



# Gebiedsontwikkeling

Ooijse Graaf- geohydrologische modelresultaten scenario's

K3 & Stichting Ark

28 juni 2022

Project Gebiedsontwikkeling  
Opdrachtgever K3 & Stichting Ark

Document Ooijse Graaf- geohydrologische modelresultaten scenario's  
Status Definitief 02  
Datum 28 juni 2022  
Referentie 123445/22-009.572

Projectcode 123445

Projectleider

Projectdirecteur

Auteur(s)

Gecontroleerd door

Goedgekeurd door

Paraaf

Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.  
Leeuwenbrug 8  
Postbus 233  
7400 AE Deventer  
+31 (0)570 69 79 11  
www.witteveenbos.com  
KvK 38020751

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

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden vervaelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.



## INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>7</b>
1.1	Aanleiding	7
1.2	Doelstelling	8
1.3	Leeswijzer	8
<b>2</b>	<b>GEBIEDSBESCHRIJVING EN UITGANGSPUNTEN</b>	<b>9</b>
2.1	Gebiedsbeschrijving	9
2.1.1	Maaiveld en waterkeringen	9
2.1.2	Bodemopbouw	10
2.1.3	Oppervlaktewatersysteem	13
2.1.4	Rivierwaterstanden	15
2.1.5	Grondwatersysteem	17
2.1.6	Riool overstorten	21
2.2	Beleidsregels waterschap Rivierenland	22
2.2.1	Eisen waterschap Rivierenland omtrent waterkering	22
2.2.2	Eisen waterschap Rivierenland omtrent kwel en wegzijging	23
<b>3</b>	<b>HERONTWIKKELING OOIJSE GRAAF</b>	<b>24</b>
3.1	Voorgenomen maatregelen	24
<b>4</b>	<b>GEOHYDROLOGISCHE MODELSTUDIE</b>	<b>29</b>
4.1	Model opzet en validatie	29
4.2	Huidige situatie berekend met het grondwatermodel	34
4.2.1	Grondwaterstanden	34
4.2.2	Bepalen door te rekenen scenario's voor gebied Ooijse Graaf	36
4.3	Schematiseren van peilopzet in het grondwatermodel	36
4.4	Schematiseren van de zandwinningsplas in het grondwatermodel	39
<b>5</b>	<b>SCENARIO: PLAS MET RIETMOERAS ZONDER PEILOPZET (HUIDIG PEIL NAP +9,15 M)</b>	<b>41</b>
5.1	Scenariobeschrijving	41

5.2	Resultaten scenario op grondwaterstanden maatgevende situaties	43
5.3	Afvoerdebiet uit nieuw peilvak OY010-Oost	53
5.4	Resultaten scenario op kwelflux	54
5.5	Resultaten scenario landbouw effecten	64
5.6	Resultaten scenario risico op grondwateroverlast bebouwing	67
5.7	Conclusie	68
<b>6</b>	<b>SCENARIO: WATERPEIL OPZETTEN TOT NAP +9,30 M</b>	<b>69</b>
6.1	Scenariobeschrijving	69
6.2	Resultaten scenario op grondwaterstanden maatgevende situaties	71
6.3	Afvoerdebiet uit nieuw peilvak OY010-Oost	81
6.4	Resultaten scenario op kwelflux	82
6.5	Resultaten scenario landbouw effecten	93
6.6	Resultaten scenario risico op grondwateroverlast bebouwing	95
6.7	Conclusie	97
<b>7</b>	<b>SCENARIO: WATERPEIL OPZETTEN TOT NAP +9,50 M</b>	<b>99</b>
7.1	Scenariobeschrijving	99
7.2	Resultaten scenario op grondwaterstanden maatgevende situaties	101
7.3	Afvoerdebiet uit nieuw peilvak OY010-Oost	111
7.4	Resultaten scenario op kwelflux	112
7.5	Resultaten scenario landbouw effecten	122
7.6	Resultaten scenario risico op grondwateroverlast bebouwing	124
7.7	Conclusie	126
<b>8</b>	<b>SCENARIO: WATERPEIL OPZETTEN TOT NAP +9,65 M</b>	<b>128</b>
8.1	Scenariobeschrijving	128
8.2	Resultaten scenario op grondwaterstanden maatgevende situaties	130
8.3	Afvoerdebiet uit nieuw peilvak OY010-Oost	140
8.4	Resultaten scenario op kwelflux	141
8.5	Resultaten scenario landbouw effecten	151
8.6	Resultaten scenario risico op grondwateroverlast bebouwing	153
8.7	Conclusie	155
8.8	Mitigerende maatregelen	156
8.8.1	Effecten van de mitigerende maatregelen	157



9	<b>OVERZICHT EFFECTEN VAN ALLE SCENARIO'S</b>	<b>160</b>
9.1	Grondwaterstanden maatgevende situaties	160
9.2	Afvoerdebieten uit nieuw peilvak OOV010-oost	164
9.3	Landbouw effecten	165
9.4	Grondwateroverlast bebouwing	166
9.5	Effecten klimaatverandering	167
9.6	Conclusie	167

10	<b>REFERENTIES</b>	<b>169</b>
----	--------------------	------------

Laatste pagina	169
----------------	-----

<b>Bijlage(n)</b>	<b>Aantal pagina's</b>
-------------------	------------------------

-





# 1

## INLEIDING

### 1.1 Aanleiding

Stichting ARK Natuurontwikkeling (hierna ARK) en K3 zijn bezig met een mogelijke herontwikkeling in het gebied Erlecomse polder (onderdeel van de Ooijpolder in de gemeente Berg en Dal). Directe aanleiding is het verbeteren en vergroten van het areaal aan rietmoeras (laagdynamische natuur) en de aanleg van nieuw water door middel van een tijdelijke zandwinning. Landbouwgrond wordt omgevormd naar natuur. De nieuwe natuur krijgt ook de bestemming natuur. Er is geen sprake van een wijziging van de begrenzing van N2000. In afbeelding 1.1 is het inrichtingsplan weergegeven.

Afbeelding 1.1 Inrichtingsplan, verbeelding van het Voornemen en huidige situatie



K3 en ARK hebben Witteveen+Bos gevraagd om inzicht te geven in de hydrologische effecten van ingrepen en maatregelen, en daarbij ook mogelijke effecten op landbouw en bebouwing nader te beschouwen. Door Witteveen en Bos is onderzocht wat de te verwachten impact en effecten zijn van het aanleggen van de plas en het rietmoeras in combinatie met het eventueel verhogen van het waterpeil naar respectievelijk NAP +9,30 m, NAP +9,50 m en NAP +9,65 m. Deze drie verschillende waterpeilen én het handhaven van het huidige waterpeil op NAP +9,15 m betreffen de vier scenario's die in dit rapport worden gepresenteerd.

Dit onderzoek dient als basis voor het bepalen van het waterpeil van het gebied. Ook geeft het onderzoek informatie om het ecologische effect van de nieuwe plas met rietmoeras en de beoogde peilopzet te bepalen voor de geformuleerde projectdoelstellingen in het algemeen en de doelen t.a.v. de klimaatbuffer en het rietmoeras in het bijzonder. Dit gebeurt in het MER. Als onderdeel van de MER wordt ook een ecologische beoordeling uitgevoerd, deze wordt opgesteld door Bureau Waardenburg.

## 1.2 Doelstelling

De doelstellingen van het project zijn:

- het vergroten van het areaal rietmoeras in de Ooijse Graaf met tenminste 13 hectare om daarmee een robuuster leefgebied te realiseren voor moerasgebonden flora en fauna en een positieve bijdrage te leveren aan de biodiversiteit;
- het ontwikkelen van een natuurlijke stapsteen tussen de Millingerwaard en de Duivelsberg op de stuwwal om zo de natuur- en landschapsverbinding te versterken en een positieve bijdrage te leveren aan de biodiversiteit;
- een bijdrage leveren aan de realisatie van een robuuste klimaatbuffer om meer water voorradig te hebben voor droge perioden en beter water te kunnen bufferen in nattere perioden;
- het verbeteren van de toegankelijkheid en de beleefbaarheid van de natuur in het plangebied voor omwonenden en recreanten om zo de verbinding tussen mens en natuur een impuls te geven;
- het op duurzame wijze winnen van oppervlaktedelfstoffen (zand en grind) ten behoeve van een maatschappelijke gewenste gebiedsontwikkeling en zo een bijdrage te leveren aan de grondstofvoorziening voor de nationale bouwopgave.

De doelstelling van voorliggend rapport is om de effecten van de voorgenomen ingrepen op de grondwaterstanden in de omgeving te bepalen en de afgeleide effecten van die veranderingen op de functies landbouw en wonen. Als eerder beschreven worden er geen vergelijkingen tussen de scenario's gedaan en/of conclusies getrokken over de resultaten. Dit gebeurt in de MER.

## 1.3 Leeswijzer

In dit rapport komen de volgende onderwerpen aanbod:

- gebiedsbeschrijving met aandacht voor maaiveld, bodemopbouw, oppervlaktewater en grondwatersysteem (paragraaf 2.1);
- de relevante beleidsregels van Waterschap Rivierenland (paragraaf 2.2);
- de geplande ingrepen (hoofdstuk 3);
- geohydrologische modelopzet (hoofdstuk 4);
- geohydrologische modelresultaten scenario NAP 9,15 m (hoofdstuk 5);
- geohydrologische modelresultaten scenario NAP 9,30 m (hoofdstuk 6);
- geohydrologische modelresultaten scenario NAP 9,50 m (hoofdstuk 7);
- geohydrologische modelresultaten scenario NAP 9,65 m (hoofdstuk 8);
- overzicht van de effecten van alle scenario's (hoofdstuk 9).



# 2

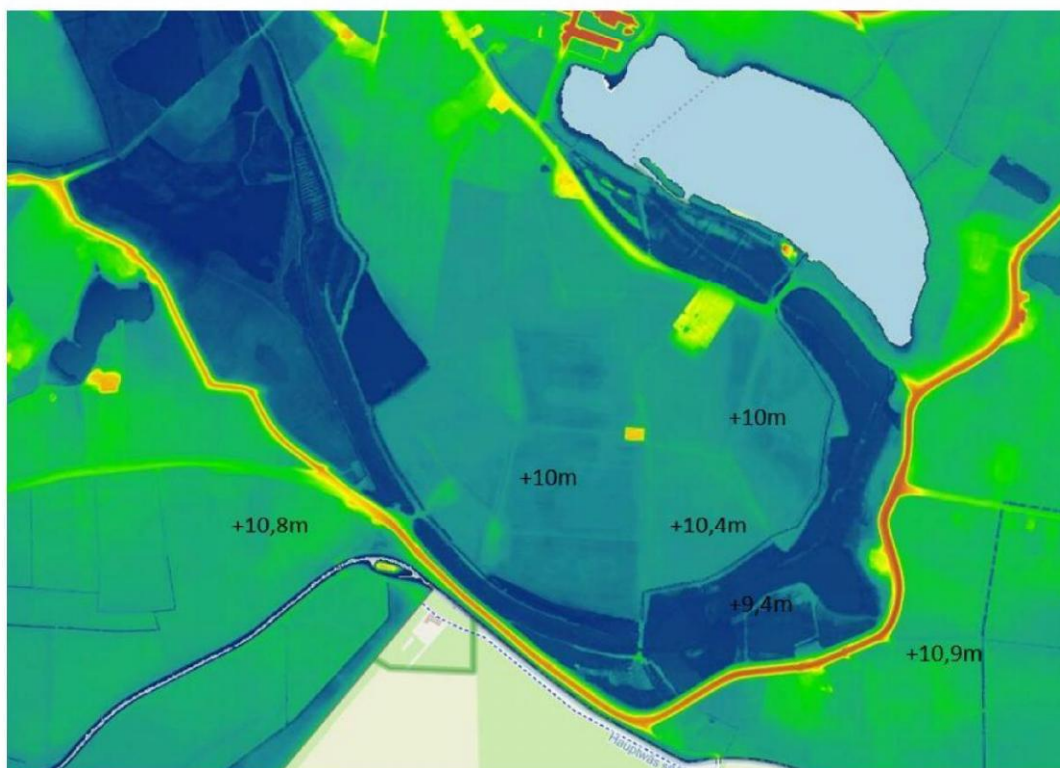
## GEBIEDSBESCHRIJVING EN UITGANGSPUNTEN

### 2.1 Gebiedsbeschrijving

#### 2.1.1 Maaiveld en waterkeringen

Het plangebied de Ooijse Graaf is een relatief laag gelegen gebied. In onderstaande Afbeelding is de hoogte van het gebied in NAP voor een aantal gebieden aangegeven. Het gaat daarbij om de gemiddelde maaiveldhoogtes in NAP zoals te vinden is in de AHN3. Zoals ook te zien is in Afbeelding 2.1 ligt het maaiveld van de huidige agrarische percelen op een hoogte van circa NAP +10 m tot 10,4 m. Rond het gebied ligt een zone die lager is, namelijk tot 9,4 m. Deze lage zone is in gebruik als rietmoeras.

Afbeelding 2.1 AHN3 hoogtekartaart van het plangebied



Op de hoogtekartaart is ook de Kapitteldijk zichtbaar met een hoogte van circa NAP +14,5 m. De Kapitteldijk is een regionale waterkering (secundaire waterkering). Het plangebied wordt voor een groot deel omringd door de Kapitteldijk. De Kapitteldijk loopt over in de Duffeltdijk tot aan de aansluiting op de primaire kering Waalbandijk. Afbeelding 2.2 toont de ligging en beschermzones van de Kapitteldijk en de primaire

waterkering langs de Waal. Voor de Kapitteldijk en Duffeltdijk geldt dat de huidige situatie in stand gehouden moet worden (standstill-principe).

Afbeelding 2.2 Legger waterkeringen waterschap Rivierenland



### 2.1.2 Bodemopbouw

In 2008 zijn er door Fugro een aantal boringen en sonderingen gemaakt in het gebied. In afbeelding 2.3 zijn de locaties van deze boringen en sonderingen weergegeven. De boringen laten allemaal zien dat de bodem voor een groot deel is opgebouwd uit zand. Een enkele boring laat een kleilaagje zien als deklaag (B2 en B7). Overige boringen de eerste 10 m alleen maar fijn zand. Op sommige locaties zijn tot een diepte van meer dan 30 m alleen maar zandlagen aanwezig. Ook uit de sonderingen is te halen dat de conusweerstand overall relatief hoog is, wat duidt op een zandbodem.

Ook de boringen die te vinden zijn via Dinoloket laten zien dat de bodem uitsluitend uit zand bestaat. In BRO GeoTop doorsnede is wel te zien dat mogelijk op enkele plekken klei of kleig zand aanwezig is, voornamelijk in het noorden en westen van het plangebied.

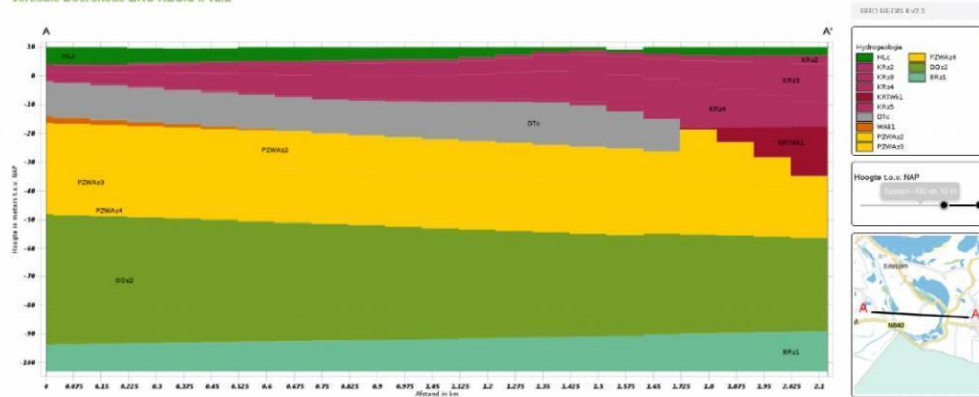


Afbeelding 2.3 Locaties boringen Fugro 2008

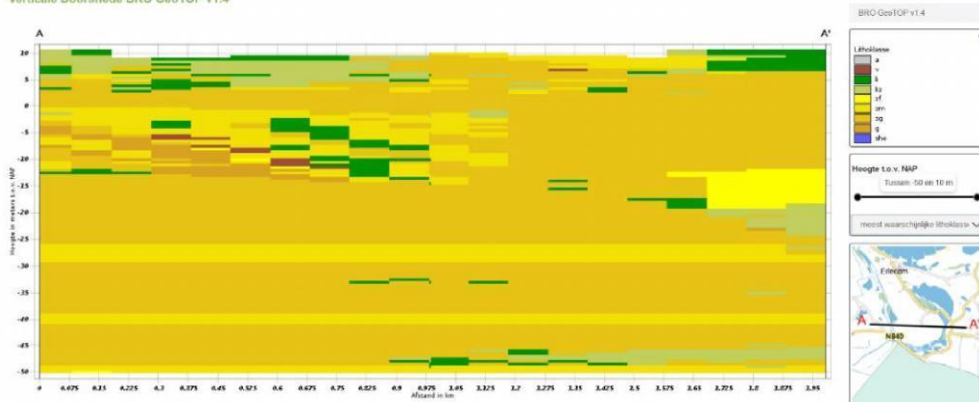


## Afbeelding 2.4 Doorsneden van de bodem uit REGISII en GEOTOP

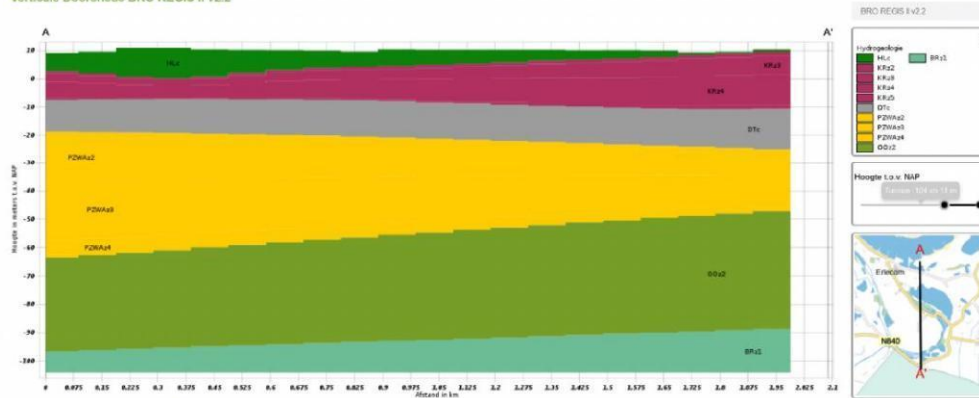
Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2



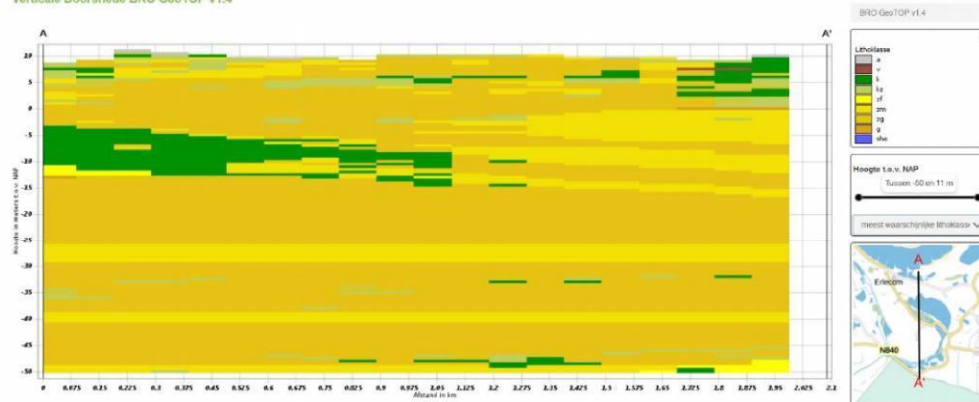
Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.4



Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2



Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.4



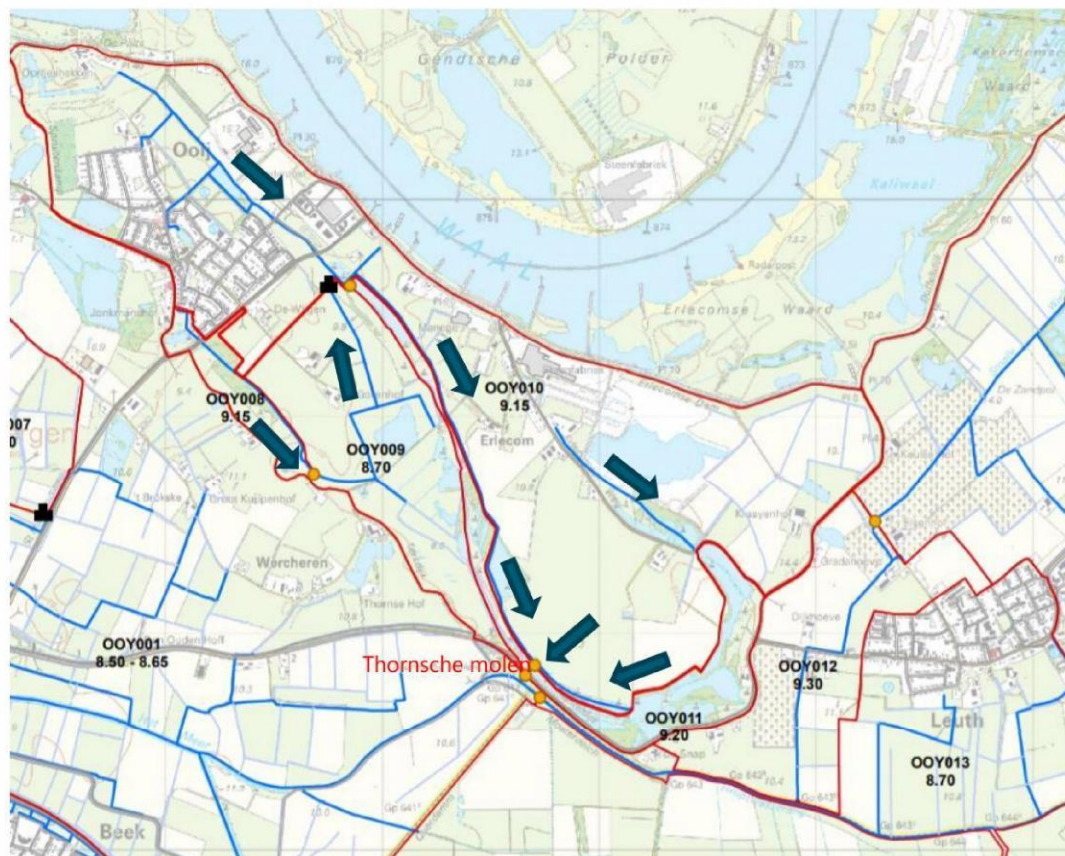


### 2.1.3 Oppervlaktewatersysteem

Het plangebied ligt in de polder Ooy010 met daarin een streefpeil van NAP +9,15 m. Het streefpeil is het waterniveau waarnaar gestreefd wordt en is in praktijk de stand van de stuw bij de Thornsche Molen. Is het waterniveau hoger in het peilvak dan stroomt het over de stuw naar het volgende peilvak (Ooy001). In droge perioden zakt het waterniveau onder het streefpeil want het peilvak kan niet op peil worden gehouden omdat er geen water in het gebied ingelaten kan worden.

Het naastgelegen gebied, waar zich op dit moment rietmoeras bevindt, ligt in peilvak Ooy011 met een streefpeil van NAP +9,20 m. Dit is ook te zien in afbeelding 2.5. Via peilvak Ooy010 wateren ook nog peilvak Ooy008 en Ooy009 af. Peilvak Ooy008 watert af via een stuw naar Ooy009. Peilvak Ooy009 is een onderbemaling en watert via een gemaaltje af op Ooy010, zie Afbeelding 2.6A voor een foto van het gemaaltje. Vervolgens stroomt het water van het gemaaltje samen met het water uit het dorp Ooij via een A-watergang (zie afbeelding 2.6B) naar een afvoerconstructie (duiker + stuw, zie afbeelding 2.6C) onder de Kapitteldijk nabij de Thornsche Molen naar peilvak Ooy001.

Afbeelding 2.5 Peilvakken rondom plangebied



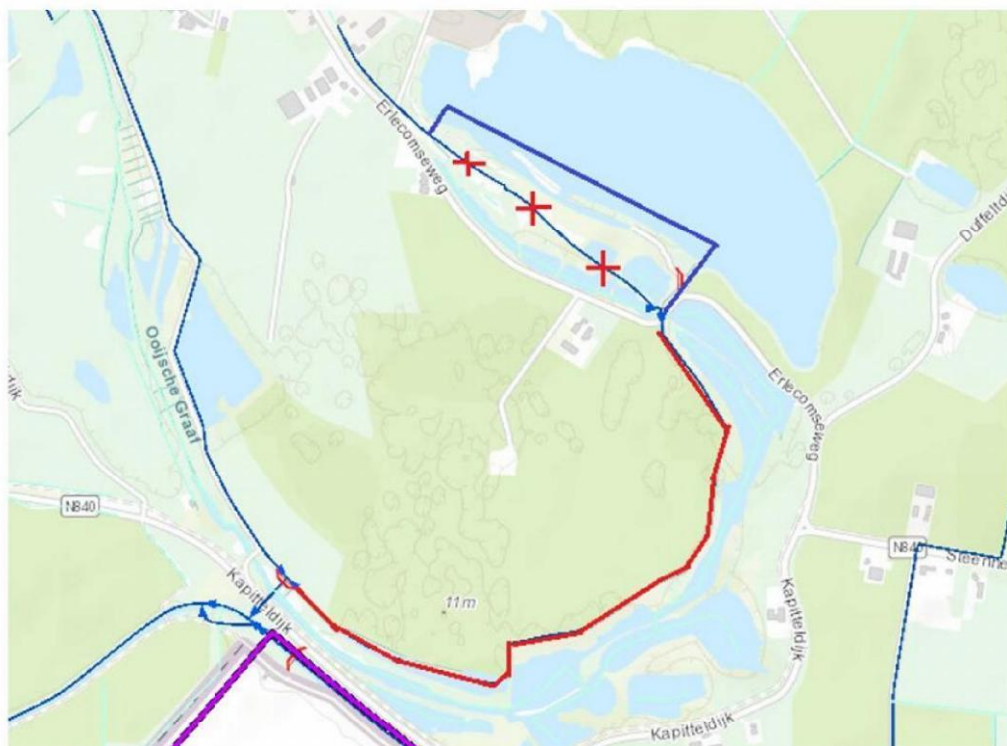
Afbeelding 2.6 Foto's veldbezoek 14 december 2020: A: gemaal van OY009 naar OY010, B: A-watergang in OY010, C: afvoerconstructie nabij Thornsche molen



Afbeelding 2.7 toont een uitsnede van het watersysteem rondom het plangebied. Het water stroomt vanuit Erlecom (inclusief riooloverstort) naar de plas Kraaijenhof (afbeelding 2.8A) en stroomt vervolgens via een watergang met stuw (afbeelding 2.8B) naar een watergang rondom het plangebied naar dezelfde afvoerconstructie onder de Kapitteldijk nabij de Thornsche Molen naar peilvak OY001.

In de legger van waterschap Rivierenland is de (vernieuwde) huidige situatie nog niet goed weergegeven. De watergang onder de kruisen in afbeelding 2.7 voert het water niet meer af maar dat gaat via de plas Kraaijenhof.

Afbeelding 2.7 Uitsnede watersysteem Ooijpolder, met aanpassing van de Legger van WSRL (rode kruisen tonen de foutieve legger. De dikke blauwe lijn tonen de daadwerkelijke verbinding. De rode lijn toont een watergang die afhankelijk van onderzoeken zou kunnen vervallen)



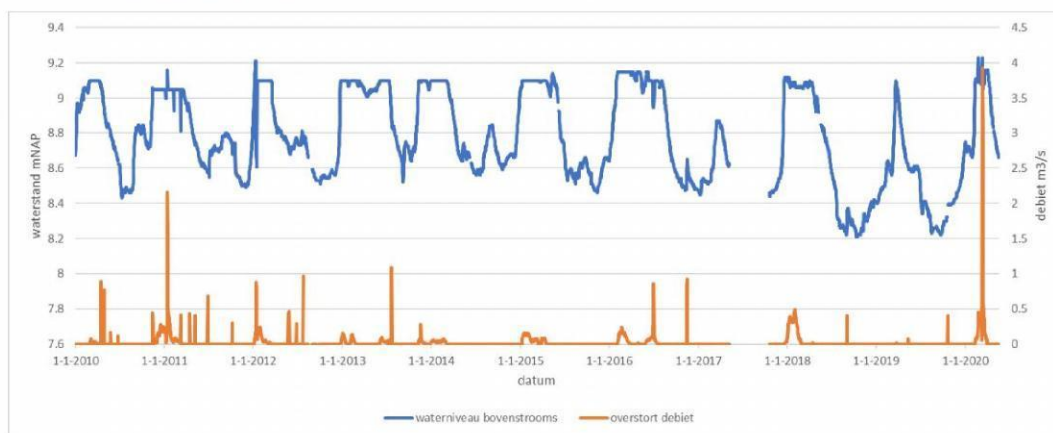


Afbeelding 2.8 Foto's veldbezoek 14 december 2020: A: plas Kraaijenhof, B: uitstroom Kraaijenhof met stuw



Afbeelding 2.9 toont de bovenstroomse waterstanden en debieten van de afvoerconstructie (stuw 064062) onder de Kapitteldijk nabij de Thornsche Molen van peilvak OOOY010 naar peilvak OOOY001.

Afbeelding 2.9 Waterstand bovenstrooms (OOY010) en afvoerdebieten afvoerconstructie (stuw 064062) onder de Kapitteldijk nabij de Thornsche Molen



## 2.1.4 Rivierwaterstanden

De rivierwaterstand van de Waal is relevant voor het plangebied want de grondwaterstanden worden beïnvloed door de rivierpeilen. De waterstand in de Waal wordt beïnvloed door het stroomgebied van de Rijn. De rivierwaterstanden variëren gedurende het jaar en de stand varieert gewoonlijk tussen de NAP +6 m en NAP +14 m bij Ooij.

De waterstanden komen van Waterinfo [RWS]. De metingen bij Nijmegen haven en Pannerdense Kop zijn gebruikt. Ooij ligt nagenoeg in het midden tussen deze twee metingen en het verval tussen de twee meetpunten wordt lineair aangenomen, vandaar dat de gemiddelde waarde van deze meetpunten een goede schatting geven van de rivierwaterstand bij het plangebied. Afbeelding 2.10 geeft de waterstanden van de afgelopen 30 jaar weer. Afbeelding 2.11 geeft de onderschrijdingscurve weer. Hieruit blijkt dat 88 % van de tijd de waterstand lager is dan NAP +10 m.

Vanwege de aanpassingen aan de Waal rondom Nijmegen zijn de metingen van voor de aanpassingen wellicht minder representatief. Daarom is contact opgenomen met Rijkswaterstaat om te vragen in hoeverre de rivierverruimende maatregelen invloed hebben op de waterstanden nabij Ooij. Rijkswaterstaat heeft

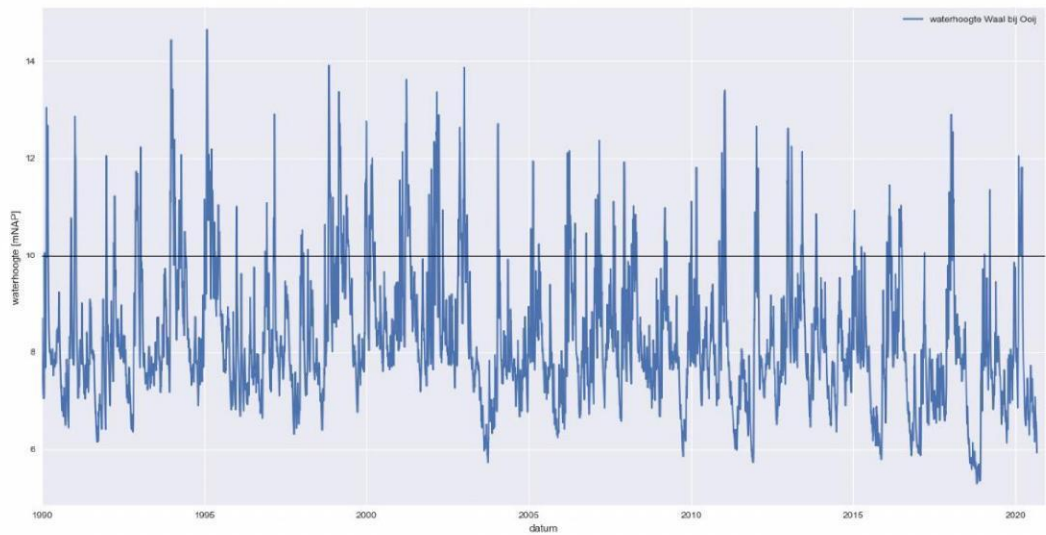


aangegeven dat haar verwachting is dat de rivierverruimende maatregelen geen effect hebben op de normale en lagere waterstanden.

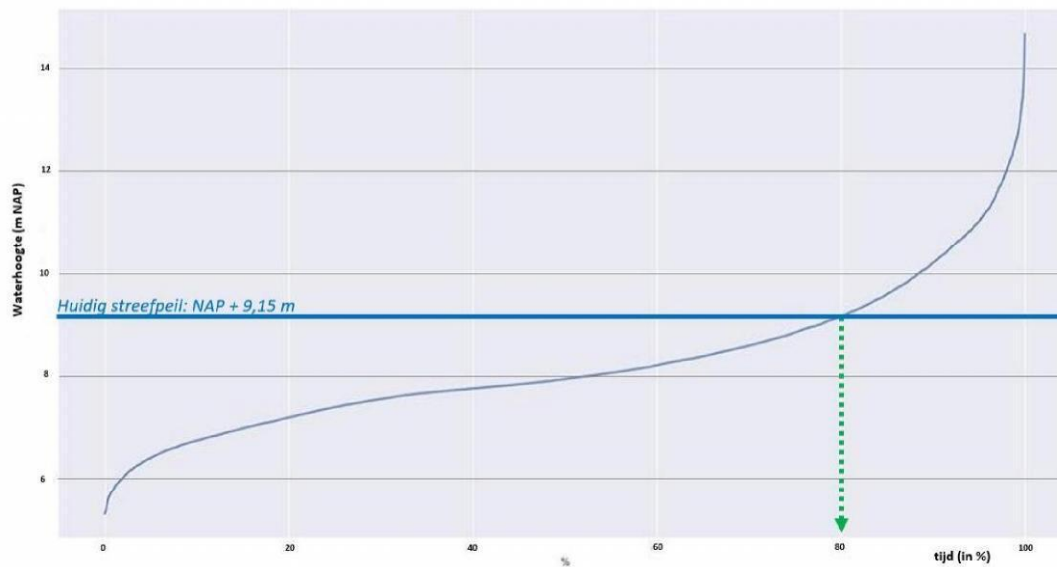
Tabel 2.1 Per waterhoogte aangegeven hoeveel procent van de metingen onder deze waterhoogte vallen

Waterhoogte	Onverschijdingskans
NAP 10,00 m	88 %
NAP 9,75 m	87 %
NAP 9,50 m	84 %
NAP 9,25 m	81 %
NAP 9,00 m	77 %

Afbeelding 2.10 Waterstanden van de Waal bij het plangebied [RWS. Waterinfo]



Afbeelding 2.11 Overschrijdingscurve waterstanden Waal bij plangebied



## 2.1.5 Grondwatersysteem

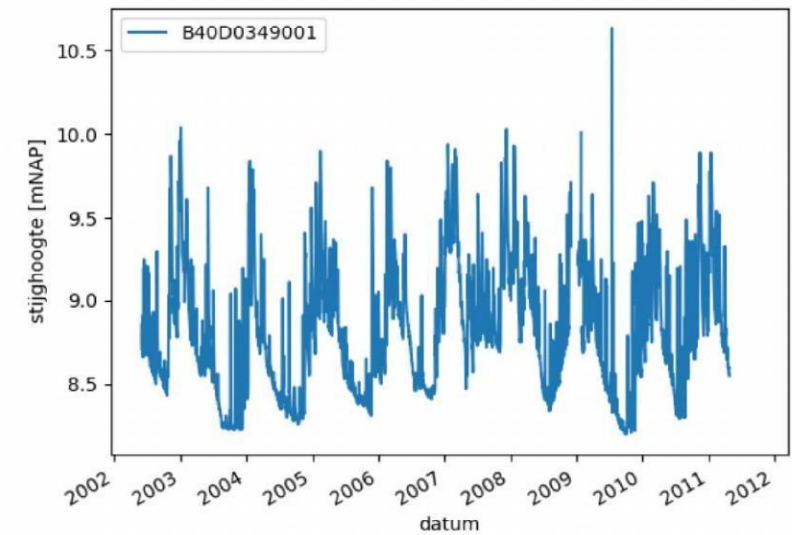
Voor inzicht in de grondwaterstanden rondom het plangebied zijn de grondwatermetingen van de peilbuizen vanuit DinoLoket gebruikt. In tabel 2.2 en afbeelding 2.12 zijn de beschikbare peilbuizen met recente meetgegevens rondom het plangebied weergegeven. Afbeeldingen 2.13 tot en met 2.18 geven de tijdstijghoogtelijnen van de betreffende peilbuizen weer. De gemeten stijghoogten zijn soms hoger dan het streefpeil van het oppervlaktewater in de peilvakken. Dit komt doordat de freatische grondwaterstanden door opbolling in de bodem hoger kunnen staan dan het oppervlaktewaterpeil. De freatische grondwaterstand is de waterstand in het ondiepe deel van de ondergrond. Doordat in de bodem slecht doorlatende bodemlagen aanwezig zijn kan de grondwaterdruk/stijghoogte verschillende zijn per watervoerende laag in de ondergrond. De 'grondwaterstand' in de diepere bodemlagen wordt stijghoogten genoemd.

Tabel 2.2 Beschikbare peilbuizen

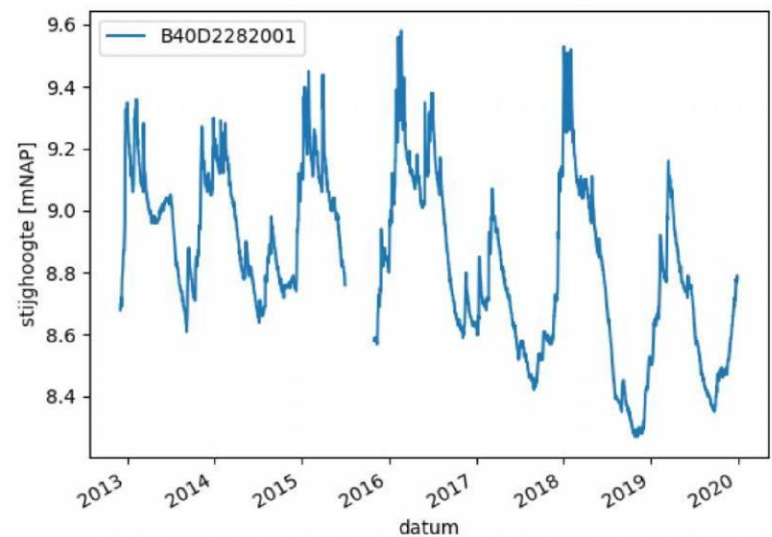
Locatie	Filter-nummer	X-coördinaat	Y-coördinaat	Maaiveld (cm t.o.v. NAP)	Bovenkant filter (cm t.o.v. NAP)	Onderkant filter (cm t.o.v. NAP)	Laag Moria model
B40D0151	1	196410	427900	1117	-779	-878	L4
B40D0349	1	193380	427910	1061	861	761	L2
B40D2282	1	194646	427917	1019	525	425	L4
B40D2329	1	194488	428237	928	878	778	L1
B40D2329	2	194488	428237	928	578	478	L2
B40D2377	1	193387	427900	1072	-330	-430	L8



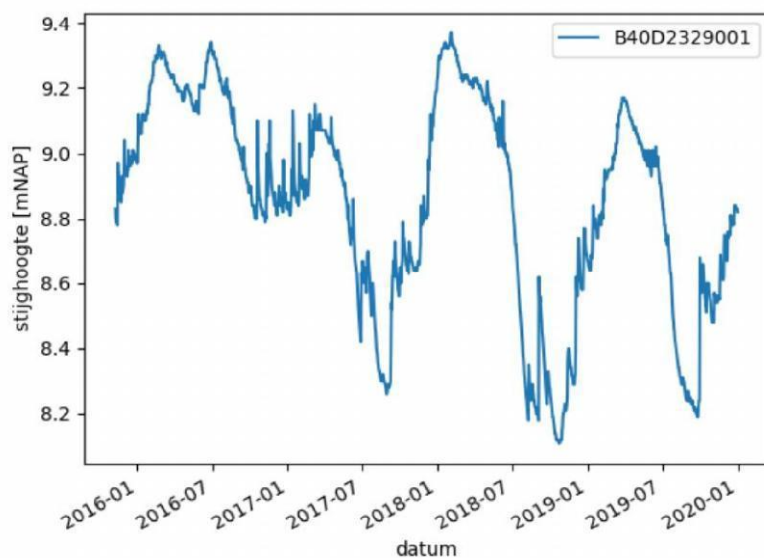
Afbeelding 2.14 Tijdstijghoogtelijn peilbuis B40D0349-001



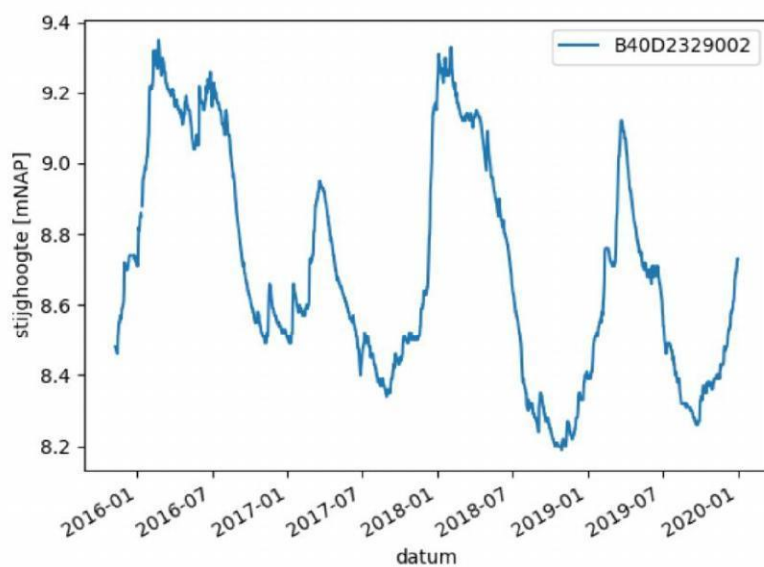
Afbeelding 2.15 Tijdstijghoogtelijn peilbuis B40D2282-001



Afbeelding 2.16 Tijdstijghoogtelijn peilbuis B40D2329-001

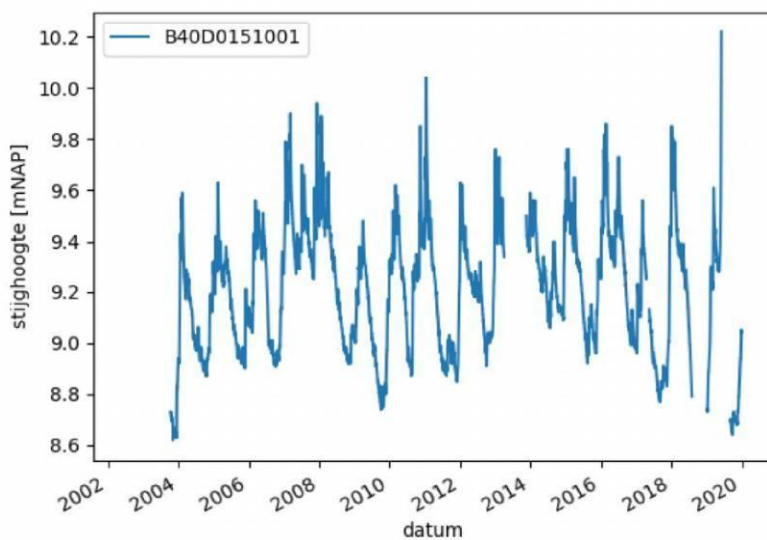


Afbeelding 2.17 Tijdstijghoogtelijn peilbuis B40D2329-002





Afbeelding 2.18 Tijdstijghoogtelijn peilbuis B40D0151-001



Tabel 2.3 Grondwaterstatistiek van de verschillende peilbuizen in en rondom het plangebied in m NAP. GHG = Gemiddeld hoogste grondwaterstand, GLG = gemiddeld laagste grondwaterstand

Grondwaterstatistiek	B40D0151001	B40D0349001	B40D2282001	B40D2329001	B40D2329002	B40D2377001
GHG	9,56	9,52	9,18	9,21	9,09	9,48
GLG	8,94	8,40	8,53	8,39	8,35	8,38

## 2.1.6 Riool overstorten

Afbeeldingen 2.19 en 2.20 tonen de vuiluitworpen en piekmissies van de riooloverstorten in en rondom het plangebied. De riooloverstort van Erlecom stroomt momenteel uit in een watergang die afwatert naar de plas Kraaijenhof. De afstand tussen de overstort en de plas is circa 300 m. Door de afstand en de omvang wordt er verwacht dat de overstort geen invloed heeft op waterkwaliteit van de plas.

Afbeelding 2.19 Vuiluitworp Bui09 van riooloverstorten in en rondom het plangebied (aangeleverd door waterschap Rivierenland op 6 april 2020)

**Tabel 7.1: Resultaten vuiluitworp berekening toekomstige situatie**

Putnr.	Locatie	Bemalingsgebied	BBV [m³]	Emissie				
				Freq [1/jr]	Volume [m³/jr]	Rend [%]	CZV [kg/jr]	Verd [%]
B389v	Koekoekstraat	Beek		4.1	1210	0	302	8%
B212v	Verbindingsweg	Beek		8.6	7325	0	1831	50%
B752v	Elzenkamp	Beek		1.2	258	0	64	2%
U020v	Parallelweg	Ubbergen		1.8	205	0	51	1%
O139v	BBL Julianalaan	Ooij	90	4.7	2073	45	285	8%
O068v	BBL Clausstraat	Ooij	225	1.5	550	45	76	2%
G004v	Kruisstraat	Kruisstraat		3.4	111	0	28	1%
E019v	Erlecomseweg	Erlecom		8.9	341	0	85	2%
L219v	Pastoor van Tielstraat	Leuth		3.4	484	0	121	3%
L024v	Bredestraat	Leuth		3.3	529	0	132	4%
L208v	Botsestraat	Leuth		4.5	1803	0	451	12%
K074v	Schouwburgsestraat	Kekerdom		4.1	996	0	249	7%
					<b>15885</b>		<b>3676</b>	<b>100%</b>

Afbeelding 2.20 Piekemissies riooloverstorten in en rondom plangebied (aangeleverd door waterschap Rivierenland op 6 april 2020)

### Piekemissies

De piekemissies bij T=1, 2, 5 en 10 uit de 10 jarige neerslagreeks en bui 09 zijn bepaald ten behoeve van een waterkwaliteitstoets en opgenomen in tabel 7.2.

**Tabel 7.2: Piekemissies toekomstige situatie**

Putnr	Locatie	Bui09 [m³]	Bui09 [m³/s]	Bui09 [min]	T=1 [m³]	T=1 [kg BZV]	T=2 [m³]	T=5 [m³]	T=10 [m³]
B389v	Koekoekstraat	1002	0.44	70	422	42	695	1255	2218
B212v	Verbindingsweg	2301	0.85	143	1860	186	2688	4970	6044
B752v	Elzenkamp	569	0.29	50	54	5	141	280	1192
U020v	Parallelweg	372	0.15	74	45	4	113	206	812
O139v	BBL Julianalaan	1136	0.61	65	536	29	959	2187	2791
O068v	BBL Clausstraat	822	0.54	51	168	9	339	852	1801
G004v	Kruisstraat	87	0.05	78	36	4	61	162	183
E019v	Erlecomseweg	128	0.06	55	73	7	125	249	346
	Pastoor van								
L219v	Tielstraat	483	0.26	59	167	17	277	553	978
L024v	Bredestraat	784	0.45	50	182	18	357	445	1694
L208v	Botsestraat	655	0.28	79	486	49	904	1531	2603
K074v	Schouwburgsestraat	680	0.39	64	300	30	514	1346	1424

## 2.2 Beleidsregels waterschap Rivierenland

### 2.2.1 Eisen waterschap Rivierenland omtrent waterkering

De ingrepen vallen, voor zover bekend, buiten de beschermzones van zowel de primaire waterkering als de regionale waterkering Kapitteldijk-Duffeltdijk.

### 2.2.2 Eisen waterschap Rivierenland omtrent kwel en wegzijging

Naast de regels omtrent de waterkering zijn er de volgende eisen omtrent het watersysteem aan de kleiwinning [Richtlijn kwel en wegzijging, 2012]:

- 1 kwelverandering van maximaal 2 % per omliggend peilgebied;
- 2 grondwaterstandsveranderingen van maximaal 5 cm (in veenweidegebieden maximaal 2 cm);
- 3 veranderende aan- en/of afvoerdebieten eerst proberen te mitigeren, dan pas compenseren door extra berging.

# 3

## HERONTWIKKELING OOIJSE GRAAF

### 3.1 Voorgenomen maatregelen

#### Aanleg rietmoeras en open water

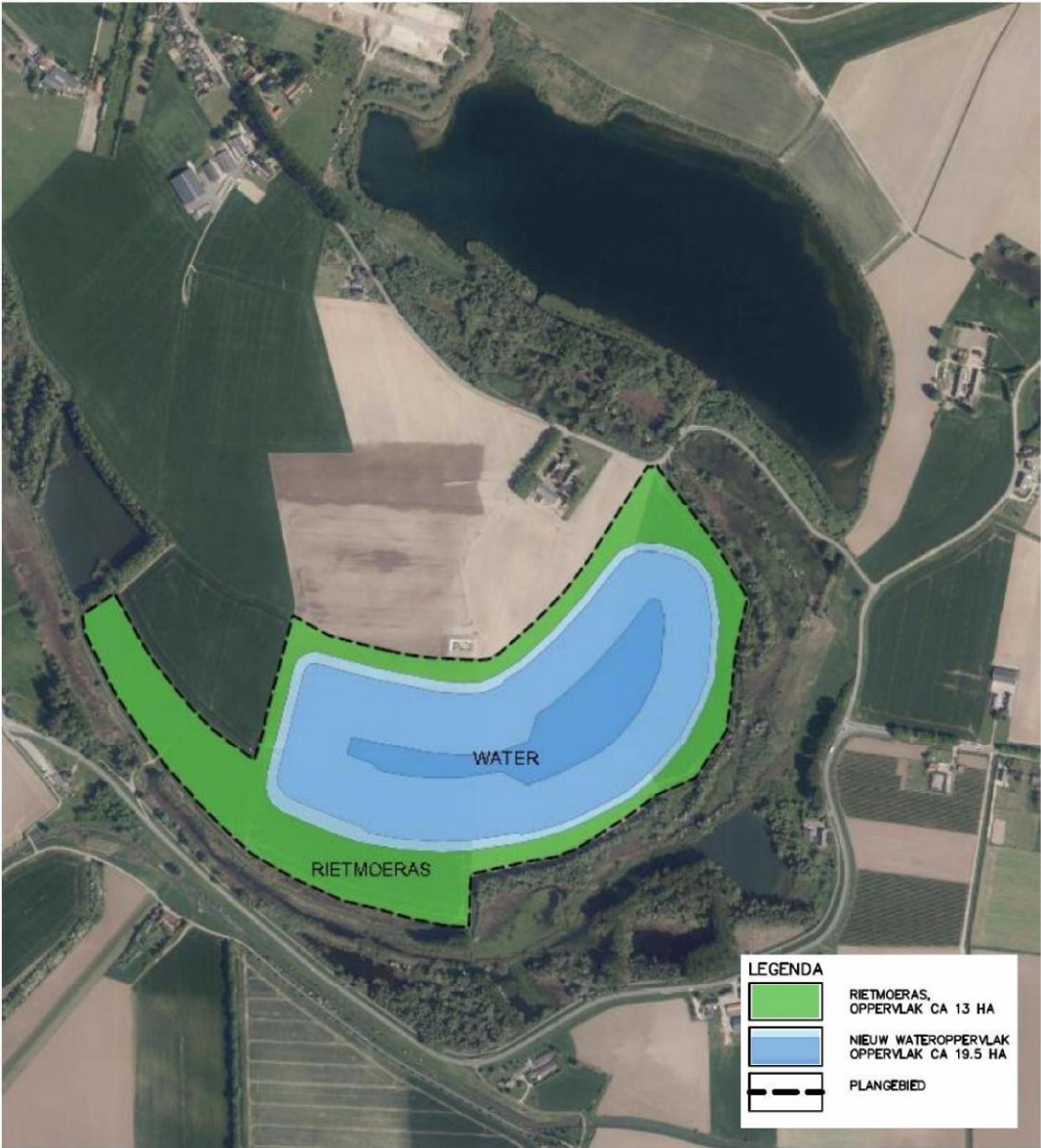
K3 en ARK zijn voornemens het plangebied te gaan herinrichten door de aanleg van rietmoeras en open water. De technische tekening die door K3 is opgesteld is weergegeven in Afbeelding 3.1 en geeft de eindsituatie weer. Hierin is het groene deel aangeduid als ontwikkeling Rietmoeras met een hoogte tussen de circa NAP +10 m tot NAP +8 m (de resultaten van deze modelstudie zullen input zijn om deze hoogte vast te stellen). Daarnaast is de voorgenomen zandwinningsplas weergegeven. De plas heeft bovenin flauw aflopende taluds die over gaan in het nieuwe rietmoeras. Vanaf ongeveer 3 m waterdiepte wordt de plas in een talud van 1:3 / 1:4 gerealiseerd. Middenin zal de plas ongeveer 30 m minus maaiveld diep zijn.

Om dit eindbeeld te realiseren is in de uitvoeringsfase een omput voorzien van circa 7 ha en circa 18 m diep ten noorden van de zandwinplas (afbeelding 3.2, vlak A4 & B4). De omput wordt gedurende de winning van het grove materiaal weer opgevuld met fijne vrijkomende fractie uit de zandwinning en vervolgens afgedekt met apart gezette bovengrond uit het projectgebied. De locatie van de omput komt vervolgens als gehercultiveerde grond weer beschikbaar voor de landbouw. Vanuit de huidige situatie wordt dus gewerkt naar de eindsituatie waarin gedurende een korte periode sprake is van een omput die gedurende de aanleg van de nieuwe plas langzaam weer verdwijnt.

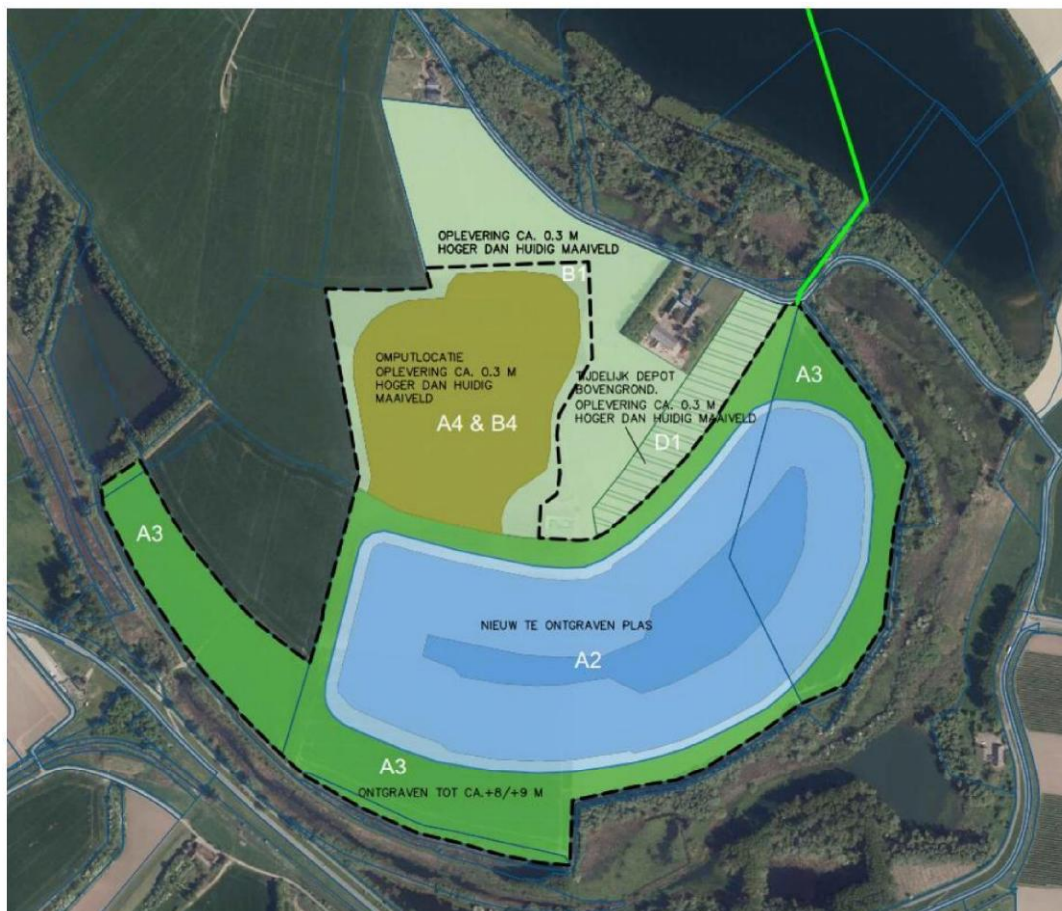
Omdat er voor het opvullen van de omput zand wordt gebruikt, worden er geen verschillen in doorlatendheid van de bodem verwacht die relevant zijn voor de effectbepaling.. De doorlatendheid van de bodem zal op deze locatie verminderen, maar omdat het materiaal waarmee de omput wordt opgevuld uit fijn zand bestaat is deze vermindering naar verwachting beperkt. In de huidige situatie bestaat de bodem ook grotendeels uit fijn zand, zoals beschreven in paragraaf 2.1.2. Omdat de omput niet een watervoerend pakket voor meer dan 2/3 afsluit en er in de eindsituatie een grotere zandwinplas direct naast ligt is de verwachting dat het effect van de omput zeer gering zal zijn. Gezien de tijdelijkheid (4 tot 6 jaar) en het feit dat er weinig verandert (anders dan dat het grove zand wordt vervangen door fijner zand) zijn er geen relevante (tijdelijke) effecten op het watersysteem te verwachten die wezenlijk anders zijn dan nu berekend en gepresenteerd in voorliggend rapport.



Afbeelding 3.1 Technische tekening van het water en het rietmoeras in de eindsituatie



Afbeelding 3.2 Technische tekening van de plas en het rietmoeras in de uitvoeringsfase



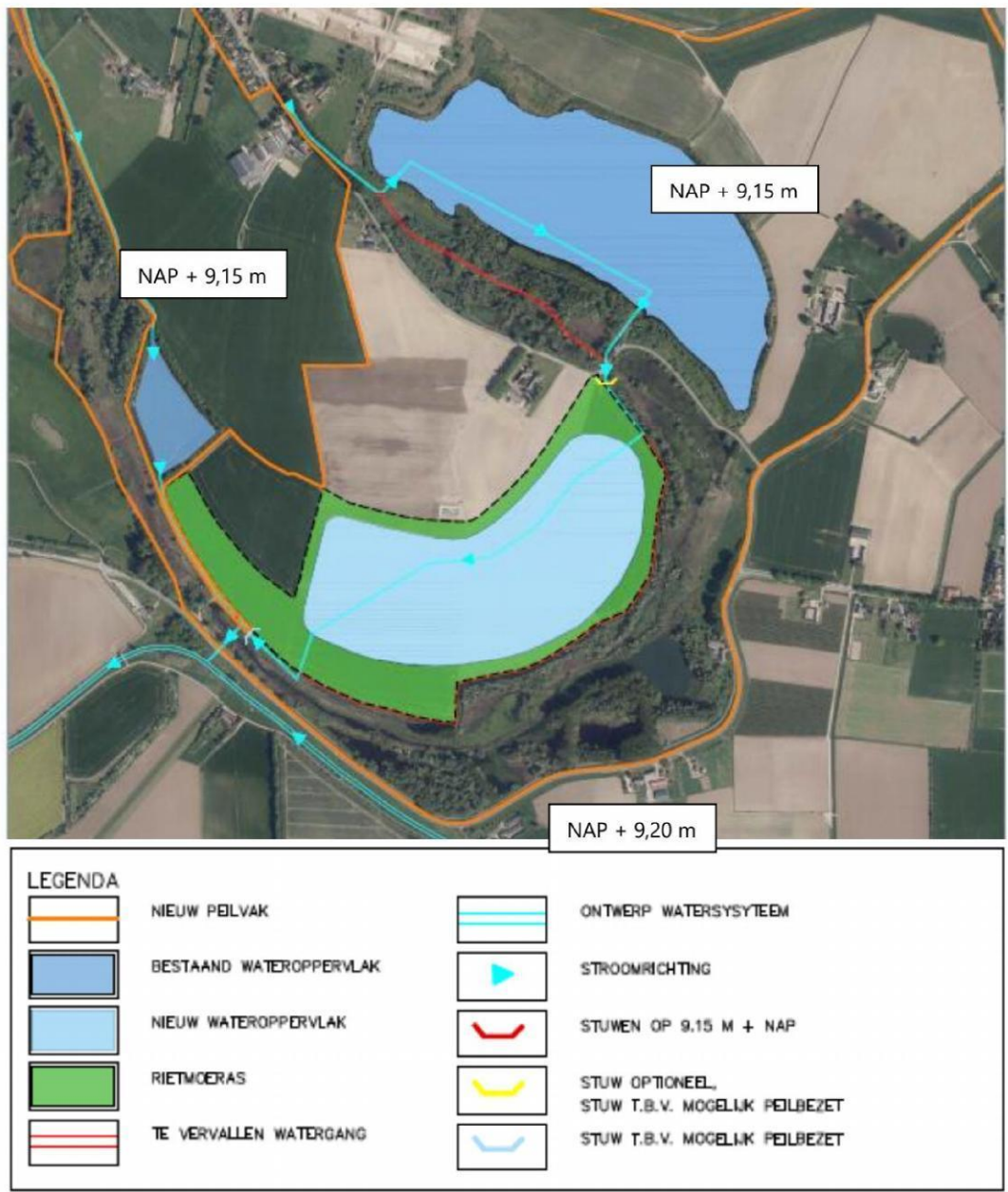
#### Peilopzet en aanpassen van hydrologische situatie

Naast het herinrichten van het gebied zijn K3 en ARK ook voornemens om de peilen en de hydrologische situatie aan te passen, om daarmee de Ooijse Graaf te revitaliseren tot een meer robuust, laagdynamisch binnendijks moeras en om een positieve bijdrage te leveren aan het realiseren van een klimaatbuffer in het gebied.

Het plan is om A-watergang 096924 gedeeltelijk te laten vervallen. Dit is de watergang die rond het plangebied loopt. In het plan is deze watergang komen te vervallen en stroomt het water vanuit de Kraaijenhof plas naar het bestaande rietmoeras in peilvak OOOY011 (afbeelding 3.3). De gele stuw op de tekening heeft geen traditionele functie op de peilgebiedsgrens, maar dient om bij hoogwater het bestaande rietmoeras vroegtijdig van water te voorzien. Bij hoogwater stijgt het niveau in de Kraaijenhof plas namelijk wat eerder dan in de nieuwe plas, omdat deze dicht bij de rivier ligt. Door bovenstrooms van de gele stuw een duiker naar het bestaande rietmoeras te leggen, wordt dit bestaande rietmoeras als eerst gevuld tot het toekomstige streefpeil om vervolgens over de gele stuw heen de nieuwe plas in te lopen.



Afbeelding 3.3 Uitsnede voorgestelde watersysteem rondom plangebied. Huidige peilen aangegeven. Rode lijn is de te vervallen watergang



Daarnaast wordt onderzocht of het waterpeil van peilvak OOOY010 verhoogd kan worden. Indien het peil hoger wordt dan NAP +9,15 m (huidige streefpeil), dan zal peilvak OOOY010 gesplitst moeten worden, (zie afbeelding 3.3 voor de nieuwe begrenzing). Om de hydrologische opsplitsing te realiseren zal er ter hoogte

van het stuwte nabij de Thornsche Molen een extra stuw worden geplaatst die ervoor zorgt dat het westelijke deel van het peilvak op NAP +9,15 m kan blijven, zodat de waterstanden niet hoger worden bij het dorp Ooij (zie afbeelding 3.4).

Afbeelding 3.4 Detail tekening nieuwe situatie bij Thornsche Molen





## GEOHYDROLOGISCHE MODELSTUDIE

De geohydrologische modelstudie heeft als doel om inzicht te krijgen in de geohydrologische effecten van de nieuwe inrichting (rietmoeras en open water in plaats van landbouw) en het eventueel opzetten van het waterpeil.

Zowel de modelopzet, validatie, de te beschouwen maatgevende situaties als de schematisatie van de maatregelen zijn op 24 februari 2021 met het Waterschap Rivierenland doorgesproken voorafgaand aan de modellering. Tijdens dit overleg is de benodigde aanpak van de studie overeengekomen en is geconcludeerd dat het model lokaal van voldoende kwaliteit is om scenario's mee door te rekenen en de effecten op de grondwaterstanden mee te bepalen.

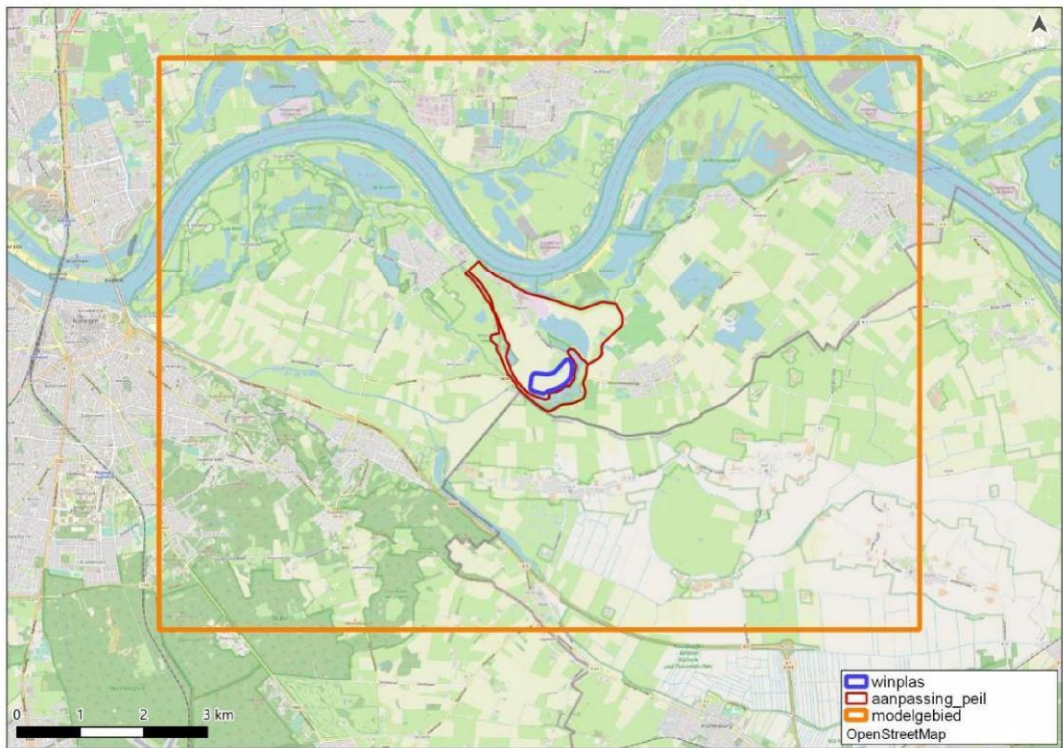
### 4.1 Model opzet en validatie

Voor de modelstudie is een lokale uitsnede van het MORIA-model gemaakt, zie Afbeelding 4.1 voor het modelgebied. Op de MORIA server van Deltares staan verschillende versies van het MORIA model. In deze studie is MORIA versie 4.5 2020 gebruikt. Dit is met een recent verbeterd deelmodel van de Ooijpolder (door Arcadis in augustus 2020 opgeleverd). De resolutie van het model is 25 x 25 m, wat de standaard resolutie voor MORIA (iMOD) modellen is. In paragraaf 4.3 is verder ingegaan op de wijze van schematisatie van het oppervlaktewatersysteem in het model.

