


**Geohydrologisch effectonderzoek
zandwinning Geertjesgolf**



**Geohydrologisch effectonderzoek
zandwinning Geertjesgolf**

referentie	projectcode	status
BEUN13-15/kolm/005	BEUN13-15	definitief 02
projectleider	projectdirecteur	datum
ir. T.H. van Wee	ir. Th.G.J. Wiltjes	23 september 2011

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	ir. Th.G.J. Wiltjes	

INHOUDSOPGAVE	blz.
SAMENVATTING	3
1. INLEIDING	9
1.1. Geschiedenis	9
1.2. Aanleiding	9
1.3. Doel	10
1.4. Leeswijzer	10
2. GEBIEDSBESCHRIJVING	11
2.1. Locatie zandwinning	11
2.2. Maaiveldhoogte	12
2.3. Geohydrologische situatie	12
2.4. Bodemkundige situatie	14
2.5. Waterhuishoudkundige situatie	14
2.6. Grondwaterstanden en stijghoogten	15
3. BESCHRIJVING VOORGENOMEN ZANDWINNING	19
3.1. Contouren en diepten zandwinning	19
3.2. Activiteiten en fasering	20
3.3. Compenserende maatregel	21
4. GRONDWATERMODEL	23
4.1. Gebruik en aanpassing bestaande grondwatermodel	23
4.2. Validatie instationair	24
5. REFERENTIESITUATIE	27
6. EFFECTEN ZANDWINNING	29
6.1. Theoretisch effect zandwinning	29
6.2. Beschrijving door te rekenen fasen	31
6.3. Modellerings van de fasen	31
6.4. Hydrologische effecten	32
6.5. Afgeleide effecten	34
7. CONCLUSIE	37
REFERENTIES	39
BEGRIPPENLIJST	41
laatste bladzijde	42

BIJLAGEN		aantal blz.
I	Algemene gegevens	2
	a. Maaiveldhoogtekaart (AHN)	
	b. Landgebruikskaart (LGN4)	
II	Zandbanenkaart	1
III	Waterhuishoudkundige situatie na aanpassing	1
IV	Meetnet peilbuizen Geertjesgolf en NITG-TNO	2
	a. Locatiekaart meetnet peilbuizen	
	b. Gegevens meetnet	
V	Tijdstijghoogtelijnen peilbuizen meetnet Geertjesgolf en NITG-TNO	9
VI	Bollenkaarten niet-stationaire validatie	2
	a. Bollenkaart GHG	
	b. Bollenkaart GLG	
VII	Berekende en gemeten grondwaterstanden voor een aantal peilbuizen (tijdreeks)	2
VIII	Hydrologische situatie referentiesituatie	4
	a. GHG	
	b. GLG	
	c. Isohypsen gemiddelde stijghoogte eerste watervoerend pakket	
	d. Kwel en infiltratie gemiddeld	
IX	Doelrealisatie landbouw referentiesituatie	3
	a. Natschade	
	b. Droogteschade	
	c. Doelrealisatie	
X	Hydrologisch effect zandwinplassen	10
	a. Verandering GHG eindsituatie	
	b. Verandering GLG eindsituatie	
	c. Verandering gemiddelde stijghoogte eindsituatie	
	d. Verandering kwel/infiltratie eindsituatie	
	e. Verandering GHG halverwege fase 2	
	f. Verandering GLG halverwege fase 2	
	g. Verandering kwel/infiltratie halverwege fase 2	
	h. Verandering GHG na fase 1	
	i. Verandering GLG na fase 1	
	j. Verandering kwel/infiltratie na fase 1	
XI	Vergelijking grondwaterstand referentie- en eindsituatie (tijdreeksen)	2
XII	Verandering doelrealisatie landbouw	9
	a. Verandering natschade eindsituatie	
	b. Verandering droogteschade eindsituatie	
	c. Verandering doelrealisatie eindsituatie	
	d. Verandering natschade halverwege fase 2	
	e. Verandering droogteschade halverwege fase 2	
	f. Verandering doelrealisatie halverwege fase 2	
	g. Verandering natschade na fase 1	
	h. Verandering droogteschade na fase 1	
	i. Verandering doelrealisatie na fase 1	

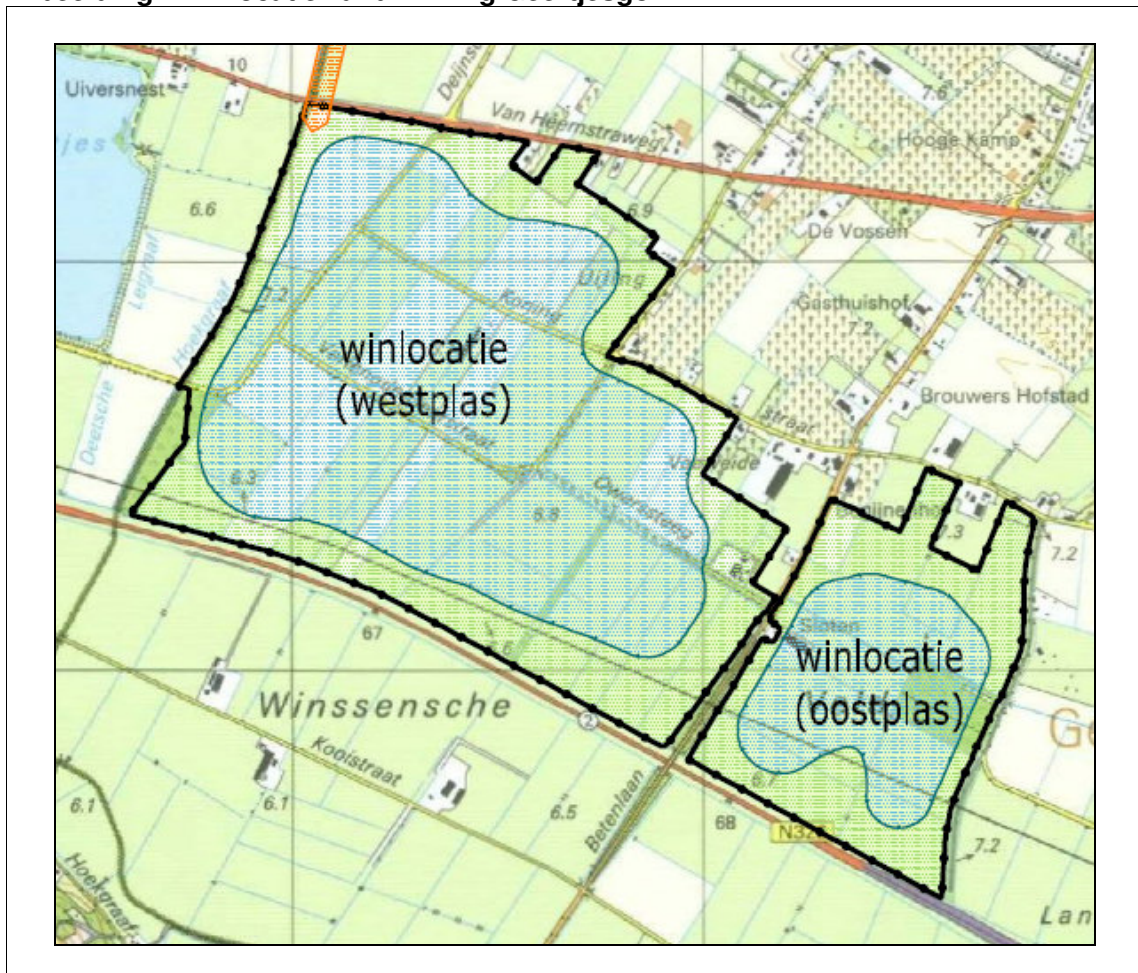
SAMENVATTING

De zandwinplassen zijn na realisatie, maar ook tijdens de zandwinningsperiode nagenoeg hydrologisch neutraal. Tijdens de zandwinning wordt het onttrokken grondwater gecompenseerd door de inlaat van (Waal)water. Rond de locatie Geertjesgolf zal tijdens de zandwinning en in de eindsituatie de grondwaterstand maar beperkt veranderen. Dit betekent dat geen negatieve effecten worden verwacht voor de landbouw, de natuur en de bebouwing in de omgeving van de plassen. De aanwezigheid van de plassen leidt zelfs mogelijk tot een toename van de landbouwkundige productie als gevolg van de afname van de nat- en droogteschade.

Het project

Winruimte Geertjesgolf BV heeft het voornemen om vanaf eind 2013 te starten met de uitvoering van het project Geertjesgolf. Dit project omvat zandwinning en de aanleg van de Voorhaven (buitendijks). De zandwinlocatie is gelegen in het rivierengebied van Gelderland, ten zuiden van de kern Winssen en ten noorden van de provinciale weg N322 (zie afbeelding 1). Er wordt zand gewonnen ten oosten van de Betenlaan (oostplas, circa 24 ha) en ten westen van de Betenlaan (westplas, circa 98 ha).

Afbeelding 1. Locatie zandwinning Geertjesgolf



De doelstelling is om over een periode van 15 jaar circa 25 miljoen ton industriezand te winnen, waarvan 2,5 miljoen ton vrijkomt bij de aanleg van de Voorhaven.

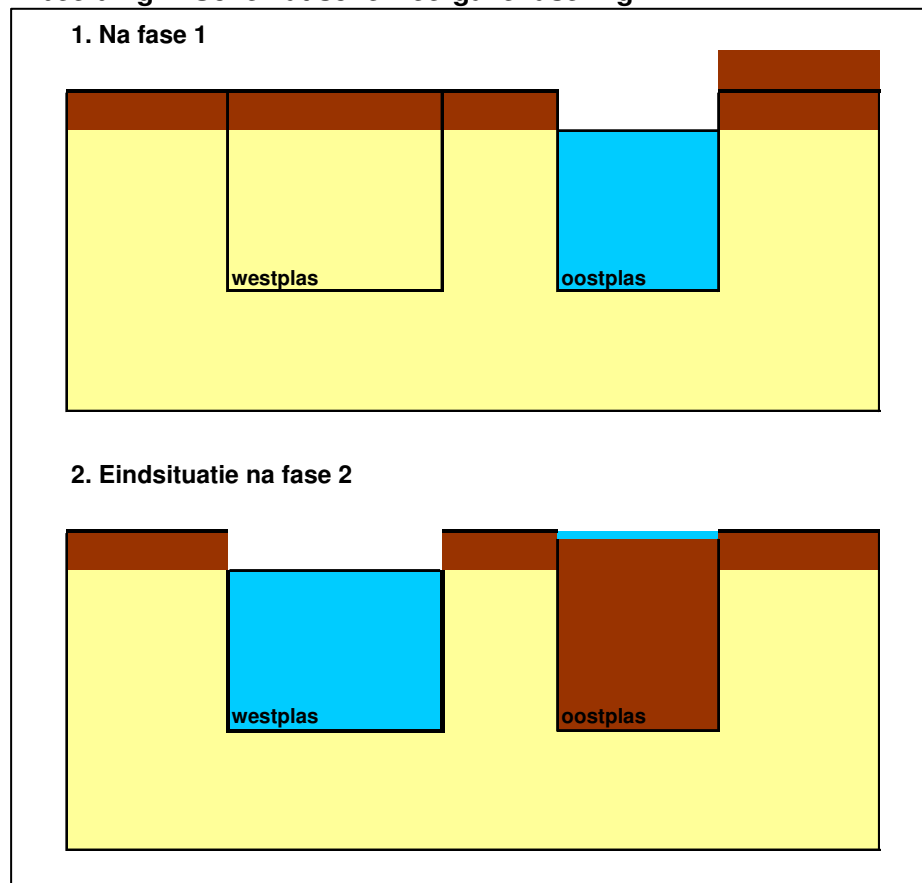
De binnendijkse zandwinning kent 2 fasen:

- fase 1: zandwinning oostplas;
- fase 2: zandwinning westplas.

Na fase 1 wordt de (klei) die vrijkomt bij de ontgraving van de oostplas teruggestort in deze oostplas. Daar komt ook nog klei uit de westplas bij zodat er in de oostplas uiteindelijk een plasdras situatie ontstaat. Deze twee fasen zijn schematische weergegeven in afbeelding 2.

De zandwinning vindt plaats in de natte met een zandzuiger. Het gewonnen zand gaat samen met (grond)water in een persleiding naar een ontwateringsinstallatie aan het begin van de transportband. Hierbij is de te verpersen verhouding 1 deel zand met 4 delen (grond)water (1:4). Het transportwater wordt teruggevoerd naar de plas en het ontwaterde zand wordt per transportband naar de Voorhaven vervoerd. Om ook het onttrokken bodemvolume (zand) te compenseren vindt er vanuit de Voorhaven aanvulling plaats middels de inlaat van Waalwater. Hierdoor is de netto grondwateronttrekking 0 m³/dag.

Afbeelding 2. Schematische weergave fasering



Ontgrondingsvergunning

Voor de zandwinning moet bij het bevoegd gezag (provincie Gelderland) tijdig een ontgrondingsvergunning worden aangevraagd. Voor deze aanvraag is op perceelsniveau inzicht nodig in de grondwaterstandeffecten (en daarmee in de afgeleide effecten op de landbouw, natuur en gebouwen). In dit kader is door Witteveen+Bos een gedetailleerd geohydrologisch effectonderzoek van de zandwinning(plassen) uitgevoerd (onderhavig rapport).

Gebruik model en validatie

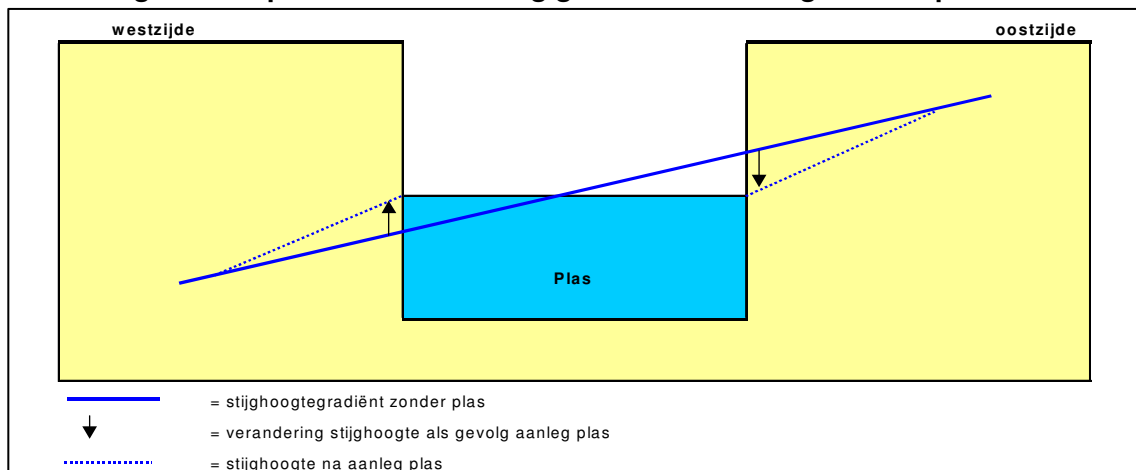
Dit geohydrologisch onderzoek is uitgevoerd met een bestaand niet-stationair grondwatermodel. Dit betreft het model dat is ontwikkeld als onderbouwing van het peilbesluit voor het beheersgebied 'Land van Maas en Waal' in opdracht van het waterschap Rivierenland. Dit bestaande grondwatermodel is vervolgens verfijnd ter plaatse van de zandwinning. De validatie heeft plaats gevonden aan de hand van de gemeten gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand (GHG en GLG) uit het peilbuizenmeetnet van Geertjesgolf. Hieruit bleek dat het model voldoende nauwkeurig is voor het berekenen van de hydrologische effecten op perceelsniveau.

Hydrologisch effect van de plassen

Door de realisatie van de plas (en demping van de oostplas) zijn de volgende mogelijk effecten te verwachten:

1. het grondwaterverhang ter plaatse van de plas wordt horizontaal:
In de huidige situatie stroomt het grondwater ter plaatse van de geplande zandwinplassen Geertjesgolf in zuidwestelijke richting. Hierdoor heerst er 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 stijghoogte**verlaging** aan de (noord)oostzijde en een **verhoging** aan de (zuid)westzijde, zie afbeelding 3;

Afbeelding 3. Principeschets vereffening grondwaterverhang door de plas

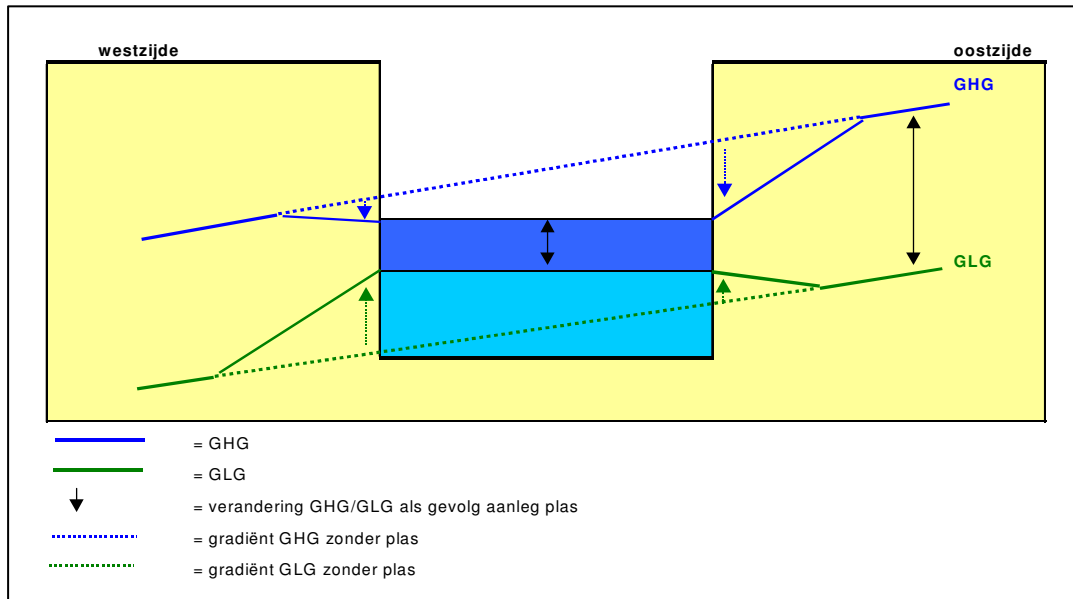


2. grondwaterfluctuatie wordt gedempt door de plas:
In de huidige situatie fluctueert het grondwater ter plaatse van de geplande zandwinplassen Geertjesgolf maximaal met circa 1 m. Door het afgraven van het watervoerende pakket wordt het zand verwijderd. Zand kent een porositeit van circa 30 %. Dit betekent dat in 1 m³ zand circa 1/3 m³ water geborgen kan worden. In 1 m³ afgegraven grond kan 1 m³ water geborgen worden. Dus waar het zand in de plas vervangen wordt door water neemt het bergingsvolume circa factor 3 toe.

Deze toename van het bergingsvolume in de plas zorgt voor een demping van de grondwaterstandfluctuatie. Ter plaatse van de plas stijgt het grondwater tijdens hevige neerslag minder hoog dan in de huidige situatie. Daarentegen daalt de grondwaterstand ter plaatse van de plas in een droge situatie minder dan in de huidige situatie. Hierdoor ontstaat een **verlaging** van de GHG aan beide zijden van de plas (vanwege

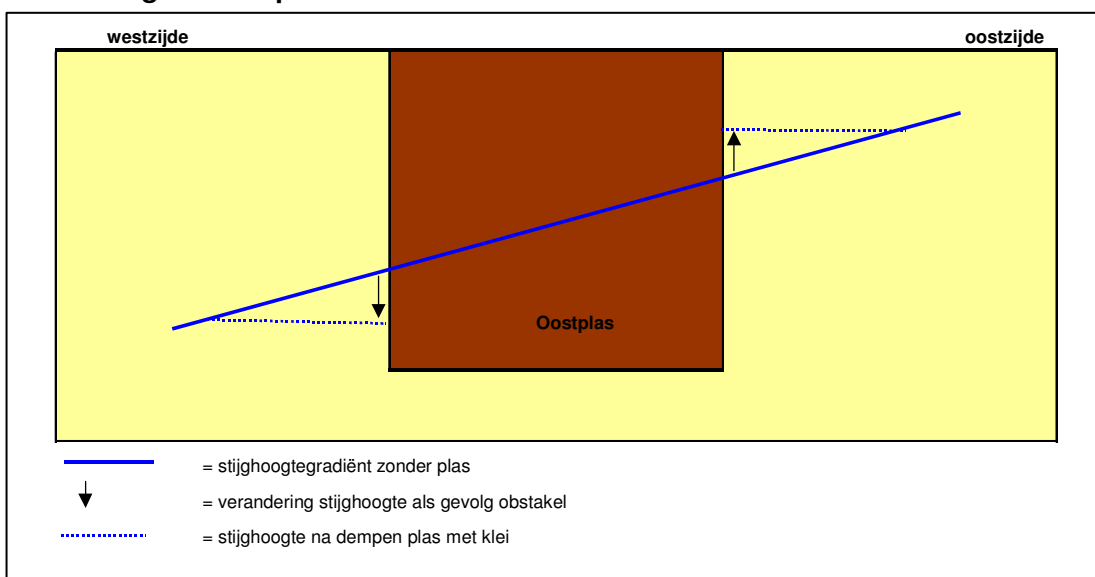
gradiënt aan de oostzijde meer dan de westzijde) en een **verhoging** van de GLG aan beide zijden van de plas, zie afbeelding 4;

Afbeelding 4. Principeschets effect bergingstoename en demping van de plas



- de grondwaterstand wordt opgestuwd door de klei-opvulling van de oostplas: In fase 1 wordt het zandpakket eerst afgegraven waardoor er een waterplas ontstaat. Vervolgens wordt de ontstane oostplas opgevuld met klei uit de afgegraven deklaag afkomstig van de oostplas en westplas. De klei is minder doorlatend dan het zandpakket dat er momenteel aanwezig is. De opgevulde oostplas kan daarmee een 'obstakel' vormen voor de grondwaterstroming (afhankelijk van mate van 'afsluiten' watervoerend pakket). Indien het watervoerend pakket voor meer dan 80 % tot 90 % afgesloten wordt kan de opgevulde oostplas zorgen voor **opstuwing** (verhoging) van het grondwater aan de noordoostzijde, en een **verlaging** van de grondwaterstijghoogten aan de zuidwestzijde, zie afbeelding 5.

Afbeelding 5. Principeschets effect obstakel



Conclusie hydrologische en afgeleide effecten

De realisatie van de plassen met inlaat van (Waal)water resulteert in het horizontaal worden van de hydrologische gradiënt, een demping van de fluctuatie van de grondwaterstand en mogelijk opstuwning door de klei-moot in de oostplas. Uit berekeningen met het gedetailleerde grondwatermodel blijkt dat zowel in de tussenfasen als in de eindsituatie het hydrologisch effect beperkt blijft dat een smalle strook van maximaal enkele honderden meters. In deze strook verandert de GHG (daling) en de GLG (stijging) met 5 cm tot 15 cm.

Doordat de verandering van de GHG en GLG zich afspeelt binnen een beperkt invloedsg gebied, zijn er geen negatieve effecten voor de landbouw, natuur of ontwatering en zetting bij gebouwen te verwachten. Voor de landbouw wordt voornamelijk zelfs een toename van de landbouwkundige opbrengst verwacht vanwege de afname van zowel de nat- als de droogteschade.

1. INLEIDING

1.1. Geschiedenis

De zandwinning Winssen heeft een lange geschiedenis. Op grond van afspraken met het Rijk en andere (zandleverende) provincies heeft de provincie Gelderland begin jaren '80 een taakstelling voor de winning van industriezand aanvaard. Op basis van de Keuzenota Industriezandwinningsplan Gelderland, die werd ondersteund met een Milieueffectrapportage hebben Provinciale Staten in 1988 gekozen voor (onder meer) een grootschalige binnendijkse winning bij Winssen (Geertjesgolf of H1-locatie). Vastgelegd is dat met de zandwinning Winssen in totaal 25 miljoen ton beton- en metselzand moet worden gewonnen.

In de jaren '90 is door een combinatie van bedrijven, verenigd in Winruimte Geertjesgolf BV, een m.e.r.-procedure positief doorlopen. In de daarop volgende vergunningenprocedure heeft de gemeente Beuningen echter besloten haar planologische medewerking aan het toen voorliggende plan van Winruimte Geertjesgolf BV niet te verlenen.

Vanwege de taakstelling die nog steeds gold voor de locatie Geertjesgolf hebben de gemeente Beuningen en de provincie Gelderland in 2001 een convenant gesloten om grootschalige zandwinning in de gemeente Beuningen toch mogelijk te maken. In 2003 zijn door de gemeente Beuningen en provincie Gelderland verdere uitgangspunten voor de zandwinning Winssen vastgelegd.

Door de gemeenteraad is besloten dat de zandwinning binnendijks moest worden verkleind, en de dan ontbrekende hoeveelheid zand gevonden diende te worden in de uiterwaarden bij Winssen, aansluitend op de Voorhaven. In het Bestemmingsplan Buitengebied 1996/1997 was reeds de aanleg een nevengeul in de uiterwaarden opgenomen. Na een globale verkenning van de haalbaarheid is besloten de extra zandwinning in de uiterwaarden te combineren met aanleg van een hoogwatergeul en natuurontwikkeling. Hiervoor is in (2005 en) 2006 door Haskoning een MER/SMB Zandwinning Winssen opgesteld.

Gezien bovenstaande geschiedenis zijn er in het verleden diverse (geo)hydrologische onderzoeken uitgevoerd naar de effecten van zandwinlocatie Geertjesgolf (net zuiden van het dorp Winssen). Dit betreft onder andere:

- industriezandwinning locatie Geertjesgolf. Geohydrologische studie ten behoeve van Milieu-effectrapportage. DHV, 1993;
- hydrologische effecten onderzoek van de voorhaven, de zandwinlocaties Geertjesgolf en de uitbreiding van de Uivermeertjes door Witteveen+Bos in samenwerking met H+N+S Landschapsarchitecten, april 2000;
- MER/SMB Zandwinning Winssen door Royal Haskoning, september 2006.

1.2. Aanleiding

Winruimte Geertjesgolf BV wil vanaf eind 2013 starten met de uitvoering van het project Geertjesgolf. Dit project omvat zandwinning en de aanleg van de Voorhaven (buitendijks). Voor de zandwinning moet zij eerst een ontgrondingsvergunning aanvragen bij de provincie Gelderland. Voor de aanvraag van de ontgrondingsvergunning is op perceelsniveau inzicht nodig in de grondwaterstandseffecten (en daarmee in de afgeleide effecten op de landbouw, natuur en gebouwen).

Dit was de reden voor Winruimte Geertjesgolf BV om een gedetailleerd geohydrologisch effectonderzoek te laten uitvoeren.

1.3. Doel

Het doel van de studie is inzicht geven in de geohydrologisch effecten op de omgeving van de zandwinning en het beheer van de zandwinplassen Geertjesgolf (de west- en oostplas). Dit inzicht is nodig voor de geohydrologische onderbouwing van de ontgrondingsvergunning. Het geohydrologisch effectonderzoek bestaat uit:

- validatie niet-stationaire grondwatermodel en berekening referentiesituatie;
- berekening hydrologische effecten zandwinplassen (inclusief eventuele noodzakelijke mitigerende of compenserende maatregelen);
- rapportage en advisering: 'Geohydrologisch effectonderzoek zandwinning Geertjesgolf'.

1.4. Leeswijzer

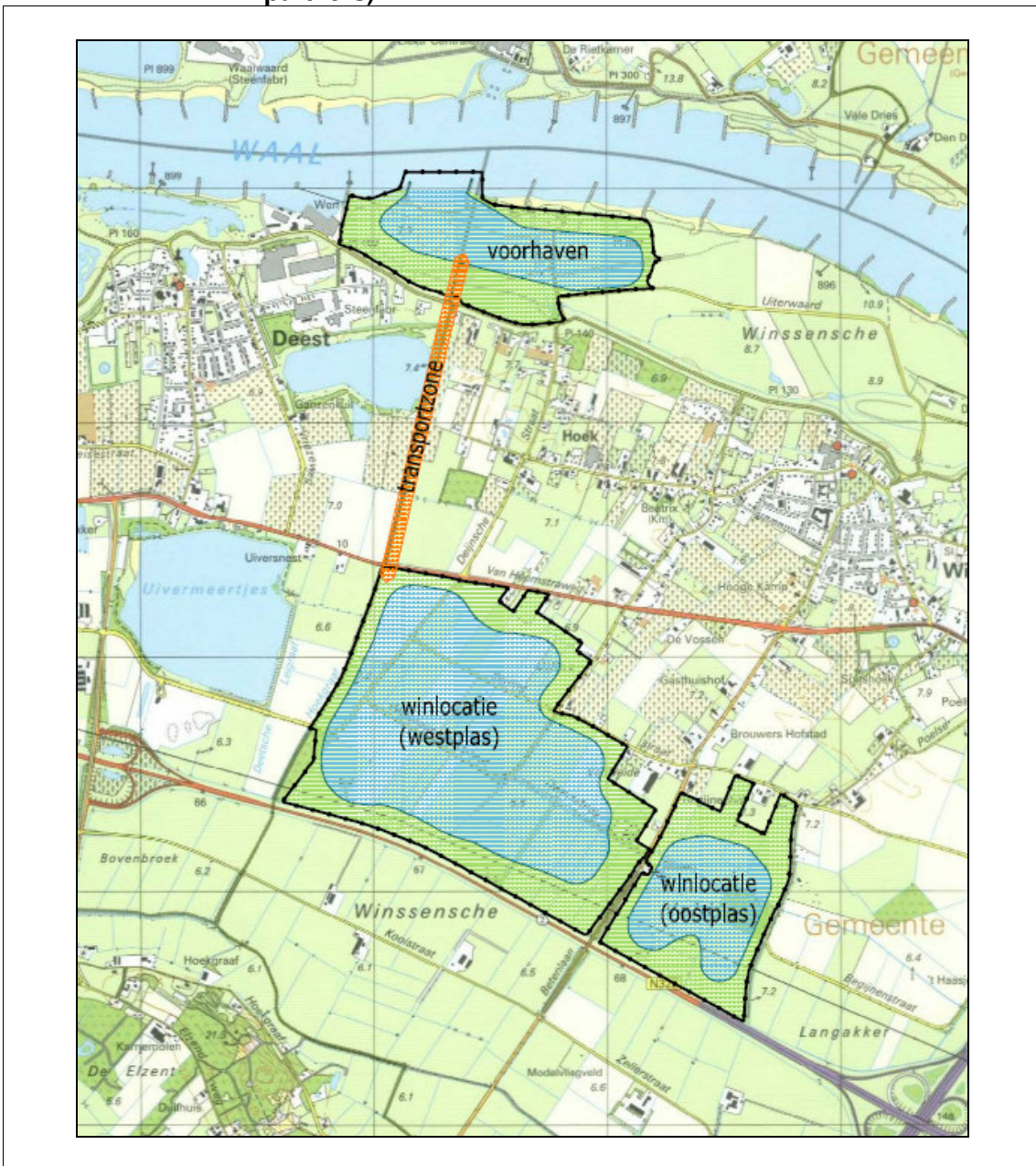
Hoofdstuk 2 geeft een gebiedsbeschrijving van de locatie Geertjesgolf en omgeving. De voorgenomen zandwinning wordt beschreven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 wordt de aanpassing en (fijn)validatie van het grondwatermodel behandeld. De huidige (referentie) situatie is gedefinieerd in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 wordt ingegaan op de hydrologische en afgeleide effecten van de varianten en de eindsituatie. Ten slotte bevat hoofdstuk 7 de conclusies van het geohydrologisch onderzoek.

2. GEBIEDSBESCHRIJVING

2.1. Locatie zandwinning

De locatie van de voorgenomen zandwinning is gelegen in het rivierengebied van Gelderland. Het projectgebied wordt in het zuiden begrensd door de provinciale weg N322. Ten noorden van de winlocaties is de stedelijke kern Winssen gelegen, dat weer begrensd wordt door de Waal. Ten westen ligt de zandwinplas Uivermeertjes. De zandwinlocaties zijn momenteel agrarisch in gebruik. Ten zuiden van de provinciale weg N322 is het natuurgebied Munnikhof/De Elzent bij Bergharen gelegen. In afbeelding 2.1 is kaart van de topografische ligging van de geplande winlocaties opgenomen. De totale oppervlakte van de geplande zandwinning bedraagt aan maaiveld in totaal circa 112 ha (westplas circa 98 ha en oostplas circa 24 ha).

Abbeelding 2.1. Topografische ligging geplande winlocaties (bron: Landschap-partners)



2.2. Maaiveldhoogte

De maaiveldhoogte volgens het Actueel Hoogtebestand Nederland liggen in het projectgebied tussen de circa NAP + 6,00 m en circa NAP + 7,00 m (zie bijlage I). Lokale hoogteverschillen zijn te vinden tussen de relatief wat hoger gelegen oeverwallen en de wat lager gelegen komgronden. Kenmerkend op de hoogtekaart is verder de hoog gelegen zandrug bij Bergharen, met een maximale hoogte van circa NAP + 12 m.

2.3. Geohydrologische situatie

Het gebied tussen Maas en Waal maakt deel uit van het rivierenlandschap. Meer dan 10.000 jaar geleden was het gebied een breed rivierdal (oerstromdal) van de rivieren Rijn,

Maas en Waal. Deze rivieren voerden grote hoeveelheden klei, zand en grond mee in hun water. Deze sedimenten bleven achter in het gebied. 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 groter afstand waar het water minder snel stroomde bezonk het fijne kleiige deeltjes (komgebieden).

Geologisch gezien ligt het projectgebied in de Slenk van Venlo: een tectonisch verlaagd gebied dat begrensd wordt door de Gravebreuk in het (zuid)westen en de Grensbreuk in het oosten. In tabel 2.1 is de geohydrologische schematisatie van het projectgebied weergegeven.

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

diepte (m-mv)	formatie/lithologie	geohydrologie	bodempara-meter
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 de weerstand van de deklaag worden berekend, (zie tabel 2.2). Hierin is als weerstand voor de deklaag 50 dagen per meter dikte aangehouden. De omschrijving voor de aanwezigheid van zandbanen is grijs weergegeven in de tabel. De zandbanenkaart ter plaatse van de locatie en de omgeving is in bijlage II opgenomen.

Tabel 2.2. Weerstand deklaag gebaseerd op voorkomen zandbanen

omschrijving zandbanenkaart	dikte deklaag (m)	weerstand (dagen)
ondoorl. mat. dikte 9-10 m	9,50	475
ondoorl. mat. dikte 8-9 m	8,50	425
ondoorl. mat. dikte 7-8 m	7,50	375
ondoorl. mat. dikte 6-7 m	6,50	325
ondoorl. mat. dikte 5-6 m	5,50	275
ondoorl. mat. dikte 4-5 m	4,50	225
ondoorl. mat. dikte 3-4 m	3,50	175
ondoorl. mat. dikte 2-3 m	2,50	125
ondoorl. mat. dikte 1-2 m	1,50	75
ondoorl. mat. dikte 0-1 m	1,00	50
doorl.mat.top 3,0-6,0 m-mv	4,50	225
doorl.mat.top 2,0-3,0 m-mv	2,50	125
doorl.mat.top 1,5-2,0 m-mv	1,75	87,5
doorl.mat.top 1,0-1,5 m-mv	1,25	62,5
doorl.mat.top <1,0 m-mv	1,00	50

2.4. 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. Ter plaatse van dijkdoorbraken zijn wielen ontstaan en overslaggronden afgezet. Lokaal komen rivierstuifduinen voor, die geheel uit zand bestaan. Vanwege de relatief hogere ligging en betere ontwatering van de rivierduinen en oeverwallen werden deze gronden als eerste in gebruik genomen voor bebouwing. De bewoningskernen in het gebied zijn dan ook, vrijwel zonder uitzondering, gelegen op de oeverwallen en rivierduinen.

2.5. Waterhuishoudkundige situatie

De geplande zandwinplassen zijn 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 door het gebied loopt. Het grootste deel van het jaar kan afwatering onder vrij verval op de Maas plaats vinden. 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, deels onder vrij verval en deels door opjager De Aspert. Ook vindt er wateraanvoer plaats via opjager 't Haasje. De geplande zandwinlocaties liggen in peilvak 14A, 14 en 15 met respectievelijk zomer- en winterpeilen van NAP + 5,45 m/5,35 m; NAP + 5,75 m/5,60 m en NAP + 6,16 m/6,00 m. In bijlage III is een kaart van de toekomstige waterhuishoudkundige situatie opgenomen (inclusief de benodigde aanpassingen als gevolg van de zandwinning). In de rapportage 'Waterhuishoudingsplan Geertjesgolf (H1-locatie)' van Witteveen+Bos wordt uitgebreid ingegaan op de benodigde aanpassing van de waterhuishouding in het gebied als gevolg van de zandwinning en het ontstaan van de plassen.

