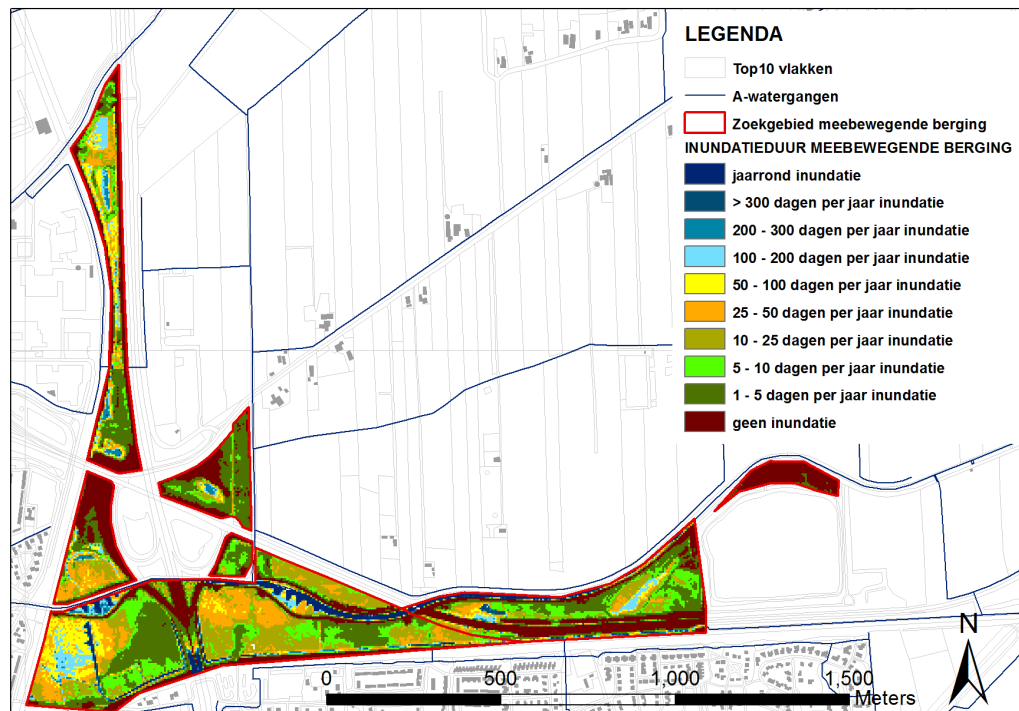
OPPERVLAKTEWATER/MEEBEWEGENDE BERGING

Jaarrondsituatie

De meebewegende berging zal inunderen zodra het peil van de Wold Aa stijgt. In Figuur 8 staat de hoogte van het waterpeil ten opzichte van het maaiveld weergegeven. De overschrijdingsfrequentie geeft aan hoeveel dagen per jaar het maaiveldniveau wordt overschreden. De inundatieduur geeft weer hoe lang een maaiveld werkelijk onder water staat. In overleg met het waterschap is besloten de inundatieduur te gebruiken voor effectbepalingen. De kaart met inundatiefrequentie is toegevoegd in bijlage 5.

Figuur 8

Inundatieduur meebewegende berging in een gemiddelde jaarrondsituatie.



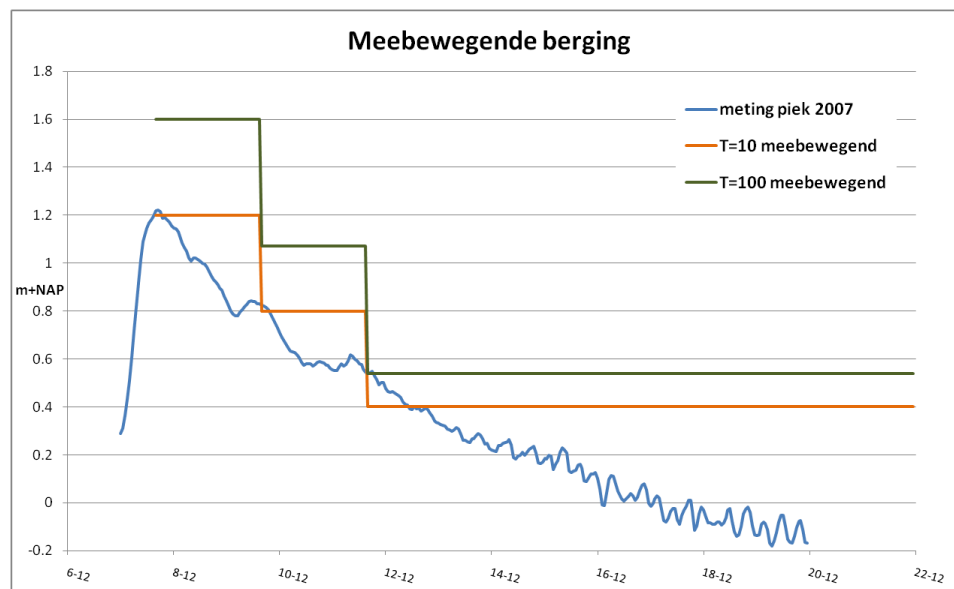
Belangrijk aandachtspunt voor bovenstaande kaart is dat deze is gebaseerd op de inundatieduur van het maaiveld op basis van een 4-jarige meetreeks. Dit betekent dat de verlaging van het waterpeil als gevolg van de waterberging niet is meegenomen.

T=10 en T=100 situatie

Een extreme afvoer in de Wold Aa resulteert in inundatie van de meebewegende berging. Voor de effectberekening is ervan uitgegaan dat de berging het peil van de Wold Aa volgt. De hoogte van de piek in de T=10 situatie is vastgesteld op basis van een afvoergolf die in 2007 is opgetreden. De T=100 situatie is afgeleid van een situatie die in 1998 is opgetreden, toen is een waterpeil van 1,6 m + NAP gemeten. In Figuur 9 is de piek weergegeven die in 2007 is gemeten, daarnaast is toegevoegd hoe het verloop van de piek is geschematiseerd in het grondwatermodel.

Figuur 9

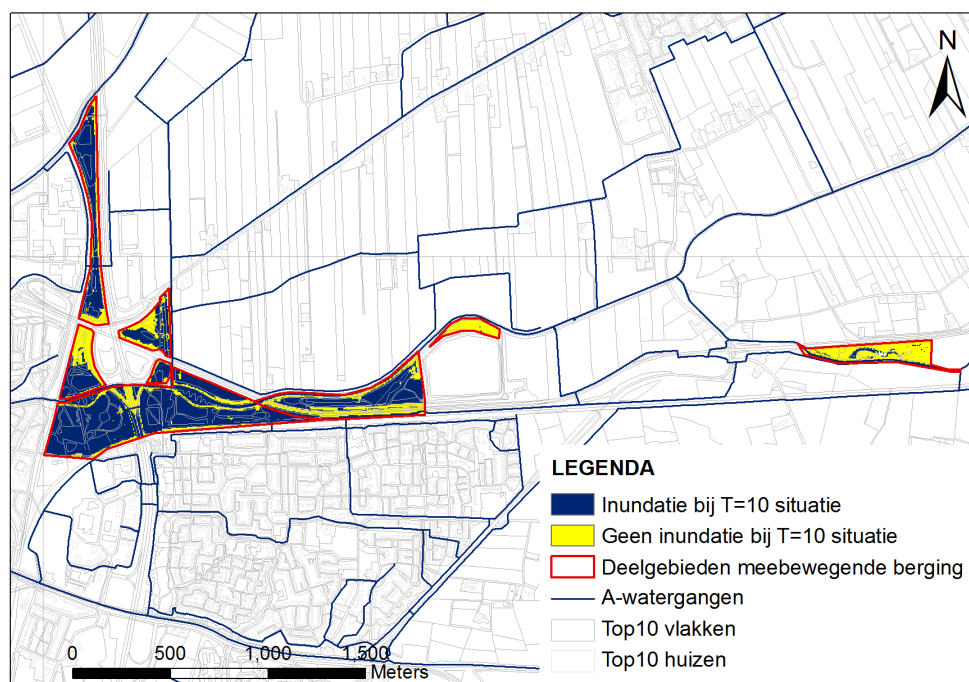
Peilverloop voor de meebewegende berging in de tijd in een T=10 en T=100 situatie.



In een T=10 situatie is het hoogste waterpeil vastgesteld op 1,2 m + NAP. In Figuur 10 is deze inundatie ruimtelijk weergegeven.

Figuur 10

Inundatie meebewegende berging in een T=10 situatie.



In hoofdstuk 4 wordt per deelgebied een nadere toelichting gegeven over de efficiency van de waterberging.

3.3.2

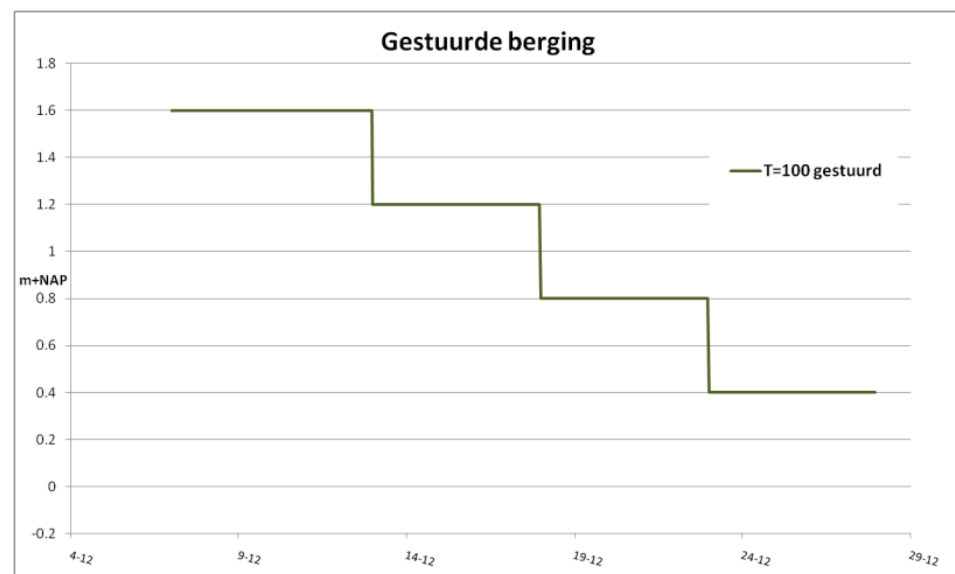
OPPERVLAKTEWATER/GESTUURDE BERGING

T=100 situatie

De berging in de gestuurde berging verloopt anders dan in de meebewegende berging. De gestuurde berging zal pas in werking treden bij een T=100 situatie. Het waterschap heeft aangegeven dat deze berging niet dient te fluctueren met de Wold Aa, maar dat deze langzaam leeg dient te lopen. Concreet betekent dat de waterberging ca. 6 dagen op peil zal blijven, en vervolgens in 2 weken tijd leeg zal lopen. In Figuur 11 is dit visueel weergegeven.

Figuur 11

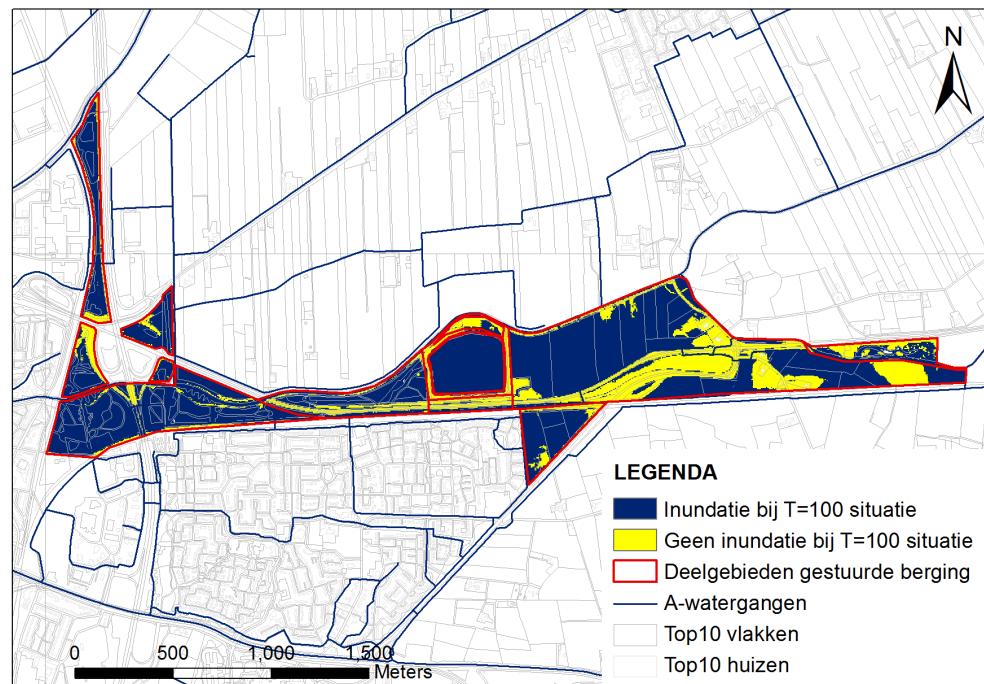
Peilverloop voor de meebewegende berging in de tijd in een T=100 situatie.



Het hoogste niveau tijdens de T=100 situatie is vastgesteld op 1,6 m + NAP. Ruimtelijk gezien resulteert dit in inundatie zoals weergegeven in Figuur 12. In hoofdstuk 4 wordt per deelgebied een nadere toelichting gegeven over de efficiency van de waterberging.

Figuur 12

Inundatie meebewegende en gestuurde berging in een T=100 situatie.



3.3.3

GRONDWATEREFFECTEN

Met behulp van het niet-stationaire langjarige model (scenario: huidige situatie gemiddeld) zijn gebiedsdekkend gemiddelde grondwaterstanden (GXG's) doorgerekend. Deze zijn vergeleken met peilbuisgegevens. In bijlage 3 is een uitgebreide beschrijving opgenomen van de controle van het grondwatermodel ten opzichte van werkelijke gemeten grondwaterstanden. In bijlage 6 zijn alle resultaten van de grondwaterberekeningen weergegeven, daarnaast zijn berekende en gemeten GXG's vlakdekkend opgenomen.

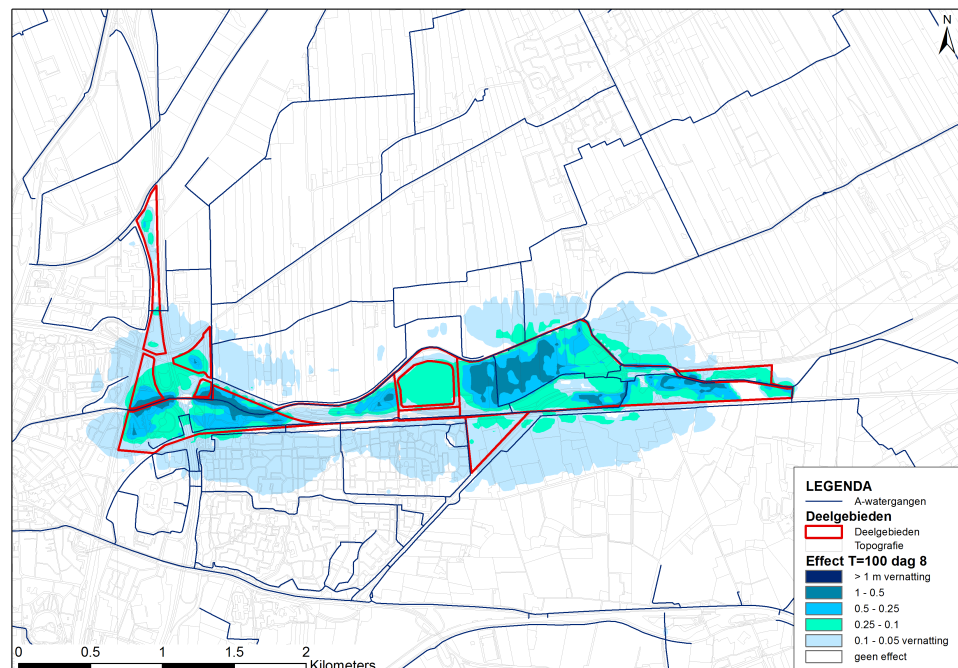
Uit de vergelijking van het (niet stationaire) model met de peilbuizen blijkt dat de absolute afwijkingen voor het gehele modelgebied ongeveer 30 tot 35 cm is. Voor het landelijk gebied varieert de afwijking van ongeveer 28 tot 34 cm, voor het stedelijk gebied varieert de afwijking van ongeveer 28 tot 40 cm. De modelresultaten zijn beoordeeld als acceptabel om een goede watersysteemberekening te kunnen uitvoeren.

In Figuur 13 is voor de T=100 situatie het maximale hydrologische effect berekend (is gelijk aan periode 8 dagen na piek). Uit de resultaten blijkt dat op dag 8 na het inwerking treden van de gestuurde berging het invloedsgebied het grootst is. In Figuur 13 zijn grondwater-effecten ten opzichte van een huidige extreme situatie (1998) op dag 8 in een T=100 situatie weergegeven. Met andere woorden, een T=100 situatie in de huidige situatie (geen berging) is vergeleken met een T=100 situatie met een werkend bergingsgebied.

Het grootste effect treedt op dicht langs de Wold Aa, de verhoging is hier ongeveer 1 m. langs de randen van de meebewegende bergingsgebieden nemen de effecten af tot een vernatting van ongeveer 15 cm. Het effect rond het gestuurde bergingsgebied is iets groter tot een afstand van ± 50 tot 100 m vindt een vernatting plaats van ongeveer 15 cm.

Opvallend is dat het effect richting het noorden (landelijk gebied) kleiner is dan het effect richting het zuiden. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de bodemopbouw. Er treden in Figuur 13 zichtbaar minder effecten op precies waar het bergingsgebied afgesloten wordt door een veenbodem met een lokaal hogere weerstand. Deze lokaal hogere weerstanden vertragen en blokkeren waarschijnlijk het vernattende effect. De Wold Aa heeft waarschijnlijk een minder groot effect op de ontwatering in het noorden. Immers, de Wold Aa loopt vrijwel langs het gehele bergingsgebied terwijl de vernatting ten noorden van de Wold Aa niet constant is. In figuur 13 is te zien dat ten oosten van de plas Engelgaarde direct ten noorden van de Wold Aa een duidelijk vernattingseffect optreedt.

Figuur 13
Grondwatereffect T=100



3.4 **EFFECTEN OP BELANGEN**

3.4.1 **LANDBOUW**

De effecten van waterberging voor de landbouw zijn het grootst in het voorjaar en de zomer, omdat in het groeiseizoen de grootste opbrengstderving kan worden verwacht. Ervan uitgaande dat inundaties optreden in periodes met een groot neerslagoverschot, de periode van 1 oktober tot 1 april, kunnen negatieve effecten vooral optreden in het voorjaar. Er zijn in het gebied geen najaarsgewassen als wintergerst. Als uitgangspunt bij het beschrijven van de effecten gebruiken we een worst-case benadering, waarbij de berging in het voorjaar in werking zal treden. De optredende schade is in te delen in vier thema's (Bron Landbouwkundige effecten waterberging, DLV). In bijlage 7 zijn deze thema's inclusief bijbehorende factoren opgenomen. Voor de meest relevante thema's en factoren wordt hieronder een korte toelichting gegeven.

Opbrengstderving als gevolg van kwantiteitsverlies

Door tijdelijke hogere grondwaterstanden en inundatie treedt een (tijdelijke) afname van zuurstof op in de bodem, daarnaast neemt de bodemtemperatuur af. Gevolg is een lagere groeisnelheid en verminderde opwarming van de bodem in het voorjaar, dat kan resulteren in opbrengstderving. Daarnaast kan de bewerkbaarheid van de bodem tijdelijk afnemen als gevolg van hoge grondwaterstanden en inundatie. Juist in het voorjaar wanneer bemesting en zaai plaatsvindt, is deze bewerkbaarheid erg belangrijk. Ook beweiding in het voorjaar kan als gevolg van de verminderde draagkracht van de bodem tot problemen leiden. Specifieke problemen kunnen optreden bij gras- en maïspcelen van melkveehouders. Door vernatting van het land kan het gras mogelijk niet gemaaid worden of onvoldoende drogen voor het ingekuuld kan worden. Bij het inkuilen van maïs kan dit effect spelen in het najaar tijdens de oogst. Onvoldoende gedroogd gras of maïs kan rotting of groei van schimmels tot gevolg hebben. Door de schimmelgroei kunnen mycotoxinen gevormd worden. Het pas later in het seizoen uit kunnen voeren van bodembewerkingen kan een verkorting van het groeiseizoen tot gevolg hebben. De verkorting van het groeiseizoen als gevolg van inundaties is in veengebieden iets langer dan in zandgebieden.

Omdat er in het gebied voornamelijk zandige gronden aanwezig zijn is structuurdegradatie als verslemping niet heel waarschijnlijk. Daarnaast is de doorlatendheid van de bodem vrij groot, waardoor water snel wegzakt en de bodem al vrij snel weer bewerkbaar is. Uitzondering hierop zijn de gebieden met een venige deklaag. De structuurdegradatie die in veengebieden kan optreden is groter en kan meerdere jaren doorwerken.

Ook de gebieden waar in de huidige situatie al vrij hoge grondwaterstanden optreden, vormen een extra aandachtspunt (gebied A en D in Figuur 14) in het geval van berging. De bewerkbaarheid en groeisnelheid kunnen dermate beïnvloed worden dat de optredende schade aan het gewas groter is. Op de langere termijn kunnen de optredende effecten beleidsmatig een groter effect hebben. Als de meebewegende en gestuurde berging een effect hebben op de langjarige GHG kan extra natschade optreden. Het agrarisch relevante gebied is op te delen in een aantal kleinere deelgebiedjes (zie Figuur 14). In Tabel 1 is in een worst-case scenario (maximale GXG's, meest negatieve landgebruik) indicatief weergegeven hoeveel extra natschade een verhoging van de GHG van 10 cm oplevert. Deze toename van de GHG met 10 cm is zeer waarschijnlijk niet realistisch, maar geeft een indicatief beeld van de gevoeligheid van de verschillende landbouwgebieden voor vernatting. Vooral gebied A en gebied D blijken gevoelig voor natschade, kanttekening is dat deze gebieden alleen beïnvloed worden in een T=100 situatie. Echter omdat nog niet duidelijk is of en hoe groot het effect van de berging op de langjarige grondwaterstanden (GXG) is, is onderstaande tabel slechts een indicatie van mogelijk gevoelige gebieden. Nader onderzoek is gewenst.

Opbrengstderving als gevolg van kwaliteitsverlies

Omdat het oppervlaktewater beïnvloed wordt door het landbouwgebied zal de waterkwaliteit van het ingelaten water de kwaliteit van het huidige oppervlaktewater benaderen. Bij een afvoerpiek zal een kwaliteitsverandering op kunnen treden die het gevolg is van verdunning door neerslag. Ook kan een afvoerpiek leiden tot een grotere sedimentvracht dan in normale afvoersituaties. Kwaliteitsveranderingen leiden waarschijnlijk niet tot problemen voor het landbouwkundig gebruik.

