

# HYDROLOGISCH ONDERZOEK DE WIEDEN FASE 2

Provincie Overijssel

20 DECEMBER 2022



## Contactpersoon

**MARLOES ARENS**

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264

6800 AG Arnhem

Nederland

---

# INHOUDSOPGAVE

<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>6</b>
1.1	Aanleiding	6
1.2	Doel	7
1.3	Leeswijzer	7
<b>2</b>	<b>WATERSYSTEEMBESCHRIJVING</b>	<b>8</b>
2.1	Regionaal watersysteem	8
2.2	Lokaal watersysteem	13
2.2.1	Projectgebied 13a en 13b: Zomerdijk Zwartsluis en Zomerdijk Beukers	13
2.2.2	Projectgebied 13c: Doosje	15
2.2.3	Projectgebied 14: Polder Giethoorn	18
2.3	Synthese watersysteembeschrijving	20
<b>3</b>	<b>WERKWIJZE HYDROLOGISCH ONDERZOEK</b>	<b>23</b>
3.1	Ontwikkeling grondwatermodel	23
3.2	Opstellen hydrologisch ontwerp (basis)	23
3.3	Beoordeling omgevingseffecten op gebruiksfuncties	24
3.4	Optimalisatie hydrologisch ontwerp (Mitigatieopties)	24
<b>4</b>	<b>ONTWIKKELING GRONDWATERMODEL</b>	<b>25</b>
4.1	Modeluitgangspunten	25
4.2	Doorgevoerde modelaanpassingen	25
4.2.1	MetaSWAP	25
4.2.2	Maaiveld	26
4.2.3	Deklaagweerstand	26
4.2.4	Watergangen	27
4.2.5	Drainage	28
4.3	Modelvalidatie	28
4.3.1	Validatieset	28
4.3.2	Uitkomsten validatie	29
4.3.3	Conclusie validatie	33

<b>5</b>	<b>HYDROLOGISCH ONTWERP (BASIS)</b>	<b>35</b>
5.1	Projectgebied 13a: Zomerdijk Zwartsluis	35
5.2	Projectgebied 13b: Zomerdijk Beukers	35
5.3	Projectgebied 13c: Doosje	35
5.4	Projectgebied 14: Polder Giethoorn	35
5.5	Modellering van het basis-ontwerp	36
<b>6</b>	<b>BEOORDELING VAN OMGEVINGSEFFECTEN</b>	<b>38</b>
6.1	Uitgangspunten beoordeling	38
6.2	Projectgebied 13a: Zomerdijk Zwartsluis	41
6.2.1	Effect op GxG	41
6.2.2	Effect op landbouw	41
6.2.3	Effect op bebouwing	42
6.2.4	Effect op wegen	42
6.3	Projectgebied 13b en 13c: Zomerdijk Beukers en Doosje	43
6.3.1	Effect op GxG	43
6.3.2	Effect op landbouw	43
6.3.3	Effect op bebouwing	45
6.3.4	Effect op wegen	46
6.4	Projectgebied 14: Polder Giethoorn	47
6.4.1	Effect op GxG	47
6.4.2	Effect op landbouw	49
6.4.3	Effect op bebouwing	50
6.4.4	Effect op wegen	50
<b>7</b>	<b>OPTIMALISATIE ONTWERP (MITIGATIEOPTIES)</b>	<b>52</b>
7.1	Werkwijze	52
7.2	Inmeting drempelhoogtes	53
7.3	Inmeting watergangen	54
7.4	Modellering	55
7.4.1	Verwerking inmetingen in het model	55
7.4.2	Scenario's	56
7.5	Effectbepaling Zomerdijk Beukers en Doosje	56
7.5.1	Conclusie mitigatie Beukers en Doosje	59
7.6	Effectbepaling Polder Giethoorn	59
7.6.1	Conclusie mitigatie	62
<b>8</b>	<b>CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b>	<b>63</b>

8.1	Modelontwikkeling	63
8.2	Totstandkoming hydrologisch ontwerp	63
8.3	Beoordeling van omgevingseffecten op functies	63

## **BIJLAGEN**

<b>BIJLAGE A – MEETNETLOCATIE</b>	<b>65</b>
<b>BIJLAGE B – TIJDREEKSVERLENGING</b>	<b>67</b>
<b>BIJLAGE C – BOLLENKAARTEN VALIDATIE</b>	<b>68</b>
<b>BIJLAGE D – ONTWERPKAARTEN</b>	<b>72</b>
<b>BIJLAGE E – EFFECT OP GRONDWATER ZOMERDIJK ZWARTSLUIS</b>	<b>76</b>
<b>BIJLAGE F – EFFECT OP GRONDWATER ZOMERDIJK BEUKERS</b>	<b>78</b>
<b>BIJLAGE G – EFFECT OP GRONDWATER DOOSJE</b>	<b>79</b>
<b>BIJLAGE H – EFFECT OP GRONDWATER POLDER GIETHOORN</b>	<b>81</b>
<b>BIJLAGE I – EFFECT OP KWEL</b>	<b>82</b>
<b>BIJLAGE J – INMETINGEN WATERGANGEN</b>	<b>85</b>
<b>BIJLAGE K – EFFECT OP GRONDWATER ZOMERDIJK BEUKERS – ZONDER KWELSLOOT</b>	<b>90</b>
<b>BIJLAGE L - EFFECT OP GRONDWATER ZOMERDIJK BEUKERS - MITIGATIE</b>	<b>91</b>
<b>BIJLAGE M – EFFECT OP GRONDWATER DOOSJE – ZONDER KWELSLOOT</b>	<b>92</b>
<b>BIJLAGE N – EFFECT OP GRONDWATER DOOSJE – MITIGATIE</b>	<b>94</b>
<b>BIJLAGE O – EFFECT OP GRONDWATER POLDER GIETHOORN – ZONDER KWELSLOOT</b>	<b>96</b>
<b>BIJLAGE P – EFFECT OP GRONDWATER POLDER GIETHOORN – MITIGATIE</b>	<b>97</b>
<b>COLOFON</b>	<b>98</b>

# 1 INLEIDING

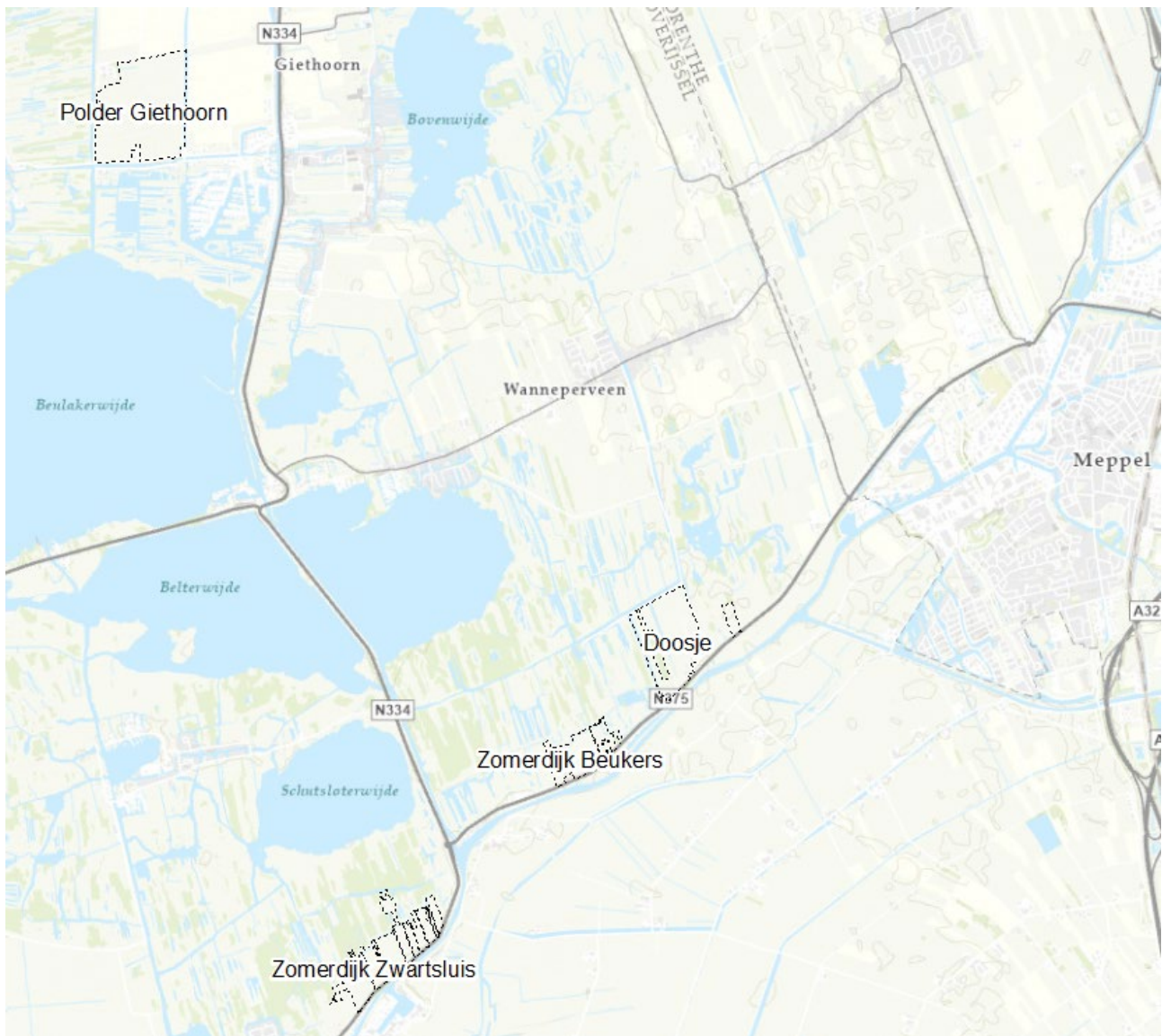
Dit rapport beschrijft het hydrologisch onderzoek voor De Wieden fase 2 (de deelgebieden Zomerdijk Zwartsluis, Zomerdijk Beukers, Doosje en Polder Giethoorn, zie Figuur 1), dat wordt uitgevoerd als onderdeel van de ontwikkelopgave van De Wieden. Voor de ontwikkelopgave wordt een MER en inrichtingsplan opgesteld waarbij de maatregelen hydrologisch worden onderbouwd.

Het hydrologisch onderzoek wordt begeleid door een projectgroep met experts vanuit de provincie Overijssel, Natuurmonumenten en waterschap Drents Overijsselse Delta.

## 1.1 Aanleiding

Als onderdeel van de ontwikkelopgave Natura 2000 voor De Wieden wordt een MER opgesteld. De maatregelen binnen het projectgebied dienen hydrologisch onderbouwd te worden.

Om inzicht te krijgen in het watersysteem is een monitoringsmeetnet opgesteld (zie Bijlage A). Om inzicht te krijgen in de te verwachten effecten wordt tegelijkertijd een hydrologisch onderzoek uitgevoerd. Als onderdeel hiervan is een grondwatermodel ontwikkeld. De nauwkeurigheid van dit model is getoetst met de metingen verkregen uit het monitoringsmeetnet.



Figuur 1. Ligging van de projectgebieden voor De Wieden fase 2

## 1.2 Doel

Het hydrologisch onderzoek wordt ingezet om het hydrologisch ontwerp van De Wieden fase 2 te onderbouwen en te beoordelen. Om dit te doen, wordt een gedegen grondwatermodel ontwikkeld op basis van de inzichten verkregen uit de watersysteembeschrijving en het grondwatermeetnet. Het grondwatermodel wordt ingezet om de effecten van het ontwerp op verschillende gebruiksfuncties te beoordelen.

## 1.3 Leeswijzer

De watersysteembeschrijving waarop de grondwatermodellering is gebaseerd, is beschreven in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 wordt de werkwijze van het hydrologisch onderzoek in detail beschreven, waarbij alle genomen stappen en uitgangspunten worden weergegeven. In hoofdstuk 4 wordt de modelontwikkeling beschreven. In hoofdstuk 5 wordt het ontwerp van de deelgebieden toegelicht. De effecten van het ontwerp worden in kaart gebracht in hoofdstuk 6. Hierbij wordt gekeken naar het effect op grondwater en de gebruiksfuncties landbouw en bebouwing. In hoofdstuk 7 wordt ingegaan op de mitigatieopties bij effect op bebouwing. De conclusies en aanbevelingen zijn weergegeven in hoofdstuk 8.

Verschiedende ondersteunende teksten (zoals de totstandkoming van het grondwatermodel) zijn terug te vinden in de bijlagen. Bij de totstandkoming van het ontwerp en het grondwatermodel zijn meerdere stappen doorlopen (beschreven in hoofdstuk 3). Hiervoor zijn verscheidene tussentijdse rapportages opgesteld, die zijn meegeleverd als aparte bijlage bij dit rapport. Het gaat hierbij om de volgende rapporten, waar in dit rapport naar verwezen zal worden:

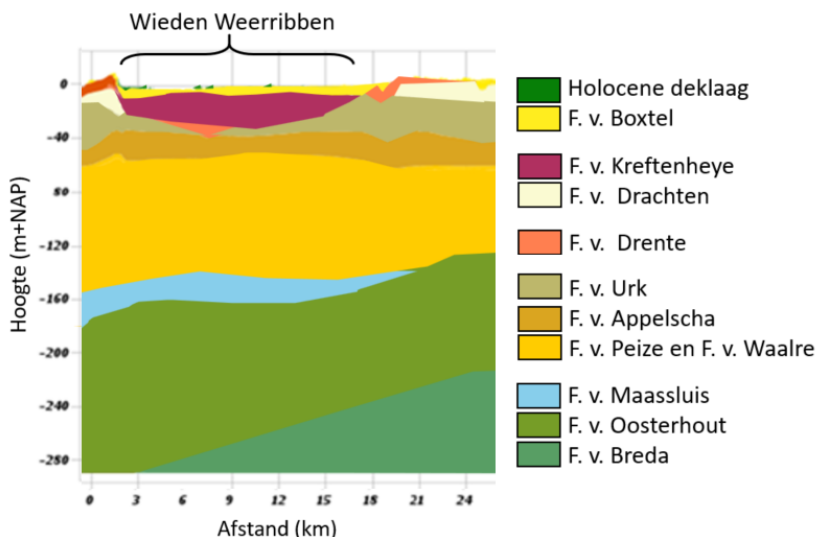
- Monitoringsplan meetnet De Wieden fase 2 (Arcadis, 2020): Monitoringsplan opgesteld bij de start van dit project om voldoende systeeminzicht te verkrijgen om het grondwatermodel te verbeteren en een ontwerp op te kunnen stellen
- Watersysteembeschrijving De Wieden fase 2 (Arcadis, 2021): Rapport met daarin de watersysteembeschrijving die is ingezet voor de modelontwikkeling.

## 2 WATERSYSTEEMBESCHRIJVING

Het grondwatermodel is ontwikkeld op basis van de watersysteembeschrijving. Om een gedegen grondwatermodel te kunnen ontwikkelen, is voldoende inzicht nodig in de (geo-)hydrologische werking van het systeem. In dit hoofdstuk wordt de watersysteembeschrijving uitgewerkt. In het bijgevoegde rapport<sup>1</sup> is de watersysteembeschrijving in meer detail opgenomen. De referentiesituatie van het watersysteem wordt beschreven aan de hand van de actuele toestand van het oppervlaktewater en grondwater. Het beschreven watersysteem dient als referentie voor het ontwikkelen van het model en het ontwerp van het toekomstige watersysteem.

### 2.1 Regionaal watersysteem

De ondergrond van het gebied is opgebouwd uit een zandige ondergrond met daarboven een venige en soms kleiige deklaag. In Figuur 2 is een geologische dwarsdoorsnede vanaf de Hondsrug tot het Ketelmeer weergegeven, met daarop de locatie van de Wieden en Weerribben weergegeven. Omdat vanaf de geohydrologische basis geen noemenswaardige weerstand biedende (klei)lagen voorkomen, is de diepe ondergrond vooral te typeren als een grote zandbak met grof tot zeer grof zand. De bovenliggende veenlaag en/ of komklei heeft wel een hoge weerstand.

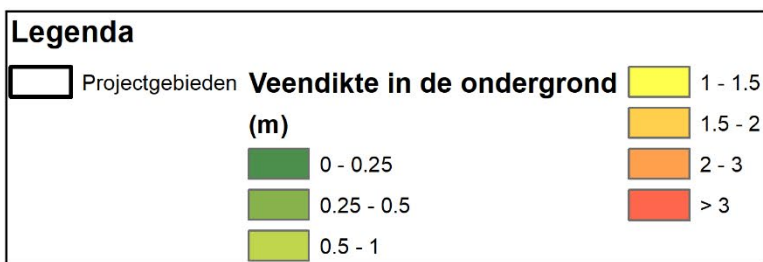
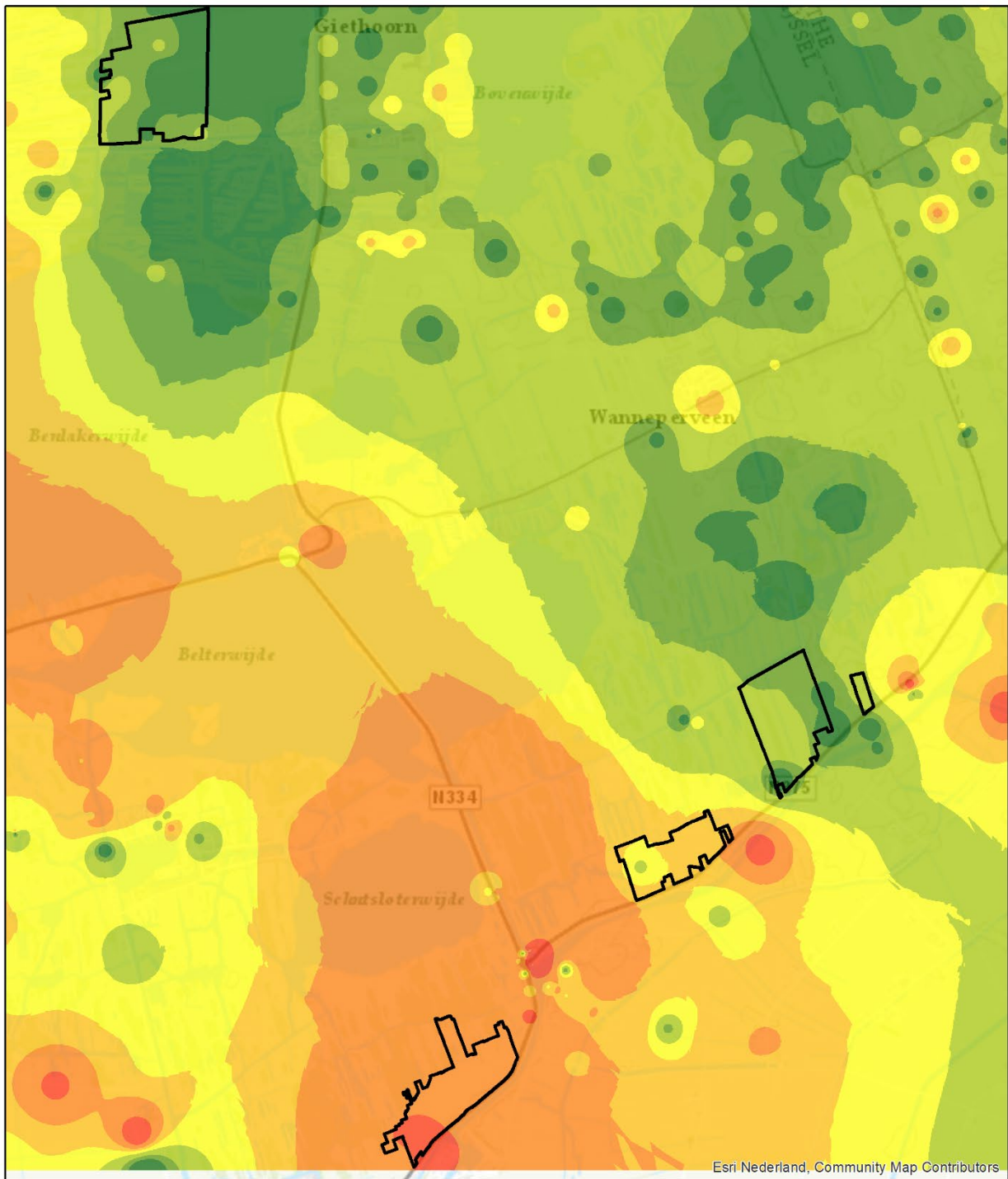


Figuur 2: Geologische dwarsdoorsnede vanaf de Hondsrug tot het Ketelmeer.

Het veenpakket varieert in dikte (zie Figuur 3). Lokaal kan de opbouw van de deklaag sterk verschillend zijn. Bij Zomerdijk Beukers komen rivierduinen voor, waardoor hier lokaal weinig deklaagweerstand aanwezig is. Bij Polder Giethoorn komt een verkitte B-horizont voor met een hoge weerstand. Het wel of niet voorkomen van een veen en/of verkitte B-horizont bepaalt hier of er een weerstand aanwezig is tussen het freatische pakket en de zandondergrond, en daarmee ook de mate van uitwisseling tussen het freatisch pakket en het eerste watervoerend pakket.

<sup>1</sup> Watersysteembeschrijving De Wieden fase 2 (Arcadis, 2021)





Figuur 3. Veendikte op basis van interpolatie van boringen uit DINOloket en het opgestelde monitoringsmeetnet.

De regionale grondwaterstroming is noordoost-zuidwest; grofweg vanaf de Hondsrug naar het Ketelmeer. In het gebied is variatie in drooglegging aanwezig door variatie in maaiveldhoogte en het hanteren van verschillende oppervlaktewaterpeilen; polderpeil en boezempeil.

Het Natura 2000-gebied maakt grotendeels deel uit van de Boezem van Noordwest Overijssel, er is ongeveer 3000 ha open water. Het winterpeil is -0,83 m NAP en in de zomer mag het peil, afhankelijk van neerslag en verdamping, variëren tussen -0,73 m NAP en -0,83 m NAP. Om verdroging tegen te gaan heeft Waterschap Drents en Overijsselse Delta in september 2020 het bestaande peilbesluit aangepast (WDOD, 2020). Het herziene peilbesluit heeft onder normale omstandigheden de volgende kenmerken:

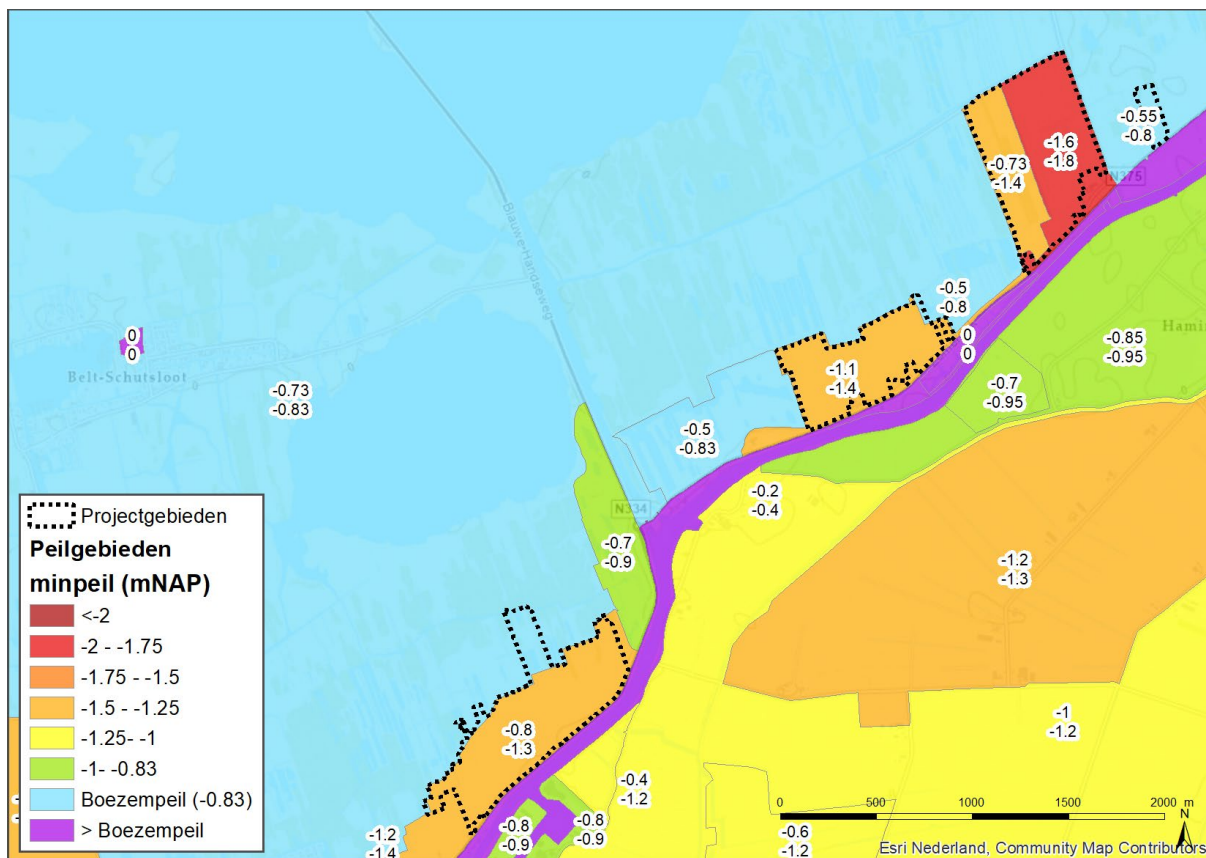
- Het peil mag in maart geleidelijk stijgen naar een maximumpeil van -0,73 m NAP.
- In de periode van april t/m september wordt een peil van minimaal -0,76 in plaats van -0,83 m NAP aangehouden, waardoor verdroging eerder in het seizoen is bij te sturen (WDOD, 2020). Als het peil in de zomer lager wordt dan -0,76 m NAP wordt bij gemaal Stroïnk water uit het Vollenhovermeer ingelaten.
- Vanaf oktober wordt het peil geleidelijk teruggebracht naar het winterpeil (-0,83 m NAP).
- Het winterpeil wordt aangehouden van november tot en met februari.

Het gebied wordt voornamelijk gevoed door regenwater, de afvoer van het Drents plateau via de Vledder en Wapserveense Aa en de afvoer van overtollig water uit polders. Gedurende normale omstandigheden wordt het gebied af via het Ettenlandskanaal en pompt gemaal Stroïnk het teveel aan water naar het Vollenhovermeer dat in open verbinding staat met het IJsselmeer. In sommige jaargetijden maken de wegzijging naar de ondergrond en een neerslagtekort / verdampingoverschot het nodig om water bij het gemaal Stroïnk in te laten om het waterniveau in het gebied op het minimale peil te houden.

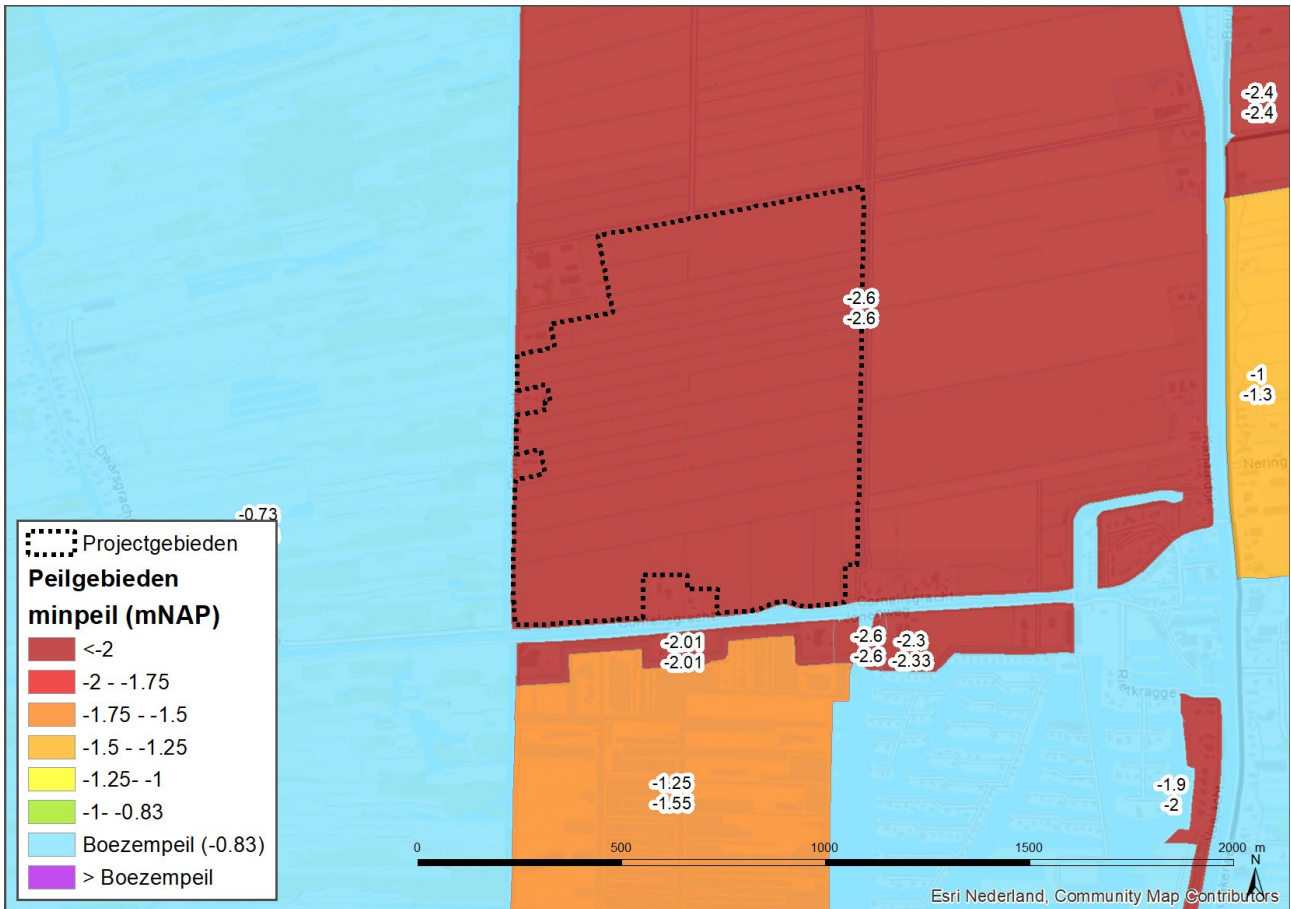
Bij extreme droogte in de periode van april tot en met september wordt water ingelaten bij -0,76 m NAP om dit peil te kunnen handhaven. Het peilbeheer wordt gestuurd op een gemiddelde van het peil bij 7 meetstations die verspreid over het gebied van de Boezem staan.

Door inpoldering van de omgeving ligt het grootste gedeelte van het Natura 2000-gebied hoger dan zijn omgeving. Het omliggende polderpeil is lager dan het boezempeil (Figuur 4 en Figuur 5). Deze polders worden met poldergemalen op peil gehouden.

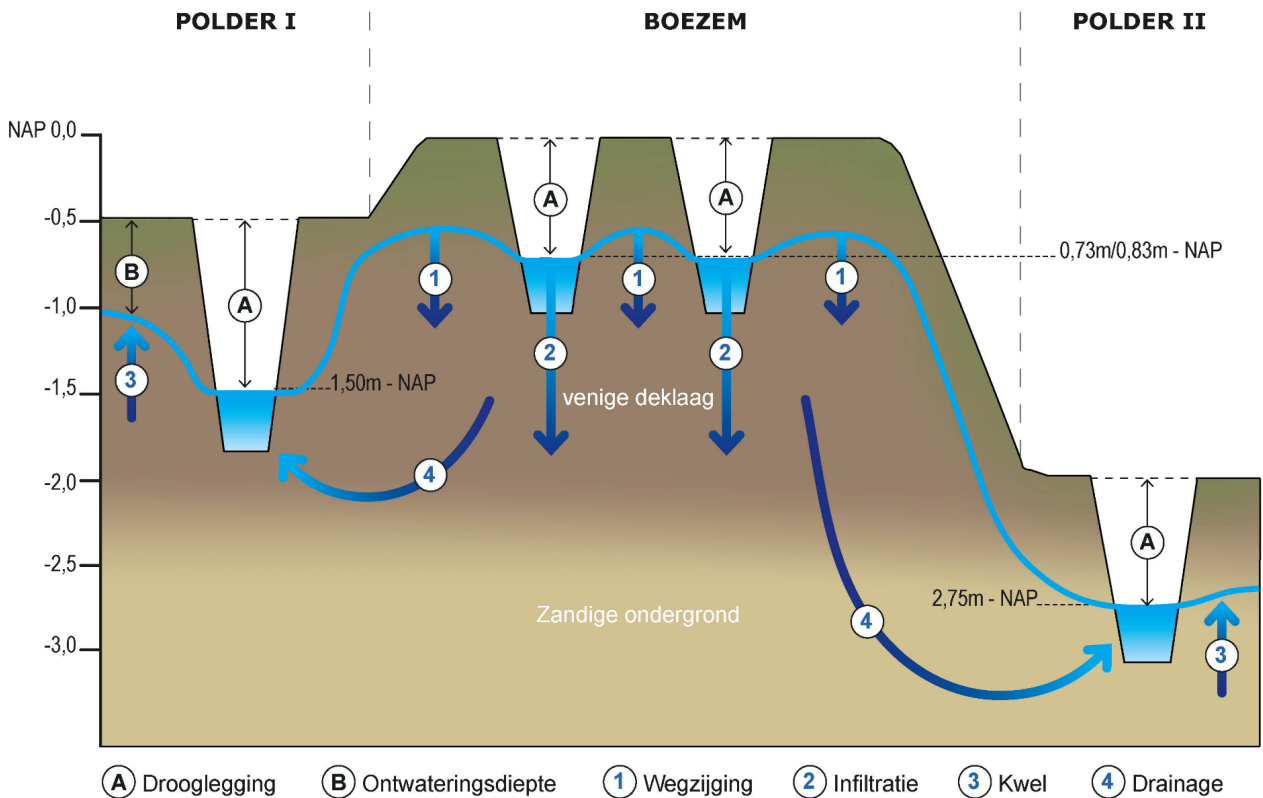
In de sloten waar boezempeil wordt gehanteerd, infiltreert het water uit de sloot de bodem in. Vervolgens stroomt het water door de venige deklaag naar gebieden met lagere peilen; de polderpeilen. Hier komt het water van de gebieden met polderpeil uiteindelijk terecht in de watergangen (zie Figuur 6).



Figuur 4. Peilgebieden in en rondom de projectgebieden langs Zomerdijk.



Figuur 5: Peilgebieden in en rondom Polder Giethoorn.



Figuur 6. Schematische weergave van de grondwaterstroming in en rondom de boezem.

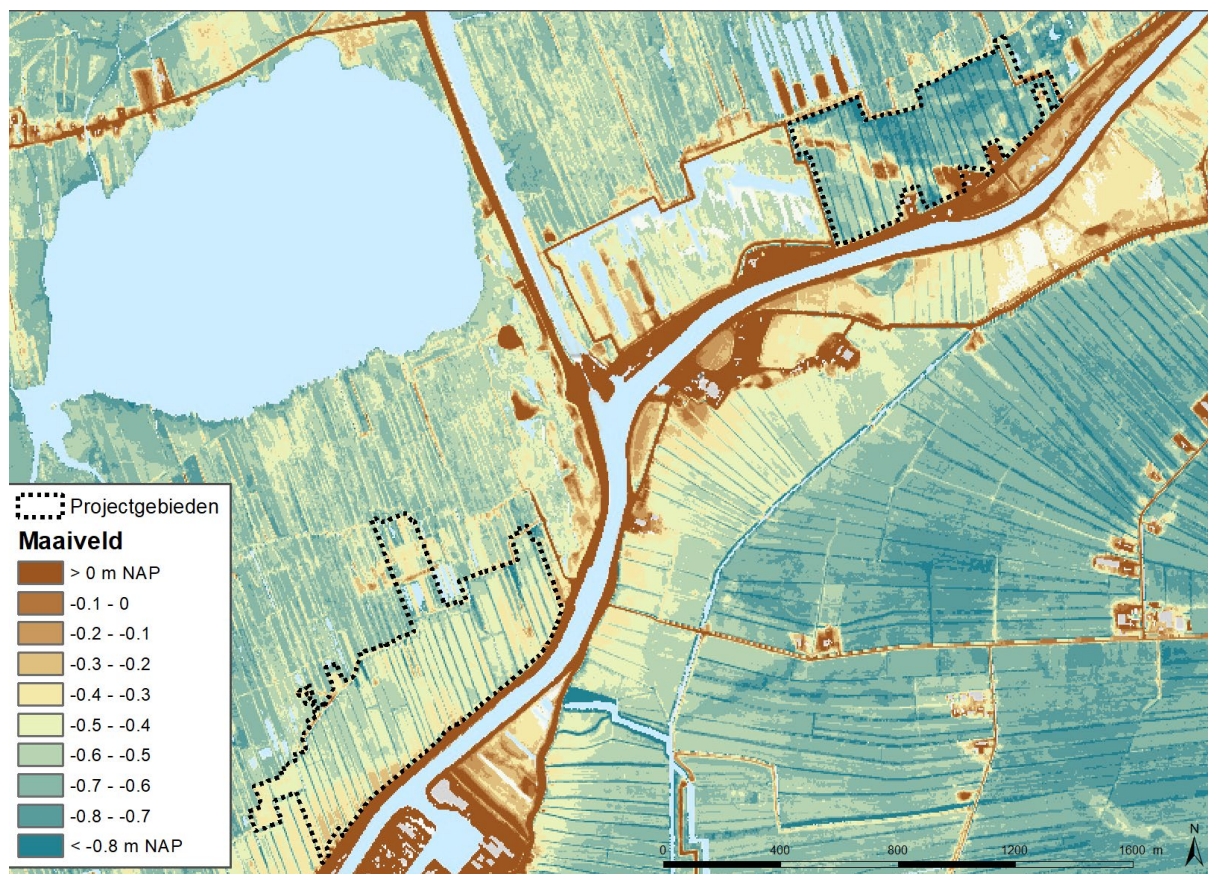
## 2.2 Lokaal watersysteem

In onderstaande paragrafen in ingezoomd op het watersysteem van Zomerdijk Zwartsluis en Zomerdijk Beukers, Doosje en Polder Giethoorn. Hierbij wordt in meer detail ingegaan op het oppervlaktewater- en grondwatersysteem. Ook komen hierin de inzichten terug, die zijn opgedaan bij de monitoring<sup>2</sup>.

