


**Geohydrologisch onderzoek  
Geertjesgolf en ontwikkelingen  
in de omgeving**





**Geohydrologisch onderzoek  
Geertjesgolf en ontwikkelingen  
in de omgeving**

referentie	projectcode	status
DEE3-4/zegw/004	DEE3-4	definitief 02
projectleider	projectdirecteur	datum
drs.ing. A. Balla	ir. Th.G.J. Wijtes	19 juni 2013

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	drs.ing. A. Balla	





<b>INHOUDSOPGAVE</b>		<b>blz.</b>
<b>1. INLEIDING</b>		<b>1</b>
1.1. Aanleiding		1
<b>2. MODELLERING</b>		<b>5</b>
2.1. Bodemopbouw		5
2.2. Gebruik grondwatermodellen		6
2.3. Langjarig model		7
2.3.1. Actualiteit model		7
2.3.2. Validatie model		7
2.4. Hoogwatergolf		9
2.5. Modellerings oppervlaktewater		10
2.6. Conclusie		10
<b>3. SCENARIO'S</b>		<b>11</b>
<b>4. EFFECT SCENARIO'S</b>		<b>13</b>
4.1. Autonome situatie		13
4.2. Autonome situatie + Voorhaven		13
4.3. Autonome situatie + Voorhaven + zandwinplassen Geertjesgolf		14
4.4. Realisatie zuidelijke uitbreiding Uivermeertjes met zandwinplassen Geertjesgolf		14
4.5. Effect stroombanen vuilstort		15
<b>5. CONCLUSIE</b>		<b>17</b>
<b>6. REFERENTIES</b>		<b>19</b>
laatste bladzijde		<b>19</b>
<b>BIJLAGEN</b>		<b>aantal blz.</b>
I Huidige waterhuishoudkundige situatie		1
II Resultaat langjarig model		5
III Technische details hoogwater model		7
IV Model knooppunten langjarig model		1
V Kaarten scenario's		16
VI Kaarten gecombineerd effect Geertjesgolf en Uivermeertjes		2
VII Meteorologie in modelperiode		2



## 1. INLEIDING

### 1.1. Aanleiding

In de omgeving van de kernen Deest en Winssen, is de realisatie van het zandwin- en herinrichtingsproject Geertjesgolf gepland. Winruimte Geertjesgolf BV heeft het voornemen om eind 2014 te starten met de uitvoering van het project Geertjesgolf. Gedurende een periode van vijftien jaar wordt in het projectgebied zand (beton- en metselzand) en grind gewonnen voor de bouwgrondstoffenvoorziening. Het zandwin- en herinrichtingsproject Geertjesgolf bestaat uit:

- de aanleg van een tijdelijke Voorhaven, die buitendijks in de uiterwaarden wordt gerealiseerd en na de winning gedempt wordt;
- de aanleg van de oostelijke zandwinplas;
- de aanleg van de westelijke zandwinplas (waarbij gelijktijdig de oostelijke zandwinplas opgevuld wordt).

Op afbeelding 1.1 zijn deze deelgebieden van het zandwin- en herinrichtingsproject Geertjesgolf weergegeven.

Witteveen+Bos heeft de afgelopen jaren diverse geohydrologische onderzoeken uitgevoerd, ten behoeve van de voorbereiding van het project Geertjesgolf:

- uitbreiding industriezand H-locatie, effecten op stroombanen, effect H-locatie en Voorhaven op grondwaterstand en kwel (Witteveen+Bos 1999);
- geohydrologisch effectonderzoek zandwinning Geertjesgolf (Witteveen+Bos 2011a);
- mitigatiemaatregelen watervoorziening zandwinning Geertjesgolf, vanuit Uivermeertjes (Witteveen+Bos 2012).

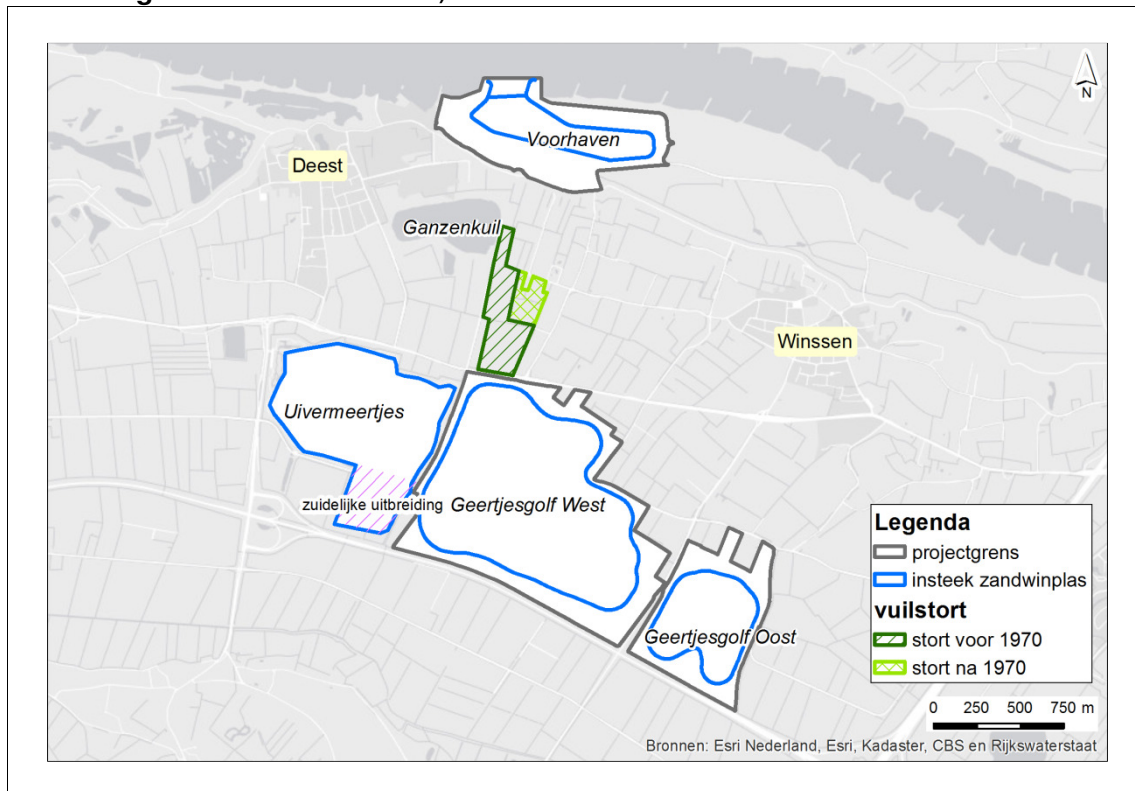
Tijdens de uitvoering van het project Geertjesgolf wordt rekening gehouden met het onttrekken van retourwater vanuit de bestaande zandwinplas van de naastgelegen Uivermeertjes. Daardoor worden negatieve hydrologische effecten in de omgeving vermeden. Uit onderzoek (Witteveen+Bos 2012) blijkt dat het gecontroleerd toepassen van deze mitigatiemaatregel mogelijk is, zonder dat er negatieve effecten voor de omgeving van de Uivermeertjes optreden.

In de omgeving van Geertjesgolf vinden de volgende ontwikkelingen plaats:

- de zuidelijke uitbreiding van de zandwinplas Uivermeertjes (zie afbeelding 1.1 voor de locatie);
- het Ruimte voor de Rivier project Herinrichting Afferdensche en Deestsche Waarden. Gezien de afstand van die ontwikkeling en de stroomafwaarts georiënteerde ligging ten opzichte van het projectgebied Geertjesgolf en reeds uitgevoerde onderzoek (Witteveen+Bos, 2010), kan worden geconcludeerd dat er geen relevante gecombineerde effecten zullen plaatsvinden.

Recent is duidelijk geworden dat Sagrex B.V. haar initiatief tot het realiseren van de nieuwe zandwinplas Deester Kaap nabij Deest niet meer zal realiseren. Om deze reden is dit project niet meegenomen als een relevante ontwikkeling.

**Afbeelding 1.1. Overzichtskaart\*)**



\*) Het project Uivermeertjes is geen onderdeel van het zandwin- en herinrichtingsproject Geertjesgolf van initiatiefnemer Winruimte Geertjesgolf B.V. Het project Uivermeertjes (inclusief zuidelijke uitbreiding) is een actieve winlocatie van Sagrex B.V.

### **Bestemmingsplan en beschikkingen**

De ontwerpbestemmingsplannen en de ontwerpbeschikkingen ten behoeve van het Zandwin- en herinrichtingsproject Geertjesgolf zijn thans ter inzage geweest (inclusief de eerder genoemde hydrologische onderzoeken van Witteveen+Bos). Deze inspraakronde heeft een aantal zienswijzen opgeleverd, waarin gevraagd wordt naar de gecombineerde effecten van:

- de situatie na realisatie van de Voorhaven en na realisatie van de binnendijkse zandwinplassen Geertjesgolf. De aanleg van de Voorhaven is reeds in 1999 separaat vergund en deze vergunning is onherroepelijk geworden en nog steeds van kracht. Een actueel en overzichtelijk inzicht in de gecombineerde effecten, op basis van geohydrologische modelberekeningen, van de aanleg van de zandwinplassen Geertjesgolf in combinatie met een op dat moment gerealiseerde Voorhaven ontbreekt echter;
- de situatie na realisatie van de zuidelijke uitbreiding Uivermeertjes, in combinatie met de realisatie van de zandwinplassen Geertjesgolf. De zuidelijke uitbreiding kan daarbij beschouwd worden als een autonome ontwikkeling. De bestemmingsplan- en vergunningsprocedures voor de zuidelijke uitbreiding van de Uivermeertjes zijn ondertussen nagenoeg doorlopen. Inzicht in de gecombineerde effecten van de aanleg van het project Geertjesgolf (inclusief Voorhaven) en de Uivermeertjes (inclusief zuidelijke uitbreiding) op basis geohydrologische modelberekeningen, ontbreken thans.

Van belang hierbij is ook de invloed van de geplande ingrepen in relatie met de Ganzenkuil en het benoemen van de in de vergunning uit 1999 voorgeschreven aanleg van een ringkade rondom deze Ganzenkuil (de locatie van de Ganzenkuil is weergegeven op afbeelding 1.1).

Verder is van belang, om inzicht te hebben in de stroombanen en veranderingen daarvan, vanwege de mogelijke invloed op de bestaande vuilstort in Winssen (de locatie van de vuilstort is eveneens weergegeven op afbeelding 1.1).

Tenslotte is van belang, om inzicht te hebben in de effecten bij het optreden van een hoogwatergolf.

### **Huidig project**

Witteveen+Bos is gevraagd een rapportage op te stellen, waarbij de gecombineerde effecten met andere ontwikkelingen in beeld worden gebracht (inclusief weergave op kaartmateriaal). De rapportage zal vervolgens gebruikt worden bij de reactienota zienswijzen. Onderhavig rapport bevat de resultaten van de studie. De uitgangspunten zijn voorafgaand aan de studie besproken met de opdrachtgever en het Waterschap Rivierenland.

### **Betrokken partijen**

Het rapport is opgesteld in overleg met het Waterschap Rivierenland. De resultaten van de berekeningen zullen door Winruimte Geertjesgolf B.V. tevens voorgelegd worden aan de andere overheidsinstanties, die direct betrokken zijn bij de procedures van de bestemmingsplannen en de vergunningen: de gemeenten Beuningen en Druten en de provincie Gelderland. De provincie Gelderland verzorgt de gecoördineerde afhandeling van de voor het project Geertjesgolf benodigde vergunningen, ontheffingen en bestemmingsplanwijzigingen. Daarnaast is de provincie Gelderland het bevoegd gezag voor de verlening van de ontgrondingsvergunning.

### **Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 zijn de uitgangspunten voor de modellering opgenomen. Hoofdstuk 3 bevat de scenario's en de wijze waarop de effecten worden gepresenteerd. Hoofdstuk 4 bevat het effect van de scenario's. Hoofdstuk 5 bevat de conclusies en hoofdstuk 6 de referenties.



## 2. MODELLERING

In dit hoofdstuk wordt een toelichting gegeven op de uitgangspunten van de modellering. Daarbij wordt eerst een beschrijving van de bodemopbouw gegeven, waarna ingegaan wordt op de grondwatermodellen. Bij het opstellen van de toelichting is gebruik gemaakt van de eerdere rapporten van Witteveen+Bos.

### 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 (oerstroomdal) 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 langzamerhand 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). In de tabel wordt daarbij tevens aangegeven welke weerstandswaarden (C-waarden) en doorlatendheidswaarden (kD-waarden) aangehouden zijn in het grondwatermodel.

**Tabel 2.1. Geohydrologische schematisatie**

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

<sup>1</sup> De weerstand van de deklaag is afhankelijk van het voorkomen van zandbanen in de ondergrond, zie tabel 2.2;

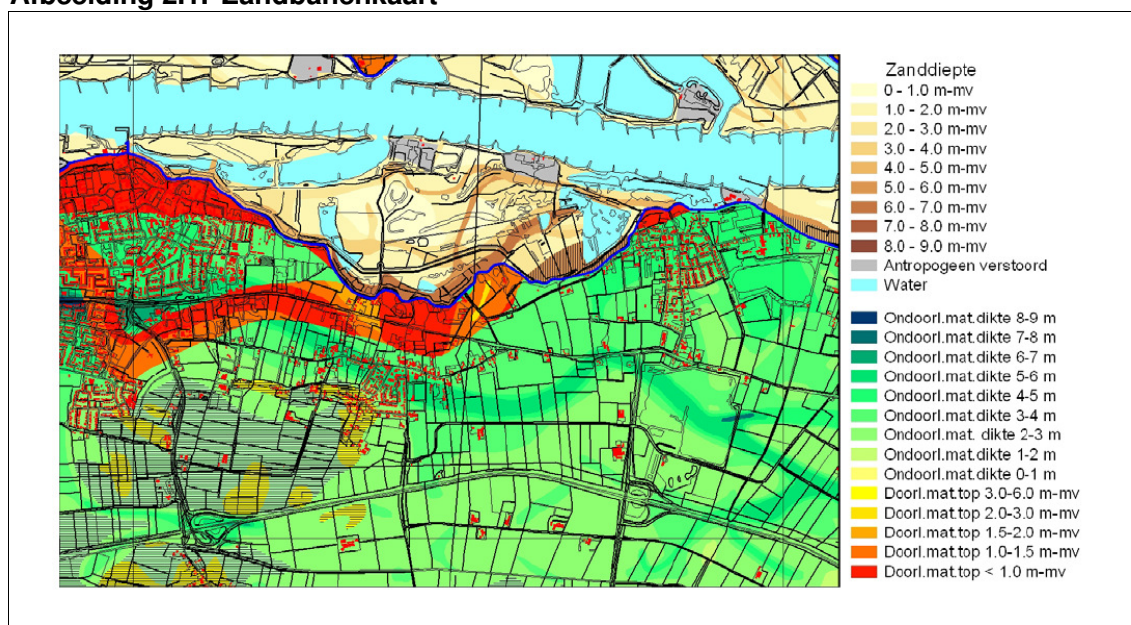
<sup>2</sup> Betreft de waarden, zoals opgenomen in het gekalibreerde model, waarbij de kalibratie heeft plaatsgevonden bij de eerder uitgevoerde onderzoeken door Witteveen+Bos.

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
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. Gebruik grondwatermodellen

Er wordt gewerkt met twee modelvarianten, die elk worden gebruikt om een specifiek effect te berekenen, namelijk:

- langjarige situatie, de periode 1993-2000 (zie voor een nadere toelichting paragraaf 2.3);
- hoogwatergolf met een herhalingstijd van 10 jaar (zie voor nadere toelichting paragraaf 2.5).

Beide modellen zijn in afzonderlijke paragrafen beschreven.



## 2.3. Langjarig model

Dit model is oorspronkelijk opgezet voor het peilbesluit dat door Witteveen+Bos is opgesteld in opdracht van waterschap Rivierenland. Binnen dat project is het model zowel stationair<sup>1</sup> als instationair<sup>2</sup> gekalibreerd. Het model is daarna gebruikt voor onder andere het hydrologisch onderzoek voor de geplande zandwinning Geertjesgolf (Witteveen+Bos 2011a) en de destijds geplande zandwinning Deester Kaap (Witteveen+Bos 2010).

Het instationaire model berekent de geohydrologische situatie over de periode 1993-2000, met tijdstappen van veertien dagen. Dit model wordt gebruikt om de langjarige invloed van de nieuwe plassen over een periode van acht jaar te kunnen bepalen. In het model zijn gemeten Waalstanden ingevoerd. De knooppuntafstanden in het model variëren tussen de 20 en 250 m. De kleinste knooppuntafstand is aanwezig nabij de bestaande zandwinplassen, de geplande zandwinplassen en langs de Waal (zie ook bijlage IV). Het model biedt hiermee een goede nauwkeurigheid voor het berekenen van de effecten.

### 2.3.1. Actualiteit model

Het model rekt met de meteorologische periode 1993-2000. Hierdoor kan het beeld ontstaan dat er met een oud model wordt gerekend. Echter, deze periode is om verschillende redenen geselecteerd:

- eerdere berekeningen van de effecten van de geplande ontwikkelingen in dit gebied zijn ook met dit model berekend. Hierdoor zijn de modelstudies onderling vergelijkbaar;
- de gehanteerde modelinvoer voor de neerslag, verdamping en het peil in de Waal zijn representatief om de effecten tijdens een langjarige periode te berekenen. Dit is toegelicht in bijlage VII. De invoer van zomer- en winterpeilen, die nog steeds actueel zijn conform het vigerend peilbesluit Quarles van Ufford, zorgt er voor dat de werkelijkheid goed wordt geschematiseerd.

### 2.3.2. Validatie model

De validatie wordt voor de regionale en lokale situatie toegelicht.

#### Regionaal

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

De definitie van de GHG en de GLG is dat voor een meetreeks met twee waarnemingen per maand over een periode van minimaal acht 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 twee weken de grondwaterstanden weggeschreven.

---

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

<sup>2</sup> 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 rekt op dagbasis.

Op basis hiervan kan het gemiddeld verschil en het gemiddeld absoluut verschil tussen de berekende en gemeten GHG en GLG berekend worden. De statistische resultaten van de validatie zijn in tabel 2.3 weergegeven.

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 grondwatermodel en maakt het model voldoende betrouwbaar.

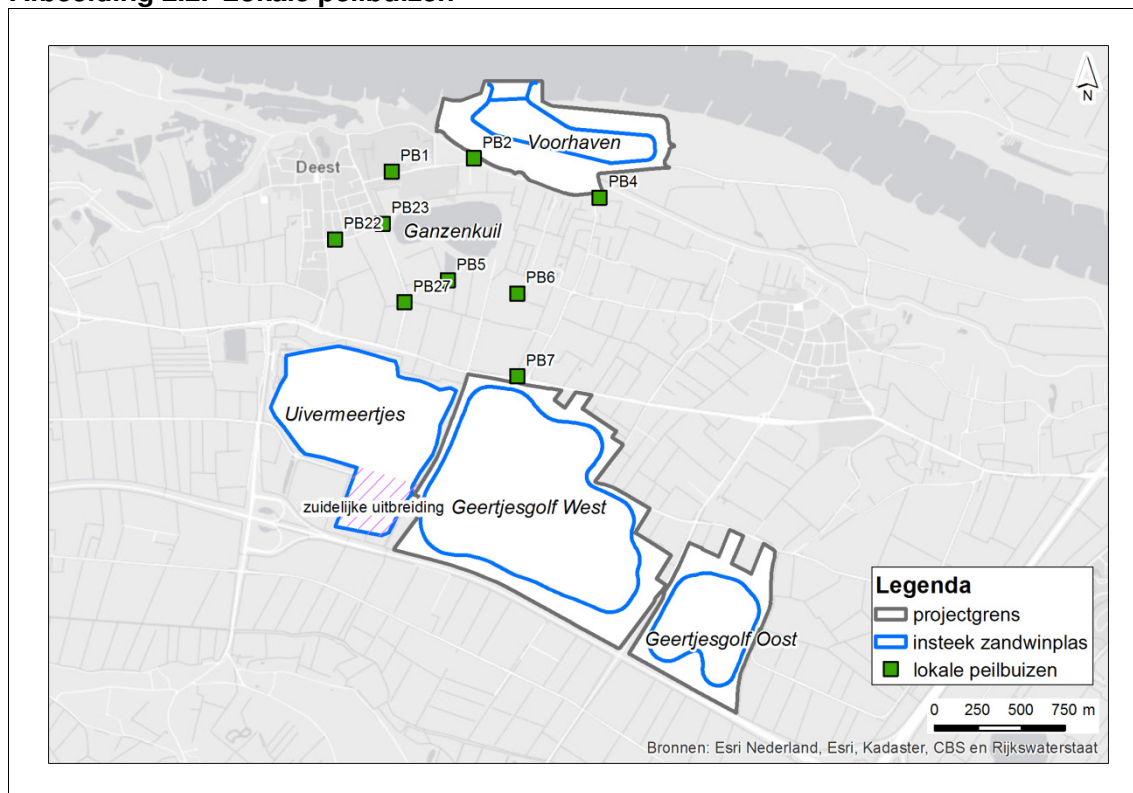
**Tabel 2.3. Statistisch resultaat instationair model gehele modelgebied**

	gemiddeld verschil (m)	gemiddeld absoluut verschil (m)
GLG	0,12	0,19
GHG	0,09	0,21
totaal	0,10	0,20

### 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 lokale peilbuizen in het gebied de berekende en gemeten grondwaterstanden vergeleken.

