


CSO

**Hydrologisch onderzoek Deester
Kaap**

Witteveen+Bos
Willemstraat 28
postbus 3465
4800 DL Breda
telefoon 076 523 33 33
telefax 076 514 44 42

Hydrologisch onderzoek Deester Kaap

referentie	projectcode	status
DEE2-4/sipb/009	DEE2-4	definitief 04
projectleider	projectdirecteur	datum
drs.ing. A. Balla	prof.dr.ir. F.H.L.R. Clemens	18 juni 2010

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	drs.ing. A. Balla	

Witteveen+Bos
Willemstraat 28
postbus 3465
4800 DL Breda
telefoon 076 523 33 33
telefax 076 514 44 42

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
2. UITGANGSPUNTEN	2
2.1. Bodemopbouw	2
2.2. Bodemkundige situatie	3
2.3. Waterhuishoudkundige situatie	3
2.4. Grondwaterstanden en stroming	4
2.5. Zandwinning	4
2.6. Overige ontwikkelingen	6
2.7. Rekenscenario's	6
3. GRONDWATERMODEL	7
3.1. Historie model	7
3.2. Modelvarianten	7
3.2.1. Langjarig model	7
3.2.2. Gemiddelde situatie	7
3.2.3. Hoogwatergolf	8
3.3. Validatie model	9
3.4. Validatie lokale situatie	9
3.5. Validatie hoogwater model	9
3.6. Topsysteem	9
3.7. Oppervlaktewater	10
4. REFERENTIE SITUATIE	11
5. HYDROLOGISCHE EFFECTEN	12
5.1. Theoretisch effect zandwinning	12
5.2. Berekende effecten	14
5.3. Waterpeil in plassen	15
5.4. Noodzaak maatregelen in de omgeving	16
6. CONCLUSIES	17
7. LITERATUUR	19

laatste bladzijde	19
-------------------	-----------

bijlagen	aantal bladzijden
I Topografie	4
II Model kalibratie	5
III Validatie hoogwater model	8
IV Referentiesituatie	6
V Effect hoogwatergolf	6
VI Effect extremen	8
VII Effect kwel en infiltratie onder gemiddelde omstandigheden	3

1. INLEIDING

kader

Ten zuiden van de kern Deest is een nieuwe zandwinplas voorzien met (kleinschalige) natuurontwikkeling en recreatievoorzieningen. In bijlage I is een topografische kaart opgenomen, waarop ook het plangebied is weergegeven. CSO stelt voor de realisatie van de ontwikkeling een nieuw bestemmingsplan op. In het bestemmingsplan dient een waterparagraaf opgenomen te worden, waarin aangegeven wordt op welke wijze bij de ontwikkeling rekening is gehouden met de uitgangspunten voor duurzaam waterbeheer. Hiervoor voert Witteveen+Bos een hydrologische studie uit, waarbij gebruik gemaakt wordt van eerdere onderzoeken gedaan door Witteveen+Bos. De belangrijkste onderzoeken betreffen hierbij:

- hydrologisch onderzoek zandwinplas Deest-Zuid (opgesteld vanuit het oogpunt van de woningbouwontwikkeling Deest-Zuid, d.d. 8 mei 2009, voor de zandwinplas Deester Kaap wordt in dit rapport de benaming Deest-Zuid aangehouden);
- waterhuishoudkundig plan woningbouwontwikkeling Deest-Zuid (d.d. 26 maart 2009);
- geohydrologisch onderzoek kwelmaatregelen Afferdensche en Deestsche Waarden (d.d. 1 mei 2009);
- geohydrologisch effectonderzoek zandwinning Geertjesgolf (d.d. 27 augustus 2007).

De verzamelde kennis in deze projecten wordt door Witteveen+Bos ingebracht in dit onderzoek. Er wordt namelijk hetzelfde geohydrologische basismodel gebruikt als bij het onderzoek naar zandwinning Geertjesgolf (project 2007) en Deester Kaap (project 2009, waarbij voor de zandwinplas Deester Kaap in het rapport nog de benaming Deest-Zuid aangehouden wordt). Daarnaast heeft een validatie van het model plaatsgevonden, waarbij ook gebruikt is van de inzichten bij de validatie van het grondwatermodel voor Afferdensche en Deestsche Waarden voor een hoogwatergolfsituatie. Bovendien is het project in de Afferdensche en Deestsche Waarden meegenomen als autonome ontwikkeling in het onderhavige rapport, waarbij ook rekening is gehouden met mitigerende maatregelen die voor dat project zijn benoemd in het onderzoek naar de kwelmaatregelen. Voor de invoer van het project Afferdensche en Deestsche Waarden is gebruik gemaakt van het in 2009 uitgevoerde geohydrologische onderzoek naar de kwelmaatregelen. Verder zijn resultaten van de berekeningen in de voorliggende studie vergeleken met de resultaten van de berekeningen bij Geertjesgolf.

doel

Het doel van de voorliggende studie is om de eerdere studie van de zandwinplas Deester Kaap te actualiseren met de nieuwste inzichten en ontwikkelingen. Tenslotte dient in beeld gebracht te worden welke compenserende/mitigerende maatregelen eventueel nodig zijn.

leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten van de studie beschreven. Hoofdstuk 3 bevat een beschrijving van het gebruikte grondwatermodel. In hoofdstuk 4 is de huidige situatie beschreven. De hydrologische effecten van de scenario's zijn in hoofdstuk 5 beschreven. Het rapport eindigt met de conclusies in hoofdstuk 6.

2. UITGANGSPUNTEN

2.1. Bodemopbouw

Het gebied tussen Maas en Waal maakt deel uit van het rivierenlandschap. Meer dan 10.000 jaar geleden was het gebied een breed rivierdal (oerstroombal) van de rivieren Rijn, Maas en Waal. Deze rivieren voerden grote hoeveelheden klei en zand mee in hun water. Deze sedimenten bleven achter in het gebied. Vanaf circa 8.000 jaar geleden steeg de zeespiegel. Hierdoor ontstonden langzamer stromende meanderende rivieren. Bij hoge afvoeren traden overstromingen op. Het zwaardere zandige en grindige sediment bezonk direct langs de rivier (huidige oeverwallen), op grotere afstand waar het water minder snel stroomde bezonken de fijne kleiige deeltjes (komgebieden).

Geologisch gezien ligt het projectgebied in de Slenk van Venlo: een tektonisch verlaagd gebied dat begrensd wordt door de Gravebreuk in het (zuid)westen en de Grensbreuk in het oosten.

De ondergrond die door deze processen is ontstaan kan worden ingedeeld in formaties die de verschillende afzettingmilieus van de sedimenten weergeven. Daarnaast kunnen deze sedimenten worden ingedeeld naar goed en minder goed doorlatende afzettingen die bepalend zijn voor de grondwaterstroming. In tabel 2.1 is de geologische en geohydrologische schematisatie van het projectgebied weergegeven (TNO 2009). De parameters in de rechter kolom zijn de waarden in het gekalibreerde model.

tabel 2.1. Geohydrologische schematisatie (slecht doorlatende lagen zijn grijs weergegeven)

diepte (m-mv)	formatie/lithologie	geohydrologie	bodemparameter in model
0-4	Betuwe/rivierklei	deklaag ¹	C= 50-500 dagen ¹
4-15	Kreftenheye, Sterksel en Veghel/grof zand en grind	eerste watervoerende pakket	kD= 700-1.100 m ² /dag
15-17	Kedichem/Tegelen/klei, niet overal aanwezig	scheidende laag	C= 25-500 dagen
17-45	Kedichem/Tegelen/grof zand en grind	tweede watervoerende pakket	kD= 1.100-1.400 m ² /dag
45-?	Tegelen klei	scheidende laag	
?-80	Tegelen zand	derde watervoerende pakket	kD= 800 m ² /dag
>80	Breda/Oosterhout/fijn zand/klei	geohydrologische basis	C= ∞

¹ De weerstand van de deklaag is afhankelijk van het voorkomen van zandbanen in de ondergrond, zie tabel 2.2.

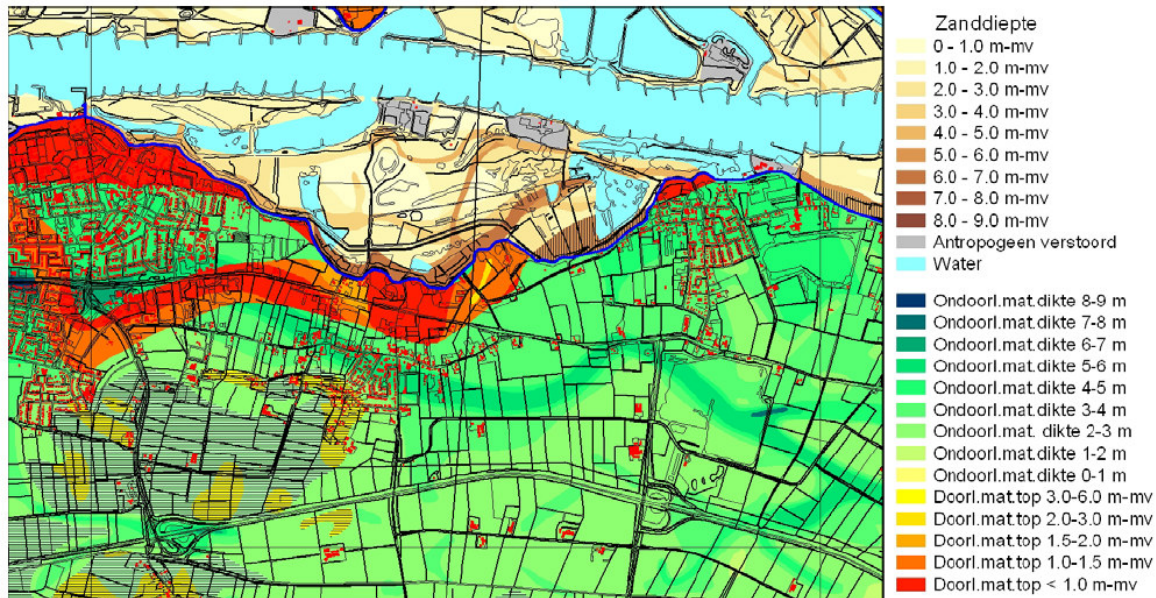
De weerstand van de deklaag is afhankelijk van het voorkomen van zandbanen in de ondergrond. Op basis van de zandbanenkaart (provincie Gelderland) kan een schatting worden gemaakt van de weerstand van de deklaag. In tabel 2.2 en afbeelding 2.1 is dit weergegeven. Hierin is als weerstand voor de deklaag 50 dagen per meter dikte aangehouden. In het gebied is sprake van een deklaag tot 4 m dikte (wat ook blijkt uit de zandbanenkaart). Hieronder ligt het eerste watervoerend pakket.

tabel 2.2. Weerstand deklaag gebaseerd op voorkomen zandbanen

omschrijving zandbanenkaart	dikte deklaag (m)	weerstand (dagen)
ondoorlatend materiaal dikte 9-10 m	9,50	475
ondoorlatend materiaal dikte 8-9 m	8,50	425
ondoorlatend materiaal dikte 7-8 m	7,50	375
ondoorlatend materiaal dikte 6-7 m	6,50	325
ondoorlatend materiaal dikte 5-6 m	5,50	275
ondoorlatend materiaal dikte 4-5 m	4,50	225
ondoorlatend materiaal dikte 3-4 m	3,50	175
ondoorlatend materiaal dikte 2-3 m	2,50	125
ondoorlatend materiaal dikte 1-2 m	1,50	75
ondoorlatend materiaal dikte 0-1 m	1,00	50
doorlatend materiaal top 3,0-6,0 m-mv	4,50	225
doorlatend materiaal top 2,0-3,0 m-mv	2,50	125

omschrijving zandbanenkaart	dikte deklaag (m)	weerstand (dagen)
doorlatend materiaal top 1,5-2,0 m-mv	1,75	87,5
doorlatend materiaal top 1,0-1,5 m-mv	1,25	62,5
doorlatend materiaal top < 1,0 m-mv	1,00	50,0

afbeelding 2.1. Zandbanenkaart



2.2. Bodemkundige situatie

De bodem in de omgeving van de geplande zandwinplassen bestaat vrijwel geheel uit rivierkleigronden: poldervaaggronden en ooivaaggronden. De oeverwallen langs de Waal bestaan uit zavel en lichte klei. De komgronden die centraal in het gebied liggen bestaan uit lichte en zware klei. Lokaal komen rivierstuifduinen voor, die geheel uit zand bestaan. Vanwege de relatief hoge ligging en betere ontwatering van de rivierduinen en oeverwallen werden deze gronden als eerste in gebruik genomen voor bebouwing. De woonkernen in de omgeving zijn dan ook, vrijwel zonder uitzondering, gelegen op de oeverwallen en rivierduinen.

De maaiveldhoogte is weergegeven in bijlage I. De maaiveldhoogte in de directe omgeving van de zandwinplas ligt tussen de NAP + 5,5 m en NAP + 8,0 m.

2.3. Waterhuishoudkundige situatie

De geplande zandwinplas is gelegen in het oosten van het bemalingsgebied Quarles van Ufford. Dit bemalingsgebied watert af op de Maas via het gelijknamige gemaal bij Alphen, via de Oude Wetering/Broekse Leigraaf/Rijkse Wetering/Grote Wetering die vanaf Bergharen als centrale watergang door het gebied loopt. Het grootste deel van het jaar kan afwatering onder vrij verval op de Maas plaatsvinden. Gedurende een klein deel van het jaar wordt bij hoge waterstanden in de Maas bemaling toegepast.

In het oosten van het bemalingsgebied vindt aanvoer plaats vanuit het aangrenzende bemalingsgebied Bloemers. Ook vindt wateraanvoer plaats via opjager 't Haasje. De geplande zandwinplas ligt in peilvak 14 met respectievelijk zomer- en winterpeilen van NAP + 5,75 m/5,60 m.

Aan de zuidzijde van de nieuwe plas bevinden zich De Uivermeertjes en de nog te ontgraven plassen van Geertjesgolf. Aan de noordzijde van de nieuwe plas bevindt zich, naast de bebouwing van Deest,

de bestaande plas Ganzekuil. Deze plassen zijn aangegeven op kaart in bijlage I. Tussen de huidige bebouwing van Deest en de nieuwe plas zal de nieuwe woonwijk Deest-Zuid worden ontwikkeld.

Deze peilen gaan ook gelden voor de nieuwe watergangen welke in het gebied zijn gepland.

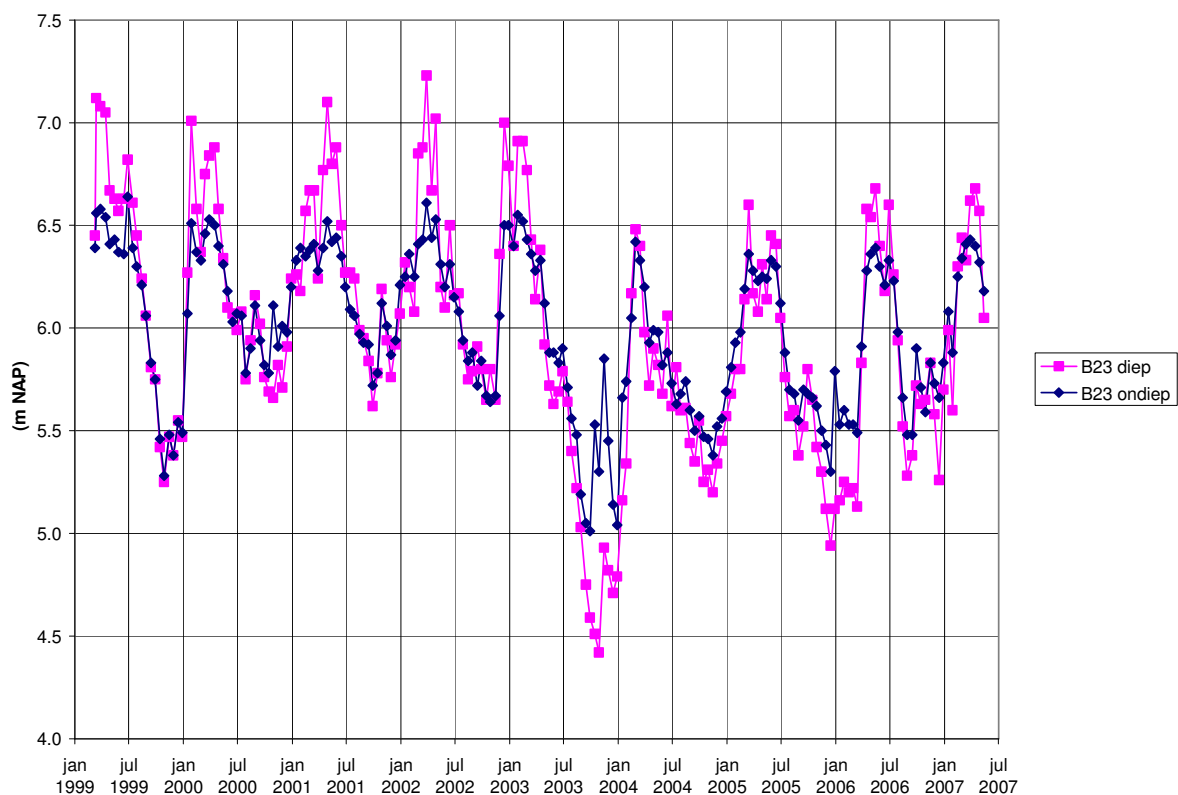
2.4. Grondwaterstanden en stroming

De freatische grondwaterstand en stijghoogte worden in het gebied waargenomen via peilbuizen welke zijn opgenomen in het DINO loket (TNO 2009). Daarnaast is er ook een meetnet aanwezig ten behoeve van de toekomstige zandwinlocatie Geertjesgolf (Witteveen+Bos 2007).

De grondwaterstanden in het binnendijs gebied worden met name bepaald door de peilen van het oppervlaktewater, de grondwateraanvulling en de dynamiek van de rivier. Bij hogere rivierstanden stroomt het grondwater in het eerste watervoerend pakket in de richting van het binnendijs gebied. Bij lage rivierstanden is de stroming richting de rivier en heeft de rivier een drainerende werking op de omgeving.

In afbeelding 2.2 zijn de diepe en ondiepe waarnemingen van peilbuis 23 uit het meetnet van Geertjesgolf opgenomen. Deze peilbuis staat ten noorden van de geplande zandwinplas. Duidelijk zichtbaar zijn de hogere waarnemingen in het diepe filters in de winters door de invloed van de Waal.

afbeelding 2.2. Waarnemingen peilbuis 23 (ten noorden van geplande zandwinplas)



2.5. Zandwinning

De omvang van de nieuw te ontgraven zandwinplas is weergegeven op kaart in bijlage I. Deze contour is gebaseerd op een tekening van de gemeente Druten [ref. 5.]. De diepte van de plas is circa 25 m. Dat betekent dat de bodem van de plas zich op een diepte van circa NAP - 20 m zal bevinden. De zandwinplas wordt tot onder de eerste scheidende laag ontgraven.

omleidingen watergangen

Voor de realisatie van de plas dient rekening gehouden te worden met het omleiden van bestaande watergangen (die thans op de locatie van de toekomstige zandwinplas liggen). De functie van deze watergangen is het afvoeren van het oppervlaktewater naar het gemaal. Op de kaart in bijlage I is een voorstel opgenomen voor de omleiding van deze A-watergangen. Bij de omleiding is het van belang dat dezelfde aan- en afvoercapaciteit wordt gehandhaafd.

Er is een overstort (met een bergbezinkleiding) vanuit het gemengd stelsel van de bestaande kern Deest die het water loost op de watergang langs de Vriezeweg. Daarnaast is er een hemelwateruitlaat vanuit de bestaande kern Deest, die eveneens water loost op de watergang langs de Vriezeweg. Met de woningbouwontwikkeling Deest-Zuid en de zandwinning Deester Kaap zal er een afzonderlijke waterafvoer gerealiseerd worden voor het afvoeren van het 'schoon water' van de hemelwateruitlaat, waarbij de afvoerroute ten westen de zandwinplas zal plaatsvinden. Het afvoeren van het 'vuil water' van de overstort zal plaatsvinden met afvoerroute ten noorden en ten oosten van de zandwinplas.

realisatiefase

De aanleg van de zandwinplas begint in de noordwesthoek. Hierdoor is de inrichting aan deze zijde voor de extensieve recreatie en aansluiting op de nieuwe woonwijk snel gereed. In de tweede fase van de aanleg wordt in oostelijke richting zand gewonnen. Als laatste fase wordt de zuidwesthoek ontgonnen.

De eerste fase van de zandwinning beslaat een oppervlakte van ongeveer 10 hectare die in circa 2 jaar tijd wordt ontgonnen. Het ontgonnen zand wordt vervolgens afgevoerd via de huidige locatie Uivertjesmeer. Voor de berekening van de benodigde grondwaterwinning wordt uitgegaan van de maximale ontgravingsdiepte van 25 m over het gehele oppervlakte. In tabel 2.3 zijn hiervan de kenmerken opgenomen. Daarbij zijn dezelfde aannamen gedaan als bij de winning Geertjesgolf [lit. 4.], namelijk:

- het toutvenant is het in-situ volume van de grond inclusief poriënvolume;
- de hoeveelheid industriezand komt overeen met 70 % van het toutvenant;
- de winning vindt plaats gedurende een 12-urige werkdag;
- het toutvenant wordt verdund met grondwater voor het transport, in een verhouding van zand: water van 1:4.

tabel 2.3. Kenmerken eerste realisatiefase

duur (jaren)	winning industriezand (Mm ³ /jr)	winning industriezand (m ³ /dag)	winning industriezand (m ³ /uur)	toutvenant (m ³ /uur)	grondwater (m ³ /uur)
2	1,75	4.800	400	570	2.280

De benodigde 2.280 m³ grondwater zal vanuit de omgeving toestromen. Uit de MER/SMB Zandwinning [lit. 7.] is gebleken dat een dergelijke grondwateronttrekking van 3.000 m³/uur tot 5.000 m³/uur tot forse verandering van de stijghoogte en grondwaterstand leidt die tot ver in de omgeving merkbaar is (circa 2 à 3 km). Dergelijke geohydrologische effecten tijdens uitvoering, en daarmee de afgeleide effecten voor de landbouw en natuur, worden als zeer ongewenst beschouwd.

Daarom wordt geadviseerd om de grondwateronttrekking uit de plas tijdens de ontzanding te compenseren met aanvoer van Waalwater. Vanuit oogpunt van waterkwaliteit in de plas wordt door de aanvoer van Waalwater geen negatieve effecten verwacht [lit. 8.]. Vanuit waterkwantiteit worden ook geen negatieve effecten verwacht omdat de aanvoer een compensatie is van de onttrekking en afvoer.

Wanneer de aanvoer van Waalwater gedurende enige tijd niet mogelijk is door een onvoorziene omstandigheid, dan dient de winning te worden stil gelegd. Middels monitoring van het debiet van de wassertoevoer kan hierop worden toegezien.

Voor het bepalen van de effecten van de zandwinning wordt dus in dit effectrapport uitgegaan van netto geen grondwateronttrekking uit de plas. Het effect wat dan nog optreedt, is het effect van de aanwezigheid van een waterplas. Dit houdt geohydrologisch in dat grond vervangen wordt door water. Het effect hiervan op de grondwaterstanden wordt in hoofdstuk 5 nader toegelicht voor de eindsituatie. In de realisatiefase zullen gelijke effecten optreden, alleen de orde grootte en het invloedsgebied van de effecten is kleiner dan de effecten in de eindsituatie.

Ten behoeve van de zandwinning wordt rekening gehouden met de aanleg van een tijdelijke Voorhaven. De realisatie van deze haven is niet opgenomen in de huidige studie, omdat de afvoer van het gewonnen zand in eerste instantie via de Uivermeertjes zal verlopen.

2.6. Overige ontwikkelingen

Tussen de huidige bebouwing van Deest en de nieuwe plas zal de nieuwe woonwijk Deest-Zuid worden ontwikkeld. Door de woningbouwontwikkeling in het gebied zal de waterhuishoudkundige situatie wijzigen, er zullen hierbij nieuwe watergangen gegraven worden [ref. 1.]. Ook door de aanleg van Geertjesgolf zal de waterhuishoudkundige situatie wijzigen, waarbij nieuwe watergangen gegraven zullen worden [ref. 4.].

2.7. Rekenscenario's

scenario A - bestaande situatie

Dit scenario omvat de bestaande situatie inclusief de reeds gerealiseerde zandwinplassen Ganzekuil en De Uivertjesmeer. Hierbij wordt opgemerkt, dat voor de afmetingen van De Uivertjesmeer gebruik is gemaakt van de modelstudies 2007 en 2009 (hierin zijn de recente kleine uitbreidingen niet opgenomen).

scenario B - bestaande situatie en autonome ontwikkelingen

Dit scenario beslaat het scenario A met daarbij de autonome ontwikkeling in het gebied, de zandwinlocatie Geertjesgolf en het woningbouwproject Deest-Zuid. De zandwinlocatie Geertjesgolf wordt in het model geschematiseerd volgens dezelfde uitgangspunten als destijds zijn gehanteerd [ref. 4.]. De waterhuishoudkundige maatregelen worden ingevoerd volgens het recente ontwerp voor de nieuwe watergangen (kaart in bijlage I).

Een autonome ontwikkeling betreft het project in de Afferdensche en Deetsche Waarden (ADW). In bijlage I is het effect van dit project weergegeven, zonder dat er mitigerende maatregelen zijn uitgevoerd. Hieruit blijkt dat dan binnendijs geen effecten optreden in de omgeving van Deest. De effecten treden slechts op de in de omgeving van Druten en Deest. Vervolgens worden mitigerende maatregelen genomen, waardoor de effecten verder worden beperkt. Het project ADW heeft dus geen invloed op de hydrologische situatie rondom Deest.

scenario C-bestaande situatie en zandwinplas Deester Kaap

Dit scenario is gebaseerd op scenario A met daarbij de realisatie van de zandwinplas Deester Kaap, zoals beschreven in paragraaf 2.4. Bij deze referentiesituatie wordt uitgegaan van een hydrologisch geïsoleerde plas. Dit betekent dat waterpeil van de plas niet actief wordt beheerd, maar dat dit mee beweegt met de grondwaterstand. Er is dus geen verbinding tussen het oppervlaktewatersysteem en de zandwinplas. Ook worden de omleidingen van de watergangen opgenomen, volgens bijlage I.

scenario D-bestaande situatie en autonome ontwikkelingen en zandwinplas Deester Kaap

Dit scenario omvat alle ontwikkelingen. Het betreft hierbij de autonome ontwikkelingen en de aanleg van de zandwinplas Deester Kaap.

3. GRONDWATERMODEL

3.1. Historie model

De berekeningen worden uitgevoerd met een gekalibreerd grondwatermodel. Dit model is recentelijk gebruikt voor de eerste berekeningen [ref. 2.] voor de zandwinplas Deester Kaap. Het model is ook gebruikt voor het hydrologisch onderzoek voor de geplande zandwinning Geertjesgolf [ref. 4.]. Dit model is oorspronkelijk opgezet voor het peilbesluit wat door Witteveen+Bos is opgesteld voor het waterschap Rivierenland. Binnen dat project is het model zowel stationair¹ als instationair² gekalibreerd.

Voor de berekening van de effecten is van belang dat er voldoende rekenpunten zijn tussen de zandwinplas en de plassen in de directe omgeving. Tussen de zandwinplas en de Uivertjesmeer liggen diverse rekenpunten. Hiermee ontstaat een goed beeld van het verloop van de grondwaterstanden tussen de twee plassen. Tussen de nieuwe zandwinplas en Ganzekuil liggen rekenpunten ter hoogte van de nieuwe watergangen. Hiermee ontstaat ook een goed beeld van de waterstanden tussen de zandwinplas en de Ganzekuil.

Dit model wordt geschikt geacht om de hydrologische effecten van het huidige project in kaart te brengen, omdat het een gekalibreerd model is dat onder andere in het interessegebied een voldoende kleine knooppunten afstand heeft om de effecten van de beoogde ingreep in beeld te brengen.

3.2. Modelvarianten

Er wordt gewerkt met een drietal modelvarianten:

- langjarige situatie, namelijk de periode 1993-2000;
- gemiddelde situatie;
- hoogwatergolf.

In drie subparagrafen zijn de kenmerken van de modellen opgenomen.

3.2.1. Langjarig model

Het instationaire model berekent de geohydrologische situatie over de periode 1993-2000, met tijdstappen van 14 dagen. Dit model wordt gebruikt om de langjarige invloed van de nieuwe plas over een periode van 8 jaar te bepalen. De knooppuntafstanden in het model variëren tussen de 20 en 250 m. de dichtste knooppuntafstand is aanwezig nabij de geplande zandwinplas. Het model biedt hiermee een goede nauwkeurigheid voor het berekenen van de effecten.

3.2.2. Gemiddelde situatie

Dit model is afgeleid van het langjarige model. Voor deze berekening is ter plaatse van de beoogde zandwinplas het grid verfijnd. De kleinste knooppuntafstand in het netwerk in en om de plas bedraagt circa 10 m. Deze verfijning is niet van invloed op de orde grootte van de berekende effecten, maar biedt slechts een fijner kaartbeeld in de resultaten. Het model beschrijft een gemiddelde situatie. De randvoorwaarden hierbij zijn:

- een gemiddeld peil in de Waal (NAP + 6,21 m);
- grondwateraanvulling van 1 mm/dag;
- winterpeil.

¹ Een stationair model beschrijft een situatie die optreedt wanneer alle randvoorwaarden (bijvoorbeeld neerslag) gedurende lange tijd constant zijn. Hiermee wordt een gemiddelde situatie berekend.

² Bij een instationair model veranderen de randvoorwaarden (bijvoorbeeld neerslag) in de tijd. Hiermee kan een werkelijke periode van meerdere jaren worden berekend. In dit project worden bij het langjarige model de randvoorwaarden iedere 14 dagen aangepast, het hoogwatermodel rekent op dagbasis.

Dit model wordt stationair doorgerekend, wat betekent dat de geohydrologische situatie wordt berekend wanneer de randvoorwaarden constant zijn. Met behulp van dit model wordt de verandering van de kwel berekend.

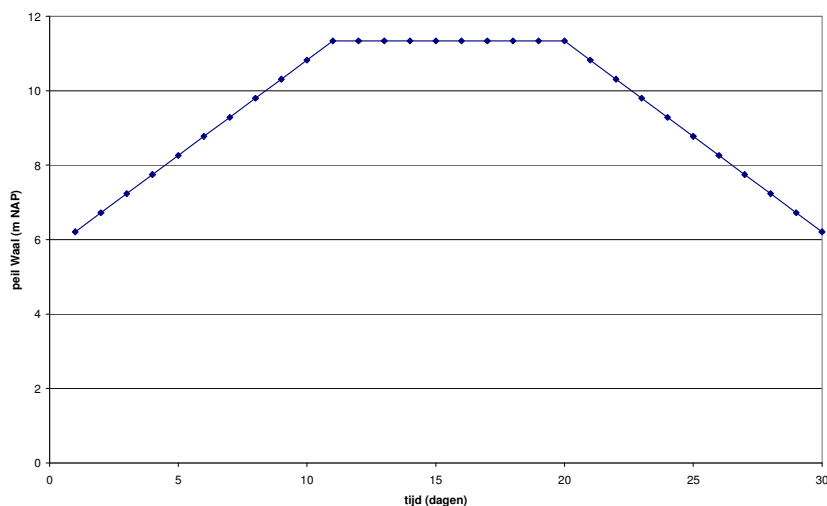
3.2.3. Hoogwatergolf

Het hoogwatergolfmodel gebruikt hetzelfde grid als de gemiddelde situatie. Het model wordt op dagbasis doorgerekend. De hoogwatersituatie is gelijk aan de eerdere studie [ref. 2.]. Hiervoor is de maatgevende hoogwaterstand met een herhalingsijd van 10 jaar opgevraagd via www.waternormalen.nl, namelijk NAP + 11,34 m. Als neerslag is de gemiddelde winterneerslag van 2 mm/dag gebruikt. Het model wordt per dag doorgerekend. De modelsimulatie is als volgt opgebouwd:

- gedurende de eerste 10 dagen van de modellering loopt het waterpeil in de Waal geleidelijk op van het gemiddelde peil tot het peil van de hoogwatergolf;
- daarna is het peil constant gedurende 10 dagen;
- gedurende de laatste 10 dagen loopt het peil geleidelijk af tot het gemiddelde peil.

In afbeelding 3.1 is dit grafisch weergegeven. De situatie na de maximale waterstand van 10 dagen is de maatgevende situatie. Op dat moment wordt de modeluitvoer weggeschreven.

afbeelding 3.1. Peil Waal



Ten opzichte van de eerdere studie [lit. 2.] is de afstroming over maaiveld in dit model verbeterd. Het eerdere model had in enkele knooppunten een te laag niveau, waardoor de dynamiek van het grondwater niet volledig werd berekend. In afbeelding 3.2 is dit schematisch weergegeven.

afbeelding 3.2. Schematisch overzicht verbetering afvoer over maaiveld



3.3. Validatie model

Het bestaande grondwatermodel is instationair gevalideerd. De validatie heeft plaatsgevonden aan de hand van de gemeten gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand (GHG en GLG) uit het peilbuisenmeetnet van Geertjesgolf en uit het meetnet van NITG-TNO (DINO).

De definitie van de GHG en de GLG is dat voor een 2 maandelijke meetreeks over een periode van minimaal 8 jaar het gemiddelde wordt genomen van elke 3 hoogste respectievelijk laagste freatische grondwaterstanden per jaar. Voor het berekenen van de GHG en GLG zijn met het grondwatermodel elke 2 weken de grondwaterstanden weggeschreven. Op basis hiervan kan het gemiddeld verschil (GV) en het gemiddeld absoluut verschil (GAV) tussen de berekende en gemeten GHG en GLG berekend worden. De statistische resultaten van de validatie zijn in tabel 3.1 weergegeven.

tabel 3.1. Statistisch resultaat instationair model gehele modelgebied

	GV (m)	GAV (m)
GLG	0,12	0,19
GHG	0,09	0,21
totaal	0,10	0,20

De gemiddelde afwijking bedraagt over het gehele model 0,10 m. De gemiddeld absolute afwijking bedraagt 0,20 m. Dit is een goed validatieresultaat voor een regionaal model.

