

**Gemeente Kampen:
kwelberekeningen woongebied
Reeve**

23 augustus 2017

Verantwoording

Titel	Gemeente Kampen: kwelberekeningen woongebied Reeve
Opdrachtgever	Gemeente Kampen in samenwerking met BPD ontwikkeling
Projectleider	Bregt Huizenga
Auteur(s)	Marc Steenvoorden
Projectnummer	1250377
Aantal pagina's	50 (exclusief bijlagen)
Datum	23 augustus 2017
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven

Colofon

Tauw bv
BU Water & Ruimtelijke Kwaliteit
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
Telefoon +31 57 06 99 91 1

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Inhoud

Verantwoording en colofon	3
1 Inleiding	7
1.1 Inrichtingsplan	7
1.2 Waterhuishouding	8
2 Grondwatermodellering	9
2.1 Het grondwatermodel	9
2.2 Referentiesituatie	11
2.3 Toekomstige inrichting	12
2.4 Modelaanpassingen	13
3 Modelresultaten	14
3.1 Plansituatie	14
3.1.1 Berekende grondwaterstanden	14
3.1.2 Verandering van kwel en wegzijging (verticale flux in deklaag)	15
3.1.3 Conclusies	16
3.2 Gebiedsafvoer via gemaal Zwartendijk	16
Bijlage(n)	
1 Kaarten plansituatie	
2 Waterbalansen	

1 Inleiding

Gemeente Kampen in samenwerking met BPD ontwikkeling start opnieuw met een bestemmingsplan procedure voor het woningbouwgebied Reeve. Het beoogde woongebied Reeve betreft het gebied tussen de Hanzelijn, de Zwartendijk en de klimaatdijk langs het Reevediep en wordt in het hiernavolgende 'plangebied' genoemd. Momenteel werkt het stedenbouwkundig bureau Delva aan een ontwerp met circa 20 ha oppervlaktewater, mede ten behoeve van de kwelproblematiek in het gebied.

In het kader van de bestemmingsplan procedure dient te worden vastgesteld of het ontwerp niet leidt tot een verslechtering van de waterhuishouding rondom het plangebied. Daarnaast moet worden beoordeeld of de toekomstige ontwateringsdiepte in het plangebied voldoende is.

1.1 Inrichtingsplan

Een deel van het plangebied zal bestemd worden voor woningbouw (max. 600 woningen) en het overige deel van het plangebied behoudt de huidige agrarische functie met bijbehorende waterstructuur. De fasering is weergegeven in figuur 1.1.



Figuur 1.1 – Begrenzing plangebied

1.2 Waterhuishouding

De woningbouw volgt op de gebiedsontwikkeling in het kader van het project IJsseldelta-zuid. Dit project omvat de aanleg van het Reevediep en de verdieping van het zomerbed van de IJssel. Het Reevediep wordt in 2018 opgeleverd en staat op dat moment in open verbinding met het Vossemeer/IJsselmeer. Dit nieuwe oppervlaktewater heeft ook consequenties voor de waterhuishouding in en om het plangebied. Deze effecten zijn beschreven in diverse rapportages die in opdracht van provincie Overijssel zijn opgesteld.

Nadat duidelijk werd dat Reevedorp niet direct zou worden ingericht, en de agrarische functie na realisatie van de bypass dus nog voorlopig intact zou blijven, is in 2013 onderzocht of een alternatieve kwelvoorziening de functie van de recreatieplas zou kunnen overnemen. De beoogde kwelvoorziening betreft een geul met een insteekbreedte van 10 m, waarvan de bodem aansluit op het onderliggende zandpakket. Het streefpeil in het plangebied zou daarbij NAP -0,85 m (vast peil) moeten worden. In 2015 bleek dat ook deze kwelvoorziening vooralsnog niet wordt aangelegd, en zijn door de aannemerscombinatie Isala Delta tijdelijke voorzieningen ontworpen om de waterhuishouding te reguleren tot het moment van herinrichting of een andere oplossing voor dit gebied. De tijdelijke voorzieningen hebben een tweeledig doel: enerzijds een acceptabele grondwaterstand voor de landbouw in het gebied Reevedorp en anderzijds voorkomen dat het landbouwgebied ten noorden van de Hanzelijn vernat. Zonder een vorm van kwelvoorziening zal het achterliggende landbouwgebied namelijk vernatten.

Om de gevolgen van het stedenbouwkundige plan voor de waterhuishouding in en om het plangebied vast te stellen, is een grondwatermodellering uitgevoerd. In het kader van dit onderzoek vormt de autonome ontwikkeling met het Reevediep en de tijdelijke voorzieningen in het plangebied de referentiesituatie. Voor de toekomstige inrichting is gekeken naar de situatie na woningbouw de woningbouw in het westelijke deel van het plangebied.

Deze rapportage bevat een beknopte beschrijving van wijze waarop de grondwatermodellering is uitgevoerd en de modelresultaten.