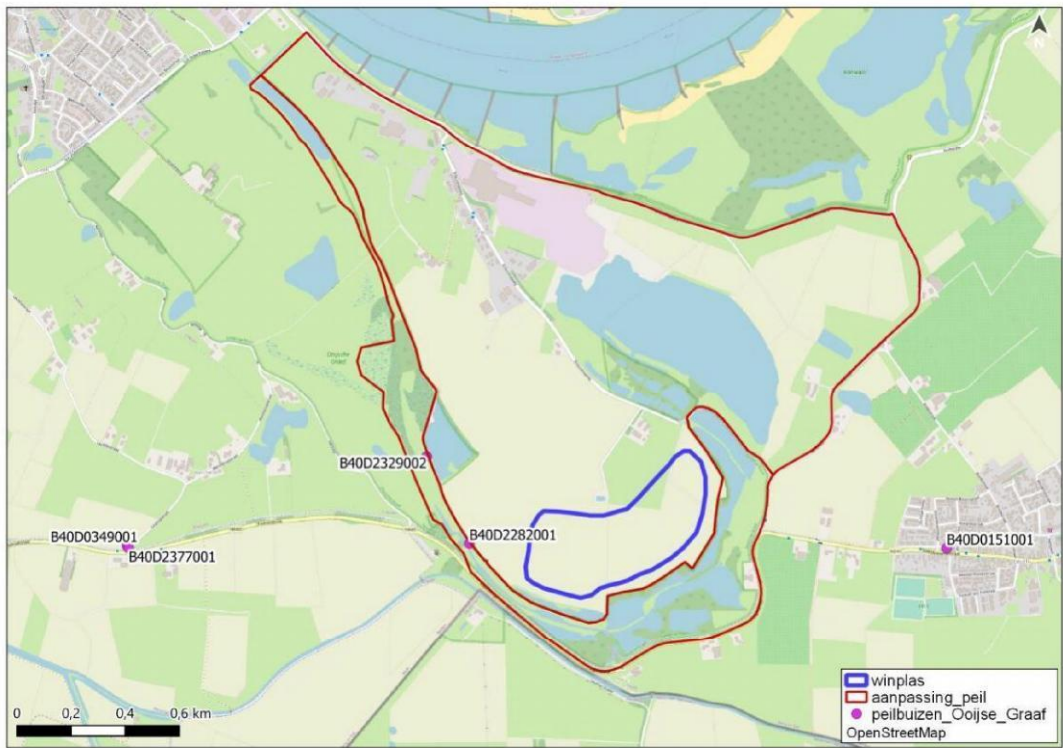
De modeluitsnede (afbeelding 4.1) is gedraaid voor de beschikbare modelperiode (april 2008 tot april 2019). Op de peilbuislocaties is de berekende grondwaterstijghoogten met de gemeten grondwaterstijghoogten vergeleken. Afbeelding 4.2 geeft de locaties weer en afbeeldingen 4.3 tot en met afbeelding 4.7 geven de stijghoogten weer. Peilbuis B40D2329 heeft twee filters op verschillende dieptes. Bij alle peilbuizen komen de gemeten en berekende stijghoogten redelijk overeen, zowel qua variatie als qua tijd. Over het algemeen laten de berekende stijghoogten net wat minder fluctuatie zien, dus minder hoge pieken en minder lage dalen.

Een grondwatermodel is een abstracte weergave van de werkelijkheid en geeft nooit de volledige complexiteit van de ondergrond en watersysteem processen weer. Echter is een regionaal grondwatermodel in hoofdlijnen geschikt om de grondwaterstromingen en grondwaterstanden in te schatten. Bij de interpretatie van de modeluitkomsten moet vooral naar het geheel gekeken worden en niet naar elke modelcel individueel. Hoewel uit de vergelijking tussen de gemeten en berekende stijghoogten is gekomen dat deze redelijk goed overeenkomen, is er wel een mate van onzekerheid. De modelonzekerheid op absolute grondwaterstanden is wat groter dan de relatieve grondwaterstandsveranderingen. Daarom wordt in dit rapport voornamelijk naar het verschil tussen de scenario's en de referentie gekeken. In de weergave van de verschillen wordt pas een verschil weergegeven als deze groter is dan 5 cm. Dit is gedaan omdat dan pas een significant effect te verwachten is; een verschil kleiner dan 5 cm valt binnen de modelonzekerheid.

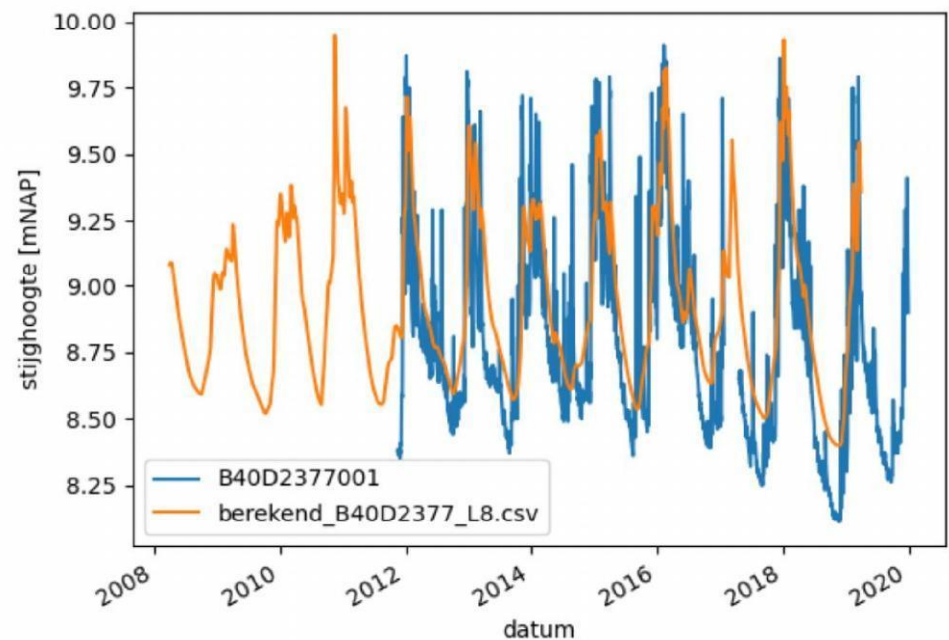
Afbeelding 4.1 Modelgrens uitsnede MORIA-model



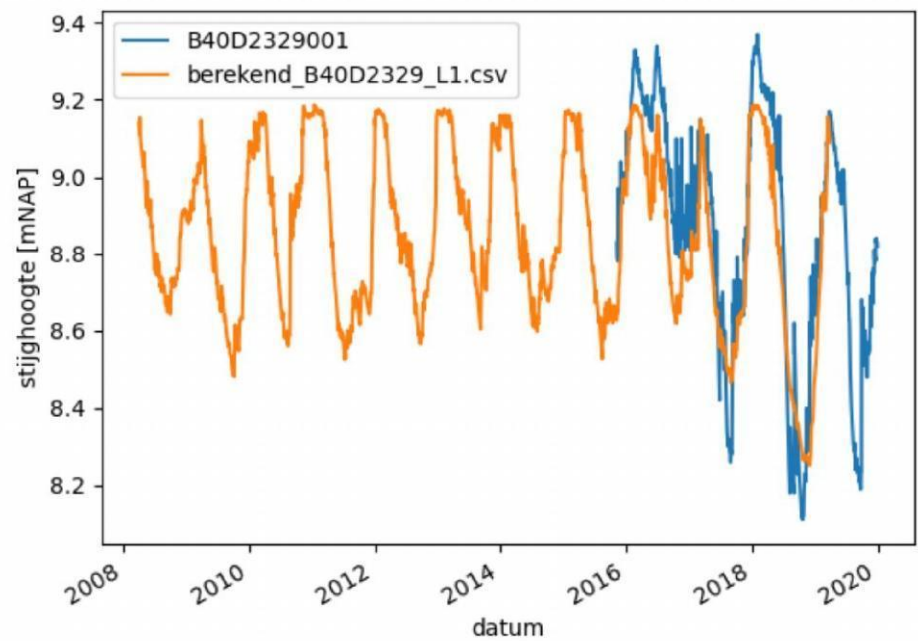
Afbeelding 4.2 Locaties peilbuizen die gebruikt zijn om metingen met berekende grondwaterstanden te vergelijken



Afbeelding 4.3 Gemeten en berekende stijghoogte peilbuis B40D2377

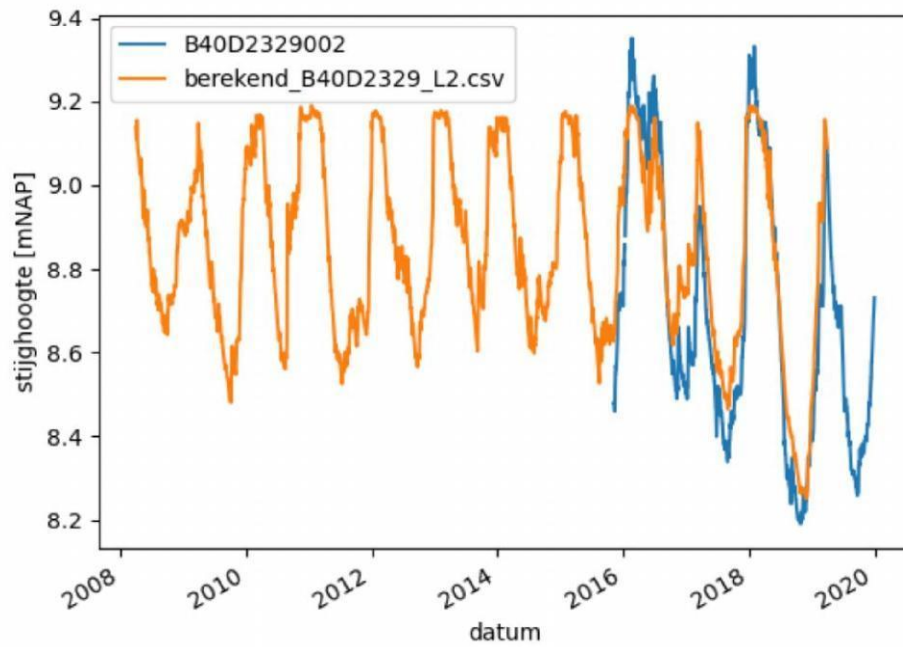


Afbeelding 4.4 Gemeten en berekende stijghoogte peilbuis B40D2329 filter 1

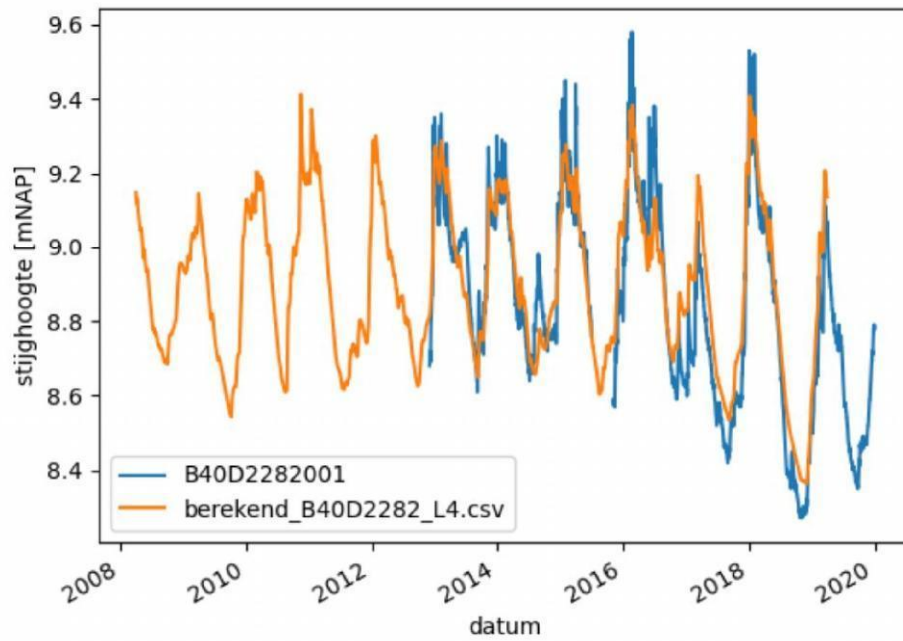




Afbeelding 4.5 Gemeten en berekende stijghoogte peilbuis B40D2329 filter 2

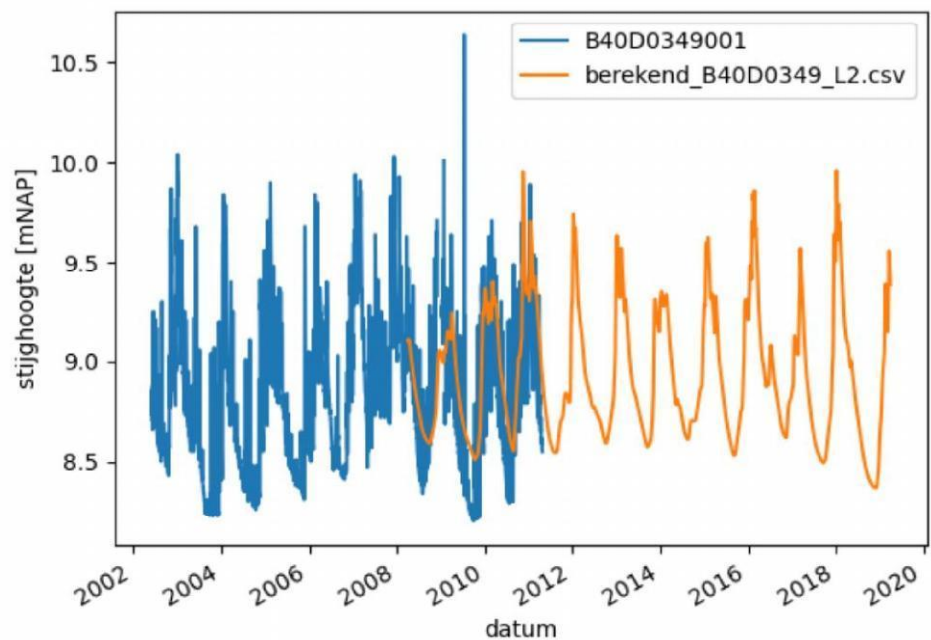


Afbeelding 4.6 Gemeten en berekende stijghoogte peilbuis B40D2282

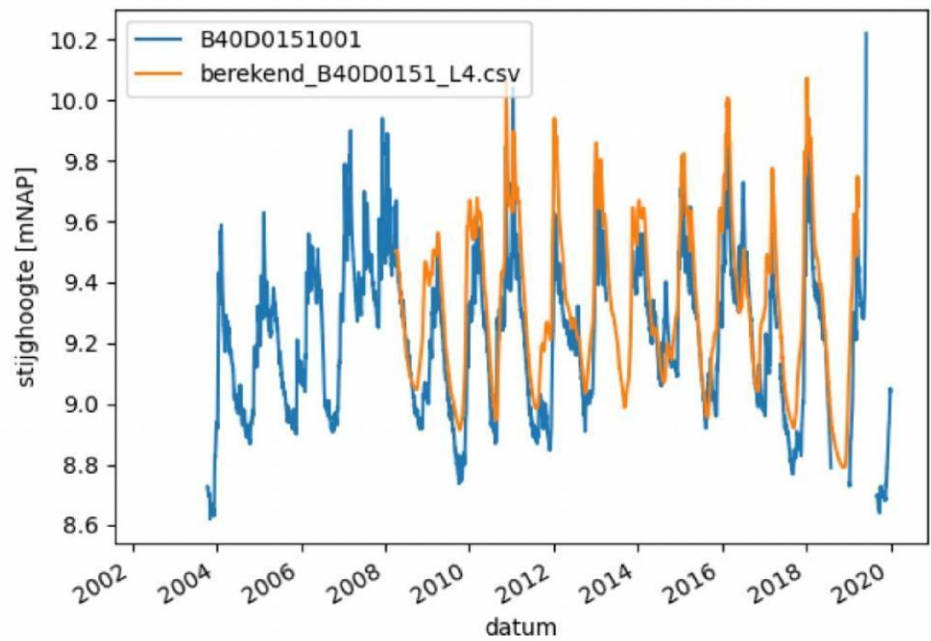




Afbeelding 4.7 Gemeten en berekende stijghoogte peilbuis B40D0349



Afbeelding 4.8 Gemeten en berekende stijghoogte peilbuis B40D0151



## 4.2 Huidige situatie berekend met het grondwatermodel

Voor het bepalen van de effecten op het (grond)watersysteem moeten de volgende situaties worden doorgerekend conform de beleidsregels van het waterschap [WRL, 2012. Richtlijn kwel en wegzijging]:

- een gemiddelde wintersituatie rivier met gemiddelde grondwateraanvulling (stationair);
- een gemiddelde zomersituatie rivier met gemiddelde grondwateraanvulling (stationair);
- een extreme hoogwatersituatie rivier (hoogwatersituatie met een voorkomensfrequentie van eenmaal per 10 jaar) met minimale duur van 10 dagen en gemiddelde grondwateraanvulling van 2 mm/d en het polderpeil op (winter)streefpeil (niet-stationair);
- een extreme laagwatersituatie rivier (laagwatersituatie met een voorkomensfrequentie van eenmaal per 10 jaar) met minimale duur van 10 dagen (niet-stationair).

Naast wat het waterschap vereist is ook op enkele locaties gekeken naar de grondwaterstanden gedurende de gehele modelperiode. Dit geeft een mooi inzicht in de grondwaterdynamiek in het plangebied. Daarnaast is gekeken naar de waterstanden in het voorjaar omdat dit belangrijke informatie is voor de ecologische beoordeling van de verschillende varianten. De waterstanden van de voorjaarssituatie (GVG) zijn terug te vinden in de samenvatting van dit rapport (hoofdstuk 9).

### 4.2.1 Grondwaterstanden

Volgens de beleidsregels van het waterschap wordt bij voorkeur een werkelijke situatie gemodelleerd met werkelijke rivierstanden en neerslaghoeveelheden. Dit wordt in deze studie dan ook gedaan. Voor een extreme hoogwatersituatie en een extreme laagwatersituatie wordt verwezen naar het jaar 2003. Dit jaar kende beide extremen en is daarom geschikt voor het doorrekenen van deze scenario's [WRL, 2012. Richtlijn kwel en wegzijging]. Aangezien het MORIA-model enkel opgebouwd is met gegevens van april 2008 tot april 2019 is het niet mogelijk om het jaar 2003 door te rekenen zonder het model grootschalig aan te passen. Het voorstel om een jaar tussen 2009 en 2018 met een vergelijkbaar hoogwater door te rekenen is besproken met het Waterschap Rivierenland en akkoord bevonden. In het jaar 2011 heeft de grootste piek in deze periode plaats gevonden. De piek van 2011 (NAP +13.40 m) is enkele decimeters minder hoog dan in het jaar 2003 (NAP +13.86 m), zie afbeelding 4.8.

De laagwatersituatie is eind 2011 nagenoeg even laag als de laagwatersituatie in 2003, zie afbeelding 4.8. Het laagwater van 2018 is nog lager maar heeft voorkomensfrequente kleiner dan eenmaal per 10 jaar. In overleg met het waterschap is vastgesteld het laagwater van 2011 als laagwatersituatie te nemen omdat dit overeenkomt met de beleidsregels van het waterschap.

Afbeelding 4.9 Waterstanden Waal bij Ooij in m NAP in de periode die in het MORIA model zit en de hoog- en laagwaterstand van 2003 [gebaseerd op Waterinfo, RWS]



Voor de gemiddelde winter- en zomersituatie wordt gekeken naar de GHG (gemiddelde hoogste grondwaterstanden) en de GLG (gemiddelde laagste grondwaterstanden) van de relevante peilbuizen. Afbeelding 4.10 laat zien wanneer de grondwaterstanden nagenoeg samenvallen met de GHG en GLG. Dat is respectievelijk rond 15 maart 2018 en 20 augustus 2017.

Afbeelding 4.10 Grondwaterstanden en GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand) en GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) van de peilbuizen in en rondom het plangebied



Dus de volgende dagen zijn gebruikt voor de maatgevende situaties in deze studie:

- GHG-situatie: 15 maart 2018;
- GLG-situatie: 20 augustus 2017;
- extreem hoogwater: 18 januari 2011;
- extreem laagwater: 2 december 2011.



Naast deze vier maatgevende situaties is in hoofdstuk 9 ook de gemiddelde voorjaars grondwaterstand (GVG) voor de verschillende scenario's weergegeven. De GVG is het gemiddelde van 14 maart, 28 maart en 14 april over een periode van ten minste 8 jaar.

#### 4.2.2 Bepalen door te rekenen scenario's voor gebied Ooijse Graaf

Voorafgaand aan de keuze voor de vier in dit rapport uitgewerkte scenario's zijn een aantal andere opties doorgerekend. Gestart is met een doorrekening van aanleg van de plas in combinatie met verhoging van het streefpeil in de peilvakken OOOY010 en OOOY011 naar NAP +10 m, omdat de inschatting was dat hiermee de maximale natuurambitie gerealiseerd zou kunnen worden. Peilvak OOOY010 is hierbij gesplitst ter hoogte van de Sint Hubertusweg in Ooij, waarbij in het oostelijke deel het peil werd opgezet en in het westelijke deel niet. Uit deze doorrekening kwamen echter onacceptabel grote effecten op de functies wonen en landbouw.

Als tweede optie is voor hetzelfde gebied een verhoging van het streefpeil naar NAP +9,75 m doorgerekend, maar ook deze doorrekening leidde tot te grote effecten op functies landbouw en wonen, waarbij de effecten op wonen zich concentreerden op het dorp Ooij.

Als derde optie is vervolgens het scenario verkend om het streefpeil te verhogen tot NAP + 9,65 m, in combinatie met het opnieuw vaststellen van grenzen van de peilvakken OOOY010 en OOOY011. Door het noordwestelijk deel van het peilvak OOOY010 af te splitsen en voor dit gebied de afwatering via de stuw bij de Thornsche Molen te behouden, kan het peil voor het dorp Ooij gehandhaafd blijven op het huidige peil en ontstaat de mogelijkheid om het streefpeil in het resterende deel van peilvak OOOY011 samen met peilvak OOOY010 te verhogen. Deze optie leek praktisch uitvoerbaar.

Om voldoende inzicht te krijgen in de effecten van de aanleg van de plas in combinatie met verhoging van het streefpeil, hebben de initiatiefnemers er, in afstemming met het waterschap, voor gekozen om op basis van aangepaste begrenzing van de peilvakken nog drie aanvullende scenario's met aanleg van de plas en het rietmoeras door te rekenen:

- geen peilopzet (peil gelijk aan referentiepeil van NAP +9,15 m);
- peilopzet tot NAP +9,30 m;
- peilopzet tot NAP +9,50 m;
- peilopzet tot NAP +9,65 m.

Hiermee wordt goed inzichtelijk wat de impact van de plas met rietmoeras is en wat het effect is van eventuele verhoging van het streefpeil tot respectievelijk NAP +9,30 m, NAP + 9,50m en NAP + 9,65 m. Deze informatie biedt een goede basis voor de effectbeoordeling in het MER.

### 4.3 Schematiseren van peilopzet in het grondwatermodel

#### Huidig oppervlaktewatersysteem in het MORIA-model

In het MORIA-grondwatermodel wordt het oppervlakte watersysteem op twee verschillende manieren gesimuleerd:

- 1 RIV-cellen, dit is een oppervlaktewater cel met een opgelegd waterpeil. Deze RIV-cellen kunnen zowel draineren als infiltreren. Als de berekende grondwaterstand lager is dan het opgelegde waterpeil, dan infiltreert de watergang richting het grondwater met een per cel specifieke weerstand en infiltratiefactor. Als de berekende grondwaterstand hoger is dan het opgelegde waterpeil, dan draineert de watergang het grondwater met een specifieke weerstand;
- 2 DRN-cellen, deze cellen kunnen in tegenstelling tot RIV-cellen enkel draineren en dus niet infiltreren. Deze doen dus enkel iets als de berekende grondwaterstand hoger is dan de opgelegde drainhoogte. Dan stroomt het grondwater via een cel-specifieke weerstand uit het model. Naast de standaard DRN-cellen zijn er ook de OLF-cellen. Deze OLF-cellen simuleren de afvoer van grondwater over het maaiveld. Deze OLF-cellen werken nagenoeg gelijk als DRN-cellen maar en kan geen cel-specifieke weerstand worden opgegeven.

De waarden van de RIV en DRN cellen kunnen per dag worden opgegeven. In het MORIA-model wordt voor de Waal elke dag een ander peil gebruikt en voor het regionale watersysteem wordt het streefpeil zomer en winter gebruikt. Dit varieert dus tweemaal per jaar. In het interessegebied is er geen verschil tussen het zomer en het winterpeil en zijn de opgegeven peilen dus gelijk.

In de volgende afbeeldingen worden de in het model aanwezige RIV- en DRN-cellen weergegeven. In het gehele gebied is een OLF (overlandflow) ingevoerd, behalve op plekken waar watergangen (RIV-cellen) in het model zitten. Dit is de standaard MORIA methode. Het OLF-vlak ligt op 2 centimeter boven het maaiveldniveau, om oppervlakkige afvoer te modelleren.

Te zien is dat de bestaande plassen niet in de RIV- en/of DRN-cellen zijn ingevoerd. Bestaande zandwinplassen zitten in het MORIA-model ingevoerd door middel van de methode zoals beschreven door Arcadis [ref. 6]. Dit betekent dat deze zijn ingevoerd in de bodemparameters: een hoge kD, een bergingscoëfficiënt van 1 (100 %), verwijdering van c-waarden van tussenliggende lagen (want afwezig in de plas). Dit is gelijk aan de methode hoe de nieuwe zandwinplas wordt ingevoerd. Dit wordt beschreven in paragraaf 4.4.

Afbeelding 4.11 RIV-cellen in het MORIA-grondwatermodel





Afbeelding 4.12 DRN-cellen in het MORIA-grondwatermodel

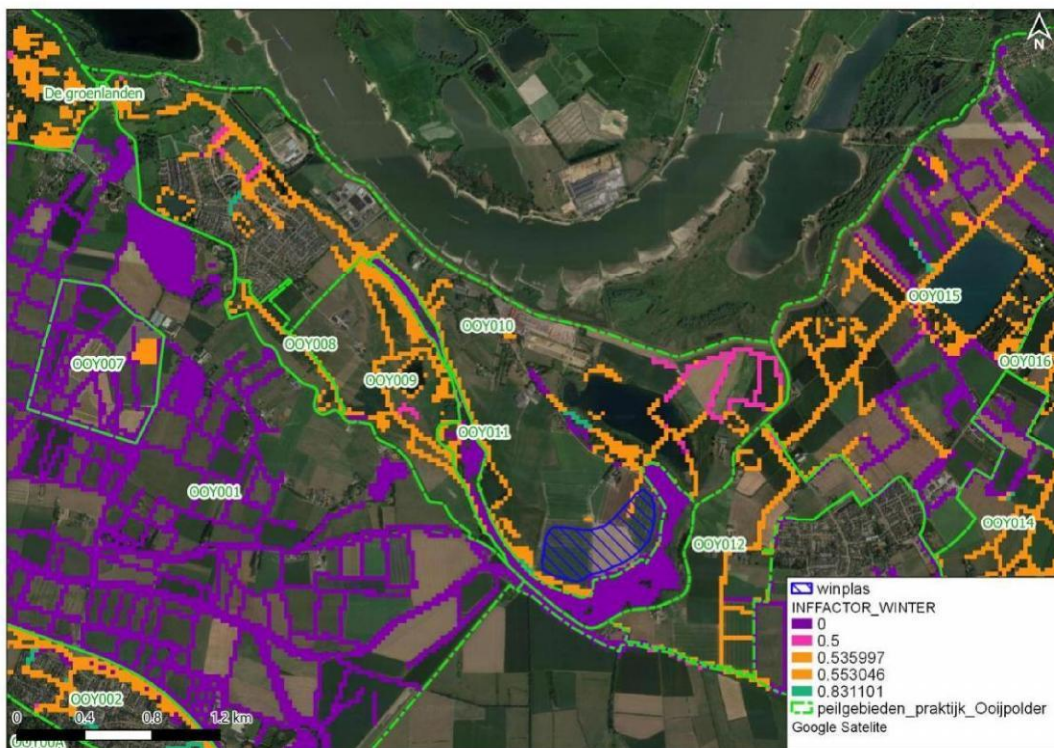


De RIV-cellen hebben dus een vast opgelegd waterpeil en zodra de berekende grondwaterstand lager is dan dat opgelegde peil dan infiltreert er water vanuit de watergang. Dit simuleert dus eigenlijk een watergang die op peil gehouden wordt. Aangezien er geen aanvoer is (van buiten de polder) fluctueert het oppervlaktewaterpeil met het grondwaterpeil mee. Het wordt dus niet op streefpeil gehouden door water inlaat. Om dit beter te simuleren is in overleg met het waterschap (24 februari 2021) besloten om een aanpassing te doen aan het bestaande model door de infiltratiefactor in peilvakken OOV009, OOV010 en OOV011 van de oppervlaktewatercellen (RIV) te verlagen naar 0. Hierdoor infiltreren de watergangen niet meer. Hiermee wordt dus gesimuleerd dat de watergangen alleen maar draineren als het grondwaterpeil boven streefpeil komt. Hierdoor functioneren de RIV-cellen dus als het ware als DRN-cellen. Afbeelding 4.14 toont de originele infiltratiefactor van de RIV-cellen.

Al deze waarden zijn dus aangepast naar 0.



Afbeelding 4.13 Originiele infiltratiefactor van de RIV-cellen



#### Oppervlaktewater peilopzet

Het opzetten van het waterpeil (feitelijk het omhoog zetten van de afvoer stuw) wordt gesimuleerd door het verhogen van oppervlaktewater- en draincellen (RIV en DRN). Alleen de waarde van het 'waterpeil' (drainniveau) is aangepast in de watergangen (RIV-cellen). De originele waarde van de DRN cellen liggen over het algemeen hoger dan het streefpeil. Deze zijn dan enkel verhoogd als die onder het nieuwe verhoogde streefpeil komen te liggen. De OLF-cellen zijn ter plekke van de zandwinplas verlaagd van het huidige maaiveldniveau naar de nieuwe streefpeil niveau van de zandwinplas, zodat daar het grondwater draineert zodra het boven het streefpeil komt. Hiermee wordt gesimuleerd dat het water over het ingestelde stuwpeil loopt als het boven het opgegeven peil komt.

Of de oppervlaktewaterpeilen van de verschillende scenario's (paragraaf 4.2.2) worden gehaald hangt af van het peil van de Waal, omdat er geen andere wateraanvoer op de watergangen zit. Bij het huidige peil (NAP +9,15 m) is het niveau van de Waal circa 80% van de tijd lager (zie

afbeelding 2.11). Hoe hoger het peil, hoe minder vaak het streefpeil 'gehaald' wordt. In het grondwatermodel zijn de infiltratiefactoren van de watergangen op 0 gezet, waardoor de watergangen alleen functioneren als de grondwaterstand boven het peil komt. De grondwaterstand volgt (met enige vertraging) de Waal. Dit is de meest realistische methode om de peilopzet in de watergangen te schematiseren in het grondwatermodel.

#### 4.4 Schematiseren van de zandwinningsplas in het grondwatermodel

De zandwinning is op de volgende manier geschematiseerd in het IMOD MORIA-model:

- de C-waarde (weerstand) van de pixels die afgegraven worden zullen worden verlaagd naar de waarde 0,1 dag;
- de kD waarde (transmissiviteit) van de af te graven pixels wordt verhoogd naar 1.000 m<sup>2</sup>/dag;
- de bergingscoëfficiënt (STO) van de af te graven delen wordt verhoogd naar 1.

Dit is gedaan voor de eerste 9 modellagen in het MORIA-model. Dit komt namelijk overeen met de diepte van de zandwinning.

Deze gekozen waarden voor C, kD en STO zijn overgenomen van andere zandwinningsplassen in het MORIA-model en komt ook overeen met de handleiding voor regionale grondwatermodel MIPWA (Noordoost Nederland) [ref. 2]. Met het waterschap is gesproken over het toepassen van een nog hogere kD waarde ter plekke van de zandwinplas. Een hogere waarde voor de transmissiviteit (kD), bijvoorbeeld 100.000 m<sup>2</sup>/dag, zal naar verwachting niet of nauwelijks tot verschillen leiden in berekende grondwaterstanden. Dit komt omdat 1.000 m<sup>2</sup>/dag al een dusdanig hoge waarde is, dat in de plas een zodanig kleine gradiënt is waardoor deze te verwaarlozen is. Een hogere waarde zoals 100.00 m<sup>2</sup>/dag zal dus geen toegevoegde waarde hebben en mogelijk wel tot numerieke onstabieleit in het model zorgen. Hetzelfde geldt voor de C-waarde van 0,1 dag: een nog lagere waarde zal geen ander resultaat opleveren maar mogelijk wel numerieke onstabieleit.

Metaswap is niet aangepast naar open water omdat de verwachting is dat dit effect niet zeer groot zal zijn en dus niet significant. Als eerder benoemd, is de modelopzet en aanpassingen in een vroeg stadium met het waterschap besproken en door het Waterschap goedgekeurd.

Omdat het niet in de lijn der verwachtingen ligt dat er tijdens de uitvoeringsperiode van 4 tot 6 jaar tijdelijk significante effecten zullen ontstaan, is in de schematisering van de hydrologische aanpassingen uitgegaan van de eindsituatie. De effecten van de aanleg van de zandwinningsplas met rietmoeras zijn daarbij in combinatie met het huidig streefpeil in beeld gebracht én in combinatie met een verhoging van het streefpeil naar respectievelijk NAP +9,30 m, NAP +9,50 m en NAP +9,65 m.

## SCENARIO: PLAS MET RIETMOERAS ZONDER PEILOPZET (HUIDIG PEIL NAP +9,15 M)

### 5.1 Scenariobeschrijving

Deze paragraaf beschrijft het doorgerkende scenario voor het projectgebied van de Ooijse Graaf. De volgende aanpassingen zijn in dit scenario meegenomen:

- 1 invoeren van de zandwinningsplas;
- 2 peilvak OOOY010 splitsen en oostelijk deel samenvoegen met peilvak OOOY011.

Afbeelding 5.2 toont de locatie van de plas en de splitsing van peilvak OOOY010. Het nieuwe peilvak OOOY010-oost bestaat uit het oostelijke deel van oorspronkelijk peilvak OOOY010 én peilvak OOOY011. Het nieuwe peilvak OOOY010-oost is nog weergegeven in 2 delen, omdat de peilen in deze gebieden in de huidige situatie verschillend zijn. Het verschil in peil van peilvak OOOY010 en OOOY011 is slechts 5 centimeter en er wordt daarom geadviseerd om het peil in deze peilvakken gelijk te trekken wanneer ze samen in een peilvak zijn gebundeld. Voor de splitsing van deze peilvakken zijn geen handelingen nodig op de grens, omdat het peil tussen de peilvakken dusdanig weinig verschilt.

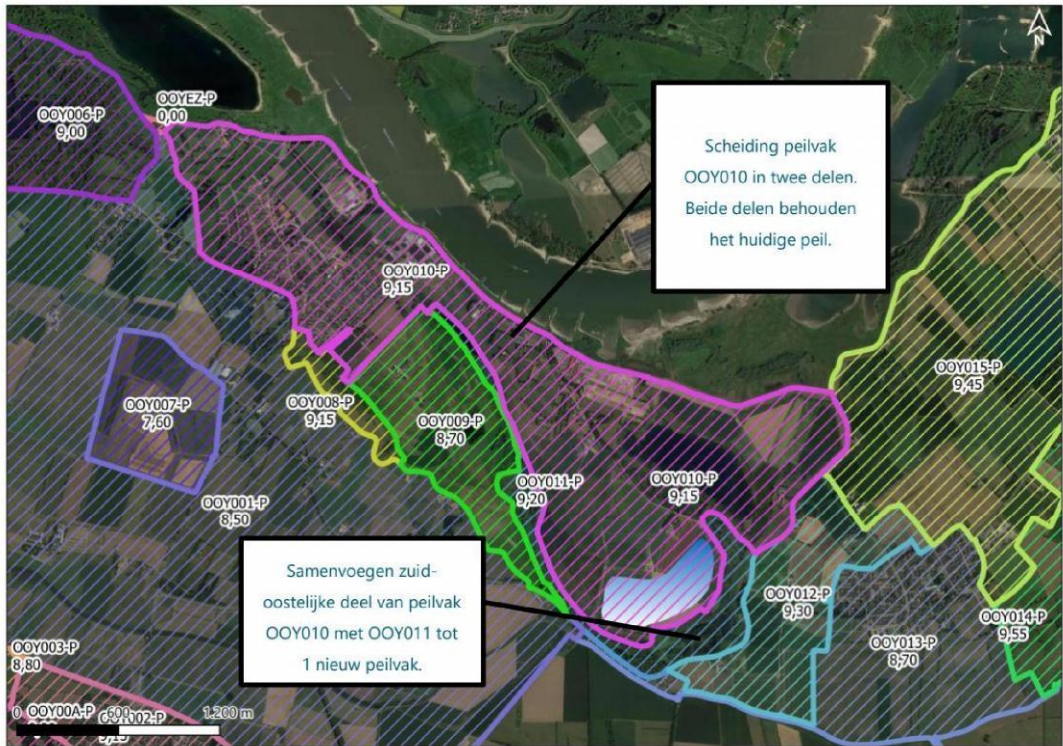
In dit scenario is geen sprake van een peilopzet in één van de peilvakken. Het streefpeil blijft op de referentiewaarde van NAP +9,15 m. De watergang van het dorp Ooij stroomt direct naar de stuw nabij de Thornsche molen, die het dorp Ooij en peilvakken OOOY009 en OOOY008 afwatert. Ook in het dorp Erlecom, de plas Kraaijenhof, het rietmoeras en de nieuwe zandwinningsplas wordt het streefpeil niet verhoogd.

De resultaten van bovenstaand scenario zijn in dit hoofdstuk vergeleken met de huidige situatie. Daarbij wordt voor het effect op het risico is op grondwateroverlast gekeken naar de ontwateringsdiepte. De effecten op landbouw zijn bepaald met de Waterwijzer Landbouw rekentool van de WUR (Wageningen Universiteit). 'De effecten van de verschillende scenario's op de natuur komen terug in het MER, en zijn dus niet in deze rapportage opgenomen.

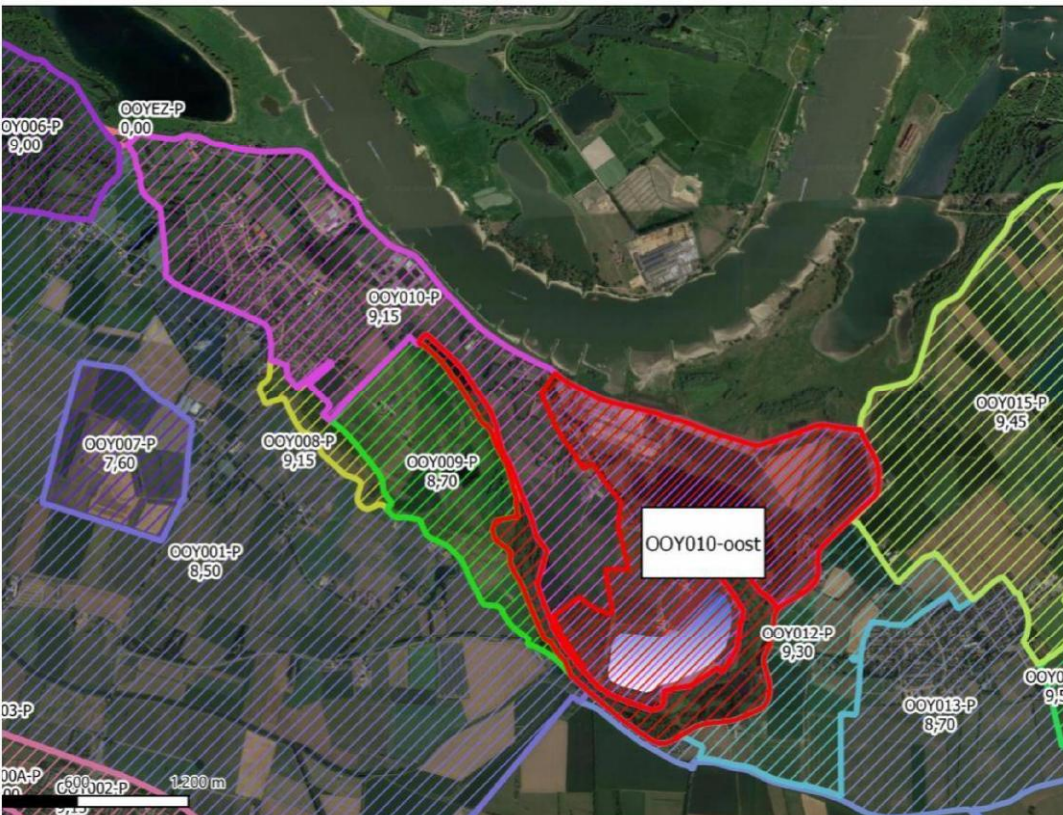
Met de grondeigenaar van de percelen in het projectgebied is afgesproken dat de vrijkomende bovengrond gebruikt wordt om gronden op te hogen. Het gaat dan om gronden die na realisatie van het plan beschikbaar blijven voor de landbouw. De exacte locatie hiervoor wordt in overleg met de grondeigenaar afgestemd. Ook dienen de uitkomsten van de modelberekeningen als basis voor gesprekken met andere grond- en /of huiseigenaren over te verwachten effecten en eventueel benodigde mitigerende maatregelen.



Afbeelding 5.1 Streefpeilen huidige situatie van de peilvakken in de Ooijpolder en voorgestelde aanpassingen (in tekstvak)



Afbeelding 5.2 Aanpassingen oppervlaktewater scenario waarin peilvak OUY010 is gesplitst





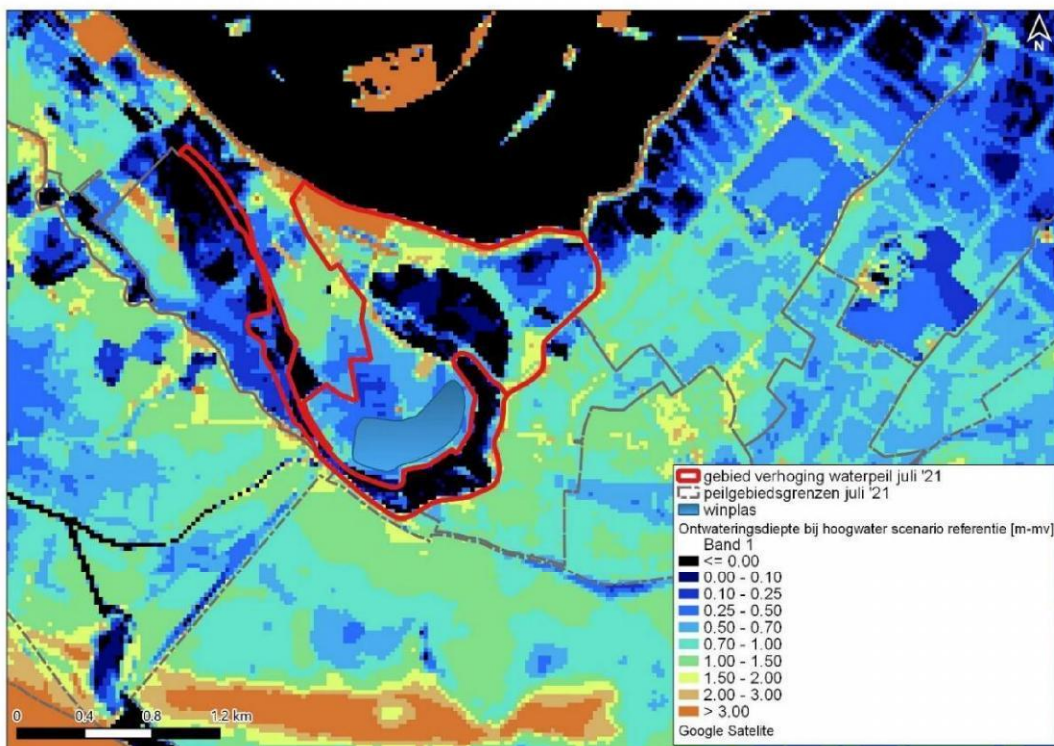
## 5.2 Resultaten scenario op grondwaterstanden maatgevende situaties

Deze paragraaf beschrijft de huidige grondwaterstanden en de effecten van het scenario met een onveranderd streefpeil met aanleg van de zandwinningsplas en rietmoeras voor de maatgevende situaties (hoogwater, laagwater, GHG en GLG).

### Extreem hoogwater

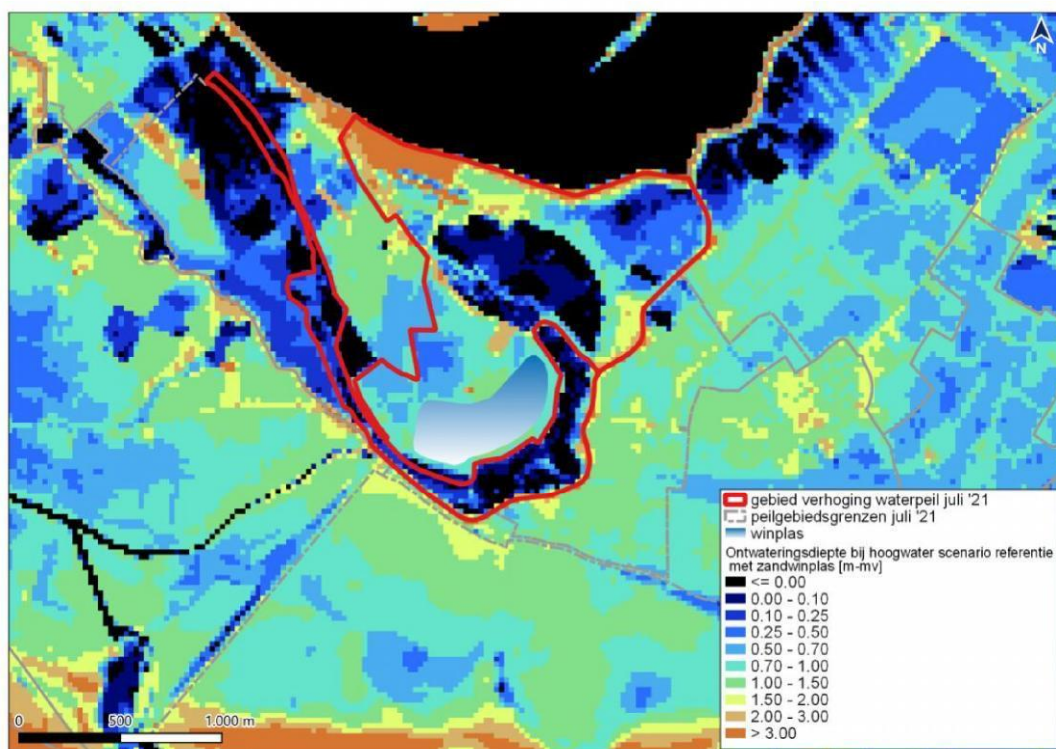
Tijdens extreemhoogwater in de huidige situatie is te zien dat de freatische grondwaterstanden relatief dicht aan het maaiveld komen. Er is dus een kleine ontwateringsdiepte. Dit is te zien in Afbeelding 5.3. Vooral het noordoostelijke deel van peilvak OOOY009 heeft lage ontwateringsdiepten. Tevens is te zien dat de ontwateringsdiepte bij de landbouwpercelen in het noordoosten van peilvak OOOY010 klein is.

Afbeelding 5.3 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de huidige situatie bij hoogwater (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)

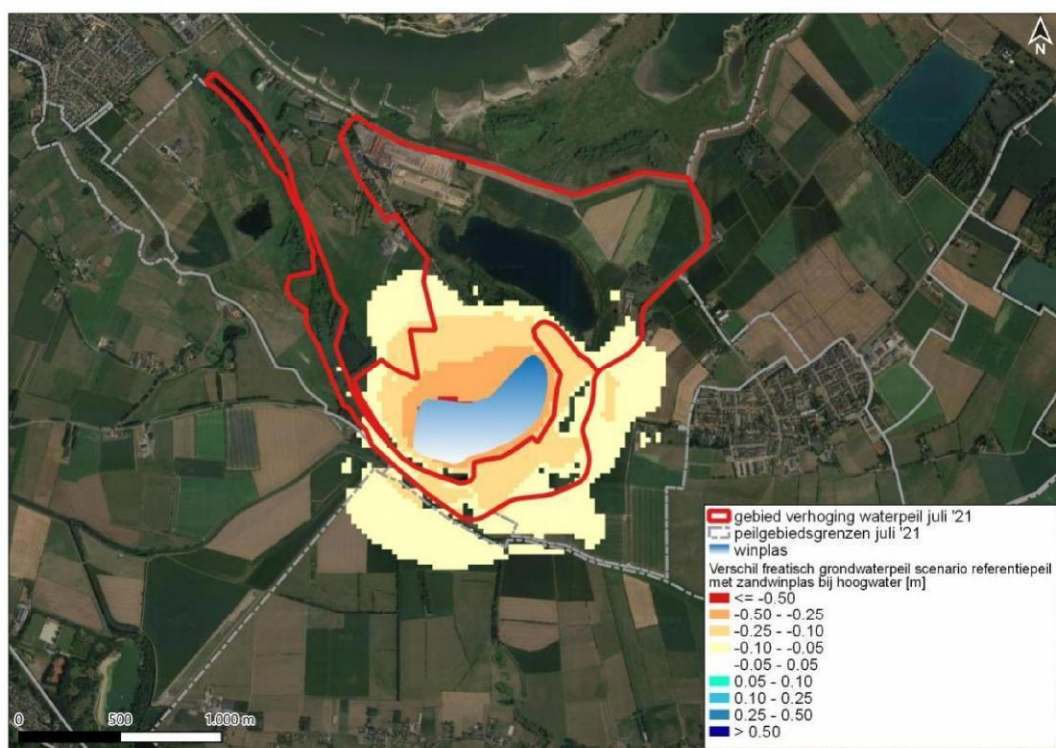


Afbeelding 5.4 toont de nieuwe freatische grondwaterstanden in het scenario met referentiepeil (OOY010=NAP+9,15m) en de zandwinningsplas. Afbeelding 5.5 geeft de verandering van de berekende freatische grondwaterstanden weer na het realiseren van de het rietmoeras en de nieuwe plas. Hierin is te zien dat rondom de nieuwe plas een verlaging van de grondwaterstand optreedt. In de rest van het gebied verandert de grondwaterstand niet tot nauwelijks. Door de zandwinning daalt de grondwaterstand rondom de nieuw te graven plas hoog water situaties. Dit komt door de nivellerende werking van plas. Dit nivellerende effect is blijvend en komt door extra opslagcapaciteit van open water t.o.v. grondwater vanwege de porositeit van de bodem. Daarnaast zijn de verschillende grondlagen beter met elkaar verbonden.

Afbeelding 5.4 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de nieuwe situatie scenario met referentiepeil (OOY010=NAP+9,15m) en zandwinningsplas bij hoogwater



Afbeelding 5.5 Verschil freatische grondwaterstanden door scenario referentiepeil met zandwinningsplas bij hoogwater

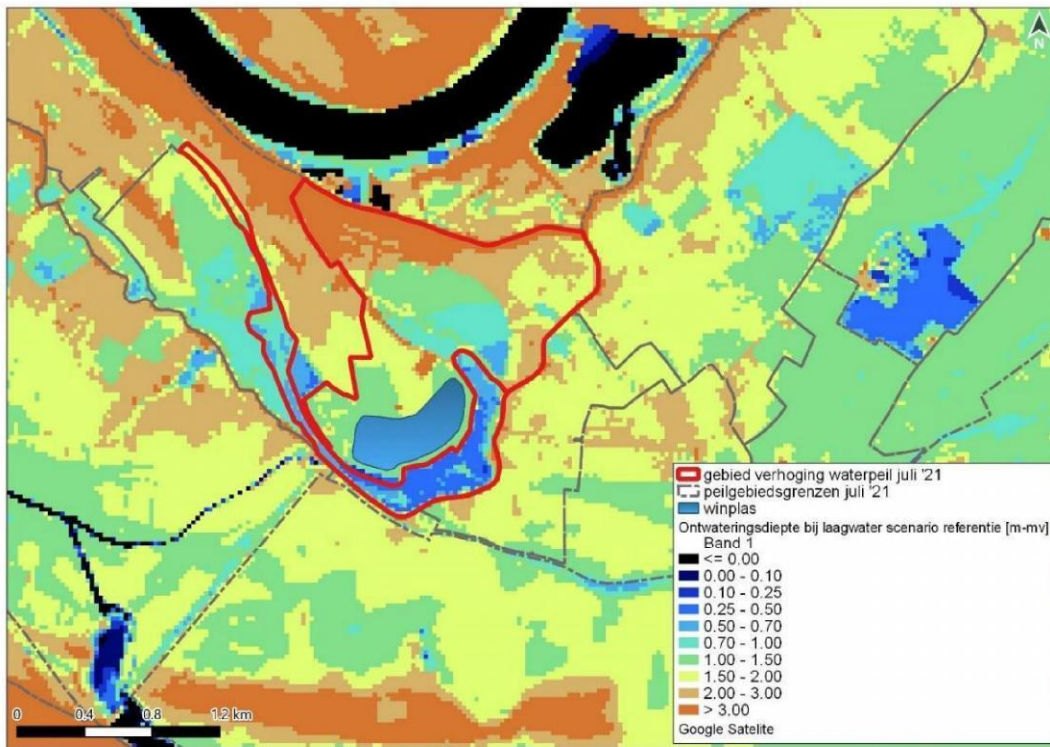




### Extreem laagwater

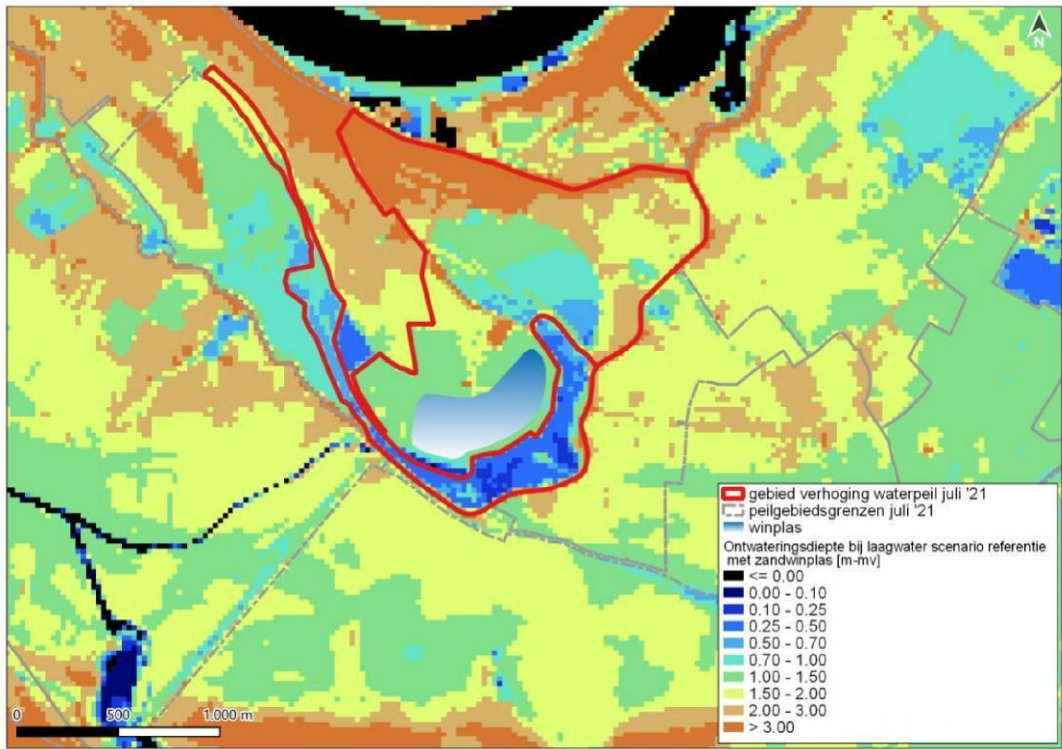
Tijdens extreem laagwater in de huidige situatie is te zien dat de freatische grondwaterstanden relatief diep zitten en dat er in grote delen van het plangebied een grotere ontwateringsdiepte is dan 1,50 m (afbeelding 5.6). Bij het huidig rietmoeras is de grondwaterstand ook in deze situatie dicht aan maaiveld.

Afbeelding 5.6 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de huidige situatie bij extreem laagwater  
(locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)

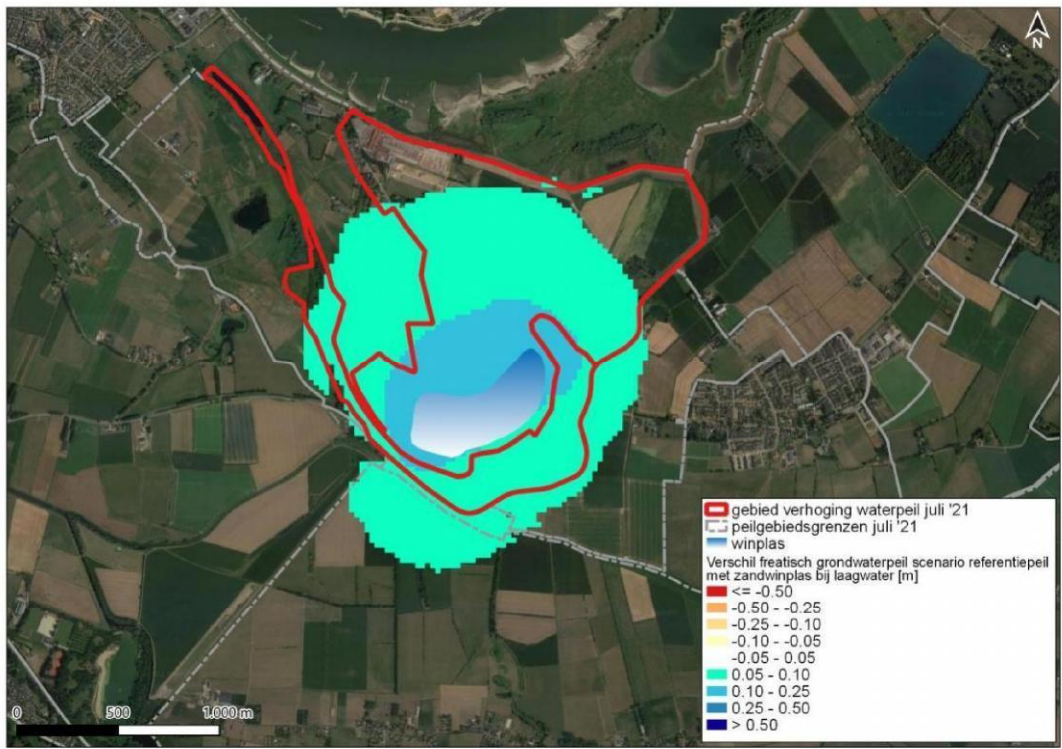


Afbeelding 5.7 toont de nieuwe ontwateringsdieptes in het scenario met referentiepeil en aanleg van de zandwinningsplas. De berekende grondwaterstanden (afbeelding 5.7) laten rondom de zandwinning hogere grondwaterstanden zien. Dit komt waarschijnlijk door het nivellerende effect van de zandwinningsplas, waardoor de grondwaterstand rondom de plas hoger is in droge periodes ten opzichte van een scenario zonder zandwinning.

Afbeelding 5.7 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de nieuwe situatie scenario referentiepeil met zandwinningsplas bij laagwater



Afbeelding 5.8 Verschil freatische grondwaterstanden door scenario referentiepeil met zandwinningsplas bij laagwater

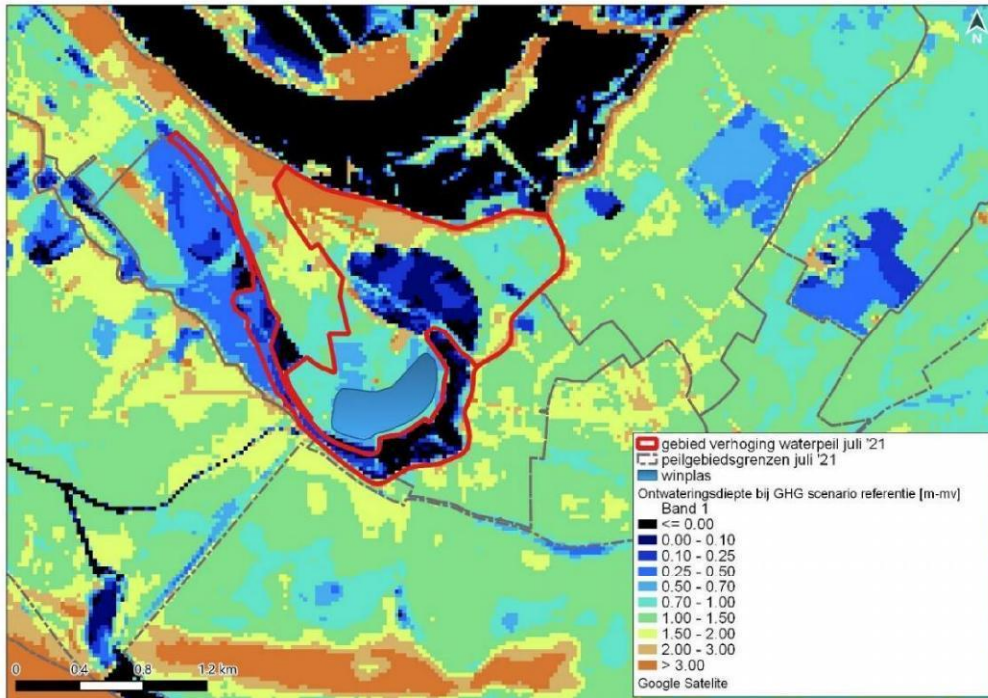




### GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand)

Bij de GHG in de huidige situatie zijn hoge freatische grondwaterstanden te zien en dus lage ontwateringsdiepten, zie afbeelding 5.9. Dit speelt vooral in delen met een laag maaiveld.

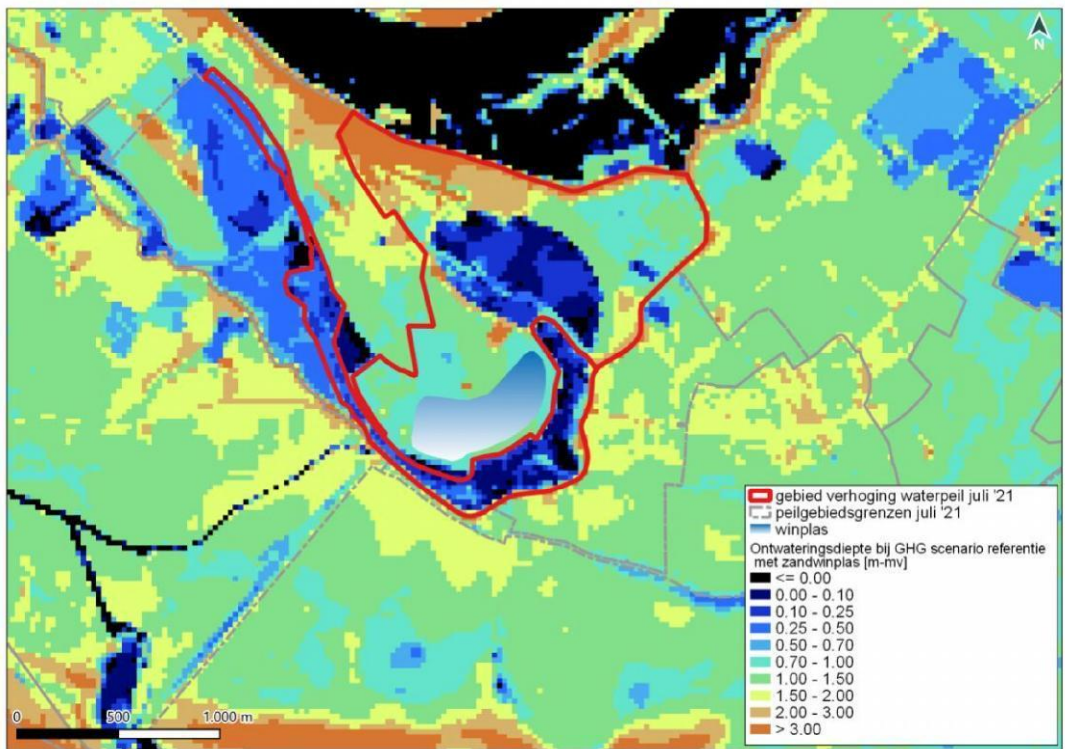
Afbeelding 5.9 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de huidige situatie bij GHG (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



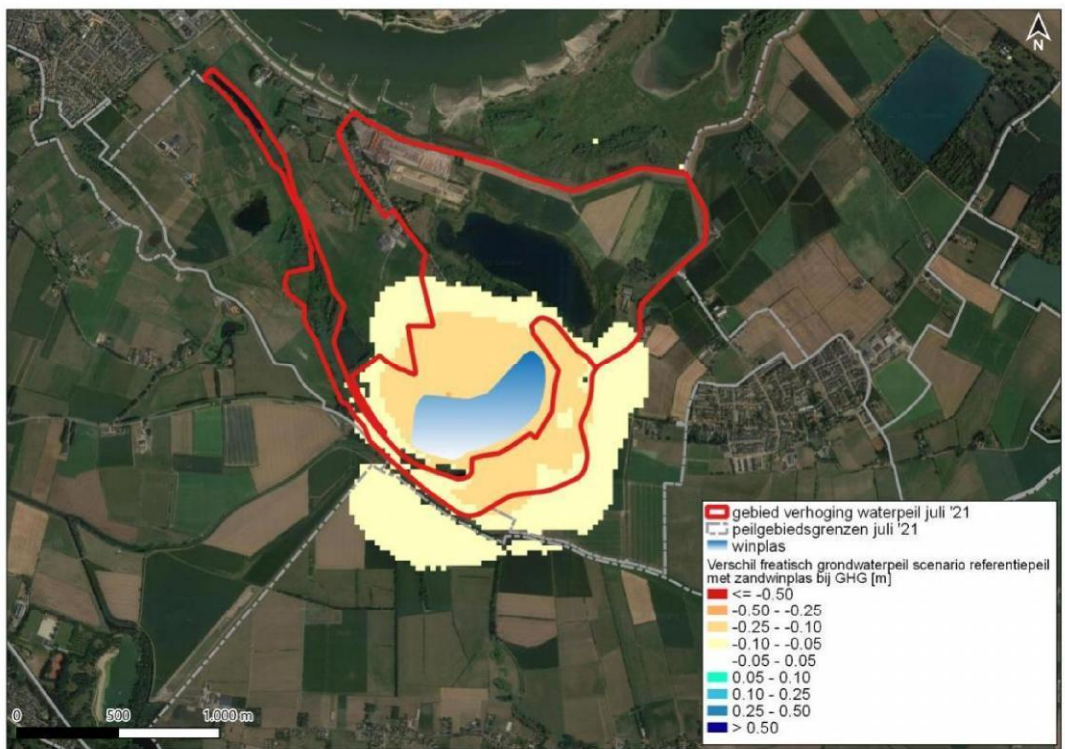
Afbeelding 5.10 toont het verschil in freatische grondwaterstanden berekend door scenario zonder peilopzet maar met aanleg van de zandwinningsplas. De effecten lijken veel op die van de hoogwater situatie. Echter is het invloedsgebied bij de GHG-situatie wat kleiner dan bij het hoogwater scenario. Zoals eerder benoemd, is de daling in grondwaterstand ten gevolge van de zandwinningsplas waarschijnlijk te verklaren door het nivellerende werking van deze plas.