**Afbeelding 2.2. Lokale peilbuizen**



De waterstanden in deze peilbuizen zijn vanaf 1998 twee keer per maand gemeten. In bijlage II zijn de berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen van een aantal representatieve peilbuisfilters opgenomen. Tabel 2.4 bevat de statistische parameters. De conclusie die volgt uit de instationaire validatieresultaten van het grondwatermodel is dat het model geschikt geacht wordt voor de doelstellingen van dit onderzoek, namelijk de uitvoering van effectberekeningen. Het is daarom niet noodzakelijk de modelparameters aan te passen.

Deze conclusie is gebaseerd op het feit dat er in het geheel geen systematische fout in het model aanwezig is. Sommige peilbuizen presteren goed (bijvoorbeeld peilbuizen 5 en 22), andere iets minder goed (peilbuizen 21, 23 en 27, waar een verschil met de voorjaarsgrondwaterstand optreedt). De jaarlijkse fluctuatie is worst-case berekend, namelijk een overschatting van de GHG en een onderschatting van de GLG. Ter plaatse van de Voorhaven is de prestatie van het model minder goed, dit wordt veroorzaakt doordat de rivierstanden eenmaal per twee weken aan het model worden opgelegd. Dit betekent dat ter plaatse van de Voorhaven het model minder nauwkeurig is voor het berekenen van een absolute grondwaterstand, maar wel kan worden gebruikt voor het berekenen van relatieve verschillen. Daarmee is de afwijking geen beperking voor het uitvoeren van effectberekeningen.

**Tabel 2.4. Statistisch resultaat instationair model versus metingen peilbuizen in plangebied**

	gemiddeld verschil (m)	gemiddeld absoluut verschil (m)
GLG	- 0,09	0,19
GHG	+ 0,23	0,35

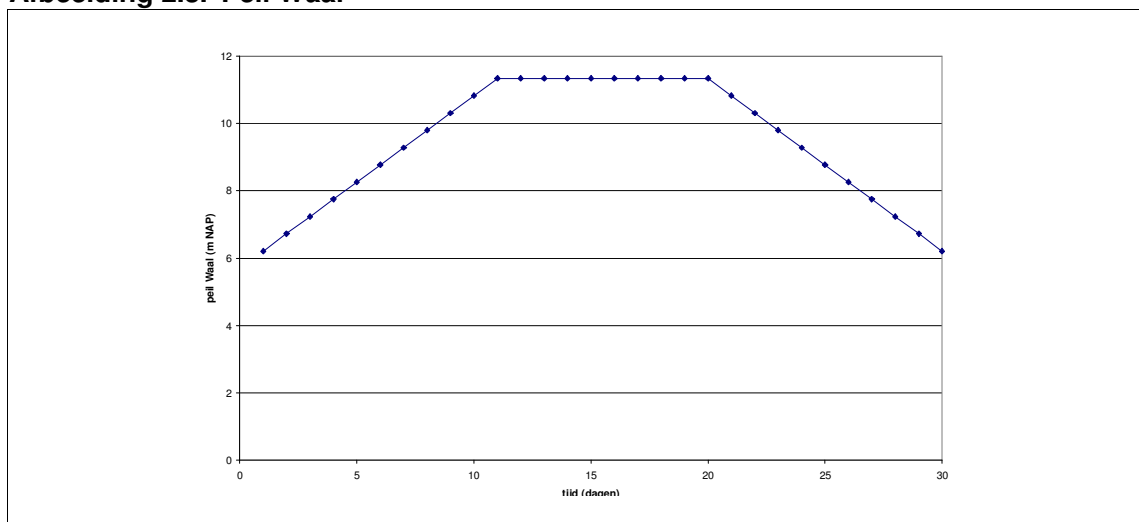
## 2.4. Hoogwatergolf

De basis van het model is de maatgevende hoogwaterstand met een herhalingsdij van tien jaar (Rijkswaterstaat 2009), 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 tien 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 tien dagen;
- gedurende de laatste tien dagen loopt het peil geleidelijk af tot het gemiddelde peil.

Op afbeelding 2.3 is dit grafisch weergegeven. De situatie na de maximale waterstand van tien dagen is de maatgevende situatie. Op dat moment wordt de modeluitvoer weggeschreven. Omdat het effect van een hoogwatergolf een na-ijlend effect heeft, wordt ook een aanvullende periode van vijf dagen doorgerekend.

**Afbeelding 2.3. Peil Waal**



In het model is de afstroming over maaiveld in een eerdere studie (Witteveen+Bos 2010) verbeterd. Het eerdere model had in enkele knooppunten een te laag niveau, waardoor de dynamiek van het grondwater niet volledig werd berekend.

### **Validatie**

De validatie van het hoogwatermodel is beschreven in bijlage III. Hieruit blijkt dat de modelresultaten overeenkomen met de verwachtingen. De berekende gradiënt van de grondwaterstanden tijdens en na een theoretische hoogwatergolf komt vrij goed overeen met de gemeten gradiënt tijdens en na een werkelijke hoogwatergolf. Wel zijn er verschillen in de absolute waarden. Het hoogwatermodel is hiermee vooral geschikt voor inzicht in de verandering door de geplande ingrepen (orde van grootte).

## **2.5. Modelling oppervlaktewater**

Het waterpeil in de zandwinplas Uivermeertjes wordt niet gereguleerd. De voormalige zandwinplas Ganzenkuil heeft een overloopvoorziening, waarmee in een extreme situatie water afgevoerd kan worden vanuit de Ganzenkuil naar het oppervlaktewatersysteem. Het maximale niveau in de Ganzenkuil bedraagt hierdoor NAP +7,5 m (Polderdistrict Groot Maas en Waal, 1999). In het model wordt hiermee rekening gehouden. Het waterpeil in de geplande binnendijkse zandwinplassen van het project Geertjesgolf zal eveneens niet worden gereguleerd.

De plassen zijn niet als rivier gemodelleerd. Dat betekent dat via de plassen geen water het model uit- of instroomt. Een dergelijke modellering komt overeen met de toekomstige situatie van hydrologisch geïsoleerde plassen. Door de diepte van de plassen snijden ze twee modellagen aan. De freatische bergingscoëfficiënt in de plas is op 1 gezet. Een hoog doorlaatvermogen van de plas zorgt immers voor een gelijk plaspeil in de gehele plas.

## **2.6. Conclusie**

De modellen zijn geschikt om de hydrologische effecten van het huidige project in kaart te brengen, omdat het gekalibreerde modellen zijn met in het interessegebied een voldoende nauwkeurigheid om de effecten van de beoogde ingreep in beeld te brengen. Het langjarige model is geschikt om de hoge en lage grondwaterstanden te berekenen. Het hoogwatermodel kan de orde grootte van de effecten voor een hoogwatersituatie berekenen.

### 3. SCENARIO'S

Bij deze studie zijn diverse scenario's bekeken. Afbeelding 3.1 geeft alle ontwikkelingen op kaart weer. In de tijd gezien, wordt daarbij rekening gehouden met de volgende realisatievolgorde van de geplande ontwikkelingen:

- zuidelijke uitbreiding Uivermeertjes (= autonome ontwikkeling);
- aanleg Voorhaven;
- winning Oostplas;
- winning Westplas (gelijktijdig opvulling Oostplas).

Tabel 3.1 geeft de opbouw van de scenario's weer. Elk scenario omvat de situatie waarbij uitgegaan wordt van volledige aanleg (of demping) van een waterpartij.

**Afbeelding 3.1. Topografische kaart met locatie ruimtelijke ontwikkelingen\*)**



**Tabel 3.1. Scenario's**

scenario	Uivermeertjes, inclusief zuidelijke uitbreiding	Voorhaven	Geertjesgolf Oost	Geertjesgolf West
autonoom	ja	-	-	-
scenario VH	ja	ja	-	-
scenario GO	ja	ja	ja	-
scenario GW	ja	ja	ja, eindsituatie gevuld met klei	ja

De resultaten van ieder scenario worden op de volgende wijze gepresenteerd:

- kaarten van het effect op GHG en GLG ten opzichte van de autonome situatie, berekend met het langjarige model;
- het effect op de stroombanen ter plaatse van de vuilstort Winssen (zie voor de ligging afbeelding 3.1) De stroombanen worden vergeleken met de stroombanen in de autonome situatie;
- kaarten met het effect op de freatische grondwaterstand en de kwelflux ten opzichte van de autonome situatie tijdens een hoogwatergolf op de Waal, berekend op basis van het hoogwatermodel.

## 4. EFFECT SCENARIO'S

De effecten van de scenario's worden in dit hoofdstuk beschreven. Daarbij ligt de focus op effecten buiten de projectgrenzen, waar de belangen van derden in het geding kunnen zijn. Allereerst wordt de autonome situatie en het effect van de Voorhaven beschreven. Vervolgens worden de gecombineerde effecten beschreven van:

- de realisatie van de Voorhaven met de realisatie van de zandwinplassen Geertjesgolf;
- de realisatie van de zuidelijke uitbreiding Uivermeertjes met de realisatie van de zandwinplassen Geertjesgolf en Voorhaven.

In de laatste paragraaf is het effect op de stroombanen onder de vuilstort beschreven.

Bij de beschrijving van de effecten wordt ook kort aangegeven welke verschillen er zijn in resultaten ten opzichte van de eerder uitgevoerde geohydrologische effectonderzoeken van Geertjesgolf zoals gerapporteerd in de Witteveen+Bos rapporten van 1999 en 2011.

### 4.1. Autonome situatie

De scenario's worden vergeleken met de autonome situatie. Dat is de huidige situatie plus de realisatie van de zuidelijke uitbreiding van de zandwinplas Uivermeertjes. In bijlage V zijn kaarten 11 en 13-15 opgenomen<sup>1</sup> met de langjarige extremen: GHG<sup>2</sup> en GLG<sup>3</sup> en de freatische grondwaterstand en kwelsituatie bij hoogwater<sup>4</sup>.

### 4.2. Autonome situatie + Voorhaven

De realisatie van de Voorhaven betekent dat het peil in de Waal een grotere invloed krijgt op de binnendijkse grondwaterstanden, omdat er ter plaatse van de Voorhaven minder weerstand aanwezig is. Het model berekent dat de GHG en GLG hierdoor niet aantoonbaar<sup>5</sup> veranderen (kaarten 21 en 23 in bijlage V).

De realisatie van de Voorhaven heeft wel effect op de grondwaterstand en kwel tijdens een hoogwatersituatie (kaarten 24 en 25 in bijlage V). De berekende stijging van de grondwaterstand direct langs de dijk is 0,15 m. In een zone van 100 tot 250 m langs de dijk is de berekende stijging 0,05 m of meer. De kwel neemt langs de dijk en ook ten zuiden van de Ganzenkuil toe. Het gebied waarbinnen de kwel toeneemt, wijkt deels af van het gebied waar de freatische grondwaterstand stijgt omdat de grondwaterstand in de autonome situatie al aan maaiveld staat (kaart 14). Daar is geen ruimte voor een stijging van de grondwaterstand, maar daar zal de afvoer via drainagemiddelen wel toenemen.

Het verschil in effect tussen de langjarige situatie en de hoogwatergolf wordt verklaard doordat in de hoogwatergolf een hoger peil in de Waal wordt opgelegd aan het model. Het peil in de Waal is de drijvende kracht voor het effect van een ingreep in de Voorhaven.

---

<sup>1</sup> Kaartnummer is opgenomen in het stempel van de kaarten.

<sup>2</sup> GHG: Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand, komt overeen met een natte wintersituatie.

<sup>3</sup> GLG: Gemiddelde Laagste Grondwaterstand, komt overeen met een droge zomersituatie.

<sup>4</sup> Een toelichting voor de hoogwaterberekening is opgenomen in paragraaf 2.4.

<sup>5</sup> Een verandering van minder dan 0,05 m ten opzichte van de autonome situatie wordt als niet aantoonbaar beoordeeld.

De berekende effecten komen qua orde grootte overeen met de eerdere rapportages (Witteveen+Bos 1999). Lokaal zijn de effecten iets anders doordat de realisatie van de Uivermeertjes inclusief zuidelijke uitbreiding als autonome ontwikkeling nu ook is opgenomen in het rekenmodel. Verder is er ten opzichte van het onderzoek in 1999 een andere (verbeterde) hoogwatersituatie doorgerekend, waarmee enige verschillen voor het hoogwaterscenario ook hierdoor verklaard kunnen worden.

#### **4.3. Autonome situatie + Voorhaven + zandwinplassen Geertjesgolf**

De realisatie van de binnendijkse zandwinplassen van het project Geertjesgolf is in twee fases bekeken, namelijk:

- de eindfase van de realisatie van de Oostplas (tezamen met de realisatie van de Voorhaven en de zuidelijke uitbreiding van de Uivermeertjes);
- de eindfase van de realisatie van de Westplas, (tezamen met een gedempte Oostplas en de realisatie van de Voorhaven en de zuidelijke uitbreiding van de Uivermeertjes).

Gekozen is voor de eindfases<sup>1</sup>, omdat ze zowel voor wat betreft de afronding van een fase als ruimtelijk gezien een duidelijke afbakening hebben.

De berekende effecten van de scenario's zijn in bijlage V op kaart weergegeven (kaart 31-45). De berekende effecten nabij de Geertjesgolf-locatie komen qua orde grootte overeen met de eerdere rapportages (Witteveen+Bos 2011a en Witteveen+Bos 1999). Lokaal zijn de effecten iets anders doordat nu de realisatie van de zuidelijke uitbreiding van de Uivermeertjes is opgenomen in het modelscenario en de actuele plascontouren zijn gehanteerd. Verder is er ten opzichte van het onderzoek in 1999 een andere (verbeterde) hoogwatersituatie doorgerekend, waarmee enige verschillen voor het hoogwaterscenario ook hierdoor verklaard kunnen worden (in het rapport van 2011 is overigens geen hoogwatergolf doorgerekend).

#### **4.4. Realisatie zuidelijke uitbreiding Uivermeertjes met zandwinplassen Geertjesgolf**

Het effect van de zuidelijke uitbreiding Uivermeertjes op de effecten van Geertjesgolf wordt beoordeeld aan de hand van de modelresultaten in dit rapport<sup>2</sup> en het effect van de ontwikkeling Geertjesgolf ten opzichte van de basis plas Uivermeertjes (Witteveen+Bos 2011a). In bijlage VI zijn de effectkaarten van de GHG en GLG van beide studies herhaald en op 1 pagina weergegeven. In eerste instantie is de realisatie van Geertjesgolf West beschouwd. De zuidelijke uitbreiding van Uivermeertjes heeft:

- geen verandering van de GHG effecten van Geertjesgolf;
- geen verandering van de GLG effecten van Geertjesgolf. Alleen de effecten ten westen van de Uivermeertjes nemen toe door de vergroting van de Uivermeertjes;

Uit deze analyse volgt dat het gecombineerde effect van de zuidelijke uitbreiding Uivermeertjes met de ontwikkeling van Geertjesgolf West niet groter is dan het gezamenlijke effect zonder de zuidelijke uitbreiding van de Uivermeertjes.

---

<sup>1</sup> De effecten tijdens de aanleg zijn beschouwd in Witteveen+Bos (2012), hieruit blijkt dat negatieve hydrologische effecten in de omgeving kunnen worden vermeden door tijdens de uitvoering van Geertjesgolf retourwater te onttrekken vanuit de bestaande zandwinplas Uivermeertjes.

<sup>2</sup> Ten zuidoosten van Geertjesgolf West en ten zuiden van Geertjesgolf Oost is in de nieuwe modelresultaten een iets ander effect berekend dan in het verleden. Dit effect is niet ontstaan door de zuidelijke uitbreiding van Uivermeertjes, maar door een actualisatie van de aanlegcontour.



Op basis van deze resultaten wordt beoordeeld dat er geen relevante gecombineerde effecten optreden bij de zuidelijke uitbreiding van de Uivermeertjes samen met de ontwikkeling van Geertjesgolf Oost, omdat de afstand tussen de Oostplas en de Uivermeertjes veel groter is dan de afstand tussen de Uivermeertjes en de Westplas.

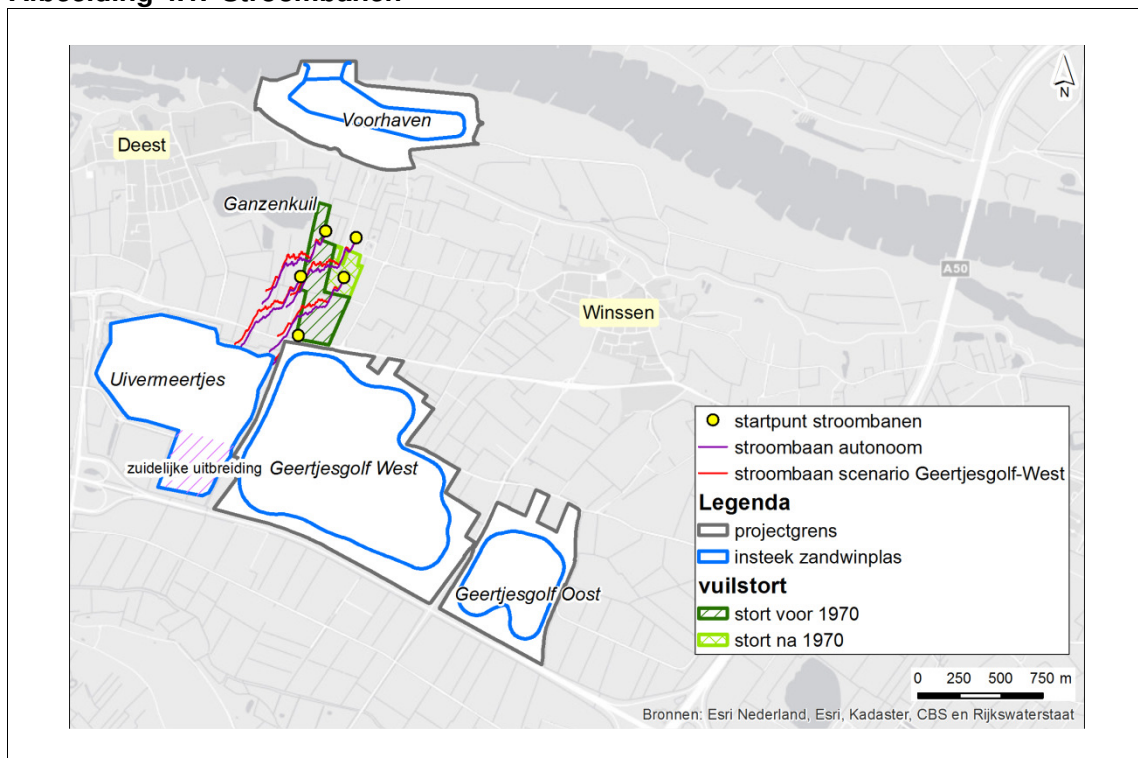
#### 4.5. Effect stroombanen vuilstort

De vuilstort ligt ten oosten van de Hoekgraaf en ten noorden van de Van Heemstraweg. De locatie is weergegeven op afbeelding 4.1.

Het effect van de ontwikkelingen op de stroombanen onder de vuilstort is beschouwd in een eerder rapport (Witteveen+Bos 1999). De grondwaterstroming in het eerste watervoerende pakket is beschouwd omdat de stroming in de deklaag door de lage horizontale doorlatendheid beperkt is. In die studie zijn stroombanen beschouwd voor de situatie met alleen de locatie Uivermeertjes (zonder zuidelijke uitbreiding) en een situatie met het project Geertjesgolf inclusief Voorhaven. De stromingsrichting is bij alleen de aanwezigheid van de Uivermeertjes noordoost-zuidwest georiënteerd, dus van de vuilstort richting de Uivermeertjes. Uit het eerdere onderzoek is vastgesteld dat de stromingsrichting door de ontwikkelingen nauwelijks veranderd. De stroomsnelheid van het grondwaterwater tussen de vuilstort en de Uivermeertjes wijzigt ook nauwelijks.

De stroombanen in het eerste watervoerende pakket zijn in de voorliggende studie opnieuw berekend voor de autonome situatie (paars) en het scenario Geertjesgolf-West (rood). Afbeelding 4.1 laat zien dat de stroombanen in het scenario in het eerste watervoerende pakket niet aantoonbaar wijzigen ten opzichte van de autonome situatie. Op basis van het berekeningsresultaat wordt verwacht dat door de realisatie van Geertjesgolf-West de eventuele verplaatsing van verontreinigingen niet aantoonbaar van richting of snelheid wijzigt.

**Afbeelding 4.1. Stroombanen**





## 5. CONCLUSIE

Naar aanleiding van inspraakreacties op de ontwerpbestemmingsplannen en de ontwerpbeslikkingen van het zandwin- en herinrichtingsproject Geertjesgolf zijn de gecombineerde effecten beschouwd van de autonome situatie (bestaande uit de huidige Uivermeertjes inclusief zuidelijke uitbreiding) tezamen met de realisatie van het project Geertjesgolf (inclusief Voorhaven).

Op basis van modelberekeningen wordt geconcludeerd dat:

- de actuele berekening van de Geertjesgolf-locatie qua orde grootte dezelfde effecten heeft als de eerdere rapportages (Witteveen+Bos 2011a en Witteveen+Bos 1999). Lokaal zijn de effecten iets anders doordat nu de realisatie van de zuidelijke uitbreiding van de Uivermeertjes is opgenomen in het modelscenario en de actuele plascontouren zijn gehanteerd. Verder is er ten opzichte van het onderzoek in 1999 een andere (verbeterde) hoogwatersituatie doorgerekend, waarmee enige verschillen voor het hoogwaterscenario ook hierdoor verklaard kunnen worden (in het rapport van 2011 is overigens geen hoogwatergolf doorgerekend);
- het gezamenlijke effect van de zuidelijke uitbreiding Uivermeertjes met de ontwikkeling van Geertjesgolf (inclusief Voorhaven) niet groter is dan het gezamenlijke effect zonder de zuidelijke uitbreiding van Uivermeertjes;
- de gecombineerde ontwikkelingen (zuidelijke uitbreiding Uivermeertjes en realisatie Geertjesgolf inclusief Voorhaven) op basis van het berekeningsresultaat niet leiden tot een aantoonbare wijziging van de stromingsrichting en stromingssnelheid onder de vuilstort. Op basis daarvan wordt verwacht dat door de ontwikkelingen de verspreiding van de eventuele vervuiling niet aantoonbaar wijzigt.