2 Grondwatermodellering

2.1 Het grondwatermodel

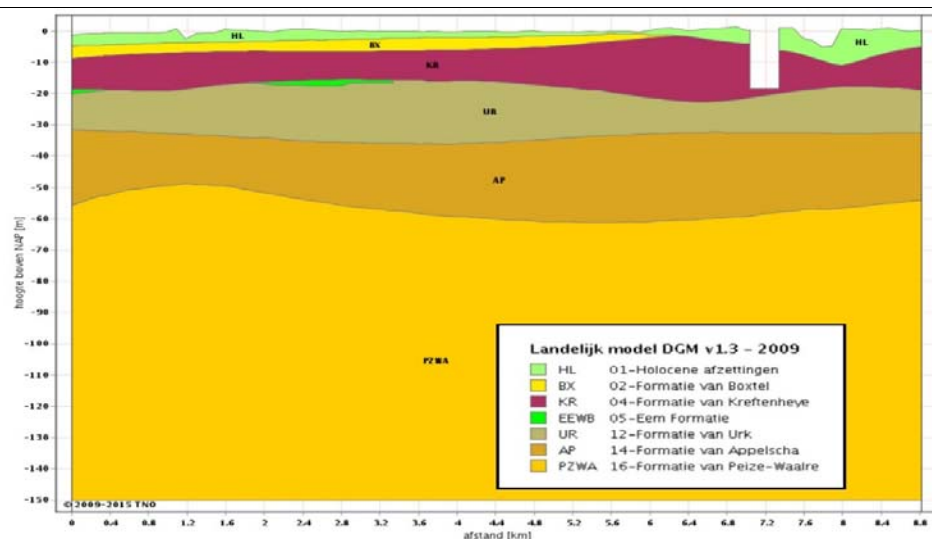
De basis voor de modellering wordt gevormd door het instationaire MIPWA-model, het grondwatermodel dat in de periode 2009-2012 is opgesteld in het kader van het project IJsseldelta-zuid. Belangrijke kenmerken c.q. uitgangspunten van het oorspronkelijke MIPWA-model zijn:

- Resolutie: 25 x 25 m²
- 7 modellagen
- Neerslag en verdamping op basis van dagcijfers
- Reductie grondwateraanvulling in stedelijk gebied in verband met afvoer via verhard oppervlak
- Onttrekkingsdebieten op basis van maandcijfers
- Oppervlaktewaterpeilen op basis van zomer- en winterpeil
- Waterstand op rivieren op basis van gemiddeld peil
- De modelperiode omvat 1995-2004: recentere informatie met betrekking tot onttrekkingen, ontwatering, herontwikkeling/functiewijzigingen, streefpeilen, et cetera ontbreekt in het model

De afmetingen van het totale modelgebied zijn 15 bij 14 km. Binnen dit gebied zijn een aantal verbeteringen doorgevoerd, te weten:

1. De deklaagdikte en deklaagweerstand zijn opnieuw vastgesteld op basis van boorbeschrijvingen
2. De waterlopen in het westelijke deel van het (deel)modelgebied zijn gedetailleerd ingebracht op basis van informatie van waterschappen Zuiderzeeland en Veluwe
3. De doorsnijding van de deklaag door sloten is op enkele plaatsen aangepast
4. De bodemweerstand van het Drontermeer en de IJssel zijn aangepast

De bodem is als volgt geschematiseerd en geparameteriseerd:



Figuur 2.1 Lengteprofiel over het Reevediep.

In tabel 2.1 is de laagopbouw met het bereik van de parameterwaarden (min-max) binnen het modelgebied aangegeven.

Tabel 2.1 Laagopbouw in grondwatermodel

Laag nr.	Modellschematisatie	REGIS II schematisatie	c-waarde (dagen)	KD waarde (m ² /d)
1	L 1 S 1	Deklaag* (Echteld, Nieuwkoop, Naaldwijk)	< 1 - 9200	50 -640.
2	L 2 S 2 #	WVP 1 (Bostel, Kreftenheye) SDL 1 (Eemklei)	< 1 - 970	30-1430
3	L 3 S 3 **	WVP 2a (Drenthe)	< 1 -1430	15-500
4	L 4 S 4 **	WVP 2b (Urk, Appelscha)	< 1	440-8100
5	L 5 S 5	SDL 2 (Peize/Waalre) WVP3 (Peize)	< 1	500-8600
6	L 6 S 6	SDL 4 (Maassluis) WVP 4 (Oosterhout)	1400-22900	750-9100
7	L 7 S 7	Geohydrologische basis		700-12000

Ter plaatse van het woongebied Reeve bedraagt het doorlaatvermogen van het eerste watervoerend pakket circa 450 m²/dag. Bij een laagdikte van 17 tot 20 m, bedraagt de gemiddelde doorlaatfactor van het zand minimaal 20 m/dag.

2.2 Referentiesituatie

De referentiesituatie is gedefinieerd als de situatie na oplevering van het Reevediep in 2018, inclusief de beoogde maatregelen om vernatting in en om het plangebied weg te nemen. Dit betreft de aanleg van een tijdelijke kwelvoorziening, een kwelsloot langs de klimaatdijk en de aanleg van drainage op enkele percelen in het plangebied, zoals weergegeven in figuur 1. Deze maatregelen zijn beschreven in het projectplan 'restontwerpen fase 1 IJsseldelta-Zuid' van 10 juni 2015 (Waterschap Groot Salland), waarbij met modelberekeningen is aangetoond dat de combinatie van maatregelen er voor zorgt dat er geen noemenswaardige effecten op het watersysteem buiten het plangebied zullen optreden.



Figuur 2.2 Referentiesituatie met situering van kwelvoorziening en drainage (bron: projectplan).

2.3 Toekomstige inrichting

Het stedenbouwkundig plan voorziet in de gedeeltelijke inrichting van de projectlocatie. Het noordoostelijk deel van de projectlocatie wordt tijdens dit deel van de inrichting ongemoeid gelaten en behoudt de huidige landbouw functie met het watersysteem volgens de referentie situatie. Water en woongebieden op eilanden worden in het westelijk en zuidelijk deel van de projectlocatie aangelegd. De waterbodembodem bevindt zich op een diepte van NAP -3,35 m, de eilanden variëren in hoogte tussen NAP +0,65 m en +3,3 m. De globale maaiveldhoogte in het plangebied is weergegeven in figuur 2.3. De weergegeven maaiveldhoogte betreft een gemiddelde waarde per woonvlek. Langs het water zal het maaiveld wat lager worden, op de centrale delen wat hoger.