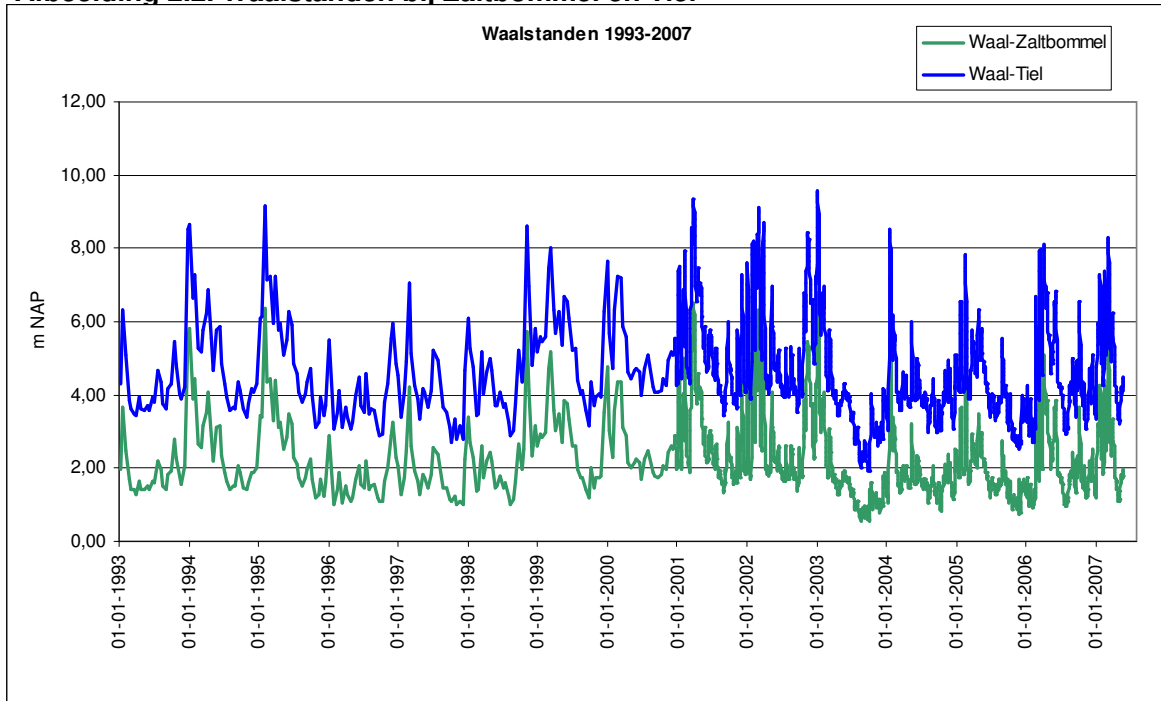
Waterstanden in de Waal

Ten noorden van de geplande zandwinlocaties is de Waal gelegen. Door insnijding van de Waal in het eerste watervoerend pakket staat het rivierwater min of meer in direct contact met het grondwater in dit pakket. Hierdoor is de stijghoogte van het grondwater in het eerste watervoerend pakket afhankelijk van de hoogte van de waterstand in de Waal. Waterstanden worden dagelijks door Rijkswaterstaat op een aantal plaatsen in de Waal gemeten. In afbeelding 2.2. is ter illustratie van de fluctuatie van de Waalstanden het verloop van het Waalpeil van 1993 tot en met 2007 weergegeven. De Waalstanden kennen een gradiënt van oost naar west. In tabel 2.3. zijn de maatgevende Waalpeilen bij de kern Winssen weergegeven.

Tabel 2.3. Maatgevende peilen Waal bij Winssen

peil van de Waal	gemiddeld	1/5 jaar	bij afvoer van 15.000 m ³ /s
bij Winssen	NAP + 6,5 m	NAP + 9,0 m	NAP + 12,95 m

Afbeelding 2.2. Waalstanden bij Zaltbommel en Tiel



2.6. Grondwaterstanden en stijghoogten

In deze paragraaf wordt ingegaan op de:

- freatische grondwaterstandstroming;
- grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket (peilbuizen NITG-TNO);
- meetnet Geertjesgolf.

Grondwaterstroming in de deklaag

In het freatische pakket vindt de grondwaterstroming als gevolg van het relatief lage doorlaatvermogen voornamelijk in verticale richting plaats. Er vindt alleen lokale horizontale stroming plaats naar waterlopen en drainagesystemen.

Regionale grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket (peilbuizen NITG-TNO)

Het regionale grondwatersysteem is geanalyseerd aan de hand van eerdere studies (zie referentielijst) en peilbuizen uit het landelijke meetnet van NITG-TNO. Via DINO loket zijn peilbuizen uit de landelijke database opgevraagd in de omgeving van de toekomstige zandwinplassen. In bijlage IV is de ligging van deze (6) TNO peilbuizen weergegeven. De gegevens van deze peilbuizen zijn samengevat in een tabel in bijlage IV. De tijdstijghoogtelijnen van de TNO peilbuizen is in bijlage V opgenomen. Uit de gegevens blijkt dat de 3 peilbuizen P172, P187 en P218 van 1995 t/m heden worden waargenomen. De andere peilbuizen (P174, P301 en P433) worden sinds het jaar 2000 niet meer waargenomen.

Een isohypsenkaart van de gemiddelde stijghoogte is in bijlage VIII opgenomen. Het regionale grondwaterstromingspatroon in het eerste watervoerend pakket is globaal in zuidwestelijke richting. Het grondwater wordt gedeeltelijk gevoed door inzijging vanuit de Waal, vooral bij hoge waterstanden. Bij gemiddelde hydrologische omstandigheden bedraagt de stijghoogtegradiënt ter plaatse van de plassen 0,001 m/m, en bedraagt hierbij de grondwaterstromingssnelheid circa 10 m/jaar. Van de in het gebied aanwezige polderwatergangen is alleen de Broeksche Leygraaf/Oude Wetering volledig ingesneden door de holocene

deklaag en dus in contact met het eerste watervoerend pakket. Deze polderwatergangen hebben een drainerende werking.

Meetnet Geertjesgolf

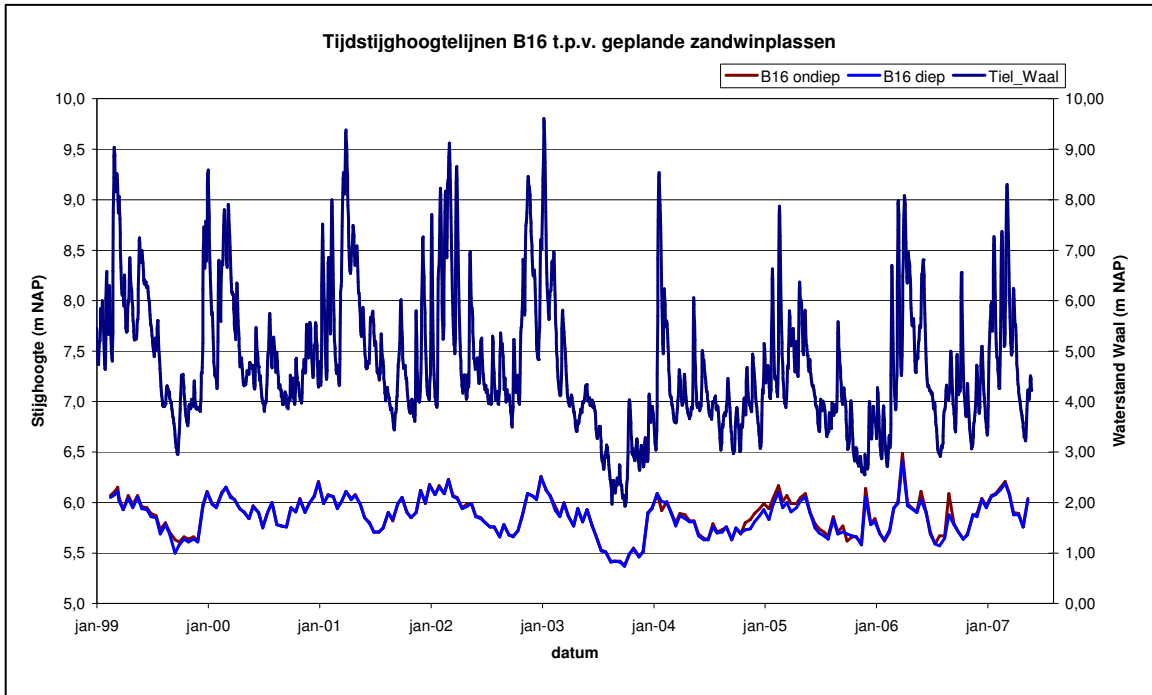
In de omgeving van het plangebied zijn door Geertjesgolf in 1999 in totaal 27 peilbuizen geïnstalleerd met een ondiep (freatisch) filter en een diep filter (stijghoogte). Deze peilbuizen zijn ruimtelijk verdeeld over zowel stedelijk als agrarisch gebied. In bijlage IV is de ligging van deze lokale peilbuizen weergegeven. Deze 27 peilbuizen worden sinds 1999 tweewekelijks waargenomen. Ook de NITG peilbuizen (P172 en P218) worden in de meetronde meegenomen. De tijdstijghoogtelijnen van de peilbuizen is in bijlage V opgenomen. In bijlage IV is tevens een tabel opgenomen met de gegevens van de peilbuizen, zoals de x- en y-coördinaat, GHG, GLG en gemiddelde. Met de tijdstijghoogtelijnen wordt goed inzicht verkregen in:

- het huidige grondwater- en stijghoogteregime;
- de invloed van de extreme hoge en lage Waalstanden op de grondwaterstanden en stijghoogte;
- hydrologische effecten na realisatie van de plassen.

Uit de locatiekaart blijkt dat peilbuis 16 is gelegen tussen de oost- en westplas. De tijdstijghoogtelijnen van het ondiepe freatische filter en het diepe filter is nader geanalyseerd. Om de interactie tussen de grondwaterstand en de stijghoogte kwalitatief te beoordelen, zijn voor peilbuis 16 de tijdstijghoogtelijnen vergeleken met het waterpeil in de Waal. In afbeelding 2.3 zijn de tijdstijghoogtelijnen van peilbuis 16 en het Waalpeil weergegeven. Uit deze afbeelding zijn de volgende observaties te maken met betrekking tot de interactie tussen grondwater en oppervlaktewater:

- er zit nauwelijks tot geen verschil tussen de grondwaterstand en de stijghoogte, De deklaag heeft dus nauwelijks invloed, ofwel de weerstand is laag;
- de fluctuaties van de grondwaterstand en de stijghoogte bedragen maximaal 1 m (+/- 0,50 m rond het gemiddelde van NAP + 5,88 m);
- de fluctuatie van de Waalstand bedraagt maximaal 6,50 m;
- de grondwaterstand en de stijghoogte volgen de Waalstand in sterk gedempte vorm, de interactie is dus beperkt (de peilbuizen dicht bij de Waal, zoals B1 tot en met B4 kennen een grotere fluctuatie (4,50 m) en volgen de Waal beter, zie bijlage V);
- seizoensfluctuaties zijn zowel in de stijghoogte als in de Waalstand duidelijk waarneembaar.

Afbeelding 2.3. Tijdreeks peilbuis B16 versus de Waalstand



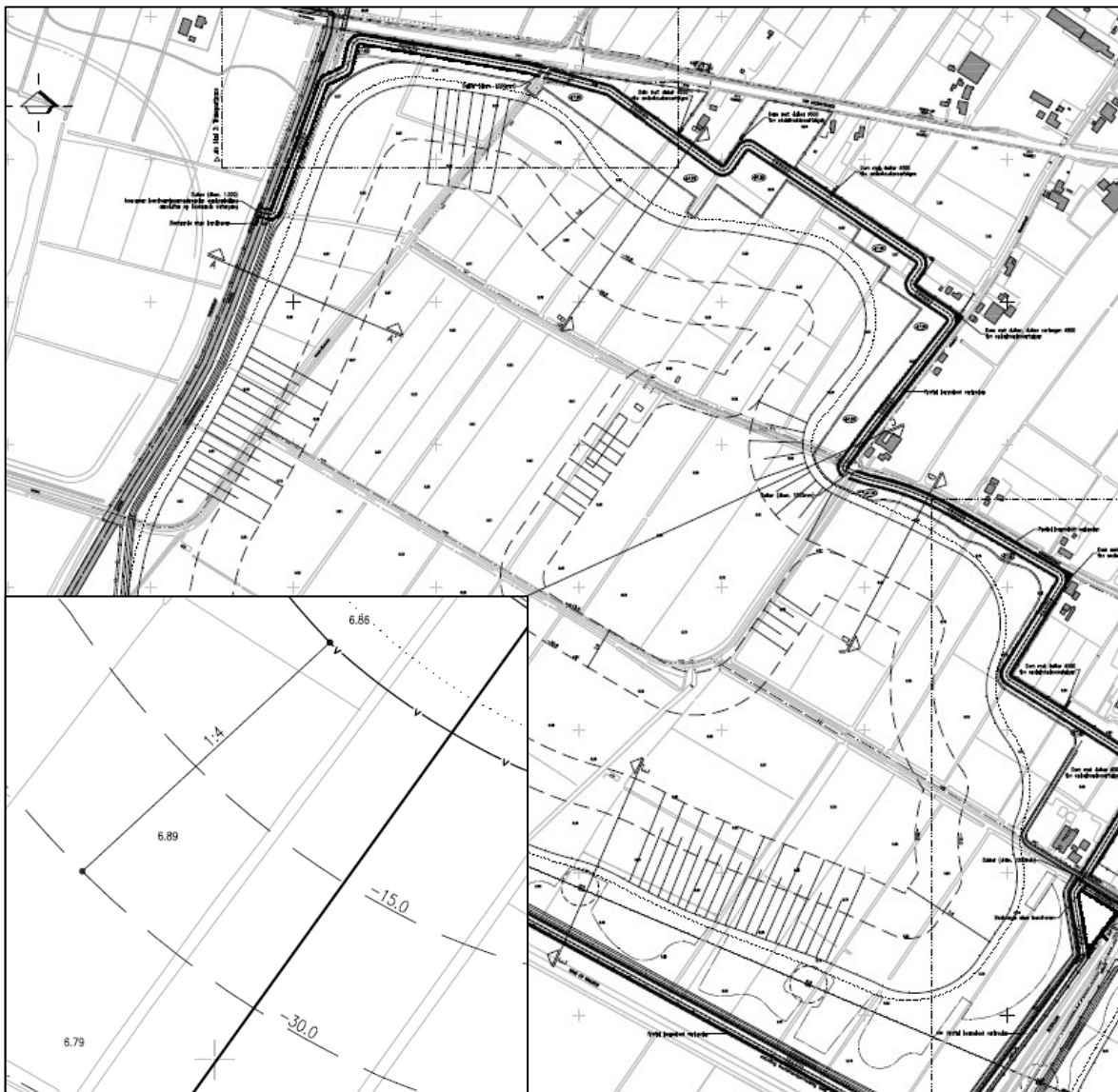
3. BESCHRIJVING VOORGENOMEN ZANDWINNING

3.1. Contouren en diepten zandwinning

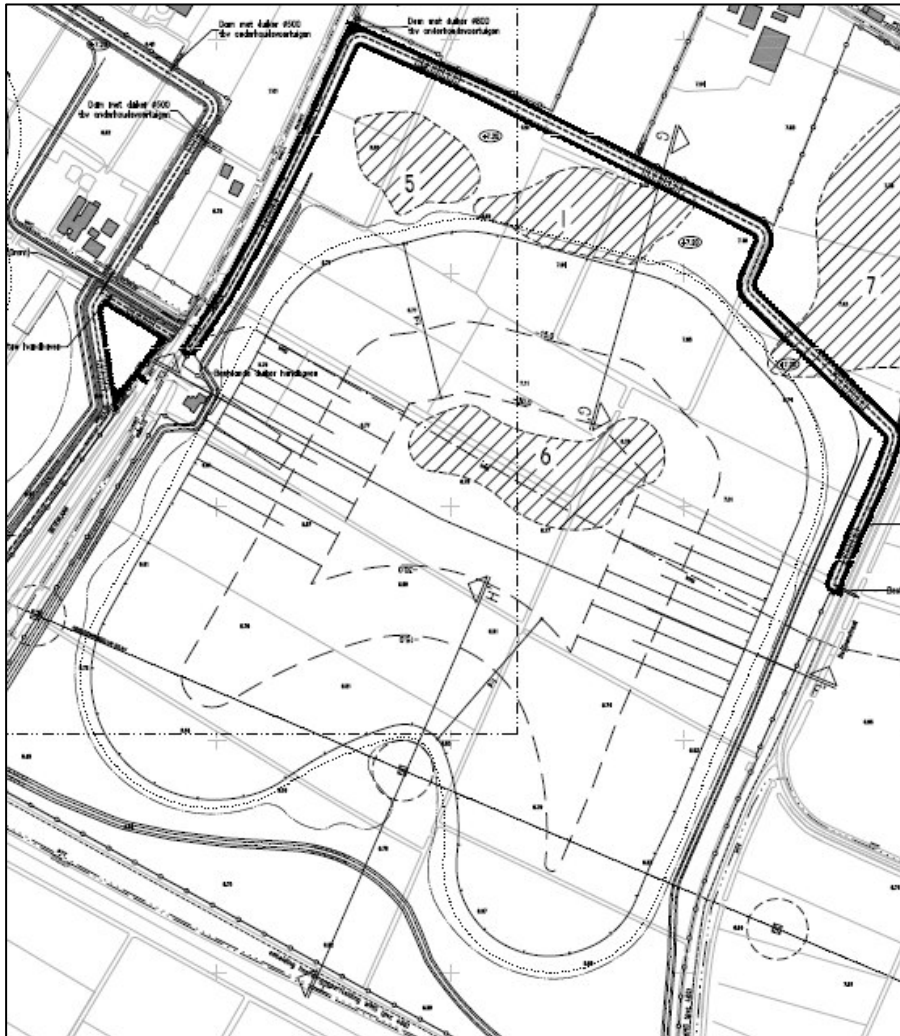
In afbeelding 2.1 zijn reeds de contouren (aan maaiveld) van zowel de oostplas als de westplas gepresenteerd. Aan maaiveld heeft de oostplas en de westplas een omvang van respectievelijk circa 24 ha en circa 98 ha.

Beide plassen worden vanaf maaiveld ontgraven tot een bodemdiepte van circa NAP - 30 m onder een talud van 1:4. De ontgravingscontouren zijn in afbeelding 3.1 en 3.2 gepresenteerd. In afbeelding 3.1 is tevens een detail van de ontgravingscontour van de westplas opgenomen.

Afbeelding 3.1. Ontgravingscontouren westplas (inclusief detail)



Afbeelding 3.2. Ontgravingscontouren oostplas



3.2. Activiteiten en fasering

In tabel 3.1 is de globale planning van de zandwinactiviteiten weergegeven. In deze planning is uitgegaan van een 12-urige werkdag (van 07.00 uur tot 19.00 uur) en 280 werkdagen per jaar.

Tabel 3.1. Planning zandwinning

fase	activiteit	jaar	gemiddelde			
			Mln m ³ TV	dagen/jr	uren/dag	m ³ TV/uur
1. oostplas	winning	2,5 - 3,0	5,132	280	12	509 - 611
2. westplas	winning	9,5 - 10,0	22,229	280	12	661 - 696
Totaal		12,0 - 13,0	27,361	280	12	626 - 678

TV = toutvenant (in-situ volume grond inclusief poriënvolume).

Na fase 1 (zandwinning oostplas) wordt het afdek materiaal (klei) dat afkomstig is van de oostplas teruggestort in de plas. Daar komt ook nog het klei uit de westplas bij zodat er in de oostplas een plas-dras situatie ontstaat.

Uit tabel 3.1 kan worden afgeleid dat vanuit de winplassen gemiddeld per uur ca. 650 m³ toutvenant wordt onttrokken (met een range van 509 tot 696 m³/uur). Deze hoeveelheid wordt met een persleiding naar een ontwateringsinstallatie vervoerd die in de nabijheid van het begin van de transportband is gesitueerd. Om het toutvenant te kunnen verpersen wordt het verdund met transportwater in een verhouding van ca. 1:4 (zand:water). Bij het ontwateren wordt het grootste deel van het transportwater en een deel van de fijnste korrelfractie afgescheiden en teruggevoerd naar de plaats van winning. Het ontwaterde toutvenant wordt vervolgens per transportband naar de Voorhaven vervoerd en daar in een onderwaterdepot gestort. Aangenomen dat 10% fijne fractie achterblijft, het poriënvolume in situ 30 % bedraagt en er 15 % hangwater wordt meegevoerd op de transportband dan wordt er op de winlocatie dus netto gemiddeld per uur 470 m³ volume aan de bodem onttrokken (met een range van 369 - 504 m³). Dit volume wordt, zonder het treffen van maatregelen, aangevuld door grondwater dat vanuit de omgeving komt toestromen.

3.3. Compenserende maatregel

Een dergelijke grondwateronttrekking zou kunnen leiden tot een verandering van de stijghoogte en de grondwaterstand die in de omgeving van de winplassen merkbaar is.

Om dergelijke geohydrologische effecten tijdens uitvoering te voorkomen, is er door Winruimte Geertjesgolf BV voor gekozen om de grondwateronttrekking uit de plas tijdens de ontzanding te compenseren met aanvoer van Waalwater (of water uit een naburige plas). Vanuit het oogpunt van waterkwaliteit in de plas worden bij aanvoer van Waalwater in deze orde van grootte (max. ca. 500 m³ /uur) overigens geen negatieve effecten verwacht.

Voor het bepalen van de effecten van de zandwinning wordt dus in dit effectrapport uitgegaan van netto 0 m³ grondwateronttrekking uit de plas. Het effect dat dan nog optreedt is het effect van de aanwezigheid van een waterplas en het (later) opvullen van de oostplas. Dit houdt geohydrologisch in dat grond vervangen wordt door water. Het effect hiervan op de grondwaterstanden wordt in hoofdstuk 6.1 nader toegelicht.

4. GRONDWATERMODEL

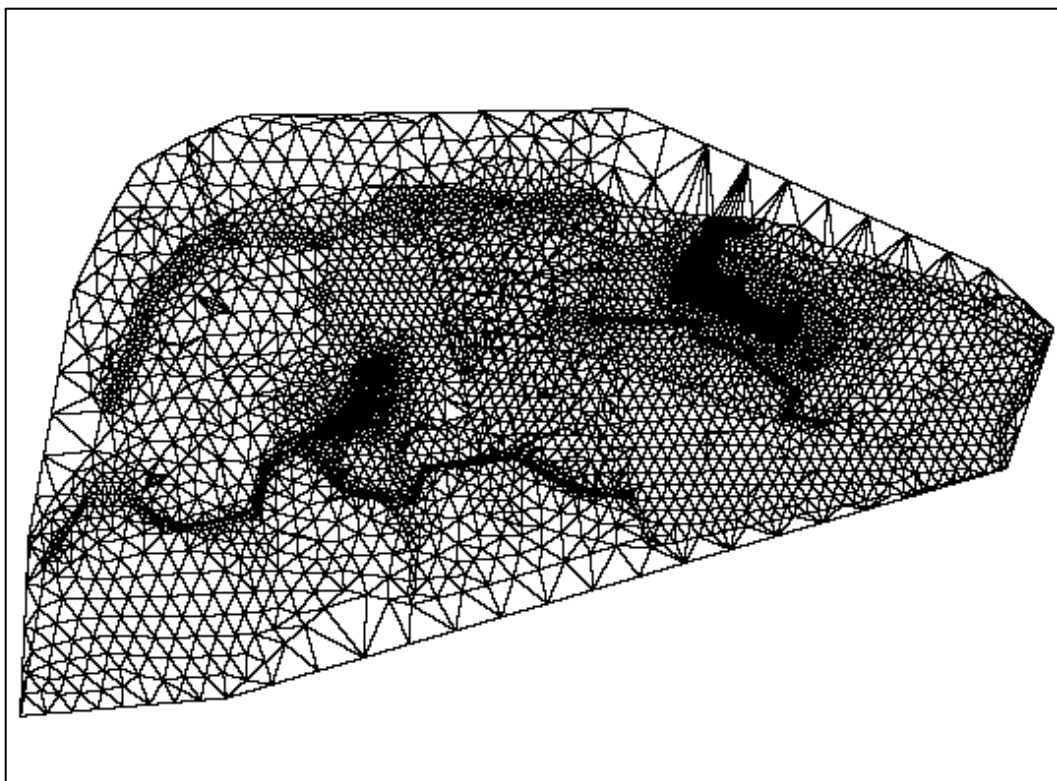
4.1. Gebruik en aanpassing bestaande grondwatermodel

Witteveen+Bos heeft in opdracht van waterschap Rivierenland voor het Land van Maas en Waal aan de hand van de Waterlood-methodiek een peilbesluit opgesteld, waarbij naar een optimaal grond- en oppervlaktewatersysteem wordt gestreefd. Hiervoor is een gedetailleerd tijdsafhankelijk grondwatermodel (MicroFem) voor het beheersgebied 'Land van Maas en Waal' ontwikkeld door gebruik te maken van twee bestaande modellen, namelijk:

- geohydrologisch model Geertjesgolf (DHV, 1993);
- geohydrologisch model Watergoed (GeoDelft, 1995).

Het model van Geertjesgolf uit 1993 beslaat het oostelijke deel van het bemalingsgebied van het gemaal Quarles van Ufford en het model van Watergoed uit 1995 het westelijke deel. De grondwatermodellen overlappen deels. Het samengevoegde model is reeds zowel stationair als niet-stationair gekalibreerd. Het netwerk van het samengevoegde model is in afbeelding 4.1 weergegeven.

Afbeelding 4.1. Netwerk grondwatermodel Land van Maas en Waal



Met het instrumentarium zijn 4 (peil)maatregelenpakketten doorgerekend. Tevens zijn de relaties tussen de rivierwaterstanden en het binnendijkse grondwaterstandsverloop in beeld gebracht. Het voorkeursmaatregelenpakket is opgenomen in het ontwerp-peilbesluit. Een en ander in nauw overleg met een maatschappelijke klankbordgroep. In de inspraakprocedure zijn vervolgens geen bezwaren binnengekomen. Het peilbesluit is inmiddels vastgesteld door het bestuur van het waterschap en goedgekeurd door de provincie Gelderland.

Het goed gekalibreerde bestaande tijdsafhankelijk grondwatermodel 'Land van Maas en Waal' is uitstekend geschikt voor deze effectstudie en vormt een prima vertrekpunt. Het waterschap Rivierenland heeft toestemming gegeven voor het gebruik van het model.

Aanpassing model

Het netwerk van het bestaande model is aangepast aan de geometrie van de zandwinlocaties. Tevens is de knooppuntafstand in het netwerk in en om de plassen lokaal verfijnd tot een onderlinge afstand van circa 25 m.

4.2. Validatie instationair

Het bestaande grondwatermodel is vervolgens niet-stationair gevalideerd. De validatie heeft plaats gevonden aan de hand van de gemeten gemiddeld 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 periode van minimaal 8 jaar het gemiddelde wordt genomen van elke 3 hoogste respectievelijk laagste freatische grondwaterstand per jaar, waarbij voor elk jaar minimaal elke 2 weken een grondwaterstand bekend is. 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 4.1 weergegeven.

De gemiddelde afwijking bedraagt 0,10 m. De gemiddeld absolute afwijking bedraagt 0,20 m. Dit is een goed validatieresultaat.

Tabel 4.1. Statistisch resultaat instationair model versus peilbuizen Winruimte Geertjesgolf BV

	statistische parameters (m)			
	GV	GAV	maximaal	minimaal
GLG	0,12	0,19	0,75	-0,15
GHG	0,09	0,21	0,66	-0,29
totaal	0,10	0,20		

Ruimtelijke spreiding

In bijlage VI zijn de bollenkaarten opgenomen, waarin de ruimtelijke spreiding van de gemiddelde afwijking is weergegeven. De bollen op de kaarten geven het verschil aan tussen de berekende GHG/GLG minus de gemeten GHG/GLG. De kleur en omvang van de bollen geven daarbij de richting en omvang aan van het verschil tussen de berekende en gemeten GHG/GLG. Uit de kaarten blijkt dat de grootte van de verschillen ruimtelijk varieert, onafhankelijk van de locatie. Verder komen er zowel rode als blauwe bollen voor. De afwisseling tussen de grootte en kleur van de bollen is goed want dit betekent dat er geen systematische fout in het model zit.

In bijlage VII zijn de berekende en gemeten tijdstijghoogtelijnen van een aantal representatieve peilbuisfilters opgenomen. Uit de kleine verschillen tussen de berekende en gemeten stijghoogte blijkt dat het model de fluctuaties en het absolute NAP-niveau goed voorspelt.

Conclusie instationaire validatie

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

de berekening van de absolute grondwaterstanden op perceelsniveau bedraagt de bandbreedte enkele decimeters.

5. REFERENTIESITUATIE

De referentiesituatie voor het geohydrologisch effectonderzoek is de huidige situatie zonder de zandwinplassen Geertjesgolf. De referentiesituatie volgt rechtstreeks uit het bestaande en aangepaste grondwatermodel. Van de referentiesituatie is het volgende op kaart in bijlage VIII gepresenteerd:

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

Op de kaart van de berekende GHG is te zien dat in de referentiesituatie de grondwaterstanden in de omgeving van de geplande zandwinplassen (bijna) tot aan maaiveld stijgen (klassen 0-20 cm-mv en 20-40 cm-mv). Alleen in het natuurgebied bij Bergharen stijgt het grondwater aanzienlijk minder hoog in een GHG-situatie (180-220 cm-mv). De GHG geeft ook inzicht in de ontwateringsdiepte in een natte situatie. Indien deze minder is dan 60 cm-mv bij bebouwing is het in de huidige referentiesituatie theoretisch mogelijk dat er risico bestaat tot grondwateroverlast.

Bij een GLG-situatie liggen de grondwaterstanden in de omgeving van de geplande zandwinplassen rond de 60 tot 140 cm-mv. Bij deze GLG-situatie zakt in het natuurgebied bij Bergharen het grondwater uit tot meer dan 220 cm-mv.

De berekende gemiddelde stijghoogten ten opzichte van NAP laten zien dat op regionale schaal de richting van de grondwaterstroming zuidwestelijk is.

Uit de kwel- en infiltratiekaart blijkt dat zowel de omgeving van de geplande zandwinplassen als (de hogere delen van) het natuurgebied bij Bergharen infiltratiegebieden zijn. Kwelgebieden komen voor ten westen van de geplande zandwinplassen.

Doelrealisatie voor de landbouw

De landbouwopbrengsten voor de referentiesituatie zijn bepaald met behulp van het Waternood-Instrumentarium. In dit instrumentarium wordt op basis van de Waternood-systematiek de nat- en droogteschade voor de landbouw in beeld gebracht. Daarbij is gebruik gemaakt van de bodemkaart, de landgebruikskaart (LGN4) en de berekende GHG en GLG. De nat- en droogteschade wordt uitgedrukt als percentage van de potentiële productie, dat is de productie die onder hydrologisch ideale omstandigheden kan worden behaald. Van de referentiesituatie is het volgende op kaart gepresenteerd en eveneens in bijlage IX opgenomen:

- nat- en droogteschade landbouw;
- doelrealisatie landbouw.

Door de hoge GHG worden in de omgeving van de geplande zandwinplassen natschades berekend. De natschade varieert tussen de 5 % en 25 %. Droogteschade komt ook in het gehele gebied voor en varieert tussen de 5 % en 15 %. De nat- en droogteschade tezamen bepalen de uiteindelijke doelrealisatie. De doelrealisatie is voor nagenoeg het gehele gebied aanvaardbaar tot optimaal.

6. EFFECTEN ZANDWINNING

In dit hoofdstuk worden de effecten van de zandwinning voor verschillende fasen van de plassen beschreven. Om de effecten te begrijpen wordt in paragraaf 6.1 een theoretische beschouwing gegeven van de mogelijk te verwachten effecten als gevolg van het realiseren van een plas. De verschillende fasen (twee tussenfasen en de eindsituatie) zijn in paragraaf 6.2 gedefinieerd. De wijze waarop de fasen in het grondwatermodel zijn ingebracht is beschreven in paragraaf 6.3. Voor deze fasen zijn de hydrologische effecten berekend ten opzichte van de referentiesituatie (huidige situatie). In paragraaf 6.4 worden deze hydrologische effecten gepresenteerd en beschreven. Tot slot zijn in paragraaf 6.5 de effecten op landbouw en bebouwing beschreven.

6.1. Theoretisch effect zandwinning

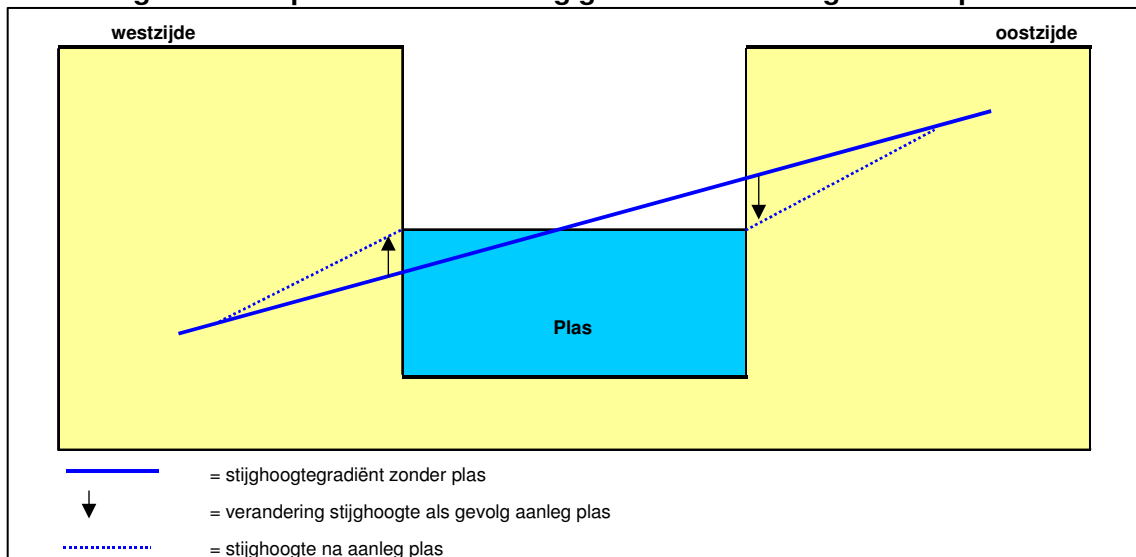
In deze paragraaf wordt een theoretische beschouwing gegeven van de mogelijk te verwachten effecten als gevolg van het realiseren van een plas (en het dempen van de oostplas). Er treden 3 typen effecten op:

1. het grondwaterverhang ter plaatse van de plas wordt horizontaal;
2. de grondwaterfluctuatie wordt gedempt;
3. de grondwaterstand wordt opgestuwd door de klei-opvulling van de oostplas.

Ad 1. Verhang ter plaatse van de plassen wordt horizontaal

In de huidige situatie stroomt het grondwater ter plaatse van de geplande zandwinplassen Geertjesgolf in zuidwestelijke richting (zie paragraaf 2.6. en hoofdstuk 5). 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 6.1.

Afbeelding 6.1. Principeschets vereffening grondwaterverhang door de plas

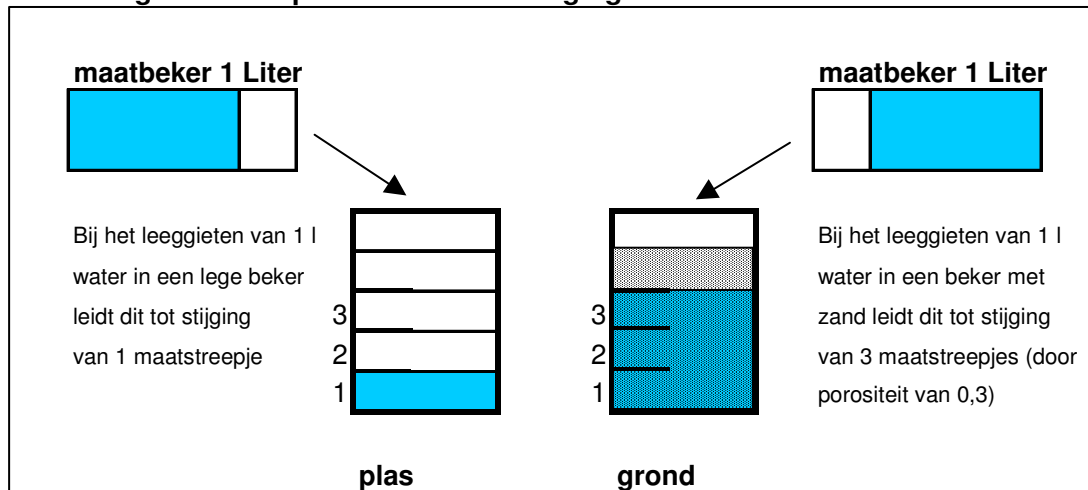


Ad 2. Grondwaterfluctuatie wordt gedempt

In de huidige situatie fluctueert het grondwater ter plaatse van de geplande zandwinplassen Geertjesgolf maximaal circa 1 m (+/- 0,50 m rond het gemiddelde van NAP + 5,9 m). Door het afgraven van het watervoerende pakket wordt het zand verwijderd. Zand kent een

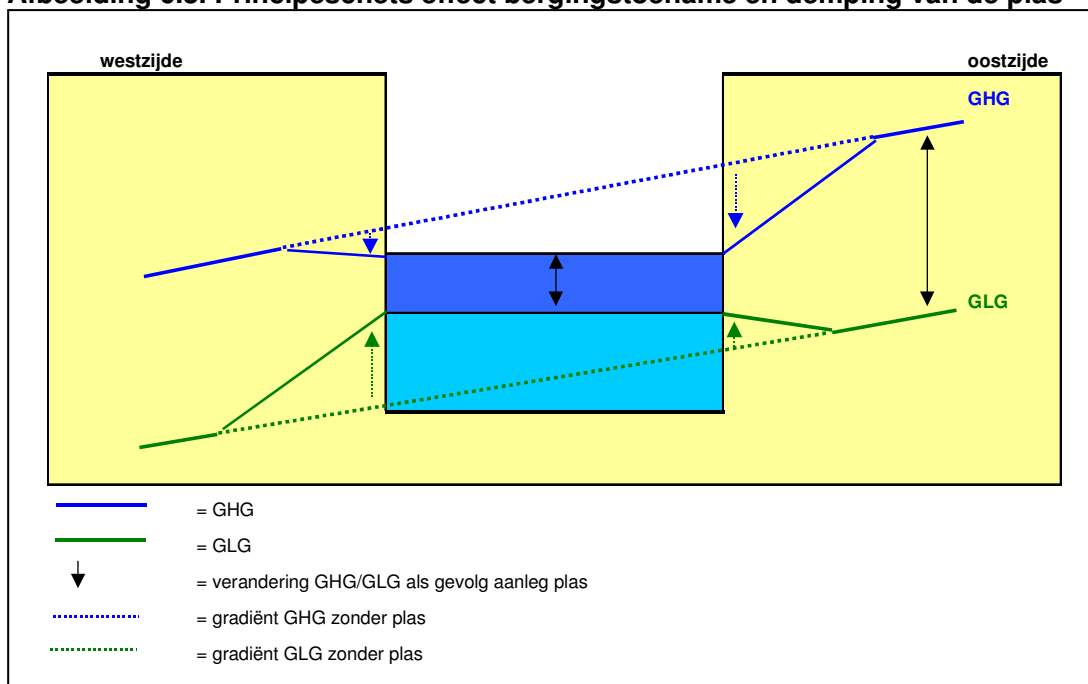
porositeit van circa 30 %. Dit betekent dat in 1 m³ zand circa 1/3 m³ water geborgen kan worden. In 1 afgegraven m³ grond kan 1 m³ water geborgen worden. Dit verschil van berging is weergegeven in afbeelding 6.2. In deze afbeelding is te zien dat 1 liter water in het zand leidt tot een driemaal zo hoge 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 de het bergingsvolume circa factor 3 toe (per m³ volume van 1/3 naar 1 m³).