Afbeelding 5.10 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de nieuwe situatie scenario referentiepeil met zandwinningsplas bij GHG situatie



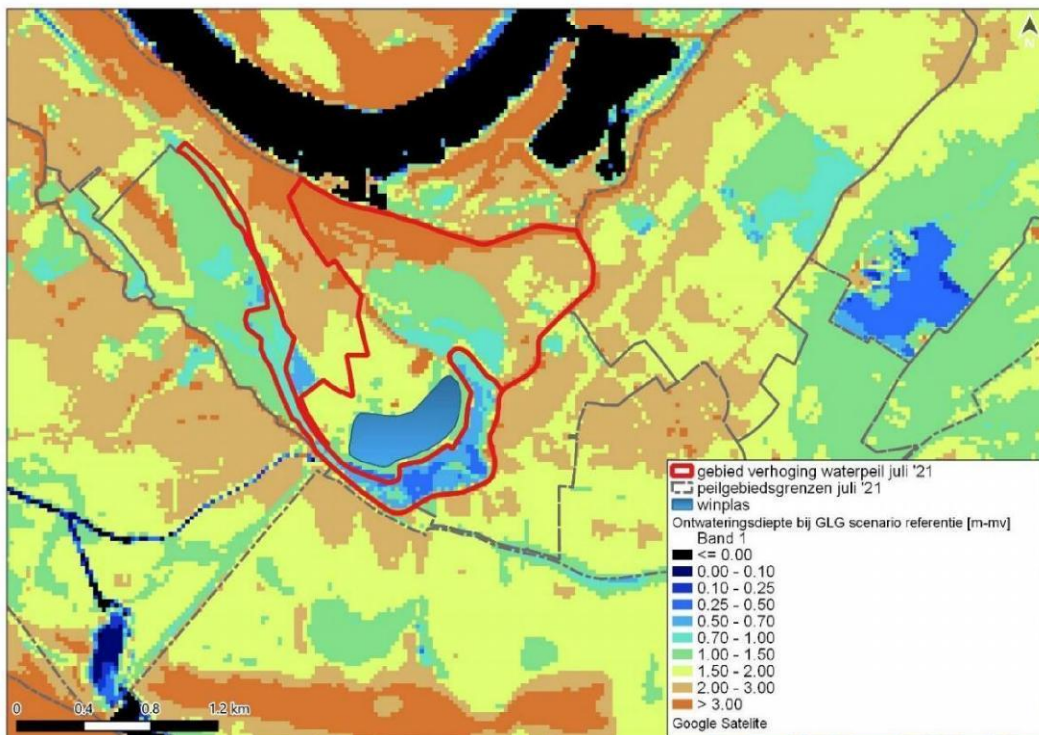
Afbeelding 5.11 Verschil freatische grondwaterstanden door scenario referentiepeil met zandwinningsplas m bij GHG



### GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand)

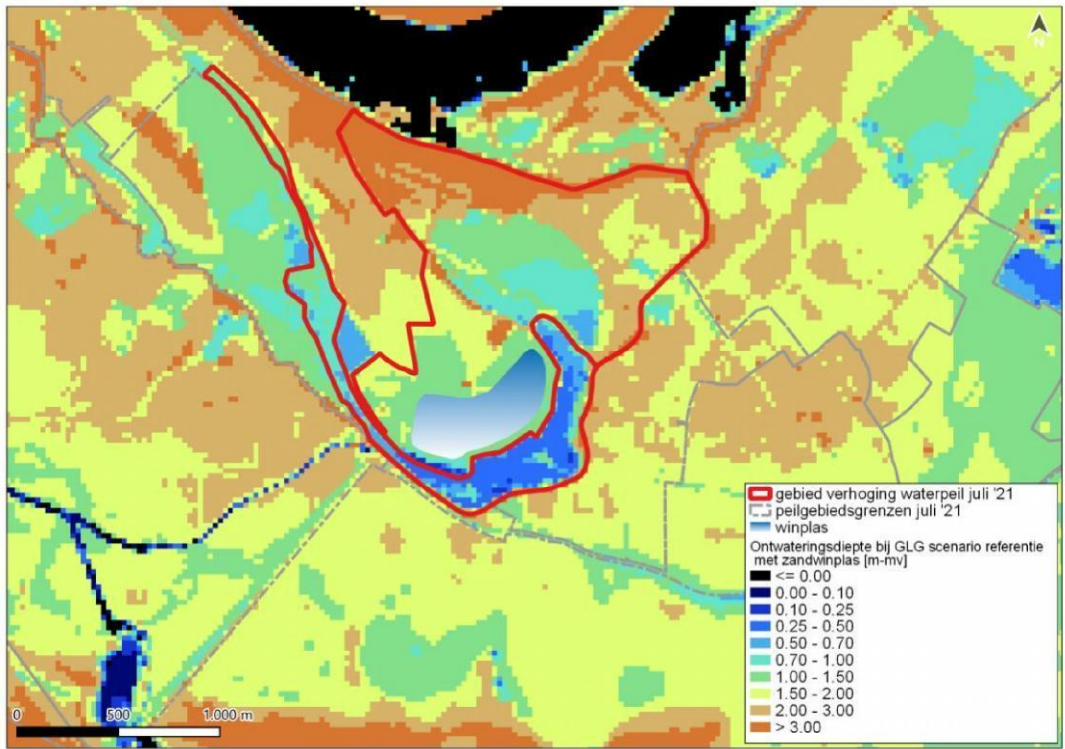
Afbeelding 5.13 toont de ontwateringsdiepte bij een GLG berekend door scenario zonder peilopzet, maar met aanleg van de zandwinningsplas met rietmoeras. De freatische grondwaterstanden tijdens de GLG-situatie en de effecten door het scenario laten nagenoeg hetzelfde zien als bij de laagwater situatie. De zandwinning zorgt voor een nivellerend effect dat ervoor zorgt dat de GLG rondom de plas stijgt.

Afbeelding 5.12 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de huidige situatie bij GLG (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)

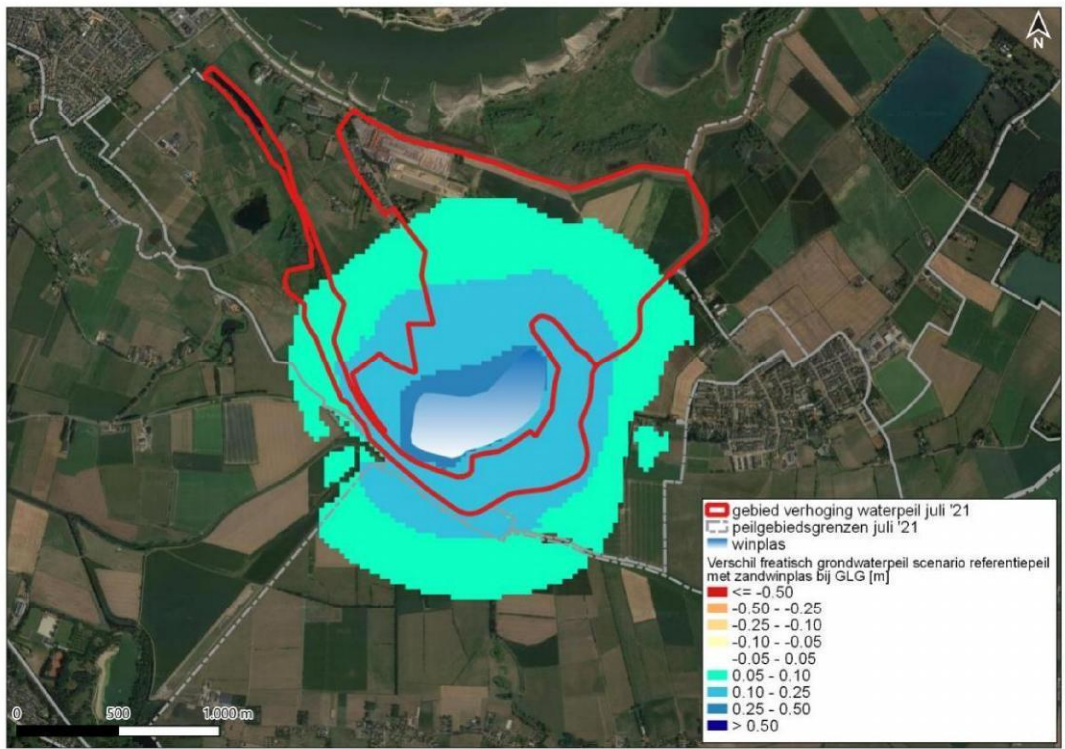




Afbeelding 5.13 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de nieuwe situatie scenario referentiepeil met zandwinningsplas bij GLG-situatie



Afbeelding 5.14 Verschil freatische grondwaterstanden door scenario referentiepeil met zandwinningsplas bij GLG





### Tijdstijghoogte lijnen

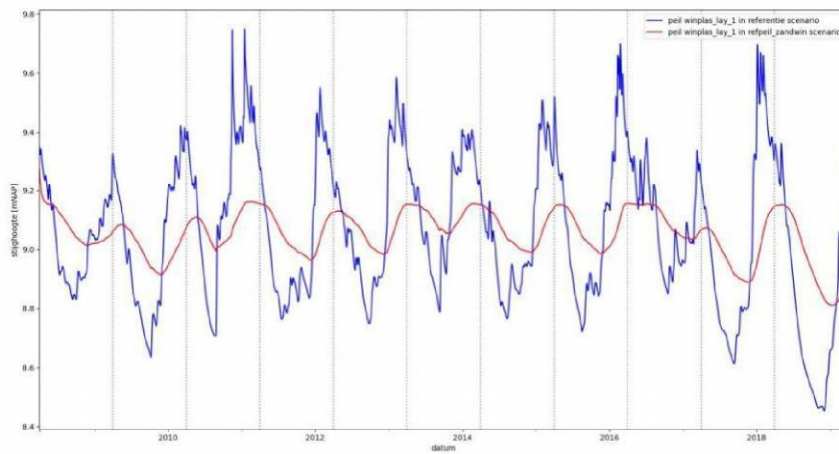
Afbeeldingen 5.16, 5.17, 5.18 en 5.19 laten de tijdstijghoogte lijnen zien bij de huidige situatie en het scenario op de locaties weergegeven op afbeelding 5.15. Deze locaties zijn gekozen omdat deze locaties typerend zijn voor de effecten op de grondwaterstanden.

Afbeelding 5.15 Locaties van de tijdstijghoogte lijnen

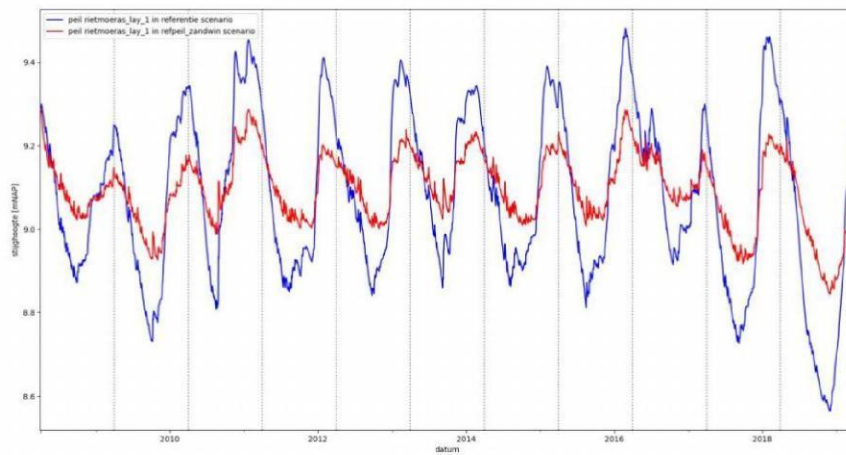


Afbeelding 5.16 en 5.17 (tijdstijghoogtelijnen in de zandwinningsplas en het rietmoeras) laten goed het nivellerende effect van de plas zien. In de huidige situatie is er een grote variatie in grondwaterstanden gedurende het jaar, maar door de plas zijn de pieken iets lager en later. Hetzelfde geldt voor de lage grondwaterstanden; die zijn ook iets minder diep en later. Dit betekent dat de aanleg van de plas ertoe leidt dat water beter in het gebied wordt vastgehouden en dat het later in het voorjaar uitzakt.

Afbeelding 5.16 Tijdstijghoogte lijnen in de zandwinningsplas voor het referentiescenario en het scenario zonder peilopzet met zandwinningsplas

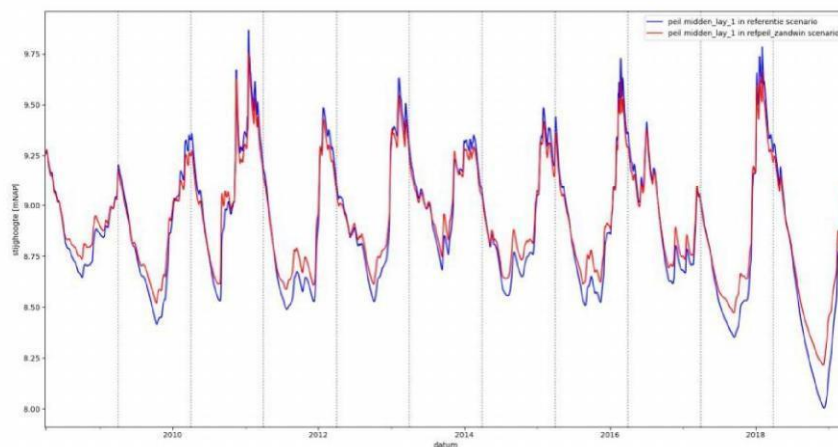


Afbeelding 5.17 Tijdstijghoogte lijnen in het rietmoeras voor het referentiescenario en het scenario zonder peilopzet met zandwinningsplas



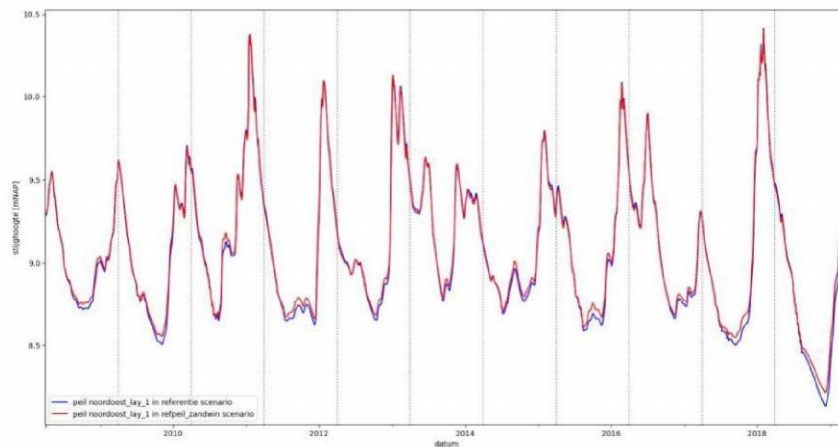
De grondwaterstanden op een perceel midden in het plangebied (zie afbeelding 5.14) laat wat betreft dynamiek eenzelfde verloop zien als in de huidige situatie (afbeelding 5.18), maar gedurende het gehele jaar worden hogere waterstanden berekend, vooral gedurende de zomer (circa +0,15 m). In de winter stijgen de grondwaterstanden niet of nauwelijks door de maatregelen. Dit betekent dat het grondwater langer wordt vastgehouden in het gebied en niet of minder snel wordt afgevoerd. Het grotere verschil bij de lagere grondwaterstanden is te verklaren door het nivellerende effect van de zandwinningsplas.

Afbeelding 5.18 Tijdstijghoogtelijnen in een perceel midden in het gebied voor het referentiescenario en het scenario zonder peilopzet met zandwinningsplas



De tijdstijghoogtelijn van een landbouwperceel in het noordoosten van het plangebied (afbeelding 5.19) laat een kleine verhoging zien van de grondwaterstanden gedurende het jaar. De stijging van de waterstanden is vooral te zien gedurende de zomer (circa +0,10 m). In de winter stijgen de grondwaterstanden minder door de maatregelen (circa +0,050 m).

Afbeelding 5.19 Tijdstijghoogtelijnen in een landbouwperceel in het noordoosten van het plangebied voor het referentiescenario en het scenario zonder peilopzet met zandwinningsplas



### 5.3 Afvoerdebit uit nieuw peilvak OY010-Oost

Tabel 5.1 toont het de berekende afvoer uit het nieuwe peilvak OY010-oost met het MORIA-grondwatermodel. Te zien is dat door aanleg van de winplas de afvoer uit dit gebied afneemt met 1,7 %.

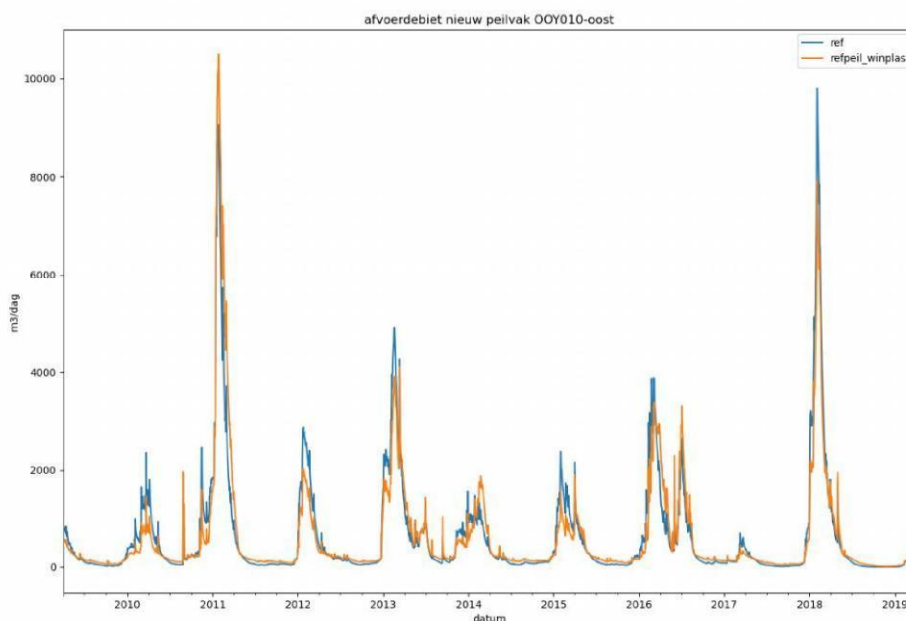


Tabel 5.1 Berekende gemiddelde afvoerdebit per jaar (over de gehele modelperiode) uit peilvak Ooy010-oost met het MORIA-grondwatermodel

Scenario	Gemiddeld afvoerdebit per jaar [m3/jaar]	Verandering t.o.v. referentie in %
referentie (peil NAP +9,15 m)	219.500	-
zandwinningsplas zonder peilverhoging	215.600	-1,7

Afbeelding 5.20 toont het verloop van het afvoerdebit uit peilvak Ooy010-oost door aanleg van de winplas. Te zien is dat de afvoerpieken nagenoeg gelijk zijn. Het afvoerdebit is in het scenario met zandwinningsplas soms hoger en soms lager dan het referentiescenario, maar over het gehele jaar is er een kleine afname in het gemiddelde afvoerdebit.

Afbeelding 5.20 Berekende afvoer peilvak Ooy010-oost gedurende de modelperiode met het MORIA-grondwatermodel



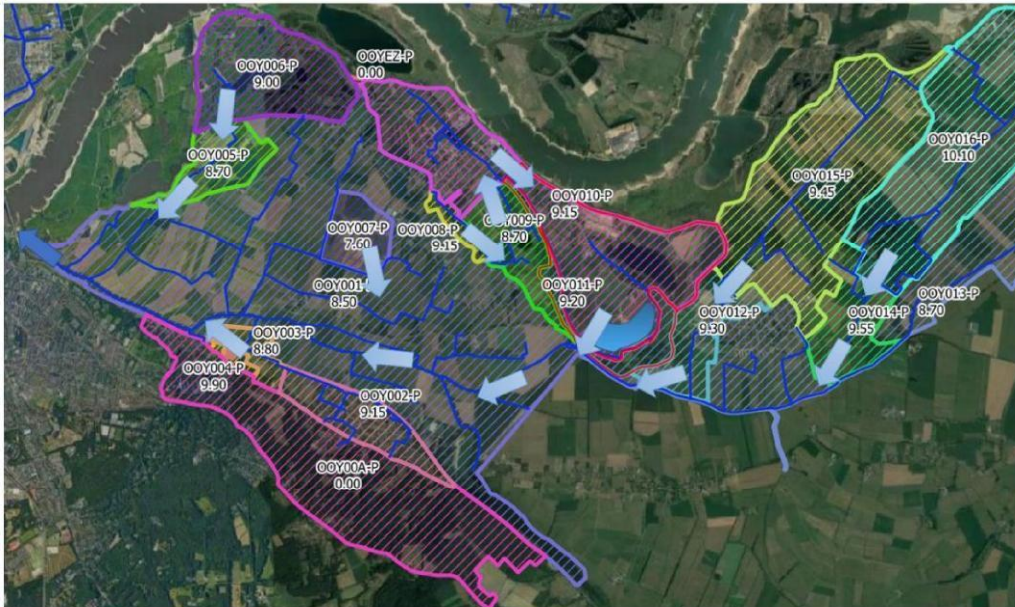
## 5.4 Resultaten scenario op kwelflux

Deze paragraaf beschrijft de ruimtelijke effecten op kwel en infiltratie in en rondom het plangebied bij de maatgevende situaties (hoogwater, laagwater, GHG en GLG) ten gevolge van het aanleggen van de zandwinningsplas.

De peilvakken wateren trapsgewijs onder vrij verval af naar peilvak Ooy001, welke vervolgens via het Hollands Duitsch Gemaal afwatert op de Waal. Behalve peilvakken Ooy007 en Ooy009 (indirect ook Ooy008), dat zijn onderbemalingsgebieden, die met een klein gemaal afwateren.

De verandering van kwelflux per peilvak dient gemitigeerd en/of gecompenseerd te worden. Een verandering van kwelflux mag maximaal 2 % beslaan [WSRL, 2012. Richtlijn kwel en wegzijging].

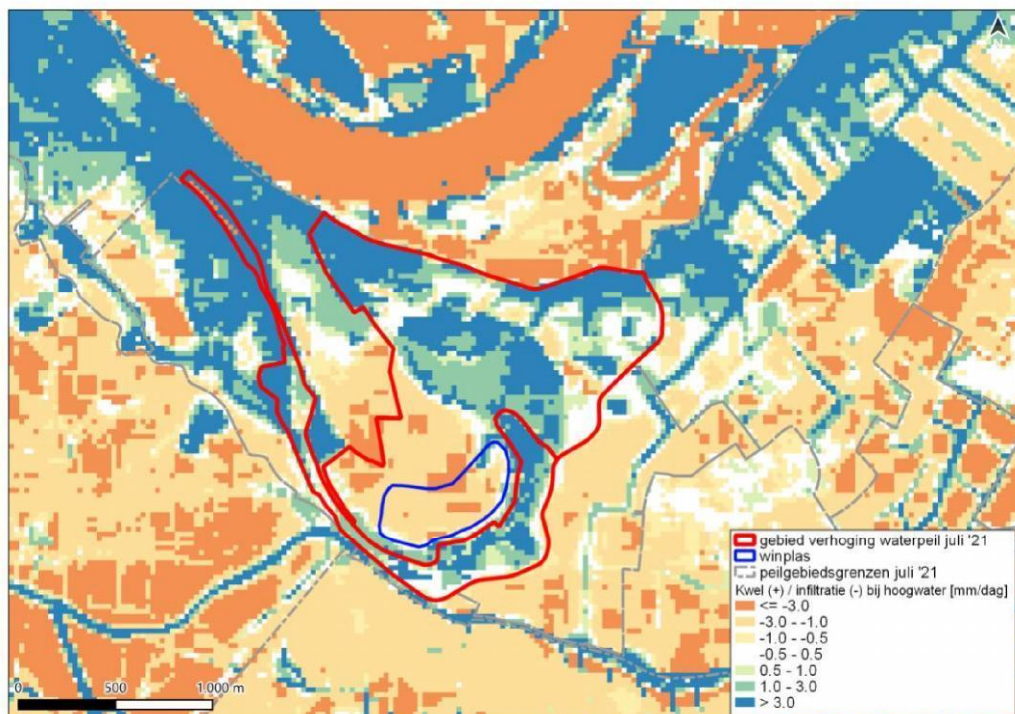
Afbeelding 5.21 Afwateringsrichting van de peilvakken rondom het plangebied (peilen geven de richting van afwatering aan richting Hollands Duitsch Gemaal)



### Extreem hoogwater

In de huidige situatie is te zien dat de Waal bij hoogwater infiltreert en in de lage delen en watergangen het water kwelt (afbeelding 5.22). Vooral nabij de waterkering is veel kwel te zien. Ook in peilvak OOY011 en de noordoostzijde van peilvak OOY009 is veel kwel te zien.

Afbeelding 5.22 Kwel (+ blauw) en infiltratie (- oranje) in de huidige situatie tijdens hoogwater (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)





Door de ingrepen van het scenario is te zien dat de kwelflux in peilvakken OOOY010 en OOOY011 afneemt (afbeelding 5.23). In de nieuwe zandwinplas neemt de kwel toe ten opzichte van de huidige situatie. Doordat de plas meerdere bodemlagen doorsnijdt is er een betere verbinding tussen de verschillende bodemlagen. Ook is er ter hoogte van de zandwinplas minder weerstand tegen grondwaterstroming. Hierdoor kan bij hoogwater in de Waal het water gemakkelijker naar de winplas, waardoor de kwel daar toeneemt. In omliggend gebied neemt de kwelflux af, omdat het kwelvolume dat optreedt zich concentreert in de winplas.

Afbeelding 5.23 Verandering in berekende kwelflux (rood=afname kwel of toename infiltratie, blauw=toename kwel of afname infiltratie) in het MORIA-model tijdens de hoogwater situatie door het scenario referentiepeil met winplas



Tabel 5.2 geeft een overzicht van de netto kwel of wegzijging (infiltratie) naar het oppervlaktewatersysteem (RIV+DRN+OLF in het MORIA-model) per peilvak in de hoogwater situatie. OOOY010 is gesplitst in het oostelijke deel (projectgebied) en westelijke deel (dorp Ooij). In OOOY003, OOOY011, OOOY012, OOOY013 neemt de kwelflux met meer dan 2 % af. In OOOY010 oost neemt de kwelflux met meer dan 2 % toe, wat is te verklaren door de toename van kwel in dit peilvak via de zandwinningsplas. Een verandering in de kwelflux van meer dan 2 % is niet in lijn met de richtlijn kwel en wegzijging van het waterschap Rivierenland [Richtlijn kwel en wegzijging, 2012]. De totale kwelflux richting het oppervlaktewater in de polder als geheel verandert niet.



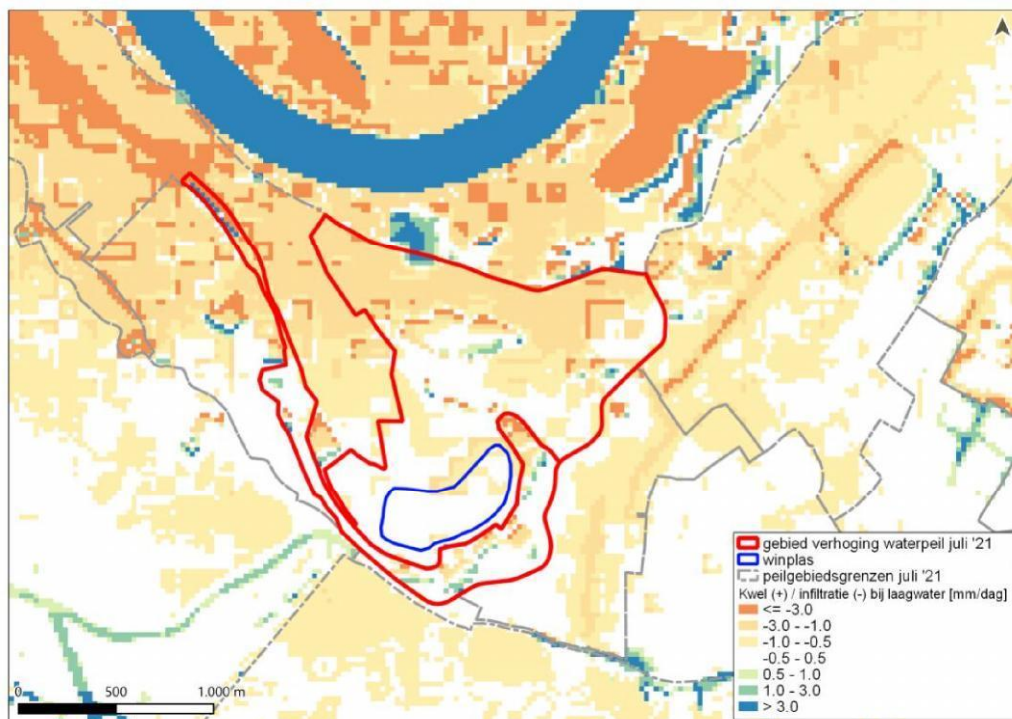
Tabel 5.2 Overzichtstabel met netto kwel (+) of wegzijging (-) per peilvak en de verandering door het scenario bij hoogwater. Met rood is aangegeven als de toename groter is dan de norm van het waterschap

Hoogwater	Huidig	Scenario referentiepeil met winplas		
	netto m3/d	netto m3/d	verschil m3/d	%
OOY001	42.548	42.661	113	0.3
OOY002	2.174	2.179	5	0.2
OOY003	-35	-34	1	-3.8
OOY004	51	51	0	0.5
OOY005	7.370	7.459	89	1.2
OOY006	12.552	12.779	227	1.8
OOY007	1.946	1.974	28	1.5
OOY008	1.064	1.075	11	1.0
OOY009	5.598	5.589	-9	-0.2
OOY010-oost	6.912	7.413	501	7.3
OOY010-west	12.095	12.052	-43	-0.4
OOY011	1.817	984	-833	-45.8
OOY012	2.029	1.842	-187	-9.2
OOY013	13.413	13.101	-312	-2.3
OOY014	3.052	3.059	7	0.2
OOY015	25.442	25.760	318	1.3
OOY016	9.720	9.810	90	0.9
totaal	147.748	147.757	9	0.0

#### Extreem laagwater

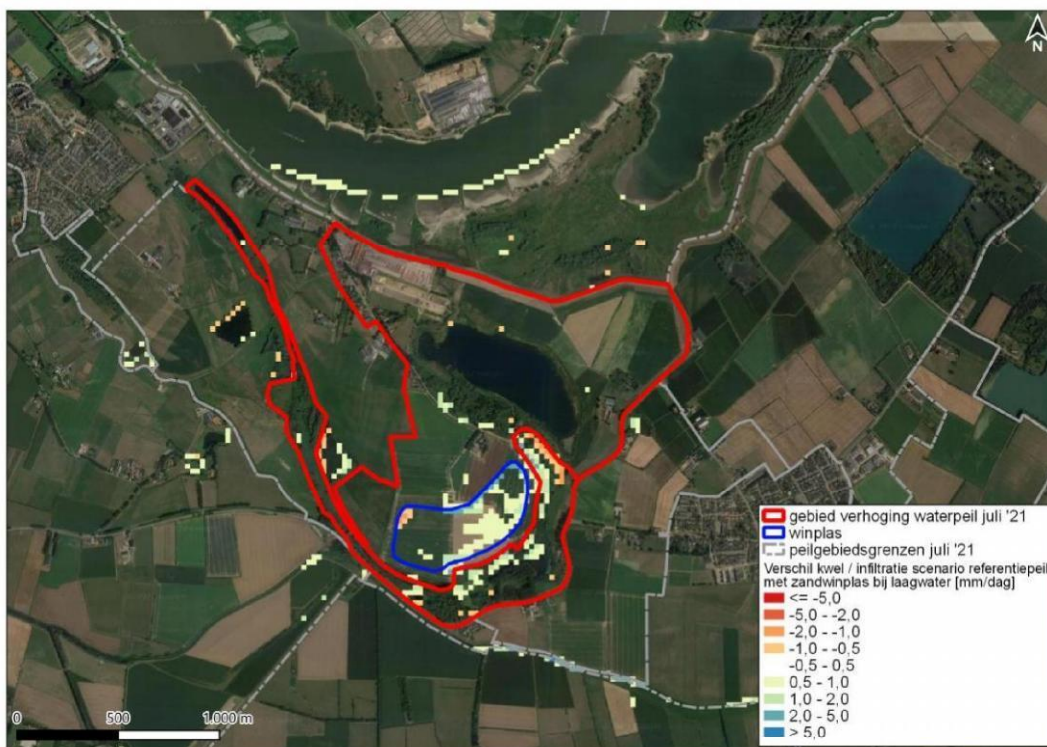
Bij de laagwatersituatie is te zien dat de Waal draineert en de polders licht infiltreren, zie afbeelding 5.24.

Afbeelding 5.24 Kwel (+ blauw) en infiltratie (- oranje) in de huidige situatie tijdens laagwater (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



De ingrepen van het scenario zorgen voor een lichte toename van kwel in de zandwinningsplas (afbeelding 5.25).

Afbeelding 5.25 Verandering in berekende kwelflux (rood=afname kwel of toename infiltratie, blauw=toename kwel of afname infiltratie) in het MORIA-model tijdens de laagwater situatie door scenario referentiepeil met winplas



Tabel 5.3 geeft een overzicht van de netto kwel of wegzijging (infiltratie) naar het oppervlaktewatersysteem per peilvak in de laagwater situatie. Hier is te zien dat ook bij enkele peilvakken er sprake is van netto wegzijging (infiltratie). De netto afvoer van kwelflux verandert bij laagwater in meerdere peilvakken met meer dan 2 %. Dit is niet in lijn met de richtlijn kwel en wegzijging van het waterschap Rivierenland [Richtlijn kwel en wegzijging, 2012].

Tabel 5.3 Overzichtstabel met netto kwel (+) of wegzijging (-) per peilvak en de verandering door het scenario bij laagwater

Laagwater	Huidig	Scenario referentiepeil met winplas		
	netto m3/d	netto m3/d	verschil m3/d	%
OOY001	8.396	8608	212	2.5
OOY002	577	583	6	1.0
OOY003	-758	-757	1	-0.1
OOY004	-46	-45	1	-1.3
OOY005	-869	-868	1	-0.1
OOY006	-8.873	-8870	3	0.0
OOY007	299	302	3	1.1
OOY008	-678	-664	14	-2.0
OOY009	6	8	2	28.9

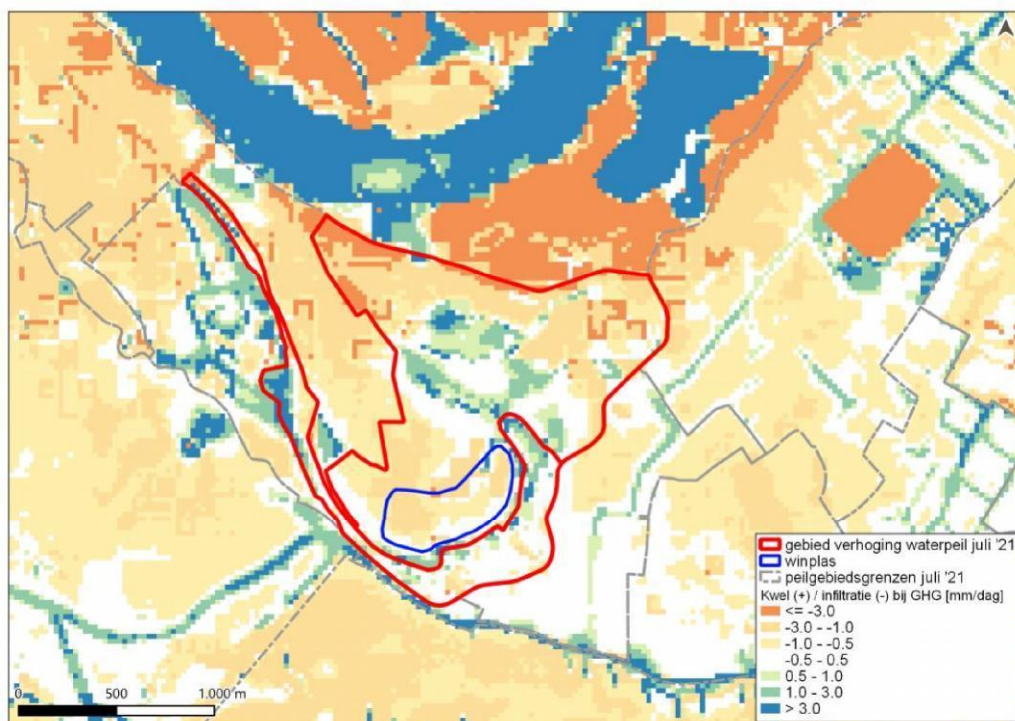


Laagwater	Huidig	Scenario referentiepeil met winplas		
OOY010-oost	38	77	39	103.4
OOY010-west	-2.989	-2985	4	-0.1
OOY011	39	56	17	42.6
OOY012	-484	-409	75	-15.5
OOY013	2.150	2212	62	2.9
OOY014	213	223	10	4.7
OOY015	-1.030	-993	37	-3.6
OOY016	-1.985	-1987	-2	0.1
totaal	-5.994	-5511	483	-8.1

#### GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand)

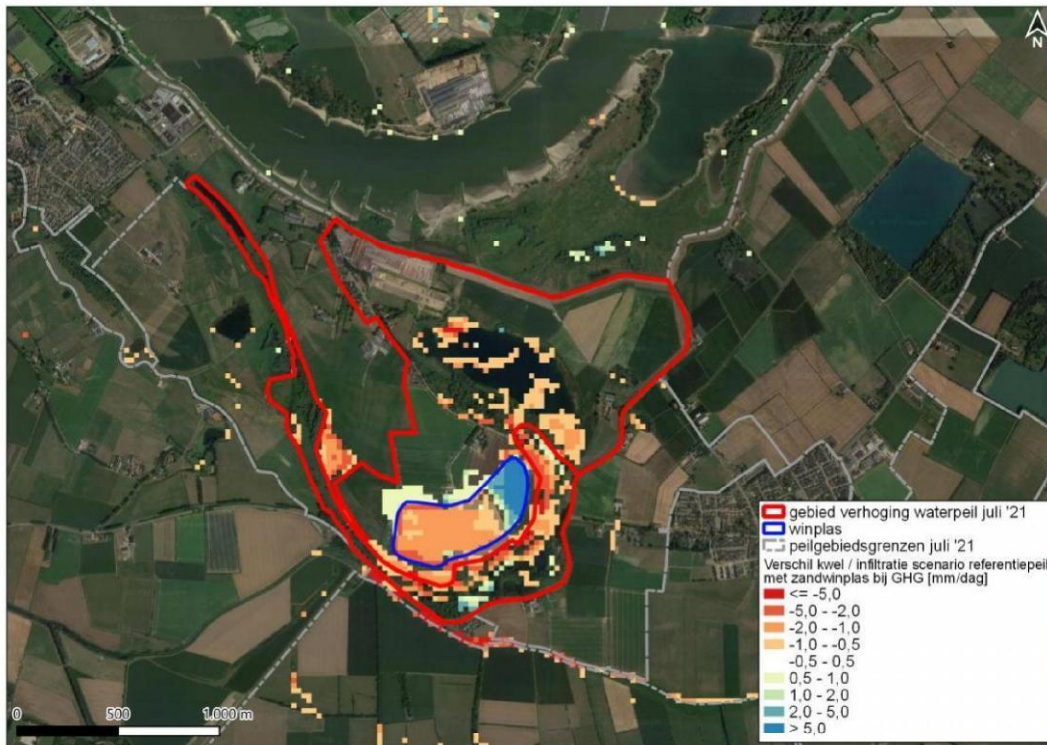
Op afbeelding 5.26 is te zien dat bij de GHG situatie in de huidige situatie de hoger gelegen delen infiltreren en bij de lagere delen en watergangen kwel optreedt.

Afbeelding 5.26 Kwel (+ blauw) en infiltratie (- oranje) in de huidige situatie tijdens GHG situatie (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



Afbeelding 5.27 toont dat bij het scenario de kwel afneemt in peilvakken OOOY010-oost en OOOY011 bij de GHG-situatie. Te zien is dat in een deel van de plas een afname van kwel optreedt en het andere deel een toename van kwel. Een mogelijke verklaring is de oorspronkelijke grondwatergradiënt die ter hoogte van de winplas wordt gelijkgetrokken. De grondwaterstand wordt aan de ene kant van de plas dus verhoogd en aan de andere kant verlaagd, waardoor infiltratie aan de ene en kwel aan de andere kant op treedt.

Afbeelding 5.27 Verandering in berekende kwelflux (rood=afname kwel of toename infiltratie, blauw=toename kwel of afname infiltratie) in het MORIA model tijdens de GHG situatie door het scenario referentiepeil met winplas



Tabel 5.4 geeft een overzicht van de netto kwel of wegzijging (infiltratie) naar het oppervlaktewatersysteem per peilvak in de GHG-situatie. In de tabel is een vergelijkbaar patroon te zien als bij de hoogwater situatie. De totale kwel neemt echter licht af, in tegenstelling tot de hoogwater effecten, waar de totale kwelflux niet significant verandert.

Tabel 5.4 Overzichtstabel met netto kwel (+) of wegzijging (-) per peilvak en de verandering door het scenario bij GHG

GHG	Huidig	Scenario referentiepeil met winplas		
	netto m3/d	netto m3/d	verschil m3/d	%
OOY001	21.774	21594	-180	-0.8
OOY002	1.518	1518	0	0.0
OOY003	-486	-486	0	0.0
OOY004	-1	-1	0	0.0
OOY005	1.886	1873	-13	-0.7
OOY006	-70	-89	-19	27.6
OOY007	643	642	-1	-0.2
OOY008	105	99	-6	-5.8
OOY009	1.838	1791	-47	-2.6
OOY010-oost	2.026	1361	-665	-32.8

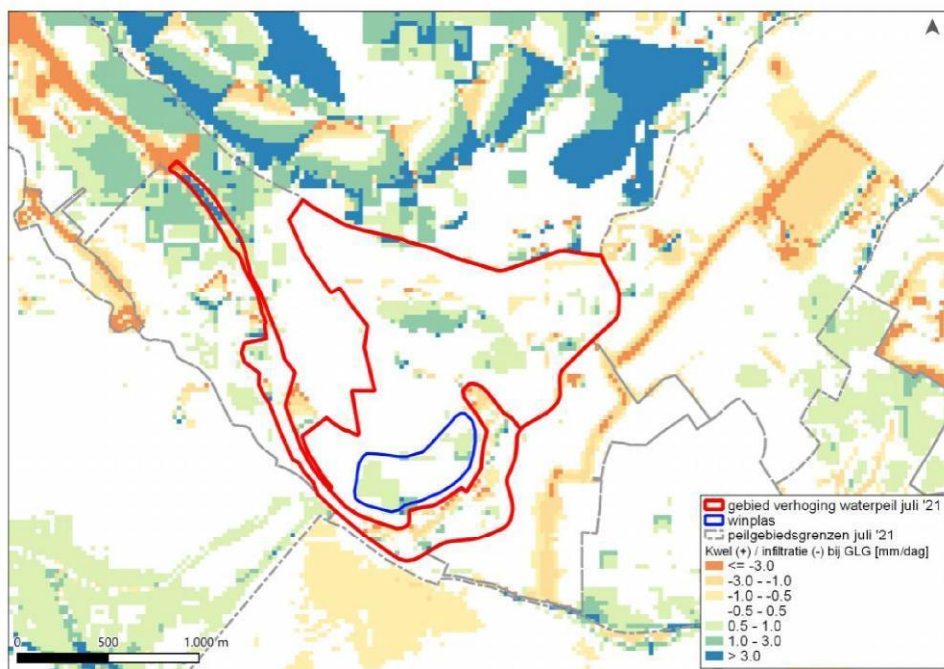


GHG	Huidig	Scenario referentiepeil met winplas		
OOY010-west	-467	-588	-121	25.9
OOY011	621	362	-259	-41.8
OOY012	734	582	-152	-20.7
OOY013	6.042	5717	-325	-5.4
OOY014	1.106	1100	-6	-0.6
OOY015	5.444	5394	-50	-0.9
OOY016	1.296	1285	-11	-0.9
totaal	44.009	42153	-1856	-4.2

#### GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand)

Afbeelding 5.28 toont de kwel en infiltratie in de GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) situatie in de huidige situatie. In de Waal treedt kwel op en in de polders wat verder van de Waal af ook. De watergangen in de omliggende peilvakken infiltreren.

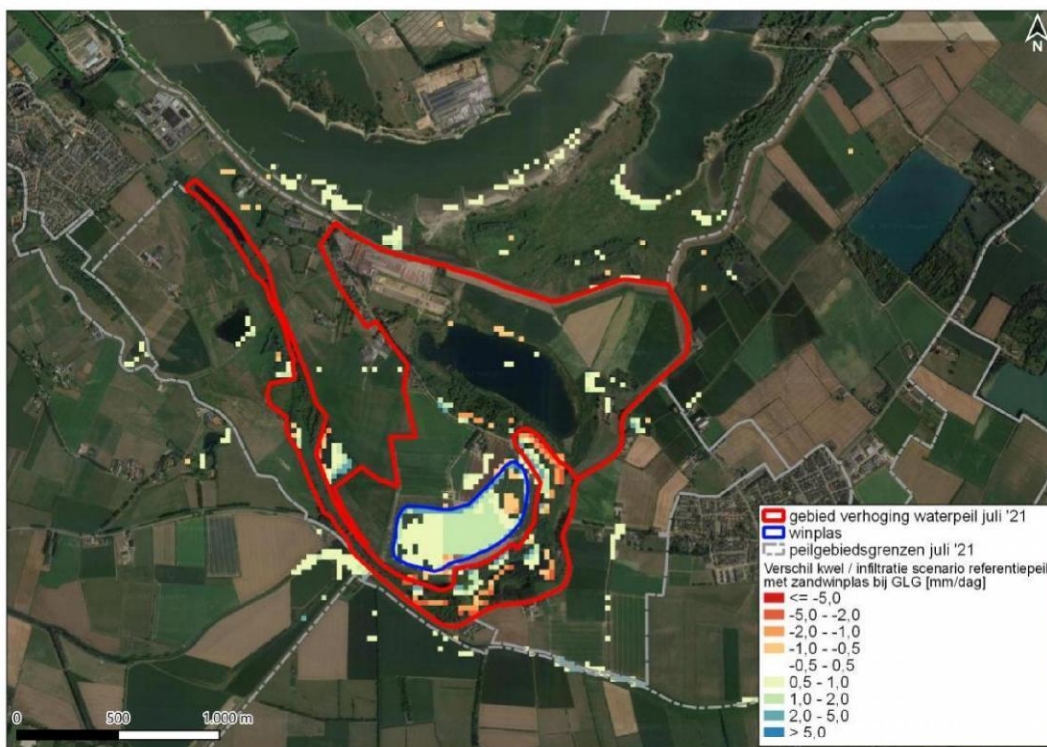
Afbeelding 5.28 Kwel (+ blauw) en infiltratie (- oranje) in de huidige situatie tijdens GLG-situatie (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



Bij het scenario neemt de kwel in zandwinningsplas lichtelijk toe. Vermoedelijk komt dit omdat de kwelflux in afbeelding 5.29 een momentopname is. De dag hiervoor kan gekenmerkt zijn door een stevige regenbui, waardoor de grondwaterstand tijdelijk hoger ligt en water dus de zandwinningsplas in kwelt.



Afbeelding 5.29 Verandering in berekende kwelflux (rood=afname kwel of toename infiltratie, blauw=toename kwel of afname infiltratie) in het MORIA-model tijdens de GLG-situatie door het scenario referentiepeil met winplas



Tabel 5.5 geeft een overzicht van de netto kwel of wegzijging (infiltratie) naar het oppervlaktewatersysteem per peilvak in de GLG-situatie. In de tabel is te zien dat de totale wegzijging afneemt.

Tabel 5.5 Overzichtstabel met netto kwel (+) of wegzijging (-) per peilvak en de verandering door het scenario bij GLG

GLG	Huidig	Scenario referentiepeil met winplas		
	netto m3/d	netto m3/d	verschil m3/d	%
OOY001	6.318	6509	191	3.0
OOY002	398	414	16	4.0
OOY003	-584	-573	11	-1.9
OOY004	-60	-60	0	-0.8
OOY005	-897	-897	0	0.0
OOY006	-8.061	-8072	-11	0.1
OOY007	254	255	1	0.2
OOY008	-710	-704	6	-0.9
OOY009	2	23	21	1042.9
OOY010-oost	34	98	64	187.5
OOY010-west	-2.850	-2851	-1	0.0

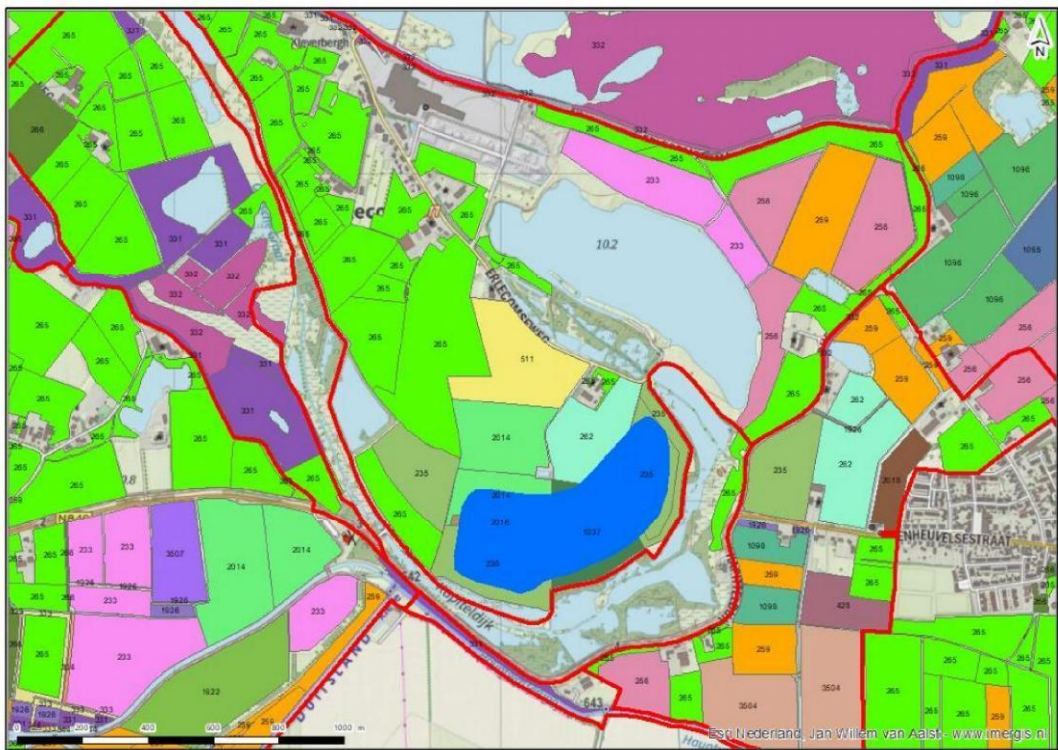
GLG	Huidig	Scenario referentiepeil met winplas		
OOY011	49	98	49	99.0
OOY012	-936	-812	124	-13.3
OOY013	843	899	56	6.6
OOY014	-494	-487	7	-1.5
OOY015	-1.769	-1741	28	-1.6
OOY016	-2.680	-2680	0	0.0
totaal	-11.143	-10581	562	-5.0

## 5.5 Resultaten scenario landbouw effecten

Deze paragraaf beschrijft de effecten van de ingrepen op de landbouwopbrengsten doormiddel van de Waterwijzer Landbouw tool. De landbouwschade wordt met de Waterwijzer Landbouw tool bepaald aan de hand van de GHG, GLG, bodemtype en type gewas. De landbouwschade wordt uitgedrukt in doelrealisatie. 100 % doelrealisatie betekent dat de grondwaterkarakteristieken optimaal zijn voor het type gewas en bodem. 90 % doelrealisatie betekent dat de er 10 % van de opbrengstderving is, dus dat de opbrengst 90 % is ten opzichte van de optimale grondwaterkarakteristieken voor het bodemtype en de gewaskeuze.

De basisregistratie percelen (BRP) is gebruikt als basis voor het gewastype (afbeelding 5.30). Percelen die inmiddels een natuurfunctie hebben (door functieverandering) zijn weggelaten uit de beoordeling met Waterwijzer Landbouw. De gebruikte bodemkaart is de bodemfysische eenhedenkaart (BOFEK2020) van de WUR. De effecten zijn enkel voor het Nederlandse deel berekend. Enerzijds omdat voor de situatie in Duitsland niet met de betreffende tool kan worden gewerkt. Anderzijds laten resultaten zien dat daar geen significant effect te verwachten is. Uit de modelstudie blijkt namelijk dat voor de Duitse percelen voornamelijk een stijging van opbrengsten te verwachten is. Er is dus sprake van een meer stabiele grondwaterstand met minder grote pieken en dalen. Dat is gunstig voor de landbouw.

Afbeelding 5.30 BRP gewaspercelen 2021 [bron: BRP], zie tabel 5.6 voor gewassen bij de gewascodes (labels in afbeelding)



Tabel 5.6 Gewascodes en bijbehorend gewas op basis van BRP 2021

Gewascode	Gewas
233	tarwe, winter
235	gerst, winter
256	bieten, suiker
259	maïs, snij
262	uien, zaai
265	grasland, blijvend
266	grasland, tijdelijk
331	grasland, natuurlijk. Hoofdfunctie landbouw
332	grasland, natuurlijk. Hoofdfunctie natuur
333	rand, grenzend aan blijvend grasland of een blijvende teelt, hoofdzakelijk bestaand uit blijvend gras
334	rand, grenzend aan bouwland, hoofdzakelijk bestaand uit blijvend gras
428	gele mosterd
511	cichorei
1037	peterselie, productie
1095	appelen. Aangeplant lopende seizoen
1096	appelen. Aangeplant voorafgaande aan lopende seizoen
1098	peren. Aangeplant voorafgaande aan lopende seizoen



Gewascode	Gewas
1922	koolzaad, winter (inclusief boterzaad)
1926	agrarisch natuurmengsel
2014	aardappelen, consumptie
2015	aardappelen, poot NAK
2016	aardappelen, poot TBM
3504	bladrammenas
3507	Ethiopische mosterd

Afbeelding 5.31 toont de landbouwdoelrealisatie in de huidige situatie.

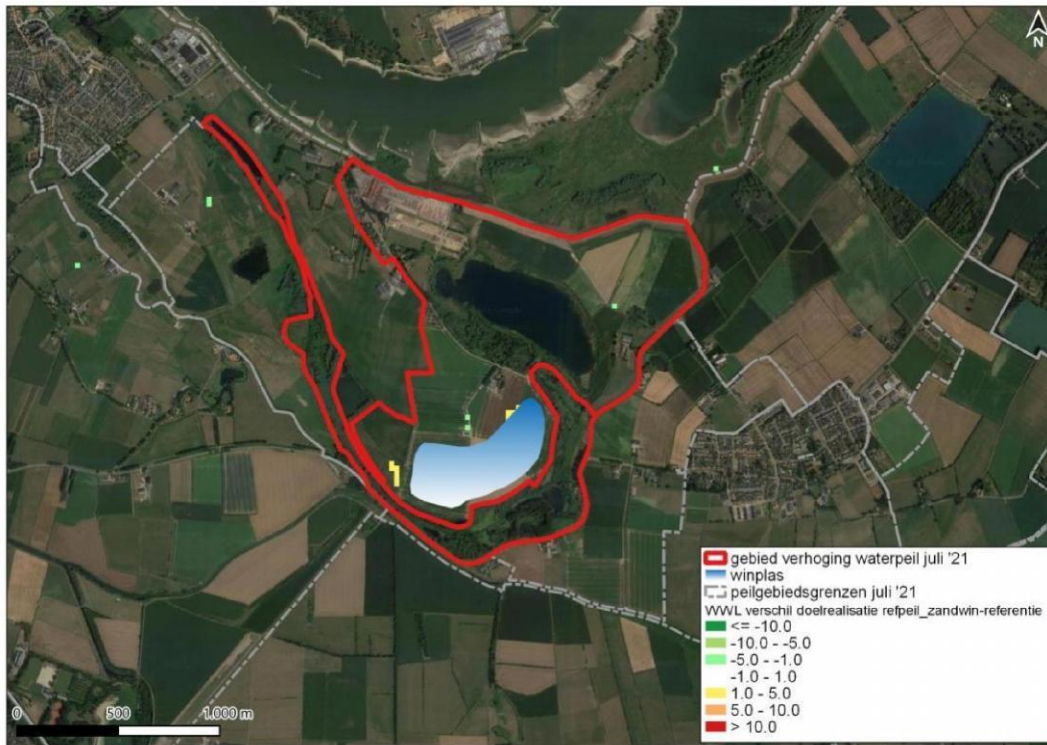
Afbeelding 5.31 Landbouw doelrealisatie in procenten huidige situatie (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



Afbeelding 5.32 toont de verandering van de totale landbouw doelrealisatie ten gevolge van het aanleggen van de zandwinningsplas. Daaronder is de verandering opgesplitst in droogteschade, directe natschade en indirecte natschade. Directe natschade ontstaat door zuurstoftekort bij de wortels. Indirecte natschade is het gevolg van een verschuiving in het groeiseizoen in verband met te natte omstandigheden om grondbewerking te kunnen uitvoeren. Te zien is dat rondom de zandwinningsplas de doelrealisatie afwisselend is gestegen en gedaald. Dit komt doordat de directe natschade toeneemt maar de droogteschade afneemt waardoor er op sommige pixels een licht positief effect is. Op sommige plekken rondom de winplas is de afname van de droogteschade groter dan de toename van natschade waardoor er een positief effect is op de doelrealisatie. Rondom de winplas is ook bij sommige pixels de toename van de

natschade groter dan de afname van de droogteschade, met een negatief effect op de totale doelrealisatie als gevolg. De veranderingen in doelrealisatie zijn echter minimaal.

Afbeelding 5.32 Verandering in landbouwopbrengst derving in procentpunten door scenario referentiepeil met winplas (rood (+) is afname van de doelrealisatie en groen (-) is een toename van de doelrealisatie)



Afbeelding 5.33 Verschil in doelrealisatie door directe natschade (links), indirecte natschade (midden) en droogteschade (rechts)



## 5.6 Resultaten scenario risico op grondwateroverlast bebouwing

Om na te gaan wat het effect op het risico is op grondwateroverlast wordt gekeken naar de ontwateringsdiepte. De maatgevende situatie doet zich voor bij hoge grondwaterstanden, omdat de ontwateringsdiepte dan dusdanig klein kan worden dat bijvoorbeeld kruipruimtes vochtig kunnen worden.

Als gevolg van het aanleggen van de zandwinningsplas worden de hoge grondwaterstanden echter minder hoog, zowel tijdens hoogwater (afbeelding 5.5) als GHG (afbeelding 5.11) situatie. Ook is dit goed te zien in de stijghoogte van de zandwinningsplas (afbeelding 5.16). De nivellerende werking van de plas heeft een reducerend effect op de hoge grondwaterstanden. Het risico op grondwateroverlast voor de bebouwing in het gebied neemt daardoor niet toe en wordt zelfs kleiner rondom de winplas.



## 5.7 Conclusie

De volgende conclusies volgen uit de modelstudie:

- door de voorgenomen maatregelen wordt het gemiddelde afvoerdebiet op jaarbasis 215.600 m<sup>3</sup>/jaar, wat neerkomt op een verandering van -1,7 %;
- de zandwinning nivelleert de grondwaterstanden rondom de nieuwe plas, dit betekent dat bij lage grondwaterstanden het niveau hoger wordt, en bij hoge juist lager. De zandwinningsplas heeft daarmee een positief effect op omliggende grondwaterstanden in tijden van droogte. De grondwaterstanden worden dan hoger dan dat ze in de huidige situatie zijn. Dit komt door de betere interactie tussen de verschillende watervoerende bodemlagen in de ondergrond;
- door de aanleg van de zandwinningsplas is er bij hoge grondwaterstanden meer kwel in de winplas, omdat de weerstand tegen grondwaterstroming hier lokaal is verminderd. Rondom de plas is echter minder kwel, omdat het volume aan kwel zich concentreert in de nieuwe aangelegde winplas. Kijkend naar de gehele polder, blijft de kwelflux bij hoogwater echter gelijk. Bij enkele omliggende peilvakken is de toename van de kwelflux groter dan 2 %, dit is tegen de beleidsregels van het waterschap. Tijdens de GHG neemt de afvoer van de kwelflux in de polder af, waardoor de druk op het Hollandsch Duitsch Gemaal wordt verminderd. Tijdens droge periodes (laagwater, GLG) is er minder wegzijging uit de polder, waardoor het gebied natter blijft;
- in het plangebied neemt de landbouwopbrengst lokaal af en lokaal toe. Dit effect is heel beperkt en komt doordat de natschade toe neemt maar de droogteschade af. Bij sommige pixels is de afname van de droogteschade groter dan de toename van de natschade wat een positief effect heeft op de doelrealisatie en bij andere pixels is sprake van een tegenovergesteld beeld. De effecten zijn niet van dien aard dat hiervoor mitigerende maatregelen noodzakelijk worden geacht;
- bij het scenario neemt het risico op grondwateroverlast bij bebouwing niet toe en op sommige locaties zelfs af. Doordat de zandwinningsplas de grondwaterstanden nivelleert treden er minder hoge grondwaterstanden op, waardoor grondwateroverlast niet te verwachten is.



## SCENARIO: WATERPEIL OPZETTEN TOT NAP +9,30 M

### 6.1 Scenariobeschrijving

Deze paragraaf beschrijft het doorgerekende scenario voor het projectgebied van de Ooijse Graaf. De volgende aanpassingen zijn in dit scenario meegenomen:

- 1 invoeren van de zandwinningsplas;
- 2 peilvak OOOY010 splitsen en oostelijk deel samen met peilvak OOOY011 peil opzetten tot NAP +9,30 m;
- 3 hiertoe is een nieuwe stuw nodig ten oosten ( iets stroomopwaarts) van stuw Thornsche molen.

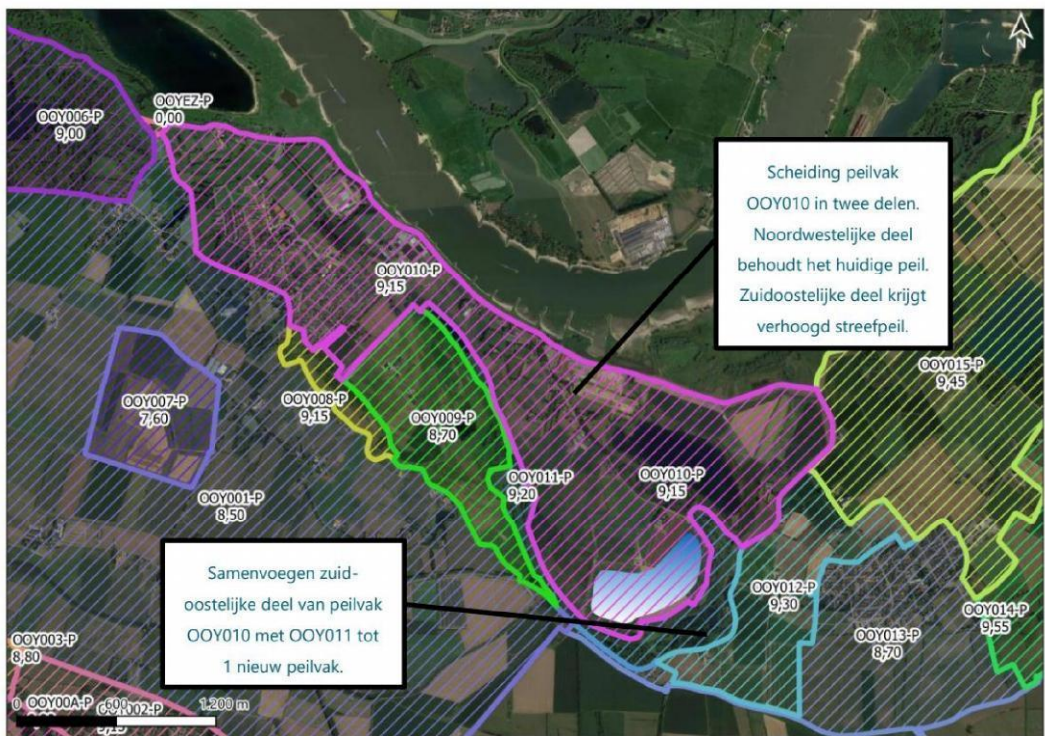
Afbeelding 6.2 toont de locatie van de zandwinningsplas en het gebied waar peil opzet tot NAP +9,30 m is voorzien. Het nieuwe peilvak OOOY010-oost bestaat uit het oostelijke deel van oorspronkelijk peilvak OOOY010 én peilvak OOOY011. Het nieuwe peilvak OOOY010-oost is nog weergegeven in twee delen, omdat de peilen in deze gebieden in de huidige situatie verschillend zijn. Er wordt dus echter geadviseerd om het peil in deze peilvakken gelijk te trekken als ze samen in een peilvak zijn gebundeld.

De watergang van het dorp Ooij tot de stuw Thornsche molen die het dorp Ooij en peilvakken OOOY009 en OOOY008 afwatert blijft behouden op het oude niveau van NAP +9,15 m. Deze stroomt direct naar de stuw Thornsche molen. Het dorp Erlecom, de plas Kraaijenhof, het huidige en het nieuwe rietmoeras en de nieuwe zandwinningsplas worden in streefpeil verhoogd tot NAP +9,30 m.