Figuur 2.3 Globale indeling van het plangebied met indicatieve maaiveldhoogten.

2.4 Modelaanpassingen

Het blauw weergegeven watersysteem vervangt het watersysteem van de referentiesituatie, dat bestaat uit sloten, kwelvoorziening en drainage. Verder is de zogenaamde 'overlandflow' (afvoer van grondwater dat eventueel aan het huidige maaiveld uittreedt) binnen het plangebied verwijderd. Voor de bodemweerstand van het nieuwe oppervlaktewater is uitgegaan van 10 dagen bij drainerende werking, en 30 dagen bij infiltrerende werking (infiltratiefactor = 0,33). Door de diepte van het oppervlaktewater doorsnijdt deze de in het plangebied aanwezige deklaag volledig. De waterbodem sluit dus aan op het onderliggende zandpakket. Voor het toekomstige watersysteem in het plangebied geldt een streefpeil van NAP -0,85 m. De afvoer vindt plaats via gemaal Zwartendijk.

Het huidige maaiveld in het plangebied bevindt zich rond NAP 0,0 m. Voor de ophoging van de eilanden wordt uitgegaan van de toepassing van matig fijn tot matig grof zand met een doorlaatfactor van circa 10 tot 15 m/d. In het grondwatermodel is daartoe het doorlaatvermogen van het freatisch pakket verhoogd met 10 m²/d voor de eilanden met maaiveldhoogte tussen NAP +0,65 en +1 m, en 12 of 15 m²/d voor de hoger gelegen eilanden met maaiveldhoogten van NAP +3,3.

Indien voor de ophoging gebruik wordt gemaakt van het materiaal dat vrijkomt bij ontgraving van de waterpartijen, kan het aanwezige zand worden toegepast voor de ophoging tot het niveau van de GHG. Klei- of veenhoudend materiaal heeft een lagere doorlaatfactor en kan worden gebruikt voor de ophoging boven de GHG in tuinen of groenstroken.

Tenslotte is de landgebruiksfunctie in het plangebied gewijzigd in water respectievelijk woongebied. Voor het woongebied is een percentage verhard oppervlak van 40 % aangehouden.

3 Modelresultaten

Met het grondwatermodel is het gedrag van het grondwatersysteem bepaald voor zowel de referentiesituatie als de plansituatie. Beide situaties zijn doorgerekend op basis van de meteorologische omstandigheden in de modelperiode 1995 tot en met 2014. De plansituatie is doorgerekend op basis van de in paragraaf 2.3 vermelde uitgangspunten.

Alle modelresultaten zijn weergegeven in de kaarten van bijlage 1 en 2.

3.1 Plansituatie

3.1.1 Berekende grondwaterstanden

De grondwaterstanden worden berekend in m t.o.v. NAP en is niet afhankelijk van de maaiveldhoogte (zolang deze zich boven de grondwaterstand bevindt). De ontwateringsdiepte wordt bepaald door de maaiveldhoogte te vergelijken met de berekende grondwaterstand, beide in m t.o.v. NAP.

Modeluitvoer vindt plaats op de 14^e en 28^e van elke maand, zodat ruimtelijke beelden van de gemiddeld hoogste en gemiddeld laagste grondwaterstanden (in m +NAP en m –mv) kunnen worden bepaald.

De GHG wordt daarbij berekend uit het gemiddelde van de 3 hoogste grondwaterstanden van elk jaar over een periode van minimaal 8 aaneensluitende jaren. De GLG wordt op overeenkomstige wijze berekend uit de laagste waarden.

Het ruimtelijke beeld van de berekende gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG, in m +NAP) voor de plansituatie is weergegeven in bijlage 1, kaart 5.1. Het beeld van de GLG is weergegeven in kaart 5.2. Uit deze resultaten blijkt dat op de diverse eilanden door het neerslagoverschot in het winterhalfjaar een opbolling van de grondwaterstand optreedt tot circa NAP -0,6 m (GHG). In het zomerhalfjaar zakt de grondwaterstand door het verdampingoverschot uit tot circa NAP -0,9 m.

De berekende veranderingen van de grondwaterstand bij GHG en GLG zijn weergegeven in bijlage 1, kaarten 6.1 en 6.2. Deze resultaten tonen aan dat de effecten alleen binnen de projectlocatie zelf optreden. Het afwisselende beeld van zones met grondwaterstandsverhogingen en –verlagingen bij GHG ontstaat door het dempen van bestaande watergangen en graven van nieuwe. Het verlagingensbeeld bij GLG ontstaat mede door het lagere zomerstreefpeil ten opzichte van de huidige situatie. Bij GLG (zomersituatie) is er een kleine zone ten noordwesten van het plangebied waar enige grondwaterstandsverhoging optreedt. Omdat de

grondwaterstanden in de zomer relatief diep uitzakken, heeft een dergelijke verhoging geen negatieve gevolgen voor de omliggende functies.

De ontwateringsdiepte bij GHG (in m –mv) is weergegeven in bijlage 1, kaart 7.1. Overal in het plangebied bevindt de gemiddeld hoogste grondwaterstand in de wooneilanden zich op meer dan 1,0 m – mv. Er wordt daarmee overal voldaan aan de gewenste ontwateringsdiepte van 1,0 m.