Afbeelding 6.2. Principe verschil waterberging



Deze toename van het bergingsvolume in de plas zorgt voor een demping van de grondwaterstandfluctuatie. 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 oostzijde meer dan de westzijde) en een **verhoging** van de GLG aan beide zijden van de plas (vanwege gradiënt aan de westzijde meer dan de oostzijde).

Afbeelding 6.3. Principeschets effect bergingstoename en demping van de plas



Ad 3. Obstakel oostplas

Opgemerkt wordt dat de verandering in de oostplas geohydrologisch relevant kan zijn. Hier wordt het zandpakket eerst afgegraven waardoor er een waterplas ontstaat (fase 1). Vervolgens wordt de ontstane oostplas opgevuld met grond uit de afgegraven deklaag afkomstig van de oostplas en westplas. Deze grond is kleiig van aard en slechter doorlatend dan het zandpakket dat er momenteel aanwezig is. De opgevulde oostplas kan daarmee een 'obstakel' vormen voor de grondwaterstroming (afhankelijk van mate van 'afsluiten' watervoerend pakket). Indien het watervoerend pakket voor meer dan 80 % tot 90 % afgesloten wordt kan de opgevulde oostplas zorgen voor **opstuwing** (verhoging) van het grondwater aan de noordoostzijde, en een **verlaging** van de grondwaterstijghoogten aan de zuidwestzijde.

6.2. Beschrijving door te rekenen fasen

Zoals geschreven in paragraaf 3.2 vindt de zandwinning plaats in den natte met een zandzuiger. Het gewonnen zand gaat samen met (grond)water in een persleiding richting ontwateringsinstallatie nabij het begin van de transportband. Hierbij is de te verpersen verhouding 1 deel zand met 4 delen (grond)water (1:4). Het transportwater gaat retour naar de plas, het onttrokken bodemvolume (zand) dat via de transportband naar de Voorhaven wordt vervoerd, wordt weer gecompenseerd met de inlaat van Waalwater (of vanuit een plas uit de omgeving). Hierdoor is de netto grondwateronttrekking nul kubieke meter per dag. Dit betekent dat de uitvoeringwijze geohydrologisch met 0 m³/uur grondwateronttrekking geen effecten heeft. Derhalve worden een aantal maatgevende geohydrologische ontwikkelingsstadia (grootte) van de plassen gedefinieerd.

In totaal zijn er drie maatgevende situaties te onderscheiden, die samenhangen met de fasering (zie ook afbeelding 6.4):

1. de situatie na aanleg oostplas (na fase 1);
2. de situatie halverwege aanleg westplas en (deels) dempen oostplas (halverwege fase 2);
3. de eindsituatie na fase 2 (ofwel permanente situatie).

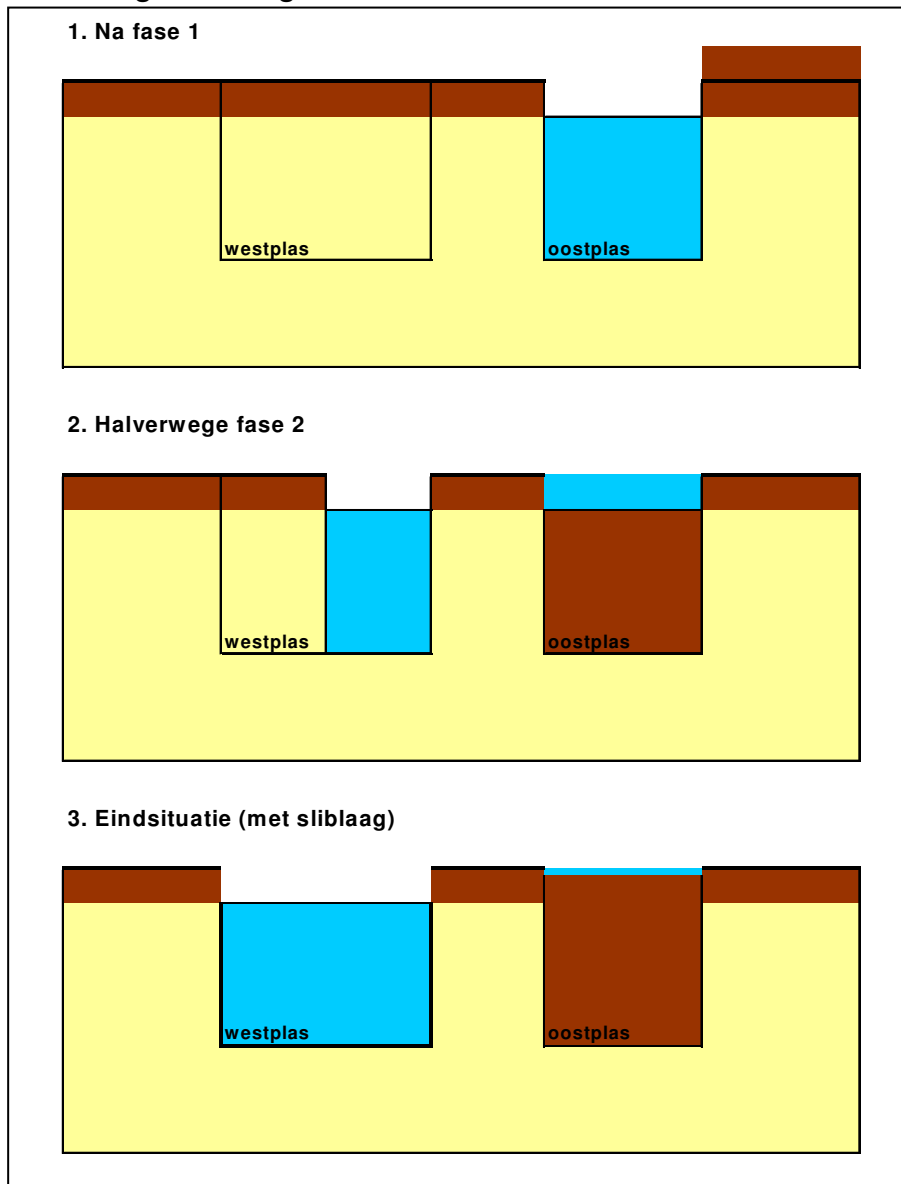
6.3. Modelleren van de fasen

Voor het kunnen berekenen van het effecten van de verschillende fasen van de zandwinning zijn de volgende aanpassingen in de modelparameters aangebracht:

- contouren van de west- en oostplas, en de fasering van de westplas;
- zones die worden ontgrond krijgen een verhoogde doorlatendheid ($kD = 150.000 \text{ m}^2/\text{dag}$), zodat het (grond)water er nagenoeg geen weerstand tegen horizontale stroming ondervindt. Het berekende oppervlaktewaterpeil (= grondwaterstand) zal in de ontgrondingsplas daardoor een vlak verloop kennen;
- zones die worden ontgrond krijgen een maximale bergingscoëfficiënt ($\mu = 1$), (zie paragraaf 6.1);
- een lagere doorlatendheid in de oostplas, na de ontgronding wordt (klei)materiaal teruggebracht met een lagere doorlatendheid dan het oorspronkelijke zand en grind ($k = 0,05 \text{ m}/\text{dag}$);
- een weerstandsbiedende (slib)laag in de westplas in de eindsituatie ($C_{\text{slib}} = 5$ dagen). Dit omdat na de zandwinning de kleine fractie (fijn zand en klei) achterblijft en/of wordt teruggebracht in de plas. Dus:
- na fase 1: geen sliblaag in oostplas;
 - halverwege fase 2: geen sliblaag in de westplas;
 - eindsituatie sliblaag in de westplas met een weerstand van 5 dagen;

- zones die worden ontgrond en waar een plas ontstaat krijgen een verhoogde verdamping;
- de bestaande waterhuishouding wordt losgekoppeld van de plassen. Er wordt in de plas geen peil opgelegd waardoor het plaspeil vrij kan bewegen afhankelijk van de grondwaterstand.

Afbeelding 6.4. Maatgevende situaties



6.4. Hydrologische effecten

In bijlage X zijn de hydrologische effecten van de drie maatgevende situaties (verschillende plasstadia) op de gemiddelde grondwaterstand, de GHG de GLG en de kwel/infiltratiefluxen gepresenteerd. In het nu volgende wordt een korte toelichting op de kaarten gegeven.

Veranderingen van de grondwaterstand en stijghoogte

De grondwaterstands- en stijghoogteveranderingen zijn door de compenserende maatregel 'inlaat Waalwater' minimaal, en blijven grotendeels beperkt binnen het projectgebied.

In de eindsituatie wordt aan de westkant van de westplas een gemiddelde stijghoogteverhoging berekend van circa 0,05 m à 0,1 m. Vanaf de westelijke oever van de westplas bedraagt het invloedsgebied (5 cm verhogingslijn) circa 300 m. Aan de oostkant van de westplas wordt een gemiddelde stijghoogteverlaging berekend van circa 0,05 m à 0,1 m. Het invloedsgebied (5 cm verlaginglijn) bedraagt vanaf de oostelijke oever van de westplas circa 100 m. Tevens is het opstuwende effect van de gedempte oostplas zichtbaar. Hierdoor stijgt de stijghoogte aan de oostzijde licht (enkele centimeters) en daalt de stijghoogte aan de westzijde van de oostplas (5 à 10 cm).

Het niet-stationaire effect (demping als gevolg toename bergingsvolume) wordt duidelijk in het stijghoogteverloop in de plassen en de berekende verandering van de GHG en de GLG. Dit aspect is weergegeven in bijlage XI waarin het berekende tijdstijghoogteverloop is gepresenteerd voor de oostplas, westplas en de peilbuizen 7, 10, 18 en 19. In deze afbeeldingen is het verloop voor de referentiesituatie en de permanente (eindsituatie) weergegeven. In de afbeeldingen is het effect van de plassen goed te zien, de grondwaterstandfluctuatie neemt ter plaatse van de plas af. Daarbuiten worden nauwelijks veranderingen berekend.

Uit de kaarten in de bijlage blijkt dat voor de eindsituatie:

- de GHG met circa 5-15 cm daalt in het gebied van circa 300 m ten (noord)oosten van de westplas. Ten (zuid)westen van de westplas wordt een lichte stijging van de GHG berekend. Deze stijging blijft beperkt tot een zone van circa 50 m. Ten zuidwesten van de oostplas wordt in een zone van circa 300 m een daling van de GHG van 5 cm tot 10 cm berekend. De verlaging wordt veroorzaakt door het opstuwende effect van het slecht doorlatende materiaal in deze oostplas;
- de GLG stijgt met 5 cm tot 25 cm in een zone van circa 800 m rondom de plassen. Het is opvallend dat de effecten op de GLG groter zijn dan op de GHG en de gemiddelde stijghoogte. Dit komt doordat het drainagesysteem een getrapte werking heeft: bij hoge grondwaterstanden gaan greppels en ondiepe sloten ook water afvoeren. Doordat meer greppels en drainagemiddelen in werking zijn bij hogere grondwaterstanden, worden veranderingen in de stijghoogte meer gedempt dan bij lagere grondwaterstanden. Hierdoor is het effect op de GLG relatief groter dan op de GHG.

Verder blijkt uit de berekeningsresultaten dat de eindsituatie maatgevend is voor de effecten in de omgeving. Dit betekent dat met het inlaten van Waalwater het gewenste effect wordt bereikt.

Op basis van expert-judgement wordt ingeschat dat de plassen op een MHW-situatie (Maatgevende Hoog Water op de Waal) een dempend effect hebben. Hierdoor zullen naar verwachting de stijghoogte en grondwaterstand minder hoog stijgen dan in de huidige referentiesituatie.

Veranderingen van de kwel- en infiltratieflux

De hoeveelheid kwel (over de deklaag) neemt in de eindsituatie in het gebied ten zuidwesten van de westelijke plas toe met circa 0,1 à 0,3 mm/dag (tot circa 1.500 meter afstand). Deze toename van kwel resulteert in de verhoogde GLG. Bij de oostelijke plas wordt de kweltoename juist berekend ten noordoosten van de plas (tot 1.000 meter afstand). Dit komt door de opstuwende werking van de kleiopvulling.

In de plassen zelf wordt een afname van kwel berekend. Dit komt doordat in de huidige situatie een kwelsituatie heerst ter plaatse van de geprojecteerde plassen. Als er eenmaal sprake is van een plas, is de kwel weggevallen en is er dus een afname van kwel.

6.5. Afgeleide effecten

Op basis van de berekende hydrologische effecten zijn de afgeleide effecten op de landbouw, natuur en bebouwing beschreven.

Doelrealisatie landbouw

Het effect van de diverse plasstadia op de landbouwopbrengsten (doelrealisatie) is bepaald met behulp van het Waternood-Instrumentarium.

De opbrengstvermindering door wateroverlast vindt vooral zijn oorzaak in een slechte begaanbaarheid van de grond in het voorjaar en een verlaat groeiseizoen. Opbrengstvermindering door verdroging ontstaat voornamelijk in het groeiseizoen. De opbrengstvermindering is gerelateerd aan de verandering van de GHG en GLG, het gewas en het bodemtype.

Van de drie maatgevende situaties (na fase 1, halverwege fase 2, en eindsituatie) is het volgende op kaart gepresenteerd en in bijlage XII opgenomen:

- verandering nat en droogteschade landbouw;
- verandering doelrealisatie landbouw.

Uit de berekende nat- en droogteschadekaarten blijkt dat in het invloedsgebied zowel de droogteschade als de natschade afneemt. De verandering van de nat- en droogteschade bepaalt de uiteindelijke verandering van de doelrealisatie. De doelrealisatie voor landbouw neemt door de afname van zowel de droogte- als natschade juist toe. Dit betekent dat de 'aanwezigheid' van de plassen juist voornamelijk positieve effecten heeft op de landbouwkundige productie.

Voor enkele incidentele spots op perceelsniveau neemt de doelrealisatie af. De afname wordt in het WaterNood-Instrumentarium veroorzaakt door een toename van natschade. Uit een nadere beschouwing blijkt dat de toename optreedt in zeer lokale depressies in het landschap. Gezien de zeer marginale stijging in GLG ter plaatse van de berekende toename in natschade (ordegrootte 5 à 10 cm), zal dit op perceelsschaal uitmiddelen en niet tot merkbare vermindering in landbouwkundige productie leiden.

Risico op verdroging bij het natuurgebied Munnikhof/Bergharen

Het natuurgebied Munnikhof/Bergharen ten zuiden van de plassen wordt niet beïnvloed door de plassen. Derhalve worden geen negatieve effecten van de zandwinplassen op dit natuurgebied verwacht.

Risico op grondwateroverlast bij bebouwing

Door de aanwezigheid van de plassen stijgt de GHG aan de zuidwestzijde van de westplas, aan de noordzijde van de plassen wordt een verlaging van de GHG berekend. Een verhoging van de GHG kan leiden tot wateroverlast bij bebouwing. De grootste stijgingen doen zich uiteraard voor direct naast de plas. Wateroverlast wordt hier gedefinieerd als een grondwaterstand (GHG) hoger dan 70 cm onder maaiveld (ofwel een ontwateringscriteria van 70 cm-mv).

De dichtstbijzijnde bebouwing bevindt zich ten noorden van de plassen. Hier is geen sprake van een verhoging van de GHG, maar een verlaging. Hier zal geen sprake zijn van grondwateroverlast veroorzaakt door de aanwezigheid van de plassen, eerder een afname

van de kans op grondwateroverlast. Binnen het beperkte zuidwestelijk invloedsgedied van de westplas waar de GHG wel stijgt bevinden zich geen woningen/boerderijen. Derhalve kan er ook geen grondwateroverlast bij bebouwing optreden.

Risico op zetting bij bebouwing

De deklaag bestaat uit zettingsgevoelige klei- en veengronden. Een langdurige grondwaterstandsverlaging onder de GLG kan leiden tot zettingen en als gevolg daarvan schade aan gebouwen.

Door de (aanleg en) aanwezigheid van de plassen stijgt juist de GLG. Hierdoor zal geen sprake zijn van zettingen. Derhalve wordt dan ook geen schade als gevolg van zetting bij bebouwing verwacht.

7. CONCLUSIE

De uitvoering van de zandwinning (met compenserende maatregel inlaat (Waal)water) en de eindsituatie zijn nagenoeg hydrologisch neutraal. Dit betekent dat geen negatieve hydrologische effecten optreden voor de landbouw, de natuur en de bebouwing in de omgeving van de plassen. De aanwezigheid van de plassen heeft zelfs een positief effect op de landbouwkundige productie. Deze neemt toe door afname van de nat- en droogteschade.

Winruimte Geertjesgolf BV wil eind 2013 starten met de aanleg van de Voorhaven en de zandwinning in de oost- en westplas, gepland ten zuiden van Winssen en net ten noorden van de provinciale weg N322. De zandwinning vindt plaats tot een diepte van circa NAP - 30 m. De oostplas wordt na winning van het zand volgestort met klei dat van de winlocaties afkomstig is (de zogenaamde afdeklaag). Hierdoor ontstaat voor de oostplas een plas-dras situatie. De westplas blijft op diepte en wordt een waterplas. In 2006 is een MER/SMB Zandwinning Winssen uitgevoerd. Voor de zandwinning dient een ontgrondingsvergunning te worden aangevraagd bij de provincie Gelderland.

Als onderbouwing voor de ontgrondingsvergunning heeft Witteveen+Bos een geohydrologisch effectonderzoek uitgevoerd. Centraal in dit onderzoek staat het op perceelsniveau gedetailleerd in beeld brengen van de grondwaterstandseffecten (en daarmee in de afgeleide effecten op de landbouw, natuur en gebouwen) als gevolg van de zandwinning.

Validatie bestaand model

Er is een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd, waarbij een bestaand niet-stationair grondwatermodel is gebruikt. Gebouwd voor het peilbesluit voor het beheersgebied 'Land van Maas en Waal'. Het bestaande grondwatermodel is vervolgens verfijnd (verdichting netwerk) en niet-stationair gevalideerd. De validatie heeft plaats gevonden aan de hand van de gemeten gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand (GHG en GLG) uit het landelijke peilbuizenmeetnet van NITG-TNO (3 peilbuizen) en het regionale meetnet van Geertjesgolf (27 peilbuizen met ondiepe en diepe filters). De grondwaterstand kan ter plaatse van de plassen en de omgeving met een absolute bandbreedte van 0,1 m à 0,2 m worden voorspeld. Hieruit wordt geconcludeerd dat het model voldoende nauwkeurig is voor het berekenen van de hydrologische effecten op perceelsniveau.

Compenserende maatregel

Vanuit de winplassen wordt gemiddeld per uur ca. 650 m³ toutvenant onttrokken. Deze hoeveelheid wordt met een persleiding naar een ontwateringsinstallatie vervoerd die in de nabijheid van het begin van de transportband is gesitueerd. Om het toutvenant te kunnen verpersen wordt het verdund met transportwater in een verhouding van ca. 1:4 (zand:water). Bij het ontwateren wordt het grootste deel van het transportwater en een deel van de fijnste korrelfractie afgescheiden en teruggevoerd naar de plaats van winning. Het ontwaterde toutvenant wordt vervolgens per transportband naar de Voorhaven vervoerd en daar in een onderwaterdepot gestort. Rekening houdende met het achterblijven van een deel van de fijne fractie, het poriënvolume in situ en het meevoeren op de band van een hoeveelheid hangwater dan wordt er op de winlocatie gemiddeld per uur 470 m³ volume netto aan de bodem onttrokken (met een range van 369 - 504 m³). Dit volume wordt, zonder het treffen van maatregelen, aangevuld door grondwater dat vanuit de omgeving komt toestromen.

Een dergelijke grondwateronttrekking kan leiden tot verlaging van de stijghoogte en grondwaterstand die in de omgeving merkbaar is. Om dergelijke geohydrologische effecten te voorkomen is er op voorhand door Winruimte Geertjesgolf BV voor gekozen om de grondwateronttrekking uit de plas tijdens de ontzanding te compenseren met de aanvoer van

Waalwater (of ander water). Zodra de plassen een redelijk omvang beginnen te krijgen kan deze externe aanvoer naar verwachting worden verminderd of worden beëindigd.

Effecten van de plassen

De realisatie van de plassen met de inlaat van Waalwater resulteert in het horizontaal worden van de hydrologische gradiënt en de afname van de fluctuatie van de grondwaterstand en stijghoogte (demping). Dit betekent dat voor de eindsituatie in gemiddelde hydrologische omstandigheden de grondwaterstand ten oosten van de plassen daalt en ten westen stijgt. Het invloedsgebied blijft beperkt dat een zone van 800 m.

Voor de eindsituatie is berekend dat de GHG met circa 5-15 cm daalt in een zone van circa 300 m ten (noord)oosten van de westplas. Ten (zuid)westen van de westplas wordt een lichte stijging van de GHG berekend. Deze stijging blijft echter beperkt tot een zone van circa 50 m. Ten zuidwesten van de oostplas wordt in een zone van circa 300 m een daling van de GHG van 5 tot 10 cm berekend. De verlaging wordt veroorzaakt door het opstuwend effect van het slecht doorlatend materiaal in deze plas. De GLG stijgt in de eindsituatie met 5 cm tot 20 cm in een zone van circa 800 m rondom de plassen.

De hydrologische effecten hebben voornamelijk een positief effect op de landbouwkundige opbrengst. Op enkele incidentele percelen na wordt zelfs een toename van de landbouwkundige opbrengst verwacht vanwege de afname van zowel de nat- als de droogteschade. De plassen hebben geen negatieve invloed op het natuurgebied bij Bergharen (verdroging). Ook wordt geen toename van het risico op grondwateroverlast verwacht om de GHG aan de noordzijde afneemt en de stijging aan de zuidzijde beperkt blijft tot een zone van 50 m (hierin staan geen gebouwen). Tot slot wordt geen schade aan bebouwing verwacht als gevolg van zetting omdat de GLG juist stijgt.

REFERENTIES

- DHV Milieu en Infrastructuur BV. Industriezandwinning locatie Geertjesgolf. Geohydrologische studie ten behoeve van Milieu-effectrapportage (dossiernummer D-1736-21-001, registratienummer MM-MN-930755). Amersfoort, november 1993;
- H+N+S Landschapsarchitecten en Witteveen+Bos. Hydrologische effecten onderzoek van de voorhaven, de zandwinlocaties Geertjesgolf en de uitbreiding van de Uivermeertjes. Utrecht/Deventer, april 2000;
- Landschappartners. Overzichtstekening (tekeningnummer WINN01-4-6006A) en ontgrondingscontouren plassen (tekeningnummer WINN01-4-6001A, blad 1 en 2). De Meern, september 2011;
- Royal Haskoning. MER/SMB Zandwinning Winssen (projectnummer 9R3151.A0). Nijmegen, september 2006;
- Witteveen+Bos. Waterhuishoudingsplan Geertjesgolf (H1-locatie). Deventer, maart 2011.

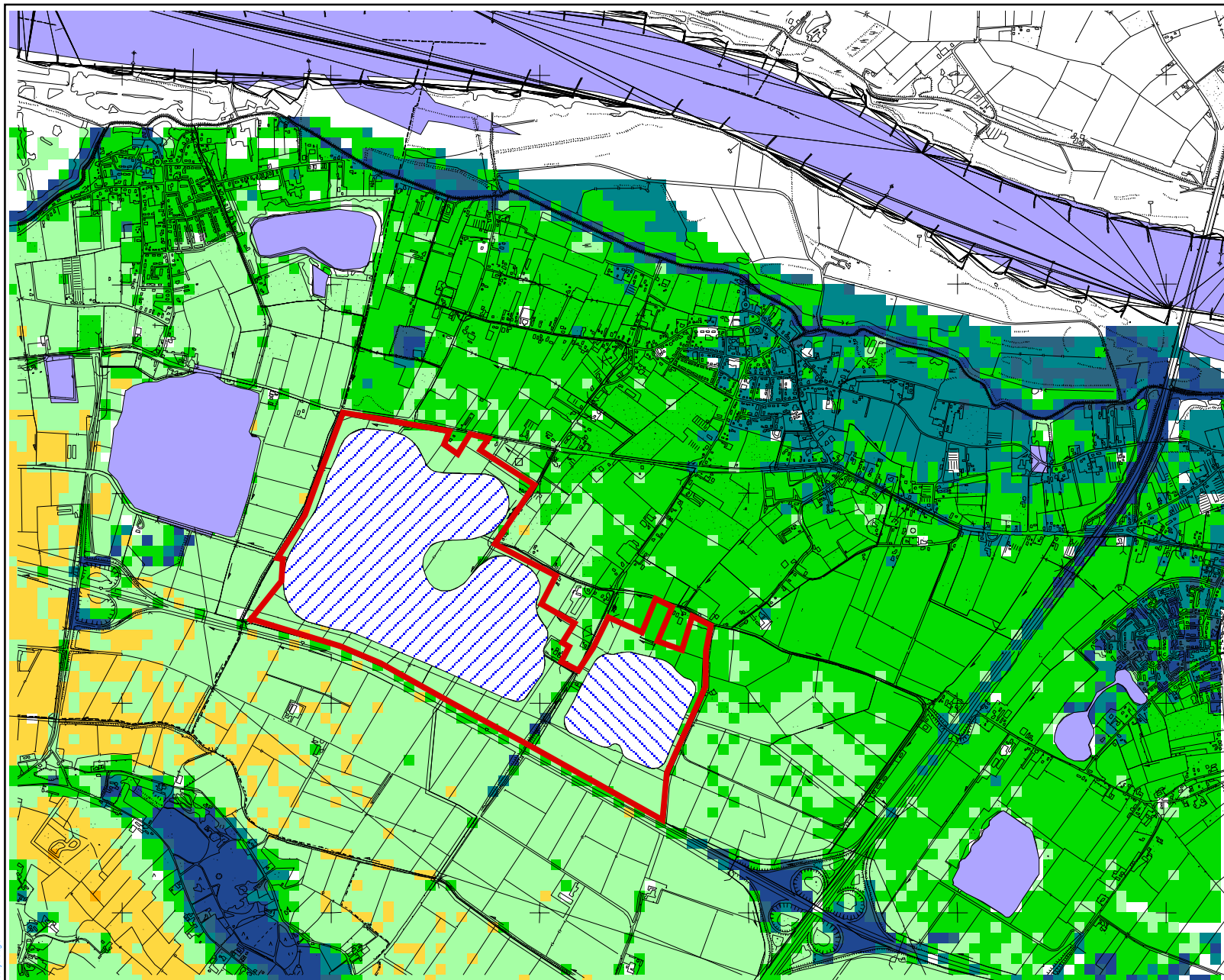
BEGRIPPENLIJST

Afsluitende laag:	Laag in de bodem die zo wordt genoemd vanwege zijn eigenschap dat hij grondwater slecht doorlaat.
Afwatering:	De afvoer van water via een stelsel van openwaterlopen naar een lozingspunt van het afwateringsgebied.
C-waarde:	Weerstand die een bodemlaag biedt tegen een verticale grondwaterstroming.
Capillaire opstijging:	Opwaartse stroming van water boven de grondwaterspiegel als gevolg van adhesiekrachten tussen water en de wand van nauwe kanalen (poriën) in de grond of keramische materialen.
Deklaag:	Slecht doorlatende bovenlaag.
DINO:	Digitale Informatie Nederlandse Ondergrond, een direct benaderbare databank voor grondwatergegevens in beheer bij TNO Grondwater en Geo-Energie in Delft.
Doorlatendheid:	Het vermogen van de grond om water en/of lucht door te laten.
Drainage:	De afvoer van water over en door de grond en door het waterlopenstelsel.
Drooglegging:	De afstand tussen het oppervlaktewaterpeil en het maaiveld.
Freatisch grondwater:	Het grondwater in de bovenste bodemlaag, dat (indirect) in contact staat met de atmosfeer. De freatische grondwaterstand is een andere term voor grondwaterspiegel.
Geohydrologie:	De leer van de grondwaterstroming en de -dynamiek in samenhang met de structuur en de opbouw van de ondergrond.
GHG:	Gemiddeld hoogste grondwaterstand. Dit is het gemiddelde van de drie hoogste grondwaterstanden van de afgelopen 8 jaren, gebaseerd op maandelijkse metingen.
GLG:	Gemiddeld laagste grondwaterstand. Dit is het gemiddelde van de drie laagste grondwaterstanden van de afgelopen 8 jaren, gebaseerd op maandelijkse metingen.
Grondwater:	Water beneden het grondoppervlak, meestal beperkt tot het water beneden de grondwaterspiegel.
Grondwaterisohypse:	Hoogtelijn voor de grondwaterstand of voor de stijghoogte van het grondwater. Een grondwaterisohypsenkaart geeft met lijnen (isohypsen) punten aan met gelijke stijghoogte. De kaart geeft onder andere informatie over de stromingsrichting van het grondwater.
Grondwateroverlast:	Wateroverlast door hoge grondwaterstanden. Bijvoorbeeld plasvorming op binnenterreinen of vocht in kruipruimten.
Hydrologische kringloop:	Een reeks processen en toestanden die water kan doorlopen (zoals neerslag, berging, afvoer, verdamping), waarbij telkens weer een andere toestand wordt bereikt.
Infiltratie:	Intreding van water in de bodem.
Inklinking:	Het proces van bodemdaling in klei- en veengebieden door ontwatering, samendrukking en bij veen ook afbraak (oxydatie of mineralisatie) van het organisch materiaal.
k-waarde:	De doorlatendheid van het zand, klei of veen.
kD-waarde:	Doorlaatvermogen of transmissiviteit (product van de k-waarde en de dikte van een zandpakket).
Kwel:	Het uittreden van grondwater.
Maaiveld:	Grondoppervlak, bovenzijde van de bodem.
Meetnetten van TNO:	TNO heeft verschillende grondwaterstandsmeetnetten in beheer. Dit betreft verschillende typen, zoals voor research, strategisch waterbeheer en operationeel waterbeheer. De meest voorkomen-

	de meetfrequentie is eenmaal per 14 dagen. De gegevens worden opgeslagen in DINO.
Methodiek Waterlood:	Een nieuwe kijk op het waterbeheer waarbij het grondwaterregime richtinggevend wordt gesteld voor de te hanteren oppervlaktewaterpeilen.
MHW:	Maatgevende HoogWater golf op een rivier
Ontwatering:	De afvoer van grondwater uit percelen over en door de grond en eventueel door drains, kleine sloten en greppels naar een stelsel van grote waterlopen, met als functie afwatering.
Ontwateringsdiepte:	De afstand tussen de hoogste grondwaterstand tussen twee ontwateringsmiddelen (sloot, drain) en het maaiveld.
Onverzadigde zone:	Deel van de grond boven de grondwaterspiegel, waarin de bodemporiën zowel water als lucht bevatten. De verzadigde zone is het deel waar de poriën geheel gevuld zijn met water.
Opbolling:	Het maximale hoogteverschil tussen de grondwaterspiegel en de waterstand in de drainagebuizen en/of watergangen.
Oppervlaktewater:	Water dat stroomt over of verblijft op het aardoppervlak.
Peilbuis:	Algemene term voor een buis of soortgelijke constructie met een kleine diameter waarin een grondwaterstand c.q. stijghoogte kan worden gemeten.
Peilgebied:	Een gebied waarin een en hetzelfde peil wordt nagestreefd.
Percolatie:	Neerwaartse beweging van water in de onverzadigde zone.
Piekafvoer:	De grootste afvoer die gedurende een hoogwaterperiode (na neerslag) voorkomt.
REGIS:	Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem, een interactief informatiesysteem dat beschikt over voor het waterbeheer relevante en actuele gegevens. REGIS wordt beheerd door TNO.
Stijghoogte:	Hoogte boven een referentievlak tot waar het water in een peilbuis stijgt. Deze stijghoogte is afhankelijk van de druk van het grondwater ter plaatse van de opening onder in de peilbuis.
Verdroging:	Schade aan land- en waternatuur als gevolg van lage grondwaterstanden, vermindering van kwelstromen, het droogvallen van water of de aanvoer van gebiedsvreemd water.
Wegzijing:	Neerwaartse stroming van grondwater.
Zetting:	Bodemdaling als gevolg van inklinking, van krimp, door de bouw van kunstwerken, het ophogen van de grond of het aanbrengen van andere materialen.