## 6. REFERENTIES

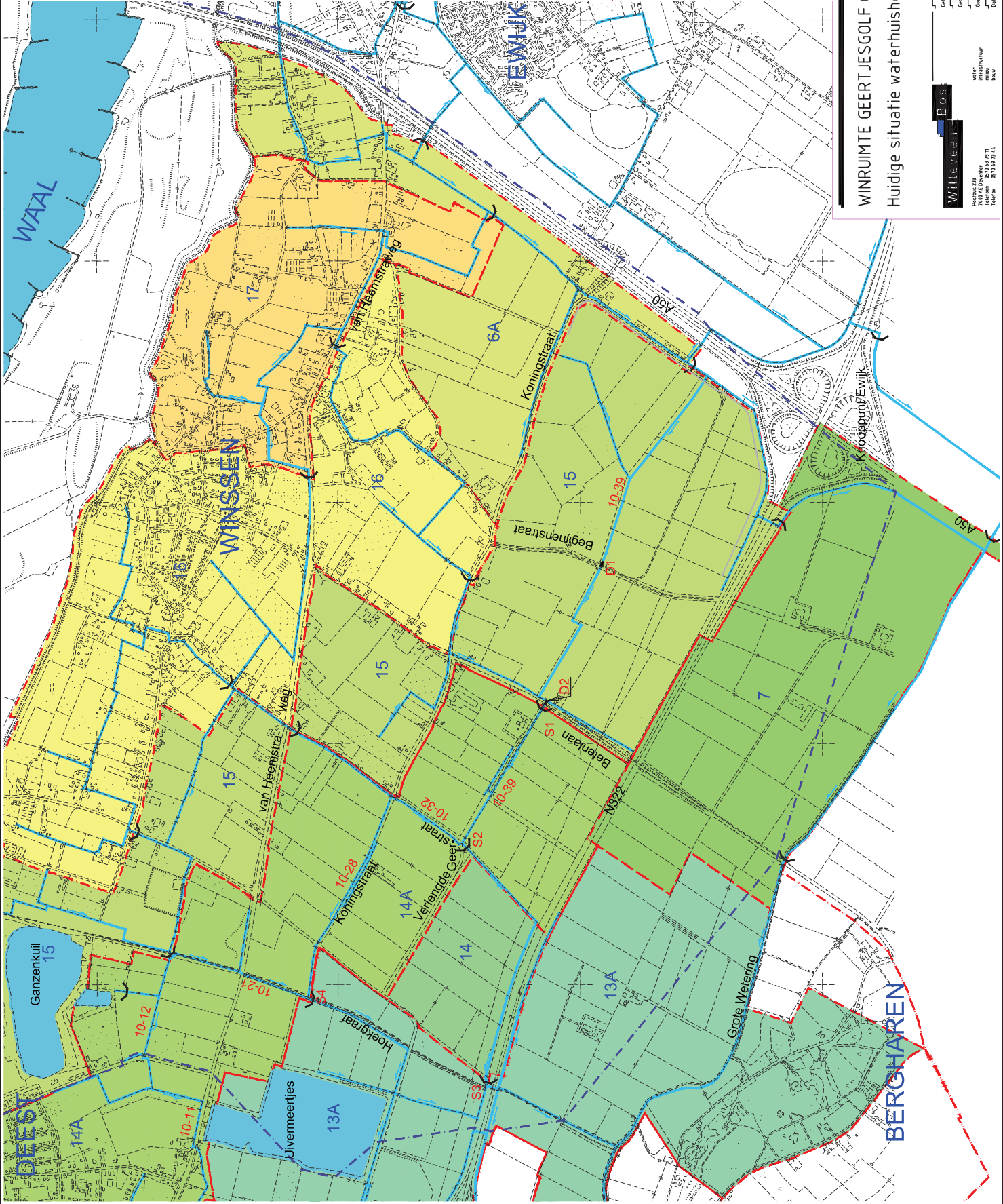
- KNMI, 2011, Daggegevens van het weer geraadpleegd via <http://www.knmi.nl> op 23 november 2011;
- Polderdistrict Groot Maas en Waal, 1999, Vergunning Voorhaven Deest;
- Rijkswaterstaat, 2009, waternormalen geraadpleegd via [www.waternormalen.nl](http://www.waternormalen.nl) in 2009;
- TNO, 2009, gegevens van de ondergrond via <http://www.dinoloket.nl>;
- TNO, 2010, metingen grondwaterstanden geraadpleegd via <http://www.dinoloket.nl> in 2010;
- Waterbase, 2010, metingen oppervlaktewater peilen geraadpleegd via <http://www.waterbase.nl> op 4 januari 2010;
- Witteveen+Bos, 1999, uitbreiding industriezand H-locatie, effecten op stroombanen, effect H-locatie en Voor-haven op grondwaterstand en kwel, d.d. 28 juni 1999, registratie SECI/NORI/rap.001;
- Witteveen+Bos, 2010, Hydrologisch onderzoek Deester Kaap, d.d. 18 juni 2010, kenmerk DEE2-4/sipb/009;
- Witteveen+Bos, 2011a, Geohydrologisch effectonderzoek zandwinning Geertjesgolf, d.d. 23 september 2011, kenmerk BEUN13-15/kolm/005;
- Witteveen+Bos, 2011b, Hydrologische effectbeoordeling, d.d. 1 juli 2011, kenmerk DEE3-1/winb/002;
- Witteveen+Bos, 2012, mitigatiemaatregelen watervoorziening zandwinning Geertjesgolf, vanuit Uivermeertjes.



## **BIJLAGE I HUIDIGE WATERHUISHOUDKUNDIGE SITUATIE**







# LEGENDA

peilvaknummers

- 17 z.p. +7.05 / w.p. +6.75
- 16 z.p. +6.65 / w.p. +6.30
- 6A z.p. +6.60 / w.p. +6.30
- 15 z.p. +6.15 / w.p. +6.00
- 14A z.p. +5.75 / w.p. +5.60
- 7 z.p. +5.80 / w.p. +5.45
- 14 z.p. +5.45 / w.p. +5.35
- 13A z.p. +5.35 / w.p. +5.10

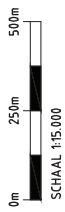
— bestaande A-watergang

--- grens peilvakken

— bestaande stuw

— stromingsrichting

10-39 legger nummer



**WINRUIMTE GEERT JESGOLF C.V.**  
 Huidige situatie waterhuishouding

**Willevoegen Bos**  
 Postbus 233  
 1420 AE Driemere 77-11  
 Telefoon 020 68 73 14  
 Fax 020 68 73 14

Geleerd M.J. Suiter  
 Gemeente P.H. Reekveld  
 Geopneerd E.S.J. van Tuijn  
 Datum 9 november 2002

WITZONEN  
 Gek 115.000  
 Beun13.14.2002  
 Formaat A3

**BERCHAREN**



**BIJLAGE II    RESULTAAT LANGJARIG MODEL**





**Legenda**  
**verschil freatisch**  
**berekend minus gemeten (m)**

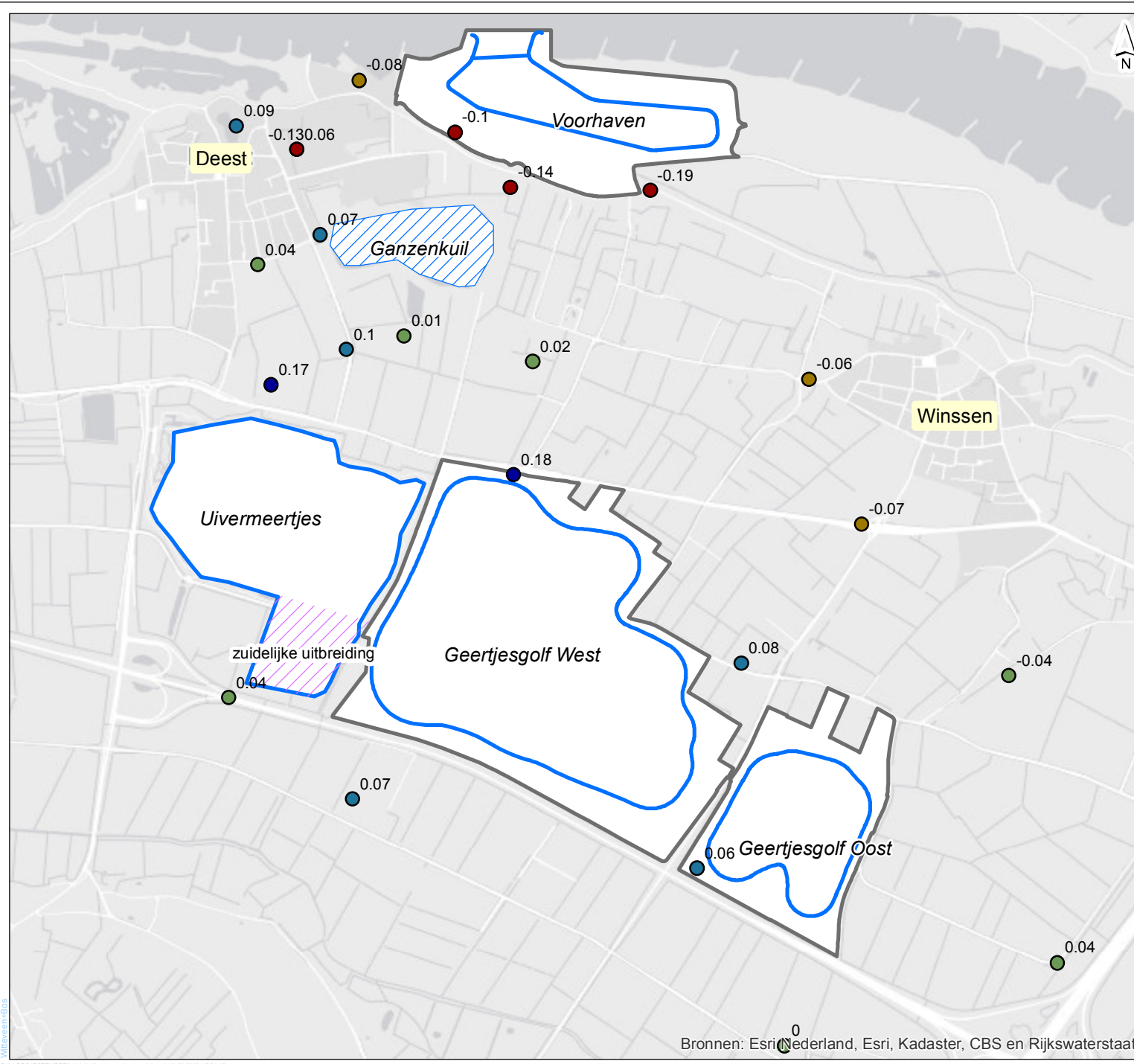
- < -0.10 (te laag)
- -0.09 - -0.05
- -0.04 - 0.05
- 0.06 - 0.10
- > 0.1 (te hoog)

- ▭ insteek zandwinplas
- ▨ zuidelijke uitbreiding
- ▭ projectgrens

Modelresultaat stationair model	
getekend: ir. H.D.C. Meuwese gecontroleerd: drs. A.C. van Vugt goedgekeurd: drs.ing. A. Balla	versie: concept 1 datum: 18-06-2013 tekeningnr: 01
opdrachtgever: Winruimte Geertjesgolf B.V. projectnaam: Geertjesgolf en ontwikkelingen in de omgeving projectcode: DEE3-4	
formaat: A4 liggend schaal: 1:22000	

Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS en Rijkswaterstaat





## Legenda

### verschil watervoerend pakket berekend minus gemeten (m)

- < -0.10 (te laag)
- -0.09 - -0.05
- -0.04 - 0.05
- 0.06 - 0.10
- > 0.10 (te hoog)

- ▭ insteek zandwinplas
- ▨ zuidelijke uitbreiding
- ▭ projectgrens

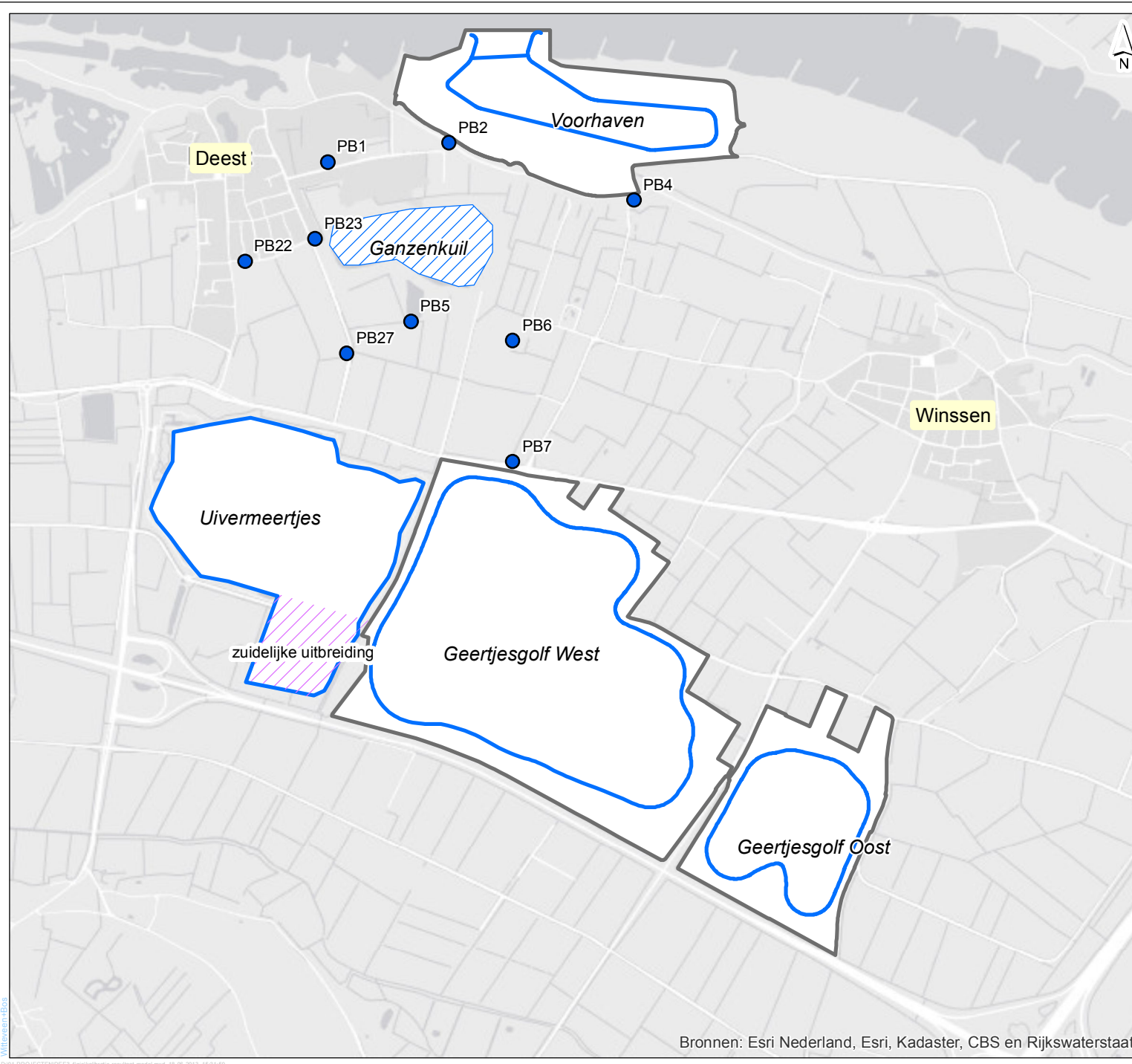
### Modelresultaat stationair model

getekend: ir. H.D.C. Meuwese gecontroleerd: drs. A.C. van Vugt goedgekeurd: drs.ing. A. Balla	versie: concept 1 datum: 18-06-2013 tekeningnr: 02
---	--

opdrachtgever: Winruimte Geertjesgolf B.V.  
projectnaam: Geertjesgolf en ontwikkelingen in de omgeving  
projectcode: DEE3-4

formaat: A4 liggend 0 200 400 600 m  
schaal: 1:22000

**Witteveen + Bos**



### Legenda

- peilbuizen
- insteek zandwinplas
- zuidelijke uitbreiding
- projectgrens

### Locatie peilbuizen

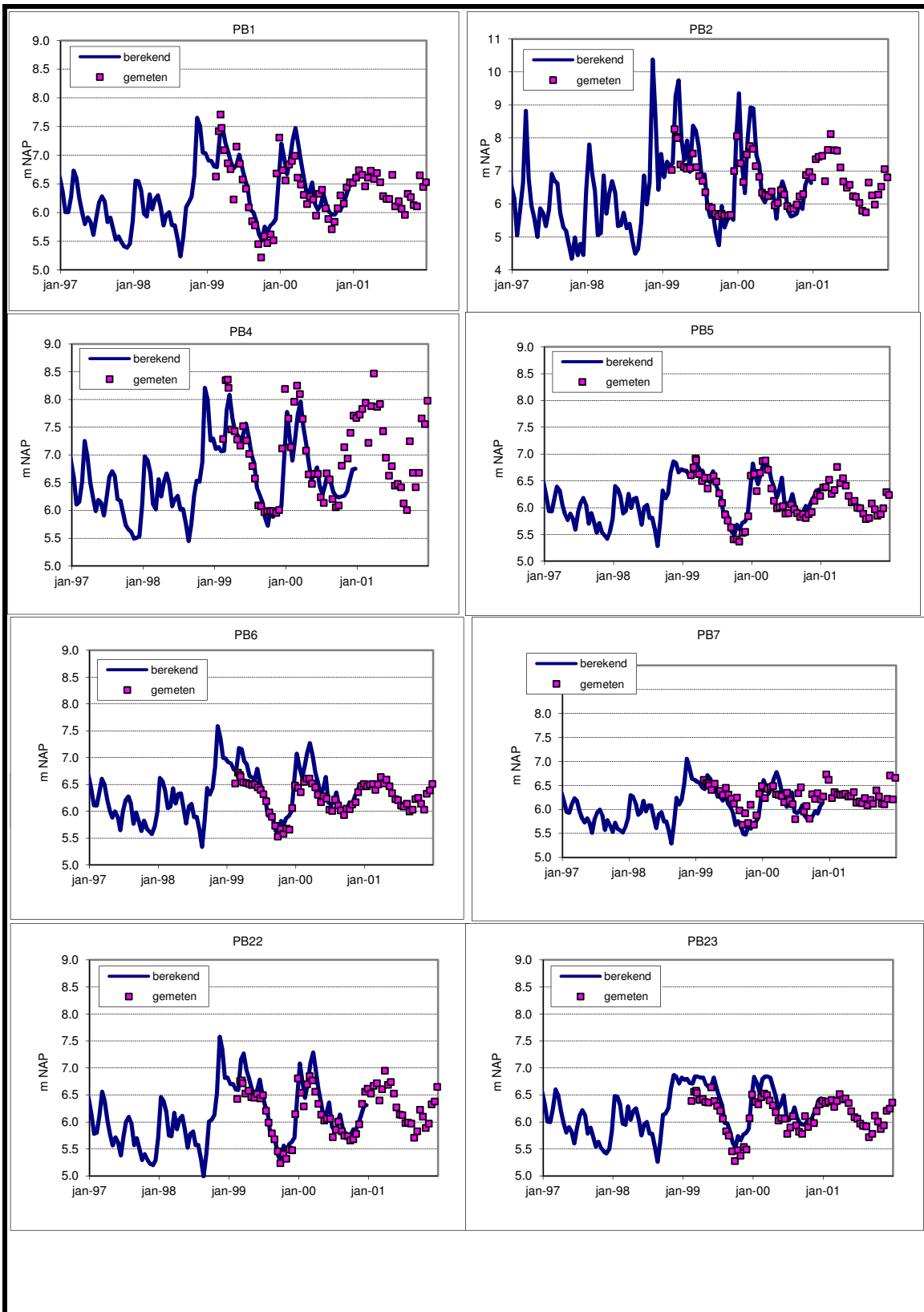
getekend: ir. H.D.C. Meuwese gecontroleerd: drs. A.C. van Vugt goedgekeurd: drs.ing. A. Balla	versie: concept 1 datum: 18-06-2013 tekeningnr: 03
---	--

opdrachtgever: Winruimte Geertjesgolf B.V.  
 projectnaam: Geertjesgolf en ontwikkelingen in de omgeving  
 projectcode: DEE3-4

formaat: A4 liggend    0    200    400    600 m  
 schaal: 1:22000

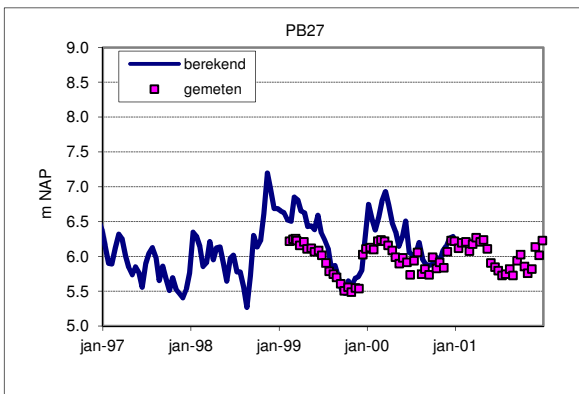


Bronnen: Esri Nederland, Esri, Kadaster, CBS en Rijkswaterstaat



Vergelijking gemeten en berekende grondwaterstanden





Vergelijking gemeten en berekende grondwaterstanden



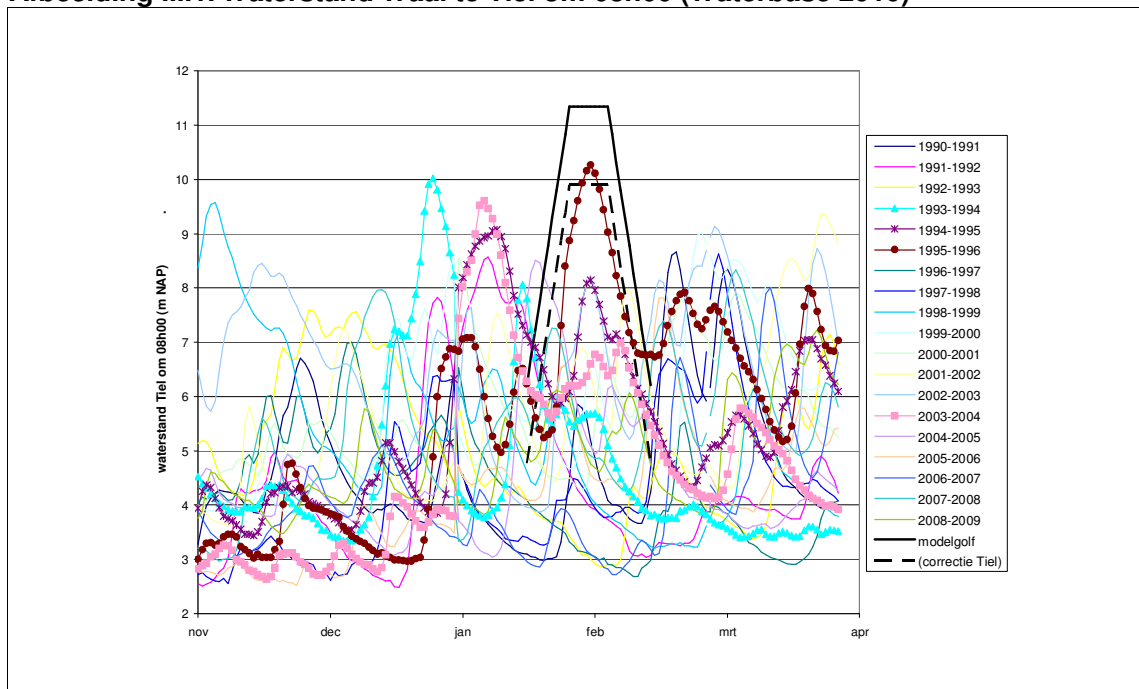
## **BIJLAGE III TECHNISCHE DETAILS HOOGWATER MODEL**