Het is wel mogelijk dat net opgebrachte meststoffen als gevolg van inundaties en hoge grondwaterstanden wegspoelen of niet optimaal opgenomen worden door de plant waardoor opbrengstderving ontstaat. Omdat binnen de mestwetgeving maar een bepaalde ruimte is voor opbrengen van mest, is het niet zomaar mogelijk extra te bemesten om te compenseren voor het verlies.

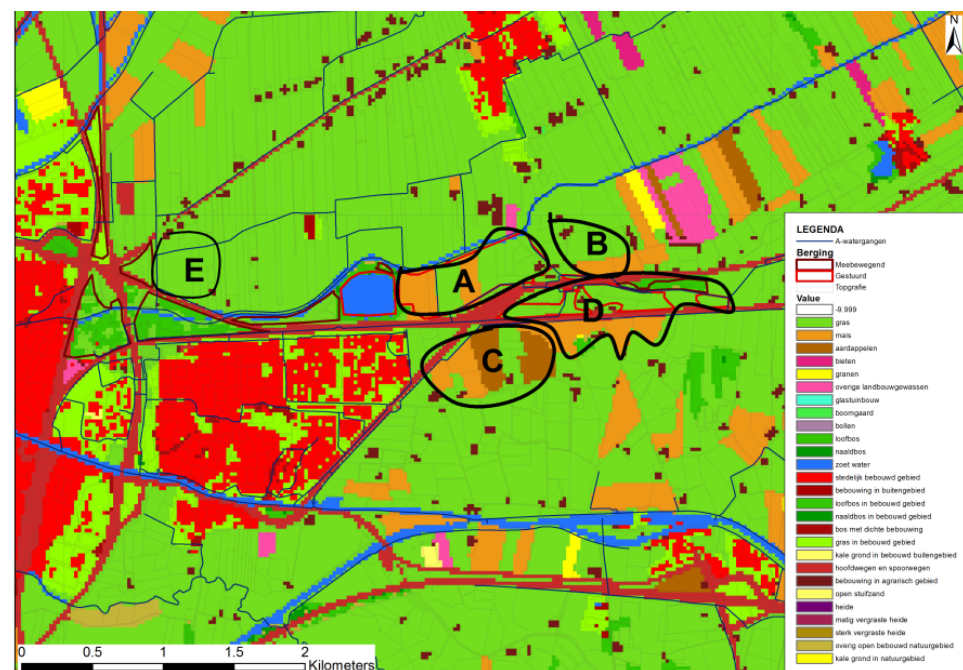
Tabel 1

Indicatieve toename natschade GHG toename van 10 cm bij verschillende landbouwdeelgebieden.

Deelgebied	Bodemtype	Landgebruik	Worst case GHG (m-mv)	Worst case GLG (m-mv)	Natschade huidig (%)	Toename natschade bij stijging GHG 10cm (%)
A	Veengronden en eerdgronden	Maïs en gras	0.4	0.9	10	7
B	Eerdgronden en podzolen	Maïs en gras	0.9	1.2	0	0
C	Eerdgronden en podzolen	Aardappelen, maïs en gras	0.6	1.2	4	3
D	Veengronden en eerdgronden	Maïs en gras	0.4	0.7	14	16
E	Moerige gronden en podzolen	Gras	0.6	0.9	1	4

Figuur 14

Landbouw deelgebieden waar waterberging een effect heeft op de grondwaterstand.



Bedrijfsmatige indirecte schade

Er zijn voor de diverse perioden verschillende bewerkingen die uitgevoerd moeten worden om weer tot een goede bedrijfsvoering te komen. Er kan hierbij gedacht worden aan schoonmaakwerkzaamheden, herinzaai van met name grasland en mogelijk extra baggerwerkzaamheden van de watergangen na een inundatieperiode.

Gevolgen voor ketenaansprakelijkheid

Kwalitatief heeft waterberging geen effecten. Vanuit de certificerende instanties kunnen wel bepalingen worden opgenomen die een effect kunnen hebben op de bedrijfsvoering.

3.4.2**STEDELIJK GEBIED**

Het bepalen van gedetailleerde effecten binnen stedelijk gebied gaat met enige onzekerheid gepaard. Deze komt voort uit ruimtelijke variatie en bodemopbouw en een beperkt inzicht daarin door afwezige gegevens. De bovenste laag is mogelijk heterogeen door opbrenging van zand en verdichting. Verder is de waterhuishouding binnen stedelijk gebied complex en zijn grondwaterstanden beperkt te sturen door oppervlaktewater (geen regelmatige ontwateringmiddelen zoals in landelijk gebied).

De bodemopbouw is echter voldoende in beeld om een verandering in grondwaterstanden ten gevolge van de ingreep te bepalen. Regionaal aanwezige storende lagen zijn er namelijk niet. Een berekende verandering mag daarmee als effect op het bestaande grondwaterstandverloop gesuperponeerd worden.

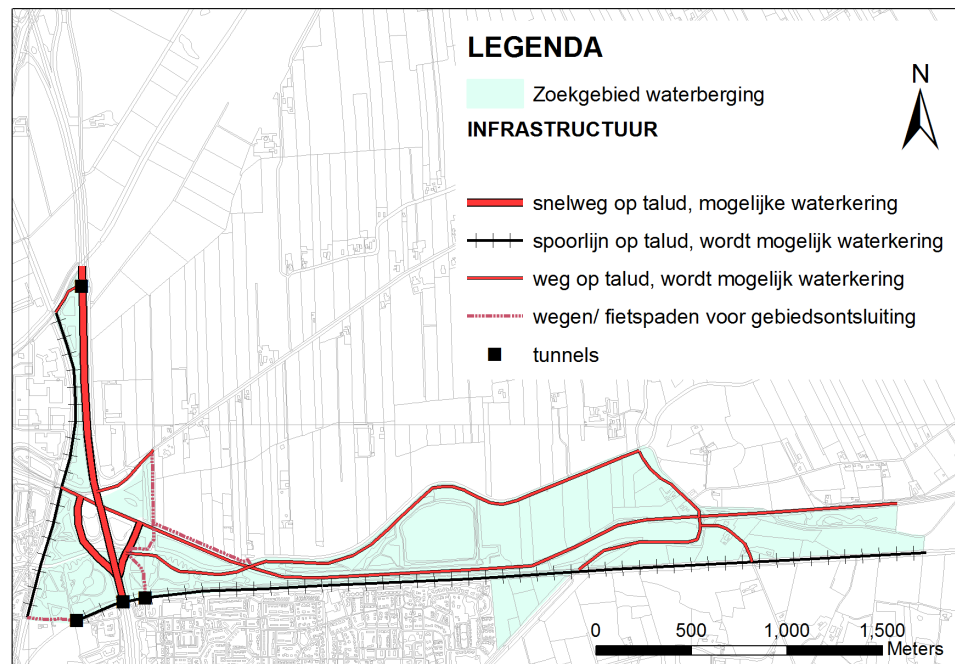
De effecten berekend in het stedelijk gebied zijn ongeveer 5 tot 10 cm. Om iets te kunnen zeggen over grondwateroverlast die al dan niet optreedt, is het belangrijk iets te zeggen over de huidige grondwaterstanden en de minimale ontwatering waarbij nog geen wateroverlast in het stedelijk gebied optreedt. De meest betrouwbare gegevens over de huidige grondwaterstanden komen uit de aanwezige peilbuizen. Echter gezien de complexe detailontwatering in het stedelijk gebied zijn de peilbuizen niet representatief voor het gehele stedelijk gebied.

Een veel gehanteerde minimale ontwateringeis in het stedelijk gebied is 70 cm. Uit de peilbuisgegevens blijkt dat één peilbuis, buiten het effectgebied, niet voldoet aan deze minimale ontwateringeis. Ook in de huidige situatie kan ter plaatse van deze locatie mogelijk al wateroverlast ondervonden worden. Een extra verhoging van ongeveer 10 cm zal zeer waarschijnlijk voor (extra) wateroverlast zorgen. Echter doordat deze peilbuis ongeveer 150 m buiten het effectgebied ligt, treden hier naar verwachting geen extra effecten op. Er is één (betrouwbare) peilbuis aanwezig binnen het effectgebied, deze voldoet in de huidige situatie ruim aan de ontwateringeis van 70 cm (GHG is 1 m – maaiveld). Ook de peilbuizen vlak langs het beïnvloedingsgebied voldoen aan deze eis. Er wordt daarom geen extra wateroverlast binnen het stedelijk gebied verwacht. Echter omdat niet bekend is in hoeverre deze peilbuizen representatief zijn voor het gehele stedelijk beïnvloedingsgebied kan extra wateroverlast niet volledig uitgesloten worden.

3.4.3**INFRASTRUCTUUR**

Voor een aantal deelgebieden geldt dat deze omsloten zijn door (snel)wegen en spoorlijnen op taluds. Dit biedt kansen om zonder het realiseren van extra dijken/kades, water te kunnen bergen. Het risico bestaat echter dat de taluds instabiel worden als gevolg van de veranderende waterspanning. ProRail is bevoegd gezag voor de spoorlijnen en Rijkswaterstaat voor de snelwegen. Beide partijen hebben toetscriteria hiervoor opgesteld, deze staan o.a. in de Spoorwegwet.

Figuur 15
Infrastructuur.



Binnen het plangebied komen meer wegen en fietspaden voor ter gebiedsontsluiting. In de planvorming dient hiermee rekening gehouden te worden. Ten slotte is het van belang te realiseren dat er meerdere tunnels aanwezig zijn. Deze mogen uiteraard niet onder water komen te staan of als duiker gaan fungeren.

Spoorbaan

De effecten optredend op de spoorbaan hangen samen met de optredende inundatie en de verandering in grondwaterstanden. De effecten op het spoor dienen bij de uitwerking van het inrichtingsplan conform de eisen uit de Spoorwegwet uitgewerkt te worden. Door Prorail is in overleg van 06-07-2010 aangegeven dat geen vergunning aangevraagd hoeft te worden wanneer aangetoond wordt dat geen effecten optreden. In onderstaande tekst is een expert judgement gegeven op de hydrologische veranderingen ter plaatse van de spoorlijn. Bij uitwerking van het inrichtingsplan dient dit verder gedetailleerd te worden op basis van het ontwerp.

Door inundatie wordt de waterspanning ter plaatse van het talud verhoogd, dit zou kunnen leiden tot instabiliteit van de voet van het talud. Aangezien de korrelspanning door optredende bovendruk erg groot is, is het effect van een verhoging in waterspanning beperkt. Door inundatie ontstaat ook een kwel over het spoorlichaam. Door de breedte van het spoorlichaam, de beperkte toename in peil van 1,0 meter, zal instabiliteit ten gevolge van kwel (kwelweg) niet optreden.

Door de inundatie kan er tevens erosie optreden. Wanneer de stroomsnelheid langs het talud te groot wordt, zal het talud ondergraven worden. Het optreden hiervan is sterk afhankelijk van de onderhoudsstaat van het talud, maar ook van het inrichtingsplan en de waterdiepte die al dan niet nabij het talud gerealiseerd wordt.

De grondwaterstandstijging kan ook leiden tot toename in waterspanning en ongewenste afname in korrelspanning. Gezien de bovenbelasting en korrelspanning ter plaatse van het talud en de beperkte stijghoogteverandering leidt dit echter niet tot negatieve effecten.

A28

De snelweg A28 ter plaatse van tunnel Blankenstein heeft al een geschiedenis van wateroverlast. In 1998 was de tunnel bijna volgelopen. Dit volgens twee routes: water liep langs de rand van de tunnelbak en liep ter plaatse van de overgang van tunnelbak naar asfalt de tunnel in. Daarnaast was de rand van de tunnelbak te laag, het water stroomde hier vervolgens overheen. Deze knelpunten zijn volgend op deze situatie opgelost. Rond het peil van 1,6 m NAP dat aangehouden is voor de T=100 situatie is dus een risico aanwezig rond de tunnelbak. Er geldt echter dat dit risico ongeacht de waterberging aanwezig is. Het vormt daarmee geen knelpunt maar wel een aandachtspunt voor te nemen maatregelen.

De grondwaterverhoging van 0,05 m à 0,10 m lijkt een beperkt effect te zijn. Echter, de weg is normaliter aangelegd op een minimale ontwatering van 0,5 m. Aangezien de weg zich hier bevindt op een overgang van beneden maaiveld naar boven maaiveld is er een potentieel beperkte ontwatering aanwezig. Dit vooral op de overgang van tunnelbak naar asfalt. De afname in ontwatering op deze locatie is op te lossen met een intensievere ontwatering. Om de omvang van het knelpunt en oplossingsrichting te bepalen dient een detaillering op basis van het inrichtingsplan plaats te hebben. De hogere delen kennen een ruime ontwatering, daar treedt geen risico op.

Wandelbos

Ter plaatse van het wandelbos is de periodieke inundatiediepte en de verhoging in grondwaterstanden (0,25 à 0,50 m) van beperkte omvang op de toegankelijkheid. Bepalender voor de effecten is de inundatieduur. Deze is relatief lang. Dit leidt ertoe dat het nu al periodiek drassige gebied nog drassiger wordt. Knelpunt in de toegankelijkheid wordt daarbij overigens niet gevormd door de toename in vernatting maar meer in de slechte staat van de paden. Behoud van toegankelijkheid staat of valt in dit gebied met de verharding van de paden en het realiseren van een goede drooglegging.

Tunnels

Uit een vergelijking van inundatiehoogte en de maaiveldhoogten ter plaatse van de aanwezige tunnels met de woonwijk blijkt dat deze als duiker zullen fungeren in een situatie van inundatie. Maatregelen ter plaatse van de tunnels dienen genomen te worden.

3.4.4

NATUUR

Beplantingsplan

Naast de regionaal aangegeven doelen voor het Wandelbos zijn in het plan "Wandelbos Meppel, toelichting op het beplantingsplan", Oranjewoud juni 1996, de kenmerken van de vegetatie van het wandelbos opgenomen. De potentieel natuurlijke vegetaties die aanwezig zouden kunnen zijn, zijn afhankelijk van grondwaterstanden. Daarnaast heeft voor de aanleg een groeiplaatsonderzoek plaatsgehad. Op basis van de bodem- en grondwatersituatie is het beplantingsplan opgesteld.

De volgende hoofdsoorten zijn te onderscheiden:

- eik/els;
- eik/beuk;
- es/els.

Afhankelijk van de vochttoestand van de deelgebieden is de indeling gemaakt. Na gesprek met de gemeente Meppel is duidelijk geworden dat de deelgebieden in het beplantingsplan goed kloppen, er zijn maar enkele beplantingsvakken waar de vochttoestand in de praktijk afwijkt van wat eerder is verondersteld.

Voor de effecten betekent dit: beplantingsvakken die nu al nat zijn blijven zich ontwikkelen naar het beoogde elzenbroek bos.

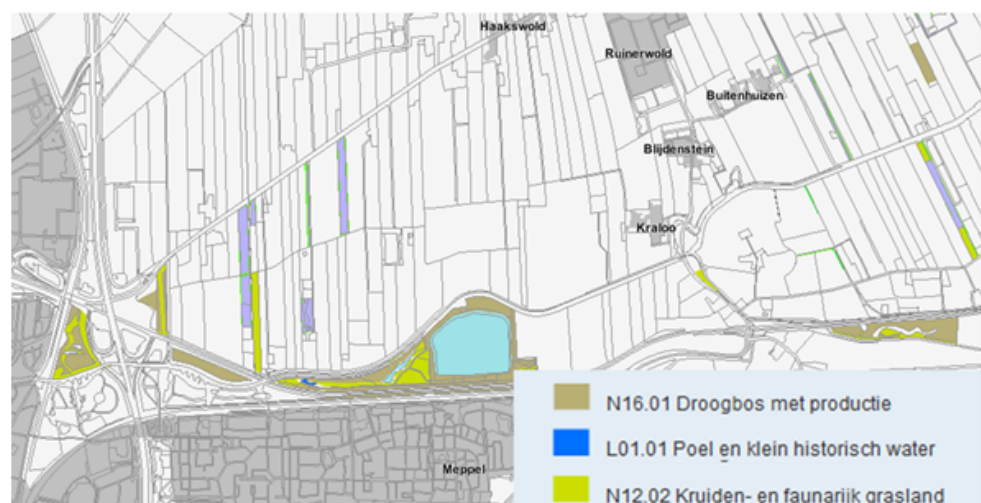
Een omvorming van het boomtype ligt hier voor de hand. Het aandeel els op de drogere delen zal waarschijnlijk toenemen ten koste van de aanwezige eiken. Dit is puur geredeneerd vanuit de verhoging in hoogste grondwaterstanden. De verlaging van de laagste grondwaterstanden die verondersteld mag worden wanneer het bemalen gebied gaat vallen onder het peilregime van de Wold Aa. Het is voorspellen niet te voorspellen hoe de periodieke verhoging en verlaging van de grondwaterstanden gaat uitwerken op de eikenopslag. Dit is geheel afhankelijk van de duur van inundatie. Uit ervaring blijkt dat de boomsoorten eiken en beuken in het bijzonder, zeer gevoelig zijn voor veranderingen in de grondwaterstand. Dit betekent dat het droge bos automatisch om zal vormen naar een ander natuurtype. Of hier menselijk ingrijpen/beheer voor nodig is, hangt af van het gewenste streefbeeld.

Beleid

In deelgebieden A, B, D, E, G ligt droog bos en kruiden- en faunarijck grasland. In het natuurbeheerplan (Ontwerp Natuurbeheerplan Drenthe, versie 2012, provincie Drenthe) staan de natuurtypen in onderstaande kaart weergegeven. Het natuurbeheerplan is een instrument voor de realisatie van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). De gebieden die weergegeven staan in het natuurbeheerplan staan in Figuur 16 weergegeven.

Figuur 16

Natuurdoeltypen
Natuurbeheerplan (Bron:
Ontwerp Natuurbeheerplan
Drenthe, versie 2012,
provincie Drenthe).



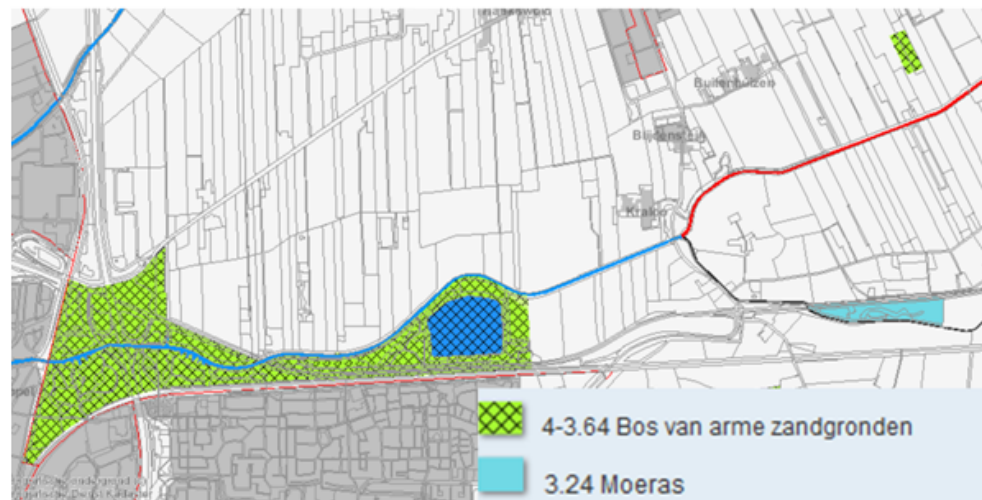
De natuurbeheertypen die voorkomen zijn 'Droogbos met productie' en 'Kruiden- en faunarijck grasland'. In de index van het Natuurbeheerplan staan enkele condities voor deze natuurbeheertypen. Voor beide natuurbeheertypen staat aangegeven dat ze 'droge' omstandigheden nodig hebben en dat regelmatige inundatie niet behoort tot de standplaatscondities.

In Figuur 17 staan de Natuurdoeltypen weergegeven die de provincie Drenthe heeft bepaald. Het natuurdoeltype 'Bos van arme zandgronden' wordt ook wel nauwkeuriger omschreven als 'Bos van arme zandgronden, eikenberkenbos op zand, op verdroogd hoogveen en in heidegebied'. Onder de standplaatscondities staat vermeld:

- gemiddeld laagste grondwaterstand: zeer diep;
- overstroming met beek- of oppervlaktewater: nooit.

Figuur 17

Natuurdoeltypen (Bron: bron: website provincie Drenthe, kaart Natuurdoeltypen).



Of de natuur voldoet aan de huidige doelen is niet geheel duidelijk. Wat wel duidelijk is dat de natuur versnipperd is. Er zijn afgewisseld populieren-, eiken- en beukenbossen gepland. Daarnaast is een deel van het plangebied opnieuw ingericht, waar kruiden- en faunarijck grasland is gerealiseerd.

Door het creëren van waterberging is het een kans om meer structuur aan te brengen qua natuur. Bovendien kan gekozen worden voor een ambitieuzere natuurdoeltypen.

Vooruitblik

Uiteindelijk zal bij vernatting en (jaarlijkse) inundatie de soortensamenstelling gaan veranderen naar boomsoorten die minder gevoelig zijn voor schommelingen in de grondwaterstand zoals els en berk. Er zal zich een broekbos vormen. De kwaliteit van dit broekbos is afhankelijk van de waterkwaliteit van het inunderende water en de kwaliteit van het grondwater indien er sprake is van kwel. In een voedselarme variant zal zich een berkenbroekbos vormen, maar in dit geval is het vermoeden dat het waarschijnlijk gaat om een elzenbroekbos. Of de grondwaterstand voldoende optimaal zal zijn voor deze doelstelling zal verder onderzocht moeten worden bij het opstellen van het inrichtingsplan.

Het vernatten van kruiden- en faunarijke graslanden zal ook een verandering in de vegetatiesamenstelling geven. Afhankelijk van de waterkwaliteit en de aanwezigheid van kwel kan er een ruige moerasvegetatie ontstaan met riet of in voedselarme omstandigheden meer een blauwgrasland met zegge-soorten. Deze laatste ontwikkeling is vaak niet haalbaar in verband met de voedselrijkdom in een gebied en het ontbreken van kwelstromen. Het behouden van een moerasvegetatie is afhankelijk van het beheer. Blijft het beheer uit dan zal het volgende successiestadia intreden en zal er een broekbos ontstaan.