BIJLAGE I ALGEMENE GEGEVENS

Maaiveldhoogtekaart (AHN)



 projectgebied

 plas west

 plas oost

 oppervlaktewater

maaiveldhoogte (m NAP)

 3 - 4

 4 - 5

 5 - 6

 6 - 7

 7 - 8

 8 - 9

 9 - 10

 >10



Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

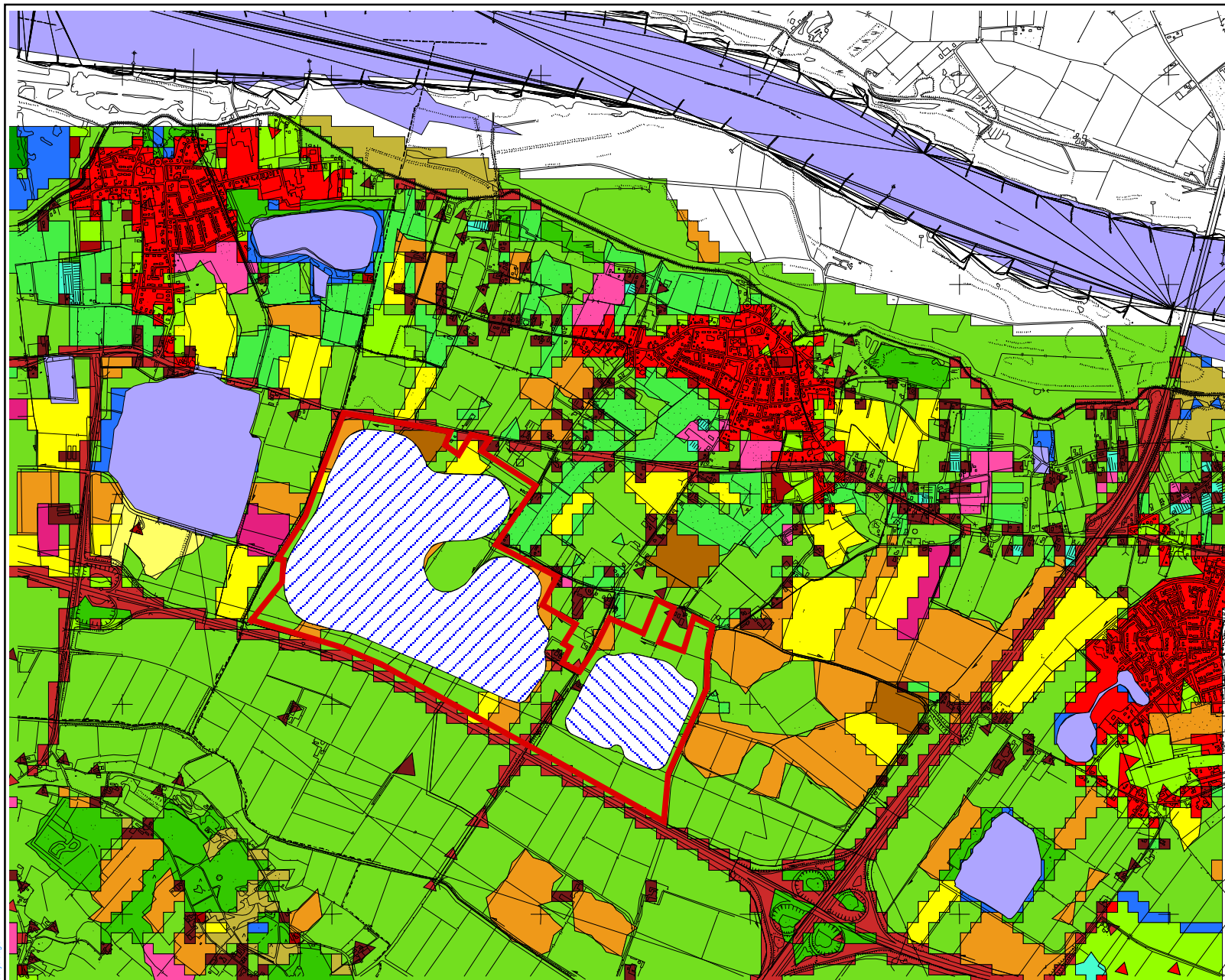
projectcode: BEUN13-12-1





getekend: Mark de Kuster

datum: 23 juli 2007

Witteveen **Bos**

Landgebruikskarta (LGN4)

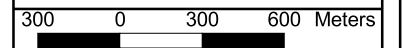


-  projectgebied
-  plas west
-  plas oost
-  oppervlaktewater

-  gras
-  maïs
-  aardappelen
-  bieten
-  granen
-  overige landbouwgewassen
-  glastuinbouw
-  boomgaard
-  loofbos
-  naaldbos
-  zoet water
-  zout water
-  stedelijk bebouwd gebied
-  bebouwing in buitengebied
-  loofbos in bebouwd gebied
-  naaldbos in bebouwd gebied
-  bos met dichte bebouwing
-  gras in bebouwd gebied
-  kale grond in bebouwd buitengebied
-  hoofdwegen en spoorwegen
-  bebouwing in agrarisch gebied
-  kwelders
-  open zand in kustgebied
-  open duinvegetatie
-  gesloten duinvegetatie
-  duinheide
-  open stuifzand
-  heide
-  matig vergraste heide
-  sterk vergraste heide
-  hoogveen
-  bos in hoogveengebied
-  overige moerasvegetatie
-  rietvegetatie
-  bos in moerasgebied
-  veenweidegebied
-  overig open gegroeid natuurgebied
-  kale grond in natuurgebied



Geohydrologische effectenstudie Geertjesgolf

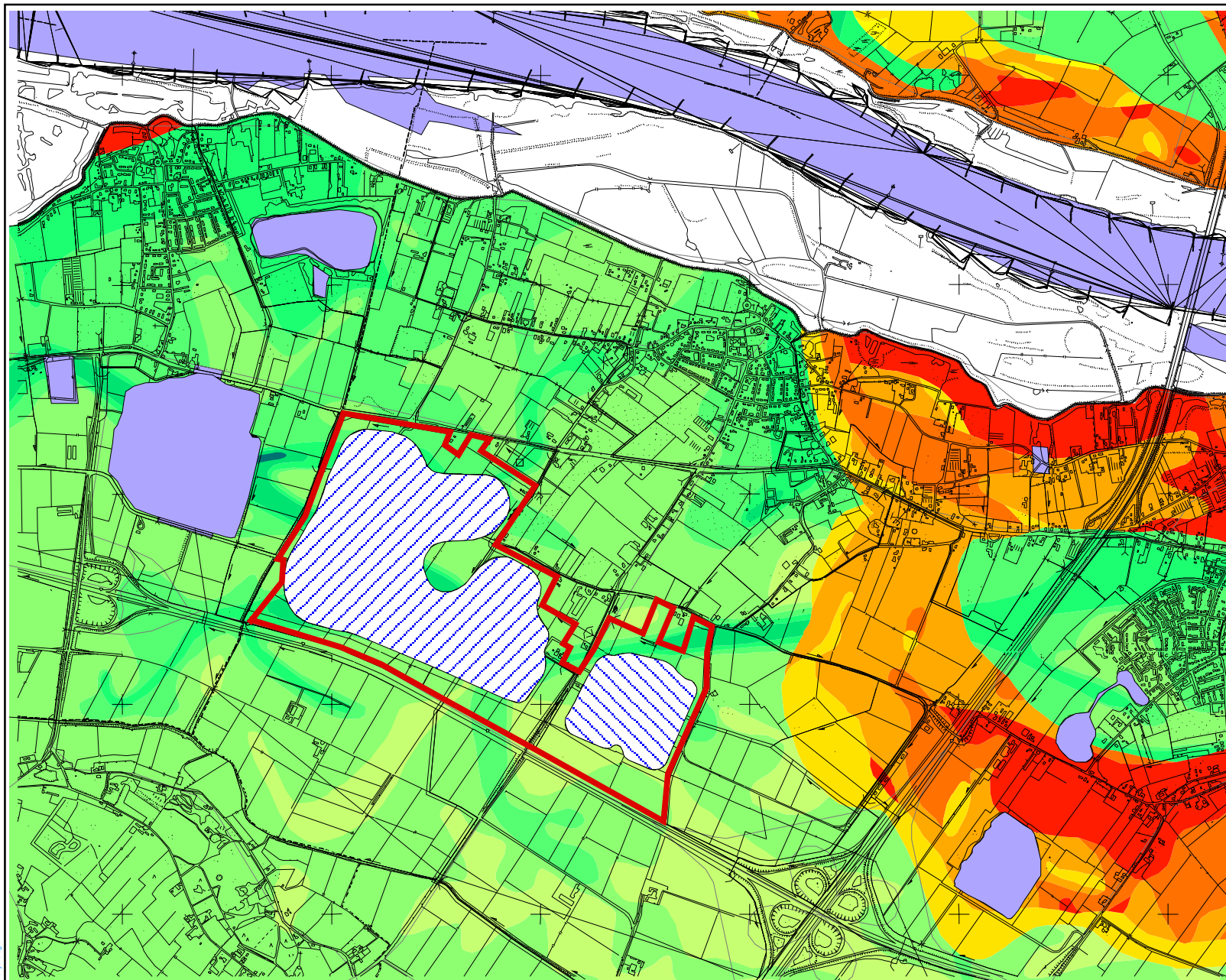


projectcode: BEUN13-12-1
 getekend: Mark de Kuster
 datum: 23 juli 2007



















BIJLAGE II ZANDBANENKAART

Zandbanenkaart



-  projectgebied
-  plas west
-  plas oost
-  oppervlaktewater

dikte zandbanen

-  Antropogeen verstoord
-  Ondoorl.mat.dikte 9-10 m
-  Ondoorl.mat.dikte 8-9 m
-  Ondoorl.mat.dikte 7-8 m
-  Ondoorl.mat.dikte 6-7 m
-  Ondoorl.mat.dikte 5-6 m
-  Ondoorl.mat.dikte 4-5 m
-  Ondoorl.mat. dikte 3-4 m
-  Ondoorl.mat. dikte 2-3 m
-  Ondoorl.mat.dikte 1-2 m
-  Ondoorl.mat.dikte 0-1 m
-  Doorl.mat.top 3.0-6.0 m-mv
-  Doorl.mat.top 2.0-3.0 m-mv
-  Doorl.mat.top 1.5-2.0 m-mv
-  Doorl.mat.top 1.0-1.5 m-mv
-  Doorl.mat.top < 1.0 m-mv



Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

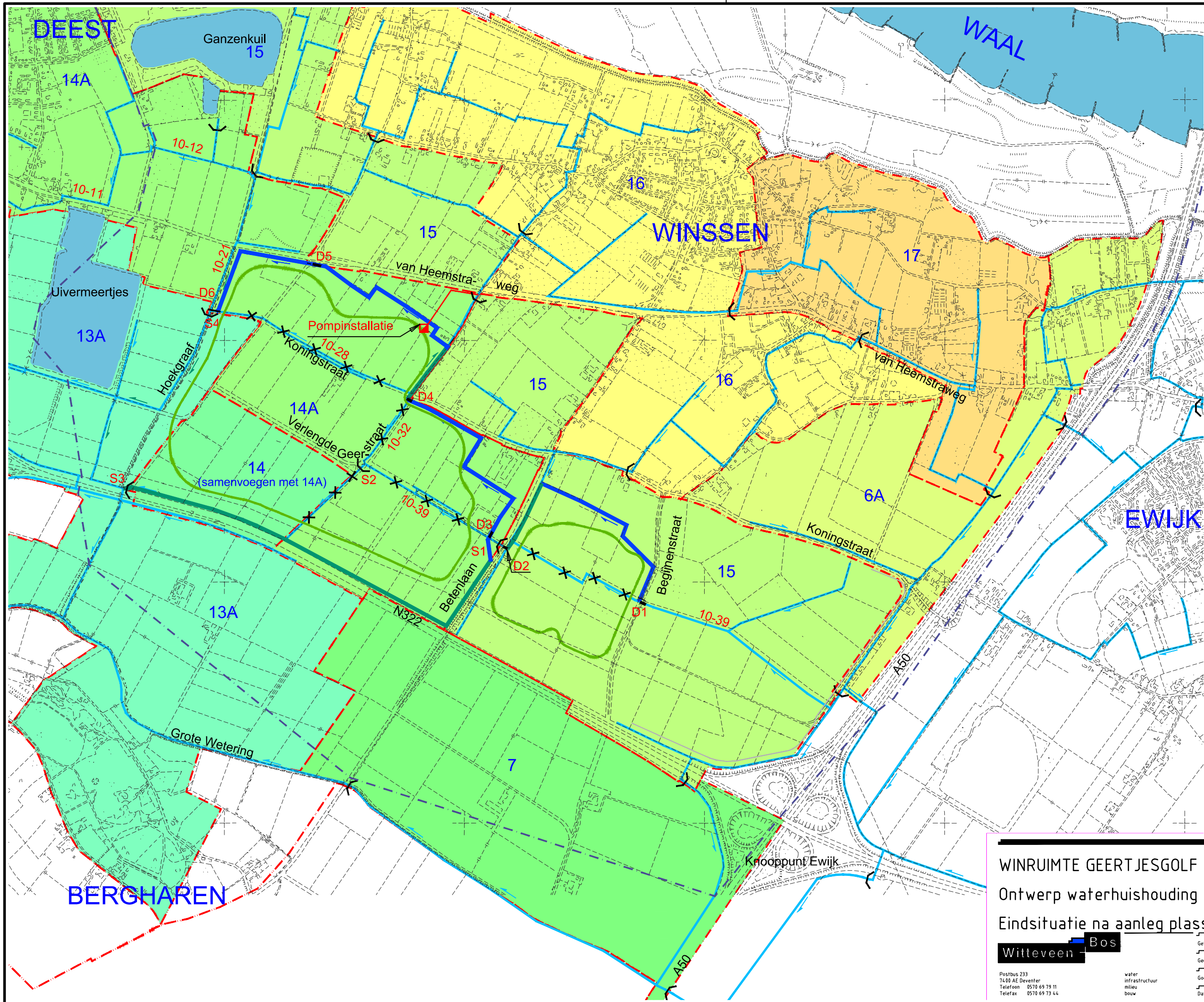
projectcode: BEUN13-12-1

getekend: Mark de Kuster

datum: 23 juli 2007

Witteveen **Bos**

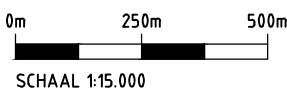
BIJLAGE III WATERHUISHOUDKUNDIGE SITUATIE NA AANPASSING



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-waterring
- te vervallen A-waterring
- nieuwe A-waterring
- te verruimen A-waterring
- grens peilvakken
- insteek plas / maaveld
- bestaande stuw
- stromingsrichting
- 10-39 legger nummer



WINRUIMTE GEERTJESGOLF C.V.
 Ontwerp waterhuishouding
 Eindsituatie na aanleg plassen

Witteveen **Bos**

Postbus 233
 7400 AE Deventer
 Telefoon 0570 69 79 11
 Telefax 0570 69 73 44

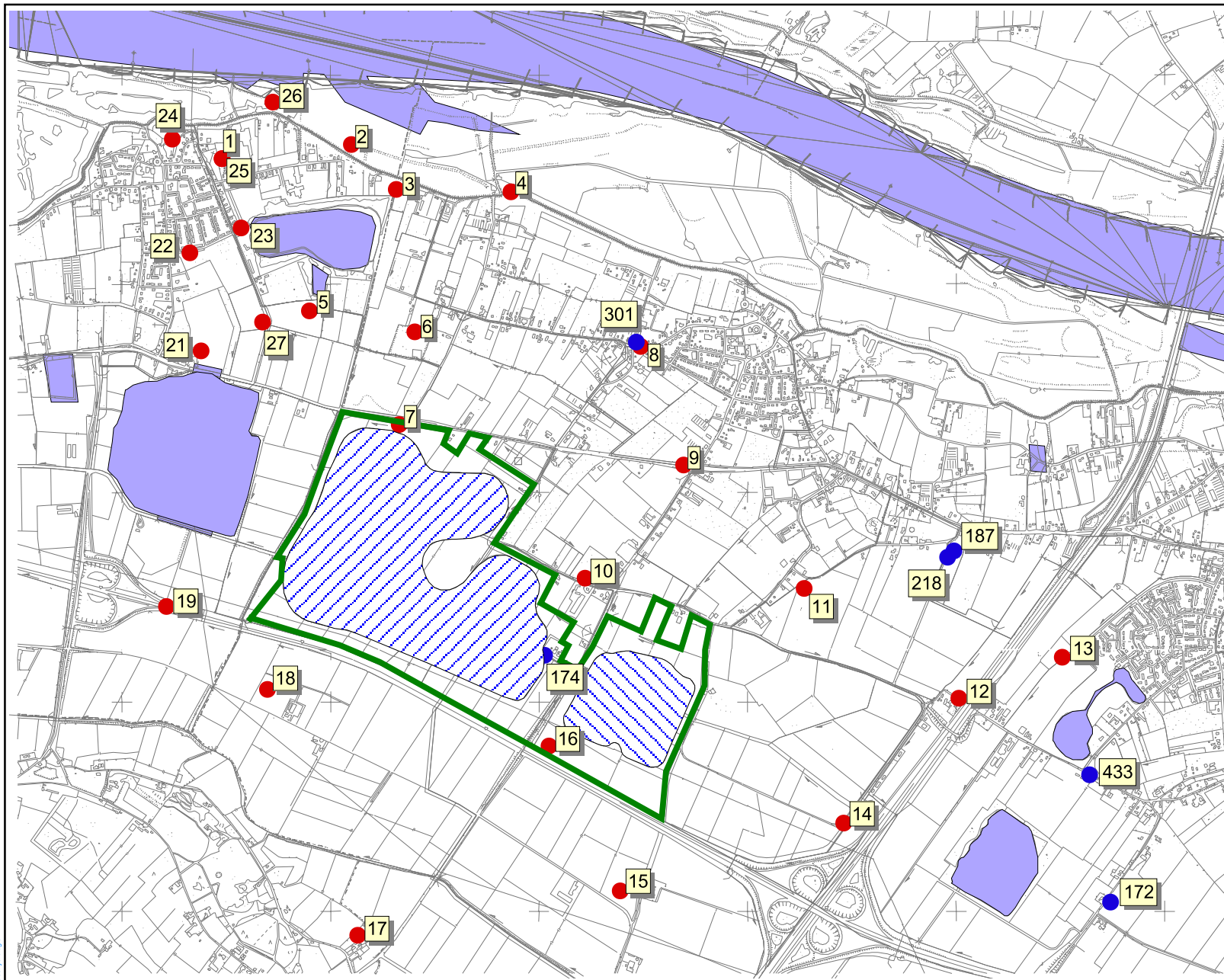
water
 infrastructuur
 milieu
 bouw

Ge tekend	M.J. Sluiter	Schaal	1:15.000
Gecontroleerd	P.H. Roeleveld	Beun13.14.2001	
Goedgekeurd	E.S.J. van Tuinen		
Datum	9 november 2010		

ACAD TEK: T:\TW\BOS\BEUN\BEUN13-14\CAO\2000\13132001.dwg

BIJLAGE IV MEETNET PEILBUIZEN GEERTJESGOLF

Locatiekaart meetnet peilbuizen



projectgebied

plas west

plas oost

oppervlaktewater

peilbuizen

meetnet Geertjesgolf

meetnet TNO-NITG

Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

projectcode: BEUN13-12-1
getekend: Mark de Kuster
datum: 27 augustus 2007

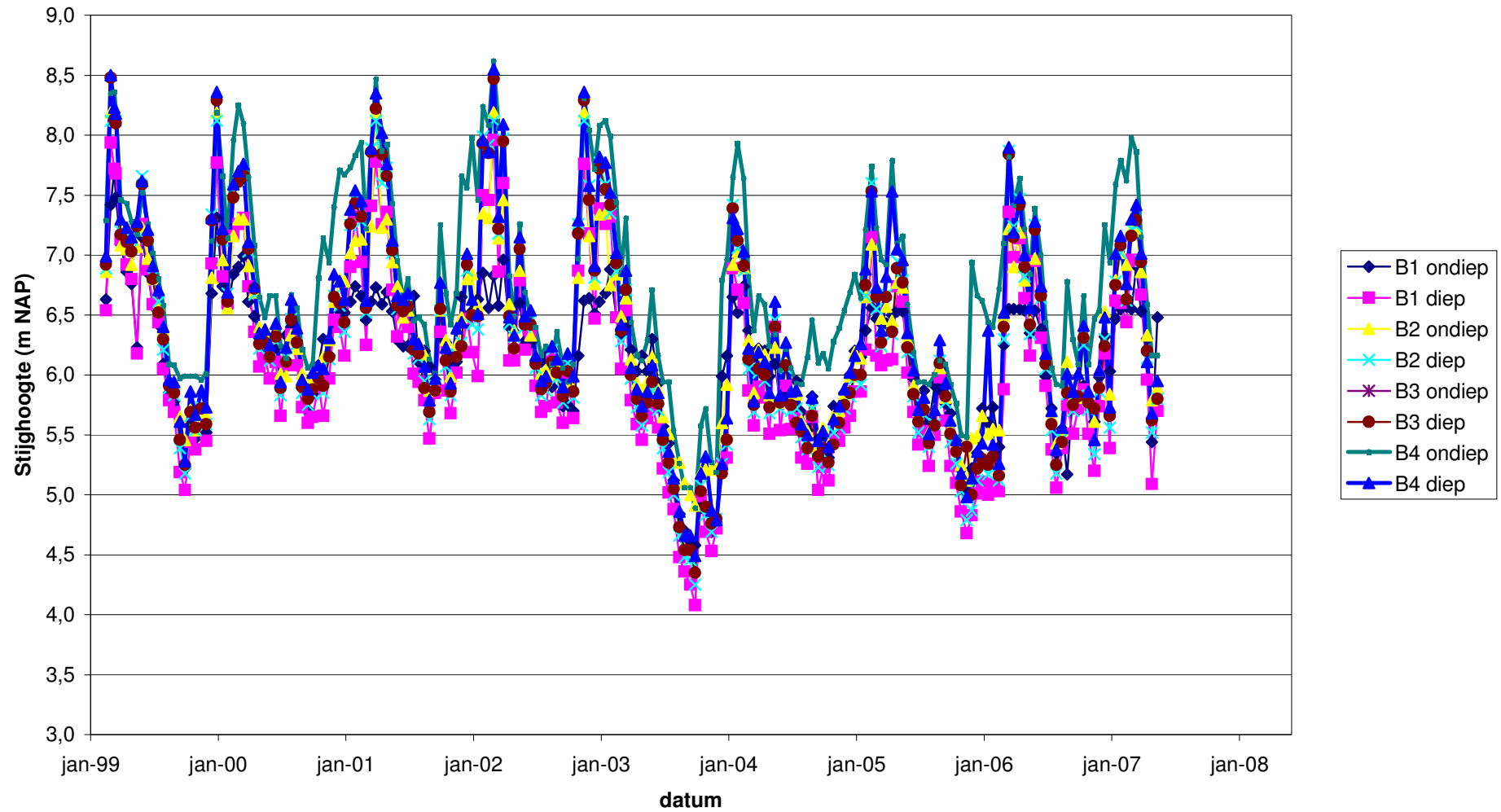
**Overzicht peilbuizen Geertjesgolf BV en NITG-TNO
Standen in m NAP**

PB	Xmodel	Ymodel	bk buis	GEM	GLG	GHG
B1 ondiep	174.477	433.599	8,05	6,14	5,44	6,79
B1 diep			7,96	6,06	5,16	7,19
B2 ondiep	175.095	433.667	8,19	6,33	5,57	7,26
B2 diep			8,12	6,27	5,31	7,53
B3 ondiep	175.312	433.451	8,90	6,43	5,60	7,51
B3 diep			8,80	6,30	5,38	7,55
B4 ondiep	175.859	433.439	9,34	6,79	5,85	7,89
B4 diep			9,26	6,42	5,47	7,65
B5 ondiep	174.895	432.869	7,51	5,96	5,43	6,48
B5 diep			7,42	5,98	5,45	6,47
B6 ondiep	175.399	432.770	7,80	6,12	5,62	6,51
B6 diep			7,70	6,08	5,49	6,68
B7 ondiep	175.324	432.326	8,00	6,13	5,69	6,45
B7 diep			7,93	5,81	5,40	6,20
B8 ondiep	176.480	432.700	8,23	6,43	6,03	6,80
B8 diep			8,16	6,35	5,75	6,93
B9 ondiep	176.686	432.133	8,36	6,39	5,88	6,88
B9 diep			8,27	6,37	5,87	6,86
B10 ondiep	176.215	431.589	7,50	6,07	5,73	6,37
B10 diep			7,44	6,04	5,69	6,36
B11 ondiep	177.263	431.540	8,19	6,46	5,99	6,92
B11 diep			8,12	6,40	5,99	6,81
B12 ondiep	178.003	431.015	8,20	6,40	6,14	6,64
B12 diep			7,93	6,38	6,09	6,61
B13 ondiep	178.498	431.211	8,24	6,60	6,44	6,82
B13 diep			8,13	6,45	6,14	6,76
B14 ondiep	177.453	430.417	7,90	6,12	5,88	6,34
B14 diep			7,82	6,12	5,90	6,31
B15 ondiep	176.384	430.093	7,42	5,80	5,60	5,97
B15 diep			7,32	5,80	5,60	5,97
B16 ondiep	176.042	430.787	7,89	5,88	5,63	6,11
B16 diep			7,83	5,86	5,62	6,09
B17 ondiep	175.126	429.881	7,03	5,49	5,31	5,64
B17 diep			6,98	5,50	5,32	5,65
B18 ondiep	174.694	431.057	7,01	5,55	5,33	5,73
B18 diep			6,89	5,54	5,32	5,73
B19 ondiep	174.210	431.454	7,56	5,65	5,47	5,88
B19 diep			7,39	5,48	5,27	5,68
B20 ondiep	173.081	431.548	7,09	5,38	5,14	5,60
B20 diep			7,02	5,36	5,14	5,57
B21 ondiep	174.376	432.678	7,26	5,75	5,35	6,10
B21 diep			7,16	5,65	5,24	6,06
B22 ondiep	174.323	433.148	7,76	5,98	5,34	6,62
B22 diep			7,69	5,93	5,26	6,67
B23 ondiep	174.568	433.266	7,88	5,99	5,50	6,42
B23 diep			7,80	5,97	5,31	6,71
B24 ondiep	174.240	433.691	7,89	6,05	5,17	7,05
B24 diep			7,80	6,04	5,17	7,11
B25 ondiep	174.477	433.599	8,30	7,03	6,24	7,81
B25 diep			8,29	6,25	5,17	7,70
B26 ondiep	174.720	433.870	8,80	6,53	5,48	7,77
B26 diep			8,70	6,27	5,10	7,84
B27 ondiep	174.670	432.816	7,44	5,84	5,46	6,20
B27 diep			7,38	5,82	5,35	6,28
P 218 ondiep	177.950	431.690	8,48	6,53	6,07	7,02
P 218 diep			8,48	6,54	6,11	7,05
P 172 diep	178.730	430.040	8,45	6,24	6,05	6,40
P 187 diep	177.980	431.720	7,82	6,40	6,01	6,99
P 174 ¹ diep	176.020	431.220	6,62	-	-	-
P 310 ¹ diep	176.480	432.700	7,50	-	-	-
P 433 ¹ diep	178.630	430.650	7,62	-	-	-

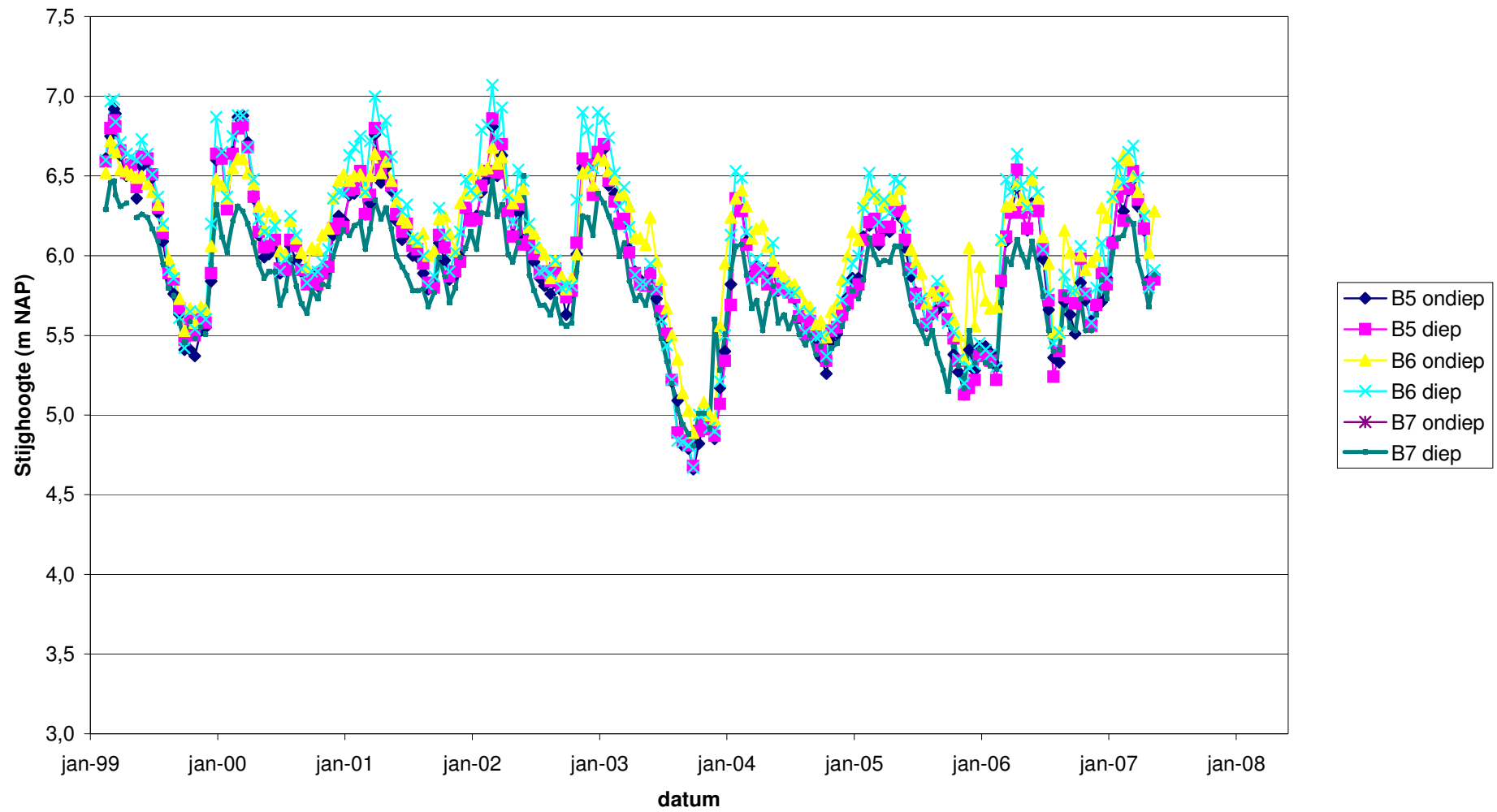
¹ = waargenomen t/m 31-10-2000

**BIJLAGE V TIJDSTIJGHOOGTELIJNEN PEILBUIZEN MEETNET GEERTJESGOLF
EN NITG-TNO**

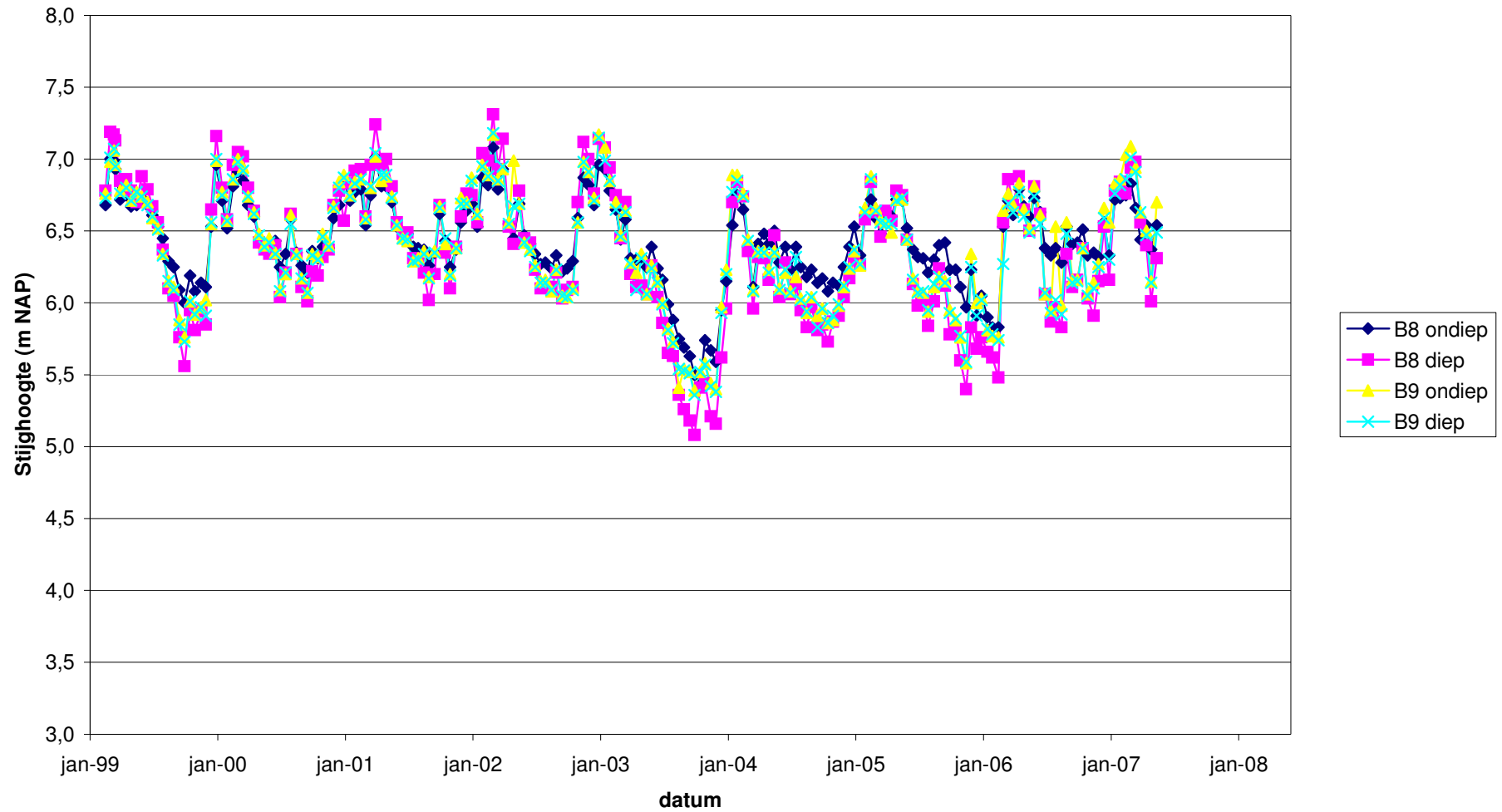
Tijdstijghoogtelijnen Deest



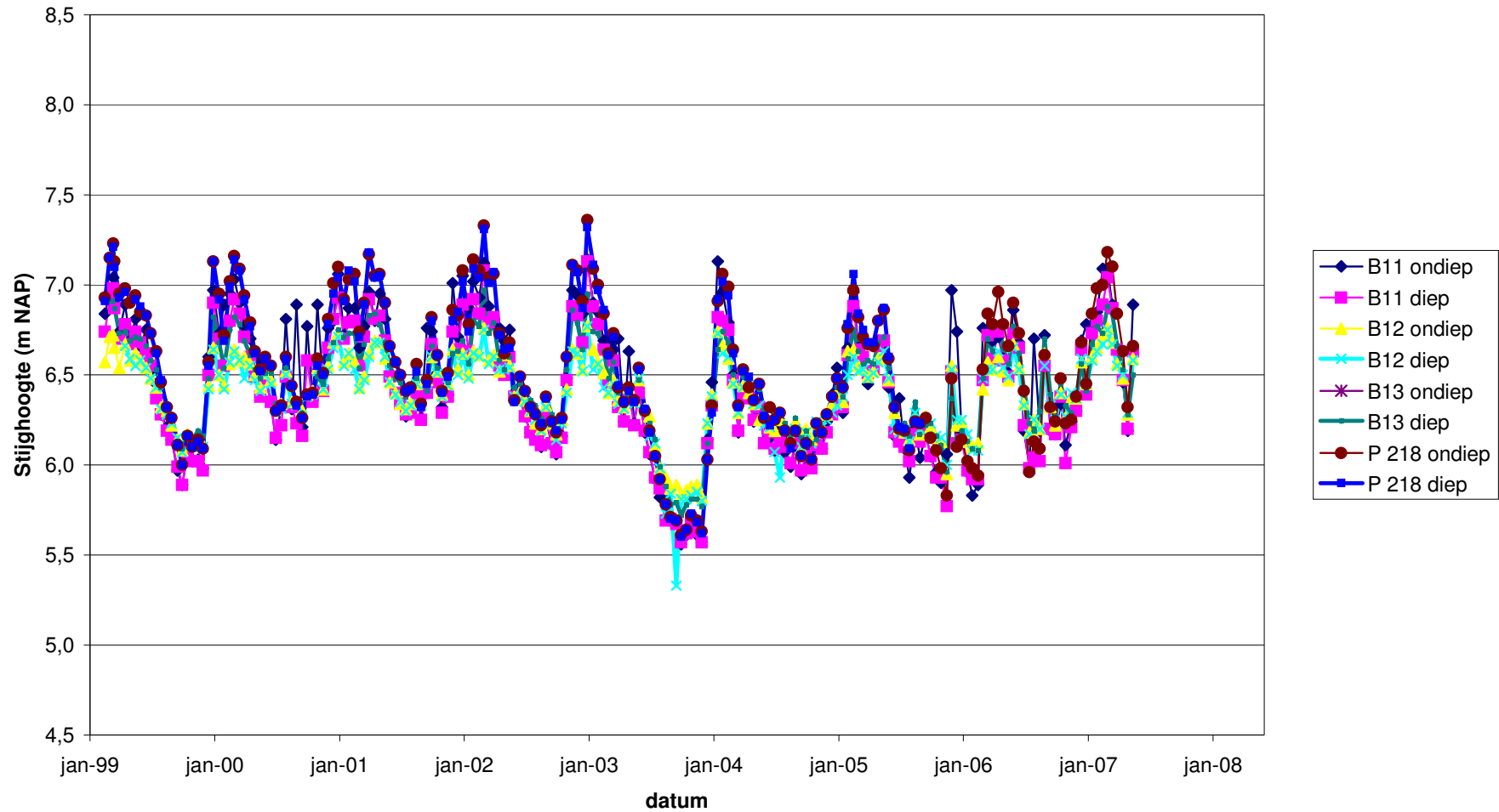
Tijdstijghoogtelijnen Deest



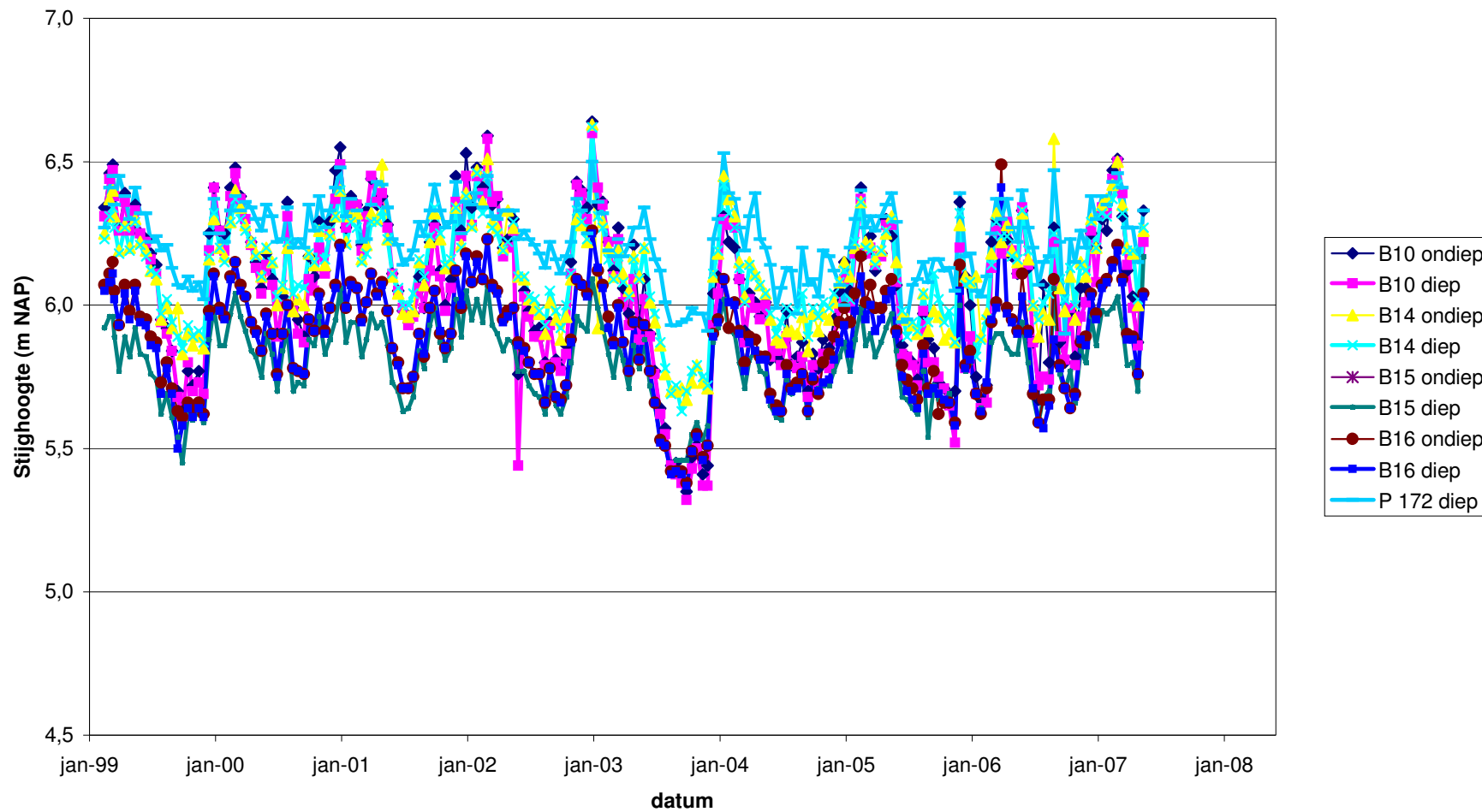
Tijdstijghoogtelijnen Winssen



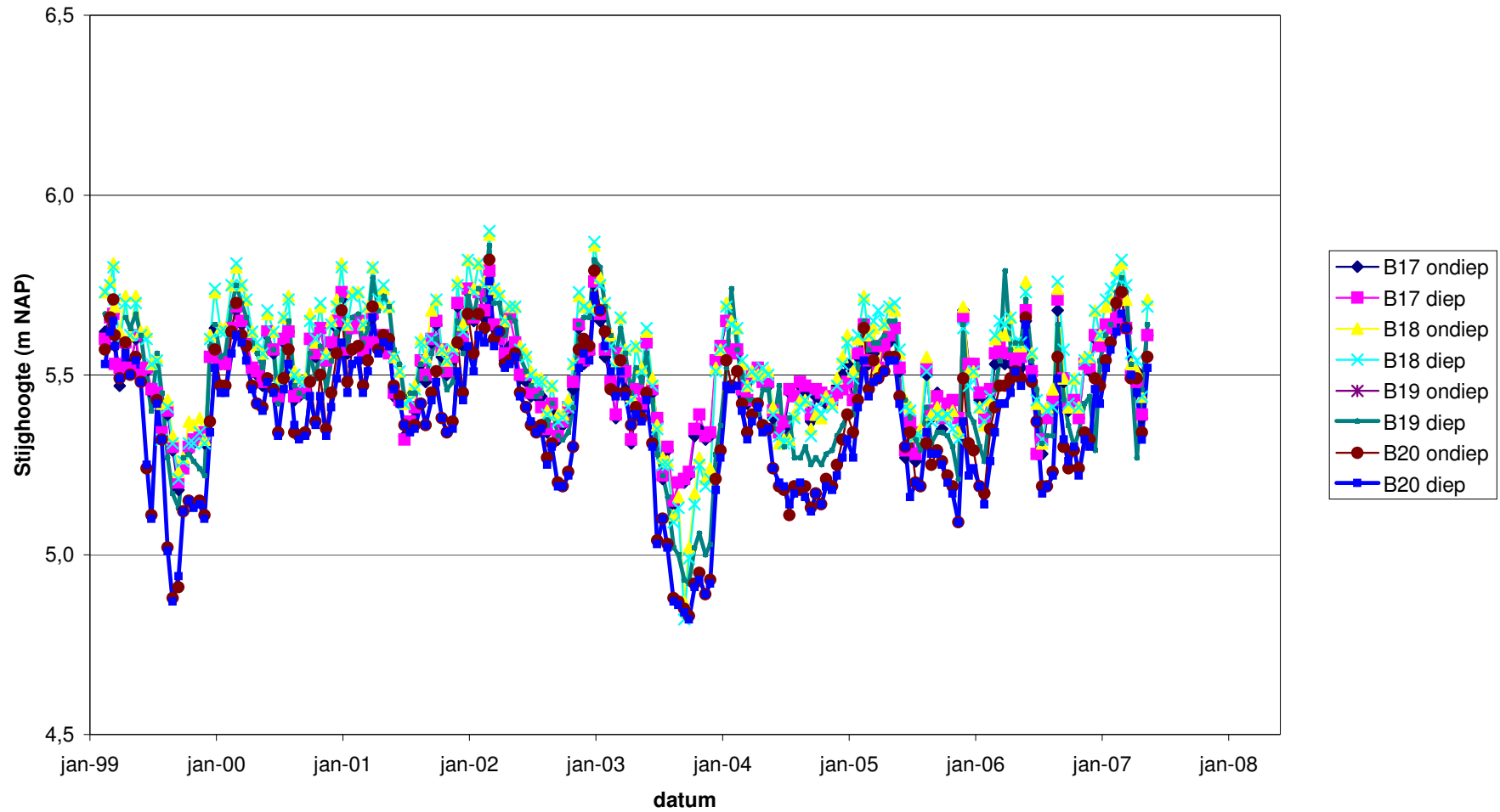
Tijdstijghoogtelijnen Geertjesgolf Noord(oost)