### 2.2.1 Projectgebied 13a en 13b: Zomerdijk Zwartsluis en Zomerdijk Beukers

Deze twee deelgebieden liggen oostelijk van Zwartsluis en aan de noordkant van de Zomerdijk langs het Meppelerdiep. De deelgebieden zijn omgeven door bestaande natuur.

De maaiveldhoogte binnen de projectgebieden varieert tussen NAP -0,9 tot -0,1 m. In projectgebied Zomerdijk Beukers is een hogere rug waarneembaar, wat een oude rivierduin is (Figuur 7). De maaiveldhoogten binnen de projectgebieden en het naastgelegen boezemgebied verschillen met uitzondering van de rivierduin weinig.



Figuur 7. Maaiveldhoogte Zomerdijk Zwartsluis en Zomerdijk Beukers

<sup>2</sup> Monitoringsplan meetnet De Wieden fase 2 (Arcadis, 2020)

## Oppervlaktewater

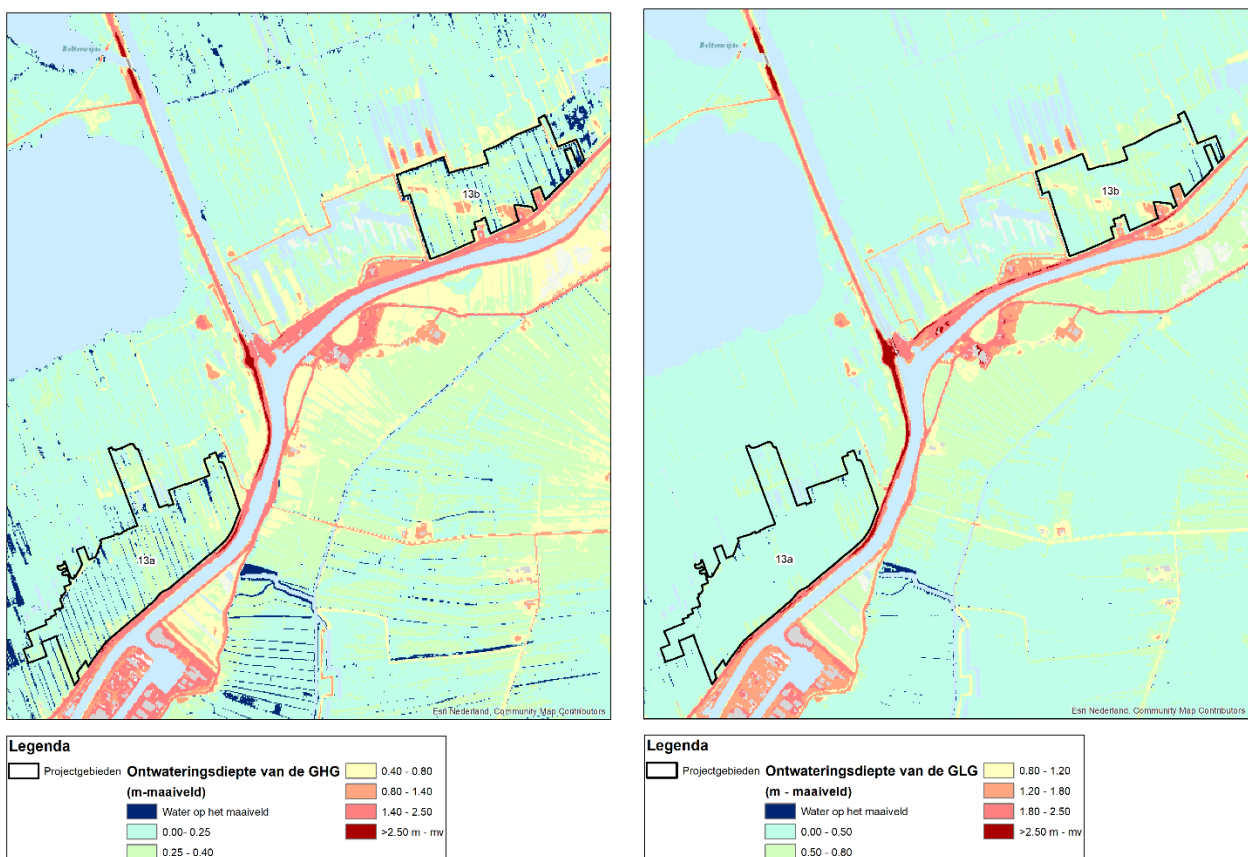
In Figuur 4 zijn de peilen in en rondom de projectgebieden weergegeven. Aan de noordzijde ligt het peil op boezempeil en aan de zuidzijde loopt het Meppelerdiep met een peil boven boezempeil. Zomerdijk Beukers heeft een minpeil van NAP -1,4 m en een maxpeil van NAP -1,1 m. Zomerdijk Zwartsluis heeft een minpeil van NAP -1,3 m en een maxpeil van NAP -0,8 m.

## Grondwater

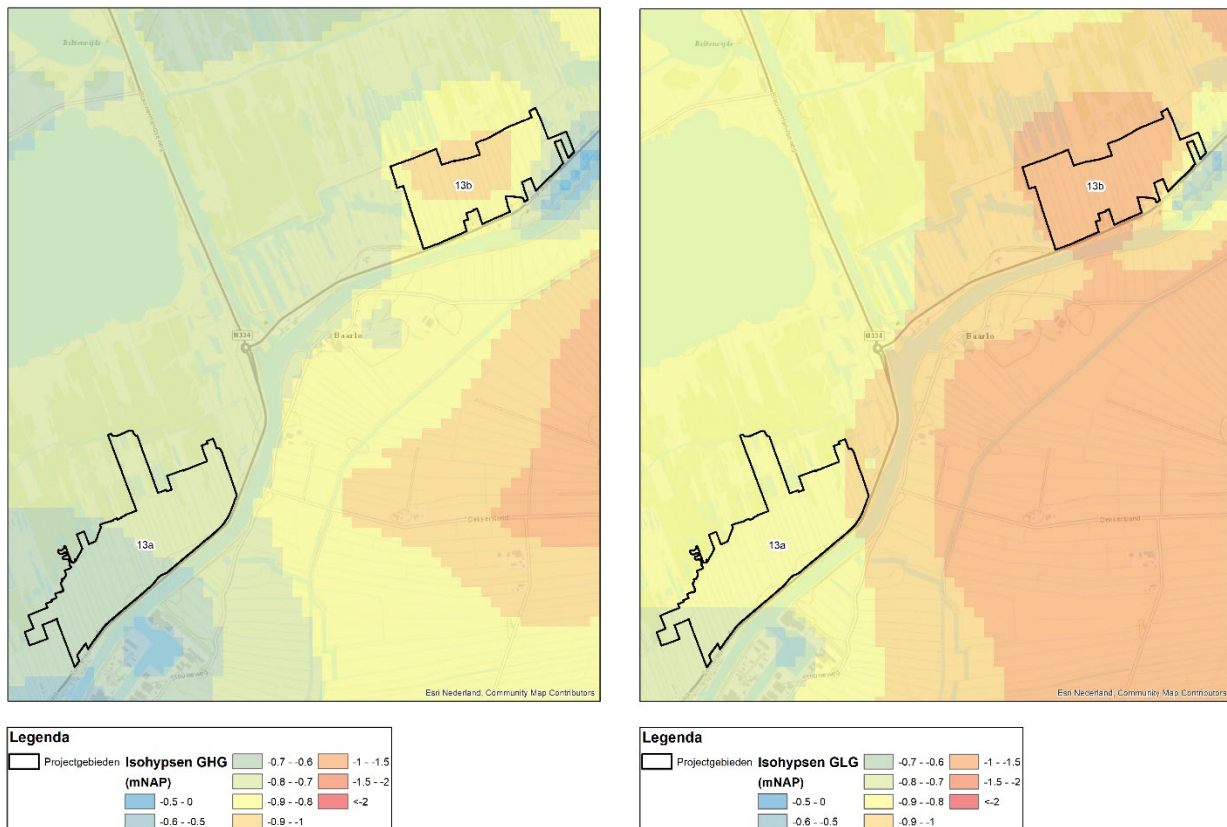
De ontwateringsdiepte, de grondwaterstand ten opzichte van het maaiveld, van de gemiddeld hoogste (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) is weergegeven in Figuur 8. Voor Zomerdijk Zwartsluis ligt de ontwateringsdiepte van de GLG in een groot deel van het gebied tussen 0 en 0,5 m onder maaiveld (gemiddelde 0,37 m onder maaiveld). Bij de GHG ligt de ontwateringsdiepte veelal tussen 0 en 0,25 m onder maaiveld (gemiddeld 0,22 m onder maaiveld).

Voor Zomerdijk Beukers ligt de ontwateringsdiepte van de GLG gemiddeld lager dan in Zomerdijk Zwartsluis (gemiddelde ligt 0,47 m onder maaiveld), dit komt voornamelijk door de hoger gelegen zandruggen. Bij de GHG ligt de ontwateringsdiepte veelal tussen 0 en 0,25 m onder maaiveld (gemiddeld 0,25 m onder maaiveld). De hoger gelegen rivierduinen in Zomerdijk Beukers zijn hier ook goed waarneembaar (ontwateringsdiepte van 0,8 tot 1,4 m -mv).

De isohypsenkaart van de GLG laat een stijghoogte zien van NAP -0,7 tot -1,25 m (Figuur 9). In Zomerdijk Zwartsluis ligt de stijghoogte tussen NAP -0,6 en -0,8 m, waar deze in Zomerdijk Beukers tussen NAP -0,6 en -1 m ligt. De isohypsen kaart van de GHG laat hetzelfde beeld zien. De stijghoogte is het hoogst nabij Zomerdijk Zwartsluis (zuidwesten) en het laagst in het oosten. Dit impliceert dat het grondwater hier vanuit het westen richting het oosten stroomt.



Figuur 8. Ontwateringsdiepte (maaiveld-grondwaterstand) op basis van MIPWA



Figuur 9. Isohypsens (grondwaterstand t.o.v. NAP) op basis van MIPWA

## Meetnet

Voor De Wieden fase 2 is een meetnet ingericht<sup>3</sup>. In Zomerdijk Zwartsluis zijn drie peilbuizen geplaatst met elk twee filters en in Zomerdijk Beukers zijn twee peilbuizen geplaatst waarvan één met twee filters. De locatie van deze peilbuizen en de uitgelezen stijghoogten staan in Bijlage A. Hieronder staat per deelgebied wat we op basis van dit meetnet hebben geleerd.

### Zomerdijk Zwartsluis

Binnen Zomerdijk Zwartsluis is circa 20 cm verschil te zien in de stijghoogte, waarbij de hoogste waarde bij het Meppelerdiep ligt en het oosten van het gebied een hogere stijghoogte heeft dan het westen. In het gebied is sprake van wegzijging: de stijghoogte in het freatisch pakket is hoger dan die in de zandondergrond. Op basis van tijdreeksstatistieken is bepaald dat er een factor is, naast neerslag en verdamping, die in sterke mate de stijghoogte bepaalt. Deze factor is naar verwachting het oppervlaktewaterpeil.

### Zomerdijk Beukers

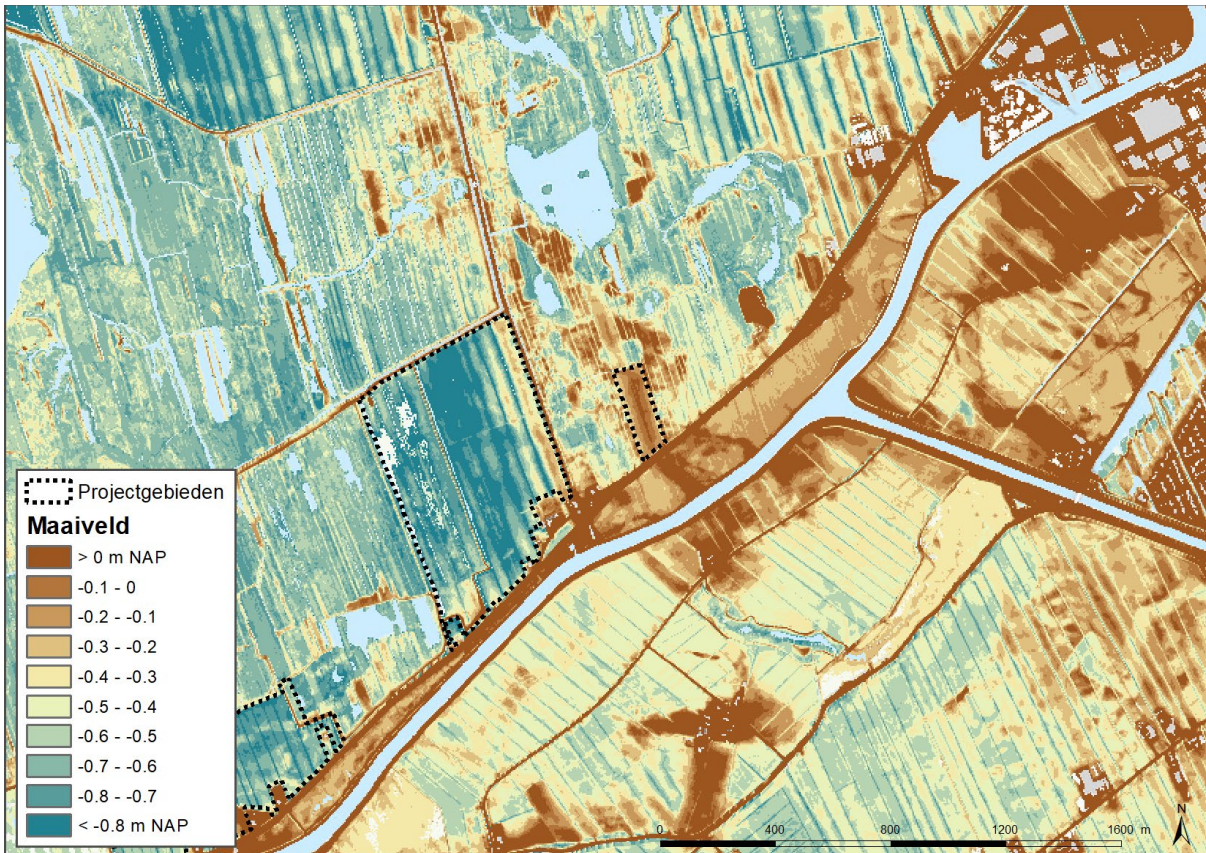
Er is weinig verhang aanwezig van oost naar west. In het gebied is sprake van wegzijging: de stijghoogte in het freatisch pakket is hoger dan die in de zandondergrond. Op basis van tijdreeksstatistieken is bepaald dat de freatische grondwaterstand en de stijghoogte in de zandondergrond sterk afhankelijk zijn van neerslag en verdamping.

## 2.2.2 Projectgebied 13c: Doosje

Deelgebied Doosje ligt ten noorden van de Zomerdijk en heeft een oppervlakte van 44 ha. Het betreft een voormalig landbouwgebied dat omgeven is door bestaande natuur. De maaiveldhoogte binnen het project-

<sup>3</sup> Monitoringsplan meetnet De Wieden fase 2 (Arcadis, 2020)

gebied varieert van NAP -0,9 tot 0 m. Het oostelijke deel van Doosje ligt op een hoge zandrug en is overduidelijk hoger dan het westelijker gelegen projectgebied.



Figuur 10. Maaiveldhoogte bij Doosje

## Oppervlaktewater

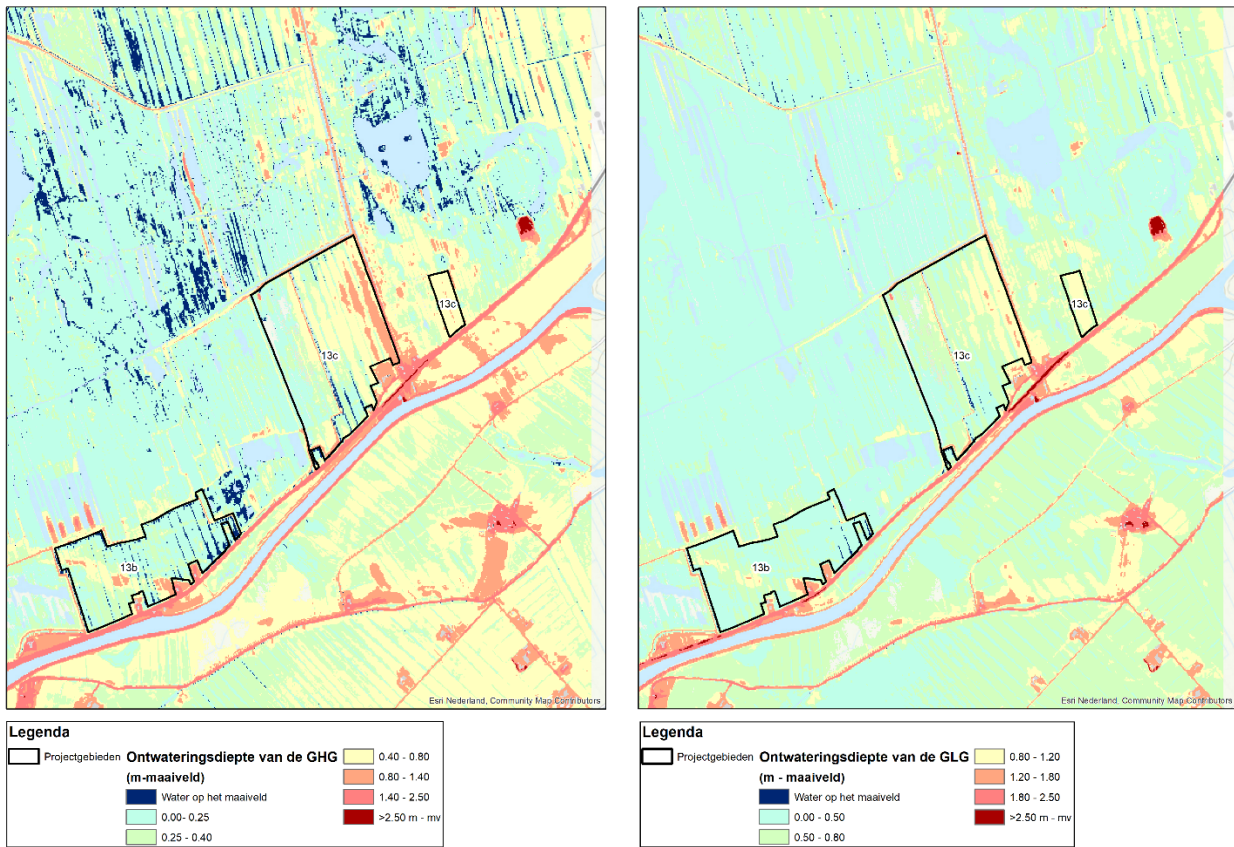
In Figuur 4 zijn de peilen in en rondom het projectgebied weergegeven. Aan de noordzijde ligt het peil op boezempeil en aan de zuidzijde loopt het Meppelerdiep met een peil boven boezempeil. Het oosten van Doosje heeft een peil tussen NAP -1,6 en -1,8 m. Het westelijk deel van Doosje heeft een peil tussen NAP -0,73 en -1,4 m.

## Grondwater

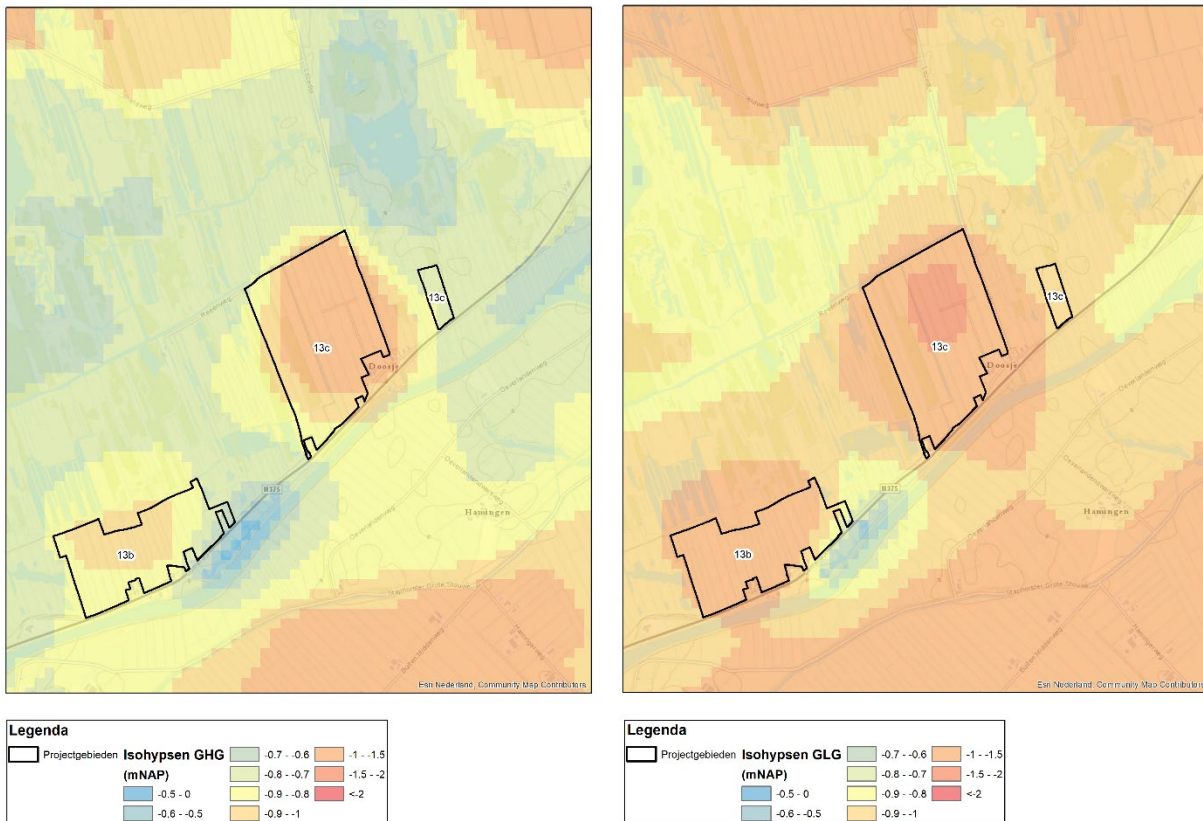
De ontwateringsdiepte bij de GHG en GLG wordt weergegeven in Figuur 11. Bij de GLG is de ontwateringsdiepte relatief groot, in een groot deel van het gebied ligt deze tussen 0,5 en 0,8 m onder maaiveld (gemiddelde 0,67 m onder maaiveld). Bij de GHG ligt de ontwateringsdiepte veelal tussen 0,8 tot 0,4 m onder maaiveld (gemiddeld 0,47 m onder maaiveld). De ontwateringsdiepte in de boezem is duidelijk kleiner, bij GLG tussen 0 en 0,6 m-mv en bij GHG tussen 0 en 0,25 m-mv.

De isohypsenkaart van de gemiddeld laagste grondwaterstand laat een stijghoogte zien van NAP -0,5 tot -2 m (Figuur 12). In het Doosje is de laagste grondwaterstand te zien (tussen NAP -1,5 en -2 m). De isohypsenkaart van de gemiddeld hoogste grondwaterstand laat ook de laagste grondwaterstanden zien in het projectgebied (Figuur 12). Dit komt doordat het oppervlaktewaterpeil hier het laagst ligt.





Figuur 11. Ontwateringsdiepte (maaiveld-grondwaterstand) op basis van MIPWA



Figuur 12. Isohypsen (grondwaterstand t.o.v. NAP) op basis van MIPWA

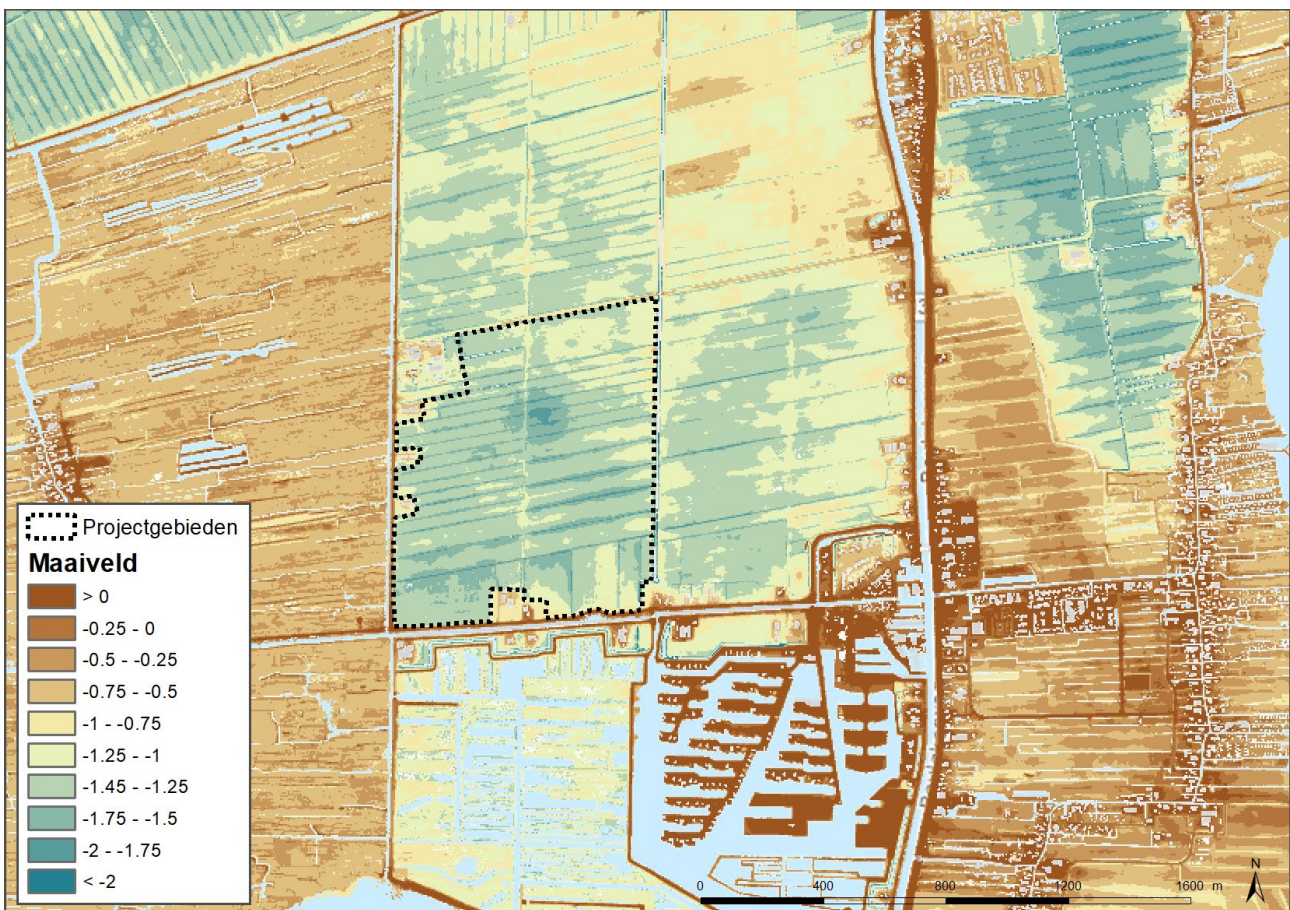
## Meetnet

Voor De Wieden fase 2 is een meetnet ingericht<sup>4</sup>. In Doosje zijn vijf peilbuizen geplaatst waarvan één met twee filters. De locatie van deze peilbuizen en de uitgelezen stijghoogten staan in Bijlage A.

Binnen Doosje is circa 20 cm verschil te zien in de stijghoogte van verschillende peilbuizen, waarbij de hoogste en laagste locatie beide langs het Meppelerdiep liggen. Er is sprake van een lichte kweldruk. Op basis van tijdreeksstatistieken is bepaald dat de stijghoogte sterk afhankelijk is van neerslag en verdamping, behalve bij de peilbuis ten noorden van Doosje en in het midden van het gebied. Hier is een factor, naast neerslag en verdamping, die in sterke mate de stijghoogte bepaalt. Deze factor is naar verwachting het oppervlaktewaterpeil.

### 2.2.3 Projectgebied 14: Polder Giethoorn

Polder Giethoorn is een voormalig landbouwgebied tussen Dwarsgracht en Giethoorn met een oppervlakte van 75 ha. Het maaiveld varieert tussen NAP -0,75 en -2 m. Polder Giethoorn ligt duidelijk lager dan het naastgelegen boezemgebied (westelijk van het projectgebied). Dit komt doordat er hier is afgegraven. Hierdoor komt ook niet overal in het gebied veen voor. In dit projectgebied is een verkitte B-horizont aanwezig.



Figuur 13. Maaiveldhoogte bij Polder Giethoorn

<sup>4</sup> Monitoringsplan meetnet De Wieden fase 2 (Arcadis, 2020)

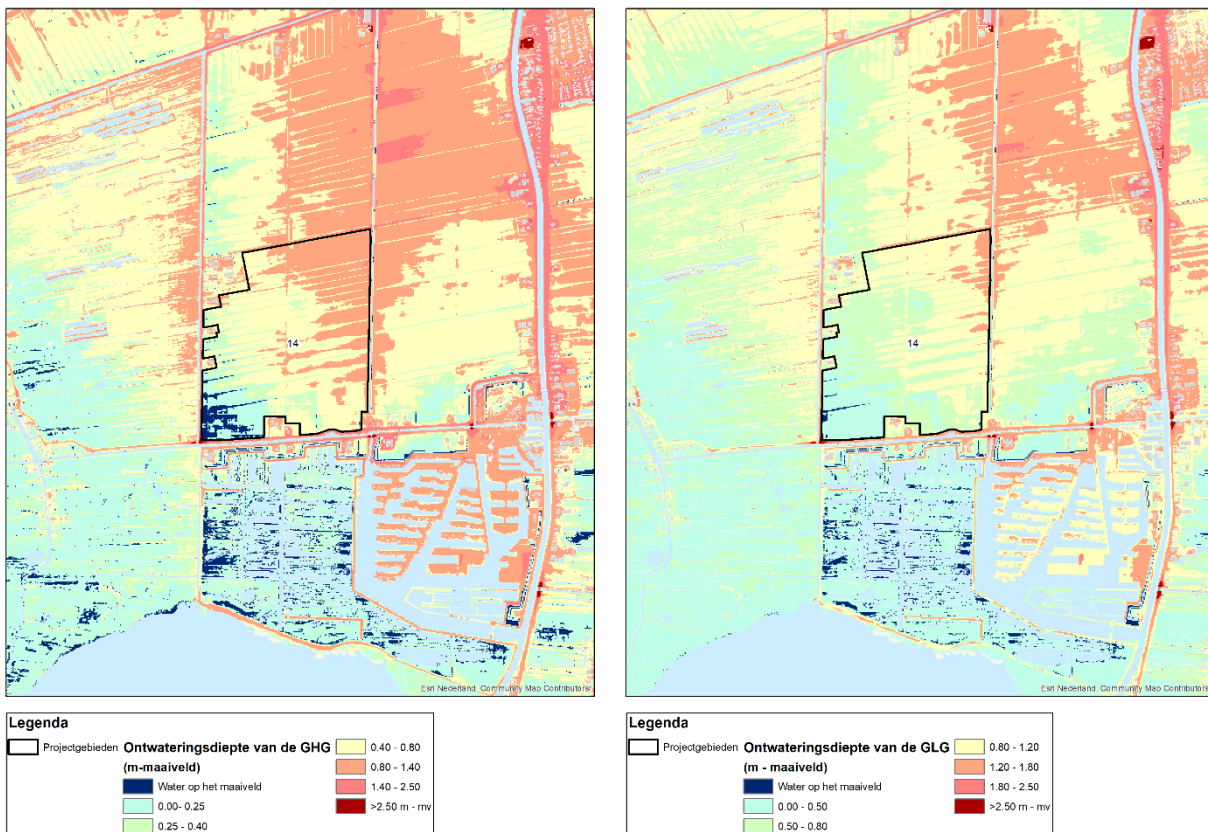
## Oppervlaktewater

In Figuur 5 zijn de peilen in en rondom het projectgebied weergegeven. Polder Giethoorn ligt in een polder met een peil van NAP -2,6 m. In droge periodes kan het peil 20 cm omhoog en in natte periodes 15 omlaag. Het flexibele peilbeheer varieert dus tussen NAP -2,40m en NAP -2,75 m. Aan de westzijde en de Cornelisgracht ten zuiden wordt boezempeil gehanteerd (NAP -0,73/-0,83 m)

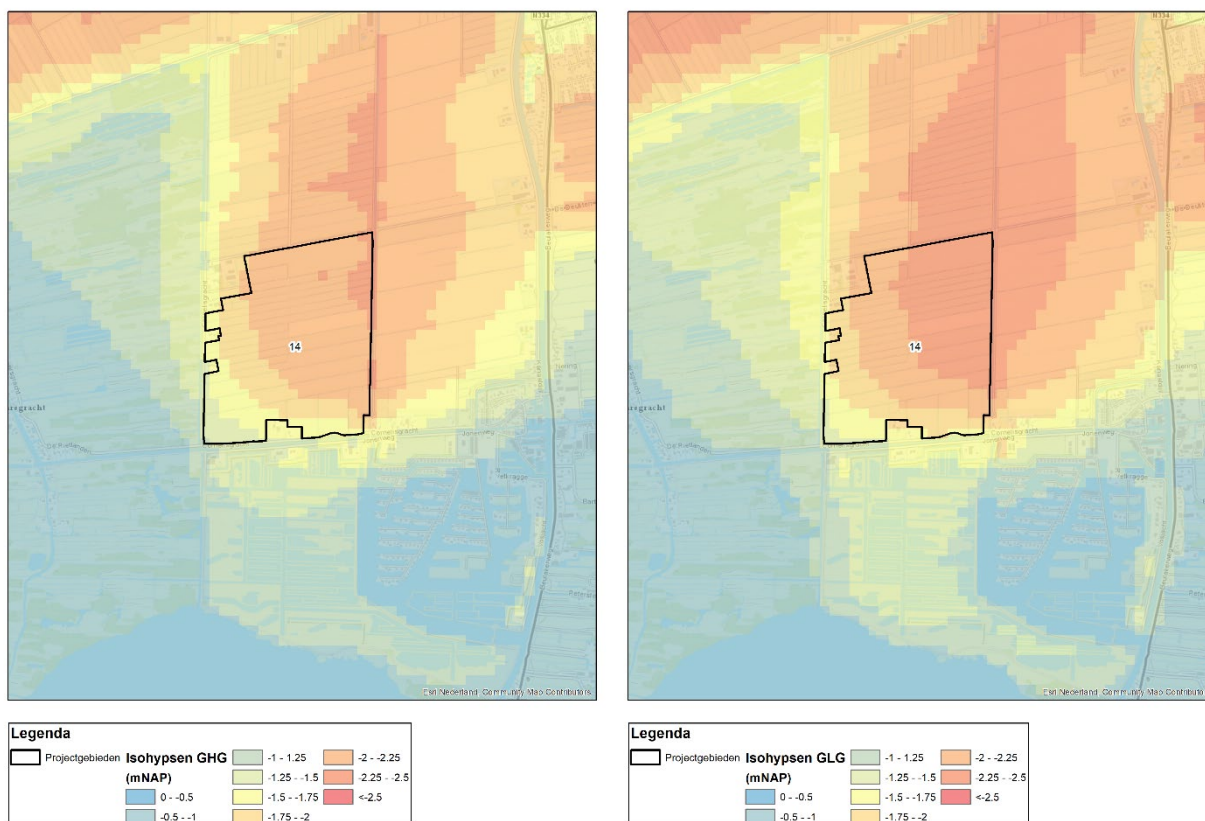
## Grondwater

De ontwateringsdiepte bij de gemiddeld hoogste (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) wordt weergegeven in Figuur 14. Bij de GLG is de ontwateringsdiepte relatief groot, in een groot deel van het gebied ligt deze tussen 0,5 en 0,8 m onder maaiveld (gemiddelde ontwateringsdiepte bij GLG ligt 0,73 m onder maaiveld). Bij de GHG ligt de ontwateringsdiepte veelal tussen 0,8 tot 0,4 m onder maaiveld (gemiddeld 0,61 m onder maaiveld).