3.4.5

WATERKWALITEIT ZANDWINPLAS

De waterkwaliteit in de zandwinplas is onbekend, wel zijn er waterkwaliteitsgegevens bekend van de Wold Aa. Komende tijd wordt daar door het waterschap nader naar gekeken. Meetpunt RO2WOLA8 in de Wold Aa ligt iets bovenstrooms de zandwinplas. Er zijn meetgegevens bekend van 2007 en 2009 van dit meetpunt. Deze meetgegevens kunnen eventueel als representatief gezien worden voor inlaat van het beekwater in de plas. Na analyse van de meetgegevens op deze meetlocatie zijn de volgende zaken opgevallen:

Metalen

De zware metalen (As, Cu, Zn, Ni, Hg, Pb, Nu, Cr) voldoen aan de norm (MTR), de andere metalen die gemeten zijn voldoen aan de norm, voor zover er een norm voor is. IJzer vertoont in oppervlaktewater de neiging zich te binden aan anderen ionen, waardoor vertroebeling kan optreden. Bovendien kan de oxidatie van ijzer tot zuurstof tekort leiden. Voor ijzer is geen wettelijke norm beschikbaar, maar uit onderzoek is gebleken dat een gehalte van 2,5 mg/l of hoger een slechte waterkwaliteit oplevert. Zo nu en dan komen er redelijk hoge ijzergehalten op meetpunt RO2WOLA8 voor (6,6; 4,7 en 3,4 mg/l). Een enkele keer wordt de helderheid van het beekwater beschreven als troebel of licht troebel. Dit kan met de hoeveelheid ijzer te maken hebben.

Nutriënten en eutrofiëringparameters

- Het totaal fosfaatgehalte voldoet aan de norm. De norm is gebaseerd op het zomergemiddelde. In de winter worden wel hogere gehalten gemeten, maar niet extreem hoog. Fosfaat is een belangrijke voedingsbron voor algengroei. Het ortho-fosfaatgehalte is hierbij belangrijk, aangezien dit de meest gemakkelijk opneembare fosfaatvorm is voor algen.
- Het totaal fosfaatgehalte geeft aan hoeveel fosfaat er eventueel in totaal beschikbaar is en mogelijk reeds gedeeltelijk is vastgelegd in bijvoorbeeld algen of moeilijk oplosbare of moeilijk opneembare verbindingen. Op meetpunt RO2WOLA8 zijn over het algemeen in 2007 en 2009 redelijk lage ortho-fosfaatgehalten gemeten.
- Het totaal stikstofgehalte voldoet aan de norm. Ook hier weer is de norm gerelateerd aan het zomergemiddelde. In de winter van 2007 en in maart 2009 werden hoge totaal stikstofgehalten gemeten. Totaal stikstof is de optelsom van nitriet, nitraat en Kjeldahl-stikstof. Zowel het nitriet-, nitraat- als het Kjeldahlgehalte was in de winter van 2007 hoog. De omzetting van organisch-gebonden stikstof en ammoniumstikstof (de som hiervan is N Kjeldahl) via nitriet in nitraat vereist zuurstof.

- De NH₄ (ammonium) waarden voldoen niet altijd aan de norm. Vooral in de wintermaanden van 2007 zijn hoge gehalten gemeten. Ook in de maanden januari, februari en maart van 2009 zijn te hoge NH₄ gehalten gemeten. Hoge ammonium stikstofgehalten duiden op de invloed van lozingen van industrieel of huishoudelijk afvalwater en/of de invloed van uit- en afspoeling van meststoffen. Vooral in de winter kan het gehalte hoog oplopen, omdat de bacteriële omzetting van ammonium in nitraat sterk temperatuurgevoelig is. Ammonium en ammoniak zijn beide aanwezig in een chemisch evenwicht; de evenwichtsreactie is ondermeer afhankelijk van de temperatuur en de zuurgraad. Ammoniak en nitriet zijn voor tal van organismen giftig. Daarnaast vormen de stikstofverbindingen een van de belangrijkste voedingsbronnen voor algengroei. Nitraat en ammonium stikstof zijn voor algen direct opneembaar.
- Voor zover we hebben kunnen zien, zit er geen effluentlozing bovenstrooms meetpunt RO2WOLA8 op de Wold Aa en zijn er geen overstorten nabij de zandwinplas en nabij meetpunt RO2WOLA8 gesitueerd. Aangenomen kan worden dat waarschijnlijk het landbouwgebied dat bovenstrooms gelegen is de oorzaak van de met name hoge NH₄ gehalten is.

Zouten

De gemeten chloride- en sulfaatgehalten op meetpunt RO2WOLA8 voldoen ruimschoots aan de norm.

Algemene parameters

- Het zuurstofgehalte in de beek is goed, en voldoet aan de norm. (MTR) Een voldoende zuurstofgehalte is een van de belangrijkste levensvoorwaarden voor de meeste waterorganismen. Ook voor het zogenaamde zelfreinigend vermogen is de aanwezigheid van zuurstof noodzakelijk.
- De pH voldoet aan de norm. De pH wordt gemeten om bepaalde invloeden aan te kunnen tonen, zoals de lozing van industrieel afvalwater of het vóórkomen van algengroei.
- De temperatuur voldoet aan de norm.
- Als maat voor de helderheid van het water wordt het doorzicht gehanteerd. Dit doorzicht kan sterk negatief beïnvloed worden door algengroei, aanwezigheid van ijzer en opwerveling van bodemdeeltjes. Het doorzicht in de beek op meetpunt RO2WOLA8 is vaak laag. Bij een diepte van 200 cm wordt soms een zichtdiepte van 20 cm gemeten.
- De gemeten geleidbaarheid is, voor een beek gelegen in een landbouwgebied, over het algemeen goed. Naarmate er meer opgeloste zouten in het water voorkomen, neemt het geleidingsvermogen toe.
- De meting van de geleidbaarheid levert een indirecte maat voor de concentratie van deze opgeloste zouten en daarmee de mate van beïnvloeding. Er worden waarden tussen de 30 en 37 mS/m gemeten, met een enkele uitschieter erboven en naar beneden. Deze waarden duiden niet op een externe grote invloed.
- Het biochemisch zuurstofverbruik is een maat voor de hoeveelheid organische stof welke aanwezig is als natuurlijke of als kunstmatige verontreiniging in het water. Bij een te hoog gehalte aan organische stof gaat het zuurstofverbruik de reëratie overtreffen, waardoor te lage zuurstofgehalten kunnen ontstaan. De gemeten BZV waarden op meetpunt RO2WOLA8 zijn laag.

Voorlopige conclusie waterkwaliteit Plas Engelgaarde

Samenvattend kan gesteld worden dat de waterkwaliteit van de Wold Aa goed is, maar wel duidelijk minder als de duik- of zwemplas. Plas Engelgaarde is een kwelgestuurde voedselarme plas. Iedere vermenging met vreemd water betekent een kwaliteitsverslechtering.

Inundatie vindt mogelijk plaats in het T=100 scenario, dus met de theoretische kans van 1 op de 100 jaar. Maar dit kan ook volgende week zijn. Op het moment dat de Wold Aa overloopt in de plas zal de waterkwaliteit snel teruglopen en het doorzicht zal snel minder worden. In deze situatie is de plas minder of niet geschikt als zwemwater of duiken. Wellicht zal de plas blijven voldoen aan de minimum kwaliteitseisen, maar de geschiktheid als dikplas zal duidelijk minder worden.

Of zich dat zal herstellen na inundatie is moeilijk te voorspellen. In theorie bezinkt het zwevend stof uit de waterkolom en door het kwelwater zal de waterkwaliteit weer verbeteren. Wellicht is door een tijdelijke verlaging van de waterstand door middel van een mobiele pomp dit proces te versnellen (stimuleren van de kwel).

Maar er zijn voorbeelden bekend waarbij het zwevend stof niet of zeer langzaam bezinkt. Door het verminderde doorzicht wordt de ecologische balans in de plas verstoord en kan er wellicht een heel ander systeem ontstaan met meer algengroei en minder doorzicht. In de huidige voedselarme plas is dit niet waarschijnlijk, maar het is wel afhankelijk van de snelheid waarin de plas zich herstelt.

Dit laatste is vooral een kwestie van risico's. Het laat zich erg moeilijk in feiten vangen en garanties zijn vooraf niet te geven.

De uiteindelijke afweging zal dan ook zijn: is inundatie van de plas een aanvaardbaar risico ten opzichte van het risico voor inundatie van Meppel? Ben je bereid voor het behoud van de duikfunctie een verhoogd risico van inundatie van Meppel te nemen? Dit dilemma zal in de ontwerpfase nader bekeken moeten worden.

HOOFDSTUK

4

Randvoorwaarden en uitgangspunten voor het inrichtingsplan

De randvoorwaarden en uitgangspunten voor het inrichtingsplan vormen de integratie van opgedane watersysteemkennis en de effecten op belangen. Per deelgebied is door middel van een opsomming in een tabel, overzichtelijk weergegeven wat de effecten zijn. Dit is zoveel mogelijk kwantitatief gedaan. Daarnaast zijn de kansen en knelpunten/aandachtspunten aangegeven.

4.1

DEELGEBIED A

Tabel 2

Kentallen deelgebied A.

Onderdeel	Omschrijving
Landgebruik	Bos, beuken, eiken en kruiden- en faunarijk grasland
Bruto oppervlak (niet overal wordt water geborgen)	13,6 ha
Gem. inundatiehoogte bij T=100 (bij max. peil)	1,05 m
Gem. inundatiehoogte bij T=10 (bij max. peil)	0,65 m
Max. berging op maaiveld bij T=100	91.000 m3
Bovenpeil peilgebied	-0,20 m t.o.v. NAP
Onderpeil peilgebied	-0,40 m t.o.v. NAP

Kansen

- Dit deelgebied grenst aan de Wold Aa, dit betekent dat met relatief eenvoudige maatregelen inundatie mogelijk is.
- Relatief hoge inundatiehoogtes mogelijk.
- Het zuidelijk deel van dit deelgebied zal regelmatig gaan inunderen, hier is de ontwikkeling van meer dynamische natuur met een hogere natuurwaarde mogelijk.

Knelpunten/ aandachtspunten

- De ontwikkeling van dynamische natuur is mogelijk, dit dient echter vooraf gecommuniceerd te worden met beheerders en omwonenden.
- Het noordelijk deel ligt hoger, hier is minder berging mogelijk.
- Bestaande afwatering vindt plaats naar gemaal Haakswold. Deze verbinding dient afgesloten te worden.
- In de bestaande situatie zijn gedurende natte perioden de wandelpaden al moeilijk toegankelijk. Door water te bergen is de verwachting dat de paden nog moeilijker toegankelijk worden.

- Op 80 meter afstand aan de westzijde zijn gebouwen aanwezig. De vernatting ten opzichte van een extreem is zowel in T=10 als de T=100 situatie ongeveer 5 tot 10 cm, waarbij het beïnvloedingsgebied in de T=100 situatie groter is. Omdat de huidige GHG vrij diep ligt, treedt er waarschijnlijk geen wateroverlast op. Nader onderzoek naar de huidige ontwatering van het stedelijk gebied is gewenst.
- Aan de oostkant ligt de verbinding tussen de N375 en A32 en aan de westkant ligt een treinspoor. Wij verwachtten geen risico op afname van de stabiliteit van de taluds. Echter, zodra het inrichtingsplan concreter wordt adviseren wij om de taluds nog een keer te toetsen op stabiliteit. Ook de ontwateringsituatie van de wegen dient nader onderzocht te worden.

4.2

DEELGEBIED B

Tabel 3

Kentallen deelgebied B.

Onderdeel	Omschrijving
Landgebruik	Wandelbos, beuken en eiken
Bruto oppervlak (niet overal wordt water geborgen)	1,0 ha
Gem. inundatiehoogte bij T=100 (bij max. peil)	0,66 m
Gem. inundatiehoogte bij T=10 (bij max. peil)	0,27 m
Max. berging op maaiveld bij T=100	4.000 m3
Bovenpeil peilgebied	-0,30 m t.o.v. NAP
Onderpeil peilgebied	-0,55 m t.o.v. NAP

Kansen

- Dit deelgebied grenst aan de Wold Aa, dit betekent dat met relatief eenvoudige maatregelen inundatie mogelijk is.
- Ontwikkeling dynamische natuur met een hogere natuurwaarde mogelijk.

Knelpunten/ aandachtspunten

- De kades rond het aanvoerkanaal voor gemaal Haakswold dienen voldoende hoog te zijn om te voorkomen dat water uit de Wold Aa erin stroomt.
- De ontwikkeling van dynamische natuur is mogelijk, dit dient echter vooraf gecommuniceerd te worden met beheerders en omwonenden.
- Bestaande afwatering vindt plaats naar gemaal Haakswold. Deze verbinding dient afgesloten te worden.
- In de bestaande situatie zijn gedurende natte perioden de wandelpaden al moeilijk toegankelijk. Door water te bergen is de verwachting dat de paden nog moeilijker toegankelijk worden.
- Met de inrichting van het gebied moet rekening worden gehouden met het fietspad.
- Aan de west- en noordkant ligt de N375 en A32. Wij verwachtten geen risico op afname van de stabiliteit van de taluds. Echter, zodra het inrichtingsplan concreter wordt adviseren wij om de taluds nog een keer te toetsen op stabiliteit.

4.3 DEELGEBIED C

Tabel 4
Kentallen deelgebied C

Onderdeel	Omschrijving
Landgebruik	Voormalige zandwinning Engelgaarde/ ontgravingsplas
Bruto oppervlak (niet overal wordt water geborgen)	11 ha
Gem. inundatiehoogte bij T=100* (bij max. peil)	1,25 m
Max. berging op maaiveld bij T=100	133.000 m ³
Hoge waterstand op basis van meetreeks	0,35 m t.o.v. NAP
Lage waterstand op basis van meetreeks	0,10 m t.o.v. NAP

* Wij verwachten dat de berging in werking zal treden op het moment dat het waterpeil in de plas hoog is, hiervoor is de waterstand gebruikt die op 26-9-2011 (0,35 m + NAP) is gemeten, bron: meetnet Engelgaarde.

Kansen

- Zeer hoge inundatiehoogtes/bergingshoeveelheden mogelijk.

Knelpunten/ aandachtspunten

- Het gebied tussen de Wold Aa en de zandwinplas is tevens opgegeven als mogelijk bergingsgebied. Dit gebied blijkt te hoog te liggen en is daarom niet geschikt om water te bergen, tenzij dit wordt afgegraven.
- Op ongeveer 150 meter afstand aan de zuidzijde bevindt zich de woonwijk Oosterboer. De vernatting bij een T=100 situatie is ongeveer 5 tot 10 cm. Omdat de huidige GHG vrij diep ligt, treedt hier waarschijnlijk geen wateroverlast op. Nader onderzoek naar de huidige ontwatering van het stedelijk gebied is gewenst.

De zandwinplas is een duikbestemming. Dit betekent dat doorzicht een belangrijke parameter is. Er zijn waterkwaliteitsmetingen van de Wold Aa beschikbaar, maar nog niet van de zandwinplas. Om conclusies te kunnen trekken, wordt geadviseerd zo spoedig mogelijk te gaan meten. Uit analyse van de metingen in de Wold Aa blijkt dat met name eutrofiering en hogere ijzergehalten een risico vormen. Eutrofiering brengt het risico op blauwalgen met zich mee. Hoge ijzergehalten zorgen voor afname van de helderheid. Zie voor een verdere afweging op basis van expert judgement paragraaf 3.4.5.

4.4 DEELGEBIED D

Tabel 5
Kentallen deelgebied D.

Onderdeel	Omschrijving
Landgebruik	Wandelbos, beuken en eiken en kruiden- en faunarijck grasland
Bruto oppervlak (niet overal wordt water geborgen)	33 ha
Gem. inundatiehoogte bij T=100 (bij max. peil)	1,07 m
Gem. inundatiehoogte bij T=10 (bij max. peil)	0,67 m
Max. berging op maaiveld bij T=100	241.000 m ³
Bovenpeil peilgebied	0,25 m t.o.v. NAP
Onderpeil peilgebied	0,10 m t.o.v. NAP

Kansen

- Hoge inundatiehoogtes mogelijk.
- Ontwikkeling dynamische natuur met een hogere natuurwaarde mogelijk.

Knelpunten/ aandachtspunten

- Aandachtspunt is dat het risico bestaat dat de A32 (en tunnel) en de Blankensteinseweg (en tunnel) inunderen. Dit is geen knelpunt, want dit kan voorkomen door kades te plaatsen.
- In de zuidwesthoek liggen volkstuintjes en een stal. Er moet besloten worden om deze te handhaven of plaats te laten maken voor natuur en waterberging.
- Op ongeveer 60 meter afstand aan de zuidzijde bevindt zich de woonwijk Oosterboer. De vernatting ten opzichte van een extreem is in de T=100 situatie ongeveer 5 tot 10 cm, waarbij het beïnvloedingsgebied in de T=100 situatie groter is. Door lokale schijnspiegels is de grondwaterstand hier al behoorlijk hoog, het bergingsgebied heeft waarschijnlijk geen invloed op deze schijnspiegels. Omdat de freatische grondwaterstand vrij diep ligt, treedt waarschijnlijk geen wateroverlast op. Nader onderzoek naar de huidige ontwatering van het stedelijk gebied is gewenst.
- De ontwikkeling van dynamische natuur is mogelijk, dit dient echter vooraf gecommuniceerd te worden met beheerders en omwonenden.
- In de bestaande situatie zijn gedurende natte perioden de wandelpaden al moeilijk toegankelijk. Door water te bergen is de verwachting dat de bestaande paden nog moeilijker toegankelijk worden.
- Bestaande afwatering vindt plaats via de woonwijk Oosterboer naar gemaal Oosterboer. Deze verbinding dient afgesloten te worden.
- Aan de zuidkant van dit gebied ligt een treinspoor. Geadviseerd wordt de stroomsnelheid nabij het talud laag te houden. Wij verwachten geen risico op afname van de stabiliteit van de taluds. Echter, zodra het inrichtingsplan concreter wordt adviseren wij om de taluds nog een keer te toetsen op stabiliteit.

4.5**DEELGEBIED E****Tabel 6**

Kentallen deelgebied D.

Onderdeel	Omschrijving
Landgebruik	Wandelbos, beuken en eiken en kruiden- en faunarijk grasland
Bruto oppervlak (niet overal wordt water geborgen)	9 ha
Gem. inundatiehoogte bij T=100 (bij max. peil)	0,87 m
Gem. inundatiehoogte bij T=10 (bij max. peil)	0,46 m
Max. berging op maaiveld bij T=100	50.000 m ³
Bovenpeil peilgebied	0,25 m t.o.v. NAP
Onderpeil peilgebied	0,10 m t.o.v. NAP

Kansen

- Hoge inundatiehoogtes mogelijk.
- Ontwikkeling dynamische natuur met een hogere natuurwaarde mogelijk.

Knelpunten/ aandachtspunten

- Het oostelijk deel is recentelijk opnieuw ingericht. Hiervoor is onder andere kruiden- en faunairijk grasland gecreëerd. Wij verwachten dat dit natuurtype zal wijzigen als gevolg van regelmatige inundatie. Verder is een aandachtspunt dat de wandelpaden minder toegankelijk worden als gevolg van inundaties.
- Zoals voor deelgebied D geldt, is het van belang te voorkomen dat wegen en tunnels inunderen. Specifiek aandachtspunt is de fietstunnel. Verder gelden dezelfde conclusies voor de woonwijk Oosterboer als in deelgebied D.
- De ontwikkeling van dynamische natuur is mogelijk, dit dient echter vooraf gecommuniceerd te worden met beheerders en omwonenden.
- Bestaande afwatering vindt plaats via de woonwijk Oosterboer naar gemaal Oosterboer. Deze verbinding dient afgesloten te worden.
- Aan de zuidkant van dit gebied ligt een treinspoor. Geadviseerd wordt de stroomsnelheid nabij het talud laag te houden. Wij verwachten geen risico op afname van de stabiliteit van de taluds. Echter, zodra het inrichtingsplan concreter wordt adviseren wij om de taluds nog een keer te toetsen op stabiliteit.

4.6**DEELGEBIED F****Tabel 7**

Kentallen deelgebied F.

Onderdeel	Omschrijving
Landgebruik	Agrarisch landgebruik
Bruto oppervlak (niet overal wordt water geborgen)	77 ha
Gem. inundatiehoogte bij T=100 (bij max. peil)	0,54 m
Gem. inundatiehoogte bij T=10 (bij max. peil)	Nvt.
Max. berging op maaiveld bij T=100	143.000 m ³
Bovenpeil peilgebied	0,25 m t.o.v. NAP
Onderpeil peilgebied	- 0,15 m t.o.v. NAP

Kansen

- Noodberging.
- In de huidige situatie hanteert gemaal Bloemen de streefpeilen in dit deelgebied. Deze streefpeilen zijn het grootste deel van het jaar hoger dan de Wold Aa. Geredeneerd vanuit duurzaamheid kan dit gemaal aangepast worden zodat het op vrij verval kan afwateren. Dit betekent dat de pomp minder regelmatig in werking treedt en brandstof wordt bespaard.

Knelpunten/ aandachtspunten

- In het zuidoosten van dit deelgebied liggen een aantal boerderijen. Uit het AHN blijkt dat deze gebouwen op een verhoging zijn gebouwd en dat ze waarschijnlijk niet inunderen bij een waterstand van 1,6 m + NAP. Desalniettemin adviseren wij controlemetingen uit te voeren. Het AHN bevat namelijk ook onnauwkeurigheden.
- Dit deelgebied bestaat grotendeels uit landbouw, als gevolg van de gestuurde bergingen kunnen effecten optreden.
- Aan de zuidkant van dit gebied ligt een treinspoor. Wij verwachten geen risico op afname van de stabiliteit van de taluds. Echter, zodra het inrichtingsplan concreter wordt adviseren wij om de taluds nog een keer te toetsen op stabiliteit.
- De ontsluiting van het gebied dient gewaarborgd te blijven.

4.7

DEELGEBIED G**Tabel 8**

Kentallen deelgebied G.

Onderdeel	Omschrijving
Landgebruik	Beuken, eiken en kruiden- en faunarijk grasland
Bruto oppervlak (niet overal wordt water geborgen)	4,3 ha
Gem. inundatiehoogte bij T=100 (bij max. peil)	0,49 m
Gem. inundatiehoogte bij T=10 (bij max. peil)	0,20 m
Max. berging op maaiveld bij T=100	12.000 m ³
Bovenpeil peilgebied	- 0,30 m t.o.v. NAP
Onderpeil peilgebied	- 0,55 m t.o.v. NAP

Kansen

- Waterberging, inundatiehoogte is echter relatief laag, wel een groot oppervlak.
- Ontwikkeling dynamische natuur met een hogere natuurwaarde mogelijk.

Knelpunten/ aandachtspunten

- Dit deelgebied heeft niet de voorkeur voor waterberging. Jaarrond is de inundatieduur 1 tot 10 dagen, dit is relatief laag. Dit is een bergingsgebied met minder potentie tot berging op maaiveld. Wij verwachten tevens dat het lastig wordt om hier beekwater naar toe te leiden.
- Bestaande afwatering vindt plaats naar gemaal Haakswold. Deze verbinding dient afgesloten te worden.
- Het gebied wordt grotendeels omsloten door (snel)wegen. Wij verwachten geen risico op afname van de stabiliteit van de taluds. Echter, zodra het inrichtingsplan concreter wordt adviseren wij om de taluds nog een keer te toetsen op stabiliteit.
- Er ligt een fietspad in dit gebied.