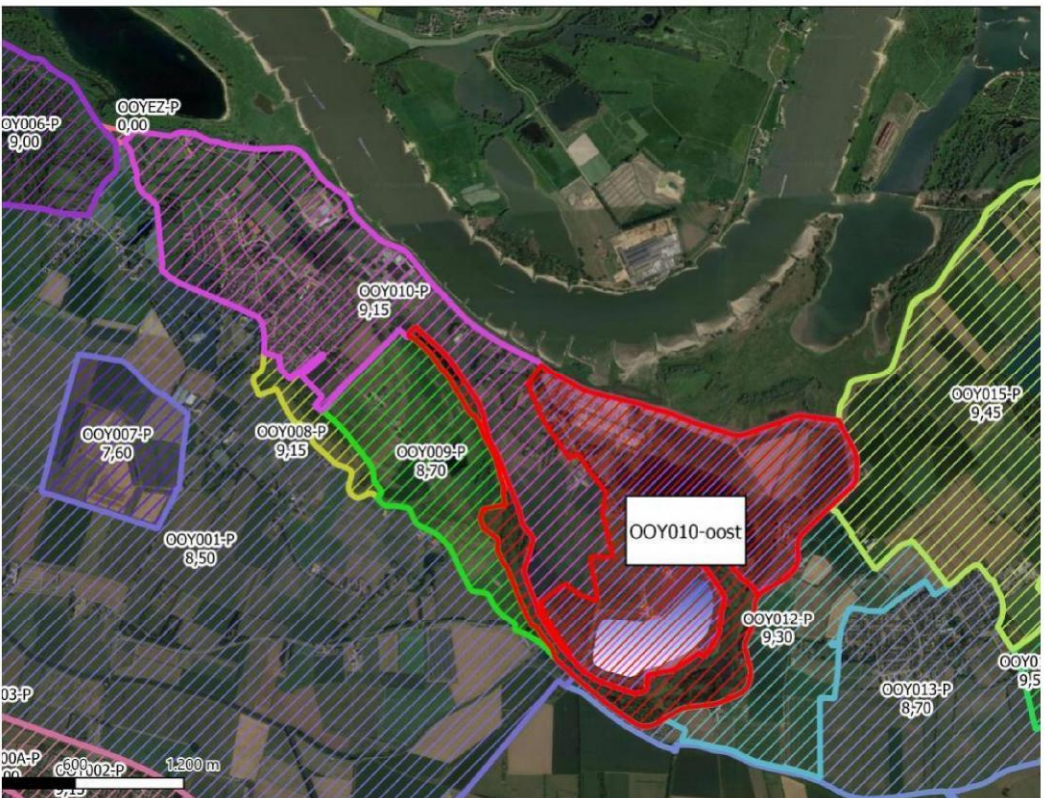
De resultaten van bovenstaand scenario zijn in dit hoofdstuk vergeleken met de huidige situatie. Daarbij wordt voor het effect op het risico is op grondwateroverlast gekeken naar de ontwateringsdiepte. De effecten op landbouw zijn bepaald met de Waterwijzer Landbouw rekentool van de WUR (Wageningen Universiteit). De effecten van de verschillende scenario's op de natuur komen terug in het MER, en zijn dus niet in deze rapportage opgenomen.

Met de grondeigenaar van de percelen in het projectgebied is afgesproken dat de vrijkomende bovengrond in het projectgebied gebruikt wordt om gronden die na realisatie van het plan beschikbaar blijven voor de landbouw op te hogen. De exacte locatie hiervoor wordt in overleg met de grondeigenaar afgestemd. Ook dienen de uitkomsten van de modelberekeningen als basis voor gesprekken met andere grond- en/of huiseigenaren over te verwachten effecten en eventueel benodigde mitigerende maatregelen.

Afbeelding 6.1 Streefpeilen huidige situatie van de peilvakken in de Ooijpolder en voorgestelde aanpassingen (in tekstvak)



Afbeelding 6.2 Aanpassingen oppervlaktewater scenario waarin peilvak Ooy010 is gesplitst en waar het in peil is opgehoogd tot NAP +9,30 m





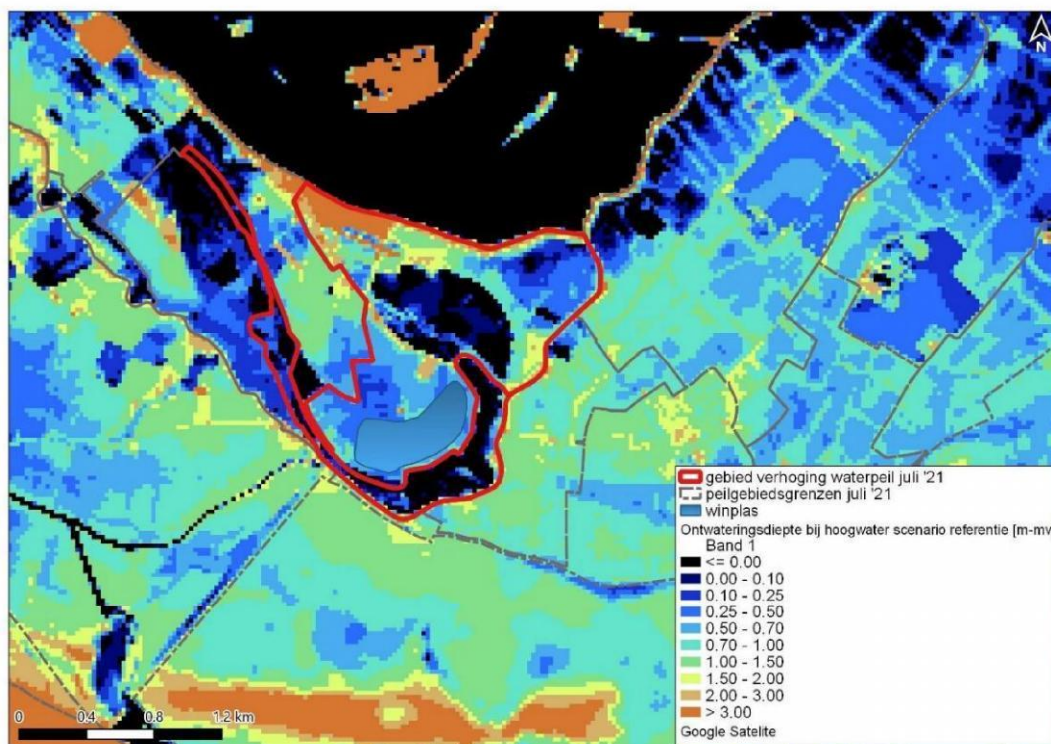
## 6.2 Resultaten scenario op grondwaterstanden maatgevende situaties

Deze paragraaf beschrijft de huidige grondwaterstanden en de effecten van het scenario met streefpeil NAP +9,30 m voor de maatgevende situaties (hoogwater, laagwater, GHG en GLG).

### Extreem hoogwater

Tijdens extreemhoogwater in de huidige situatie is te zien dat de freatische grondwaterstanden relatief dicht aan het maaiveld komen. Er is dus een kleine ontwateringsdiepte. Dit is te zien in Afbeelding 6.3. Vooral het noordoostelijke deel van peilvak OOO009 heeft lage ontwateringsdiepten. Tevens is te zien dat de ontwateringsdiepte bij de landbouwpercelen in het noordoosten van peilvak OOO010 klein is.

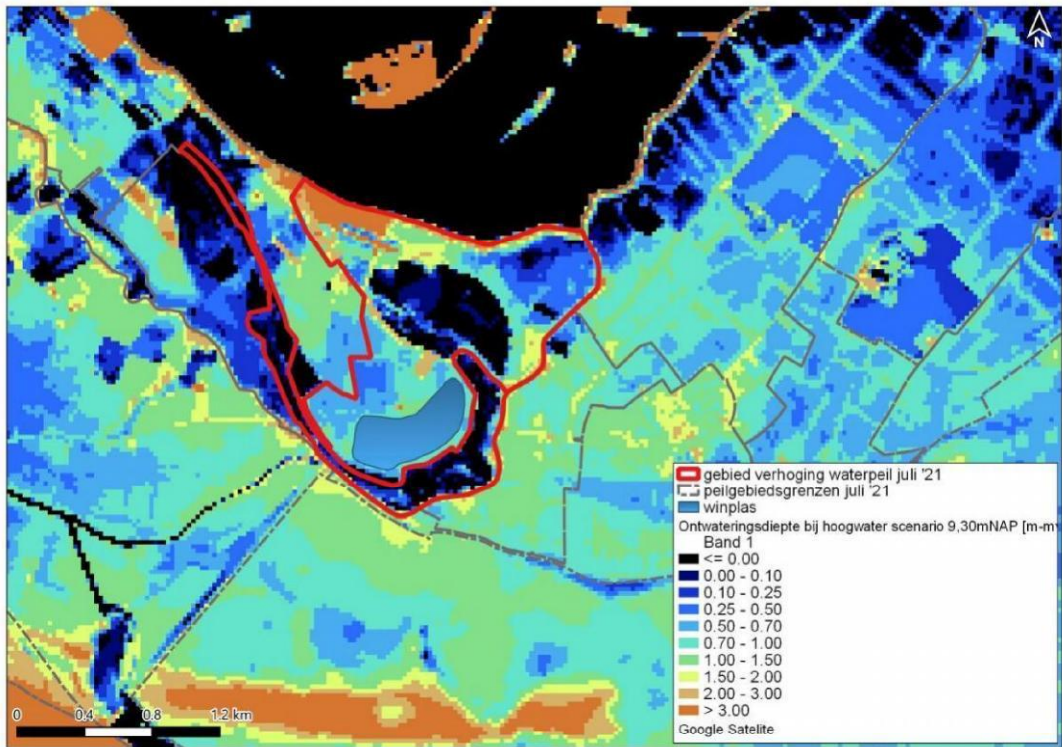
Afbeelding 6.3 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de huidige situatie bij hoogwater (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



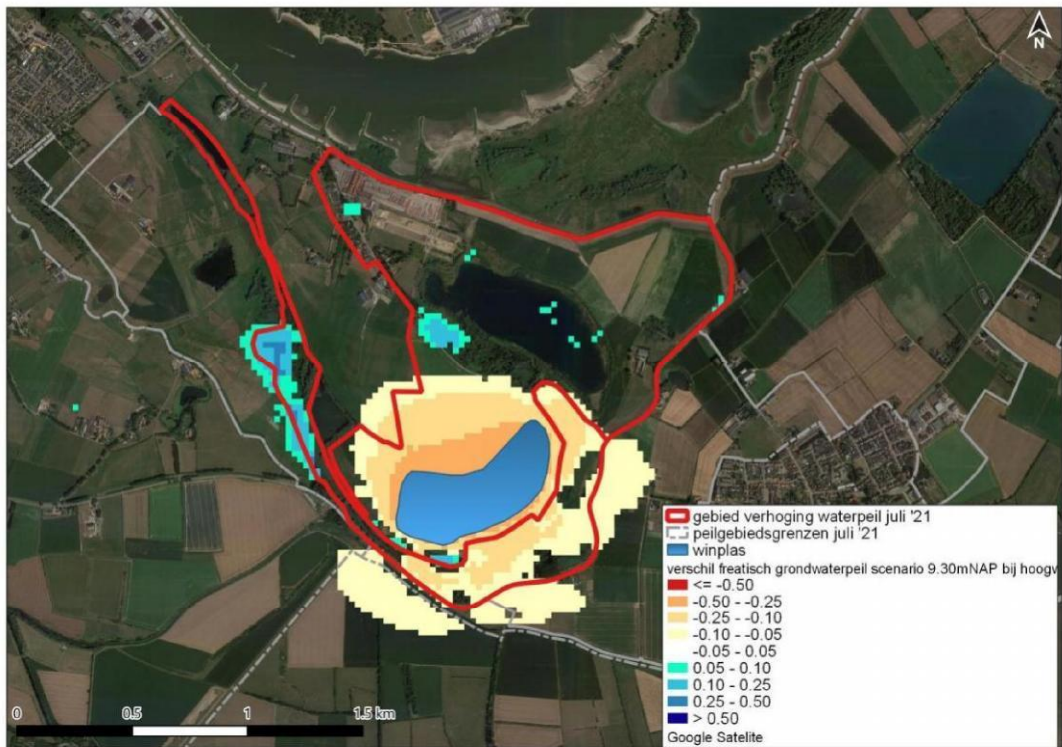
Afbeelding 6.4 toont de nieuwe freatische grondwaterstanden in het scenario met peilverhoging tot NAP +9,30 m. Afbeelding 6.5 geeft de verandering van de berekende freatische grondwaterstanden na het verhogen van het oppervlaktewaterpeil in peilvakken OOO011 en deels OOO010 tot NAP +9,30 m en het realiseren van de het rietmoeras en de nieuwe plas. Hierin is te zien dat in een klein deel van het gebied de grondwaterstanden stijgen en dat er rondom de nieuwe plas een verlaging van de grondwaterstand is. De stijging van de grondwaterstanden komt door het opzetten van het oppervlaktewaterpeil in het plangebied. De zandwinning laat een tegenovergesteld beeld zien. Door de zandwinning daalt de grondwaterstand rondom de nieuw te graven plas. Dit komt door de nivellerende werking van plas. Dit nivellerende effect is blijvend en komt door extra opslagcapaciteit van open water t.o.v. grondwater vanwege porositeit van de bodem. Daarnaast zijn de verschillende grondlagen beter met elkaar verbonden.



Afbeelding 6.4 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de nieuwe situatie scenario NAP +9,30 m bij hoogwater



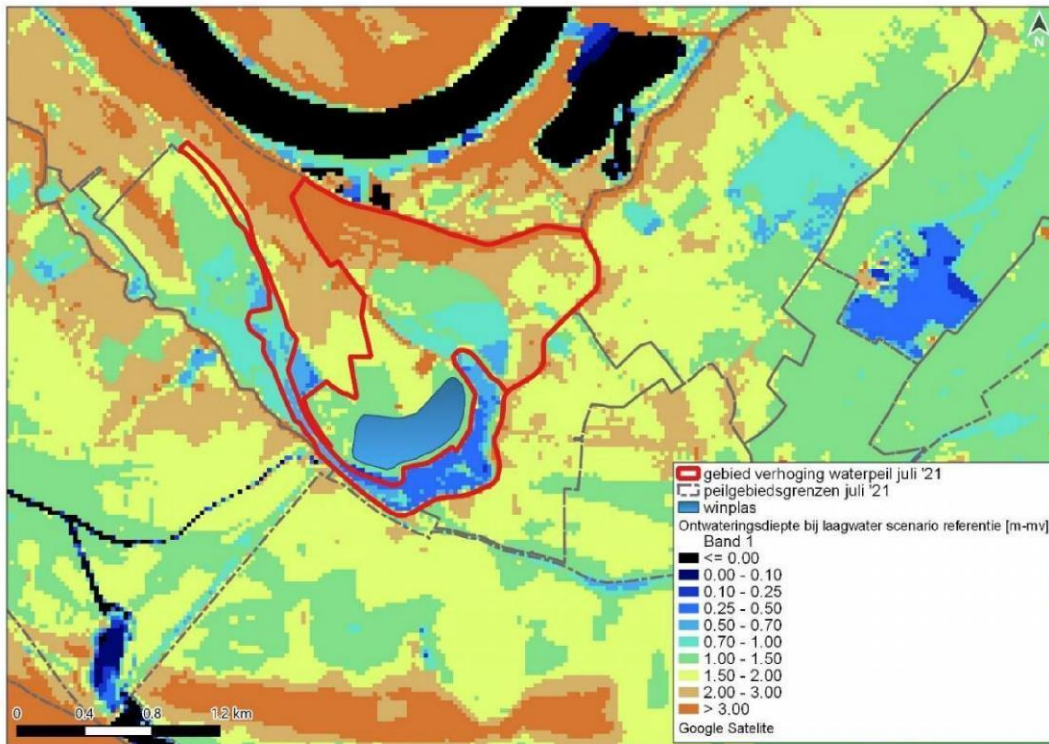
Afbeelding 6.5 Verschil freatische grondwaterstanden door scenario NAP +9,30 m bij hoogwater



### Extreem laagwater

Tijdens extreem laagwater in de huidige situatie is te zien dat de freatische grondwaterstanden relatief diep zitten en dat er in grote delen van het plan gezien een grotere ontwateringsdiepte is dan 1,50 m, zoals te zien op afbeelding 6.6. Bij het huidige rietmoeras is de grondwaterstand ook in deze situatie dicht aan maaiveld.

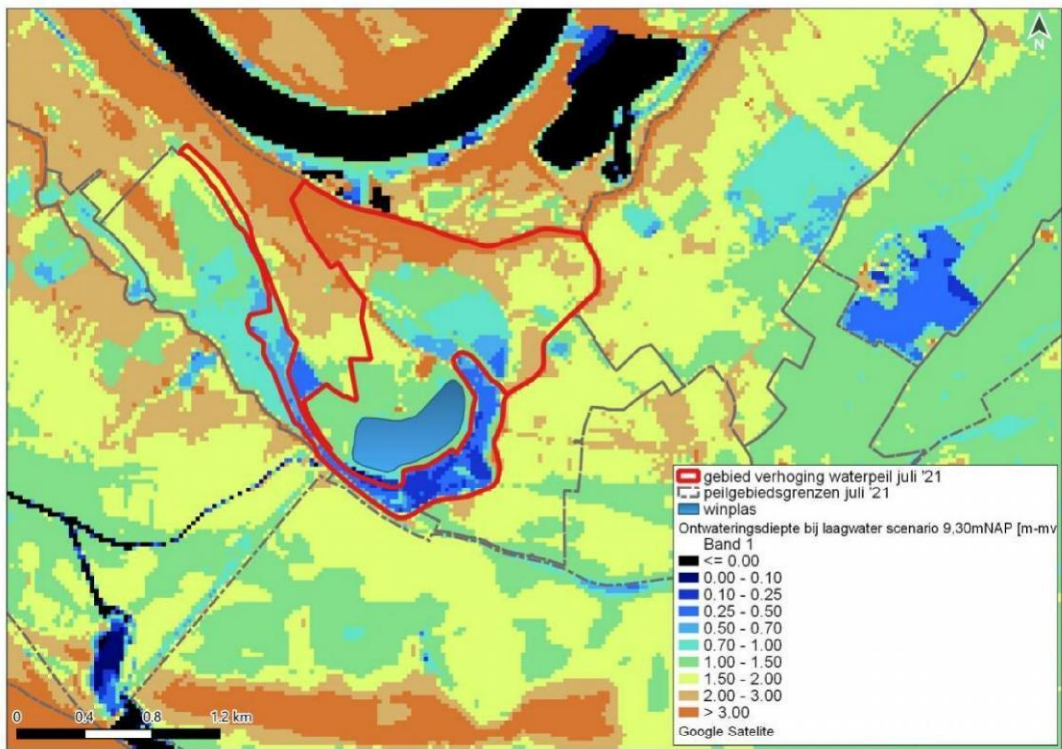
Afbeelding 6.6 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de huidige situatie bij extreem laagwater  
(locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



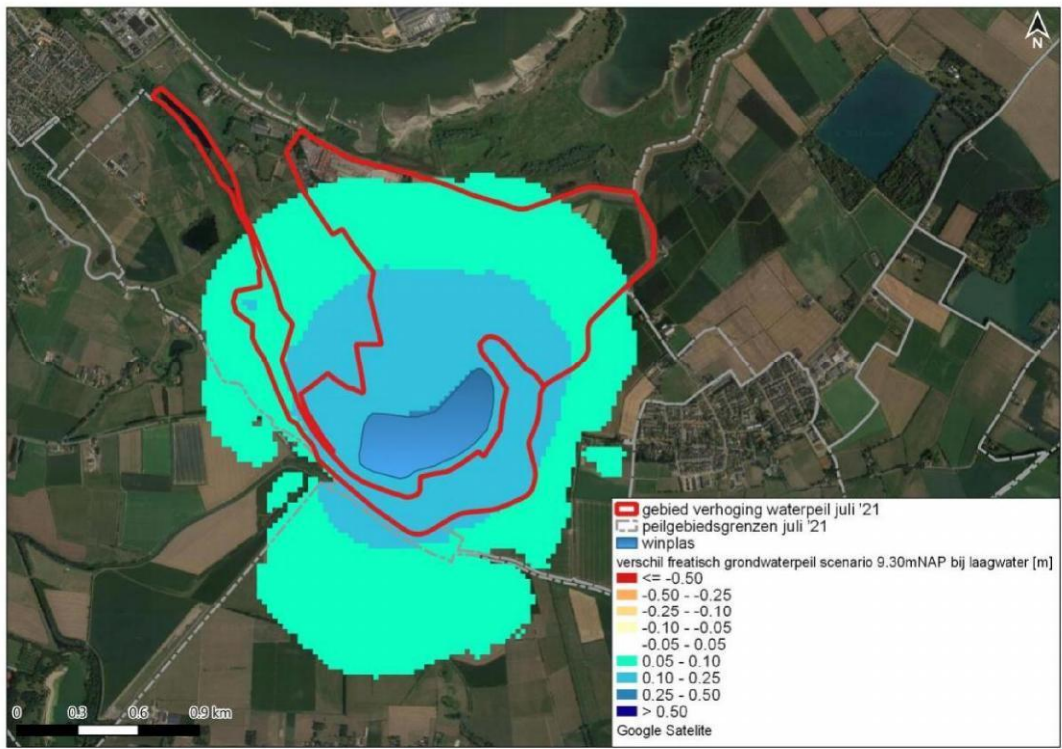
Afbeelding 6.7 toont de nieuwe ontwateringsdieptes in het scenario met peilverhoging tot NAP +9,30 m. De berekende grondwaterstanden van scenario (afbeelding 6.7) laten vooral rondom de zandwinning een grote stijging van de grondwaterstanden zien. Dit komt waarschijnlijk door het nivellerende effect van de zandwinningsplas, waardoor de hogere grondwaterstanden lager worden en de lagere grondwaterstanden hoger. In de omliggende peilvakken zijn uitstralingseffecten van 5 tot 10 cm hogere grondwaterstanden over een relatief groot gebied te zien, vooral in Duitsland en OOOY012 en OOOY001.



Afbeelding 6.7 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de nieuwe situatie scenario NAP +9,30 m bij laagwater



Afbeelding 6.8 Verschil freatische grondwaterstanden door scenario bij laagwater

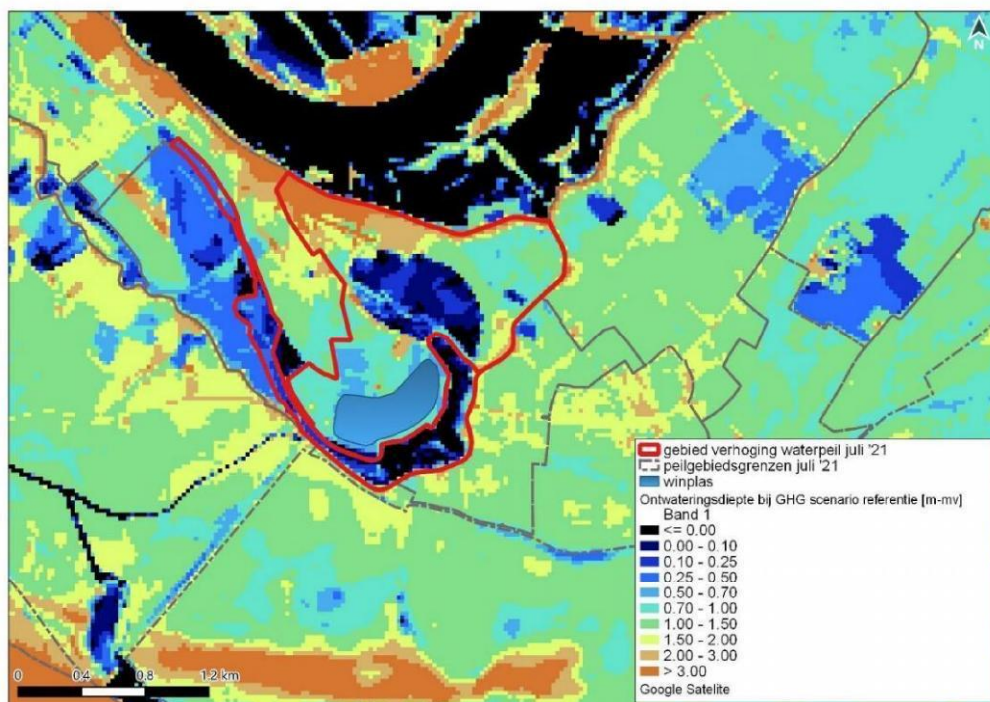




### GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand)

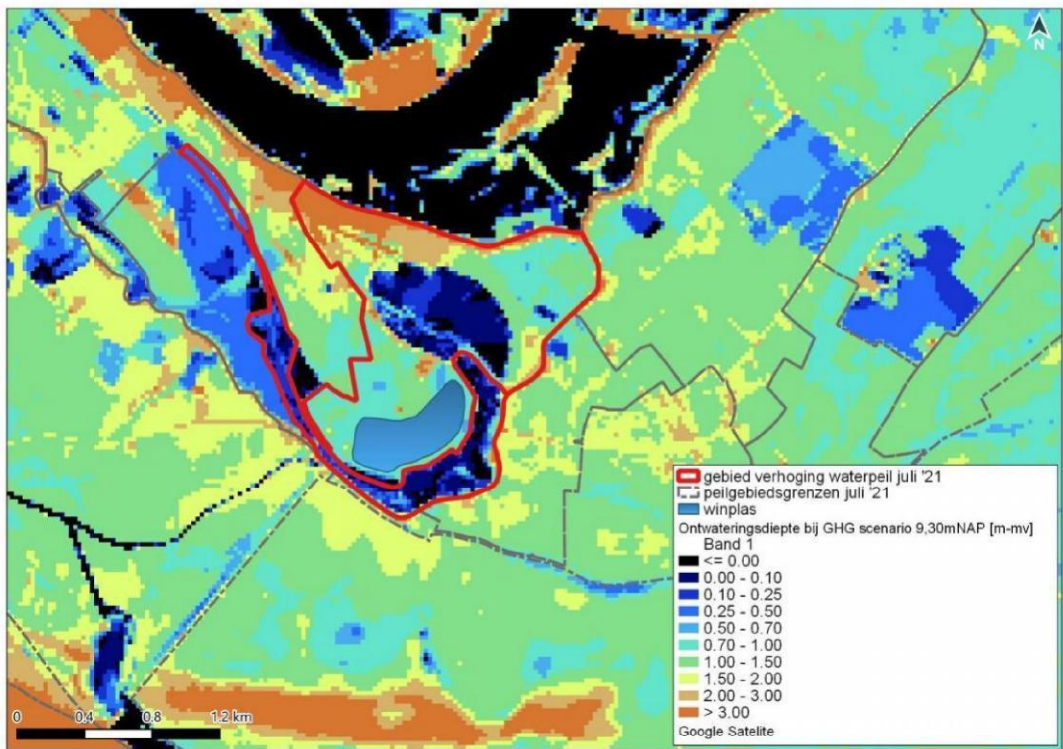
Bij de GHG in de huidige situatie zijn hoge freatische grondwaterstanden te zien en dus lage ontwateringsdiepten, zie afbeelding 6.9. Dit speelt vooral bij de lagere delen van het maaiveld.

Afbeelding 6.9 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de huidige situatie bij GHG (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)

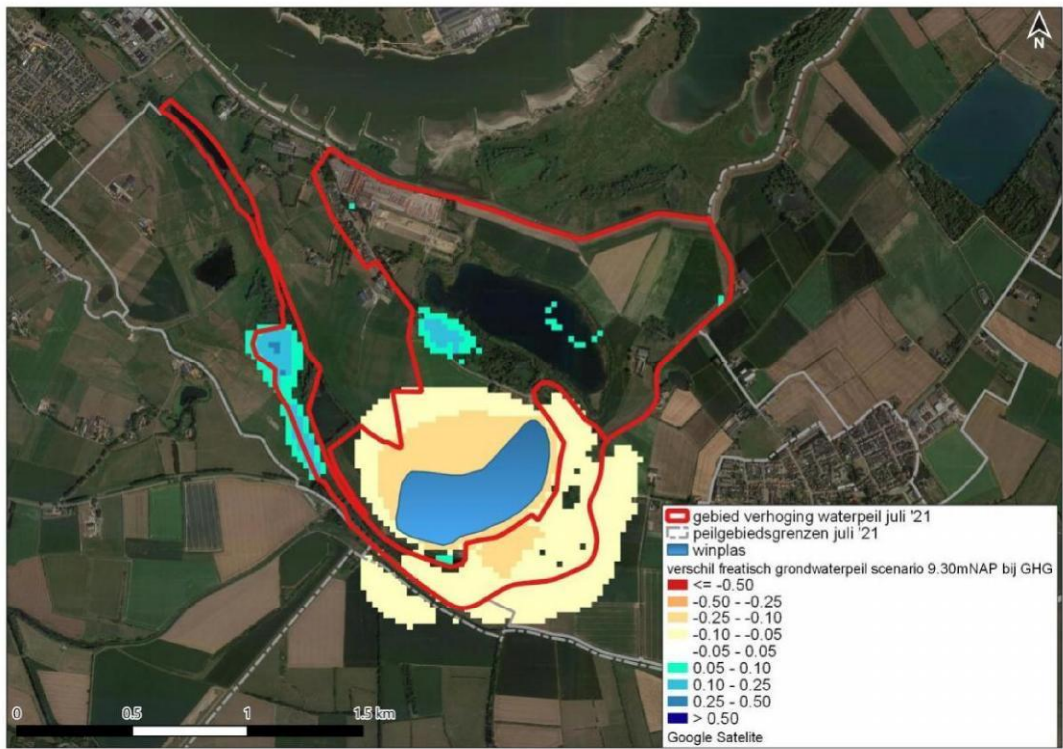


Afbeelding 6.11 toont het verschil in freatische grondwaterstanden berekend voor het scenario met peilopzet tot NAP +9,30 m. De effecten lijken op de hoogwater situatie, echter is een kleinere verlaging van de grondwaterstanden te zien rondom de zandwinningsplas en is een kleinere stijging zichtbaar ten westen van het plangebied.

Afbeelding 6.10 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de nieuwe situatie scenario NAP +9,30 m bij GHG-situatie



Afbeelding 6.11 Verschil freatische grondwaterstanden door scenario NAP +9,30 m bij GHG

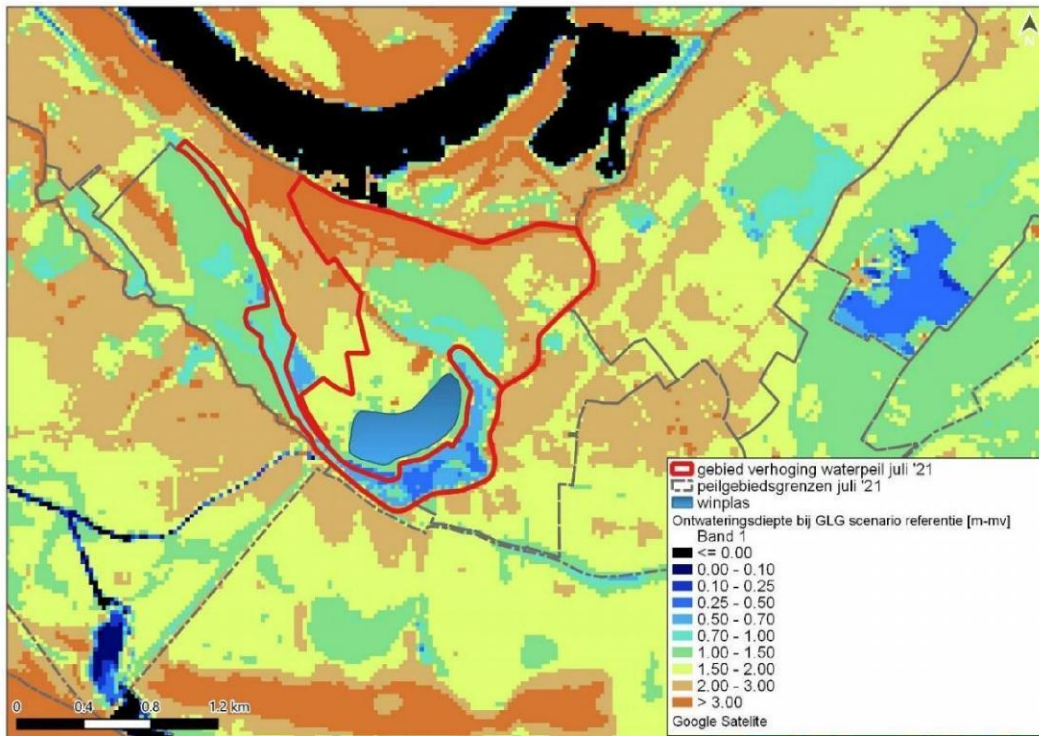




### GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand)

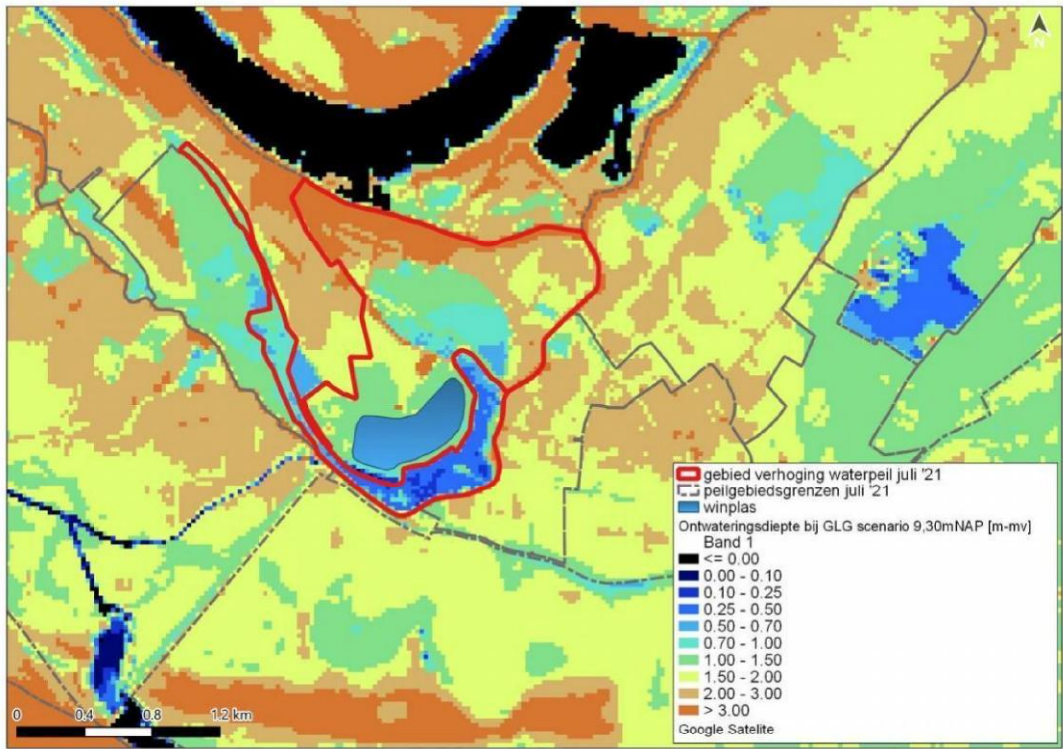
Afbeelding 6.13 toont de ontwateringsdiepte bij een GLG berekend voor het scenario met peilopzet tot NAP +9,30 m. De freatische grondwaterstanden tijdens de GLG-situatie en de effecten hierop door het scenario laten nagenoeg hetzelfde zien als bij de laagwater situatie. Vooral de zandwinning zorgt voor een nivellerend effect dat ervoor zorgt dat de GLG rondom de plas stijgt.

Afbeelding 6.12 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de huidige situatie bij GLG (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)

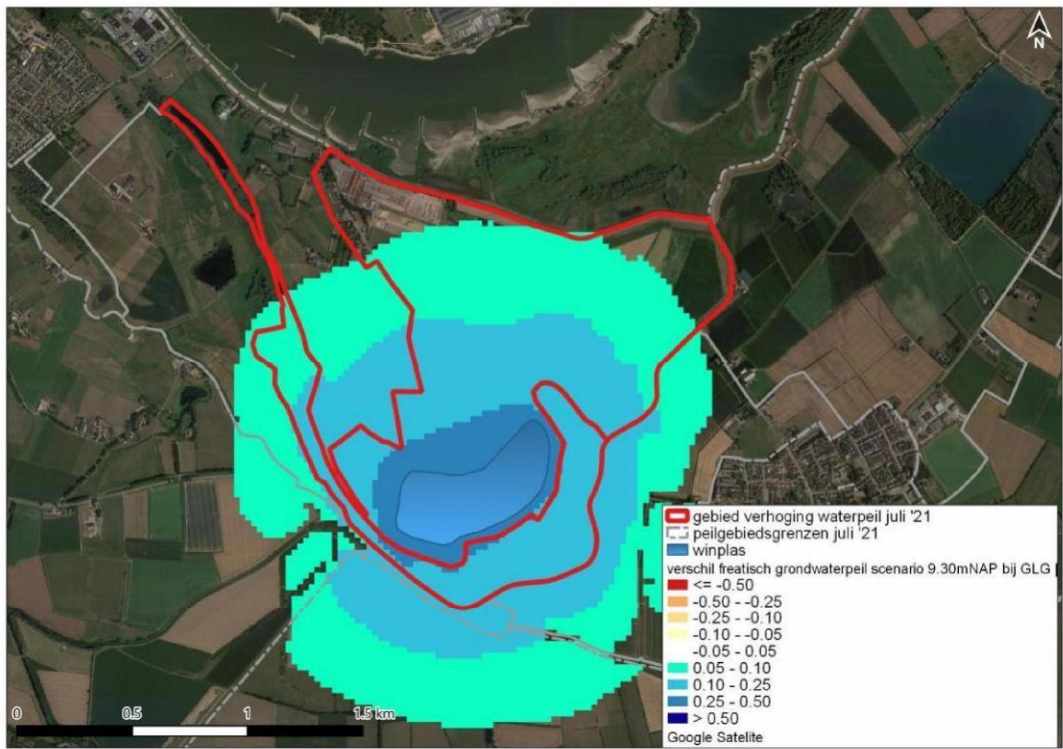




Afbeelding 6.13 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de nieuwe situatie scenario NAP +9,30 m bij GLG situatie



Afbeelding 6.14 Verschil freatische grondwaterstanden door scenario NAP +9,30 m bij GLG



### Tijdstijghoogte lijnen

Afbeelding 6.16 - afbeelding 6.19 laten de tijdstijghoogte lijnen zien bij de huidige situatie en het scenario op de locaties weergegeven op afbeelding 6.15. Deze locaties zijn gekozen omdat deze locaties typerend zijn voor de effecten op de grondwaterstanden.

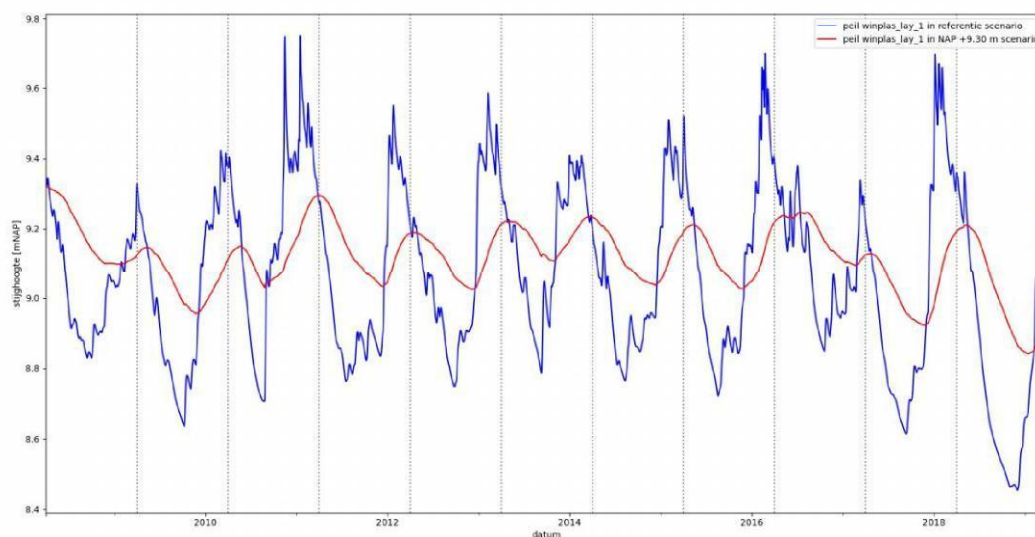
Afbeelding 6.15 Locaties van de tijdstijghoogte lijnen



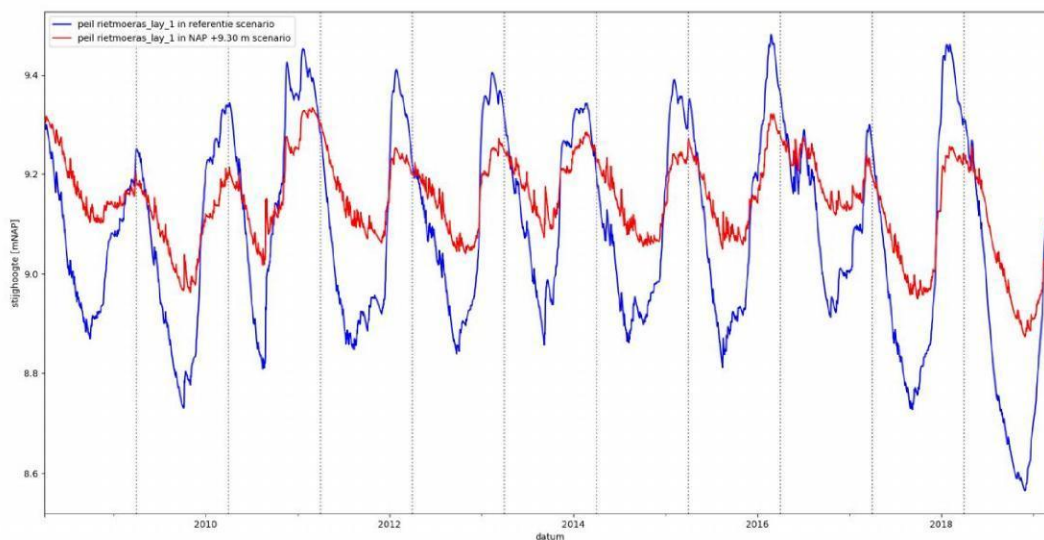
Afbeelding 6.16 en afbeelding 6.17 (tijdstijghoogtelijnen in de zandwinningsplas en het rietmoeras) laten goed het nivellerende effect van de plas zien. In de huidige situatie is er een grote variatie in grondwaterstanden gedurende het jaar, maar door de plas zijn de pieken iets lager en later. Hetzelfde geldt voor de dalen die zijn iets minder diep en ook later. Dit betekent dat de zandwinning en de peilverhoging ertoe leiden dat water beter in het gebied wordt vastgehouden en dat het later in het voorjaar uitzakt.



Afbeelding 6.16 Tijdstijghoogte lijnen in de zandwinningsplas voor het referentiescenario en het scenario



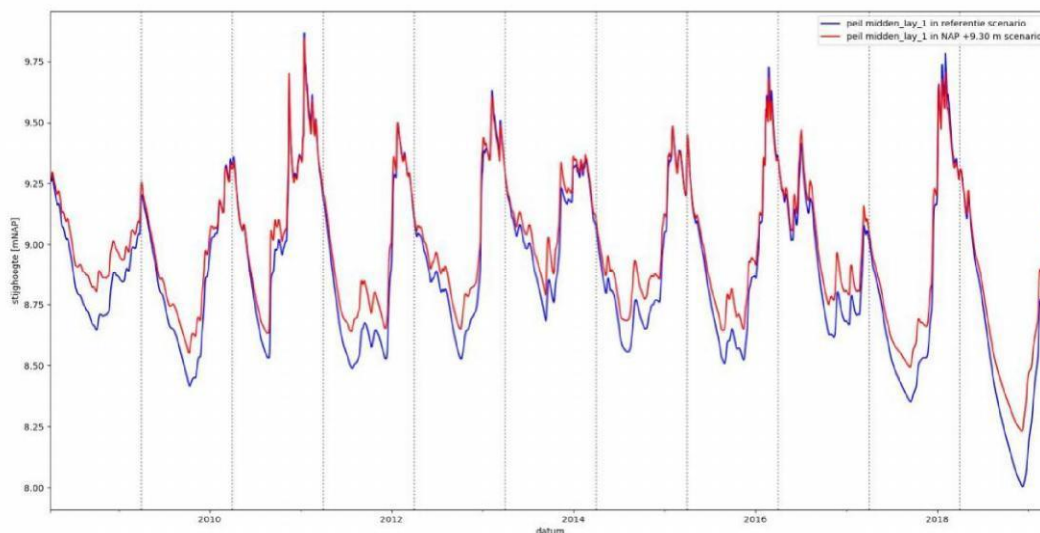
Afbeelding 6.17 Tijdstijghoogte lijnen in het rietmoeras voor het referentiescenario en het scenario



De grondwaterstanden op een perceel midden in het plangebied (zie afbeelding 6.15) laat wat betreft dynamiek eenzelfde verloop zien als in de huidige situatie maar gedurende het gehele jaar worden hogere waterstanden berekend, vooral gedurende de zomer (circa +0,15 m). In de winter stijgen de grondwaterstanden niet of nauwelijks door de maatregelen. Dit betekent dat het grondwater langer wordt vastgehouden in het gebied en niet of minder snel wordt afgevoerd. Het grotere verschil bij de lagere grondwaterstanden is te verklaren door het nivellerende effect van de zandwinningsplas.

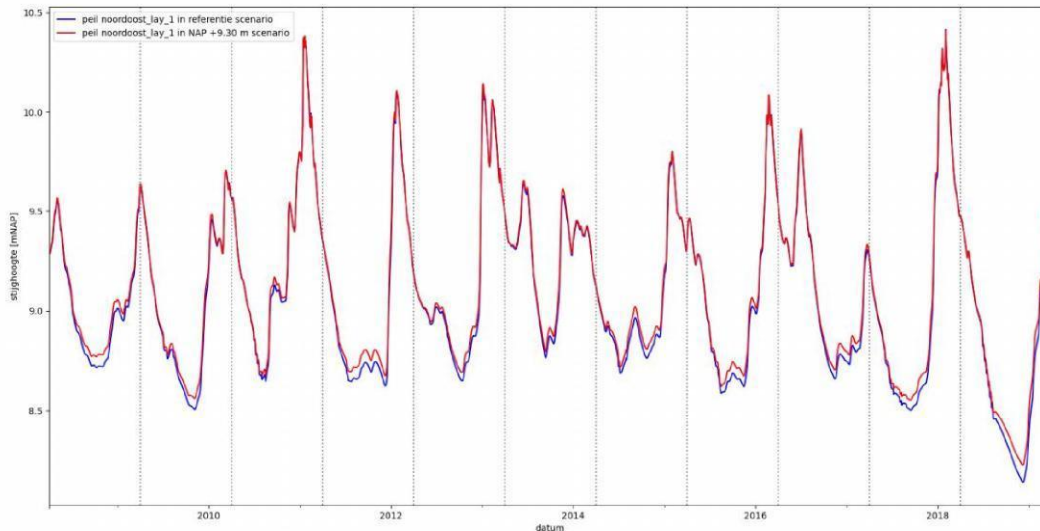


Afbeelding 6.18 Tijdstijghoogtelijnen in een perceel midden in het gebied voor het referentiescenario en het scenario



De tijdstijghoogtelijn van een landbouwperceel in het noordoosten van het plangebied (afbeelding 6.19) laat een kleine verhoging zien van de grondwaterstanden gedurende het jaar. De stijging van de waterstanden is vooral te zien gedurende de zomer (circa +0,10 m). In de winter stijgen de grondwaterstanden minder door de maatregelen (circa +0,050 m).

Afbeelding 6.19 Tijdstijghoogte lijnen in een landbouwperceel in het noordoosten van het plangebied



### 6.3 Afvoerdebit uit nieuw peilvak OY010-Oost

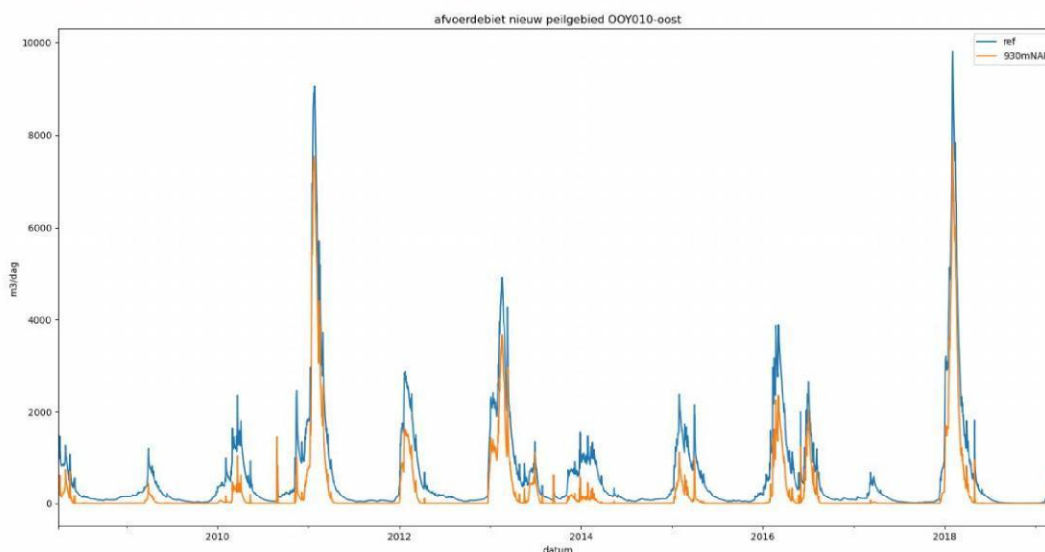
Tabel 6.1 toont het de berekende afvoer uit het nieuwe peilvak OY010-oost met het MORIA-grondwatermodel. Te zien is dat door de winplas en het verhogen van het peil tot NAP +9,30 m de afvoer uit dit gebied verminderd met circa 59 %.

Tabel 6.1 Berekende gemiddelde afvoerdebit per jaar (over de gehele modelperiode) uit peilvak OOOY010-oost met het MORIA-grondwatermodel

Scenario	Gemiddeld afvoerdebit per jaar [m <sup>3</sup> /jaar]	Verandering t.o.v. referentie in %
referentie (peil NAP +9,15 m)	219.500	-
peilverhoging tot NAP +9,30 m	90.800	- 59

Afbeelding 6.20 toont het verloop van het afvoerdebit uit peilvak OOOY010-oost door de winplas en het verhogen van het peil tot NAP +9,30 m. Te zien is dat de afvoerpieken lager worden en dat er minder lang water afgevoerd wordt. In het referentiescenario is te zien dat er gedurende een aanzienlijk deel van het jaar afvoer wordt berekend vanuit peilvak OOOY010-oost met de piek in de winterperiode. Door de peilverhoging is nog enkel afvoer tijdens natte perioden en is er geen afvoer gedurende een groot deel van het jaar.

Afbeelding 6.20 Berekende afvoer peilvak OOOY010-oost gedurende de modelperiode met het MORIA-grondwatermodel



## 6.4 Resultaten scenario op kwelflux

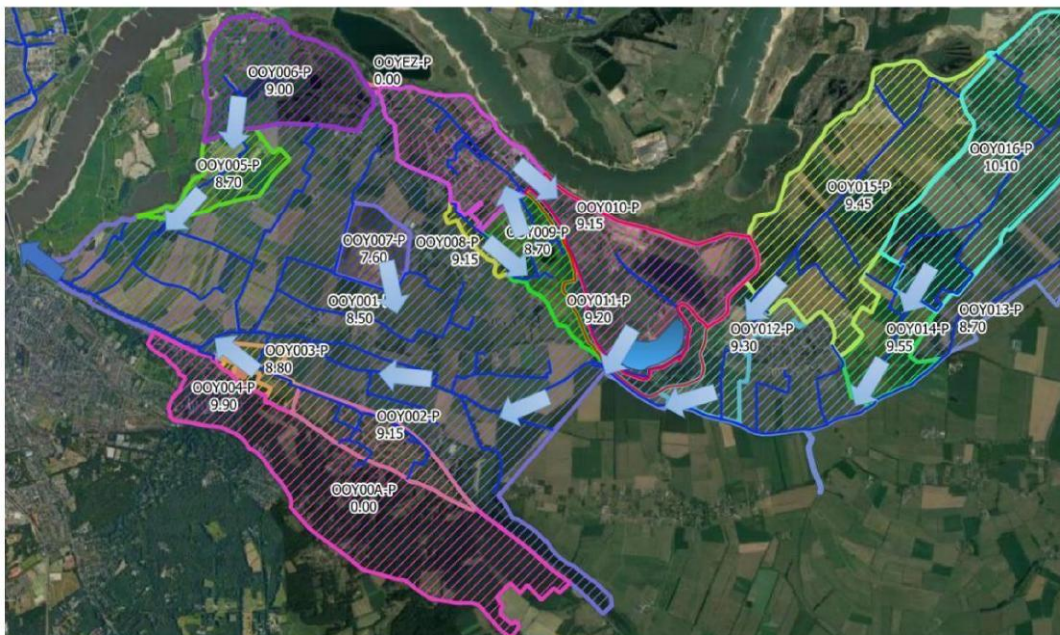
Deze paragraaf beschrijft de ruimtelijke effecten op kwel en infiltratie in en rondom het plangebied bij de maatgevende situaties (hoogwater, laagwater, GHG en GLG). Bij het opzetten van het streefpeil om het gebied te vernatten gaat de grondwaterstand omhoog. Doordat de grondwaterstand omhoogkomt neemt de hoeveelheid kwel vanaf dat moment door tegendruk van het water af. Een hogere grondwaterstand leidt dus tot afname van kwel in het projectgebied. Afname van kwel lijkt negatief voor de natuur maar dat is het in dit geval dus niet. Door de hogere grondwaterstand neemt de kwel rondom het projectgebied op sommige plekken met 0,5 - 1 mm/dag toe.

De peilvakken wateren trapsgewijs onder vrij verval af naar peilvak OOOY001, welke vervolgens via het Hollands Duitsch Gemaal afwatert op de Waal. Behalve peilvakken OOOY007 en OOOY009 (indirect ook OOOY008), dat zijn onderbemaalingsgebieden, die met een klein gemaal afwateren.

De verandering van kwelflux per peilvak dient gemitigeerd en/of gecompenseerd te worden. Een verandering van kwelflux mag maximaal 2 % beslaan [WSRL, 2012. Richtlijn kwel en wegzijging].

In het projectgebied neemt de kwelflux substantieel af. In de omliggende peilvakken neemt de kwel toe. Voor de gehele polder betekent dit dat er tijdens de hoogwater en GHG-situatie een afname is van de totale kwelflux naar het oppervlaktewater. Er is dan dus een lagere afvoer van kwel bij het Hollands Duitsch Gemaal. Vooral bij hogere waterstanden op de Waal neemt het totale afvoer debiet af en hiermee wordt het Hollands Duitsch Gemaal ontlast tijdens deze natte periode. Hoewel de veranderingen in de kwelflux in de afzonderlijke peilvakken soms hoger is dan 2 % is het effect op de polder in het geheel 'gunstig' voor de waterhuishouding.

Afbeelding 6.21 Afwateringsrichting van de peilvakken rondom het plangebied (peilen geven de richting van afwatering aan richting Hollands Duitsch Gemaal)

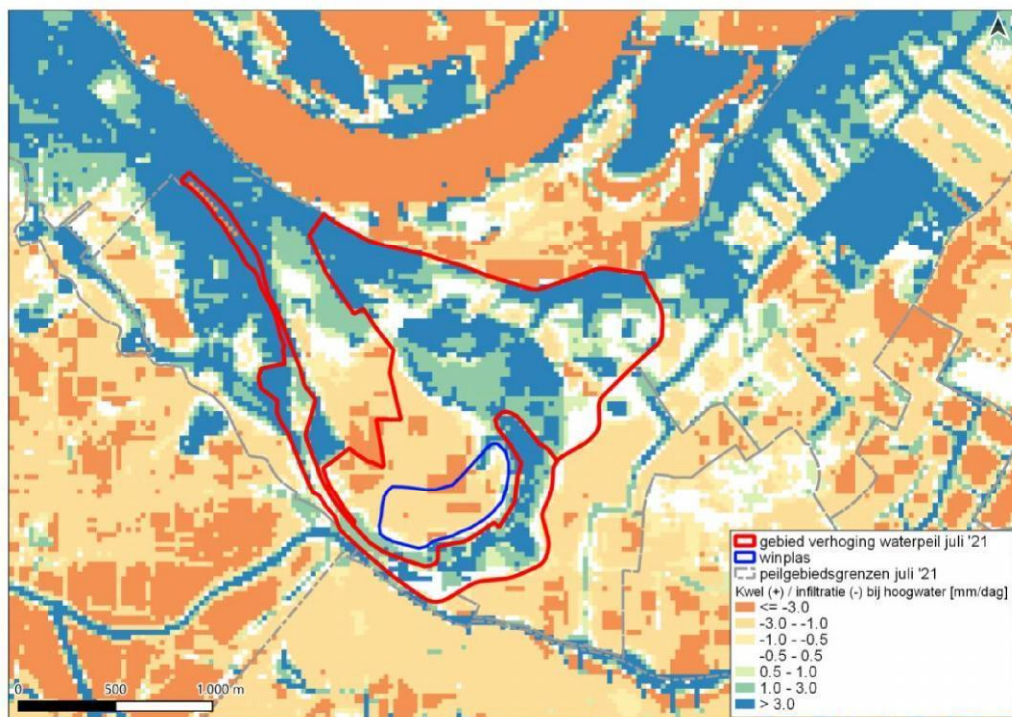


### Extreem hoogwater

In de huidige situatie is te zien op afbeelding 6.22 dat de Waal bij hoogwater infiltreert en in de lage delen en watergangen het water kwelt. Vooral nabij de waterkering is veel kwel te zien. Ook in peilvak Ooy011 en de noordoostzijde van peilvak Ooy009 is veel kwel te zien.

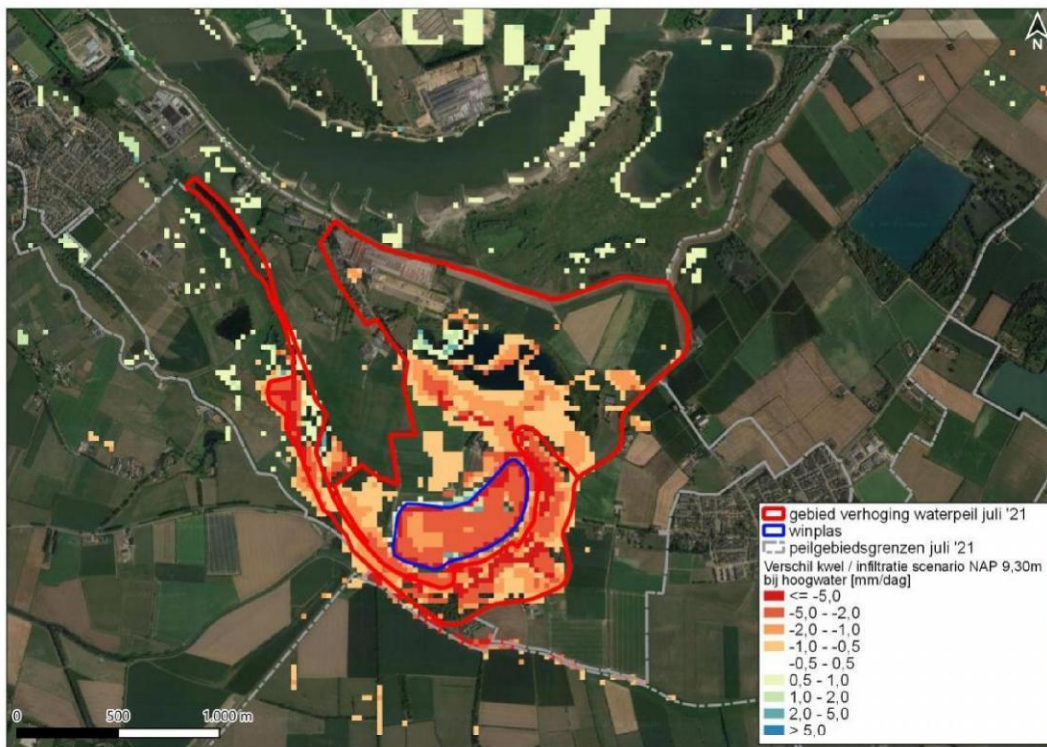


Afbeelding 6.22 Kwel (+ blauw) en infiltratie (- oranje) in de huidige situatie tijdens hoogwater (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



Door de ingrepen van het scenario (peilverhogen tot NAP +9,30 m in OOOY010-oost en aanleggen nieuw rietmoeras en open water door zandwinning) is te zien dat de kwelflux in peilvakken OOOY010 en OOOY011 afneemt. In de nieuwe win plas neemt de infiltratie toe ten opzichte van de huidige agrarische gebruik. Doordat de plas meerdere bodemlagen doorsnijdt is er een betere verbinding tussen de verschillende bodemlagen. Hierdoor kan het water makkelijker naar diepere bodemlagen infiltreren.

Afbeelding 6.23 Verandering in berekende kwelflux (rood=afname kwel of toename infiltratie, blauw=toename kwel of afname infiltratie) in het MORIA-model tijdens de hoogwater situatie door het scenario NAP +9,30 m



Tabel 6.2 geeft een overzicht van de netto kwel of wegzijging (infiltratie) naar het oppervlaktewatersysteem (RIV+DRN+OLF in het MORIA-model) per peilvak in de hoogwater situatie. OOOY010 is gesplitst in het oostelijke deel(projectgebied) en westelijke deel (dorp Ooij). In het plangebied waar het peil verhoogd wordt (NAP +9,30 m) neemt de kwel af omdat er minder afvoer is vanuit het peilgebied.

Te zien is dat bij het scenario de kwel toeneemt in peilvak OOOY009 en OOOY010-west door de uitstralingseffecten van peilvakken OOOY010-oost en OOOY011. In het scenario neemt de netto kwel bij hoogwater in peilvakken OOOY009 en OOOY008 toe met respectievelijk 2,3 % en 2 %.

Dit is nagenoeg in lijn met de richtlijn kwel en wegzijging van het waterschap Rivierenland [Richtlijn kwel en wegzijging, 2012].

De totale kwelflux richting het oppervlaktewater neemt iets af in de polder als geheel, dit ontlast de druk tijdens de hoogwatersituatie op het Hollands Duitsch Gemaal.

Tabel 6.2 Overzichtstabel met netto kwel (+) of wegzijging (-) per peilvak en de verandering door het scenario bij hoogwater. Met rood is aangegeven als de toename groter is dan de norm van het waterschap

Hoogwater	Huidig	Scenario NAP +9,30 m		
	netto m3/d	netto m3/d	verschil m3/d	%
OOY001	42.548	42.772	224	0,5
OOY002	2.174	2.180	6	0,3
OOY003	-35	-33	2	-5,7

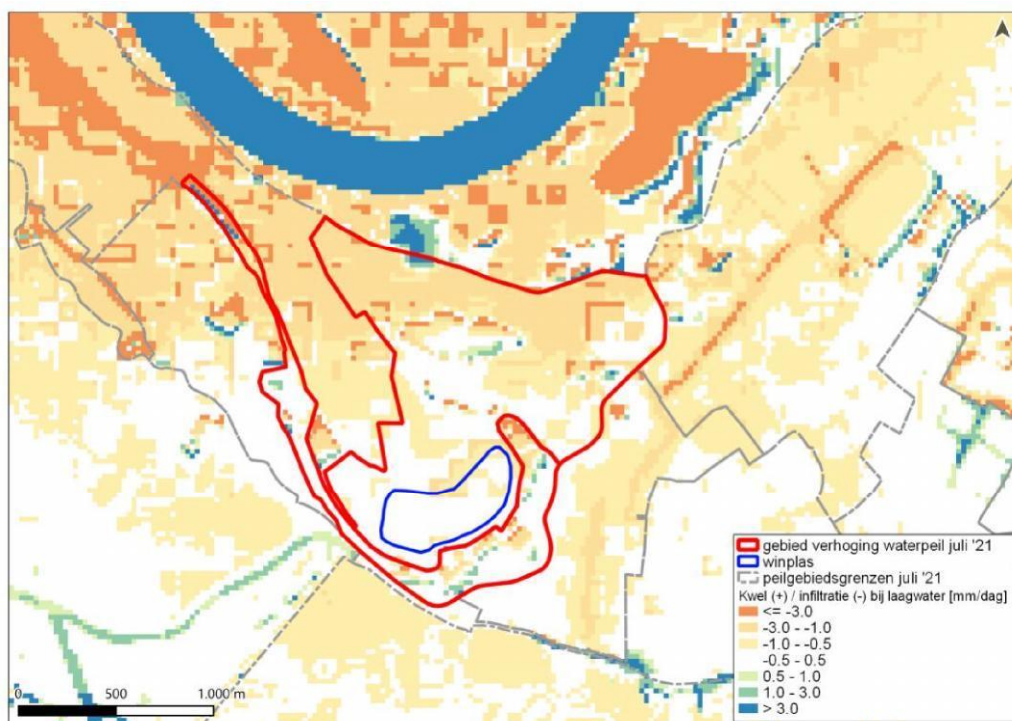
Hoogwater	Huidig	Scenario NAP +9,30 m		
OOY004	51	51	0	0,0
OOY005	7.370	7.458	88	1,2
OOY006	12.552	12.766	214	1,7
OOY007	1.946	1.977	31	1,6
OOY008	1.064	1.085	21	2,0
OOY009	5.598	5.729	131	2,3
OOY010-oost	6.912	5.559	-1353	-19,6
OOY010-west	12.095	12.214	119	1,0
OOY011	1.817	636	-1181	-65,0
OOY012	2.029	1.905	-124	-6,1
OOY013	13.413	13.191	-222	-1,7
OOY014	3.052	3.060	8	0,3
OOY015	25.442	25.796	354	1,4
OOY016	9.720	9.801	81	0,8
totaal	147.748	146.149	-1599	-1,1

#### Extreem laagwater

Bij de laagwatersituatie is te zien dat de Waal draineert en de polders licht infiltreren, zie afbeelding 6.24.

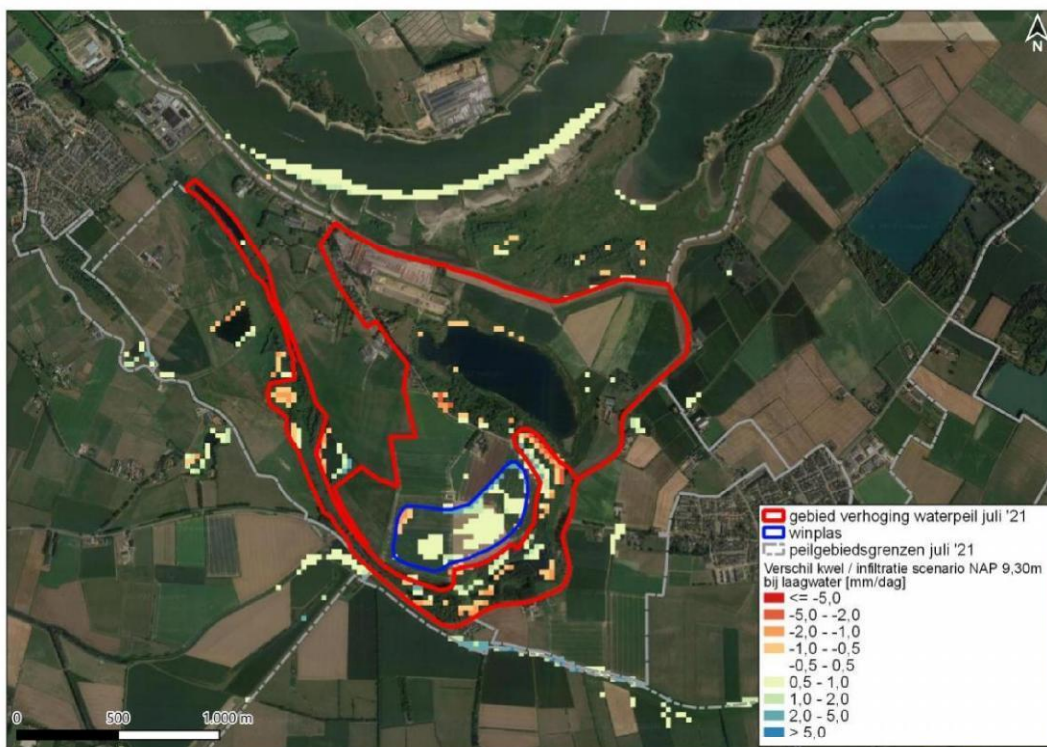


Afbeelding 6.24 Kwel (+ blauw) en infiltratie (- oranje) in de huidige situatie tijdens laagwater (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



De ingrepen van het scenario zorgen voor een lichte toename van kwel in de zandwinningsplas.