De isohypsenkaart van de gemiddeld laagste grondwaterstand laat binnen het projectgebied een stijghoogte zien van NAP -1,5 tot -2,5 m (Figuur 15). Aan de zuid(west)zijde zijn de hoogste stijghoogten tussen NAP -0,5 tot -1 m. De polder ten noordoosten van het projectgebied heeft een stijghoogte van NAP -2 tot -2,5 m of lager. Dit impliceert dat het grondwater vanuit het projectgebied in noord(oostelijke) richting stroomt.



Figuur 14. Ontwateringsdiepte (maaiveld-grondwaterstand) op basis van MIPWA



Figuur 15. Isohypsens (grondwaterstand t.o.v. NAP) op basis van MIPWA

## Meetnet

Voor De Wieden fase 2 is een meetnet ingericht<sup>5</sup>. In Polder Giethoorn zijn zes peilbuizen geplaatst waarvan één met twee filters. De locatie van deze peilbuizen en de uitgelezen stijghoogten staan in Bijlage A. Binnen Polder Giethoorn is circa 30 cm verschil te zien in de stijghoogte van verschillende peilbuizen. De peilbuis het dichtst bij de Cornelisgracht heeft de hoogste stijghoogte, en de peilbuis in de meest noordoostelijke hoek de laagste. Er is in het gebied sprake van kweldruk. Op basis van de tijdreeksstatistieken is te zien dat de freatische grondwaterstand bij vijf peilbuizen goed verklaard kan worden op basis van neerslag en verdamping. De stijghoogte bij de peilbuis het dichtst bij de Cornelisgracht is minder goed te verklaren enkel op basis van neerslag en verdamping. Dit houdt in dat er een andere factor aanwezig is, die mede het stijghoogteverloop bepaalt. Vermoedelijk is dit de invloed van de Cornelisgracht.

## 2.3 Synthese watersysteembeschrijving

In deze synthese wordt op basis van de gebiedsbeschrijving en de actuele grond- en oppervlaktewaterstanden de (grond)waterstroming kwalitatief beschreven.

### Beschrijving van (grond)waterstromen

De regionale grondwaterstromingsrichting is westzuidwest. Globaal stroomt het grondwater van de Hondsrug naar het Ketelmeer. Het verhang is gering vanwege de zeer goede doorlatendheid van de (grof)zandige ondergrond. Plaatselijk komen andere grondwaterstromingsrichtingen voor.

Het veel lager gelegen polderpeil zorgt ervoor dat het hoger gelegen Natura 2000-gebied een wegzijgingsgebied is geworden waarin het aanwezige oppervlaktewater infiltreert. De wegzijging en infiltratie is in de loop der tijd toegenomen door polderpeilverlagingen. Lokaal verschilt de mate van wegzijging als gevolg van

<sup>5</sup> Monitoringsplan meetnet De Wieden fase 2 (Arcadis, 2020)

de infiltratieweerstand van de deklaag. Een dik veenpakket, maar ook het voorkomen van een verkitte B-horizont, voorkomt dat het grondwater wegstroomt naar de ondergrond. De watergangen snijden vaak door het veenpakket en de verkitte B-horizont, waardoor nog steeds sprake is van infiltratie.

## Classificatie van hydro-typen

Grofweg kan een tweedeling worden gemaakt in kwelgebieden en wegzijgingsgebieden:

### Wegzijging

De wegzijgingsgebieden zijn de hooggelegen gebieden, veelal op boezempeil. De mate van wegzijging kan lokaal variëren als gevolg van een deklaagweerstand en de aanwezigheid van een verkitte B-horizont. Om het water op peil te houden, is wateraanvoer noodzakelijk. Alleen bij een voldoende dikke deklaag is lokaal de infiltratie minder sterk.

### Kwel

De kwelgebieden zijn de laaggelegen gebieden op polderpeil. De mate van kwel lokaal kan variëren als gevolg van een deklaagweerstand en de aanwezigheid van een verkitte B-horizont. Om het water op peil te houden, is waterafvoer noodzakelijk.

## Kansen en risico's met betrekking tot de maatregelen in de 4 deelgebieden

De beoogde maatregelen bestaan daaruit dat delen met een polderpeil worden vernat tot het boezempeil of een ander peil. Als gevolg hiervan zal de kwel in het deelgebied afnemen, omslaan in wegzijging of zal de huidige wegzijging toenemen. Extra wateraanvoer is noodzakelijk. Hoeveel wateraanvoer noodzakelijk is, hangt samen met de peilverhoging en dan met name het relatieve verschil met het omliggende peil en de aanwezige deklaagweerstand en de aanwezigheid van een verkitte B-horizont die de wegzijging afremmen. Ook is het relevant of het aanwezige of aan te leggen watersysteem de deklaag niet doorsnijdt om een sterke interactie met de zandondergrond te voorkomen.

- Waterbeheer is goed mogelijk bij lokaal geïsoleerde gebieden (met een hoge weerstand in de deklaag en/of verkitte B-horizont).
- Gebieden zonder weerstand tussen oppervlaktewatersysteem en zandondergrond doen een groot beroep op de water aan- en afvoer.

## Synthese per deelgebied

### Zomerdijk Zwartsluis

Ten zuiden van Zomerdijk Zwartsluis ligt het Meppelerdiep met een peil van NAP -0,2 tot -0,4m. Hierdoor is de grondwaterstand dichtbij het Meppelerdiep hoger dan verder in het gebied. De invloed van het Meppelerdiep is ook terug te zien in het feit dat de stijghoogten niet goed verklaard kunnen worden enkel op basis van verdamping en neerslag. Omliggende peilen hebben dus een invloed op dit gebied. Er is sprake van wegzijging in dit gebied. De veendikte is in dit gebied meer dan 2 meter, dus er is een weerstand aanwezig in de ondergrond, die vermoedelijk niet (volledig) wordt doorsneden door watergangen.

### Zomerdijk Beukers

Zomerdijk Beukers ligt ook langs het Meppelerdiep, maar de invloed hiervan is niet sterk terug te zien: er is weinig verhang in het gebied en de stijghoogten zijn goed te verklaren op basis van enkel neerslag en verdamping. Er is sprake van wegzijging in dit gebied, ondanks dat alle peilvakken om het gebied heen een hoger peil hebben. De veendikte varieert in dit gebied van 0,5 tot meer dan 1 meter, dus er is een weerstand aanwezig in de ondergrond, die vermoedelijk niet (volledig) wordt doorsneden door watergangen.

### Doosje

Doosje ligt ten noorden van het Meppelerdiep. Binnen het gebied is variatie te zien in de peilbuizen: de een lijkt onder invloed van het Meppelerdiep te staan en de ander niet. Niet elke stijghoogte is te verklaren door enkel neerslag en verdamping. Op basis van één locatie is de verwachting dat er overal sprake is van wegzijging. De veendikte varieert van 0 tot 1 meter. Het verschil in het wel of niet aanwezig zijn van weerstand is mogelijk de verklaring voor de verschillen binnen het gebied.

### Polder Giethoorn

Polder Giethoorn heeft een veel lager peil dan de omliggende gebieden. In dit gebied treedt dan ook kwel op. De stijghoogten zijn goed te verklaren op basis van enkel neerslag en verdamping, met uitzondering van

de peilbuis het dichtst bij de Cornelisgracht. De Cornelisgracht lijkt dus ook de stijghoogte te beïnvloeden. In Polder Giethoorn is enkel in het westen nog wat veen aanwezig. Wel is er vermoedelijk overal weerstand aanwezig, door de aanwezigheid van een verkitte B-horizont. Het is niet bekend tot waar de verkitte B-horizont reikt en of deze doorsneden wordt door watergangen.

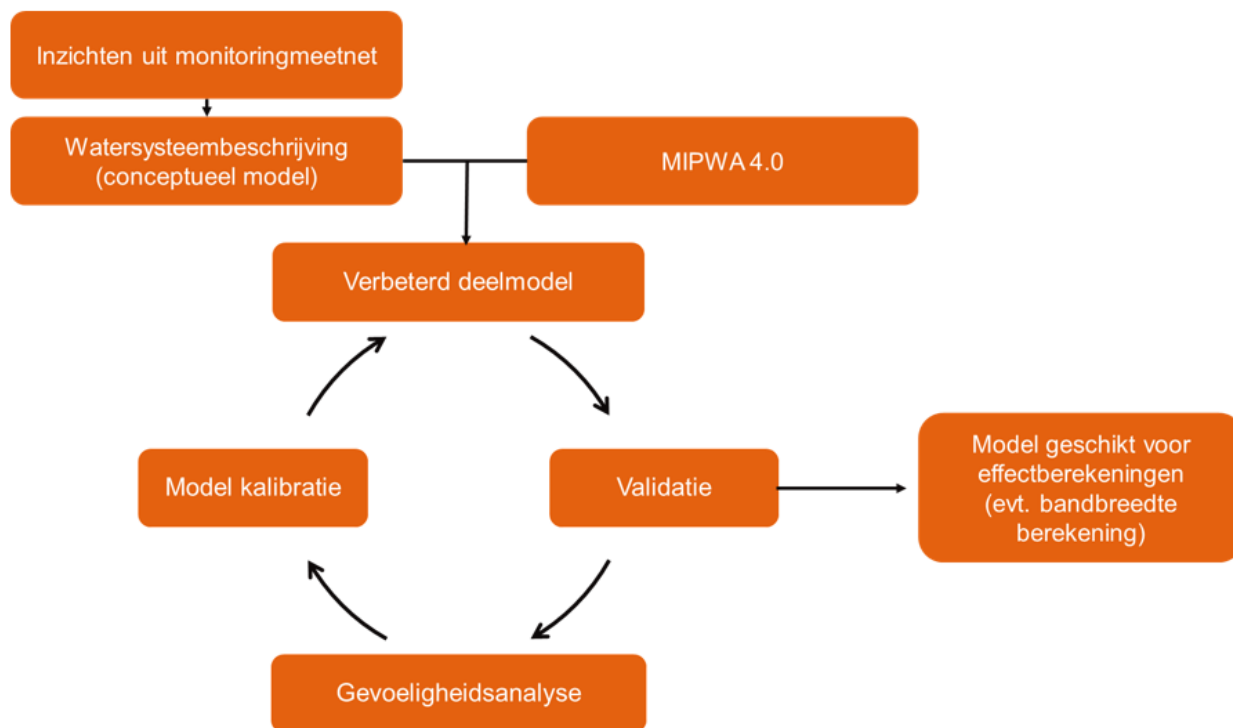
### 3 WERKWIJZE HYDROLOGISCH ONDERZOEK

Het doel van het hydrologisch onderzoek is om inzicht te krijgen in de huidige hydrologische situatie en op basis hiervan tot een ontwerp te komen. Vervolgens dient dit ontwerp te worden beoordeeld op omgevings-effecten en effecten op de gebruiksfunctie. Om dit te doen, worden verschillende stappen doorlopen. Dit hoofdstuk beschrijft de werkwijze met de gevolgde stappen.

#### 3.1 Ontwikkeling grondwatermodel

In Figuur 16 is de ontwikkeling van het grondwatermodel schematisch weergegeven. De inzichten uit de watersysteembeschrijving en het grondwatermeetnet, dat voor dit project is geplaatst, vormen het conceptueel model. Op basis hiervan zijn verbeteringen doorgevoerd aan het regionale model MIPWA v4.0; om het regionale model verder te ontwikkelen, zijn de huidige modelinvoeren geanalyseerd. De modelinvoer is aangepast wanneer uit de watersysteembeschrijving blijkt dat de invoer onjuist is. Er is onder andere naar de ondergrond (bijvoorbeeld veendikte) en de schematisatie van watergangen (bijvoorbeeld insnijding en waterpeilen) gekeken.

Het aangepaste deelmodel is doorgerekend om de huidige situatie in kaart te brengen. De berekende stijghoogten zijn vergeleken met het bestaande meetnet in het gebied ter validatie. Er is gevalideerd op GxG's en op het stijghoogteverloop in de tijd. Op basis van de validatie-uitkomsten is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd en is het model verder gekalibreerd. Deze cyclus is meermaals doorlopen en besproken met de hydrologische expertgroep (provincie Overijssel, Natuurmonumenten, waterschap Drents Overijsselse Delta). Na deze verbeterlagen is het model wederom gevalideerd en nauwkeurig genoeg bevonden voor de effectberekeningen.



Figuur 16. Schematische weergave ontwikkeling grondwatermodel

#### 3.2 Opstellen hydrologisch ontwerp (basis)

Binnen de projectgebieden zijn verschillende peilvakken aanwezig waarin een ander peil gehandhaafd wordt. Per peilvak zijn de beoogde natuurdoeltypen aangewezen. Op basis van de optimale ontwateringsdiepte van het gewenste natuurdoeltype is de hydrologische invulling van het ontwerp opgesteld. Dit hydrologische ontwerp bestaat uit de inrichting van het watersysteem en een nieuw waterpeil.

### 3.3 Beoordeling omgevingseffecten op gebruiksfuncties

De omgevingseffecten voor verschillende gebruiksfuncties zijn beoordeeld. Hierbij is gekeken naar de gebruiksfunctie landbouw, wegen en bebouwing. De beoordeling is uitgevoerd op basis van het met het grondwatermodel berekende effect op grondwaterstanden als gevolg van het ontwerp.

De effecten zijn in kaart gebracht op basis van modeluitkomsten. De werkelijke effecten wijken hier mogelijk van af. Om deze reden is het van belang de grondwaterstand in het gebied te (blijven) monitoren. Hiermee kan bepaald worden of de doelen binnen het gebied behaald zijn en of de berekende effecten overeenkomen met de werkelijkheid. De monitoring dient te voldoen aan de informatiebehoefte. Hierbij kan gebruik gemaakt worden van het bestaande meetnet (monitoringsplan meetnet De Wieden fase 2, Arcadis 2020), eventueel aangevuld met extra meetlocaties.

### 3.4 Optimalisatie hydrologisch ontwerp (Mitigatieopties)

Na de beoordeling van het omgevingseffect van het ontwerp zijn inmetingen verricht (drempelhoogtes en watergangen) welke gebruikt zijn om de mitigatieopties bij woningen verder te verkennen. Allereerst is het ontwerp doorgerekend zonder de kwelsloot die hierin was opgenomen. Met deze berekening wordt inzichtelijk gemaakt bij welke gebouwen een effect optreedt. Vervolgens is beoordeeld of deze effecten door peilaanpassing en opschoning van detailsloten gemitigeerd kan worden. Van deze berekeningen zijn de effecten in kaart gebracht op basis van de modeluitkomsten.



## 4 ONTWIKKELING GRONDWATERMODEL

In dit hoofdstuk wordt het grondwatermodel beschreven. Eerst worden de uitgangspunten benoemd en de modelverbeteringen beschreven. Vervolgens wordt de modelprestatie beschreven bij de validatie.

### 4.1 Modeluitgangspunten

Voor de ontwikkeling van het grondwatermodel is gebruik gemaakt van het regionale model MIPWA 4.0. De lagenopbouw van dit model is gebaseerd op REGIS II v2. 2. Met dit model is een deelmodel opgesteld conform de workflow van MIPWA 4.0. Dit deelmodel bestaat uit vijftien modellaagen (Tabel 1). De coördinaten van het deelmodel zijn:

- Xmin: 193500
- Ymin: 515000
- Xmax: 210000
- Ymax: 530000

Het deelmodel heeft een celgrootte van 25 bij 25 meter en rekt met tijdstappen van één dag. De modelperiode van MIPWA 4.0 loopt van 1 januari 2000 tot 31 december 2014. Deze is voor dit project verlengd tot en met 31 maart 2017 om beter aan te sluiten bij de huidige situatie.

Tabel 1. Formatie per modellaag

Modellaag	Formaties	Watervoerend pakket
1	Holoceen	Freatisch
2	Formatie van Bortel	WVP1
3	Formatie van Bortel	WVP1
4	Formatie van Bortel, Formatie van Kreftenheye	WVP1
5	Formatie van Kreftenheye	WVP1
6	Formatie van Kreftenheye, Formatie van Drenthe	WVP1
7	Formatie van Drenthe	WVP1
8	Formatie van Drachten, Formatie van Urk	WVP1
9	Formatie van Urk	WVP1
10	Formatie van Urk, Formatie van Appelscha, Formatie van Peize en Waalre	WVP1
11	Formatie van Peize en Waalre	WVP1
12	Formatie van Peize en Waalre, Formatie van Maassluis	WVP1
13	Formatie van Maassluis	WVP1
14	Formatie van Maassluis	WVP1
15	Formatie van Oosterhout, Formatie van Breda	WVP1

### 4.2 Doorgevoerde modelaanpassingen

Op basis van eerdere ervaringen en de inzichten verkregen uit de watersysteembeschrijving is dit model verder ontwikkeld. De verbeteringen zijn stapsgewijs (met behulp van tussentijdse validatie en gevoeligheidsanalyses, zie Figuur 16) en in overleg met de expertgroep doorgevoerd. Hieronder worden de verbeteringen, die in het model zijn opgenomen, toegelicht.

#### 4.2.1 MetaSWAP

De grondwateraanvulling wordt berekend met MetaSWAP. Voor het grondwatermodel is gebruik gemaakt van de nieuwste MetaSWAP-versie, horend bij iMOD versie 5.1. Binnen MetaSWAP zijn de volgende verbeteringen doorgevoerd:

- Het oppervlak van open water is verbeterd op basis van de aanwezige watergangen in het model.

- Er is gebruik gemaakt van de bodemkaart BOFEK2012 met 72 bodemeenheden en de bodemdatabase LHM2016\_v01.
- De meteorologische gegevens zijn gecontroleerd en waar nodig aangepast en aangevuld tot april 2017.

De gemiddelde grondwateraanvulling in het model ligt veelal boven de 0,9 mm per dag.

## 4.2.2 Maaiveld

Bij Beulakerpolder was een baggerdepot aanwezig, dat hier inmiddels niet meer ligt. Dit baggerdepot was te zien in het maaiveldhoogtebestand van MIPWA. Het maaiveld is hier gecorrigeerd op basis van het AHN3, zodat het baggerdepot hier geen vertekend beeld geeft wanneer naar grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld wordt gekeken.

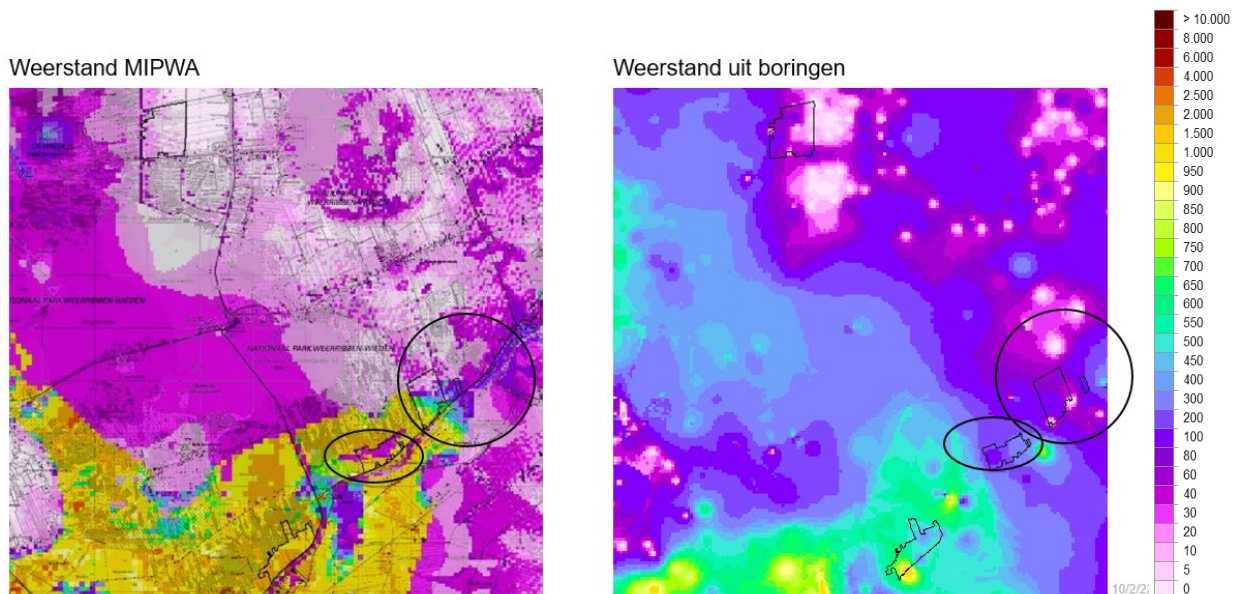
## 4.2.3 Deklaagweerstand

De deklaagweerstand in het model is vergeleken met de verwachte weerstand op basis van DINOloket. Op basis van DINOloket is voor alle boringen in het gebied de klei en veendikte bepaald en geïnterpoleerd, en omgerekend naar een weerstand. In Figuur 17 zijn deze weerstanden naast elkaar weergegeven. Hierin valt het volgende op:

- Bij lage weerstanden (circa < 200 dagen weerstand) is de weerstand in MIPWA lager dan verwacht.
- Bij hoge weerstanden (circa > 200 dagen weerstand) is de weerstand in MIPWA hoger dan verwacht.
- De deklaagweerstand in MIPWA heeft meer detaillering. Dit komt doordat deze is opgesteld met behulp van de bodemkaart.
- In MIPWA lijken enkele patronen niet te kloppen die wel uit de verwachte weerstand uit DINOloket naar voren komen:
  - een geul met een lagere deklaagweerstand bij Doosje mist;
  - bij Zomerdijk Beukers is een gat in de weerstand geknipt, dat niet overeenkomt met de ligging van de zandruggen;
  - de strook richting het noorden vanaf Zomerdijk Zwartsluis heeft bij MIPWA een lagere weerstand.

In het model is de weerstand als volgt verbeterd:

- Relatief lage weerstanden (< 200 dagen) zijn verhoogd met een factor 8, zodat de ordegrootte van de weerstand aansluit bij de verwachtingen op basis van DINOloket.
- Relatief hoge weerstanden (> 200 dagen) zijn verlaagd met een factor 0,4, zodat de ordegrootte van de weerstand aansluit bij de verwachtingen op basis van DINOloket.
- Het gat bij Zomerdijk Beukers is opnieuw bepaald op basis van de bodemkaart, zodat de lagere weerstanden overeenkomen met de ligging van de zandruggen.
- De missende patronen (geul bij Doosje en strook richting het noorden) zijn overgenomen op basis van DINOloket.



Figuur 17. Deklaagweerstand in MIPWA (links) en verwachte weerstand op basis van boringen uit DINOloket (rechts)

### Verkitte B-horizont

Bij Polder Giethoorn is een verkitte B-horizont aanwezig. De diepte van deze laag wordt geschat op circa 0,5-0,6 m onder maaiveld, op basis van de aangetroffen verkitte B-horizont in Beulakerpolder. De verkitte B-horizont heeft een aanzienlijke weerstand, waardoor een stijghoogteverschil optreedt tussen het freatische en eerste watervoerend pakket. Door middel van een gevoeligheidsanalyse is bepaald welke weerstand de verkitte B-horizont zou hebben, om met het model de berekende stijghoogteverschillen te halen. De verkitte B-horizont is in het model opgenomen als een weerstand van 300 dagen in modellaag 1.

## 4.2.4 Watergangen

De watergangen in het model zijn verbeterd op basis van peilen, drainageweerstand en insnijding van watergangen. Hieronder worden deze verbeteringen toegelicht.

### Peilen

Voor de peilen in MIPWA is rekening gehouden met het verhang binnen een peilvak. Hierdoor is het peil in MIPWA gedetailleerder dan de peilvakkenkaart. Om de peilen te controleren, is de peilvakkenkaart die is gebruikt bij het opstellen van MIPWA vergeleken met de nieuwste peilvakkenkaart van het waterschap. Op plekken waar het peilvak gelijk is gebleven, is het peil in het model niet aangepast. Op plekken waar het peilvak wel is aangepast is het verschil tussen de peilvakkenkaarten bij het peil in MIPWA opgeteld. Op deze manier is het verhang hier behouden.

### Drainageweerstand

In MIPWA is veelal een drainageweerstand van één dag aangehouden. Dit is erg laag, waardoor de watergangen te sterk doorwerken in het grondwatersysteem. De drainageweerstand is in het model aangepast op basis van het type watergang. Hierbij onderscheiden wij twee typen:

- een voornamelijk drainerende watergang (peil < boezempeil);
- een voornamelijk infiltrerende watergang (peil => boezempeil).

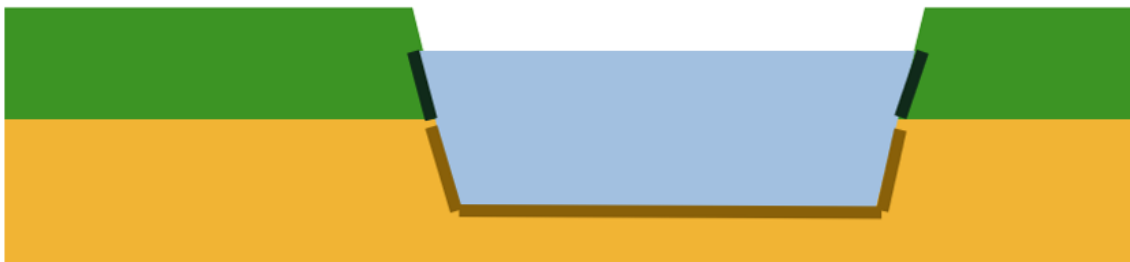
Bij een drainerende watergang komt er water via de slootbodembodem de watergang in. Hierdoor wordt het slib uit de poriën van de slootbodembodem gedrukt en worden deze open gehouden. Hierdoor is de weerstand van deze sloten relatief kleiner dan die van een infiltrerende watergang. Bij een infiltrerende watergang wordt het water, en hiermee ook het slib, juist in de poriën van de slootbodembodem gedrukt waardoor deze verdicht en dus een hogere weerstand krijgt.

Voor drainerende watergangen is in het model een drainageweerstand van 5 dagen aangehouden. Voor infiltrerende watergangen is 10 dagen drainageweerstand aangehouden. Deze waarden zijn bepaald aan de hand van een gevoeligheidsanalyse.

## Insnijding

In MIPWA is aan de hand van de bodemhoogten van watergangen vastgesteld in welke modellaag deze aanwezig is. Watergangen die in modellaag 2 zitten, zijn enkel in modellaag 2 in het model gezet. Dit leidt bij hoge deklaagweerstand tot te weinig freatische invloed van watergangen. Om deze reden zijn watergangen, die in modellaag 2 aanwezig zijn, ook in modellaag 1 opgenomen.

Daarnaast is gekeken naar de gedeeltelijke insnijding van watergangen. Wanneer een watergang de deklaag gedeeltelijk doorsnijdt, zal deze ook invloed kunnen hebben in modellaag 2. Doordat deze enkel in modellaag 1 is opgenomen, en in het model de totale deklaagweerstand aan de onderkant van modellaag 1 is geschematiseerd, werkt de watergang niet voldoende door. Om dit te voorkomen, zijn alle watergangen in modellaag 1 en 2 opgenomen, waarbij de conductance voor 25% in modellaag 1 is opgenomen en voor 75% in modellaag 2. Deze verdeling is ingeschat op basis van de verdeling van het nat oppervlak bij een watergang die de deklaag doorsnijdt (Figuur 18). Wanneer de watergang modellaag 1 niet geheel doorsnijdt, is de resterende deklaagweerstand opgeteld bij de drainageweerstand van modellaag 2. Hierdoor zal een watergang die de deklaag nauwelijks doorsnijdt een lage conductance hebben in modellaag 2 en hier nauwelijks in doorwerken.



*Figuur 18. Schematische weergave van het nat oppervlak van een watergang in modellaag 1 (groen) en 2 (geel). Circa 75% ligt in modellaag 2, doordat de bodem van de sloot geheel in deze laag ligt.*

## 4.2.5 Drainage

In MIPWA is onder verhard oppervlak (gebouwen en wegen) drainage opgenomen. Deze is hier in werkelijkheid nauwelijks aanwezig. Om deze reden is alle drainage onder verhard oppervlak verwijderd.

## 4.3 Modelvalidatie

Na de modelverbeteringen is de huidige situatie met het model doorgerekend. Op basis van deze berekening is een validatie uitgevoerd om de nauwkeurigheid van het model te toetsen. De validatie is uitgevoerd op basis van de gemiddeld hoogste en gemiddeld laagste grondwaterstand (GHG en GLG). De GHG en GLG zijn bepaald over een periode van acht jaar (2008-2016).

### 4.3.1 Validatieset

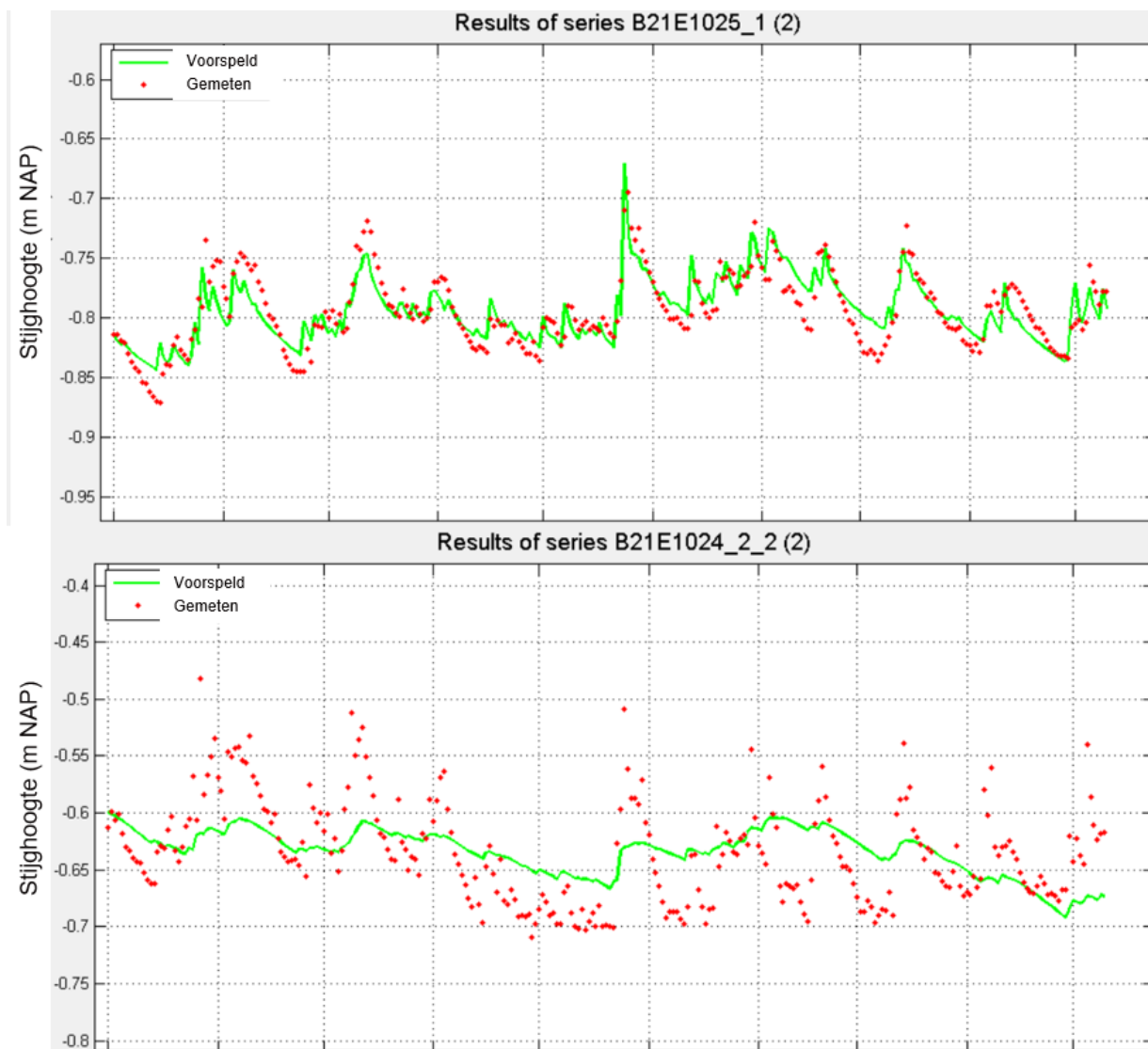
Voor de validatie is gebruik gemaakt van drie validatiesets om een zo goed mogelijke dekking voor het gebied te creëren (Figuur 20):

1. validatieset met peilbuizen met voldoende overlap met modelperiode ('lange reeks');
2. validatieset met verlengde tijdreeksen met goede verlenging statistieken ('verlengde reeks');
3. validatieset met verlengde tijdreeksen met slechte verlenging statistieken ('slechte reeks').

De eerste validatieset bestaat uit peilbuizen die de gehele validatieperiode (2008-2016) hebben gemeten en van goede kwaliteit zijn (geen grote gaten in de data, meetinterval van veertien dagen of minder, geen onverklaarbare sprongen in de gemeten grondwaterstand). Deze set bestaat uit veertien peilbuizen.

De tweede validatieset bestaat uit peilbuizen die niet de gehele validatieperiode gemeten hebben, maar door middel van een tijdreeksmodel op basis van neerslag en verdamping verlengd zijn. In deze set zitten enkel peilbuizen met goede statistieken in het tijdreeksmodel (Bijlage B). Deze set bestaat uit 56 peilbuizen.

De derde validatieset bestaat ook uit peilbuizen die niet de gehele validatieperiode gemeten hebben en verlengd zijn met een tijdreeksmodel. In deze set zitten peilbuizen die niet voldoen aan de gestelde eisen voor de statistieken van het tijdreeksmodel (Bijlage B), maar die de ordegrrootte van de GHG en GLG goed benaderen (Figuur 19). Deze set bestaat uit 28 peilbuizen. Peilbuizen waarvan de reeks is verlengd, maar die de GHG en GLG niet goed benaderen, zijn niet meegenomen in de validatie.