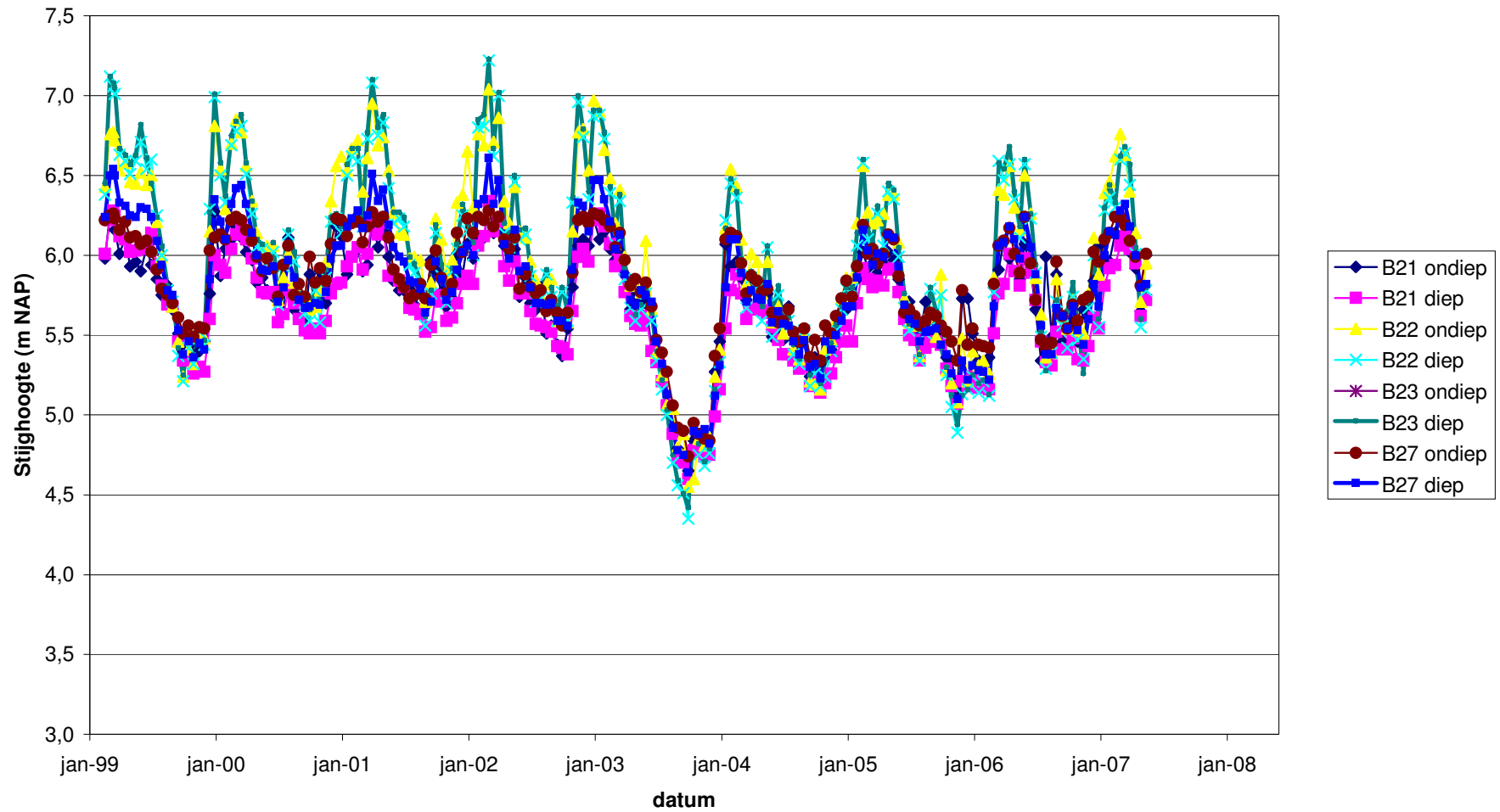
Tijdstijghoogtelijnen Geertjesgolf Zuid(oost)



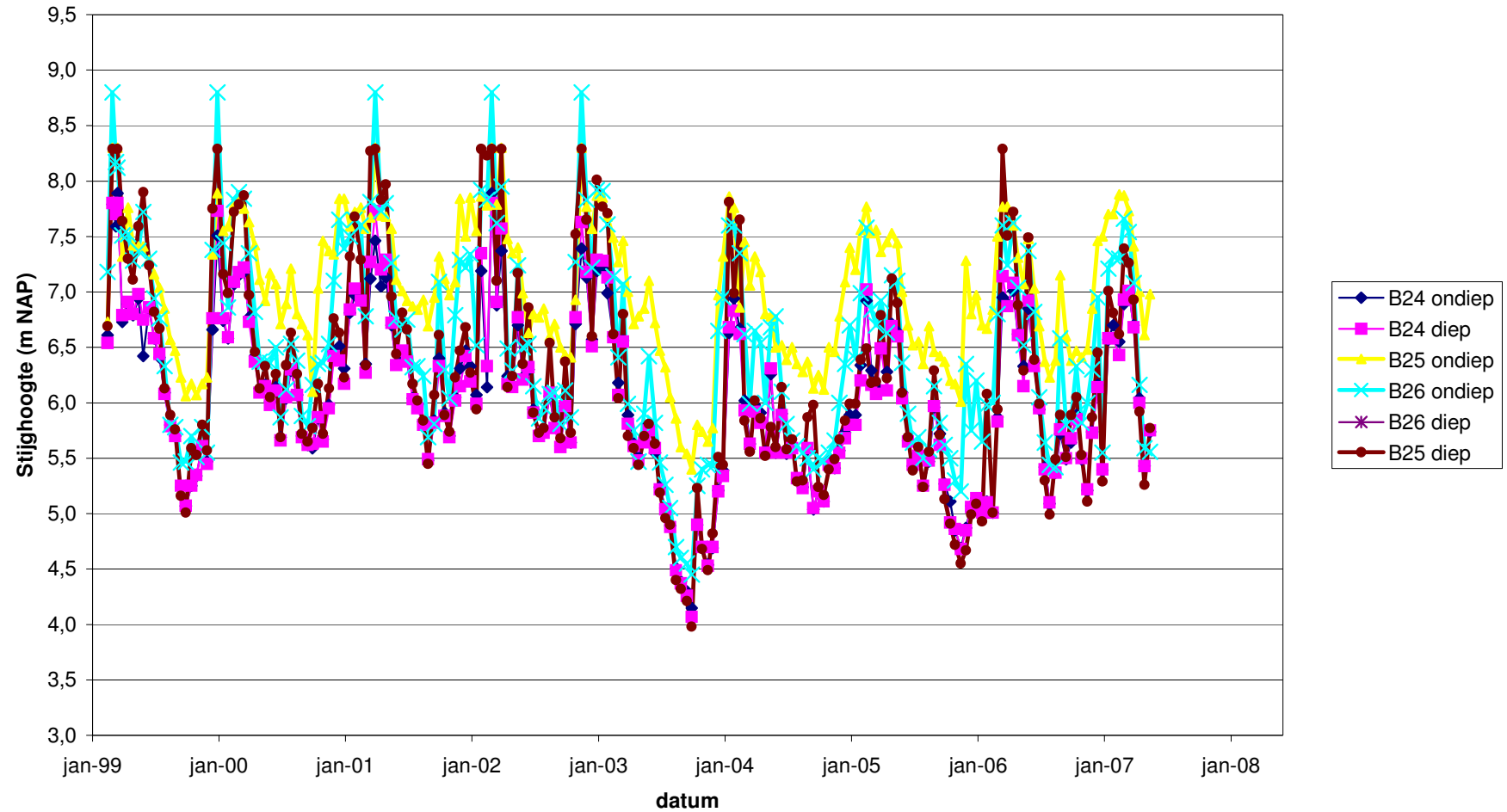
Tijdstijghoogtelijnen Geertjesgolf West



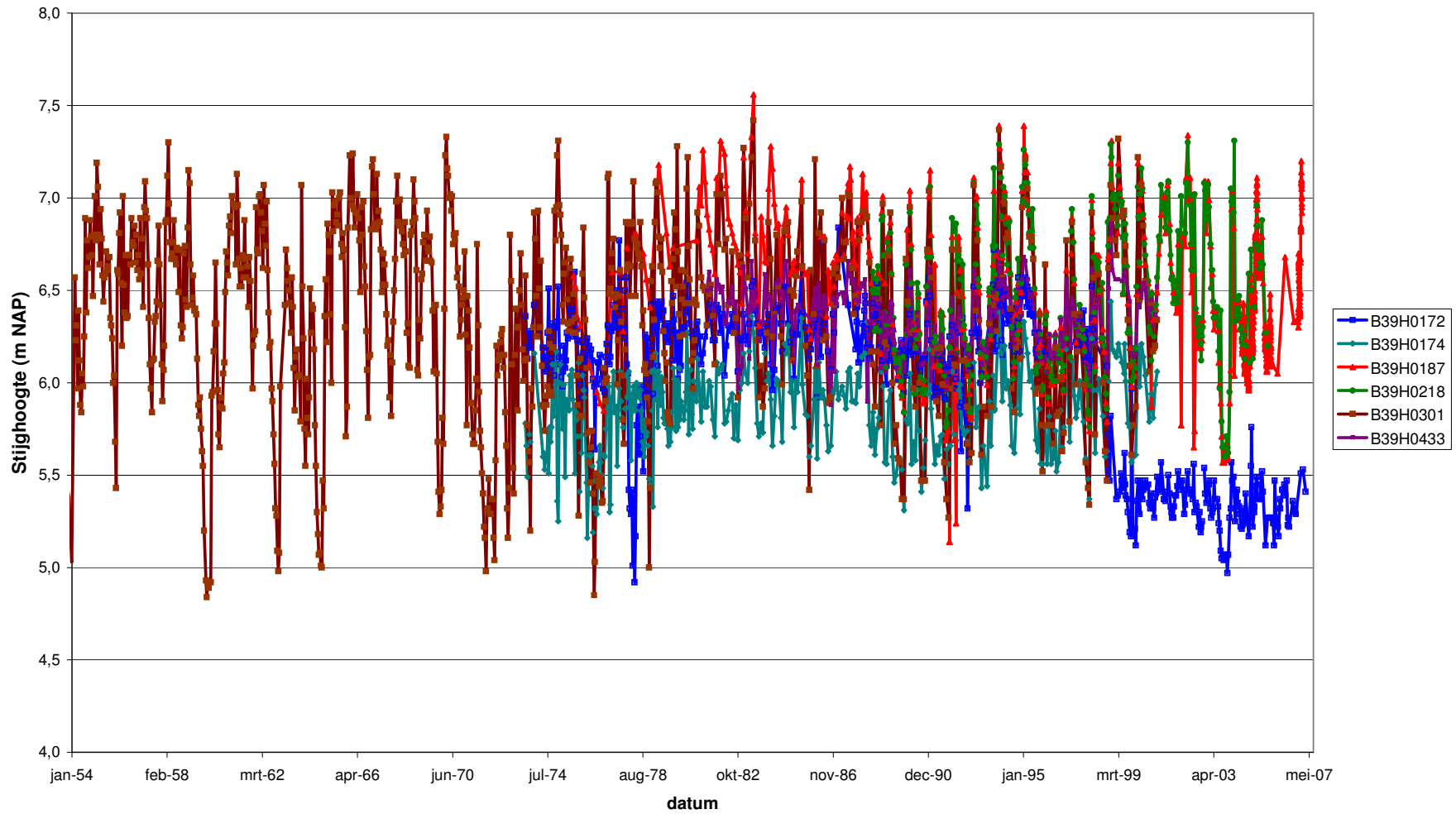
Tijdstijghoogtelijnen Deest



Tijdstijghoogtelijnen Deest

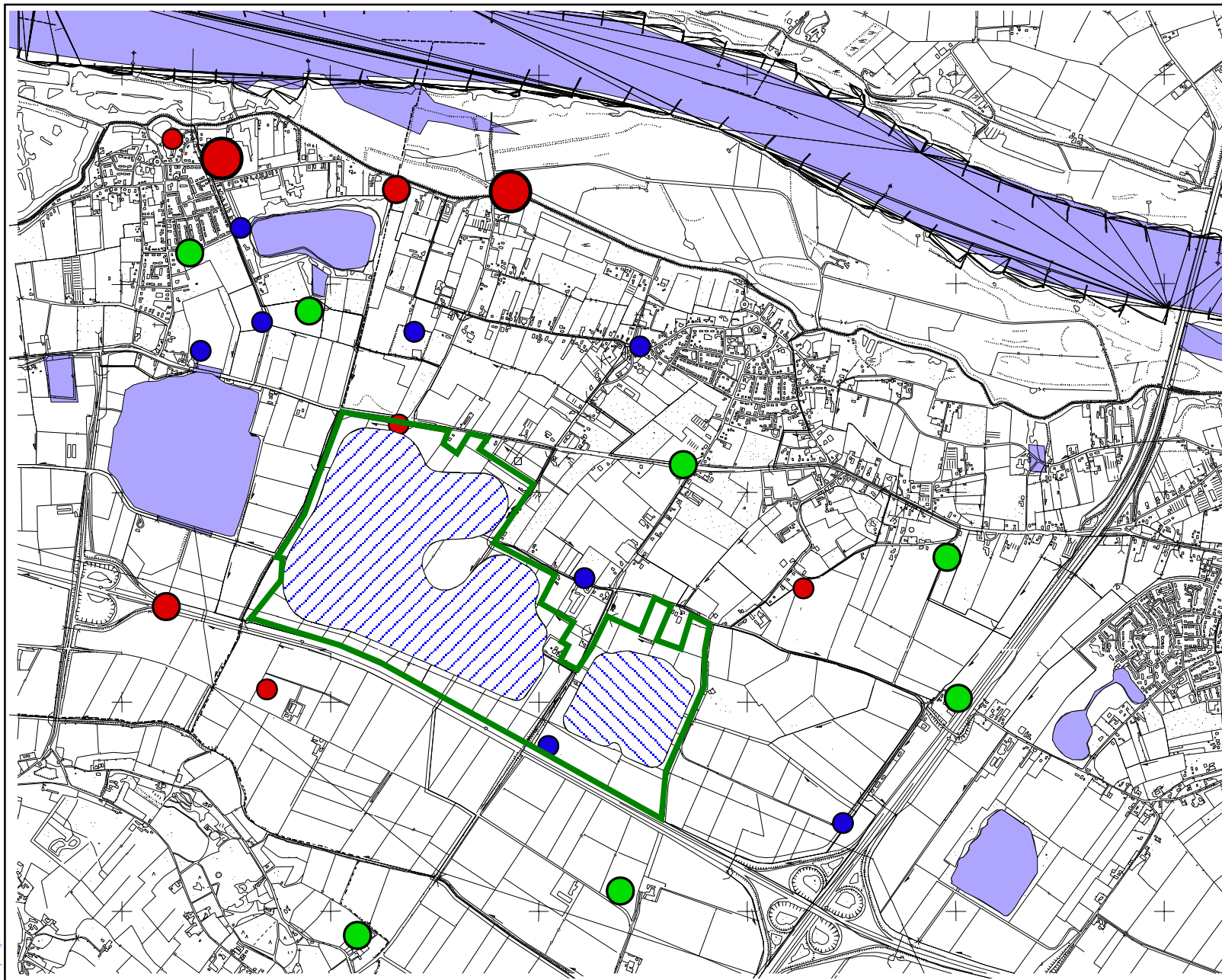


Tijdstijghoogtelijnen DINO peilbuizen omgeving Geertjesgolf



BIJLAGE VI BOLLENKAART NIET-STATIONAIRE VALIDATIE

Bollenkaart afwijking Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG)



- projectgebied
- plas west
- plas oost
- oppervlaktewater

- afwijking GHG (m)
- > 0.6 te hoog
 - 0.6 - -0.3
 - 0.3 - -0.1
 - 0.1 - 0.1
 - 0.1 - 0.3
 - 0.3 - 0.6
 - > 0.6 te laag



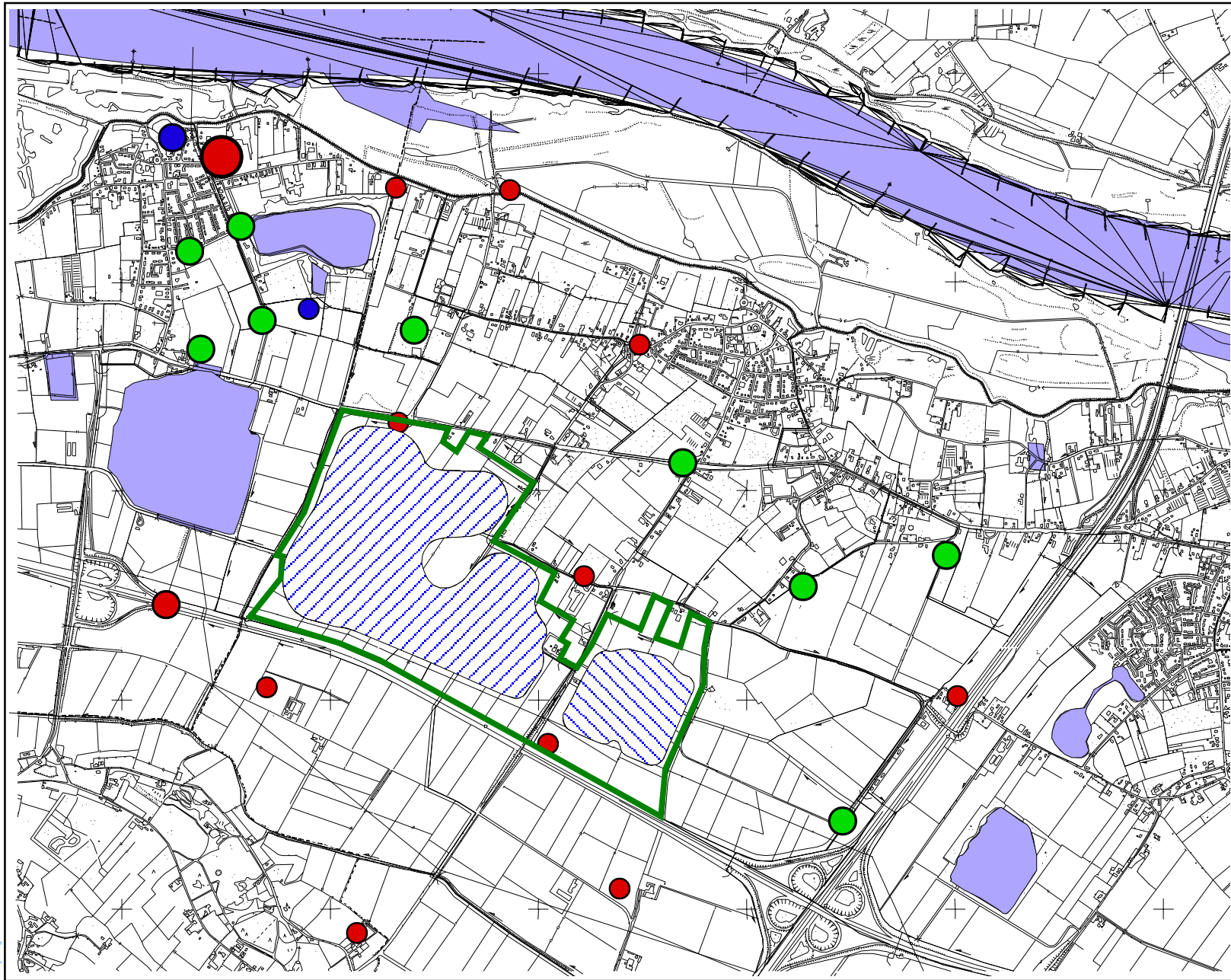
Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf





300 0 300 600 Meters

projectcode: BEUN13-12-1
getekend: Mark de Kuster
datum: 23 juli 2007

Witteveen **Bos**

Bollenkaart afwijking Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG)



-  projectgebied
-  plas west
-  plas oost
-  oppervlaktewater

- afwijking GLG (m)
-  > 0.6 te hoog
 -  -0.6 - -0.3
 -  -0.3 - -0.1
 -  -0.1 - 0.1
 -  0.1 - 0.3
 -  0.3 - 0.6
 -  > 0.6 te laag

N

Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf

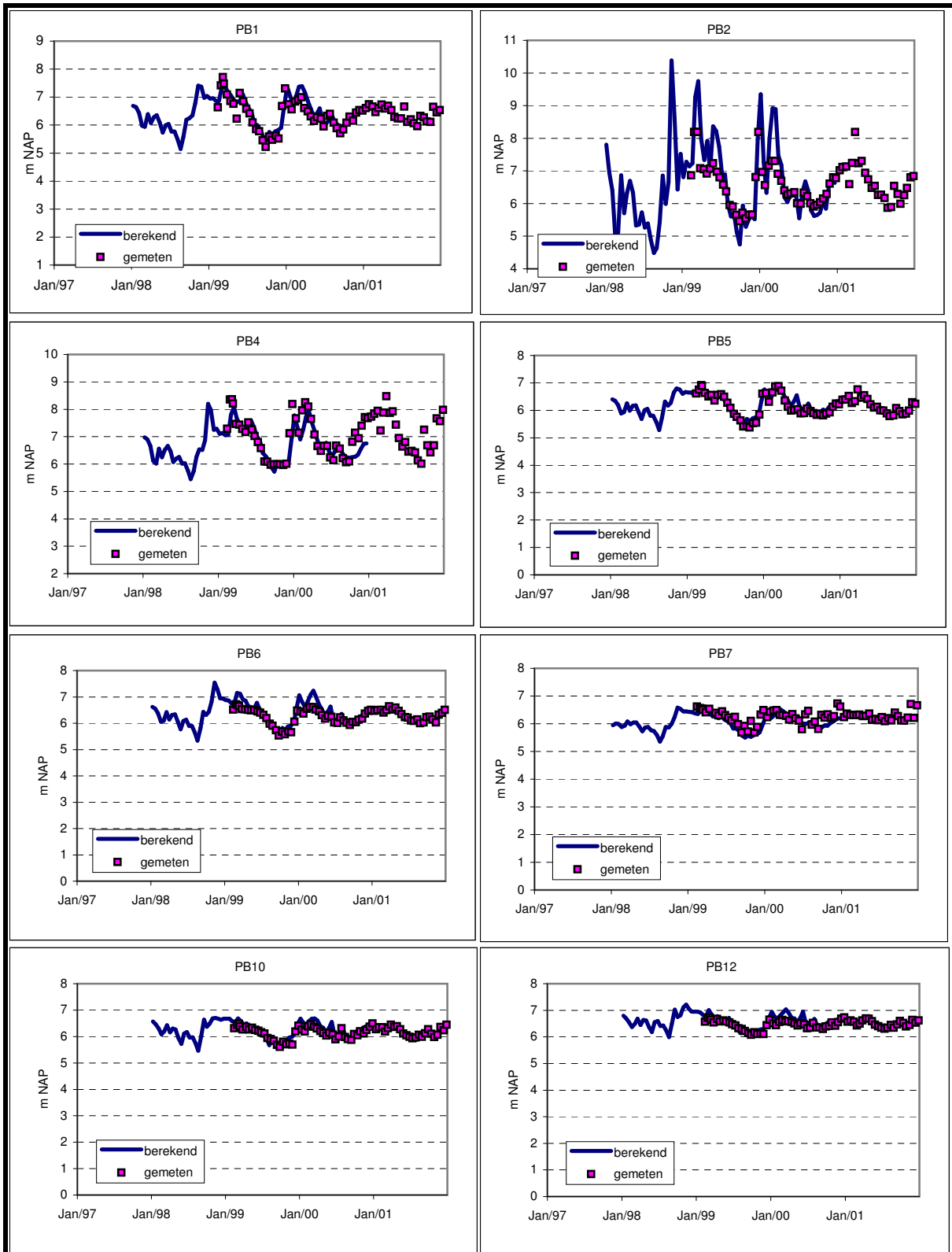
300 0 300 600 Meters

projectcode: BEUN13-12-1
 getekend: Mark de Kuster
 datum: 23 juli 2007

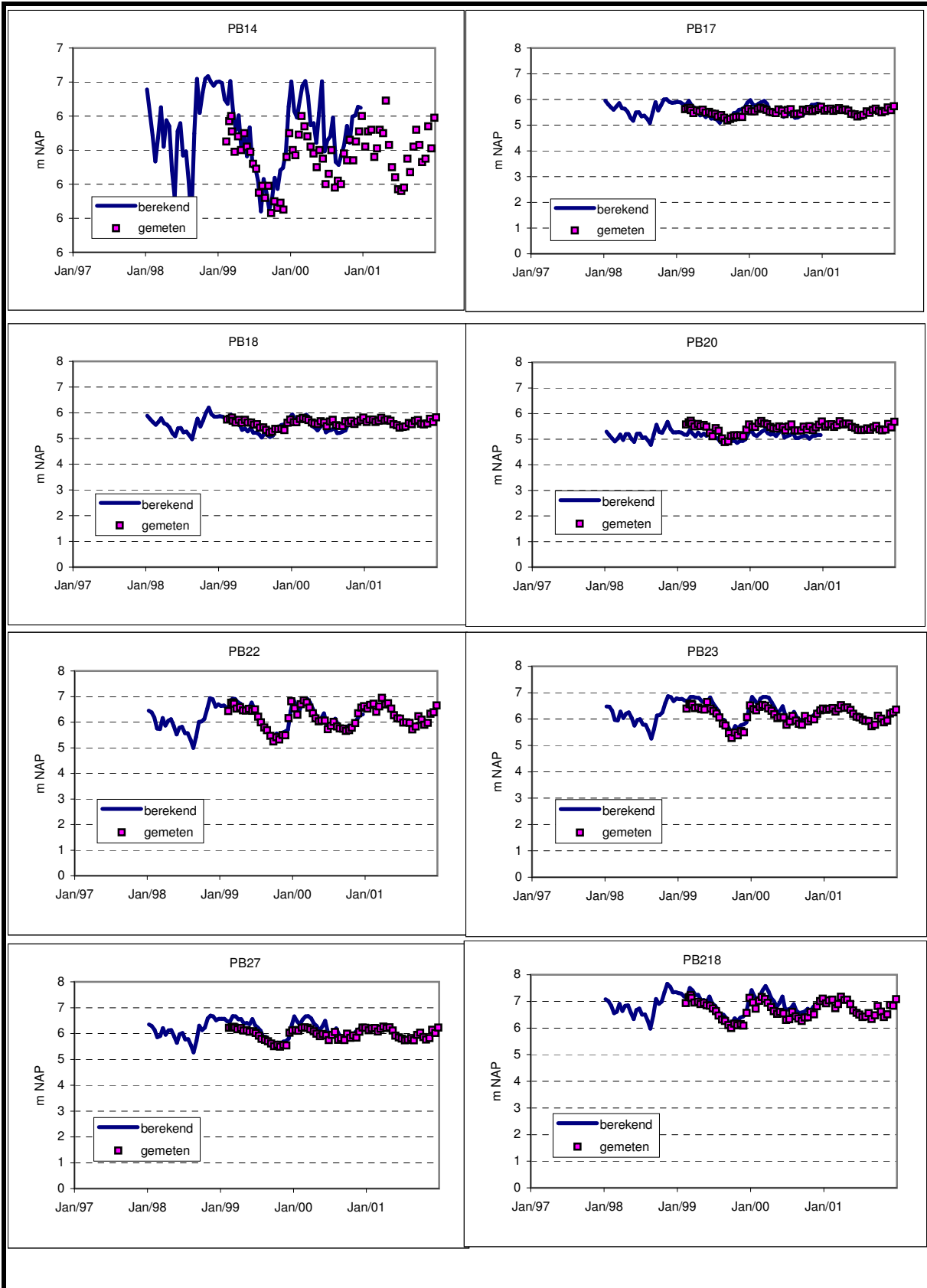
Witteveen **Bos**

D:\GeertjesGolf\Watermod\afbeeldingen

**BIJLAGE VII BEREKENDE EN GEMETEN GRONDWATERSTANDEN VOOR EEN
AANTAL PEILBUIZEN (TIJDREEKS)**



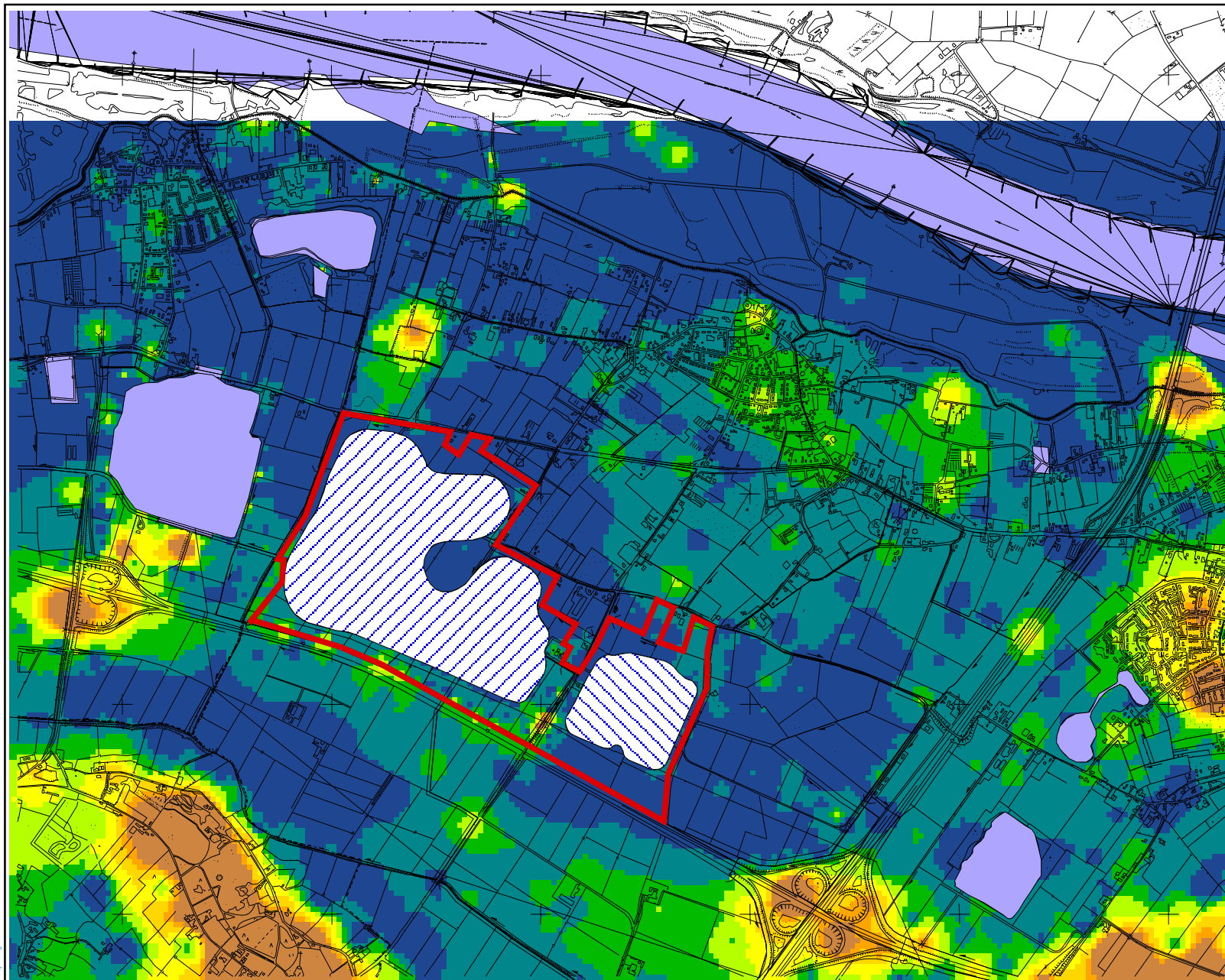
Vergelijking gemeten en berekende grondwaterstanden rondom Geertjesgolf



Vergelijking gemeten en berekende grondwaterstanden rondom Geertjesgolf

BIJLAGE VIII HYDROLOGISCHE SITUATIE REFERENTIESITUATIE

Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) in de referentiesituatie



- projectgebied
- plas west (nog aan te leggen)
- plas oost (nog aan te leggen)
- oppervlaktewater

GHG (m)

- 0 - 0,2
- 0,2 - 0,4
- 0,4 - 0,6
- 0,6 - 1,0
- 1,0 - 1,4
- 1,4 - 1,8
- 1,8 - 2,2
- > 2,2