4.8

DEELGEBIED H**Tabel 9**

Kentallen deelgebied H.

Onderdeel	Omschrijving
Landgebruik	In de toekomst wordt hier een manege gebouwd
Bruto oppervlak (niet overal wordt water geborgen)	6,2 ha
Gem. inundatiehoogte bij T=100 (bij max. peil)	Nvt.
Gem. inundatiehoogte bij T=10 (bij max. peil)	Nvt.
Max. berging op maaiveld bij T=100	Nvt.
Bovenpeil peilgebied	0,1 m t.o.v. NAP
Onderpeil peilgebied	0,1 m t.o.v. NAP

Algemeen

Deze locatie is in eerste instantie aangemerkt als zoekgebied voor waterberging. Aangezien hier een manege is gerealiseerd, valt deze nu buiten het zoekgebied. Enige criterium is dat de benodigde ontwatering van bebouwing en de weides gewaarborgd blijft.

4.9

DEELGEBIED I**Tabel 10**

Kentallen deelgebied I.

Onderdeel	Omschrijving
Landgebruik	Droog bos, kruiden- en faunarijck grasland
Bruto oppervlak (niet overal wordt water geborgen)	4,7 ha
Gem. inundatiehoogte bij T=100 (bij max. peil)	Onbekend
Gem. inundatiehoogte bij T=10 (bij max. peil)	Onbekend
Max. berging op maaiveld bij T=100	Onbekend
Bovenpeil peilgebied	0,95 m t.o.v. NAP
Onderpeil peilgebied	0,45 m t.o.v. NAP

Kansen

- Huidige landgebruik is natuur, dit geeft extra kansen om het om te vormen naar waterberging en dynamische natuur. Er is echter onvoldoende inzicht in het functioneren van het watersystemen in de Koekanger Aa om conclusies te trekken.

Knelpunten/ aandachtspunten

- Op basis van de beschikbare gegevens verwachten wij dat de mogelijkheden tot bergen op maaiveld beperkt zijn.
- Meer hydrologisch inzicht is vereist, advies is een goed Sobek-model gebruiken en (wanneer voldoende meetgegevens beschikbaar zijn) gebruik te maken van het geplaatste meetpunt.

HOOFDSTUK 5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 CONCLUSIES

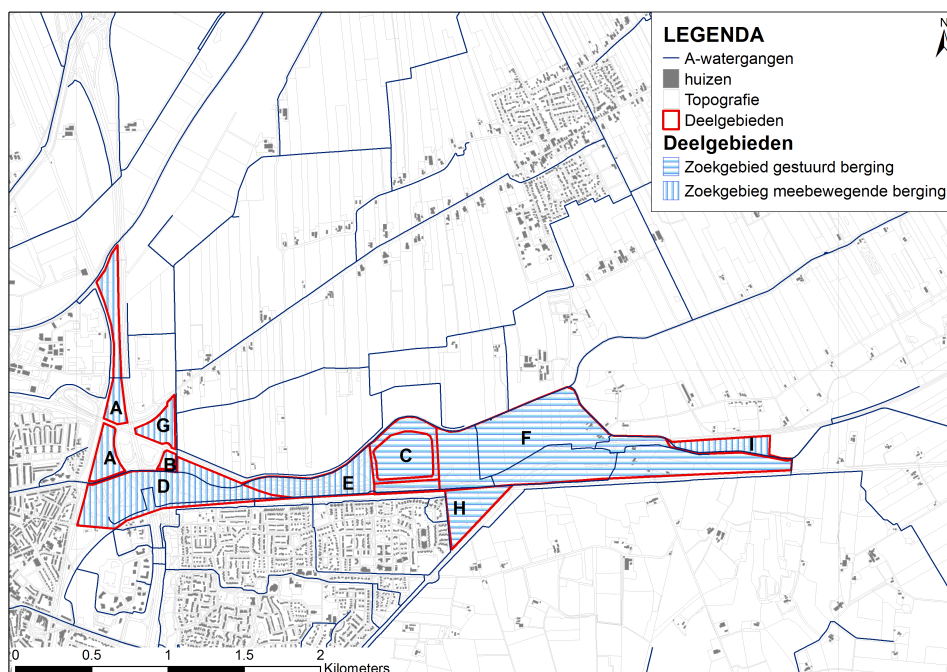
5.1.1 WATERBERGING

Er worden twee soorten bergingsgebieden onderscheiden. Enerzijds meebewegende berging die zal meebewegen met het peil van de Wold Aa. Anderzijds gestuurde berging, waarbij het waterschap in een T=100 situatie kan besluiten om deze te vullen. Het functioneren van de bergingsgebieden is bepaald op basis van de beschikbare meetgegevens. Dit betekent dat op hoofdlijnen bekend is hoe de berging in de toekomst gaat functioneren. Met behulp van een grondwatermodel is bepaald wat de effecten op het grondwatersysteem zijn zodra de berging zich vult. In deze fase van het onderzoek zijn vooral de extremen interessant, dus is onderzocht wat de effecten zijn tijdens een T=100 situatie. In de bijlagen staan alle uitgangspunten, onzekerheden en resultaten van deze analyses.

In Figuur 18 staan nogmaals de deelgebieden weergegeven.

Figuur 18

Plangebied en indeling in deelgebieden.



In onderstaande tabel is weergegeven hoeveel berging er op maaiveld gecreëerd kan worden. De inundatiehoogte geeft aan hoe efficiënt de berging op maaiveld benut kan worden.

Tabel 11

Kengetallen inundatie op maaiveld.

Deelgebied	Inundatiehoogte T=100 (m)	Inundatiehoogte T=10 (m)	Bruto oppervlak (ha)	Netto oppervlak (ha)	Berging op maaiveld (m ³)
A	1,05	0,65	13,6	8,7	91.000
B	0,67	0,27	1,0	0,6	4.000
C	1,25	0,85	11,0	10,7	133.000
D	1,07	0,67	33,0	22,6	241.000
E	0,86	0,46	9,0	5,8	50.000
F	0,54	0,14	76,9	26,4	143.000
G	0,60	0,20	4,3	2,0	12.000
H	Niet mogelijk	Niet mogelijk	Niet mogelijk	Niet mogelijk	0
I	0,33	Niet mogelijk	6,2	1,0	3.000

Het bruto oppervlak staat voor het totale oppervlak van het deelgebied. Het netto oppervlak geeft het oppervlak aan waar water op maaiveld geborgen kan worden. Dit betekent dat delen die hoger zijn dan 1,6 m + NAP, niet worden meegenomen in het netto oppervlak.

Opgesomd kan volgens bovenstaande tabel 677.000 m³ geborgen worden. Nuancering hierbij dat er mogelijk nog gesneden wordt in de deelgebieden en dat de waterpeilen mogelijk lager uitvallen dan 1,6 m + NAP, door het effect van de berging.

Deelgebieden A, D en E zijn zeer efficiënt voor waterberging, omdat hier inundatiehoogtes van meer dan 0,80 m gehaald kunnen worden in een T=100 situatie. Samen met het grote oppervlak zijn deze deelgebieden goed voor het 'zwaartepunt' van de meebewegende berging.

Deelgebieden B en G zijn minder efficiënt, omdat hier respectievelijk inundatiehoogtes van rond de 0,60 m gehaald kunnen worden. Dit is nog steeds relatief hoog, maar het oppervlak is beperkt. Bovendien is het relatief lastig om water naar deze deelgebieden te krijgen. Zoals uiteraard voor alle deelgebieden geldt, is er nog de optie om af te graven.

Deelgebied C is vanuit waterberging geredeneerd zeer efficiënt met een inundatiehoogte van 1,25 m. Alleen moet nog uitgezocht worden wat het effect is op de waterkwaliteit.

Voor deelgebied F geldt dat de inundatiehoogte beperkt is, maar het oppervlak is zeer groot.

Deelgebied H is sowieso geen zoekgebied. Voor deelgebied I geldt dat op basis van de beschikbare gegevens dit geen interessant gebied is om water te bergen op maaiveld. Door af te graven kan uiteraard wel meer inundatiehoogte gerealiseerd worden.

5.1.2

EFFECTEN

Uit de grondwaterstudie blijkt dat acht dagen na het vullen van de berging, het invloedsgebied het grootst is. Voor de T=100 situatie geldt dat op 50 tot 100 m afstand de verhoging 15 cm is.

Stedelijk gebied

Het bepalen van gedetailleerde effecten binnen stedelijk gebied gaat met enige onzekerheid gepaard. Deze komt voort uit ruimtelijke variatie en bodemopbouw en een beperkt inzicht daarin door afwezige gegevens. De bovenste laag is mogelijk heterogeen door opbrenging van zand en verdichting. Verder is de waterhuishouding binnen stedelijk gebied complex en zijn grondwaterstanden beperkt te sturen door oppervlaktewater (geen regelmatige ontwateringsmiddelen zoals in landelijk gebied).

De bodemopbouw is echter voldoende in beeld om een verandering in grondwaterstanden ten gevolge van de ingreep te bepalen. Regionaal aanwezige storende lagen zijn er namelijk niet. Een berekende verandering mag daarmee als effect op het bestaande grondwaterstandsverloop gesuperponeerd worden. Voor het stedelijk gebied verwachten wij dat tijdens een T=100 situatie de stijging van de grondwaterstand ca. 10 cm zal bedragen. Of dit werkelijk leidt tot (grond)wateroverlast moet uit een vervolgonderzoek naar lokale ontwatering en detailinrichtingsplan blijken.

Landbouw

Het deelgebied dat is aangewezen voor gestuurde berging is in landbouwkundig gebruik. Dit betekent dat er risico aanwezig is op gewasschade. Naast de directe gevolgen van inundatie op landbouwgronden, bestaat er tevens de mogelijkheid dat er natschade ontstaat in de omliggende percelen. Rekening houdend met de frequentie en duur van inzet is het risico op schade echter gering.

Infrastructuur

Het concept van de waterberging is dat bestaande (snel)wegen en spoorwegen op taluds gebruikt worden als waterkering. Op basis van *expert judgement* verwachten wij geen afname van de stabiliteit van deze taluds. Zodra het inrichtingsplan concreter wordt adviseren wij wel om nog een stabiliteitsonderzoek uit te laten voeren. Binnen het plangebied liggen een aantal wegen en fietspaden ter gebiedsontsluiting. In het vervolgproces dient gekozen te worden of deze gebiedsontsluiting gewaarborgd dient te blijven. Vervolgens is het belang rekening te houden met bestaande tunnels. Deze mogen uiteraard niet onder water komen te staan of als duiker gaan fungeren. Oplossingsrichting is kades aanbrengen die voldoende hoog zijn.

Natuur

In de westelijk gelegen deelgebieden ligt met name droog bos. Dit bos bestaat uit eiken en beuken, met wandelpaden voor recreanten. Indien deze deelgebieden ingezet worden voor waterberging verandert de waterhuishouding. Dit betekent dat er omvorming plaats zal vinden van de bestaande natuurtypen naar natuurtypen die om kunnen gaan met een hogere dynamiek. Beuken en eiken zijn met name gevoelig voor veranderingen in de grondwaterstand.

Wij adviseren deze ontwikkeling vooral als een kans te zien. In de huidige situatie is het beekdal versnipperd door afgewisseld beuken, eiken, populieren en kruidenrijk grasland. Door deze ontwikkeling kan natuur gecreëerd worden wat van oudsher voorkomt in een beekdal, namelijk natuur die om kan gaan met inundatie en hoge dynamiek.

Het toekomstige natuurtype als gevolg van inundaties, hangt af van het beheer, voedselrijkdom en inundatiefrequentie. In een voedselarme variant zal zich berkenbroekbos vormen, in dit geval is de verwachting dat het zal gaan om elzenbroekbos. Wij adviseren in overleg te gaan met de beheerders van het bos en de provincie Drenthe, deze ontwikkeling is namelijk tegenstrijdig met hun natuurdoeltypen.

De paden in het wandelbos zijn in de huidige situatie bij natte perioden drassig en slecht toegankelijk. Bij de voorgenomen meebewegende waterberging treedt een toename in drassigheid op. Voor verbetering of behoud van toegankelijkheid dient rekening met drooglegging en betreedbaarheid gehouden te worden.

Zandwinplas

De zandwinplas is erg helder, dit wordt door de duikers ook erg gewaardeerd. Het is dan ook van belang dat indien beekwater in de plas ingelaten wordt, dat het doorzicht in de plas hierdoor niet negatief beïnvloed wordt.

Algenbloei, en zeker blauwalgenbloei, is zeer onwenselijk in de plas. Er zijn diverse soorten blauwalgen die gifstoffen produceren. Hoge nutriëntengehalten kunnen (blauw)algenbloei veroorzaken. Nutriëntgehalten in de plas dienen dan ook niet te hoog te worden door de inlaat van beekwater. Zoals aangegeven kunnen naast nutriënten ook te hoge ijzergehalten het doorzicht beperken. Aanbevolen wordt om de waterkwaliteit, inclusief het ijzergehalte in de plas te meten.

5.2

AANBEVELINGEN

- Door het ontbreken van een goed gekalibreerd SOBEK-model is afgesproken om met aannames te werken. In deze fase van het project geeft dit voldoende antwoord op de vraag. Wij adviseren echter om in de vervolgfase te werken met een hydraulisch model. Zodoende ontstaat er beter inzicht in het functioneren van het oppervlaktewatersysteem, en in het bijzonder de Wold Aa en Koekanger Aa in het oosten van het plangebied. Wat ontbreekt in de huidige werkwijze is het effect van de waterberging op het verlagen van de piekafvoer. Dit is belangrijk om de winst (= verlagen waterpeil) te kunnen bepalen wat behaald wordt als gevolg van het creëren van bergingsgebieden. Oplossingsrichting is het kalibreren van het bestaande SOBEK-model of een nieuw deelmodel opzetten.
- Het is belangrijk om de effecten van de (met name meebewegende) waterberging op de gemiddelde grondwaterstanden (GXG's) te bepalen. De noodzaak voor het wel of niet plaatsen van stuwen ter voorkoming van droogteschade moet bepaald kunnen worden. Daarnaast geeft het effect op de GXG meer inzicht in mogelijk optredende landbouw-effecten.
- Het MIPWA-model is gebruikt om de potentiële effecten van waterberging te bepalen als input voor het haalbaarheidsonderzoek en ontwerpproces. Voor het bepalen van grondwaterstanden en effecten op perceelsniveau is het instrument minder geschikt.

Dit door detailniveau van de basisbestanden, beperkt inzicht in de voorkomens van slecht doorlatende lagen in de bovenste watervoerende laag en de wijze waarop secundaire watergangen in model zijn gebracht. Het verklaren van lokale afwijkende effecten zal vooral plaats moeten vinden vanuit gedetailleerde kennis van de bodemopbouw ter plaatse. We verwachten niet dat het modelinstrumentarium hierin een rol moet spelen.

- In het inrichtingsplan wordt verder vorm gegeven aan de waterberging. Daarnaast wordt tijdens het opstellen het functioneren van de oppervlaktewaterhuishouding dan ook duidelijk. Het meer gedetailleerde oppervlaktewatersysteem (op basis van de bestaande peilvakkenkaart) vormt de input voor de effectberekening met MIPWA. Wij bevelen dan aan om ook huidig ontbrekende secundaire watergangen in het model op te nemen. We vermoeden wel dat hiermee alsnog een kalibratie uitgevoerd moet worden vanwege de huidige sterk afwijkende waterpeilen in het huidige model.
- Nader onderzoek van de effecten in het grondwater in het stedelijk gebied is met name interessant in die situaties als er nu ook sprake is van overlast. De effecten zijn zo klein dat in overige situaties dit niet nodig is. We bevelen aan meldingen van grondwateroverlast in de huidige situatie te inventariseren bij de gemeente Meppel.
- Bij de veenverbreding is uitgegaan van de verspreiding zoals opgenomen in het model. Voor het doel waarmee de berekeningen zijn uitgevoerd heeft dit voldoende detailniveau. De storende lagen kunnen heel relevant zijn voor het verklaren van lokale afwijkende effecten, maar vooralsnog is een detaillering van het model hierop niet zinvol. Aanbevolen wordt het MIPWA-model hier niet verder op te detailleren.
- In het studiegebied komen 'droog bos' en schraalland voor. De verwachting is dat de natuurtypen zullen wijzigen als gevolg van regelmatige inundaties. Hoe deze wijziging plaats gaat vinden en of menselijk ingrijpen/beheer gewenst is, dient uitgezocht te worden in de volgende fase.
- Aanbevolen wordt om de waterkwaliteit, inclusief het ijzergehalte in de plas te meten. Hiermee kan een betere voorspelling van de eventuele veranderingen in waterkwaliteit worden gedaan, hoewel het niet de verwachting is dat dit een wezenlijke verandering in de huidige conclusie zal geven.

BIJLAGE 1

Uitgangspunten oppervlaktewater

In de beginfase van dit project was het voornemen om gebruik te maken van een SOBEK-model. Dit is een regionaal model (RorMepdi.lit) en geschematiseerd met de Flow- en Rainfall Runoff module. Uit controle van de modelresultaten met meetgegevens, bleek dat het model onvoldoende nauwkeurig is om de effecten van de waterberging te berekenen. Vervolgens is in overleg met het waterschap besloten om in deze fase van het project af te zien van het modelleren met SOBEK.

Voor het bepalen van de effecten zijn de hydrologische situaties 1, 3 en 4 van toepassing.

Om het functioneren van de waterberging te bepalen, is gebruik gemaakt van meetgegevens. Het waterschap heeft ter hoogte van gemalen Haakswold en Bloemen waterstandmetingen in de Wold Aa tot haar beschikking. Dit betekent dat de fluctuatie van het waterpeil in de Wold Aa, ter hoogte van het geplande waterbergingsgebied over de periode januari 2007 t/m december 2010 bekend is. Met behulp van deze meetgegevens zijn de uitgangspunten voor het functioneren van de waterberging bepaald. Aangezien van gemaal Haakswold de langst durende meetreeks beschikbaar is, zijn deze gegevens gebruikt voor het schematiseren van de berging.

Belangrijk uitgangspunt is dat de meetgegevens van Wold Aa ter hoogte van gemaal Haakswold geprojecteerd worden op het hele projectgebied. Met deze aanname wordt dus de opstuwning bovenstrooms verwaarloosd en het effect van de berging. Voor de jaarrond situatie kan met deze methode niet de meebewegende berging langs de Coeckanger Aa geschematiseerd worden. Verwacht wordt dat deze methode nauwelijks tot minder betrouwbare resultaten leidt in de T=10 en T=100 situatie, omdat stuw Blijdenstein geheel verdronken is in deze situatie. Wat in de T=10 en T=100 wel tot minder betrouwbare resultaten leidt is dat het effect van de berging (= lagere waterstanden) niet wordt meegenomen.

Aangenomen is dat in deze fase van het project het werken met meetgegevens voldoet. Voor de volgende fase adviseren wij echter om het SOBEK-model te verbeteren.

BIJLAGE 2

Uitgangspunten grondwater

MIPWA

Voor het uitvoeren van de grondwaterberekeningen behorende bij deze waterbergingstudie is gebruik gemaakt van het regionale grondwatermodel "MIWPA" versie 1.1. MIPWA (Methodiekontwikkeling voor Interactieve Planvorming ten behoeve van Waterbeheer) is door TNO ontwikkeld in opdracht van en voor het beheergebied van diverse waterschappen, gemeenten en waterleidingbedrijven in het noorden van Nederland. MIPWA bestaat uit de toepassingsomgeving iMOD (interactief modelleren) en een grondwatermodel database. De database heeft een ruimtelijke resolutie van 25 x 25 m. Het model is verbeterd aan de hand van gemeten grondwaterstanden en stijghoogte. De schematisatie van de ondergrond is gebaseerd op de laagindeling van REGIS versie 2.

Voor meer gedetailleerdere informatie over het MIPWA model wordt verwezen naar het volgende Deltares / TNO rapport: 2007-U-R-0972/A.

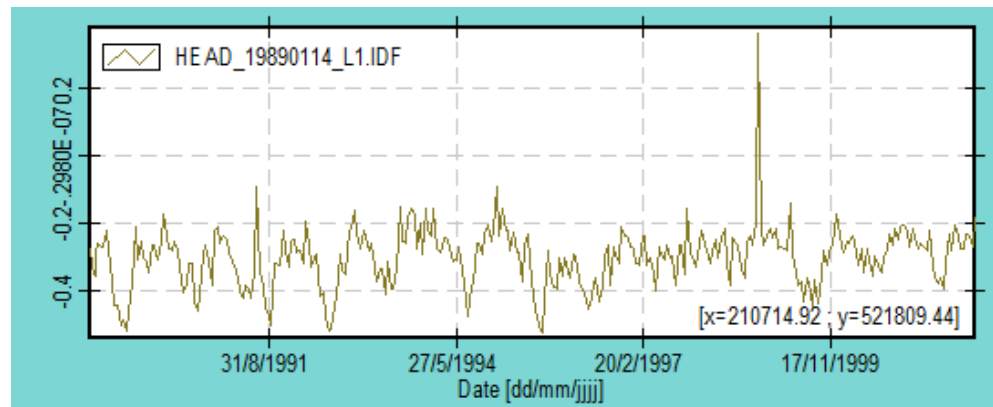
Met behulp van het getoetste model (zie bijlage 3) worden de onderstaande drie hydrologische situaties (scenario's) doorgerekend. Er worden in deze studie alleen freatische effecten in beschouwing genomen, dit betekent dat alleen de resultaten uit het eerste freatische pakket van het grondwatermodel (concreet zijn dit de modellen 1 en 2) in beschouwing worden genomen. Dit omdat zowel de ingreep als de effecten in de eerste watervoerende laag plaatshebben. Daarnaast zijn alleen de peilbuizen beïnvloed door het freatische grondwater meegenomen in de analyse (peilbuizen zijn gescheiden middels een menyanthes analyse waarin de reeksen zijn gekoppeld aan neerslag en verdamping). Hieronder zijn de aannames en uitgangspunten per scenario beschreven.

Huidige situatie gemiddeld (gemiddelde grondwaterstanden)

- In dit scenario worden met behulp van het niet-stationaire langjarige (1989-2001) run de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG), de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GVG) berekend.
- De drainage in het stedelijk is aangepast: alleen onder hoofdwegen en grote gebouwen wordt gedraineerd. Hierbij wordt een drainagehoogte van 1 meter onder maaiveld aangenomen.