### III.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 model<sup>1</sup> 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)**

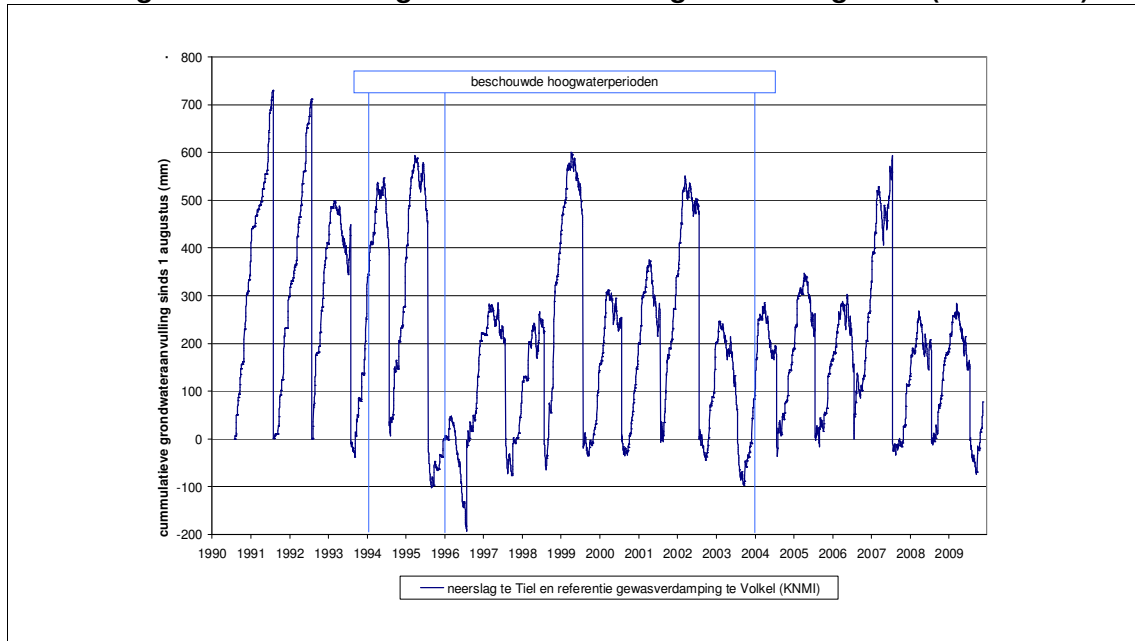


Voor een vergelijking tussen de modelresultaten en de metingen is niet alleen de hoogwatergolf van belang, maar ook de neerslag en verdamping in de periode voorafgaand aan de hoogwatergolf. Wanneer een hoogwatergolf optreedt na een nat najaar, dan zullen de grondwaterstanden voor aanvang van de hoogwatergolf 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 2011). Uit de grafiek blijkt dat aan de hoogwaterperiode in 1994 een relatief natte periode vooraf ging, terwijl 1996 extreem droog was. De situatie in 2004 is ook relatief droog in vergelijking met andere jaren.

<sup>1</sup> In het model is een fictieve hoogwatergolf toegepast op basis van een herhalingstijd.

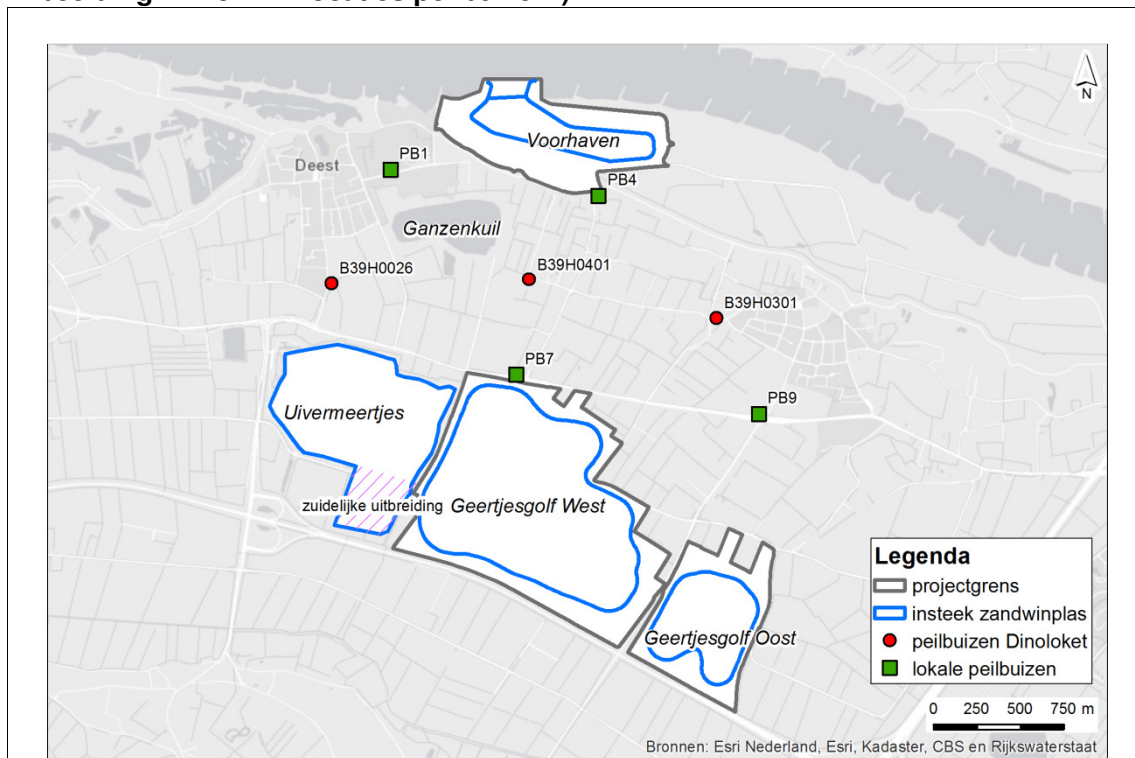
**Afbeelding III.2. Cumulatieve grondwateraanvulling sinds 1 augustus (KNMI 2010)**



### III.2. Model prestatie

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\*)**

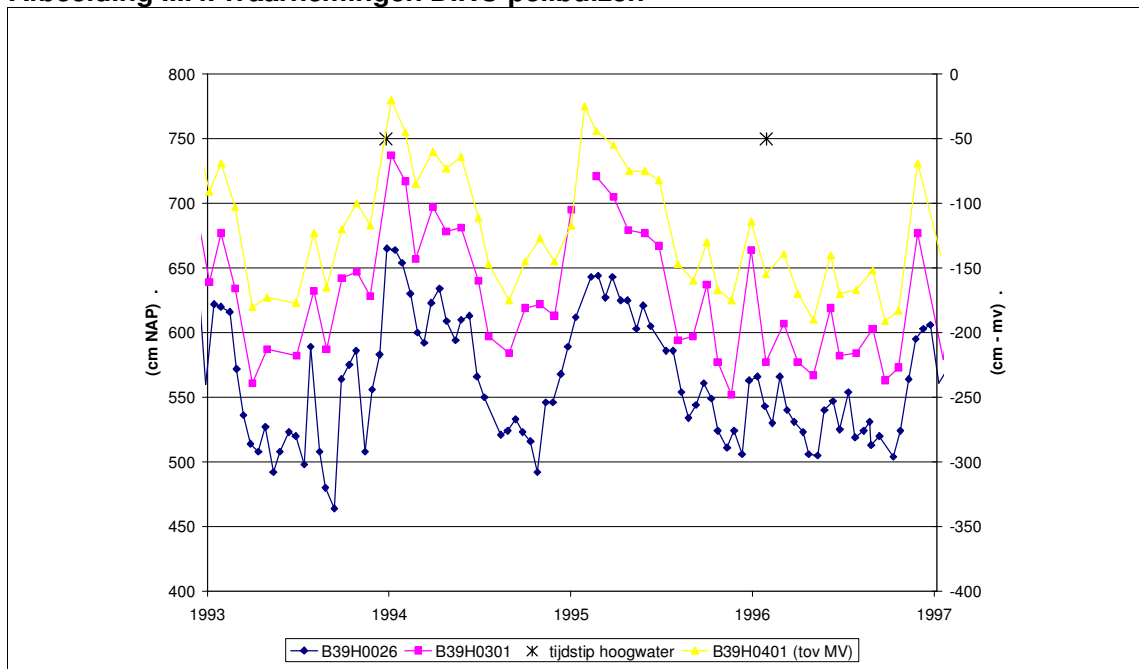


### Analyse metingen grondwaterstanden Dinoloket

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 gebied dat beter wordt ontwaterd.

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**

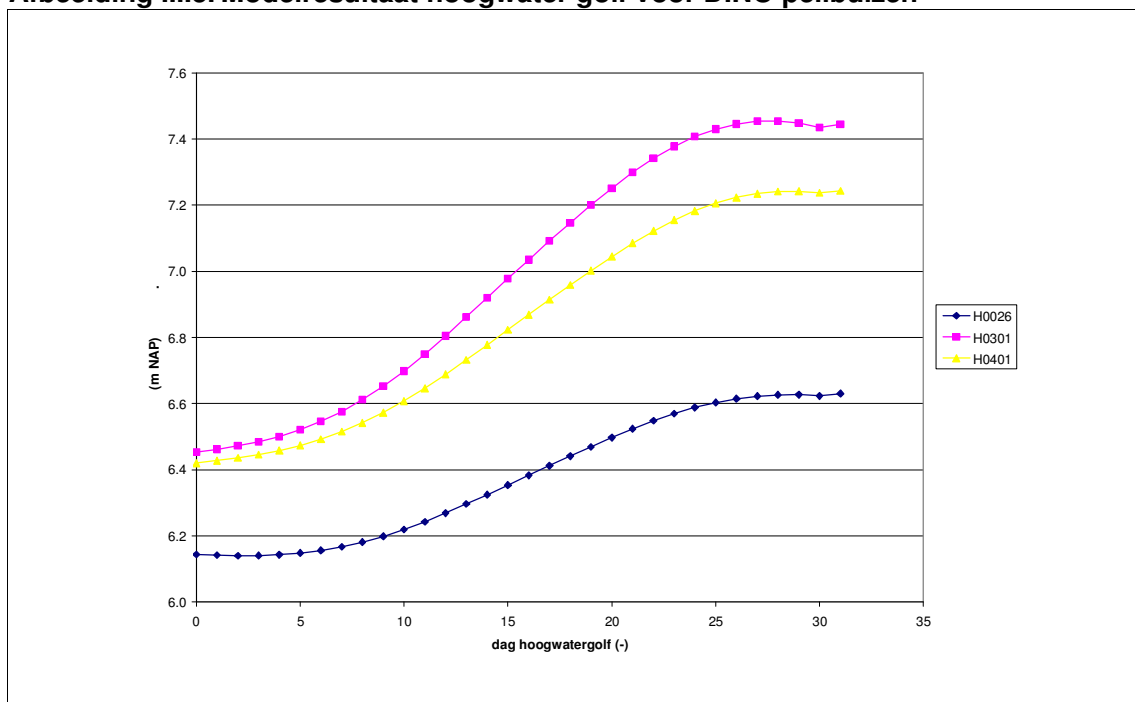


**Tabel III.1. Analyse gemeten en berekende waterstanden**

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 en 1995-1996	Modelresultaat komt overeen met waarneming, want modelgolf komt overeen met Waal peil.	Grondwaterstand stijgt circa 0,8 m. Model heeft eenzelfde 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.

**Afbeelding III.5. Modelresultaat hoogwater golf voor DINO peilbuizen**



**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.

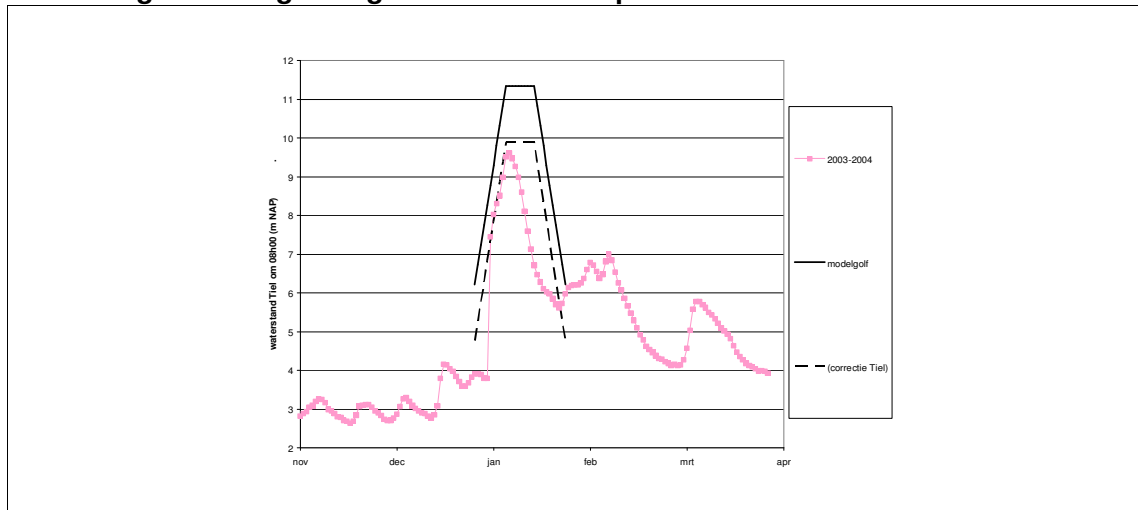


Dit is ook aangehouden in de grafieken die in afbeelding III.7, 8 en 9 zijn opgenomen. In tabel III.2 zijn ook hiervan de conclusies opgenomen. Hieruit blijkt dat het modelresultaat veelal overeenkomt met de verwachting.

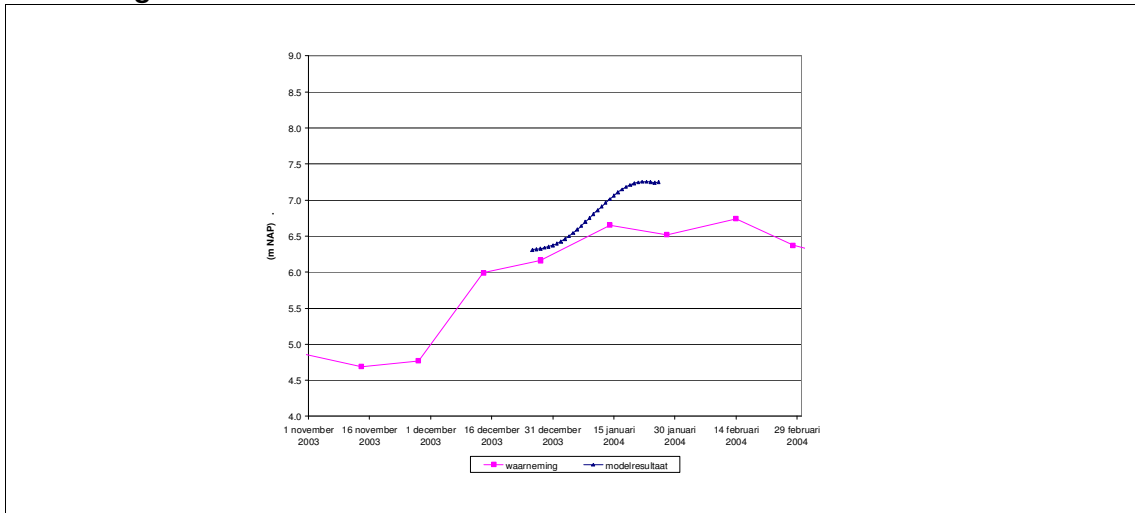
**Tabel III.2. Analyse gemeten en berekende waterstanden**

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.