Geohydrologische effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

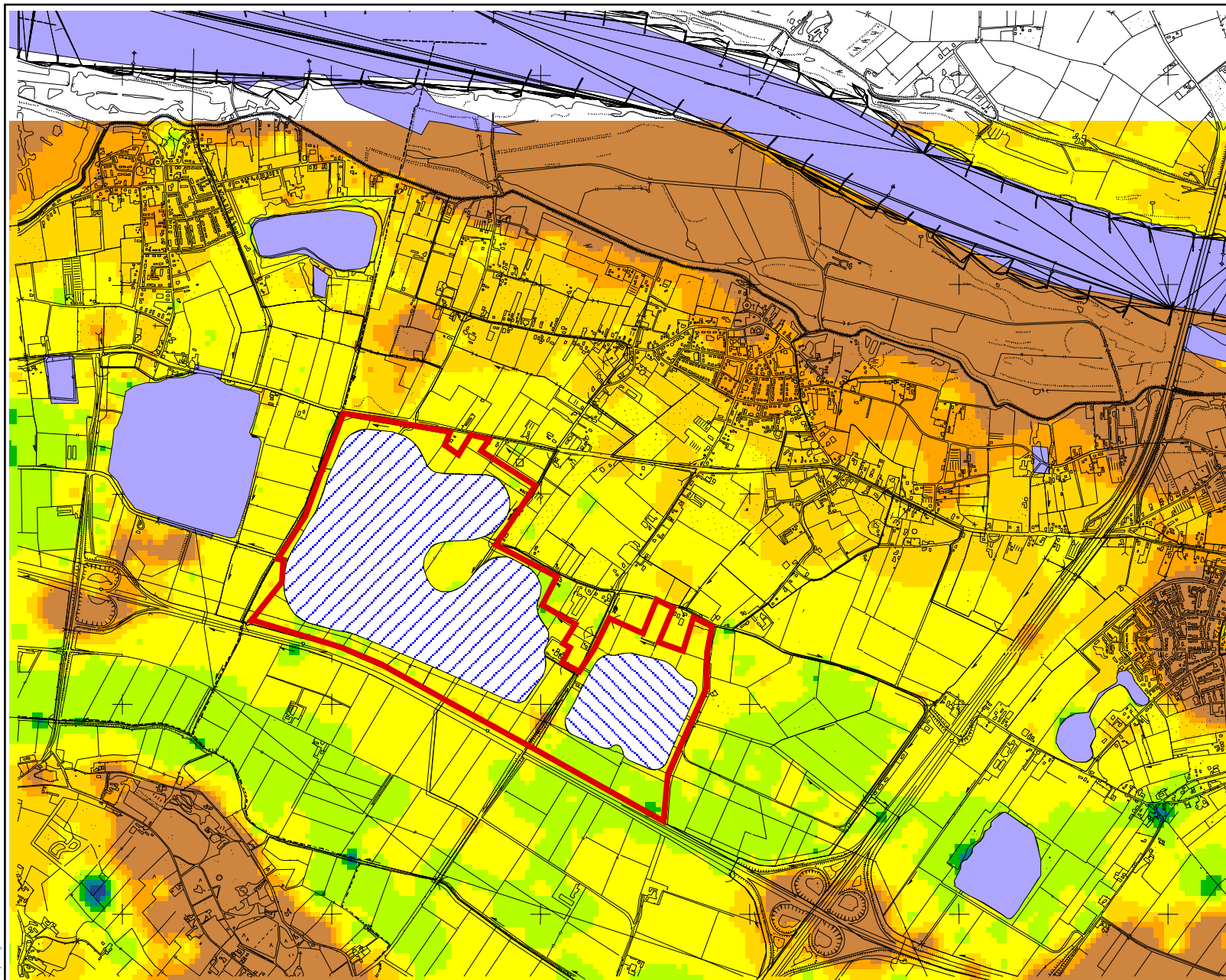
projectcode: BEUN13-12-1

getekend: Mark de Kuster

datum: 2 augustus 2007









Witteveen **Bos**

Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) in de referentiesituatie



-  projectgebied
-  plas west (nog aan te leggen)
-  plas oost (nog aan te leggen)
-  oppervlaktewater

GLG (m)

-  0 - 0,2
-  0,2 - 0,4
-  0,4 - 0,6
-  0,6 - 1,0
-  1,0 - 1,4
-  1,4 - 1,8
-  1,8 - 2,2
-  > 2,2



Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

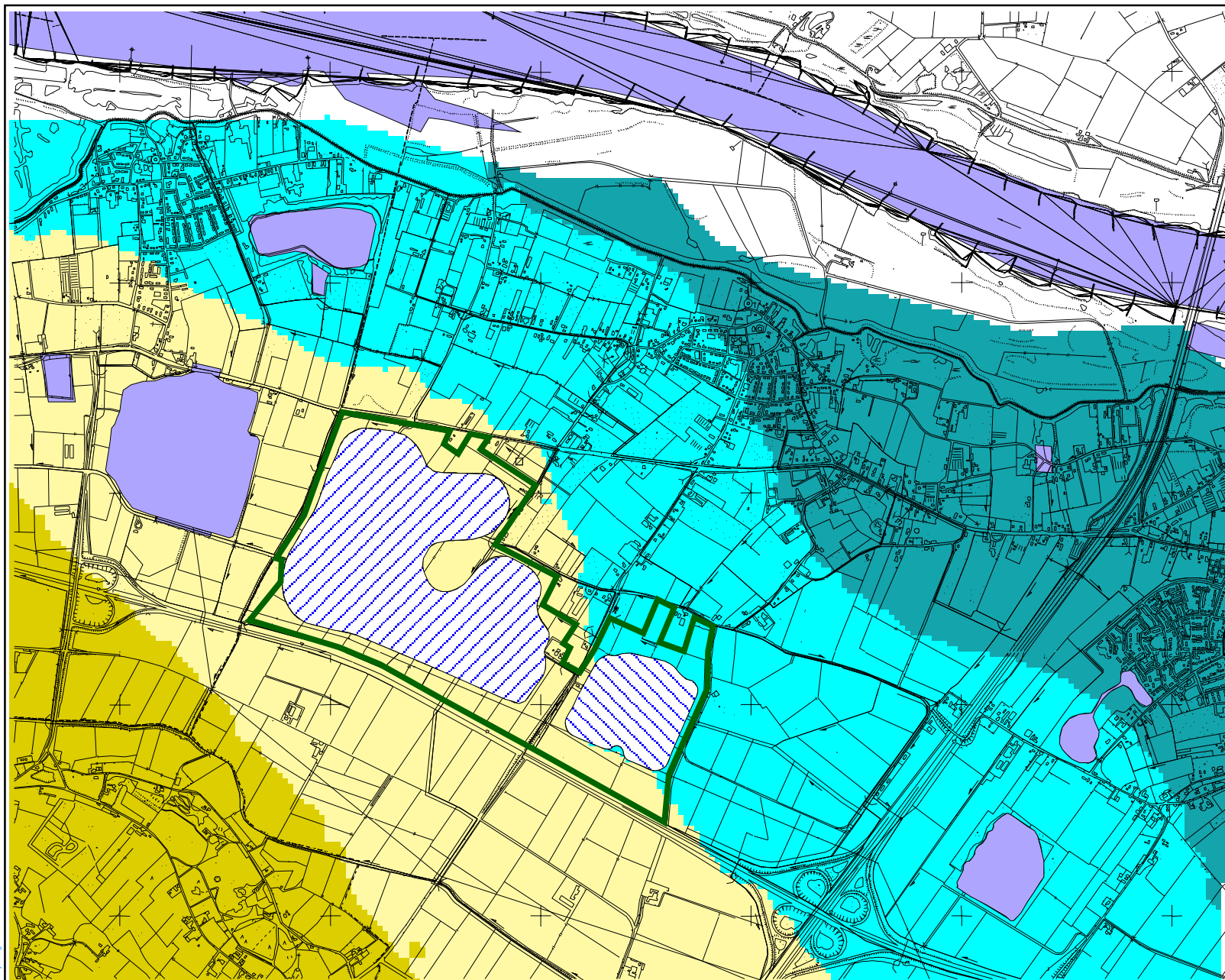
projectcode: BEUN13-12-1


getekend: Mark de Kuster

datum: 2 augustus 2007





Witteveen **Bos**

Stijghoogte in het eerste watervoerende pakket in de referentiesituatie



-  projectgebied
-  plas west (nog aan te leggen)
-  plas oost (nog aan te leggen)
-  oppervlaktewater

stijghoogte (m NAP)

-  5 - 5,5
-  5,5 - 6
-  6 - 6,5
-  6,5 - 7



Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

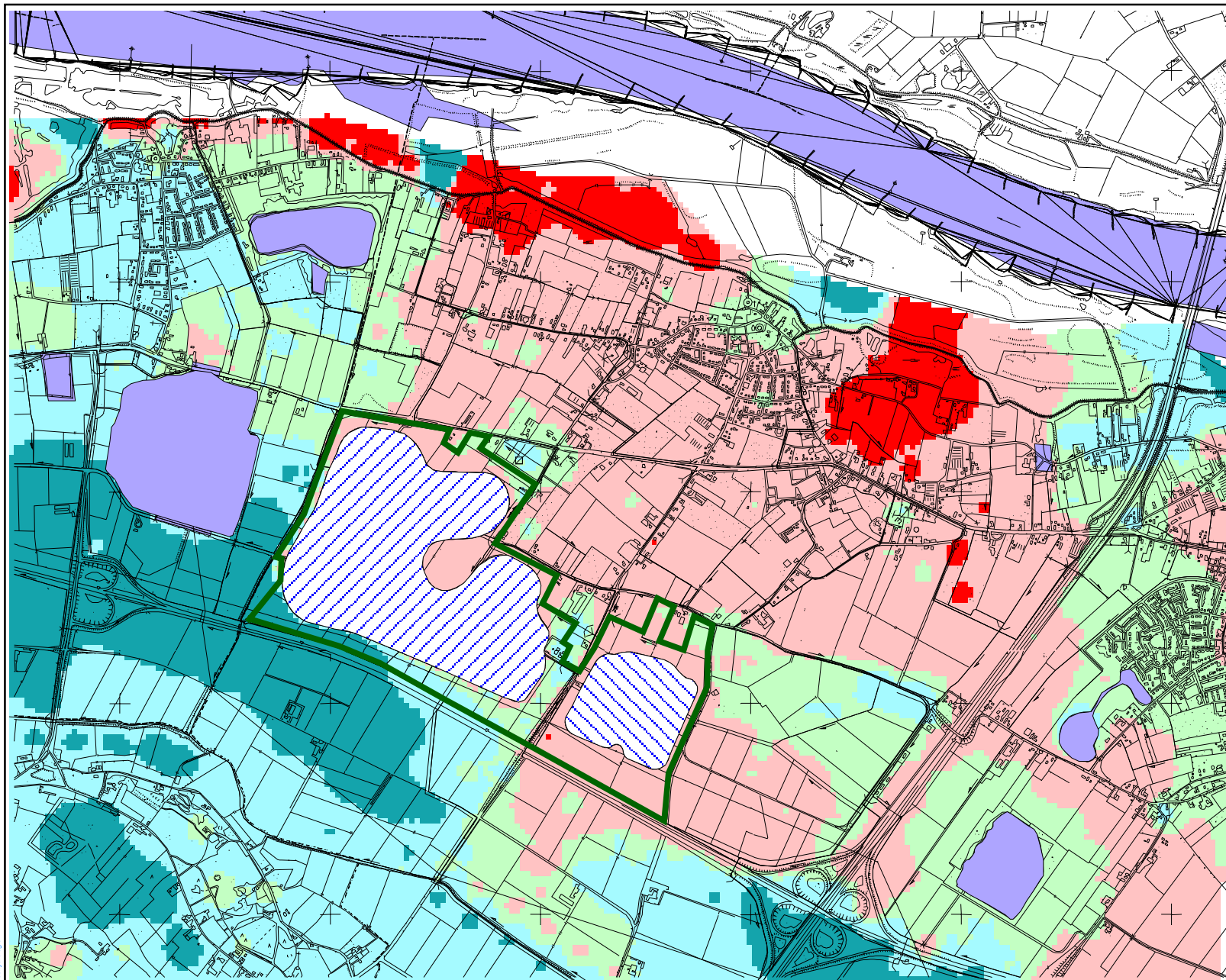
projectcode: BEUN13-12-1

getekend: Mark de Kuster

datum: 25 juli 2007

Witteveen **Bos**

Kwel/infiltratie in de referentiesituatie



- projectgebied
- plas west (nog aan te leggen)
- plas oost (nog aan te leggen)
- oppervlaktewater

kwel/infiltratie (mm/dag)

- > 1,0 kwel
- 1,0 - -0,1
- 0,1 - 0,1
- 0,1 - 1,0
- > 1,0 infiltratie



Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

projectcode: BEUN13-12-1

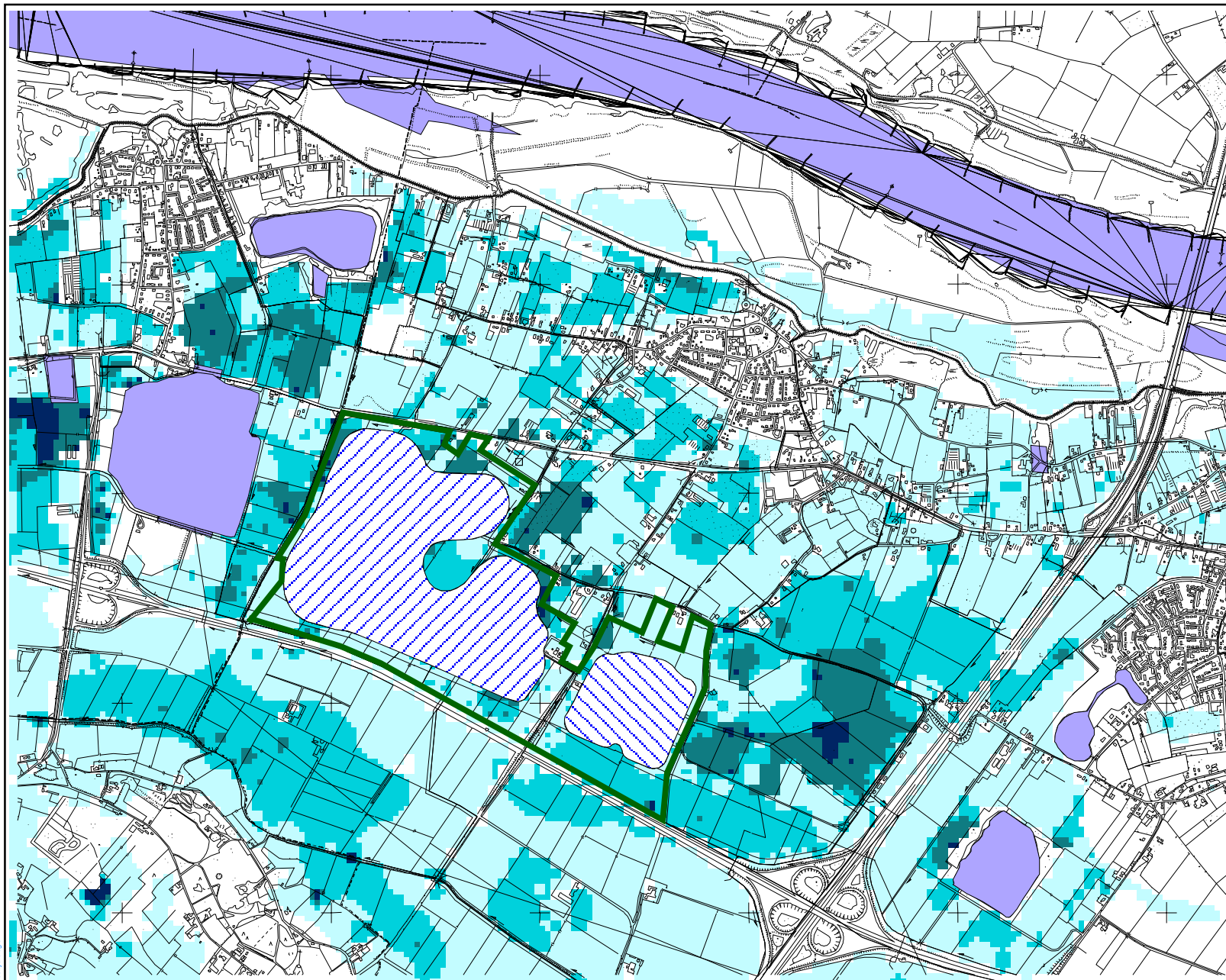
getekend: Mark de Kuster

datum: 25 juli 2007

Witteveen **Bos**





BIJLAGE IX DOELREALISATIE LANDBOUW REFERENTIESITUATIE

Natschade in de referentiesituatie



-  projectgebied
-  plas west (nog aan te leggen)
-  plas oost (nog aan te leggen)
-  oppervlaktewater

natschade (%)

-  0 - 10
-  10 - 20
-  20 - 30
-  > 30



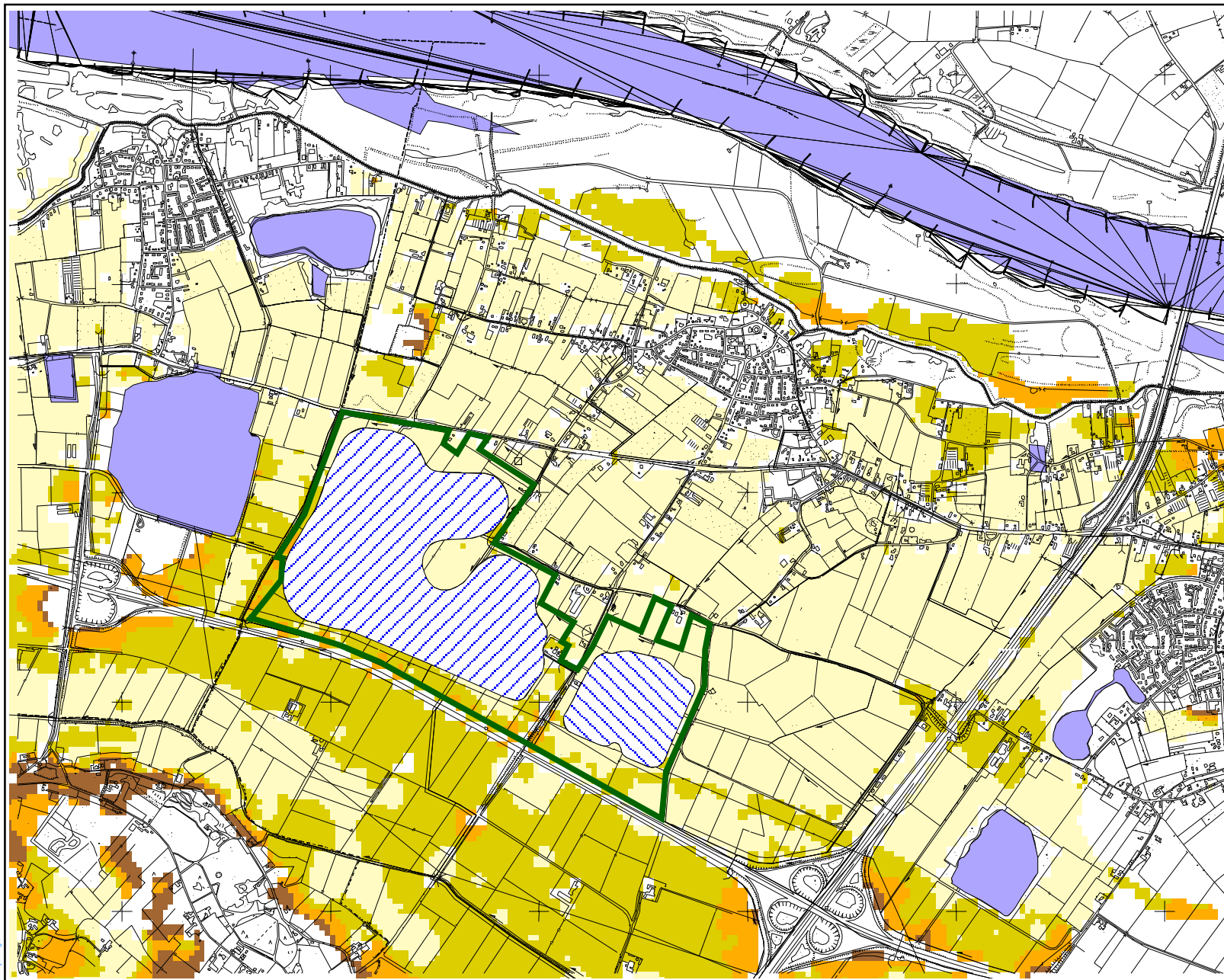
Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

projectcode: BEUN13-12-1
getekend: Mark de Kuster
datum: 2 augustus 2007




Witteveen **Bos**

Droogteschade in de referentiesituatie



-  projectgebied
-  plas west (nog aan te leggen)
-  plas oost (nog aan te leggen)
-  oppervlaktewater

droogteschade (%)

-  0 - 10
-  10 - 20
-  20 - 30
-  30 - 40



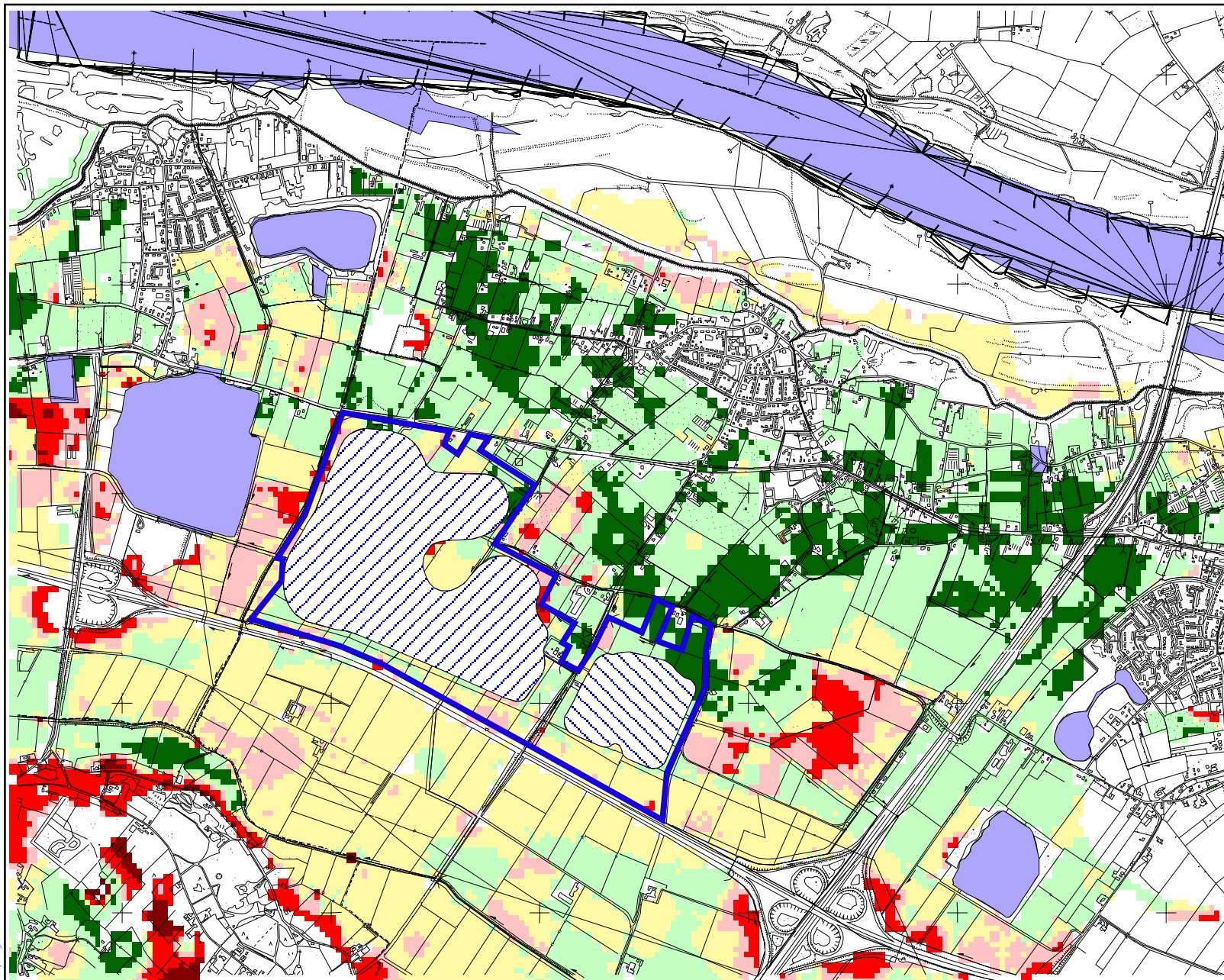
Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

projectcode: BEUN13-12-1
getekend: Mark de Kuster
datum: 2 augustus 2007

Witteveen **Bos**

Doelrealisatie in de referentiesituatie



- projectgebied
- plas west (nog aan te leggen)
- plas oost (nog aan te leggen)
- oppervlaktewater

doelrealisatie (%)

niet aanvaardbaar

- < 60
- 60 - 70
- 70 - 75

aanvaardbaar, maar niet optimaal

- 75 - 80
- 80 - 90

optimaal

- 90 - 100



Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

projectcode: BEUN13-12-1

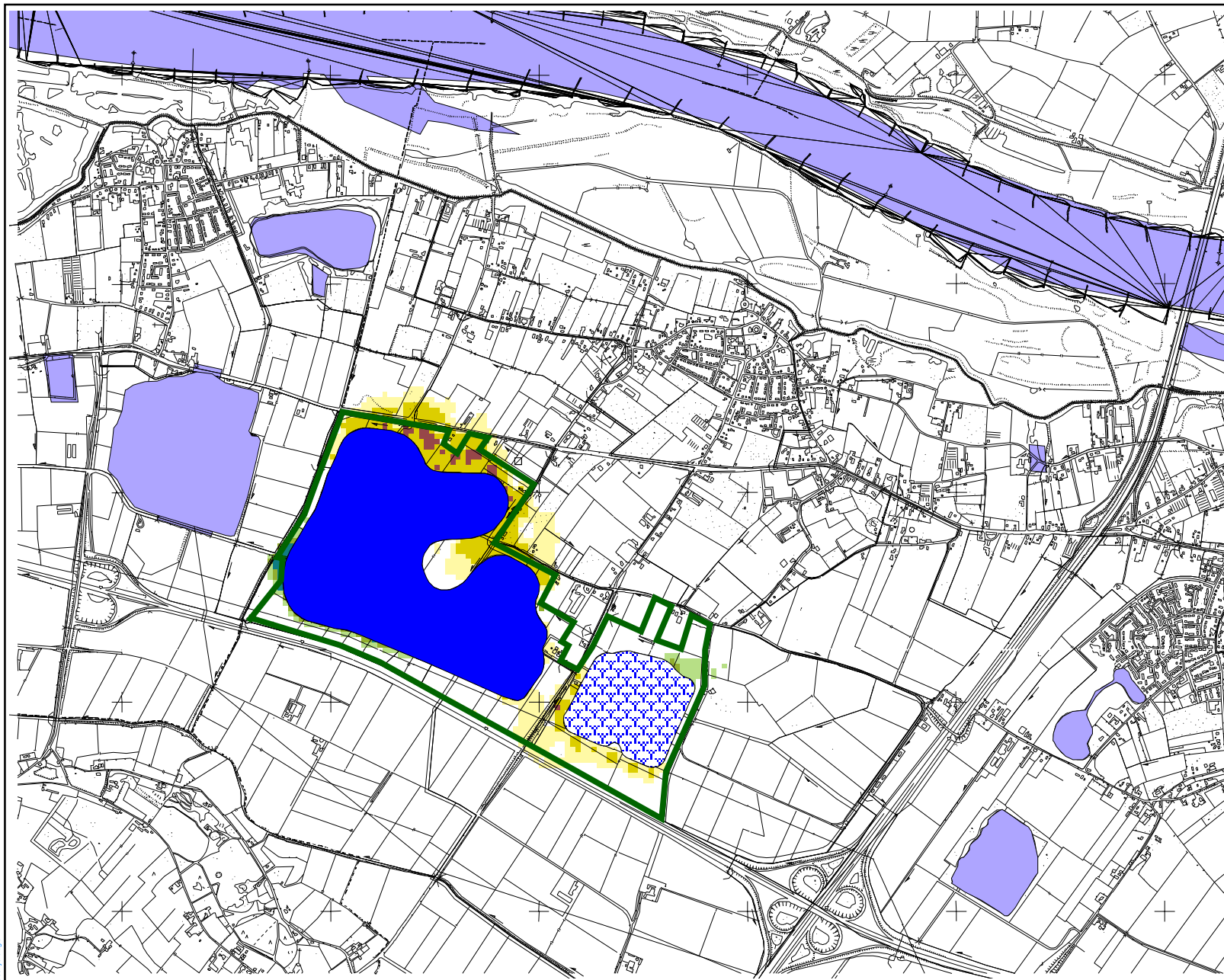
getekend: Mark de Kuster

datum: 2 augustus 2007

Witteveen **Bos**

BIJLAGE X HYDROLOGISCH EFFECT ZANDWINPLAS

Verandering Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) in de eindsituatie



- projectgebied
- plas west
- plas oost
- oppervlaktewater

verandering GHG (m)

- > 0,2 hoger
- 0,2 - -0,1
- 0,1 - -0,05
- 0,05 - 0,1
- 0,1 - 0,2
- > 0,2 lager



Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

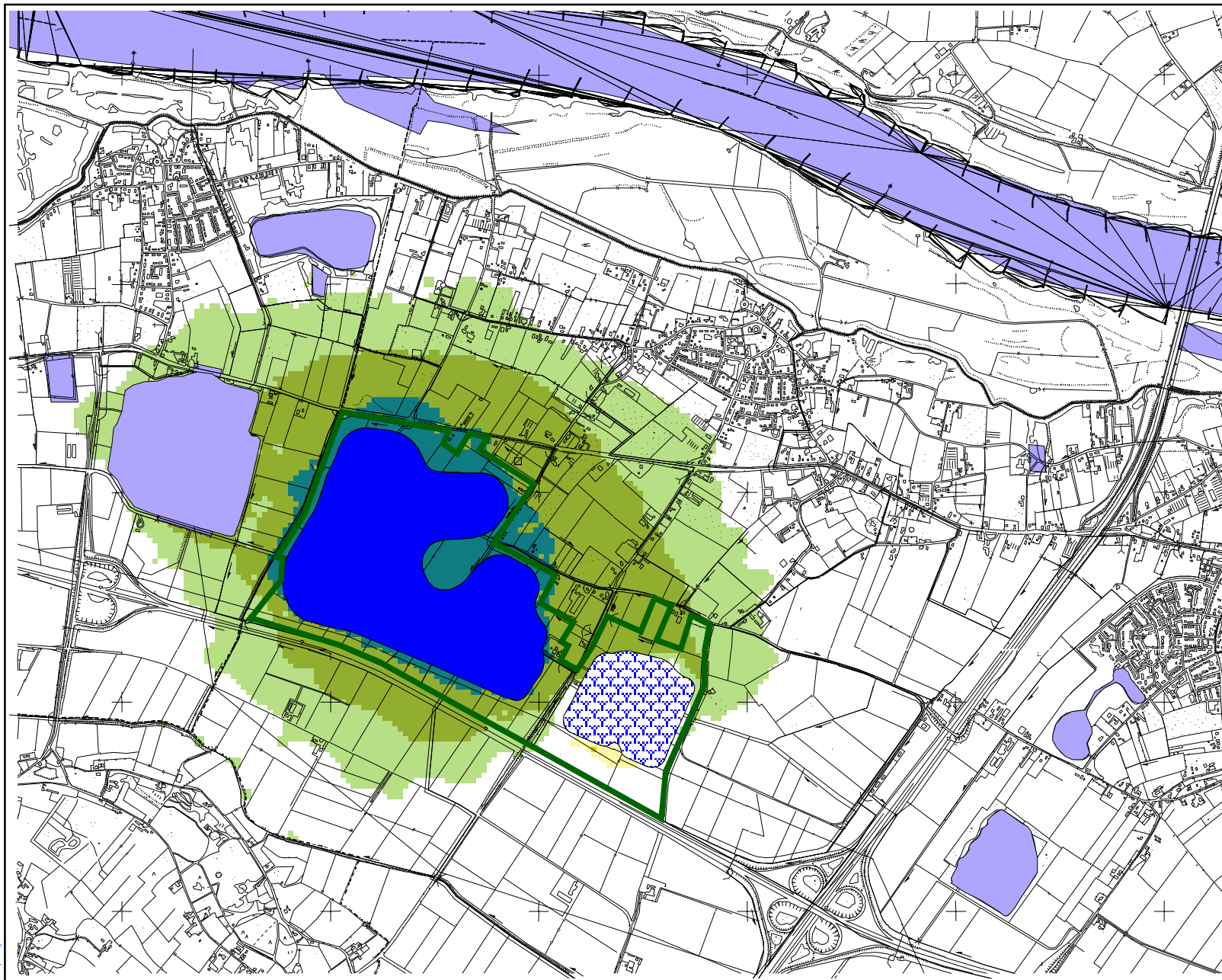
projectcode: BEUN13-12-1





getekend: Mark de Kuster

datum: 2 augustus 2007







Witteveen **Bos**

Verandering Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) in de eindsituatie



-  projectgebied
-  plas west
-  plas oost
-  oppervlaktewater

verandering GLG (m)

-  > 0,2 hoger
-  -0,2 - -0,1
-  -0,1 - -0,05
-  -0,05 - 0,05
-  0,05 - 0,1
-  0,1 - 0,2
-  > 0,2 lager



Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

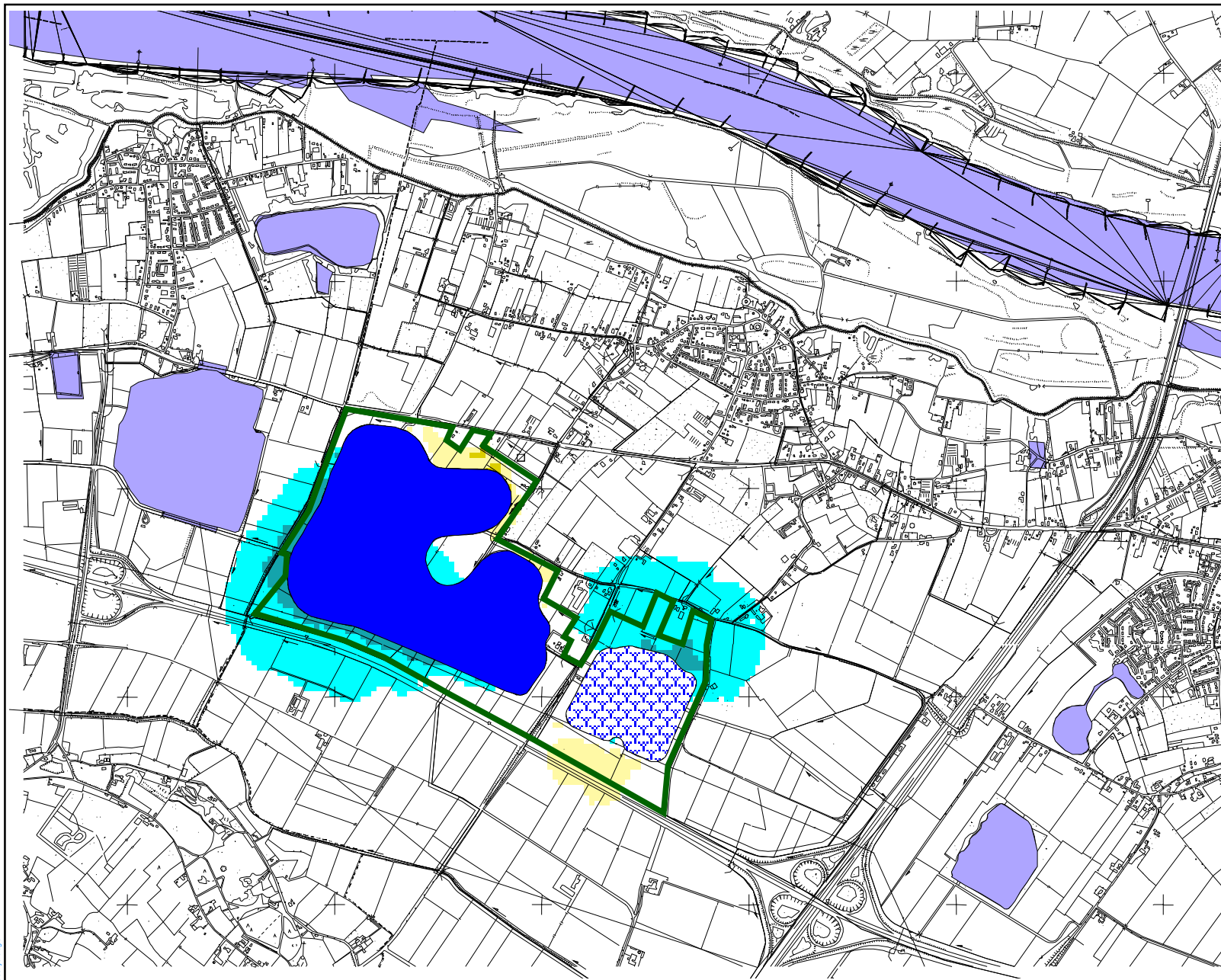
projectcode: BEUN13-12-1





getekend: Mark de Kuster

datum: 2 augustus 2007






Witteveen **Bos**

Verandering stijghoogte in het eerste watervoerende pakket in de eindsituatie



-  projectgebied
-  plas west
-  plas oost
-  oppervlaktewater

verandering stijghoogte (m)