Daarnaast zijn enkele extreem natte situaties in oktober 1998 en maart 2002 op dagbasis doorgerekend om inzicht te krijgen in het gedrag van het grondwatersysteem bij extreme omstandigheden. In oktober 1998 gaat het daarbij om extreme neerslaghoeveelheden, in maart 2002 om extreme opwaaiing op het Vossemeer. Door het sterk instationaire karakter van de grondwaterstroming in deze perioden, kan het moment waarop de hoogste grondwaterstand optreedt van plaats tot plaats verschillen. Daarom is ervoor gekozen om het ruimtelijke beeld van de hoogste grondwaterstand (in m -mv) niet voor één datum te kiezen, maar samen te stellen uit de berekende maxima van tijdreeksen van grondwaterstanden per rekencel binnen de genoemde perioden. De hieruit volgende ontwateringsdiepte is weergegeven in bijlage 1, kaart 7.2. Uit deze resultaten blijkt dat de ontwateringsdiepte in de wooneilanden onder extreme omstandigheden tijdelijk afneemt, met een minimale ontwateringsdiepte van 0,4 m –mv. Buiten het plangebied worden geen effecten verwacht.

3.1.2 Verandering van kwel en wegzijging (verticale flux in deklaag)

Tot slot is de verandering van de kwel/wegzijging (in mm/d) naar het watervoerend pakket berekend.

In bijlage 1 kaart 4.1 is het beeld van kwel en wegzijging in de referentiesituatie weergegeven. De verticale flux in de deklaag wordt enerzijds bepaald door het verschil tussen de freatische grondwaterstand en stijghoogte in het watervoerend pakket, en anderzijds door de weerstand die de deklaag biedt tegen verticale grondwaterstroming. Rondom het plangebied is overwegend sprake van wegzijging. In noordoostelijke richting neemt de wegzijging af en treedt een geleidelijke omslag op naar kwel. In het plangebied zelf valt de kwel op naar de meest zuidelijke kwelsloot en het afvoerkanaal.

Kaart 8.1 in bijlage 1 laat de kwel/wegzijging in de plansituatie zien. In het zuidoostelijke deel van het plangebied wordt veel kwel afgevangen. In het noord-westelijke deel treedt daarentegen enige wegzijging op.

De verandering van de kwel/wegzijging is weergegeven in bijlage 1, kaart 8.2. Uit deze resultaten blijkt dat de effecten buiten het plangebied minimaal zijn.

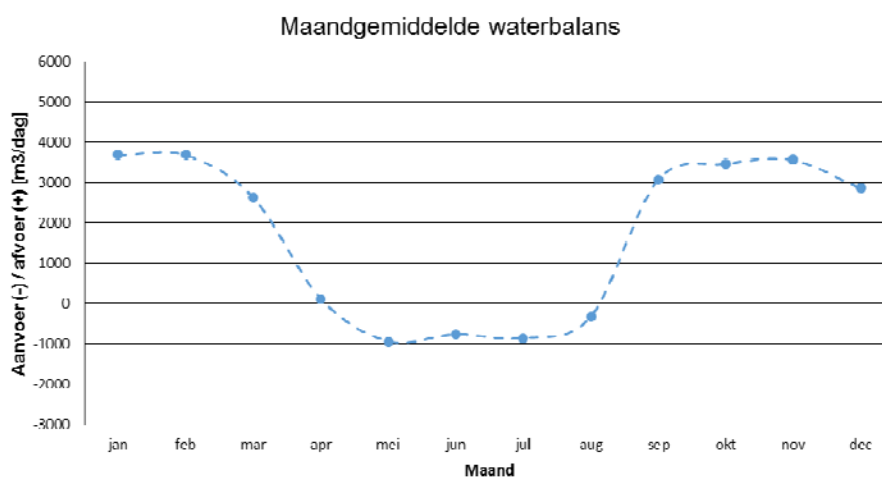
3.1.3 Conclusies

Het stedenbouwkundig ontwerp voor woningbouw leidt bij de gekozen uitgangspunten niet tot ongewenste effecten op het grondwatersysteem. De gevolgen van het dempen van bestaande waterlopen en graven van nieuwe waterpartijen met een iets lager streefpeil compenseren elkaar binnen het plangebied. De ontwateringsdiepte in het plangebied bij gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) is voldoende. Er worden geen ongewenste effecten buiten het plangebied verwacht.

3.2 Gebiedsafvoer via gemaal Zwartendijk

Om de gebiedsafvoer naar het zuidoostelijk gelegen gemaal te beoordelen, zijn instationaire waterbalansen opgesteld van de modelberekeningen. De waterbalanstermen betreffen afvoer van grondwater (inclusief kwel) via watergangen, drains en overlandflow. Hemelwaterafvoer via verharde oppervlakken ontbreekt in de waterbalans omdat deze niet door het grondwatermodel wordt berekend. Voor de beoordeling van de gemaalcapaciteit dient deze term bij de berekende afvoerdebieten te worden opgeteld. In het kader van deze studie is echter alleen naar de afvoer van grondwater gekeken.