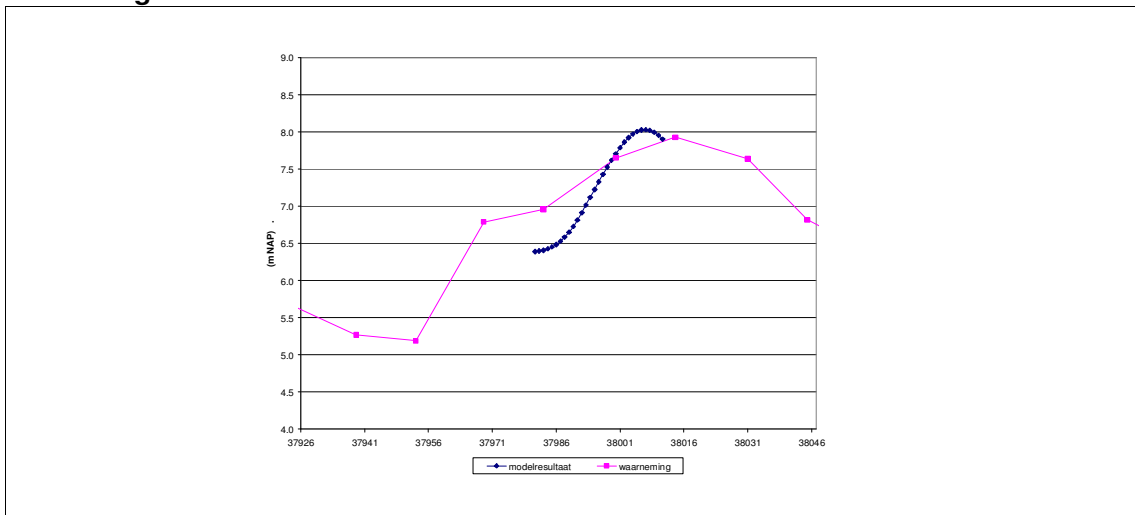
**Afbeelding III.6. Hoogwatergolf in model ten opzichte van stand Waal**



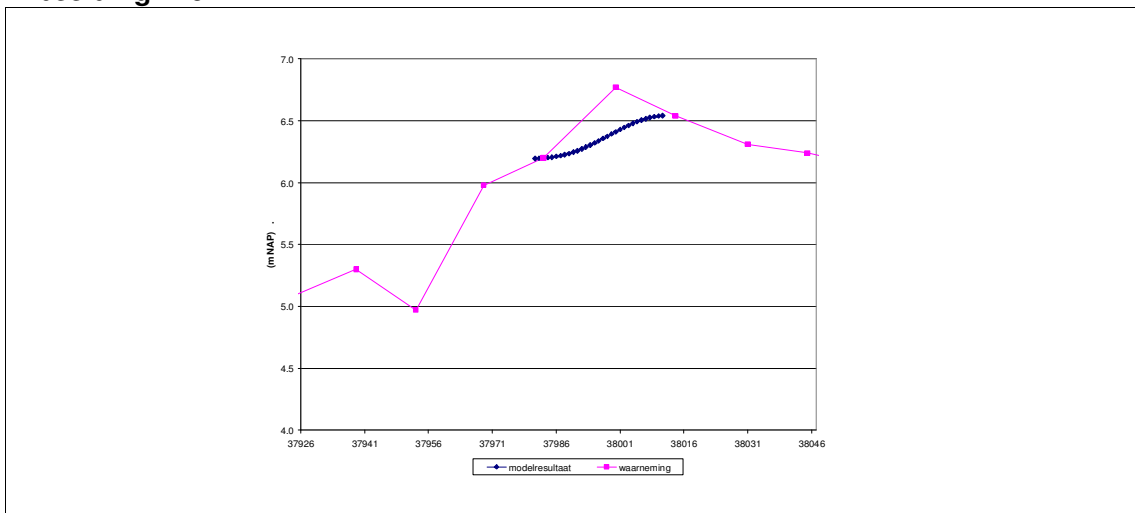
**Afbeelding III.7. PB1**



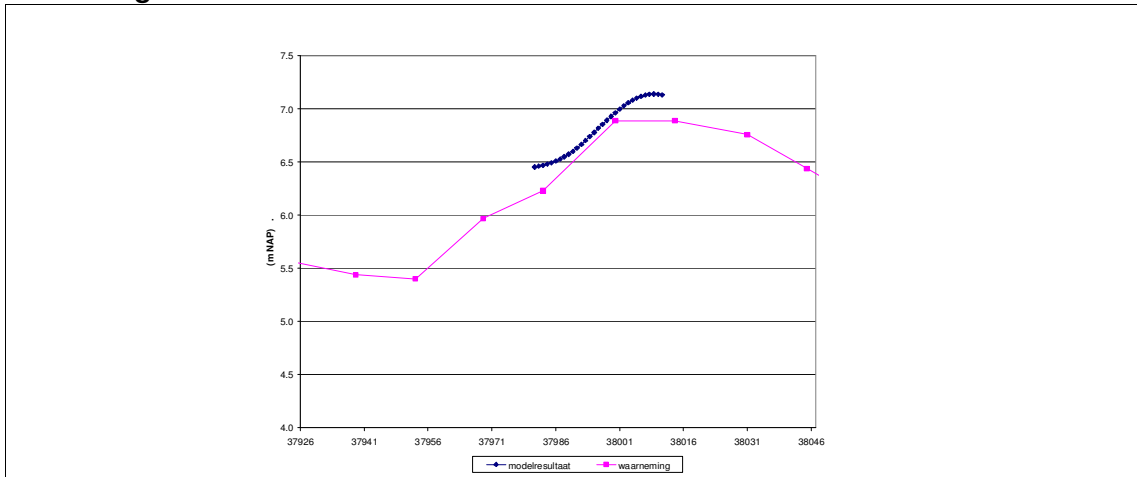
**Afbeelding III.8. PB4**



**Afbeelding III.9. PB7**



**Afbeelding III.10. PB9**



### III.3. Conclusie

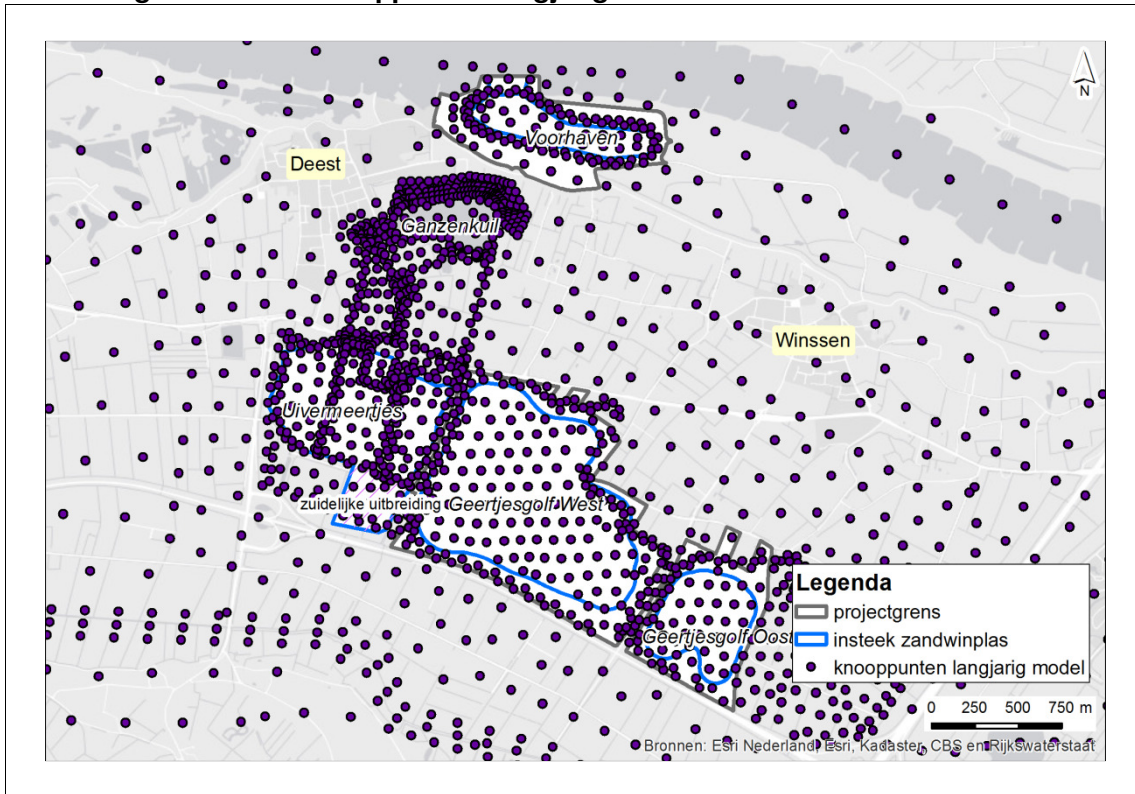
Door het gebruik van een theoretische hoogwatergolf kan het hoogwatermodel niet direct worden vergeleken met waarnemingen. Er heeft een vergelijking plaatsgevonden van het modelresultaat met waarnemingen, waarbij met het verschil in hoogwatergolf rekening is gehouden. Hieruit blijkt dat de modelresultaten van het hoogwatermodel in het algemeen overeenkomen met metingen. Het hoogwatermodel 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 MODEL KNOOPPUNTEN LANGJARIG MODEL**



Afbeelding IV.1. Model knooppunten langjarig model

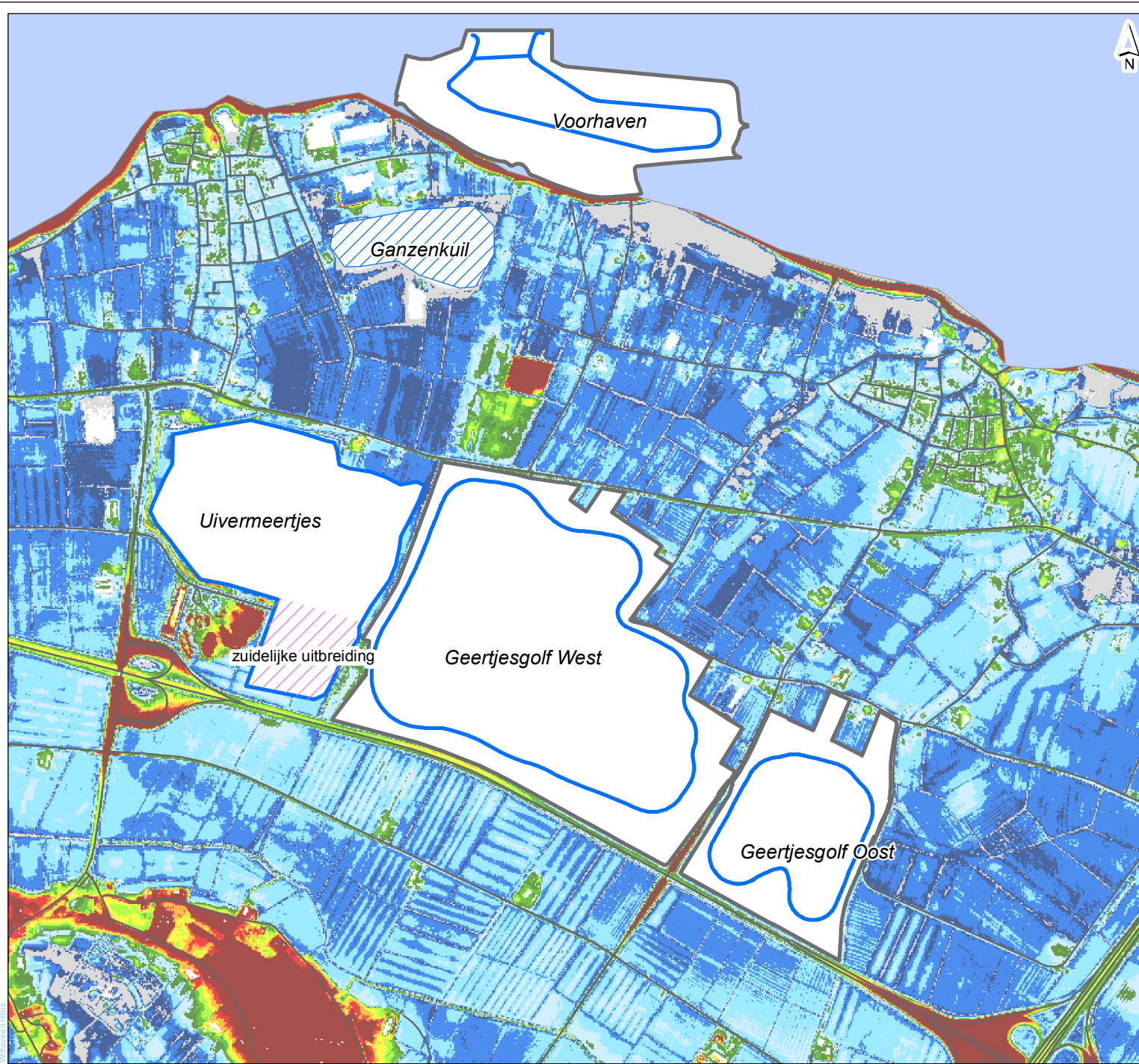






**BIJLAGE V KAARTEN SCENARIO'S**





### Legenda

- insteek zandwinplas
- projectgrens

### 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

- wegen (© OpenStreetMap)
- buitendijks gebied

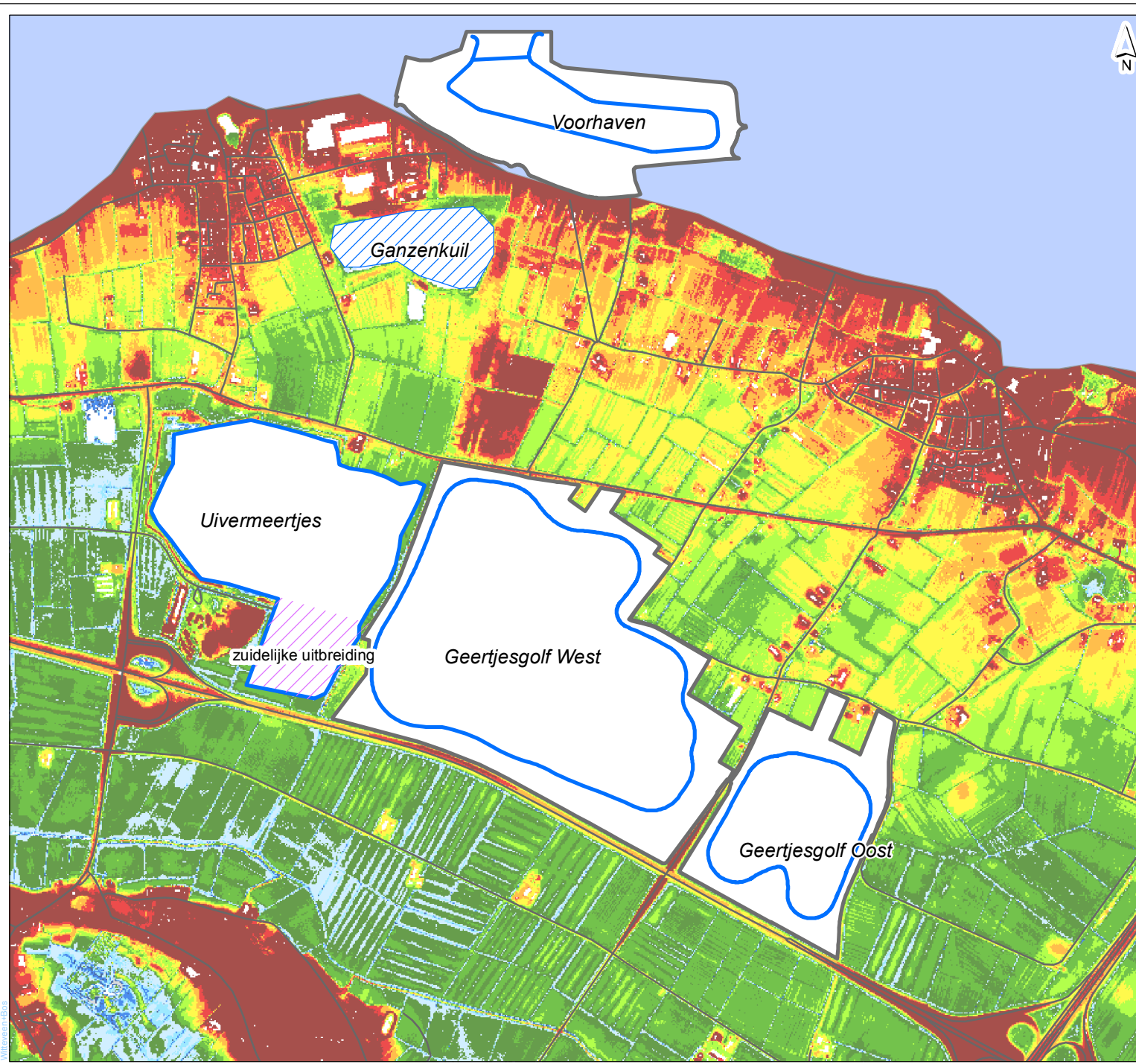
### Autonoom

getekend: ir. H.D.C. Meuwese  
gecontroleerd: drs. A.C. van Vugt  
goedgekeurd: drs.ing. A. Balla

versie: concept 1  
datum: 17-06-2013  
tekeningnr: 11

opdrachtgever: Winruimte Geertjesgolf B.V.  
projectnaam: Geertjesgolf en ontwikkelingen in de omgeving  
projectcode: DEE3-4

formaat: A4 liggend 0 200 400 600 m  
schaal: 1:22000



**Legenda**

- insteek zandwinplas
- projectgrens

**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

- wegen (© OpenStreetMap)
- buitendijks gebied

**Autonoom**

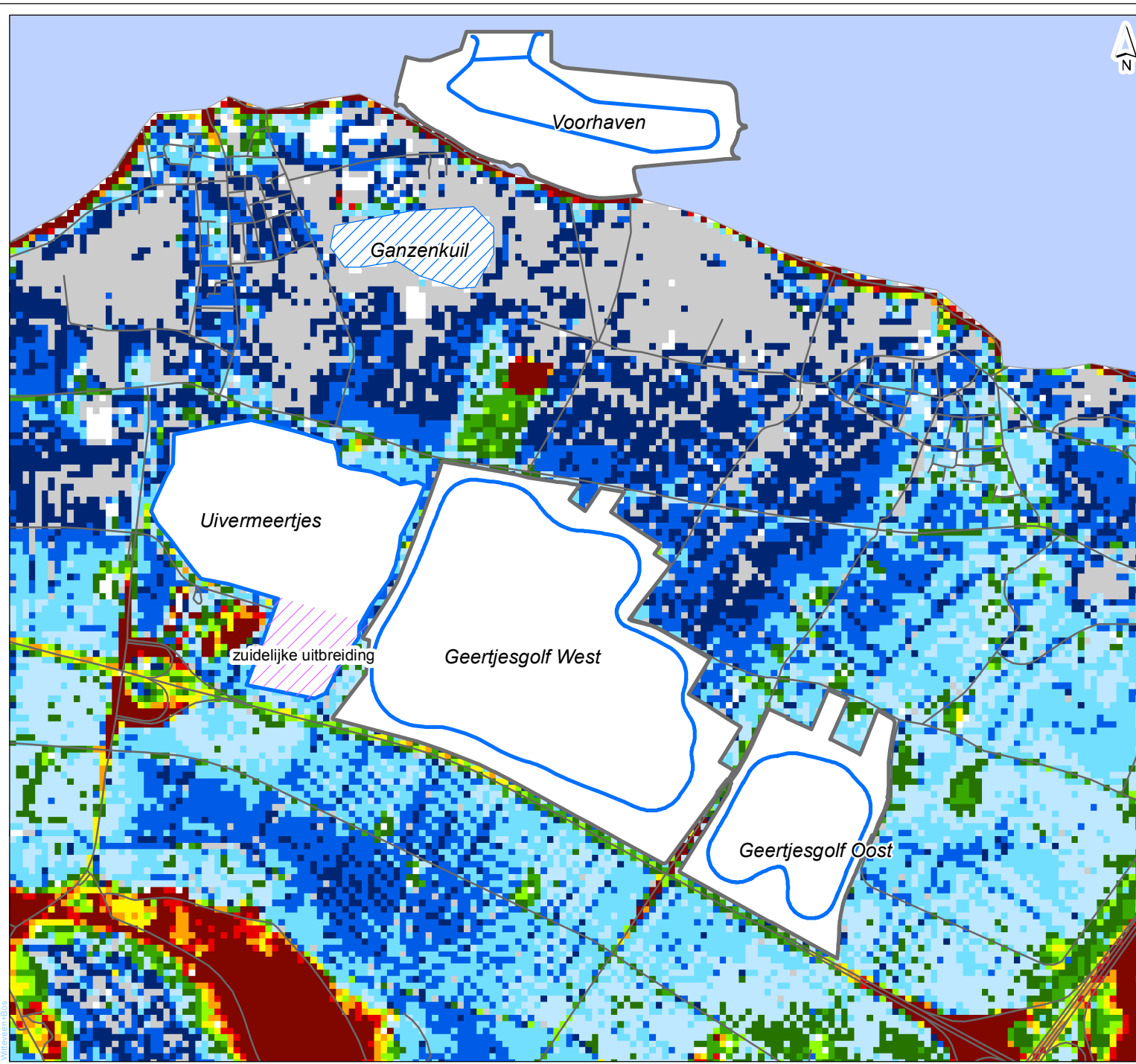
getekend: ir. H.D.C. Meuwese gecontroleerd: drs. A.C. van Vugt goedgekeurd: drs.ing. A. Balla	versie: concept 1 datum: 17-06-2013 tekeningnr: 13
---	--

opdrachtgever: Winruimte Geertjesgolf B.V.  
 projectnaam: Geertjesgolf en ontwikkelingen in de omgeving  
 projectcode: DEE3-4

formaat: A4 liggend      0      200      400      600 m  
 schaal: 1:22000



© 2013 Witteveen + Bos, alle rechten voorbehouden. De afbeelding is een concept en kan afwijken van de definitieve versie.