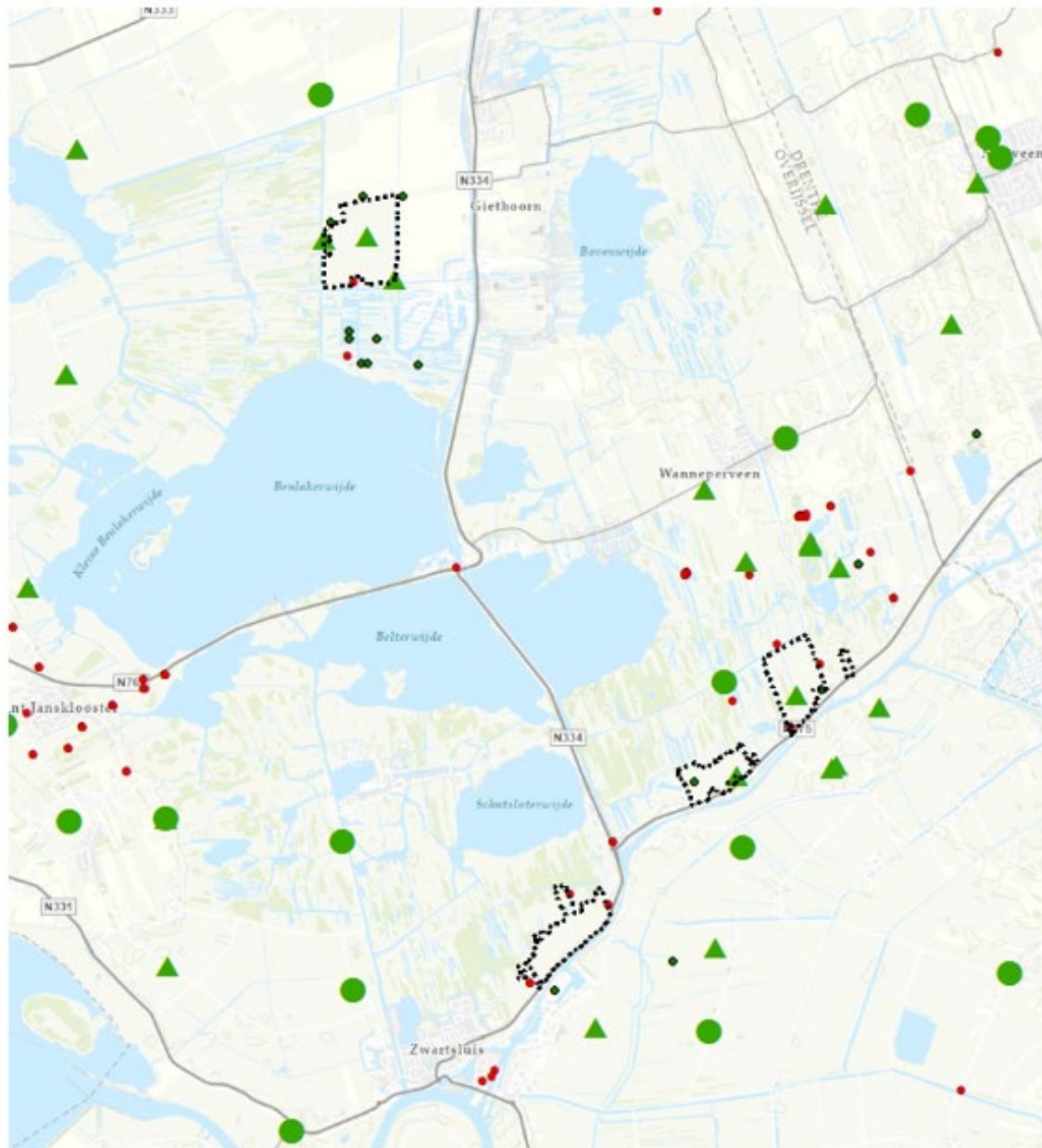


Figuur 19. Voorbeeld van twee tijdreeksmodellen met slechte statistieken (groen is de verlengde reeks, rood de gemeten waarden). De bovenste benadert de GHG en GLG goed en is wél opgenomen in validatieset 3. De onderste benadert de GHG en GLG slecht en is dus niet meegenomen met de validatie.

### 4.3.2 Uitkomsten validatie

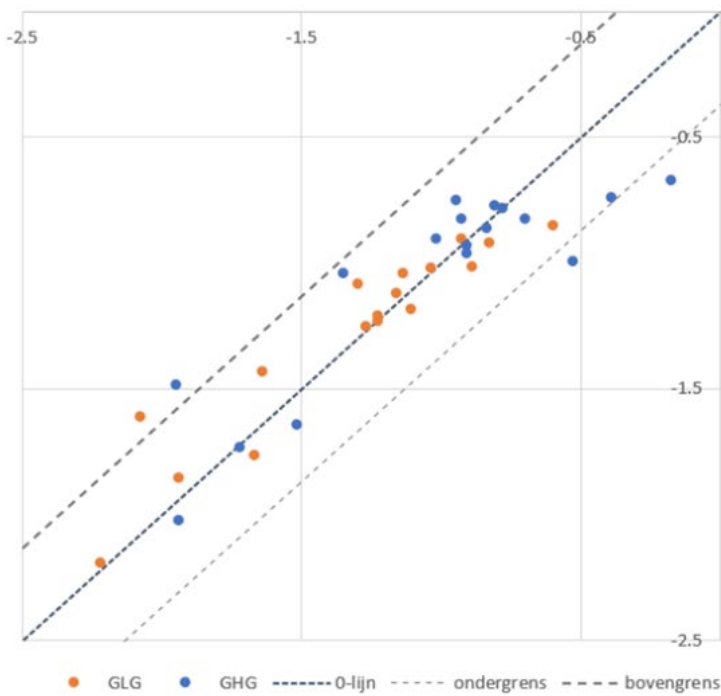
In Figuur 21 en Figuur 22 zijn de validatiestatistieken weergegeven voor het zandpakket en het freatisch pakket. In het zandpakket presteert het model goed met een gemiddelde afwijking van 3 cm (te droog) bij de GHG en 4 cm (te nat) bij de GLG. De gemiddelde absolute afwijkingen zijn 17 cm voor de GHG en 11 cm voor de GLG. De peilbuizen met de grootste afwijkingen liggen relatief ver van de projectgebieden af (Bijlage C). Bij Polder Giethoorn is één peilbuis aanwezig met een grotere afwijking direct langs de Cornelisgracht. Het gaat hier om een lokale afwijking: bij de omliggende peilbuizen presteert het model erg goed. In Doosje ligt een peilbuis die te droog is. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door een te lage deklaagweerstand, waardoor de kweldruk niet voldoende opbouwt. Hiervoor wordt een bandbreedte-analyse ingezet (paragraaf 4.3.3).

In het freatisch pakket is het model gemiddeld 5 cm te nat bij de GHG en gemiddeld 18 cm te droog bij de GLG. Bij de GHG presteert het model dus goed, maar bij de GLG is sprake van een systematische afwijking (Bijlage C). Er is hier bij Polder Giethoorn één peilbuis aanwezig die te nat wordt gemodelleerd. Deze peilbuis staat op een grote gradiënt: wanneer deze één modelcel op zou schuiven, wordt deze locatie ook te droog gemodelleerd. Deze systematische afwijking wordt niet veroorzaakt door een onjuiste schematisatie in watergangen, dit zou dan namelijk ook terug te zien moeten zijn bij de GHG. Het zandpakket wordt iets te nat berekend, dus mogelijk is er sprake van iets te weinig kwel, maar dit is niet de hoofdverklaring voor de grote freatische afwijkingen. De oorzaak van de systematische afwijking lijkt voornamelijk veroorzaakt te worden door een te kort aan verdampingsreductie. In de zomermaanden is de verdamping in het model vrij hoog (Figuur 23), terwijl hier wel verdampingsreductie verwacht wordt door het uitzakken van de grondwaterstand en het dichtslaan van de bodem.



- Lange reeksen validatieset
- ▲ Verlengde reeksen validatieset
- Verlengde reeksen, statistiek niet goed genoeg, GxG komt overeen
- Verlengde reeksen, statistieken niet goed genoeg

Figuur 20. Verschillende validatiesets



**STATISTIEKEN (2008-2016)**

**Zandpakket**

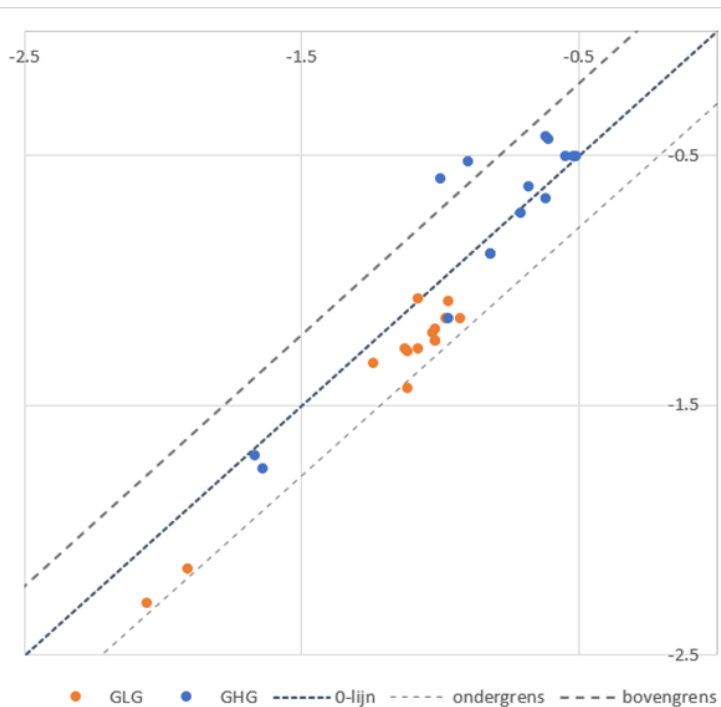
**GHG**

Gemiddelde afwijking	0.03 (te droog)
Gemiddelde absolute afwijking	0.17
Min/Max	-0.47/0.49

**GLG**

Gemiddelde afwijking	-0.04 (te nat)
Gemiddelde absolute afwijking	0.11
Min/Max	-0.47/0.25

Figuur 21. Validatiestatistieken in het eerste watervoerend pakket (zandpakket)



**STATISTIEKEN (2008-2016)**

**Freatisch**

**GHG**

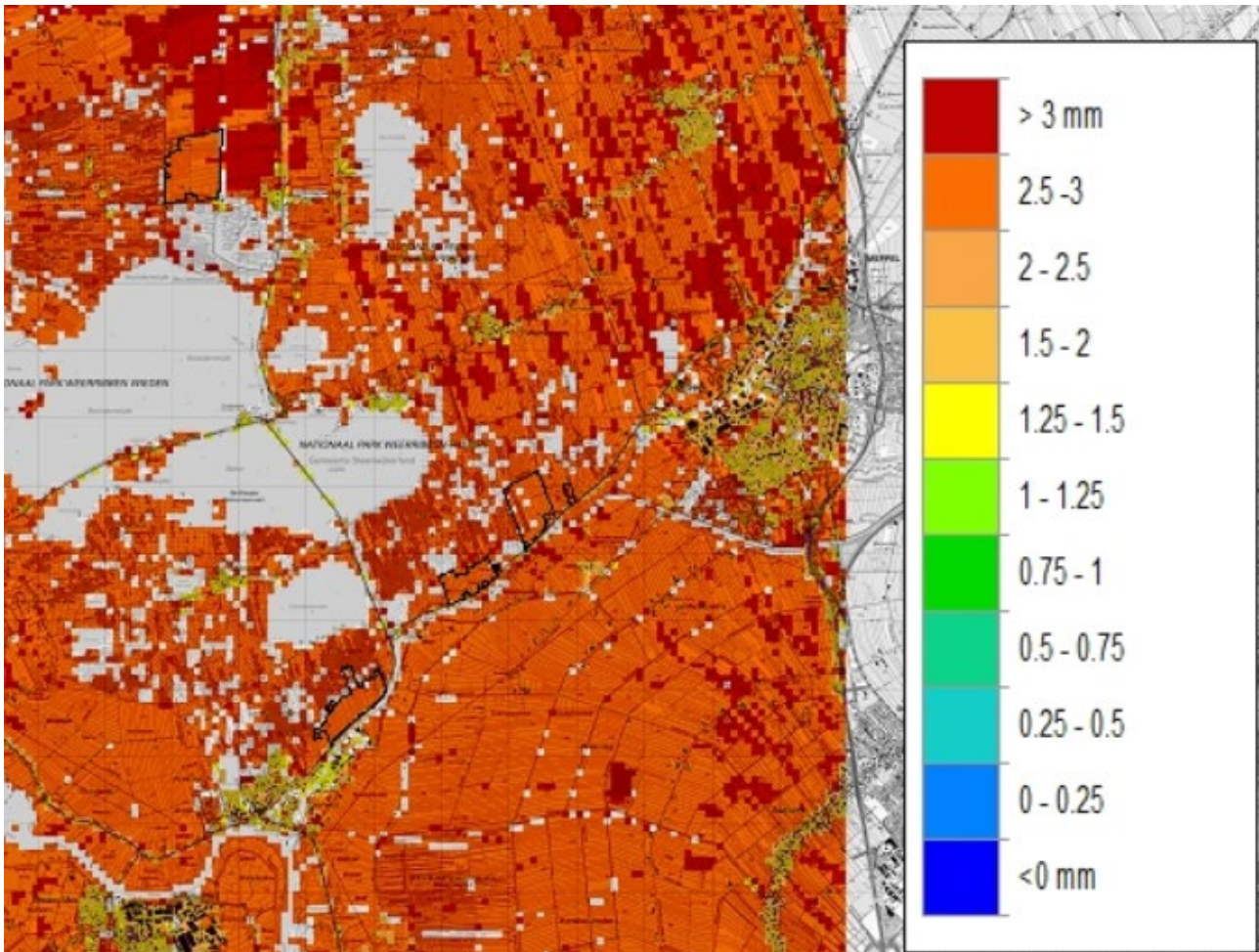
Gemiddelde afwijking	-0.05 (te nat)
Gemiddelde absolute afwijking	0.12
Min/Max	-0.41/0.18

**GLG**

Gemiddelde afwijking	0.18 (te droog)
Gemiddelde absolute afwijking	0.18
Min/Max	-0.01/0.31

Figuur 22. Validatiestatistieken voor het freatische pakket





Figuur 23. Verdamping in de zomermaanden in het model

### 4.3.3 Conclusie validatie

De zandgrond en de freatische GHG worden met het model goed gemodelleerd: de afwijkingen rondom de deelgebieden zijn gering. Voor de freatische GLG is sprake van een systematische afwijking waarbij het model te droog is, veroorzaakt door te veel verdamping in het model (te weinig verdampingsreductie). Deze afwijking wordt dus niet veroorzaakt door de werking van het geohydrologisch systeem in het model.

Voor de effectberekeningen is het goed modelleren van de zandondergrond erg belangrijk: de effecten werken met name via de zandondergrond door (hoofdstuk 2). Daarnaast is het belangrijk om de GHG goed te modelleren: eventueel overlast door maatregelen zal met name bij de GHG optreden (natschade bij landbouw, grondwateroverlast bij bebouwing). Om deze reden is met de expertgroep vastgesteld dat het model, ondanks de afwijkingen bij de freatische GLG, goed genoeg is om de effectberekeningen uit te voeren.

Bij het deelgebied Zomerdijk Zwartsluis zijn geen peilbuizen beschikbaar voor de validatie. Om deze reden is het onzeker hoe het model hier presteert. Met de expertgroep is besloten om voor dit deelgebied te werken met bandbreedtes bij de effectberekeningen. Hiervoor worden voor de referentiesituatie en het scenario de volgende bandbreedtes aangehouden:

- Minimale variant: Weerstand deklaag omhoog met factor 2 en conductance watergangen omlaag met factor 0,5. Hierdoor is er minder uitwisseling tussen het freatisch pakket en het zandpakket, en werken de watergangen relatief minder sterk door. Deze bandbreedte zal dus een minimaal effect laten zien van maatregelen.
- Maximale variant: Weerstand deklaag omlaag met factor 0,5 en conductance watergangen omhoog met factor 2. Hierdoor is er meer uitwisseling tussen het freatisch pakket en het zandpakket, en werken de watergangen relatief sterker door. Deze bandbreedte zal dus een maximaal effect laten zien van maatregelen.

Bij het deelgebied Doosje is het model gemiddeld aan de te droge kant. Mogelijk wordt dit veroorzaakt door een te lage deklaagweerstand, waardoor de kweldruk niet voldoende opbouwt. Met de expertgroep is besloten om voor dit deelgebied te werken met bandbreedtes bij de effectberekeningen. Hiervoor worden voor de referentiesituatie en het scenario de volgende bandbreedtes aangehouden:

- Minimale variant: Weerstand deklaag omhoog met factor 2. Hierdoor is er minder uitwisseling tussen het freatisch pakket en het zandpakket. Deze bandbreedte zal dus een minimaal effect laten zien van maatregelen.
- Maximale variant: Model zoals deze is gevalideerd. Hierin is mogelijk te veel uitwisseling tussen het freatisch pakket en het zandpakket. Deze bandbreedte zal dus een maximaal effect laten zien van maatregelen.

Bij Zomerdijk Beukers en Polder Giethoorn presteert het model goed en is het niet nodig bevonden om met bandbreedtes te werken.

## 5 HYDROLOGISCH ONTWERP (BASIS)

In dit hoofdstuk wordt per deelgebied het hydrologisch ontwerp (basis) getoond en wordt beschreven hoe dit ontwerp in het grondwater model is verwerkt.

Het hydrologisch ontwerp is door middel van verschillende schetssessies met de werkgroep opgesteld, waarbij is gekeken naar de drooglegging bij het aanhouden van verschillende peilen en naar de doelen die op de gebieden liggen. De ontwerpen zijn per deelgebied doorgerekend en waar nodig nog bijgesteld om de natuurdoelen te halen en om eventuele effecten bij omliggende gebruiksfuncties tegen te gaan.

### 5.1 Projectgebied 13a: Zomerdijk Zwartsluis

Het deelgebied Zomerdijk Zwartsluis heeft in de huidige situatie een peil van NAP -1,3/-0,8 m. Bij het ontwerp (Bijlage D) wordt dit peil verhoogd naar boezempeil (NAP -0,83/-0,73 m). Van een deel van het gebied zal 50 cm worden afgegraven. Daarnaast worden bestaande watergangen verbreed om zo meer wateroppervlak en habitats te creëren en om te zorgen dat er voldoende wateraanvoer in het gebied kan plaatsvinden. Wateraanvoer vindt plaats aan de oostkant van het gebied met een inlaat vanaf het naastgelegen gebied met boezempeil. De afvoer zit aan de westkant van het gebied.

### 5.2 Projectgebied 13b: Zomerdijk Beukers

Zomerdijk Beukers heeft in de huidige situatie een peil van NAP -1,1/-1,4 m. In het ontwerp wordt dit peil opgezet tot NAP -0,4 m (Bijlage D). Daarnaast worden bestaande watergangen verbreed om zo meer wateroppervlak en habitats te creëren en om te zorgen dat er voldoende wateraanvoer in het gebied kan plaatsvinden. Wateraanvoer vindt plaats aan de zuidwestkant van het gebied met een inlaat vanuit het Meppelderiep. De afvoer zit aan de oostkant van het gebied, waar een watergang richting Doosje wordt aangelegd om hier het water naar toe te voeren.

Ter plaatse van de zandrug worden de watergangen niet verbreed, om deze rug intact te laten. Om effecten bij de woningen te voorkomen, is ervoor gekozen om hier een kade aan te leggen en in een zone het maaiveld te verhogen. Ook wordt er een nieuwe sloot gegraven langs de kade die als kwelsloot dient om effecten af te vangen. De kwelsloot krijgt een peil van NAP -1,4 m met een bodembreedte van 5 m. De watergangen rondom de woningen zullen worden opgeschoond en krijgen ook het peil van NAP -1,4 m.

### 5.3 Projectgebied 13c: Doosje

Doosje heeft in de huidige situatie een peil van NAP -1,8/-1,6 m aan de oostkant en een peil van NAP -1,4/-0,73 aan de westkant. Beide delen zullen bij het ontwerp een peil van NAP -0,4 m krijgen (Bijlage D). Daarnaast worden bestaande watergangen verbreed om zo meer wateroppervlak en habitats te creëren en om te zorgen dat er voldoende wateraanvoer in het gebied kan plaatsvinden. Wateraanvoer vindt plaats aan de westkant van het gebied met een aanvoer vanuit het deelgebied Zomerdijk Beukers. De afvoer zit aan de zuidwestkant bij gemaal Doosje. Het losse oostelijke perceel van Doosje behoudt het huidige boezempeil. Hier worden geen maatregelen verricht.

Om effecten bij de woningen te voorkomen, is ervoor gekozen om hier een kade aan te leggen, en in een zone het maaiveld te verhogen. Ook wordt er een nieuwe sloot gegraven langs de kade die als kwelsloot dient om effecten af te vangen. De kwelsloot krijgt een peil van NAP -1,8 m met een bodembreedte van 5 m. De watergangen rondom de woningen zullen worden opgeschoond en krijgen ook het peil van NAP -1,8 m.

### 5.4 Projectgebied 14: Polder Giethoorn

Het deelgebied Polder Giethoorn heeft in de huidige situatie een peil van NAP -2,40/-2,75 m. Bij het ontwerp wordt dit peil verhoogd naar NAP -1,3 m (Bijlage D). Daarnaast worden bestaande watergangen verbreed om zo meer wateroppervlak en habitats te creëren en om te zorgen dat er voldoende wateraanvoer in het gebied kan plaatsvinden. Wateraanvoer vindt plaats aan de zuidwestkant van het gebied met een inlaat vanuit het naastgelegen gebied. De afvoer zit aan de noordoostkant van het gebied.

In het midden van Polder Giethoorn wordt een nieuwe watergang aangelegd om het water goed over het gebied te verdelen.

Om effecten bij de woningen te voorkomen, is ervoor gekozen om hier een kade aan te leggen en in een zone het maaiveld te verhogen. Ook wordt er een nieuwe sloot gegraven langs de kade die als kwelsloot dient om effecten af te vangen. De kwelsloot krijgt een peil van NAP -2,6 m met een bodembreedte van 5 m. De watergangen rondom de woningen zullen niet worden aangepast en behouden het huidige peil.

## 5.5 Modelling van het basis-ontwerp

In de ontwerpen zoals hierboven beschreven, zijn verschillende typen maatregelen aanwezig. In onderstaande paragraaf wordt per type maatregel toegelicht hoe deze in het model is verwerkt.

### Dempen van watergangen

Op de locatie van nieuw aan te leggen kades worden lokaal delen van sloten gedempt. Dit is in het model gedaan door deze watergang hier uit het model te verwijderen.

### Peilverhoging

In de deelgebieden is sprake van een peilverhoging. Deze is binnen het model doorgevoerd door alle watergangen binnen dit deelgebied het nieuwe peil toe te kennen. Hierbij is ervan uitgegaan dat het gehele deelgebied op het nieuwe peil gehouden kan worden. Door verbreding van watergangen en aanleg van nieuwe watergangen is de verdeling van water over het gebied gemakkelijker dan nu.

De drainageweerstand in het model is afhankelijk van het type watergang (infiltrerend/druinerend, zie paragraaf 4.2.4). Bij het verhogen van het peil veranderen de watergangen van een drainerende watergang naar een infiltrerende watergang. Om deze reden is ook de drainageweerstand aangepast naar die horend bij een infiltrerende watergang (tien dagen in plaats van de vijf dagen bij een drainerende watergang).

### Nieuwe Sloot

Nieuwe watergangen zijn in het model toegevoegd op dezelfde wijze als dat bestaande watergangen in het model zijn opgenomen. Voor deze watergangen is de insnijding door de deklaag vastgesteld en is de conductance van de watergang verdeeld over modellaag 1 en 2 (zie paragraaf 4.2.4). Voor de bodemhoogte van de watergangen is 0,5 m onder het peil aangehouden (ingeschat op basis van omliggende watergangen).

### Nieuwe kwelsloot

Voor het aanleggen van de kwelsloten bij bebouwing zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De kwelsloot krijgt het peil van het huidige peilvak:
  - NAP -2,6 m bij Polder Giethoorn;
  - NAP -1,4 m bij Zomerdijk Beukers;
  - NAP -1,8 m bij Doosje.
- De bodemhoogte van de kwelsloot ligt minimaal 10 cm onder het peil én ligt in de zandondergrond om de deklaag volledig te doorsnijden:
  - NAP -2,8 m bij Polder Giethoorn;
  - NAP -2,1 m bij Zomerdijk Beukers;
  - NAP -1,9 m bij Doosje.
- De bodembreedte van de kwelsloot is 5 m.

De kwelsloot is op dezelfde wijze aan het model toegevoegd als de nieuwe sloot (hierboven beschreven). Het gaat om een drainerende watergang; er is dus een drainageweerstand van vijf dagen aangehouden.

### Verbreden watergang

Bij het ontwerp worden watergangen verbreed naar 5, 10 of 15 meter. Dit is in het model doorgevoerd door de conductance aan te passen op basis van de toename van het natte oppervlak van de watergang. Uitgangspunt hierbij is dat de bodemhoogten van de watergangen gelijk blijven.

## Ophogen rondom woningen

Het ophogen van het maaiveld rondom Zomerdijk 16, bij Zomerdijk Beukers, zal uitgevoerd worden met zandig veen. Er wordt opgehoogd naar 0,1 m +NAP. Dit is in het model doorgevoerd door hier het maaiveld te verhogen.

## Afgraving

Bij deelgebied Zomerdijk Zwartsluis wordt een deel 40 cm afgegraven. Dit is in het model verwerkt door het maaiveldhoogtebestand aan te passen en de deklaagweerstand te verlagen (twintig dagen weerstand per meter afgraving).

## Oppervlakkige afvoer

In de huidige situatie is in het model een oppervlakkige afvoer aanwezig wanneer het water meer dan 2-5 cm boven maaiveld komt (de exacte waarde verschilt per locatie). Bij het ontwerp wordt lokaal het maaiveld afgegraven en wordt er ook water op maaiveld gezet. Om te zorgen dat het model dit water niet onterecht afvoert, is de oppervlakkige afvoer als volgt aangepast:

- Als het maaiveld hoger ligt dan het nieuwe peil, dan is de oppervlakkige afvoer niet aangepast.
- Als het maaiveld lager ligt dan het nieuwe peil, dan is de oppervlakkige afvoer gelijk gezet aan het nieuwe peil.

Door deze aanpassing is het mogelijk dat er in lokale laagtes meer water op maaiveld blijft staan.

## 6 BEOORDELING VAN OMGEVINGSEFFECTEN

Het basis-ontwerp is in het grondwatermodel ingevoerd en doorgerekend. Met de uitkomsten uit het model is het effect op de grondwaterstand bepaald en is de beoordeling van het effect op landbouw en bebouwing uitgevoerd.

Bij Zomerdijk Beukers, Doosje en Zomerdijk Zwartsluis is een bandbreedte weergegeven waarbij er een som is met minimale en met maximale effecten (zie paragraaf 4.3.3). De effecten op kwel zijn weergegeven in Bijlage I.

### 6.1 Uitgangspunten beoordeling

Voor de beoordeling van de gebruiksfunctie is gekeken naar de volgende twee gebruiksfuncties:

- woningen;
- landbouw.

Bij de beoordeling zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd.

#### Woningen

Een minimale ontwateringsdiepte bij de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) van 80 cm:

- Alleen woningen die binnen het invloedsgebied van de maatregelen liggen, worden beoordeeld (zie toelichting in onderstaand tekstkader).
- Niet significante verandering van de grondwaterstand (i.e. een verandering van de GHG <5 cm) is buiten beschouwing gelaten.
- De ontwatering bij de woningen is bepaald met de berekende GHG en met het maaiveld volgens het AHN3. Hiervoor is niet de ingevlogen LIDAR-data gebruikt: deze was niet bij elk gebouw beschikbaar, en in de LIDAR-data is begroeiing niet gefilterd. Veel van de gebouwen zijn omgeven door bomen of struiken waardoor de LIDAR-data de maaiveldhoogte niet goed inschat.
- Bij bebouwing die mogelijk binnen de effectcontouren liggen (op basis van de modelberekeningen van het ontwerp), zijn drempelhoogtes ingemeten ( hoofdstuk 7.2). De drempelhoogtes zijn gebruikt in plaats van het maaiveld om de toetsing op ontwatering uit te voeren.

Een lagere grondwaterstand bij bebouwing als gevolg van het ontwerp wordt als mogelijk ongewenst beschouwd.

#### Landbouw

Berekeningen van de overlast op landbouwgrond zijn uitgevoerd met behulp van de WaterWijzer Landbouw<sup>6</sup> (WWL-tabel 4.0.3):

- De bodemkenmerken zijn gebaseerd op de Bodemfysische Eenhedenkaart (BOFEK 2020).
- Alleen percelen die binnen het invloedsgebied van de maatregelen liggen worden beoordeeld.
- Niet significante verandering van de grondwaterstand (i.e. een verandering van de GLG of de GHG <5 cm) is buiten beschouwing gelaten.

In deze rapportage wordt gesproken over landbouwschade. De totale landbouwschade is opgebouwd uit natschade (opbrengstderving als gevolg van zuurstofstress) en droogteschade (opbrengstderving als gevolg van droogtestress). Deze opbrengstderving bestaat uit af- of toename in gewasopbrengst door gewasgroei en biomassaproductie. Opbrengstderving in de bedrijfsvoering, doordat de machines bijvoorbeeld eerder of later het land op kunnen, is hierbij niet meegenomen. Of er daadwerkelijk overlast wordt ervaren, en er dus sprake is van schade, hangt sterk samen met de bedrijfsvoering en het gebruik van de gronden. De schade die in dit rapport wordt beschreven, is dus een indicatie voor mogelijke overlast en niet per se de daadwerkelijk ervaren schade.

---

<sup>6</sup> Validatie rapport: <https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202021/STOWA%202021-48%20validatie%20WWL%20defversie.pdf>

## Wegen

Een minimale drooglegging van 1 meter of geen verslechtering :

- Alleen wegen waarbij de drooglegging als gevolg van het ontwerp is gewijzigd, worden beoordeeld.
- Voor de drooglegging wordt gekeken naar het laagste naastgelegen slootpeil. Er wordt uitgegaan van een goede ontwatering van het wegcunet.

## BELANGRIJK

### Toelichting beoordeling woningen/bebouwing

Wanneer er bij bebouwing langdurig vocht in de kruipruimte optreedt en er houten vloeren zijn, kan er schimmelvorming optreden. Daarnaast kan een ongezond vochtig binnenklimaat ontstaan. Deze zaken treden voornamelijk op bij gebouwen met een woonfunctie. Gezien de algemene wijze van bouwen bij gebouwen met een andere functie, zijn deze gebouwen minder gevoelig voor grondwateroverlast. Daarom is de beoordeling op een ontwateringsdiepte van 80 cm hier meestal niet noodzakelijk.

De GHG-waarde van 80 cm is een richtlijn die vaak door gemeenten en waterschappen wordt gebruikt. De GHG is een waarde die gemiddeld zes weken per jaar wordt overschreden. Wanneer naar de maximale grondwaterstand zou worden gekeken, die één keer per jaar voorkomt, zou een andere eis moeten worden gehanteerd. Zo hanteert het cultuurtechnisch vademecum een ontwateringsdiepte van 70 cm bij een maximale grondwaterstand (tabel 4.1.2., Cultuur technisch vademecum, 2000).

### Disclaimer ontwateringsdiepte bebouwing

Een minimale ontwatering van 80 cm houdt verband met vocht in de kruipruimte bij houten vloeren. Bij het bouwen is vaak rekening gehouden met een minimale ontwatering van 80 cm onder het vloerpeil/de drempelhoogte. Dit criterium kan nog steeds goed als uitgangspunt worden gebruikt om mogelijk grondwateroverlast in beeld te brengen. Het wil echter niet zeggen dat wanneer aan deze ontwateringsdiepte wordt voldaan, er geen (grond)wateroverlast kan worden ondervonden. Bij bijvoorbeeld onderkeldering of diepere kruipruimten ligt deze grens waarschijnlijk dieper. Aan de andere kant wil het ook niet zeggen dat een ondiepere ontwatering automatisch ook tot (grond)wateroverlast en/of schimmelvorming zal leiden. Water in de kruipruimte resulteert dus ook niet automatisch in schade. Daarnaast speelt de lokale bodemopbouw ook een grote rol in het wel of niet ervaren van grondwateroverlast. Het resultaat van deze beoordeling moet daarom worden gezien als een inventarisatie van de risicolocaties.

De GHG wordt uitgedrukt ten opzichte van het maaiveld van het perceel op basis van het AHN3 en niet ten opzichte van de drempelhoogte van de bebouwing, die veelal hoger ligt. Wanneer er op basis van deze analyse sprake is van kans op toenemende grondwateroverlast, dient de drempelhoogte bepaald te worden. Hieruit zal blijken of er daadwerkelijk sprake is van een risico of dat de bebouwing voldoende hoog ligt waardoor overlast voorkomen wordt.

### Disclaimer WaterWijzer

De WaterWijzer is erg gevoelig voor de ingevoerde bodemtypen en de grondwaterstanden. Omdat er enige mate van onzekerheid aanwezig is in de bodemtypekaart, en in de berekende grondwaterstanden, is de berekende opbrengstderving door de WaterWijzer ook enigermate onzeker. Om deze reden moet de uitkomst van de WaterWijzer gezien worden als een indicatie waar opbrengstderving zou kunnen optreden, en kunnen hier bijvoorbeeld niet direct vergoedingen tegenover worden gesteld.

Er wordt bij de toetsingen uitgegaan van ontwateringsdieptes en drooglegging. Onderstaande figuur laat schematisch het verschil tussen deze twee waarden zien. De drooglegging is het verschil tussen de maaiveldhoogte en het peil in de watergangen. De ontwateringsdiepte is het verschil tussen de maaiveldhoogte en de hoogte van de grondwaterstand.





## 6.2 Projectgebied 13a: Zomerdijk Zwartsluis

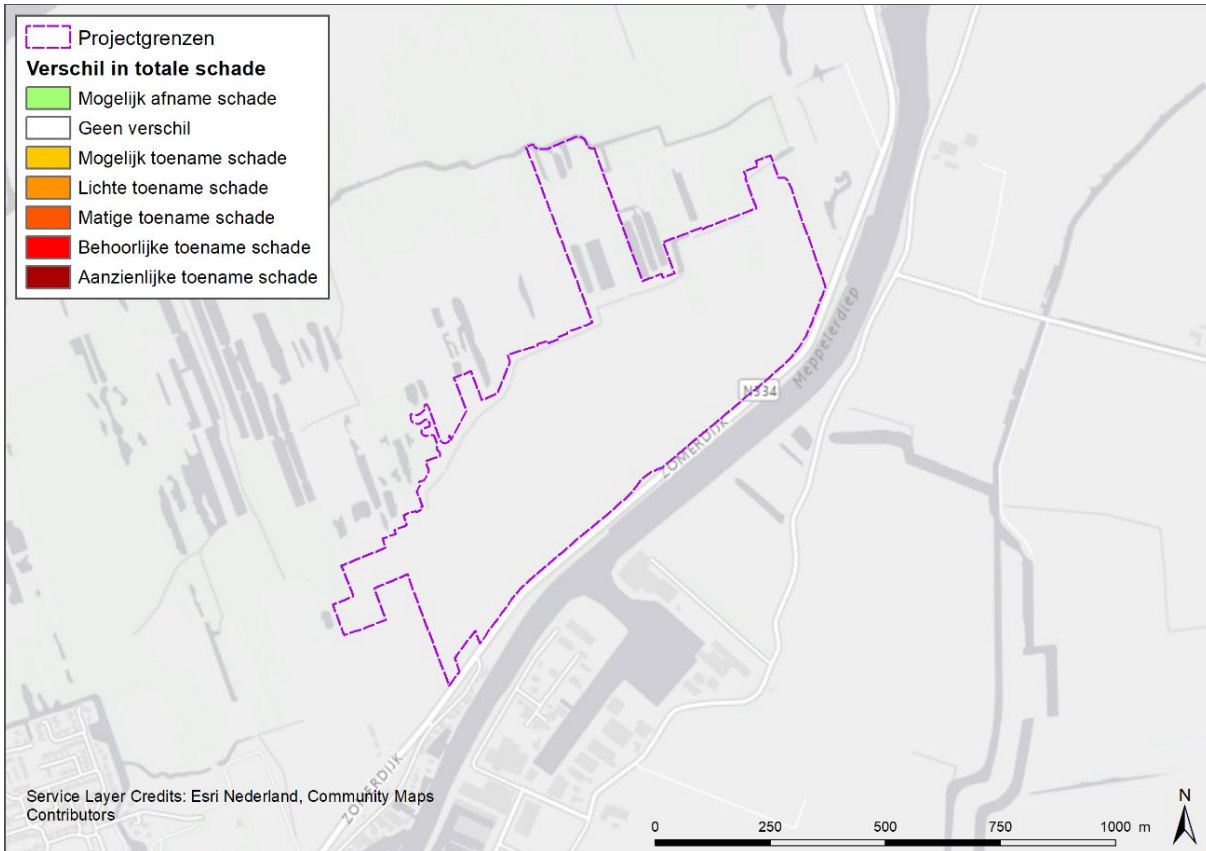
Op de kaarten staat aangegeven dat het binnen het gebied droger kan worden bij het ontwerp. Dit wordt veroorzaakt door een afname in dynamiek bij het ontwerp. In de huidige situatie is er sprake van een grote opbolling tussen watergangen in. Bij het ontwerp worden de watergangen verbreed waardoor deze meer invloed hebben en de opbolling afneemt. Hierdoor kan het tussen watergangen in lokaal droger worden. Bij Zomerdijk Zwartsluis komt voor een groot deel van het gebied water op maaiveld te staan met een boezempeil, als gevolg van de afgraving. Hierdoor treedt dus geen opbolling meer op tussen watergangen, maar is er gebiedsbreed een grondwaterstand gelijk aan boezempeil aanwezig. Door de afgraving neemt hier de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld toe.

### 6.2.1 Effect op GxG

In de figuren in Bijlage D is als eerste de grondwaterstand van het ontwerp ten opzichte van maaiveld weergegeven. Vervolgens is de verandering van de grondwaterstand ten opzichte van de huidige situatie weergegeven. Bij Zomerdijk Zwartsluis treedt voor een groot deel water op maaiveld op bij de GHG en de GLG (Bijlage D). Dit komt doordat een groot deel van het plangebied 40 cm wordt afgegraven, waardoor het maaiveld onder het peil komt te liggen.