3.4. Validatie lokale situatie

Binnen het totale model is het voor dit project van belang hoe het model in en rondom het plangebied presteert. Daarom zijn voor een aantal peilbuizen in het gebied de berekende en gemeten grondwaterstanden weergegeven. Deze peilbuizen zijn vanaf 1998 gemeten. In bijlage II zijn de locaties en de berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen van een aantal representatieve peilbuisfilters opgenomen. Uit deze bijlage blijkt dat voor peilbuis 5 en 22 de grondwaterstand uitstekend wordt voorspeld. In de peilbuizen 21, 23 en 27 wordt de wintergrondwaterstand goed berekend, de voorjaarsgrondwaterstand wordt circa 25 cm te hoog berekend. Uit de grafieken blijkt dat dit er geen systematische fout in het model aanwezig is. Sommige peilbuizen presteren goed, andere iets minder goed. Bijvoorbeeld PB2, hier wordt de waterafvoer door ontwatering in het model onderschat. Een verslechtering van de ontwateringsbasis bij ontwikkelingen kan in dat geval leiden tot hogere grondwaterstanden. Het is daarom belangrijk om bij de berekeningen ook de ontwaterende werking van nieuwe watergangen mee te nemen.

tabel 3.2. Statistisch resultaat instationair model versus metingen peilbuizen in plangebied

	GV (m)	GAV (m)
GLG	- 0,09	0,19
GHG	+ 0,23	0,35

De algemene conclusie die volgt uit de instationaire validatieresultaten van het grondwatermodel is dat de modelparameters niet hoeven te worden aangepast. Tevens wordt het model geschikt geacht voor de doelstellingen van dit onderzoek (uitvoering effectberekeningen).

3.5. Validatie hoogwater model

De validatie van het hoogwater model is beschreven in bijlage III. Hieruit blijkt dat de model resultaten overeenkomen met de verwachtingen.

3.6. Topsysteem

Het topsysteem is de bovenste laag van het model. De laag bevat onder andere gegevens over de ontwatering, neerslag, verdamping en de horizontale doorlatendheid van de ondergrond.

In het langjarig model wordt de gemeten neerslag en het gemeten Waalpeil gedurende de periode 1993-2000 gebruikt. Hierdoor varieert de neerslag en het Waalpeil per tijdstap. De neerslaggegevens zijn aangeleverd door het waterschap (stations Nijmegen en Tiel).

In het model worden de aanwezige watergangen, zoals sloten, niet afzonderlijk gemodelleerd. Enkel de Waal en de Maas worden afzonderlijk ingevoerd. Om de invloed van de aanwezige watergangen mee te nemen wordt gebruik gemaakt van een opgelegd polderpeil met een drainageweerstand. Het opgelegde polderpeil komt overeen met het polderpeil, zoals gehanteerd door het waterschap. Bij de effect berekening is hierop een uitzondering gemaakt. De nieuwe watergangen zijn in deze berekeningen wel afzonderlijk meegenomen.

3.7. Oppervlaktewater

Het waterpeil in de bestaande plassen en in de nieuw aan te leggen plas wordt niet gereguleerd. Het waterpeil kan hierdoor vrij variëren.

De plassen zijn niet als rivier gemodelleerd, dat betekent dat via de plassen geen water het model uit stroomt. Dat komt overeen met de toekomstige situatie van hydrologisch geïsoleerde plassen. Door de diepte van de plassen komen ze voor in twee modellagen (deklaag, eerste en tweede watervoerende pakket). De freatische bergingscoëfficiënt in de plas is op 1 gezet. Het doorlaatvermogen van de plas is groot genomen, namelijk 20.000 m² per dag, om ervoor te zorgen dat het plaspeil gelijk is in de gehele plas.

4. REFERENTIE SITUATIE

De referentiesituatie voor het geohydrologisch effectonderzoek is de huidige situatie zonder de zandwinplassen. De referentiesituatie is reeds in de grondwatermodellen geschematiseerd. Van de referentiesituatie is het volgende op kaart in bijlage IV gepresenteerd:

- de gemiddelde freatische grondwaterstand;
- de gemiddelde stijghoogte in het eerste watervoerende pakket;
- de ligging van de kwel en infiltratiegebieden bij een gemiddelde situatie;
- de gemiddeld hoogste en gemiddelde laagste grondwaterstand (GHG en GLG).

De kaarten met de gemiddelde freatische grondwaterstand en stijghoogte laten zien dat deze op regionale schaal richting het zuidwesten stromen. Uit de kwel- en infiltratiekaart blijkt dat de projectlocatie in een gebied ligt waar onder gemiddelde omstandigheden voornamelijk infiltratie optreedt. Kwel treedt op ten westen van de geplande zandwinplassen. Tijdens hoogwatersituaties treedt overal kwel op.

De kaart met de berekende GHG laat zien dat in de referentiesituatie de grondwaterstanden in de omgeving van de geplande zandwinplassen (bijna) tot aan maaiveld stijgen. De klassen zijn voornamelijk blauw van kleur, wat een grondwaterstand van minder dan mv- 0,8 m betekent. Diepere grondwaterstanden zijn ten zuiden van de Geertjesgolf zichtbaar onder het natuurgebied bij Bergharen. De GHG geeft ook inzicht in de ontwateringsdiepte in een natte situatie. Indien deze bij bebouwing minder is dan mv - 0,60 m is theoretisch een risico op grondwateroverlast aanwezig. Bij een GLG-situatie liggen de grondwaterstanden in de omgeving van de geplande zandwinplassen veelal dieper dan mv - 0,8 m. Bij deze GLG-situatie zakt in het natuurgebied bij Bergharen het grondwater uit tot meer dan mv - 2,2 m.

5. HYDROLOGISCHE EFFECTEN

In dit hoofdstuk worden de effecten van de zandwinning voor verschillende fasen van de plassen beschreven. Om de effecten te begrijpen wordt in paragraaf 5.1 een theoretisch beschouwing gegeven van de mogelijk te verwachten effecten als gevolg van de realiseren van de plassen. De resultaten van de verschillende scenario's zijn in paragraaf 5.2 weergegeven. In paragraaf 5.3 worden mogelijke maatregelen beschreven om negatieve effecten te mitigeren.

5.1. Theoretisch effect zandwinning

In deze paragraaf wordt een theoretisch beschouwing gegeven van de mogelijk te verwachten effecten als gevolg van het realiseren van een zandwinplas. Er treden twee type effecten op:

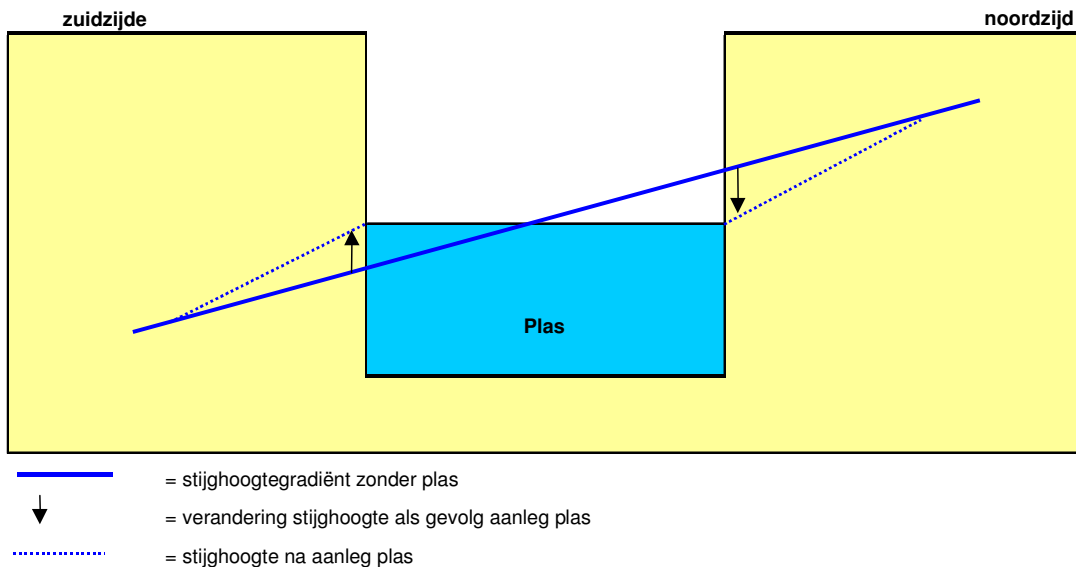
1. het grondwaterverhang ter plaatse van de plas wordt horizontaal;
2. de grondwaterfluctuatie wordt gedempt.

Om de afbeeldingen overzichtelijk te houden is als basissituatie een peilgereguleerde plas in de deklaag beschouwd. De beoogde zandwinplas bij Deester Kaap kent geen peilregulatie en een doorsnijding van de deklaag. Eventuele effecten die hierdoor optreden zijn in de tekst opgenomen.

ad 1.

In de huidige situatie stroomt het grondwater ter plaatse van de geplande zandwinplassen in zuid(westelijke) richting (zie hoofdstuk 4). De grondwaterstroming gaat gepaard met een verhang (verloop) van de grondwaterstijghoogten van noordoost naar zuidwest. Door het afgraven van het watervoerende zandpakket wordt dit verhang vlak; er ontstaat een grote waterplas, die afgezien van eventuele opwaaiing een horizontaal waterpeil kent. Hierdoor ontstaat een stijghoogteverlaging aan de (noord)oostzijde en een verhoging aan de (zuid)westzijde, zie afbeelding 5.1. Dit effect treedt ook op in het watervoerende pakket, waardoor bijvoorbeeld de kwel in een hoogwatersituatie afneemt.

afbeelding 5.1. Principeschets vereffening grondwaterverhang door de plas

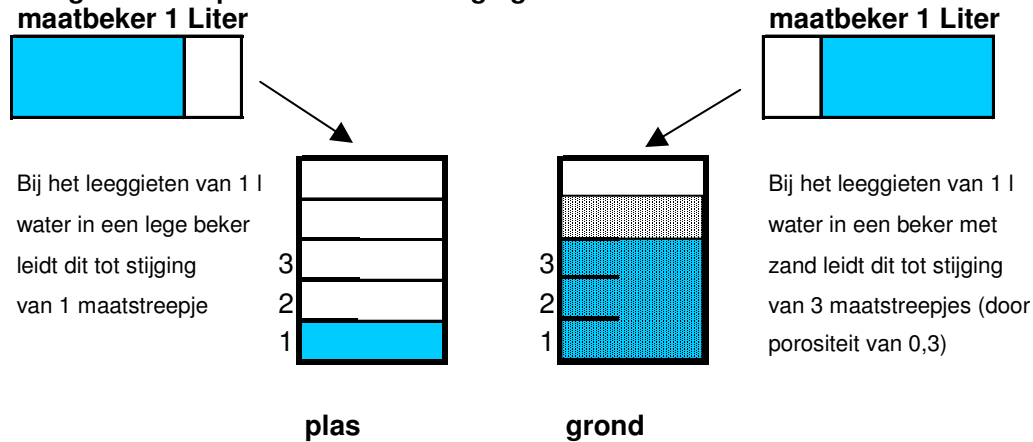


ad 2.

In de huidige situatie fluctueert het grondwater ter plaatse van de geplande zandwinplas maximaal circa 1 m (+/- 0,50 m rond het gemiddelde). Door het afgraven van de deklaag tot het watervoerende pakket wordt zand en klei verwijderd. Zand kent een porositeit van circa 30 %. Dit betekent dat in 1 m³ zand circa 0,3 m³ water geborgen kan worden. Na het afgraven kan in 1 m³ open water (plas) 1 m³ water ge-

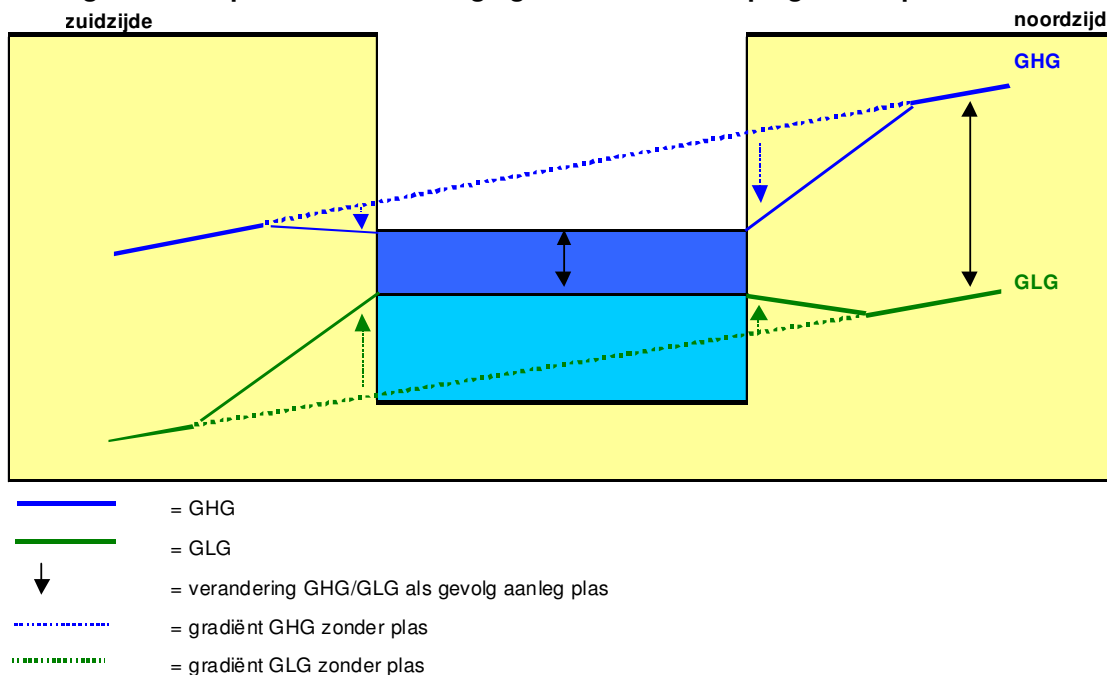
borgen worden. Dit verschil van berging is weergegeven in afbeelding 5.2. In deze afbeelding is te zien dat 1 liter water in het zand leidt tot een driemaal zo hoge stijging dan 1 liter water in een lege kom (vanwege de porositeit van 0,3). Dus waar het zand in de plas vervangen wordt door water, neemt het bergingsvolume met circa een factor 3 toe (per m³ volume van 0,3 naar 1 m³).

afbeelding 5.2. Principe verschil waterberging



Deze toename van het bergingsvolume in de plas zorgt voor een demping van de grondwaterstandfluctuatie. Dit is in afbeelding 5.3 weergegeven. Ter plaatse van de plas stijgt het grondwater tijdens een natte situatie (GHG) minder hoog dan in de huidige situatie. Daarentegen daalt de grondwaterstand ter plaatse van de plas in een droge situatie (GLG) minder dan in de huidige situatie. Hierdoor ontstaat een verlaging van de GHG aan beide zijden van de plas (vanwege gradiënt aan de noordzijde meer dan de zuidzijde) en een verhoging van de GLG aan beide zijden van de plas (vanwege gradiënt aan de zuidzijde meer dan de noordzijde).

afbeelding 5.3. Principeschets effect bergingstoename en demping van de plas



5.2. Berekende effecten

De effecten worden gepresenteerd per situatie. Alle effecten zijn beschreven ten opzichte van de referentiesituatie (scenario A). Voor de leesbaarheid zijn de verschillende scenario's eerst kort herhaald.

scenario's

- scenario A, bestaande situatie (reeds gepresenteerd in hoofdstuk 4);
- scenario B, bestaande situatie en autonome ontwikkelingen, namelijk aanleg watergangen nabij Zandwinplas Deester Kaap en aanleg Geertjesgolf;
- scenario C, bestaande situatie en zandwinplas Deester Kaap samen met watergangen nabij zandwinplas Deester Kaap;
- scenario D, scenario B en C samen.

effect zandwinplas op grondwaterstand tijdens hoogwatergolf

De effecten die optreden tijdens de hoogwatergolf zijn in bijlage V weergegeven. Deze effecten treden alleen op tijdens een hoogwatersituatie, enige tijd na een hoogwatergolf stelt zich weer een gemiddelde situatie in. De effecten hebben twee oorzaken, namelijk:

1. de grondwaterstand daalt rondom de watergangen die nabij de zandwinplas Deester Kaap worden aangelegd. De nieuwe watergangen hebben een drainerende werking, terwijl deze drainerende werking in de huidige situatie niet aanwezig is. Ter plekke van de nieuwe watergangen daalt de freatische grondwaterstand lokaal met 0,9 m, dit is het verschil tussen de huidige freatische grondwaterstand en het nieuwe waterstand in de watergang. In de nabijheid van de watergangen neemt door de lagere grondwaterstand de kwel toe;
2. ten noordoosten van zowel de zandwinplas Deester Kaap als Geertjesgolf treedt een verlaging van de grondwaterstand op. Ten zuidwesten van de plassen treden verhogingen op. Dit wordt veroorzaakt door het dempende karakter van de zandwinplassen, dat in paragraaf 5.1 is beschreven. De gradiënt in de stijghoogte van het eerste watervoerende pakket wordt afgevlakt. Het effect van de zandwinplas Deester Kaap is dat de grondwaterstand circa 0,2 m daalt. Deze verlaging treedt ook op nabij Geertjesgolf. Direct ten zuidwesten van Geertjesgolf treedt een verhoging op van circa 0,25 m. Bij de zandwinplas Deester Kaap treedt geen verhoging op, omdat dit wordt gemitigeerd door de aanleg van de nieuwe watergangen. Door de lagere stijghoogte in het watervoerende pakket neemt de kwel in het gebied af.

effect zandwinplas op grondwaterstand tijdens natte en droge perioden

Het effect van de ingrepen op de extreme grondwaterstanden (GHG en GLG) is berekend met het langjarig model. In bijlage VI zijn de resultaten op kaart weergegeven.

Het effect op de GHG is voor alle drie de scenario's vergelijkbaar met de effecten in de hoogwatersituatie. De aanwezigheid van de zandwinplassen en de nieuwe watergangen leidt tot een demping van de grondwaterstand ten opzichte van de huidige situatie. Ten noorden van de plassen is de extreme grondwaterstand lager, ten zuiden van de plassen treedt een kleine stijging op van de hoogte grondwaterstand. De daling aan de noordzijde bedraagt nabij de plas Deester Kaap circa 0,6 m ten opzichte van de huidige situatie, dit wordt vooral veroorzaakt door de realisatie van de nieuwe watergang. De verlaging nabij Geertjesgolf bedraagt circa 0,3 m ten opzichte van de huidige situatie. De stijging van de grondwaterstand blijft beperkt tot de directe omgeving van de plassen. De maximale stijging is lokaal 0,3 m ten opzichte van de huidige situatie. Naast de verschilkaarten is ook GHG ten opzichte van maaiveld bij scenario D toegevoegd aan bijlage VI. Hierop is zichtbaar dat de GHG in het algemeen dieper onder maaiveld komt te staan.

De GLG situatie komt door de aanleg van de plassen dichterbij het maaiveld te liggen. Het wordt minder droog dan in de huidige situatie. Nabij de zandwinplas Deester Kaap is de verlaging beperkt tot de nieuwe watergangen. Elders wordt de GLG met maximaal circa 0,2 m verhoogd ten opzichte van de huidige situatie. Ten zuiden van Geertjesgolf wordt lokaal een stijging berekend van maximaal 0,5 m ten opzichte van de huidige situatie. Hierdoor stijgt de GLG daar lokaal tot circa mv - 0,7 m. De GLG

ten opzichte van maaiveld in scenario D is hiervoor als extra kaart toegevoegd aan bijlage VI. Een veel gebruikte maatstaf voor het optreden van grondwateroverlast is een stand van mv - 0,7 m. Door de stijging van de GLG nabij de zandwinplas Deester Kaap wordt deze stand niet overschreden, waardoor geen grondwateroverlast wordt verwacht als gevolg van het aanleggen van de zandwinplassen.

effect zandwinplas op kwel- en infiltratiesituatie in gemiddelde situatie

Naast het effect op de kwel- en infiltratiesituatie in een hoogwatersituatie (zie eerste paragraaf) is ook het effect voor gemiddelde omstandigheden weergegeven. De huidige kwel- en infiltratiesituatie is opgenomen in bijlage IV en beschreven in hoofdstuk 4. De veranderingen in de verschillende scenario's zijn op kaart weergegeven in bijlage VII.

Ten zuiden van de plas Geertjesgolf ontstaat er een groter stijghoogteverschil, waardoor de kwel toeneemt. Direct naast de plas neemt het stijghoogteverschil juist af, waardoor de kwel afneemt.

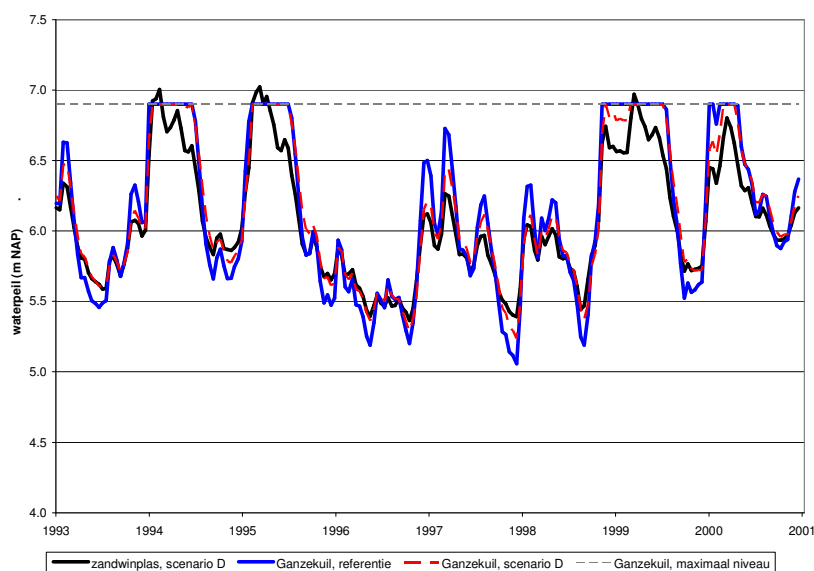
Door de aanleg van de watergang neemt de infiltratie plaatse van de watergang af. Door de aanleg van de watergang is de grondwaterstand immers lager dan in de huidige situatie. Hierdoor is er minder stijghoogteverschil beschikbaar om infiltratie te laten plaatsvinden.

De verandering van de kwel- en infiltratiesituatie tijdens een hoogwatergolf is in lijn met deze effecten. De kaarten hiervan zijn niet in de rapportage opgenomen.

5.3. Waterpeil in plassen

Het waterpeil in de Ganzekuil en het waterpeil in de nieuwe zandwinplas hebben de speciale aandacht. Het waterpeil in de Ganzekuil bij langdurige droogte is van belang omdat het waterpeil dan uitzakt en er een kleinere waterdiepte is. Bij ondiep water is het risico op waterkwaliteitsproblemen groter. In afbeelding 5.4 is het peilverloop in de Ganzekuil in de referentiesituatie en in de toekomstige situatie³ weergegeven. Het maximale niveau in de Ganzekuil bedraagt NAP + 6,9 m [lit. 9.]. Als gevolg van de aanleg van de zandwinplas wordt het peilverloop iets gedempt ten opzichte van de huidige situatie.

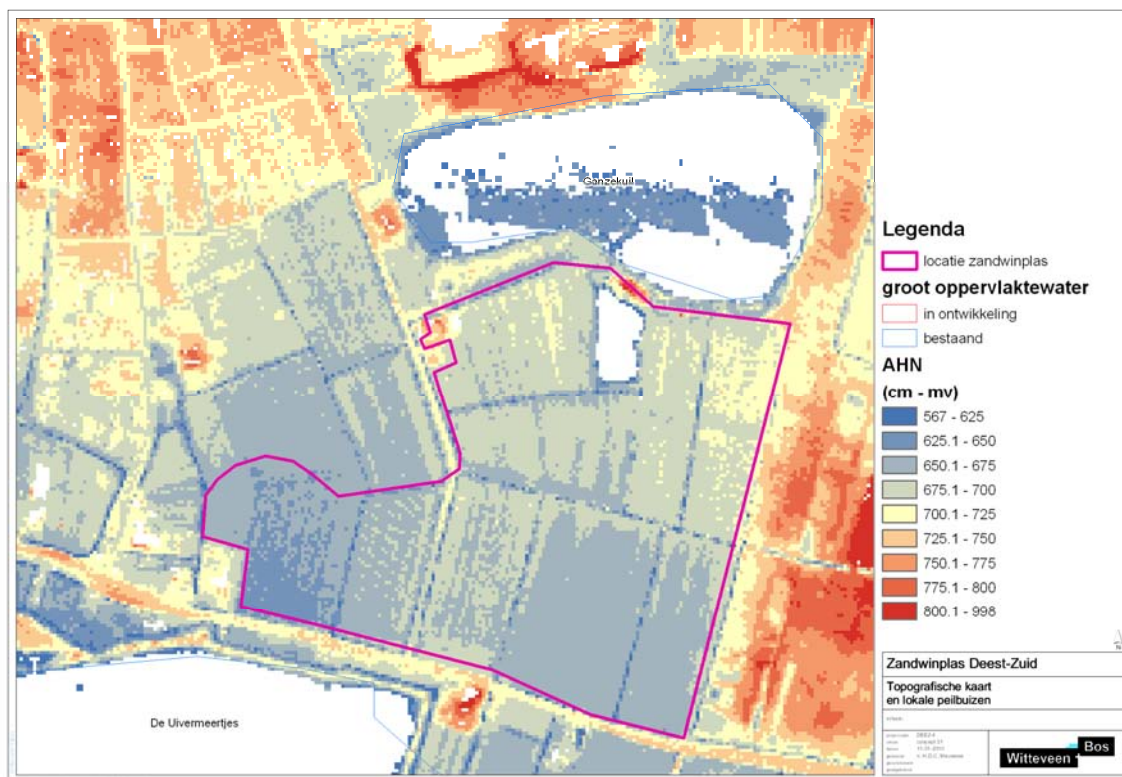
afbeelding 5.4. Peil plassen



³ Als toekomstige situatie is scenario D beschouwd. In dit scenario is zowel de nieuwe zandwinplas als de ontwikkeling van Geertjesgolf uitgevoerd.

In afbeelding 5.4 is ook het waterpeil in de nieuwe zandwinplas weergegeven in de toekomstige situatie (scenario D, wanneer zowel de zandwinplas als de plassen van Geertjesgolf zijn gerealiseerd). Het maximale waterpeil bedraagt NAP + 7,0 m. Dit niveau ligt hoger dan het maaiveld in de huidige situatie, zie afbeelding 5.5. Het is daarom noodzakelijk om een kade langs de zandwinplas aan te leggen. Bij keuze van het aanlegniveau van de kade dient ook rekening te worden gehouden met opwaaing en golfslag. Witteveen+Bos kan daarvoor een advies opstellen.

afbeelding 5.5. Maaiveld hoogte nabij zandwinplas



5.4. Noodzaak maatregelen in de omgeving

In het algemeen leiden de voorgenomen ingrepen tot een lagere GHG en tot een hogere GLG. De extremen worden gedempt. Daarom wordt geen negatief effect verwacht op de landbouw. Er wordt geen toename van het risico op grondwateroverlast verwacht omdat de GHG in bebouwd gebied afneemt.

Een negatief effect, een toename van de GHG, wordt enkel verwacht in de directe omgeving van de zandwinplassen. De effecten in de directe omgeving van de zandwinplassen kunnen eventueel worden gemitigeerd door de aanleg van drainage.

Uit de validatie blijkt dat bij één peilbuis (PB 2, zie paragraaf 3.4.) het model hogere grondwaterstanden berekent, hetgeen naar verwachting veroorzaakt wordt door een onderschatting van de bestaande drainagebasis. Veranderingen in de huidige ontwateringsbasis kan daarom leiden tot hogere grondwaterstanden. Het is daarom wenselijk dat bij ontwikkelingen de huidige slootintensiteit wordt behouden.

6. CONCLUSIES

werkwijze

De geohydrologische effecten van de voorgenomen realisatie van de zandwinplas Deester Kaap en enkele aanpassingen aan watergangen zijn berekend. Hiervoor is een gekalibreerd instationair model gebruikt dat de langjarige effecten kan berekenen. Van dit model is een instationair model afgeleid waarin een hoogwatergolf in de Waal wordt simuleert. Vervolgens is een stationair gemiddeld model opgesteld waarmee de effecten op de kwel- en infiltratiesituatie zijn berekend.

Met behulp van een drietal scenario's zijn de effecten van de aanleg van de zandwinplas Deester Kaap en de aanpassingen van de watergangen vergeleken met de huidige situatie en de autonome ontwikkeling. De autonome ontwikkeling bestaat uit de aanleg van de zandwinplas Geertjesgolf. De autonome ontwikkelingen van het Ruimte voor de Rivier project in de Afferdensche en Deestsche Waarden (ADW) zijn niet in het model opgenomen omdat uit de lopende onderzoeken blijkt dat de ingreep van dat project geen effect heeft op de locatie van de zandwinplas.

effecten

De effecten op de grondwaterstand nabij de zandwinplas Deester Kaap bestaan uit twee delen:

1. in de nabijheid van de watergangen rond de zandwinplas Deester Kaap treedt een verlaging op van de waterstand. Dit wordt veroorzaakt door de drainerende werking van de watergangen. Ter plaatse van de nieuwe watergang bedraagt het maximale effect een daling van de grondwaterstand met circa 0,9 m, dit is het verschil tussen de huidige freatische grondwaterstand en het nieuwe waterstand in de watergang;
2. ten noordoosten van de zandwinplas Deester Kaap treedt een verlaging van de grondwaterstand op. Deze situatie treedt zowel tijdens hoogwater als tijdens een GHG situaties op. Tijdens een GLG situatie stijgt de grondwaterstand ten opzichte van de huidige situatie. Dit wordt veroorzaakt door het dempende karakter van de zandwinplassen.

Bij een hoogwatersituatie is de verlaging van de grondwaterstand nabij de zandwinplas Deester Kaap in het algemeen circa 0,2 m ten opzichte van de huidige situatie. In een extreme situatie daalt de gemiddeld hoogste grondwaterstand nabij de zandwinplas Deester Kaap met circa 0,2 m ten opzichte van de huidige situatie. Het wordt minder nat in natte tijden. De gemiddeld laagste grondwaterstand stijgt ter plaatse van de zandwinplas Deester Kaap met circa 0,15 m ten opzichte van de huidige situatie. Het wordt minder droog in droge tijden.

Door de aanleg van de watergang neemt de infiltratie ter plaatse van de watergang af. Door de aanleg van de watergang is de grondwaterstand lager dan in de huidige situatie. Hierdoor is minder stijghoogteverschil beschikbaar om infiltratie te laten plaatsvinden. Het effect op de waterbalans in het gebied zal door de aanleg van de watergangen niet noemenswaardig wijzigen, omdat er ook watergangen worden gedempt.

Het peil in de zandwinplas kan stijgen tot NAP + 7,0 m. Dit is alleen de stijging door het verloop in de plas, opwaaing en golfslag is hierbij niet inbegrepen. Dit niveau is hoger dan het huidige maaiveld. Daarom wordt geadviseerd om kades rondom de plas aan te leggen. De aanleg van de zandwinplas heeft geen effect op de peilfluctuatie in de Ganzekuul.

afgeleide effecten

Negatieve effecten worden in het algemeen niet verwacht. De extremen worden gedempt. Daarom wordt geen negatief effect verwacht op de landbouw. Er wordt geen toename van het risico op grondwateroverlast verwacht omdat de GHG in bebouwd gebied afneemt. Dit geldt ook voor de nieuwe woningbouwlocatie. De aanleg van de zandwinplas heeft geen effect op een natuurgebied.

Een negatief effect, een toename van de GHG, wordt enkel verwacht in de zeer directe omgeving van de zandwinplas Deester Kaap op het terrein van de zandwinplas.

noodzaak maatregelen

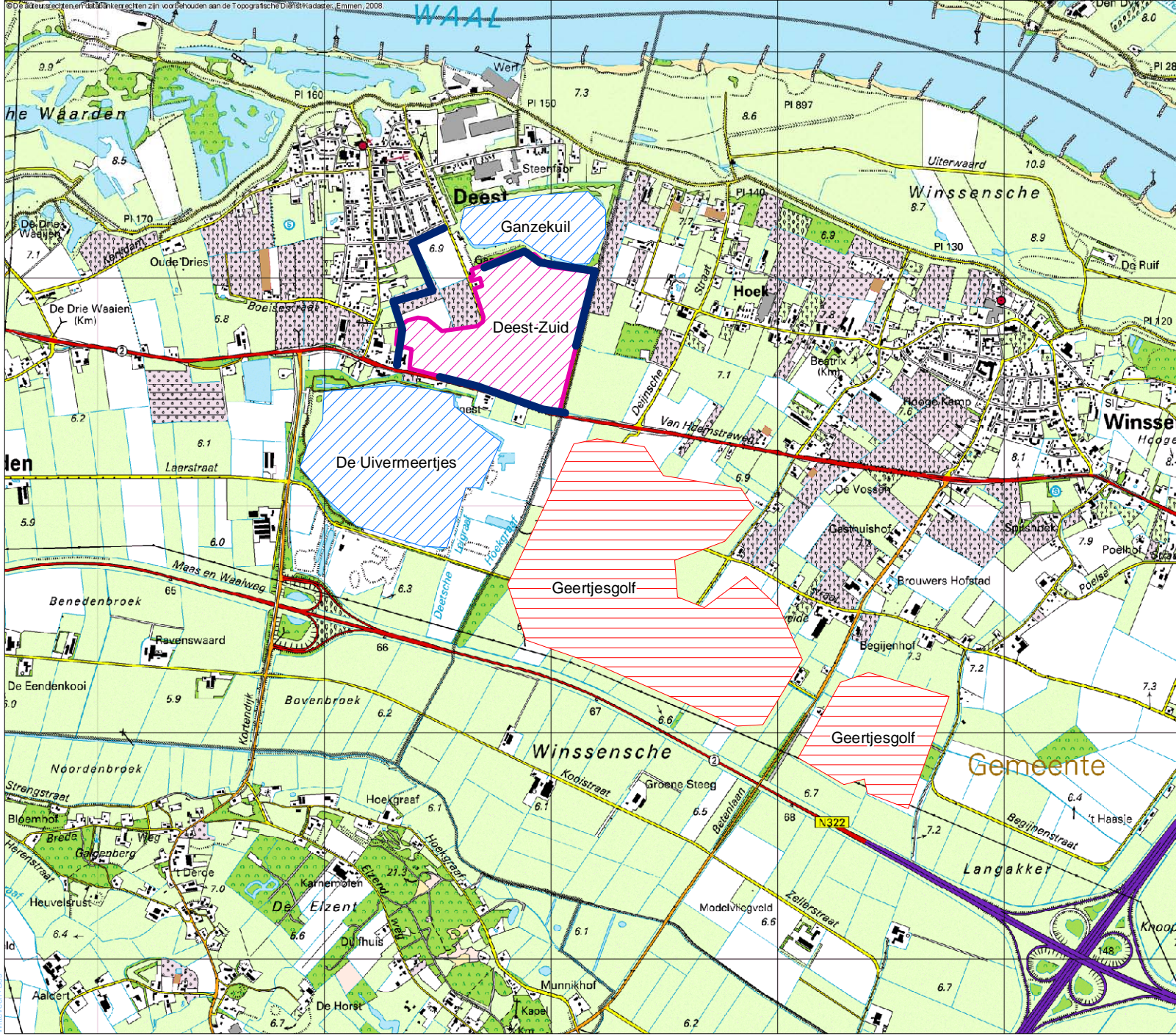
De stijging van de GHG in de directe omgeving van de zandwinplas kan worden gemitigeerd door bij de herinrichting van het terrein te drainage aan te leggen. Als aanlegniveau kan een standaard niveau van mv - 0,7 m tot mv - 1,0 m worden gekozen.