**Legenda**  
**freatische grondwaterstand**  
**hoog water (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
- insteek zandwinplas
- projectgrens
- wegen (© OpenStreetMap)
- buitendijks gebied

**Autonoom**

getekend: ir. H.D.C. Meuwese gecontroleerd: drs. A.C. van Vugt goedgekeurd: drs.ing. A. Balla	versie: concept 1 datum: 17-06-2013 tekeningnr: 14
---	--

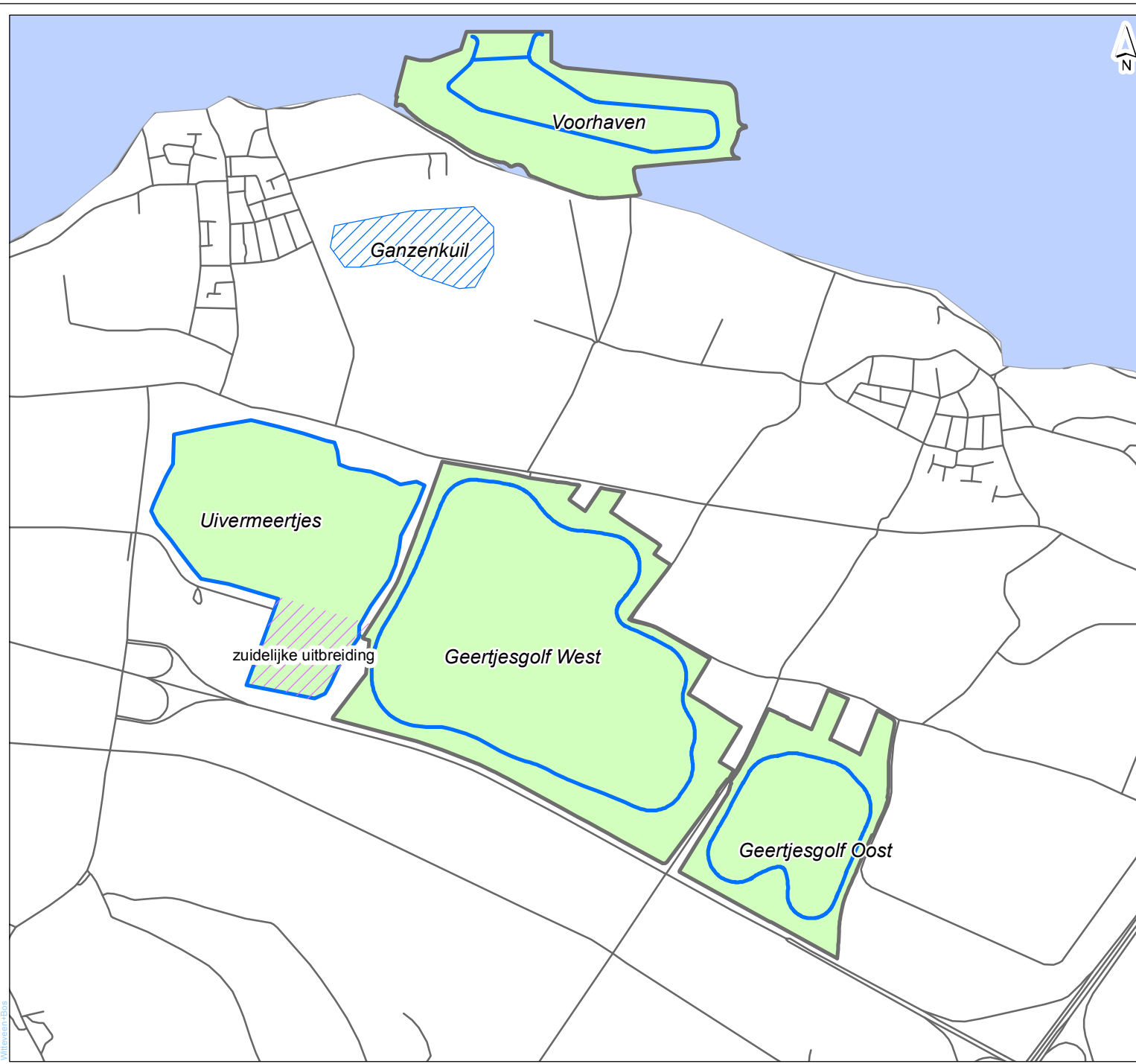
opdrachtgever: Winruimte Geertjesgolf B.V.  
 projectnaam: Geertjesgolf en ontwikkelingen in de omgeving  
 projectcode: DEE3-4

formaat: A4 liggend      0      200      400      600 m  
 schaal: 1:22000









### Legenda

- insteek zandwinplas
- projectgrens

### 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)

- wegen (© OpenStreetMap)
- buitendijks gebied

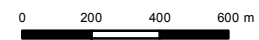
### Scenario Voorhaven

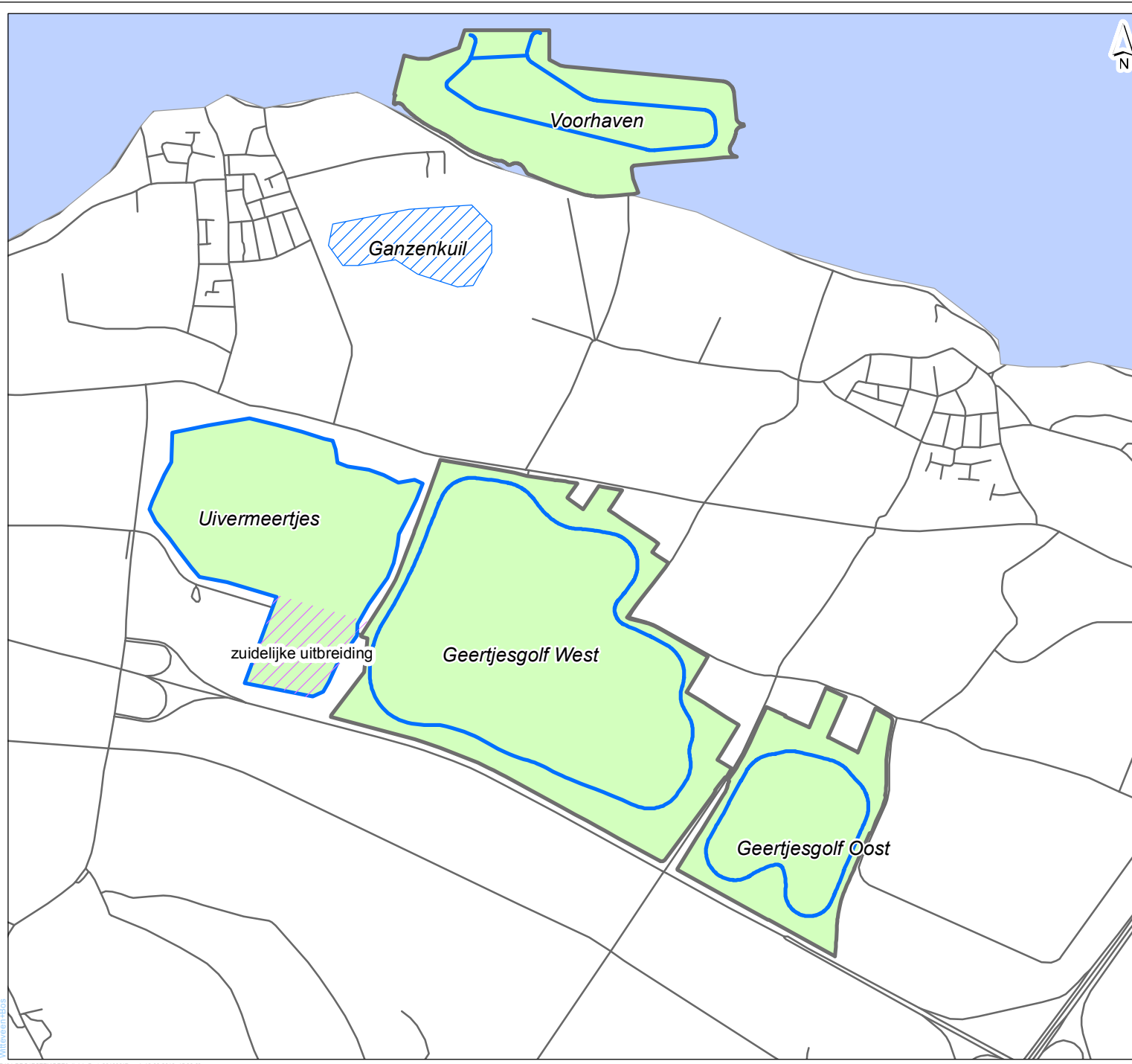
getekend: ir. H.D.C. Meuwese  
 gecontroleerd: drs. A.C. van Vugt  
 goedgekeurd: drs.ing. A. Balla

versie: concept 1  
 datum: 17-06-2013  
 tekeningnr: 21

opdrachtgever: Winruimte Geertjesgolf B.V.  
 projectnaam: Geertjesgolf en ontwikkelingen in de omgeving  
 projectcode: DEE3-4

formaat: A4 liggend  
 schaal: 1:22000





**Legenda**

- insteek zandwinplas
- projectgrens

**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)
- wegen (© OpenStreetMap)
- buitendijks gebied

**Scenario Voorhaven**

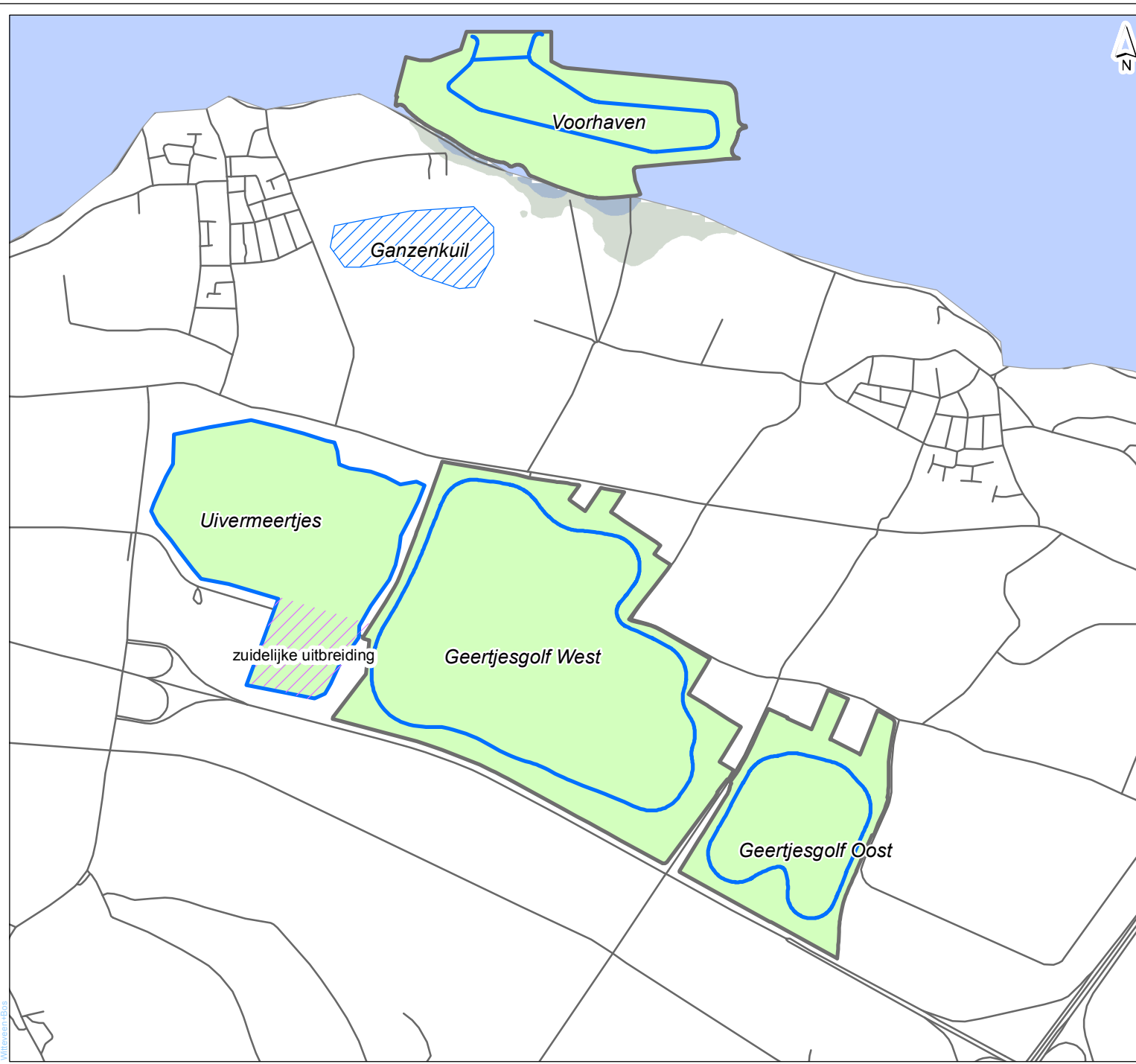
getekend: ir. H.D.C. Meuwese gecontroleerd: drs. A.C. van Vugt goedgekeurd: drs.ing. A. Balla	versie: concept 1 datum: 17-06-2013 tekeningnr: 23
---	--

opdrachtgever: Winruimte Geertjesgolf B.V.  
 projectnaam: Geertjesgolf en ontwikkelingen in de omgeving  
 projectcode: DEE3-4

formaat: A4 liggend      0      200      400      600 m  
 schaal: 1:22000







### Legenda

- insteek zandwinplas
- projectgrens
- freatische grondwaterstand**
- hoog water, 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)
- wegen (© OpenStreetMap)
- buitendijks gebied

### Scenario Voorhaven

getekend: ir. H.D.C. Meuwese gecontroleerd: drs. A.C. van Vugt goedgekeurd: drs.ing. A. Balla	versie: concept 1 datum: 17-06-2013 tekeningnr: 24
---	--

opdrachtgever: Winruimte Geertjesgolf B.V.  
 projectnaam: Geertjesgolf en ontwikkelingen in de omgeving  
 projectcode: DEE3-4

formaat: A4 liggend    0    200    400    600 m  
 schaal: 1:22000





**Legenda**

insteek zandwinplas

projectgrens

**kwel/infiltratie**

**hoog water, 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

wegen (© OpenStreetMap)

buitendijks gebied

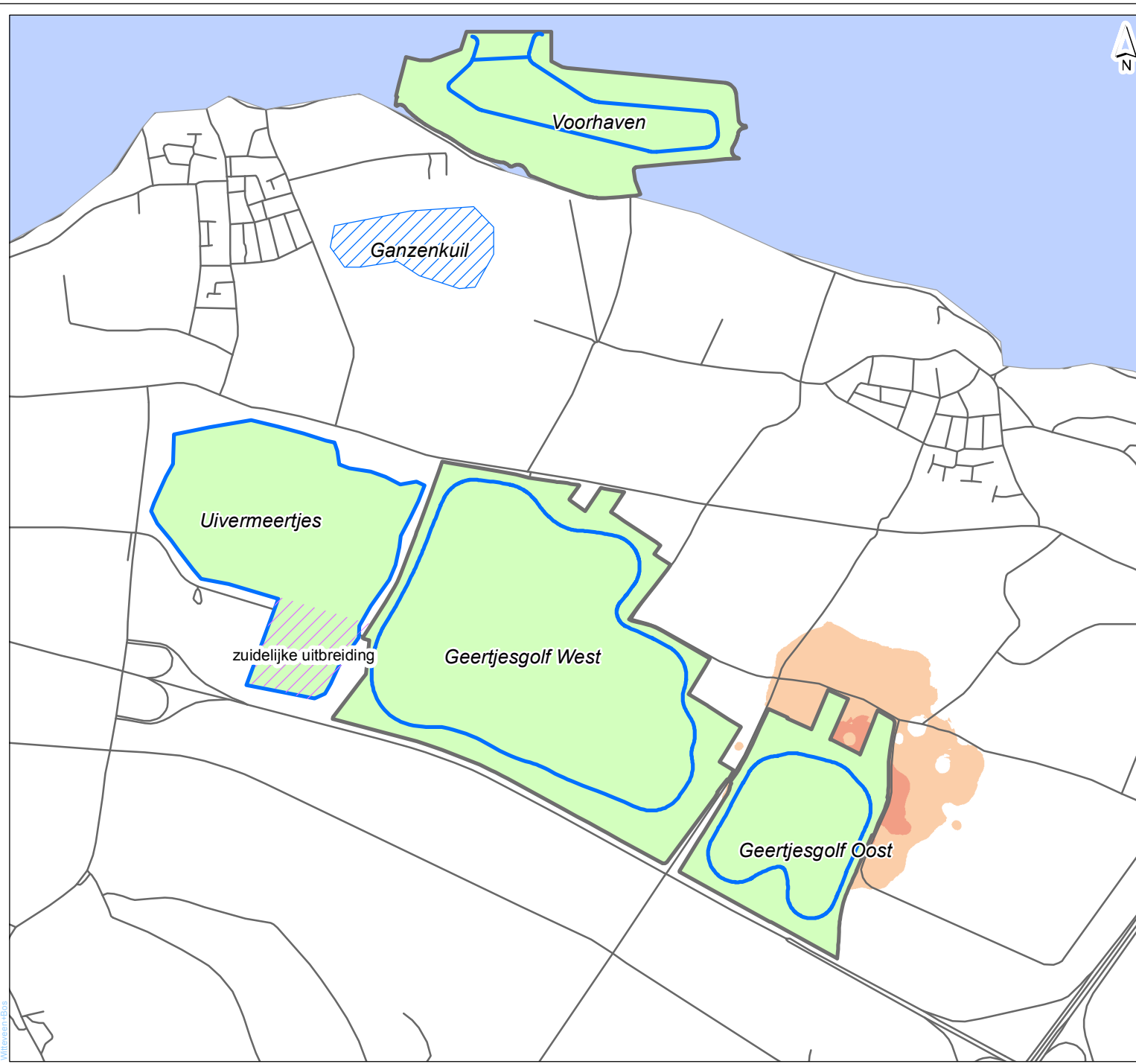
**Scenario Voorhaven**

getekend: ir. H.D.C. Meuwese  
gecontroleerd: drs. A.C. van Vugt  
goedgekeurd: drs.ing. A. Balla

versie: concept 1  
datum: 17-06-2013  
tekeningnr: 25

opdrachtgever: Winruimte Geertjesgolf B.V.  
projectnaam: Geertjesgolf en ontwikkelingen in de omgeving  
projectcode: DEE3-4

formaat: A4 liggend 0 200 400 600 m  
schaal: 1:22000



**Legenda**

- insteek zandwinplas
- projectgrens
- 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)
- wegen (© OpenStreetMap)
- buitendijks gebied

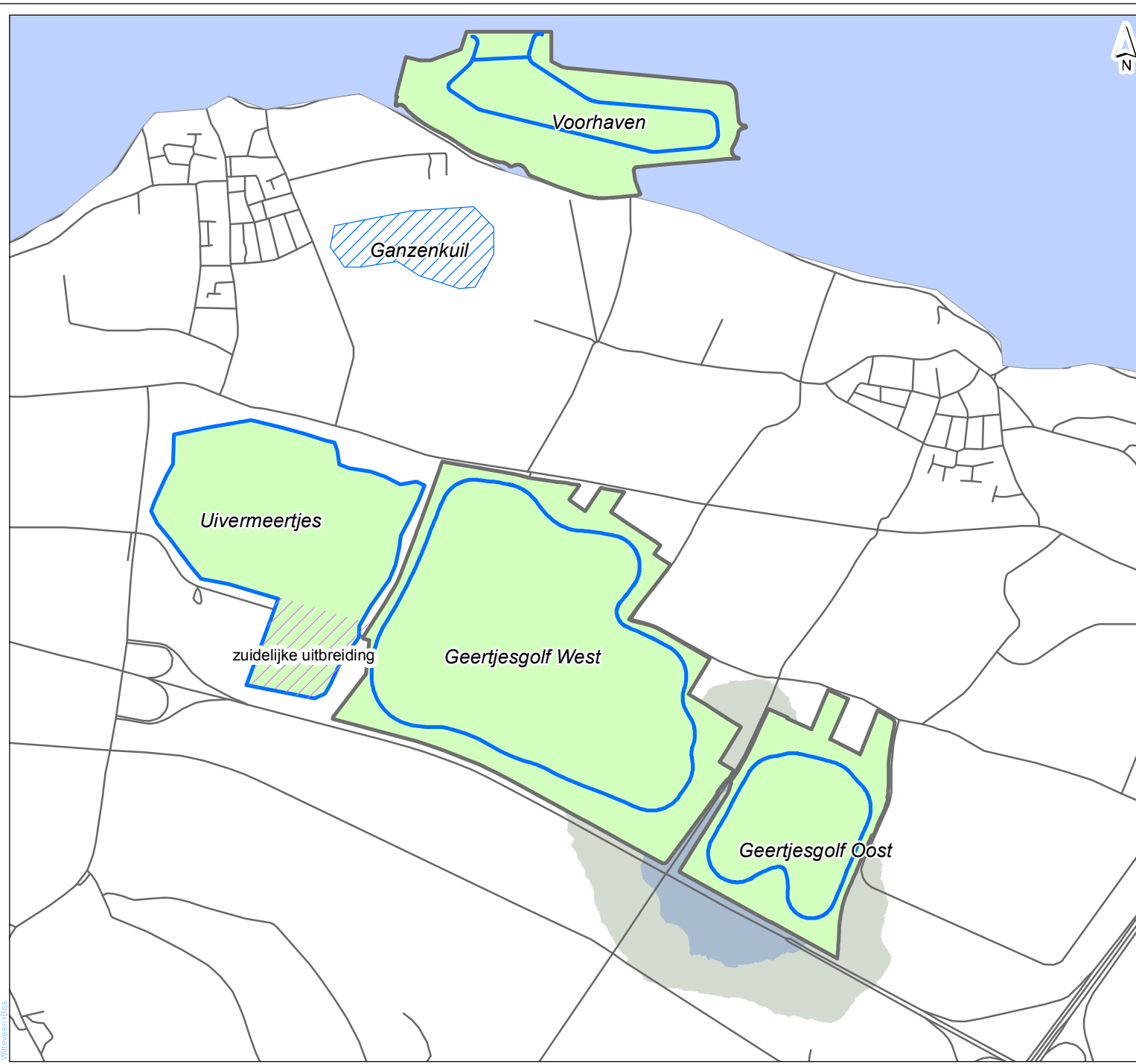
**Scenario Voorhaven en Geertjesgolf-Oost**

getekend: ir. H.D.C. Meuwese gecontroleerd: drs. A.C. van Vugt goedgekeurd: drs.ing. A. Balla	versie: concept 1 datum: 17-06-2013 tekeningnr: 31
---	--

opdrachtgever: Winruimte Geertjesgolf B.V.  
 projectnaam: Geertjesgolf en ontwikkelingen in de omgeving  
 projectcode: DEE3-4