### 6.2.2 Effect op landbouw

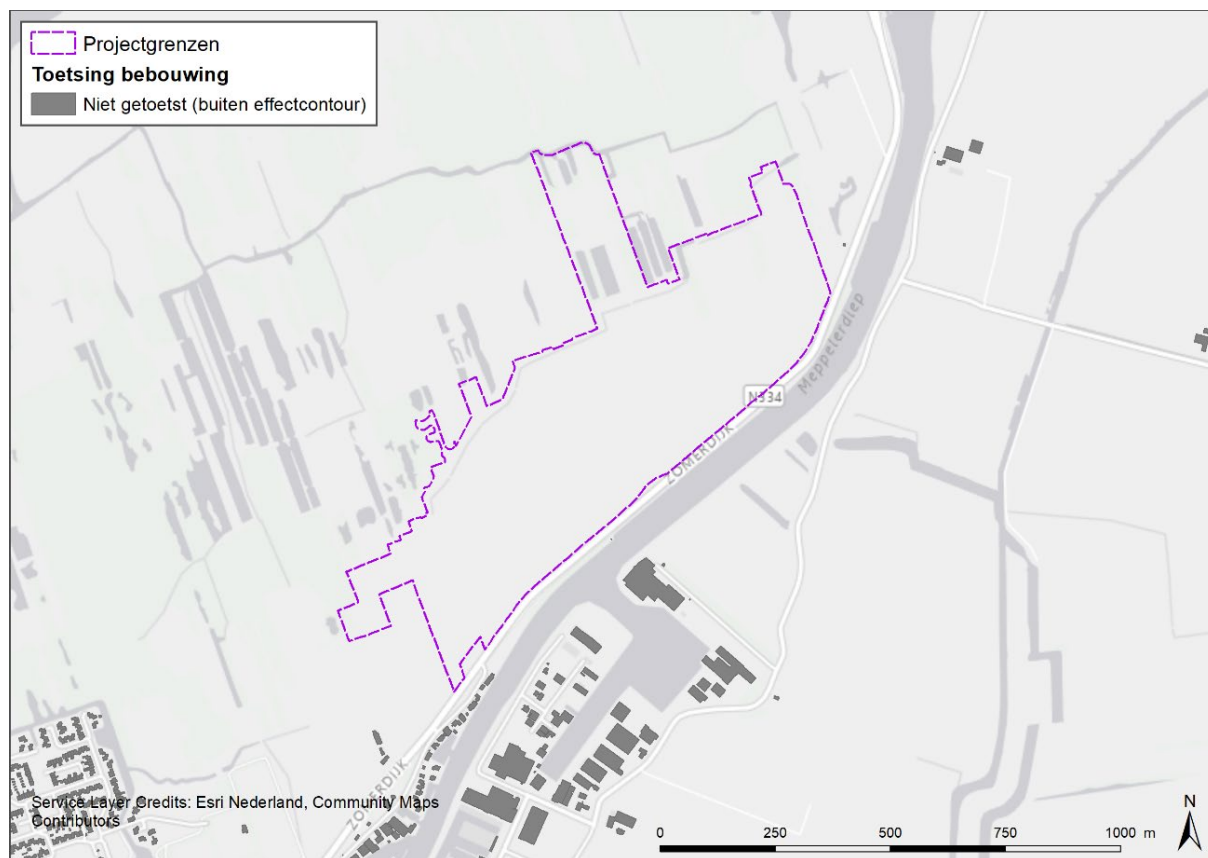
Er wordt bij Zomerdijk Zwartsluis geen effect berekend op landbouwgebied (Figuur 24). Er is dan ook geen kans op landbouwschade.



Figuur 24. Effect op landbouw bij Zomerdijk Zwartsluis (maximale variant)

### 6.2.3 Effect op bebouwing

Er wordt bij Zomerdijk Zwartsluis geen effect berekend bij bebouwing (Figuur 25). Er is dan ook geen kans op overlast bij bebouwing.



Figuur 25. Effect op bebouwing bij Zomerdijk Zwartsluis (maximale variant)

### 6.2.4 Effect op wegen

De wegen bij deelgebied Zomerdijk Zwartsluis voldoen aan de droogleggingseis van minimaal 1 meter, en blijven voldoen bij het ontwerp (Figuur 26).



Figuur 26: Toetsing op drooglegging wegen bij Zomerdijk Zwartsluis

## 6.3 Projectgebied 13b en 13c: Zomerdijk Beukers en Doosje

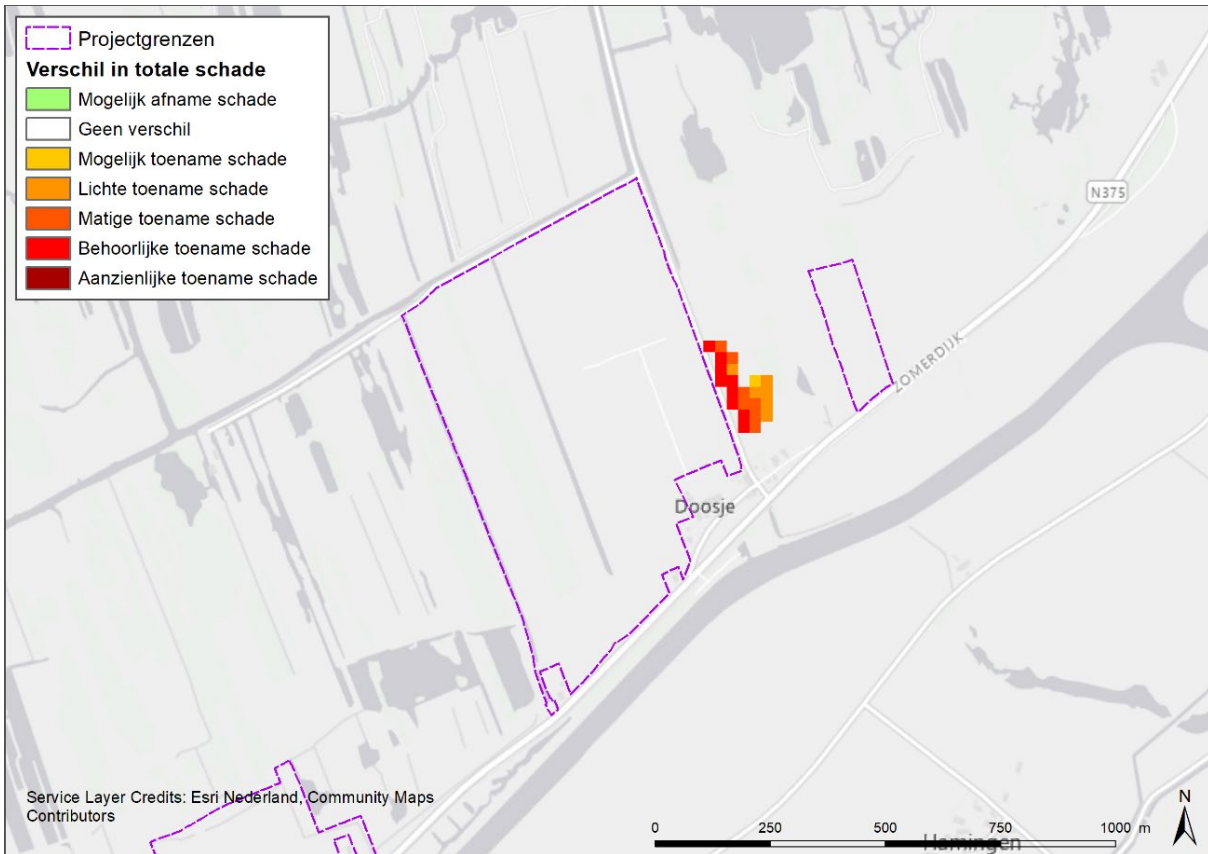
### 6.3.1 Effect op GxG

In de figuren in Bijlage F en Bijlage G is als eerste de grondwaterstand van het ontwerp ten opzichte van maaiveld weergegeven. Vervolgens is de verandering van de grondwaterstand ten opzichte van de huidige situatie weergegeven.

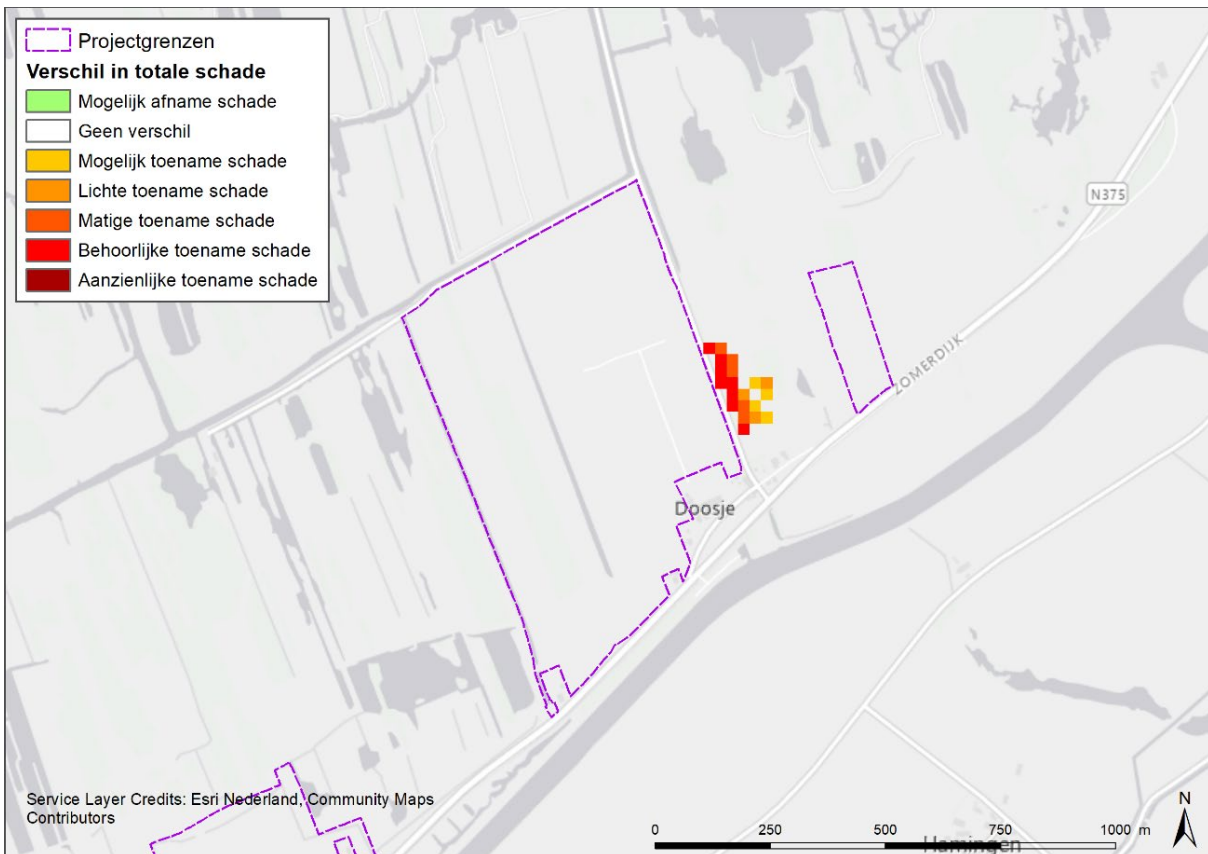
Bij Zomerdijk Beukers en Doosje is voor een groot deel van het projectgebied water op maaiveld aanwezig bij de GHG en GLG als gevolg van het ontwerp. De hogere zandruggen en de zone rondom de woningen hebben een lagere grondwaterstand ten opzichte van maaiveld. Bij de effecten is te zien dat het verschil tussen de variant met minimaal effect en de variant met maximaal effect beperkt zijn (Bijlage F en Bijlage G).

### 6.3.2 Effect op landbouw

Aan de oostzijde van Doosje is een landbouwperceel aanwezig waar een toename aan landbouwschade niet is uit te sluiten. Het betreft hier een toename aan natschade. Dit effect is aanwezig bij de minimale en bij de maximale variant (Figuur 27 en Figuur 28). Bij Zomerdijk Beukers is geen sprake van effect op landbouwgebied.



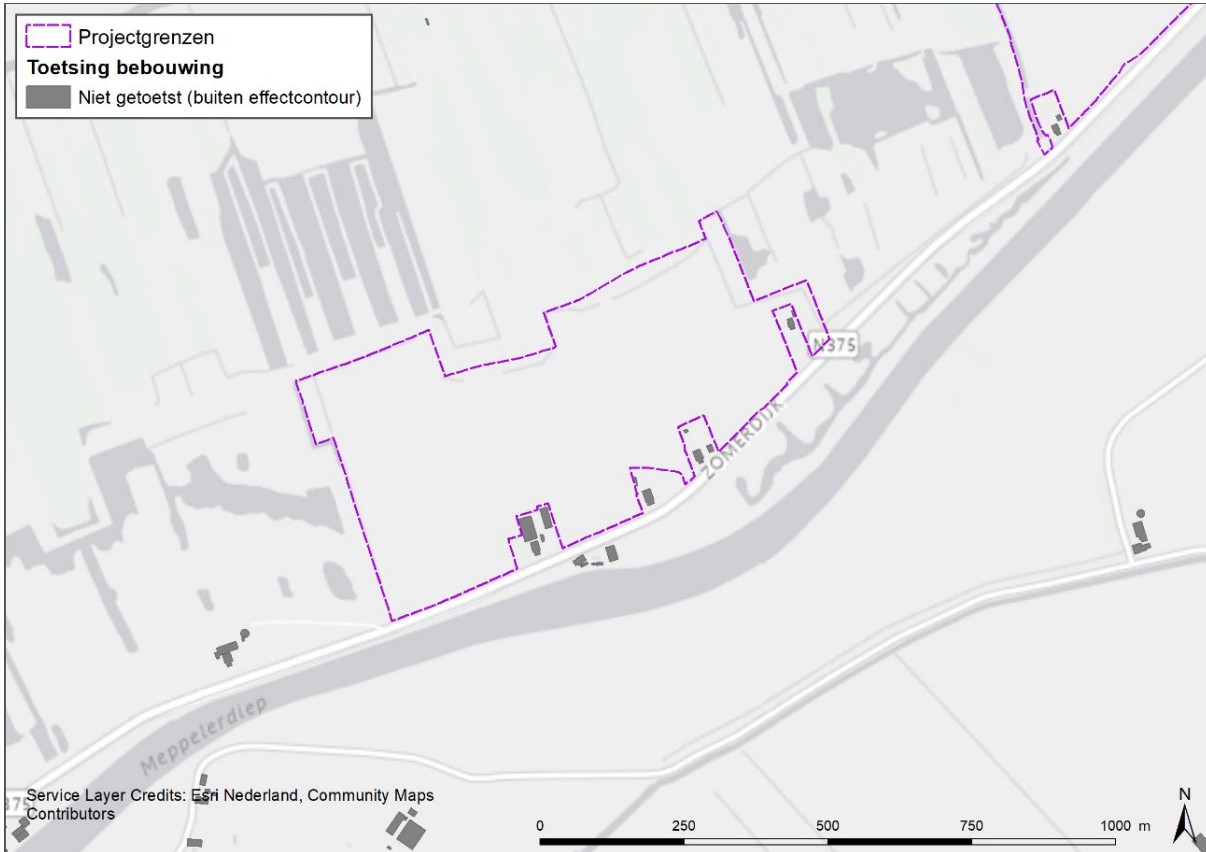
Figuur 27. Effect op landbouw (maximale variant)



Figuur 28. Effect op landbouw minimale variant

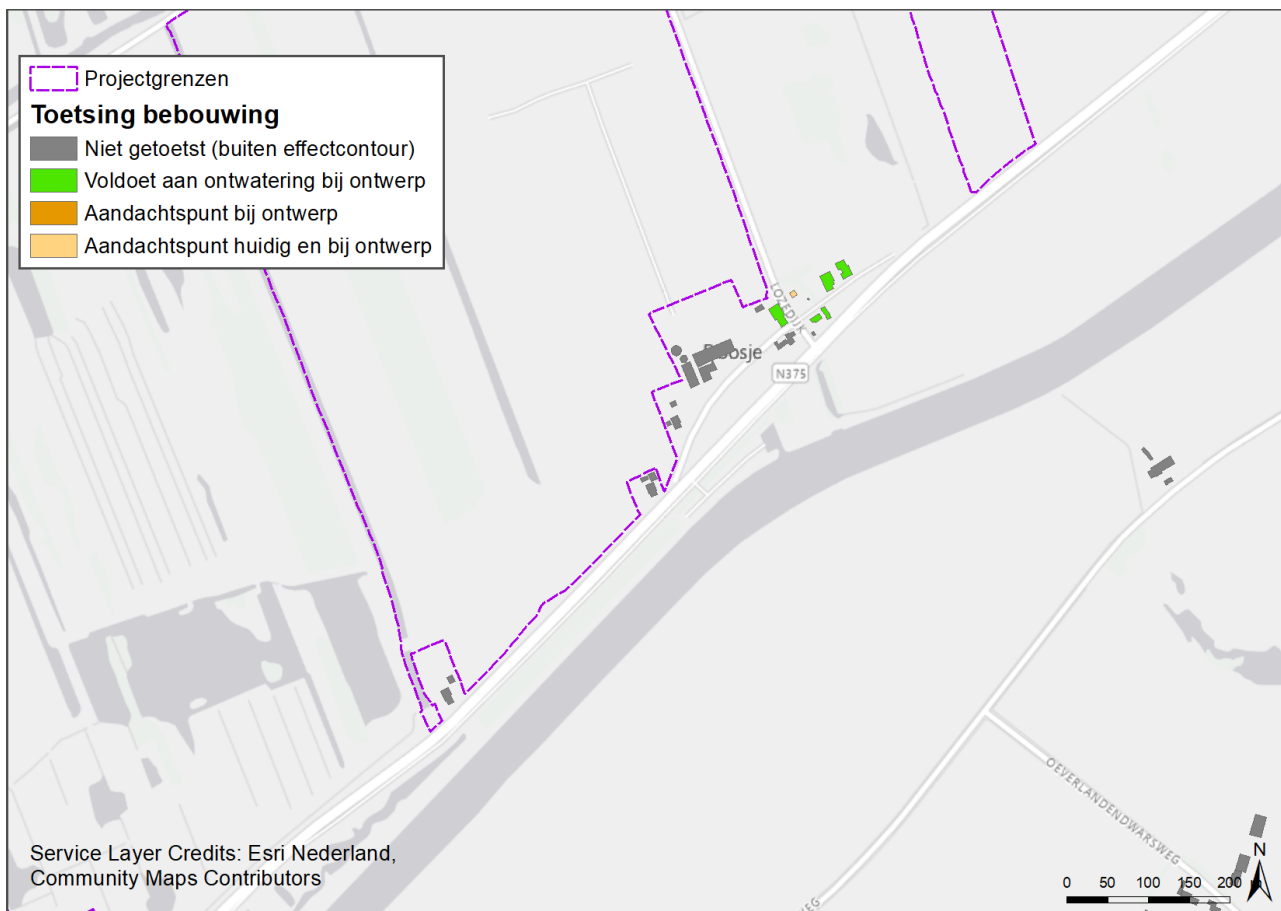
### 6.3.3 Effect op bebouwing

Bij Zomerdijk Beukers treedt geen vernatting op bij gebouwen (Figuur 29). Door de kwelsloot en de aansluiting van omliggende watergangen op het peil van de kwelsloot treedt hier een gemiddelde verdroging van 5-10 cm op. Afhankelijk van de bouwwijze en het materiaal van de gebouwen kan deze verdroging tot ongewenste effecten leiden.



Figuur 29. Effect op bebouwing bij Zomerdijk Beukers

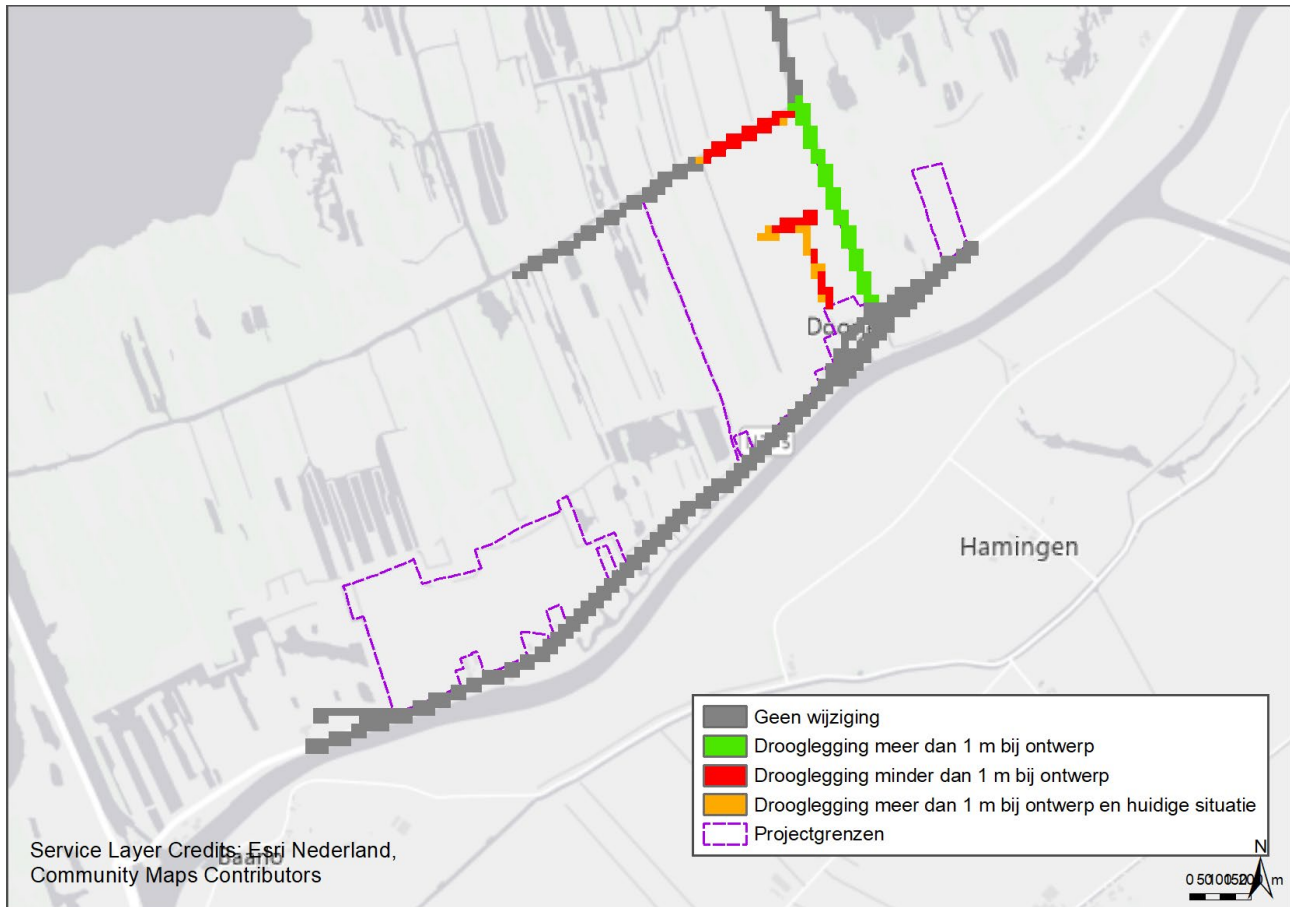
Bij Doosje zijn gebouwen aanwezig waar vernatting optreedt bij het ontwerp. Deze gebouwen voldoen aan de ontwateringseis, met uitzondering van 1 gebouw aan de Lozedijk (Figuur 30). Dit gebouw lijkt een boothuisje te zijn.



Figuur 30. Effect op bebouwing bij Doosje (maximale variant)

### 6.3.4 Effect op wegen

Bij Zomerdijk Beukers treedt geen verandering van de drooglegging van wegen op bij het ontwerp. Bij Doosje voldoet de Lozedijk bij het ontwerp aan de droogleggingseis. De Reeënweg ten noorden van Doosje voldoet bij het ontwerp niet meer aan de droogleggingseis. Ook het pad midden in het projectgebied van Doosje voldoet niet meer bij het ontwerp. Dit betreft geen openbare weg.



Figuur 31: Toetsing op drooglegging wegen bij Zomerdijk Beukers en Doosje

## 6.4 Projectgebied 14: Polder Giethoorn

### 6.4.1 Effect op GxG

Met het grondwatermodel wordt op plekken water op maaiveld berekend in de referentiesituatie en bij het ontwerp, waar dit in werkelijkheid niet het geval is. Dit wordt veroorzaakt door het detailniveau van het model. Er wordt met cellen van 25 bij 25 meter gerekend, waarvoor een gemiddeld maaiveld wordt gebruikt. Hierdoor kan voor een hele cel worden aangegeven dat er water op maaiveld staat, terwijl dit in werkelijkheid een kleiner deel is door het aanwezige reliëf van het maaiveld (plasmvorming, ribben).

Op de kaarten staat aangegeven dat het droger kan worden bij het ontwerp. Dit wordt veroorzaakt door het aanleggen van de kwelsloot en door een afname in dynamiek bij het ontwerp. In de huidige situatie is er sprake van een grote opbolling tussen watergangen in. Bij het ontwerp worden de watergangen verbreed waardoor deze meer invloed hebben en de opbolling afneemt. Hierdoor kan het tussen watergangen in lokaal droger worden.

In de figuren in Bijlage H is als eerste de grondwaterstand van het ontwerp ten opzichte van maaiveld weergegeven. Vervolgens is de verandering van de grondwaterstand ten opzichte van de huidige situatie weergegeven.

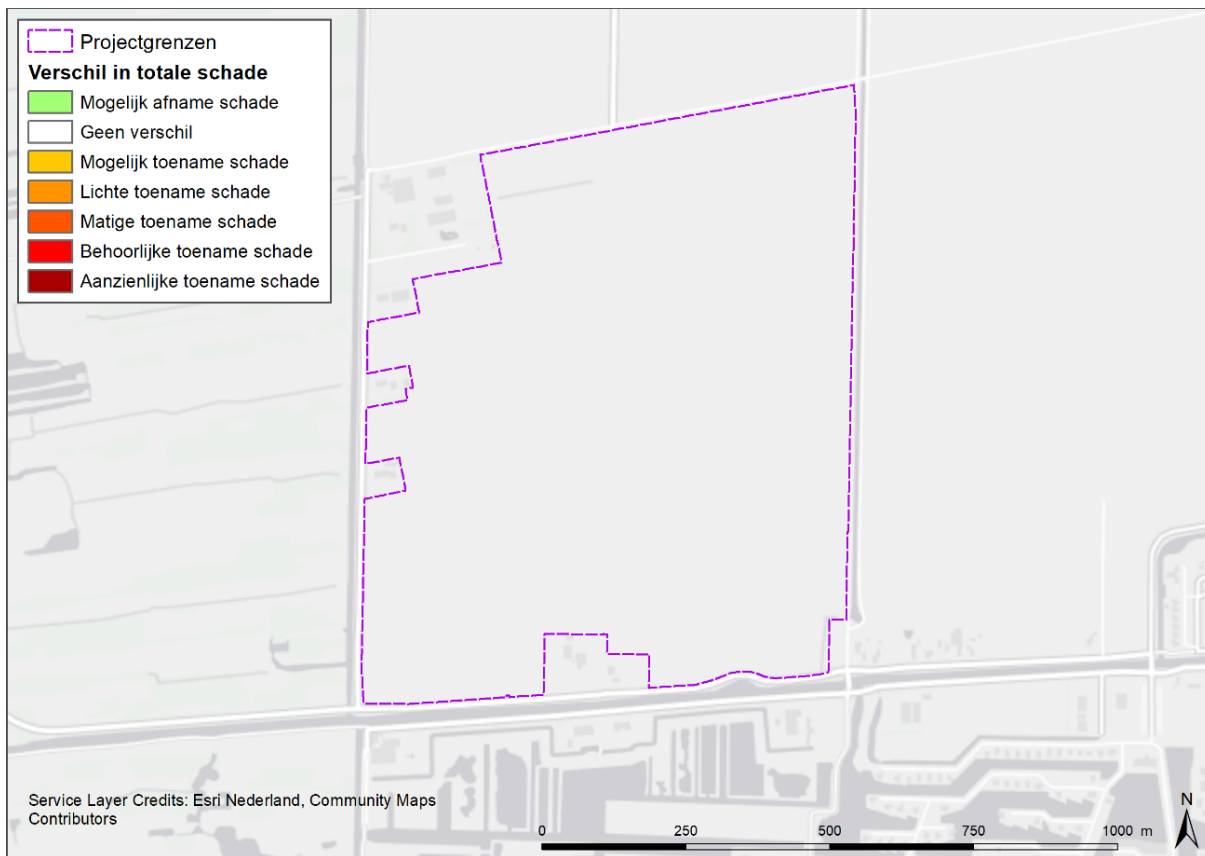
Bij Polder Giethoorn is voor een groot deel van het gebied water op maaiveld aanwezig bij de GHG. Enkel op de hoger gelegen percelen, zoals die in het noordoosten, bevindt de GHG zich onder het maaiveld. Op de kaart is de kwelsloot duidelijk terug te zien als een lijn met een GHG tussen 80 en 140 cm min maaiveld. Bij de GLG is nog water op maaiveld aanwezig in lokale laagtes (Bijlage H).

Het effect op de GHG en de GLG is te zien in Bijlage H. Hierin is terug te zien dat het tussen de watergangen in tot 50 cm natter wordt. Op de locaties van watergangen is dit hoger; het peil is hier 1,3 m opgezet. Bij de kwelsloot is een lokale verdroging zichtbaar. De effecten op GHG en GLG beperken zich met name tot de gebiedsgrenzen. Ten oosten van Polder Giethoorn is een vernatting buiten de grenzen zichtbaar. Overige effecten buiten de projectgrenzen beperken zich tot enkele pixels.



### 6.4.2 Effect op landbouw

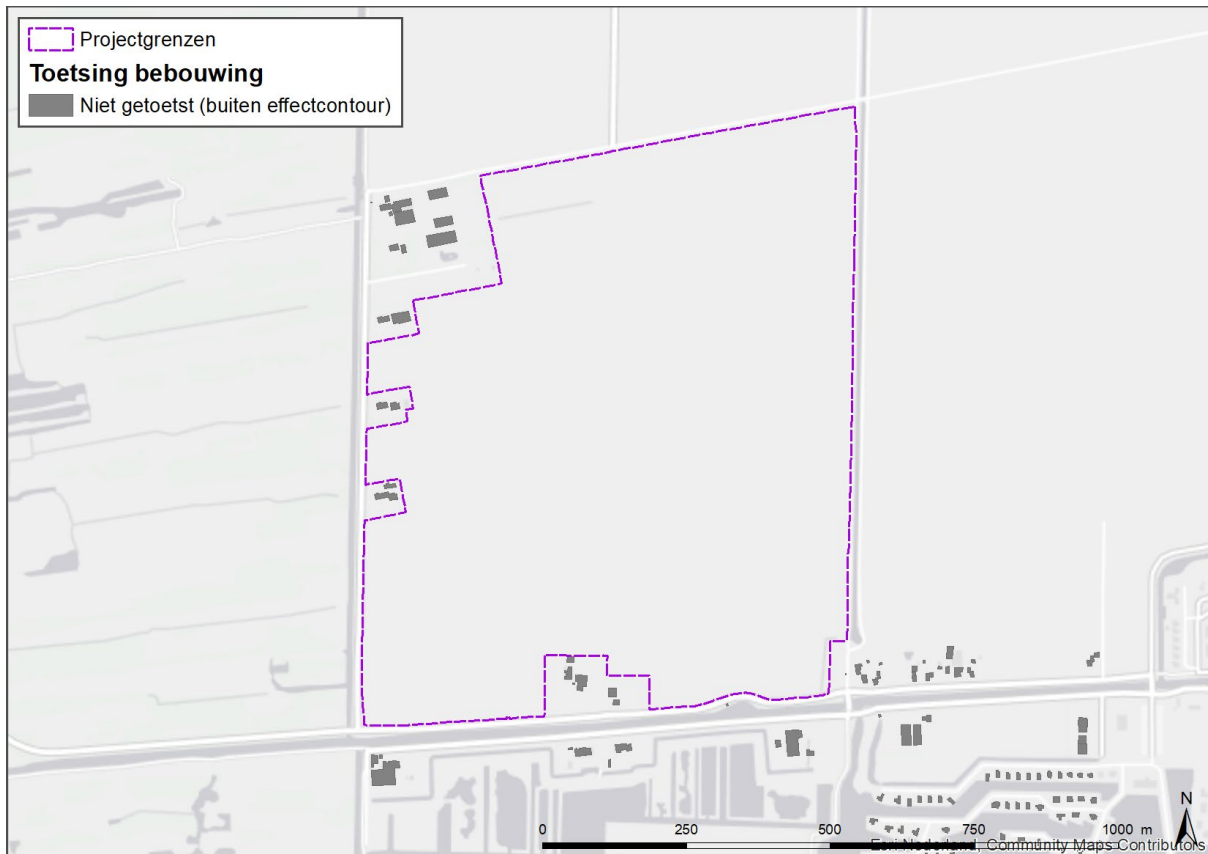
Bij Polder Giethoorn treedt een effect op grondwaterstand op bij het landbouwperceel ten noorden en ten oosten van het gebied (Bijlage H). Uit de WaterWijzer-berekening volgt dat effect hier niet tot een effect op landbouwschade leidt (Figuur 32).



Figuur 32. Effect op landbouw bij Polder Giethoorn

### 6.4.3 Effect op bebouwing

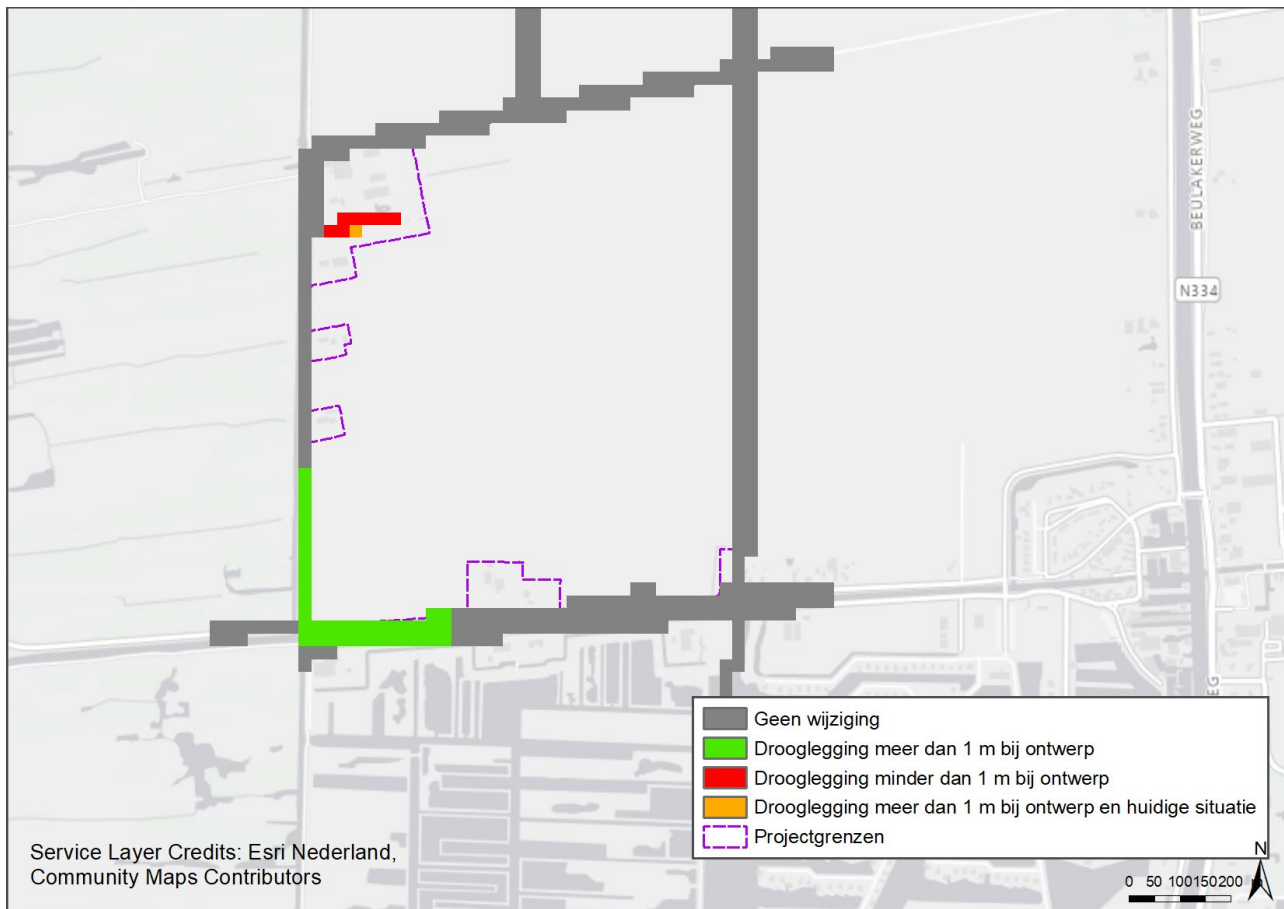
Er wordt bij Polder Giethoorn geen effect berekend bij bebouwing (Figuur 33). Er is dan ook geen kans op overlast bij bebouwing.