Huidige situatie extreem

- Uit de langjarige gemiddelde berekeningen blijkt dat de hoogste grondwaterstanden in het najaar van 1998 worden gevonden (zie onderstaande figuur). Er zal daarom uitgegaan worden van het najaar van 1998 als referentiescenario.
- Er wordt niet-stationair gerekend voor een periode van 2 jaar. Het eerste jaar van deze berekening zal dienen als insteljaar, in het najaar van het 2^e jaar (1989) wordt gedurende een aantal dagen (afhankelijk van het type berging) het bergingsgebied geschematiseerd. De grondwaterstanden die gedurende deze dagen berekend worden, zullen dienen als referentiegrondwaterstand voor de t=100 situatie.



T=100 situatie

- In dit scenario wordt het effect van een T=100 scenario op het grondwater berekend. Er wordt aangenomen dat in een T=100 situatie zowel de gestuurd als de meebewegende berging functioneren.
- De meebewegende berging wordt in drie trappen geschematiseerd:
 - op dag 1 en 2 wordt een peil aangenomen van 1.6 m + NAP;
 - op dag 3 en 4 wordt een peil aangenomen van 1.07 m + NAP;
 - op dag 5 tot en met 14 wordt een peil aangenomen van 0.54 m + NAP.
- De gestuurde berging wordt in vier trappen geschematiseerd:
 - op dag 1 tot en met 6 wordt een peil aangenomen van 1.6 m + NAP;
 - op dag 7 tot en met 11 wordt een peil aangenomen van 1.2 m + NAP;
 - op dag 12 tot en met 16 wordt een peil aangenomen van 0.8 m + NAP;
 - op dag 17 tot en met 21 wordt een peil aangenomen van 0.4 m + NAP.
- De berging wordt in het model ingebouwd als infiltrerende watergang, waarbij het volgende wordt aangenomen:
 - de bodemhoogte van de watergang is gelijk aan het maaiveld;
 - er wordt een weerstand aangenomen van 10 dagen (een gemiddelde waarde voor de intreeweerstand van een waterloop), dit geeft een conductance van 62.5 per cel;
 - er wordt aangenomen dat er geen surface runoff optreedt in de bergingsgebieden.
- De berging treedt op het piekmoment van het grondwater in werking. Dit is een arbitraire aanname.
- Indien blijkt dat het peil van de berging op een bepaald moment onder het maaiveld ligt, worden deze betreffende cellen niet meer als waterloop geschematiseerd maar als droogvallend gebied waarin geen surface runoff optreedt.

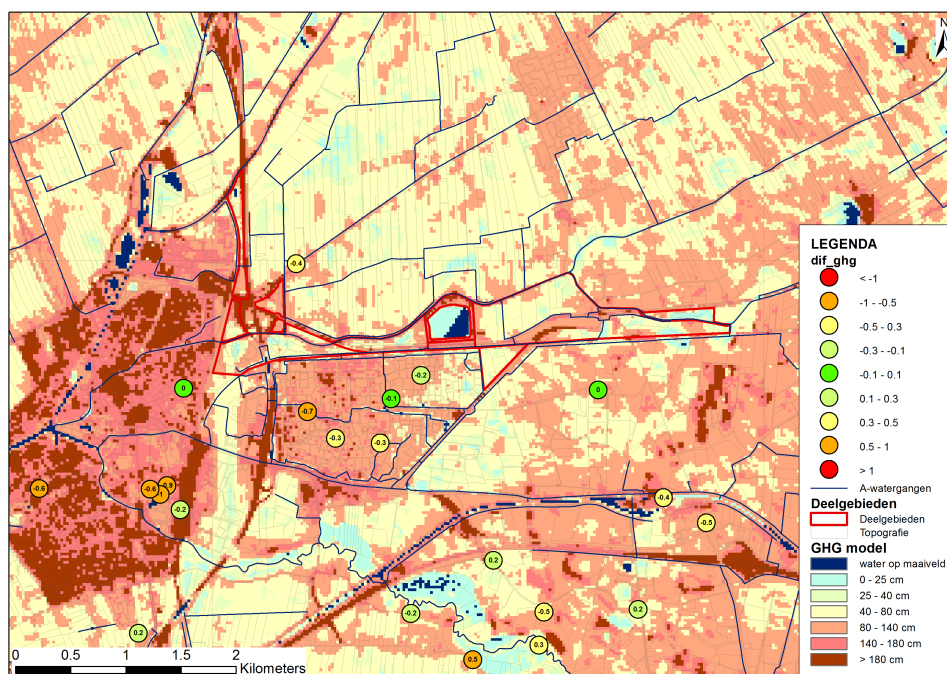
BIJLAGE 3

Controle grondwatermodel

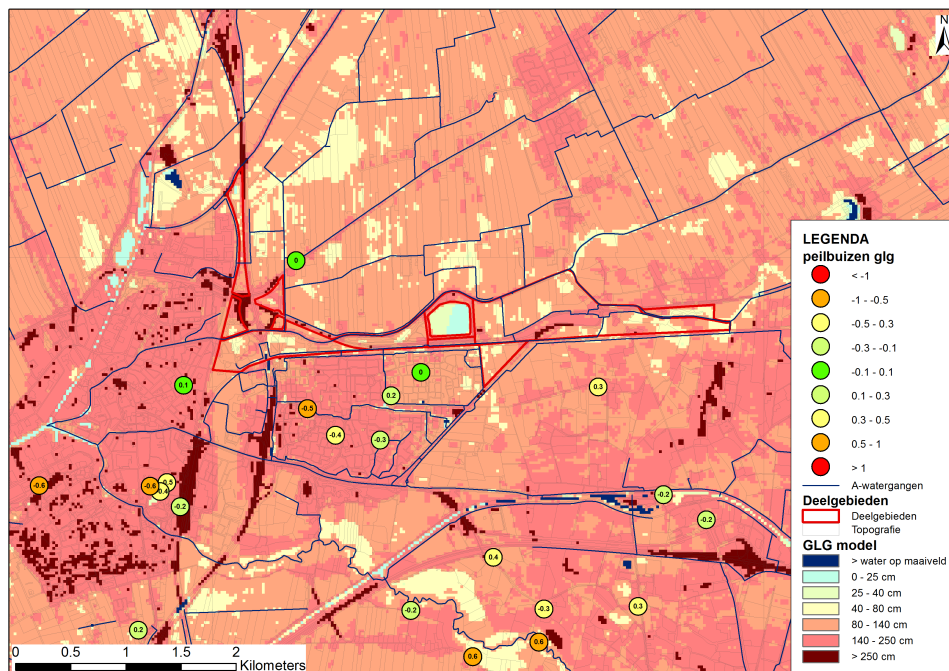
Het bestaande grondwatermodel MIPWA is getoetst door een vergelijking te maken tussen de gemeten grondwaterstanden (peilbuizen) en de berekende grondwaterstanden (model). Vervolgens zijn een aantal modelchecks gedaan.

Vergelijking grondwaterstanden gemeten – berekend (ruimtelijk)

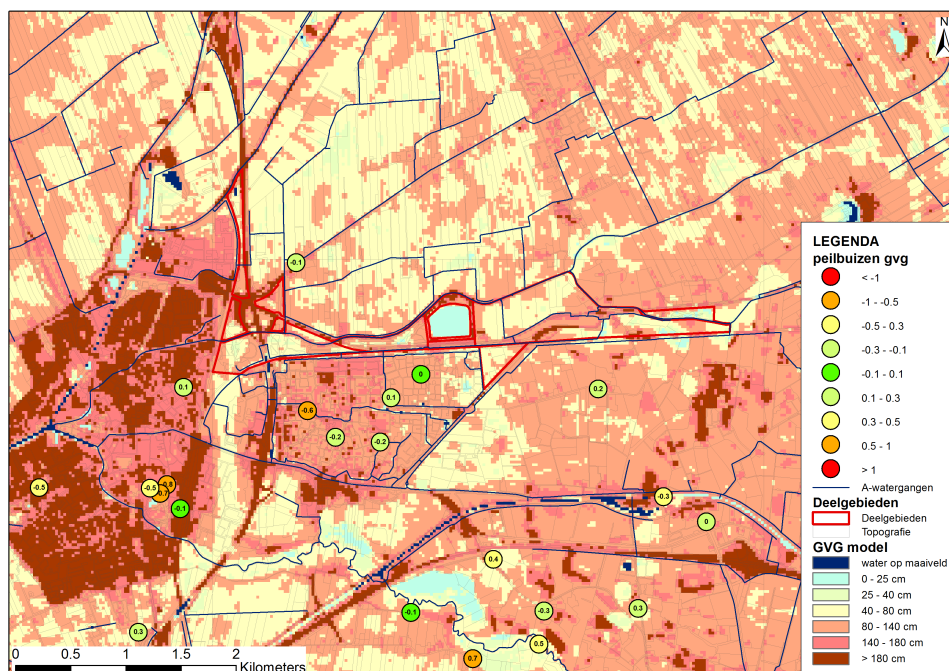
In onderstaande afbeelding zijn de modelresultaten voor de GHG vlakdekkend weergegeven, daarnaast geven de bolletjes het verschil tussen de berekende GHG en de door de peilbuizen gemeten GHG (freatische grondwaterstanden).



In onderstaande afbeelding zijn de modelresultaten voor de GLG vlakdekkend weergegeven, daarnaast geven de bolletjes het verschil tussen de berekende GLG en de door de peilbuizen gemeten GLG (freatische grondwaterstanden).



In onderstaande afbeelding zijn de modelresultaten voor de GVG vlakdekkend weergegeven, daarnaast geven de bolletjes het verschil tussen de berekende GVG en de door de peilbuizen gemeten GVG (freatische grondwaterstanden).



Een vaak gebruikt principe om de maximaal accepteerbare restfout te definiëren is door deze te relateren aan de verschillen in de stijghoogte binnen het modelgebied door bijvoorbeeld het criterium van 10% van de range van de voorkomende (gemiddelde) stijghoogten te hanteren. Dus in een sterk geaccidenteerd terrein waar de stijghoogtes tientallen meters binnen het modelgebied verschillen is een restfout van enkele meters acceptabel, in een vlak terrein waar de verschillen in de stijghoogtes maximaal enkele meters zijn, wordt een restfout van enkele decimeters als acceptabel gezien. Het maximale verschil in grondwaterstand in het plangebied is ongeveer 4 m, dit betekent dat de maximale gemiddelde absolute afwijking van de peilbuizen t.o.v. het model ongeveer 40 cm mag zijn.

Tabel 12

Absolute gemiddelde afwijking GXG model gemeten.

GXG	Afwijking Totaal (cm)	Afwijking landelijk (cm)	Afwijking stedelijk (cm)
GVG	0.34	0.29	0.4
GHG	0.39	0.30	0.44
GLG	0.32	0.28	0.4

Uit de vergelijking van het (niet stationaire) model met de peilbuizen blijkt dat de absolute afwijkingen voor het gehele modelgebied ongeveer 30 tot 35 cm is.

Voor het landelijk gebied varieert de afwijking van ongeveer 28 tot 30 cm, voor het stedelijk gebied varieert de afwijking van ongeveer 28 tot 44 cm.

De modelresultaten vallen in zijn totaliteit dus binnen de kalibratiedoelen. Deze afwijkingen worden voornamelijk bepaald door een paar grote uitschieters. Dit wordt veroorzaakt door een paar uitschieters van 70 cm. Daarnaast is er een systematische afwijking op de GXG: de GLG en GVG worden ongeveer 10 cm te droog voorspeld, terwijl de GHG juist ongeveer 10 cm te nat wordt voorspeld.

Modelchecks

Opperlaktewater

Het modelpeil is veelal te hoog t.o.v. het werkelijke peil, de afwijking van de hoofdwaterlopen is echter verwaarloosbaar. Dit betekent dat het model een nattere huidige situatie zou moeten berekenen dan de werkelijke huidige situatie. Dit blijkt niet het geval, de grondwaterstanden die het model berekent, zijn in de meeste gevallen lager dan de gemeten grondwaterstanden. Waarschijnlijk is het model op een andere parameter (mogelijk elastische bergingscoëfficiënt) gekalibreerd nadat de peilen in het model zijn opgenomen.

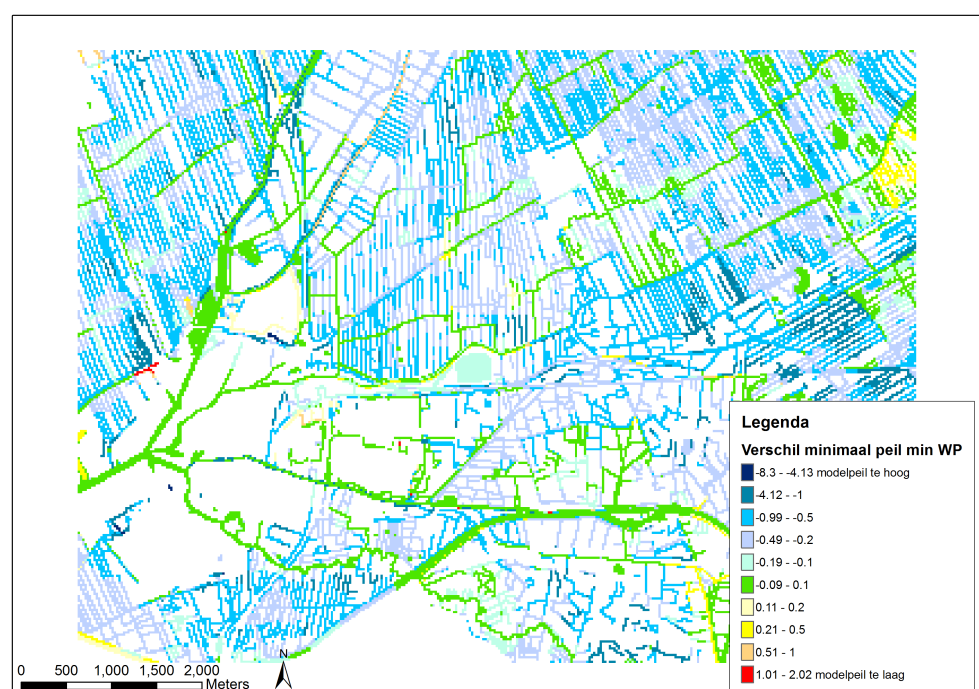
Er zijn een aantal peilen gecontroleerd in het model:

- Watergang de Reest:
 - het modelpeil is in zomer en wintersituatie gelijk, namelijk 0.1 m + NAP;
 - uit meetgegevens van het waterschap blijkt een gemiddeld zomerpeil van 0.06 m + NAP en een gemiddeld winterpeil van 0.1m + NAP. De totale range van de gemeten peilen ligt tussen 0 en 0.6 m + NAP;
 - het model en de gemeten peilen komen redelijk goed overeen. Het model laat minder variatie zijn in peilen. In de meeste grondwatermodellen wordt alleen variatie aangebracht tussen de zomer- en wintersituatie.
- Zijtak Hoogeveensche vaart ten zuiden van wijk Oosterboer:
 - het modelpeil is in zomer en wintersituatie gelijk, namelijk 0.73 m + NAP;

- uit gegevens van het waterschap blijkt dat het peil jaarrond wordt gestuurd op 0.73 m + NAP;
- de gegevens in het model komen overeen met de aangeleverde gegevens.
- Hoogeveensche vaart:
 - het modelpeil is in zomer 0.2 m – NAP , in de winter wordt een peil gehanteerd van 0.4 m – NAP;
 - uit meetgegevens van het waterschap blijkt een gemiddeld zomerpeil van 0.11 m – NAP en een gemiddeld winterpeil van 0.17 m – NAP. De totale range van de gemeten peilen ligt tussen -0.6 en 0.5 m + NAP;
 - het peil in het model ligt wat lager dan het werkelijke peil. De Hoogeveensche Vaart is in het model opgenomen als een infiltrerende watergang. Een peilverhoging heeft lokaal een vernattend effect. Een check met een peilverhoging van 20 cm geeft een klein effect rondom de watergang. Het effect is te klein voor een significante modelverbetering.
- Het model is in een GLG en GVG situatie veelal te droog ten opzichte van de werkelijkheid. Een aanpassing van de modelpeilen (verlaging) heeft niet het gewenste effect op de grondwaterstanden. Mogelijk geeft een nieuwe kalibratie van de oppervlaktewaterpeilen in combinatie met de intreeweerstand en of elastische bergingscoëfficiënt een beter resultaat.
- Uit analyse samen met de opdrachtgever blijkt dat er waarschijnlijk watergangen missen in het model.
- Uit bovenstaande analyse blijken een aantal aanbevelingen. Aanpassingen worden gezien het doel van deze opdracht niet noodzakelijk geacht. In het inrichtingsplan wordt verder vorm gegeven aan de waterberging. Daarnaast wordt het functioneren van de oppervlaktewaterhuishouding dan ook duidelijk. Het meer gedetailleerde oppervlaktewaterstelsel vormt de input voor de effectberekening met MIPWA. Wij bevelen dan aan om ook huidig ontbrekende secundaire watergangen in het model op te nemen.

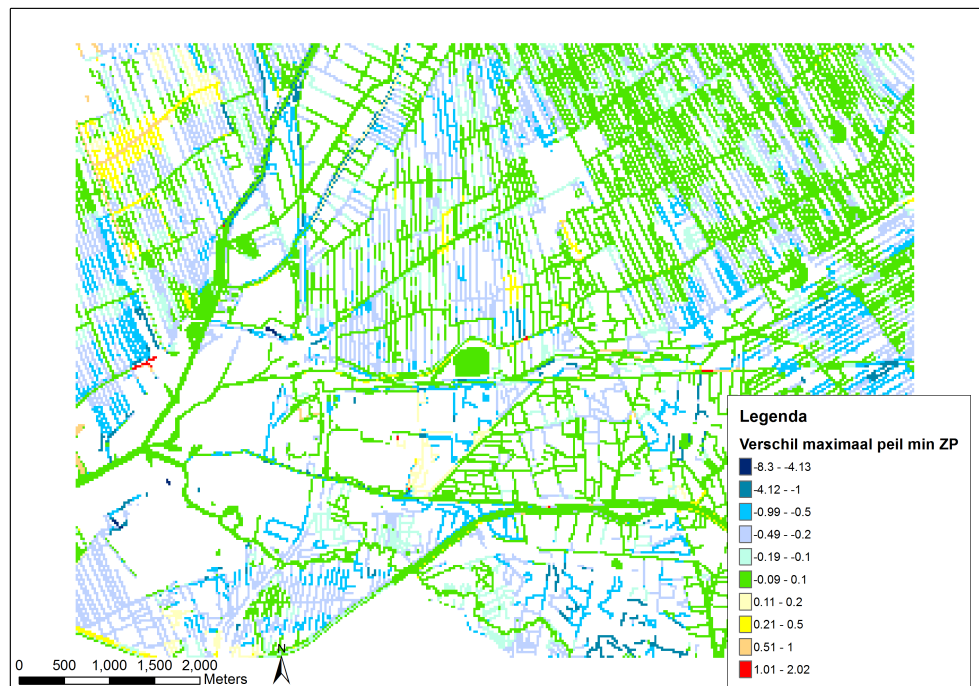
Afbeelding 1

Vershil winterpeil MIPWA en minimaal peil peilvakkenkaart

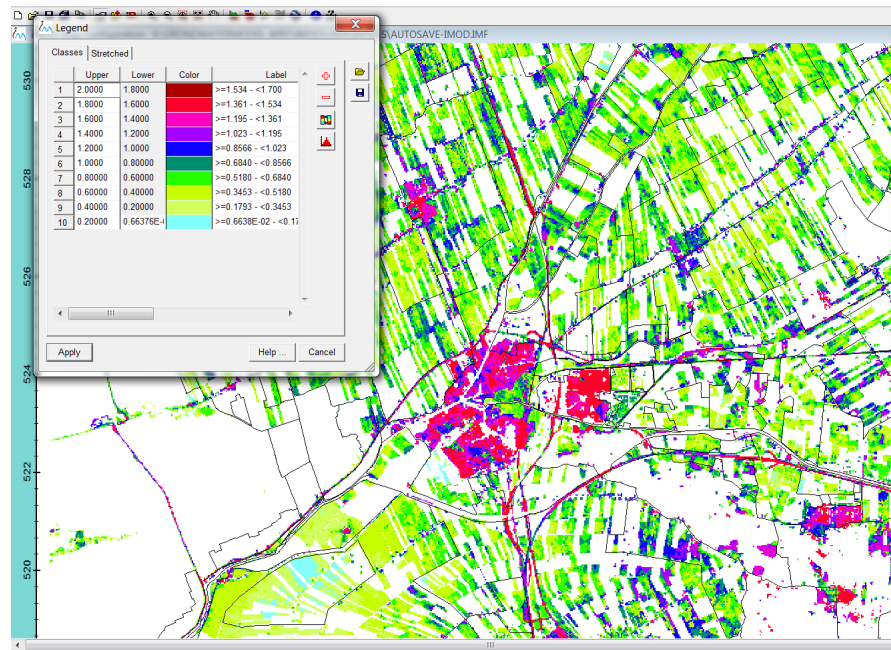


Afbeelding 2

Vershil zomerpeil MIPWA
en maximaal peil
peilvakkenkaart



- Aanwezige drainage in MIPWA model:
 - buisdrainage in modellaag 1;
 - greppeldrainage: niet aanwezig binnen plangebied.
- In onderstaande kaartje is de drainage in de huidige situatie weergegeven. In het stedelijk gebied is een nagenoeg vlakdekkende buisdrainage opgenomen. Dit is in werkelijkheid waarschijnlijk niet reëel. Door deze drainage kunnen te droge situaties in het stedelijk gebied berekend worden. Door alleen drainage onder hoofd(spoor)wegen te leggen wordt het gebied mogelijk natter. Echter doordat de grondwaterstand in de huidige situatie veelal onder het opgenomen drainageniveau ligt, geeft verwijdering van de drainage maar een relatief klein effect. Om de effecten van de bergingsgebieden in het stedelijk gebied te kunnen berekenen is een wijziging van de drainage wel doorgevoerd. Immers een vlakdekkende drainage zou een toename van de grondwaterstand als gevolg van een werkende berging nagenoeg geheel nivelleren tot het drainageniveau.
- De drainage in het landelijke gebied kan een oorzaak zijn van te hoog berekende grondwaterstanden in een wintersituatie. Immers een te hoge weerstand zorgt mogelijk voor het niet voldoende functioneren van de drainage. Dit geldt overigens alleen voor gebieden waar de gemodelleerde GHG boven het drainageniveau ligt.