Afbeelding 6.25 Verandering in berekende kwelflux (rood=afname kwel of toename infiltratie, blauw=toename kwel of afname infiltratie) in het MORIA model tijdens de laagwater situatie door scenario



Tabel 6.3 geeft een overzicht van de netto kwel of wegzijging (infiltratie) naar het oppervlaktewatersysteem per peilvak in de laagwater situatie. Hier is te zien dat ook bij enkele peilvakken er sprake is van netto wegzijging (infiltratie). Ook bij laagwater is net als bij hoogwater te zien dat de kwel afneemt in de peilvakken met peilopzet. De netto afvoer van kwelflux neemt bij laagwater in meerdere peilvakken toe met meer dan 2 %. Dit is niet in lijn met de richtlijn kwel en wegzijging van het waterschap Rivierenland [Richtlijn kwel en wegzijging, 2012].

Tabel 6.3 Overzichtstabel met netto kwel (+) of wegzijging (-) per peilvak en de verandering door het scenario bij laagwater

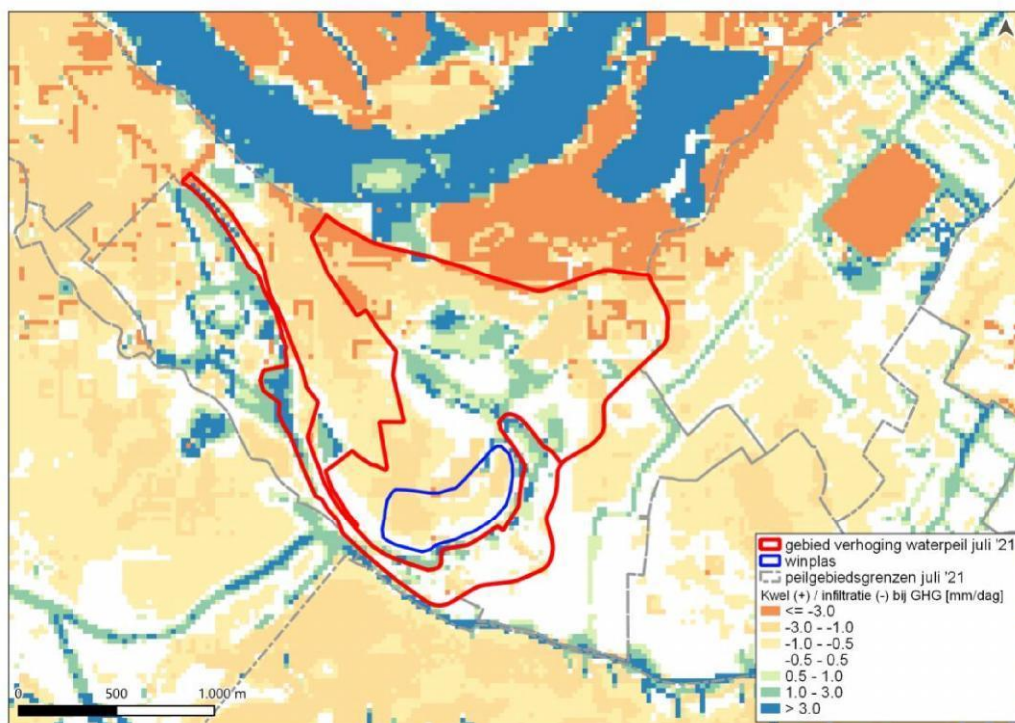
Laagwater	Huidig	Scenario NAP +9,30 m		
	netto m3/d	netto m3/d	verschil m3/d	%
OOY001	8.396	8.710	314	3,7
OOY002	577	584	7	1,3
OOY003	-758	-758	0	0,0
OOY004	-46	-45	1	-1,1
OOY005	-869	-870	-1	0,1
OOY006	-8.873	-8.883	-10	0,1
OOY007	299	302	3	1,1
OOY008	-678	-661	17	-2,5
OOY009	6	9	3	50,0

Laagwater	Huidig	Scenario NAP +9,30 m		
OOY010-oost	38	0	-38	-100,0
OOY010-west	-2.989	-2.986	3	-0,1
OOY011	39	0	-39	-100,0
OOY012	-484	-365	119	-24,5
OOY013	2.150	2.275	125	5,8
OOY014	213	229	16	7,3
OOY015	-1.030	-982	48	-4,7
OOY016	-1.985	-1.988	-3	0,1
totaal	-5.994	-5.429	565	-9,4

#### GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand)

In afbeelding 6.26 is te zien dat bij de GHG-situatie in de huidige situatie hogere delen infiltreren en bij de lagere delen en watergangen kwel optreedt.

Afbeelding 6.26 Kwel (+ blauw) en infiltratie (- oranje) in de huidige situatie tijdens GHG situatie (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



Afbeelding 6.27 toont dat bij het scenario de kwel afneemt in peilvakken OOOY010-oost en OOOY011 bij de GHG-situatie.



Afbeelding 6.27 Verandering in berekende kwelflux (rood=afname kwel of toename infiltratie, blauw=toename kwel of afname infiltratie) in het MORIA model tijdens de GHG situatie door het scenario



Tabel 6.4 geeft een overzicht van de netto kwel of wegzijging (infiltratie) naar het oppervlaktewatersysteem per peilvak in de GHG-situatie. In de tabel is een vergelijkbaar patroon te zien als bij de hoogwater situatie.

Tabel 6.4 Overzichtstabel met netto kwel (+) of wegzijging (-) per peilvak en de verandering door het scenario bij GHG

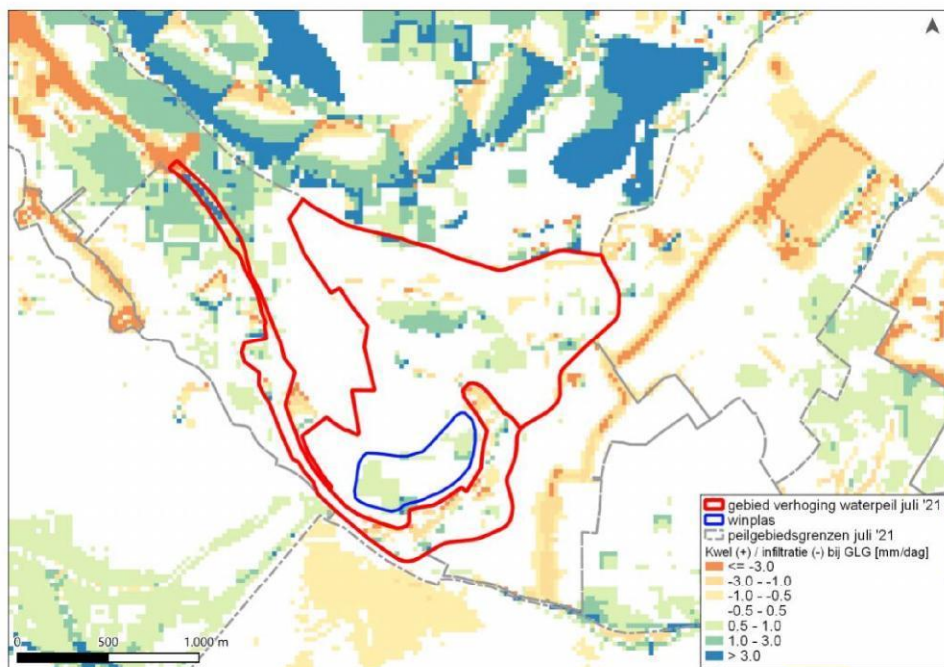
GHG	Huidig	Scenario NAP +9,30 m		
	netto m3/d	netto m3/d	verschil m3/d	%
OOY001	21.774	21.703	-71	-0,3
OOY002	1.518	1.519	1	0,1
OOY003	-486	-486	0	0,0
OOY004	-1	-1	0	0,0
OOY005	1.886	1.873	-13	-0,7
OOY006	-70	-93	-23	32,9
OOY007	643	642	-1	-0,1
OOY008	105	106	1	0,5
OOY009	1.838	1.901	63	3,4
OOY010-oost	2.026	984	-1.042	-51,4
OOY010-west	-467	-451	16	-3,4

GHG	Huidig	Scenario NAP +9,30 m		
OOY011	621	8	-613	-98,8
OOY012	734	638	-96	-13,1
OOY013	6.042	5.818	-224	-3,7
OOY014	1.106	1.102	-4	-0,3
OOY015	5.444	5.416	-28	-0,5
OOY016	1.296	1.285	-11	-0,8
totaal	44.009	41.964	-2.045	-4,6

#### GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand)

Afbeelding 6.28 toont de kwel en infiltratie in de GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) situatie in de huidige situatie. In de Waal treedt kwel op en in de polders wat verder van de Waal af ook. De watergangen in de omliggende peilvakken infiltreren.

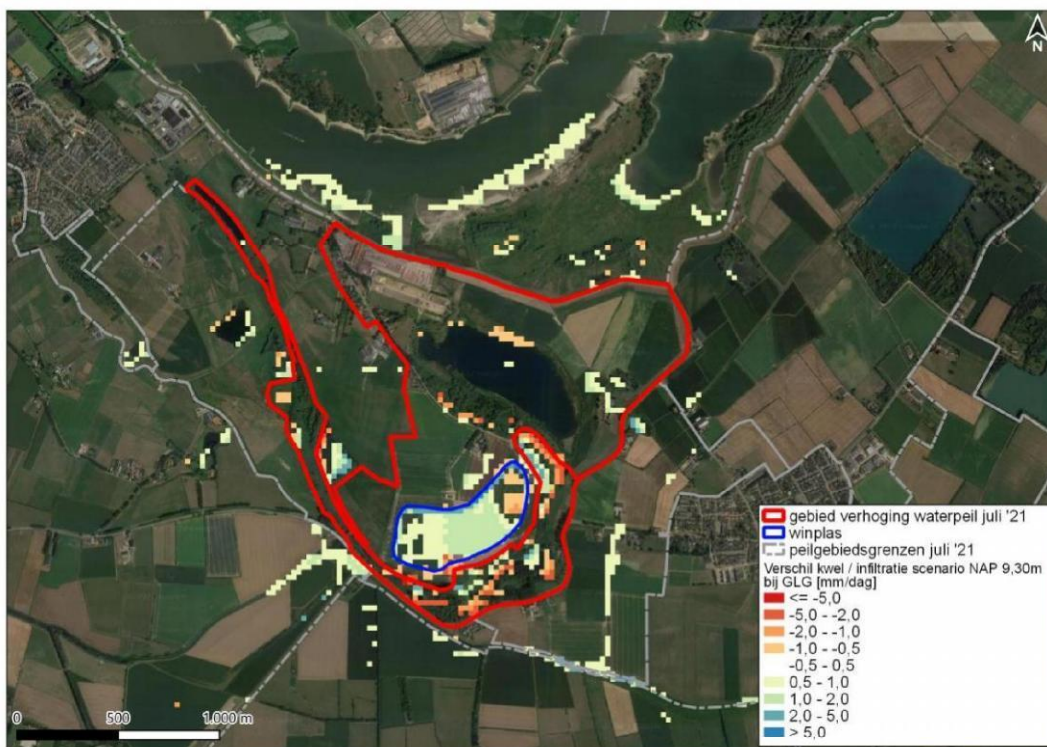
Afbeelding 6.28 Kwel (+ blauw) en infiltratie (- oranje) in de huidige situatie tijdens GLG situatie (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



Bij het scenario neemt de vooral de infiltratie in zandwinningsplas toe.



Afbeelding 6.29 Verandering in berekende kwelflux (rood=afname kwel of toename infiltratie, blauw=toename kwel of afname infiltratie) in het MORIA-model tijdens de GLG situatie door het scenario



Tabel 6.5 geeft een overzicht van de netto kwel of wegzijging (infiltratie) naar het oppervlaktewatersysteem per peilvak in de GLG-situatie. In de tabel is te zien dat door maatregelen de netto wegzijging in de peilvakken met netto wegzijging afneemt. Daarnaast is te zien dat in de peilvakken met peilopzet de kwel afneemt en in peilvakken OOOY013 en OOOY001 en OOOY002 de kwel iets toeneemt.

Tabel 6.5 Overzichtstabel met netto kwel (+) of wegzijging (-) per peilvak en de verandering door het scenario bij GLG

GLG	Huidig	Scenario NAP +9,30 m		
	netto m3/d	netto m3/d	verschil m3/d	%
OOY001	6.318	6.553	235	3,7
OOY002	398	415	17	4,4
OOY003	-584	-573	11	-1,9
OOY004	-60	-60	0	-0,8
OOY005	-897	-899	-2	0,2
OOY006	-8.061	-8.079	-18	0,2
OOY007	254	255	1	0,4
OOY008	-710	-700	10	-1,4
OOY009	2	39	37	1832,0
OOY010-oost	34	0	-34	-100,0



GLG	Huidig	Scenario NAP +9,30 m		
OOY010-west	-2.850	-2.850	0	0,0
OOY011	49	0	-49	-100,0
OOY012	-936	-783	153	-16,4
OOY013	843	916	73	8,7
OOY014	-494	-484	10	-2,0
OOY015	-1.769	-1.742	27	-1,5
OOY016	-2.680	-2.683	-3	0,1
totaal	-11.143	-10.674	469	-4,2

## 6.5 Resultaten scenario landbouw effecten

Deze paragraaf beschrijft de effecten van de ingrepen op de landbouwopbrengsten doormiddel van de Waterwijzer Landbouw tool. De landbouwschade wordt met de Waterwijzer Landbouw tool bepaald aan de hand van de GHG, GLG, bodemtype en type gewas. De landbouwschade wordt uitgedrukt in doelrealisatie. 100 % doelrealisatie betekent dat de grondwaterkarakteristieken optimaal zijn voor het type gewas en bodem. 90 % doelrealisatie betekent dat de er 10 % van de opbrengstderving is dus dat de opbrengst 90 % is ten opzichte van de optimale grondwaterkarakteristieken voor het bodemtype en de gewaskeuze.

De basisregistratie percelen (BRP) is gebruikt als basis voor het gewastype. Percelen die inmiddels een natuurfunctie hebben (door functieverandering) zijn weggelaten. De gebruikte bodemkaart is de bodemfysische eenhedenkaart (BOFEK2020) van de WUR. De effecten zijn enkel voor het Nederlandse deel berekend. Enerzijds omdat voor de situatie in Duitsland niet met de betreffende tool kan worden gewerkt. Anderzijds laten resultaten zien dat daar geen significant effect te verwachten is. Uit de modelstudie blijkt namelijk dat voor de Duitse percelen voornamelijk een stijging van opbrengsten te verwachten is. Er is dus sprake van een meer stabiele grondwaterstand met minder grote pieken en dalen. Dat is gunstig voor de landbouw.

Afbeelding 6.30 toont de landbouwdoelrealisatie in de huidige situatie.

Afbeelding 6.30 Landbouw doelrealisatie in procenten huidige situatie. (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



Afbeelding 6.31 toont de verandering van de totale landbouw doelrealisatie scenario NAP +9,30 m. Daaronder is de verandering opgesplitst in droogteschade, direct natschade en indirecte natschade. Directe natschade komt door zuurstoftekort bij de wortels. Indirecte natschade is het gevolg van een verschuiving in het groeiseizoen in verband met te natte omstandigheden om grondbewerking te kunnen uitvoeren. Te zien is dat rondom de zandwinningsplas sprake is van wisselend stijging en daling van de doelrealisatie. Dit komt doordat de natschade toeneemt maar de droogteschade af waardoor er op sommige pixels een licht positief effect is. Op sommige plekken rondom de winplas is de afname van de droogteschade groter dan de toename van natschade waardoor er een positief effect is op de doelrealisatie. Rondom de winplas is ook bij sommige pixels de toename van de natschade groter dan de afname van de droogteschade.



Afbeelding 6.31 Verandering in landbouwopbrengst derving in procentpunten door scenario NAP +9,30 m (rood (+) is afname van de doelrealisatie en groen (-) is een toename van de doelrealisatie)



Afbeelding 6.32 verschil in doelrealisatie door directe natschade, indirecte natschade en droogteschade



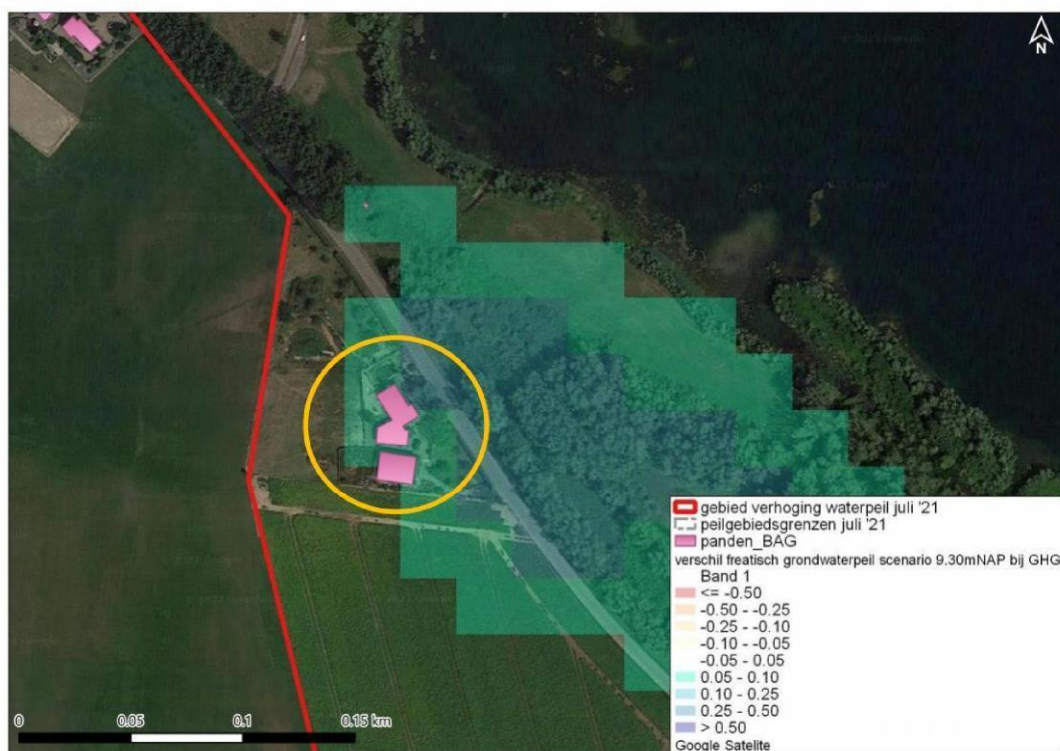
## 6.6 Resultaten scenario risico op grondwateroverlast bebouwing

Om na te gaan wat het effect op het risico is op grondwateroverlast wordt gekeken naar de ontwateringsdiepte. De ontwateringsdiepte is de afstand tussen het maaiveld en de freatische grondwaterstand. Een ontwateringsdiepte kleiner dan 1,0 m of 0,7 m (afhankelijk van type bebouwing, onder andere kruipruimte) geeft risico op grondwateroverlast.

Afbeelding 6.33 laat zien bij welke panden een stijging van de grondwaterstanden berekend is. Dit zijn de panden aan de Erlecomseweg 74. Bij deze panden is een mogelijke toename van het risico op grondwateroverlast als gevolg van de inrichtingsmaatregelen. Daarom is bij deze panden lokaal gekeken naar de geohydrologische situatie en hoe deze in het maaiveld liggen.

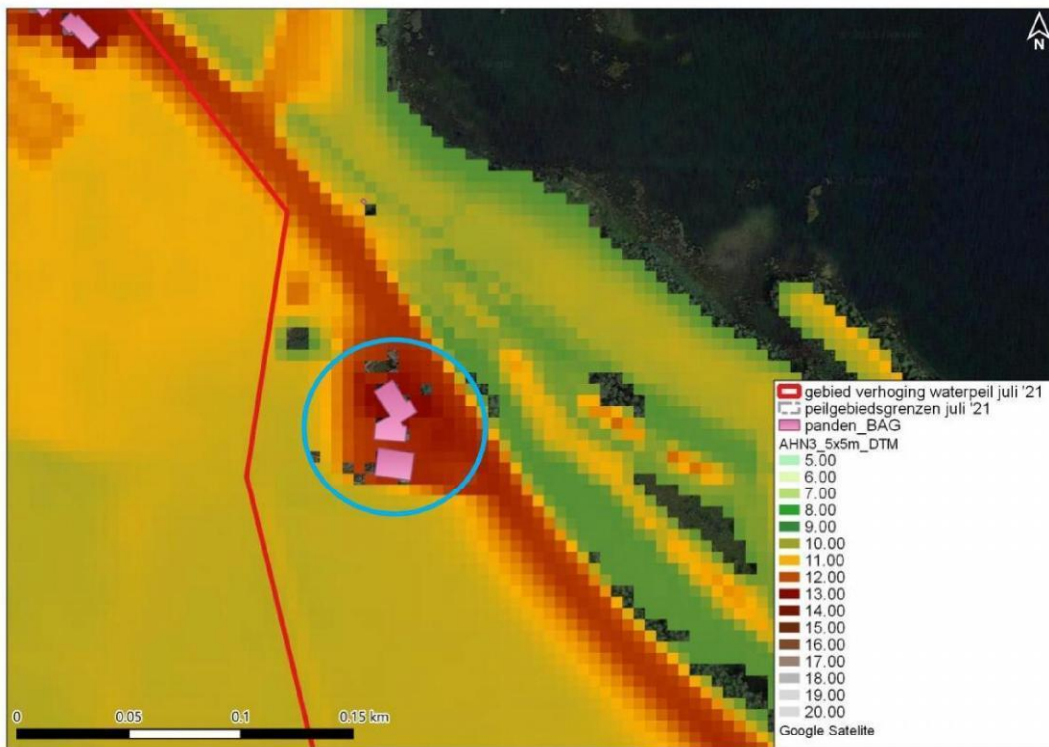


Afbeelding 6.33 Panden (oranje cirkel) waarbij er bij de GHG-situatie na maatregelen scenario NAP +9,30 m een stijging van de grondwaterstanden is berekend



Afbeelding 6.34 toont de hoogtekkaart van het maaiveld. Goed te zien is dat de Erlecomseweg en de panden verhoogd in het maaiveld liggen. Waardoor een kleine toename van de grondwaterstanden geen toename van risico op grondwateroverlast zal zijn. Hier zijn geen mitigerende maatregelen nodig.

Afbeelding 6.34 Nadere detaillering van het maaiveld rondom deze de panden met verhoging van de grondwaterstanden. De panden (blauwe cirkel) liggen verhoogd in het maaiveld waardoor het risico op grondoverlast minder is



## 6.7 Conclusie

De volgende conclusies volgen uit de modelstudie:

- door de voorgenomen maatregelen wordt gemiddeld ruim 128.000m<sup>3</sup>/jaar water gebufferd, de afvoer neemt met 59 % af;
- de zandwinning nivelleert de grondwaterstanden rondom de nieuwe plas, dit betekent dat bij lage grondwaterstanden het niveau iets hoger wordt (tussen de 5 en 25 cm) , en bij hoge grondwaterstanden het niveau iets (tot ca. 50 cm) lager wordt. De zandwinningsplas heeft daarmee een licht positief effect op omliggende grondwaterstanden in tijden van droogte. De grondwaterstanden worden dan hoger dan dat ze in de huidige situatie zijn. Dit komt door de betere interactie tussen de verschillende watervoerende bodemlagen in de ondergrond;
- het opzetten van het streefpeil in het plangebied heeft een verhoging van de grondwaterstand tot gevolg. Dit effect wordt echter rondom de zandwinning in natte perioden te niet gedaan door het nivellerende effect van de zandwinning. De verlaging door de zandwinning is nabij de plas groter dan de verhoging van de peilopzet. Verder van de zandwinning af is er wel op enkele plekken sprake van een kleine extra vernatting in natte perioden door de peilopzet;
- door het opzetten van het streefpeil (vernatten) is er bij de situaties met hoge grondwaterstanden sprake van afname van kwel. Dit komt doordat de hogere grondwaterstanden een hogere tegendruk leveren waardoor dus de kwel afneemt. Afname van kwel lijkt negatief voor de natuur maar dat is het dus niet omdat de grondwaterstand hoger staat. De omliggende peilvakken laten een kleine toename van kwel zien (of afname van wegzijging). Bij enkele van de omliggende peilvakken is de toename van de kwelflux groter dan 2 %, dit is tegen de beleidsregels van het waterschap. Naar de polder in het geheel kijkend is te zien dat in de natte perioden (GHG en hoogwater situatie) de afvoer van kwelflux afneemt, waardoor de druk op het Hollandsch Duitsch Gemaal wordt verminderd. Bij de drogere perioden is in het geheel een hogere afvoer van de kwelflux, dit is gunstig voor de doorstroming van het oppervlaktewater;

- er loopt momenteel een verkenning droogteproblematiek waarin verschillende oplossingsrichtingen worden geïnventariseerd, waaronder peilopzet. Voorgestelde maatregelen uit deze modelstudie laten zien dat deze peilmaatregelen een positief effect hebben op de droogteproblematiek in de omliggende peilvakken;
- in het plangebied neemt de landbouwopbrengst lokaal af en lokaal toe. Dit effect is heel beperkt en komt doordat de natschade toe neemt maar de droogteschade af. Bij sommige pixels is de afname van de droogteschade groter dan de toename van de natschade wat een positief effect heeft op de doelrealisatie en andere pixels is het weer andersom. De effecten zijn niet van dien aard dat hiervoor mitigerende maatregelen noodzakelijk worden geacht;
- bij het scenario is er een minimale toename van het risico op grondwateroverlast bij bebouwing te zien. Enkel bij de panden aan de Erlecomseweg 74 is een toename van meer dan 5 cm grondwaterstandsstijging berekend. Maar de panden liggen verhoogd in het maaiveld waardoor geen verhoogd risico op grondwateroverlast te verwachten is.



## SCENARIO: WATERPEIL OPZETTEN TOT NAP +9,50 M

### 7.1 Scenariobeschrijving

Deze paragraaf beschrijft het doorgerekende scenario voor het projectgebied van de Ooijse Graaf. De volgende aanpassingen zijn in dit scenario meegenomen:

- 1 invoeren van de zandwinningsplas;
- 2 peilvak OOOY010 splitsen en oostelijk deel samen met peilvak OOOY011 peil opzetten tot NAP +9,50 m;
- 3 hiertoe is een nieuwe stuw nodig ten oosten (iets stroomopwaarts) van stuw Thornsche molen.

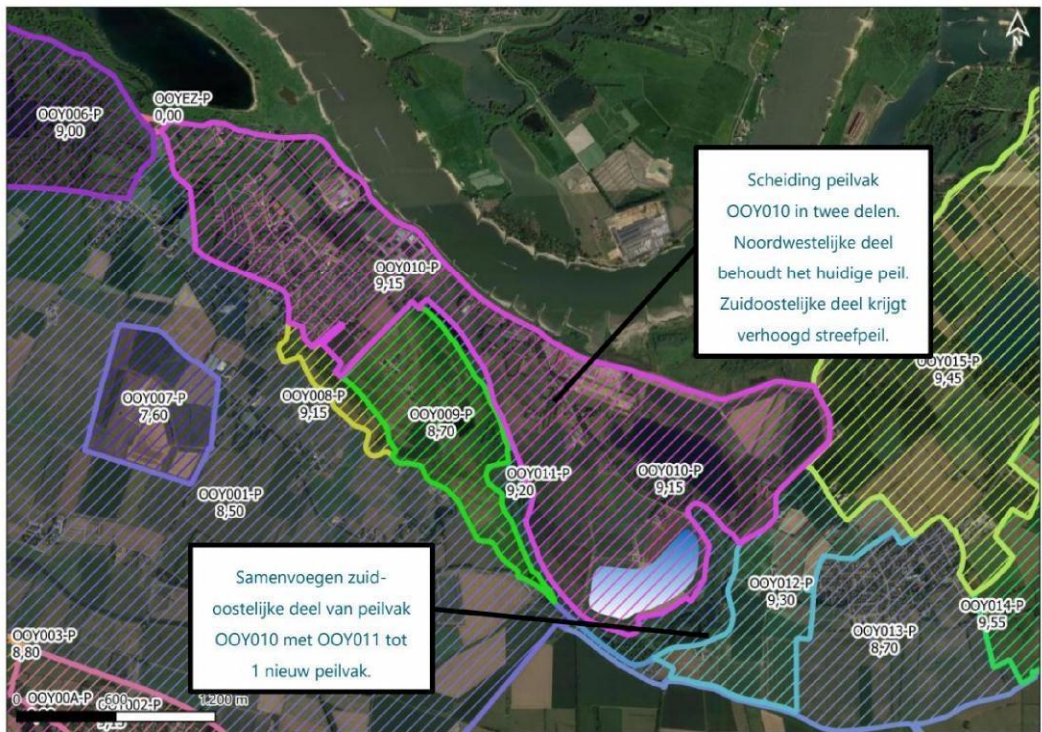
Afbeelding 7.2 toont de locatie van de zandwinningsplas en het gebied waar peil opzet tot NAP +9,50 m is voorzien. Het nieuwe peilvak OOOY010-oost bestaat uit het oostelijke deel van oorspronkelijk peilvak OOOY010 én peilvak OOOY011. Het nieuwe peilvak OOOY010-oost is nog weergegeven in twee delen, omdat de peilen in deze gebieden in de huidige situatie verschillend zijn. Er wordt dus echter geadviseerd om het peil in deze peilvakken gelijk te trekken als ze samen in een peilvak zijn gebundeld.

De watergang van het dorp Ooij tot de stuw Thornsche molen die het dorp Ooij en peilvakken OOOY009 en OOOY008 afwatert blijft behouden op het oude niveau van NAP +9,15 m. Deze stroomt direct naar de stuw Thornsche molen. Het dorp Erlecom, de plas Kraaijenhof, het rietmoeras en de nieuwe zandwinningsplas worden in streefpeil verhoogd tot NAP +9,50 m.

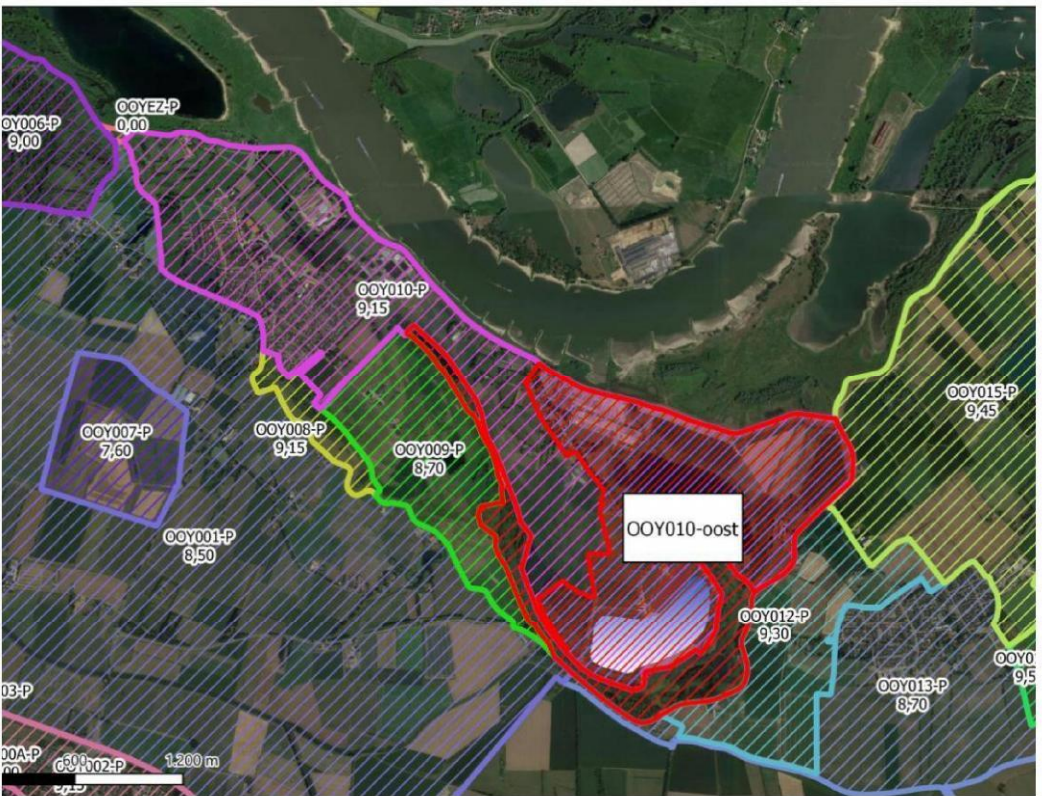
De resultaten van bovenstaand scenario zijn in dit hoofdstuk vergeleken met de huidige situatie. Daarbij wordt voor het effect op het risico is op grondwateroverlast gekeken naar de ontwateringsdiepte. De effecten op landbouw zijn bepaald met de Waterwijzer Landbouw rekentool van de WUR (Wageningen Universiteit). De effecten van de verschillende scenario's op de natuur komen terug in het MER, en zijn dus niet in deze rapportage opgenomen.

Met de grondeigenaar van de percelen in het projectgebied is afgesproken dat de vrijkomende bovengrond in het projectgebied gebruikt wordt om gronden die na realisatie van het plan beschikbaar blijven voor de landbouw op te hogen. De exacte locatie hiervoor wordt in overleg met de grondeigenaar afgestemd. Ook dienen de uitkomsten van de modelberekeningen als basis voor gesprekken met andere grond- en/of huiseigenaren over te verwachten effecten en eventueel benodigde mitigerende maatregelen.

Afbeelding 7.1 Streefpeilen huidige situatie van de peilvakken in de Ooijpolder



Afbeelding 7.2 Aanpassingen oppervlaktewater scenario waarin peilvak OOV010 is gesplitst en waar het in peil is opgehoogd tot NAP 9,50 m





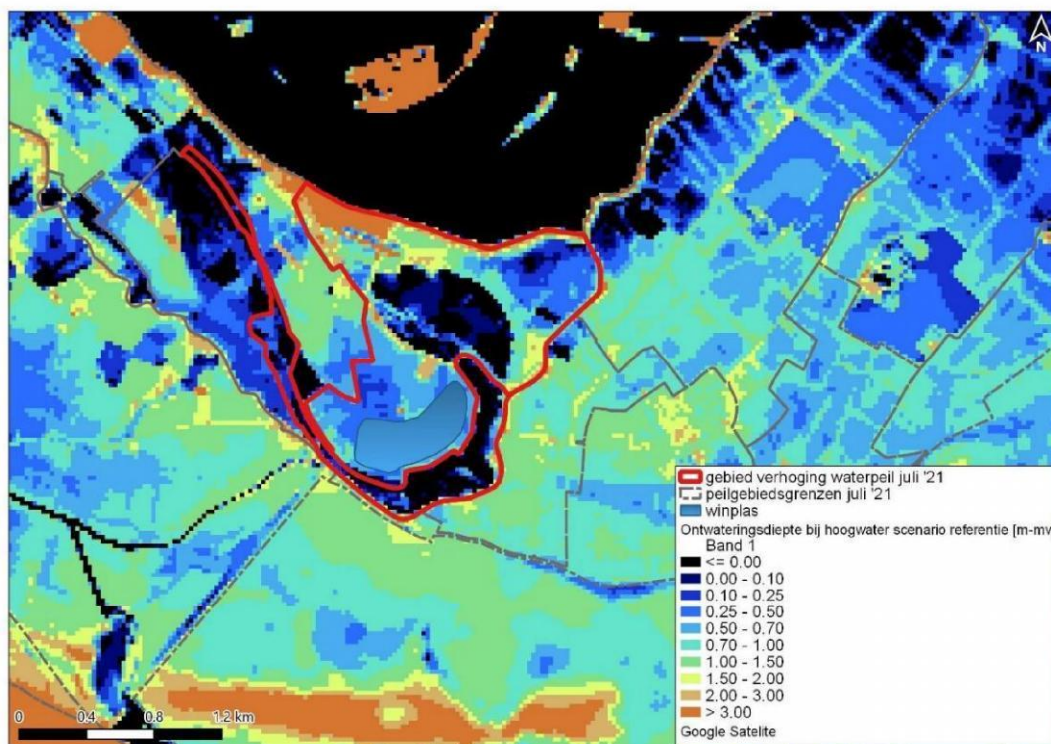
## 7.2 Resultaten scenario op grondwaterstanden maatgevende situaties

Deze paragraaf beschrijft de huidige grondwaterstanden en de effecten van het scenario met streefpeil NAP +9,50 m voor de maatgevende situaties (hoogwater, laagwater, GHG en GLG).

### Extreem hoogwater

Tijdens extreem hoogwater in de huidige situatie is te zien dat de freatische grondwaterstanden relatief dicht aan het maaiveld komen. Er is dus een kleine ontwateringsdiepte. Dit is te zien in afbeelding 7.3. Vooral het noordoostelijke deel van peilvak OOO009 heeft lage ontwateringsdiepten. Tevens is te zien dat de ontwateringsdiepte bij de landbouwpercelen in het noordoosten van peilvak OOO010 klein is.

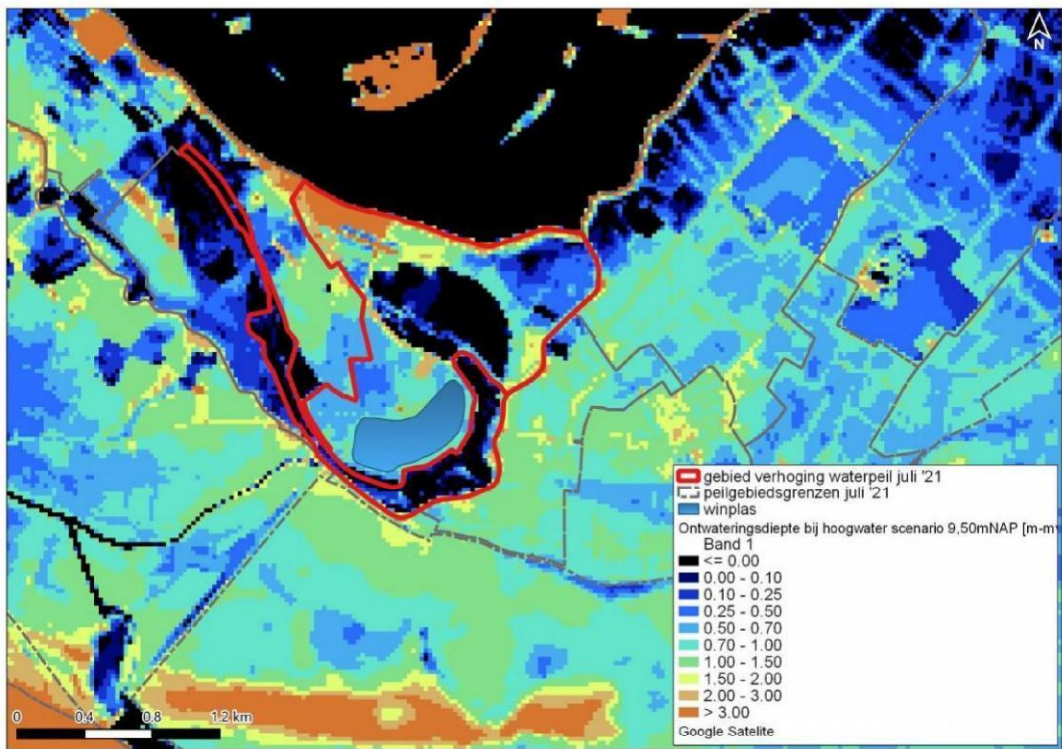
Afbeelding 7.3 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de huidige situatie bij hoogwater (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



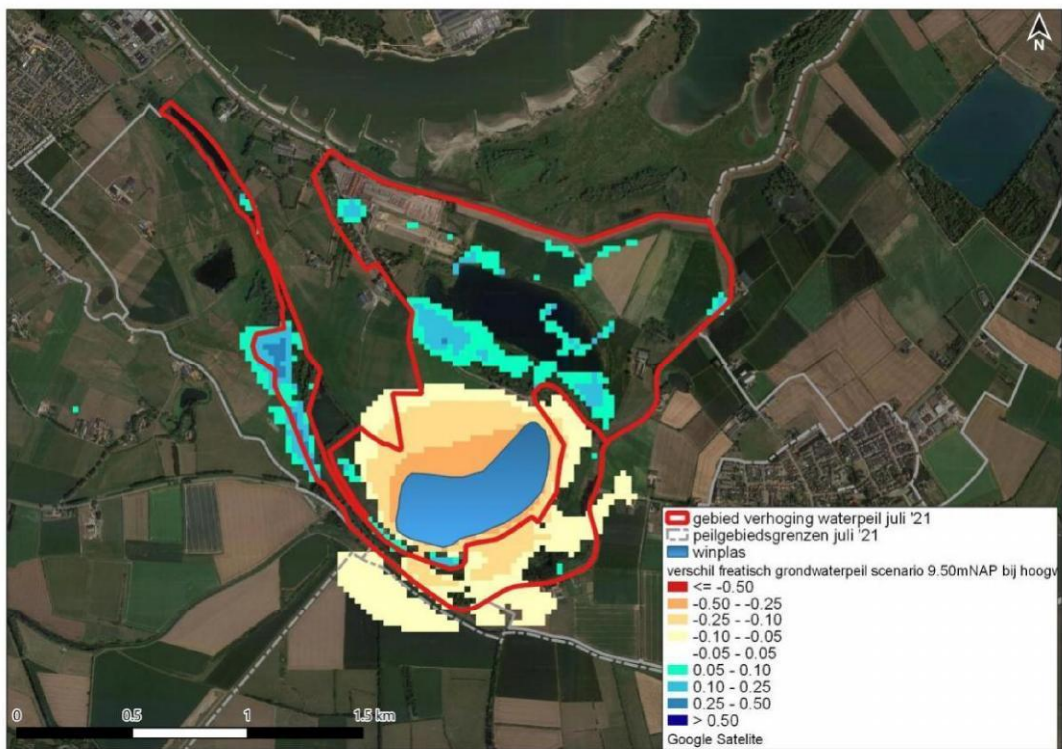
Afbeelding 7.4 geeft de verandering van de berekende freatische grondwaterstanden na het verhogen van het oppervlaktewaterpeil in peilvakken OOO011 en deels OOO010 tot NAP +9,50 m en het graven van de het rietmoeras en de nieuwe plas. Door de zandwinning daalt de grondwaterstand rondom de nieuw te graven plas. Dit komt door de nivellerende werking van plas. Dit nivellerende effect is niet tijdelijk maar blijvend en komt door extra opslagcapaciteit van open water ten opzichte van grondwater vanwege porositeit van de bodem. Daarnaast zijn de verschillende grondlagen beter met elkaar verbonden.



Afbeelding 7.4 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de nieuwe situatie scenario NAP +9,50 m bij hoogwater



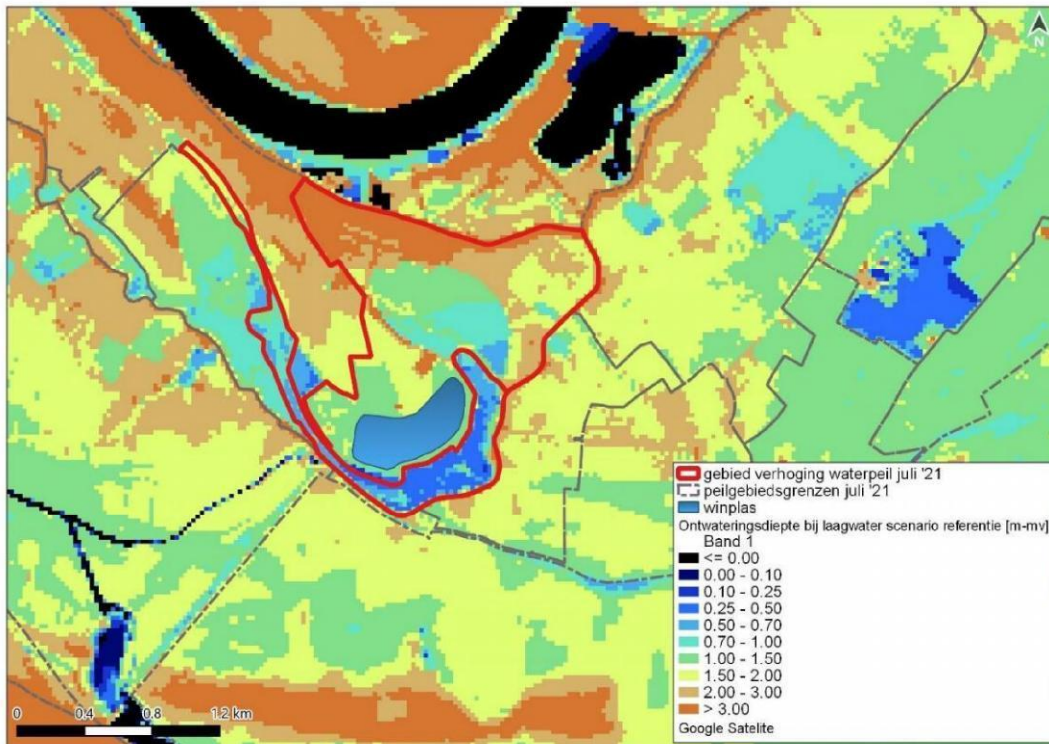
Afbeelding 7.5 Verschil freatische grondwaterstanden door scenario NAP +9,50 m bij hoogwater



### Extreem laagwater

Tijdens extreem laagwater in de huidige situatie is te zien dat de freatische grondwaterstanden relatief diep zitten en dat er in grote delen van het plan gezien een grotere ontwateringsdiepte is dan 1,50 m, zoals te zien op afbeelding 7.6. Bij het huidige rietmoeras is de grondwaterstand ook in deze situatie dicht aan maaiveld.

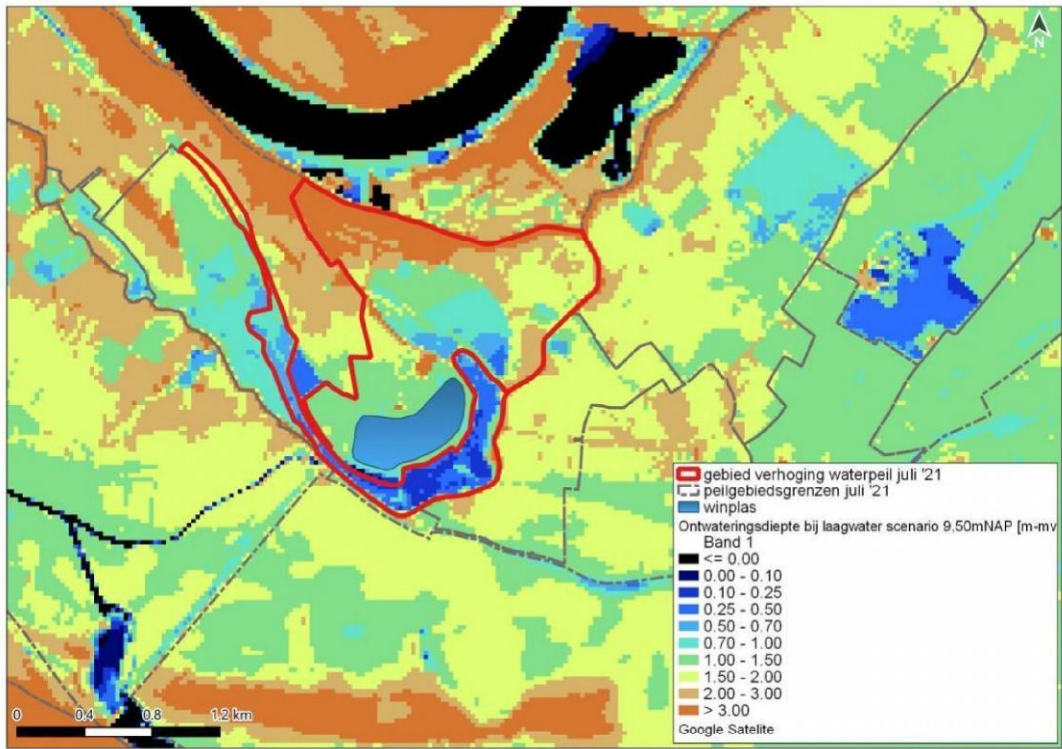
Afbeelding 7.6 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de huidige situatie bij laagwater (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



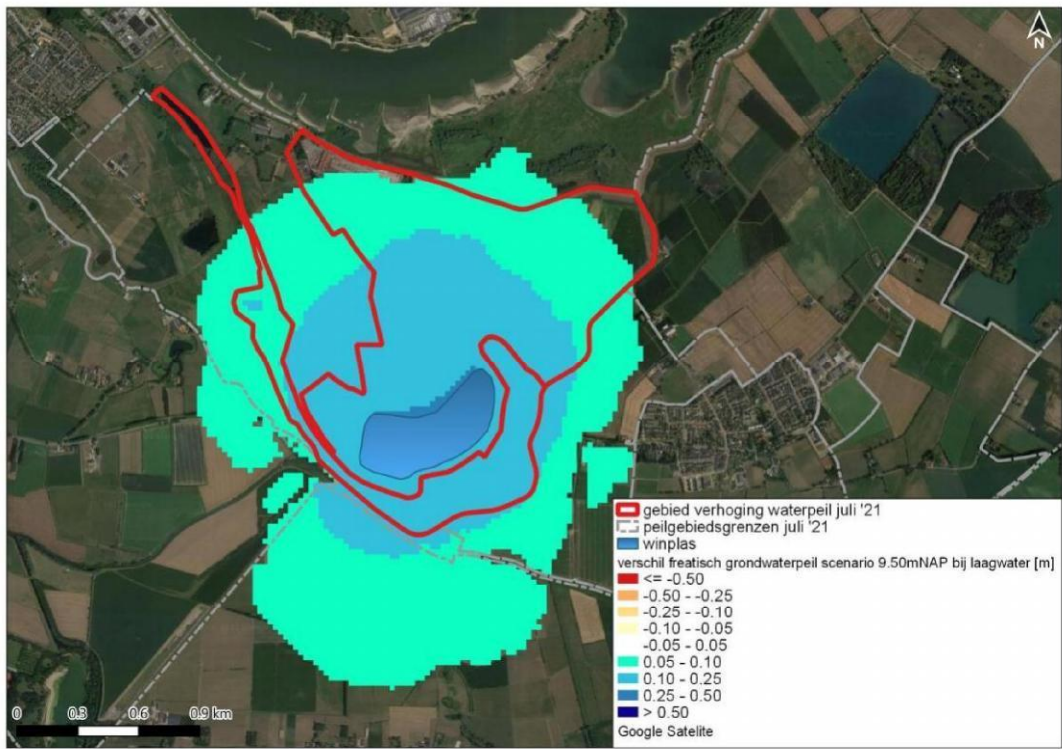
Afbeelding 7.7 toont de nieuwe ontwateringsdieptes in het scenario met peilverhoging tot NAP +9,50 m. De berekende grondwaterstanden van dit scenario laten vooral rondom de zandwinning een stijging van de grondwaterstanden zien tijdens extreem laag water. In de omliggende peilvakken zijn uitstralingseffecten van 5 tot 10 cm hogere grondwaterstanden over een relatief groot gebied te zien, vooral in Duitsland en OOOY012 en OOOY001.



Afbeelding 7.7 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de nieuwe situatie scenario NAP +9,50 m bij laagwater



Afbeelding 7.8 Verschil freatische grondwaterstanden door scenario bij laagwater

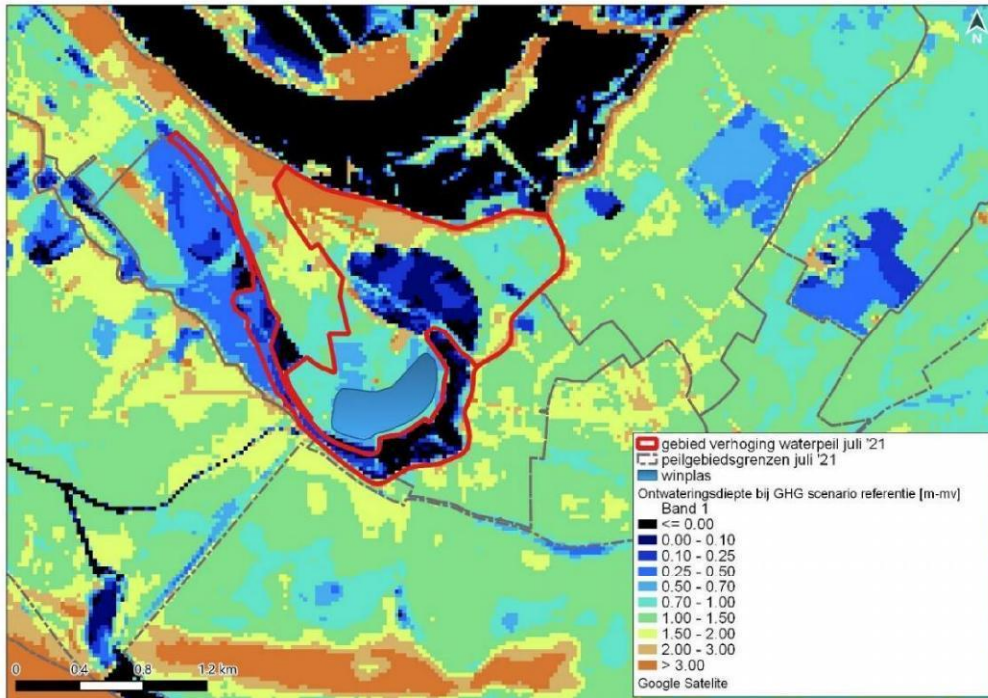




### GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand)

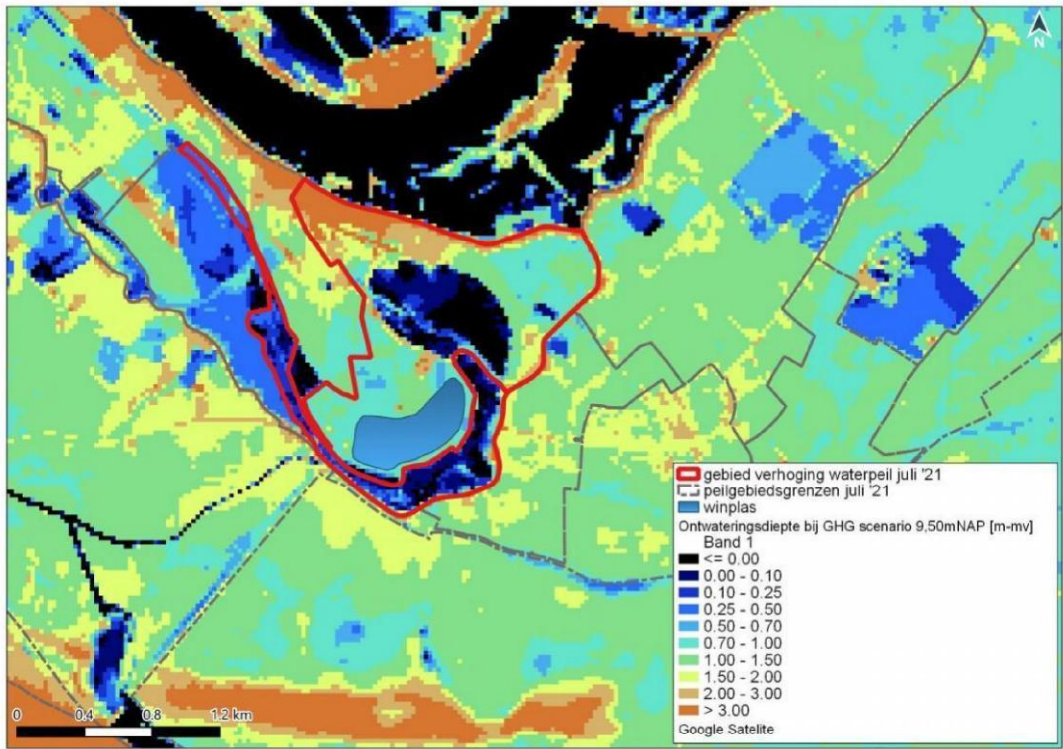
Bij de GHG in de huidige situatie is zijn hoge freatische grondwaterstanden te zien en dus lage ontwateringsdiepten, zie afbeelding 7.9. Dit is vooral bij de lagere delen van het maaiveld.

Afbeelding 7.9 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de huidige situatie bij GHG (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)

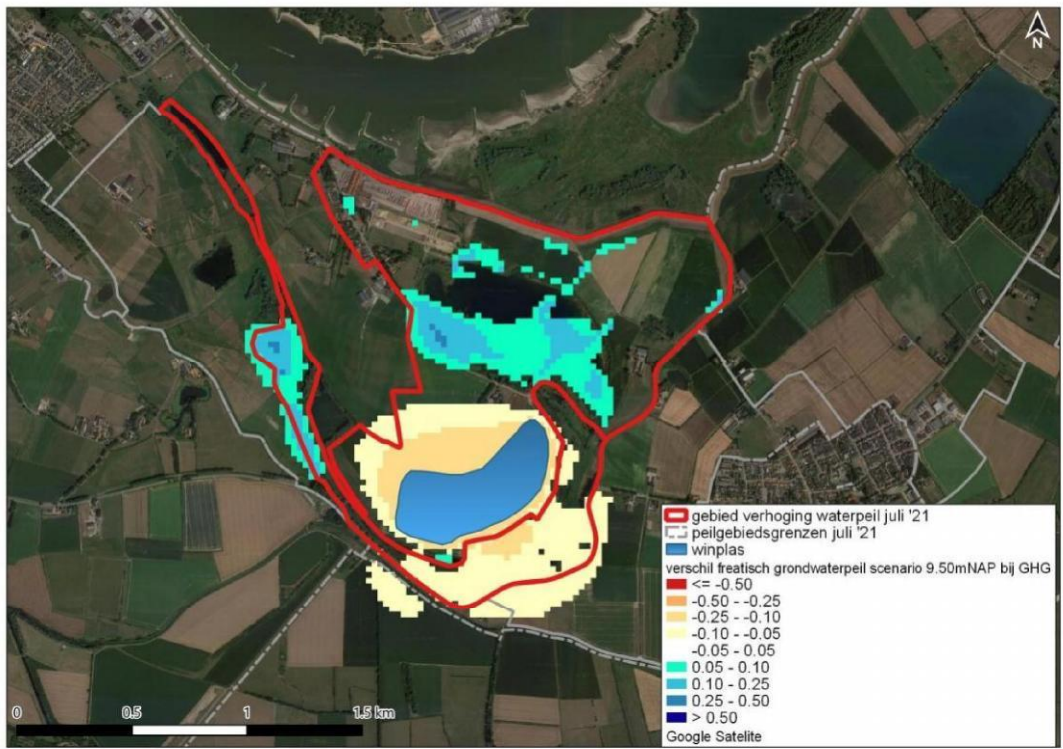


Afbeelding 7.11 toont het verschil in freatische grondwaterstanden berekend voor het scenario met peilopzet tot NAP +9,50 m. De effecten lijken op de hoogwater situatie maar er is een grotere stijging van de grondwaterstanden te zien vooral in de het noordoosten van het plangebied. Dus stijging van de grondwaterstanden in het plangebied door het opzetten van het peil en lagere grondwaterstanden rondom de zandwinning door het nivellerende effect.

Afbeelding 7.10 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de nieuwe situatie scenario NAP +9,50 m bij GHG situatie



Afbeelding 7.11 Verschil freatische grondwaterstanden door scenario NAP +9,50 m bij GHG

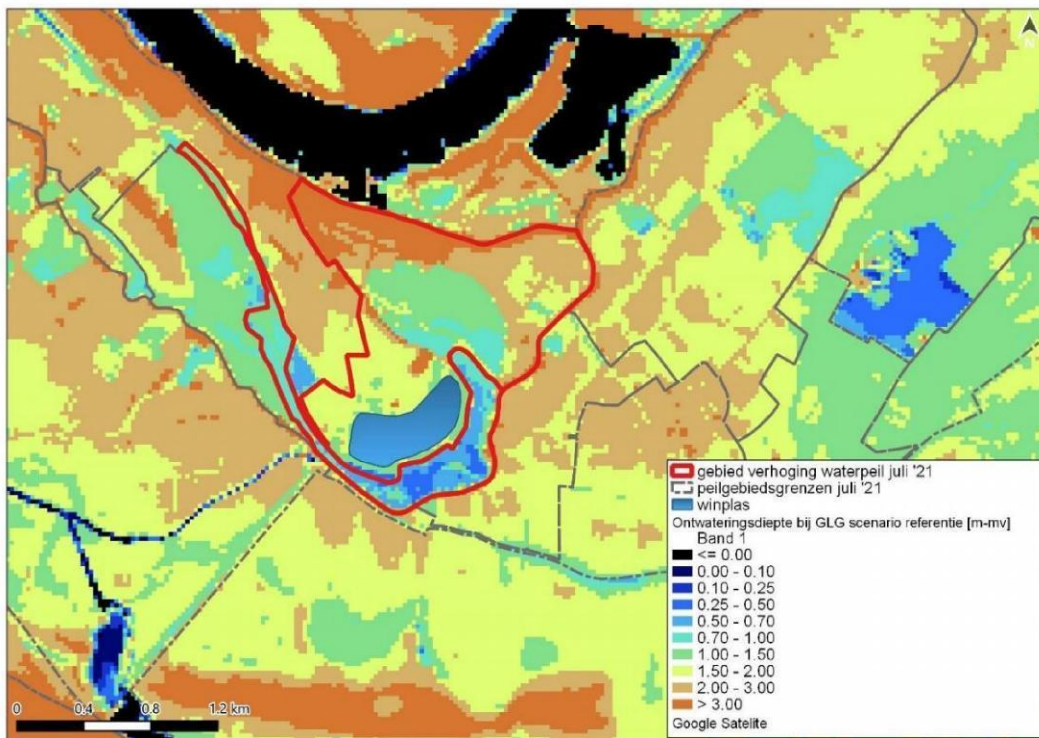




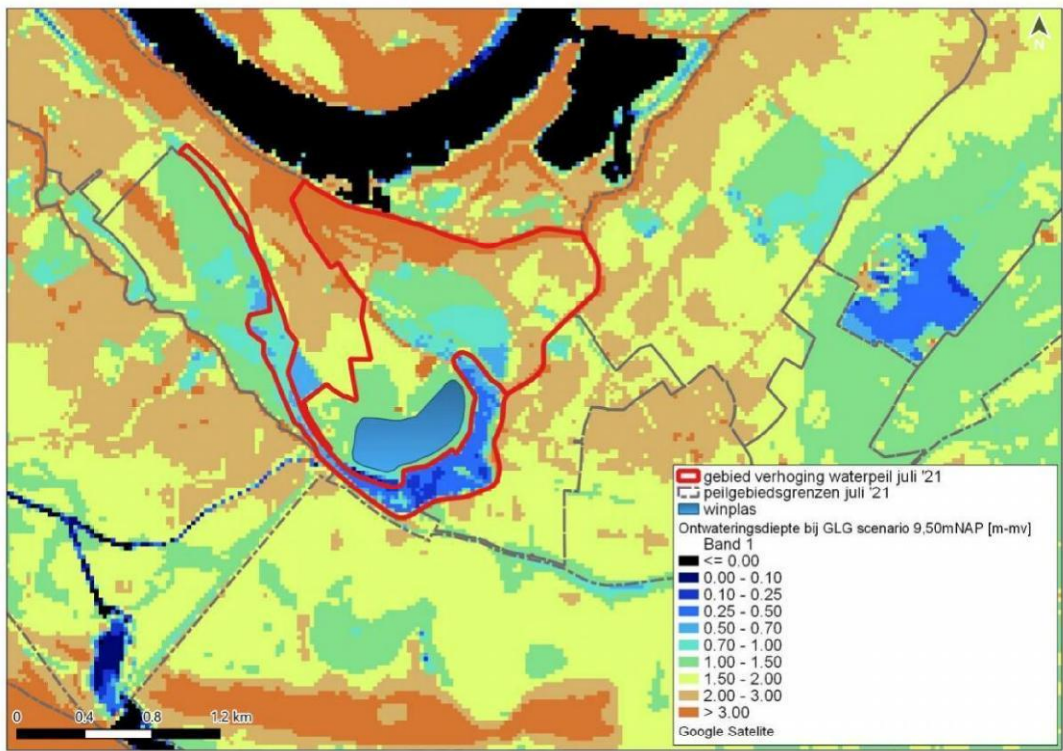
### GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand)

Afbeelding 7.13 toont de ontwateringsdiepte bij een GLG berekend voor het scenario met peilopzet tot NAP +9,50 m. De freatische grondwaterstanden tijdens de GLG-situatie en de effecten hierop laten nagenoeg hetzelfde zien als bij de laagwater situatie. Vooral de zandwinning zorgt voor een nivellerend effect dat ervoor zorgt dat de GLG rondom de plas stijgt.

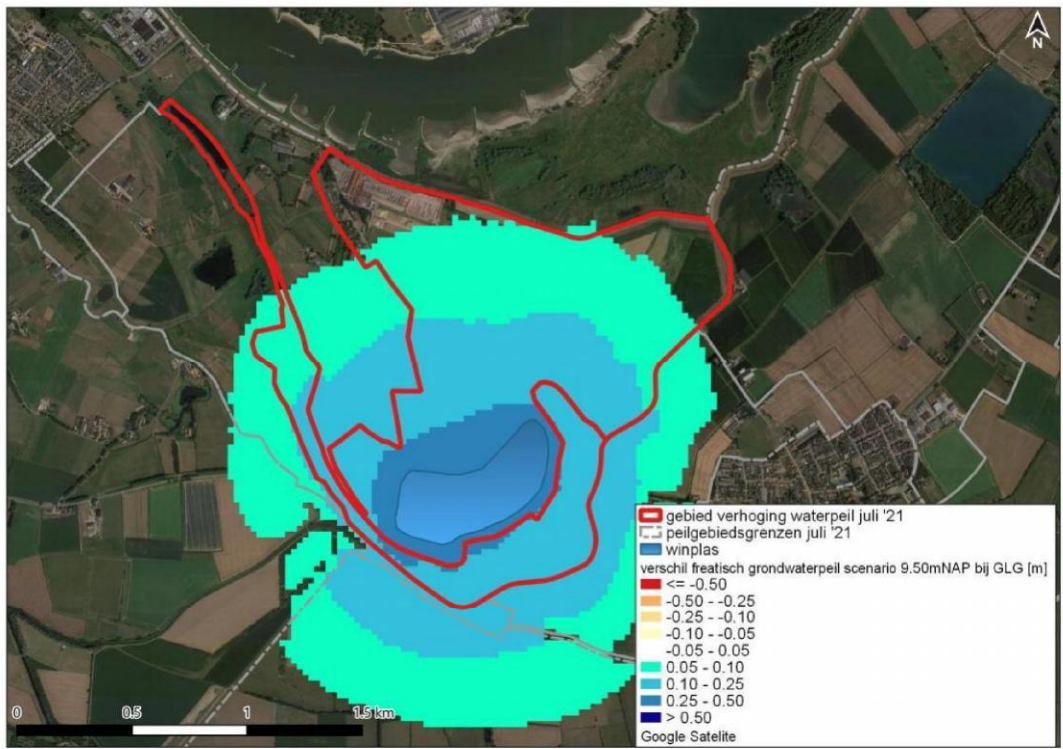
Afbeelding 7.12 Ontwateringsdiepte (maai veld minus freatische grondwaterstand) in de huidige situatie bij GLG (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



Afbeelding 7.13 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de nieuwe situatie scenario NAP +9,50 m bij GLG-situatie



Afbeelding 7.14 Verschil freatische grondwaterstanden door scenario NAP +9,50 m bij GLG





### Tijdstijghoogte lijnen

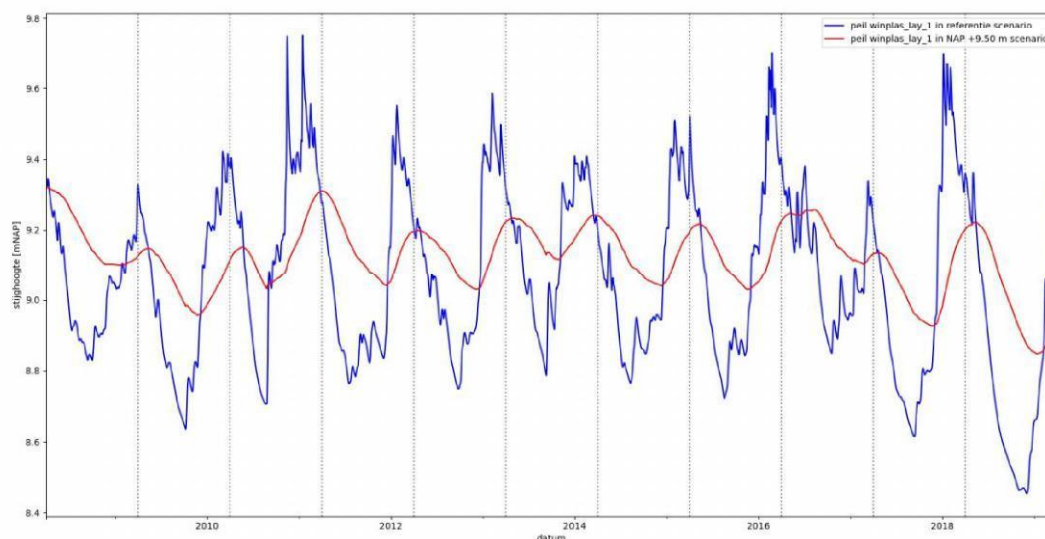
Afbeelding 7.16 - afbeelding 7.19 laten de tijdstijghoogte lijnen zien bij de huidige situatie en het scenario op de locaties weergegeven op afbeelding 7.15. Deze locaties zijn gekozen omdat deze locaties typerend zijn voor de effecten op de grondwaterstanden.