Figuur 33. Effect op bebouwing bij Polder Giethoorn

### 6.4.4 Effect op wegen

De Cornelisgracht voldoet aan de droogleggingseis van 1 meter. Een weg op het terrein van Cornelisgracht 42 voldoet bij het ontwerp niet meer aan de droogleggingseis van 1 meter. Dit betreft geen openbare weg.



*Figuur 34: Toetsing op drooglegging wegen bij Polder Giethoorn*

## 7 OPTIMALISATIE ONTWERP (MITIGATIEOPTIES)

In het basis-ontwerp is bij Polder Giethoorn, Zomerdijk Beukers en Doosje een kwelsloot opgenomen om effecten bij woningen tegen te gaan (hoofdstuk 5). Deze kent nadelen. Bij Zomerdijk Beukers leidt dit tot een verdroging bij bebouwing, wat mogelijk ongewenst is afhankelijk van de bouwwijze. De kwelsloot ligt met de bodem onder het streefpeil, en heeft een bodembreedte van 5 meter. Hiermee is dit een erg brede sloot (circa 17 meter bovenbreedte) die achter de woningen langs loopt. In verband met o.a. ruimtebeslag, uitzicht en beleving is dit niet wenselijk. Om deze reden is er verkend of er op andere wijze effecten gemitigeerd kunnen worden bij bebouwing. Deze verkenning laat enkel zien of er andere mitigatieopties mogelijk zijn. De exacte invulling van de mitigatie moet worden vastgesteld bij het definitief ontwerp.

Bij Zomerdijk Zwartsluis is geen kwelsloot opgenomen in het ontwerp, en er worden geen knelpunten berekend. Om deze reden is dit deelgebied hier niet meegenomen.

### 7.1 Werkwijze

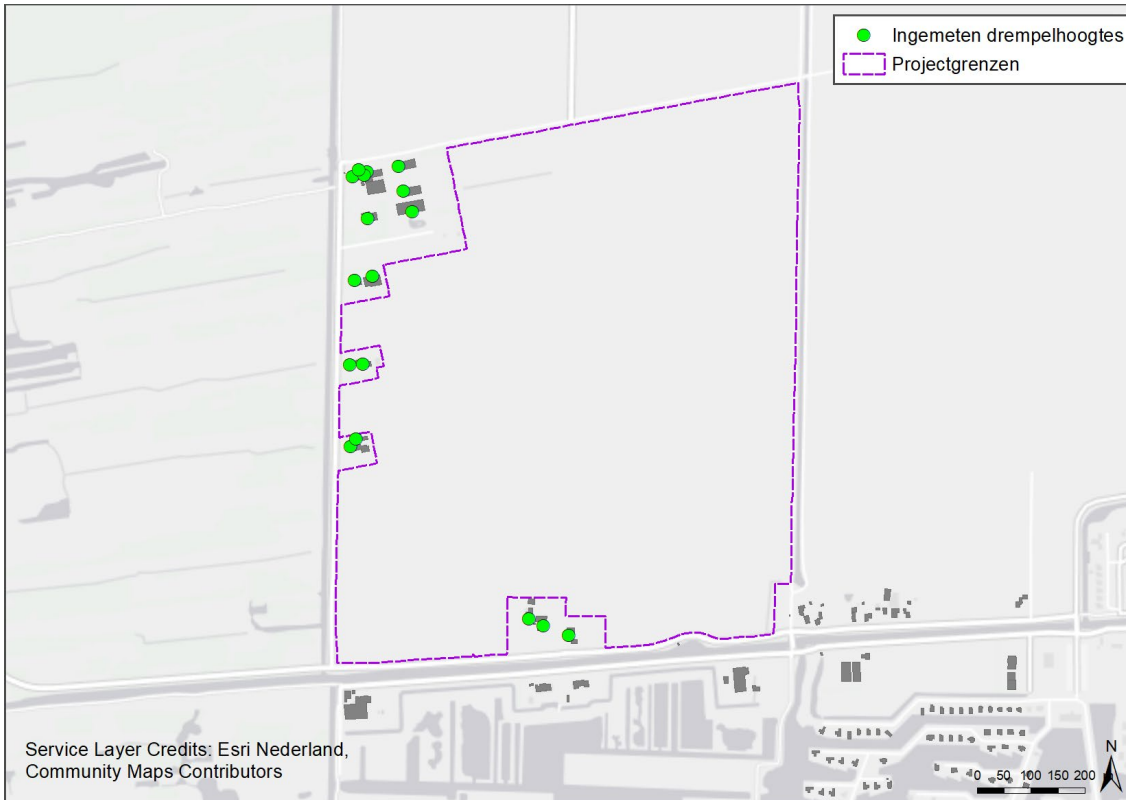
De volgende stappen zijn doorlopen bij het verkennen van de mitigatieopties:

- Inmetingen – inmeten van drempelhoogtes van gebouwen en watergangen (peil, bodemhoogte, slibdikte) om te beschikken over een goed beeld van de huidige situatie. De inmetingen zijn uitgevoerd op 19 juli 2022.
- Modelleren – deze inmetingen zijn verwerkt in het grondwatermodel. Met dit model is een ontwerp zonder kwelsloot doorgerekend, om eventuele knelpunten bij bebouwing inzichtelijk te maken. Vervolgens is er met het model getoetst of mitigatie, door opschonen en op peil houden van detailsloten, effecten bij bebouwing tegen kan gaan.
- Effectbepaling – de effectbepaling (zoals in hoofdstuk 6 is uitgevoerd) voor de berekening met mitigatie door opschonen en op peil houden van detailsloten

De stappen en resultaten hierbij zijn in onderstaande paragrafen beschreven.

## 7.2 Inmeting drempelhoogtes

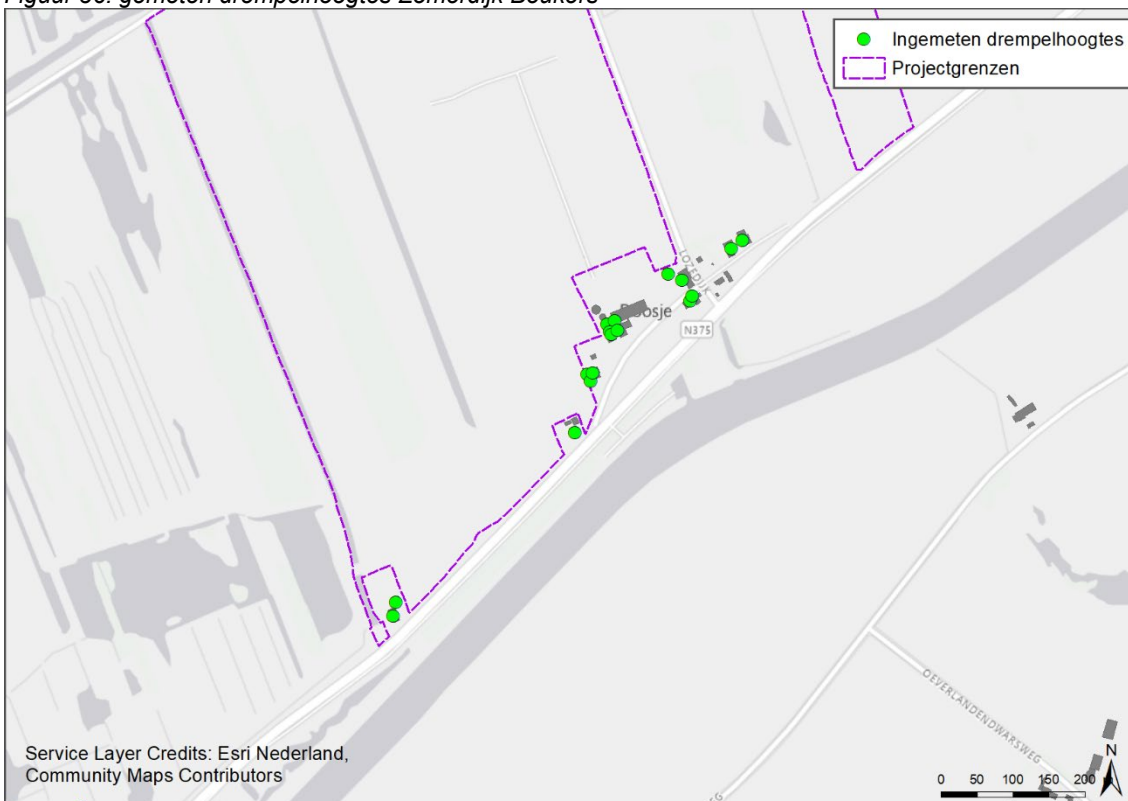
Uit hoofdstuk 6 volgt dat er grondwatereffecten optreden bij bebouwing. Om goed te kunnen beoordelen of de gebouwen nog voldoen aan de ontwatering van 80 cm, is het belangrijk om de hoogte van de gebouwen goed in beeld te hebben. Om deze reden zijn drempelhoogtes ingemeten. Dit is gedaan bij gebouwen die net binnen, of net buiten de berekende effectcontour vallen. De ingemeten gebouwen zijn weergegeven in onderstaand figuren. De ingemeten drempelhoogtes liggen hoger dan de maaiveldhoogte die eerder gebruikt is voor de toetsing. De drempelhoogtes zijn verwerkt in de toetsing in hoofdstuk 6.



Figuur 35: gemeten drempelhoogtes Polder Giethoorn



**Figuur 36: gemeten drempelhoogtes Zomerdijk Beukers**

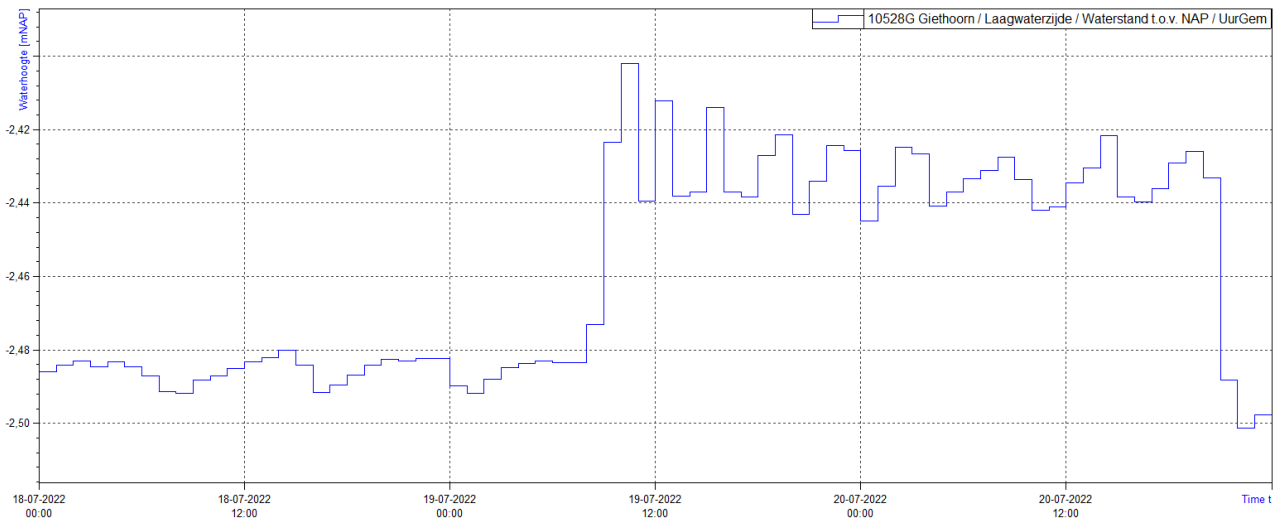


**Figuur 37: gemeten drempelhoogtes Doosje**

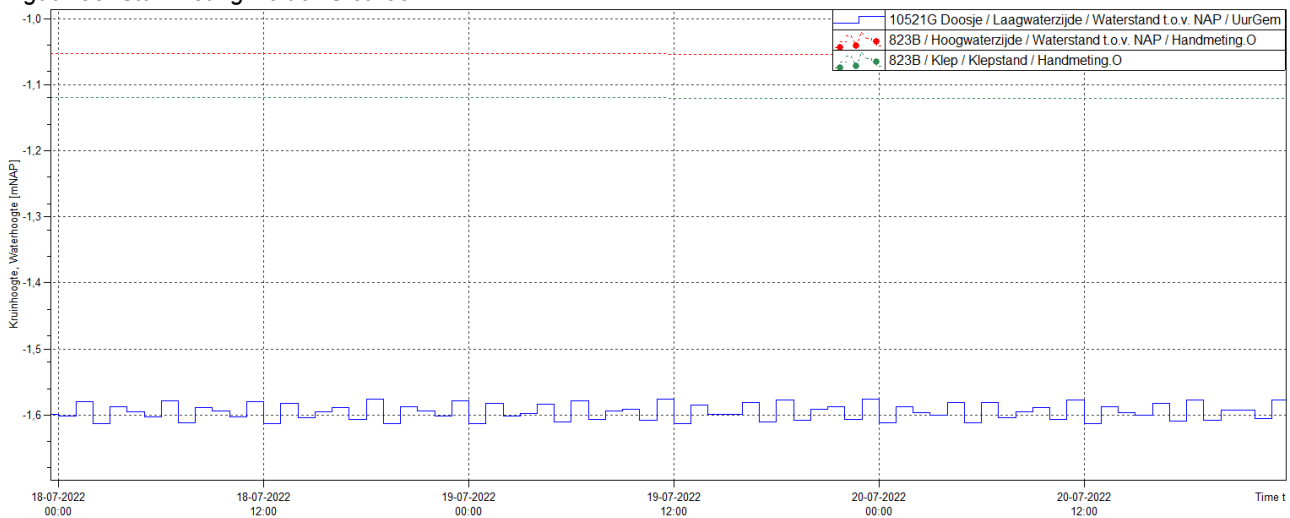
### 7.3 Inmeting watergangen

Bij het inmeten van de drempelhoogtes, zijn ook de watergangen rondom de gebouwen ingemeten. Hierbij is het peil, bodemhoogte, en slibdikte bemeaten. Deze inmetingen geven beter inzicht in de huidige situatie, en daarmee ook in de mogelijkheden om te mitigeren door maatregelen aan deze watergangen. Uit de inmetingen (zie Bijlage J) blijkt dat het peil, en in sommige gevallen ook de bodemhoogte, hoger ligt dan het

streefpeil (Figuur 4 en Figuur 5). Uit de stuwmetingen (Figuur 38 en Figuur 39) blijkt dat het ingestelde peil bij Polder Giethoorn op -2,4 m NAP stond ten tijde van de inmeting. Dit is iets hoger dan het streefpeil van -2,6 m NAP maar past binnen het ingestelde flexibele peilbeheer tussen -2,4 en -2,75 m NAP. De ingemeten peilen bij de woningen liggen nog circa 20- 30 cm hoger dan het peil bij de stuw (zie Bijlage J). Bij Doosje laat de stuw een waterpeil van -1,6 m NAP zien, wat overeenkomt met het streefpeil. De gemeten peilen liggen tot 50 cm hoger. Het peil in de detailsloten rondom de bebouwing ligt dus hoger dan het streefpeil. Er kan hierdoor mitigatie opgesteld worden door een peilverlaging in deze sloten, zonder dat dit peil lager wordt dan het streefpeil.



Figuur 38: Stuwmeting Polder Giethoorn



Figuur 39: Stuwmeting Doosje

## 7.4 Modelling

De inmetingen van drempelhoogtes zijn verwerkt in de toetsing bij bebouwing: hier wordt nu de drempelhoogte aangehouden en niet meer het AHN. De inmetingen van watergangen zijn in de referentiesituatie van het model verwerkt. Vervolgens is de mitigatiewijze binnen het ontwerp aangepast en zijn er aanvullende scenario's doorgerekend. In onderstaande paragrafen wordt dit in meer detail toegelicht.

### 7.4.1 Verwerking inmetingen in het model

De ingemeten bodemhoogtes, slibdiktes en waterpeilen zijn in het model opgenomen. Enkel de watergangen waar inmetingen zijn verricht zijn aangepast. Daar is de watergang aangepast op basis van de dichtstbijzijnde meting.

De ingemeten bodemhoogte is overgenomen. Met deze bodemhoogte in de insnijding van de watergang, en dus de verdeling over modellagen van deze watergang, opnieuw bepaald (zie hoofdstuk 4.2.4). Voor de conductance van de watergang is nu ook de weerstand van de sliblaag meegenomen. Deze weerstand is opgeteld bij de resterende deklaagweerstand (zie hoofdstuk 4.2.4). Voor de slibweerstand is een verticale doorlatendheid van 0,01 m/d aangehouden. De ingemeten waterpeilen zijn jaarrond in het model opgenomen.

Met deze aanpassingen is een referentie opgesteld welke aansluit bij de huidige situatie.

## 7.4.2 Scenario's

Om te bepalen of er andere mitigatieopties zijn dan een kwelsloot uit het basis-ontwerp, zijn de volgende scenario's doorgerekend:

- Basis-Ontwerp zonder kwelsloot (geen mitigatie) – dit scenario laat zien bij welke bebouwing mitigatie benodigd is
- Ontwerp zonder kwelsloot, met mitigatie in detailontwatering bij bebouwing – dit scenario laat zien of er gemitigeerd kan worden door maatregelen in bestaande sloten

De mitigatie in detailontwatering bij bebouwing bestaat uit het opschonen, en vergroten van de watergangen. Dit kan gedaan worden door slib te verwijderen, sloten te verbreden en/ of te verdiepen. In het model is uitgegaan van een toename in conductance van 20%. Dit kan op verschillende manier bereikt worden. Hoe dit wordt gedaan moet in afstemming met bewoners worden vastgelegd in het definitief ontwerp. Daarnaast is het benodigde peil in deze sloten als volgt aangepast:

- Het peil is aangepast naar een ingeschat gewenst drainageniveau bij bebouwing. Voor de inschatting is uitgegaan van een gewenste grondwaterstand van circa 1 meter onder de bebouwing, en een opbolling tussen sloten van 1 meter. Het gekozen peil is nu dus 2 meter onder de ingemeten drempelhoogte
- Wanneer het gewenste drainageniveau lager ligt dan het peilvak, is het peil van het peilvak aangehouden

Bij Polder Giethoorn is een peil aangehouden tussen de -2,01 m NAP (zuiden van het gebied) en -2,54 m NAP (noordwesten van het gebied), dus iets hoger dan huidig streefpeil van -2,40/-2,75 m NAP. Voor Zomerdiijk Beukers is -1,4 m NAP aangehouden. Voor Doosje is -1,8 m NAP aangehouden. Dus hier op huidig streefpeil.

## 7.5 Effectbepaling Zomerdiijk Beukers en Doosje

In de figuren in Bijlage K en Bijlage M is de berekende grondwaterstand van het ontwerp zonder kwelsloot ten opzichte van maaiveld weergegeven. Vervolgens is de verandering van de grondwaterstand ten opzichte van de huidige situatie weergegeven.

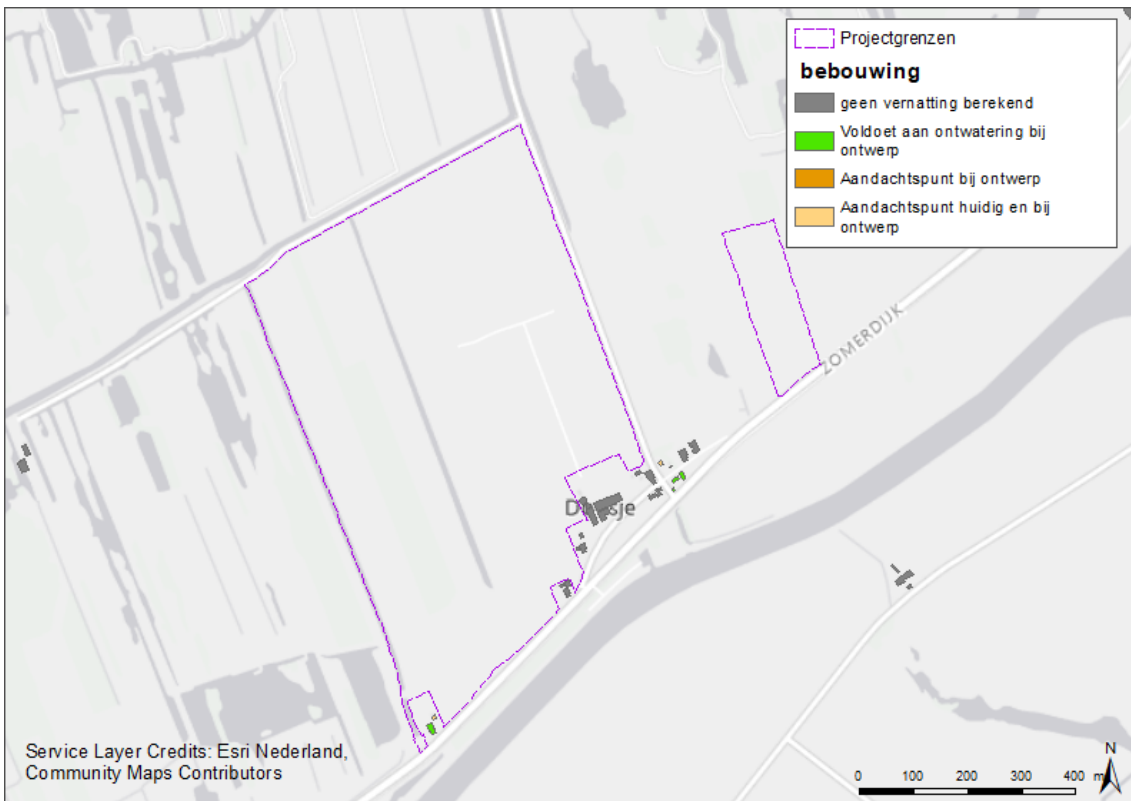
Door het weghalen van de kwelsloot wordt meer vernatting berekend in en rondom het projectgebied. Ook bij bebouwing wordt nu vernatting berekend. Bij het scenario zonder kwelsloot, met mitigatie in de detailontwatering, (Bijlage L en Bijlage N) wordt er meer vernatting binnen het projectgebied berekend dan in het originele ontwerp (hoofdstuk 6.3). Bij de bebouwing wordt bij Zomerdiijk Beukers nu een verdroging berekend. Bij Doosje wordt aan de westzijde een verdroging berekend, maar bij de bebouwing aan de oostzijde wordt geen effect berekend. Ten oosten van de Lozedijk wordt nog wel een vernatting berekend.

De toetsing bij bebouwing is te zien in Figuur 40 en Figuur 41. Bij Zomerdiijk Beukers wordt een verdroging berekend. Ondanks de verdroging komen er nog gebouwen uit de toetsing met onvoldoende ontwatering. Bij Doosje blijven de resultaten van de toetsing gelijk aan hoofdstuk 6.3: "Bij Doosje zijn gebouwen aanwezig waar vernatting optreedt bij het ontwerp. Deze gebouwen voldoen aan de ontwateringseis, met uitzondering van 1 gebouw aan de Lozedijk. Dit gebouw lijkt een boothuisje te zijn (o.b.v. Google Maps)."

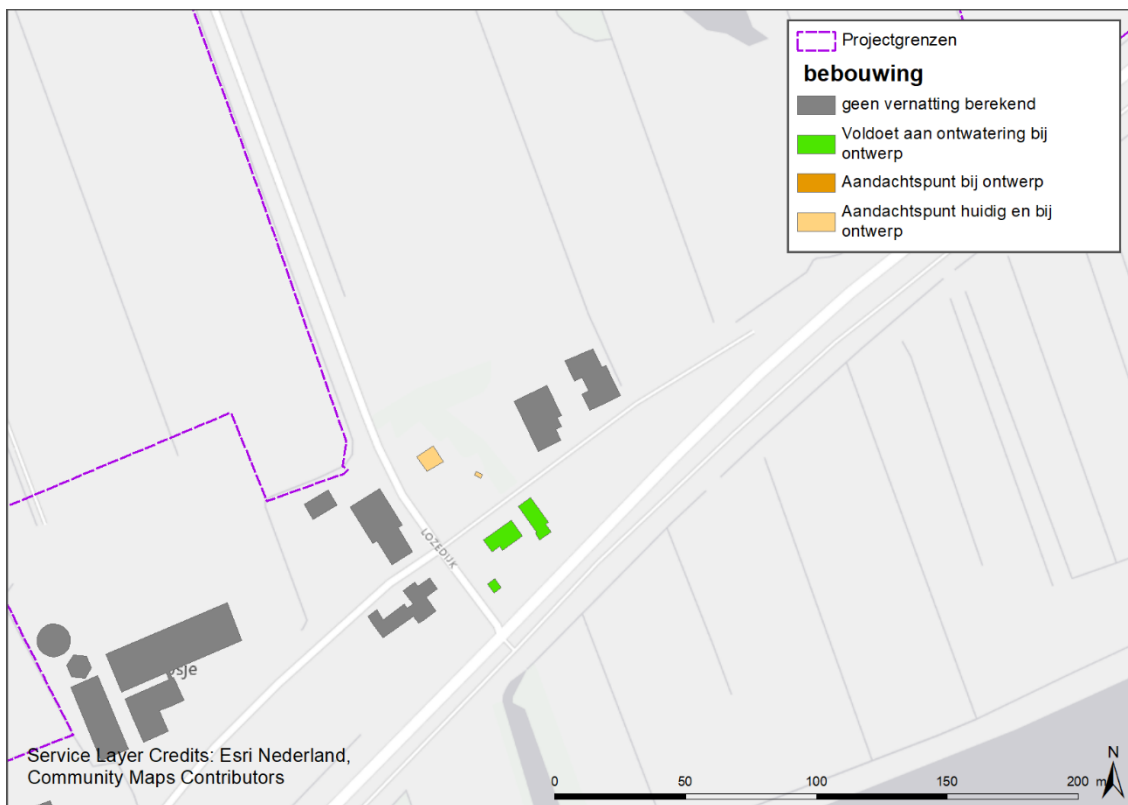




*Figuur 40. Effect op bebouwing bij Zomerdijk Beukers bij het scenario zonder kwelsloot, met mitigatie in detailontwatering. Er is hier enkel sprake van verdroging bij bebouwing.*

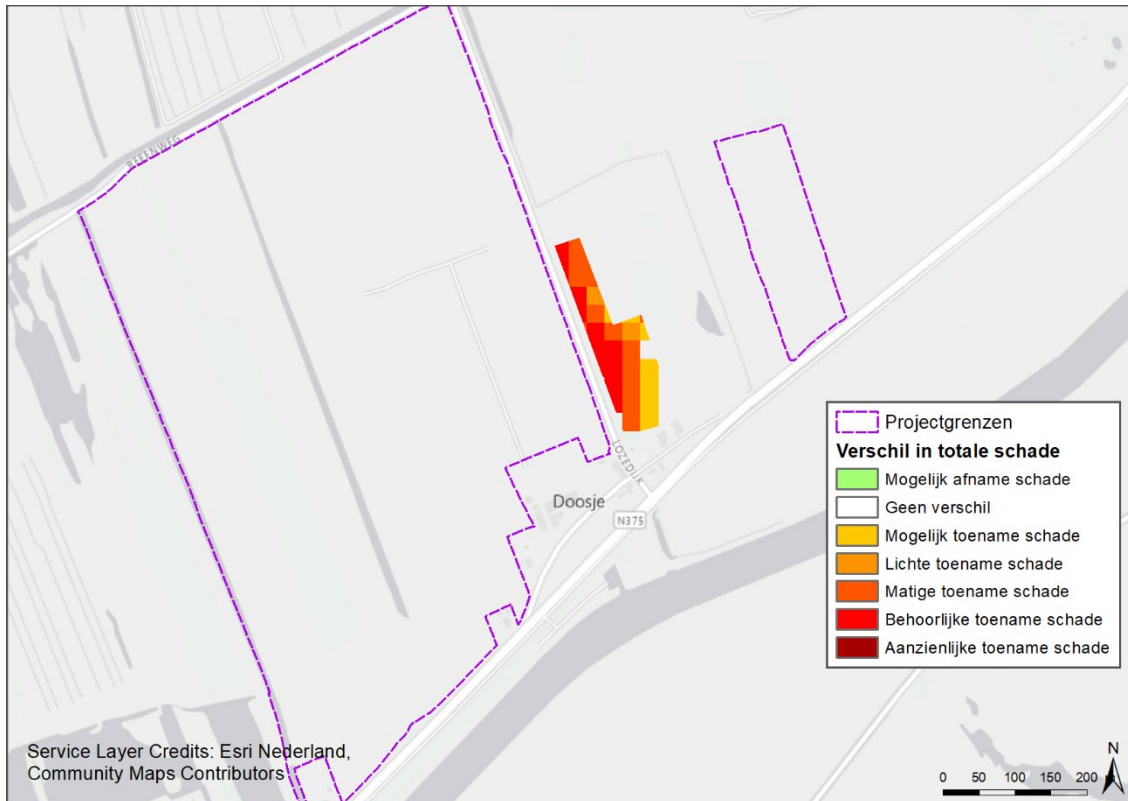


*Figuur 41. Effect op bebouwing bij Doosje bij het scenario zonder kwelsloot, met mitigatie in detailontwatering (maximale variant)*



*Figuur 42. Bebouwing waar effect optreedt en de ontwatering in de huidige situatie minder dan 80 cm bedraagt bij het ontwerp zonder kwelsloot, met mitigatie in detailontwatering (maximale variant)*

Aan de oostzijde van Doosje is een landbouwperceel aanwezig waar een toename aan landbouwschade berekend wordt. Het betreft hier een toename aan natschade (Figuur 40). Bij Zomerdijk Beukers is geen sprake van effect op landbouwgebied.



Figuur 43. Effect op landbouw bij Doosje bij het scenario zonder kwelsloot, met mitigatie in detailontwatering (maximale variant)

## 7.5.1 Conclusie mitigatie Beukers en Doosje

Op basis van het onderzoek naar mitigatieopties kan het volgende geconcludeerd worden:

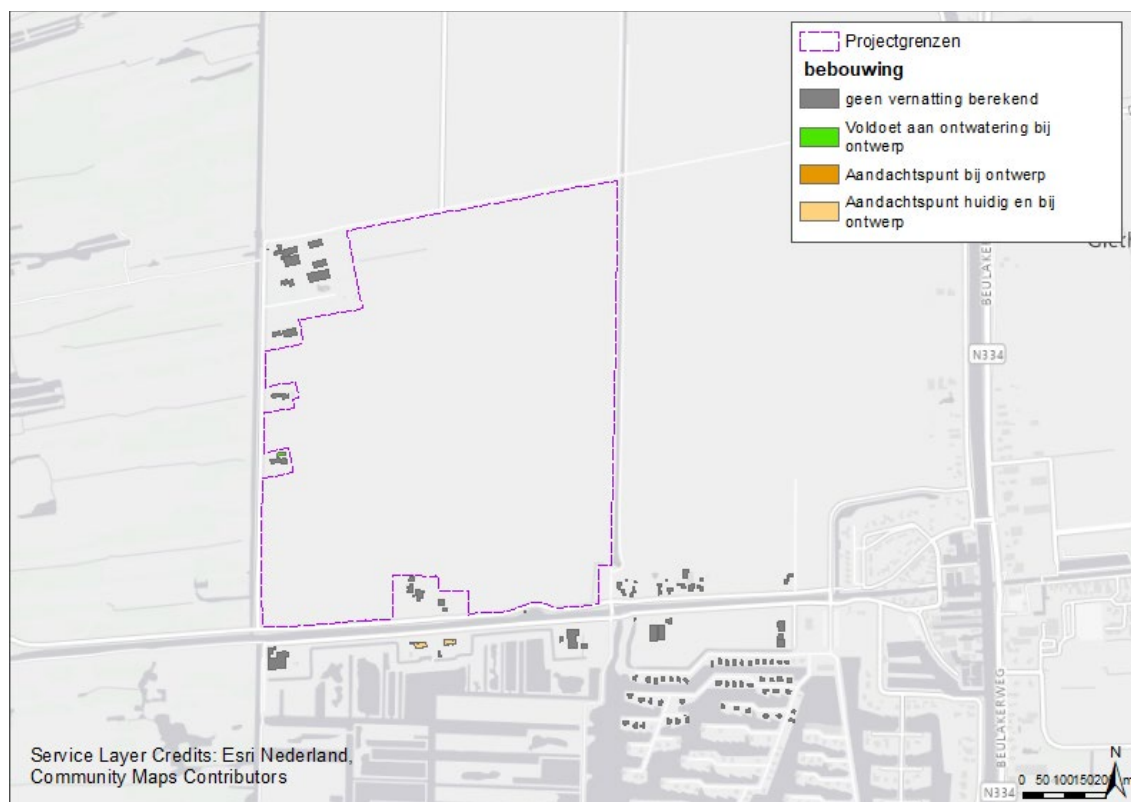
- Een kwelsloot is niet noodzakelijk om effecten bij bebouwing tegen te gaan
  - Mitigatie in detailontwatering (opschoning en aanpassing peil richting) kan succesvol worden ingezet om vernatting bij bebouwing tegen te gaan
- De mitigatie zoals deze nu is doorgerekend moet nog iets afgezwakt worden om verdroging bij bebouwing tegen te gaan:
  - Minder sterke peilaanpassing
  - Niet alle watergangen meenemen bij de mitigatie

Bij Doosje hoeft er geen mitigatie toegepast te worden voor de westelijke gebouwen: dit leidt hier tot verdroging. Bij Beukers is er niet bij elk gebouw mitigatie nodig, enkel daar waar zonder kwelsloot vernatting optreedt. De mitigatie moet hier nog iets afgezwakt worden om verdroging tegen te gaan.

## 7.6 Effectbepaling Polder Giethoorn

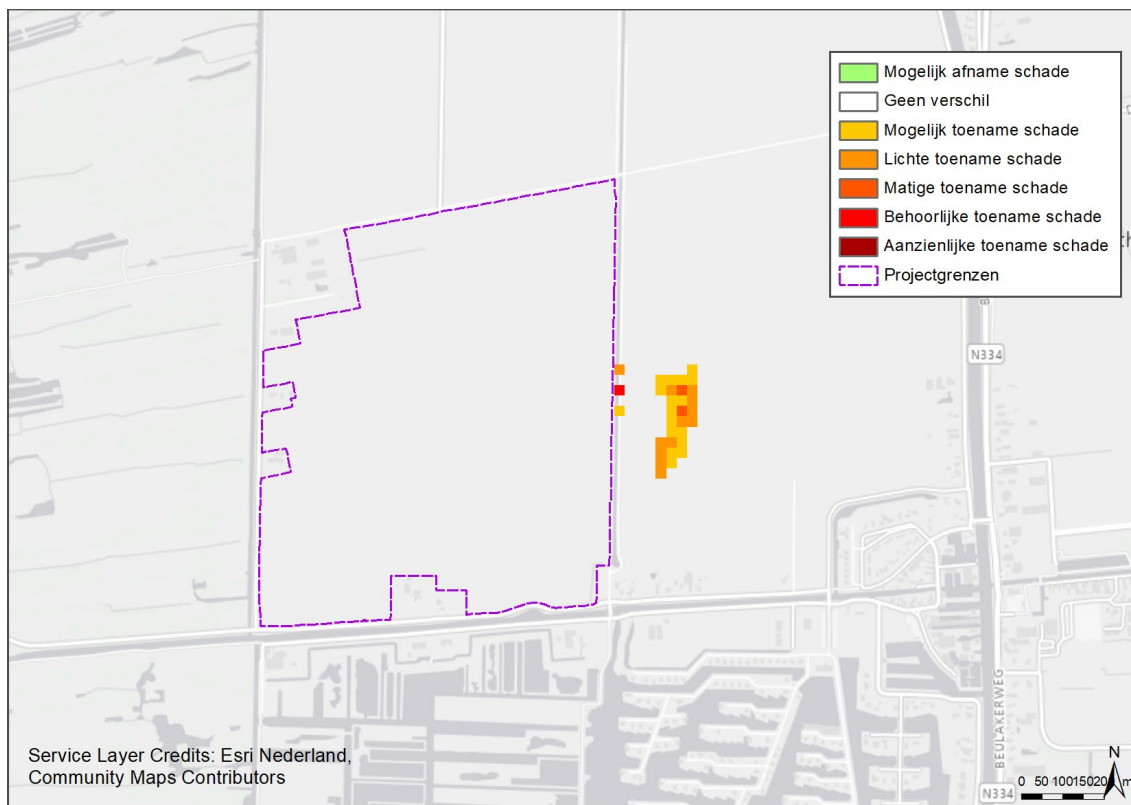
In de figuren in Bijlage O is de berekende grondwaterstand van het ontwerp zonder kwelsloot ten opzichte van maaiveld weergegeven. Vervolgens is de verandering van de grondwaterstand ten opzichte van de huidige situatie weergegeven. In Bijlage P zijn de GxG's en effecten weergegeven voor het scenario zonder kwelsloot, met mitigatie in de detailontwatering. Door het weghalen van de kwelsloot wordt meer vernatting berekend in en rondom het gebied. Lokaal wordt er bij bebouwing vernatting berekend, welke wordt veroorzaakt door een toename van de kweldruk. Bij het scenario met mitigatie in de detailontwatering wordt direct in de cel van de aangepaste watergangen rondom de woningen een verdroging berekend; dit wordt veroorzaakt door het lager ingestelde peil op deze plek. Bij de bebouwing zelf wordt geen effect berekend (tenzij deze in dezelfde modelcel ligt als een watergang).