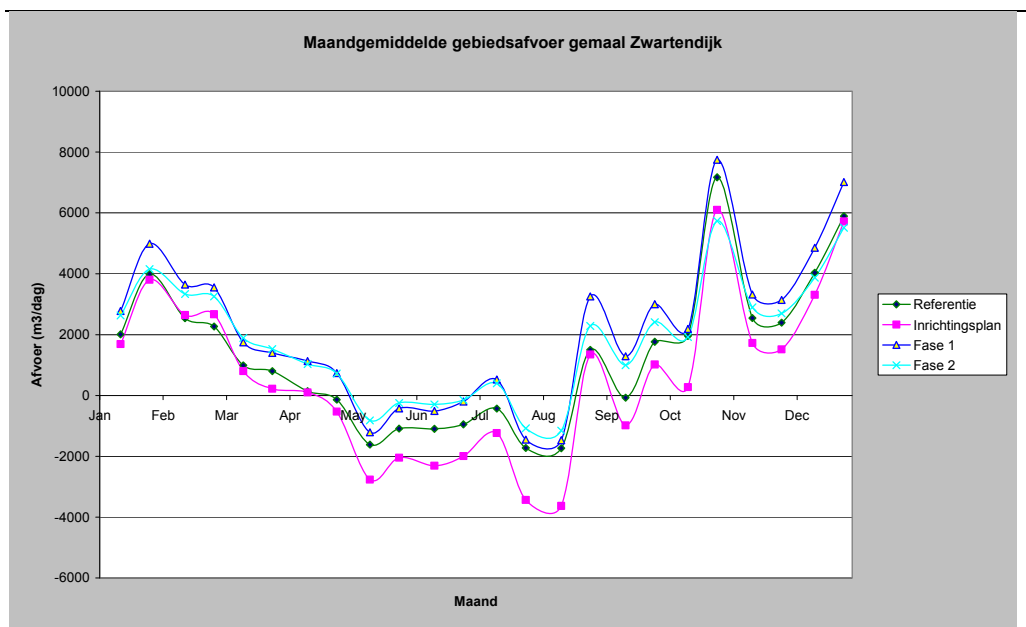
De instationaire waterbalansen voor de gehele modelperiode (1995-2004) zijn weergegeven in bijlage 2. In figuur 3.1 zijn de maandgemiddelden van de waterbalansen van de plansituatie weergegeven. De grafiek geeft steeds de totale afvoer weer van de afwateringseenheid Zwartendijk (het volledige plangebied plus de oostelijke zone tot aan de Zwartendijk).



Figuur 3.1 – Maandgemiddelden waterbalans.

Er is veelal sprake van een netto wateraanvoer in het plangebied tijdens de zomerperiodes. Om een constant streefpeil te hanteren binnen het plangebied dient daarom tijdens de zomerperiodes water aangevoerd te worden naar het plangebied. Tijdens het winterhalfjaar is er sprake van netto afvoer uit het plangebied via het gemeaal Zwartendijk. Op basis van de gemiddelde maanddebieten bedraagt de gemiddelde winterafvoer 5.000 m³/dag (60 l/s). Uit de grafieken in bijlage 2 blijkt dat het debiet op dagbasis aanzienlijk hoger kan liggen, tot circa 20.000 m³/dag bij ontwikkeling van de plansituatie en handhaving van het agrarische landgebruik elders in het plangebied. Bij de bepaling van de gebiedsafvoer is geen rekening gehouden met berging in het oppervlaktewatersysteem (worst-case afvoer).

De berekende gebiedsafvoer is vergeleken met de resultaten voor het oorspronkelijke inrichtingsplan 2011 (ontwerp met de "Reeveplas") en de resultaten voor de alternatieve kwelvoorziening Reeve 2013 (voortzetting huidige agrarische bestemming inclusief een 10 m brede centrale kwelvoorziening). De bekende afvoer voor deze eerdere scenario's zijn weergegeven in figuur 3.2.



Figuur 3.2 – Maandgemiddelden waterbalans voor inrichtingsvarianten in 2011 en 2013.

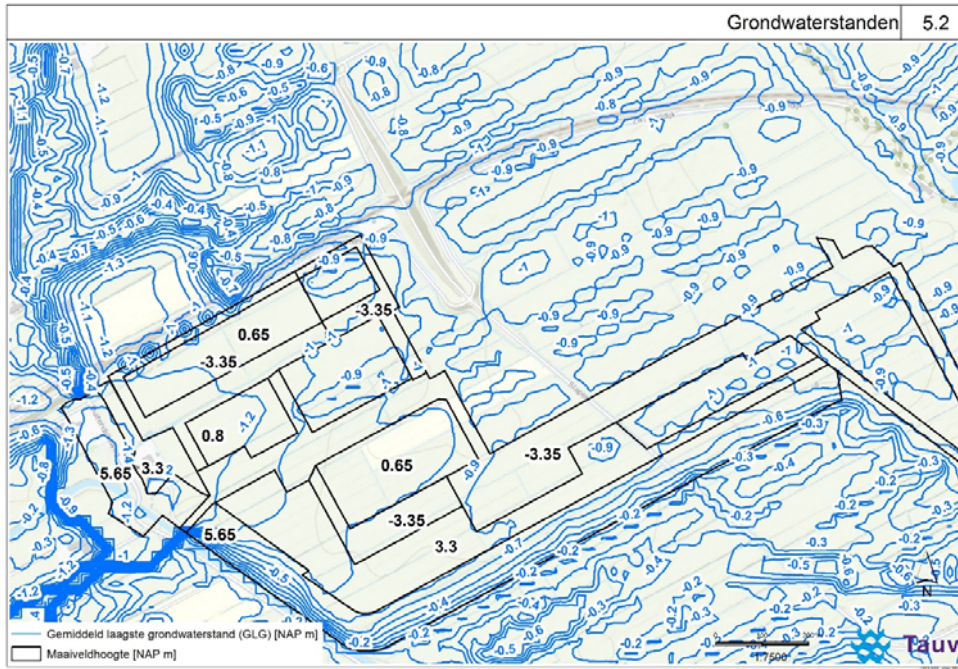
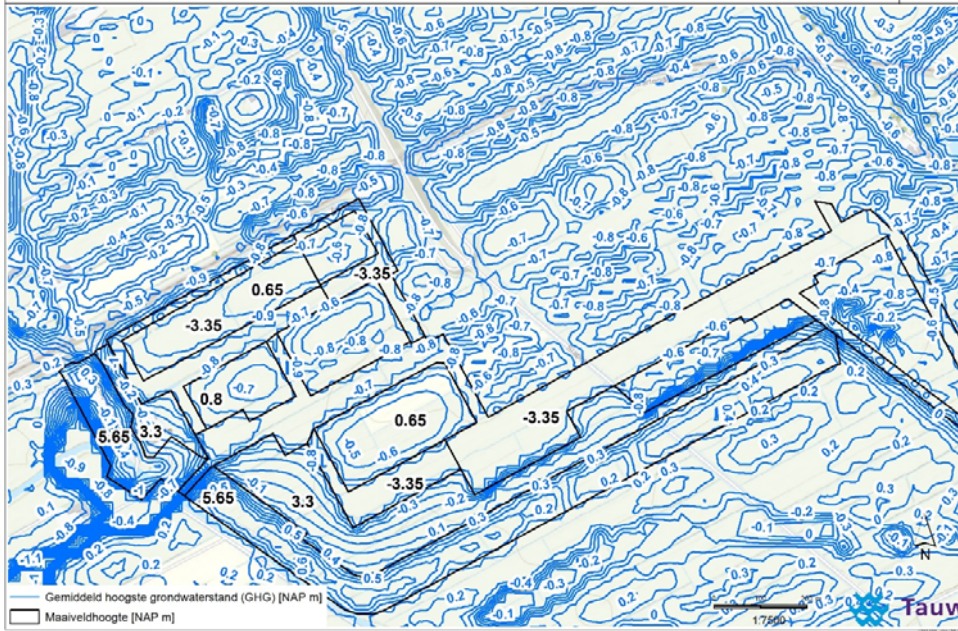
Voor de eerder doorgerekende scenario's varieert de maandgemiddelde afvoer tussen -4.000 (aanvoer) en +7.000 m³/dag. De berekende afvoer voor de huidige woningbouwphase (-1.000 tot +4.000) is minder extreem dan de eerdere beschouwde scenario's.