Afbeelding 7.15 Locaties van de tijdstijghoogte lijnen

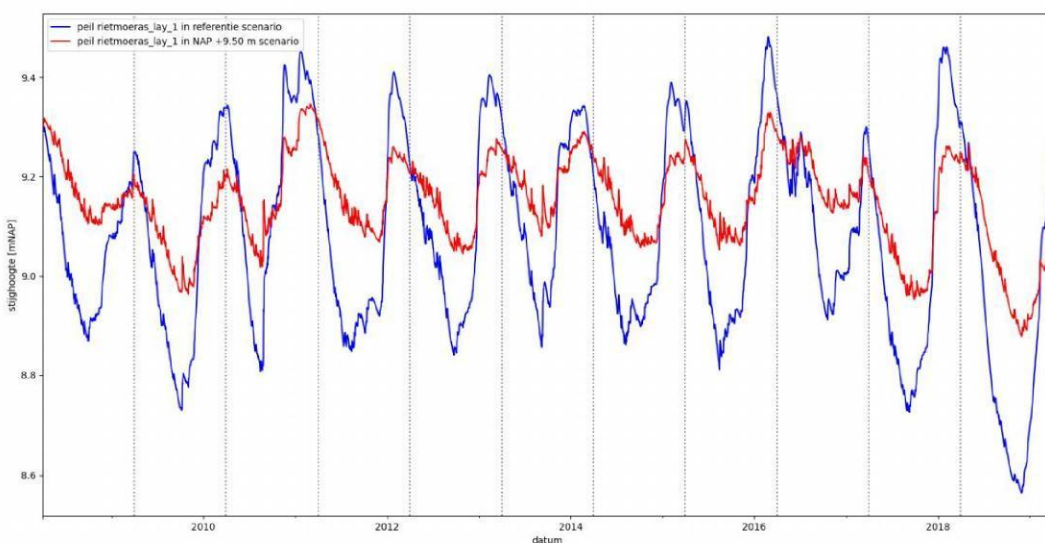


Afbeelding 7.16 en afbeelding 7.17 (tijdstijghoogtelijnen in de zandwinningsplas en het rietmoeras) laten goed het nivellerende effect van de plas zien: In de huidige situatie is er een grote variatie in grondwaterstanden gedurende het jaar, maar door de plas zijn de pieken iets lager en later. Hetzelfde geldt voor de dalen die zijn iets minder diep en ook later. Dit betekent dat de zandwinning en de peilverhoging ertoe leiden dat water beter in het gebied wordt vastgehouden en dat het later in het voorjaar uitzaakt.

Afbeelding 7.16 Tijdstijghoogte lijnen in de zandwinningsplas voor het referentiescenario en het scenario NAP +9,50 m



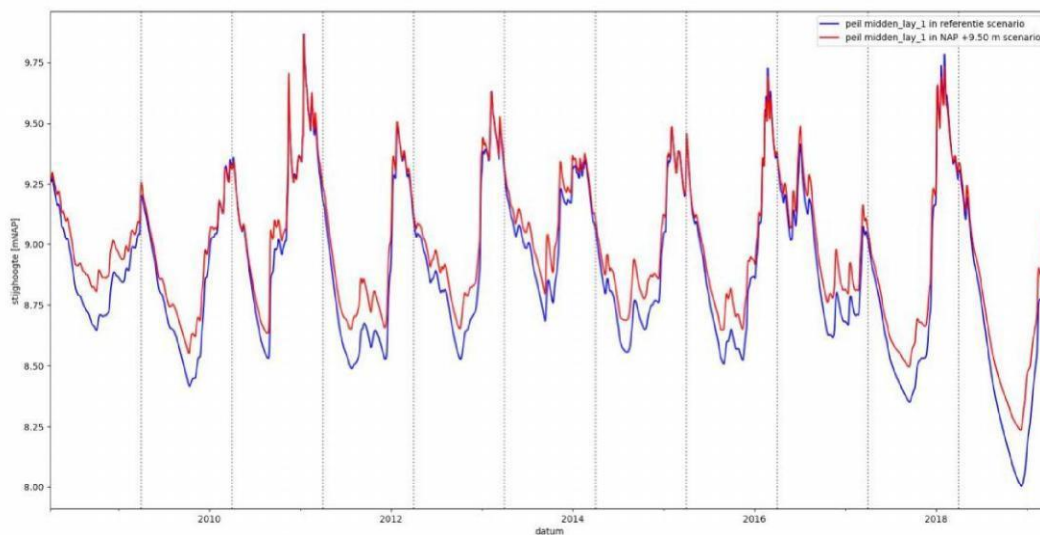
Afbeelding 7.17 Tijdstijghoogte lijnen in het rietmoeras voor het referentiescenario en het scenario NAP +9,50 m



De grondwaterstanden op een perceel midden in het plangebied (zie afbeelding 7.18) laten wat betreft dynamiek eenzelfde verloop zien als in de huidige situatie maar gedurende het gehele jaar worden hogere waterstanden berekend, vooral gedurende de zomer (circa +0,20 m). In de winter stijgen de grondwaterstanden minder door de maatregelen (circa +0,05 m). Dit betekent dat het grondwater langer wordt vastgehouden in het gebied en niet of minder snel wordt afgevoerd. Het grotere verschil bij de lagere grondwaterstanden is waarschijnlijk te verklaren door het nivellerende effect van de zandwinningsplas.

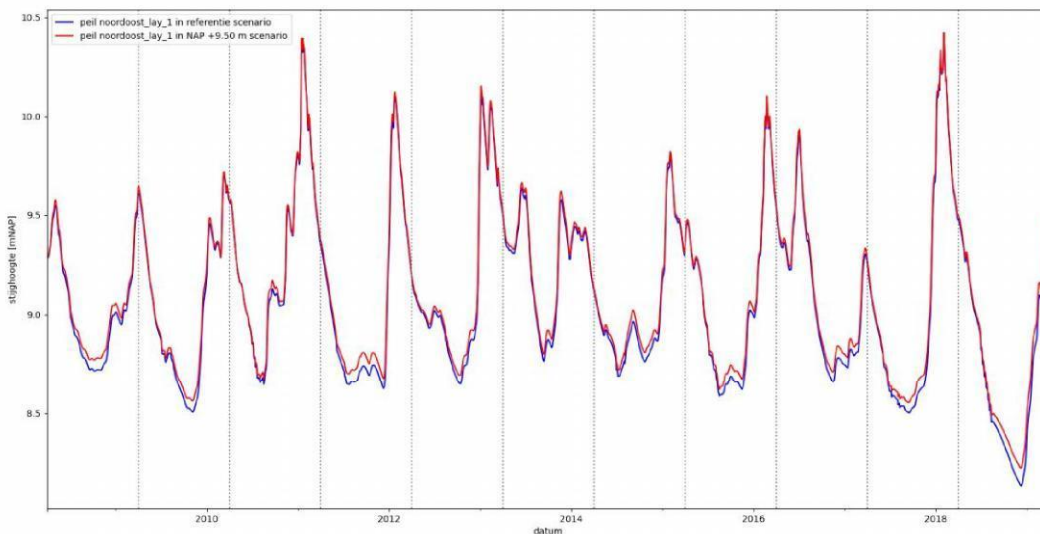


Afbeelding 7.18 Tijdstijghoogtelijnen in een perceel midden in het gebied voor het referentiescenario en het scenario  
NAP +9,50 m



De tijdstijghoogtelijn van een landbouwperceel in het noordoosten van het plangebied (afbeelding 7.19) laat een kleine verhoging zien van de grondwaterstanden gedurende het jaar. De stijging van de waterstanden is vooral te zien gedurende de zomer (circa +0,15 m). In de winter stijgen de grondwaterstanden minder door de maatregelen (circa +0,05 m).

Afbeelding 7.19 Tijdstijghoogte lijnen in een landbouwperceel in het noordoosten van het plangebied



### 7.3 Afvoerdebit uit nieuw peilvak OOOY010-Oost

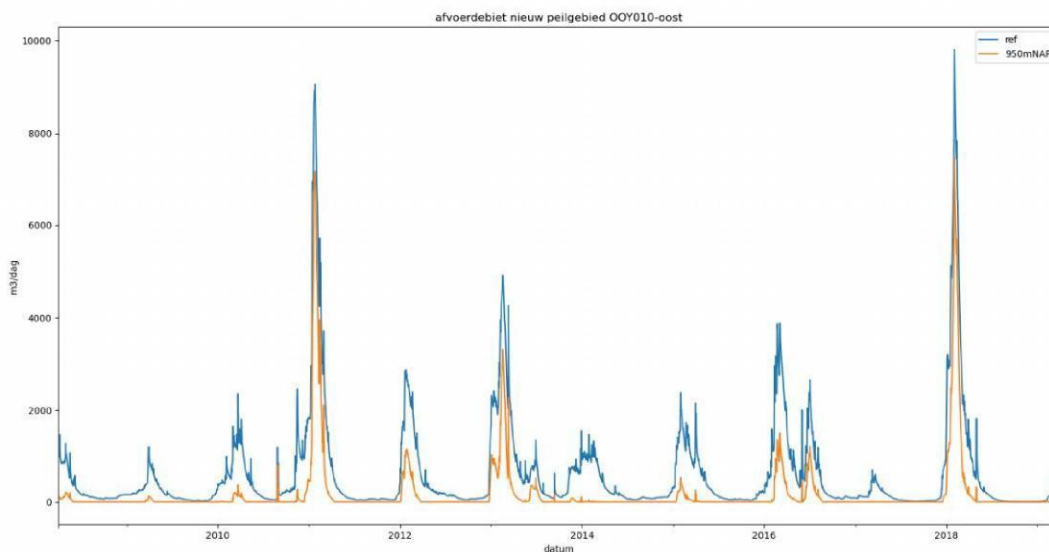
Tabel 7.1 toont het de berekende afvoer uit het nieuwe peilvak OOOY010-oost met het MORIA-grondwatermodel. Te zien is dat door de winplas en het verhogen van het peil tot NAP +9,50 m de afvoer uit dit gebied verminderd met circa 71 %.

Tabel 7.1 Berekende gemiddelde afvoerdebit per jaar (over de gehele modelperiode) uit peilvak O0Y010-oost met het MORIA grondwatermodel

Scenario	Gemiddeld afvoerdebit per jaar [m <sup>3</sup> /jaar]	Verandering t.o.v. referentie in %
referentie (peil NAP +9,15 m)	219.500	-
peilverhoging tot NAP +9,50 m	63.300	- 71

Afbeelding 7.20 toont het verloop van het afvoerdebit uit peilvak O0Y010-oost door de winplas en het verhogen van het peil tot NAP +9,50 m. Te zien is dat de afvoer pieken lager worden en dat er minder vaak en minder lang water afgevoerd wordt uit het peilgebied. In de referentiescenario is te zien dat er gedurende een aanzienlijk deel van het jaar afvoer wordt berekend vanuit peilvak O0Y010-oost met de piek in de winterperiode. Door de peilverhoging is nog enkel afvoer tijdens natte perioden en is er geen afvoer gedurende het grootste deel van het jaar.

Afbeelding 7.20 Berekende afvoer peilvak O0Y010-oost gedurende de modelperiode met het MORIA-grondwatermodel



## 7.4 Resultaten scenario op kwelflux

Deze paragraaf beschrijft de ruimtelijke effecten op kwel en infiltratie in en rondom het plangebied bij de maatgevende situaties (hoogwater, laagwater, GHG en GLG). Bij het opzetten van het streefpeil om het gebied te vernatten gaat de grondwaterstand omhoog. Doordat de grondwaterstand omhoogkomt neemt de hoeveelheid kwel vanaf dat moment door tegendruk van het water af. Een hogere grondwaterstand leidt dus tot afname van kwel in het projectgebied. Afname van kwel lijkt negatief voor de natuur maar dat is het in dit geval dus niet. Door de hogere grondwaterstand neemt de kwel rondom het projectgebied wel toe.

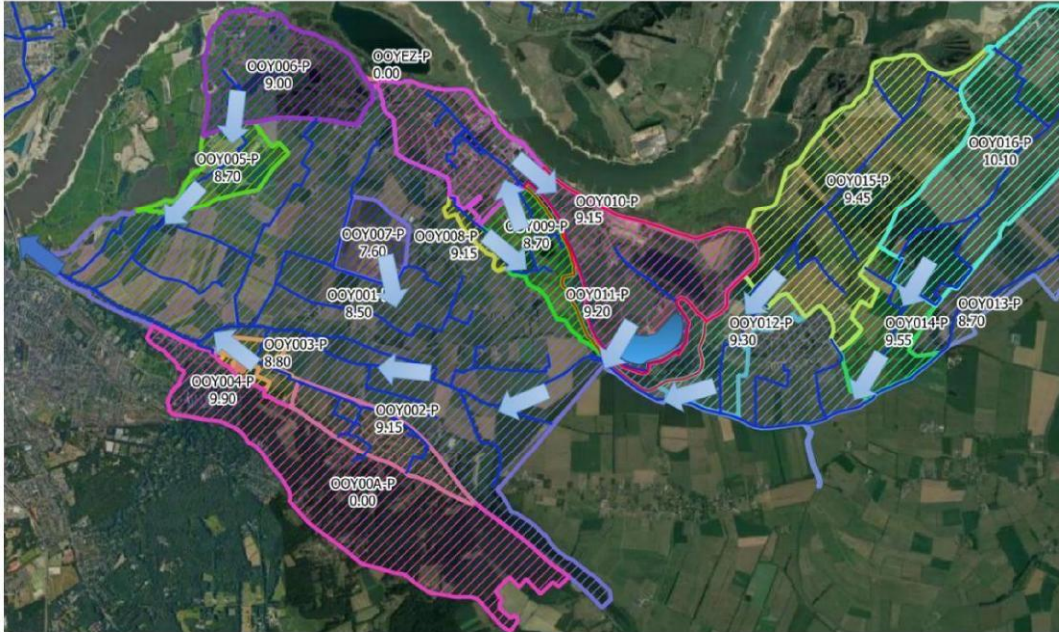
De peilvakken wateren trapsgewijs onder vrij verval af naar peilvak O0Y001. Dat vervolgens via het Hollands Duitsch Gemaal afwatert op de Waal. Behalve peilvakken O0Y007 en O0Y009 (indirect ook O0Y008), dat zijn onderbemalingsgebieden, die met een klein gemaal afwateren.

De verandering van kwelflux per peilvak dient gemitigeerd en/of gecompenseerd te worden. Een verandering van kwelflux mag maximaal 2 % beslaan [WSRL, 2012. Richtlijn kwel en wegzijging].



In het plangebied neemt de kwelflux substantieel af. In de omliggende peilvakken neemt de kwel toe. Voor de gehele polder betekent dit dat er tijdens de hoogwater en GHG-situatie een afname is van de totale kwelflux naar het oppervlaktewater. Er is dan dus een lagere afvoer van kwel bij het Hollands Duitsch Gemaal. Vooral bij hogere waterstanden op de Waal neemt het totale afvoer debiet af en hiermee wordt het Hollands Duitsch Gemaal ontlast tijdens deze natte periode. Hoewel de veranderingen in de kwelflux in de afzonderlijke peilvakken soms hoger is dan 2 % is het effect op de polder in het geheel 'gunstig' voor de waterhuishouding.

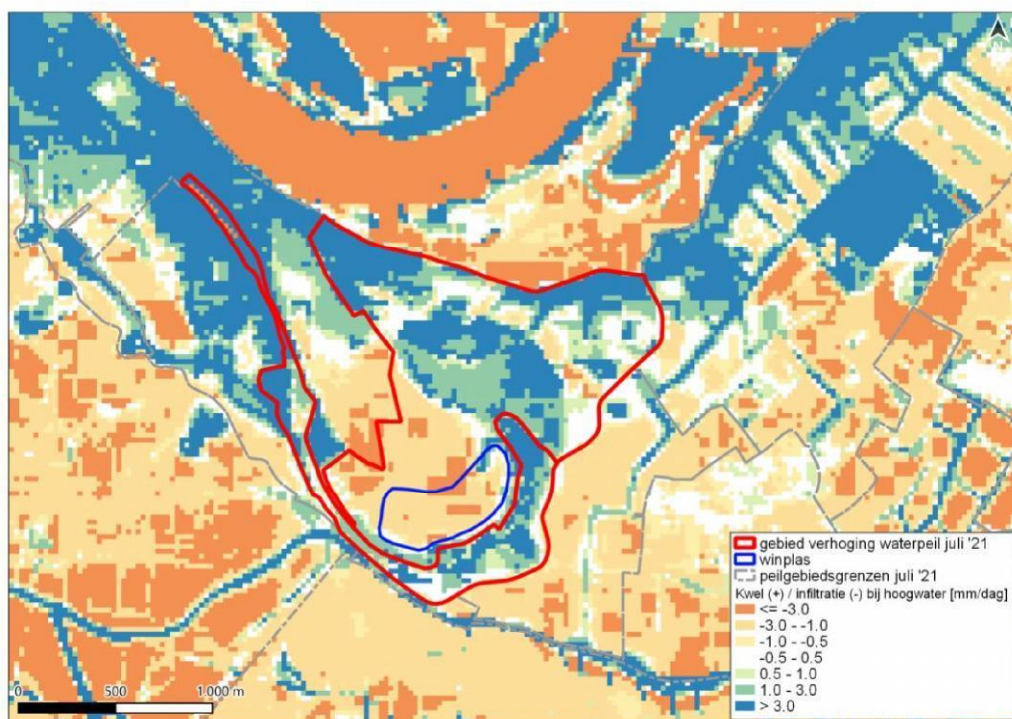
Afbeelding 7.21 Afwateringsrichting van de peilvakken rondom het plangebied (peilen geven de richting van afwatering aan richting Hollands Duitsch Gemaal)



### Extreem hoogwater

In de huidige situatie is te zien op afbeelding 7.22 dat de Waal bij hoogwater infiltreert en in de lage delen en watergangen het water kwelt. Vooral nabij de waterkering is veel kwel te zien. Ook in peilvak Ooy011 en de noordoostzijde van peilvak Ooy009 is veel kwel te zien.

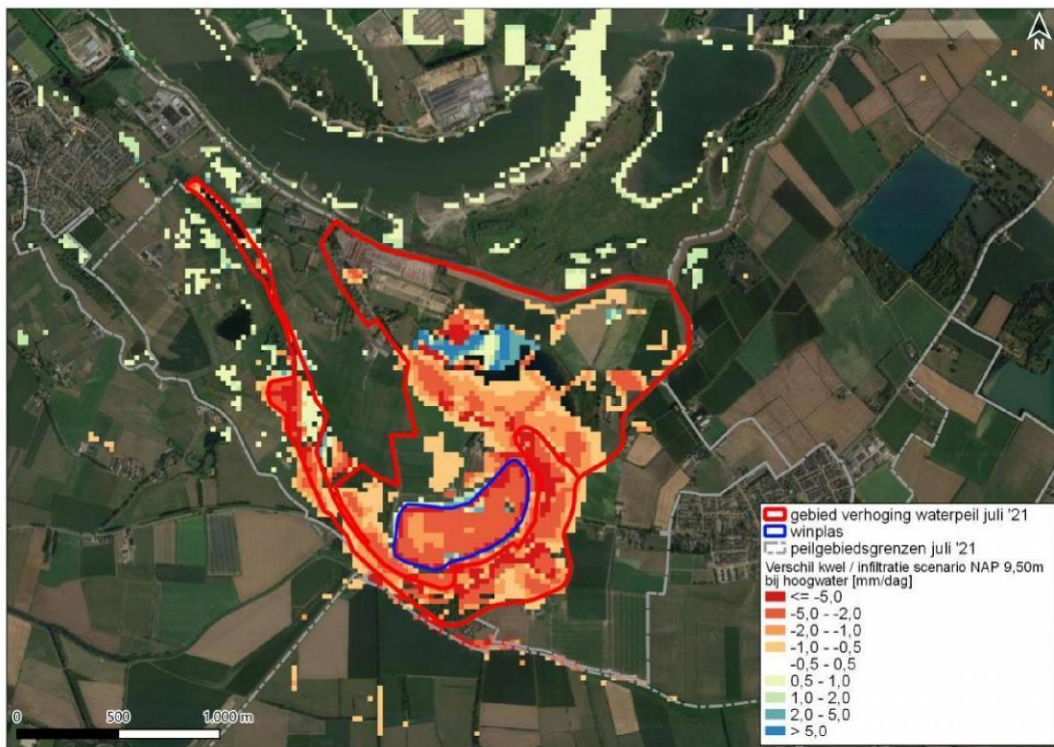
Afbeelding 7.22 Kwel (+ blauw) en infiltratie (- oranje) in de huidige situatie tijdens hoogwater (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



Door de ingrepen van het scenario (peilverhogen tot NAP 9,50 m in OOOY010-oost en aanleggen nieuw rietmoeras en open water door zandwinning) is te zien dat de kwelflux in peilvakken OOOY010 en OOOY011 afneemt. In de nieuwe win plas neemt de infiltratie toe ten opzichte van de huidige agrarische gebruik. Doordat de plas meerdere bodemlagen doorsnijdt is er een betere verbinding tussen de verschillende bodemlagen. Hierdoor kan het water makkelijker naar diepere bodemlagen infiltreren.



Afbeelding 7.23 Verandering in berekende kwelflux (rood=afname kwel of toename infiltratie, blauw=toename kwel of afname infiltratie) in het MORIA-model tijdens de hoogwater situatie door het scenario NAP +9,50 m



Tabel 7.2 geeft een overzicht van de netto kwel of wegzijging (infiltratie) naar het oppervlaktewatersysteem (RIV+DRN+OLF in het MORIA-model) per peilvak in de hoogwater situatie. OOOY010 is gesplitst in het oostelijke (plangebied) en westelijke deel (dorp Ooij). In het plangebied waar het peil verhoogd wordt (NAP +9,50 m) neemt de kwel flink af omdat er veel minder afvoer is vanuit het peilgebied.

Te zien is dat bij het scenario de kwel toeneemt in peilvak OOOY009 en OOOY010-west door de uitstralingseffecten van peilvakken OOOY010-oost en OOOY011. In het scenario neemt de netto kwel bij hoogwater in meerdere peilvakken toe met meer dan 2 %. Dit is niet in lijn met de richtlijn kwel en wegzijging van het waterschap Rivierenland [Richtlijn kwel en wegzijging, 2012]. Wel neemt de totale kwelflux richting het oppervlaktewater af in de polder als geheel, dit ontlast de druk tijdens de hoogwatersituatie op het Hollands Duitsch Gemaal.

Tabel 7.2 Overzichtstabel met netto kwel (+) of wegzijging (-) per peilvak en de verandering door het scenario bij hoogwater. Met rood is aangegeven als de toename groter is dan de norm van het waterschap

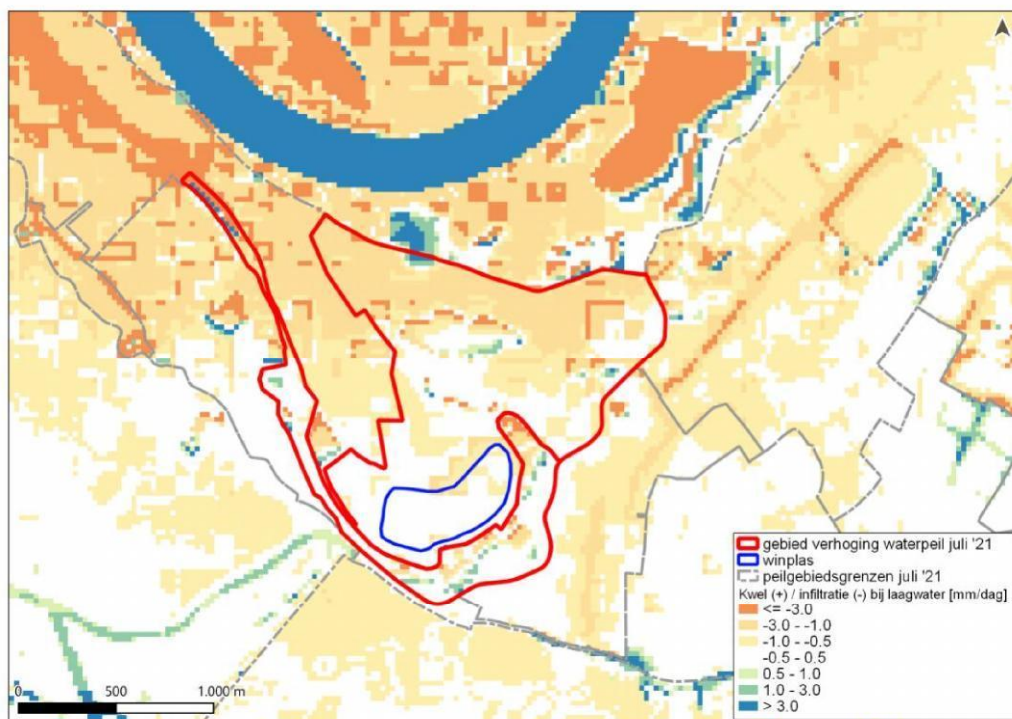
Hoogwater	Huidig	Scenario NAP +9,50 m		
	netto m3/d	netto m3/d	verschil m3/d	%
OOY001	42.548	42.782	234	0,5
OOY002	2.174	2.180	6	0,3
OOY003	-35	-34	1	-2,9
OOY004	51	51	1	2,0
OOY005	7.370	7.458	88	1,2

Hoogwater	Huidig	Scenario NAP +9,50 m		
OOY006	12.552	12.767	214	1,7
OOY007	1.946	1.977	32	1,6
OOY008	1.064	1.086	23	2,2
OOY009	5.598	5.769	171	3,1
OOY010-oost	6.912	4.762	-2.149	-31,1
OOY010-west	12.095	12.274	180	1,5
OOY011	1.817	158	-1.659	-91,3
OOY012	2.029	1.939	-90	-4,4
OOY013	13.413	13.212	-201	-1,5
OOY014	3.052	3.062	9	0,3
OOY015	25.442	25.838	396	1,6
OOY016	9.720	9.801	81	0,8
totaal	147.748	145.082	-2.666	-1,8

#### Extreem laagwater

Bij de laagwatersituatie is te zien dat de Waal draineert en de polders licht infiltreren, zie afbeelding 7.24.

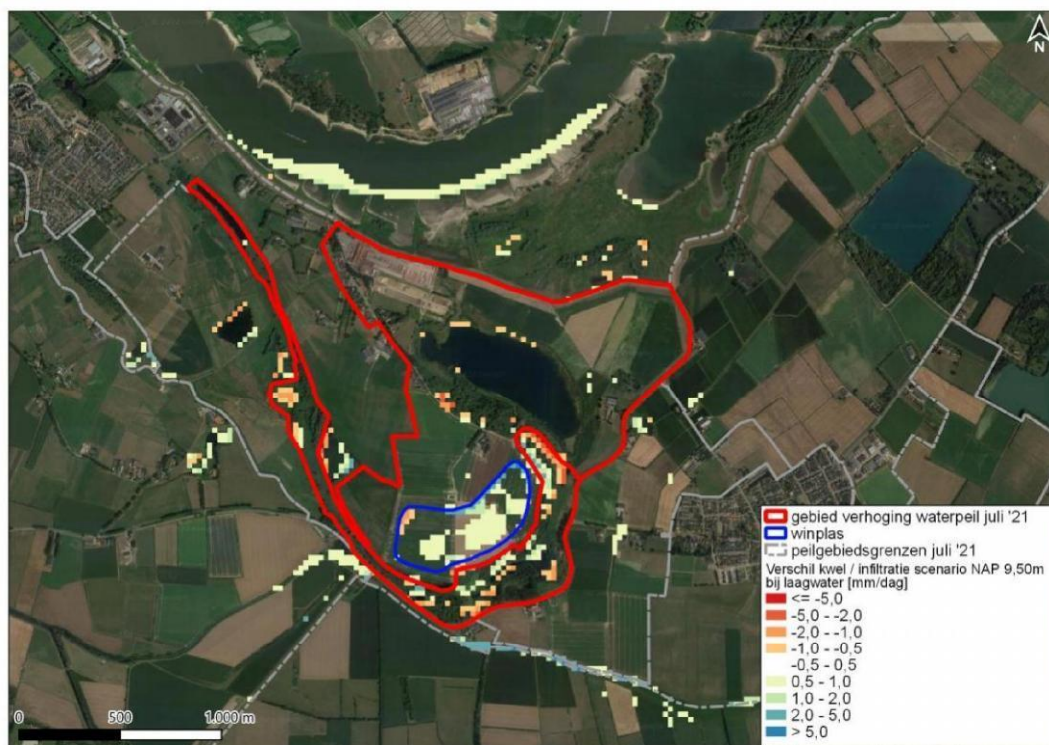
Afbeelding 7.24 Kwel (+ blauw) en infiltratie (- oranje) in de huidige situatie tijdens laagwater (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)





De ingrepen van het scenario zorgen voor een lichte toename van kwel in de zandwinningsplas.

Afbeelding 7.25 Verandering in berekende kwelflux (rood=afname kwel of toename infiltratie, blauw=toename kwel of afname infiltratie) in het MORIA-model tijdens de laagwater situatie door scenario NAP +9,50 m



Tabel 7.3 geeft een overzicht van de netto kwel of wegzijging (infiltratie) naar het oppervlaktewatersysteem per peilvak in de laagwater situatie. Hier is te zien dat ook bij enkele peilvakken er sprake is van netto wegzijging (infiltratie). Ook bij laagwater is net als bij hoogwater te zien dat de kwel afneemt in de peilvakken met peilopzet. De netto afvoer van kwelflux neemt bij laagwater in meerdere peilvakken toe met meer dan 2 %. Dit is niet in lijn met de richtlijn kwel en wegzijging van het waterschap Rivierenland [Richtlijn kwel en wegzijging, 2012].

Tabel 7.3 Overzichtstabel met netto kwel (+) of wegzijging (-) per peilvak en de verandering door het scenario bij laagwater

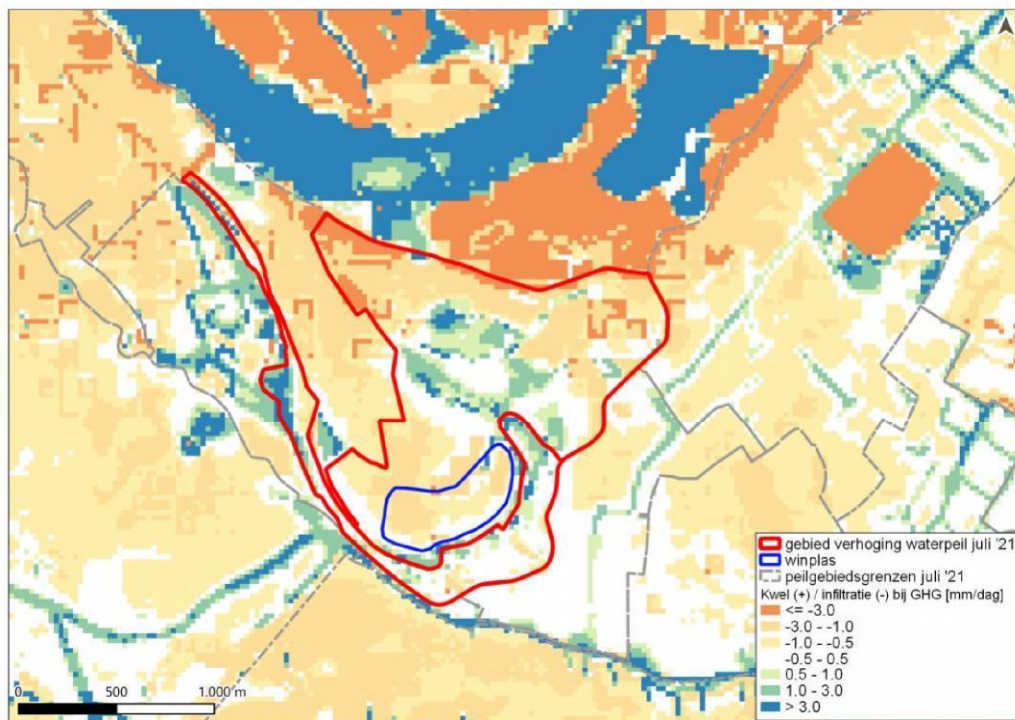
Laagwater	Huidig	Scenario NAP +9,50 m		
	netto m3/d	netto m3/d	verschil m3/d	%
OOY001	8.396	8.725	329	3,9
OOY002	577	585	8	1,4
OOY003	-758	-758	1	-0,1
OOY004	-46	-45	0	0,0
OOY005	-869	-870	0	0,0
OOY006	-8.873	-8.882	-10	0,1
OOY007	299	302	3	1,0

Laagwater	Huidig	Scenario NAP +9,50 m		
OOY008	-678	-660	18	-2,7
OOY009	6	9	3	50,0
OOY010-oost	38	0	-38	-100,0
OOY010-west	-2.989	-2.986	3	-0,1
OOY011	39	0	-39	-100,0
OOY012	-484	-360	124	-25,6
OOY013	2.150	2.284	134	6,2
OOY014	213	230	17	8,0
OOY015	-1.030	-979	51	-5,0
OOY016	-1.985	-1.987	-2	0,1
totaal	-5.994	-5.392	602	-10,0

#### GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand)

Op afbeelding 7.26 is te zien dat bij de GHG-situatie in de huidige situatie hogere delen infiltreren en bij de lagere delen en watergangen kwel optreedt.

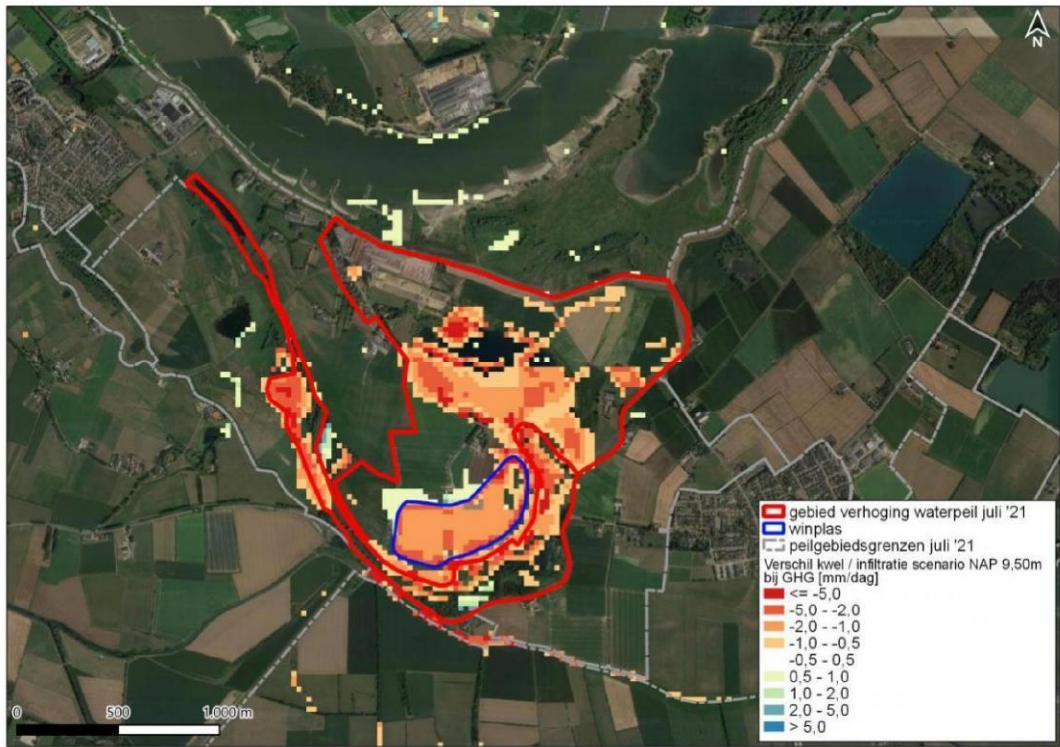
Afbeelding 7.26 Kwel (+ blauw) en infiltratie (- oranje) in de huidige situatie tijdens GHG situatie (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)





Afbeelding 7.27 toont dat bij het scenario de kwel afneemt in peilvakken OOO10-oost en OOO11 bij de GHG-situatie.

Afbeelding 7.27 Verandering in berekende kwel/flux (rood=afname kwel of toename infiltratie, blauw=toename kwel of afname infiltratie) in het MORIA-model tijdens de GHG-situatie door het scenario NAP +9,50 m



Tabel 7.4 geeft een overzicht van de netto kwel of wegzijging (infiltratie) naar het oppervlaktewatersysteem per peilvak in de GHG-situatie. In de tabel is een vergelijkbaar patroon te zien als bij de hoogwater situatie.

Tabel 7.4 Overzichtstabel met netto kwel (+) of wegzijging (-) per peilvak en de verandering door het scenario bij GHG

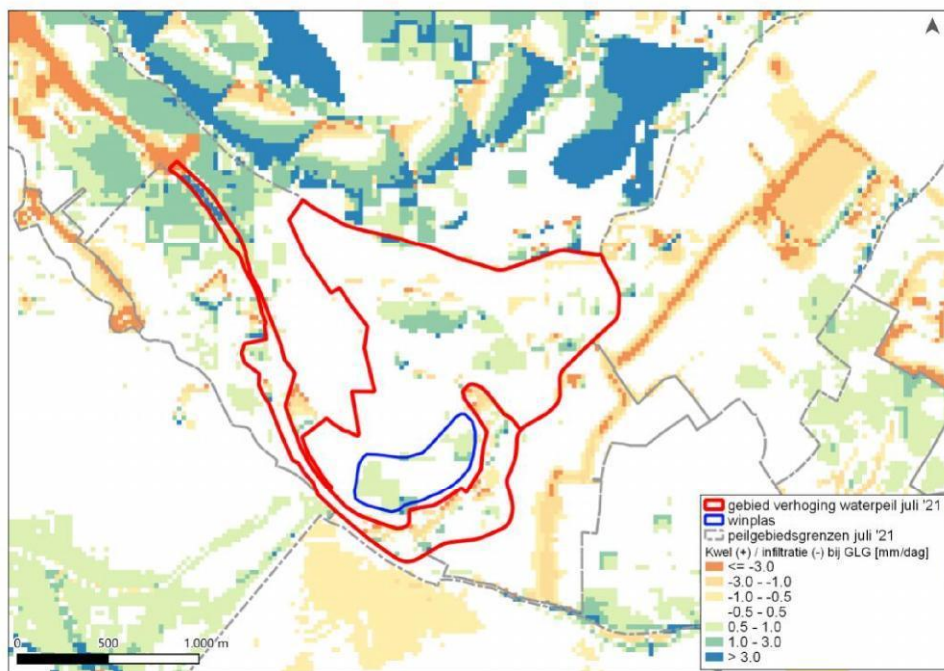
GHG	Huidig	Scenario NAP +9,50 m		
	netto m3/d	netto m3/d	verschil m3/d	%
OOY001	21.774	21.716	-59	-0,3
OOY002	1.518	1.520	1	0,1
OOY003	-486	-486	0	0,0
OOY004	-1	-1	0	0,0
OOY005	1.886	1.873	-13	-0,7
OOY006	-70	-93	-23	32,9
OOY007	643	642	-1	-0,2
OOY008	105	107	2	1,9
OOY009	1.838	1.912	74	4,0

GHG	Huidig	Scenario NAP +9,50 m		
OOY010-oost	2.026	486	-1.540	-76,0
OOY010-west	-467	-436	31	-6,6
OOY011	621	0	-621	-100,0
OOY012	734	666	-68	-9,3
OOY013	6.042	5.836	-206	-3,4
OOY014	1.106	1.104	-2	-0,2
OOY015	5.444	5.438	-6	-0,1
OOY016	1.296	1.286	-10	-0,8
totaal	44.009	41.570	-2.439	-5,5

#### GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand)

Afbeelding 7.28 toont de kwel en infiltratie in de GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) situatie in de huidige situatie. In de Waal treedt kwel op en in de polders wat verder van de Waal af ook. De watergangen in de omliggende peilvakken infiltreren.

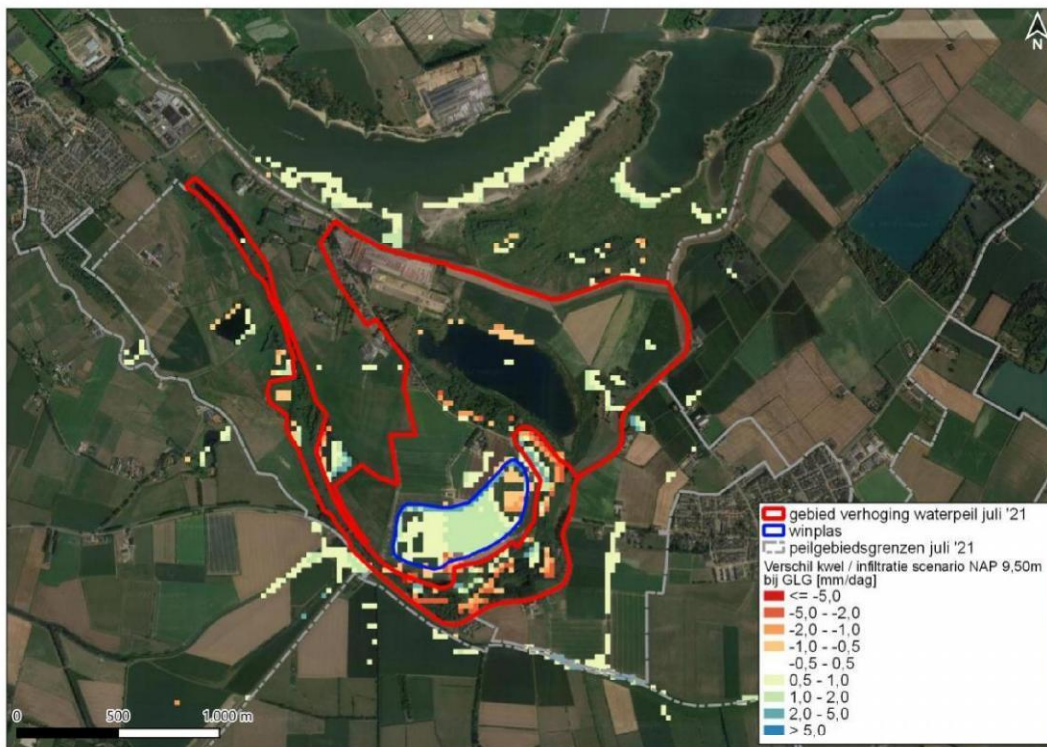
Afbeelding 7.28 Kwel (+ blauw) en infiltratie (- oranje) in de huidige situatie tijdens GLG situatie (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



Bij het scenario neemt de vooral de infiltratie in zandwinningsplas toe.



Afbeelding 7.29 Verandering in berekende kwelflux (rood=afname kwel of toename infiltratie, blauw=toename kwel of afname infiltratie) in het MORIA-model tijdens de GLG-situatie door het scenario NAP +9,50 m



Tabel 7.5 geeft een overzicht van de netto kwel of wegzijging (infiltratie) naar het oppervlaktewatersysteem per peilvak in de GLG-situatie. In de tabel is te zien dat door maatregelen de netto wegzijging in de peilvakken met netto wegzijging afneemt. Daarnaast is te zien dat in de peilvakken met peilopzet de kwel afneemt en de kwel in peilvakken OOO001, OOO002, OOO009 en OOO013 toeneemt.

Tabel 7.5 Overzichtstabel met netto kwel (+) of wegzijging (-) per peilvak en de verandering door het scenario bij GLG

GLG	Huidig	Scenario NAP +9,50 m		
	netto m3/d	netto m3/d	verschil m3/d	%
OOY001	6.318	6.554	236	3,7
OOY002	398	415	17	4,3
OOY003	-584	-573	12	-2,1
OOY004	-60	-60	1	-1,7
OOY005	-897	-899	-2	0,2
OOY006	-8.061	-8.079	-17	0,2
OOY007	254	255	1	0,4
OOY008	-710	-700	10	-1,4
OOY009	2	39	37	1850,0
OOY010-oost	34	0	-34	-100,0

GLG	Huidig	Scenario NAP +9,50 m		
OOY010-west	-2.850	-2.850	0	0,0
OOY011	49	0	-49	-100,0
OOY012	-936	-782	154	-16,5
OOY013	843	917	74	8,8
OOY014	-494	-484	10	-2,0
OOY015	-1.769	-1.742	27	-1,5
OOY016	-2.680	-2.683	-2	0,1
totaal	-11.143	-10.672	471	-4,2

## 7.5 Resultaten scenario landbouw effecten

Deze paragraaf beschrijft de effecten van de ingrepen op de landbouwopbrengsten doormiddel van de Waterwijzer Landbouw tool. De landbouwschade wordt met de Waterwijzer Landbouw tool bepaald aan de hand van de GHG, GLG, bodemtype en type gewas. De landbouwschade wordt uitgedrukt in doelrealisatie. 100 % doelrealisatie betekent dat de grondwaterkarakteristieken optimaal zijn voor het type gewas en bodem. 90 % doelrealisatie betekent dat de er 10 % van de opbrengstderving is dus dat de opbrengst 90 % is ten opzichte van de optimale grondwaterkarakteristieken voor het bodemtype en de gewaskeuze.

De basisregistratie percelen (BRP) is gebruikt als basis voor het gewastype. Percelen die inmiddels een natuurfunctie hebben (door functieverandering) zijn weggelaten. De gebruikte bodemkaart is de bodemfysische eenhedenkaart (BOFEK2020) van de WUR. De effecten zijn enkel voor het Nederlandse deel berekend. Enerzijds omdat voor de situatie in Duitsland niet met de betreffende tool kan worden gewerkt. Anderzijds laten resultaten zien dat daar geen significant effect te verwachten is. Uit de modelstudie blijkt namelijk dat voor de Duitse percelen voornamelijk een stijging van opbrengsten te verwachten is. Er is dus een meer stabiele grondwaterstand met minder grote pieken en dalen. Dat is gunstig voor de landbouw.

Afbeelding 7.30 toont de landbouwdoelrealisatie in de huidige situatie.

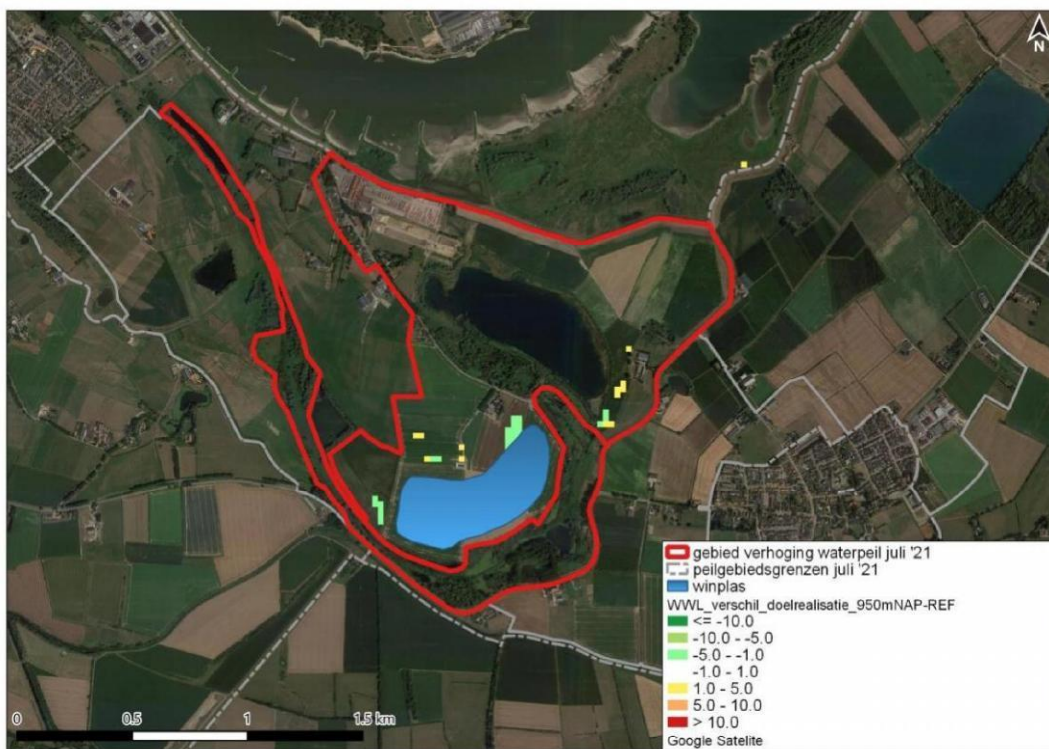


Afbeelding 7.30 Landbouw doelrealisatie in procenten huidige situatie (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



Afbeelding 7.31 toont de verandering van de landbouw doelrealisatie scenario NAP +9,50 m. Daaronder is de verandering opgesplitst in droogteschade, direct natschade en indirecte natschade. Directe natschade komt door zuurstoftekort bij de wortels. Indirecte natschade is het gevolg van een verschuiving in het groeiseizoen in verband met te natte omstandigheden om grondbewerking te kunnen uitvoeren. Te zien is dat rondom de zandwinningsplas wisselend stijging en daling van de doelrealisatie te zien is. Dit komt doordat de natschade toe neemt maar de droogteschade af waardoor er op sommige pixels een licht positief effect is. Op sommige plekken rondom de winplas is de afname van de droogteschade groter dan de toename van natschade waardoor er een positief effect is op de doelrealisatie. Rondom de winplas is ook bij sommige pixels de toename van de natschade groter dan de afname van de droogteschade.

Afbeelding 7.31 Verandering in landbouwopbrengst derving in procentpunten door scenario NAP +9,50 m (rood (+) is afname van de doelrealisatie en groen (-) is een toename van de doelrealisatie)



Afbeelding 7.32 Verschil in doelrealisatie door directe natschade, indirecte natschade en droogteschade



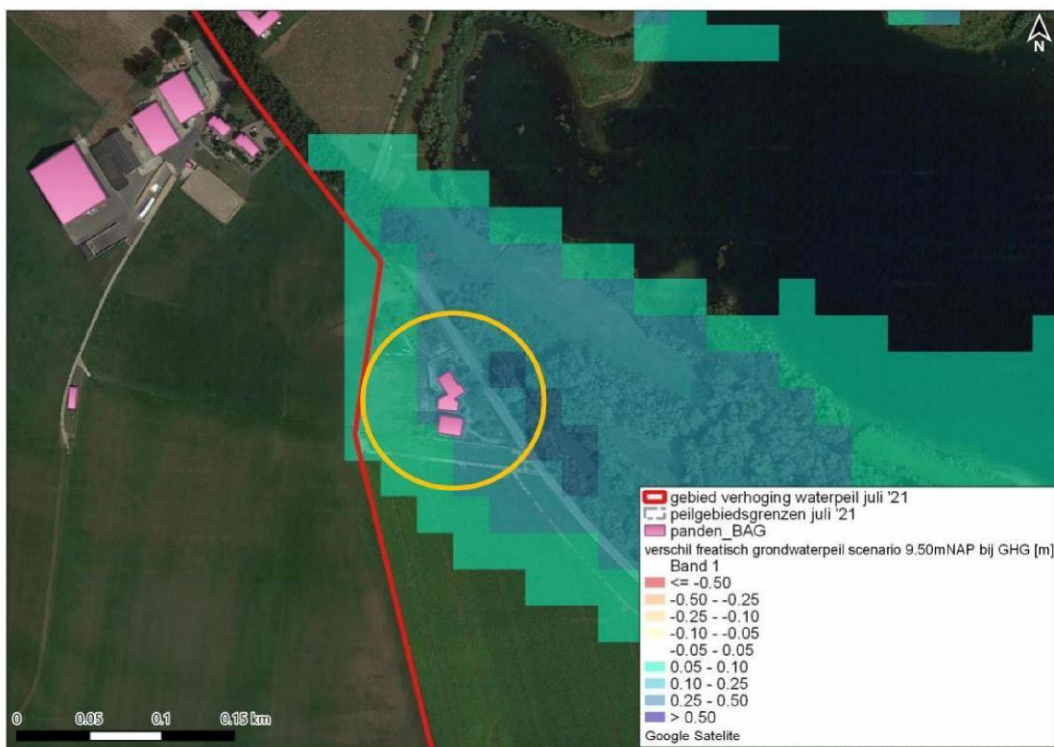
## 7.6 Resultaten scenario risico op grondwateroverlast bebouwing

Om na te gaan wat het effect op het risico is op grondwateroverlast wordt gekeken naar de ontwateringsdiepte. De ontwateringsdiepte is de afstand tussen het maaiveld en de freatische grondwaterstand. Een ontwateringsdiepte kleiner dan 1,0 m of 0,7 m (afhankelijk van type bebouwing, onder andere kruipruimte) geeft risico op grondwateroverlast.

Afbeelding 7.33 laat zien bij welke panden een stijging van de grondwaterstanden berekend is. Dit zijn de panden aan de Erlecomseweg 74. Bij deze panden is een mogelijke toename van het risico op grondwateroverlast als gevolg van de inrichtingsmaatregelen. Daarom is bij deze panden lokaal gekeken naar de geohydrologische situatie en hoe deze in het maaiveld liggen.

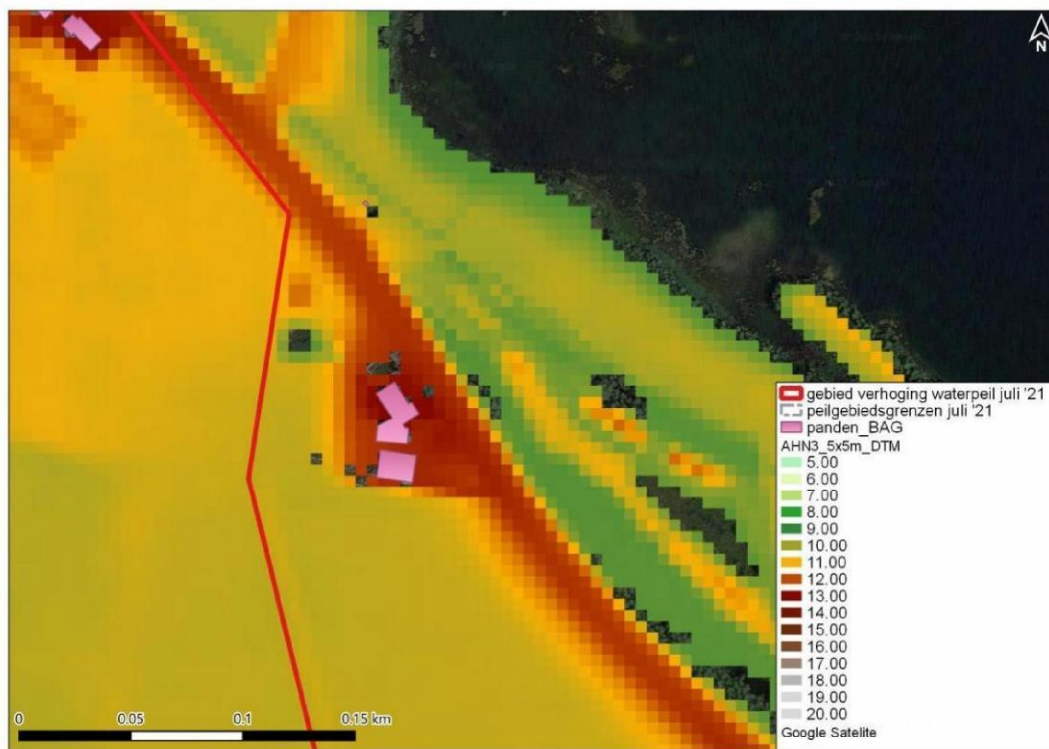


Afbeelding 7.33 Panden (oranje cirkel) waarbij er bij de GHG-situatie na maatregelen scenario NAP +9,50 m een stijging van de grondwaterstanden is berekend



Afbeelding 7.34 toont de hoogtekkaart van het maaiveld. Goed te zien is dat de Erlecomseweg en de panden verhoogd in het maaiveld liggen. Waardoor een kleine toename van de grondwaterstanden geen toename van risico op grondwateroverlast zal zijn. Hier zijn waarschijnlijk geen mitigerende maatregelen nodig.

Afbeelding 7.34 Nadere detaillering van het maaiveld rondom de panden met verhoging van de grondwaterstanden. De panden (blauwe cirkel) liggen verhoogd in het maaiveld waardoor het risico op grondoverlast minder is



#### Nadere uitwerking scenario risico wateroverlast op bebouwing

Het grondwatermodel is een regionaal model met een celgrootte van 25 x 25 m. Hierdoor zijn de modeluitkomsten niet direct representatief op pandniveau. Het geeft een indicatie waar effecten zijn te verwachten. Bij het scenario zijn enkele panden waar mogelijk een toename van het risico op wateroverlast toeneemt. Bij deze panden is een nadere analyse gedaan, door beter naar het lokale maaiveldniveau te kijken. De meeste panden in het gebied liggen verhoogd in het gebied. Hierdoor neemt het risico op grondwateroverlast af. In afbeelding 7.34 is te zien dat bij de meeste de panden verhoogd in het maaiveld liggen. Bij de panden aan de Erlecomseweg 7, 9 en 11 blijkt uit de maaiveldanalyse dat er panden zijn met een toename op het risico van grondwateroverlast en dat deze panden niet verhoogd in het maaiveld liggen. Dus bij deze panden is er een reëel risico op toename van grondwateroverlast. Hier zijn mitigerende maatregelen nodig.

## 7.7 Conclusie

De volgende conclusies volgen uit de modelstudie:

- door de voorgenomen maatregelen wordt gemiddeld ruim 155.000m<sup>3</sup>/jaar water gebufferd, de afvoer neemt met 71 % af;
- de zandwinning nivelleert de grondwaterstanden rondom de nieuwe plas, dit betekent dat bij lage grondwaterstanden het niveau hoger wordt (tussen de 5 en 25 cm), en bij hoge grondwaterstanden wordt het niveau juist lager (tot 50 cm) . De zandwinningsplas heeft daarmee een positief effect op omliggende grondwaterstanden in tijden van droogte. De grondwaterstanden worden dan hoger dan dat ze in de huidige situatie zijn. Dit komt door de betere interactie tussen de verschillende watervoerende bodemlagen in de ondergrond;
- het opzetten van het streefpeil in het plangebied heeft een verhoging van de grondwaterstand tot gevolg. Dit effect wordt echter rondom de zandwinning in natte perioden te niet gedaan door het nivellerende effect van de zandwinning. De verlaging door de zandwinning is nabij de plas groter dan de



verhoging van de peilopzet. Verder van de zandwinning af is er wel sprake van vernatting in natte perioden door de peilopzet. Er zullen lokaal, in samenspraak met de betreffende agrariërs, mogelijk plaatselijk wat maaiveldaanpassingen moeten plaatsvinden (ophogingen van max 10 cm) om deze vernatting te compenseren;

- door het opzetten van het streefpeil(vernatten) is er bij de situaties met hoge grondwaterstanden sprake van afname van kwel. Dit komt doordat de hogere grondwaterstanden een hogere tegendruk leveren waardoor dus de kwel afneemt. Afname van kwel lijkt negatief voor de natuur maar dat is het dus niet omdat de grondwaterstand hoger staat. De omliggende peilvakken laten een toename van kwel zien (of afname van wegzijging). Bij enkele van de omliggende peilvakken is de toename van de kwelflux groter dan 2 %, dit is tegen de beleidsregels van het waterschap. Naar de polder in het geheel kijkend is te zien dat in de natte perioden (GHG en hoogwater situatie) de afvoer van kwelflux afneemt, waardoor de druk op het Hollandsch Duitsch Gemaal wordt verminderd. Bij de drogere perioden is in het geheel een hogere afvoer van de kwelflux, dit is positief voor de doorstroming van het oppervlaktewater;
- er loopt momenteel een verkenning droogteproblematiek waarin verschillende oplossingsrichtingen worden geïnventariseerd, waaronder peilopzet. Voorgestelde maatregelen uit deze modelstudie laten zien dat deze peilmaatregelen een gunstig effect hebben op de droogteproblematiek in de omliggende peilgebieden;
- in het plangebied neemt de landbouwopbrengst lokaal af en lokaal toe. Dit komt doordat de natschade toe neemt maar de droogteschade af. Bij sommige pixels is de afname van de droogteschade groter dan de toename van de natschade wat een positief effect heeft op de doelrealisatie en andere pixels is het weer andersom;
- bij het scenario is er minimale toename van het risico op grondwateroverlast bij bebouwing te zien. Enkel bij de panden aan de Erlecomseweg 74 is een toename van meer dan 5 cm grondwaterstandsstijging berekend. Maar de panden liggen verhoogd in het maaiveld waardoor geen verhoogd risico op grondwateroverlast te verwachten is. Bij de panden langs de Erlecomseweg 7, 9 en 11 zijn mogelijk wel mitigerende maatregelen nodig, dit dient in een nadere uitwerking nader uitgewerkt te worden.

## SCENARIO: WATERPEIL OPZETTEN TOT NAP +9,65 M

### 8.1 Scenariobeschrijving

Deze paragraaf beschrijft het doorgerekende scenario voor het projectgebied van de Ooijse Graaf. De volgende aanpassingen zijn in dit scenario meegenomen:

- 1 invoeren van de zandwinningsplas;
- 2 peilvak OOOY010 splitsen en oostelijk deel samen met peilvak OOOY011 peil opzetten tot NAP +9,65 m;
- 3 hiertoe is een nieuwe stuw nodig ten oosten ( iets stroomopwaarts) van stuw Thornsche molen.

Afbeelding 8.2 toont de locatie van de zandwinningsplas en het gebied waar peil opzet tot NAP +9,65 m is voorzien. Het nieuwe peilvak OOOY010-oost bestaat uit het oostelijke deel van oorspronkelijk peilvak OOOY010 én peilvak OOOY011. Het nieuwe peilvak OOOY010-oost is nog weergegeven in twee delen, omdat de peilen in deze gebieden in de huidige situatie verschillend zijn. Er wordt dus echter geadviseerd om het peil in deze peilvakken gelijk te trekken als ze samen in een peilvak zijn gebundeld.

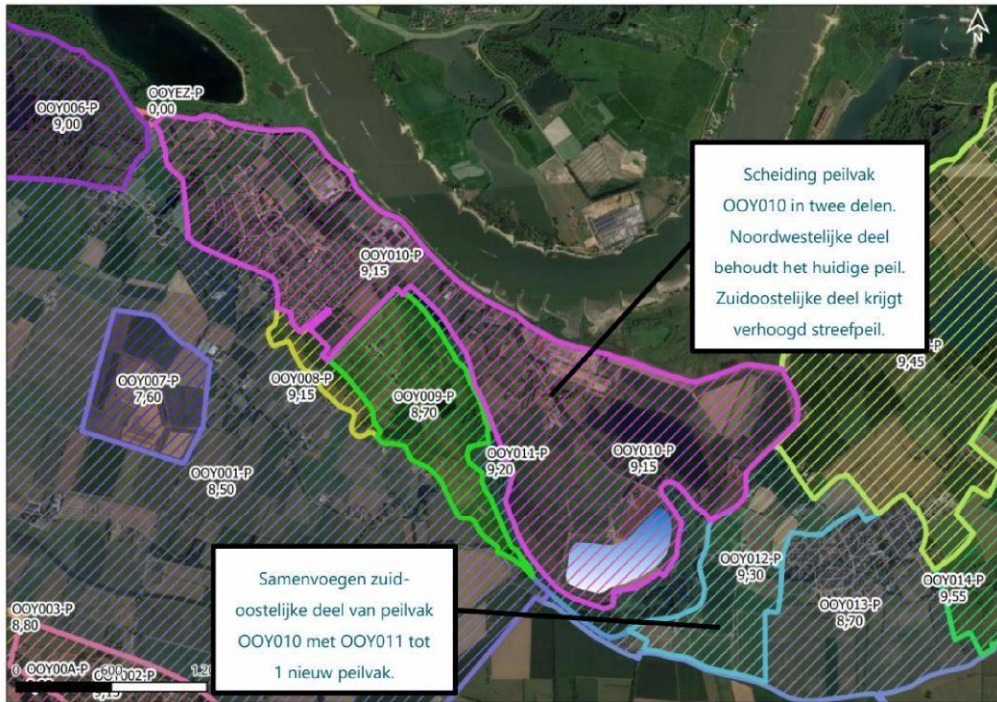
De watergang van het dorp Ooij tot de stuw Thornsche molen die het dorp Ooij en peilvakken OOOY009 en OOOY008 afwatert blijft behouden op het oude niveau van NAP +9,15 m. Deze stroomt direct naar de stuw Thornsche molen. Het dorp Erlecom, de plas Kraaijenhof, het rietmoeras en de nieuwe zandwinningsplas worden in streefpeil verhoogd tot NAP +9,65 m.

De resultaten van bovenstaand scenario zijn in dit hoofdstuk vergeleken met de huidige situatie. Daarbij wordt voor het effect op het risico is op grondwateroverlast gekeken naar de ontwateringsdiepte. De effecten op landbouw zijn bepaald met de Waterwijzer Landbouw rekentool van de WUR (Wageningen Universiteit). 'De effecten van de verschillende scenario's op de natuur komen terug in het MER, en zijn dus niet in deze rapportage opgenomen.