Uit de toetsing op bebouwing (Figuur 44) volgt dat er bij de meeste gebouwen geen effect is van de aanpassingen. Bij 2 gebouwen ten zuiden van de Cornelisgracht wordt een verdroging berekend. Ondanks de verdroging worden deze gebouwen aangemerkt als onvoldoende ontwaterd bij de toetsing.



*Figuur 44. Effect op bebouwing bij Polder Giethoorn bij het scenario zonder kwelsloot, met mitigatie in detailontwatering*

Door het weghalen van de kwelsloot neemt de vernatting ten oosten van Polder Giethoorn toe (Bijlage H en Bijlage O). De mitigatie in detailontwatering bij bebouwing heeft hier nauwelijks effect op. Door de vernatting hier wordt een toename aan landbouwschade berekend (Figuur 45).



*Figuur 45. Effect op landbouw bij Polder Giethoorn bij het scenario zonder kwelsloot, met mitigatie in detailontwatering*

### 7.6.1 Conclusie mitigatie

Op basis van het onderzoek naar mitigatieopties kan het volgende geconcludeerd worden:

- Een kwelsloot is niet noodzakelijk om effecten bij bebouwing tegen te gaan
- De kwelsloot draagt wel bij om een toename aan landbouwschade aan de oostzijde van het gebied tegen te gaan
- Door het weghalen van de kwelsloot neemt de kweldruk toe, maar deze wordt bij bebouwing opgevangen door de aangepaste detailsloten
- Mitigatie in detailontwatering (opschoning en peilaanpassing) kan succesvol worden ingezet om vernatting bij bebouwing tegen te gaan
- De mitigatie zoals deze nu is doorgerekend kan nog iets afgezwakt worden om verdroging bij bebouwing tegen te gaan:
  - Minder sterke peilaanpassing
  - Niet alle watergangen meenemen bij de mitigatie

Bij Polder Giethoorn is er geen mitigatie nodig bij Cornelisgracht 36. Bij de andere gebouwen is dit wel nodig. De mitigatie kan nog iets afgezwakt worden om verdroging tegen te gaan (met name bij Cornelisgracht 34). Voor het naastliggende landbouwperceel ligt ophoging voor de hand.

## 8 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Dit rapport beschrijft het hydrologisch onderzoek voor De Wieden fase 2 (de deelgebieden Zomerdijk Zwartsluis, Zomerdijk Beukers, Doosje en Polder Giethoorn, zie Figuur 1), dat wordt uitgevoerd als onderdeel van de ontwikkelopgave van De Wieden. Het hydrologisch onderzoek wordt ingezet om het hydrologisch ontwerp van De Wieden fase 2 te onderbouwen en te beoordelen. Om dit te doen, is een gedegen grondwatermodel ontwikkeld, op basis van de inzichten verkregen uit de watersysteembeschrijving en het grondwatermeetnet.

### 8.1 Modelontwikkeling

Door de aanpassingen aan het regionale model is een nauwkeurig regionaal grondwatermodel ontwikkeld. Het grondwatermodel is nauwkeurig genoeg bevonden om de effectberekeningen uit te voeren. Bij deelgebied Zomerdijk Zwartsluis en Doosje is ervoor gekozen om bij de effectberekeningen een minimale en maximale variant door te rekenen om zo een bandbreedte van effecten in beeld te brengen. Dit is gedaan omdat er bij Zomerdijk Zwartsluis niet voldoende peilbuizen beschikbaar zijn voor de validatie en het hierdoor onzeker is hoe het model hier presteert. Bij Doosje is het model gemiddeld aan de te droge kant; er is dus enige onzekerheid in de modelprestatie. Bij Zomerdijk Beukers en Polder Giethoorn presteert het model goed en is het niet nodig bevonden om met bandbreedtes te werken. Voor het vervolg adviseren wij om met de maximale bandbreedte effecten te bekijken zodat de effecten niet onderschat worden. Dit hebben wij ook zo gedaan bij de effectbepaling in dit rapport.

### 8.2 Totstandkoming hydrologisch ontwerp

Op basis van maaiveldhoogte, huidige peilen, huidige grondwaterstanden en gewenste grondwaterstanden is een benodigd peil ingeschat om de optimale condities voor een natuurdoeltype te verwezenlijken. Dit ontwerp is fijngeslepen op basis van berekende effecten en aanvullende inzichten.

### 8.3 Beoordeling van omgevingseffecten op functies

#### Nieuwe Natuur

Door bij het ontwerp de peilen vast te stellen op basis van de natuurdoelen heeft het ontwerp het gewenste effect voor de natuurdoeltypen.

#### Overige gebruik

Voor de beoordeling van de gebruiksfunctie is gekeken naar de volgende drie gebruiksfuncties:

- bebouwing;
- wegen;
- landbouw.

Voor deze functies zijn er slechts beperkt resteffecten, en er zijn praktische en haalbare mogelijkheden om deze te voorkomen, in overleg met de eigenaren.

#### Bebouwing

Bij Zomerdijk Zwartsluis en bij Polder Giethoorn wordt geen effect berekend bij gebouwen. Bij Doosje zijn gebouwen aanwezig waar vernatting optreedt bij het ontwerp. Deze gebouwen voldoen aan de ontwateringseis, met uitzondering van 1 gebouw aan de Lozedijk (Figuur 30). Dit gebouw lijkt een boothuisje te zijn. Het moet gecontroleerd worden om wat voor gebouw dit gaan en er moet in overleg met de eigenaar bepaald worden of er grondwateroverlast verwacht kan worden. Wanneer dit het geval is kan besloten worden om bouwkundige opnames uit te voeren en monitoring van de grondwaterstand in te zetten. Wanneer op basis van dit onderzoek sprake is van een toenemende kans op overlast dient er gemitigeerd te worden (bijvoorbeeld door drainage). Bij Zomerdijk Beukers wordt een verdroging berekend bij woningen, als gevolg van het aanleggen van een kwelsloot. Door de kwelsloot weg te halen en te mitigeren door het opschonen en verlagen van peil in detailontwatering bij gebouwen kan beter gestuurd worden in de mitigatie om zo te voorkomen dat er vernatting of verdroging optreedt.

Bij het onderzoek naar mitigatieopties is geconcludeerd dat er goed gemitigeerd kan worden door het opschonen en verlagen van het peil van detailontwatering bij bebouwing. Hierdoor is een kwelsloot niet noodzakelijk. Deze aanpassing leidt tot een efficiënter landgebruik (geen brede sloot nodig) en een betere

beleving en uitzicht voor bewoners. De mitigatie in de detailontwatering moet in samenspraak met bewoners worden opgesteld. Hierbij moet ingezet worden op zo min mogelijk effect; geen vernatting en geen verdroging.

## Wegen

Bij Zomerdijk Beukers en Zomerdijk Zwartsluis voldoen alle wegen bij het ontwerp aan de droogleggingseis. Bij Polder Giethoorn en bij Doosje zijn er wegen op eigen terrein welke bij het ontwerp niet meer voldoen aan de gestelde eis. In overleg met de eigenaren moet bekeken worden of deze wegen wel eenzelfde droogleggingseis als openbare wegen behoeven, en of er mitigatie nodig is. Ten noorden van Doosje voldoet de Reeenweg niet meer aan de droogleggingseis. Dit is een doodlopende weg. In overleg met de gemeente moet hier bepaald worden of een verminderde drooglegging acceptabel is.

## Landbouw

Bij Zomerdijk Beukers en Zomerdijk Zwartsluis wordt geen toename aan landbouwschade berekend.

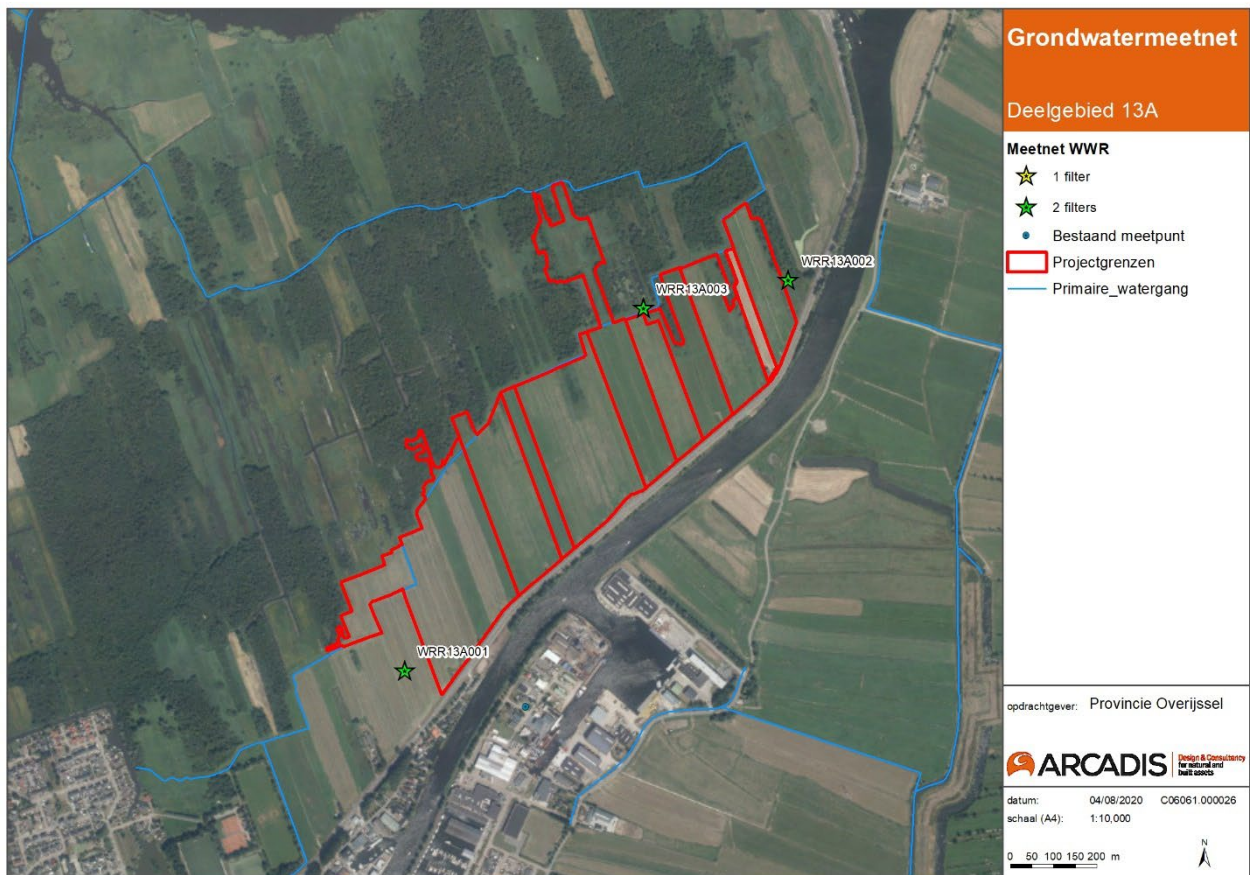
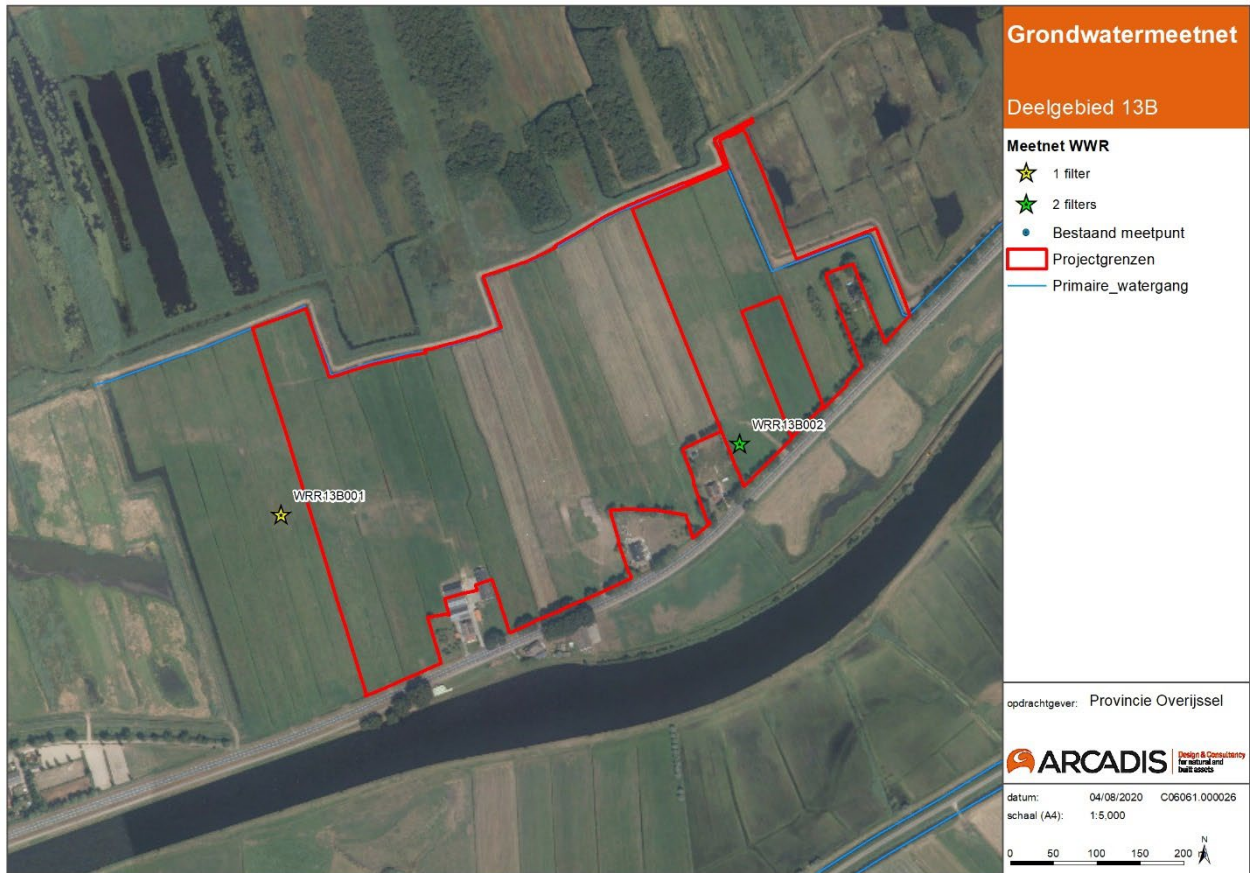
Bij Doosje treedt een grondwaterstandseffect op bij landbouwpercelen. Hier is effect niet uit te sluiten op een perceel aan de oostzijde van Doosje, langs de Lozedijk. Bij Polder Giethoorn treedt een effect op aan de oostzijde van het gebied. Hier kan een toename aan landbouwschade niet worden uitgesloten.

Wij adviseren vervolgonderzoek uit te voeren voor deze percelen. Door monitoring en overleg met de perceeleigenaren kan bepaald worden of er daadwerkelijk een effect verwacht wordt, en of dit effect ongewenst is. Wanneer uit het vervolgonderzoek blijkt dat overlast kan optreden als gevolg van het ontwerp dienen de mitigatieopties onderzocht te worden. De mitigatie kan hier bestaan uit ophoging van de betreffende percelen. Ook kan er de afweging gemaakt worden om de effecten te remmen door mitigerende maatregelen (bijvoorbeeld een kwelsloot). Daarnaast kan de schade gecompenseerd worden door het uitkeren van een vergoeding.



BIJLAGE A – MEETNETLOCATIE





## BIJLAGE B – TIJDREEKSVERLENGING

Bij de start van het project is een meetnetwerk van peilbuizen aangelegd om de grondwaterstand in het gebied te monitoren. Deze peilbuizen hebben één jaar gemeten en kunnen daardoor niet direct ingezet worden om het grondwatermodel te valideren. Naast deze peilbuizen zijn er ook andere peilbuizen in het gebied aanwezig waarvan de gemeten periode niet overeenkomt met de validatieperiode. Om deze peilbuizen toch in te kunnen zetten, zijn de tijdreeksen verlengd binnen het programma Menyanthes. Deze bijlage legt uit hoe deze verlenging is uitgevoerd en vervolgens beoordeeld.

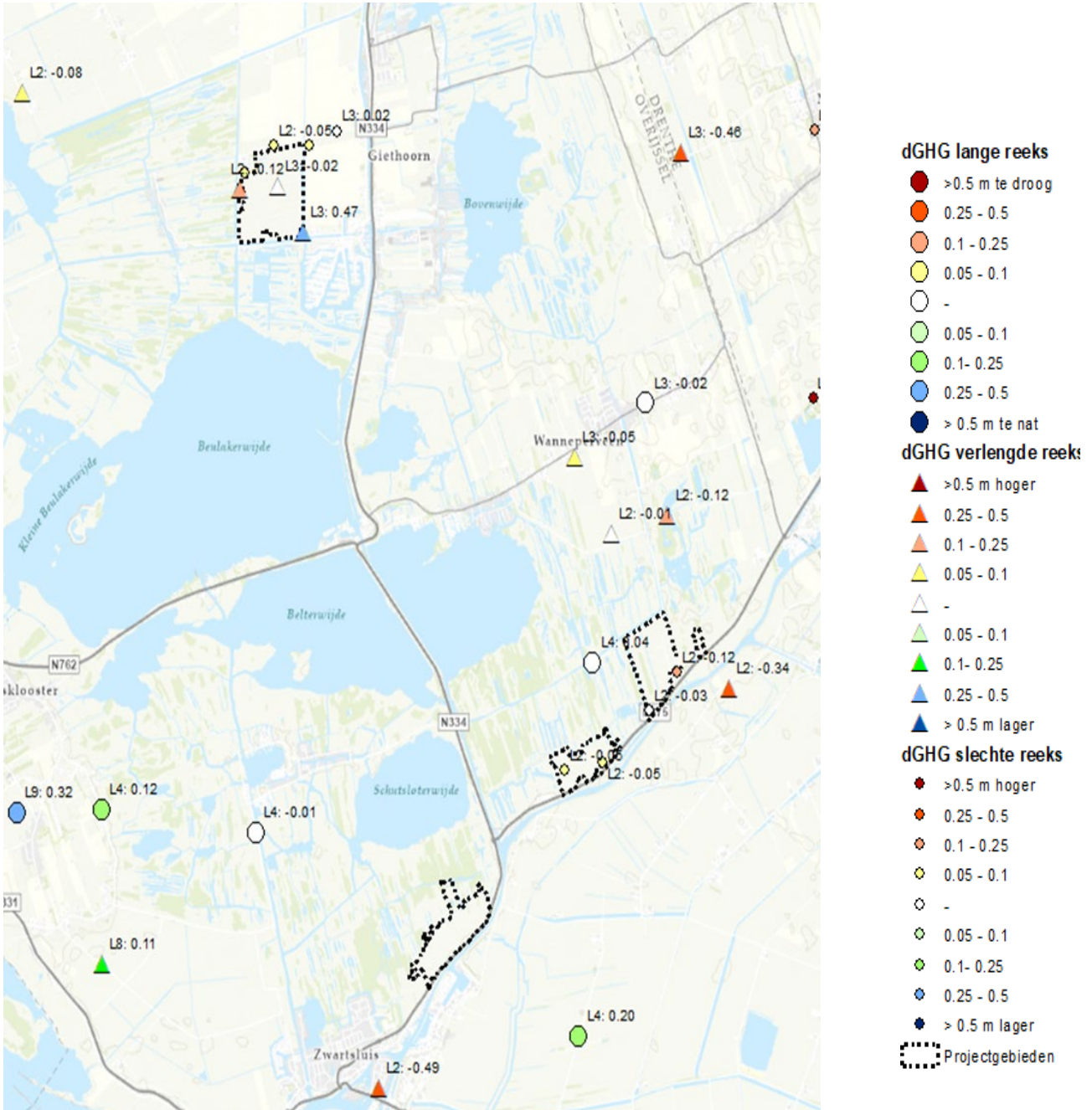
Menyanthes is een computerprogramma ontwikkeld door KWR dat wordt ingezet voor tijdreeksanalyses. Een van de mogelijkheden binnen Menyanthes is het maken van een tijdreeksmodel op basis van een bestaande tijdreeks en externe factoren (zoals neerslag, verdamping, rivierpeil). Met dit model kan vervolgens een tijdreeks gegenereerd worden op basis van de externe factoren. Op deze wijze kan een tijdreeks verlengd worden. Deze methode is ook binnen dit project gehanteerd om de tijdreeksen te verlengen. Hierbij is enkel naar peilbuizen gekeken die minimaal 1 jaar gemeten hebben, om zo te beschikken over een droge en natte periode. Eerst is er per reeks een model gemaakt binnen Menyanthes, die de relatie tussen de grondwaterstand en neerslag en verdamping bepaalt. Tijdens het maken van dit model, worden verscheidene statistieken bepaald. Op basis van deze statistieken kan ingeschat worden of een model betrouwbaar genoeg geacht wordt om hiermee de tijdreeks te verlengen. Allereerst is gekeken naar de EVP, die aangeeft hoeveel procent van het stijghoogteverloop verklaard kan worden door het model. Wanneer deze lager is dan 70%, wordt het model verworpen. Het model wordt ook verworpen wanneer de RMSE hoger uitvalt dan 0,1. Vervolgens is het model beoordeeld op de volgende onderdelen:

- drainageniveau (drainage basis watergangen);
- Mu (reactietijd);
- M0 (drainageweerstand);
- EVP factor (verklaarde variantie).

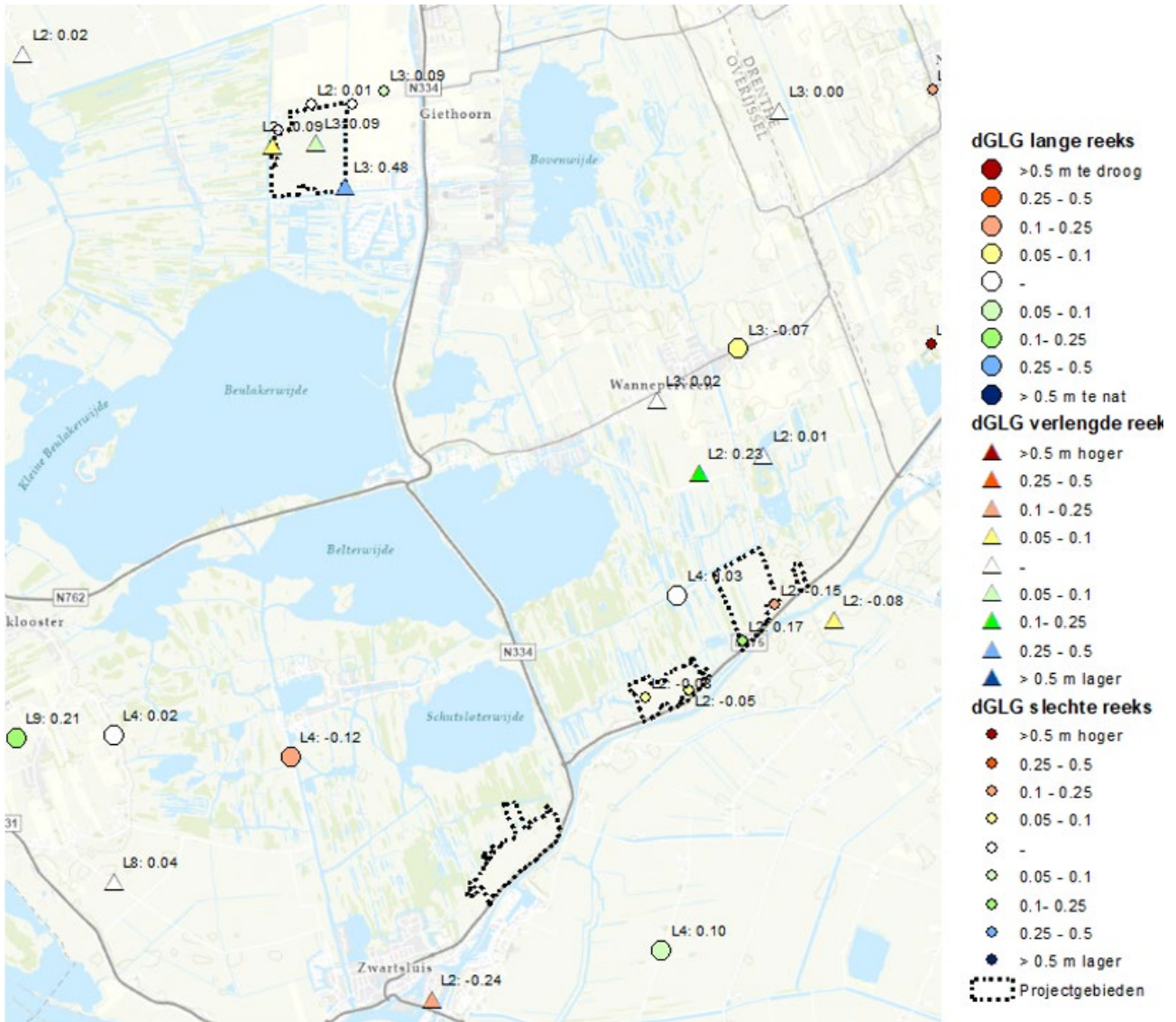
Wanneer deze een onrealistische (uitzonderlijk hoge of lage) waarde hebben, wordt het model ook verworpen.

Voor de modellen die goede statistieken hebben, is de tijdreeks verlengd. Dit is gedaan op basis van neerslag en verdamping. De reeksen zijn verlengd voor de periode waarvoor de modelvalidatie uitgevoerd wordt: 2008-2016. Hierbij zijn tijdstappen van één dag gebruikt. Deze verlengde reeksen zijn vervolgens als metingen ingezet om het grondwatermodel te valideren.

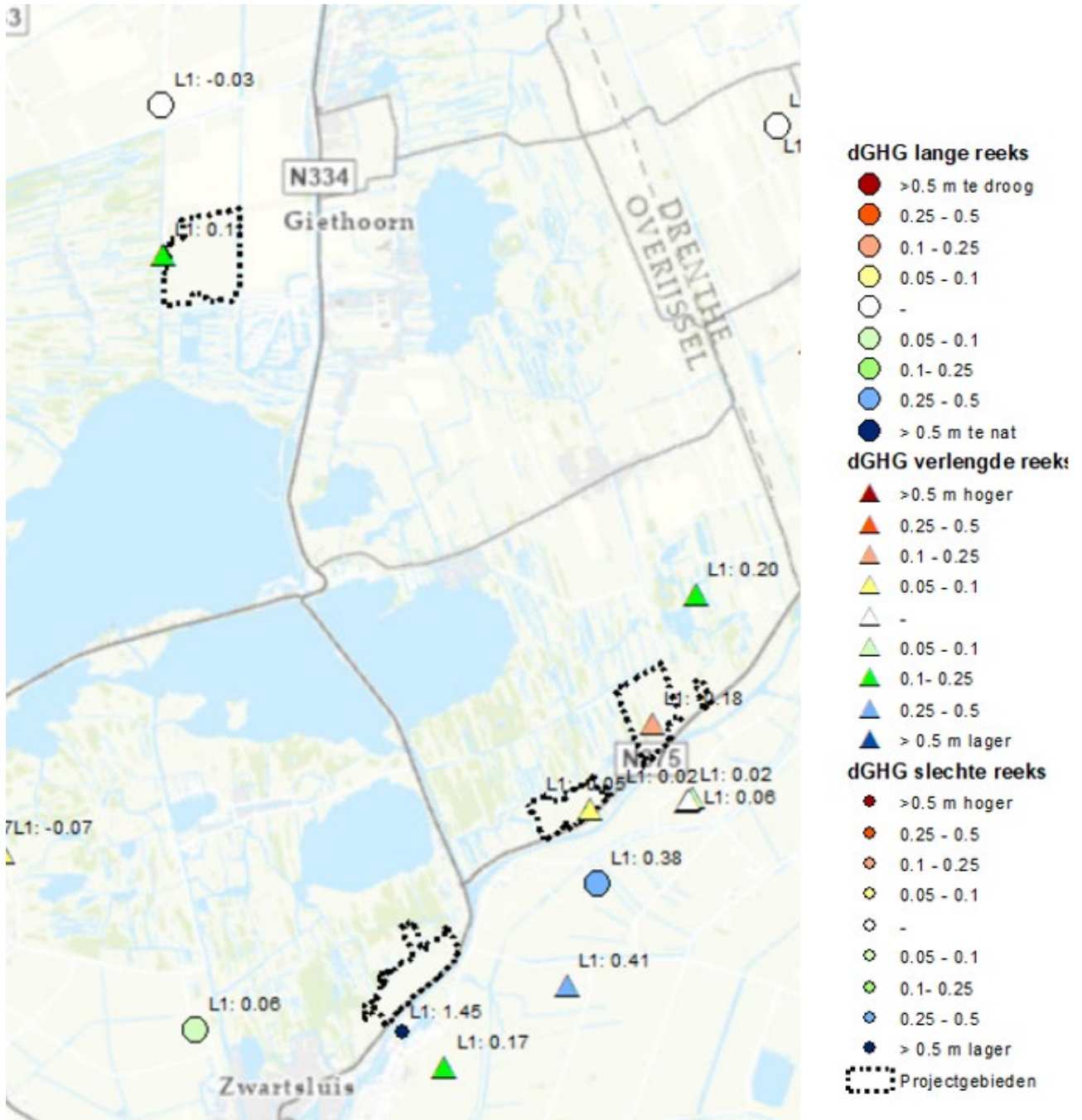
## BIJLAGE C – BOLLENKAARTEN VALIDATIE



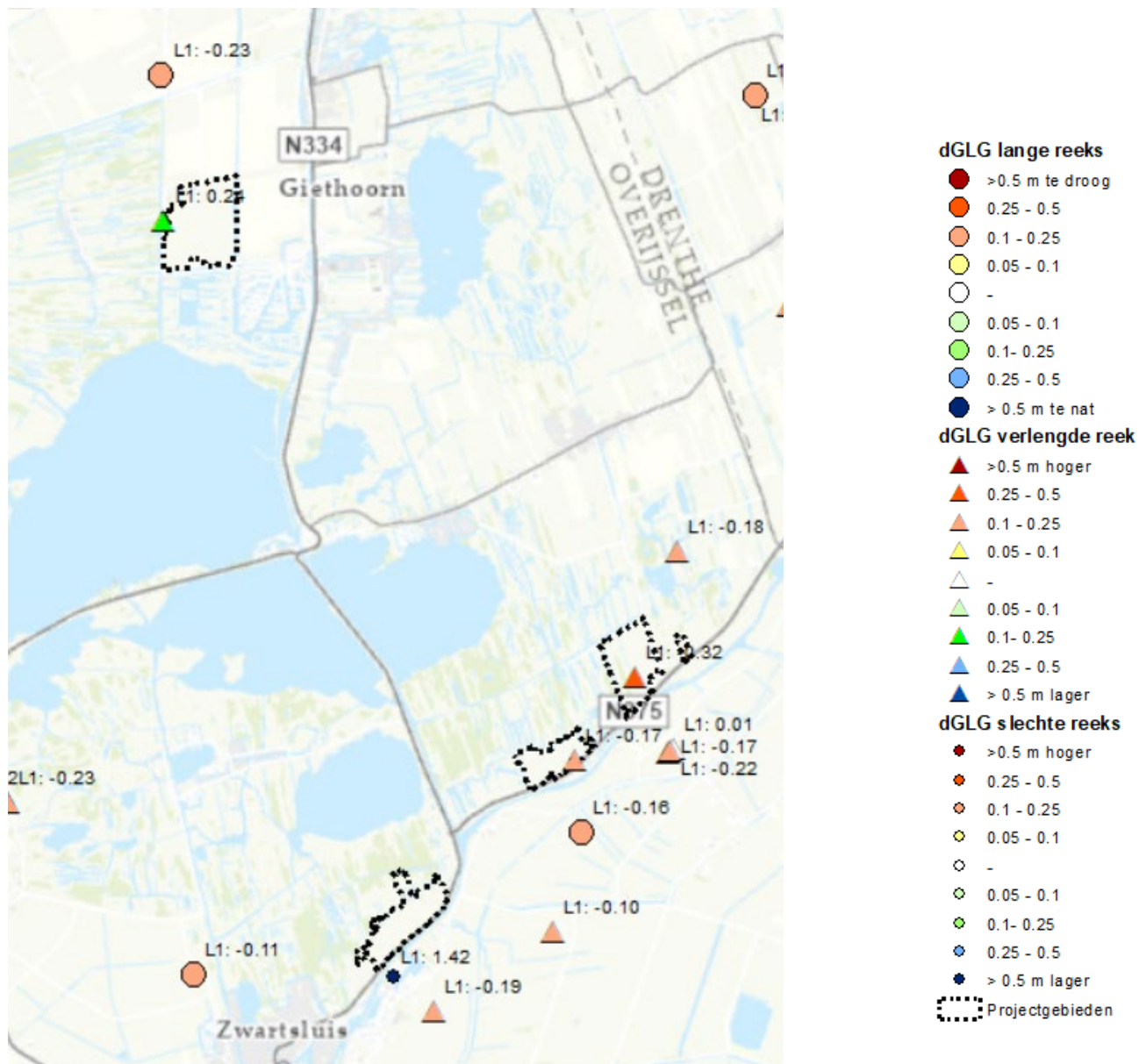
Figuur 46. Bollenkaart met afwijkingen per peilbuis voor de GHG in het zandpakket



Figuur 47. Bollenkaart met afwijkingen per peilbuis voor de GLG in het zandpakket

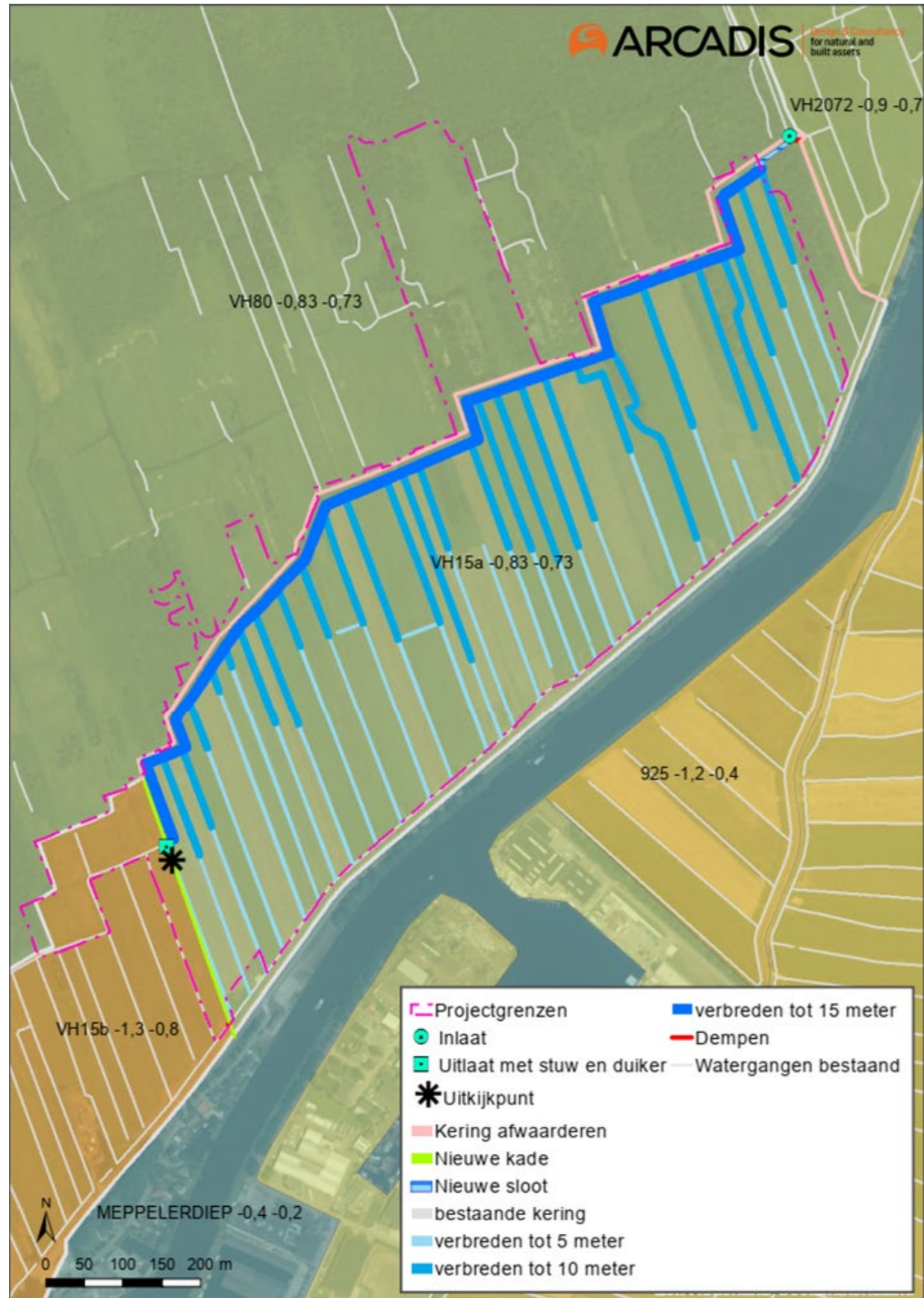


Figuur 48. Bollenkaart met afwijkingen per peilbuis voor de GHG in het freatisch pakket