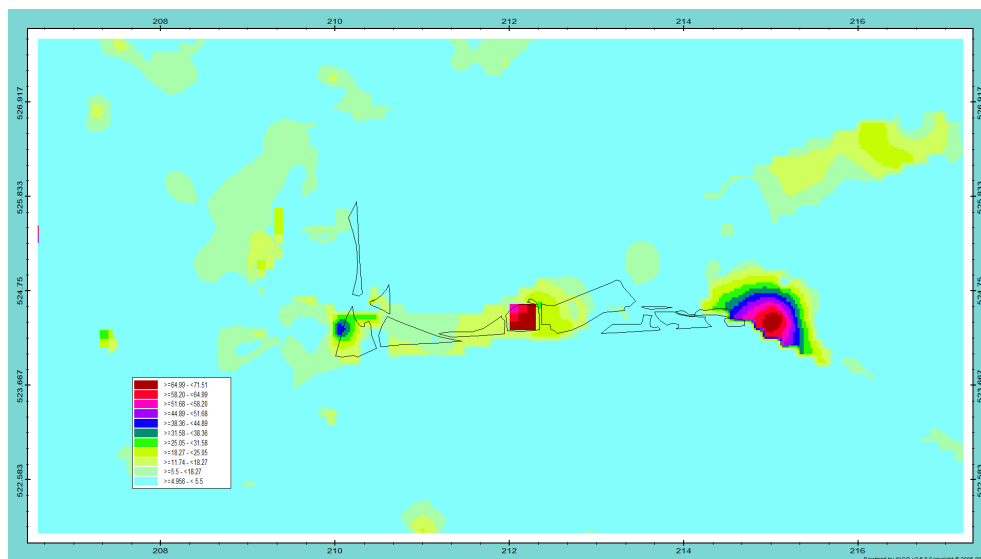
Overige checks

- Grondwateraanvulling. Na controle van het model blijkt dat stedelijk gebied een significante hoeveelheid grondwateraanvulling krijgt. Wanneer bij verder uitwerking van het inrichtingsplan effecten aan de orde zijn die vragen om een detaillering van de effecten binnen het stedelijk gebied, dan zal grondwateraanvulling één van de parameters zijn.
- Bodemschematisatie. Wat betreft bodemschematisatie zijn een aantal punten van belang:
 - Schematisatie plas Engelgaarde. De plas Engelgaarde lijkt nog niet heel goed opgenomen in het model (intreeweerstand lijkt te ontbreken). Echter dit veroorzaakt niet de grote afwijkingen in stedelijk gebied. In een vervolgstudie is extra aandacht voor deze plas gewenst (intreeweerstand en diepte van de plas) om ook de dynamiek van de plas met de omgeving goed te krijgen.
 - De KD en C waarden in het model zijn op een aantal punten vergeleken met boringen uit DINO-loket van TNO. De vergeleken boringen lijken goed overeen te komen met het model.
 - De bodemkaart van Nederland 1:50.000 is vergeleken met de schematisatie van de eerste modellaag. Alle veen- en moerige gebieden blijken opgenomen in de KD en C waarden van de 1^e modellaag. Zelfs in gebieden waar de bodemkaart geen informatie geeft (stedelijk gebied) blijken er wel kleine weerstandbiedende gebieden opgenomen te zijn. In onderstaande figuren zijn de KD en C waarden van de eerste twee modellen weergegeven. Met name in de weerstand is de verspreiding van het veen zoals weergegeven in de bodemkaart doorgevoerd in het model.
 - Uit boringen uit DINO-loket blijkt dat het veen dermate ondiep zit dat de watergang Wold Aa het veenpakket doorsnijdt. Dit blijkt correct overgenomen te zijn in het model, de watergang Wold Aa (en ook overige watergangen) doorsnijdt de 1^e modellaag. Echter het eerste freatische pakket wordt niet doorsneden door de Wold Aa. Zowel modellaag 1 als modellaag 2 behoren tot het eerste watervoerende pakket, lokaal kunnen storende laagjes aanwezig zijn die voor schijngrondwaterspiegels kunnen zorgen.

Daarnaast is de deklaag (voornamelijk het veen in de beekdalen) opgenomen in de 1^e modellaag. Bij de veenverbreding is uitgegaan van de verspreiding zoals opgenomen in het model. Voor het doel waarmee de berekeningen zijn uitgevoerd heeft dit voldoende detailniveau. Met de kennis van de bodemopbouw kunnen lokale afwijkingen worden verklaard. Het voert te ver en het is niet effectief om dit detailniveau in te voeren in de modelschematisatie.

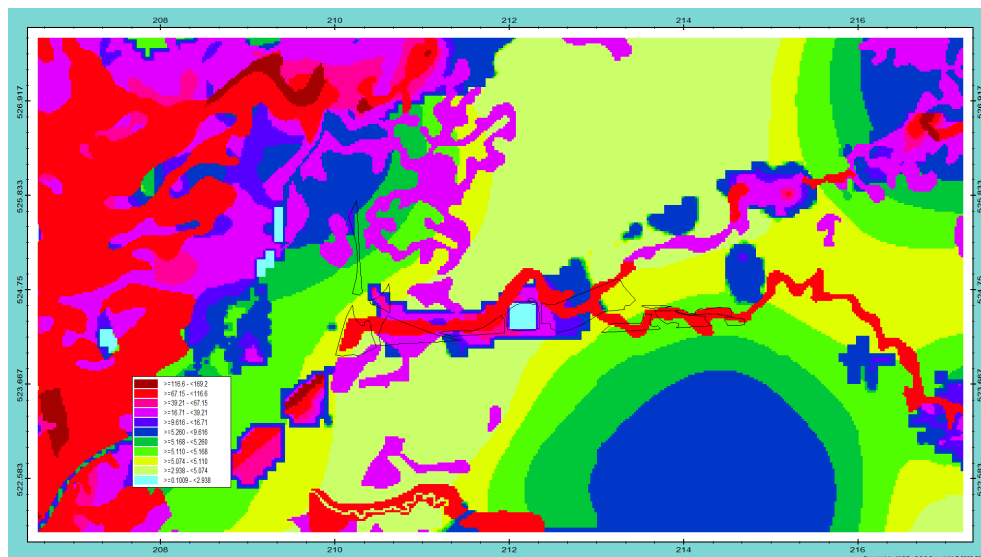
Afbeelding 3

KD waarden modellaag 1
MIPWA



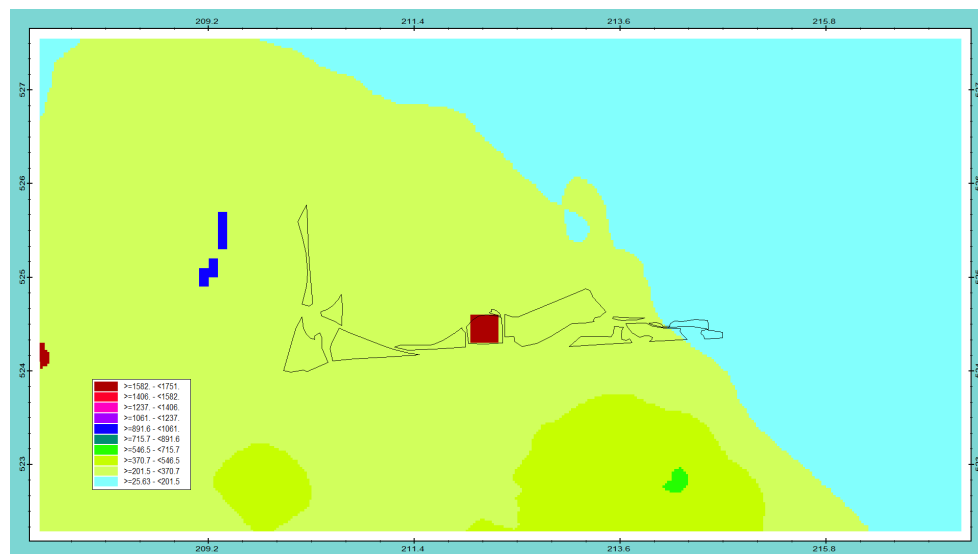
Afbeelding 4

C waarden modellaag 1
MIPWA

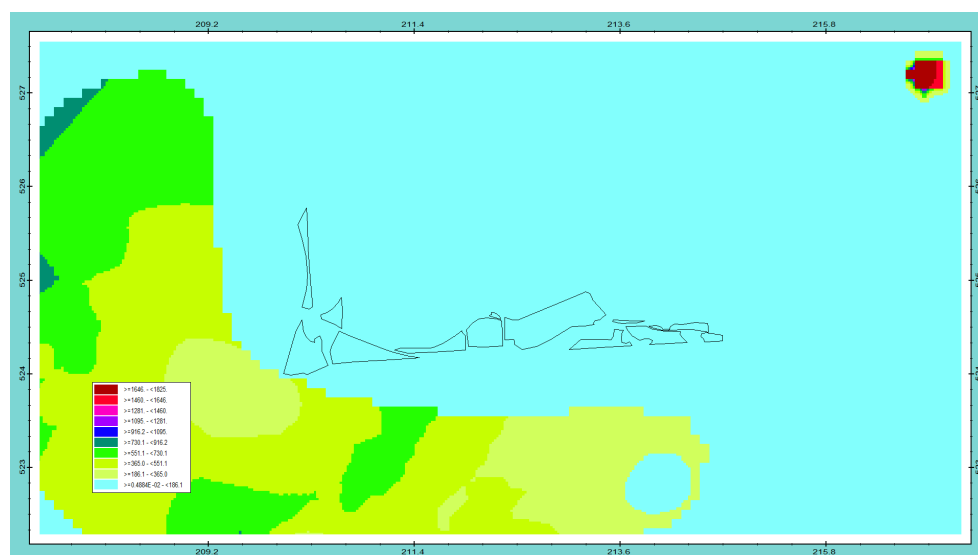


Afbeelding 5

KD waarden modellaag 2
MIPWA

**Afbeelding 6**

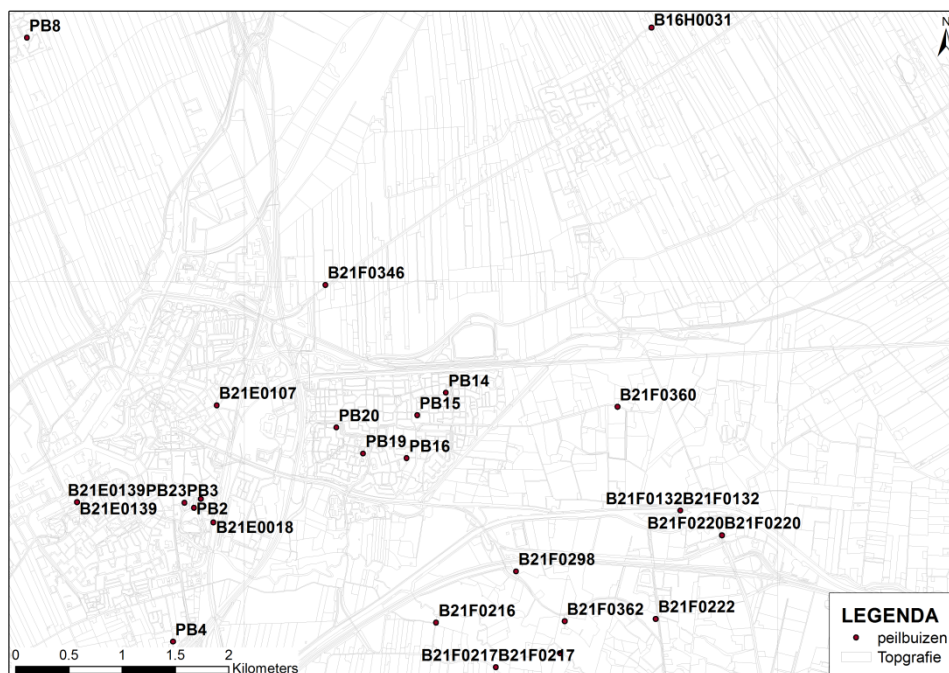
C waarden modellaag 2
MIPWA

**Peilbuisgegevens**

In onderstaande tabel zijn de peilbuisgegevens van de peilbuizen die gebruikt zijn bij de vergelijking met de berekende grondwaterstanden weergegeven. In deze studie zijn alleen de neerslag gestuurde peilbuizen opgenomen die met voldoende betrouwbaarheid te koppelen zijn aan neerslag en verdamping. Deze peilbuizen kunnen aan het eerste freatische pakket toegekend worden (modellaag 1&2, formatie van Bostel).

LOCATION	Surface level	TOP_FILTER	BOTTOM_FIL	START_DATE	GLG_MV	GHG_MV	GVG_MV
B21F0360	2.0	-1.1	-2.1	25-1-1991	1.6	1.2	1.2
B21F0363	1.6	-1.3	-2.3	25-1-1991	1.5	1.2	1.1
B21F0362	1.4	-1.7	-2.7	25-1-1991	1.3	1.0	0.9
B21F0346	1.2	-0.3	-0.8	1-5-2003	1.5	1.3	1.2
B21F0132	2.9	-0.2	-1.2	17-6-2003	2.3	2.1	2.0
B21E0139	0.6	-2.4	-3.4	1-3-1994	1.2	1.0	1.0
B21F0217	1.3	-0.6	-1.6	4-9-2002	1.4	1.1	1.0
B21F0217	1.3	-4.1	-5.1	4-9-2002	1.4	1.1	1.0
B21F0216	1.2	-3.6	-4.1	21-10-2003	1.4	1.1	1.1
B21F0221	2.4	-2.7	-3.2	19-6-2003	1.7	1.3	1.2
B21F0220	2.3	-2.8	-3.8	17-6-2003	1.5	1.3	1.3
B21F0220	2.3	0.8	-0.2	17-6-2003	1.4	1.0	1.0
B21F0222	2.3	-2.9	-3.4	19-6-2003	1.8	1.5	1.4
B21F0298	1.4	-0.1	-0.6	20-6-2003	1.5	1.1	1.1
PB1	1.2	-0.6	-0.6	30-1-2008	1.3	0.9	0.7
PB2	1.0	-1.0	-1.0	26-1-2008	1.2	0.7	0.5
PB3	1.1	-0.8	-0.8	26-1-2008	1.3	0.9	0.7
PB15	1.1	-0.8	-0.8	26-1-2008	1.5	1.2	1.2
PB16	1.2	-0.8	-0.8	26-1-2008	1.3	1.1	1.1
PB19	0.9	-1.1	-1.1	13-2-2008	1.1	0.9	0.9
PB20	0.6	-1.2	-1.2	13-2-2008	0.8	0.7	0.7
PB14	1.2	-0.6	-0.6	26-1-2008	1.3	1.0	1.0
PB4	0.4	-1.5	-1.5	26-1-2008	1.1	1.0	1.0
PB8	1.1	-1.0	-1.0	26-1-2008	1.2	0.9	0.9
PB23	0.0	-1.9	-1.9	26-1-2008	1.1	0.9	0.9

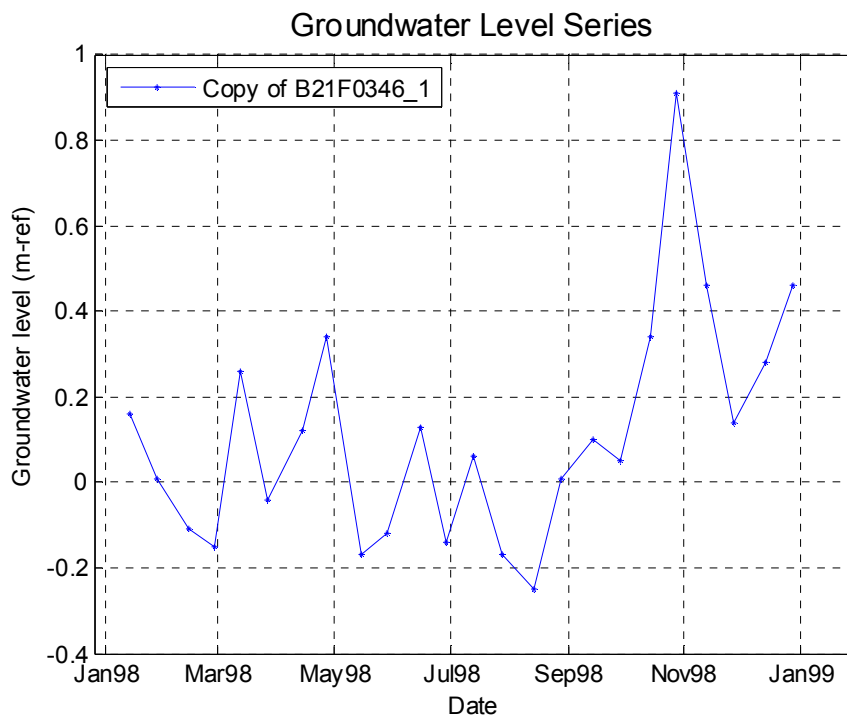
Locaties peilbuizen behorende bij bovenstaande tabel



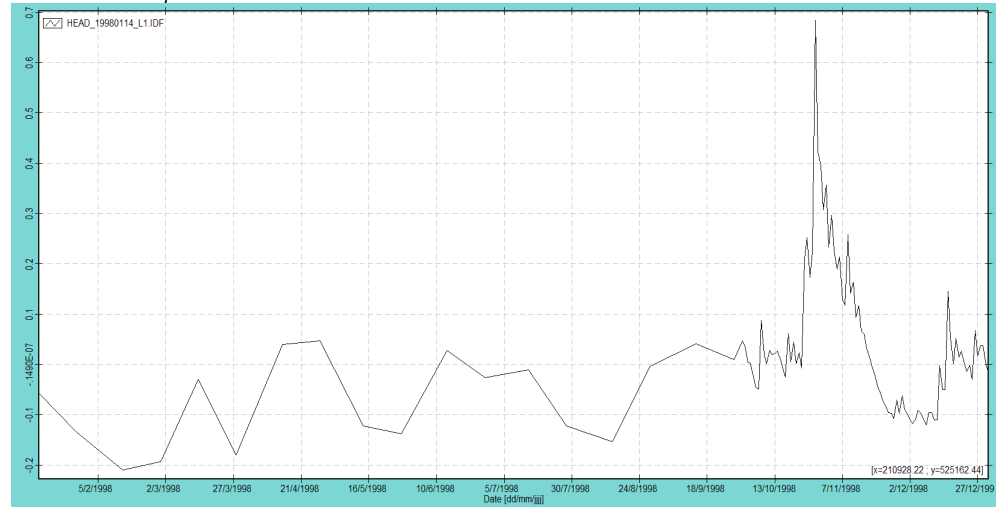
Vergelijking grondwaterstanden gemeten – berekend (in de tijd)

In onderstaande afbeelding zijn twee vergelijkingen gemaakt tussen peilbuizen en modelberekeningen in de tijd. Het blijkt dat het grondwaterstandverloop berekend in het model behoorlijk goed overeenkomt met het gemeten verloop. Echter het model lijkt (ook hier) de absolute waarde van de grondwaterstand te onderschatten.

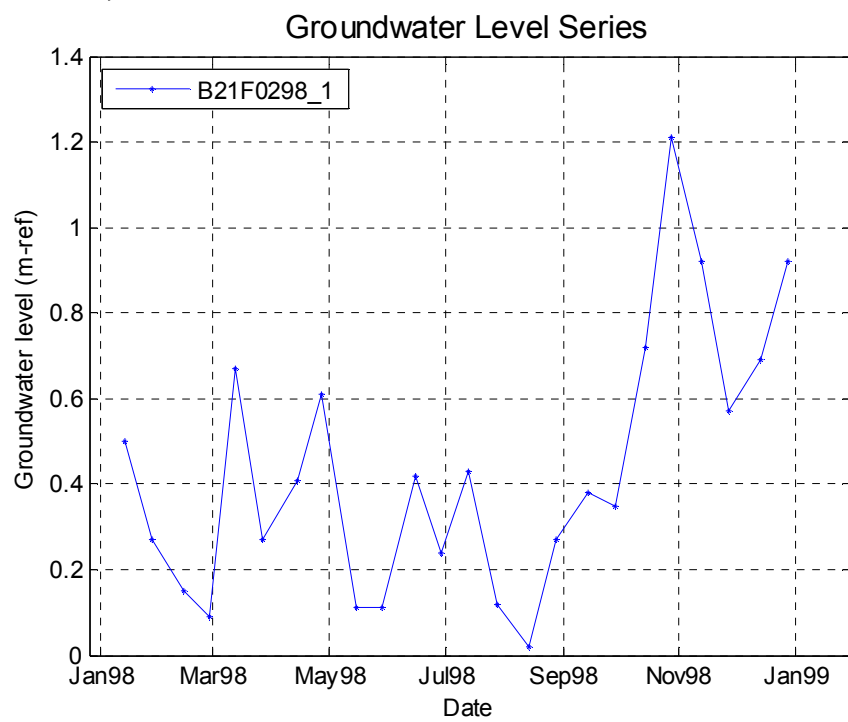
Gemeten reeks peilbuis B21F0346



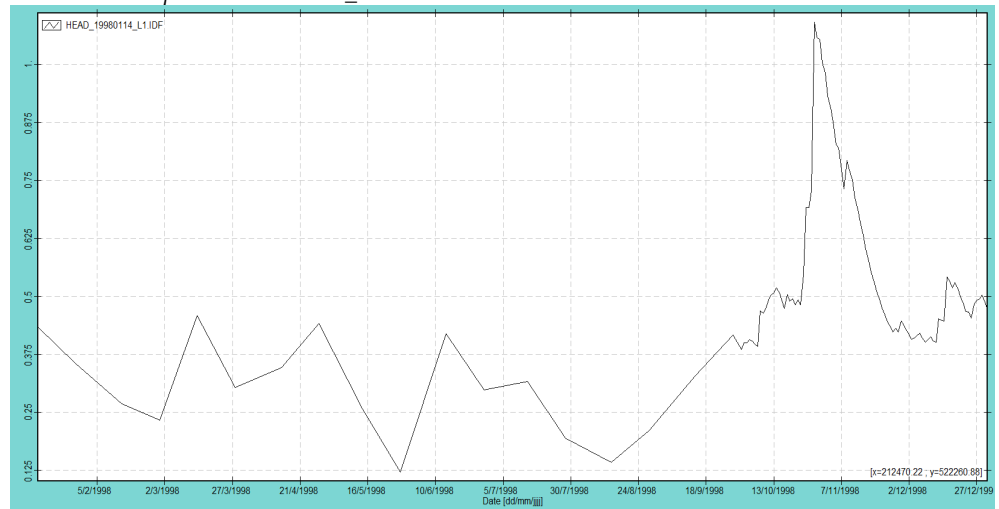
Modelresultaat peilbuis B21F0346



Gemeten reeks peilbuis B21F0298_1



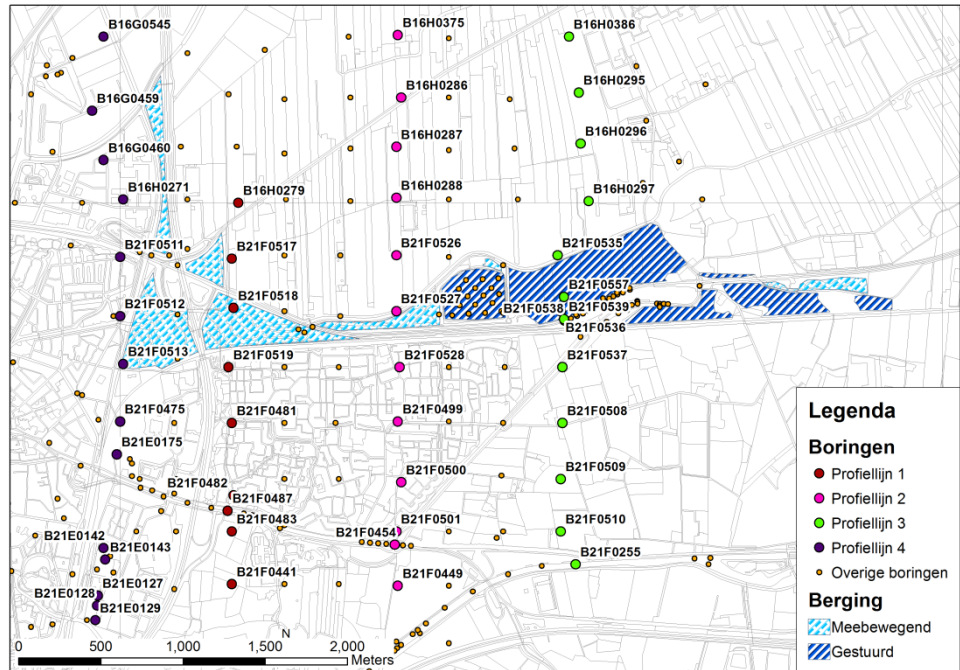
Modelresultaat peilbuis B21F0298_1



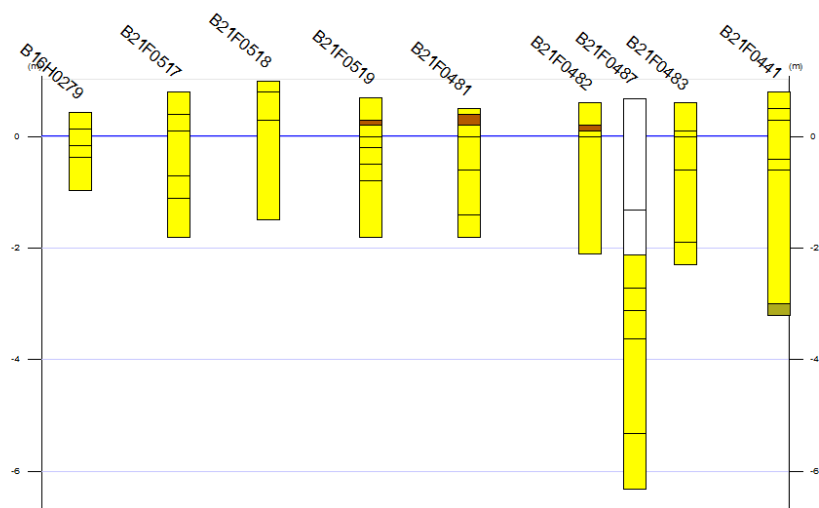
BIJLAGE 4

Doorsneden o.b.v. boringen DINO-loket

Locatie doorsneden op basis van boringen DINO-loket.