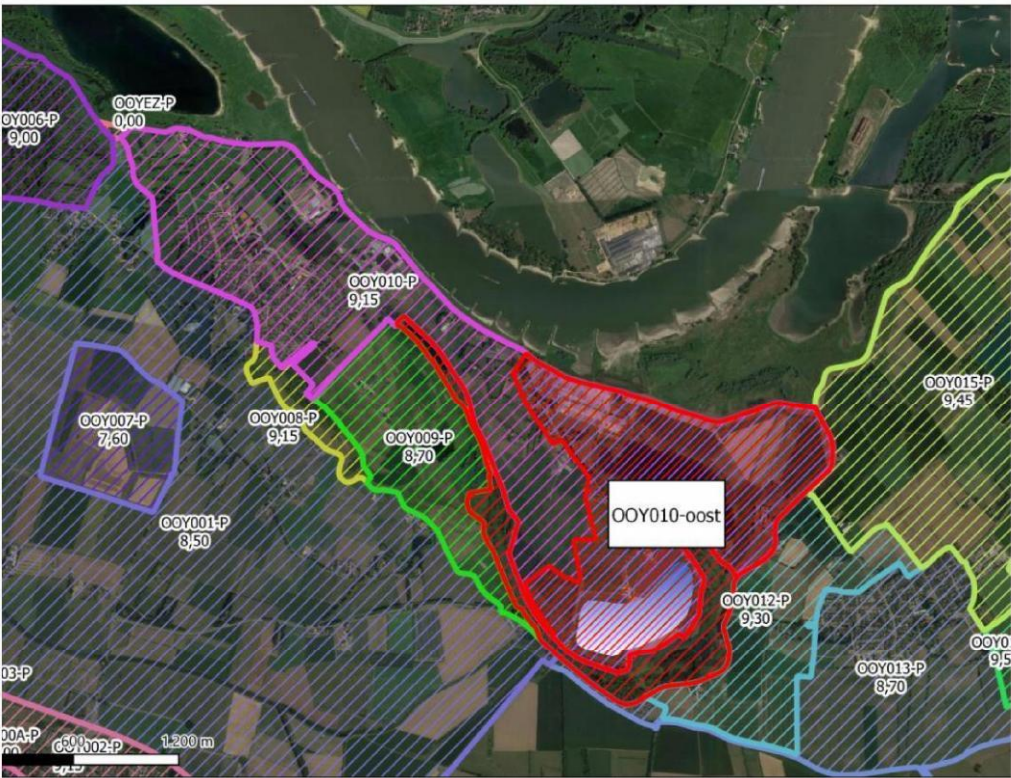
Met de grondeigenaar van de percelen in het projectgebied is afgesproken dat de vrijkomende bovengrond in het projectgebied gebruikt wordt om gronden die na realisatie van het plan beschikbaar blijven voor de landbouw op te hogen. De exacte locatie hiervoor wordt in overleg met de grondeigenaar afgestemd. Ook dienen de uitkomsten van de modelberekeningen als basis voor gesprekken met andere grond- en/of huiseigenaren over te verwachten effecten en eventueel benodigde mitigerende maatregelen.



Afbeelding 8.1 Streefpeilen huidige situatie van de peilvakken in de Ooijpolder



Afbeelding 8.2 Aanpassingen oppervlaktewater scenario waarin peilvak OUY010 is gesplitst en waar het in peil is opgehoogd tot NAP 9,65m





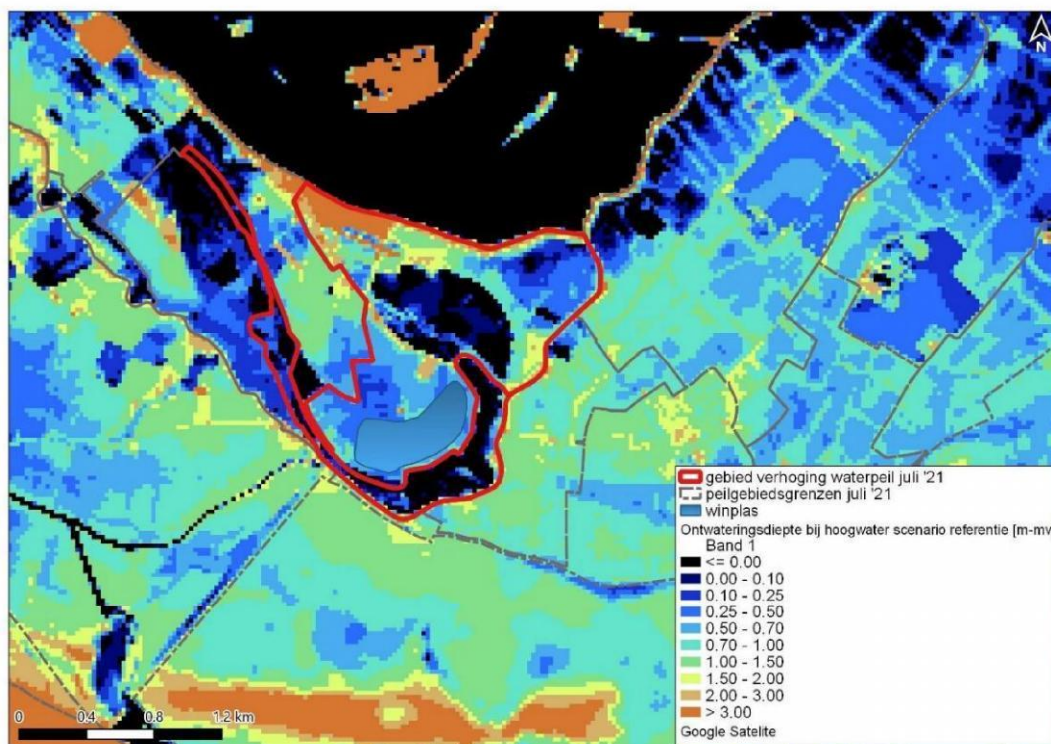
## 8.2 Resultaten scenario op grondwaterstanden maatgevende situaties

Deze paragraaf beschrijft de huidige grondwaterstanden en de effecten van het scenario met streefpeil NAP +9,65 m voor de maatgevende situaties (hoogwater, laagwater, GHG en GLG).

### Extreem hoogwater

Tijdens extreem hoogwater in de huidige situatie is te zien dat de freatische grondwaterstanden relatief dicht aan het maaiveld komen. Er is dus een kleine ontwateringsdiepte. Dit is te zien in afbeelding 8.3. Vooral het noordoostelijke deel van peilvak OOO009 heeft lage ontwateringsdiepten. Tevens is te zien dat de ontwateringsdiepte bij de landbouwpercelen in het noordoosten van peilvak OOO010 klein is.

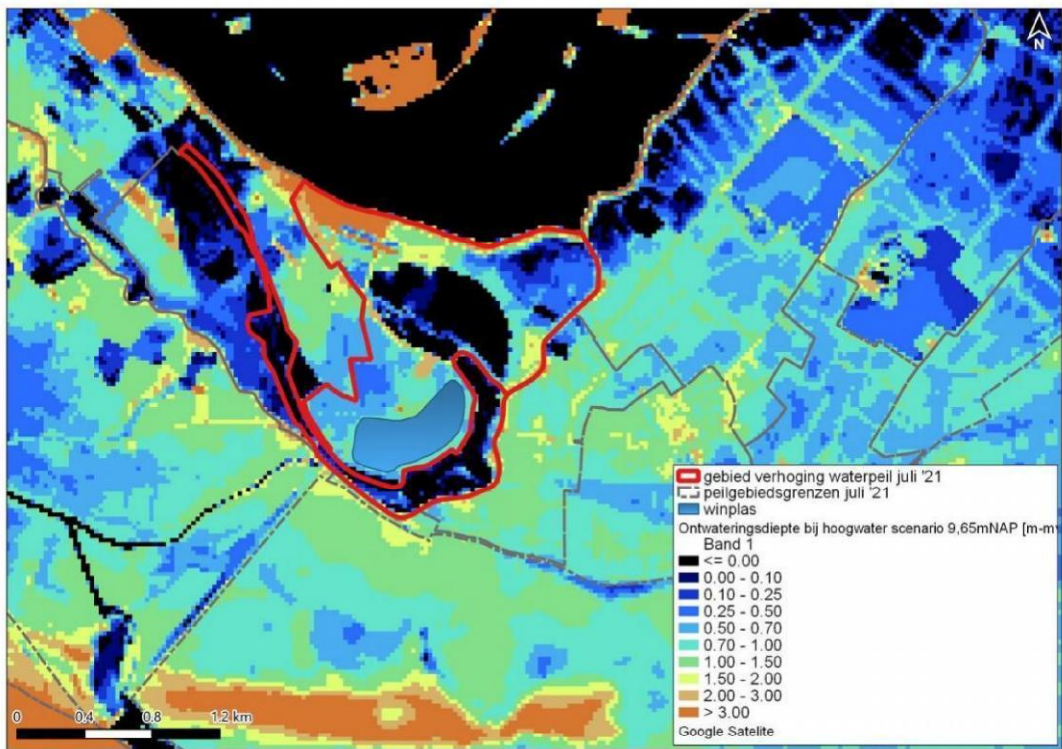
Afbeelding 8.3 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de huidige situatie bij hoogwater (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



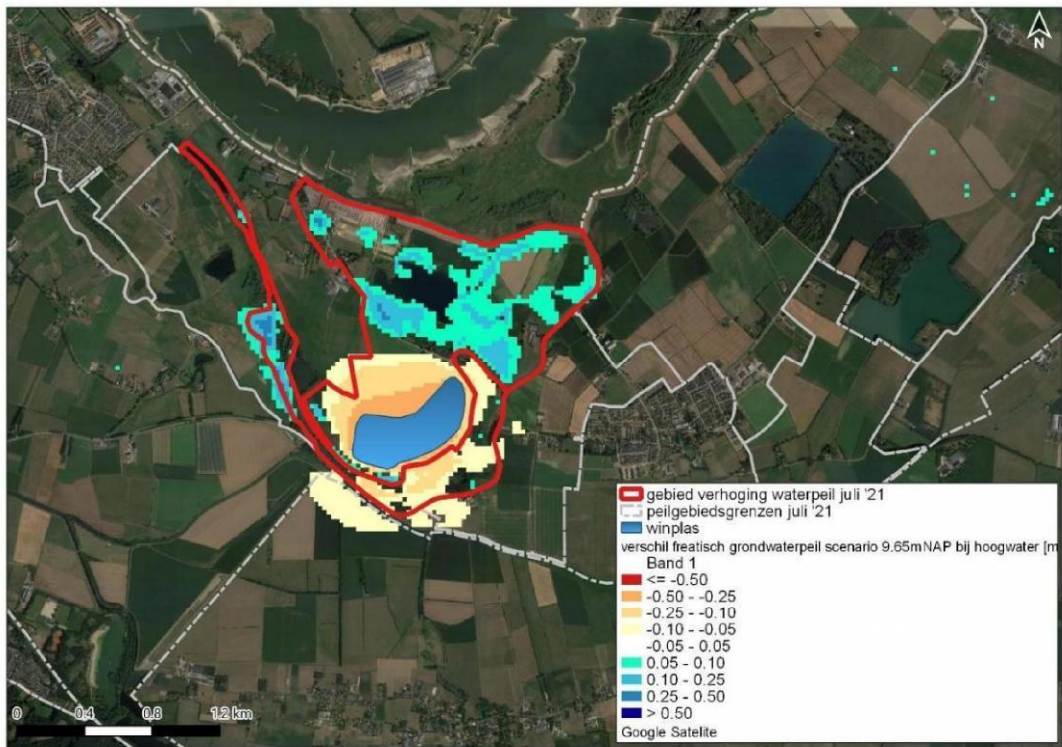
Afbeelding 8.4 geeft de verandering van de berekende freatische grondwaterstanden na het verhogen van het oppervlaktewaterpeil in peilvakken OOO011 en deels OOO010 tot NAP 9,65 m en het graven van de het rietmoeras en de nieuwe plas. Hierin is te zien dat ook de grondwaterstanden lokaal iets (circa 5 tot 10 cm) stijgen door het opzetten van het oppervlaktewaterpeil in het plangebied. De zandwinning laat een tegenovergesteld beeld zien. Door de zandwinning daalt de grondwaterstand rondom de nieuw te graven plas (circa 10 - 25 cm) bij hoog water. Dit komt door de nivellerende werking van plas. Dit nivellerende effect is niet tijdelijk maar blijvend en komt door extra opslagcapaciteit van open water ten opzichte van grondwater vanwege porositeit van de bodem. Daarnaast zijn de verschillende grondlagen beter met elkaar verbonden.



Afbeelding 8.4 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de nieuwe situatie scenario NAP +9,65 m bij hoogwater



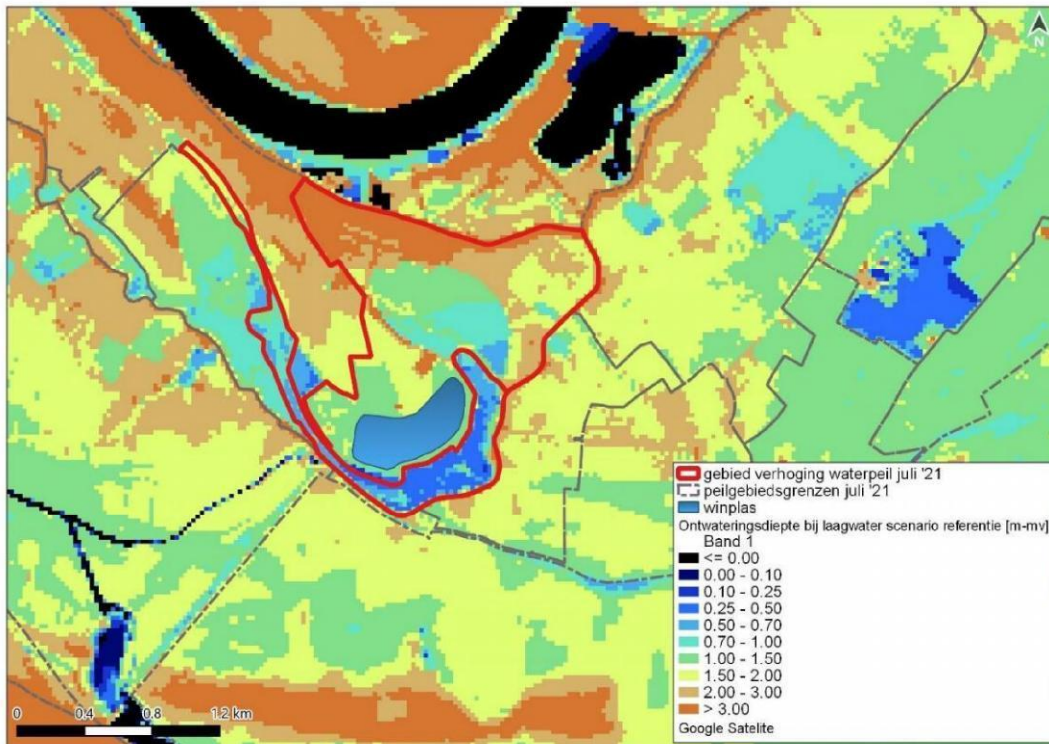
Afbeelding 8.5 Verschil freatische grondwaterstanden door scenario NAP +9,65 m bij hoogwater



### Extreem laagwater

Tijdens extreem laagwater in de huidige situatie is te zien dat de freatische grondwaterstanden relatief diep zitten en dat er in grote delen van het plan gezien een grotere ontwateringsdiepte is dan 1,50 m, zoals te zien op afbeelding 8.6. Bij het huidige rietmoeras is de grondwaterstand ook in deze situatie dicht aan maaiveld.

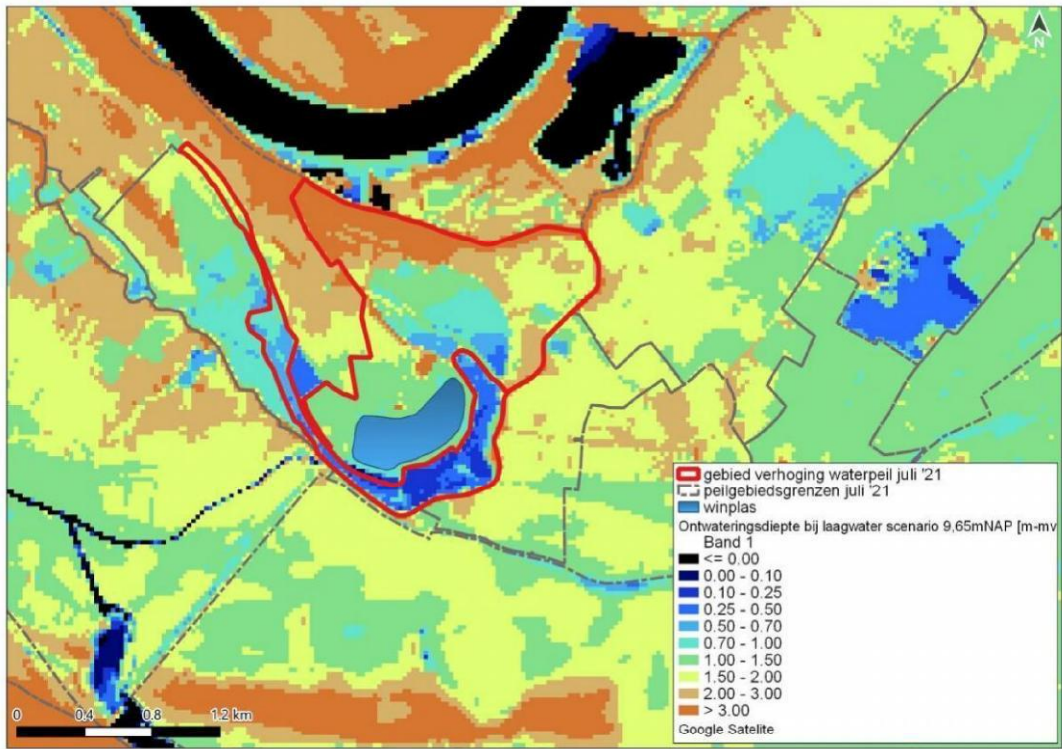
Afbeelding 8.6 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de huidige situatie bij laagwater (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



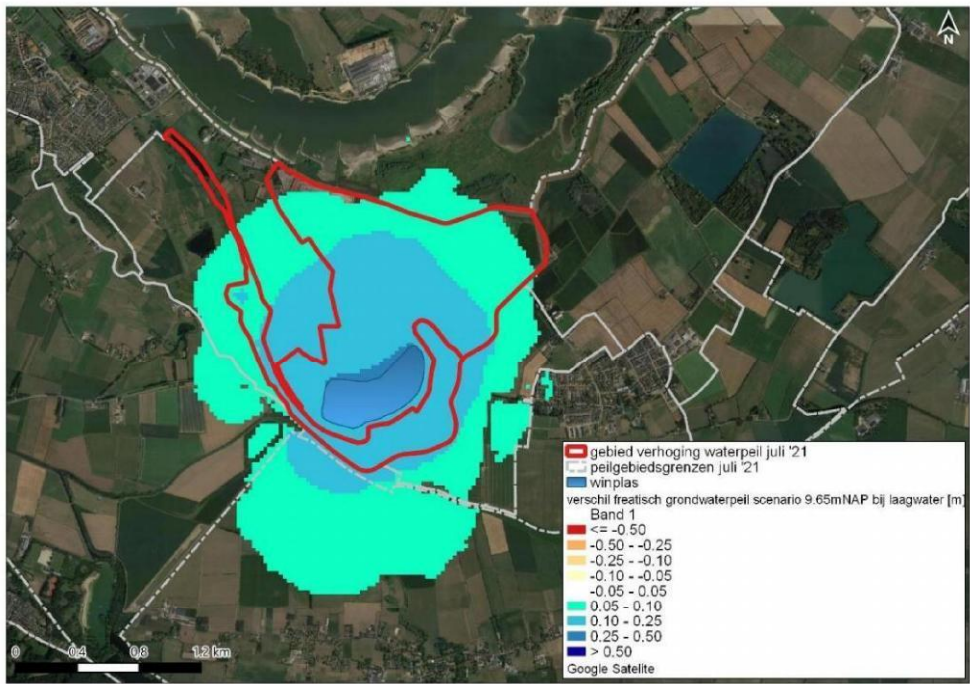
Afbeelding 8.7 toont de nieuwe ontwateringsdieptes in het scenario met peilverhoging tot NAP +9,65 m. De berekende grondwaterstanden van dit scenario laten vooral rondom de zandwinning een stijging van de grondwaterstanden bij laag water zien (circa 10 tot 25 cm). Dit komt waarschijnlijk door het nivellerende effect van de zandwinningsplas, waardoor de hogere grondwaterstanden lager worden en de lagere grondwaterstanden hoger. In de omliggende peilvakken zijn uitstralingseffecten van 5 tot 10 cm hogere grondwaterstanden bij laag water over een relatief groot gebied te zien, vooral in Duitsland en OOOY012 en OOOY001.



Afbeelding 8.7 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de nieuwe situatie scenario NAP +9,65 m bij laagwater



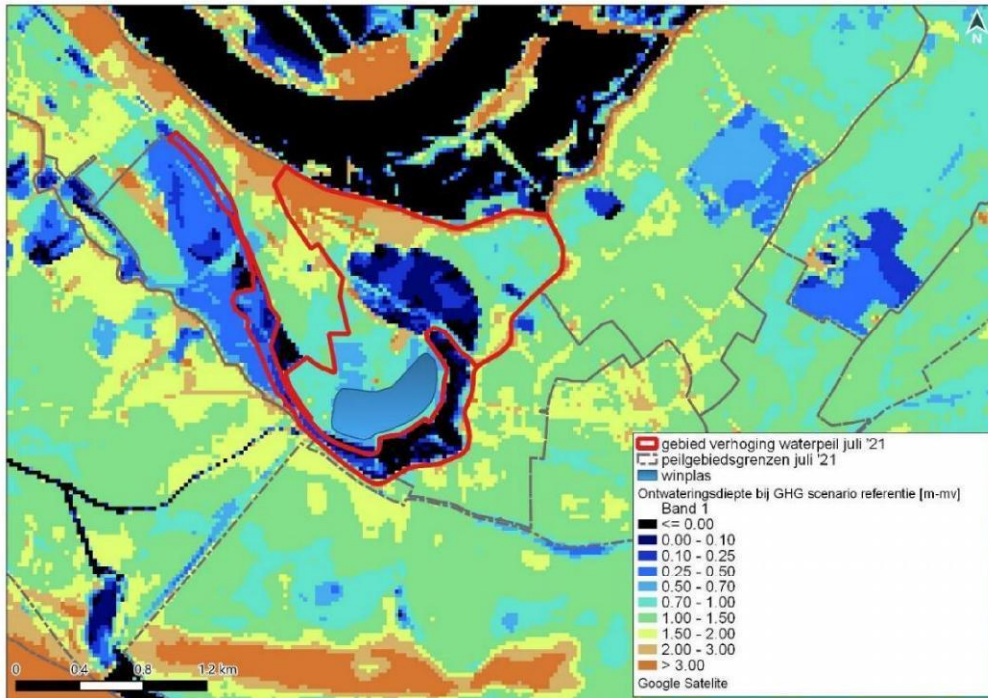
Afbeelding 8.8 Verschil freatische grondwaterstanden door scenario bij laagwater



### GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand)

Bij de GHG in de huidige situatie zijn hoge freatische grondwaterstanden te zien en dus lage ontwateringsdiepten, zie afbeelding 8.9. Dit is vooral bij de lagere delen van het maaiveld.

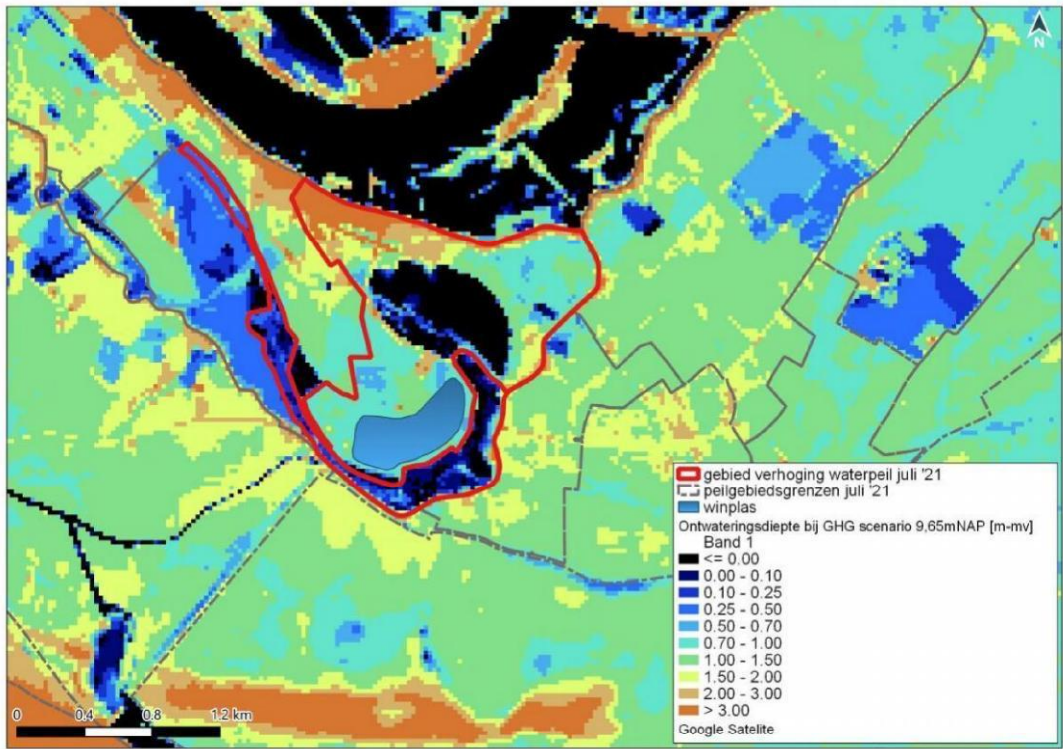
Afbeelding 8.9 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de huidige situatie bij GHG (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



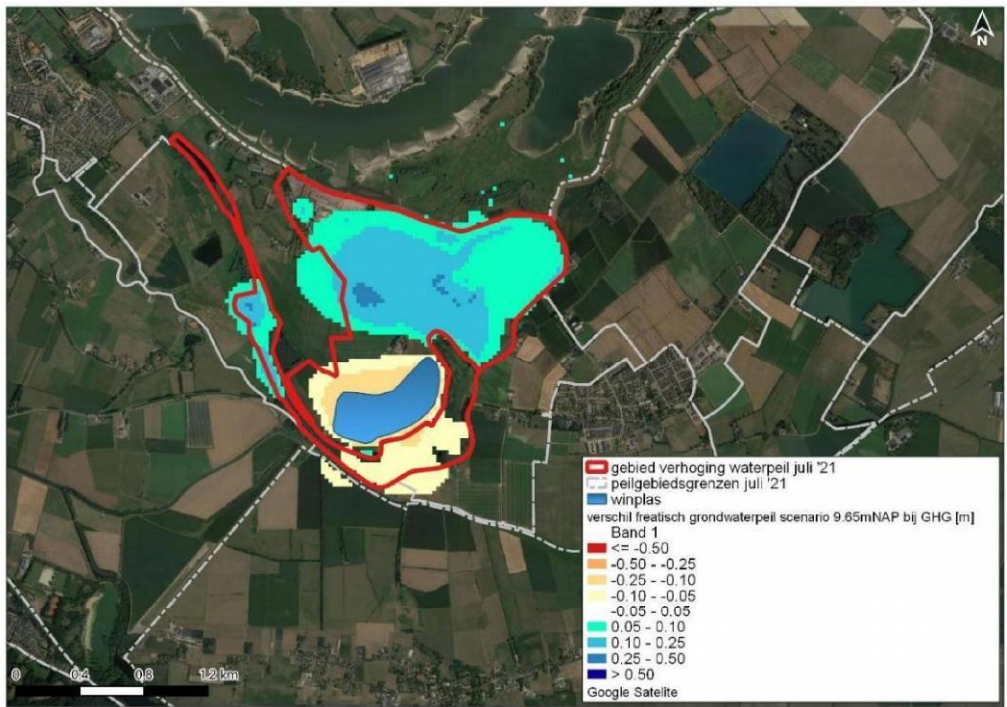
Afbeelding 8.11 toont het verschil in freatische grondwaterstanden berekend voor het scenario met peilopzet tot NAP +9,65 m. De effecten lijken op de hoogwatersituatie. Dus rondom de Kraaijenhof en ten westen van het plangebied een stijging van de grondwaterstanden (ongeveer 10 tot 25 cm) en lagere grondwaterstanden (ongeveer 10 tot 25 cm) rondom de zandwinning door het nivellerende effect.



Afbeelding 8.10 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de nieuwe situatie scenario NAP +9,65 m bij GHG-situatie



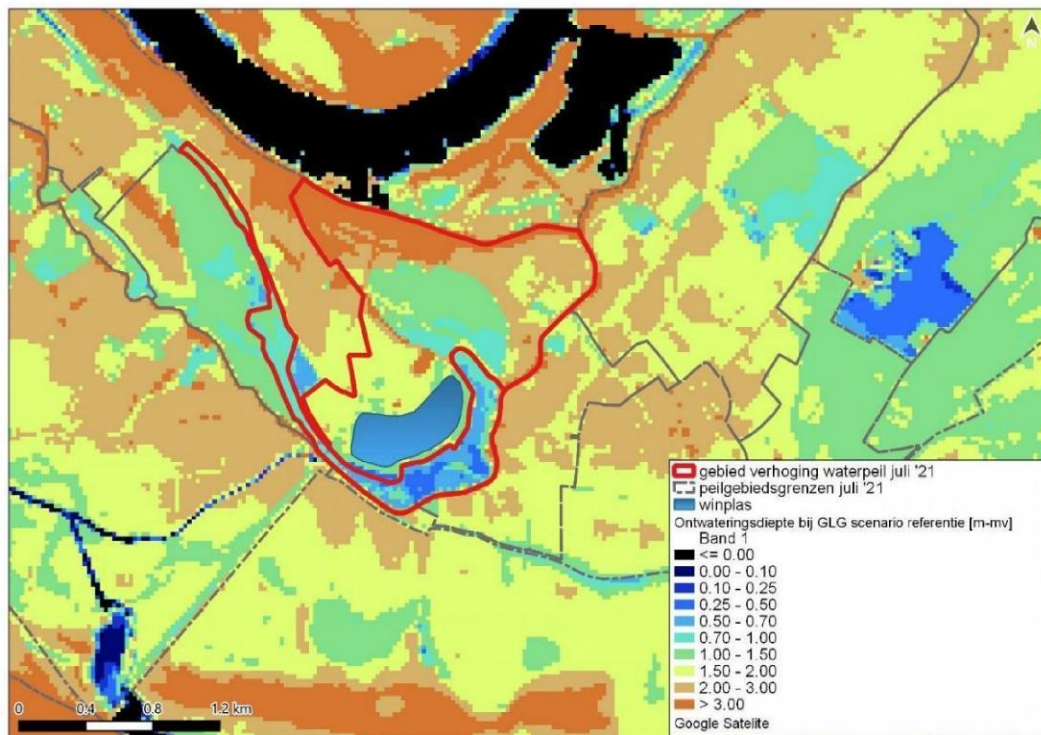
Afbeelding 8.11 Verschil freatische grondwaterstanden door scenario NAP +9,65 m bij GHG



### GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand)

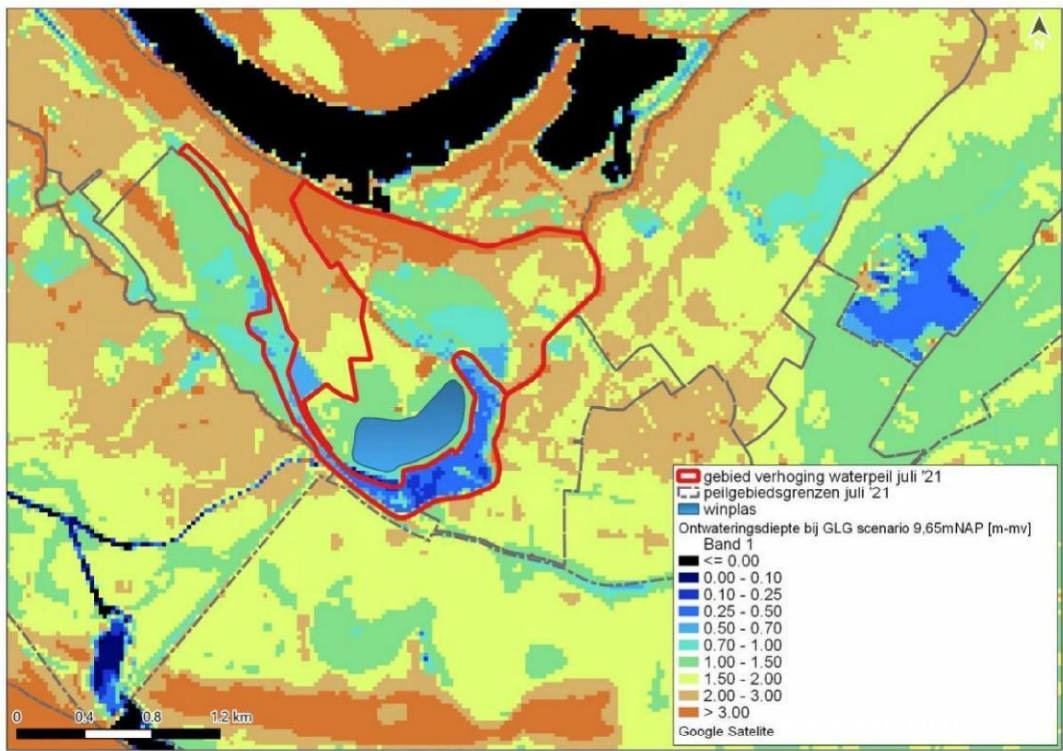
Afbeelding 8.13 toont de ontwateringsdiepte bij een GLG berekend voor het scenario met peilopzet tot NAP +9,65 m. De freatische grondwaterstanden tijdens de GLG-situatie en de effecten laten nagenoeg hetzelfde zien als bij de laagwater situatie. Vooral de zandwinning zorgt voor een nivellerend effect dat ervoor zorgt dat de GLG rondom de plas stijgt.

Afbeelding 8.12 Ontwateringsdiepte (maaveld minus freatische grondwaterstand) in de huidige situatie bij GLG (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)

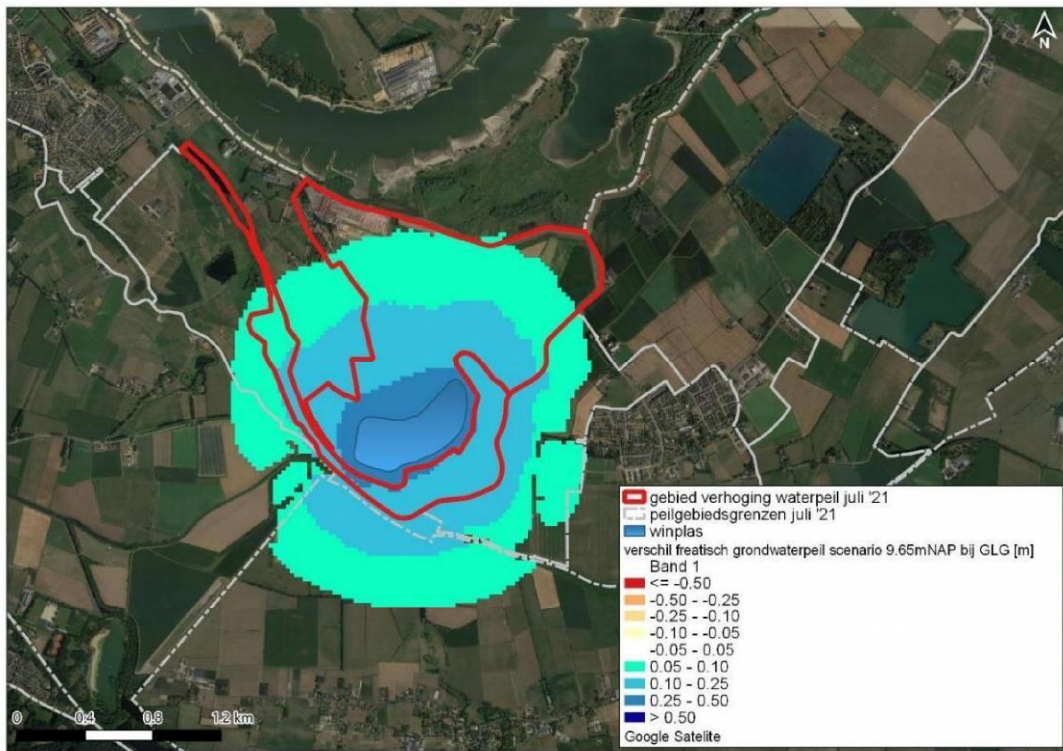




Afbeelding 8.13 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in de nieuwe situatie scenario NAP +9,65 m bij GLG-situatie



Afbeelding 8.14 Verschil freatische grondwaterstanden door scenario NAP +9,65 m bij GLG



### Tijdstijghoogte lijnen

Afbeelding 8.16 - afbeelding 8.19 laten de tijdstijghoogte lijnen zien bij de huidige situatie en het scenario op de locaties weergegeven op afbeelding 8.15. Deze locaties zijn gekozen omdat deze locaties typerend zijn voor de effecten op de grondwaterstanden.

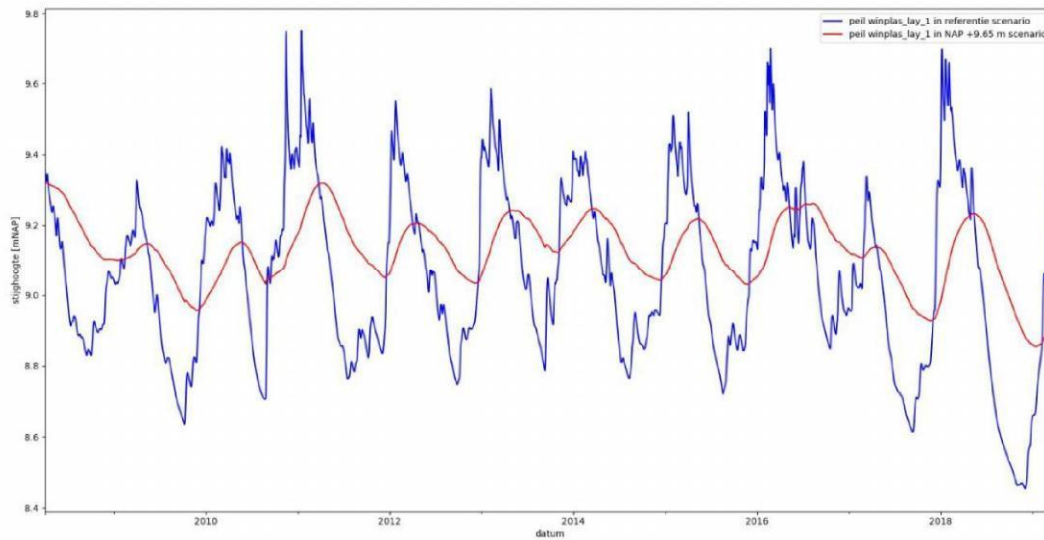
Afbeelding 8.15 Locaties van de tijdstijghoogte lijnen



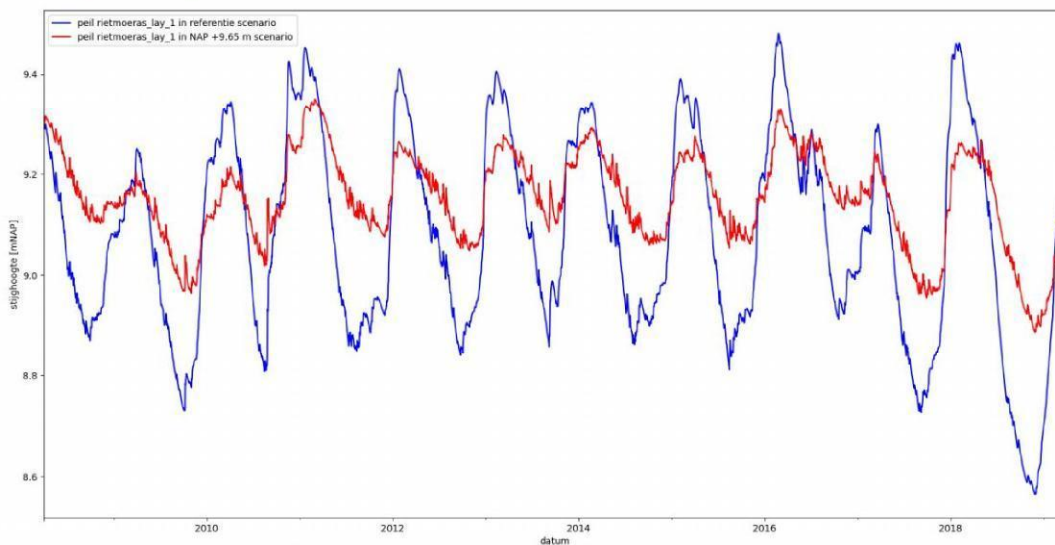
Afbeelding 8.16 en afbeelding 8.17 (tijdstijghoogtelijnen in de zandwinningsplas en het rietmoeras) laten goed het nivellerende effect van de plas zien: In de huidige situatie is er een grote variatie in grondwaterstanden gedurende het jaar, maar door de plas zijn de pieken iets lager en later. Hetzelfde geldt voor de dalen die zijn minder diep en ook later. Dit betekent dat de zandwinning en de peilverhoging ertoe leiden dat water beter in het gebied wordt vastgehouden en dat het later in het voorjaar uitzakt.



Afbeelding 8.16 Tijdstijghoogte lijnen in de zandwinningsplas voor het referentiescenario en het scenario NAP + 9,65 m

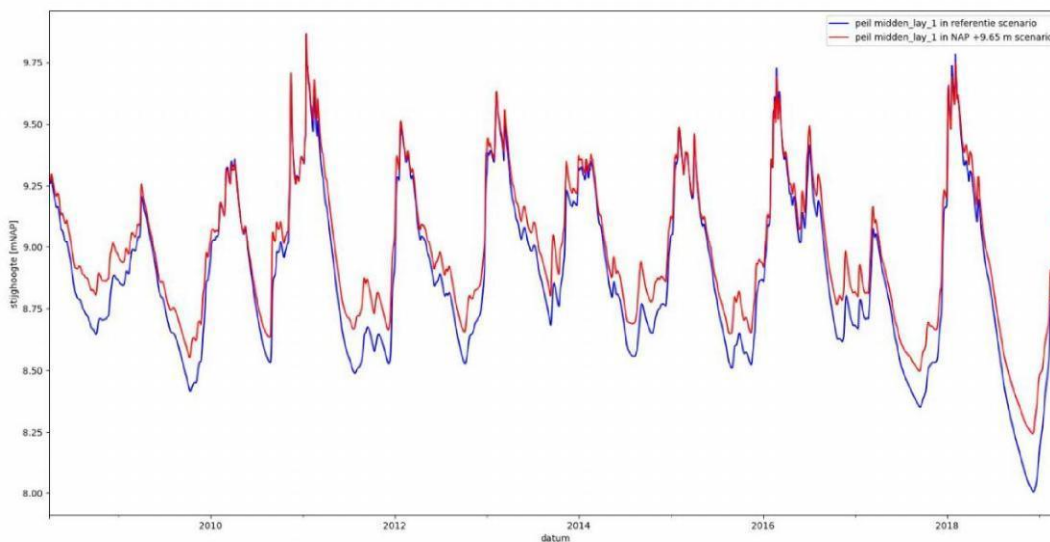


Afbeelding 8.17 Tijdstijghoogte lijnen in het rietmoeras voor het referentiescenario en het scenario NAP + 9,65 m



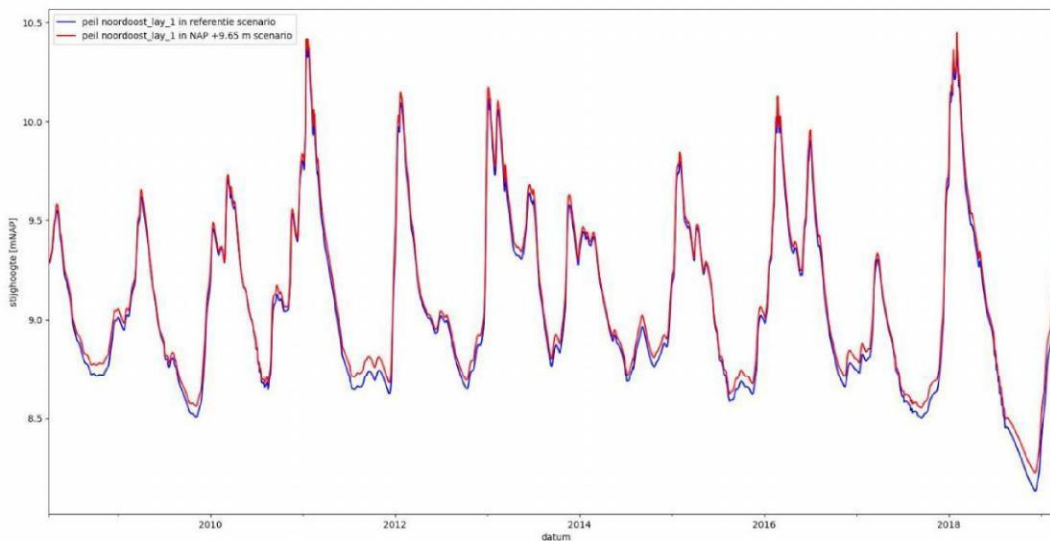
De grondwaterstanden op een perceel midden in het plangebied (zie afbeelding 8.18) laat wat betreft dynamiek eenzelfde verloop zien als in de huidige situatie maar gedurende het gehele jaar worden hogere waterstanden berekend, vooral gedurende de zomer (circa +0,20 m). In de winter stijgen de grondwaterstanden minder door de maatregelen (circa +0,10 m). Dit betekent dat het grondwater langer wordt vastgehouden in het gebied en niet of minder snel wordt afgevoerd. Het grotere verschil bij de lagere grondwaterstanden is waarschijnlijk te verklaren door het nivellerende effect van de zandwinningsplas.

Afbeelding 8.18 Tijdstijghoogtelijnen in een perceel midden in het gebied voor het referentiescenario en het scenario  
NAP +9,65 m



De tijdstijghoogtelijn van een landbouwperceel in het noordoosten van het plangebied (afbeelding 8.19) laat een kleine verhoging zien van de grondwaterstanden gedurende het jaar. De stijging van de waterstanden is vooral te zien gedurende de zomer (circa +0,20 m). In de winter stijgen de grondwaterstanden iets minder (circa +0,10 m).

Afbeelding 8.19 Tijdstijghoogte lijnen in een landbouwperceel in het noordoosten van het plangebied



### 8.3 Afvoerdebit uit nieuw peilvak OOOY010-Oost

Tabel 8.1 toont het de berekende afvoer uit het nieuwe peilvak OOOY010-oost met het MORIA-grondwatermodel. Te zien is dat door de winplas en het verhogen van het peil tot NAP +9,65 m de afvoer uit dit gebied vermindert met circa 83 %.

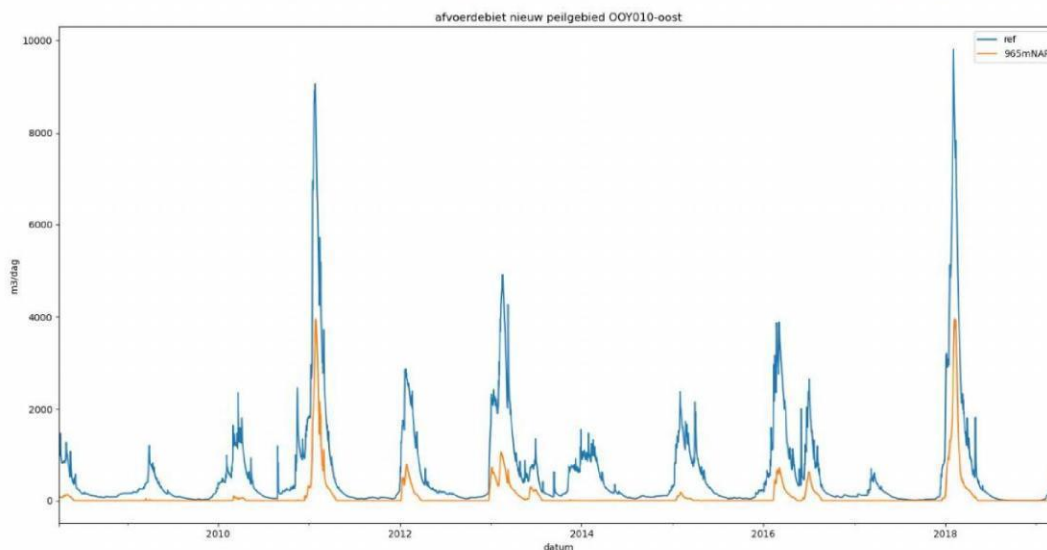


Tabel 8.1 Berekende gemiddelde afvoerdebit per jaar (over de gehele modelperiode) uit peilvak O0Y010-oost met het MORIA-grondwatermodel

Scenario	Gemiddeld afvoerdebit per jaar [m3/jaar]	Verandering t.o.v. referentie in %
referentie (peil NAP +9,15 m)	219.500	-
peilverhoging tot NAP +9,65 m	36.300	- 83

Afbeelding 8.20 toont het verloop van het afvoerdebit uit peilvak O0Y010-oost door de winplas en het verhogen van het peil tot NAP +9,65 m. Te zien is dat de afvoer pieken lager worden en dat er minder vaak en minder lang water afgevoerd wordt uit het peilgebied. In de referentiescenario is te zien dat er gedurende een aanzienlijk deel van het jaar afvoer wordt berekend vanuit peilvak O0Y010-oost met de piek in de winterperiode. Door de peilverhoging is nog enkel afvoer tijdens natte perioden en is er geen afvoer gedurende het grootste deel van het jaar.

Afbeelding 8.20 Berekende afvoer peilvak O0Y010-oost gedurende de modelperiode met het MORIA-grondwatermodel



## 8.4 Resultaten scenario op kwelflux

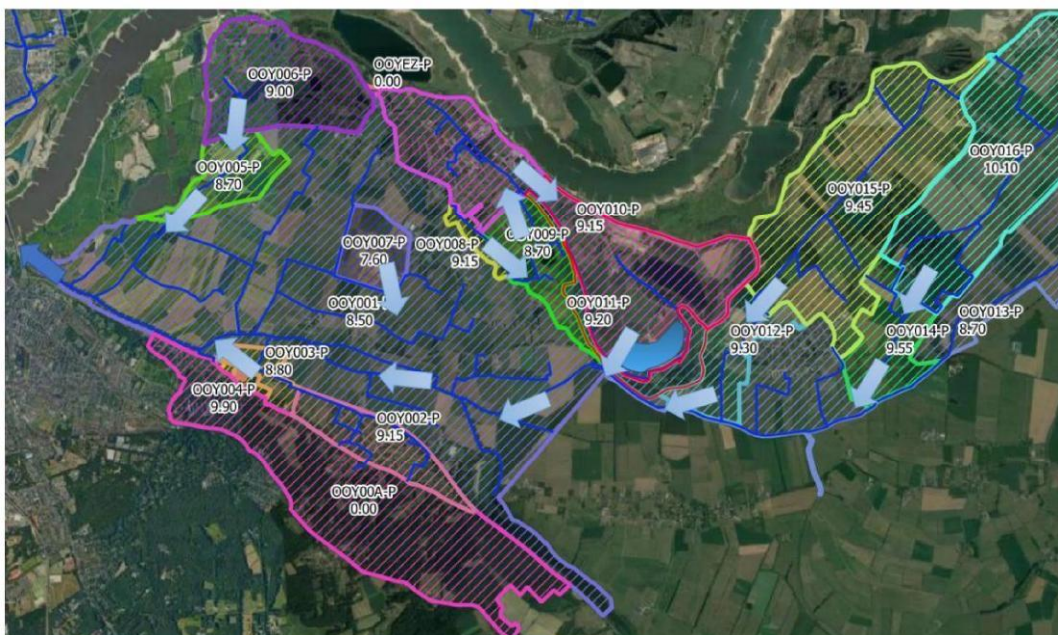
Deze paragraaf beschrijft de ruimtelijke effecten op kwel en infiltratie in en rondom het plangebied bij de maatgevende situaties (hoogwater, laagwater, GHG en GLG). Bij het opzetten van het streefpeil om het gebied te vernatten gaat de grondwaterstand omhoog. Doordat de grondwaterstand omhoogkomt neemt de hoeveelheid kwel vanaf dat moment door tegendruk van het water af. Een hogere grondwaterstand leidt dus tot afname van kwel in het projectgebied. Afname van kwel lijkt negatief voor de natuur maar dat is het in dit geval dus niet. Door de hogere grondwaterstand neemt de kwel rondom het projectgebied wel toe.

De peilvakken wateren trapsgewijs onder vrij verval af naar peilvak O0Y001. Dat vervolgens via het Hollands Duitsch Gemaal afwatert op de Waal. Behalve peilvakken O0Y007 en O0Y009 (indirect ook O0Y008), dat zijn onderbemalingsgebieden, die met een klein gemaal afwateren.

De verandering van kwelflux per peilvak dient gemitigeerd en/of gecompenseerd te worden. Een verandering van kwelflux mag maximaal 2 % beslaan [WSRL, 2012. Richtlijn kwel en wegzijging].

In het plangebied neemt de kwelflux substantieel af. In de omliggende peilvakken neemt de kwel toe. Voor de gehele polder betekent dit dat er tijdens de hoogwater en GHG-situatie een afname is van de totale kwelflux naar het oppervlaktewater. Er is dan dus een lagere afvoer van kwel bij het Hollands Duitsch Gemaal. Vooral bij hogere waterstanden op de Waal neemt het totale afvoer debiet af en hiermee wordt het Hollands Duitsch Gemaal ontlast tijdens deze natte periode. Hoewel de veranderingen in de kwelflux in de afzonderlijke peilvakken soms hoger is dan 2 % is het effect op de polder in het geheel 'gunstig' voor de waterhuishouding.

Afbeelding 8.21 Afwateringsrichting van de peilvakken rondom het plangebied (peilen geven de richting van afwatering aan richting Hollands Duitsch Gemaal)

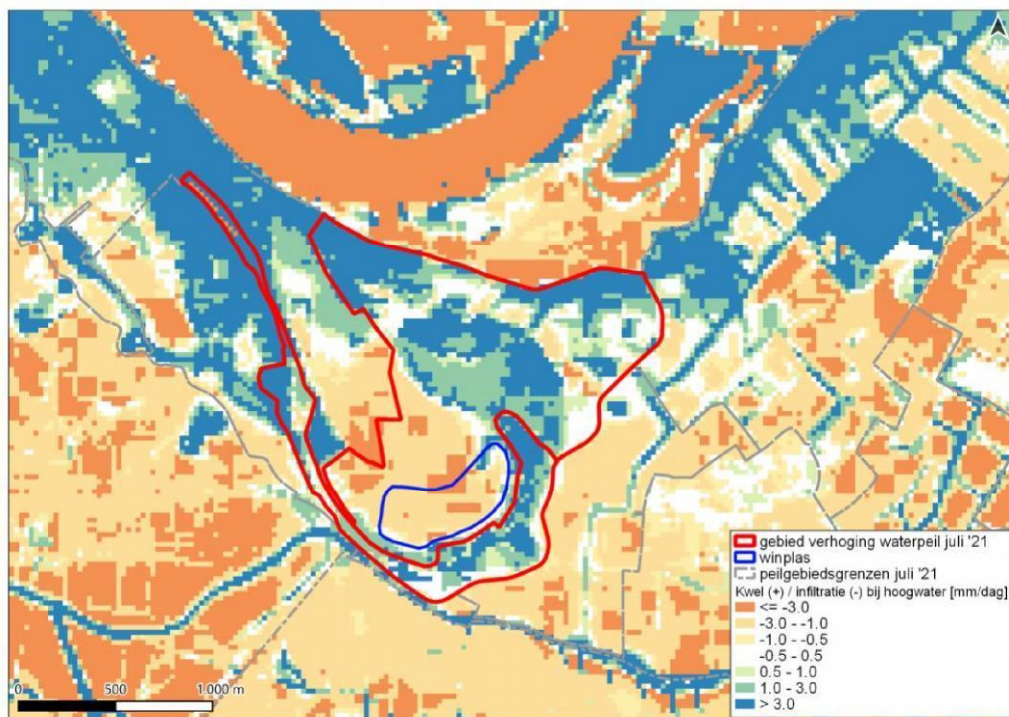


### Extreem hoogwater

In de huidige situatie is te zien op afbeelding 8.22 dat de Waal bij hoogwater infiltreert en in de lage delen en watergangen het water kwelt. Vooral nabij de waterkering is veel kwel te zien. Ook in peilvak Ooy011 en de noordoostzijde van peilvak Ooy009 is veel kwel te zien.

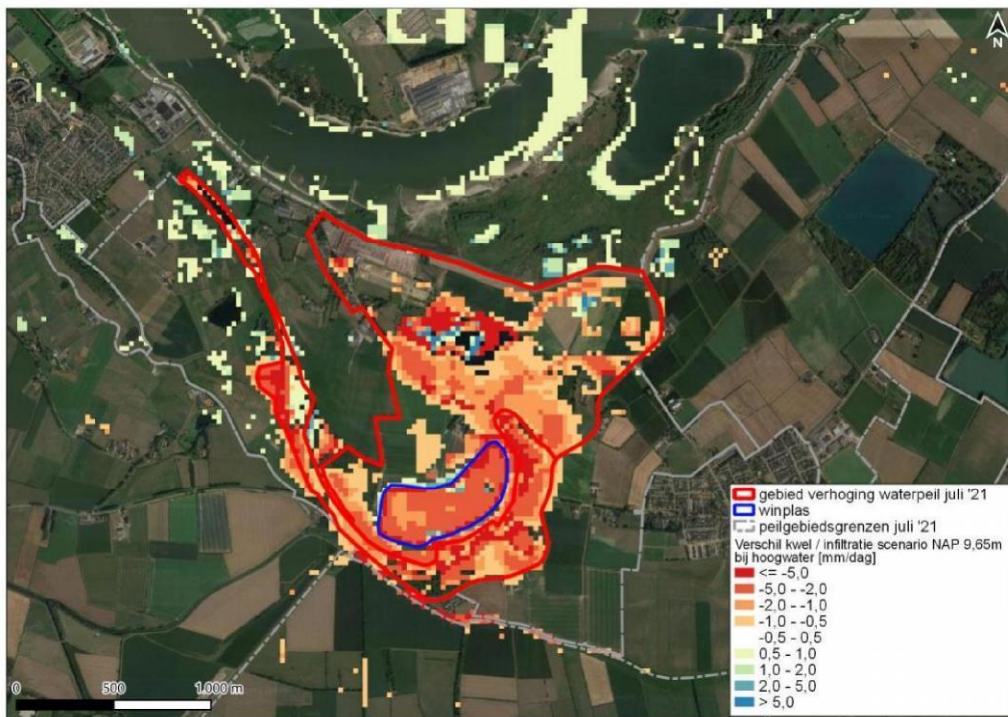


Afbeelding 8.22 Kwel (+ blauw) en infiltratie (- oranje) in de huidige situatie tijdens hoogwater (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



Door de ingrepen van het scenario (peilverhogen tot NAP 9,65 m in OY010-oost en aanleggen nieuw rietmoeras en open water door zandwinning) is te zien dat de kwelflux in peilvakken OY010 en OY011 afneemt. Dat komt door de hogere grondwaterstanden waardoor de tegendruk (waterdruk) groter is en het verschil kleiner is geworden met de Waal. Ter plaatse is dus een hogere grondwaterstand en een nattere situatie aanwezig voor de natuur.

Afbeelding 8.23 Verandering in berekende kwelflux (rood=afname kwel of toename infiltratie, blauw=toename kwel of afname infiltratie) in het MORIA-model tijdens de hoogwater situatie door het scenario NAP +9,65 m



Tabel 8.2 geeft een overzicht van de netto kwel of wegzijging (infiltratie) naar het oppervlaktewatersysteem (RIV+DRN+OLF in het MORIA-model) per peilvak in de hoogwater situatie. OOOY010 is gesplitst in het oostelijke (plangebied) en westelijke deel (dorp Ooij). In plangebied waar het peil verhoogd wordt (NAP +9,65 m) neemt de kwel flink af om dat er veel minder afvoer is vanuit het peilgebied. Te zien is dat bij dit scenario de kwel toeneemt in peilvak OOOY009 en OOOY010-west door de uitstralingseffecten van peilvakken OOOY010-oost en OOOY011. In het scenario neemt de netto kwel bij hoogwater in meerdere peilvakken toe met meer dan 2 %. Dit is niet in lijn met de richtlijn kwel en wegzijging van het waterschap Rivierenland [Richtlijn kwel en wegzijging, 2012]. Wel neemt de totale kwelflux richting het oppervlaktewater af in de polder als geheel, dit ontlast de druk tijdens de hoogwatersituatie op het Hollands Duitsch Gemaal.

Tabel 8.2 Overzichtstabel met netto kwel (+) of wegzijging (-) per peilvak en de verandering door het scenario bij hoogwater. Met rood is aangegeven als de toename groter is dan de norm van het waterschap

Hoogwater	Huidig	Scenario NAP +9,65 m		
	netto m3/d	netto m3/d	verschil m3/d	%
OOY001	42.548	42.784	236	0,6
OOY002	2.174	2.180	6	0,3
OOY003	-35	-34	1	-2,9
OOY004	51	51	1	2,0
OOY005	7.370	7458	88	1,2
OOY006	12.552	12.767	214	1,7

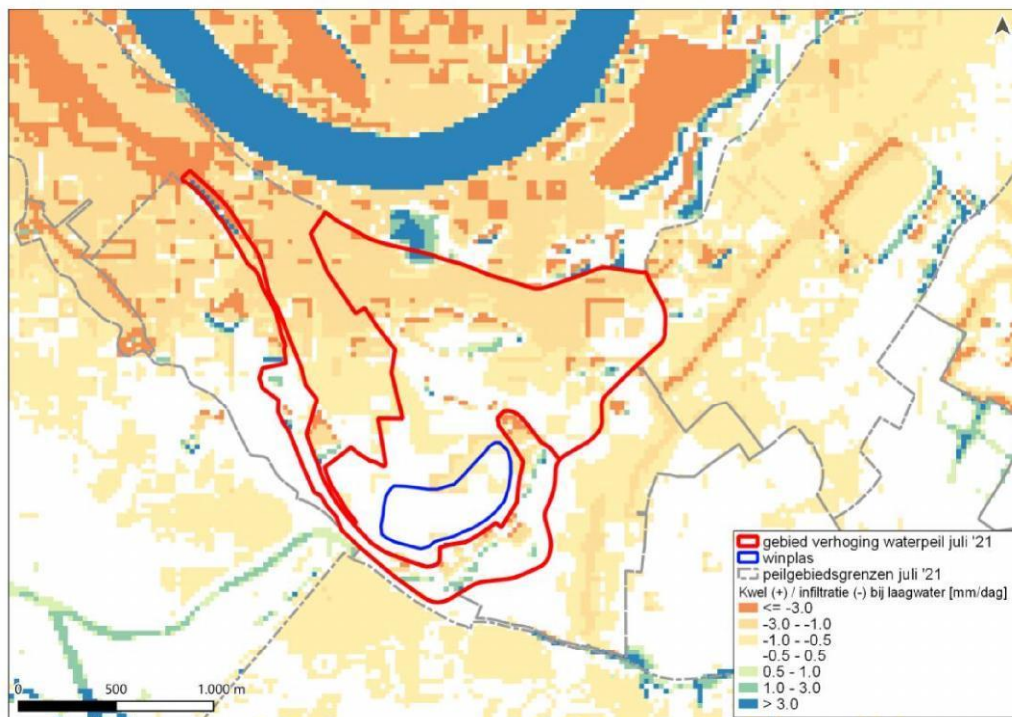


Hoogwater	Huidig	Scenario NAP +9,65 m			
OOY007	1.946	1.977	32	1,6	
OOY008	1.064	1.087	23	2,2	
OOY009	5.598	5.781	183	3,3	
OOY010-oost	6.912	1.907	-5.005	-72,4	
OOY010-west	1.2095	12.298	203	1,7	
OOY011	1.817	43	-1.774	-97,6	
OOY012	2.029	1.956	-73	-3,6	
OOY013	13.413	13.218	-194	-1,4	
OOY014	3.052	3.063	10	0,3	
OOY015	25.442	25.884	442	1,7	
OOY016	9.720	9.802	82	0,8	
totaal	147.748	142.222	-5.526	-3,7	

### Extreem laagwater

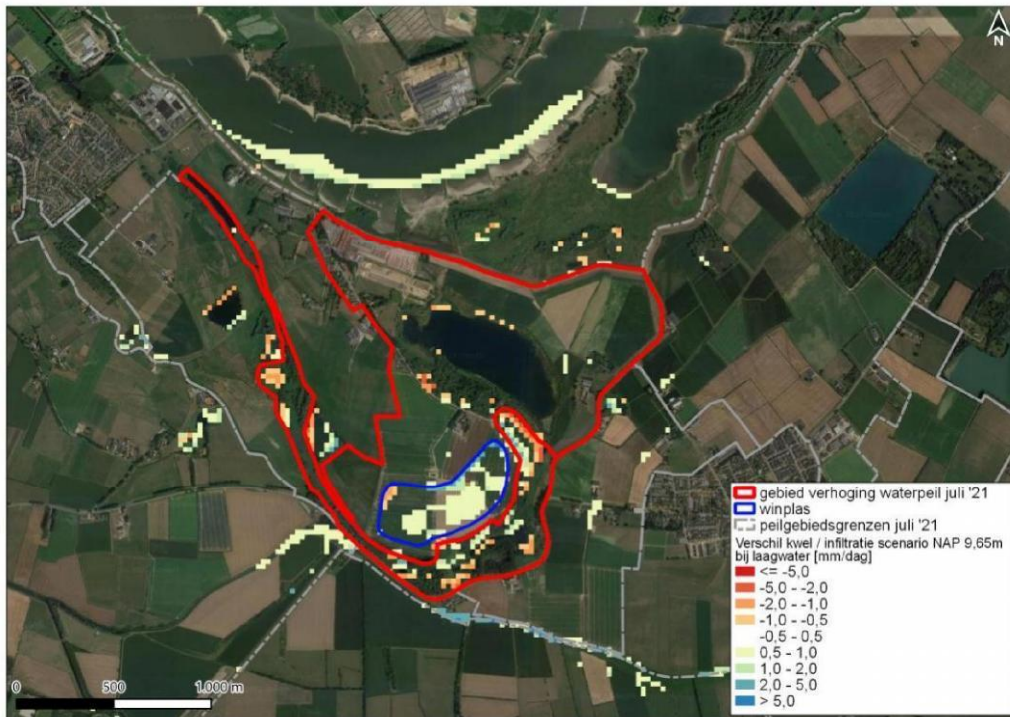
Bij de laagwatersituatie is te zien dat de Waal draineert en de polders licht infiltreren, zie afbeelding 8.24.

Afbeelding 8.24 Kwel (+ blauw) en infiltratie (- oranje) in de huidige situatie tijdens laagwater (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



De ingrepen van het scenario zorgen voor een lichte toename van kwel in de zandwinningsplas.