Bij ontwikkelingen in de omgeving dient er rekening mee gehouden te worden dat de huidige slootintensiteit wordt behouden om stijging van de grondwaterstanden te voorkomen. Bij de modelberekeningen is de ontwatering door aanleg van nieuwe watergangen meegenomen. Hiermee wordt verslechtering van de bestaande ontwateringsbasis voorkomen.


7. LITERATUUR

1. Waterhuishoudkundig plan Deest-Zuid, Witteveen+Bos, 26 maart 2009.
2. Witteveen+Bos, Hydrologisch onderzoek zandwinplas Deest-Zuid, d.d. 8 mei 2009, kenmerk DEE2-3/marr2/004.
3. Geohydrologisch onderzoek kwelmaatregelen Afferdensche en Deestsche Waarden, Witteveen+Bos, 20 mei 2009.
4. Witteveen+Bos, Geohydrologisch effectonderzoek zandwinning Geertjesgolf, d.d. 27 augustus 2007, kenmerk BEUN13-12/marr2/003.
5. Gemeente Druten, 2009, Tekening Contouren winzone ontzanding Deest Zuid, d.d. 6 mei 2009.
6. TNO, 2009, Dino loket via <http://www.dinoloket.nl>.
7. Royal Haskoning, 2006, MER/SMB Zandwinning Winssen (projectnummer 9R3151.A0). Nijmegen, september 2006.
8. Tauw, 2006, Zandwinning Geertjesgolf Beuningen (projectnummer 4431881). Deventer, april 2006.
9. Witteveen+Bos, 1997, Waterhuishoudingsplan aanleg voorhaven Deest, kenmerk Beunm13.3/R96-01, d.d. 3 juli 1997.


BIJLAGE I Topografie




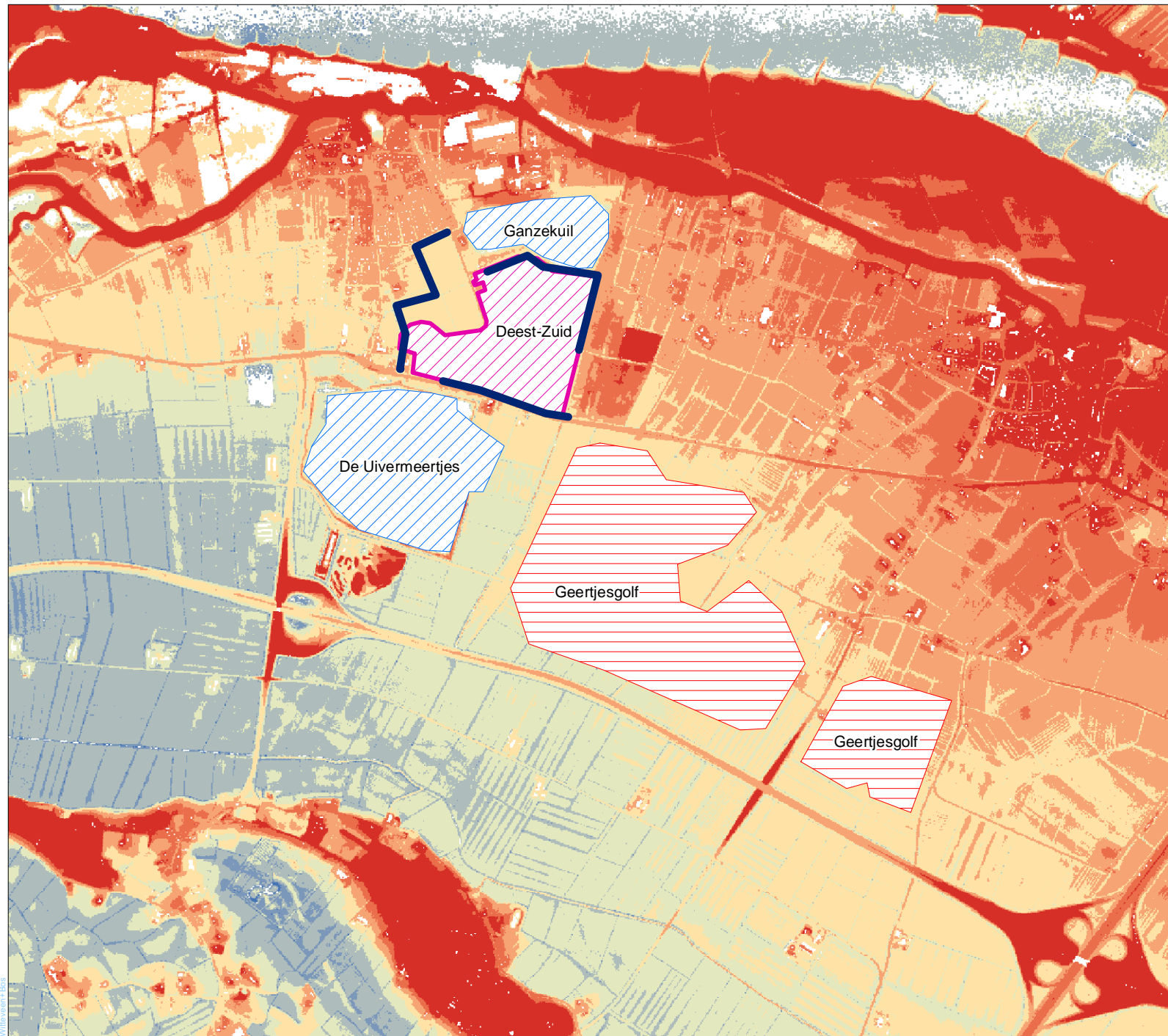
Legenda

-  nieuwe watergangen
-  locatie zandwinplas
- groot oppervlaktewater**
-  in ontwikkeling
-  bestaand


Zandwinplas Deest-Zuid
 Topografische kaart

schaal:  0 100 200 300 400 500 m
 projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 25-11-2009
 getekend: ir. H.D.C. Meuwese
 gecontroleerd:
 goedgekeurd:







Legenda

 nieuwe watergangen

 locatie zandwinplas

groot oppervlaktewater


 in ontwikkeling


 bestaand


AHN


(cm NAP)


 444 - 500


 500.1 - 550


 550.1 - 600

 600.1 - 650

 650.1 - 700


 700.1 - 750

 750.1 - 800

 800.1 - 2153

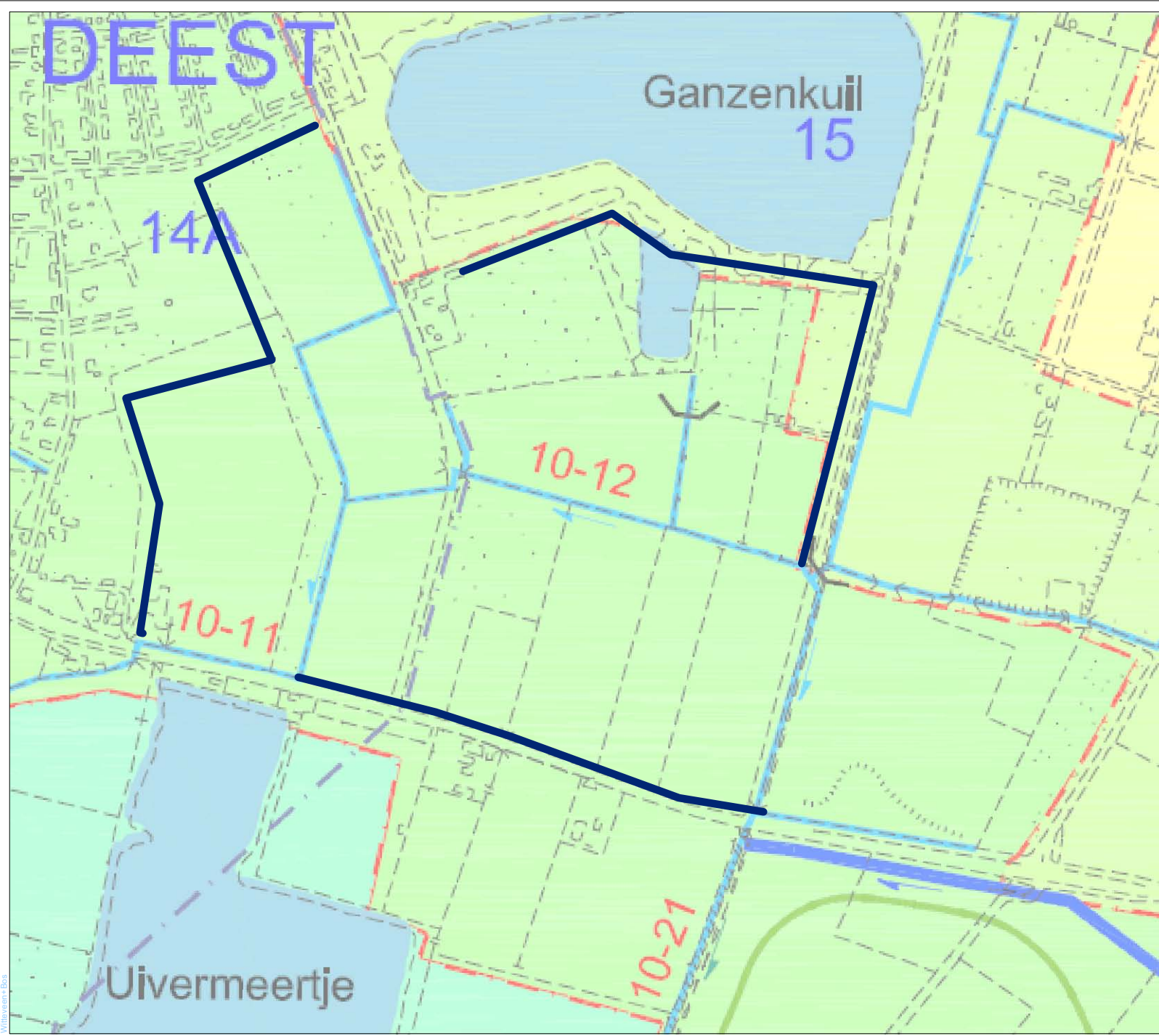
Zandwinplas Deest-Zuid

AHN

schaal: 


projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 25-11-2009
 getekend: ir. H.D.C. Meuwese
 goedgekeurd:





achtergrond:
 schetsontwerp waterhuishoudingsplan
 (Witteveen+Bos 2009, tekening
 Beun13.13.2001, d.d. 11 mei 2009)

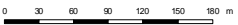
Legenda

 nieuwe watergangen


N

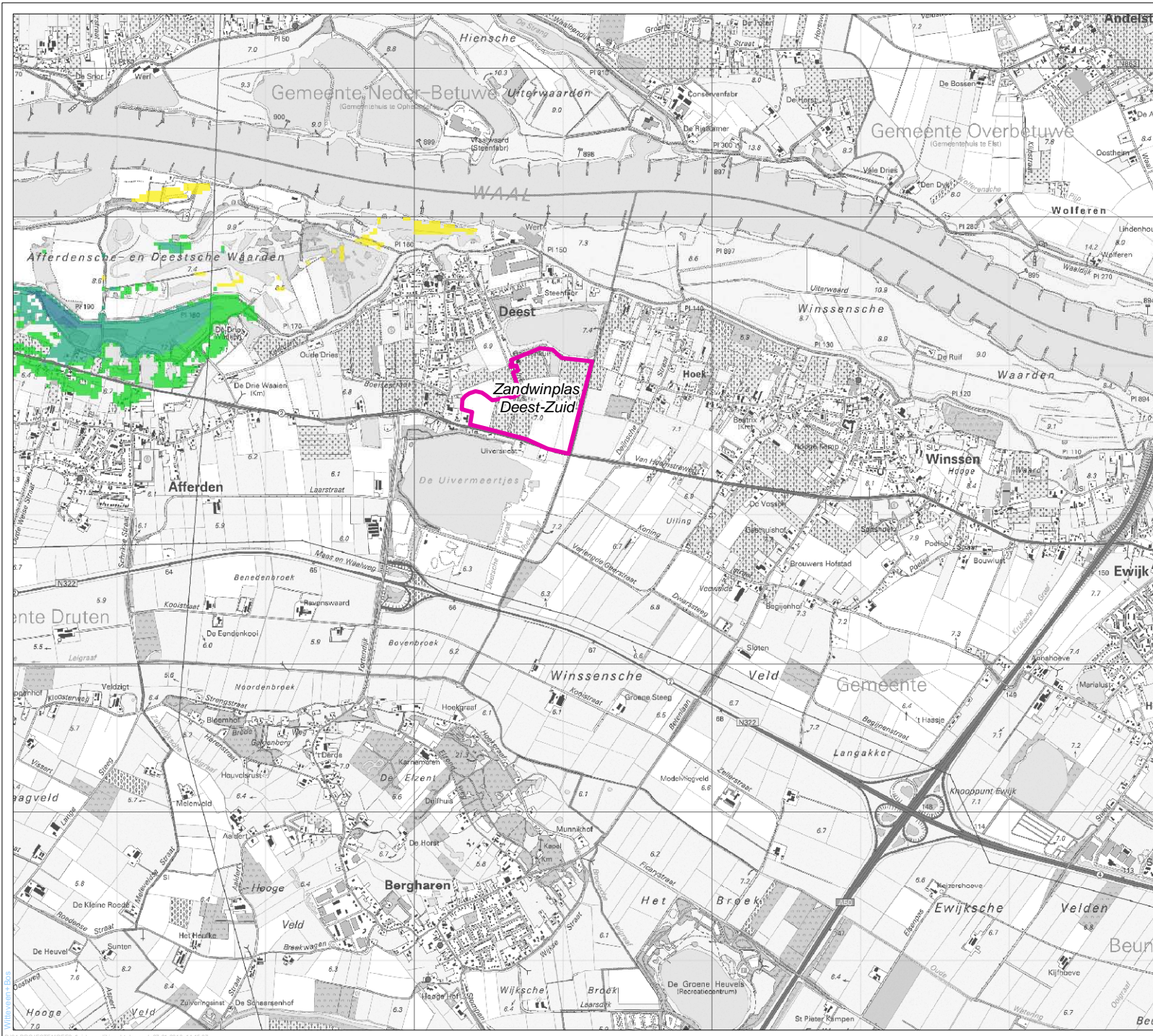
Zandwinplas Deest-Zuid

Locatie nieuwe watergangen

schaal: 

projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 26-11-2009
 getekend: ir. H.D.C. Meuwese
 goedgekeurd:





Het effect van het ADW project is gepresenteerd **zonder** de uitvoering van mitigerende maatregelen. Dit is een **overschatting** van de verwachte effecten, omdat na uitvoering van de mitigerende maatregelen een kleiner effect wordt verwacht.

Legenda

- zandwinplas
- freatische grondwaterstand effect t.o.v. referentie (m)**
- < -1 (verlaging)
- 1 - -0.5
- 0.5 - -0.25
- 0.25 - -0.05
- 0.05 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.25
- 0.25 - 0.5
- > 0.5 (verhoging)

Zandwinplas Deest-Zuid

Effect ADW project bij stationair hoogwater, zonder uitvoering mitigerende maatregelen

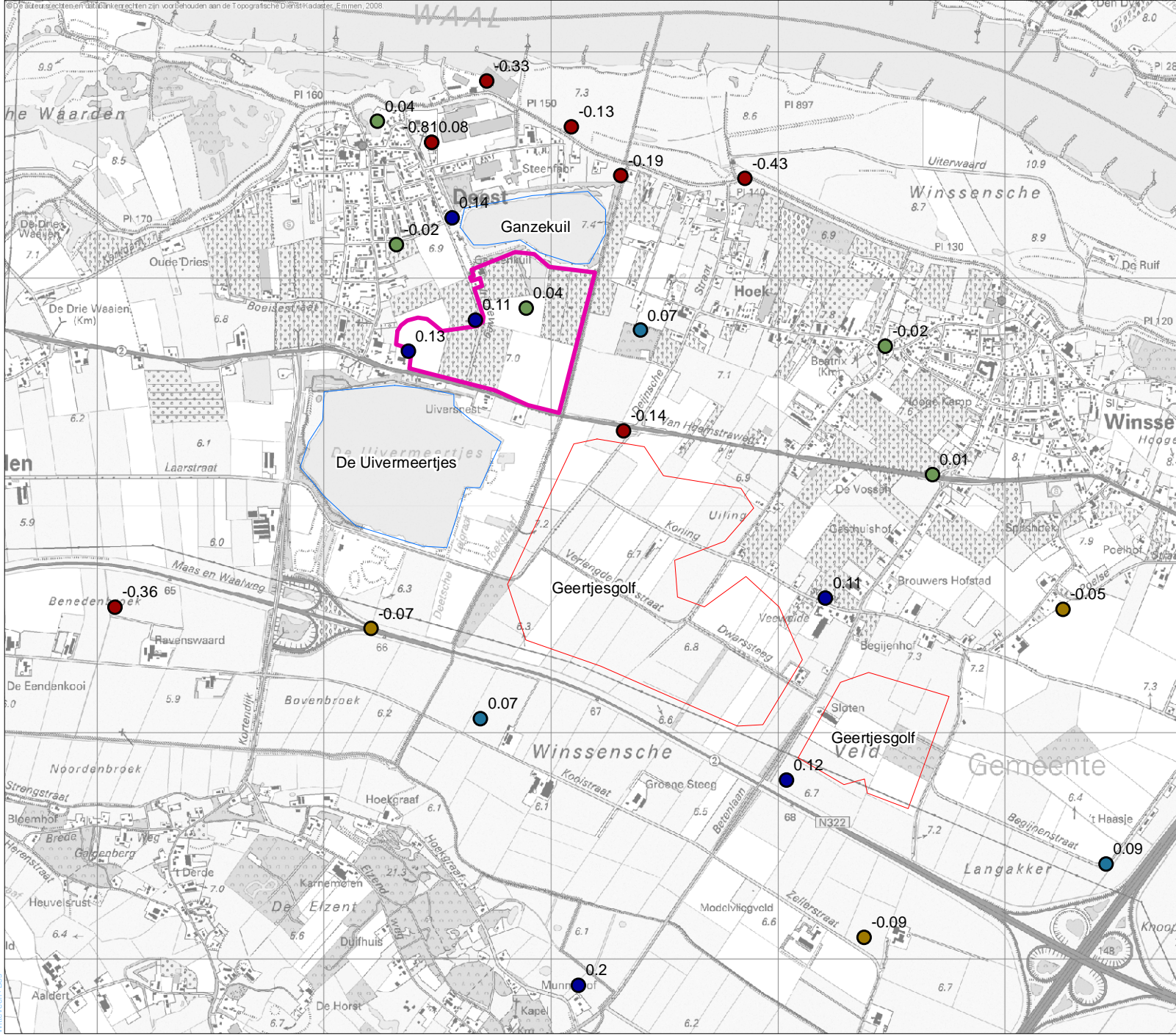
schaal:



projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 27-01-2010
 getekend: Ir. H.D.C. Meuwese
 goedgekeurd:
 goedkeurd:



BIJLAGE II Model kalibratie



Legenda

verschil freatisch
berekend minus gemeten (m)

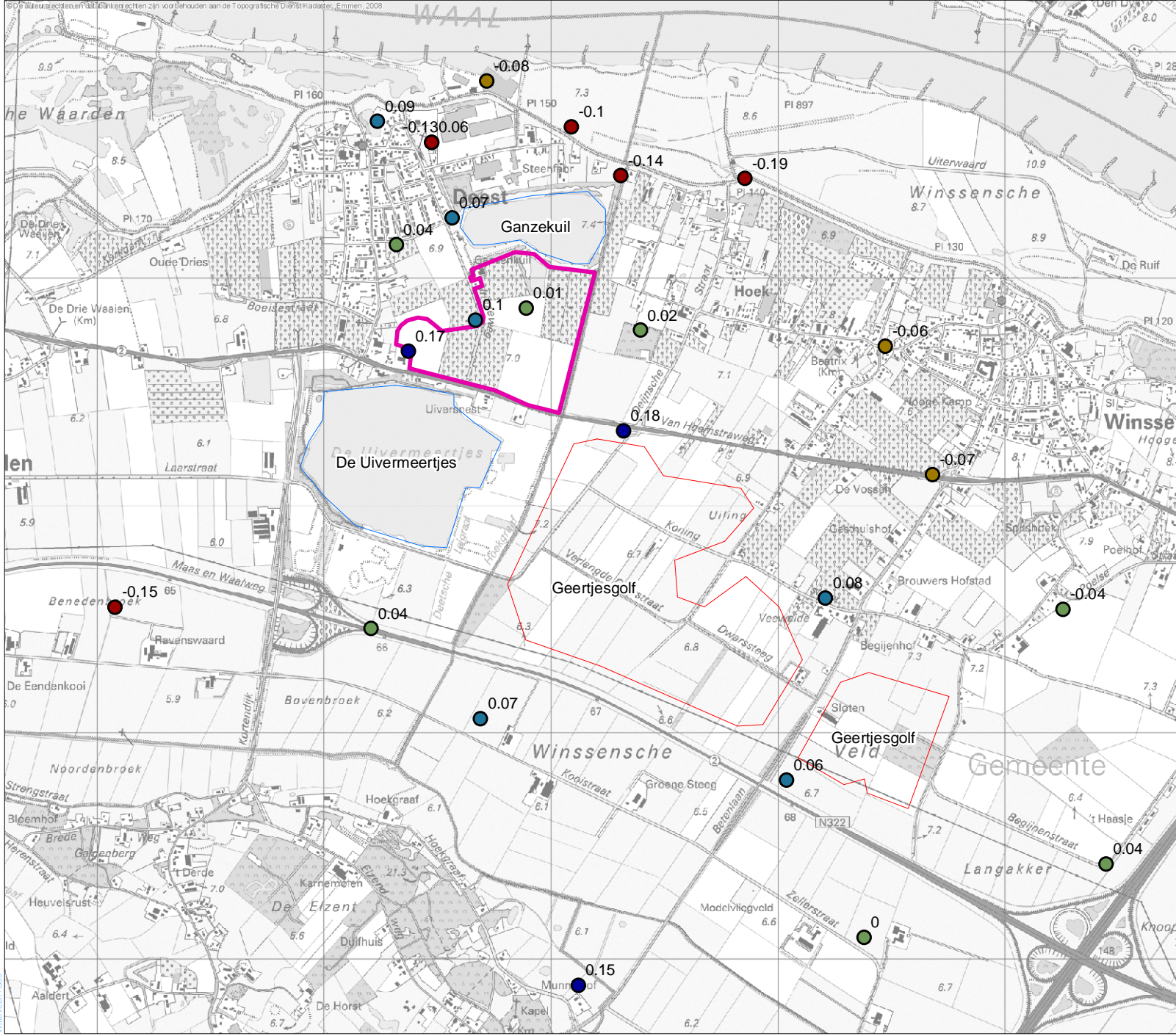
- <math>< -0.10</math> (te laag)
- -0.09 - -0.05
- -0.04 - 0.05
- 0.06 - 0.10
- > 0.1 (te hoog)
- locatie zandwinplas
- groot oppervlaktewater
in ontwikkeling
- bestaand

Zandwinplas Deest-Zuid

Model resultaat
Stationair model

schaal: 0 100 200 300 400 500 600 m

projectcode: DEE2-4
versie: concept 01
datum: 26-11-2009
geleerd: ir. H.D.C. Meuwese
gevoorspeld: geodijk eurd.



Legenda

**verschil waterv. pakket
berekend minus gemeten (m)**

- -0.19 - -0.10 (te laag)
- -0.09 - -0.05
- -0.04 - 0.05
- 0.06 - 0.10
- 0.11 - 0.18 (te hoog)

□ locatie zandwinplas

groot oppervlaktewater

- in ontwikkeling
- bestaand

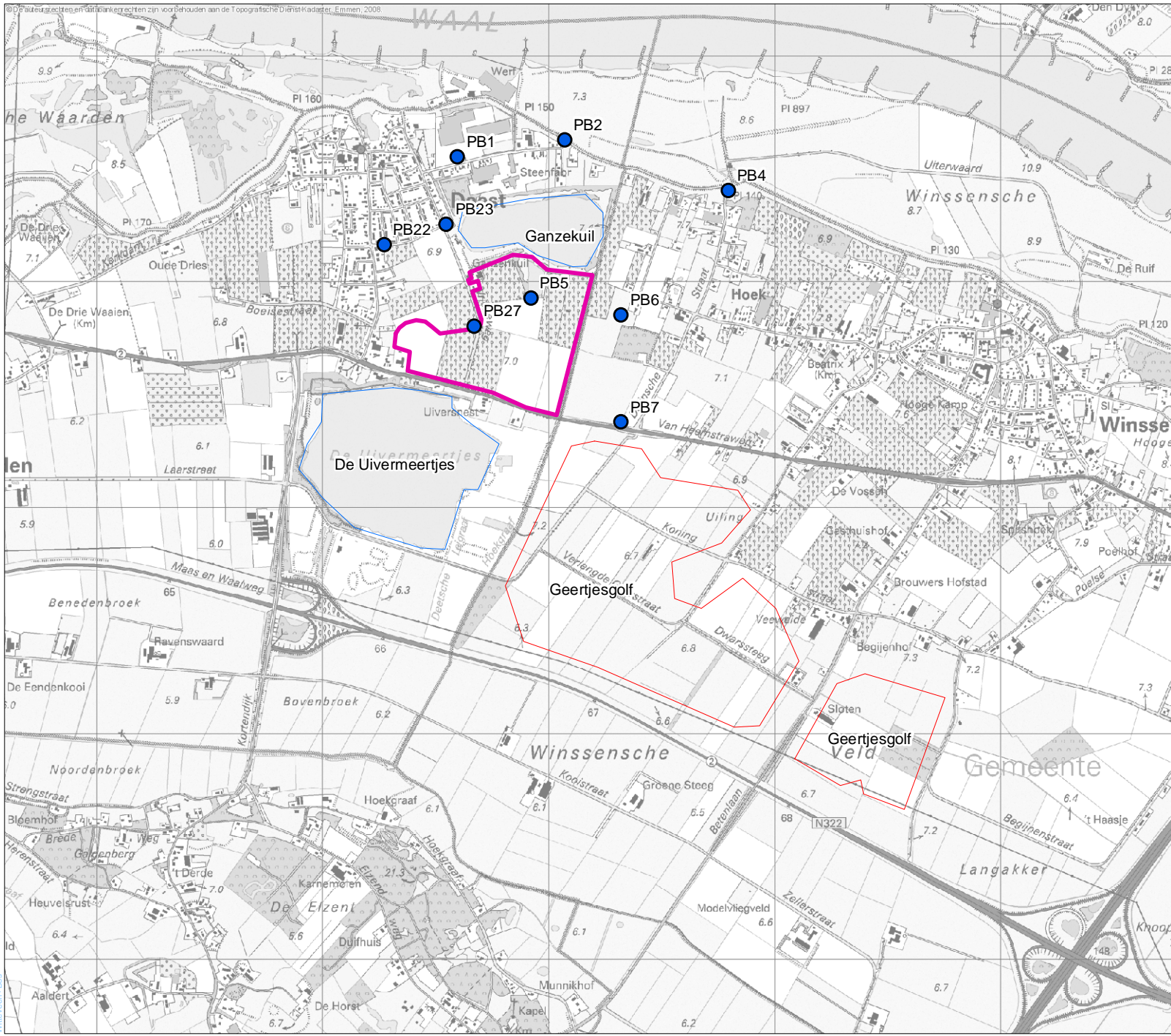
Zandwinplas Deest-Zuid

Model resultaat
Stationair model



projectcode: DEE2-4
versie: concept 01
datum: 26-11-2009
geleend: ir. H.D.C. Meuwese
gevoorspeld:
goedkeurd:



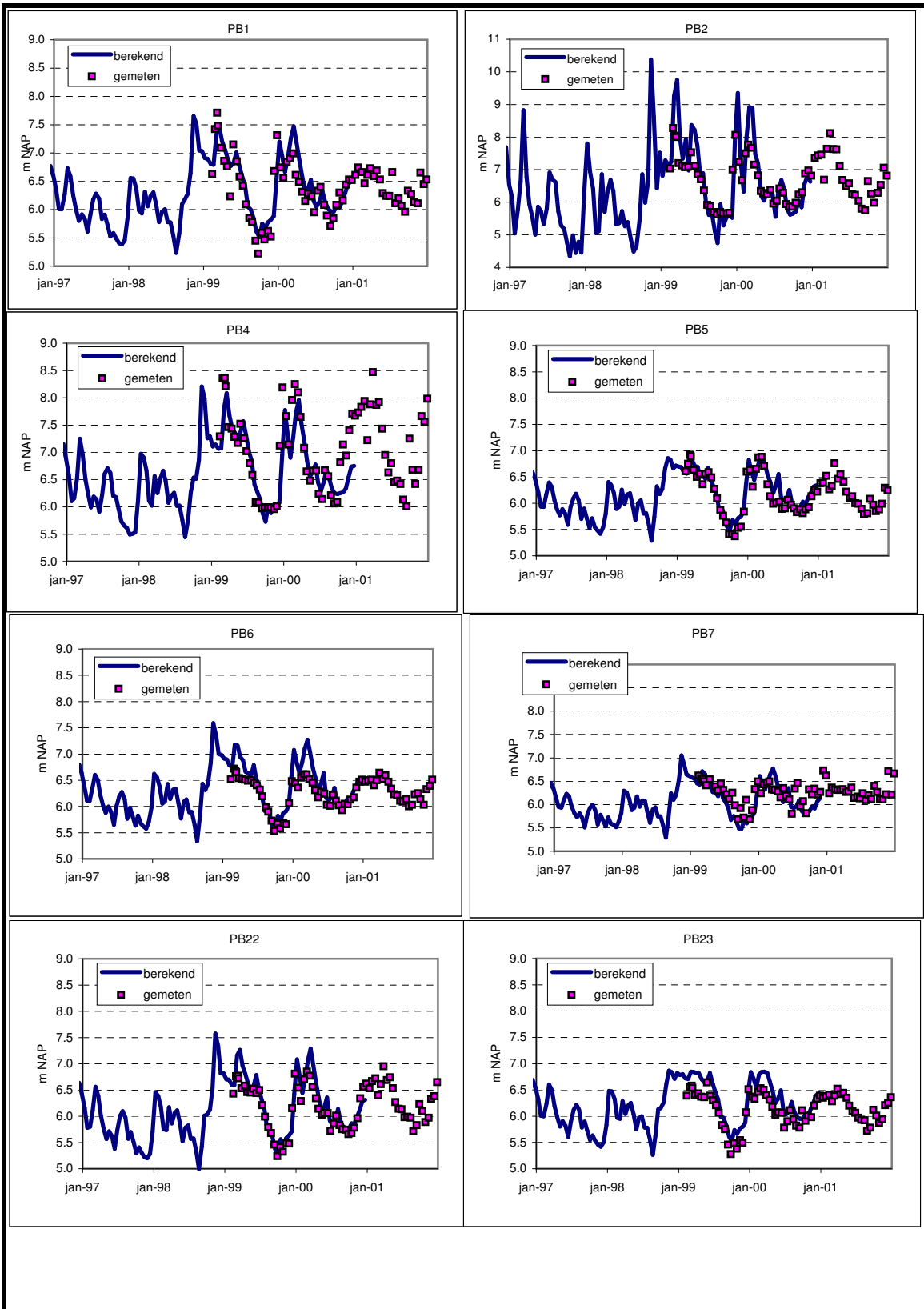


Legenda

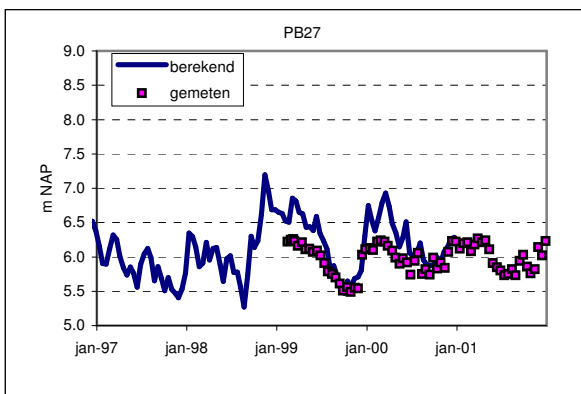
- peilbuizen
- locatie zandwinplas
- groot oppervlaktewater**
- in ontwikkeling
- bestaand

Zandwinplas Deest-Zuid
 Locatie peilbuizen

schaal: 0 100 200 300 400 500 600 m
 projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 26-11-2009
 geleend: ir. H.D.C. Meuwese
 gecontroleerd:
 goedgekeurd:



Vergelijking gemeten en berekende grondwaterstanden rondom Deest-Zuid



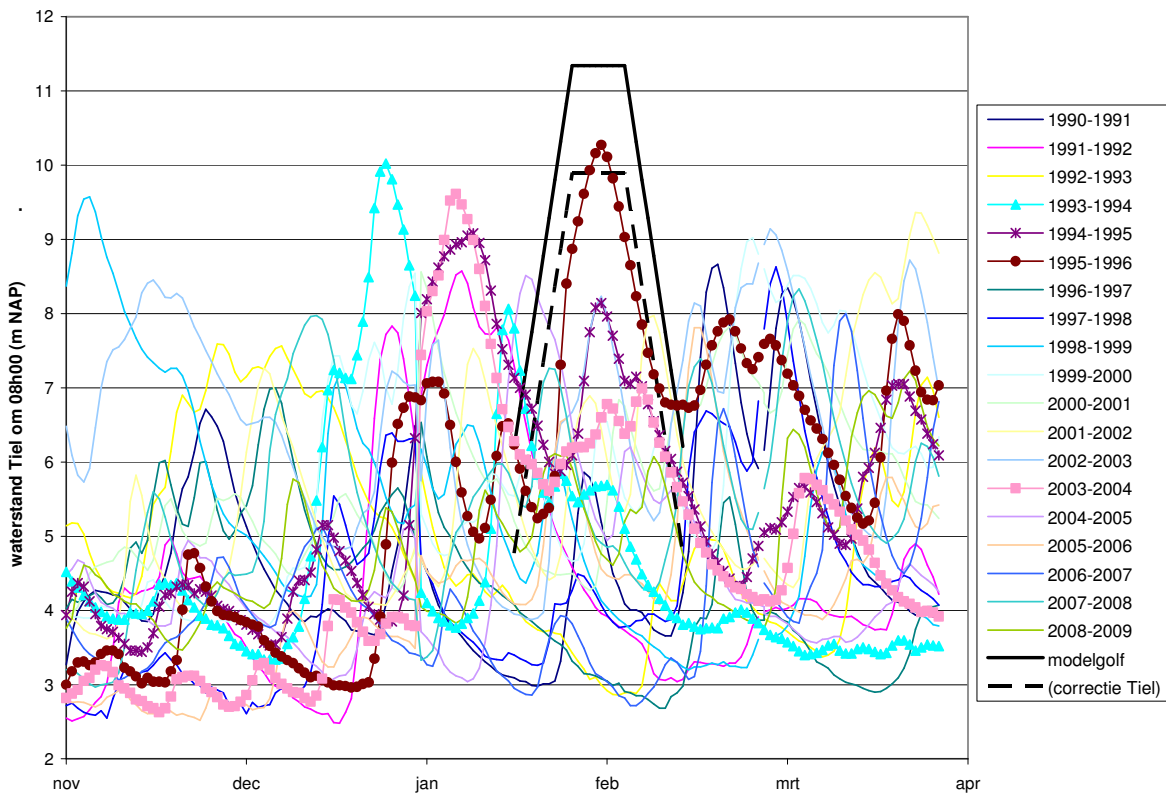
Vergelijking gemeten en berekende grondwaterstanden rondom Deest-Zuid

BIJLAGE III Validatie hoogwater model

1. Randvoorwaarden hoogwater

In afbeelding III.1 zijn de waterstanden in de Waal weergegeven voor de periode 1990 tot en met 2009. Het betreft de dagelijkse waarnemingen in Tiel om 08.00 uur (Waterbase 2010). Dichterbij het interessegebied ligt het meetpunt Dodewaard. Hiervan zijn slechts gegevens tot 1986 beschikbaar. In de grafiek is ook de hoogwatergolf uit het model⁴ weergegeven (zwarte dikke lijn). Uit een analyse van waarnemingen te Tiel en Dodewaard blijkt dat de waterstand in Tiel gemiddeld circa 1,44 m lager ligt dan in Dodewaard. Daarom is met een zwarte stippellijn de gecorrigeerde modelgolf weergegeven. Het blijkt dat de modelgolf overeenkomt met de hoogwatergolven van 1993-1994 en 1995-1996. Daarnaast is de hoogwatergolf van 2003-2004 interessant, omdat dit binnen de meetperiode van de lokale peilbuizen valt en ook een hoge golf is.

afbeelding III.1. Waterstand Waal te Tiel om 08h00 (Waterbase 2010)



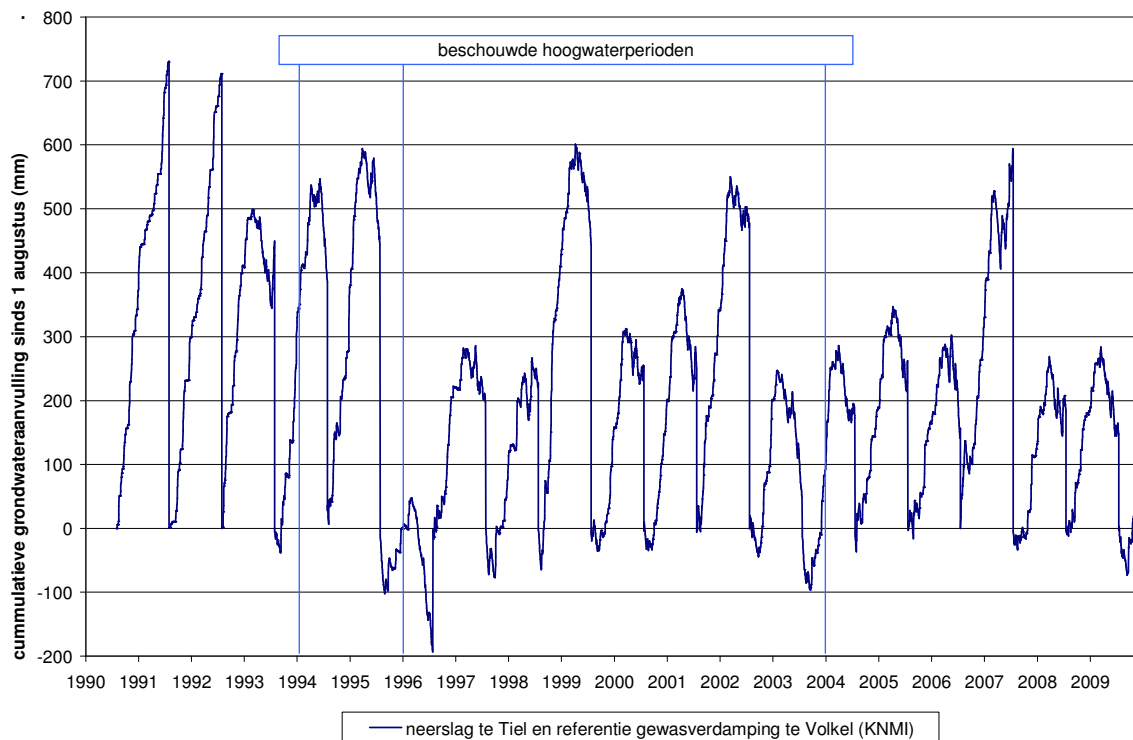
Voor een vergelijking tussen de modelresultaten en de metingen is niet alleen de hoogwater golf van belang, maar ook de neerslag en verdamping in de periode voorafgaand aan de hoogwater golf. Wanneer een hoogwatergolf optreedt na een nat najaar, dan zullen de grondwaterstanden voor aanvang van de hoogwater golf al hoog zijn. Bij een droge geschiedenis worden lage grondwaterstanden waargenomen en is mogelijk een sterke stijging van de grondwaterstand waar te nemen.

In afbeelding III.2 is een overzicht opgenomen van de cumulatieve grondwateraanvulling sinds 1 augustus elk jaar. Deze aanvulling is gebaseerd op de waargenomen neerslag te Tiel en de referentie gewasverdamping te Volkel (beide KNMI 2010). Uit de grafiek blijkt dat aan de hoog water periode in

⁴ In het model is een fictieve hoogwatergolf toegepast op basis van een herhalingstijd

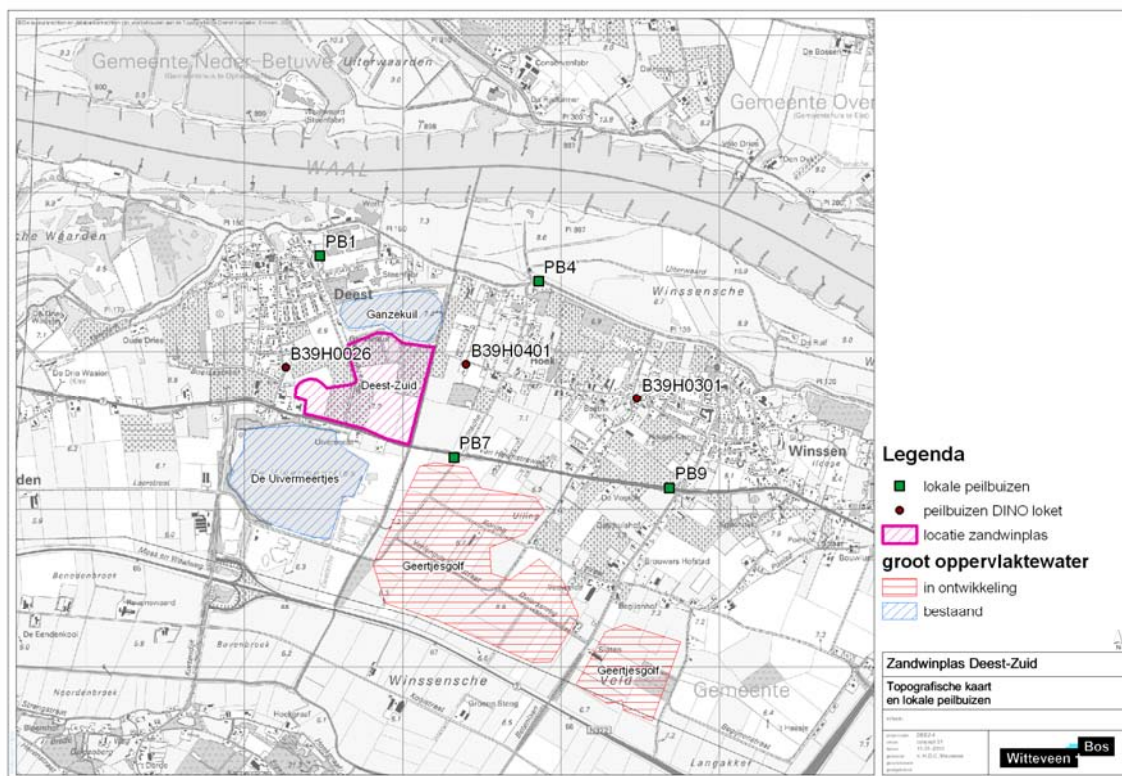
1994 een relatief natte periode voor af ging, terwijl 1996 extreem droog was. De situatie in 2004 is ook relatief droog in vergelijking met andere jaren.

afbeelding III.2. Cumulatieve grondwateraanvulling sinds 1 augustus (KNMI 2010)



In afbeelding III.3 zijn de locaties van de peilbuizen waar de berekende grondwaterstand wordt vergeleken met waarnemingen opgenomen. De conclusies hiervan worden in de volgende paragrafen behandeld.

afbeelding III.3. Locaties peilbuizen

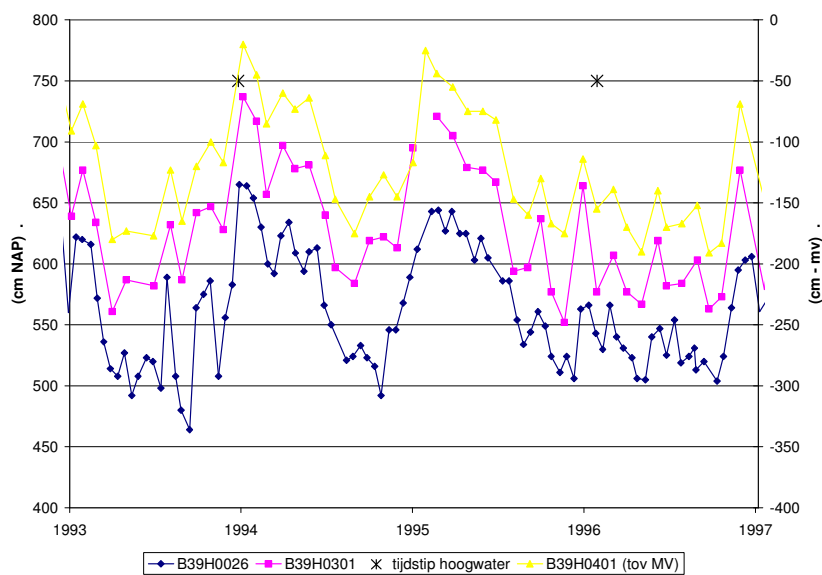


2. Analyse metingen grondwaterstanden Dinoloket

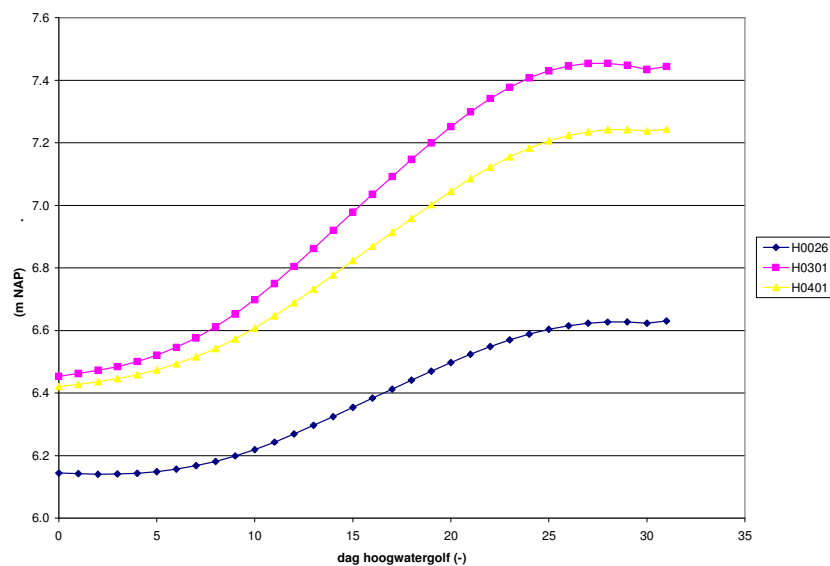
In afbeelding III.4 zijn waarnemingen van de grondwaterstand in de periode 1993-1996 weergegeven. Dit zijn waarnemingen welke beschikbaar zijn in Dinoloket (TNO 2010). De waarnemingslocaties zijn weergegeven op kaart in afbeelding III.3. De locaties liggen circa 1 km landinwaarts ten opzichte van de Waal. Peilbuis B39H0026 ligt nabij de kern van Deest. De maximaal waargenomen grondwaterstand is hier circa 1,0 m lager dan op de andere locaties. Deze peilbuis ligt blijkbaar in een beter ontwatert gebied.

In afbeelding III.5 zijn de berekende grondwaterstanden weergegeven uit het hoogwatermodel. Ook in de berekende grondwaterstanden is het verschil in absolute stijghoogte tussen peilbuis B39H0026 en de 2 andere locaties zichtbaar. In tabel III.1 is een vergelijking opgenomen tussen de berekende en gemeten grondwaterstand.

afbeelding III.4. Waarnemingen DINO peilbuizen



afbeelding III.5. Modelresultaat hoogwater golf voor DINO peilbuizen



tabel III.1. Analyse gemeten en berekende waterstanden

peilbuis	vergelijking model met hoogwaterperiode	verwachting	resultaat
B39H0026	1993-1994 en 1995-1996	modelresultaat komt overeen met waarneming, want modelgolf komt overeen met Waal peil	grondwaterstand stijgt tot maximaal NAP + 6,6 m. Dit wordt ook door het model berekend, stijging in het model is minder groot dan de meting.
B39H0301	1993-1994 en 1995-1996	modelresultaat komt overeen met waarneming, want modelgolf komt overeen met Waal peil	grondwaterstand stijgt circa 1,0 m. Model heeft eenzelfde reactie. Reactie in 1995-1996 minder aanwezig.
B39H0401	1993-1994	modelresultaat komt overeen met	grondwaterstand stijgt circa 0,8 m. Model heeft een-

peilbuis	vergelijking model met hoogwaterperiode	verwachting	resultaat
	en 1995-1996	waarneming, want modelgolf komt overeen met Waal peil	zelfde reactie. Reactie in 1995-1996 minder aanwezig.

Uit de tabel blijkt dat de berekende reactie van de grondwaterstand in de peilbuizen B39H0301 en B39H0401 goed overeenkomt met de waarnemingen, de reactie van peilbuis B39H0026 is iets minder goed.

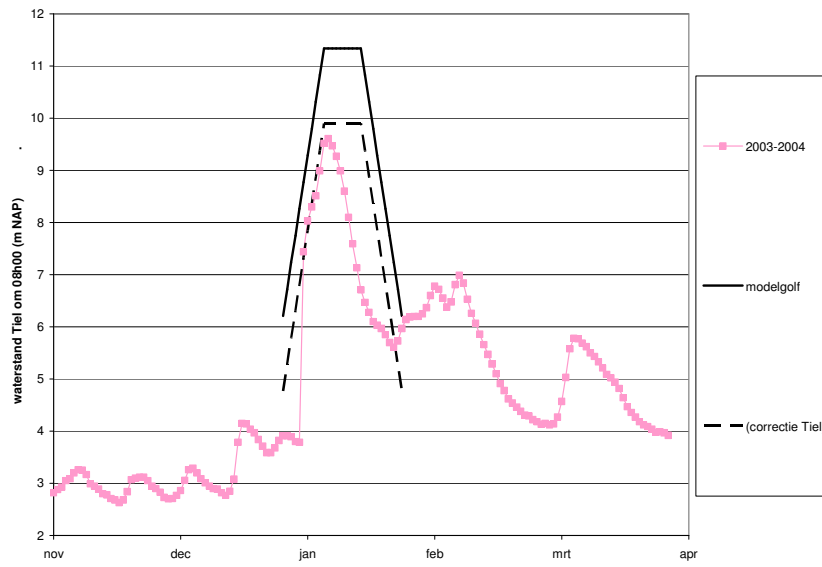
3. Analyse metingen grondwaterstanden lokale peilbuizen

Een tweede controle komt van de lokale peilbuizen. Deze peilbuizen in het projectgebied zijn sinds 1999 waargenomen. De hoogste hoogwatergolf die sinds die periode is opgetreden is de golf van 2003-2004. Deze golf is minder extreem dan de gemodelleerde hoogwatergolf. In afbeelding III.6 is deze golf vergeleken met de modelgolf. Daarbij is het tijdstip van de gradiënt van de stijging van de waterstand in de modelgolf gelijk gekozen met de stijging van het Waal peil. Dit is ook aangehouden in de grafieken die in afbeelding III.7 8 en 9 zijn opgenomen. In tabel III.2 zijn ook hiervan de conclusies opgenomen. Hieruit blijkt dat het modelresultaat veelal overeenkomt met de verwachting.

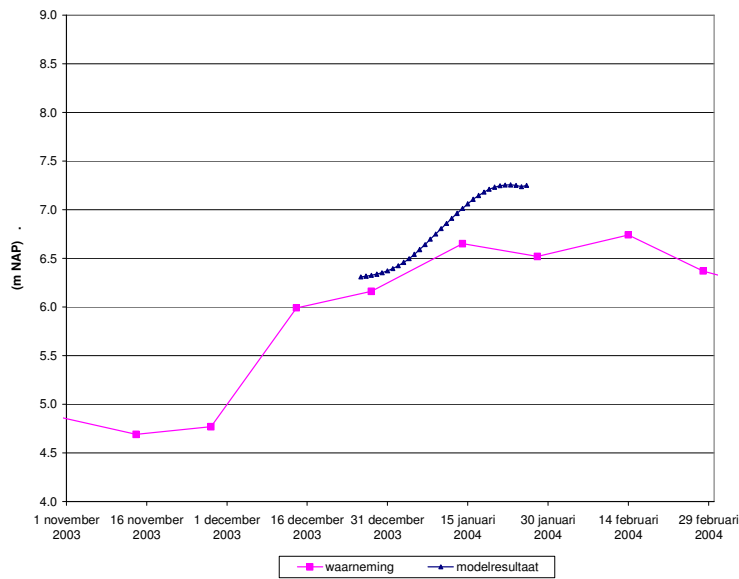
tabel III.2. Analyse gemeten en berekende waterstanden

peilbuis	vergelijking model met hoogwaterperiode	verwachting	resultaat
PB1	2003-2004	modelresultaat ligt hoger dan metingen, want hoogwatergolf is lager dan modelgolf	grondwaterstand wordt hoger berekend dan meting. In overeenstemming met verwachting. Gradiënt komt overeen.
PB4	2003-2004	modelresultaat ligt hoger dan metingen, want hoogwatergolf is lager dan modelgolf	berekende grondwaterstand bij aanvang ligt lager dan meting. Komt niet overeen met verwachting. Uiteindelijk ligt grondwaterstand boven meting, komt overeen met verwachting.
PB7	2003-2004	modelresultaat ligt hoger dan metingen, want hoogwatergolf is lager dan modelgolf	de piek in de metingen wordt niet door het model berekend, de eindwaarde komt wel overeen.
PB9	2003-2004	modelresultaat ligt hoger dan metingen, want hoogwatergolf is lager dan modelgolf	de stijging van de grondwaterstand heeft in het model een zelfde gradiënt als de waarnemingen, het model berekent wel een hogere eindsituatie, dit komt overeen met de verwachting.

afbeelding III.6. Hoogwatergolf in model ten opzichte van stand Waal



afbeelding III.7. PB1



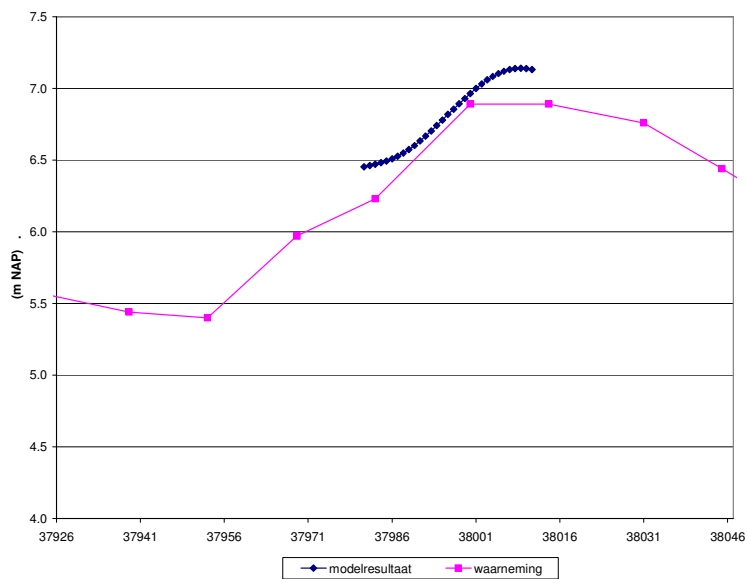
afbeelding III.9. PB4



afbeelding III.10. PB7



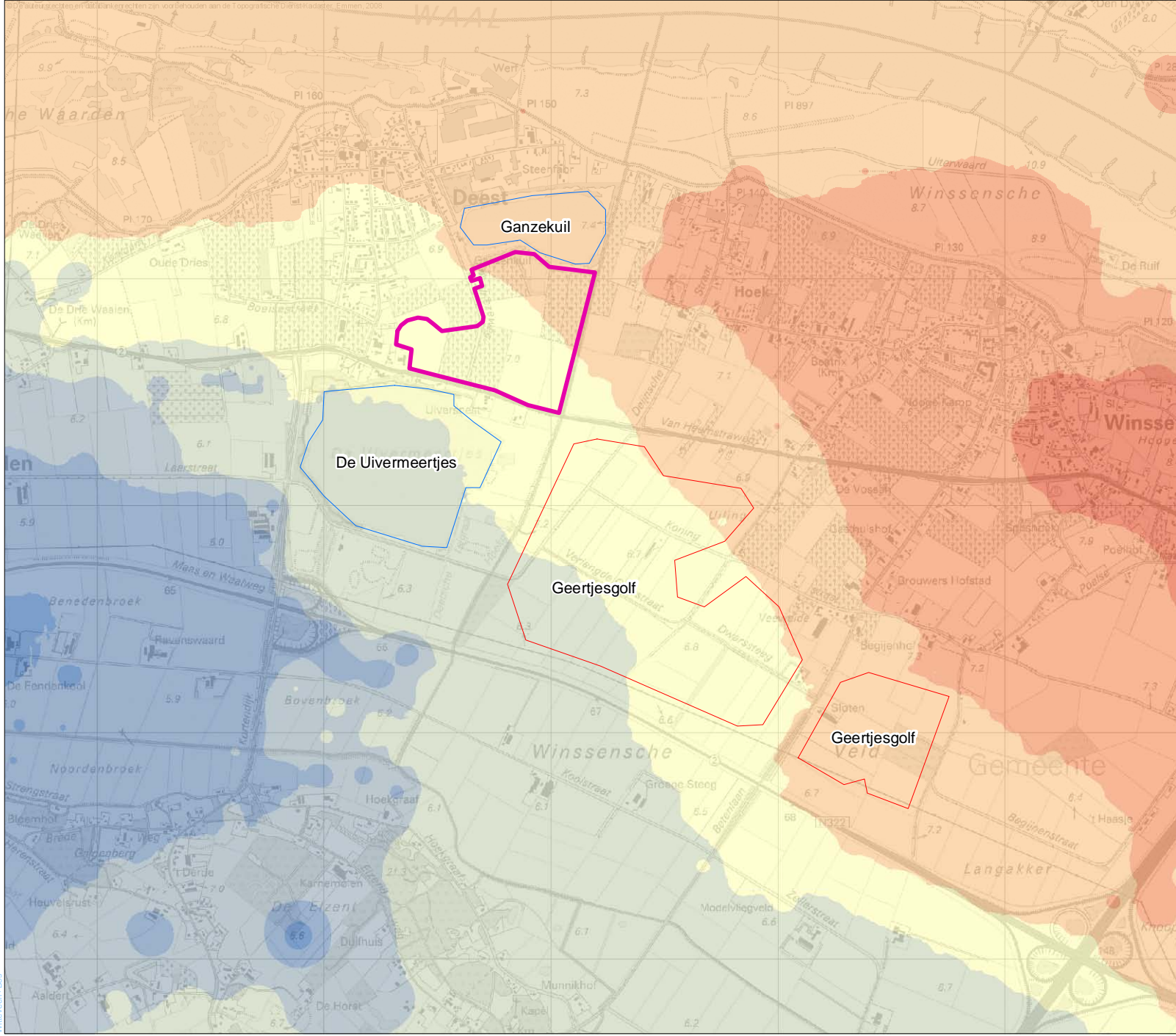
afbeelding III.11. PB9



4. Conclusie

Door het gebruik van een theoretische hoogwatergolf kan het hoogwatermodel niet direct worden vergeleken met waarnemingen. Er heeft een vergelijking plaatsgevonden van het modelresultaat met waarnemingen, waarbij met het verschil in hoogwatergolf rekening is gehouden. Hieruit blijkt dat de modelresultaten van het hoogwatermodel in het algemeen overeenkomen met metingen. Het hoogwater model is dus geschikt voor het berekenen van de effecten. De orde grootte van de effecten kan er op een goede manier mee worden bepaald.

BIJLAGE IV Referentiesituatie

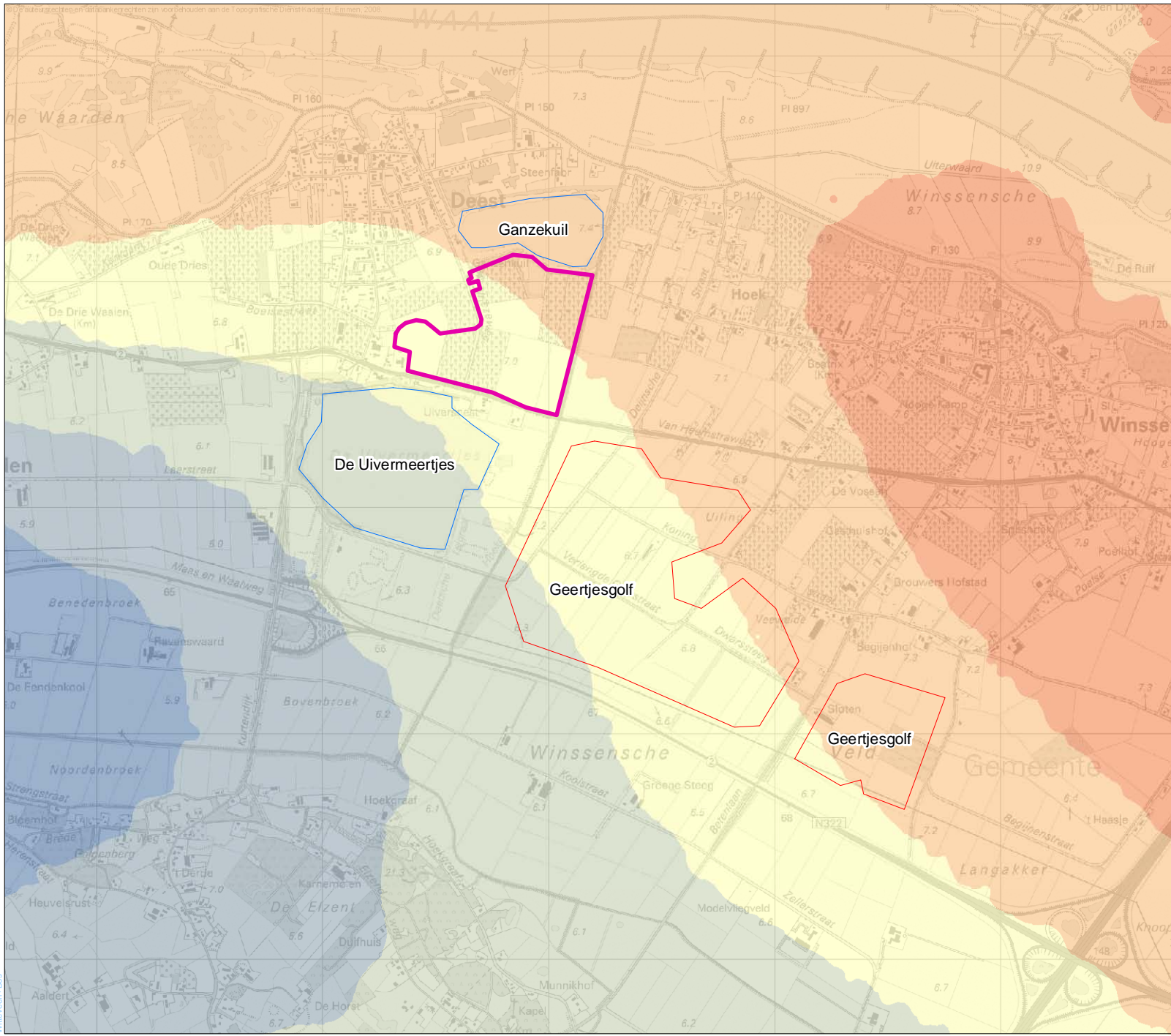


Legenda

- locatie zandwinplas
- groot oppervlaktewater**
- in ontwikkeling
- bestaand
- freatische grondwaterstand (m NAP)**
- 4.07 - 5
- 5.01 - 5.25
- 5.26 - 5.5
- 5.51 - 5.75
- 5.76 - 6
- 6.01 - 6.25
- 6.26 - 6.5
- 6.51 - 6.75
- 6.76 - 6.95

Zandwinplas Deest-Zuid
 Scenario A (referentie situatie)
 Stationair model

schaal: 0 100 200 300 400 500 600 m
 projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 26-11-2009
 geleend: fr. H.D.C. Meuwese
 georeferent:

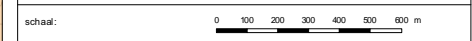


Legenda

- locatie zandwinplas
- groot oppervlaktewater**
- in ontwikkeling
- bestaand
- stijghoogte (m NAP)**
- 4.07 - 5
- 5.01 - 5.25
- 5.26 - 5.5
- 5.51 - 5.75
- 5.76 - 6
- 6.01 - 6.25
- 6.26 - 6.5
- 6.51 - 6.75
- 6.76 - 6.95

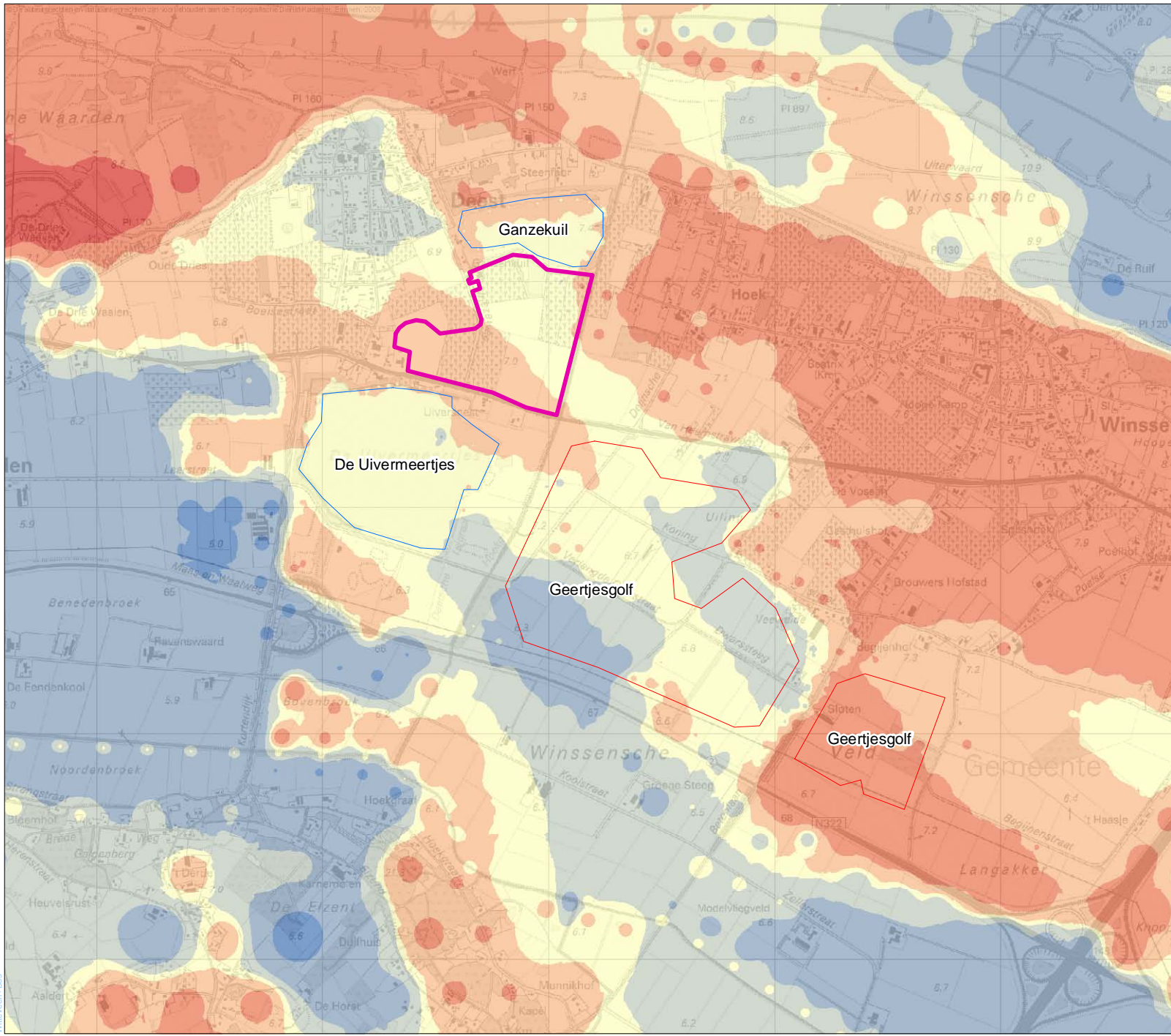
Zandwinplas Deest-Zuid

Scenario A (referentie situatie)
Stationair model



projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 26-11-2009
 geleend: Ir. H.D.C. Meuwese
 gecontroleerd:
 goedgekeurd:





Legenda

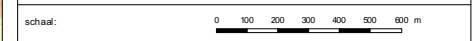
locatie zandwinplas
groot oppervlaktewater

in ontwikkeling
 bestaand

kwel/infiltratie (mm/dag)

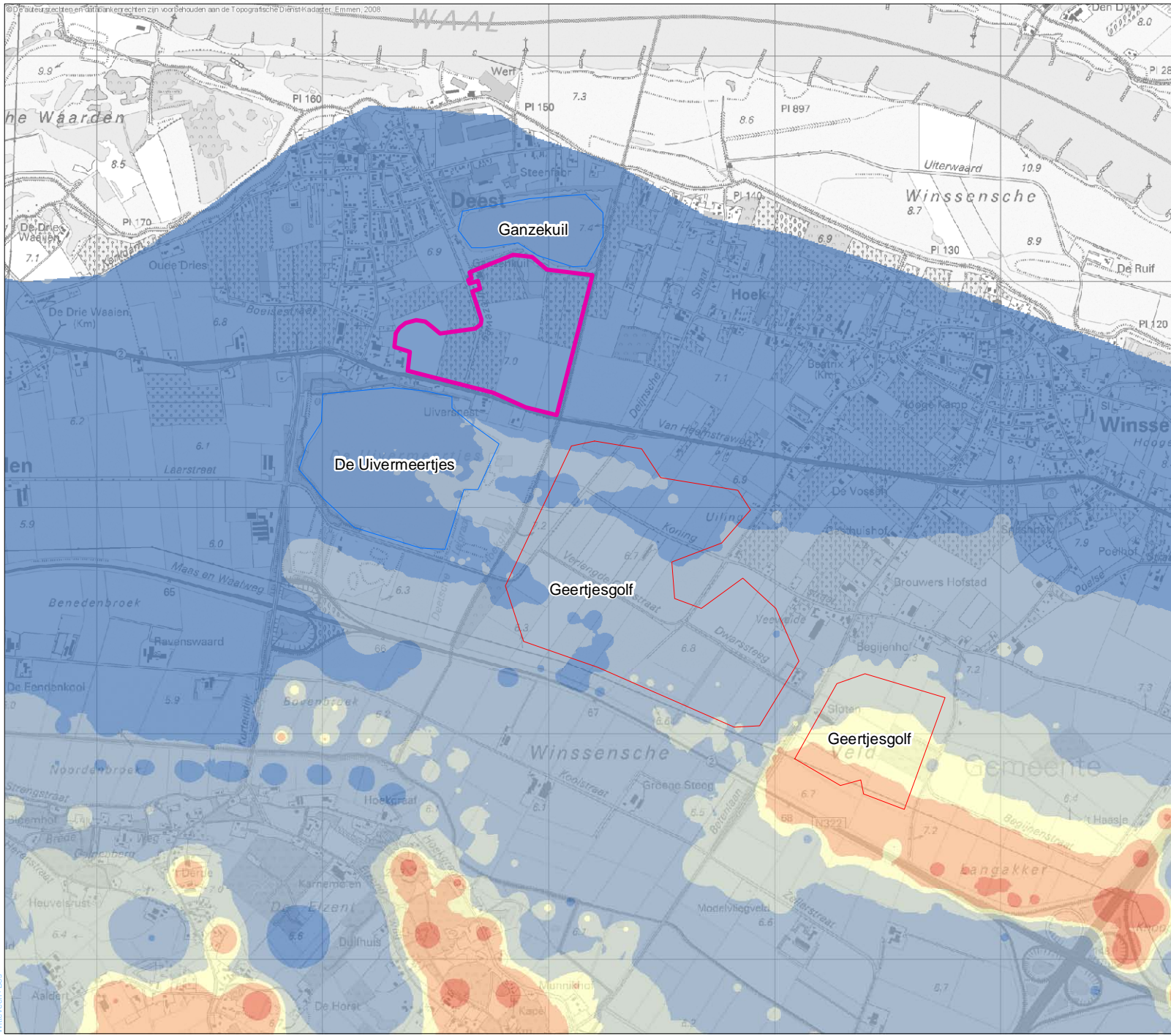
- <math>< -2</math> (kwel)
- 2 - -0.5
- 0.5 - -0.1
- 0.1 - 0.1
- 0.1 - 0.5
- 0.5 - 2
- > 2 (infiltratie)

Zandwinplas Deest-Zuid
 Scenario A (referentie situatie)
 Stationair model



projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 26-11-2009
 geleend: ir. H.D.C. Meuwese
 gecontroleerd:
 goedgekeurd:





Legenda

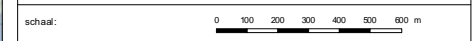
- locatie zandwinplas
- groot oppervlaktewater in ontwikkeling
- bestaand

kwel/infiltratie bij hoogwater (mm/dag)

- <math>< -2</math> (kwel)
- 2 - -0.5
- 0.5 - -0.1
- 0.1 - 0.1
- 0.1 - 0.5
- 0.5 - 2
- > 2 (infiltratie)

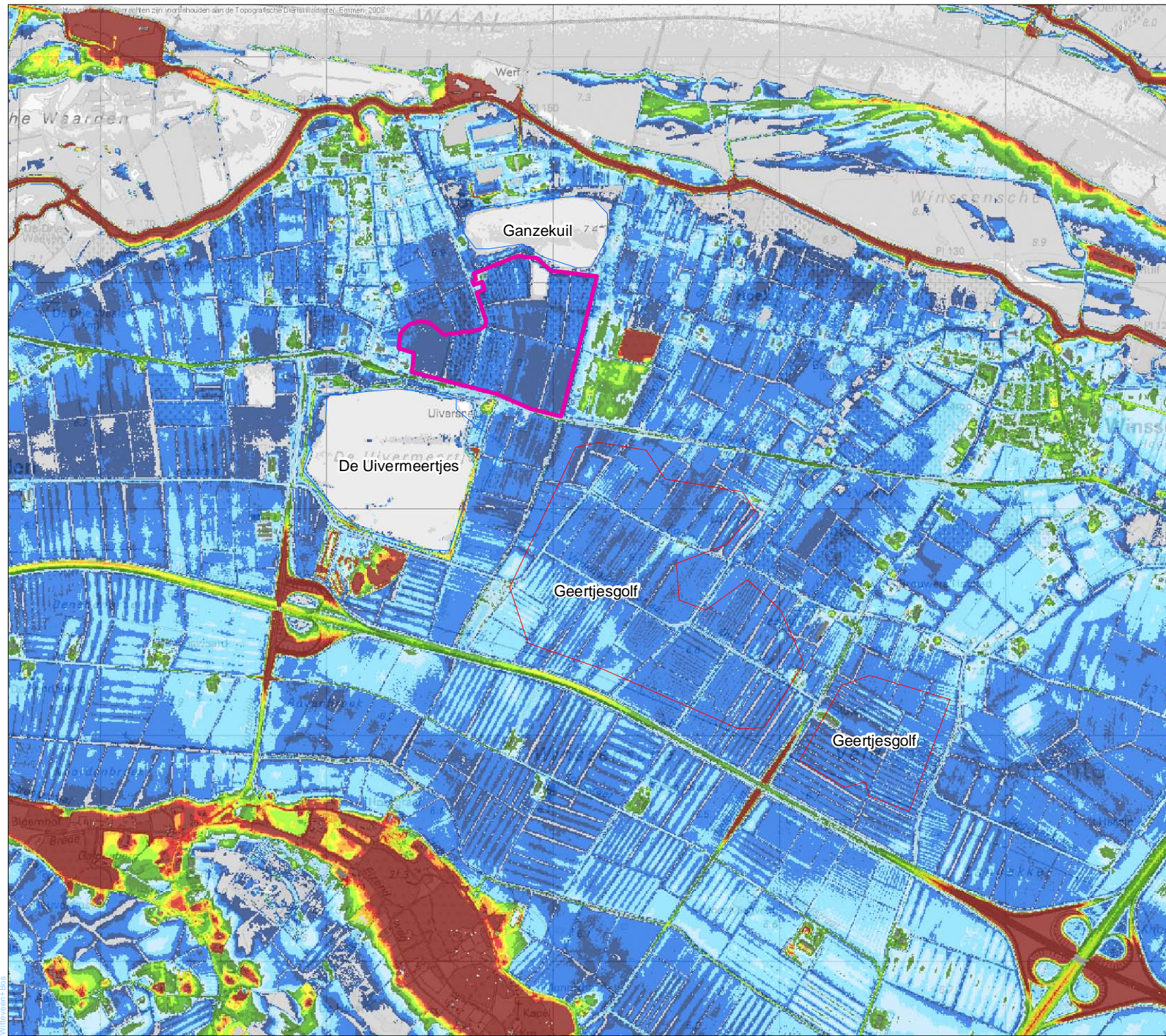
Zandwinplas Deest-Zuid

Scenario A (referentie situatie)
Hoogwater model



projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 26-11-2009
 geleend: ir. H.D.C. Meuwese
 gecontroleerd:
 goedgekeurd:





Legenda

locatie zandwinplas

groot oppervlaktewater

in ontwikkeling

bestaand

GHG

(cm - mv)

aan maaiveld

1 - 20

21 - 40

41 - 60

61 - 80

81 - 100

101 - 120

121 - 140

141 - 160

161 - 180

181 - 200

> 200

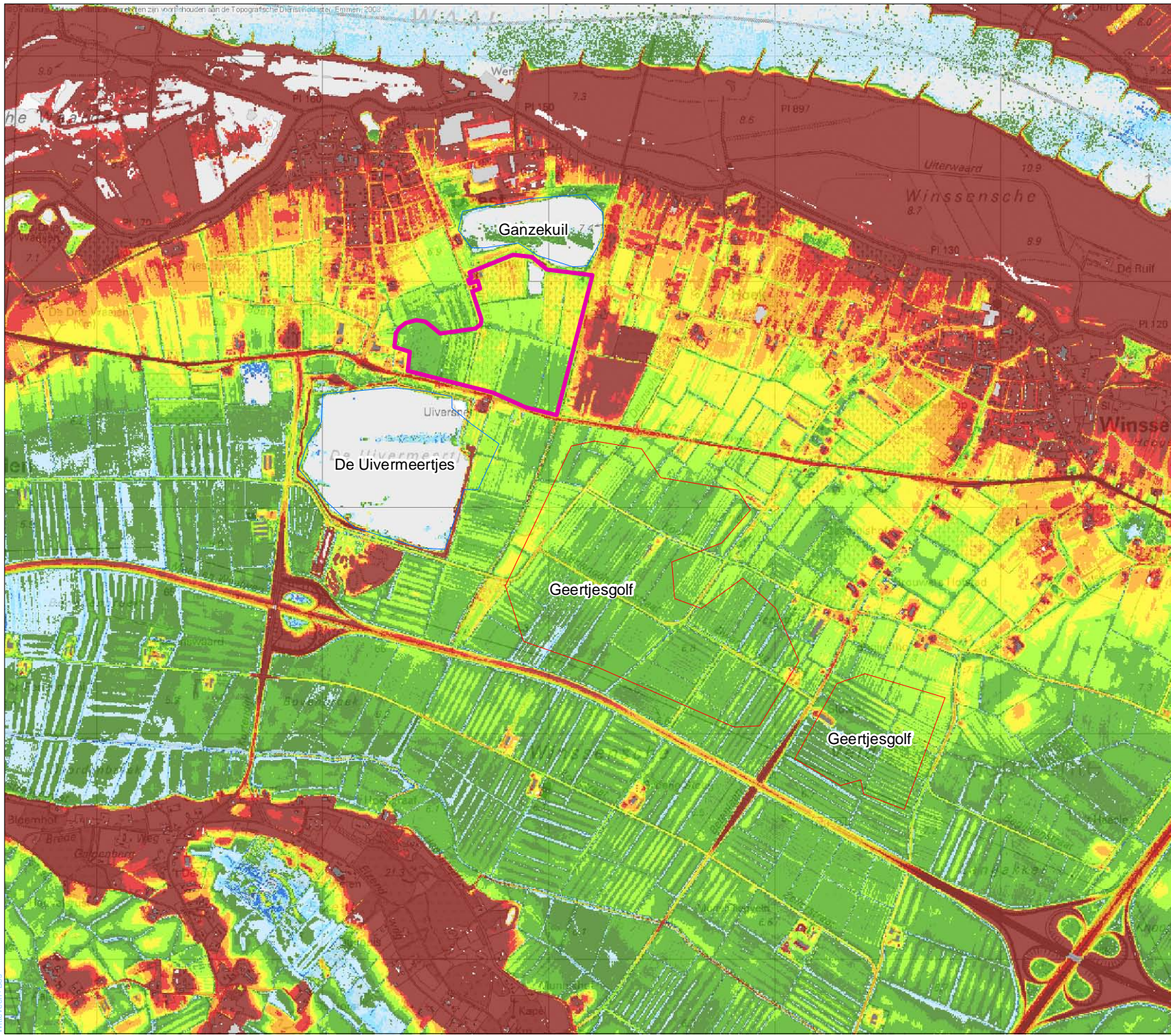
Zandwinplas Deest-Zuid

Scenario A (referentie situatie)
Langjarig model

schaal: 0 100 200 300 400 500 600 m

projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 26-11-2009
 getekend: fr. H.D.C. Meuwese
 goedgekeurd:

Witteveen + Bos



Legenda

- locatie zandwinplas
- groot oppervlaktewater**
- in ontwikkeling
- bestaand

GLG

(cm - mv)

- aan maaiveld
- 1 - 20
- 21 - 40
- 41 - 60
- 61 - 80
- 81 - 100
- 101 - 120
- 121 - 140
- 141 - 160
- 161 - 180
- 181 - 200
- > 200

Zandwinplas Deest-Zuid

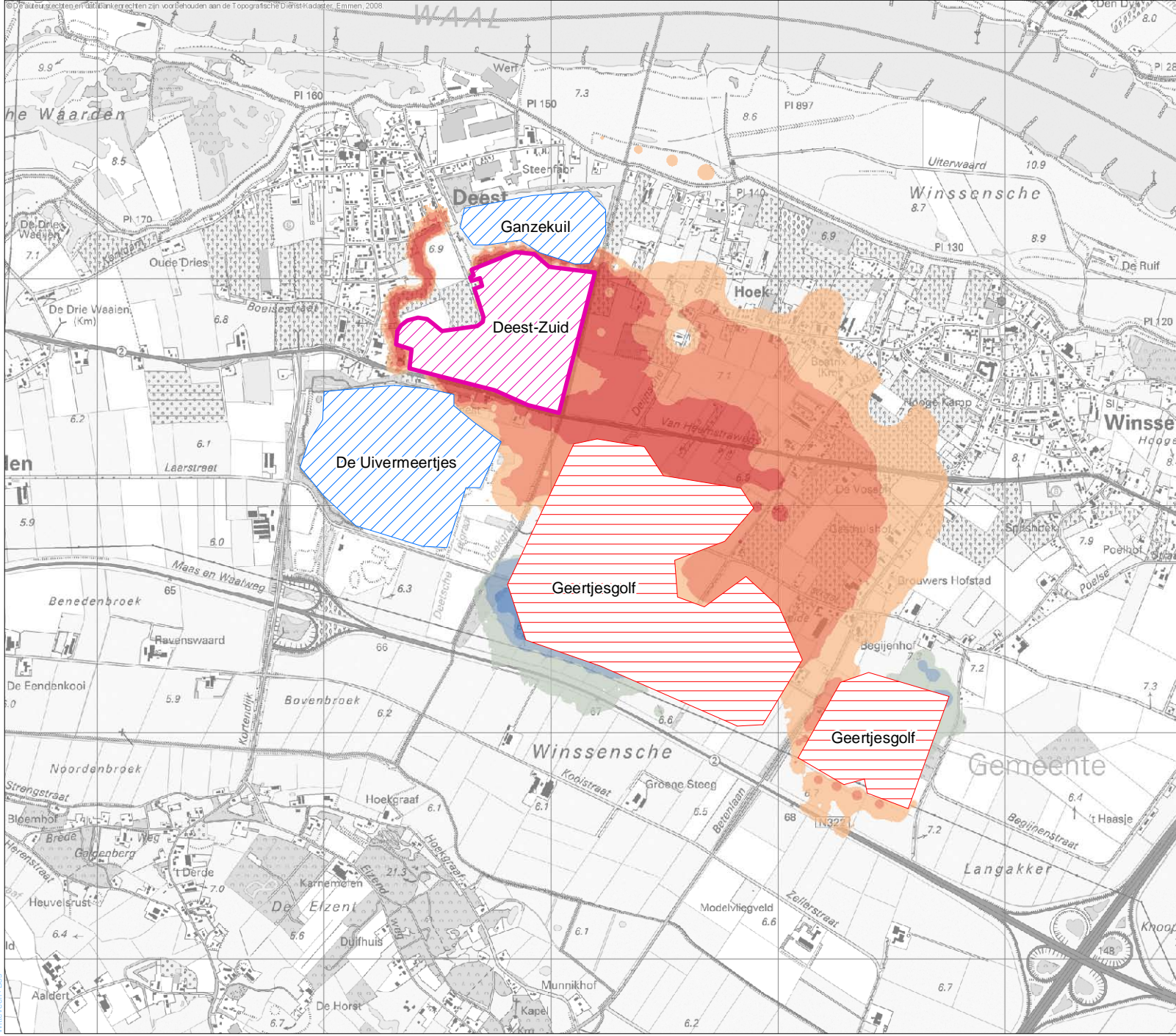
Scenario A (referentie situatie)
Langjarig model

schaal:
0
100
200
300
400
500
600 m

projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 26-11-2009
 getekend: fr. H.D.C. Meuwese
 goedgekeurd:



BIJLAGE V Effect hoogwatergolf



Legenda

- locatie zandwinplas
- groot oppervlaktewater**
- in ontwikkeling
- bestaand
- freatische grondwaterstand effect (m)**
- < 0.25 (verlaging)
- 0.25 - -0.1
- 0.1 - -0.05
- 0.05 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.25
- > 0.25 (verhoging)

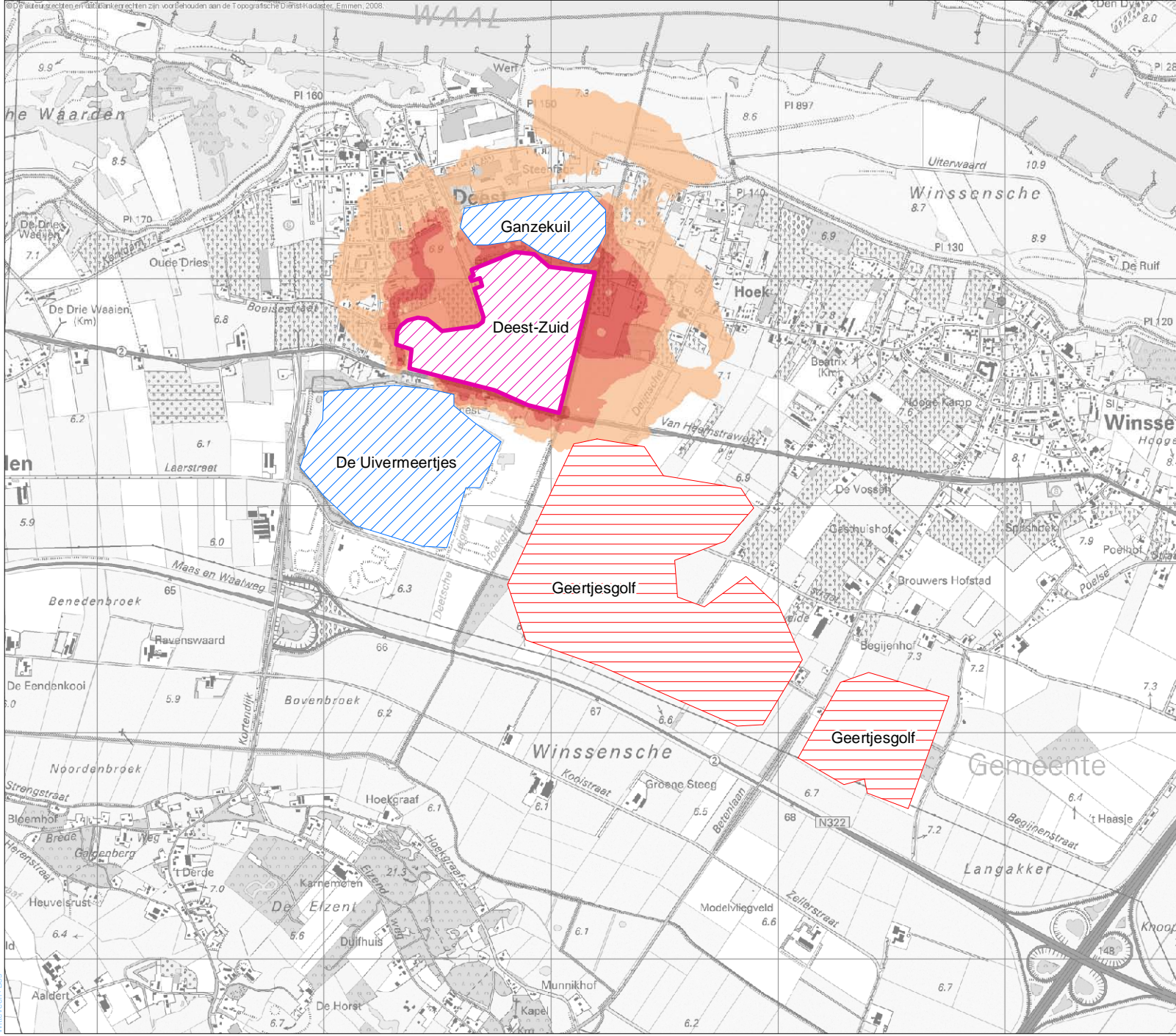
Zandwinplas Deest-Zuid

Scenario B
Hoogwater model

schaal: 0 100 200 300 400 500 600 m

projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 26-11-2009
 geleend: Ir. H.D.C. Meuwese
 geocrs: euras
 geodgk: euras





Legenda

locatie zandwinplas

groot oppervlaktewater

in ontwikkeling

bestaand

freatische grondwaterstand effect (m)

<math>< 0.25</math> (verlaging)

-0.25 - -0.1

-0.1 - -0.05

-0.05 - 0.05

0.05 - 0.1

0.1 - 0.25

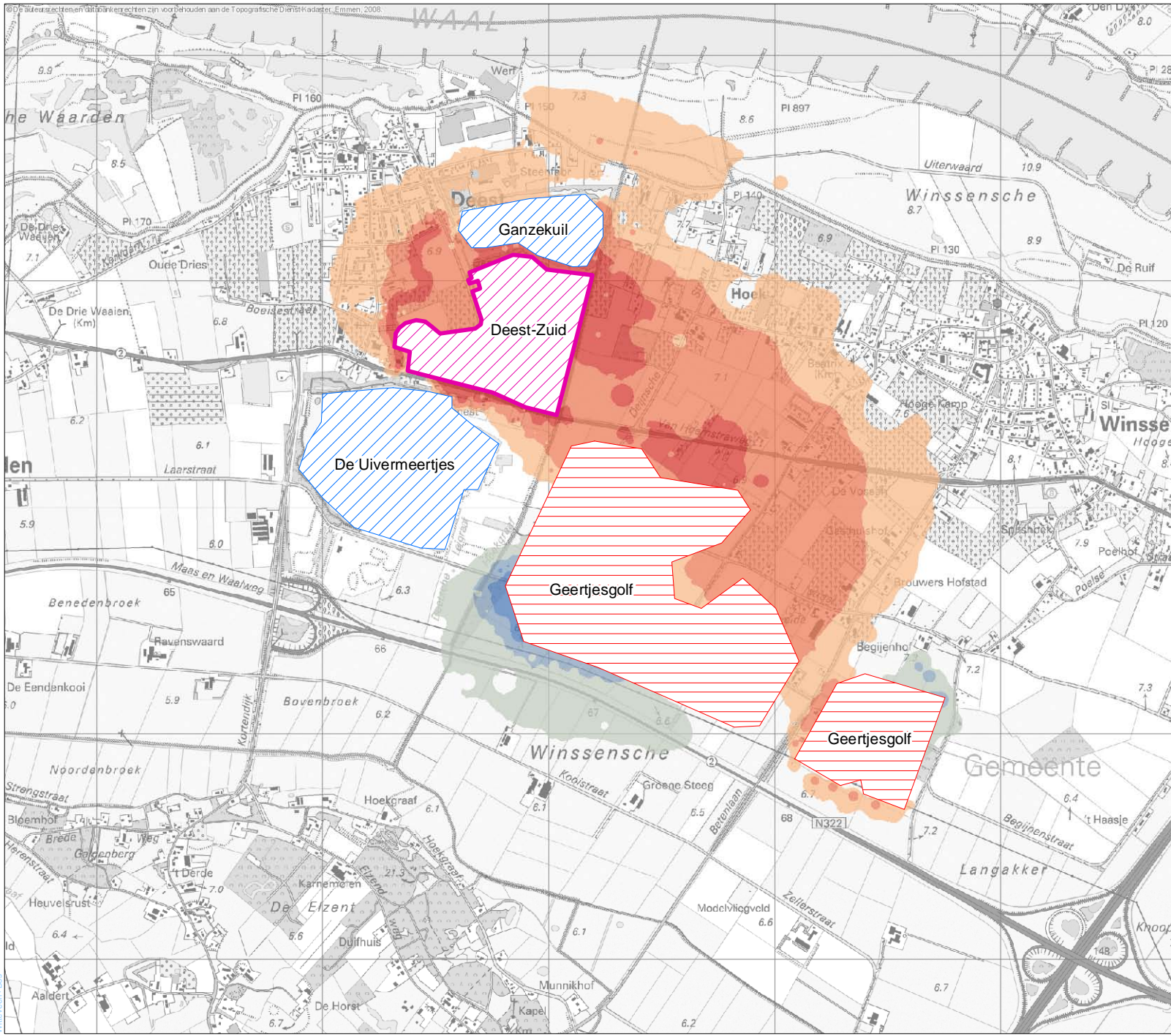
> 0.25 (verhoging)

Zandwinplas Deest-Zuid

Scenario C
Hoogwater model



schaal:

projectcode: DEE2-4
versie: concept 01
datum: 26-11-2009
geleerd: ir. H.D.C. Meuwese
georeferent:
geodetek:
geodetek:










Legenda

 locatie zandwinplas
groot oppervlaktewater

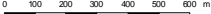
 in ontwikkeling
 bestaand

freatische grondwaterstand effect (m)

-  < 0.25 (verlaging)
-  -0.25 - -0.1
-  -0.1 - -0.05
-  -0.05 - 0.05
-  0.05 - 0.1
-  0.1 - 0.25
-  > 0.25 (verhoging)

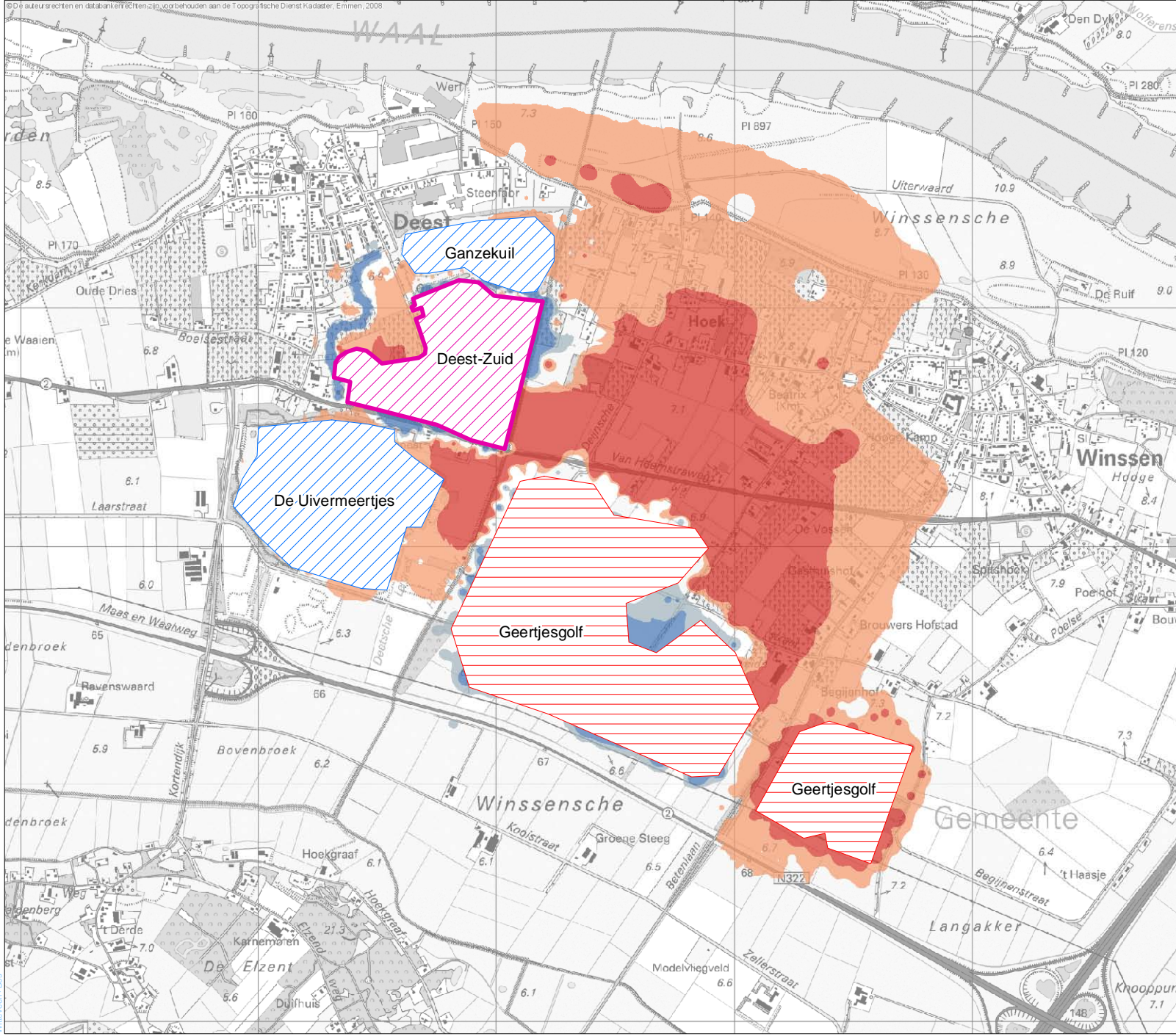
Zandwinplas Deest-Zuid

Scenario D
Hoogwater model









schaal: 

projectcode: DEE2-4
versie: concept 01
datum: 26-11-2009
geleerd: ir. H.D.C. Meuwese
georeferent:
geodetek:
geodetek:






Legenda


-  locatie zandwinplas
- groot oppervlaktewater**
-  in ontwikkeling
-  bestaand
- kwel/infiltratie effect (mm/dag)**
-  < -1 toename kwel of afname infiltratie
-  -1 - -0.5
-  -0.5 - 0.5
-  0.5 - 1
-  > 1 afname kwel of toename infiltratie

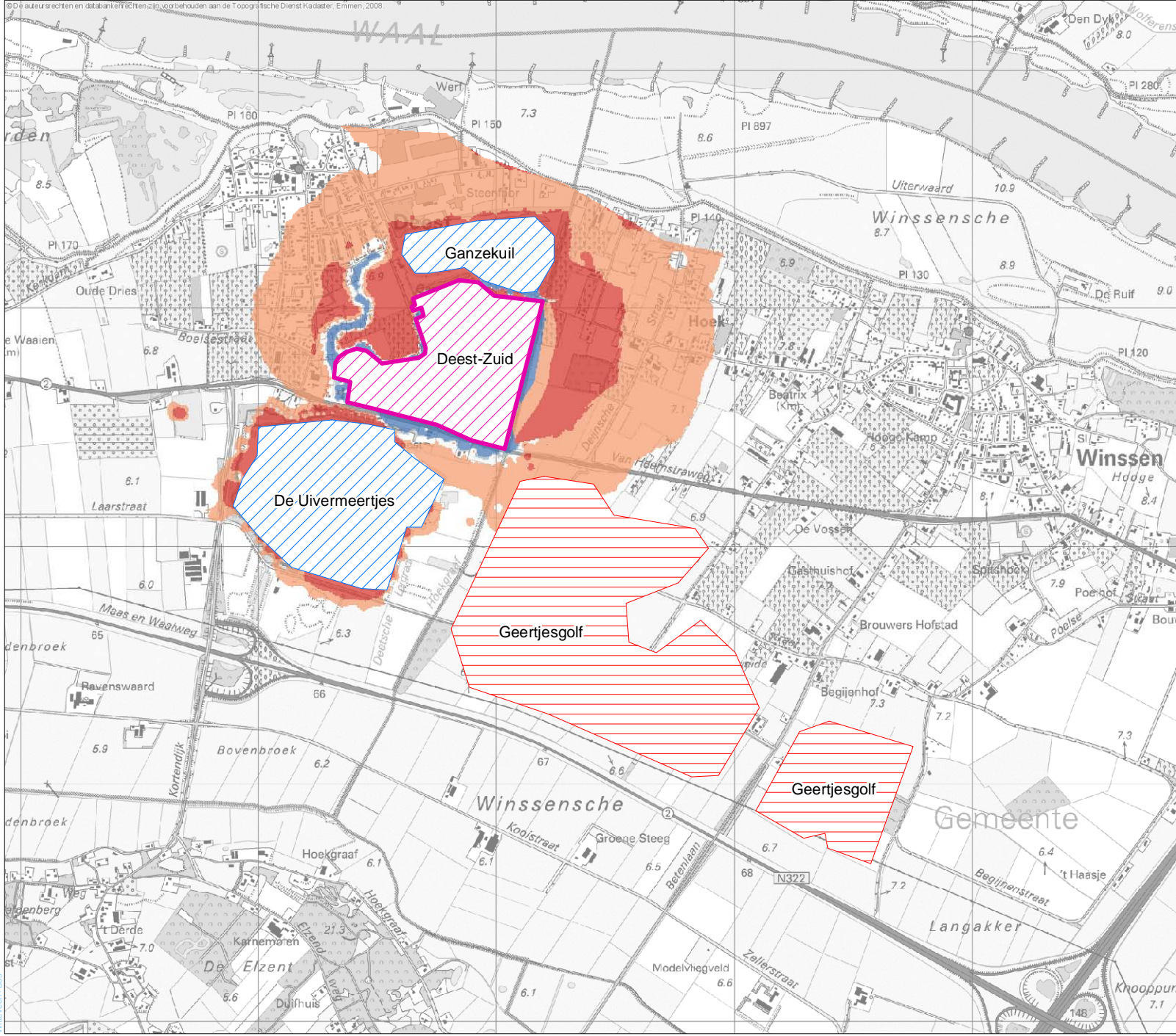
Zandwinplas Deest-Zuid

Scenario B
Hoogwater model




schaal: 

projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 27-01-2010
 geleerd: ir. H.D.C. Meuwese
 gecontroleerd:
 goedgekeurd:







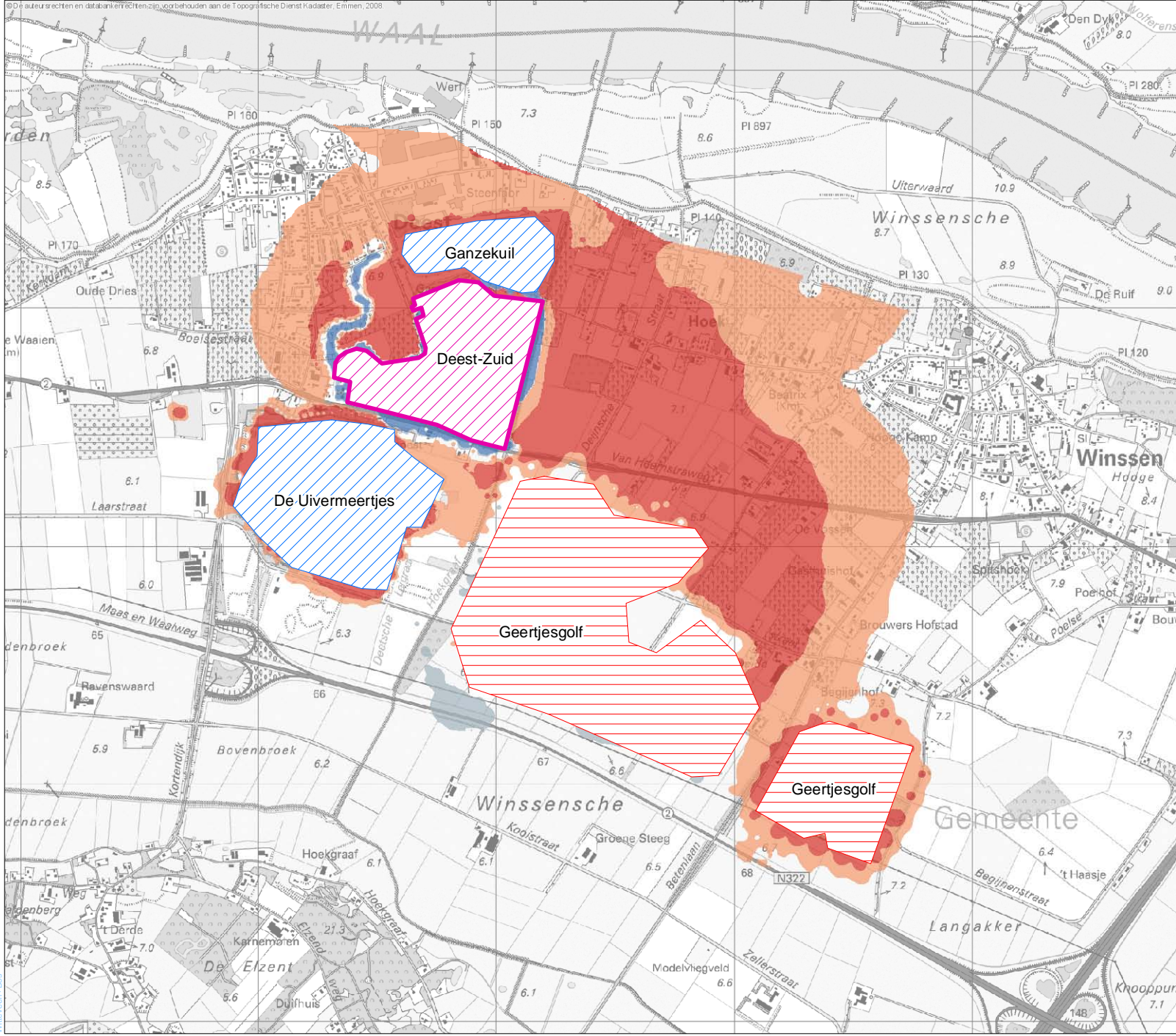
Legenda

-  locatie zandwinplas
- groot oppervlaktewater**
-  in ontwikkeling
-  bestaand
- kwel/infiltratie**
- (mm/dag)**
-  < -1 toename kwel of afname infiltratie
-  -1 - -0.5 toename kwel of afname infiltratie
-  -0.5 - 0.5 toename kwel of afname infiltratie
-  0.5 - 1 toename kwel of afname infiltratie
-  > 1 toename kwel of afname infiltratie

Zandwinplas Deest-Zuid

Scenario C
Hoogwater model

schaal:  0 100 200 300 400 500 m
 projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 27-01-2010
 getekend: Ir. H.D.C. Meuwese
 goedgekeurd:




Legenda

- locatie zandwinplas
- groot oppervlaktewater**
- in ontwikkeling
- bestaand


kwel/infiltratie

- (mm/dag)
- <math>< -1</math> toename kwel of afname infiltratie
 - 1 - -0.5
 - 0.5 - 0.5
 - 0.5 - 1
 - > 1 afname kwel of toename infiltratie

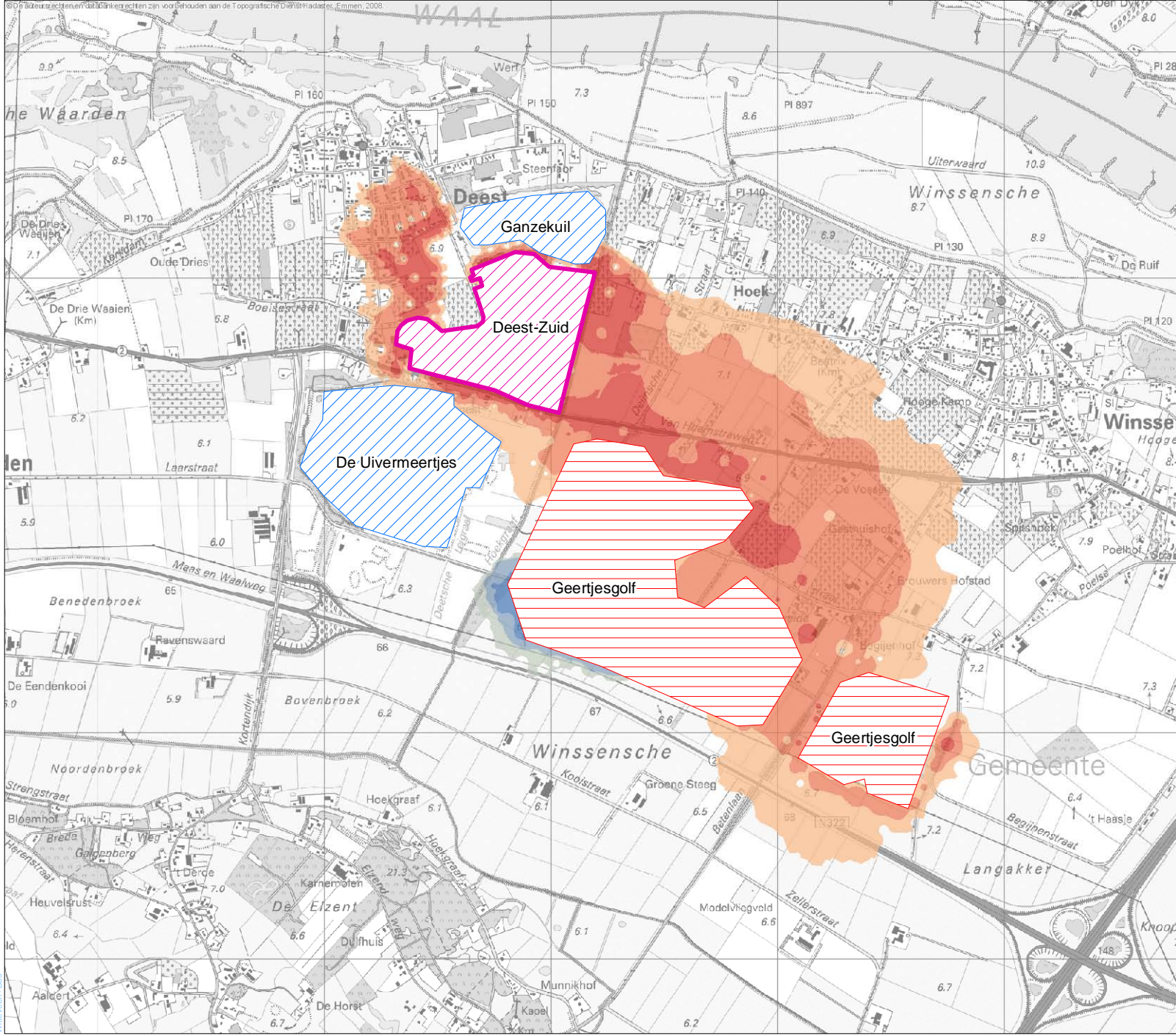
Zandwinplas Deest-Zuid

Scenario D
Hoogwater model

schaal: 0 100 200 300 400 500 m
 projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 27-01-2010
 geleid: ir. H.D.C. Meuwese
 gecontroleerd:
 goedgekeurd:



BIJLAGE VI Effect extremen










Legenda

-  locatie zandwinplas
-  in ontwikkeling
-  bestaand

GHG

effect (m)

-  < 0.25 (verlaging)
-  -0.25 - -0.1
-  -0.1 - -0.05
-  -0.05 - 0.05
-  0.05 - 0.1
-  0.1 - 0.25
-  > 0.25 (verhoging)

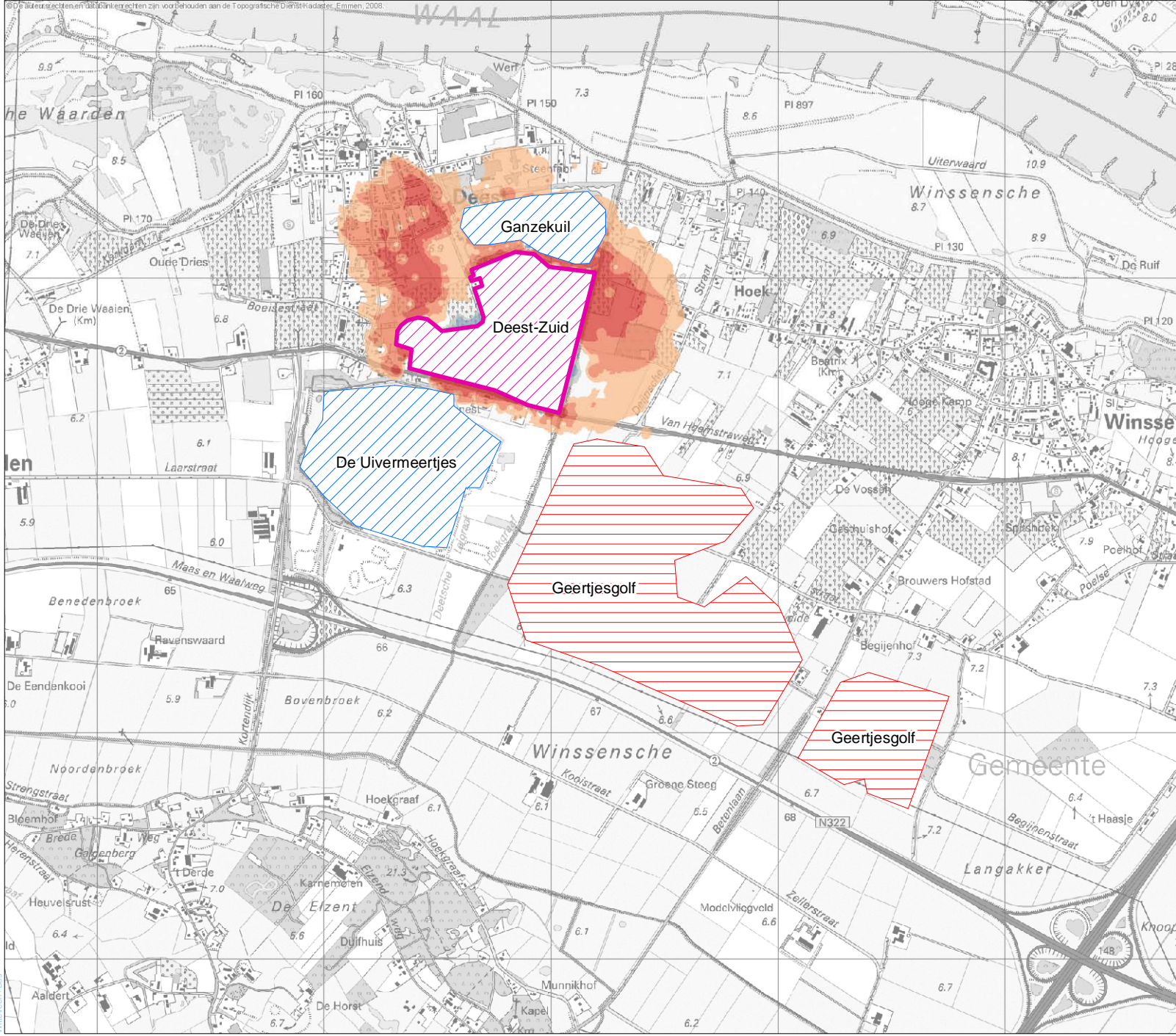
Zandwinplas Deest-Zuid

Effect scenario B
Langjarig model



schaal: 

projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 25-11-2009
 geleerd: ir. H.D.C. Meuwese
 georeferent:
 geodetekst:












Legenda

-  locatie zandwinplas
-  in ontwikkeling
-  bestaand

GHG

effect (m)

-  < 0.25 (verlaging)
-  -0.25 - -0.1
-  -0.1 - -0.05
-  -0.05 - 0.05
-  0.05 - 0.1
-  0.1 - 0.25
-  > 0.25 (verhoging)

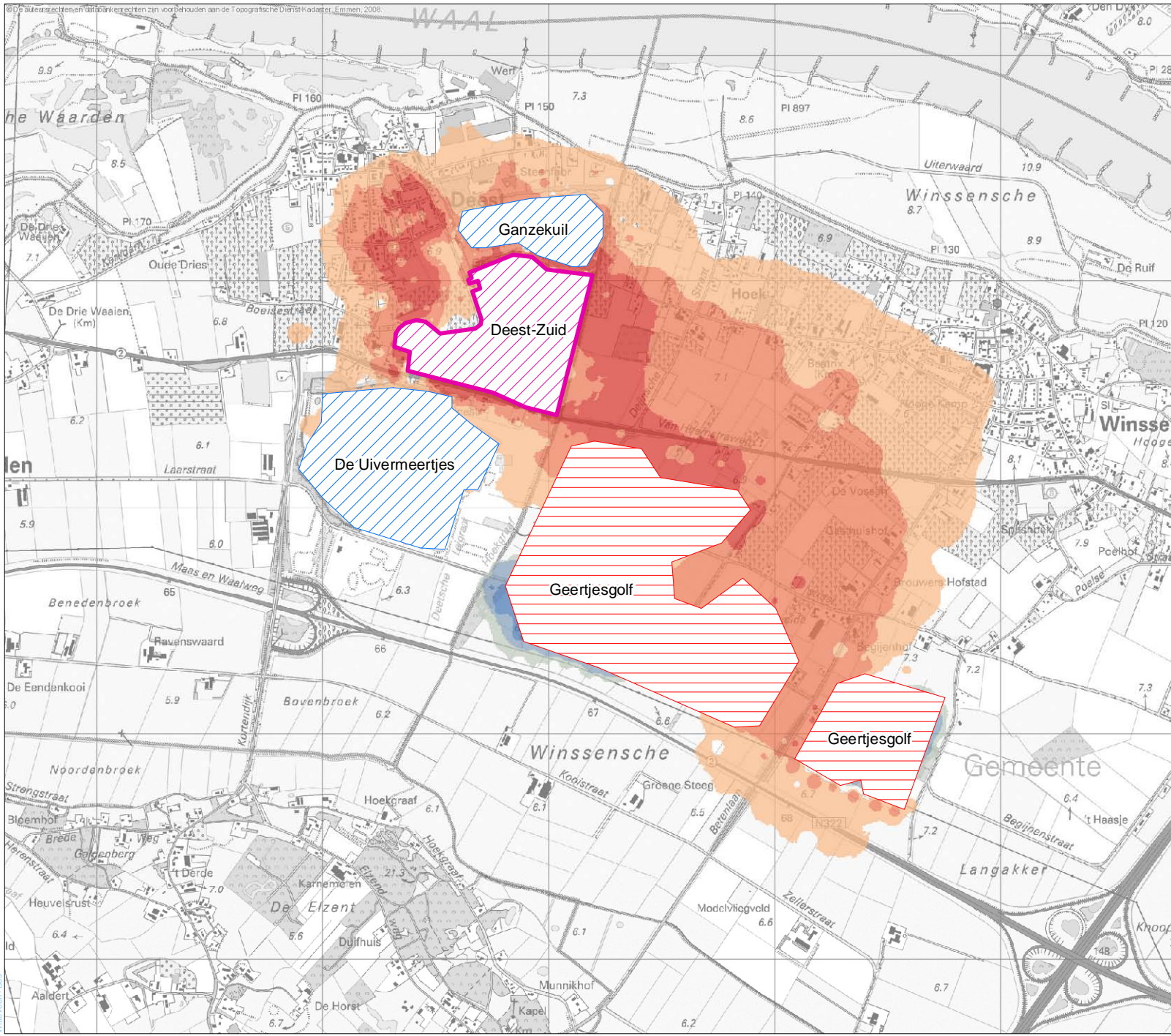
Zandwinplas Deest-Zuid

Effect scenario C
Langjarig model

schaal: 

projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 26-11-2009
 geleend: Ir. H.D.C. Meuwese
 gecontroleerd:
 goedgekeurd:












Legenda

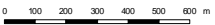
-  locatie zandwinplas
-  in ontwikkeling
-  bestaand

GHG


- effect (m)**
-  < 0.25 (verlaging)
 -  -0.25 - -0.1
 -  -0.1 - -0.05
 -  -0.05 - 0.05
 -  0.05 - 0.1
 -  0.1 - 0.25
 -  > 0.25 (verhoging)

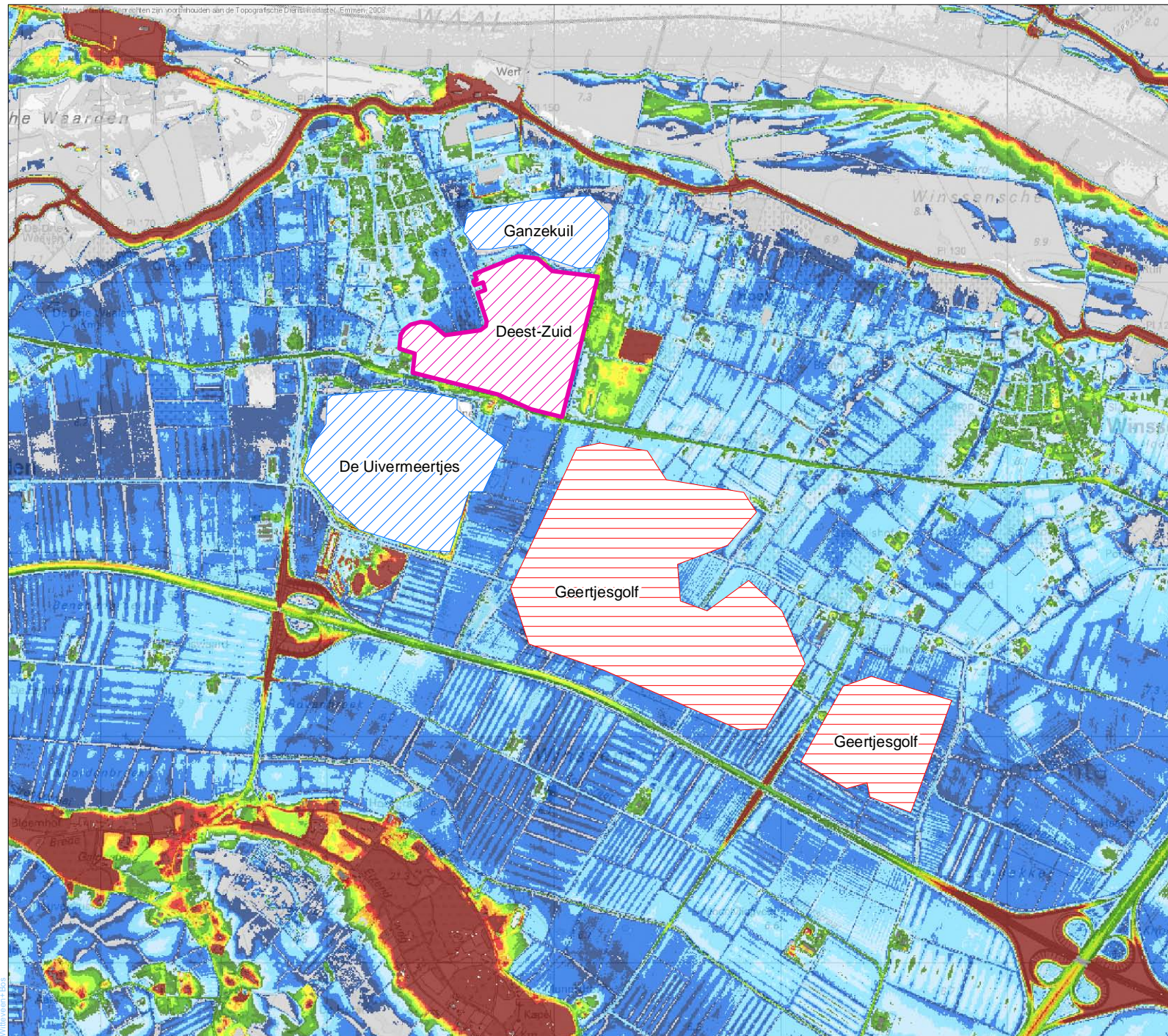
Zandwinplas Deest-Zuid

Effect scenario D
Langjarig model

schaal: 

projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 26-11-2009
 geleerd: ir. H.D.C. Meuwese
 georeferent:
 goedkeurd:







Legenda

 locatie zandwinplas


groot oppervlaktewater

 in ontwikkeling

 bestaand

GHG

(cm - mv)

 aan maaiveld


 1 - 20


 21 - 40


 41 - 60


 61 - 80


 81 - 100

 101 - 120

 121 - 140

 141 - 160

 161 - 180

 181 - 200

 > 200

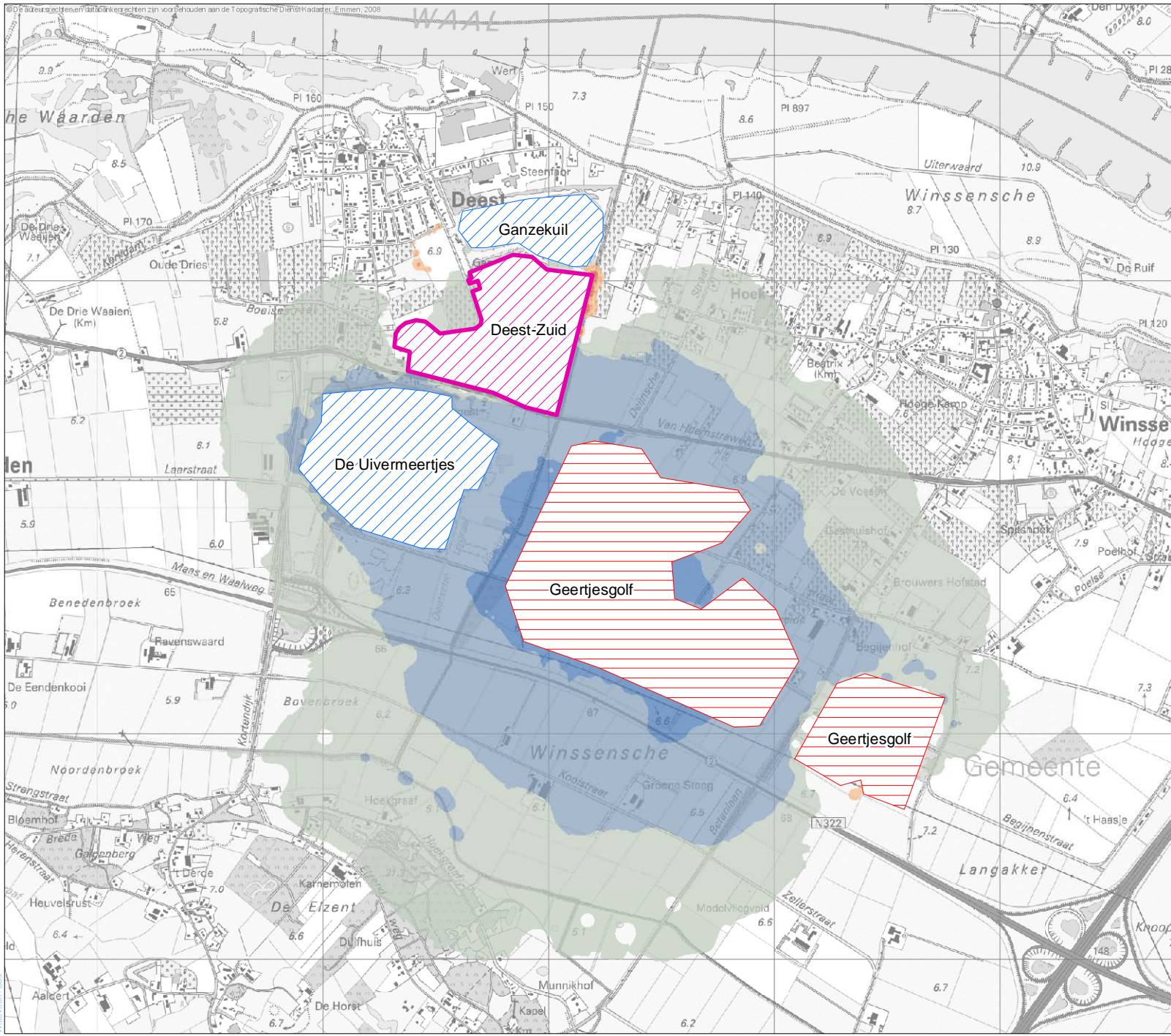
Zandwinplas Deest-Zuid

Effect scenario D
Langjarig model

schaal: 

projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 26-11-2009
 getekend: fr. H.D.C. Meuwese
 goedgekeurd:





Legenda

- locatie zandwinplas
- in ontwikkeling
- bestaand

GLG

effect (m)

- < 0.25 (verlaging)
- 0.25 - -0.1
- 0.1 - -0.05
- 0.05 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.25
- > 0.25 (verhoging)

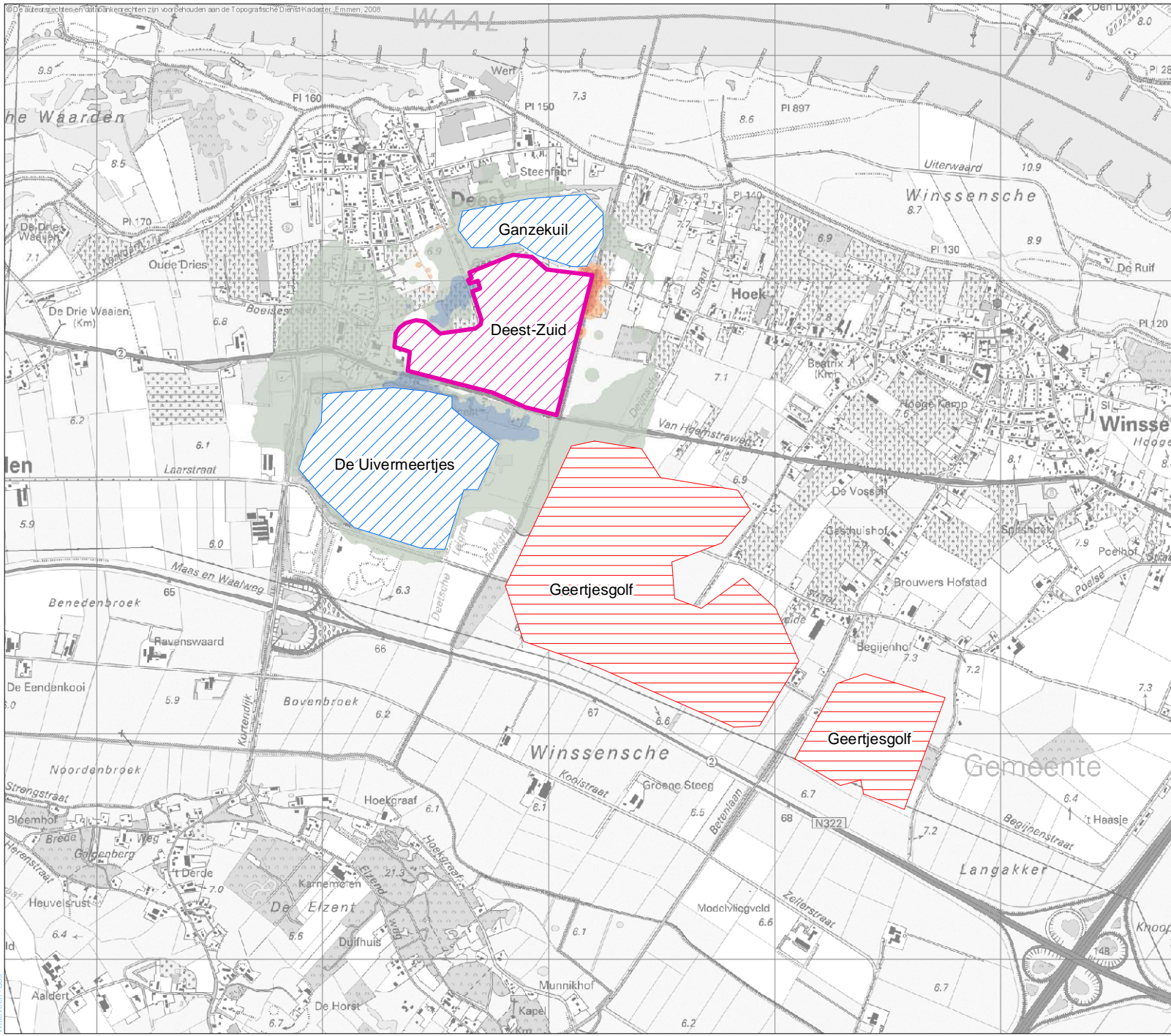
Zandwinplas Deest-Zuid

Effect scenario B
Langjarig model

schaal:

projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 25-11-2009
 geleid: ir. H.D.C. Meuwese
 gecontroleerd:
 goedkeurd:












Legenda

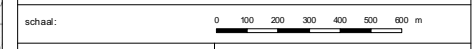
-  locatie zandwinplas
-  in ontwikkeling
-  bestaand

GLG

- effect (m)
-  < 0.25 (verlaging)
 -  -0.25 - -0.1
 -  -0.1 - -0.05
 -  -0.05 - 0.05
 -  0.05 - 0.1
 -  0.1 - 0.25
 -  > 0.25 (verhoging)

Zandwinplas Deest-Zuid

Effect scenario C
Langjarig model



projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 26-11-2009
 geleerd: Ir. H.D.C. Meuwese
 georeferent:
 goedgekend:





Legenda

locatie zandwinplas

groot oppervlaktewater

in ontwikkeling

bestaand

GLG

effect (m)

< 0.25 (verlaging)

-0.25 - -0.1

-0.1 - -0.05

-0.05 - 0.05

0.05 - 0.1

0.1 - 0.25

> 0.25 (verhoging)