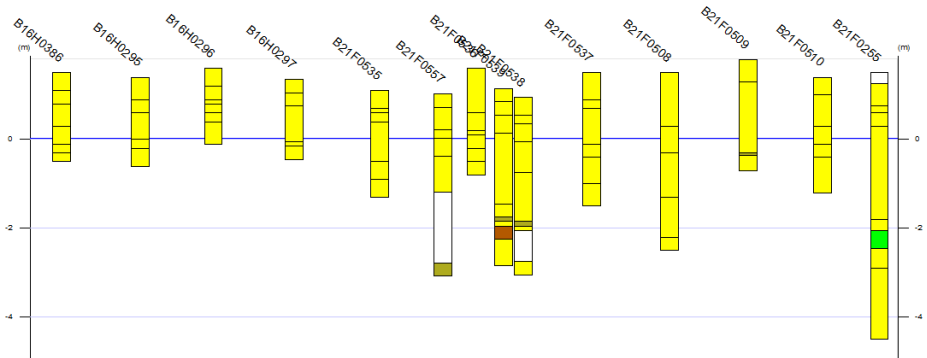
Doorsnede 1 (Bron: boringen DINO-loket, TNO)



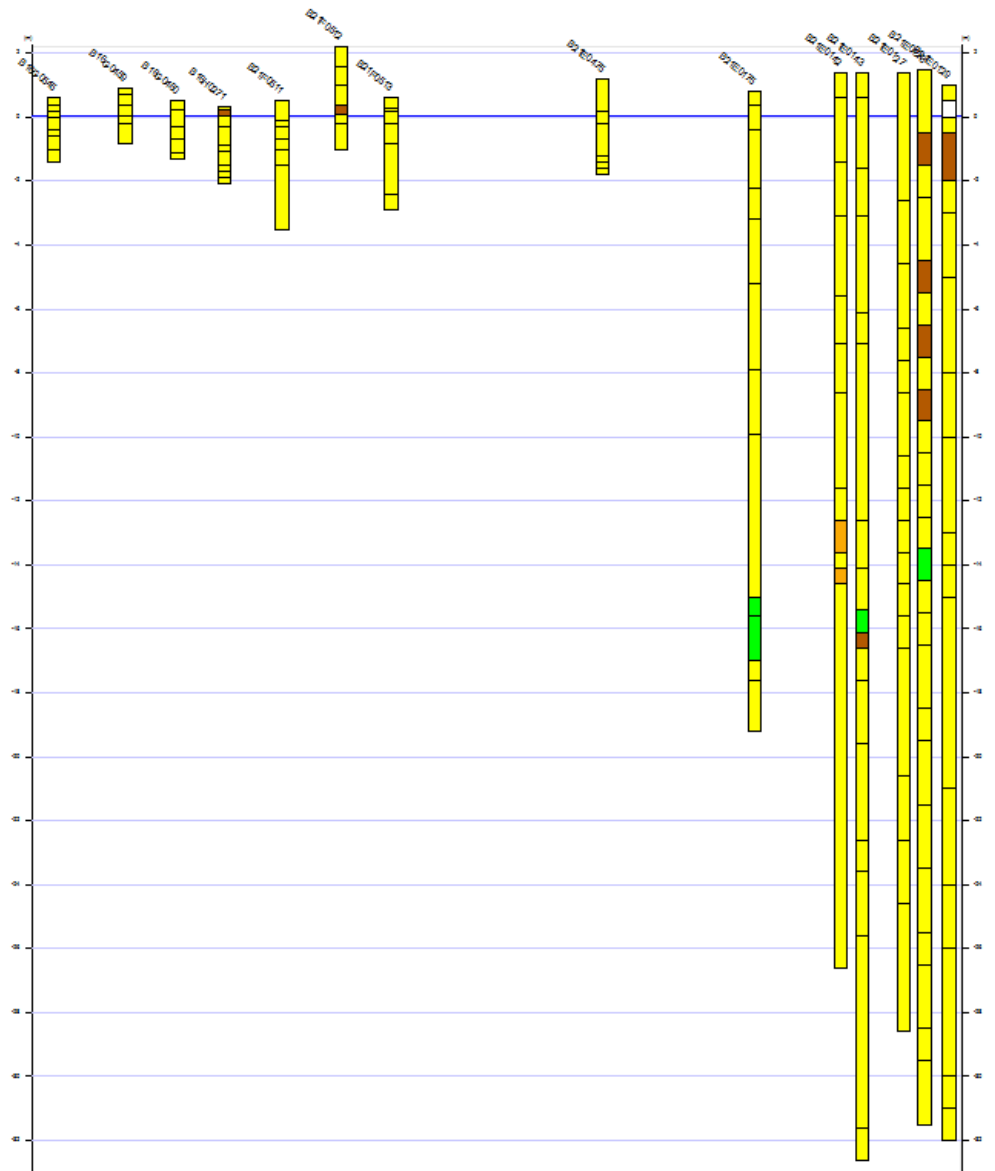
Doorsnede 2 (Bron: boringen DINO-loket, TNO)



Doorsnede 3 (Bron: boringen DINO-loket, TNO)



Doorsnede 4 (Bron: boringen DINO-loket, TNO)



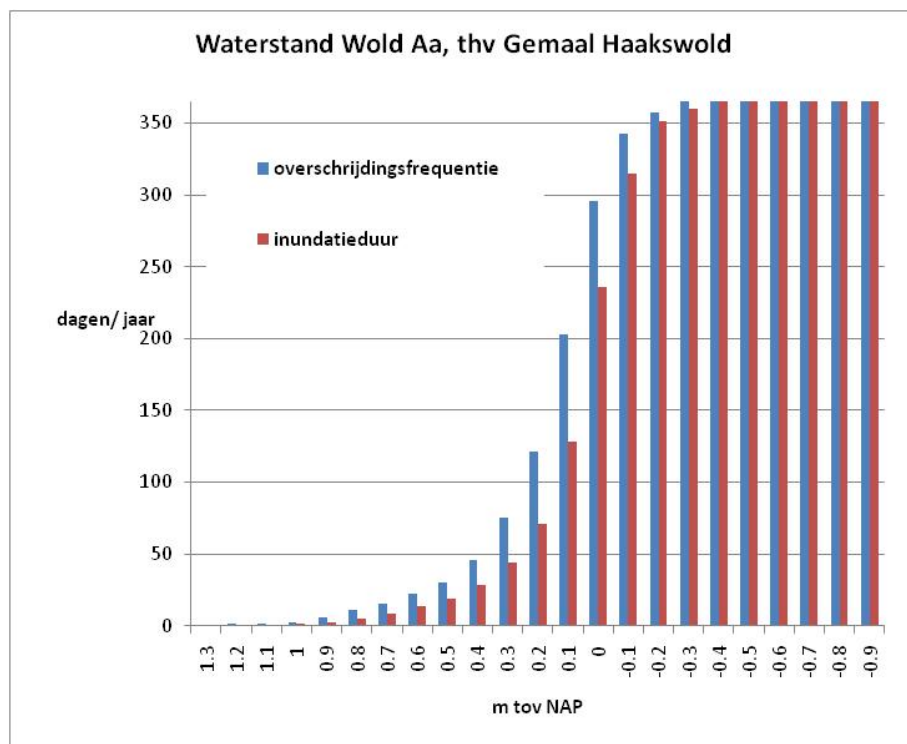
BIJLAGE 5

Resultaten oppervlaktewater

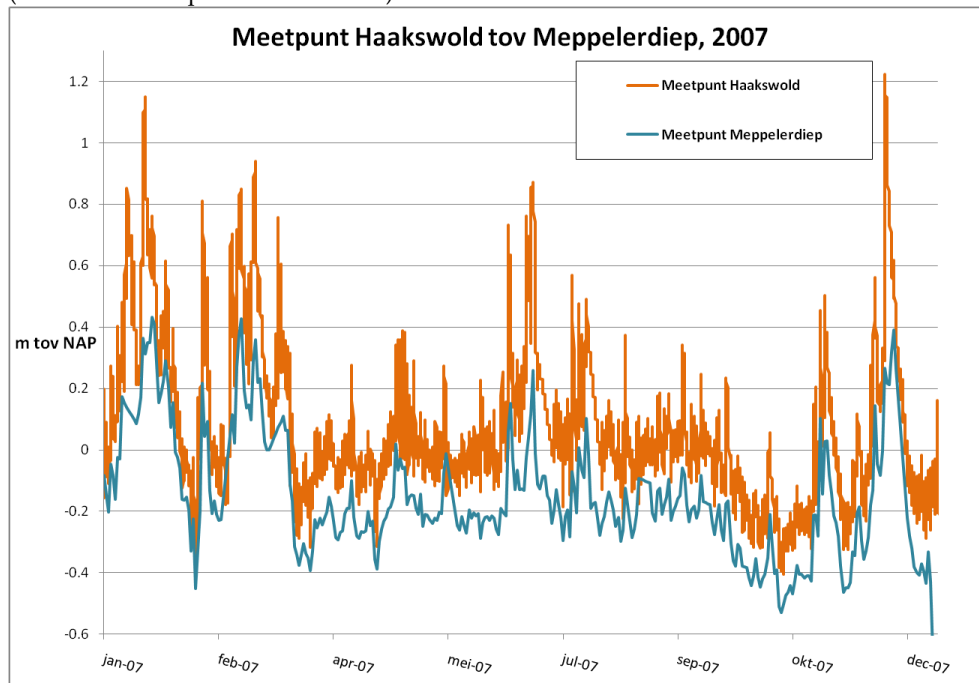
In onderstaande figuur staat weergegeven wat bij een bepaald maaiveldniveau, de overschrijding is. De blauwe kolommen geven de frequentie weer dat het maaiveld wordt overschreden. De rode kolommen geven weer hoe lang het maaiveld wordt overschreden. De frequentie betekent hoe vaak het maaiveld overschreden wordt, als over één dag het maaiveld één keer wordt overschreden, dan wordt hierbij één dag opgeteld. De duur geeft aan hoe lang het duurt.

Voorbeeld: Stel dat over 1 week op 4 dagen het maaiveld overschreden wordt. In de overschrijdingsfrequentie zijn dit 4 dagen. Maar, laten we ervan uitgaan dat de piek elke dag 12 uur boven maaiveld staat (en dus weer 12 uur onder maaiveld), dan geldt voor de inundatieduur, dat in deze week, het maaiveld $4 \times 12 = 48$ uur overschreden is. Dus maar 2 dagen. Dit verklaart ook waarom de inundatieduur lager is dan de overschrijdingsfrequentie.

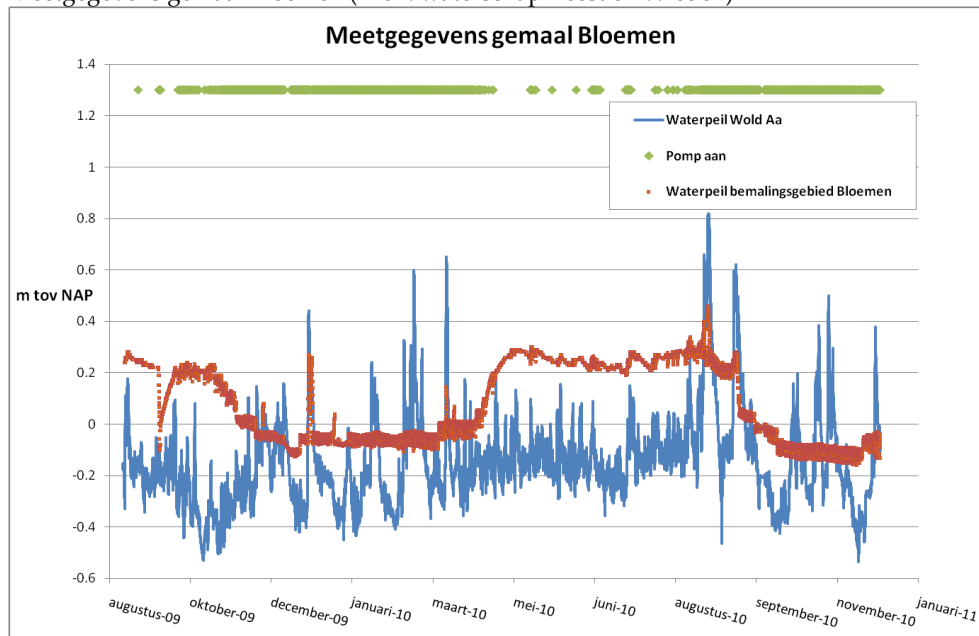
De resultaten zijn voor een gemiddelde jaarrondsituatie, gebaseerd op een meetreeks bij gemaal Haakswold van 2007 t/m 2010.



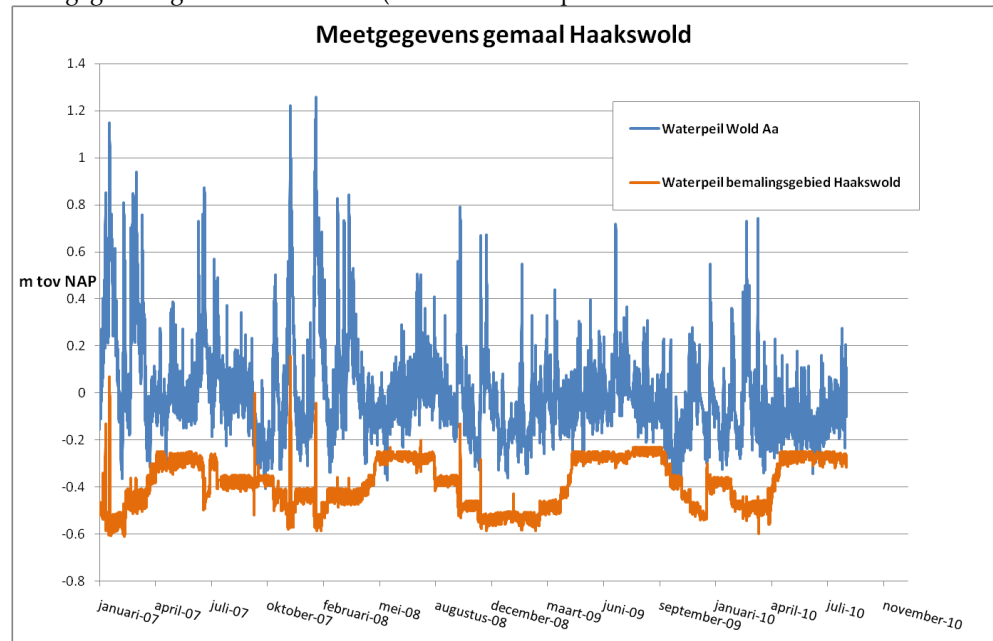
Peilen t.o.v. NAP ter plaatse van het meetpunt Haakswold en het meetpunt Meppelerdiep
(Bron: waterschap Reest en Wieden)



Meetgegevens gemaal Bloemen (Bron: waterschap Reest en Wieden)



Meetgegevens gemaal Haakswold (Bron: waterschap Reest en Wieden)

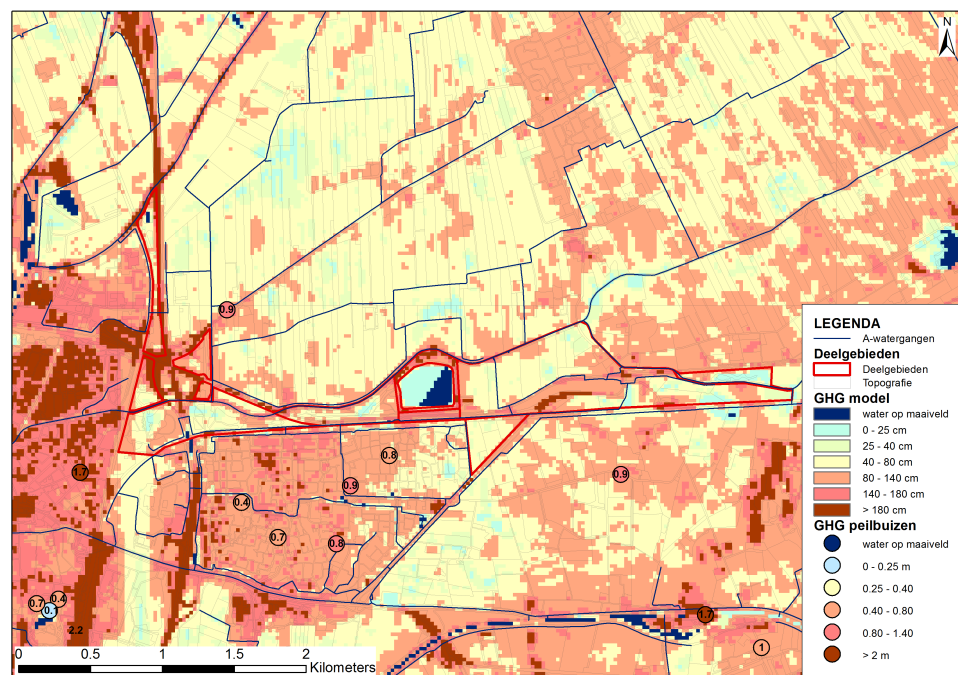


BIJLAGE 6

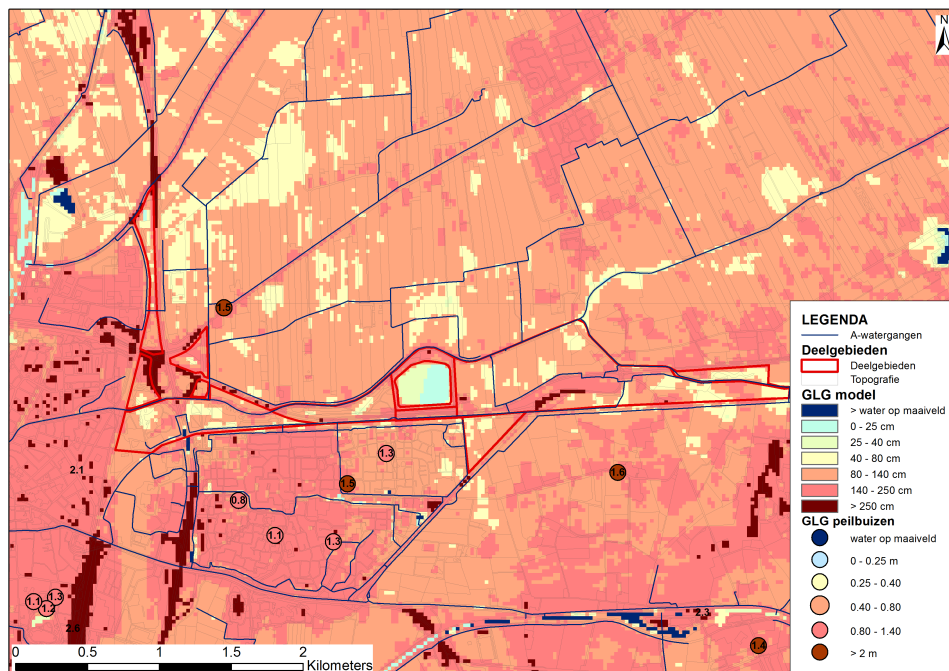
Resultaten grondwater

Huidige situatie

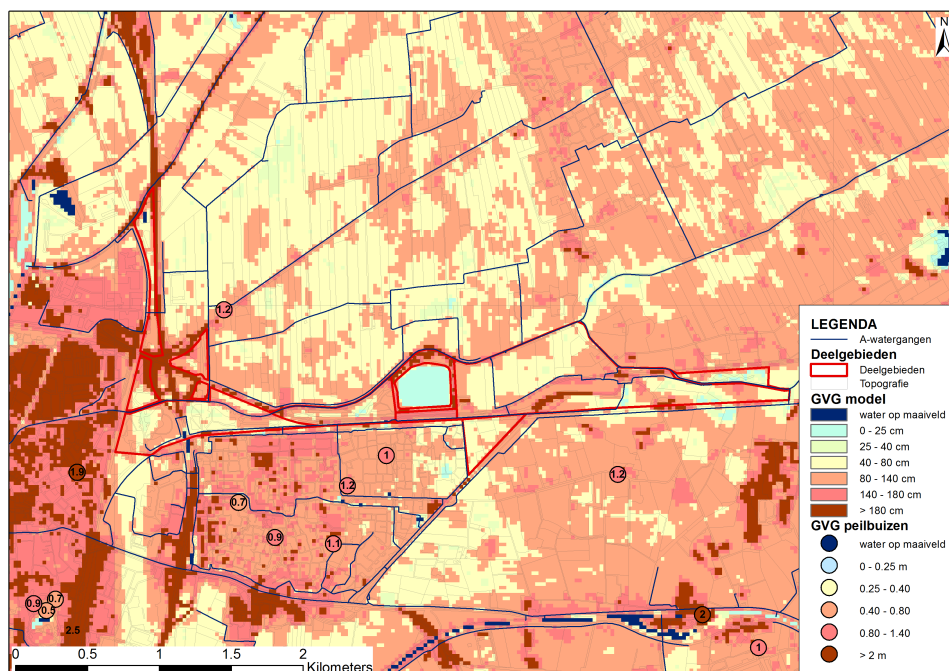
In onderstaande afbeelding zijn de modelresultaten voor de GHG vlakdekkend weer-gegeven, daarnaast geven de bolletjes de gemeten GHG weer (freatische grondwaterstanden modellaag 1).