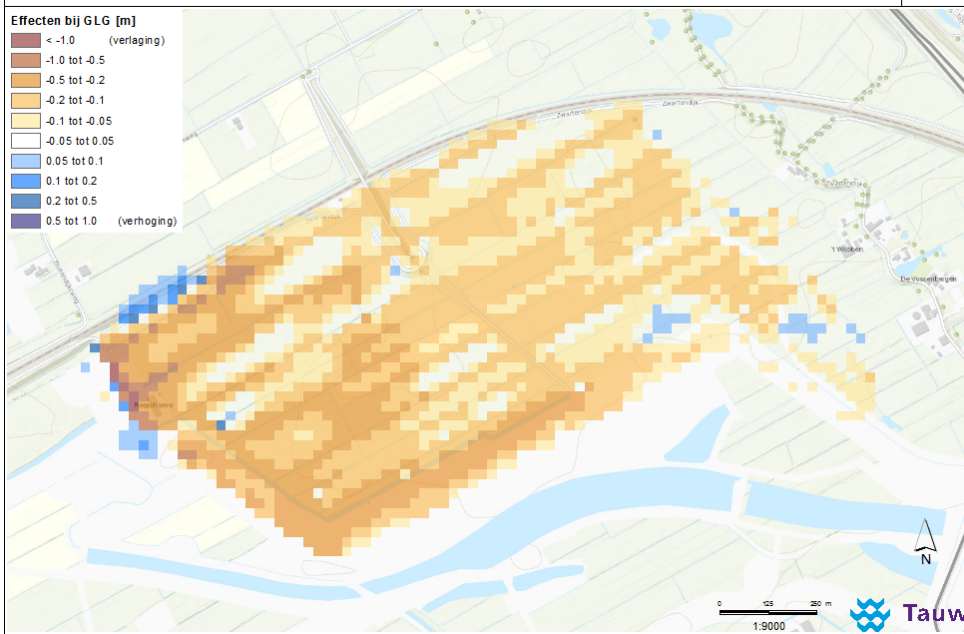
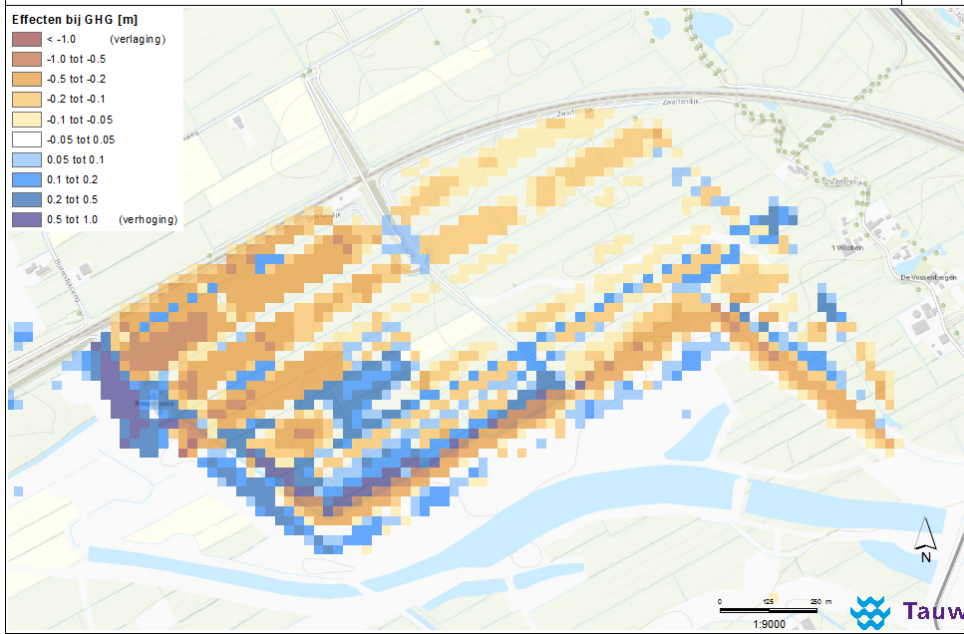
Kenmerk R001-1250377MGS-wga-V03-NL