Afbeelding 8.25 Verandering in berekende kwelflux (rood=afname kwel of toename infiltratie, blauw=toename kwel of afname infiltratie) in het MORIA-model tijdens de laagwater situatie door scenario NAP +9,65 m



Tabel 8.3 geeft een overzicht van de netto kwel of wegzijging (infiltratie) naar het oppervlaktewatersysteem per peilvak in de laagwater situatie. Hier is te zien dat ook bij enkele peilvakken er sprake is van netto wegzijging (infiltratie). Ook bij laagwater is net als bij hoogwater te zien dat de kwel afneemt in de peilvakken met peilopzet. De netto afvoer van kwelflux neemt bij laagwater in meerdere peilvakken toe met meer dan 2 %. Dit is niet in lijn met de richtlijn kwel en wegzijging van het waterschap Rivierenland [Richtlijn kwel en wegzijging, 2012].

Tabel 8.3 Overzichtstabel met netto kwel (+) of wegzijging (-) per peilvak en de verandering door het scenario bij laagwater

Laagwater	Huidig	Scenario NAP +9,65 m		
	netto m3/d	netto m3/d	verschil m3/d	%
OOY001	8396	8742	346	4,1
OOY002	577	585	9	1,6
OOY003	-758	-758	1	-0,1
OOY004	-46	-45	0	0,0
OOY005	-869	-869	0	0,0
OOY006	-8873	-8881	-9	0,1
OOY007	299	303	3	1,0
OOY008	-678	-659	19	-2,8
OOY009	6	9	3	500

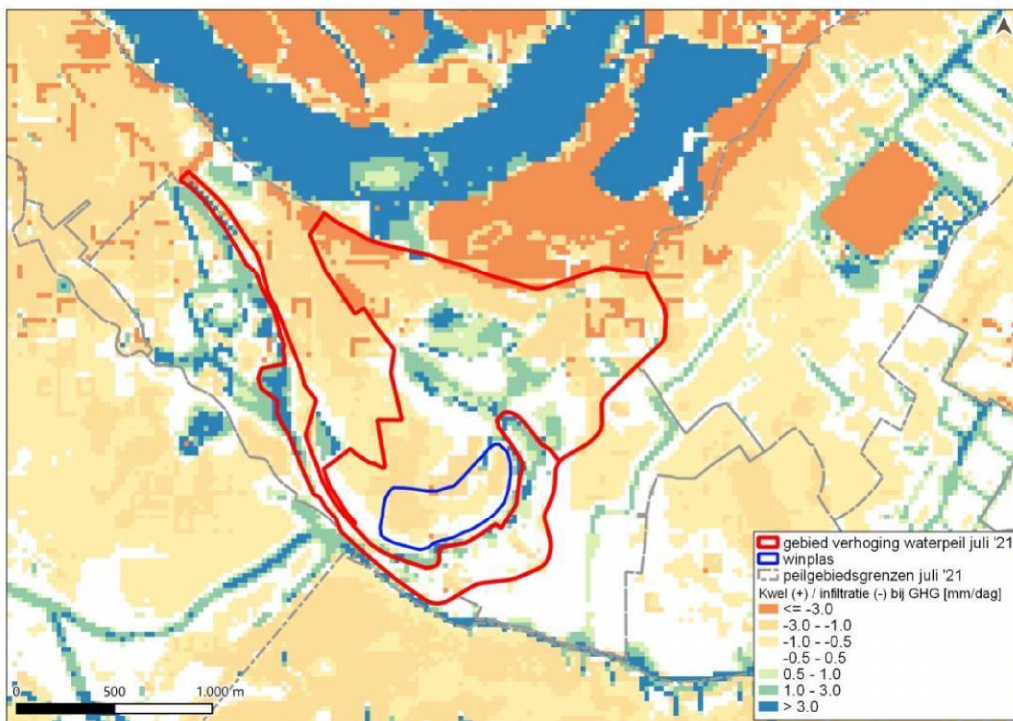


Laagwater	Huidig	Scenario NAP +9,65 m		
OOY010-oost	38	0	-38	-100,0
OOY010-west	-2989	-2986	4	-0,1
OOY011	39	0	-39	-100,0
OOY012	-484	-353	131	-27,1
OOY013	2150	2294	144	6,7
OOY014	213	231	19	8,9
OOY015	-1030	-974	56	-5,4
OOY016	-1985	-1986	-1	0,1
totaal	-5994	-5347	647	-10,8

#### GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand)

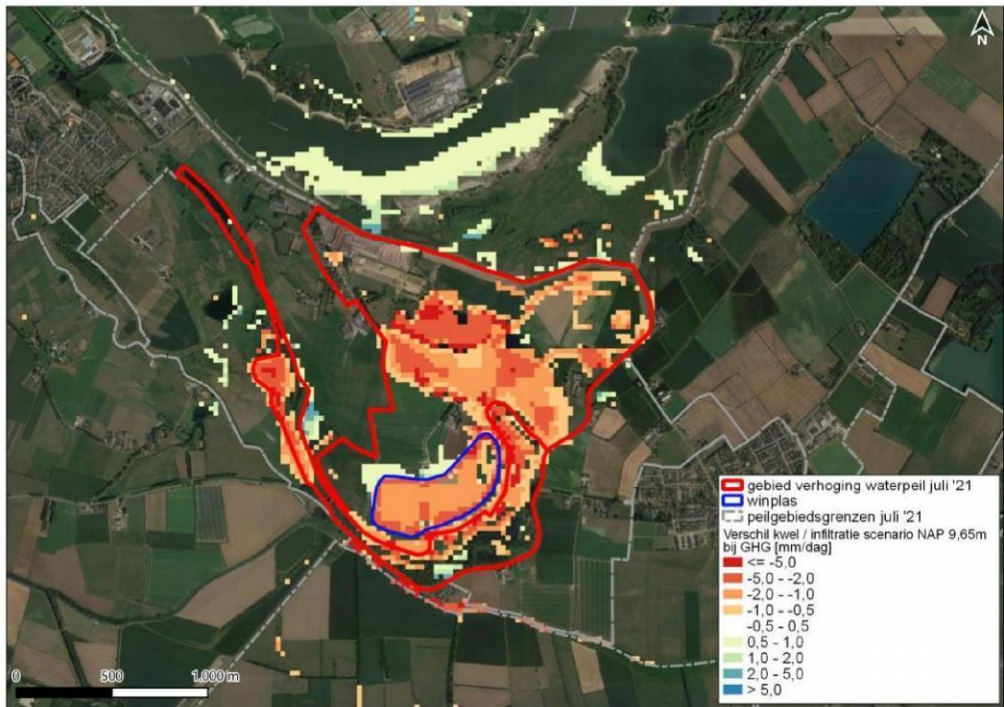
Op afbeelding 8.26 is te zien dat bij de GHG-situatie in de huidige situatie hogere delen infiltreren en dat bij de lagere delen en watergangen kwel optreedt.

Afbeelding 8.26 Kwel (+ blauw) en infiltratie (- oranje) in de huidige situatie tijdens GHG situatie (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



Afbeelding 8.27 toont dat bij het scenario de kwel afneemt in peilvakken OOOY010-oost en OOOY011 bij de GHG-situatie.

Afbeelding 8.27 Verandering in berekende kwelflux (rood=afname kwel of toename infiltratie, blauw=toename kwel of afname infiltratie) in het MORIA-model tijdens de GHG-situatie door het scenario NAP +9,65 m



Tabel 8.4 geeft een overzicht van de netto kwel of wegzijging (infiltratie) naar het oppervlaktewatersysteem per peilvak in de GHG-situatie. In de tabel is een vergelijkbaar patroon te zien als bij de hoogwater situatie.

Tabel 8.4 Overzichtstabel met netto kwel (+) of wegzijging (-) per peilvak en de verandering door het scenario bij GHG

GHG	Huidig	Scenario NAP +9,65 m		
	netto m3/d	netto m3/d	verschil m3/d	%
OOY001	21774	21726	-48	-0,2
OOY002	1518	1520	2	0,1
OOY003	-486	-486	0	0,0
OOY004	-1	-1	0	0,0
OOY005	1886	1873	-13	-0,7
OOY006	-70	-93	-22	31,4
OOY007	643	643	-1	-0,2
OOY008	105	108	3	2,9
OOY009	1838	1917	78	4,2
OOY010-oost	2026	301	-1724	-85,1
OOY010-west	-467	-428	39	-8,4
OOY011	621	0	-621	-100,0

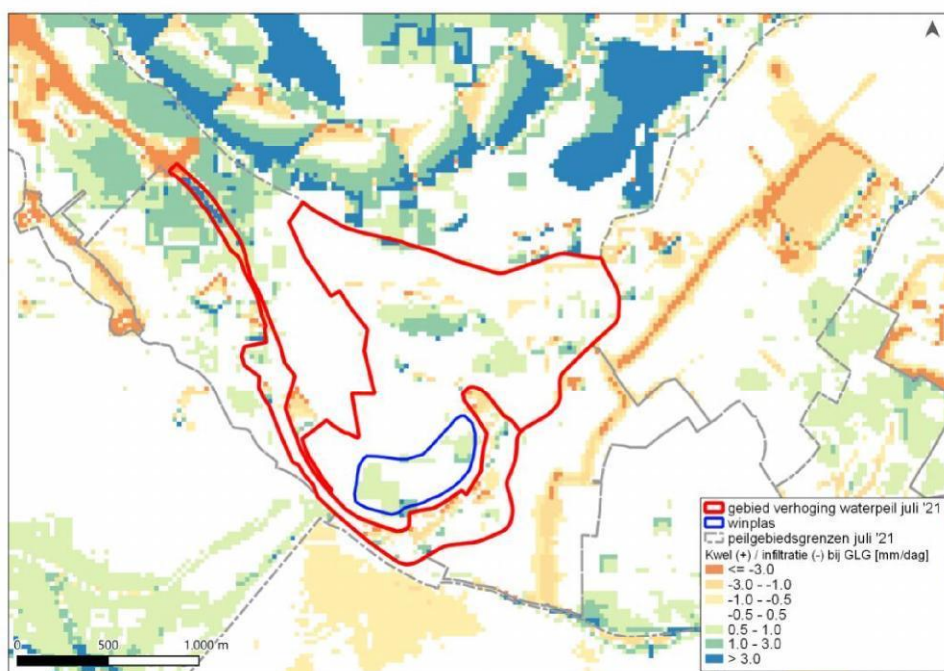


GHG	Huidig	Scenario NAP +9,65 m		
OOY012	734	686	-48	-6,5
OOY013	6042	5851	-191	-3,2
OOY014	1106	1105	-1	-0,1
OOY015	5444	5464	20	0,4
OOY016	1296	1286	-10	-0,8
totaal	44009	41472	-2537	-5,8

#### GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand)

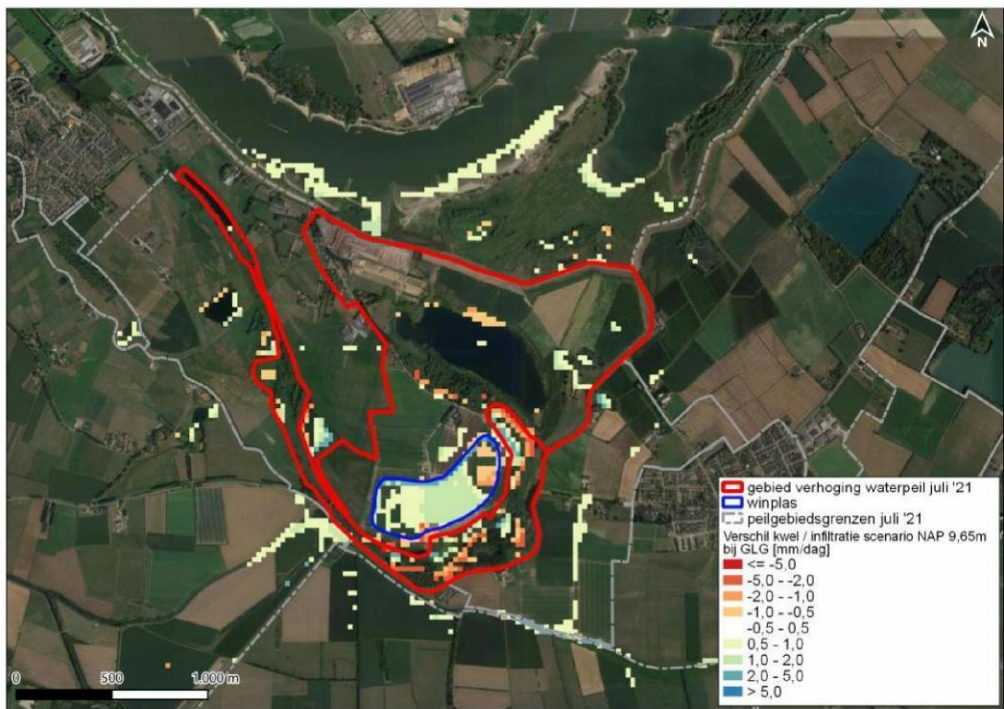
Afbeelding 8.28 toont de kwel en infiltratie in de GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand) situatie in de huidige situatie. In de Waal treedt kwel op en in de polders wat verder van de Waal af ook. De watergangen in de omliggende peilvakken infiltreren.

Afbeelding 8.28 Kwel (+ blauw) en infiltratie (- oranje) in de huidige situatie tijdens GLG-situatie (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie



Bij dit scenario neemt de vooral de infiltratie in de zandwinningsplas toe.

Afbeelding 8.29 Verandering in berekende kwelflux (rood=afname kwel of toename infiltratie, blauw=toename kwel of afname infiltratie) in het MORIA-model tijdens de GLG-situatie door het scenario NAP +9,65 m



Tabel 8.5 geeft een overzicht van de netto kwel of wegzijging (infiltratie) naar het oppervlaktewatersysteem per peilvak in de GLG-situatie. In de tabel is te zien dat door de maatregelen de netto wegzijging in de peilvakken met netto wegzijging afneemt. Daarnaast is te zien dat in de peilvakken met peilopzet de kwel afneemt en in peilvakken OOO001, OOO002, OOO009 en OOO013 toeneemt.

Tabel 8.5 Overzichtstabel met netto kwel (+) of wegzijging (-) per peilvak en de verandering door het scenario bij GLG

GLG	Huidig	Scenario NAP +9,65 m		
	netto m3/d	netto m3/d	verschil m3/d	%
OOY001	6318	6554	236	3,7
OOY002	398	415	17	4,3
OOY003	-584	-573	11	-1,9
OOY004	-60	-60	1	-1,7
OOY005	-897	-899	-2	0,2
OOY006	-8061	-8079	-18	0,2
OOY007	254	255	1	0,4
OOY008	-710	-700	10	-1,4
OOY009	2	39	37	1850,0
OOY010-oost	34	0	-34	-100,0
OOY010-west	-2850	-2850	0	0,0



GLG	Huidig	Scenario NAP +9,65 m		
OOY011	49	0	-49	-100,0
OOY012	-936	-782	154	-16,5
OOY013	843	917	74	8,8
OOY014	-494	-484	10	-2,0
OOY015	-1769	-1742	27	-1,5
OOY016	-2680	-2682	-2	0,1
totaal	-11143	-10671	472	-4,2

## 8.5 Resultaten scenario landbouw effecten

Deze paragraaf beschrijft de effecten van de ingrepen op de landbouwopbrengsten doormiddel van de Waterwijzer Landbouw tool. De landbouwschade wordt met de Waterwijzer Landbouw tool bepaald aan de hand van de GHG, GLG, bodemtype en type gewas. De landbouwschade wordt uitgedrukt in doelrealisatie. 100 % doelrealisatie betekent dat de grondwaterkarakteristieken optimaal zijn voor het type gewas en bodem. 90 % doelrealisatie betekent dat de er 10 % van de opbrengstderving is dus dat de opbrengst 90 % is ten opzichte van de optimale grondwaterkarakteristieken voor het bodemtype en de gewaskeuze.

De basisregistratie percelen (BRP) is gebruikt als basis voor het gewastype. Percelen die inmiddels een natuurfunctie hebben (door functieverandering) zijn weggelaten. De gebruikte bodemkaart is de bodemfysische eenhedenkaart (BOFEK2020) van de WUR. De effecten zijn enkel voor het Nederlandse deel berekend. Enerzijds omdat voor de situatie in Duitsland niet met de betreffende tool kan worden gewerkt. Anderzijds laten resultaten zien dat daar geen significant effect te verwachten is. Uit de modelstudie blijkt namelijk dat voor de Duitse percelen voornamelijk een stijging van opbrengsten te verwachten is. Er is dus een meer stabiele grondwaterstand met minder grote pieken en dalen. Dat is gunstig voor de landbouw.

Afbeelding 8.30 toont de landbouwdoelrealisatie in de huidige situatie.

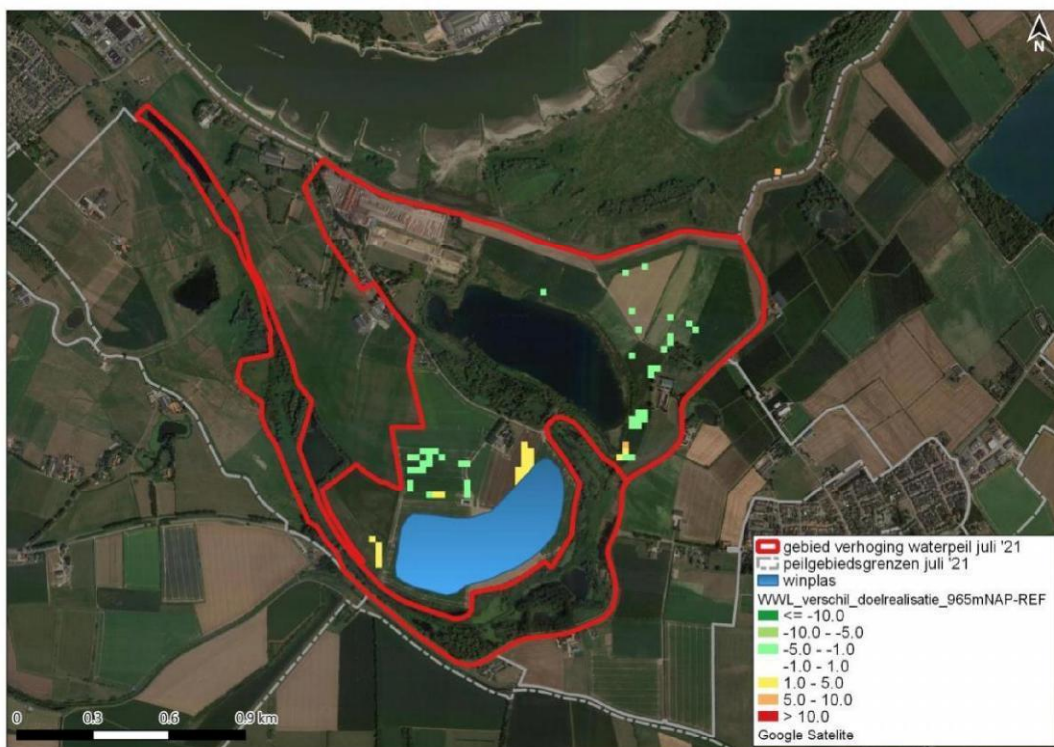
Afbeelding 8.30 Landbouw doelrealisatie in procenten huidige situatie. (locatie toekomstige plas indicatief weergegeven - ter referentie)



Afbeelding 8.31 toont de verandering van de landbouw doelrealisatie scenario NAP +9,65 m. Te zien is dat rondom de zandwinningsplas wisselend stijging en daling van de doelrealisatie te zien is. Daaronder is de verandering opgesplitst in droogteschade, direct natschade en indirecte natschade. Directe natschade komt door zuurstoftekort bij de wortels. Indirecte natschade is het gevolg van een verschuiving in het groeiseizoen in verband met te natte omstandigheden om grondbewerking te kunnen uitvoeren. In het noordoosten is sprake van beperkte toename van de doelrealisatie. Dit komt doordat de natschade toe neemt maar de droogteschade af waardoor er op sommige pixels een licht positief effect is. In het noordoosten en op sommige plekken rondom de winplas is soms de afname van de droogteschade groter dan de toename van natschade waardoor er een positief effect is op de doelrealisatie. Rondom de winplas is ook bij sommige pixels de toename van de natschade groter dan de afname van de droogteschade.



Afbeelding 8.31 Verandering in landbouwopbrengst derving in procentpunten door scenario NAP 9,65 m (rood (+) is afname van de doelrealisatie en groen (-) is een toename van de doelrealisatie)



Afbeelding 8.32 Verschil in doelrealisatie door directe natschade, indirecte natschade en droogteschade

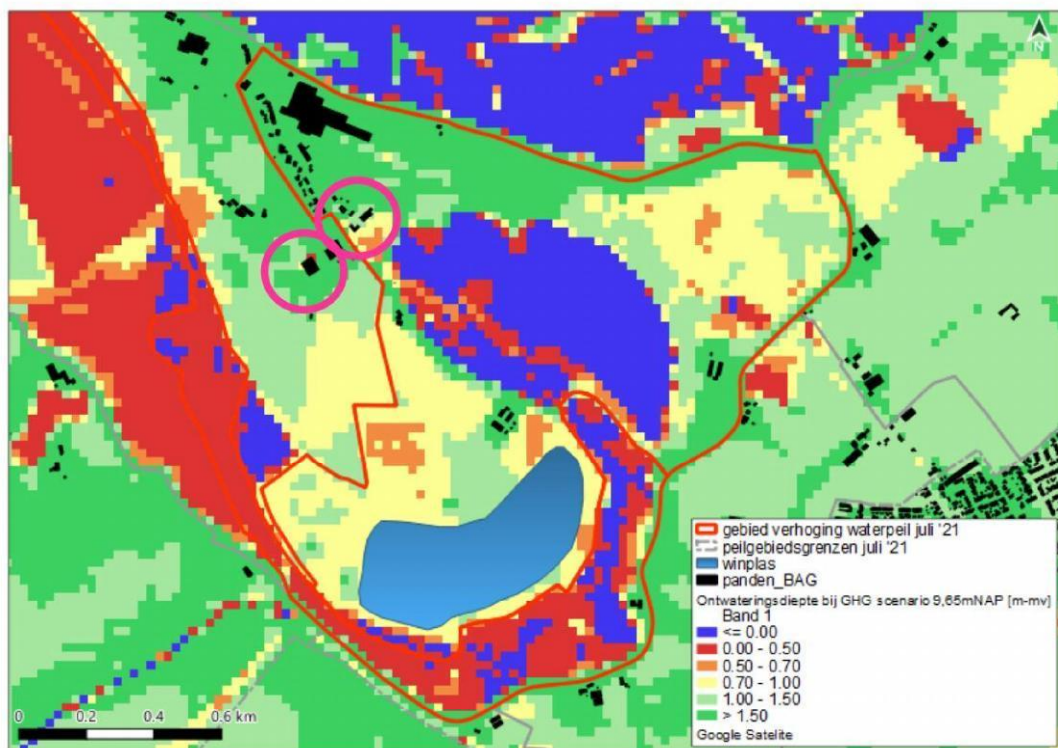


## 8.6 Resultaten scenario risico op grondwateroverlast bebouwing

Om na te gaan wat het effect op het risico is op grondwateroverlast wordt gekeken naar de ontwateringsdiepte. De ontwateringsdiepte is de afstand tussen het maaiveld en de freatische grondwaterstand. Een ontwateringsdiepte kleiner dan 1,0 m of 0,7 m (afhankelijk van type bebouwing, onder andere kruipruimte) geeft risico op grondwateroverlast.

Afbeelding 8.33 laat zien bij welke panden waar een stijging van de grondwaterstanden berekend is en waar een pixel met een ontwateringsdiepte van minder dan 1 m wordt berekend. Dit geeft een beeld van panden waar een verhoogd risico is op grondwateroverlast als gevolg van de inrichtingsmaatregelen.

Afbeelding 8.33 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) in bij GHG-situatie na maatregelen scenario NAP +9,65 m met roze cirkels bij panden waar pixels zijn berekend waar de ontwateringsdiepte minder dan 1 m is



#### Nadere uitwerking scenario risico wateroverlast op bebouwing

Het grondwatermodel is een regionaal model met een celgrootte van 25 x 25 m. Hierdoor zijn de modeluitkomsten niet direct representatief op pandniveau. Het geeft een indicatie waar effecten zijn te verwachten. Bij het scenario zijn enkele panden waar mogelijk een toename van het risico op wateroverlast toeneemt. Bij deze panden is een nadere analyse gedaan, door beter naar het lokale maaiveldniveau te kijken. De meeste panden in het gebied liggen verhoogd in het gebied. Hierdoor neemt het risico op grondwateroverlast af. In afbeelding 8.34 is te zien dat bij de meeste de panden verhoogd in het maaiveld liggen. Enkel bij de panden aan de Erlecomseweg 7, 9 en 11 is te zien dat er panden zijn met een toename op het risico van grondwateroverlast en dat de panden niet verhoogd in het maaiveld liggen. Dus bij deze panden is er een reëel risico op toename van grondwateroverlast. Hier zijn mitigerende maatregelen nodig.



Afbeelding 8.34 Nadere detaillering van het maaiveld rondom deze de panden met verhoging van de grondwaterstanden. De meeste panden (groene cirkels) liggen verhoogd in het maaiveld waardoor het risico op grondoverlast minder is. De rode cirkel bij panden die laag liggen in het maaiveld



## 8.7 Conclusie

De volgende conclusies volgen uit de modelstudie:

- door de voorgenomen maatregelen wordt gemiddeld ruim 180.000m<sup>3</sup>/jaar water gebufferd, de afvoer neemt met 83 % af;
- de zandwinning nivelleert de grondwaterstanden rondom de nieuwe plas, dit betekent dat bij lage grondwaterstanden het niveau hoger wordt (tussen de 5 en 25 cm), en bij hoge juist lager (tot 50 cm). De zandwinningsplas heeft daarmee een positief effect op omliggende grondwaterstanden in tijden van droogte. De grondwaterstanden worden dan hoger dan dat ze in de huidige situatie zijn. Dit komt door de betere interactie tussen de verschillende watervoerende bodemlagen in de ondergrond;
- het opzetten van het streefpeil in het plangebied heeft een verhoging van de grondwaterstand tot gevolg. Dit effect wordt echter rondom de zandwinning in natte perioden te niet gedaan door het nivellerende effect van de zandwinning. De verlaging door de zandwinning is nabij de plas groter dan de verhoging van de peilopzet. Verder van de zandwinning af is er wel sprake van vernatting in natte perioden door de peilopzet;
- door het opzetten van het streefpeil(vernatten) is er bij de situaties met hoge grondwaterstanden sprake van afname van kwel. Dit komt doordat de hogere grondwaterstanden een hogere tegendruk leveren waardoor dus de kwel afneemt. Afname van kwel lijkt negatief voor de natuur maar dat is het dus niet omdat de grondwaterstand hoger staat. De omliggende peilvakken laten een toename van kwel zien (of afname van wegzijging). Bij enkele van de omliggende peilvakken is de toename van de kwelflux groter dan 2 %, dit is tegen de beleidsregels van het waterschap. Naar de polder in het geheel kijkend is te zien dat in de natte perioden (GHG en hoogwater situatie) de afvoer van kwelflux afneemt, waardoor de druk op het Hollandsch Duitsch Gemaal wordt verminderd. Bij de drogere perioden is in het geheel een hogere afvoer van de kwelflux, dit is positief voor de doorstroming van het oppervlaktewater;
- er loopt momenteel een verkenning droogteproblematiek waarin verschillende oplossingsrichtingen worden geïnventariseerd, waaronder peilopzet. Voorgestelde maatregelen uit deze modelstudie laten

zien dat deze peilmaatregelen een positief effect hebben op de droogteproblematiek in de omliggende peilgebieden;

- in het plangebied neemt de landbouwopbrengst lokaal af en lokaal toe. Dit komt doordat de natschade toe neemt maar de droogteschade af. Bij sommige pixels is de afname van de droogteschade groter dan de toename van de natschade wat een positief effect heeft op de doelrealisatie en andere pixels is het weer andersom. In gesprekken met agrariërs is naar voren gekomen dat juist de natschade erg bepalend is voor hun bedrijfsvoering. Dit speelt voornamelijk bij de percelen in het noordoosten van het gebied, want daar is een risico op grondwateroverlast;
- bij het scenario is er een beperkte toename van het risico op grondwateroverlast bij bebouwing te zien. Enkel bij de panden aan de Erlecomseweg 7, 9 en 11 is te zien dat er panden zijn met toename risico grondwateroverlast en de panden niet verhoogd in het maaiveld liggen;
- dit scenario heeft de grootste peilopzet van de beschouwde scenario's. Uit nadere analyse lijkt dat het peil uit dit scenario lokaal hoger ligt dan het maaiveld van aanliggende percelen, waardoor er lokaal maatregelen nodig zijn om het water in de watergang te houden. De peilopzet kan lokaal zorgen voor zeer natte omstandigheden op laaggelegen percelen die dicht bij de watergangen met het verhoogde peil liggen. Dit scenario roept nog een aantal vragen op ten aanzien van grondwateroverlast, zowel voor lager gelegen percelen als voor bebouwing.

## 8.8 Mitigerende maatregelen

Uit de nadere uitwerking van het risico op grondwateroverlast van panden, blijkt dat bij de panden aan Erlecomseweg 7, 9 en 11 sprake is van een toename van het risico op grondwateroverlast. Dit kan voorkomen worden door drainage aan te leggen rondom deze panden.

Uit de Waterwijzer Landbouw berekening blijkt dat door het verhogen van het peil en het graven van de zandwinning er lokaal kleine wijzigingen zijn, omdat de natschade toeneemt en de droogschade afneemt dit middelt elkaar grotendeels uit waardoor er weinig effect op de doelrealisatie (als totaal) is. In gesprekken met agrariërs is naar voren gekomen dat juist de natschade erg bepalend is voor hun bedrijfsvoering. Dit speelt voornamelijk bij de percelen in het noordoosten van het gebied, want daar is een risico op grondwateroverlast. Dit kan gemitigeerd worden door de landbouw percelen op te hogen met de maximale berekende grondwaterstijging per perceel (10 tot 15 cm verhoging).

Onderstaande afbeelding toont de mitigerende maatregelen op kaart.



Afbeelding 8.35 Optimalisatie locaties (gearceerde landbouw percelen met daarin hoeveel meter verhoging nodig is om de grondwaterstandsstijging van de GHG te compenseren)



### 8.8.1 Effecten van de mitigerende maatregelen

Deze paragraaf gaat in op de effecten van de beschreven mitigerende maatregelen.

#### Bebouwing

Afbeelding 8.36 toont de verwachte ontwateringsdiepte na het toepassen van drainage rondom de panden aan de Erlecomseweg 7, 9 en 11. De ontwateringsdiepte kan dan op 1,0 m minus maaiveld gehouden worden, waardoor het risico op grondwateroverlast verminderd ten opzichte van de huidige situatie. Belangrijk is een goede aanleg van de drainage, op de juiste diepte (1 m-mv) en met goed doorlatende omstorting. Om de afwatering in tijden van hoge grondwaterstanden mogelijk te maken dient de drainage aangesloten te worden op een pomp waardoor er sprake is van peilgestuurde drainage.

Afbeelding 8.36 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) bij GHG-situatie in het scenario met peilverhoging tot NAP +9,65m en het toepassen van drainage rondom de panden

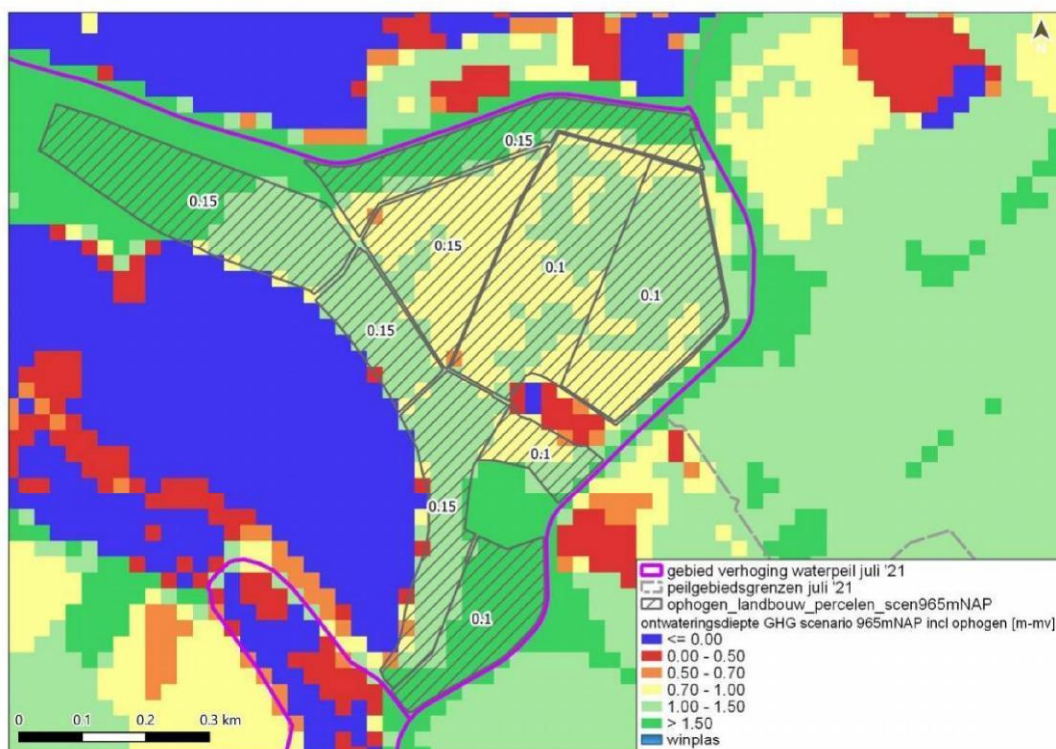


### Landbouw

Afbeelding 8.37 toont de ontwateringsdiepte na het ophogen van de landbouwpercelen. Door het ophogen van de landbouwpercelen neemt de ontwateringsdiepte toe of blijft deze gelijk. Hierdoor neemt het risico op natschade niet toe in de nieuwe situatie of neemt zelfs af op sommige delen van de percelen.



Afbeelding 8.37 Ontwateringsdiepte (maaiveld minus freatische grondwaterstand) bij GHG-situatie in het scenario met peilverhoging tot NAP +9,65m en het ophogen van de percelen



### Conclusie mitigerende maatregelen

Door het plaatsen van drainage rondom de panden en het ophogen van de landbouwpercelen worden de eerder gerapporteerde (negatieve) omgevingseffecten hier gemitigeerd.

## OVERZICHT EFFECTEN VAN ALLE SCENARIO'S

In dit hoofdstuk worden de effecten van de scenario's naast elkaar gezet om een overzicht te geven van de impact van de verschillende scenario's (verschillende peilen) per effectcategorie. Hiertoe worden de belangrijkste verschillen en overeenkomsten geduid en conclusies getrokken. De gepresenteerde scenario's bevatten allen de zandwinningsplas en het nieuwe rietmoeras, maar hebben verschillende waterpeilen. De verschilkaarten laten het verschil zien met de referentiesituatie (dus zonder zandwinningsplas en peilopzet).

### 9.1 Grondwaterstanden maatgevende situaties

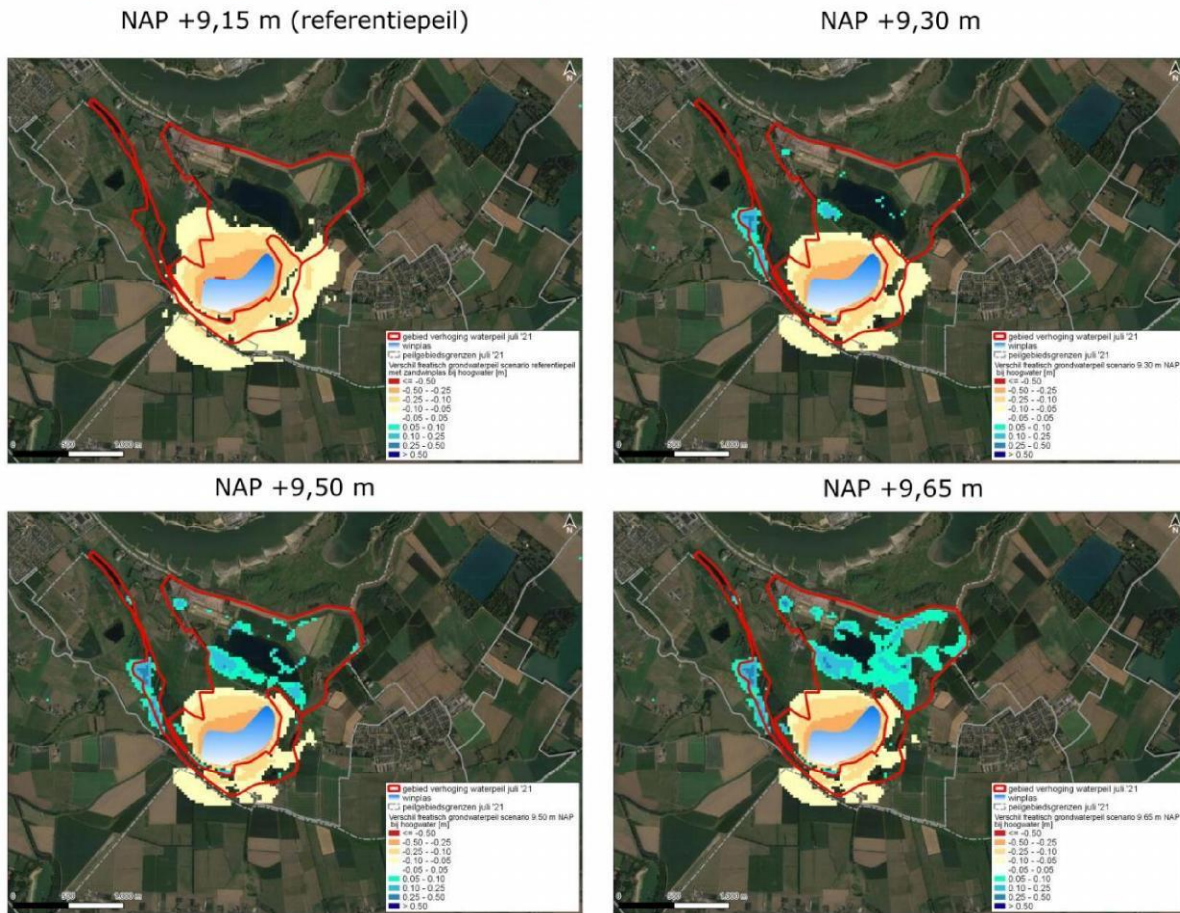
Deze paragraaf beschrijft de huidige grondwaterstanden en de effecten van het scenario met een onveranderd streefpeil met aanleg van de zandwinningsplas voor de maatgevende situaties (hoogwater, GHG, GLG en GVG (gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand)).

#### Extreem hoogwater

Afbeelding 9.1 laat het effect van de zandwinningsplas met rietmoeras met eventuele peilopzet zien op de grondwaterstand bij extreem hoogwater. Goed te zien is de nivellerende werking van de plas, wat leidt tot een lagere grondwaterstand rondom de plas. Bij grotere peilopzet is te zien dat de grondwaterstand op grotere afstand van de plas juist toeneemt. Zonder peilopzet neemt de grondwaterstand tot zo'n 50 cm af. Naarmate de peilopzet wordt vergroot, ontstaan er in het noorden van het projectgebied delen waar de grondwaterstand toeneemt. Bij de grootste peilopzet neemt dit toe tot circa 25 cm.



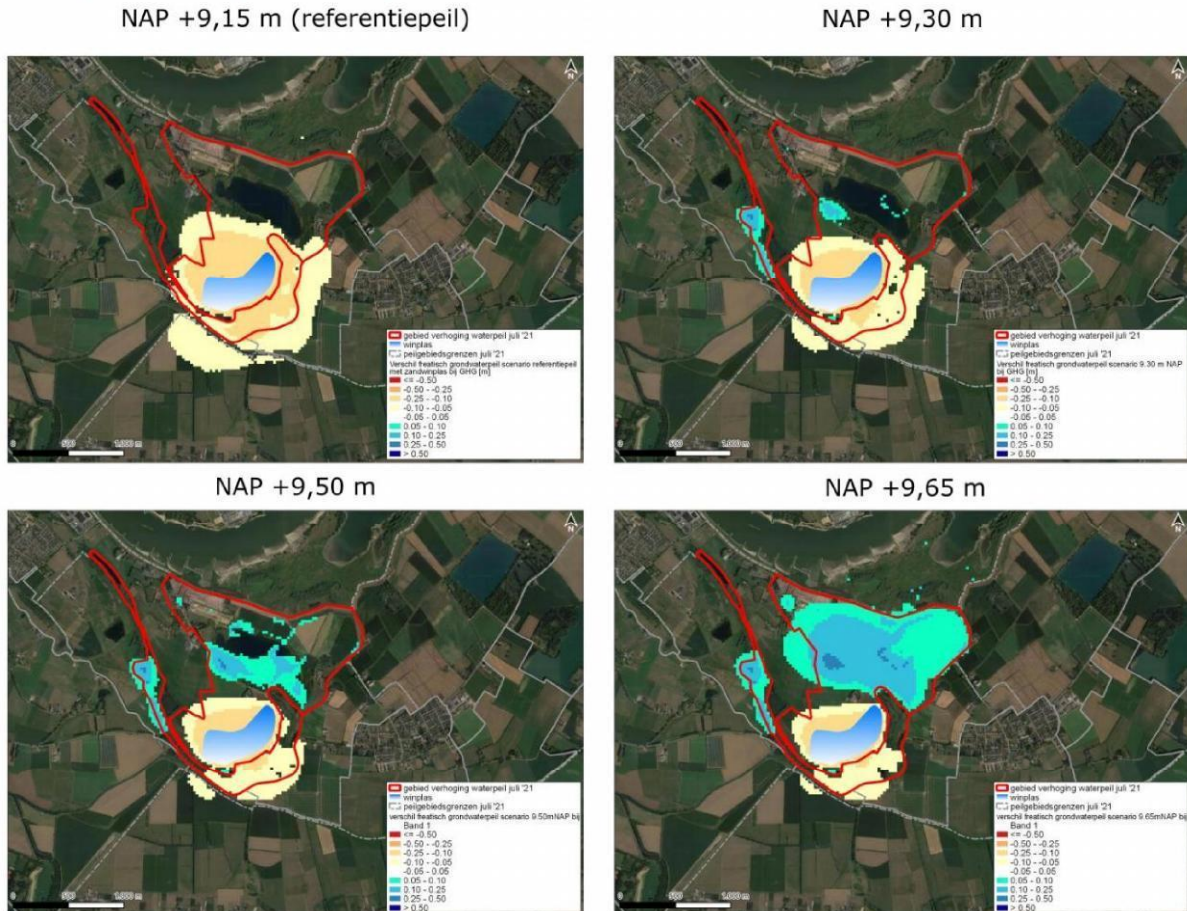
Afbeelding 9.1 Effect op de grondwaterstand tijdens extreem hoogwater met verschillende scenario's



#### GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand)

Het effect op de grondwaterstand tijdens de GHG (afbeelding 9.2) laat een soortgelijk effect zien als bij hoogwater. Rondom de zandwinningsplas ligt de grondwaterstand iets lager. Bij hogere peilen wordt dit effect echter kleiner en neemt de grondwaterstand verder van de plas weg juist iets toe. Zonder peilopzet is de grondwaterstandsverlaging rondom de plas tot zo'n 25 cm. De verlaging wordt kleiner naarmate de peilopzet toeneemt. Tevens neemt dan in het noorden van OOO10 de grondwaterstand toe. Bij de hoogste peilopzet neemt de grondwaterstand zelfs met meer dan 25 cm toe.

Afbeelding 9.2 Effect op de grondwaterstand tijdens de GHG met verschillende scenario's

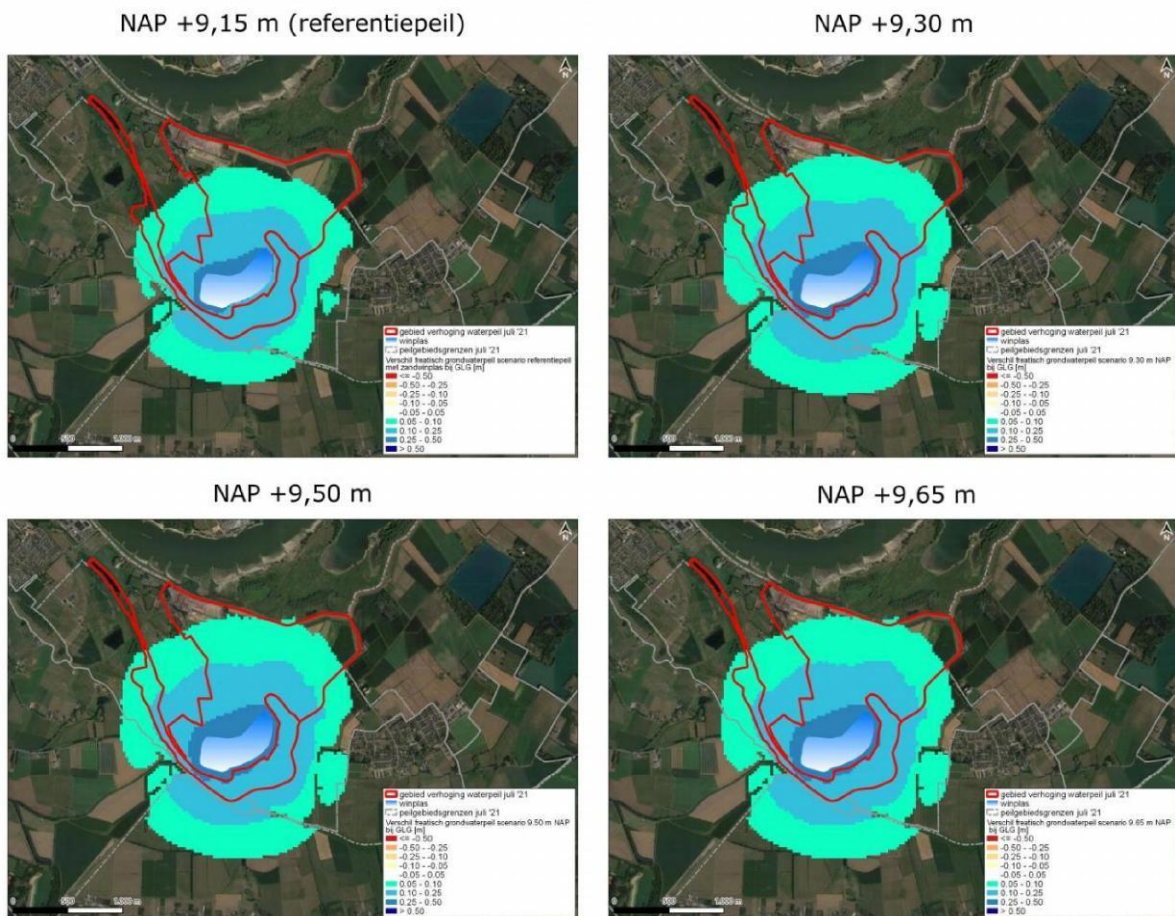


#### GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand)

Het effect op de grondwaterstand tijdens de GLG (afbeelding 9.3) laat ook duidelijk de nivellerende werking van de zandwinningsplas zien. De grondwaterstanden zijn hoger ten opzichte van het referentiescenario zonder zandwinning. Net te zien is dat hoe hoger het peilopzet hoe hoger en verder de waterstandsverhoging reikt, maar dit effect is minimaal. De verhoging rond de zandwinningsplas is ordegrootte 25 tot 50 cm. Rondom de zandwinningsplas ligt een gebied met een grondwaterstandsverhoging van 10 tot 25 cm. Het verst weg van de zandwinningsplas stijgt de grondwaterstand met circa 5 tot 10 cm tijdens de GLG-situatie.



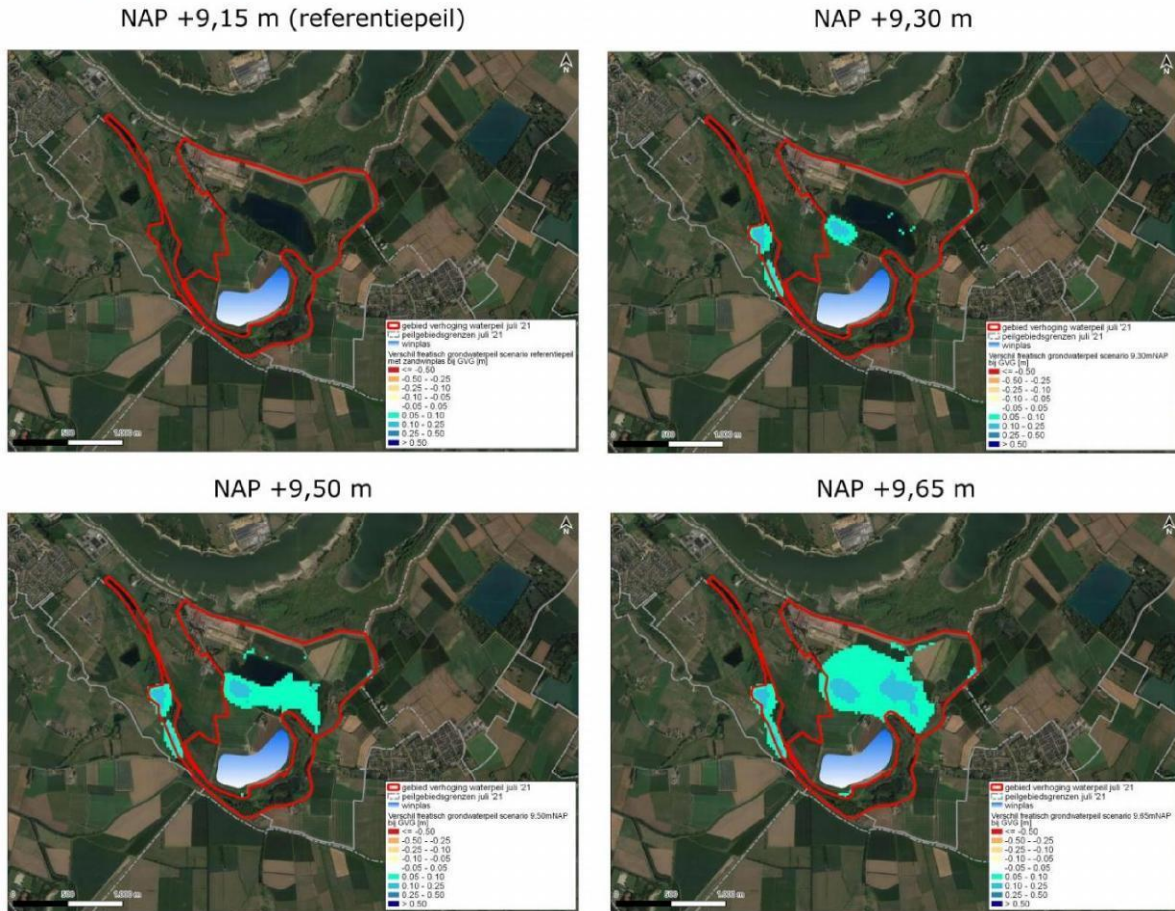
Afbeelding 9.3 Effect op de grondwaterstand tijdens de GLG met verschillende scenario's



#### GVG (gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand)

De gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand per scenario is weergegeven in Afbeelding 9.4. Zonder peilopzet is er geen significante verandering in de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand. Met een hogere peilopzet neemt voornamelijk in de laaggelegen gebieden en de Kraaijenhof plas de GVG iets toe. De grondwaterstandstoename varieert van 5 cm in de scenario's met weinig peilopzet, tot ordegrrootte 20 cm in het scenario met de hoogste peilopzet (NAP +9,65 m).

Afbeelding 9.4 Effect op de grondwaterstand tijdens de GVG met verschillende scenario's

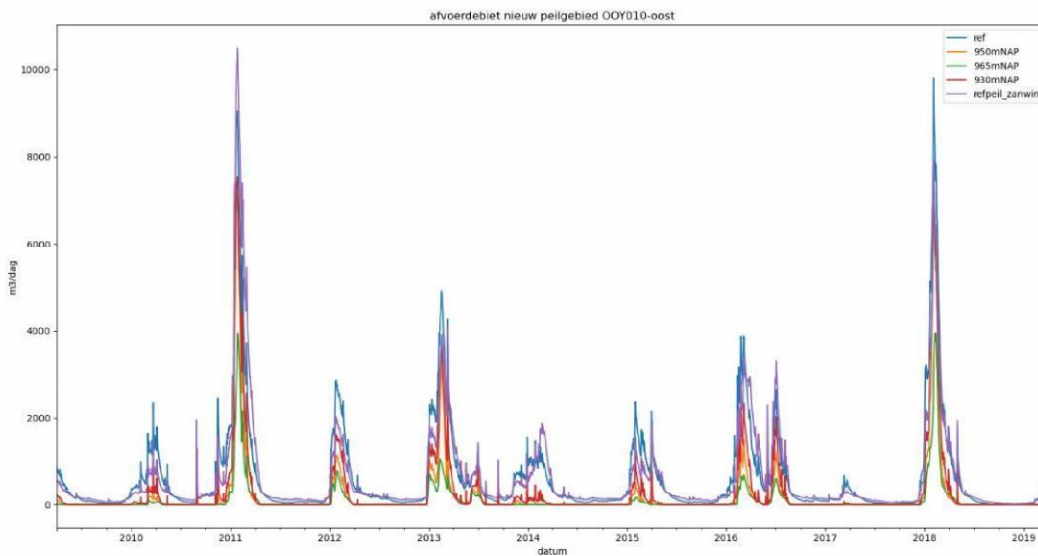


## 9.2 Afvoerdebieten uit nieuw peilvak OOOY010-oost

Ook uit de gemiddelde jaarlijkse afvoer per scenario (tabel 9.1) wordt duidelijk dat deze afneemt bij hogere peilen. Hoe hoger de peilopzet, hoe minder vaak water en minder grote debieten er over de stuw stroomt en er dus meer water in het gebied behouden blijft.



Afbeelding 9.5 Berekende afvoer van alle scenario's van peilvak O0Y010-oost gedurende de modelperiode met het MORIA-grondwatermodel



Tabel 9.1 Berekende gemiddelde afvoerdebit per jaar (over de gehele modelperiode) uit peilvak O0Y10-oost

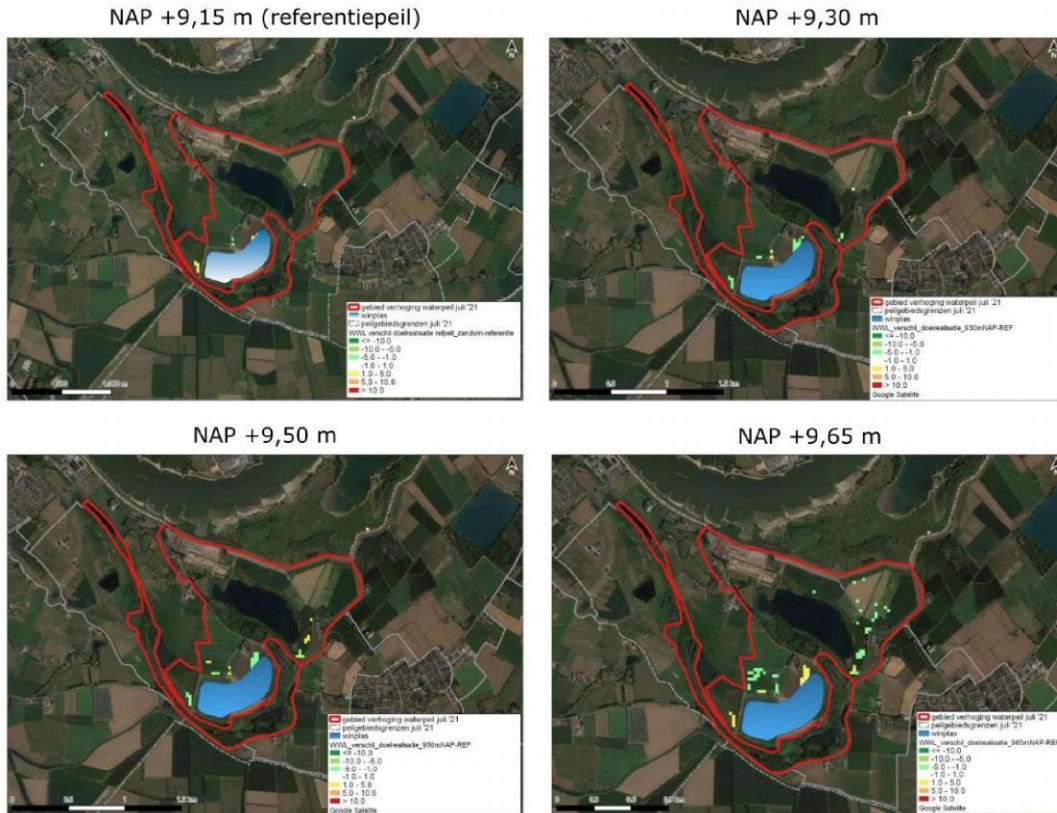
Scenario	Gemiddelde afvoerdebit per jaar [m³/jaar]	Verandering t.o.v. referentie [%]
Referentie (NAP + 9,15 m)	219.500	-
NAP +9,15 m	215.600	-1,7
NAP +9,30 m	90.800	-59
NAP +9,50 m	63.300	-71
NAP +9,65 m	36.300	-83

### 9.3 Landbouw effecten

De effecten op de landbouw worden uitgedrukt in doelrealisatie. Een doelrealisatie van 100 % betekent dat de grondwaterkarakteristieken optimaal zijn voor het type gewas en bodem. Een verandering van 10 % betekent dus een opbrengstderving van 10 %. Indien de verandering -10 % is, neemt de doelrealisatie toe en is er dus sprake van een positief effect op de landbouw. De doelrealisatie is gesplitst in directe natschade, indirecte natschade en droogteschade. Deze zijn verder toegelicht in de hoofdstukken corresponderend aan elk scenario.

De doelrealisatie neemt over het algemeen toe bij hogere peilen (afbeelding 9.6), wat voornamelijk komt door de afgenomen droogteschade. Echter neemt het risico op (in)directe natschade ook toe bij scenario's met hogere peilopzet. Hierdoor is in sommige cellen het netto-effect op de landbouw doelrealisatie toch negatief.

Afbeelding 9.6 Effecten op de landbouw doelrealisatie bij verschillende scenario's



## 9.4 Grondwateroverlast bebouwing

Om na te gaan wat het effect op het risico is op grondwateroverlast wordt gekeken naar de ontwateringsdiepte. De ontwateringsdiepte is de afstand tussen het maaiveld en de freatische grondwaterstand. Een ontwateringsdiepte kleiner dan 1,0 m of 0,7 m (afhankelijk van type bebouwing, onder andere kruipruimte) geeft risico op grondwateroverlast. Voor het risico op grondwateroverlast wordt vooral gekeken naar de maatgevende situaties met hoge grondwaterstanden, dus de GHG en tijdens hoogwater op de Waal. Te zien op de grondwaterstandsverschilkaarten 9.1 en 9.2 is dat in situaties met hoge grondwaterstanden de grondwaterstanden rondom de zandwinningsplas dalen en dat verder van de zandwinningsplas de grondwaterstanden toenemen als het peil wordt verhoogd. De grondwaterstandsverhogingen zijn logischerwijs het groots bij het scenario met de grootste peilopzet (NAP +9,65 m).

Een nadere analyse van hoe deze grondwaterstandsverhogingen uitpakken bij de panden laat zien dat bij de meeste panden het risico op grondwateroverlast gering is doordat deze panden verhoogd in het maaiveld liggen, waardoor de afstand tussen maaiveld en de berekende grondwaterstand voldoende groot is. Enkel bij de het scenario met een peilverhoging tot NAP +9,65 m is bij enkele panden een mogelijke toename van grondwateroverlast. Dit zijn de panden aan de Erlecomseweg 7, 9 en 11 omdat deze panden niet verhoogd in het maaiveld liggen waardoor hier een reëel risico op toename van grondwateroverlast. Hier zijn mitigerende maatregelen nodig. Bij de andere scenario's dus tot peilopzet van NAP +9,50 m is er geen directe indicatie op een toename van het risico op grondwateroverlast.

Bij de panden aan de Erlecomseweg 7, 9, 11 en het scenario met peilverhoging tot NAP+9,65 m kan het risico op grondwateroverlast verminderd worden door drainage rondom deze panden aan te leggen. Hierdoor kan de ontwateringsdiepte op 1,0 m minus maaiveld gehouden worden, waardoor het risico op grondwateroverlast zelfs verminderd ten opzichte van de huidige situatie. Belangrijk is een goede aanleg van



de drainage, op de juiste diepte (1 m-mv) en met goed doorlatende omstorting. Om de afwatering in tijden van hoge grondwaterstanden mogelijk te maken dient de drainage aangesloten te worden op een pomp waardoor er spraken is van peil gestuurde drainage.

## 9.5 Effecten klimaatverandering

Om de effecten van klimaatverandering te analyseren, is het effect van klimaatverandering op de Waal indicatief beschouwd. Er wordt verwacht dat extreme afvoerdebieten, zowel hoog als laag, vaker voorkomen en langer zullen duren [ref. 5]. Tabel 9.2 geeft een overzicht van de verwachte waterstandsverandering in 2050 ten gevolge van klimaatverandering in de Waal. Doordat de Waal van grote invloed is op de grondwaterstanden in het projectgebied is ook de verwachting dat de grondwaterstanden bij hoogwater zullen toenemen, wel zal het waarschijnlijk minder toenemen dan de Waal zelf, dus minder dan 3 decimeter. Voor de laagwater situatie geldt eveneens dat de grondwaterstanden dan lager zullen zijn.

Tabel 9.2 Effect van klimaatverandering op extreem hoge en lage waterstanden van de Waal in 2050 [ref. 5]

Extreme waterstand	Waterstandsverandering in 2050 [m]
hoogwater	+ 0,31
laagwater	- 0,40

Door de zandwinningsplas worden de grondwaterstanden bij hoogwater lager en in een laagwater situatie hoger. De effecten van de zandwinningsplas zijn dus exact omgekeerd en hebben dus een bufferend effect op de gevolgen van klimaatverandering. Het opzetten van het waterpeil verhoogd de grondwaterstanden waardoor het negatief is bij de hoogwatersituatie in de toekomst door klimaatverandering (hoger risico op wateroverlast) maar is juist positief bij de laagwater situatie doordat het water meer blijft vastgehouden in de vorm van hogere (grond)waterstanden. Dus de zandwinningsplas is positief voor zowel hoge en lage waterstanden op de Waal, en peilopzet is negatief bij hoge waterstanden en positief bij lage waterstanden op de Waal in relatie tot klimaatverandering.

## 9.6 Conclusie

Door de vergelijking van de verschillende scenario's met verschillende peilopzet (geen, tot NAP +9,30 m, tot NAP +9,50 m en tot NAP +9,65 m) kunnen de volgende conclusies genomen worden:

- het effect van de zandwinningsplas zorgt voor een nivellerend effect de situaties met hoge grondwaterstanden (GHG en hoogwater op de Waal) worden lager en met lage grondwaterstanden (GLG en laagwater) worden hoger;
- het effect van de peilopzet zorgt voor hogere grondwaterstanden gedurende het hele jaar waarbij geldt, hoe hoger de peilopzet hoe meer de grondwaterstanden stijgen. Het effect van de peilopzet is in vergelijking met het effect van de zandwinningsplas klein, waardoor vooral rondom de zandwinningsplas de effecten van de peilopzet minder dominant zijn. Op grotere afstand van de zandwinningsplas worden de effecten van peilopzet beter zichtbaar in de vorm van hogere grondwaterstanden in de GHG en hoogwater situatie;
- door de peilopzet stroomt er minder oppervlaktewater over de stuw uit het projectgebied. Hierdoor blijft het water langer vastgehouden. Hoe hoger het peil wordt opgezet hoe minder water er over de stuw uit het projectgebied stroomt;
- er zijn dichtbij de nieuwe plas geen grote effecten te verwachten op landbouw, ten noordoosten van de plas Kraaijenhof is er meer sprake van kwel bij hoogwater. De berekeningen met de Waterwijzer Landbouw tool laten zien dat de doelrealisatie over het algemeen redelijk gelijk blijft. Op sommige pixels neemt de natschade toe maar neemt de droogteschade af waardoor de landbouwopbrengst nagenoeg gelijk blijft. Per modelcel wisselt het of het verbeterd of verslechterd maar door de

combinatie van toename van natschade en afname van droogteschade. Er zijn geen duidelijke (deel)gebieden aan te wijzen waar een duidelijke toe of afname wordt berekend. Hierdoor is het lastig om te duiden wat de effecten op landbouw precies zullen zijn, maar de verwachting is dat dit niet tot significante wijzigingen in de doelrealisatie zal leiden voor de landbouwpercelen;

- het risico op grondwateroverlast zal rondom de zandwinningsplas afnemen door de verlaging van de grondwaterstanden tijdens situaties met hoge grondwaterstanden (GHG en hoogwater op de Waal). Op grotere afstand van de zandwinningsplas nemen de hoge grondwaterstanden wel toe hierdoor is er een mogelijke toename van het risico op grondwateroverlast. Nadere analyse laat zien dat het gros van de panden dit toch niet tot een verhoging van het risico op grondwateroverlast zal leiden doordat deze panden verhoogd in het maaiveld liggen. Enkel bij de panden aan de Erlecomseweg 7, 9, 11 en het scenario met peilverhoging tot NAP +9,50 m en NAP +9,65 m is er een reële toename van het risico op grondwateroverlast. Doormiddel van het aanleggen van drainage rondom deze panden kan dit risico gemitigeerd worden;
- het scenario met peil tot NAP +9,65 m heeft de grootste peilopzet van de beschouwde scenario's. Uit nadere analyse lijkt dat het peil uit dit scenario lokaal hoger ligt dan het maaiveld van aanliggende percelen, waardoor er lokaal maatregelen nodig zijn om het water in de watergang te houden. De peilopzet kan lokaal zorgen voor zeer natte omstandigheden op laaggelegen percelen die dicht bij de watergangen met het verhoogde peil liggen. Dit scenario roept nog een aantal vragen op ten aanzien van grondwateroverlast, zowel voor lager gelegen percelen als voor bebouwing. Dit scenario wordt daarom als minder wenselijk gezien;
- klimaatverandering zal in de toekomst mogelijk leiden tot hogere piek waterstanden op de Waal waardoor ook de grondwaterstanden tijdens deze situatie hoger zijn. De laagwaterstanden op de Waal zullen nog lager worden door klimaatverandering waardoor ook de grondwaterstanden in die situaties mee dalen. De effecten van de zandwinningsplas zijn dus exact omgekeerd en hebben dus een bufferend effect op de gevolgen van klimaatverandering. De zandwinningsplas is positief voor zowel hoge en lage waterstanden op de Waal en peilopzet is negatief bij hoge waterstanden en positief bij lage waterstanden op de Waal in relatie tot klimaatverandering.



## REFERENTIES

- 1 Kurstjens, G., A. van Winden (April 2015). Maatregelen watercondities t.b.v. herstel rietmoeras binnendijkse Natura 2000 gebieden in de Ooijpolder (Groenlanden en Ooijse Graaf). Onderzoek in opdracht van Provincie Gelderland.
- 2 Swierstra, W., Hauw, van der K., Schunselaar, S. (2021). MIPWA v4 modelbouw.
- 3 Waterschap Rivierenland (2012). Richtlijn kwel en wegzijging.
- 4 Wageningen Universiteit (online). Waterwijzer Landbouw. <https://waterwijzerlandbouw.wur.nl/#>.
- 5 IRM (online). Informatiebladen Rijn Integraal Riviermanagement. <https://www.bouwplaatsirm.nl/informatiebladen-irm-rijn-versie-21-juni-2021>.
- 6 Arcadis (2020). Moria 4.6 verbetering, Modelverbetering deelgebieden Bloemers & Citters, Groesbeek & Ooijpolder en Rijk van Nijmegen, 1 oktober 2020.