-  > 0.1 lager
-  -0.1 - -0.05
-  -0.05 - 0.05
-  0.05 - 0.1
-  > 0.1 hoger



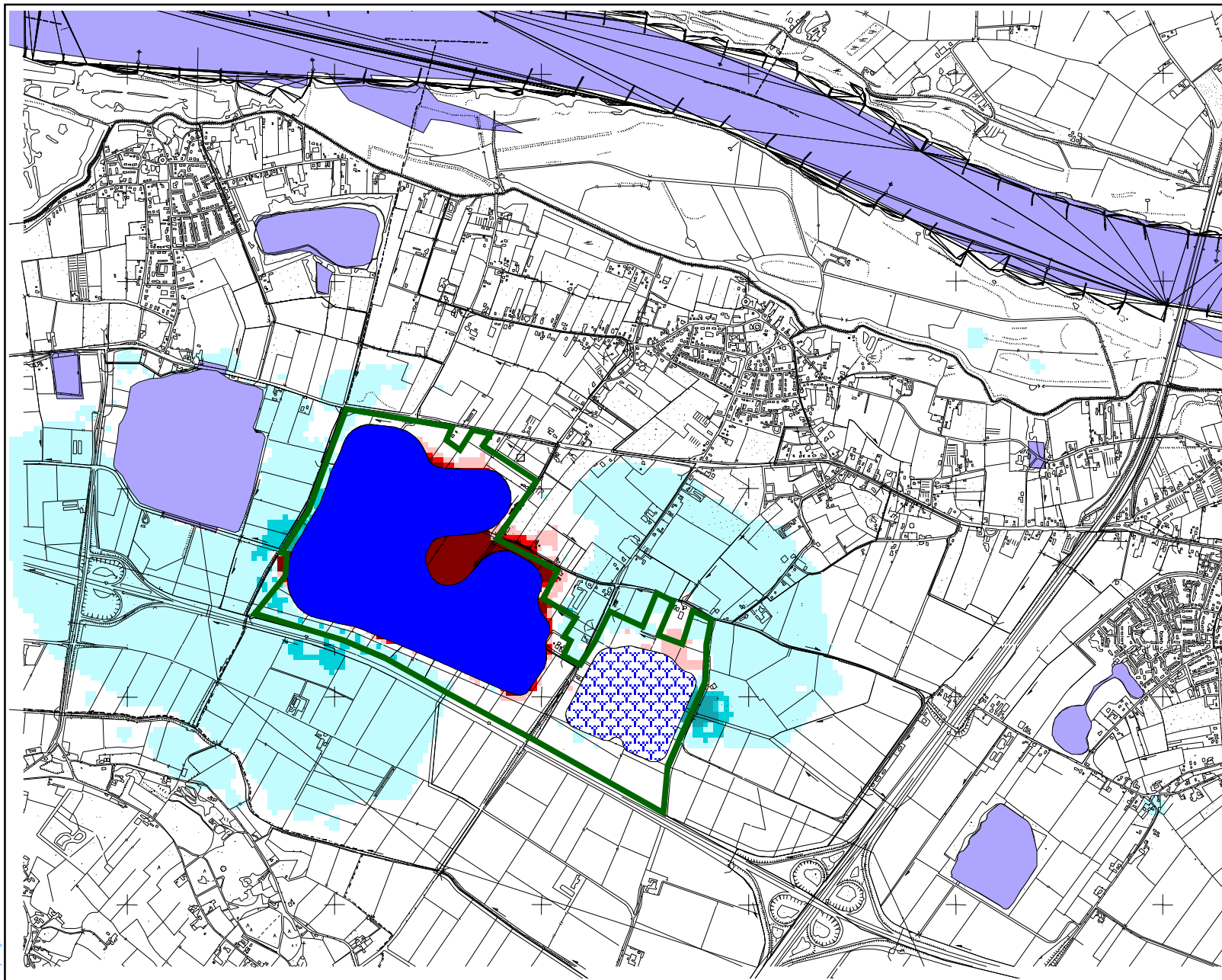
Geohydrologische effectenstudie Geertjesgolf



projectcode: BEUN13-12-1
getekend: Mark de Kuster
datum: 25 juli 2007



Verandering kwel/infiltratie in de eindsituatie



 projectgebied








 plas west

 plas oost

 oppervlaktewater

verandering
kwel/infiltratie (mm/dag)

toename kwel
afname infiltratie

-  > 0,5 /afname infiltratie
-  -0,5 - -0,3
-  -0,3 - -0,1
-  -0,1 - 0,1
-  0,1 - 0,3
-  0,3 - 0,5
-  > 0,5 toename infiltratie /afname kwel



Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

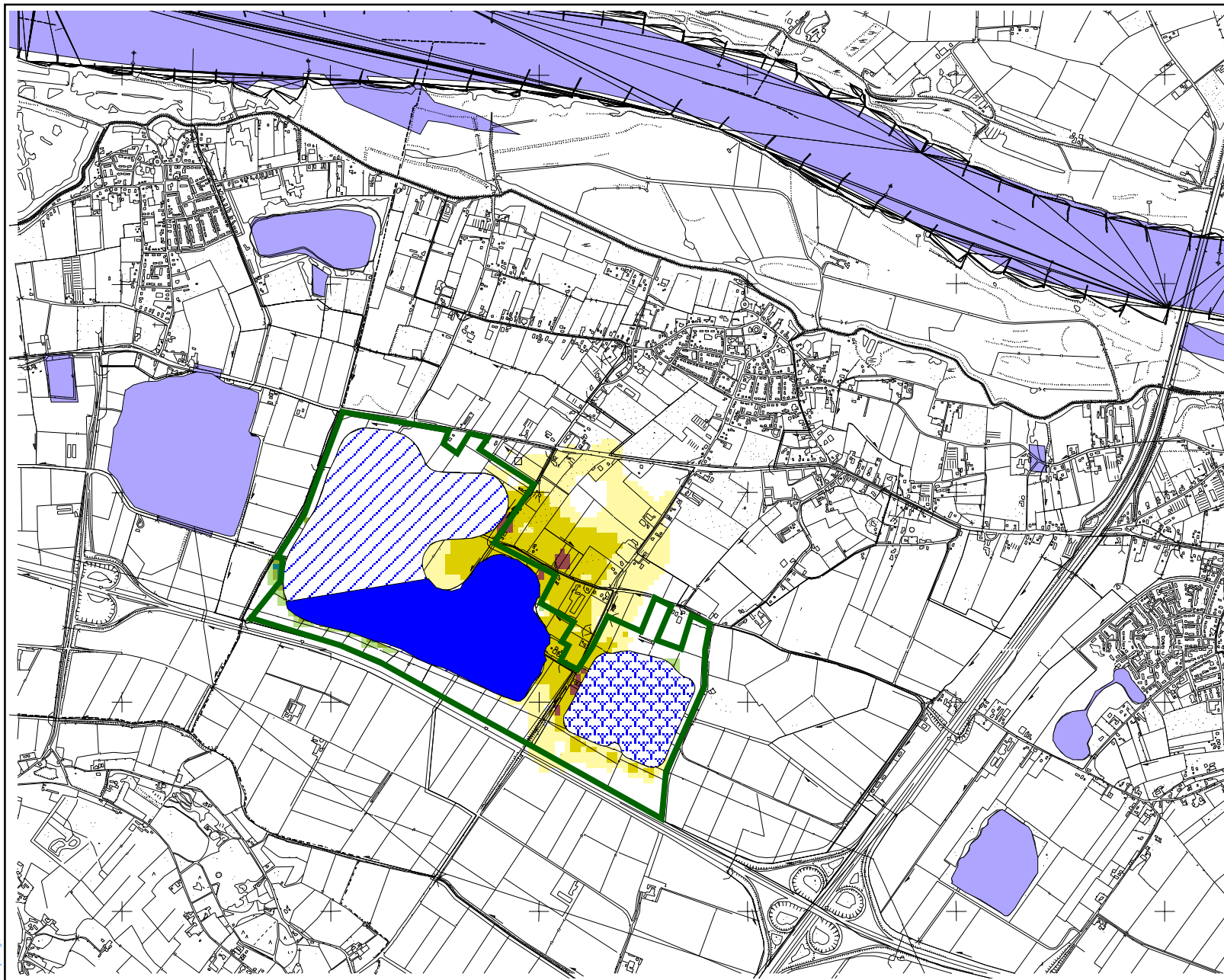
projectcode: BEUN13-12-1

getekend: Mark de Kuster

datum: 25 juli 2007

 Witteveen Bos

Verandering Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) halverwege fase 2



- projectgebied
- plas west (reeds voltooid)
- plas west (nog aan te leggen)
- plas oost (opgevuld)
- oppervlaktewater

verandering GHG (m)

- > 0,2 hoger
- 0,2 - -0,1
- 0,1 - -0,05
- 0,05 - 0,05
- 0,05 - 0,1
- 0,1 - 0,2
- > 0,2 lager



Geohydrologische effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

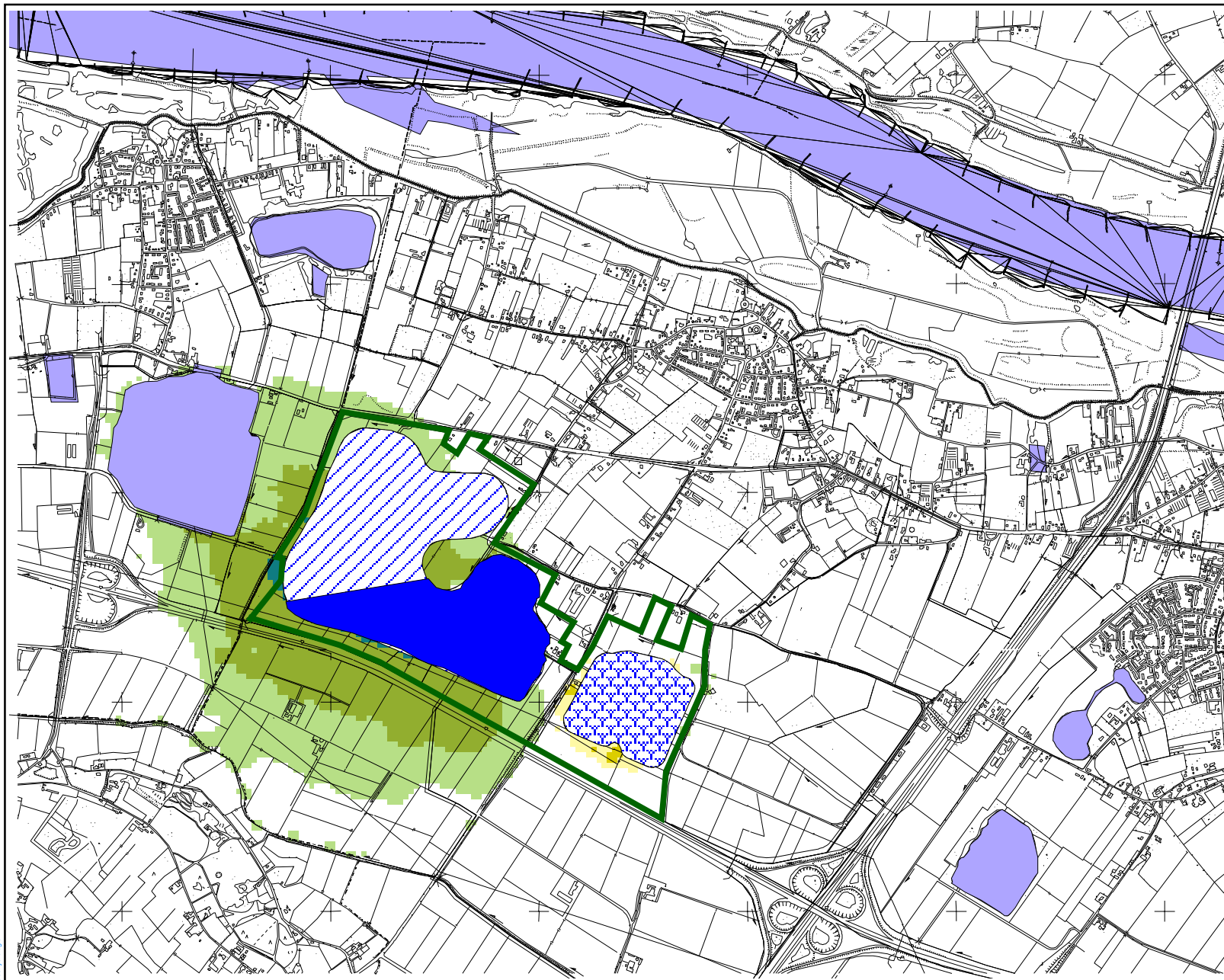
projectcode: BEUN13-12-1



getekend: Mark de Kuster

datum: 2 augustus 2007




Witteveen **Bos**

Verandering Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) halverwege fase 2



-  projectgebied
-  plas west (reeds voltooid)
-  plas west (nog aan te leggen)
-  plas oost (opgevuld)
-  oppervlaktewater

verandering GLG (m)

-  > 0,2 hoger
-  -0,2 - -0,1
-  -0,1 - -0,05
-  -0,05 - 0,05
-  0,05 - 0,1
-  0,1 - 0,2
-  > 0,2 lager



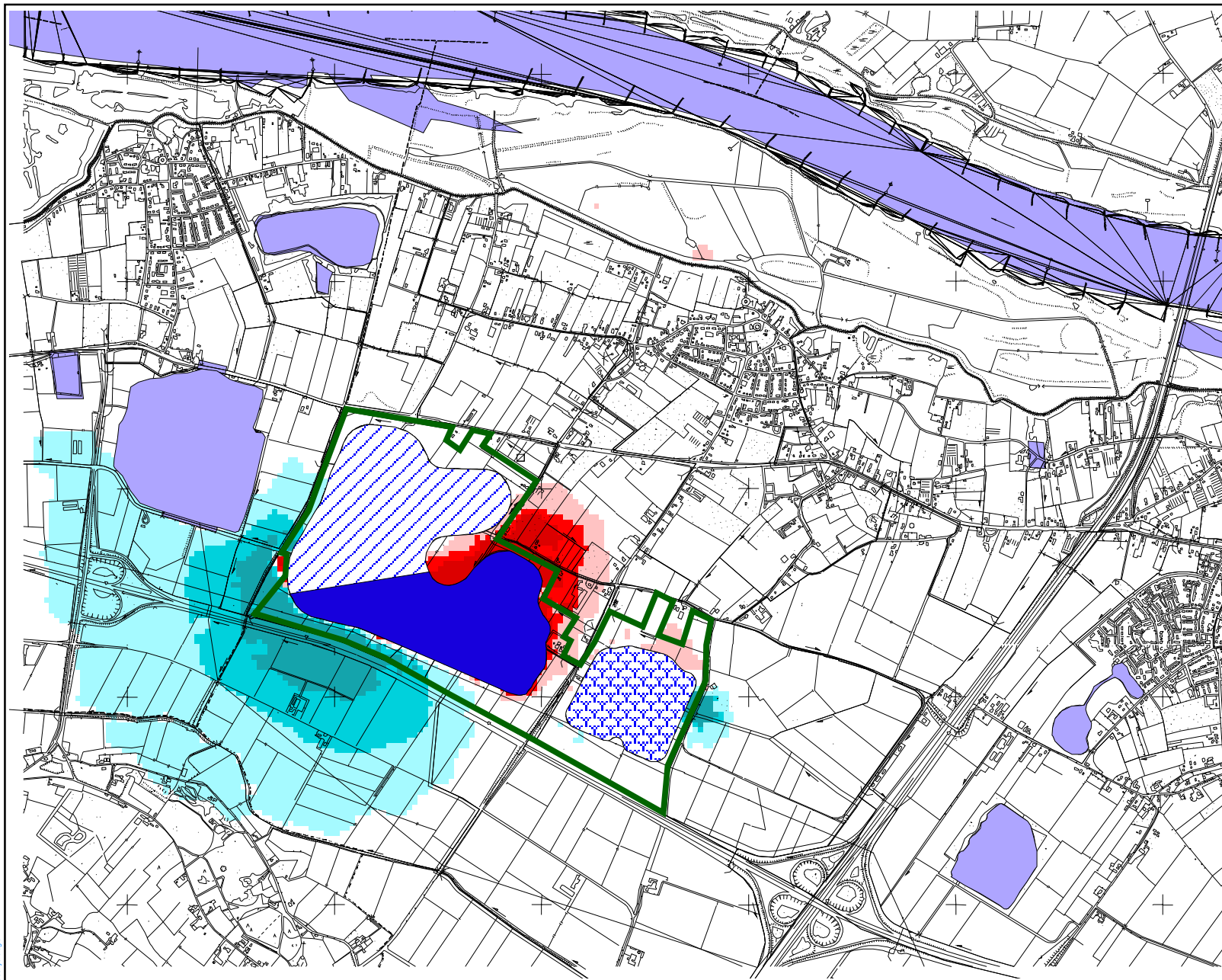
Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf













300 0 300 600 Meters

projectcode: BEUN13-12-1
getekend: Mark de Kuster
datum: 2 augustus 2007

Witteveen **Bos**

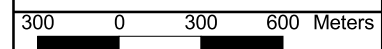
Verandering kwel/infiltratie halverwege fase 2



-  projectgebied
 -  plas west (voltooid)
 -  plas west (nog aan te leggen)
 -  plas oost
 -  oppervlaktewater
- verandering kwel/infiltratie (mm/dag)
- toename kwel
 -  > 0,5 /afname infiltratie
 -  -0,5 - -0,3
 -  -0,3 - -0,1
 -  -0,1 - 0,1
 -  0,1 - 0,3
 -  0,3 - 0,5
 -  > 0,5 toename infiltratie /afname kwel



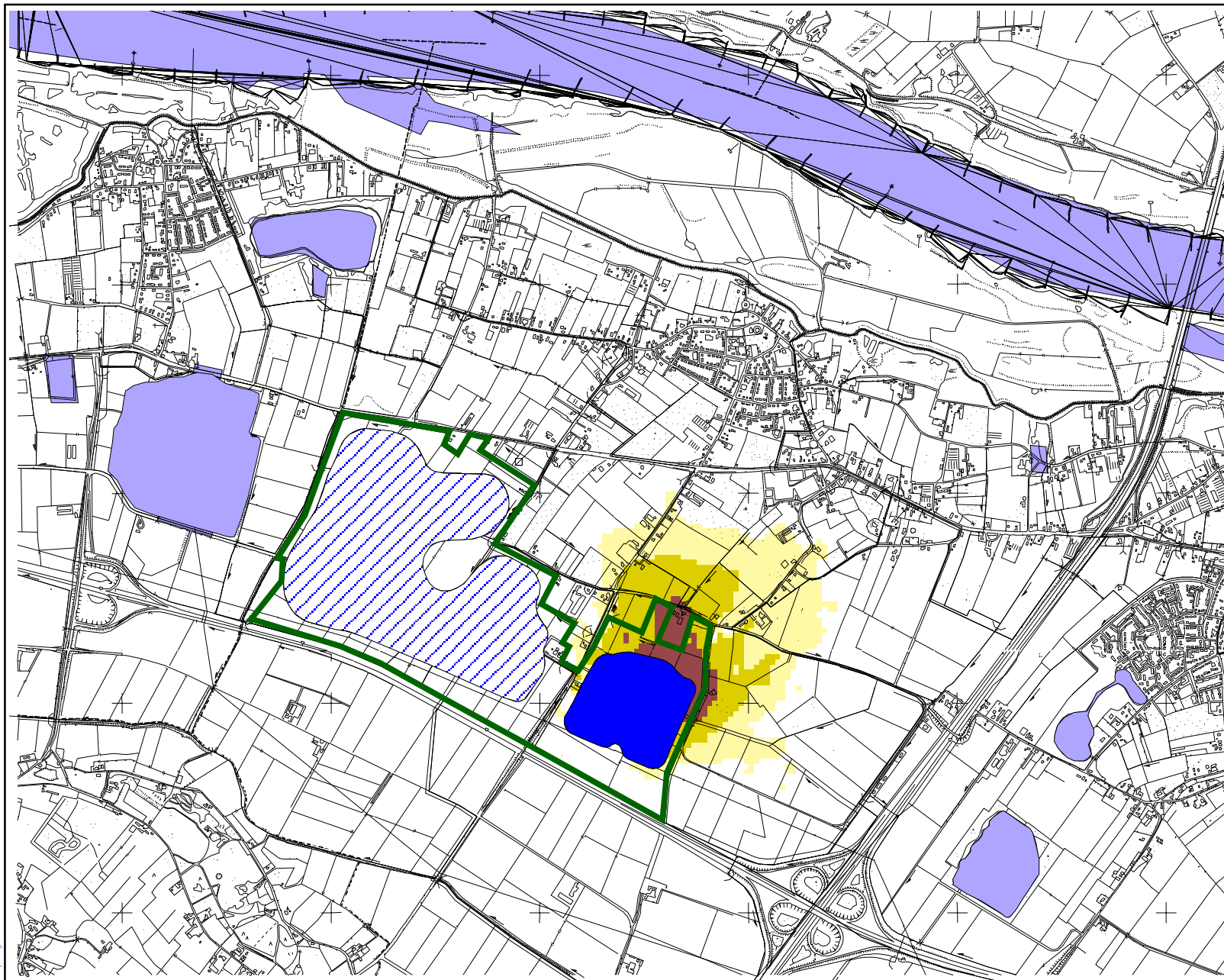
Geohydrologische effectenstudie Geertjesgolf



projectcode: BEUN13-12-1
 getekend: Mark de Kuster
 datum: 25 juli 2007



Verandering Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) na fase 1



- projectgebied
- plas west (nog aan te leggen)
- plas oost
- oppervlaktewater

verandering GHG (m)

- > 0,2 hoger
- 0,2 - -0,1
- 0,1 - -0,05
- 0,05 - 0,05
- 0,05 - 0,1
- 0,1 - 0,2
- > 0,2 lager



Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

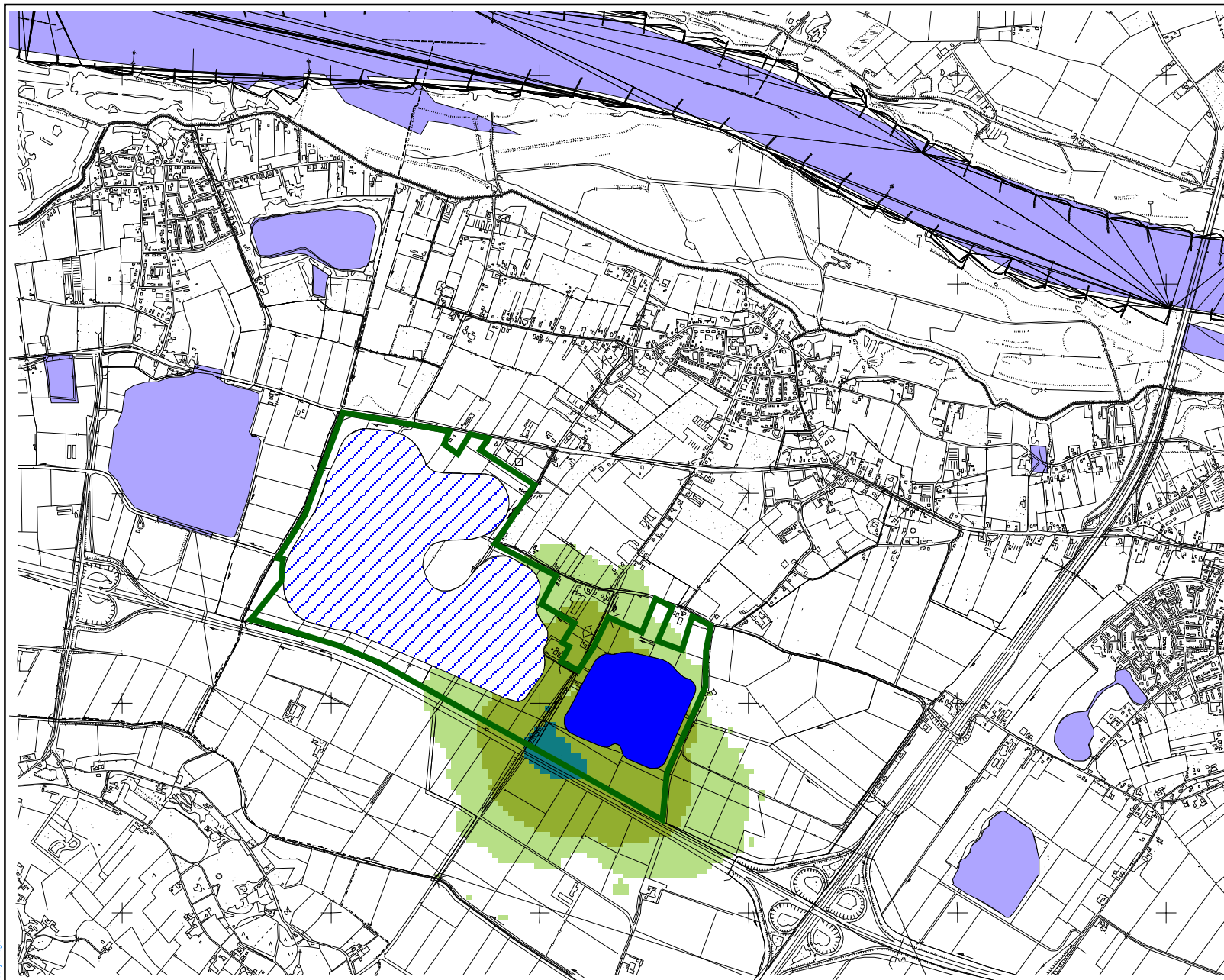
projectcode: BEUN13-12-1

getekend: Mark de Kuster

datum: 2 augustus 2007








Witteveen **Bos**

Verandering Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) na fase 1



-  projectgebied
-  plas west (nog aan te leggen)
-  plas oost
-  oppervlaktewater

verandering GLG (m)

-  > 0,2 hoger
-  -0,2 - -0,1
-  -0,1 - -0,05
-  -0,05 - 0,05
-  0,05 - 0,1
-  0,1 - 0,2
-  > 0,2 lager



Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

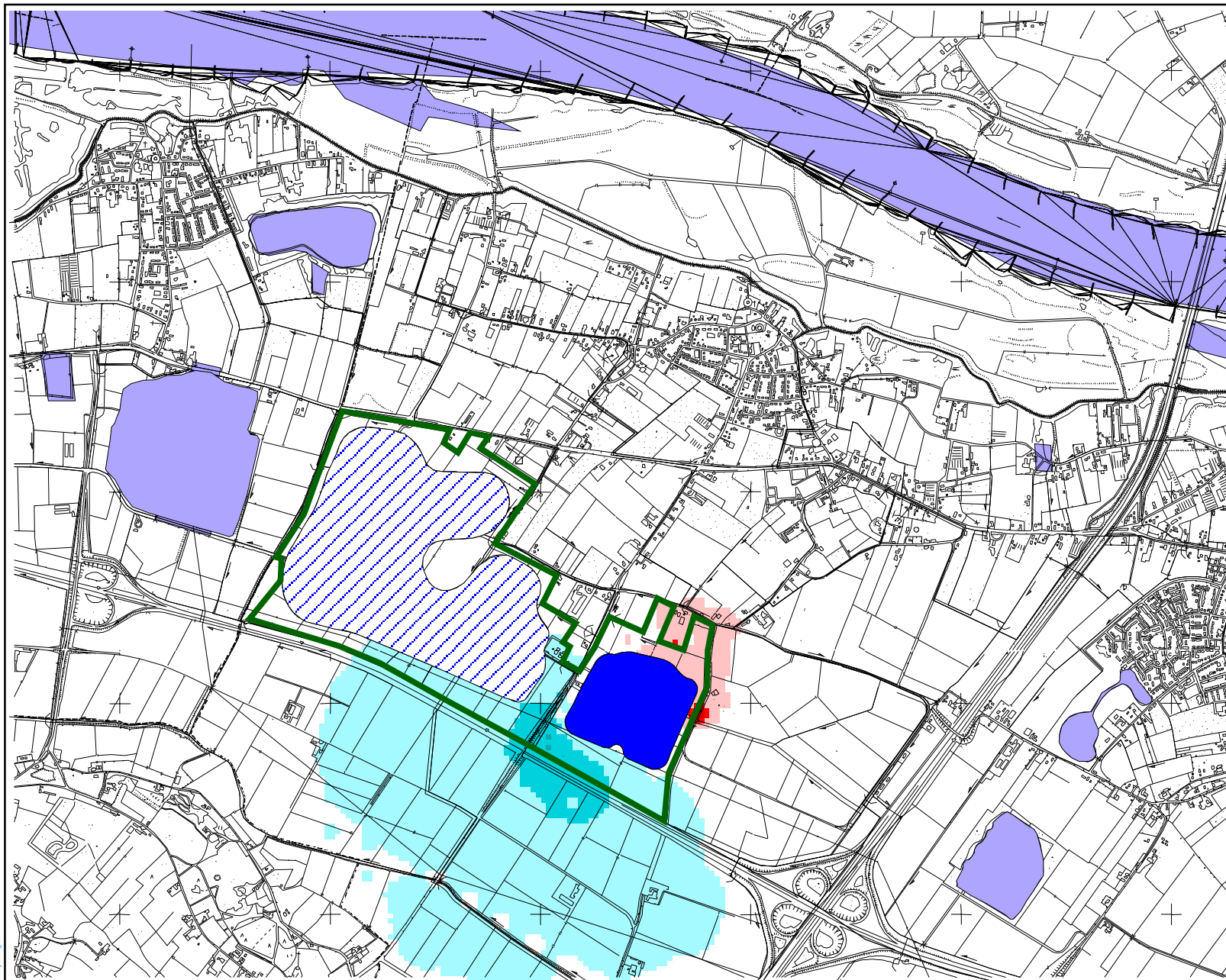
projectcode: BEUN13-12-1

getekend: Mark de Kuster

datum: 2 augustus 2007

Witteveen **Bos**

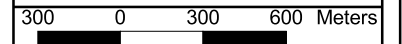
Verandering kwel/infiltratie na fase 1



- projectgebied
 - plas west (nog aan te leggen)
 - plas oost
 - oppervlaktewater
- verandering kwel/infiltratie (mm/dag)
- toename kwel > 0,5 /afname infiltratie
 - 0,5 - -0,3
 - 0,3 - -0,1
 - 0,1 - 0,1
 - 0,1 - 0,3
 - 0,3 - 0,5
 - > 0,5 toename infiltratie /afname kwel



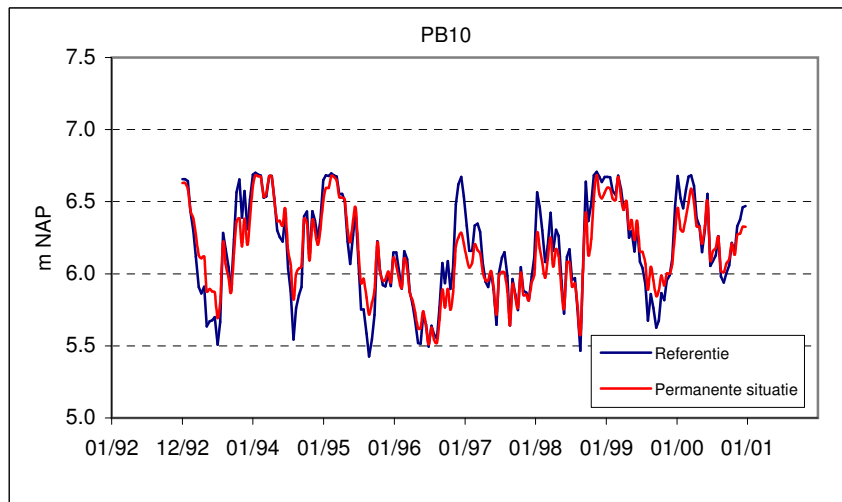
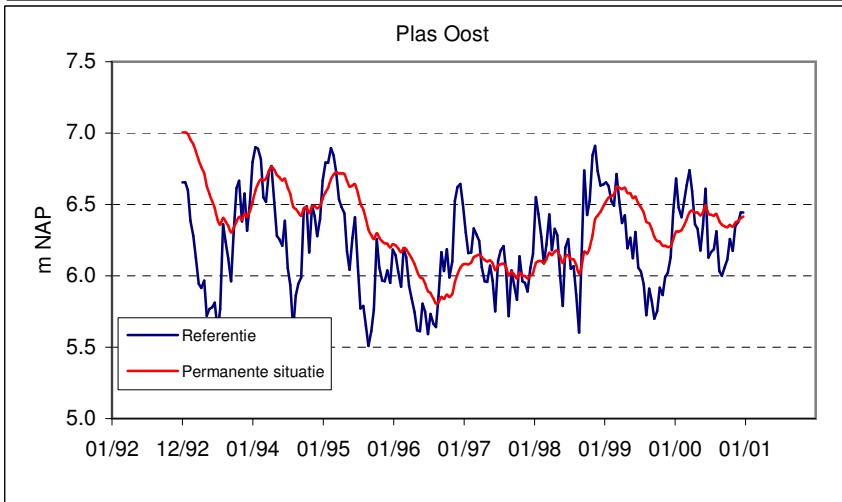
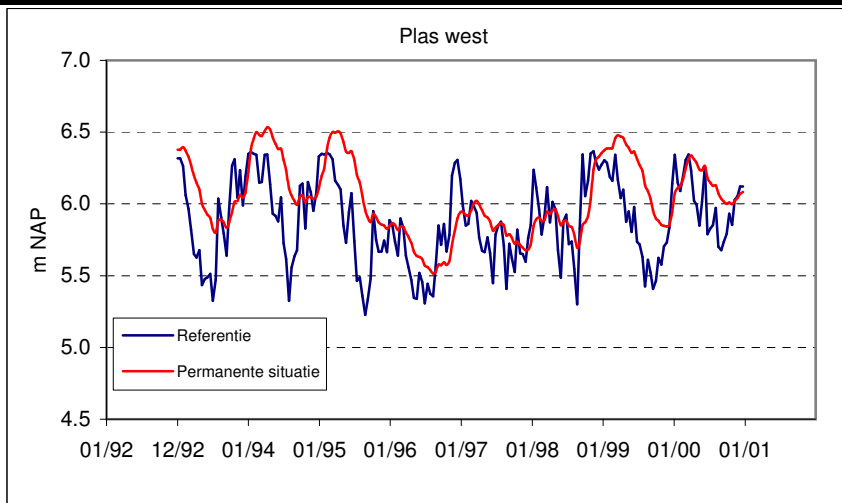
Geohydrologische effectenstudie Geertjesgolf



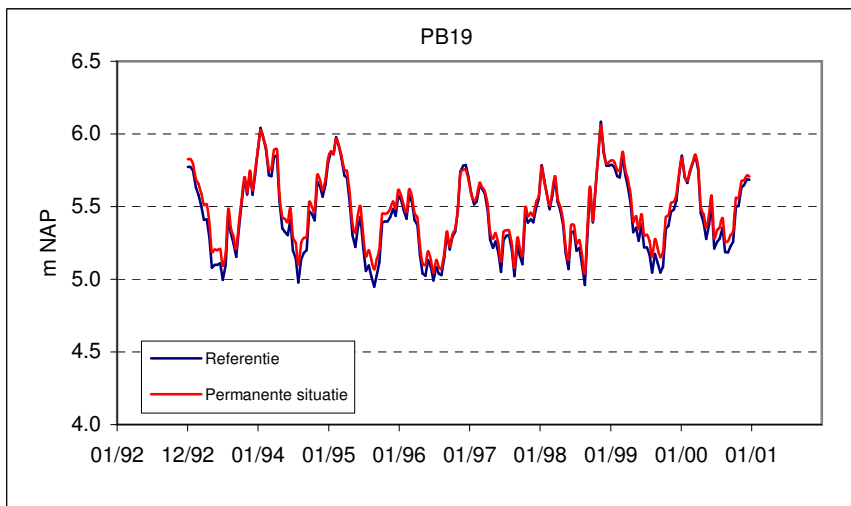
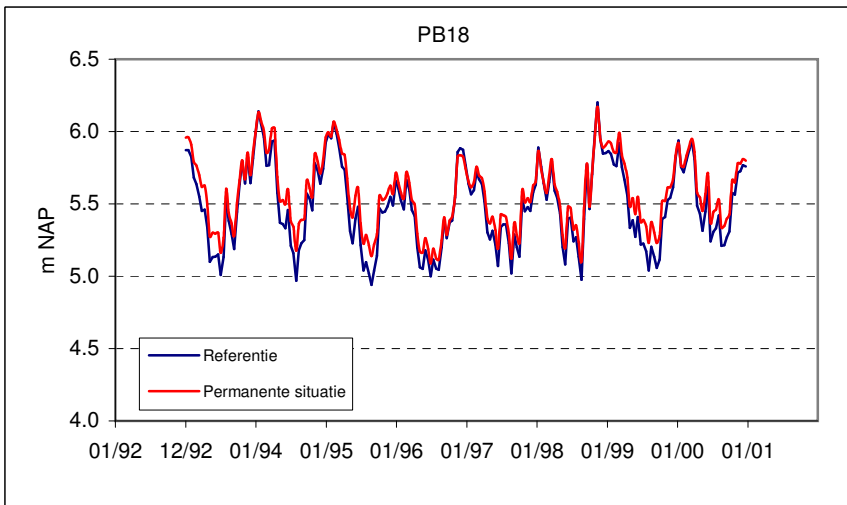
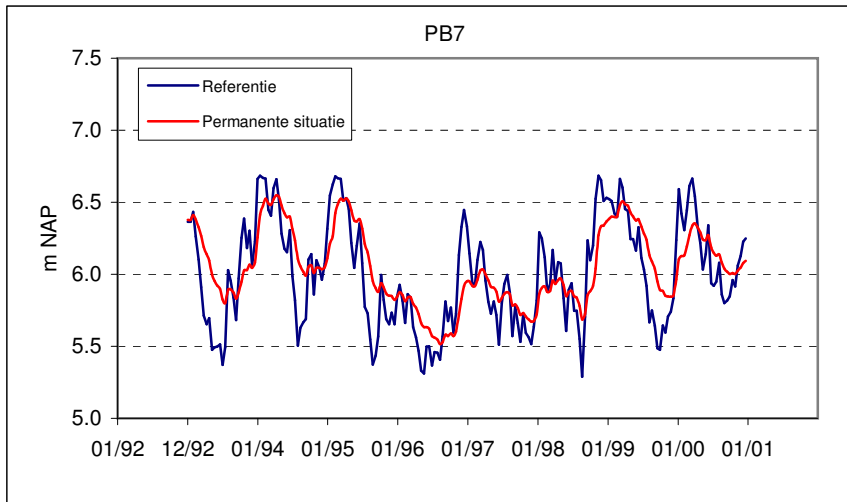
projectcode: BEUN13-12-1
getekend: Mark de Kuster
datum: 25 juli 2007