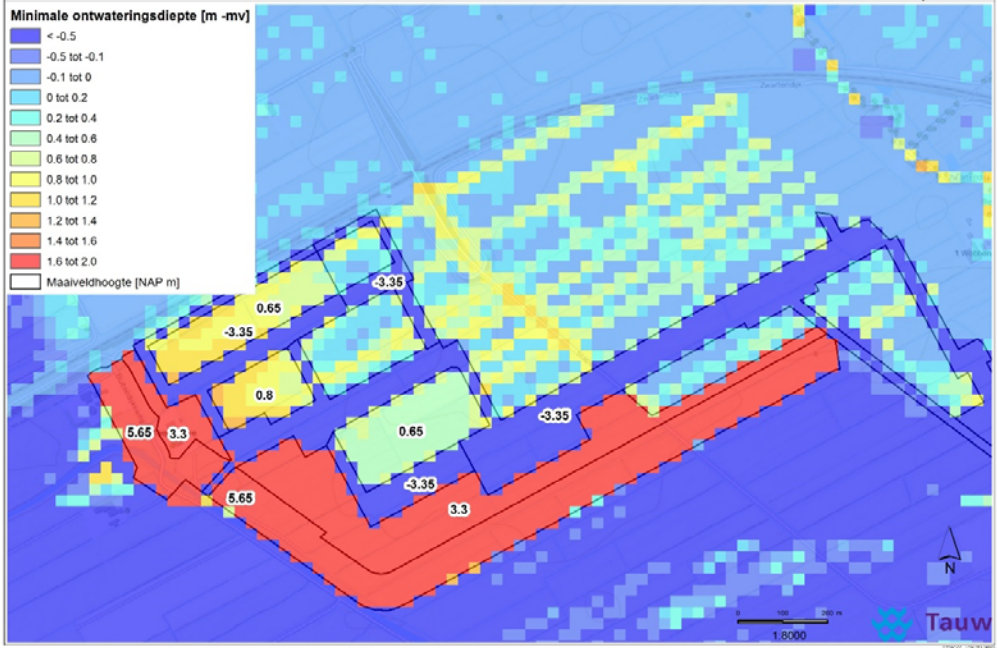
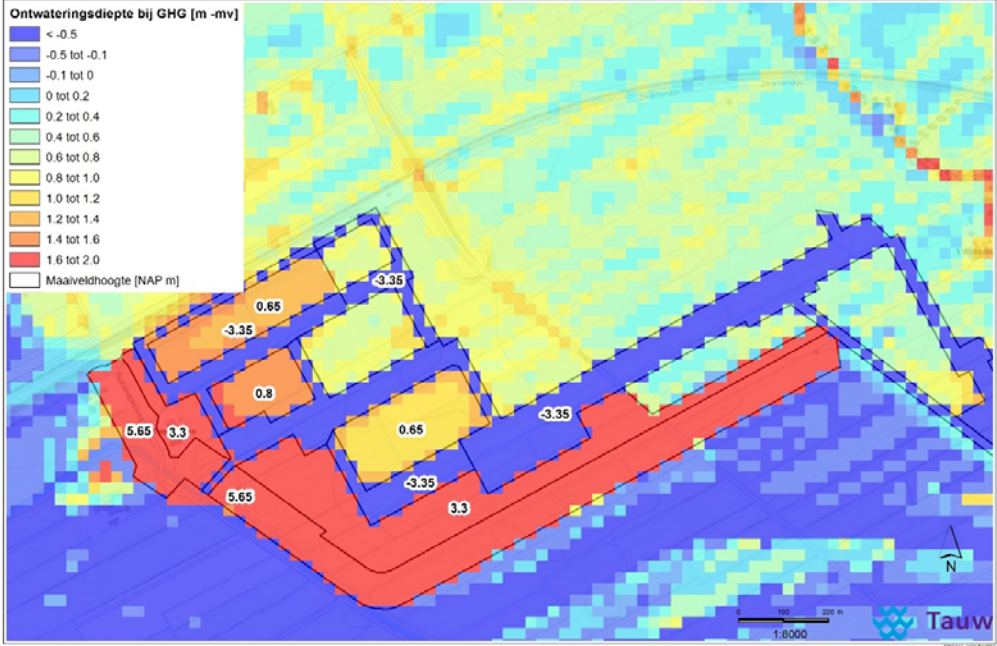
Bijlage