formaat: A4 liggend      0      200      400      600 m  
 schaal: 1:22000





**Legenda**

- insteek zandwinplas
- projectgrens

**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)
- wegen (© OpenStreetMap)
- buitendijks gebied

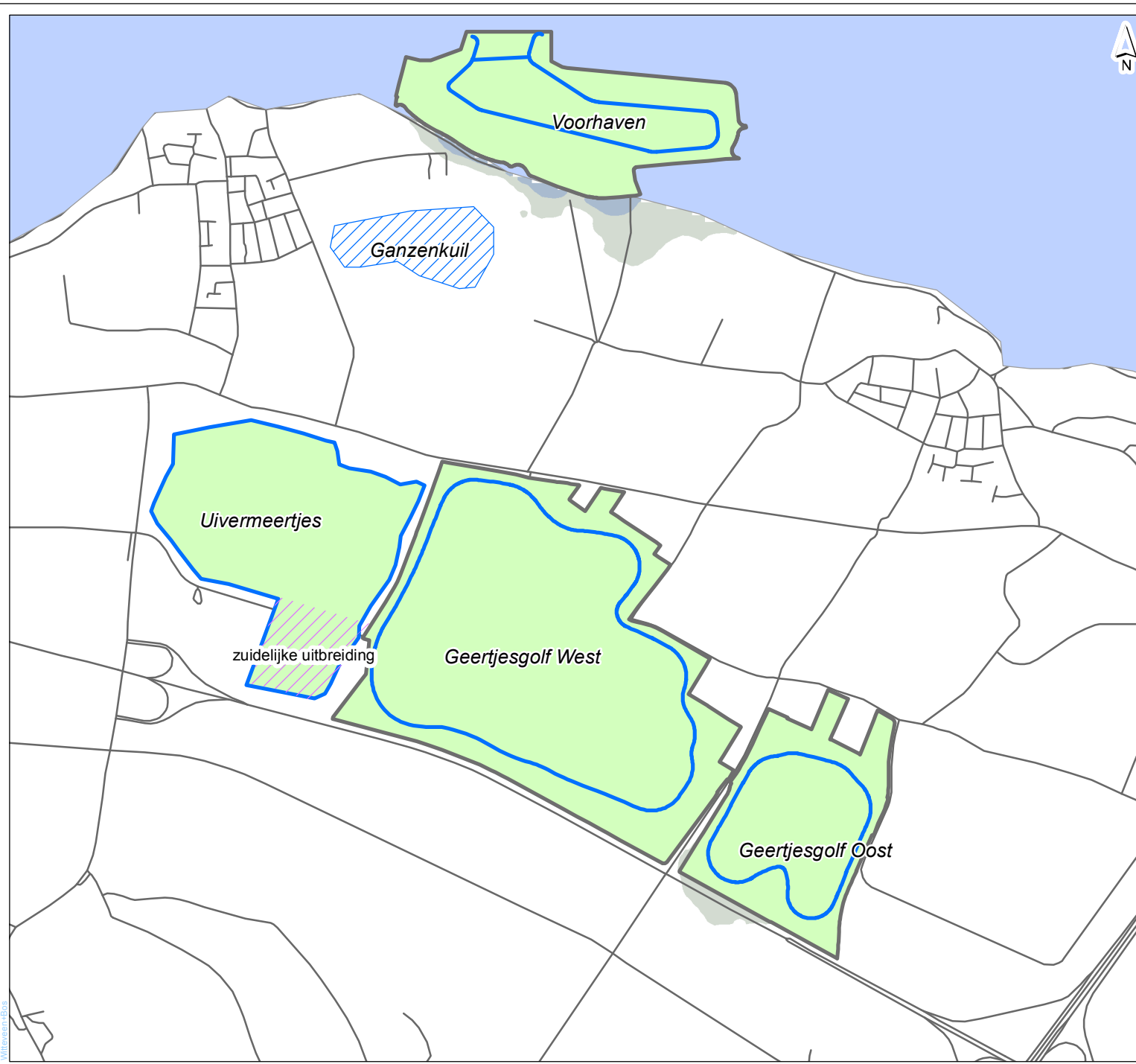
**Scenario Voorhaven en Geertjesgolf-Oost**

getekend: ir. H.D.C. Meuwese gecontroleerd: drs. A.C. van Vugt goedgekeurd: drs.ing. A. Balla	versie: concept 1 datum: 17-06-2013 tekeningnr: 33
---	--

opdrachtgever: Winruimte Geertjesgolf B.V.  
 projectnaam: Geertjesgolf en ontwikkelingen in de omgeving  
 projectcode: DEE3-4

formaat: A4 liggend      0      200      400      600 m  
 schaal: 1:22000

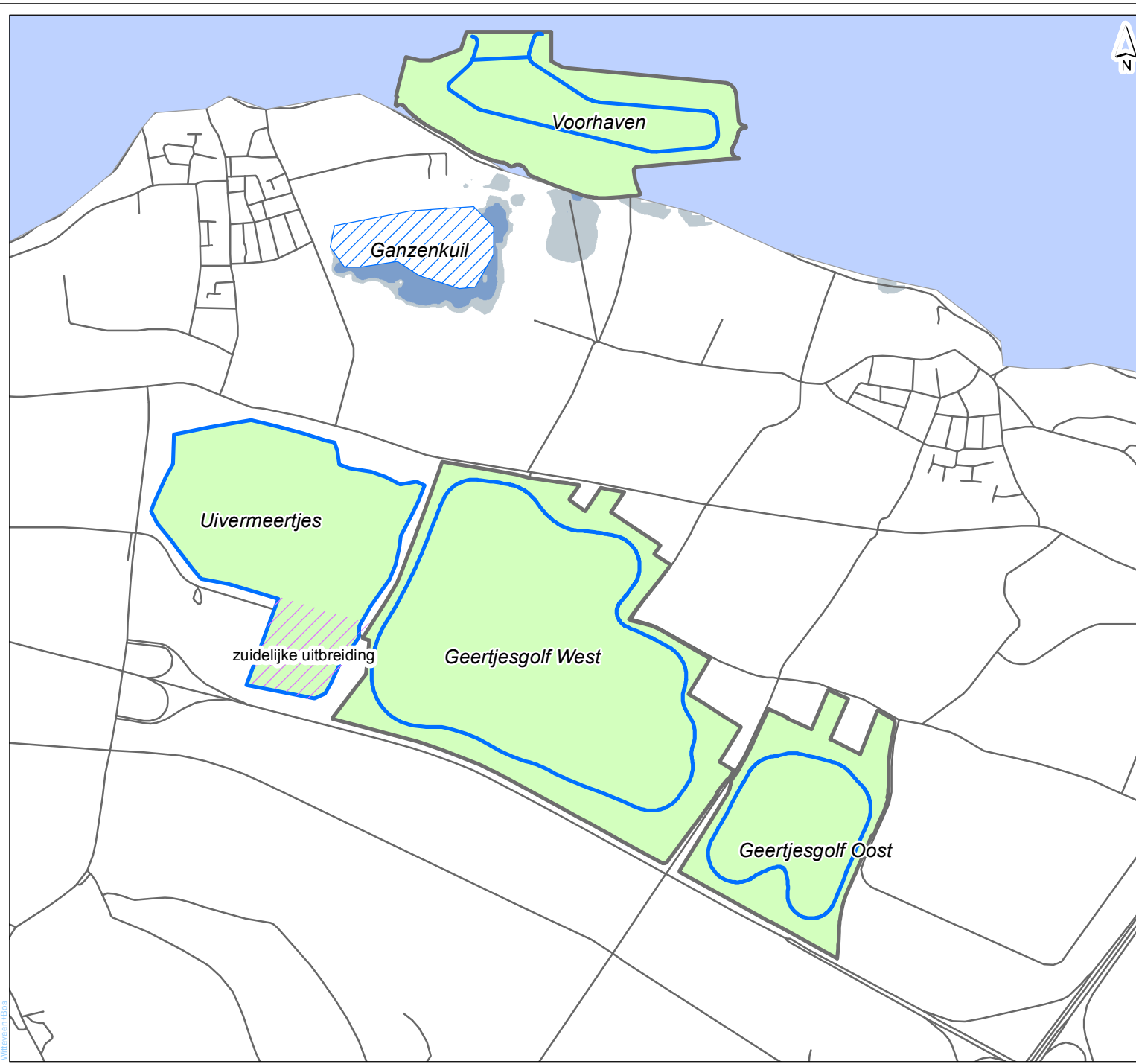




**Legenda**

- insteek zandwinplas
- projectgrens
- freatische grondwaterstand**
- hoog water, 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)
- wegen (© OpenStreetMap)
- buitendijks gebied

<b>Scenario Voorhaven en Geertjesgolf-Oost</b>	
<p>getekend: ir. H.D.C. Meuwese  gecontroleerd: drs. A.C. van Vugt  goedgekeurd: drs.ing. A. Balla</p>	<p>versie: concept 1  datum: 17-06-2013  tekeningnr: 34</p>
<p>opdrachtgever: Winruimte Geertjesgolf B.V.  projectnaam: Geertjesgolf en ontwikkelingen in de omgeving  projectcode: DEE3-4</p>	
<p>formaat: A4 liggend    0    200    400    600 m  schaal: 1:22000</p>	



**Legenda**

insteek zandwinplas

**kwel/infiltratie**

**hoog water, effect (mm/dag)**

- < -1
  - 1 - -0.5
  - 0.5 - 0.5
  - 0.5 - 1
  - > 1
- toename kwel of  
afname infiltratie
- projectgrens
  - wegen (© OpenStreetMap)
  - buitendijks gebied
- afname kwel of  
toename infiltratie

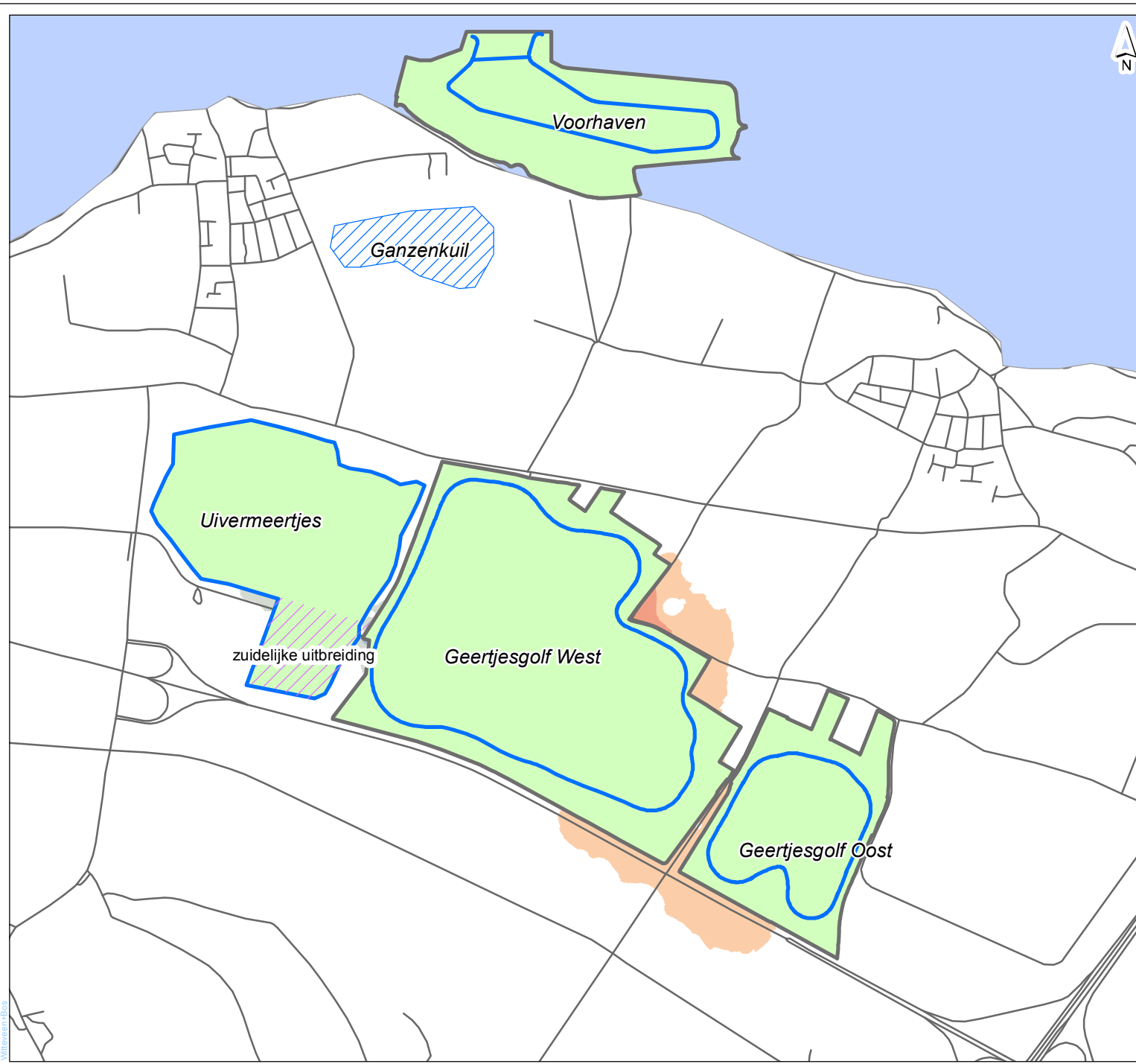
**Scenario Voorhaven en Geertjesgolf-Oost**

getekend: ir. H.D.C. Meuwese	versie: concept 1
gecontroleerd: drs. A.C. van Vugt	datum: 17-06-2013
goedgekeurd: drs.ing. A. Balla	tekeningnr: 35

opdrachtgever: Winruimte Geertjesgolf B.V.  
 projectnaam: Geertjesgolf en ontwikkelingen in de omgeving  
 projectcode: DEE3-4

formaat: A4 liggend 0 200 400 600 m  
 schaal: 1:22000





**Legenda**

**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)

insteek zandwinplas

projectgrens

wegen (© OpenStreetMap)

buitendijks gebied

**Scenario Voorhaven en Geertjesgolf West**

getekend: ir. H.D.C. Meuwese  
gecontroleerd: drs. A.C. van Vugt  
goedgekeurd: drs.ing. A. Balla

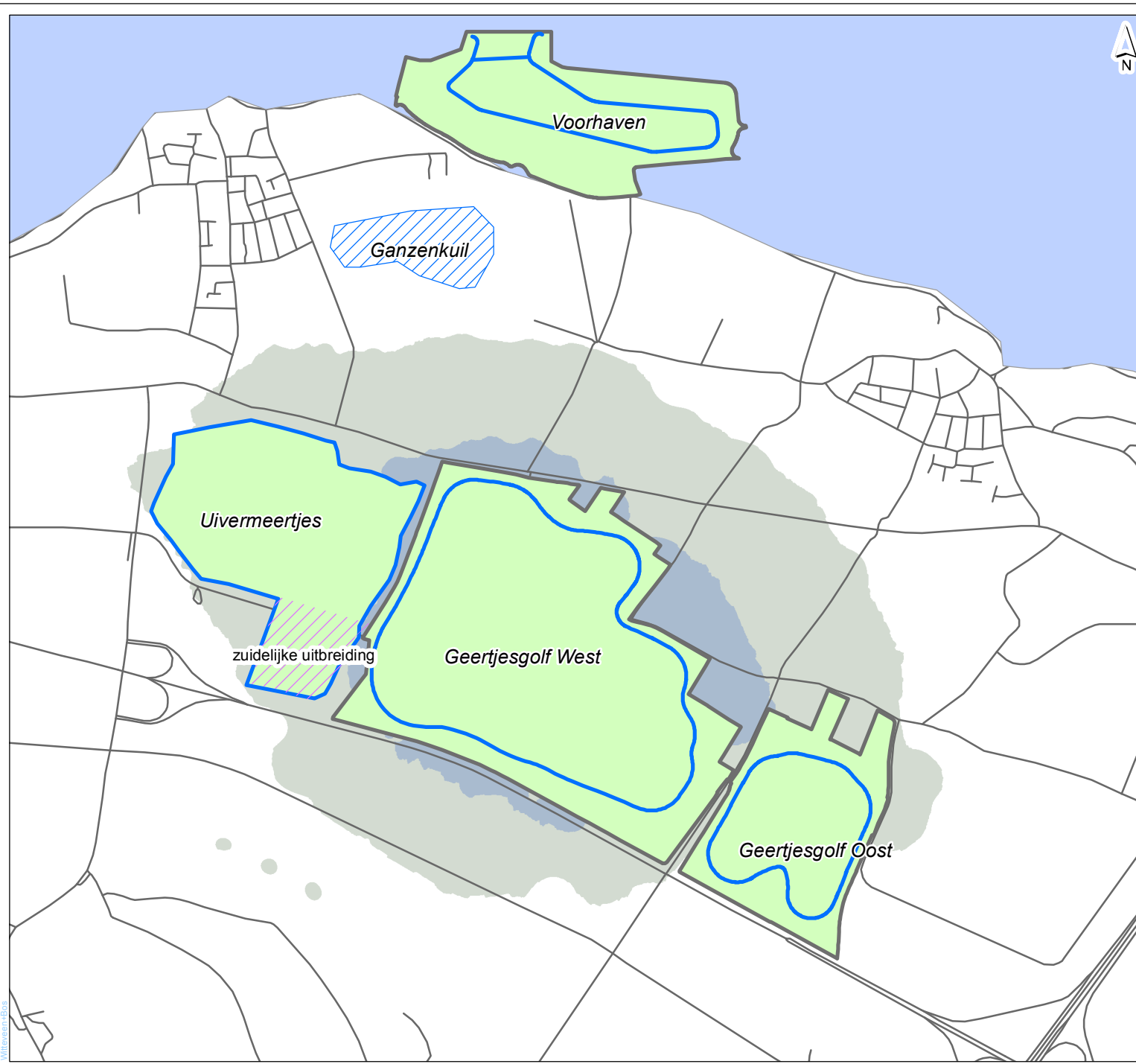
versie: concept 1  
datum: 17-06-2013  
tekeningnr: 41

opdrachtgever: Winruimte Geertjesgolf B.V.  
projectnaam: Geertjesgolf en ontwikkelingen in de omgeving  
projectcode: DEE3-4

formaat: A4 liggend 0 200 400 600 m  
schaal: 1:22000







**Legenda**

**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)
- insteek zandwinplas
- projectgrens
- wegen (© OpenStreetMap)
- buitendijks gebied

**Scenario Voorhaven en Geertjesgolf West**

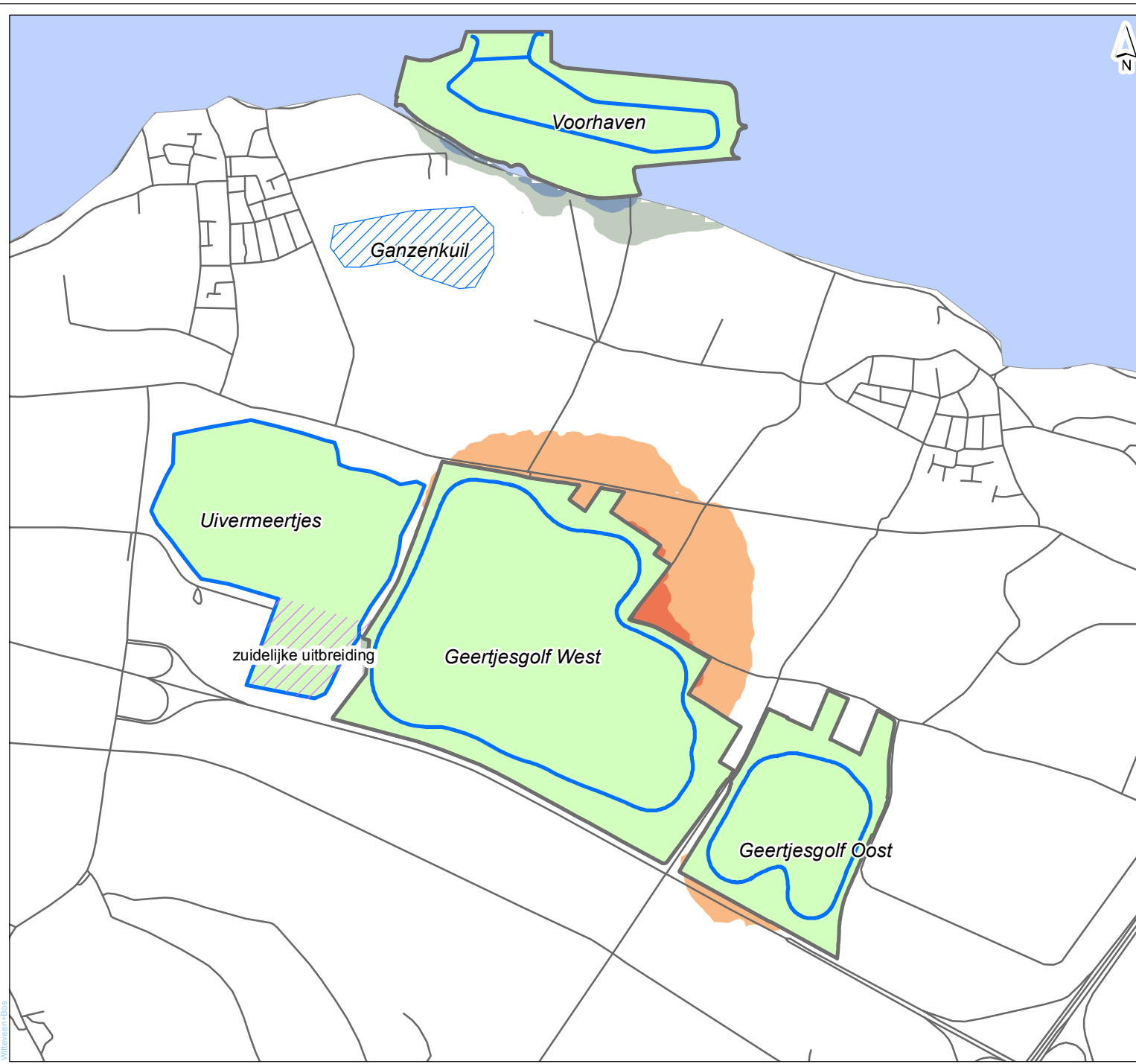
getekend: ir. H.D.C. Meuwese gecontroleerd: drs. A.C. van Vugt goedgekeurd: drs.ing. A. Balla	versie: concept 1 datum: 17-06-2013 tekeningnr: 43
---	--

opdrachtgever: Winruimte Geertjesgolf B.V.  
 projectnaam: Geertjesgolf en ontwikkelingen in de omgeving  
 projectcode: DEE3-4

formaat: A4 liggend      0      200      400      600 m  
 schaal: 1:22000







**Legenda**

- insteek zandwinplas
- projectgrens
- freatische grondwaterstand**
- hoog water, 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)
- wegen (© OpenStreetMap)
- buitendijks gebied