**BIJLAGE XI VERGELIJKING GRONDWATERSTAND REFERENTIE- EN EINDSITUATI
(TIJDREEKSEN)**



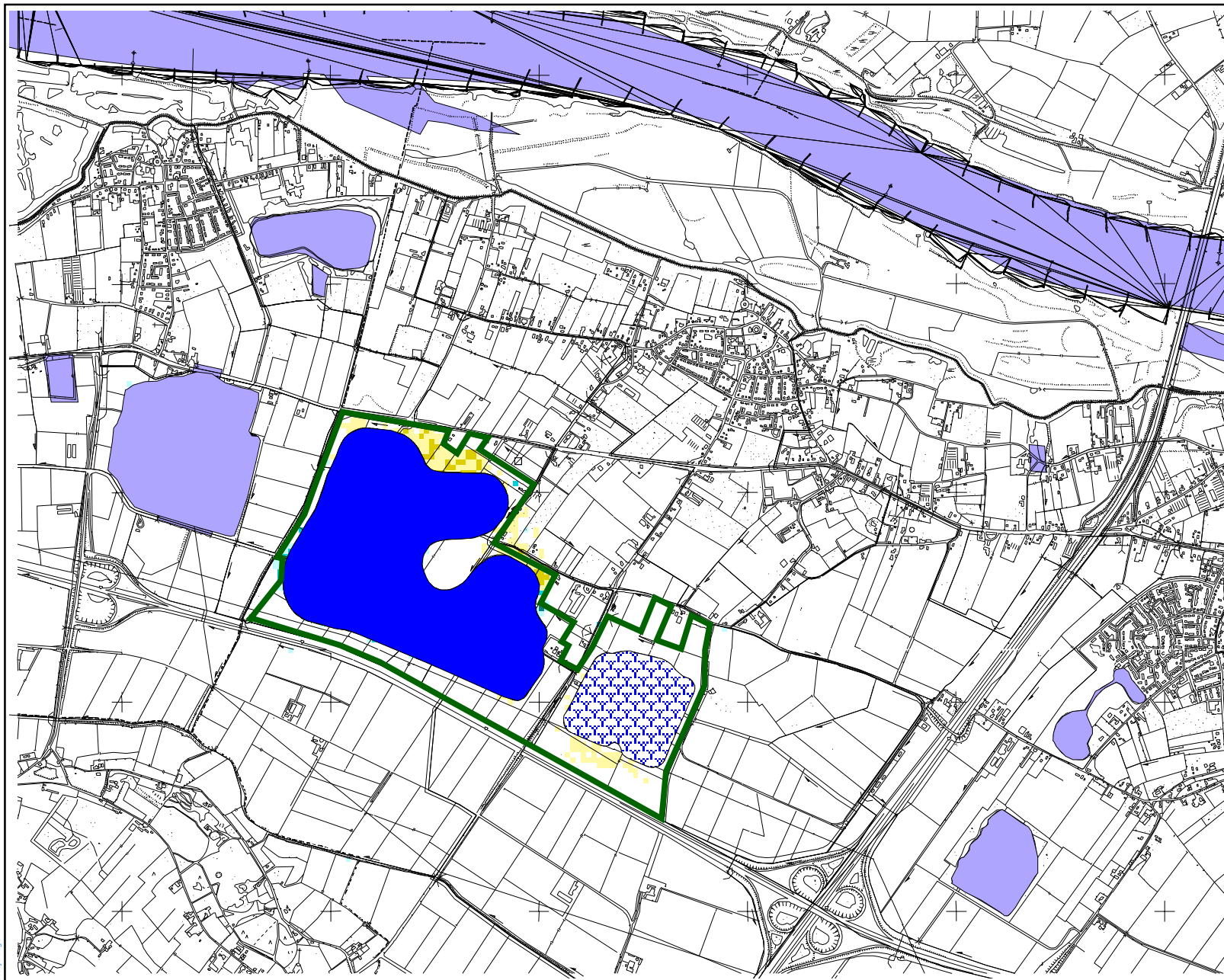
Vergelijking grondwaterstanden
in de referentiesituatie en na
aanleg oostelijke en westelijke plas







Vergelijking grondwaterstanden
in de referentiesituatie en na
aanleg oostelijke en westelijke plas








BIJLAGE XII VERANDERING DOELREALISATIE LANDBOUW

Verandering natschade in de eindsituatie



-  projectgebied
-  plas west
-  plas oost
-  oppervlaktewater

verandering natschade (%)

-  > 20 afname
-  -20 - -10
-  -10 - -5
-  -5 - 5
-  5 - 10
-  10 - 20
-  > 20 toename



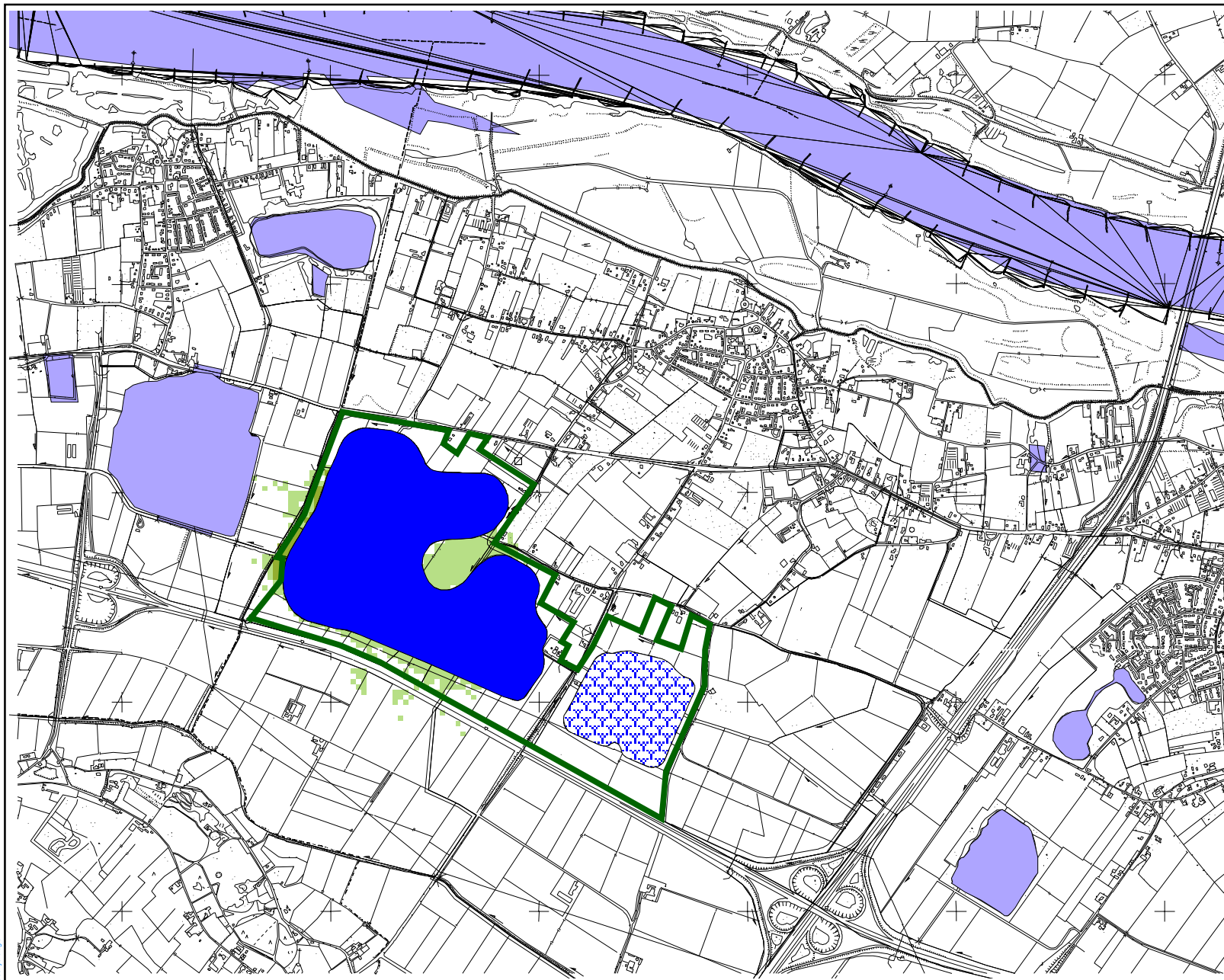
Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf





300 0 300 600 Meters

projectcode: BEUN13-12-1
getekend: Mark de Kuster
datum: 2 augustus 2007








Witteveen **Bos**

Verandering droogteschade in de eindsituatie



-  projectgebied
-  plas west
-  plas oost
-  oppervlaktewater

verandering droogteschade (%)

-  > 20 afname
-  -20 - -10
-  -10 - -5
-  -5 - 5
-  5 - 10
-  10 - 20
-  > 20 toename



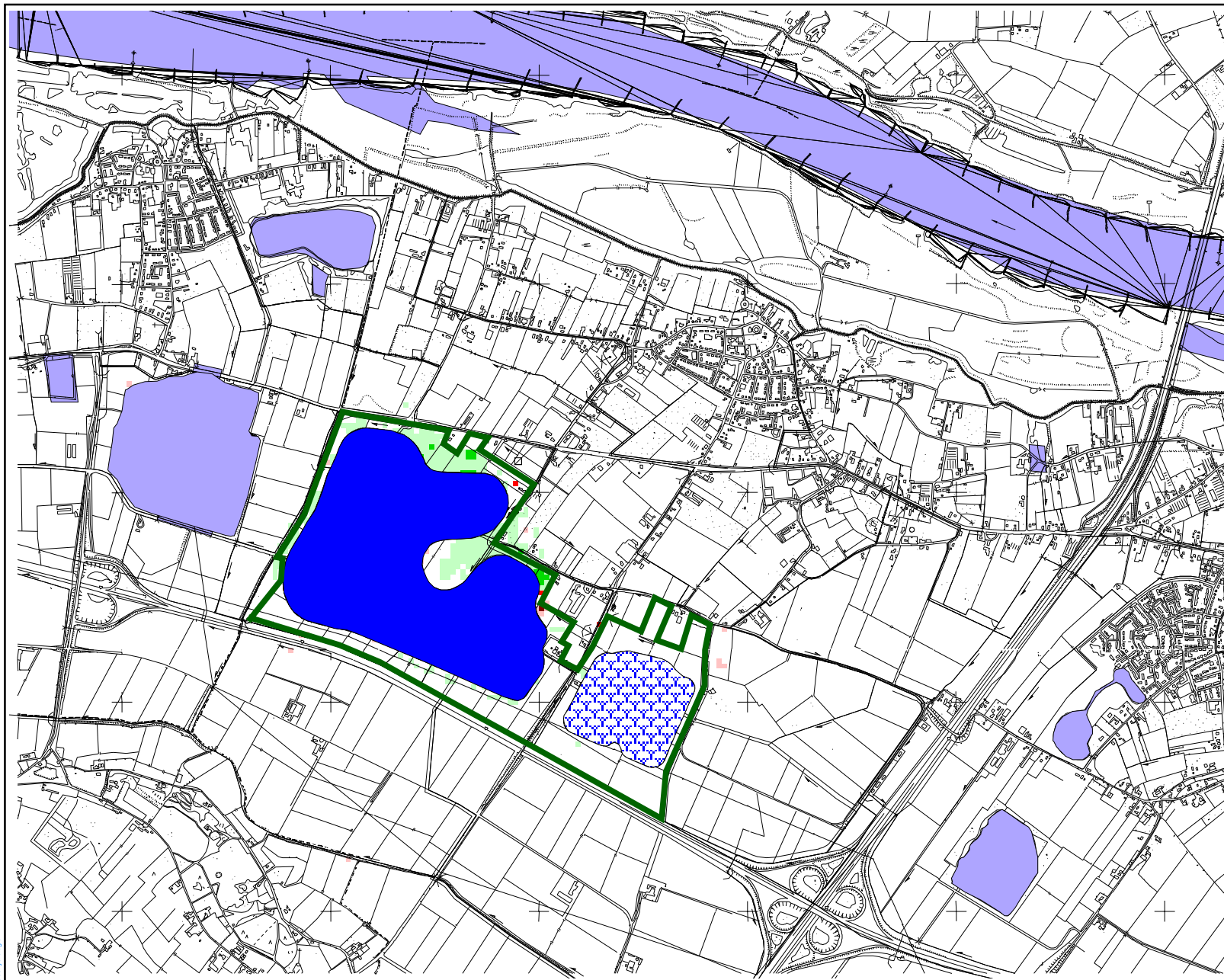
Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf





300 0 300 600 Meters

projectcode: BEUN13-12-1
getekend: Mark de Kuster
datum: 2 augustus 2007








Witteveen **Bos**

Verandering doelrealisatie in de eindsituatie



-  projectgebied
-  plas west
-  plas oost
-  oppervlaktewater

verandering doelrealisatie (%)

-  > 20 afname
-  -20 - -10
-  -10 - -5
-  -5 - 5
-  5 - 10
-  10 - 20
-  > 20 toename



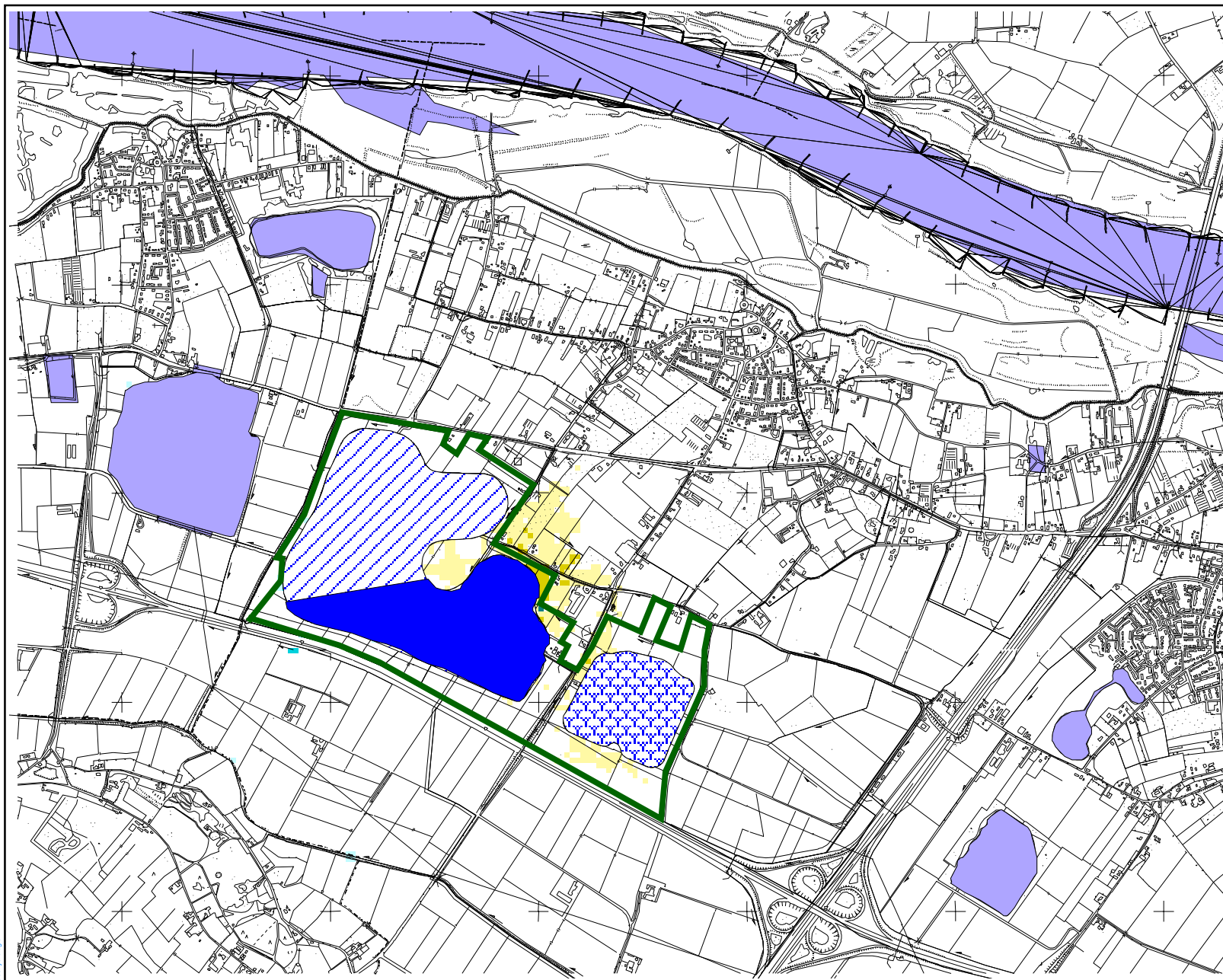
Geohydrologische
effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

projectcode: BEUN13-12-1
getekend: Mark de Kuster
datum: 2 augustus 2007

Witteveen **Bos**

Verandering natschade halverwege fase 2



- projectgebied
- plas west (reeds voltooid)
- plas west (nog aan te leggen)
- plas oost (opgevuld)
- oppervlaktewater

- verandering natschade (%)
- > 20 afname
 - 20 - -10
 - 10 - -5
 - 5 - 5
 - 5 - 10
 - 10 - 20
 - > 20 toename



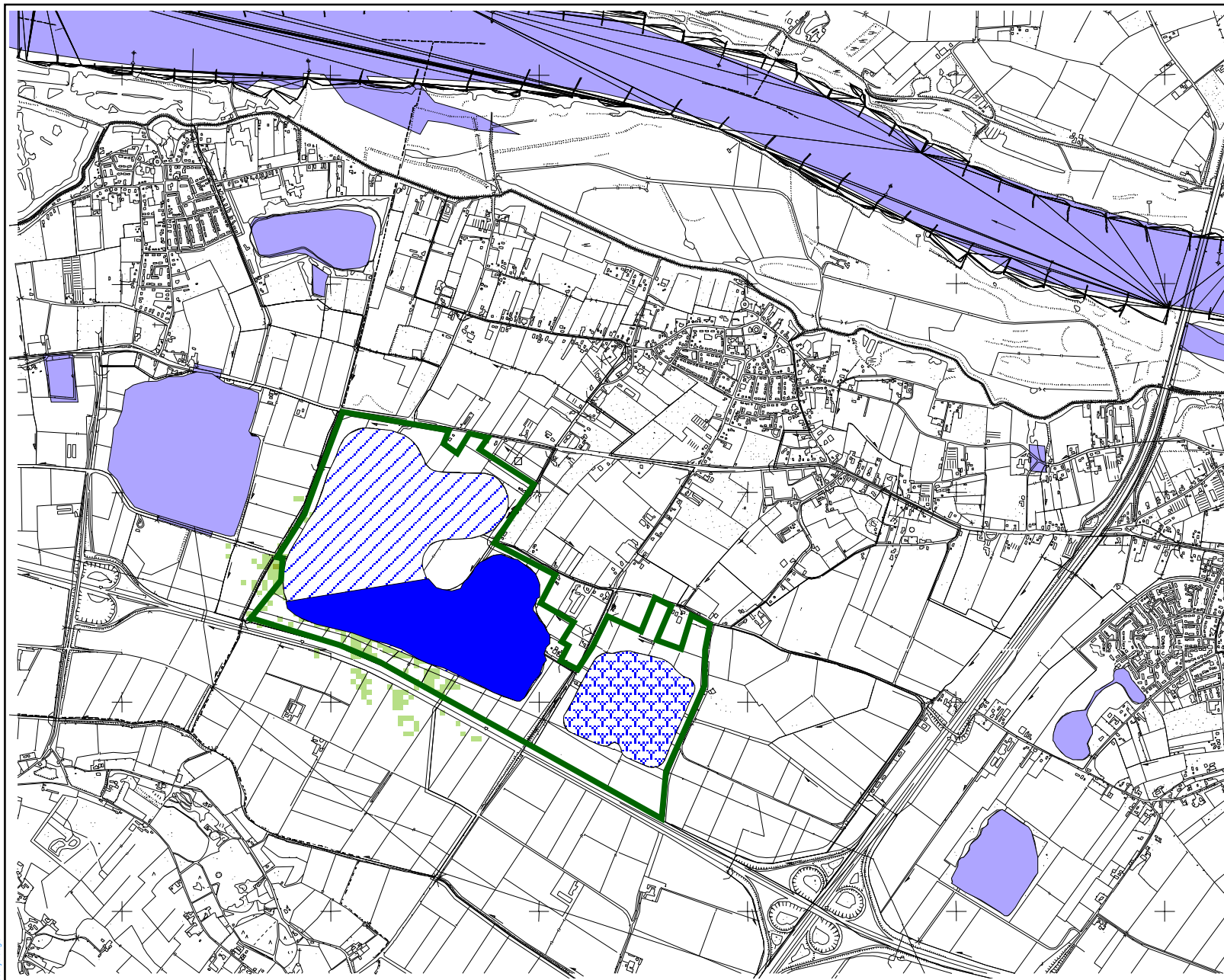
Geohydrologische effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

projectcode: BEUN13-12-1
getekend: Mark de Kuster
datum: 2 augustus 2007



Verandering droogteschade halverwege fase 2



- projectgebied
- plas west (reeds voltooid)
- plas west (nog aan te leggen)
- plas oost (opgevuld)
- oppervlaktewater

verandering droogteschade (%)

- > 20 afname
- 20 - -10
- 10 - -5
- 5 - 5
- 5 - 10
- 10 - 20
- > 20 toename



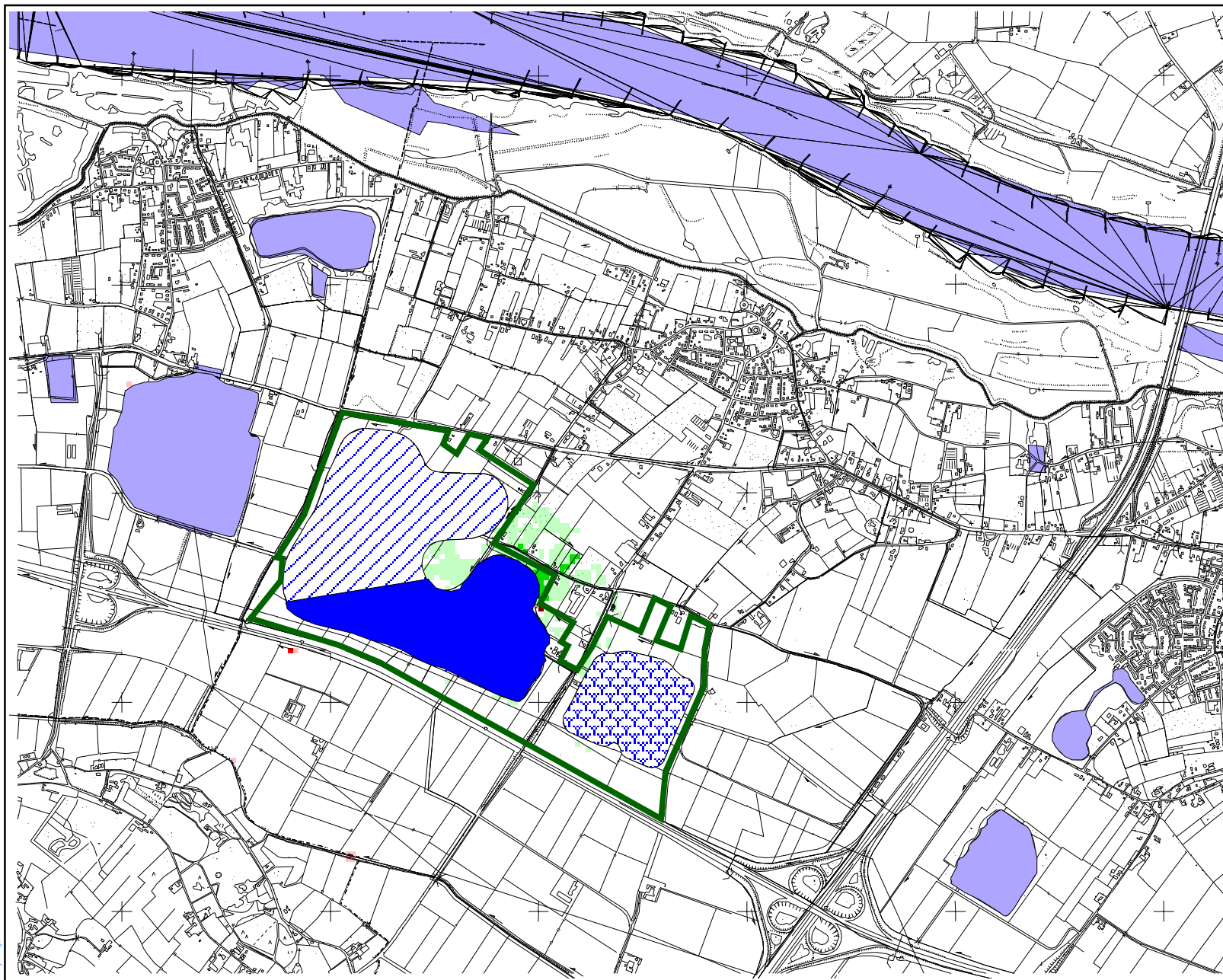
Geohydrologische effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

projectcode: BEUN13-12-1
getekend: Mark de Kuster
datum: 2 augustus 2007



Verandering doelrealisatie halverwege fase 2



- projectgebied
- plas west (reeds voltooid)
- plas west (nog aan te leggen)
- plas oost (opgevuld)
- oppervlaktewater

- verandering doelrealisatie (%)
- > 20 afname
 - 20 - -10
 - 10 - -5
 - 5 - 5
 - 5 - 10
 - 10 - 20
 - > 20 toename



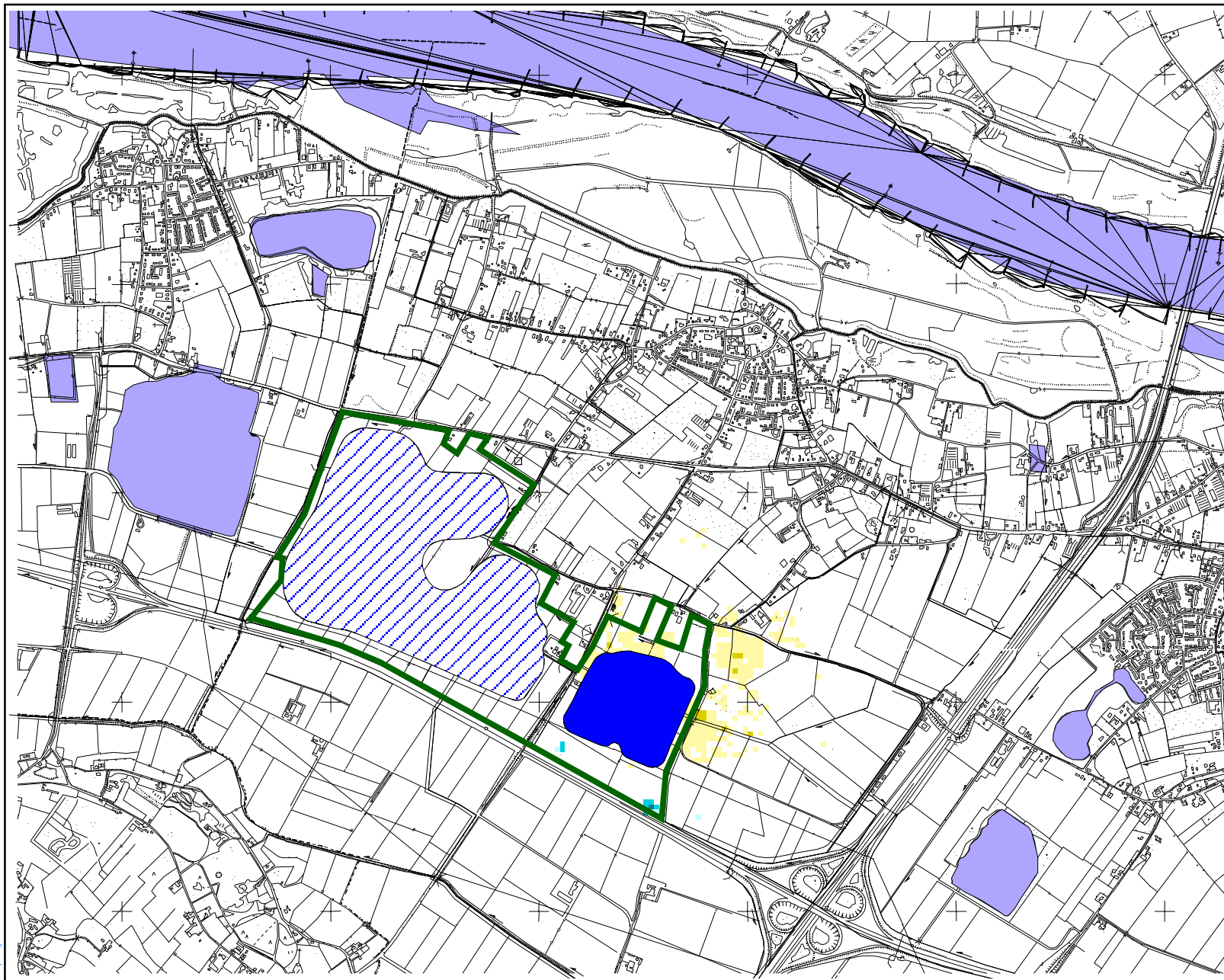
Geohydrologische effectenstudie Geertjesgolf



projectcode: BEUN13-12-1
getekend: Mark de Kuster
datum: 2 augustus 2007



Verandering natschade na fase 1



- projectgebied
 - plas west (nog aan te leggen)
 - plas oost
 - oppervlaktewater
- verandering natschade (%)
- > 20 afname
 - 20 - -10
 - 10 - -5
 - 5 - 5
 - 5 - 10
 - 10 - 20
 - > 20 toename



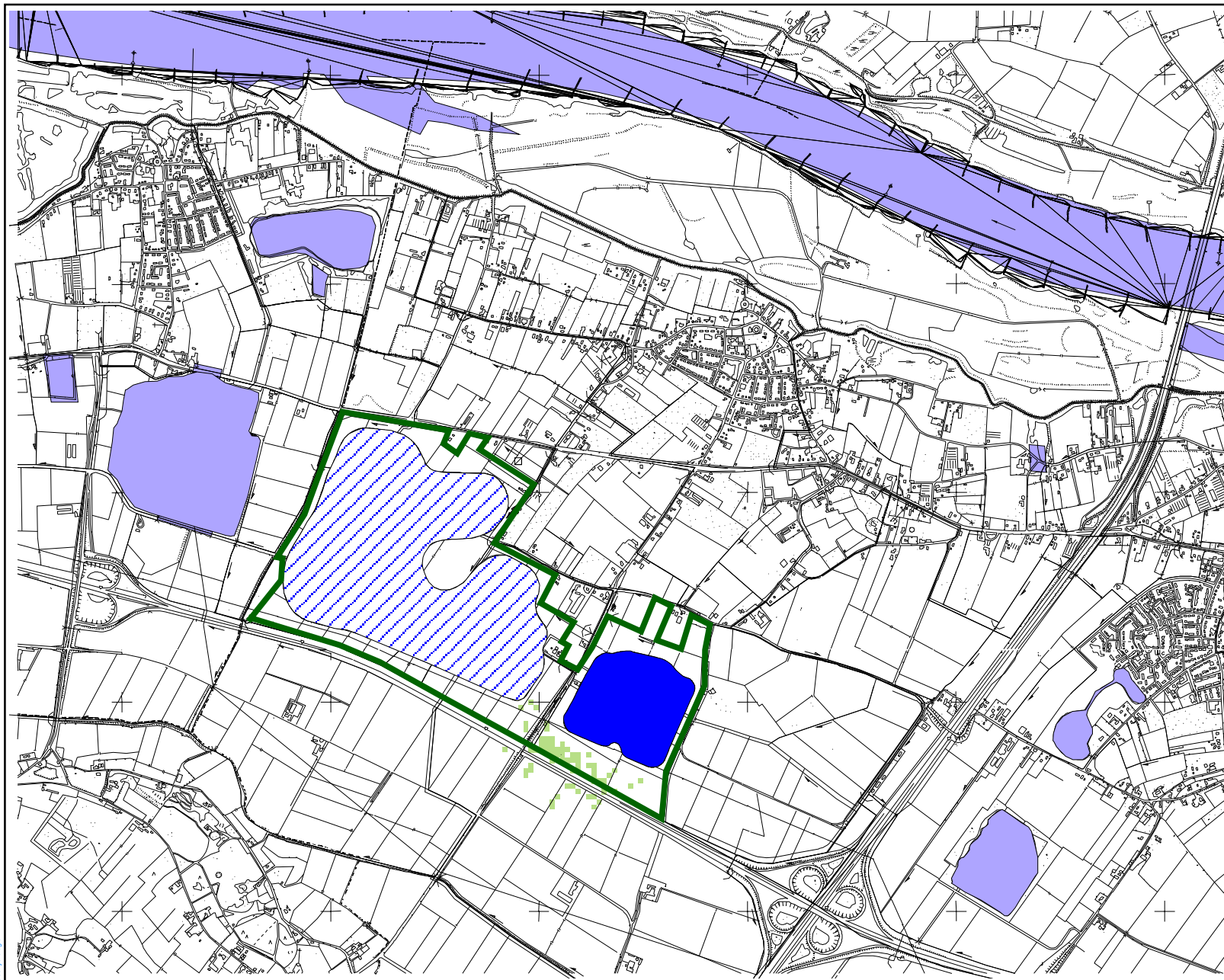
Geohydrologische effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

projectcode: BEUN13-12-1
getekend: Mark de Kuster
datum: 2 augustus 2007










Verandering droogteschade na fase 1



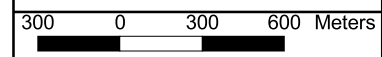
-  projectgebied
-  plas west (nog aan te leggen)
-  plas oost
-  oppervlaktewater

verandering droogteschade (%)

-  > 20 afname
-  -20 - -10
-  -10 - -5
-  -5 - 5
-  5 - 10
-  10 - 20
-  > 20 toename



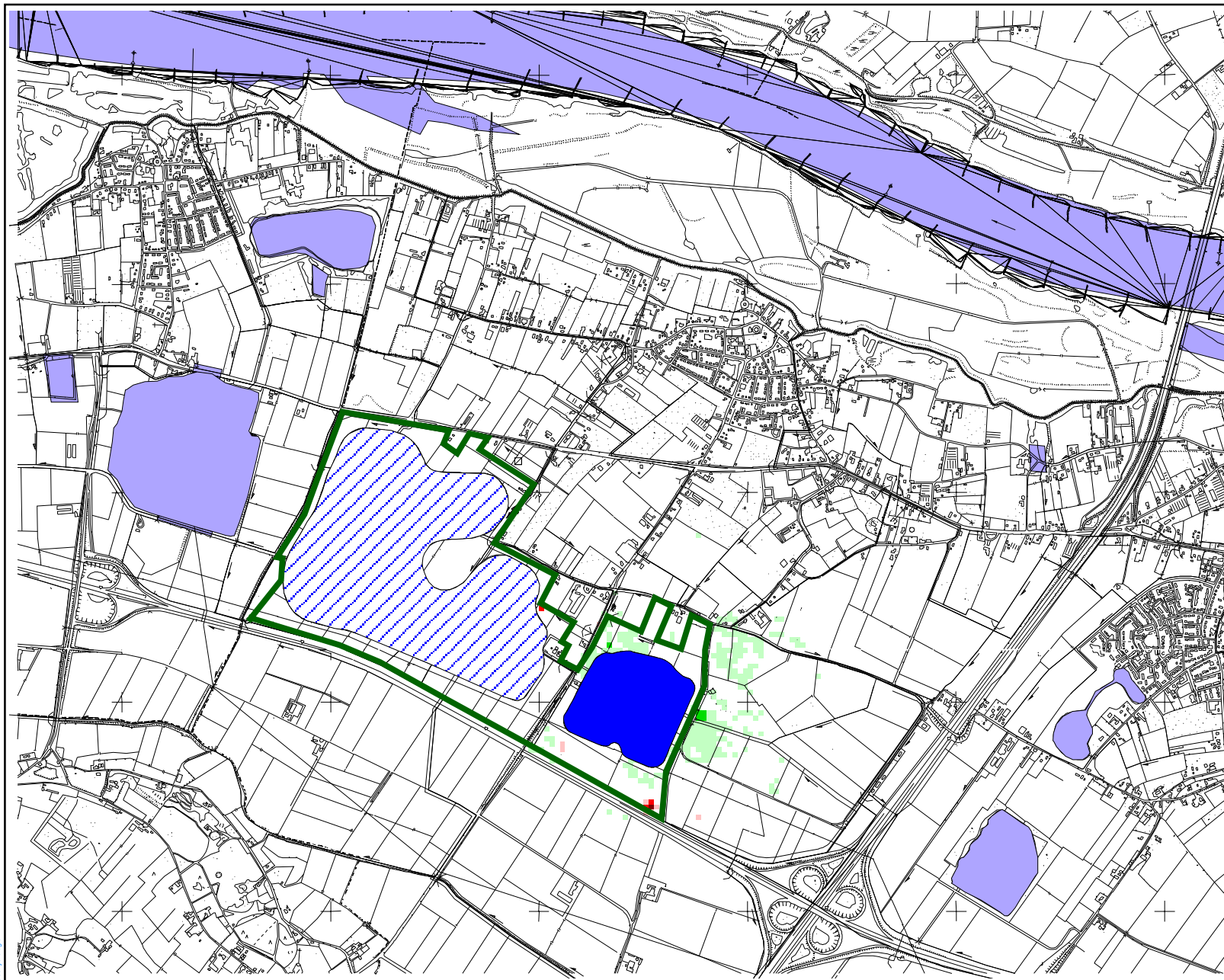
Geohydrologische effectenstudie Geertjesgolf










projectcode: BEUN13-12-1
getekend: Mark de Kuster
datum: 2 augustus 2007



Verandering doelrealisatie na fase 1



-  projectgebied
-  plas west (nog aan te leggen)
-  plas oost
-  oppervlaktewater

- verandering doelrealisatie (%)
-  > 20 afname
 -  -20 - -10
 -  -10 - -5
 -  -5 - 5
 -  5 - 10
 -  10 - 20
 -  > 20 toename



Geohydrologische effectenstudie Geertjesgolf

300 0 300 600 Meters

projectcode: BEUN13-12-1
getekend: Mark de Kuster
datum: 2 augustus 2007