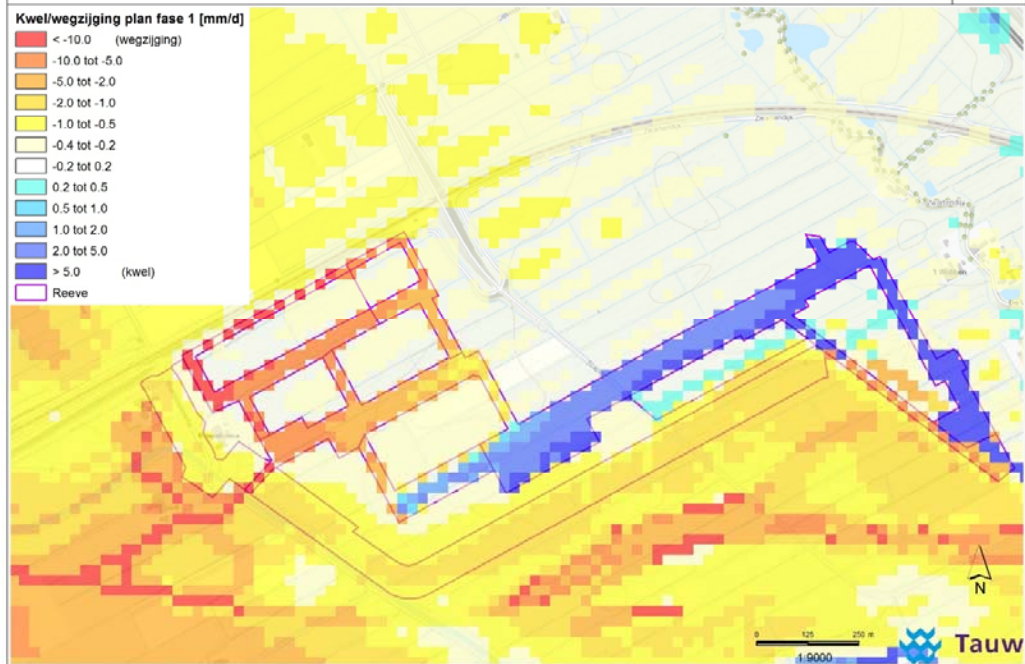
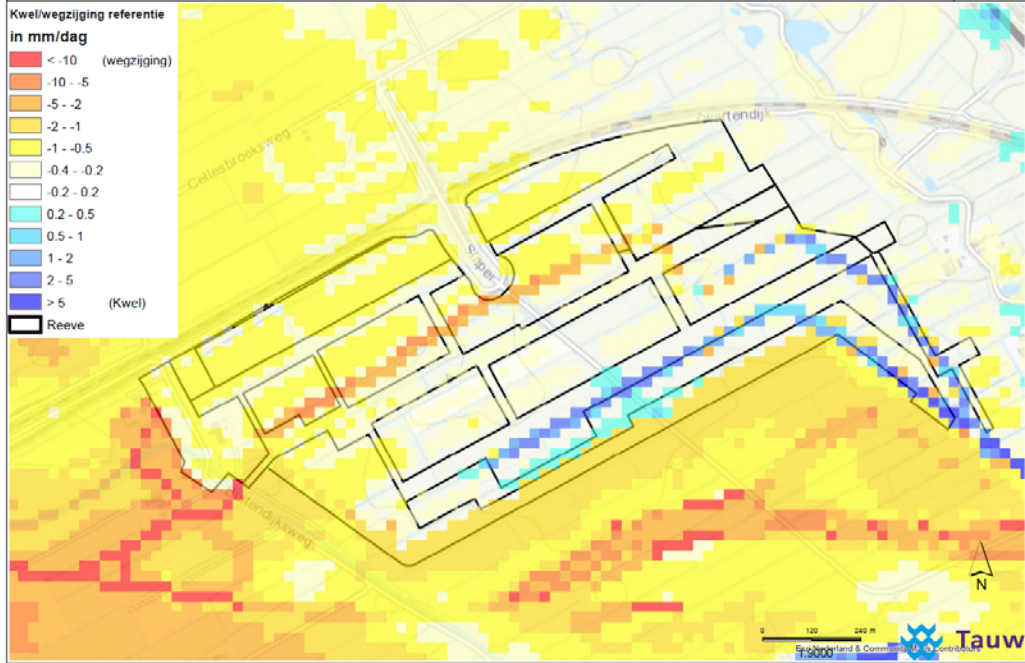
1

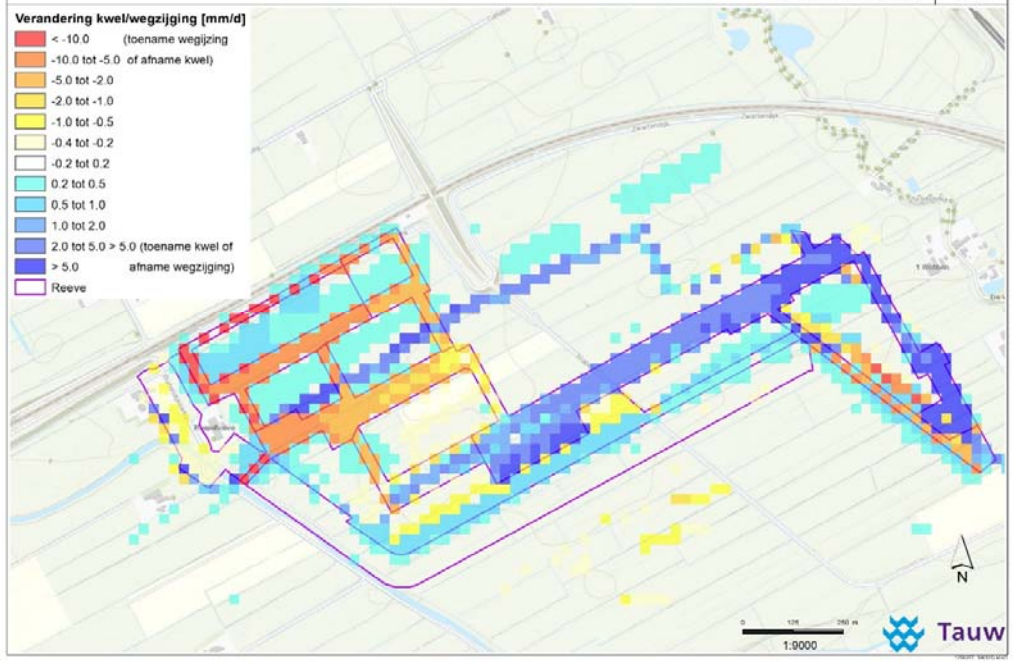
Kaarten plansituatie











Bijlage

2

Waterbalansen

Waterbalans polygoon:0000001
Waterbalans rivieren en drains fase 1

Oppervlak polygoon: 148 ha