In onderstaande afbeelding zijn de modelresultaten voor de GLG vlakdekkend weer-gegeven, daarnaast geven de bolletjes de gemeten GLG weer (freatische grondwaterstanden modellaag 1).

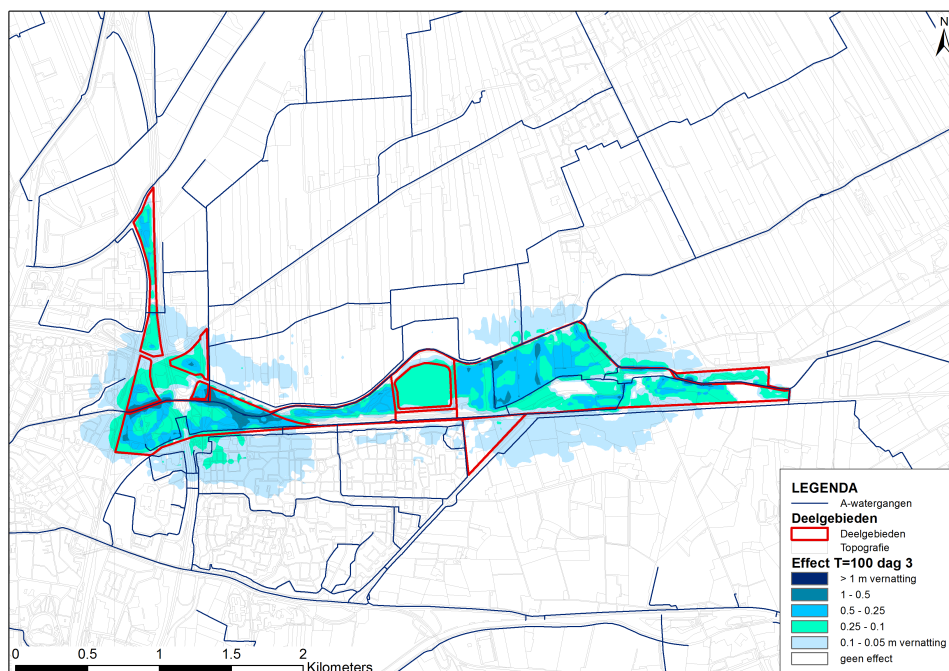
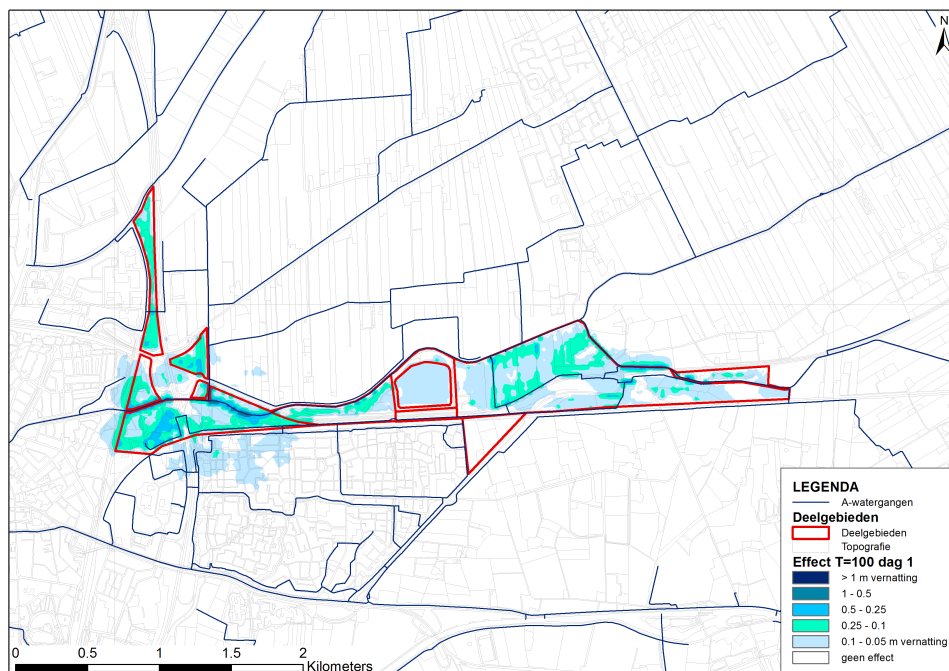


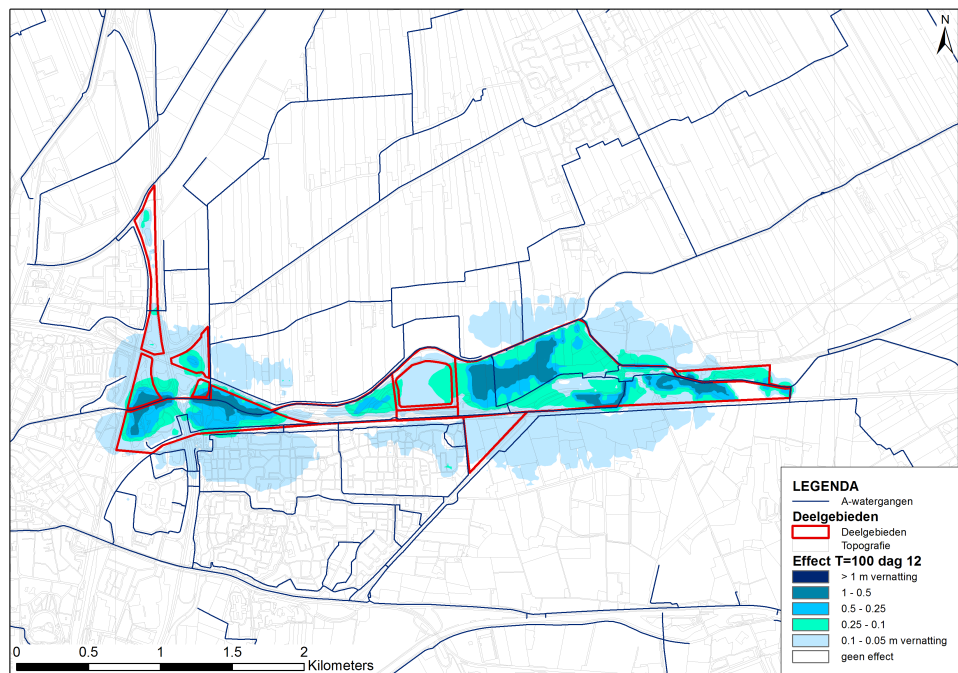
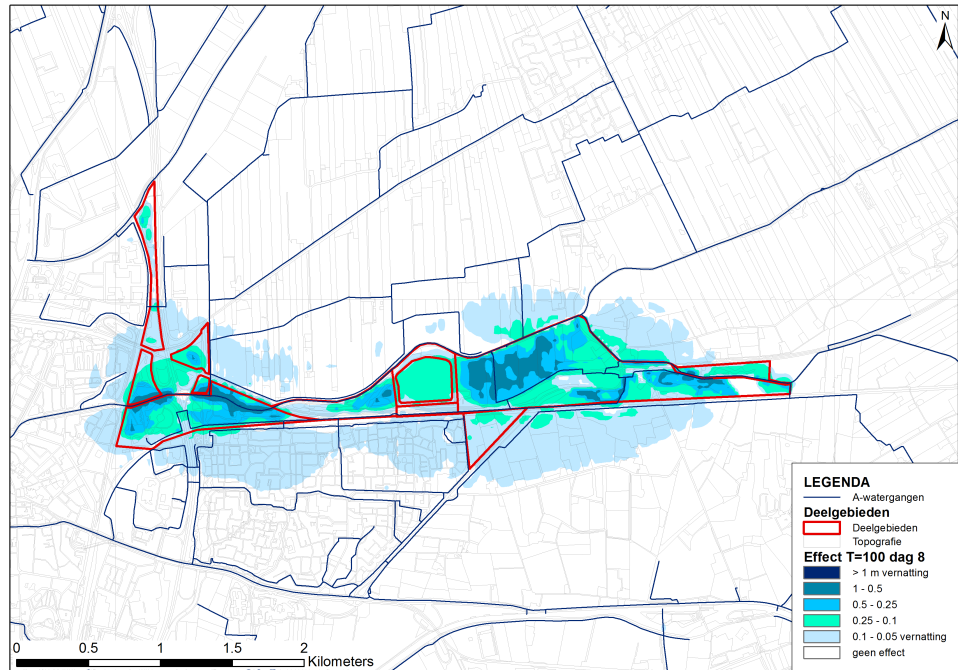
In onderstaande afbeelding zijn de modelresultaten voor de GVG vlakdekkend weer-gegeven, daarnaast geven de bolletjes de gemeten GVG weer (freatische grondwaterstanden modellaag 1).

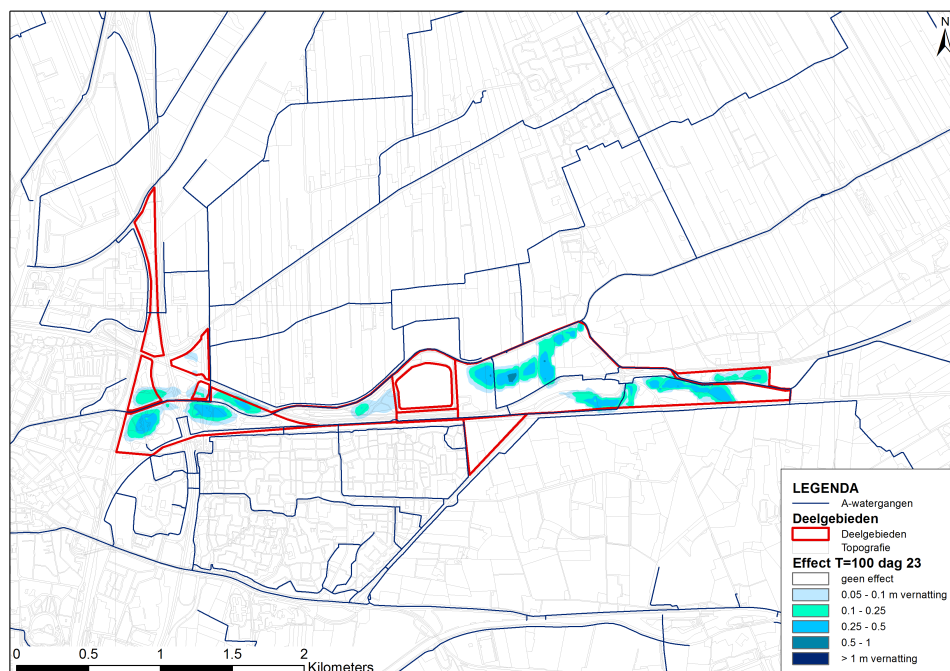
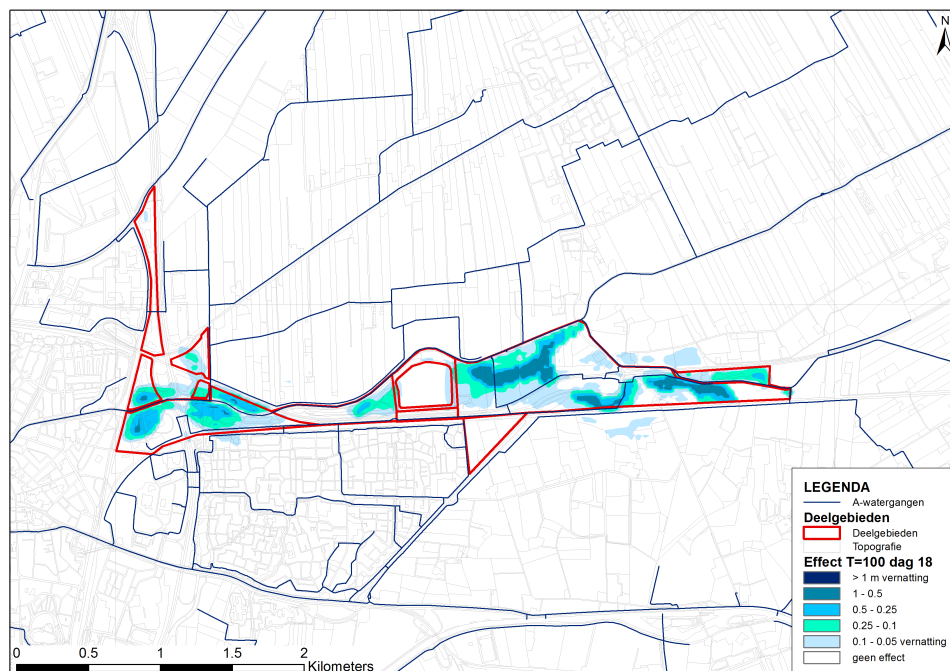


Ruimtelijke Effecten $t=100$ (met berging)

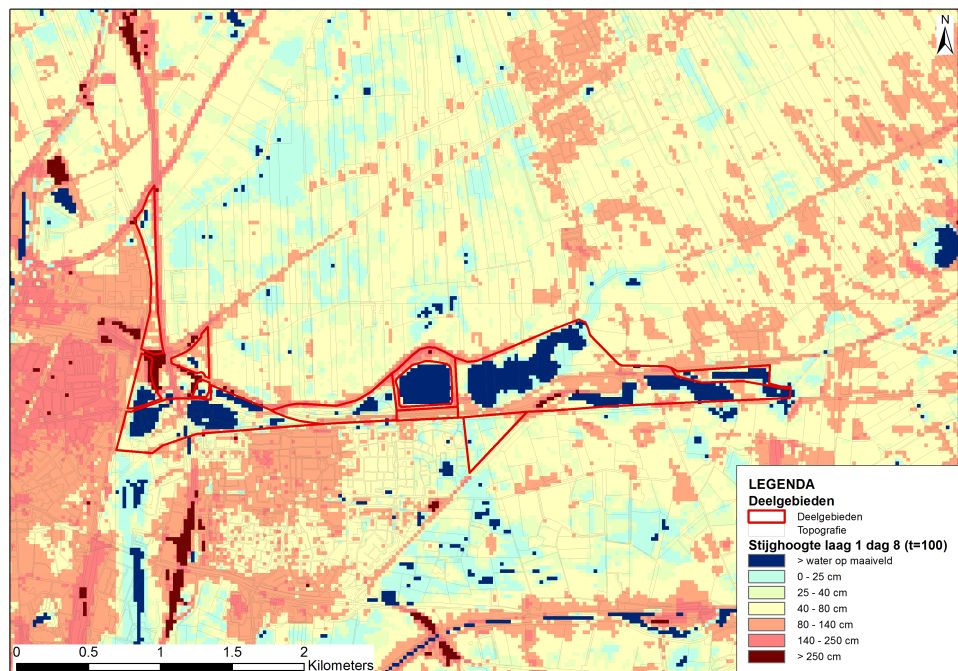
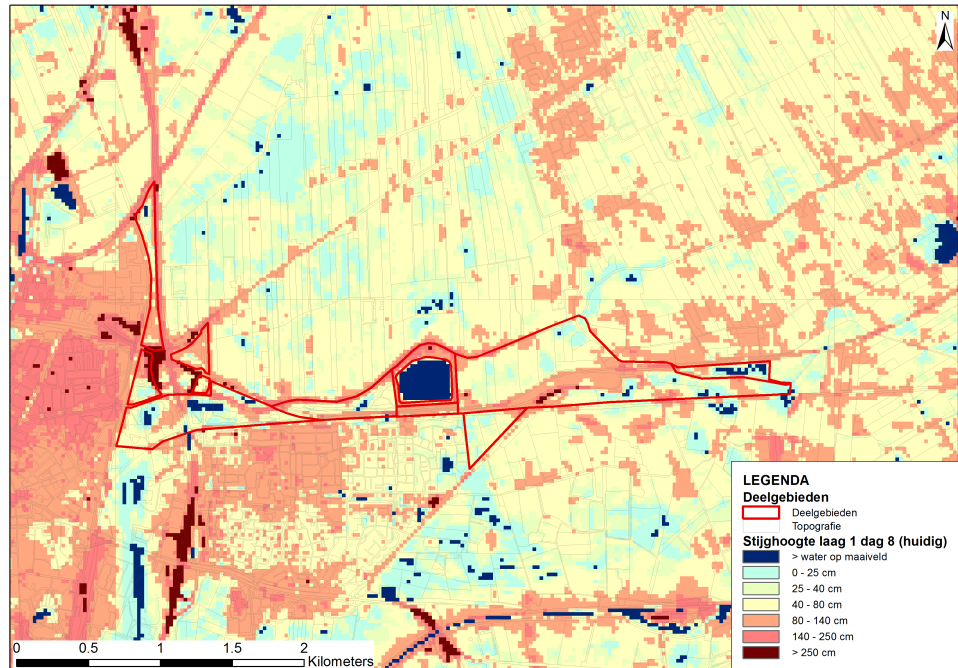
In onderstaande afbeeldingen zijn de freatische effecten (modellaag 1) van een $T=100$ situatie met berging vergeleken met een $T=100$ situatie zonder berging. De effecten zijn op verschillende tijdstippen weergegeven (zie legenda).







In onderstaande afbeeldingen zijn de absolute stijghoogten (modellaag 1) van een huidige situatie en de stijghoogte in een T=100 situatie met berging weergegeven. Te zien is dat de stijghoogten buiten het bergingsgebied nog ruim onder maaiveld liggen. Zeer waarschijnlijk worden de berekende effecten dus niet gedempt door detailontwatering en overland-flow. Te zien is dat de grondwaterstanden in het bergingsgebied in een extreme situatie zonder berging boven maaiveld komen. In de scenarioberekeningen is het in werking treden van overland-flow in het bergingsgebied “uitgezet”.



BIJLAGE 7

Landbouw

Tabel 13

Thema's, factoren en effecten als gevolg van waterberging

Thema	Factor	Effect
	Bodemstructuur	Structuurdegradatie bij lutum of organische stof houdende gronden, afhankelijk van ingesloten lucht (kleigronden) en slibverspoeling (veengronden met kleidek). Alleen als de grond vanuit min of meer drogere omstandigheden snel onder water loopt. Herstel door agressief wortelende gewassen of extra grondbewerking.
	Bodemtemperatuur	Bij te hoge grondwaterstanden of drukhoogte neemt de bewerkbaarheid en daaraan gekoppeld de lengte van het groeiseizoen af. Dit zorgt voor minder opbrengst. Herstel door beheer.
	Lengte groeiseizoen	Temperatuurdaling van de grond en daardoor lagere groeisnelheid of langzamere opwarming van de grond. Afhankelijk van vochtgehalte en weer. Herstel door beheer.
	Bewerkbaarheid van de bodem	Afhankelijk van periode kan de bewerkbaarheid minder zijn als gevolg van inundaties en hoge grondwaterstanden. Grasland heeft voornamelijk hersteltijd nodig.
	Bouwplan	De draagkracht en verkruijmelbaarheid nemen af bij toenemend vochtgehalte. De bewerking van het land moet worden uitgesteld. Herstel door beheer.
	Grondwaterstand en vochtgehalte	Beperkt door latere start van het seizoen. Een eerdere stop in oktober breekt het groeiseizoen af.
Opbrengstderving als gevolg van kwaliteitsverlies	Uitspoeling	Fosfaat kan tijdelijk extra uitspoelen als gevolg verschuiving van evenwicht. Minerale stikstof zal door denitrificatie en uitspoeling uit de bodem verdwijnen. Herstel door extra stikstof bemesting. Inundatie direct na bemesting kan directe af- en uitspoeling van meststoffen veroorzaken
	Bodemleven	Bodemleven is redelijk bestand tegen inundaties die niet te lang duren. Het herstel zal vrij snel gebeuren.
	Ziektekiemen	Ziektekiemen kunnen worden aangevoerd door het water. De kans dat er daardoor meer ziekten ontstaan dan in via de huidige bedrijfsvoering is niet aan te tonen. Controle na inundatie is nodig om hier uitsluitel over te geven.
	Slibkwaliteit	Er kan slib worden afgezet, de hoeveelheid zal in zijn totaliteit waarschijnlijk erg beperkt zijn. Ook hiervan zijn kwalitatief gezien de risico's erg klein.
	Waterkwaliteit	Op basis van de waterkwaliteitsmetingen is het niet aannemelijk dat er dusdanig veel verontreinigingen in het bergingsgebied zullen komen, waardoor de groei van het gewas wordt geremd.
	Mestwetgeving	Inundatie direct na bemesting kan directe af- en uitspoeling van meststoffen veroorzaken. Hierdoor kan opbrengstderving plaatsvinden. Tevens zal door een verkorting van groeiseizoen en / of niet te oogsten gewassen, de benutting van mineralen lager zijn.

Thema	Factor	Effect
Bedrijfsmatige indirecte schade		Er zijn voor de diverse perioden verschillende bewerkingen die uitgevoerd moeten worden om weer tot een goede bedrijfsvoering te komen. Er kan hierbij gedacht worden aan schoonmaakwerkzaamheden, herinzaai van met name grasland en mogelijk extra baggerwerkzaamheden van de watergangen na een inundatieperiode.
Gevolgen voor ketenaansprakelijkheid		Kwalitatief heeft waterberging geen effecten. Vanuit de certificerende instanties kunnen wel bepalingen worden opgenomen die een effect kunnen hebben op de bedrijfsvoering.

Colofon

WATERBERGING ENGELGAARDE

OPDRACHTGEVER:

Waterschap Reest en Wieden

STATUS:

Definitief

AUTEUR:

ir. L.M. van der Toorn MSc

GECONTROLEERD DOOR:

ing. D.E. van Pijkeren

VRIJGEGEVEN DOOR:

ing. D.E. van Pijkeren

9 juni 2011
075569700:0.2

ARCADIS NEDERLAND BV
Het Rietveld 59a
Postbus 673
7300 AR Apeldoorn
Tel 055 5815 999
Fax 055 5815 599
www.arcadis.nl
Handelsregister 9036504

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.