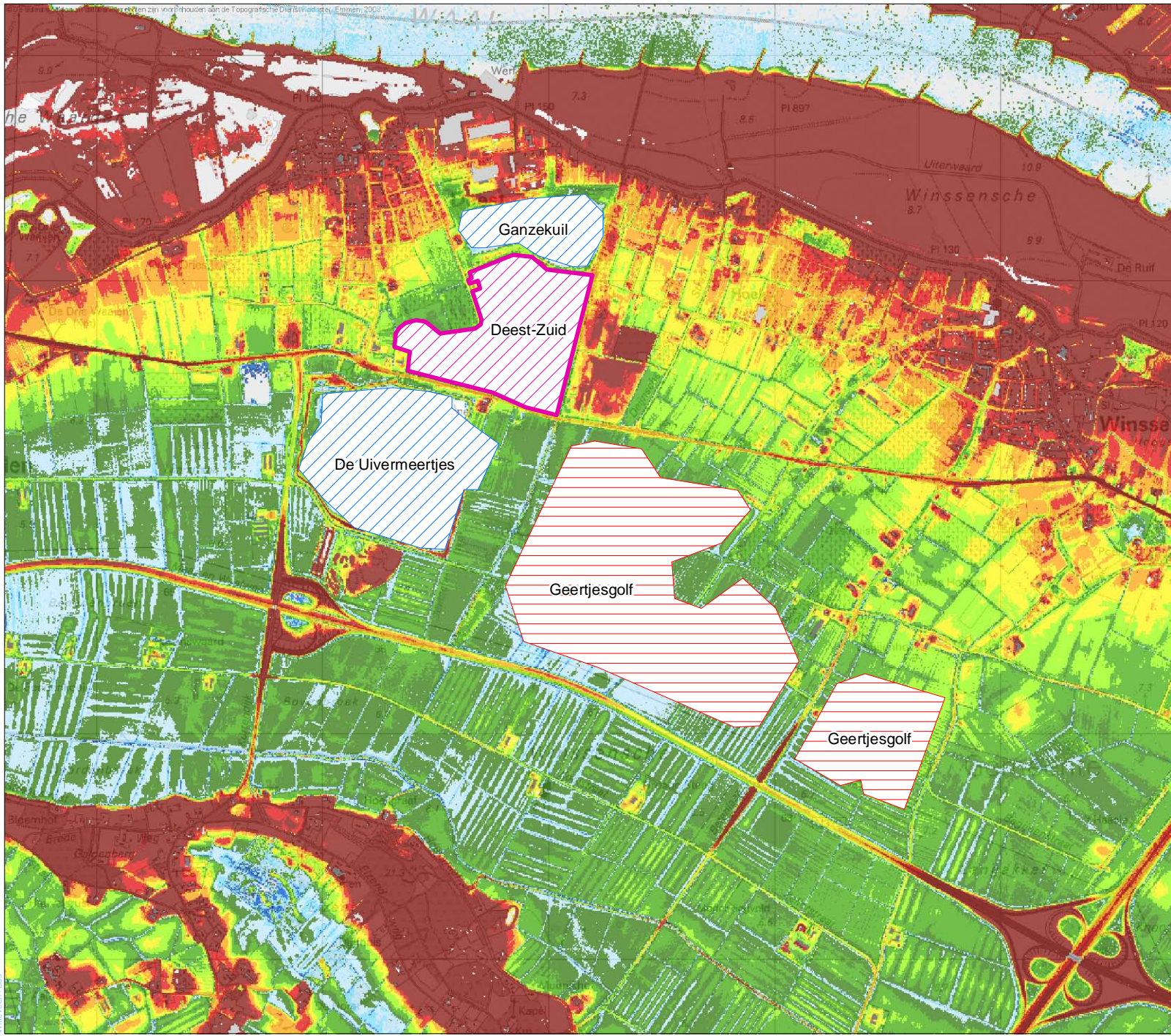
Zandwinplas Deest-Zuid

Effect scenario D
Langjarig model

schaal: 0 100 200 300 400 500 600 m

projectcode: DEE2-4
versie: concept 01
datum: 26-11-2009
geleerd: Ir. H.D.C. Meuwese
georeferent:
geodetek:
geodetek:

















Legenda

-  locatie zandwinplas
- groot oppervlaktewater**
-  in ontwikkeling
-  bestaand

GLG

(cm - mv)

-  aan maaiveld
-  1 - 20
-  21 - 40
-  41 - 60
-  61 - 80
-  81 - 100
-  101 - 120
-  121 - 140
-  141 - 160
-  161 - 180
-  181 - 200
-  > 200

Zandwinplas Deest-Zuid

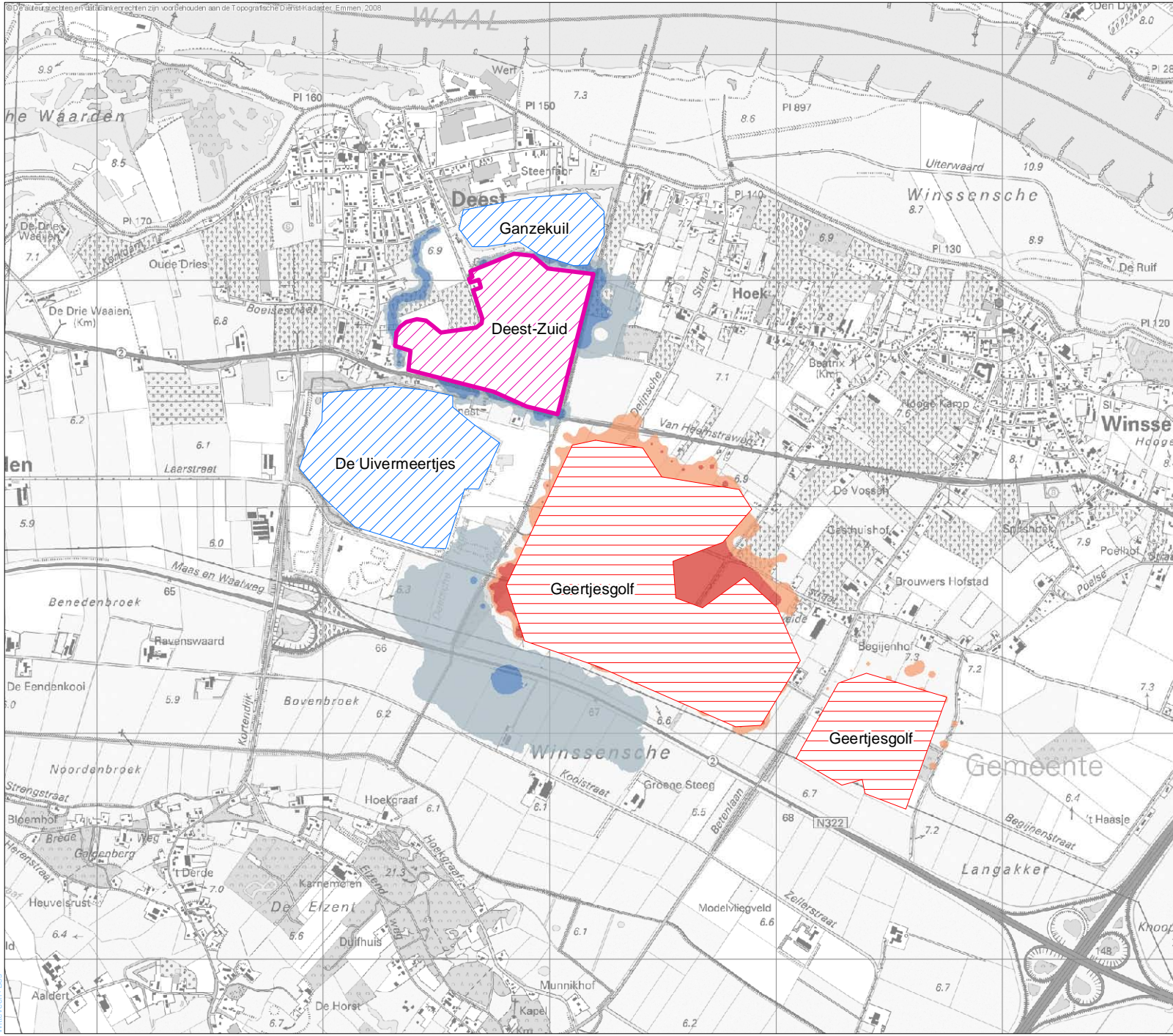
Effect scenario D
Langjarig model

schaal: 









projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 26-11-2009
 getekend: fr. H.D.C. Meuwese
 goedgekeurd:



BIJLAGE VII Effect kwel en infiltratie onder gemiddelde omstandigheden

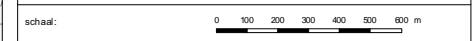


Legenda

-  locatie zandwinplas
- groot oppervlaktewater**
-  in ontwikkeling
-  bestaand
- kwel/infiltratie effect (mm/dag)**
-  < -1 toename kwel of afname infiltratie
-  -1 - -0.5 toename kwel of afname infiltratie
-  -0.5 - 0.5
-  0.5 - 1
-  > 1 afname kwel of toename infiltratie

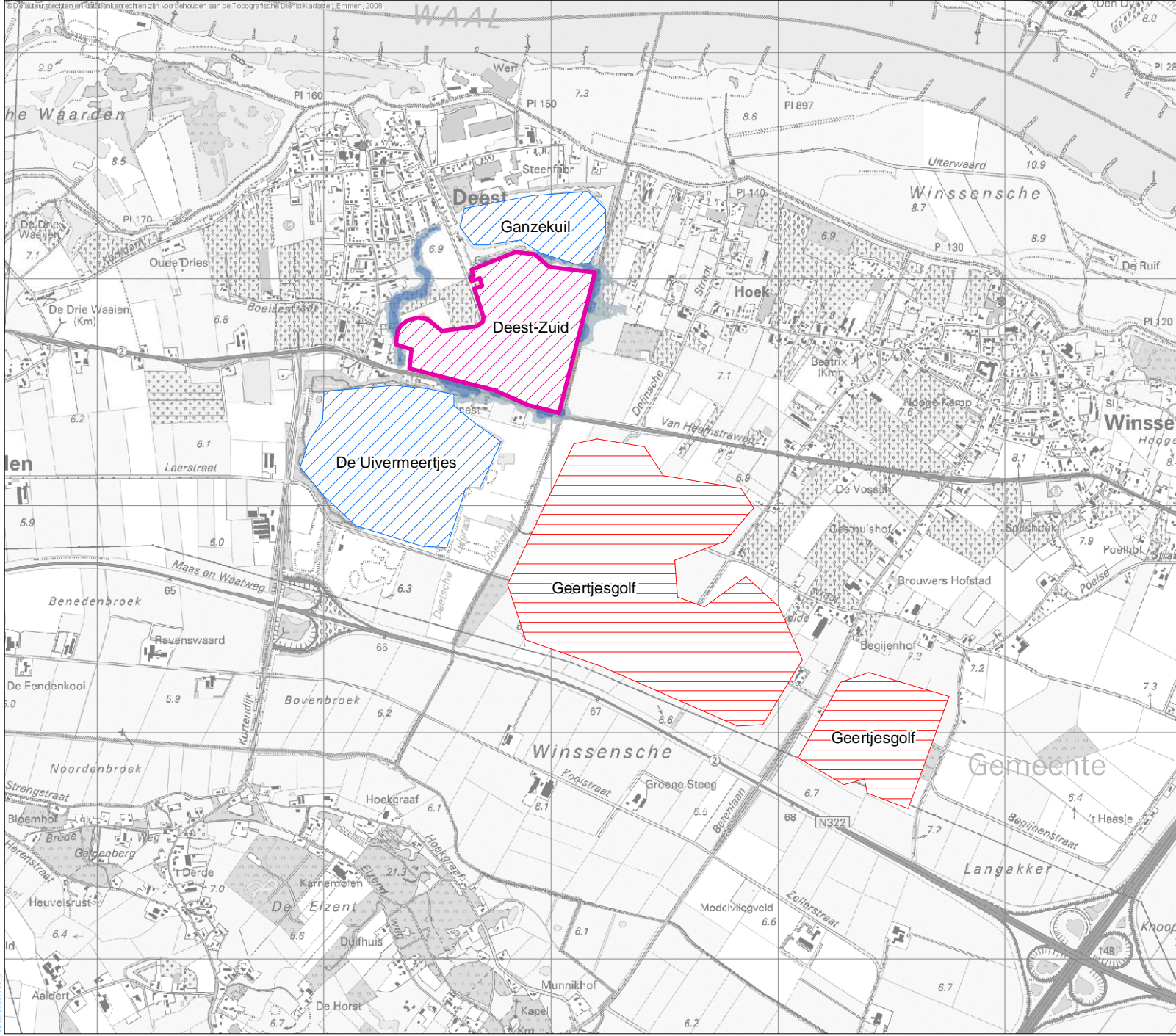
Zandwinplas Deest-Zuid

Scenario B
Gemiddelde situatie



projectcode: DEE2-4	concept 01
versie: 26-11-2009	
gemaakt: Ir. H.D.C. Meuwese	
geodetekst:	





Legenda

- locatie zandwinplas
- groot oppervlaktewater**
- in ontwikkeling
- bestaand
- kwel/infiltratie**
- (mm/dag)**
- < -1 toename kwel of afname infiltratie
- 1 - -0.5 toename kwel of afname infiltratie
- 0.5 - 0.5
- 0.5 - 1
- > 1 afname kwel of toename infiltratie

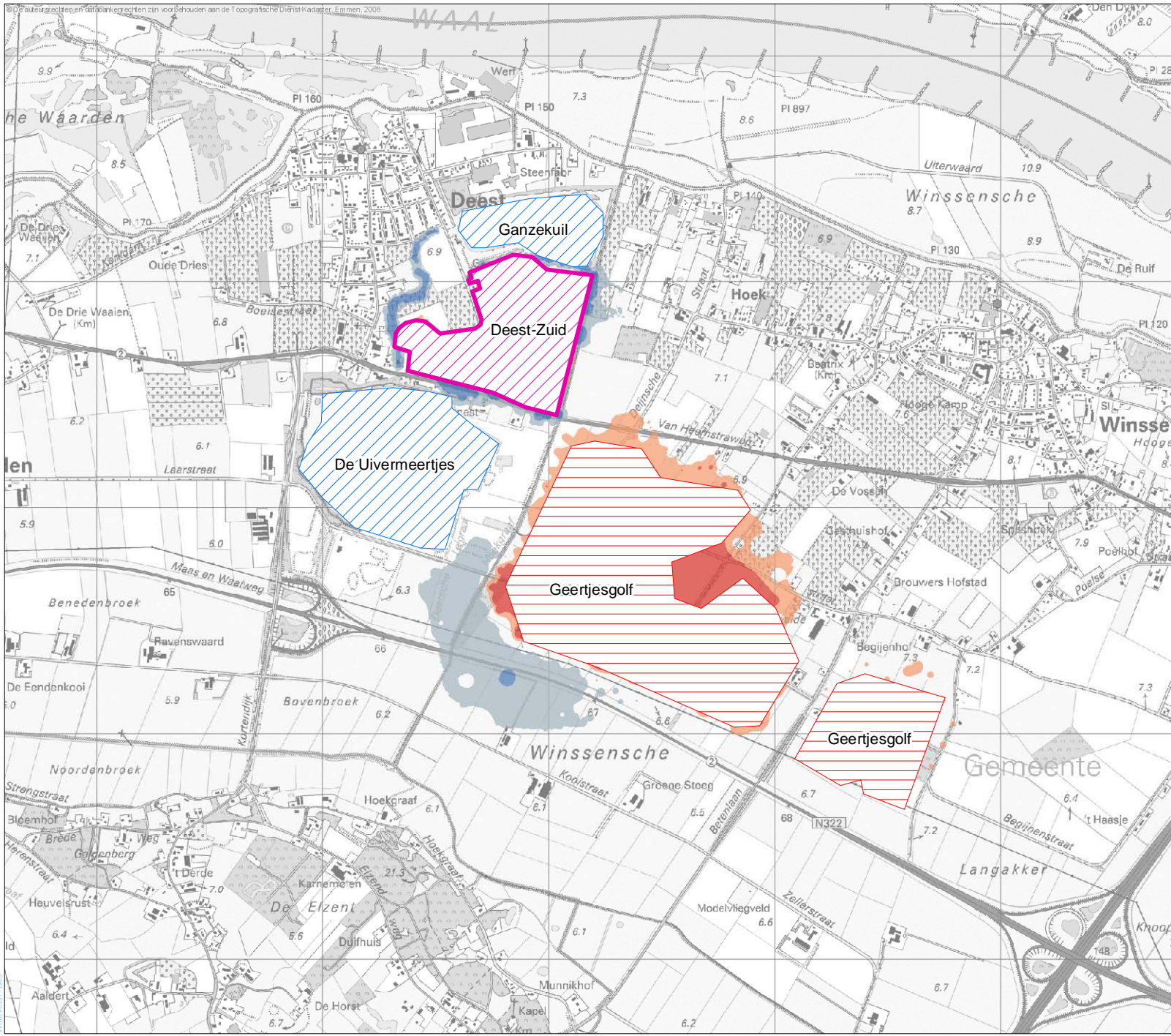
Zandwinplas Deest-Zuid

Scenario C
Gemiddelde situatie











projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 26-11-2009
 geleend: Ir. H.D.C. Meuwese
 gecontroleerd:
 goedgekeurd:



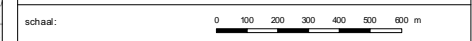


Legenda

-  locatie zandwinplas
- groot oppervlaktewater**
-  in ontwikkeling
-  bestaand
- kwel/infiltratie effect (mm/dag)**
-  < -1 toename kwel of afname infiltratie
-  -1 - -0.5 toename kwel of afname infiltratie
-  -0.5 - 0.5
-  0.5 - 1
-  > 1 afname kwel of toename infiltratie

Zandwinplas Deest-Zuid

Scenario D
Gemiddelde situatie



projectcode: DEE2-4
 versie: concept 01
 datum: 26-11-2009
 geleid: ir. H.D.C. Meuwese
 gecontroleerd:
 goedgekeurd:



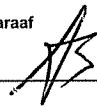
Bouwfonds Ontwikkeling Sagrex

Afmetingen watergangen Deest-Zuid

**Witteveen+Bos
Willemstraat 28
postbus 3465
4800 DL Breda
telefoon 076 523 33 33
telefax 076 514 44 42**

**Afmetingen watergangen
Deest-Zuid**

referentie DEE2-6/zegv/003	projectcode DEE2-6	status definitief
projectleider drs.ing. A. Bala	projectdirecteur prof.dr.ir. F.H.L.R. Clemens	datum 4 mei 2010

autorisatie goedgekeurd	naam drs.ing. A. Bala	paraaf 
-----------------------------------	---------------------------------	--

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Achtergrond	1
1.2. Doelstelling en werkwijze	1
1.3. Leeswijzer	1
2. HUIDIGE SITUATIE EN PLANVOORNEMEN	2
2.1. Huidige situatie	2
2.2. planvoornemen	2
3. UITGANGSPUNTEN	5
3.1. Type watergangen en minimale afmetingen	5
3.2. Onderhoudsstrook watergangen	5
3.3. Duikers	6
3.4. Toetsing hydraulisch functioneren	6
4. BENODIGDE AFMETINGEN VAN WATERGANGEN EN KUNSTWERKEN	7
4.1.1. Afmetingen watergangen	9
4.1.2. Afmetingen duikers	11
4.2. Toetsing aan piekafvoeren	12
5. CONCLUSIES EN AANBEVELING	13
 laatste bladzijde	 14
 bijlagen	 aantal bladzijden

1. INLEIDING

1.1. Achtergrond

Bouwfonds Ontwikkeling heeft het voornemen om woningbouw te ontwikkelen ten zuiden van de kern Deest. Ten behoeve van de ontwikkeling is reeds een bestemmingsplan in procedure gebracht. Sagrex heeft het voornemen om een zandwinplas te graven ten zuiden van de kern Deest. Hiervoor is onder- tussen gestart met het opstellen van een bestemmingsplan. De plangebieden van de woningbouw en zandwinplas ontwikkeling liggen naast elkaar. Op 1 oktober 2009 heeft een afstemmingsoverleg tussen Bouwfonds Ontwikkeling en Sagrex plaatsgevonden ten aanzien van de waterhuishouding. Bij dit over- leg is ook het waterschap Rivierenland aanwezig geweest. Tijdens het overleg zijn principeafspraken gemaakt over de waterafvoer en de mogelijke ligging van watergangen. Rabo Bouwfond en Sagrex hebben Witteveen+Bos gevraagd om de ligging en afmetingen van de aan- en afvoerwatergangen na- der uit te werken.

1.2. Doelstelling en werkwijze

De doelstelling van het onderzoek is om de ligging en minimale afmetingen van de toekomstige water- gangen en kunstwerken te bepalen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de legger van het waterschap voor inzicht in de bestaande situatie. De uitwerking van de toekomstige situatie vindt plaats op basis van de ontwerpuitgangspunten van het waterschap. De berekeningen worden uitgevoerd met het hy- draulische modellenpakket Sobek. In het model worden de afmetingen van de watergangen en de wa- teraanvoer ingevoerd. Vervolgens berekent het model de stroomsnelheid en de opstuwning.

1.3. Leeswijzer

Dit rapport betreft een rapportage van de onderzoeksresultaten. Het rapport kent de volgende opbouw:

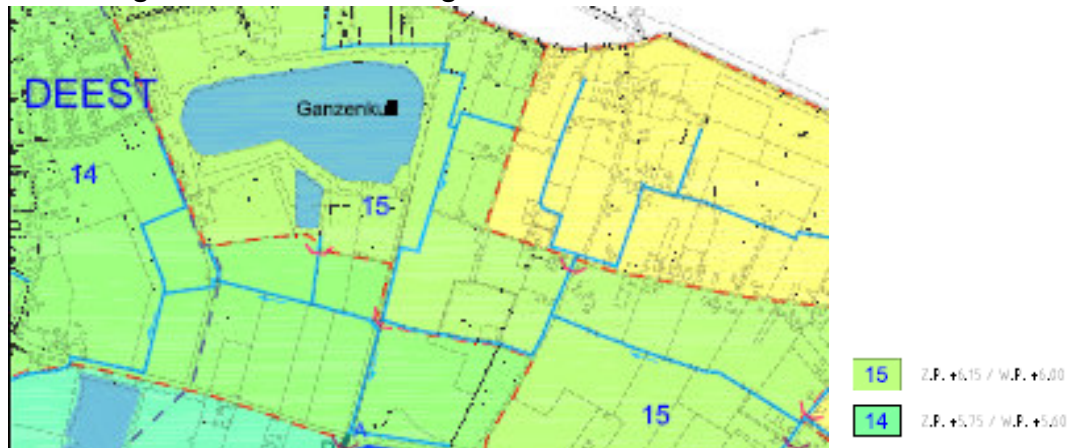
- hoofdstuk 2: huidige situatie en planvoornemen;
- hoofdstuk 3: uitgangspunten;
- hoofdstuk 4: benodigde afmetingen van watergangen en kunstwerken;
- hoofdstuk 5: conclusies en aanbevelingen.

2. HUIDIGE SITUATIE EN PLANVOORNEMEN

2.1. Huidige situatie

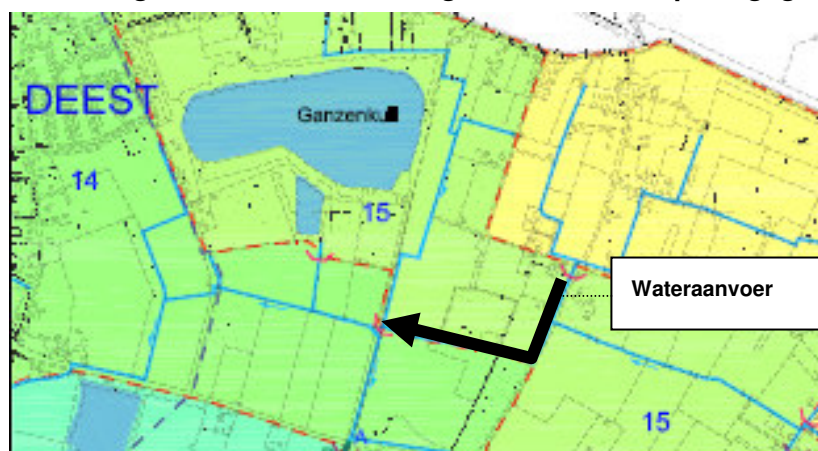
Deest-Zuid ligt grotendeels in peilvak 14 en deels in peilvak 15 met respectievelijk zomer- en winterpeilen van NAP + 5,75 m/5,60 m en NAP + 6,16 m/6,00 m. Aan de noordzijde van het plangebied ligt de Ganzenkuil. Ten zuiden van het plangebied ligt de Uivermeertjes. Op de onderstaande afbeelding zijn de peilgebieden weergegeven. Tevens zijn de A-watergangen weergegeven.

afbeelding 2.1. Waterhuishoudingskaart



Verder is van belang dat er ook sprake is van wateraanvoer vanuit het watergangenstelsel ten oosten van de planlocatie. Op de onderstaande afbeelding is wateraanvoerrote aangegeven.

afbeelding 2.2. Waterhuishoudingskaart met hierop aangegeven de wateraanvoer



2.2. planvoornemen

Op dit moment speelt het volgende ten aanzien van de waterhuishouding in relatie tot de woningbouwopgave:

- er is een overstort (met een bergbezinkleiding) vanuit het gemengd stelsel van de bestaande kern Deest die het water loost op de watergang langs de Vriezeweg. Bouwfonds Ontwikkeling heeft het voornemen om een leiding achter de overstort te plaatsen waarmee voorkomen wordt dat de woningen grenzen aan een watergang waarop afvalwater geloosd wordt;
- er is een hemelwateruitlaat vanuit de bestaande kern Deest, die eveneens water loost op de watergang langs de Vriezeweg. Bouwfonds Ontwikkeling heeft het voornemen om dit water via een afzonderlijke watergang af te voeren. Op deze watergang zal ook het hemelwater vanuit de nieuw-

bouwlocatie Deest Zuid afgevoerd worden. Met de waterpartij zal ook voorzien worden in de waterbergingsopgave vanwege de toename van de verharding;

- er zijn archeologische waarden, waarbij het ongewenst is om deze te doorkuizen met watergangen. Hierbij geldt bovendien dat het nodig is om een 1,5 m dikke kleilaag onder nieuwe watergangen aan te brengen/te behouden, zodat voorkomen wordt dat er extra kwel door het graven van watergangen aangetrokken wordt.

Voor de ontwikkeling van de zandwinplas is van belang dat er thans watergangen in het plangebied liggen, waarbij het volgende van belang is:

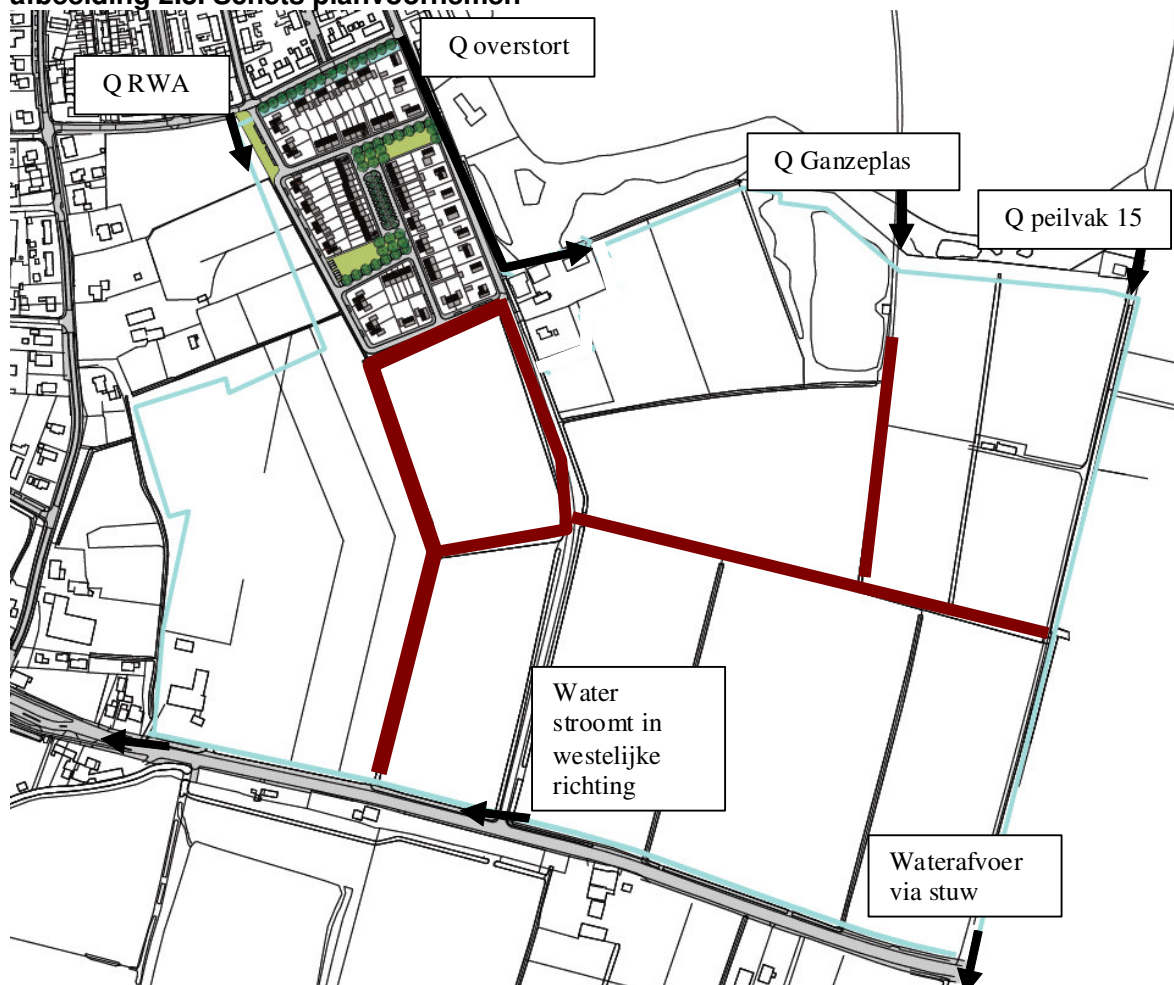
- watergangen die gedempt worden door de ontwikkeling van de zandwinplas, dienen gecompenseerd te worden door het graven van nieuwe watergangen;
- de aan- en afvoerfunctie van de watergangen dient behouden te worden. Het gaat hierbij om een watergang waarmee een oostwest verbinding gerealiseerd wordt, zodat het water vanuit het oosten richting het westen kan stromen (en andersom). Ook dient het water vanuit de Ganzenkuil afgevoerd te worden.

Tijdens het afstemmingsoverleg is gekozen voor de volgende oplossing:

- er wordt een afzonderlijke waterafvoer gerealiseerd voor het afvoeren van het 'schoon water', waarbij de afvoerroute ten westen de zandwinplas zal plaatsvinden;
- er wordt een afzonderlijke waterafvoer gerealiseerd voor het afvoeren van het 'vuil water' waarbij de afvoerroute ten oosten van de zandwinplas zal plaatsvinden.

Op afbeelding 2.3 is een schets gegeven van het planvoornemen.

afbeelding 2.3. Schets planvoornemen



Op de afbeelding is weergegeven, dat er een leiding achter de overstort met bergbezinkleiding geplaatst wordt. Hiervoor wordt een leiding van 1.250 mm aanbevolen. Het verhang in de leiding is dan 1:3070 (hierbij is uitgegaan dat een verhang tot 1:1000 toelaatbaar is). Bij een bui09 afvoer van 0,69 m³/s is de opstuwing bij een leiding van 300 m 9,8 cm (voor het verval wordt maximaal 0,20 m aangehouden vanwege de hoogte van de overstortdrempel). Verder geven de bruine lijnen aan welke watergangen vervallen door de aanleg van de zandwinplas. In dit rapport zijn de afmetingen voor de watergang langs de Jan van Weliestraat niet uitgewerkt. Hiervoor zijn afzonderlijke afspraken gemaakt met het waterschap.

3. UITGANGSPUNTEN

Voor de beschrijving van de uitgangspunten is gebruik gemaakt van de Beleidsregels Keur voor waterkeringen en wateren van waterschap Rivierenland (geconsolideerde versie, geldend vanaf 1-1-2007). Daarnaast heeft afstemming met het waterschap plaatsgevonden over de uitgangspunten.

3.1. Type watergangen en minimale afmetingen

Het waterschap hanteert de volgende indeling voor watergangen:

- A-wateren. Deze wateren zijn van primair belang voor het waterbeheer en worden daarom door het waterschap onderhouden;
- B-wateren. Deze wateren van secundair belang voor het waterbeheer en dienen door de aangrenzende eigenaren te worden onderhouden;
- C-wateren. Hier betreft het wateren die van tertiair belang zijn voor het waterbeheer waarvoor geen jaarlijkse onderhoudsplicht geldt;
- overige wateren. Deze wateren zijn van onderschikt belang voor het waterbeheer en worden daarom ook niet in de legger weergegeven.

tabel 3.1. Afmetingen bestaande watergangen op basis van de legger

type watergangen	talud [1:?]	bodembreedte [m]	bodemhoogte [m]
A-watergangen	minimaal 2	minimaal 0,70	1 onder zomerpeil of boezempeil (voor de watergangen in het plangebied 0,7 m onderzomerpeil, zie ook de toelichting onder deze tabel)
B-watergangen	2	0,50	0,50 onder zomerpeil of boezempeil

Verder dient voor de afmetingen van de watergangen rekening gehouden te worden met fysische gesteldheid van de bodem. In geval van aanwezigheid van zandbanen, zandige oeverwallen en in gebieden met een (al dan niet tijdelijke) sterke rivierkwel kan ook voor A-watergangen een geringere diepte dan 1 m worden voorgeschreven.

In het gebied is sprake van rivierkwel, een deklaag met een dikte van ca. 2 m-mv en bestaande watergangen met een diepte bij zomerpeil van maximaal 0,50 m. Diepe ontgravingen zijn hiermee niet gewenst. Na afstemming met het waterschap is voor de watergangen gekozen voor een waterdiepte van 0,70 m bij zomerpeil.

3.2. Onderhoudsstrook watergangen

In verband met onderhoud dient rekening gehouden te worden met het volgende:

- een watergang moet te allen tijde voor onderhoud en inspecties van beide zijden bereikbaar blijven. De legger bepaalt daarom zones die doorgaans 4 of 5 meter breed zijn. Er zijn ontheffingen binnen de ene zone mogelijk, als de watergang vanaf de andere zijde goed kan worden onderhouden. Aan de zijde van de ontheffing moet in landelijk gebied evenwel altijd een strook van 1,5 meter vrij blijven, onder andere voor inspecties en onderhoud te voet, voor de berging van maaisel (ontvangstplicht) en om bijvoorbeeld teveel directe bladval in oppervlaktewater te voorkomen. Een aanvraag voor het plaatsen van objecten binnen de zones van 1,5 meter uit de insteek, wordt mede om deze reden in principe altijd afgewezen;
- een ander aspect betreft de breedte van de watergang;
- een watergang met een bovenbreedte tot 7 meter kan vanaf één oever worden onderhouden;
- als een watergang een bovenbreedte heeft van meer dan 7 meter, dan betekent dit dat er van twee zijden machinaal onderhoud mogelijk moet zijn. Bij een dergelijke bovenbreedte moet dan ook aan beide zijden de in de legger vastgelegde beschermingszone worden vrijgehouden.

3.3. Duikers

Voor duikers gelden de volgende minimale afmetingen:

- in het landelijk gebied geldt dat de minimale doorsnede van een duiker in een A- en B-watergang 500 mm bedraagt. Voor het stedelijk gebied bedraagt de minimale doorsnede van een duiker in een A- en B-watergang 800 mm. Bij alle A-watergangen breder dan 4 meter (op zomerpeilniveau) is minimaal een duiker met een doorsnede van 1.000 mm vereist. Dit in verband met het tegengaan van extreme vernauwingen (flessenhalzen) en onderhoudsproblemen (onder andere verstoppingen door drijfvuil);
- de vrije doorstroming (ruimte in de duiker boven waterpeil) in A-watergangen moet bij zomerpeil of boezempeil 1/3 deel van de duikerdiameter bedragen (minimaal 200 mm). B-watergangen moet de vrije doorstroming 20 % van de diameter met een minimum van 200 mm ten opzichte van het winterpeil bedragen.