<b>Scenario Voorhaven en Geertjesgolf West</b>	
getekend: ir. H.D.C. Meuwese gecontroleerd: drs. A.C. van Vugt goedgekeurd: drs.ing. A. Balla	versie: concept 1 datum: 17-06-2013 tekeningnr: 44
opdrachtgever: Winruimte Geertjesgolf B.V. projectnaam: Geertjesgolf en ontwikkelingen in de omgeving projectcode: DEE3-4	
formaat: A4 liggend schaal: 1:22000	



**Legenda**  
**kwel/infiltratie**  
**hoog water, effect (mm/dag)**

- < -1
- 1 - -0.5
- 0.5 - 0.5
- 0.5 - 1
- > 1

- insteek zandwinplas
- projectgrens
- wegen (© OpenStreetMap)
- buitendijks gebied

**Scenario Voorhaven en Geertjesgolf West**

getekend: ir. H.D.C. Meuwese gecontroleerd: drs. A.C. van Vugt goedgekeurd: drs.ing. A. Balla	versie: concept 1 datum: 17-06-2013 tekeningnr: 45
---	--

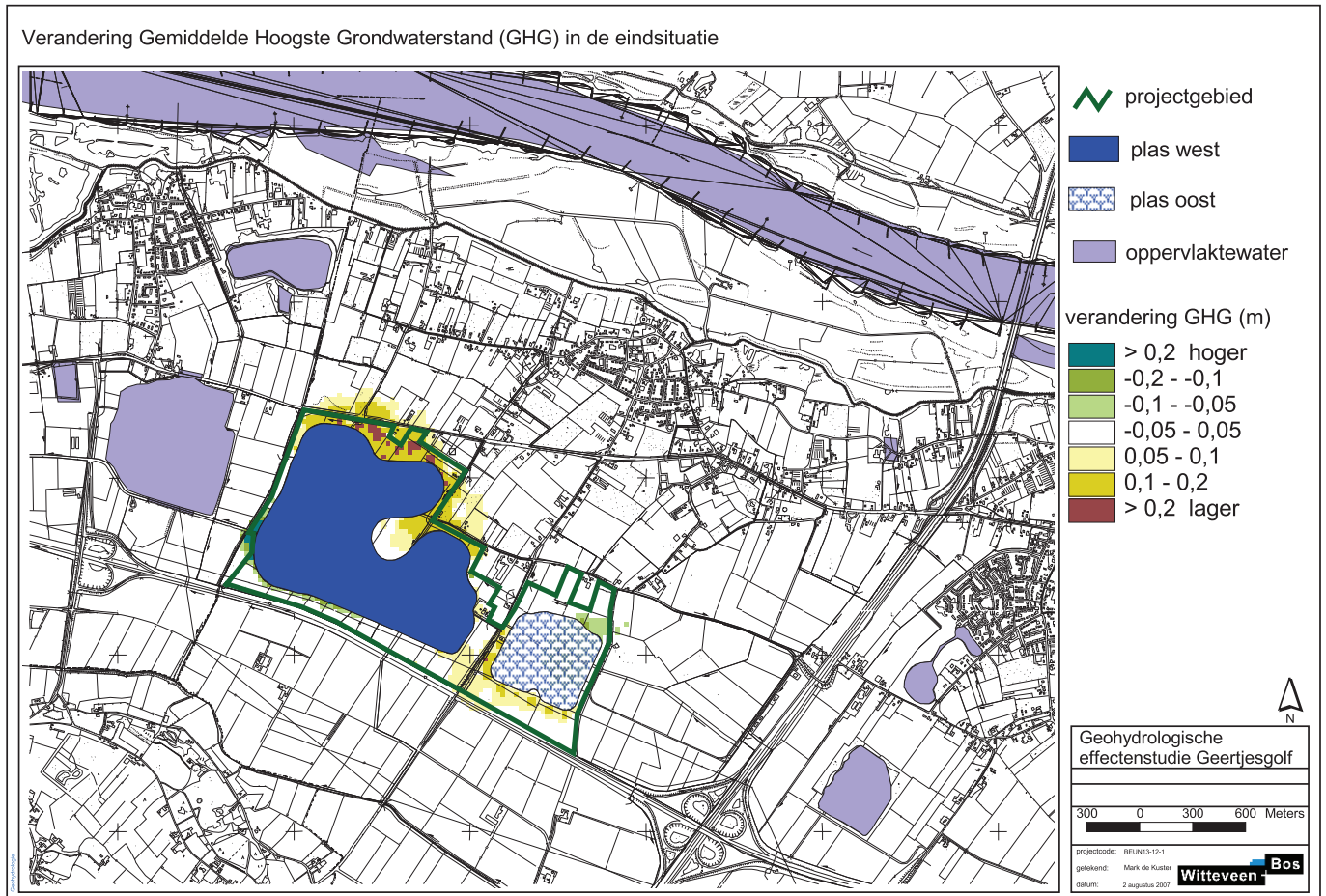
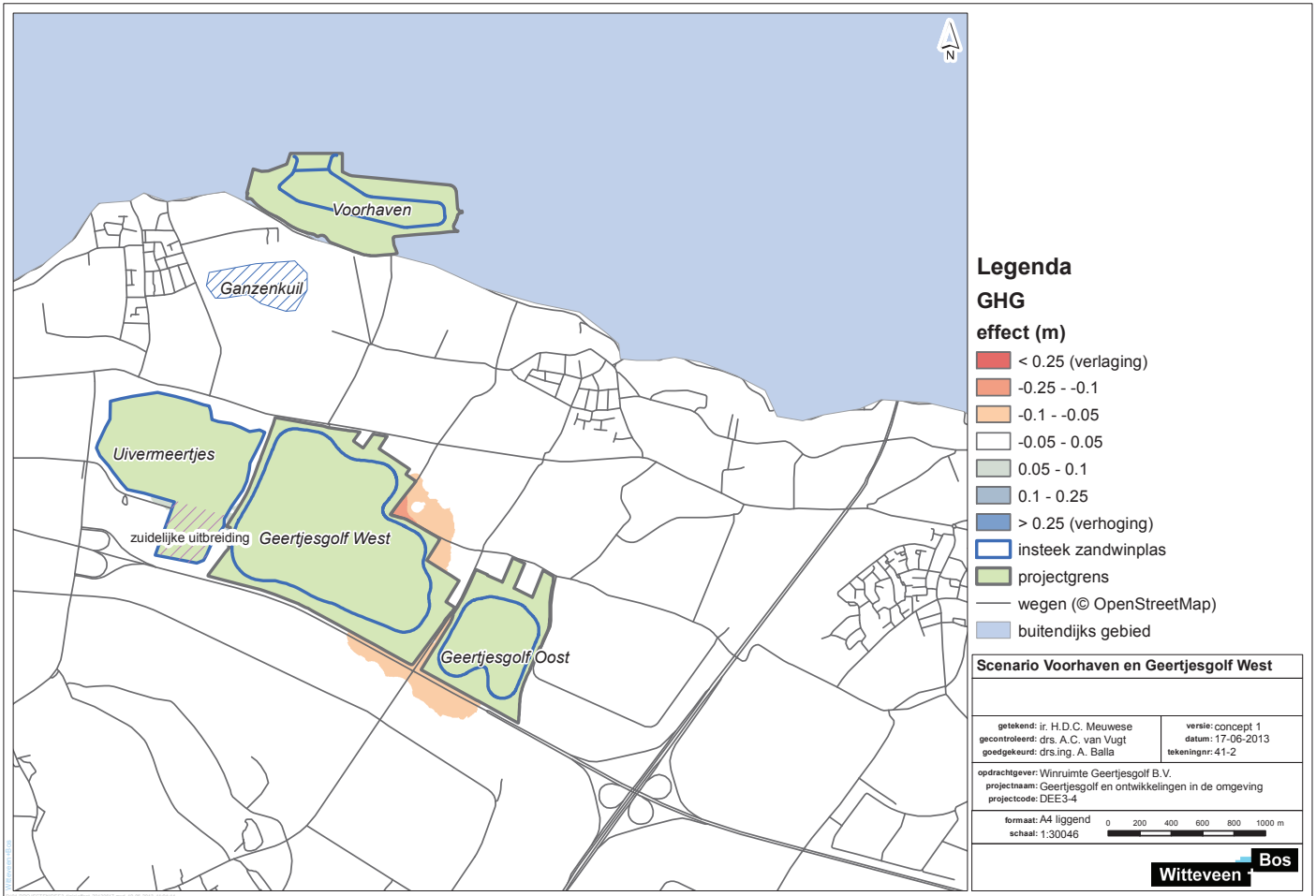
opdrachtgever: Winruimte Geertjesgolf B.V.  
 projectnaam: Geertjesgolf en ontwikkelingen in de omgeving  
 projectcode: DEE3-4

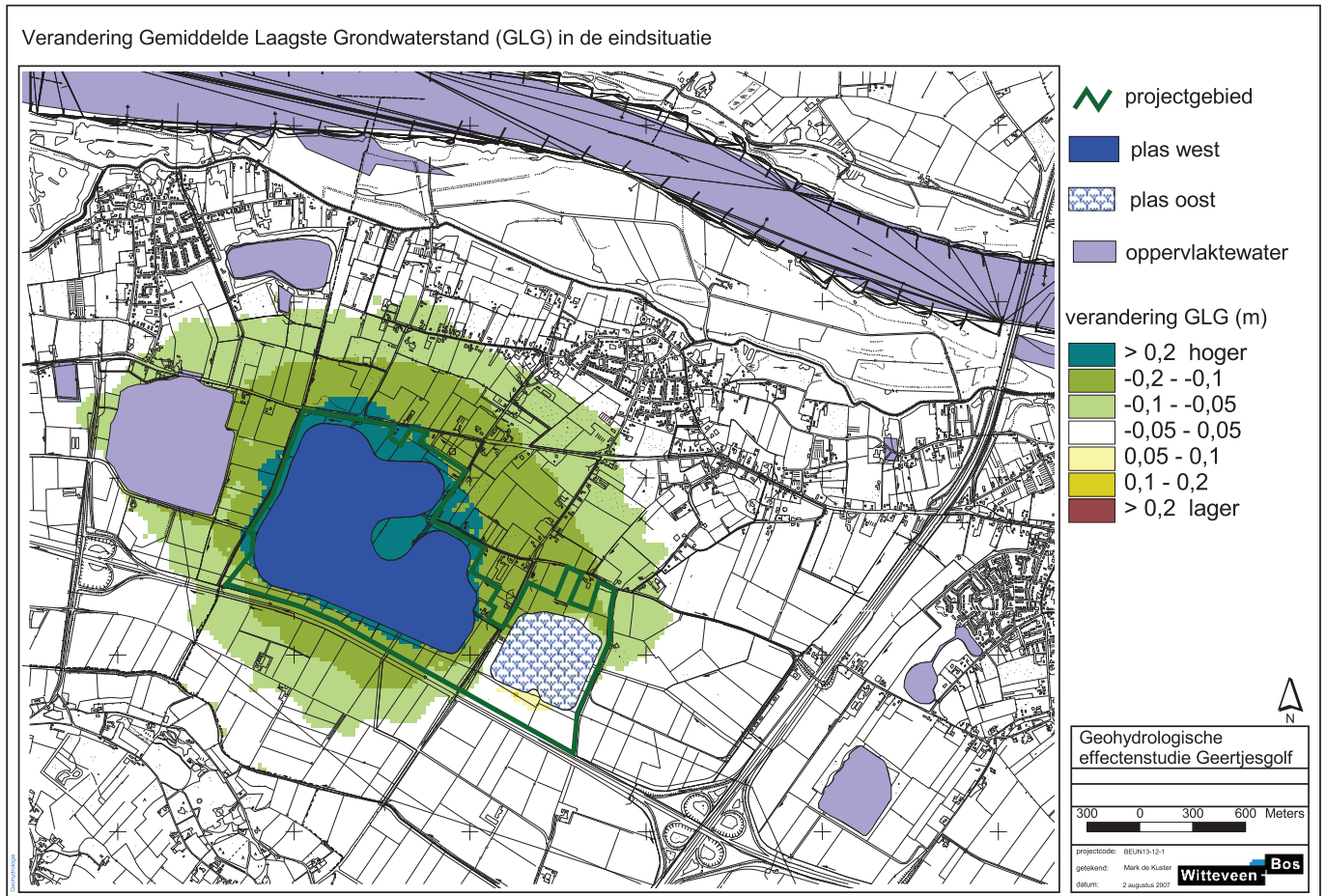
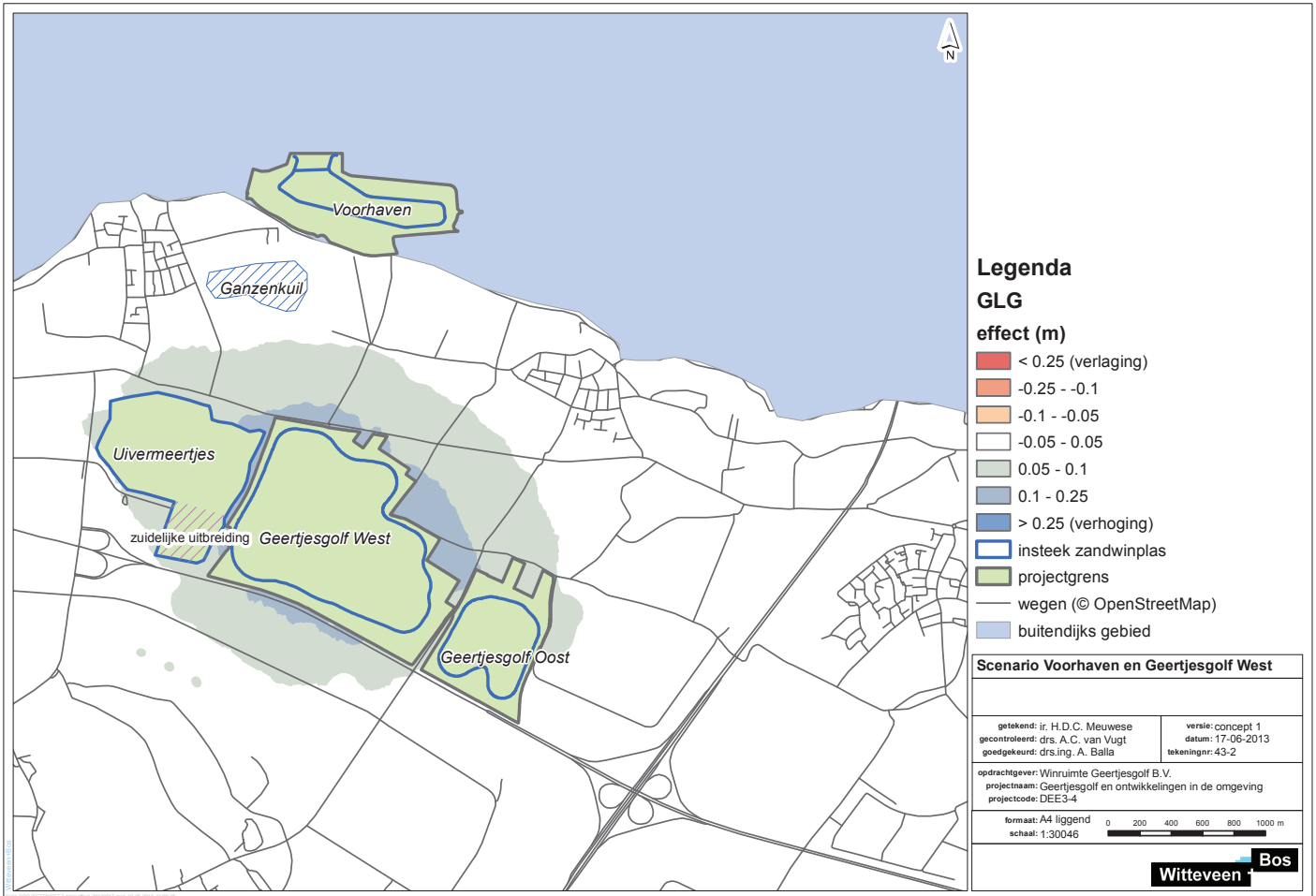
formaat: A4 liggend    0    200    400    600 m  
 schaal: 1:22000



**BIJLAGE VI KAARTEN GECOMBINEERD EFFECT GEERTJESGOLF EN  
UIVERMEERTJES**







**BIJLAGE VII METEEREOLOGIE IN MODELPERIODE**





In deze bijlage is beschreven of het model representatief is voor de huidige hydrologische omstandigheden.

### Neerslag en verdamping

Het model bevat neerslag en verdamping van de periode 1993-2000. Tabel VII.1 bevat de statistieken van het klimaat in die periode en de recentere periode 2003-2010. De gemiddelde situatie en het minimum jaar verschillen in beide perioden nauwelijks. Het natste jaar is in de modelperiode extremer dan in de recentere periode. Dit zal echter nauwelijks van invloed zijn op de effectberekeningen, mede omdat in een extreem natte periode sprake is van een grondwaterstand tot boven maaiveld (neerslag komt dan veelal direct tot afvloeiing in het oppervlaktewater). De exacte orde grootte van de natte situatie is minder van belang. De periode 1993-2000 is representatief voor de huidige hydrologische omstandigheden. In de gekozen periode zijn net als in de periode 2003-2010 natte en droge perioden aanwezig.

**Tabel VII.1. Statistiek klimaat te Volkel (bron: KNMI, 2011)**

statistiek	neerslag	neerslag	verschil	verdamping	verdamping	verschil
	1993-2000 (mm/jaar)	2003-2010 (mm/jaar)	(mm/jaar)	1993-2000 (mm/jaar)	2003-2010 (mm/jaar)	(mm/jaar)
gemiddelde	747	737	- 10	566	603	+ 37
minimum	535	562	+ 30	520	583	+ 63
maximum	977	865	- 112	609	652	+ 43

### Peil oppervlaktewater

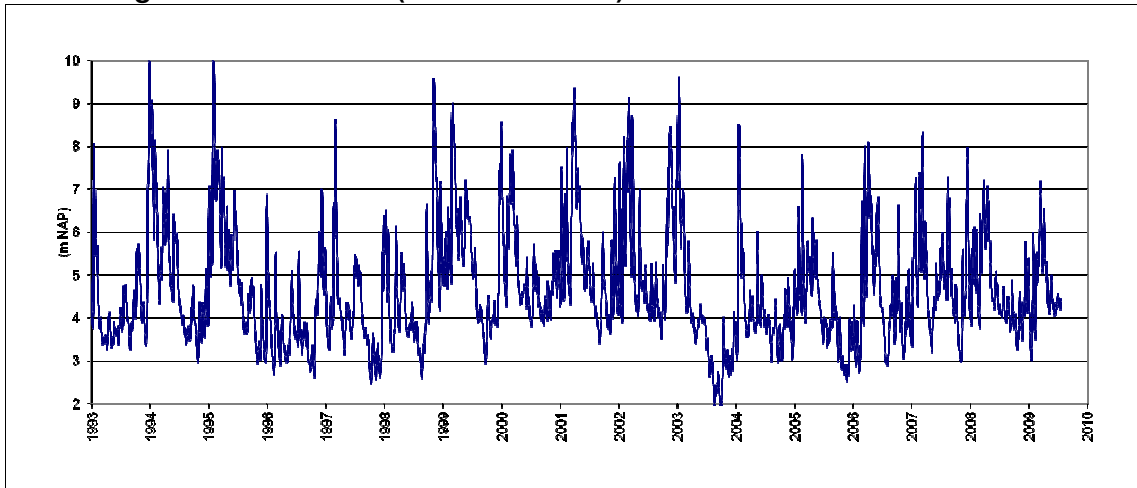
Bijlage I bevat een kaart met de huidige waterhuishoudkundige situatie. De zomer- en winterpielen zijn opgenomen in het model waar de effecten mee worden berekend. De modelkalibratie is uitgevoerd met de vigerende peilen tijdens de kalibratieperiode. De huidige peilen zijn vastgelegd in het peilbesluit Quarles van Ufford van 2006. De peilen in de peilgebieden 6A, 7, 13A, 14A, 14, 15 en 16 zijn daarbij gelijk gebleven met de peilen voor 2006. Alleen in peilgebied 17 (ten oosten van Winssen) heeft een kleine wijziging plaatsgevonden, het winterpeil is met het peilbesluit van 2006 NAP +7,05 m en was voorheen NAP +7,25 m. Dit is in het model aangepast.

### Waal

In het langjarige model (rekenstappen van 14 dagen) varieert het Waalpeil conform de waarnemingen in de periode 1993-2000. Afbeelding VII.1 laat zien dat in deze periode zowel hoge als lage waterstanden voorkomen. De modelperiode is dus representatief voor een langjarige situatie. Sinds 2004 lijken de pieken in de rivierstand minder hoog te zijn. Door het uitvoeren van berekeningen voor de periode 1993 t/m 2000 wordt mogelijk de rivierstand overschat ten opzichte van de meer recente periode.

Opgemerkt wordt, dat het effect van een hoogwatersituatie afzonderlijk doorgerekend wordt op basis van een hoogwatergolf met een herhalingstijd van 10 jaar (berekening op dagbasis, zie paragraaf 2.5).

**Afbeelding VII.1. Waal te Tiel (Waterbase 2010)**



**Conclusie**

De gehanteerde modelinvoer voor de neerslag, verdamping en het peil in de Waal is representatief om de effecten tijdens een langjarige periode te berekenen.