3.4. Toetsing hydraulisch functioneren

Voor het hydraulische functioneren dient een toetsing plaats te vinden op basis van berekeningen bij een maatgevende afvoer van 1,5 l/s ha. Dit geldt voor landelijk gebied en nieuwe stedelijk gebied. Voor de afvoer vanuit bestaand stedelijk gebied kan uitgegaan worden van 3,0 l/s.ha.

Hierbij zijn de algemene toetsingcriteria:

- de opstuwingsnelheid in een watergang mag maximaal 5 cm/km bedragen;
- de opstuwingsnelheid bij stuwen mag maximaal 25 cm bedragen;
- de opstuwingsnelheid die een dam met duiker mag veroorzaken mag maximaal 5 mm bij maatgevende afvoer bedragen. De stroomsnelheid in een duiker mag maximaal 90 cm/s bedragen.

Van belang is verder dat er geen achteruitgang in het hydraulisch functioneren van het huidig watersysteem ontstaat. Diepe watergangen zijn ongewenst in oeverwalgebieden. Voor voldoende afvoercapaciteit dient daarom rekening gehouden te worden met voldoende brede watergangen.

Door het waterschap is aangegeven, dat bij pieklozingen vanuit het stedelijk gebied getoetst dient te worden aan een maximale peilstijging van 30 cm bij bui09 uit de Leidraad Riolering (bui09 heeft een herhalingsperiode van 1 keer per 5 jaar).

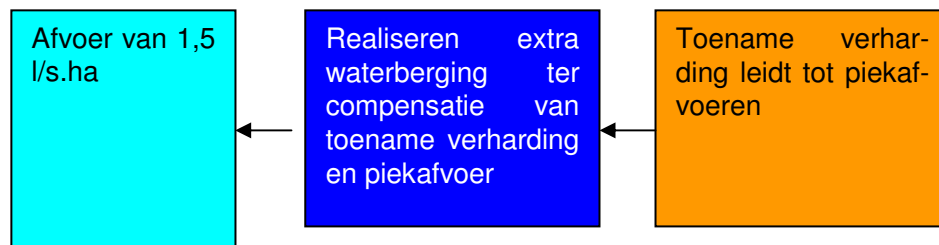
4. BENODIGDE AFMETINGEN VAN WATERGANGEN EN KUNSTWERKEN

Voor het bepalen van de afmetingen van de watergangen en kunstwerken is een hydraulisch model opgesteld met behulp van het programma SOBEK, versie 2.11. Voor de schematisatie van het model is gebruik gemaakt van gegevens uit legger van het waterschap. Bij de hydraulische berekeningen is een weerstandswaarde K-manning van $24 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ aangehouden voor de watergangen. Voor de duikers is een weerstandswaarde van $90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ aangehouden.

toetsing aan opstuwingsnormen

In het model is rekening gehouden met de volgende afvoeren:

- $0,0053 \text{ m}^3/\text{s}$ vanuit de woningbouwlocatie (uitgaande van $1,5 \text{ l/s.ha}$ en $3,5 \text{ ha}$ ontwikkelingsgebied, fase 1). Hiermee is rekening gehouden dat piekafvoeren vanuit de woningbouwlocatie voorkomen worden door het realiseren van extra waterberging (het benodigde oppervlak aan open water is gerapporteerd in Waterhuishoudkundig plan Deest-Zuid (Witteveen+Bos, 2009). Onderstaand is schematisch aangegeven waarom rekening gehouden wordt met een afvoer van $1,5 \text{ l/s.ha}$;



- $0,02 \text{ m}^3/\text{s}$ vanuit de Ganzenkuil (uitgaande van een afvoer van $1,5 \text{ l/s.ha}$, waarbij voor het oppervlak van de Ganzenkuil $13,5 \text{ ha}$ is aangehouden op basis van algemeen kaartmateriaal);
- $0,171 \text{ m}^3/\text{s}$ vanuit peilvak 15 (uitgaande van een afvoer van $1,5 \text{ l/s.ha}$ waarbij voor het oppervlak van peilvak 15 114 ha is aangehouden, afvoerend oppervlak gebaseerd op een opgave van het waterschap);
- $0,0376 \text{ m}^3/\text{s}$ vanuit de overstort (uitgaande van een afvoer van 3 l/s.ha en een afvoerend oppervlak van $12,52 \text{ ha}$, afvoerend oppervlak gebaseerd op het rapport Rioolmaatregelen kern Deest in de gemeente Druten, Van Kleef, 2006);
- $0,0099 \text{ m}^3/\text{s}$ vanuit de hemelwateruitlaat Deest (uitgaande van 3 l/s.ha en een afvoerend oppervlak van $3,3115 \text{ ha}$, afvoerend oppervlak gebaseerd op het rapport Rioolmaatregelen kern Deest in de gemeente Druten, Van Kleef, 2006, waarbij rekening gehouden is met de het totaal aan afkoppelen in de toekomstige situatie);
- $0,011 \text{ m}^3/\text{s}$ vanuit overig landelijk gebied (uitgaande van een afvoer van $1,5 \text{ l/s.ha}$ en een afvoerend oppervlak van 7 ha , afvoerend oppervlak gebaseerd op kaartmateriaal). De afvoer vanuit het landelijk gebied is hierbij verdeeld over twee lozingspunten. Bij ontwikkeling van fase 2 van de woningbouwontwikkeling zal er compensatie vanwege de toename van verharding plaatsvinden, waardoor de (piek)afvoer niet zal toenemen.

De (landelijke) afvoer van $1,5 \text{ l/s.ha}$ is gelijk aan een afvoer van 13 mm/dag . Uit geohydrologische modelberekeningen blijkt dat de hoeveelheid kwel gemiddeld tussen 0 en 2 mm/dag is. Hiermee is de hoeveelheid kwel aanzienlijk lager dan de afvoer van 13 mm/dag . Bij de hydraulische berekeningen is daarom geen rekening gehouden met de hoeveelheid kwelaanvoer.

toetsing aan maximale peilstijging van 30 cm

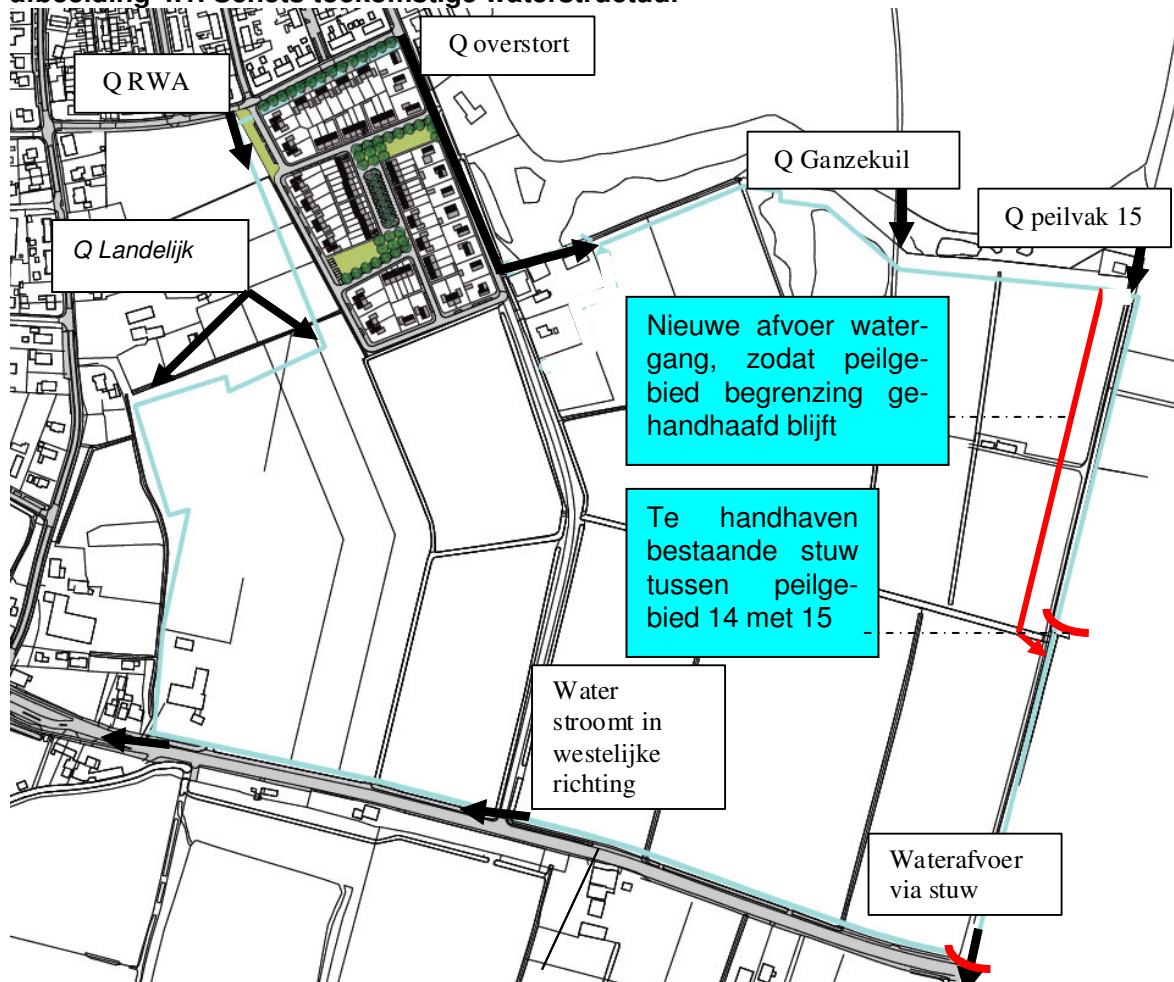
Voor de toetsing van de afvoer bij piekafvoeren vanuit het bestaand stedelijk gebied is rekening gehouden met de volgende afvoerpieken (bui09):

- 0,69 m³/s vanuit de overstort met een overstortduur van 1 uur (gebaseerd op het rapport Rioolmaatregelen kern Deest in de gemeente Druten, Van Kleef, 2006 en het waterhuishoudingsplan Deest-Zuid van 2009);
- 0,22 m³/s vanuit de RWA leiding met een overstortduur van 1 uur (afvoer gebaseerd op basis van het waterhuishoudingsplan Deest-Zuid van 2009, duur afgestemd op de duur van bui9);

Voor de afvoer vanuit de nieuwbouwlocatie, de Ganzekuיל, peilvak 15 en het overige landelijk gebied zijn hierbij dezelfde afvoerwaarden aangehouden als bij de berekening van de toetsingsberekening. Er is geen rekening gehouden met een piekafvoer vanuit de nieuwbouw Deest-Zuid omdat rekening gehouden wordt, dat voor het voorkomen hiervan extra waterberging wordt gerealiseerd.

Van belang is om de bestaande peilgebieden begrenzing zo veel mogelijk te handhaven. Daarom wordt voorgesteld om over een deel van het traject een parallelwatergang aan te leggen naast de bestaande afvoerwatergang richting de Van Heemstraweg. Op afbeelding 4.1 is dit geschematiseerd.

afbeelding 4.1. Schets toekomstige waterstructuur



Uit de legger blijkt dat de stuw tussen peilgebied 14 en 15 een kruinbreedte heeft van 1,0 m en een kruinhoogte van NAP + 5,9 m. De stuw in peilgebied 15 heeft een kruinbreedte van 4 m en een kruinhoogte van NAP +5,6 m.

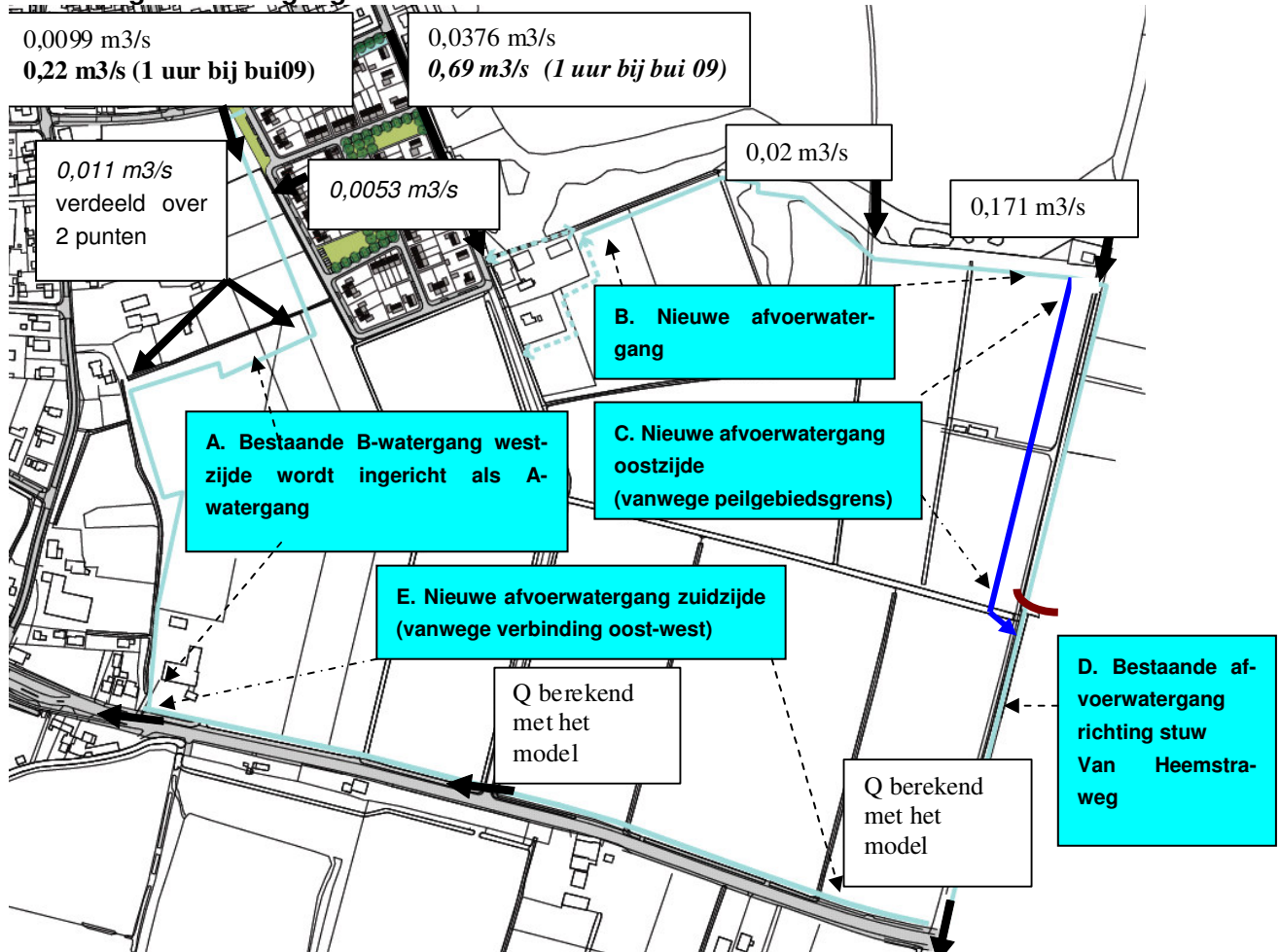
Een alternatief is om de parallelwatergang ten oosten van de weg aan te leggen. In dat geval dient alsnog de watergang vanaf peilvak 15 behouden/verplaatst te worden vanwege de wateraanvoer.

Het combineren van de parallel watergangen is een optie. In dat geval is het noodzakelijk om de stuw in noordelijke richting te verplaatsen. Dit kan echter alleen uitgevoerd worden indien er dan geen landbouwgronden (fruitteelt) zijn waarvoor de wateraanvoer hierdoor belemmerd wordt.

4.1.1. Afmetingen watergangen

Op afbeelding 4.2 wordt een overzicht gegeven van de watergangen en de afvoeren.

afbeelding 4.2. Watergangen en afvoeren



uitwerking op basis van opstuwingsnormen

De maximale stroomsnelheidsnorm in de duikers wordt ruim voldaan. Onderstaand wordt het resultaat van de toetsing aan de opstuwingsnorm aangegeven. De berekening heeft plaatsgevonden voor de situatie bij winterpeil, omdat dan minder waterdiepte aanwezig is waardoor er dan meer opstuwings is.

watergang A. westzijde

De watergang aan de westrand van het gebied dient zowel de afvoer van de van de RWA leiding als de afvoer vanuit de woningbouwlocatie en de afvoer vanuit landelijk gebied te verwerken (0,0262 m³/s). Hierbij is de afvoer vanuit de woningbouwlocaties beperkt, omdat rekening gehouden wordt met het realiseren van waterberging ter compensatie van de toename van het verhard oppervlak.

Op dit moment betreft het een B-watgang. De afmeting van de watgang is niet opgenomen in de legger. Het inrichten van de watgang tot A-watgang betekent naar verwachting een verruiming. Voor de watgang kan volstaan worden met de minimale afmetingen van een A-watgang:

- een bodembreedte van minimaal 0,70 m;
- een talud van 1:2;
- een waterdiepte van 0,70 m;
- een ruimtebeslag bij streefpeil is dan 3,5 m (bij zomerpeil). Het ruimtebeslag bij de insteek is groter door het ruimtebeslag van het droge deel van het talud.

Uit berekeningen blijkt dat de opstuwingsnorm dan 0,5 cm/km is. Hiermee wordt voldaan aan de opstuwingsnorm.

watgang B. ten noorden en C. oosten van de zandwinplas

De watgang ten noorden van de zandwinplas (vanaf de Vriezeweg) dient de afvoer vanuit de overstort van het gemengd stelsel te verwerken alsmede de afvoer vanuit de Ganzeplas (0,0576 m³/s). Voor de watgang kan volstaan worden met de minimale afmetingen van een A-watgang:

- een bodembreedte van minimaal 0,70 m;
- een talud van 1:2;
- een waterdiepte van 0,70 m;
- een ruimtebeslag bij streefpeil is dan 3,5 m (bij zomerpeil). Het ruimtebeslag bij de insteek is groter door het ruimtebeslag van het droge deel van het talud.

Uit berekeningen blijkt dat de opstuwingsnorm dan 1,2 cm/km is. Hiermee wordt voldaan aan de opstuwingsnorm.

bestaande afvoerwatgang D. richting stuw Van Heemstraweg

De watgang benedenstrooms van de stuw verwerkt op dit moment alleen de afvoer vanuit peilvak 15 (0,171 m³/s). De watgang benedenstrooms van de stuw tussen peilgebied 14 en 15, dient de afvoer vanuit de overstort, de afvoer vanuit de Ganzeplas en de afvoer vanuit de peilgebied 14 te verwerken (0,2286 m³/s).

De watgang heeft in de bestaande situatie de volgende afmeting:

- een bodembreedte van 0,90 m.
- een talud van 1:1,5
- een bodemhoogte benedenstrooms van de stuw peilvak 15 van NAP +5,23 m.
- een bodemhoogte bij de Van Heemstraweg van NAP +5,21 m

De benodigde minimale afmetingen van de watgang zijn:

- een bodembreedte van minimaal 3,0 m;
- een talud van 1:2;
- een waterdiepte van 0,70 m;
- een ruimtebeslag bij streefpeil is dan 5,8 m (bij zomerpeil). Het ruimtebeslag bij de insteek is groter door het ruimtebeslag van het droge deel van het talud.

Uit berekeningen blijkt dat de opstuwingsnorm dan 4,2 cm/km is. Hiermee wordt voldaan aan de opstuwingsnorm.

watgang E. ten zuiden van de plas

Langs een deel van het tracé ligt thans een bestaande A-watgang met een bodembreedte van 0,9 m en een talud van 1:2. Voor het overig deel betreft het een nieuwe watgang. De watgang langs de Van Heemstraweg dient het water te verwerken, dat niet afgevoerd wordt met de stuw bij de Van Heemstraweg.

Uit de modelberekening blijkt dat van de totale afvoer van 0,2286 m³/s er 0,064 m³/s over de stuw bij de Van Heemstraweg wordt afgevoerd en het overlig deel (0,165 m³/s) langs de watergang parallel aan de Van Heemstraweg. De benodigde afmetingen van de watergang langs de Van Heemstraweg zijn:

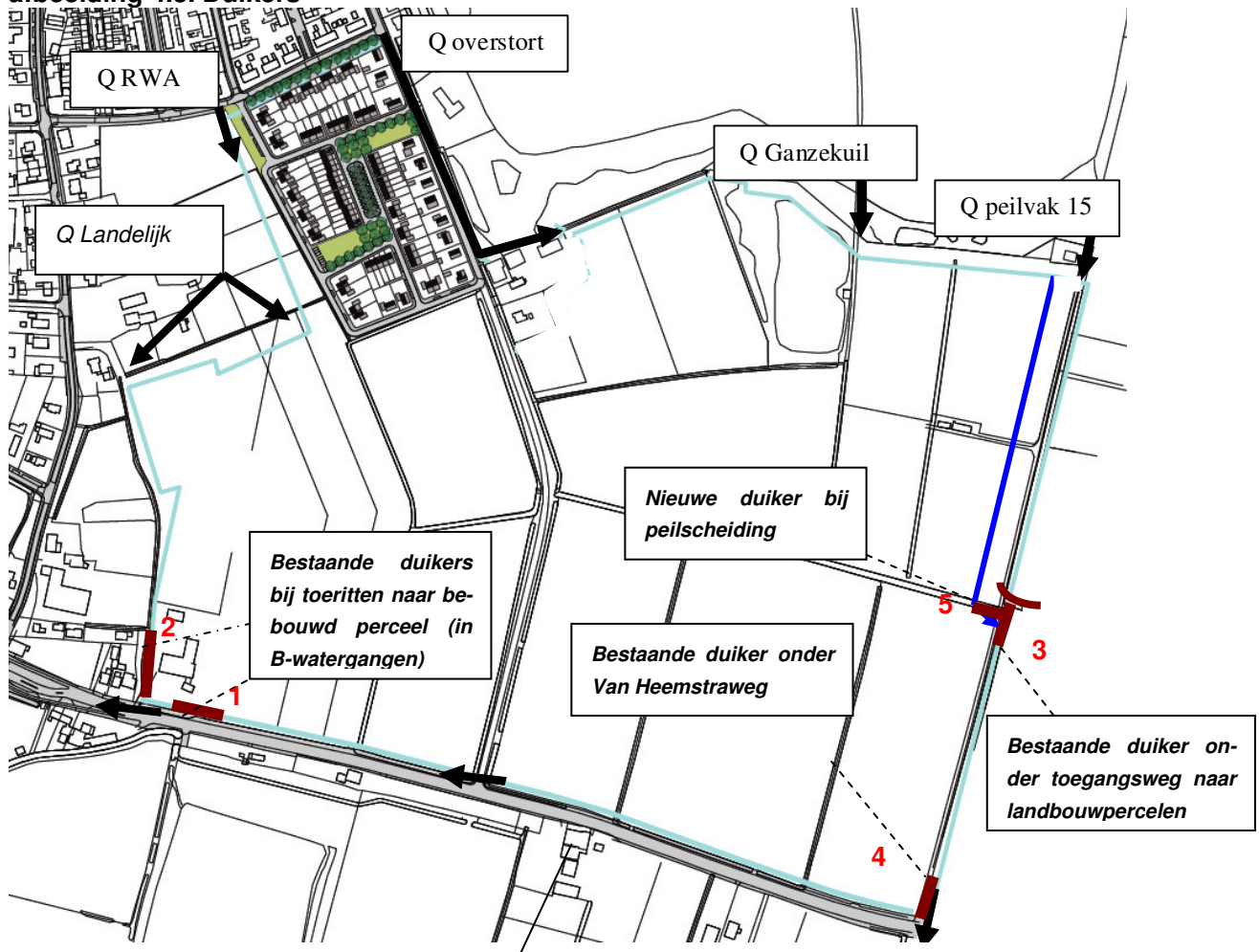
- een bodembreedte van minimaal 2,0 m;
- een talud van 1:2;
- een waterdiepte van 0,70 m;
- een ruimtebeslag bij streefpeil is dan 4,8 m (bij zomerpeil). Het ruimtebeslag bij de insteek is groter door het ruimtebeslag van het droge deel van het talud.

Uit berekeningen blijkt dat de opstuwning dan 4,8 cm/km is. Hiermee wordt voldaan aan de opstuwingsnorm.

4.1.2. Afmetingen duikers

Op de onderstaande afbeelding is een overzicht gegeven van duikers die behouden moet worden of toegevoegd moeten worden.

afbeelding 4.3. Duikers



Uit het bovenstaande blijkt dat er rekening gehouden dient te worden met het aanleggen van een nieuwe duiker. Daarnaast is van belang dat ook voor de bestaande duikers nagegaan wordt of deze voldoen bij de gewijzigde afwateringsstructuur. In de onderstaande tabel staan de afmetingen van de bestaande duikers gegeven.

tabel 4.1. afmetingen bestaande duikers

locatie	b.o.k. [m NAP]	lengte [m]	diameter [m]
toerit naar bebouwd perceel (1)	5,15	8	0,7
toerit naar bebouwd perceel (2)	5,15	7	0,7
toegangsweg naar landbouwpercelen (3)	5,50	10	0,6
Van Heemstraweg (4)	4,90	23	1,0

In tabel 4.2 zijn is aangegeven welke duikerafmetingen nodig zijn om de voldoen aan de minimale opstuwingsseis en de benodigde minimale vrije doorstroming (ruimte in de duiker boven waterpeil, in de tabel aan gegeven met hoogte lucht in de duiker). Bij de hydraulische berekeningen is een weerstandswaarde K-manning van $90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ aangehouden.

tabel. 4.2. afmetingen duikers en opstuwung

duiker	duiker huidig watersysteem (m)	benodigde afmeting (m)	vorm	opstuwung (mm)	b.o.k. (m +NAP) ¹
toerit naar bebouwd perceel (1)	rond 0,7	1,20 m * 1,00 m (breedte*hoogte)	vierkant	4,14	5,08
toerit naar bebouwd perceel (2)	rond 0,7	0,7	rond	1,76	5,29
toegangsweg naar landbouwpercelen (3)	rond 0,6	1,60 m * 1,00 m (breedte*hoogte)	vierkant	4,45	5,08
Van Heemstraweg (4)	rond 1,0	1,60 m * 1,00 m (breedte*hoogte)	vierkant	4,45	5,08
nieuwe duiker bij peilscheiding (5)²	geen	0,8	rond	3,24	5,22

1. Benodigde binnen onderkant buis (b.o.b.) hoogte om 1/3 deel van de duiker boven water te hebben.

2. Uitgaande van een lengte van 10 m. Een duiker met een diameter van 0,7 m geeft te veel opstuwung. Uiteindelijk wordt een grotere duiker geadviseerd omdat een piekbui anders te veel peilstijging geeft, zie paragraaf 4.2.

4.2. Toetsing aan piekafvoeren

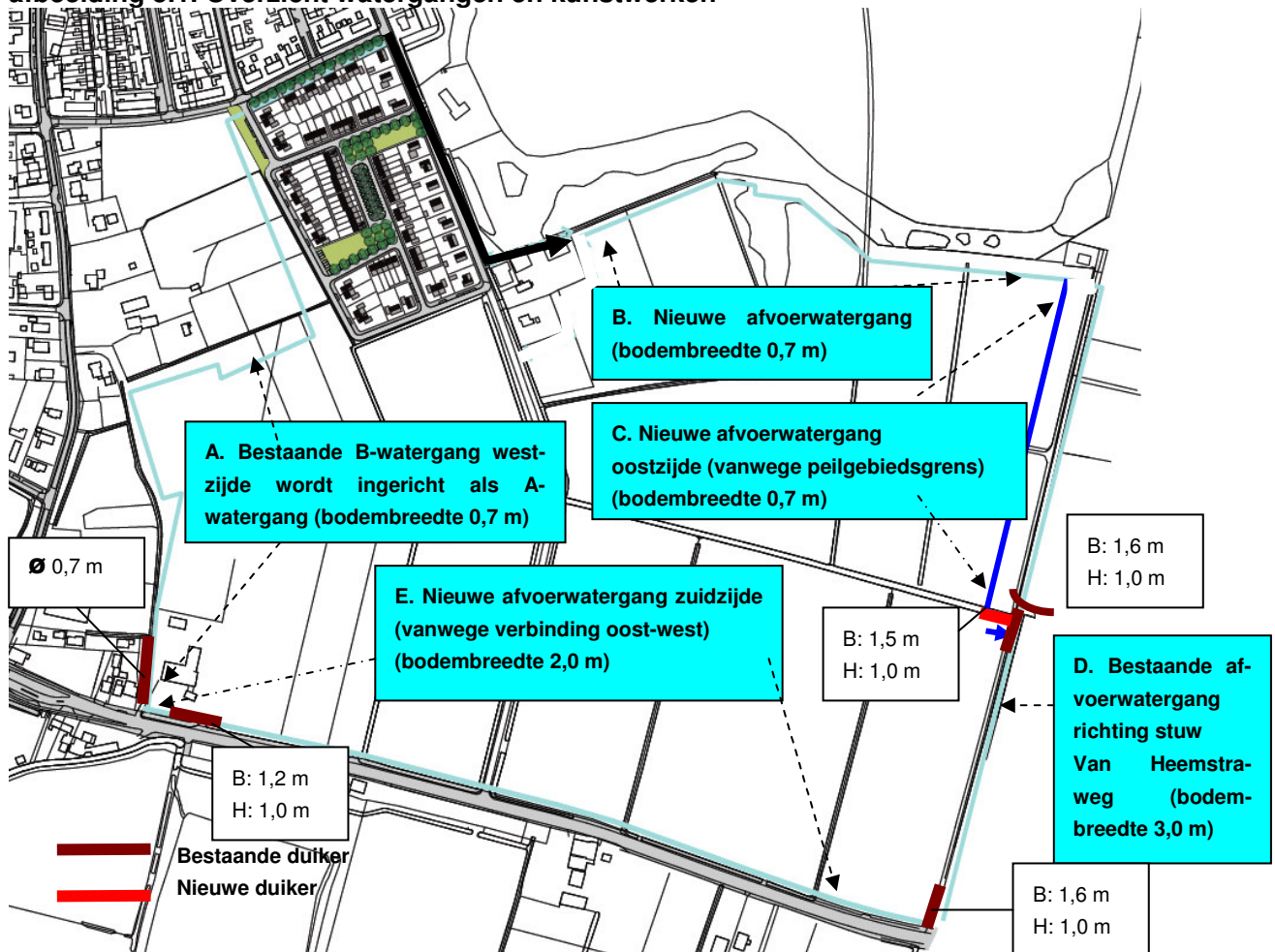
Het berekende watersysteem is vervolgens in het Sobek-model getoetst aan een piekbui. Hierbij heeft de berekening plaatsgevonden bij zomerpeil, omdat de waterstanden dan hoger zijn. De norm is dat bij bui 09 uit de Leidraad Riolerung een maximale peilstijging van 30 cm is toegestaan. Het volgende is hieruit gebleken:

- toetsing RWA-lozing. Watergang A is de watergang waar het RWA-stelsel op loost. De maximale peilstijging is 10,7 cm te zijn. bij een norm van 30 cm peilstijging voldoet de watergang bij een piekbui van $t=5$ (duur = 1 uur);
- toetsing overstortlozing. Watergang B is de watergang waar de overstort op loost. De maximale peilstijging is dan groter dan 30 cm. Om te voldoen aan de eis van maximaal 30 cm peilstijging wordt aanbevolen om een grotere afmeting voor duiker 5 toe te passen:
 - breedte 1,50 m;
 - hoogte 1 m;
 - b.o.k. NAP 5,08 m.

Op dat moment is de maximale peilstijging exact 30 cm.

5. CONCLUSIES EN AANBEVELING

afbeelding 5.1. Overzicht watergangen en kunstwerken



Met behulp van hydraulische modelberekeningen zijn in dit rapport de afmetingen voor de toekomstige watergangen en duikers uitgewerkt (zie hoofdstuk 4). Naast de aanleg van watergangen en duikers, dient er ook rekening gehouden te worden met het verruimen van bestaande watergangen en het aanleggen van grotere duikers. Op basis van de voorgaande hoofdstukken zijn de conclusies en aanbevelingen als volgt. Het nieuwe afwateringsplan omvat:

- een watergang aan de westzijde van de zandwinplas die het water vanuit het regenwaterriool van Deest-Zuid zal afvoeren. Het betreft een watergang die op dit moment een B-watergang is. De watergang aan de westzijde van de zandwinplas dient ingericht te worden met de minimale afmetingen die gelden voor een A-watergang. De watergang beschikt dan over voldoende afvoercapaciteit. In de watergang ligt een bestaande duiker bij het perceel bij de Van Heemstraweg;
- een watergang aan de noordzijde van de zandwinplas, die het overstortwater van het gemengd stelsel zal afvoeren. De watergang zal ook het wateroverschot van de Ganzenkuil afvoeren. De watergang wordt met een nieuwe duiker verbonden met de watergang langs de Vriezeweg;
- om de huidige peilgebiedbegrenzing te behouden dient er rekening gehouden te worden met de aanleg van een watergang aan de oostzijde van de zandwinplas. Het betreft een watergang die in het verlengde van de watergang aan de noordzijde van de zandwinplas komt te liggen. De afvoer in deze watergang en de afmeting van deze watergang is dan ook dezelfde als die van de watergang aan de noordzijde. Met deze watergang wordt het water direct benedenstrooms van de stuw tussen

peilgebied 14 en 15 afgevoerd. Er dient hierbij een nieuwe duiker aangelegd te worden vanwege de kruising van een weg;

- op dit moment is er een watergang centraal in het plangebied die een verbinding vormt tussen het watergangen ten oosten van de toekomstige zandwinplas met de watergangen ten westen van de toekomstige zandwinplas. Langs de Van Heemstraweg komt een nieuwe afvoerwatergang te liggen. Hiermee wordt de verbinding tussen de watergangen aan de oostzijde van de plas terug gebracht.
- toepassen van A-watergangen met een waterdiepte van 0,7 m vanwege kwel en grondzetting, waarbij een talud van 1:2 wordt toegepast. Op afbeelding 5.1. wordt de benodigde bodembreedte aangegeven;
- de benodigde diameters van de duikers zijn weergegeven op afbeelding 5.1. Bij het advies is zowel rekening gehouden met opstuwingsnormen bij maatgevende afvoeren als piekafvoeren vanuit het bestaand stedelijk gebied (de afvoer vanuit de RWA en overstort). Opgemerkt wordt dat de overstort verdrongen zal zijn bij bui09 die een herhalingstijd van 1x/5 jaar heeft. Dit betekent kortstondige incidentele belemmering van de afvoer vanuit overstort.