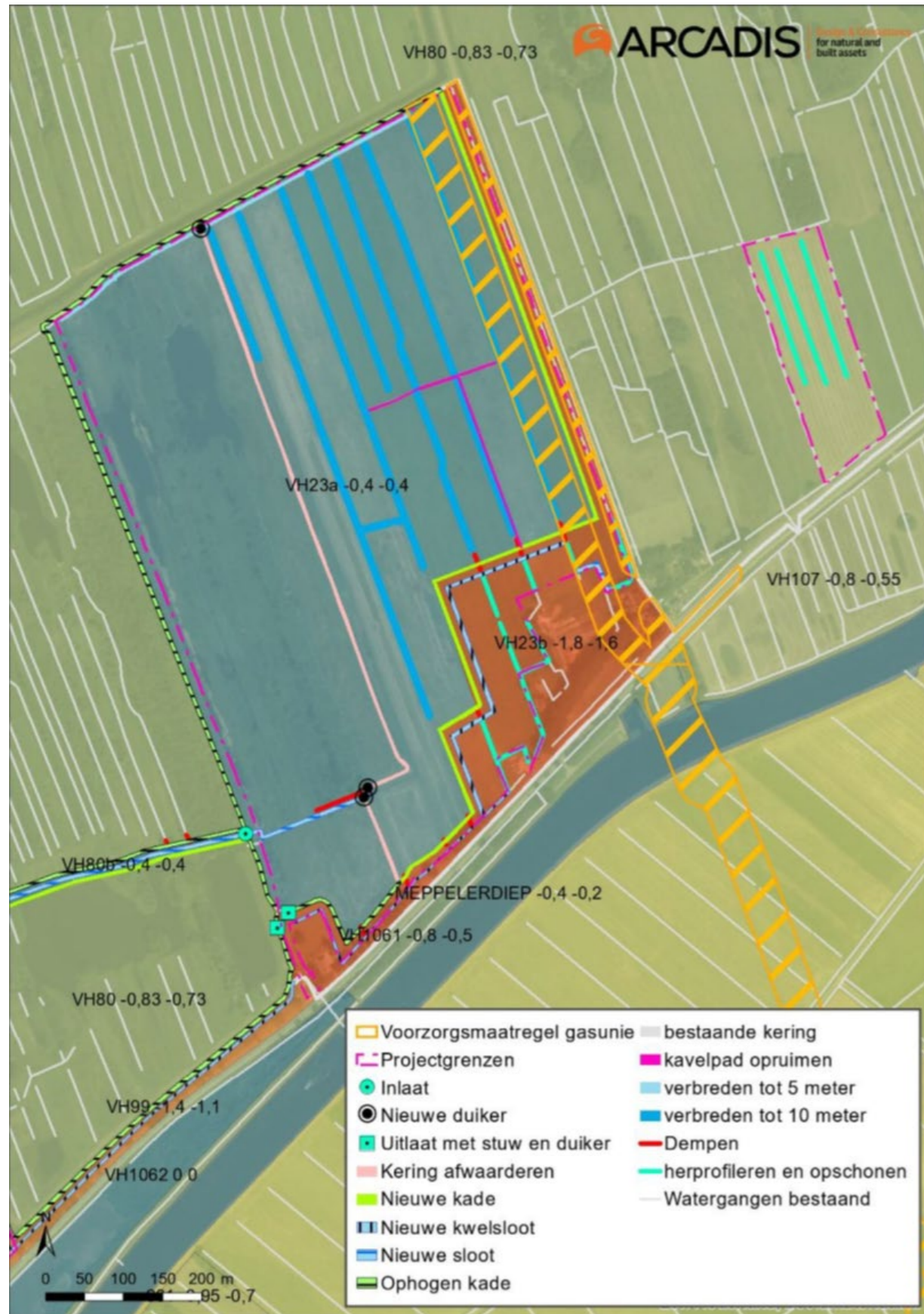


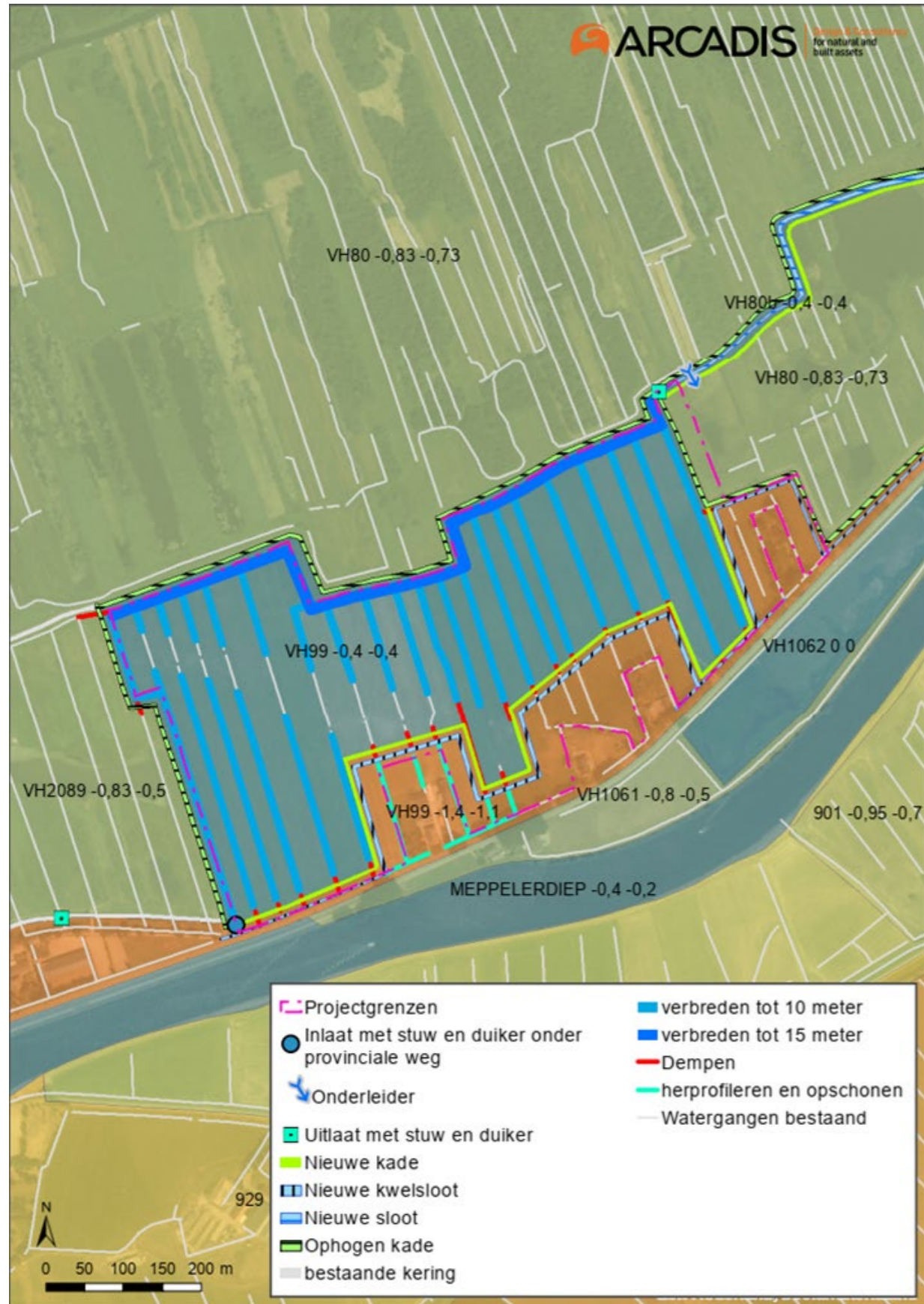
Figuur 49. Bollenkaart met afwijkingen per peilbuis voor de GLG in het freatisch pakket

BIJLAGE D – ONTWERPKAARTEN





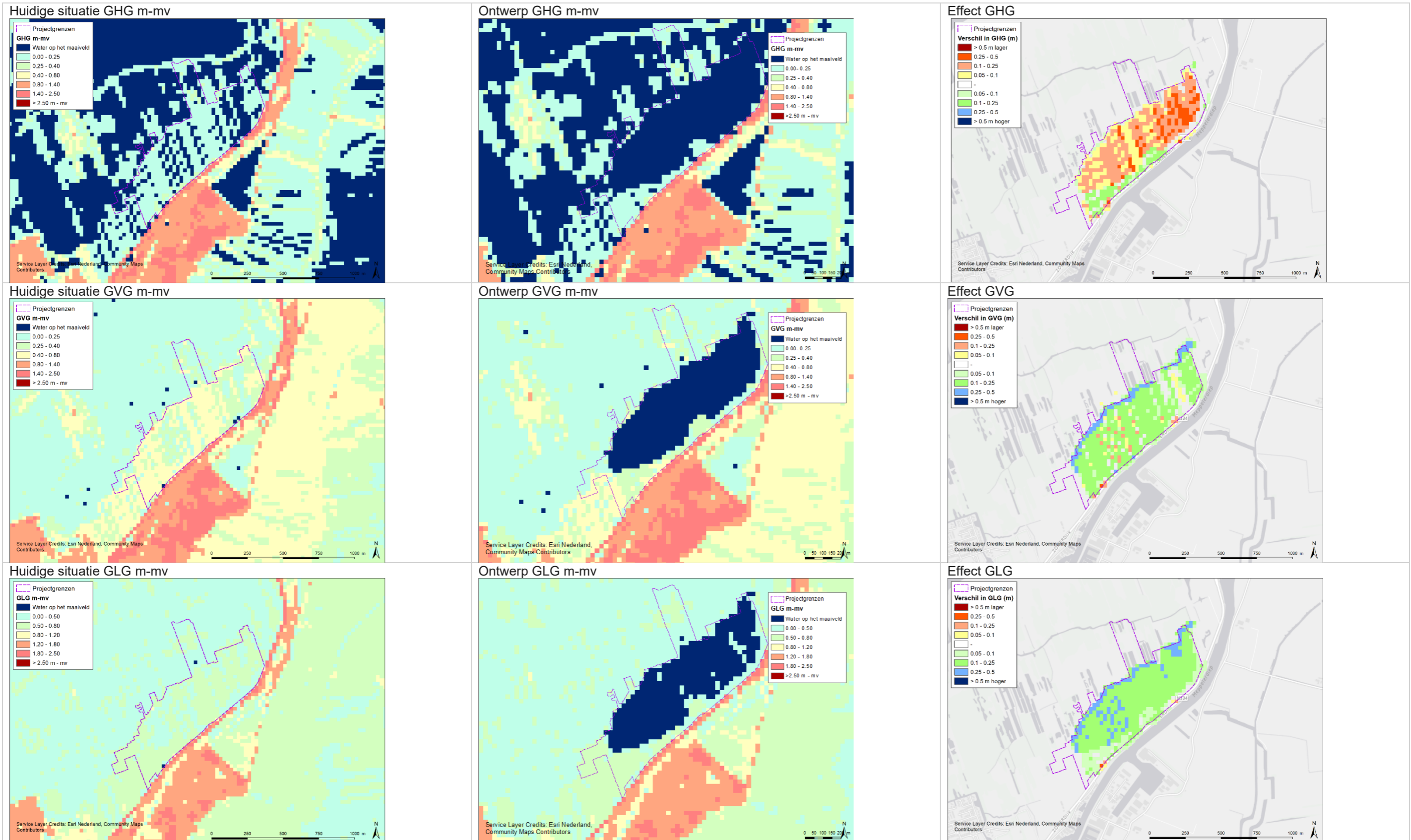






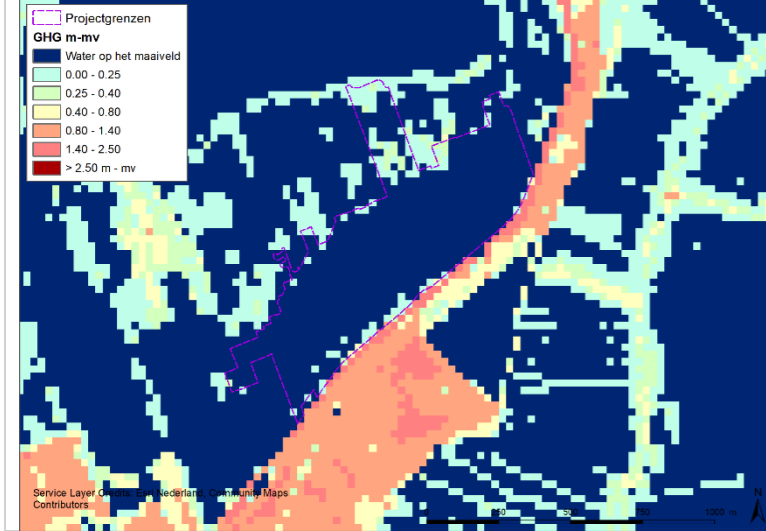
# BIJLAGE E – EFFECT OP GRONDWATER ZOMERDIJK ZWARTSLUIS

## Maximale variant

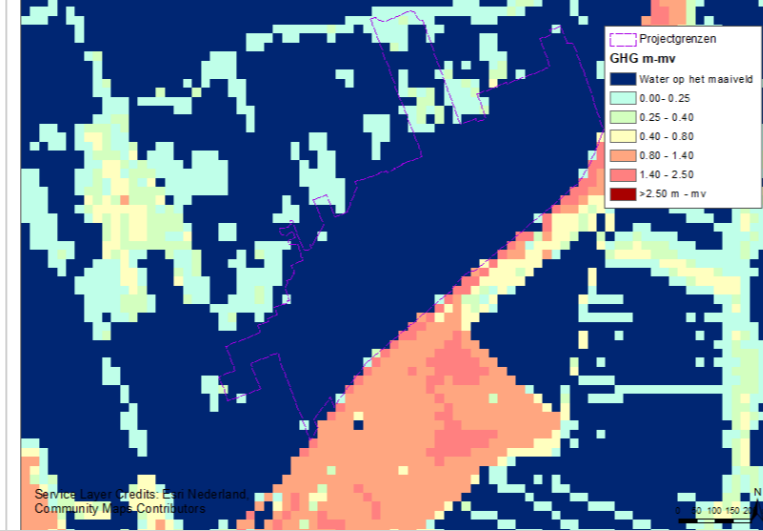


**Minimale variant**

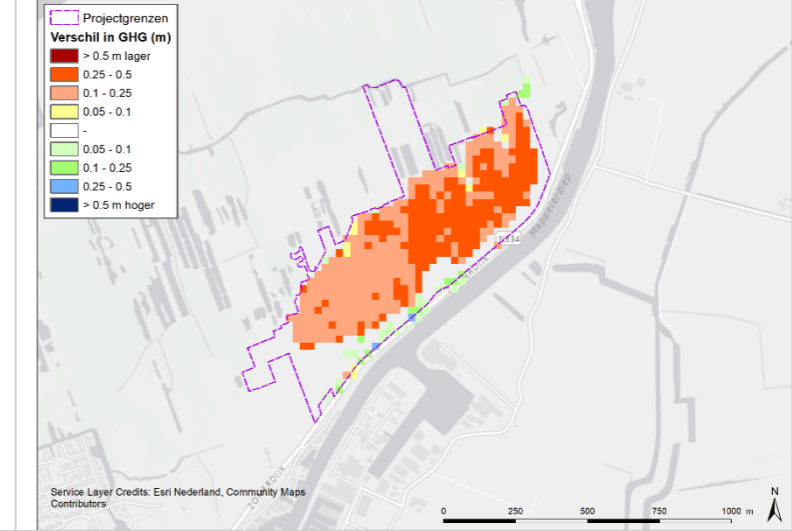
Huidige situatie GHG m-mv



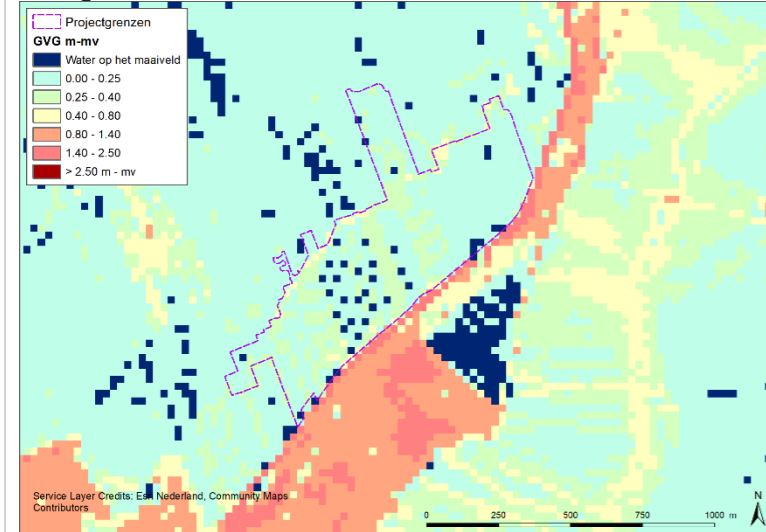
Ontwerp GHG m-mv



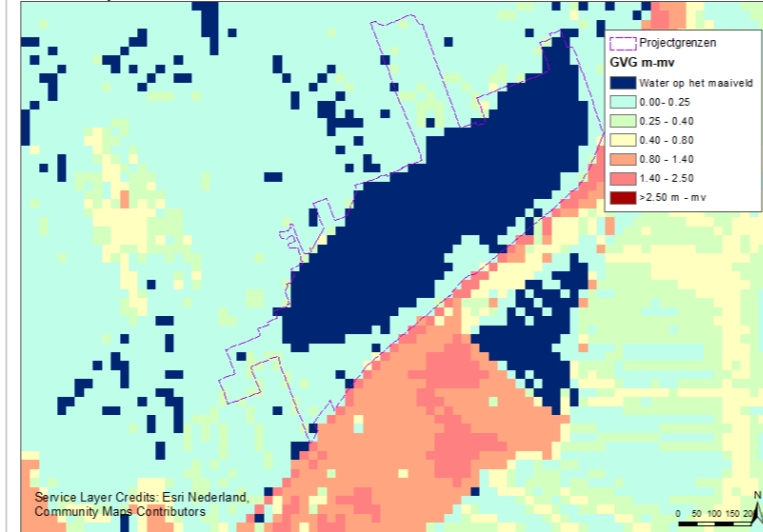
Effect GHG



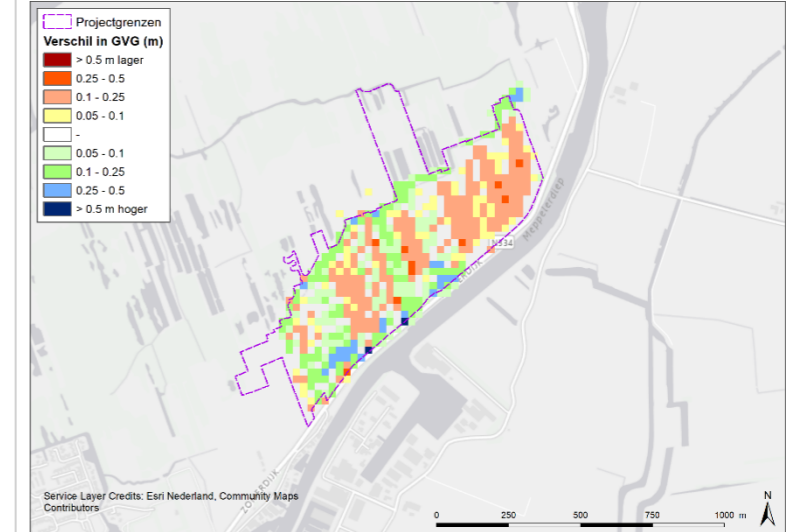
Huidige situatie GVG m-mv



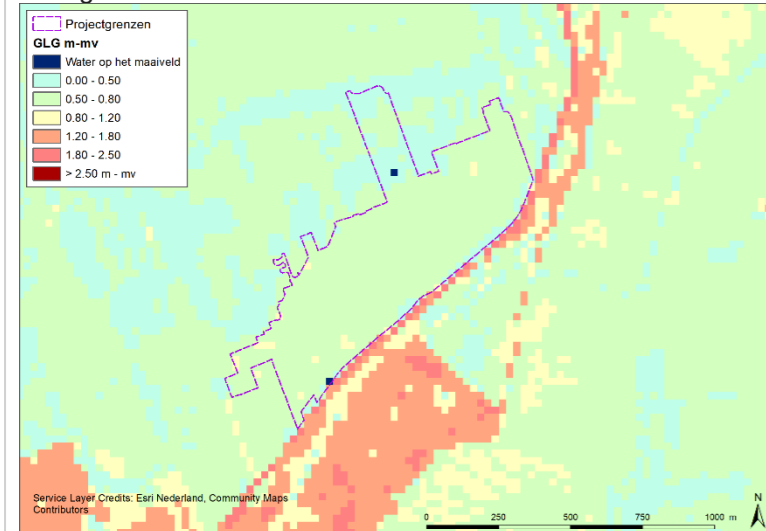
Ontwerp GVG m-mv



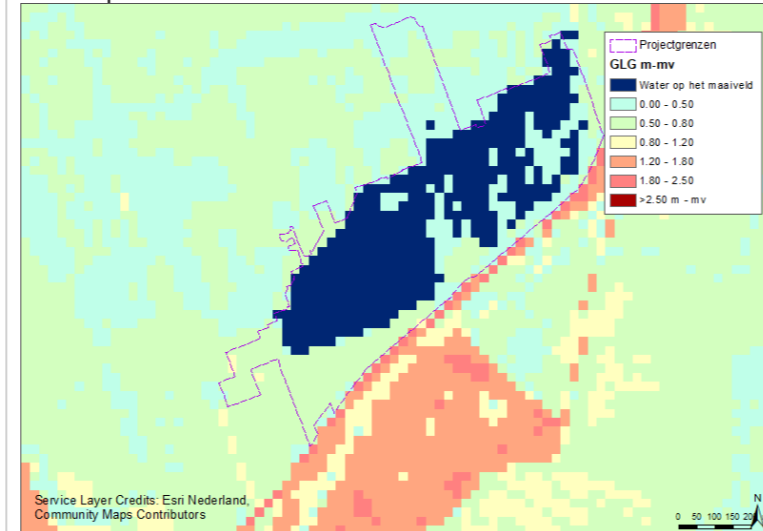
Effect GVG



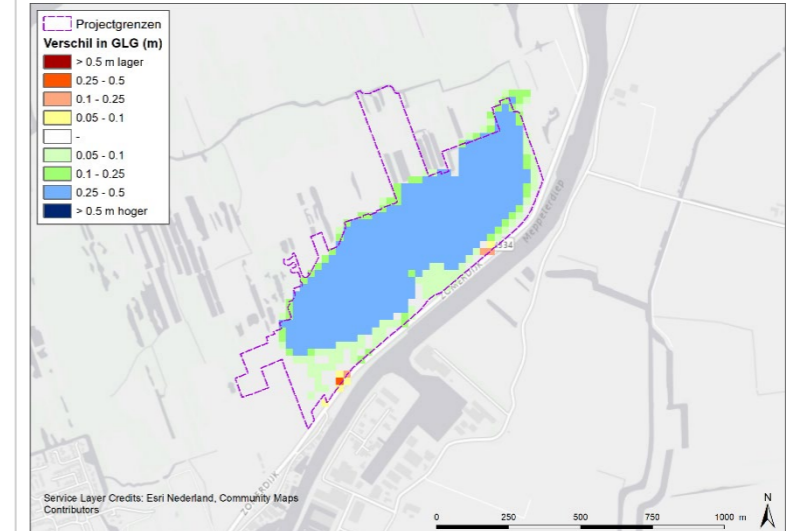
Huidige situatie GLG m-mv



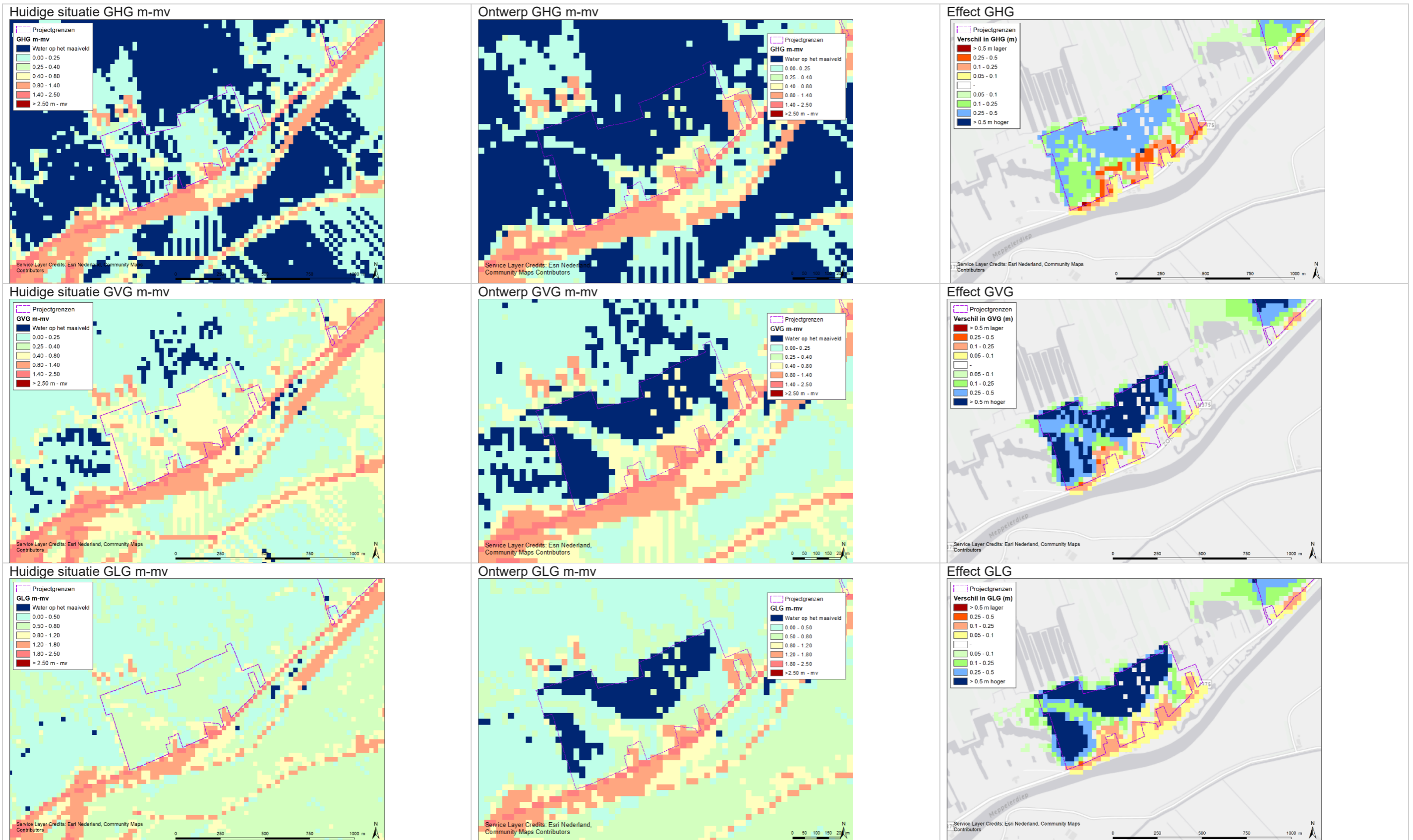
Ontwerp GLG m-mv



Effect GLG

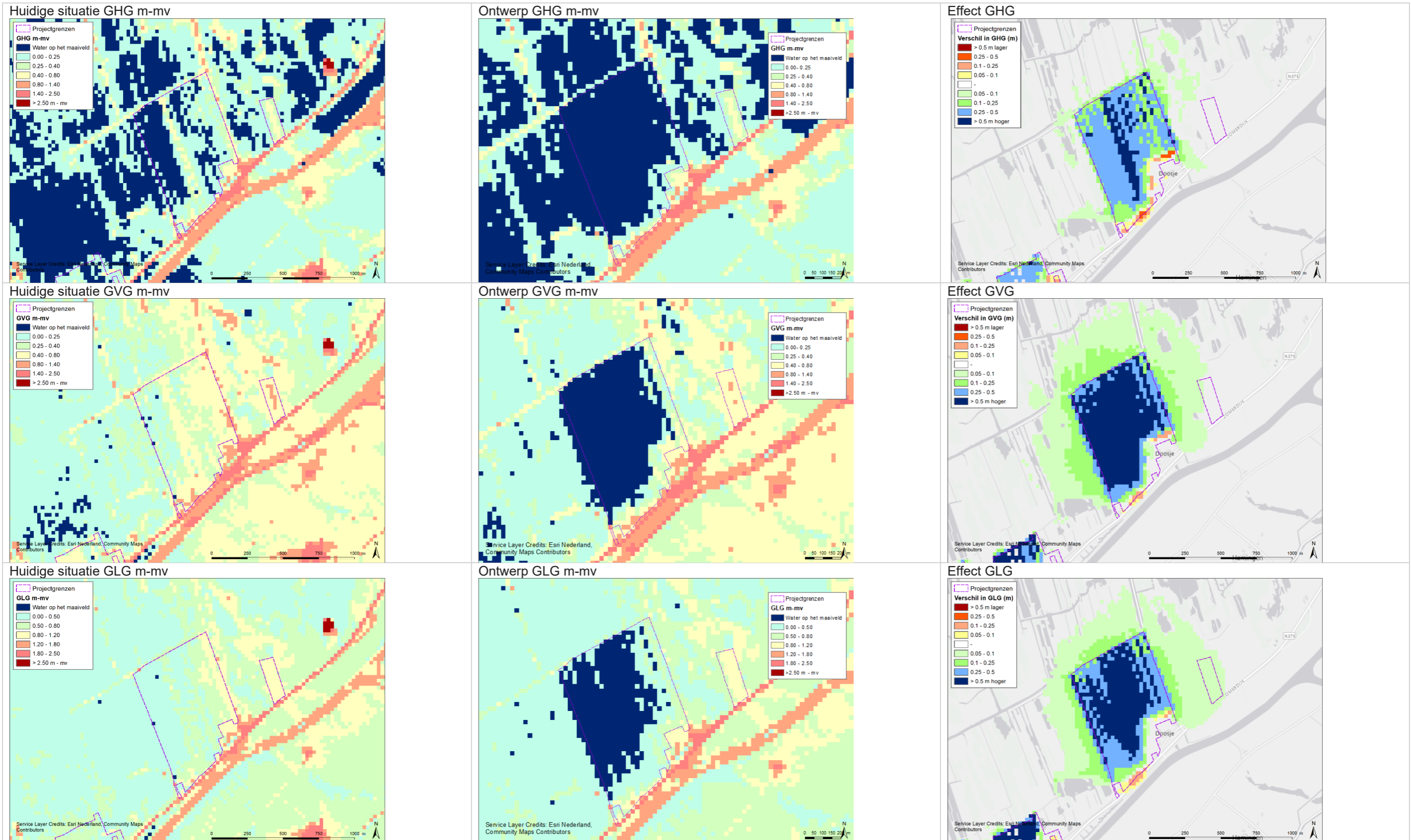


## BIJLAGE F – EFFECT OP GRONDWATER ZOMERDIJK BEUKERS



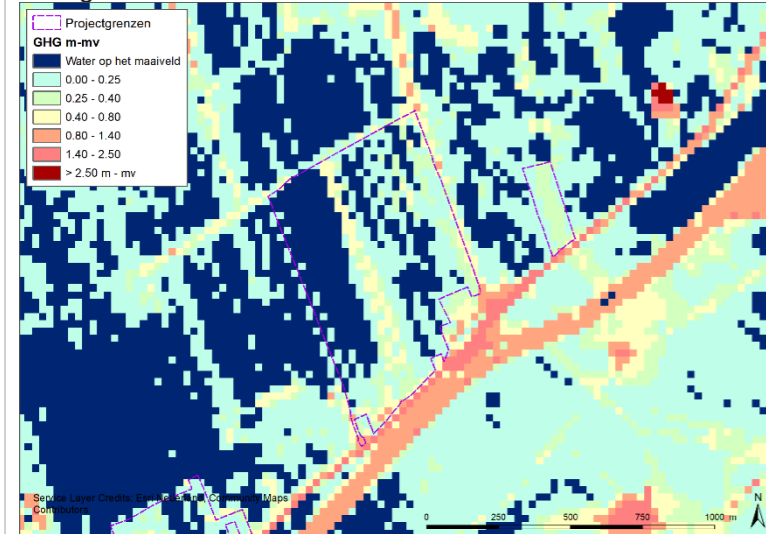
## BIJLAGE G – EFFECT OP GRONDWATER DOOSJE

### Maximale variant

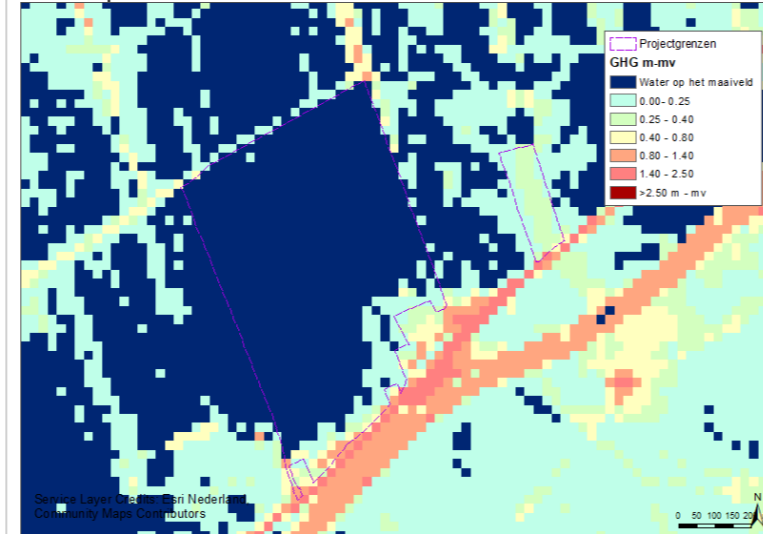


**Minimale variant**

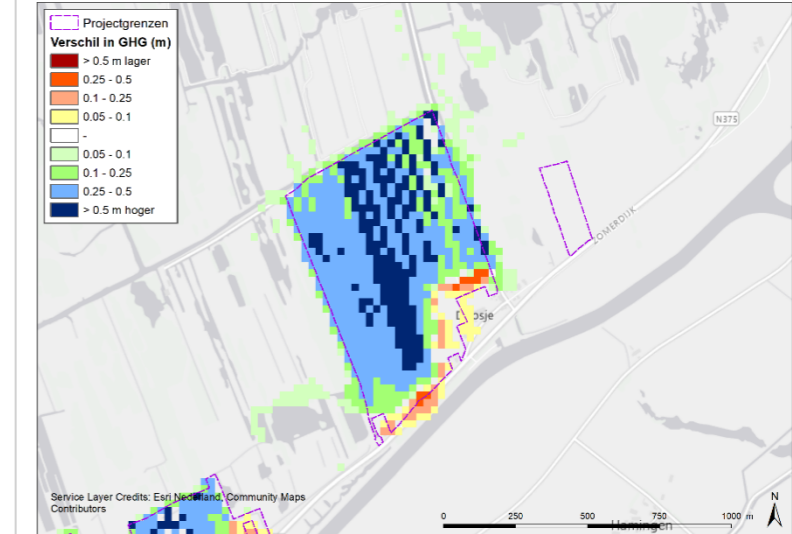
Huidige situatie GHG m-mv



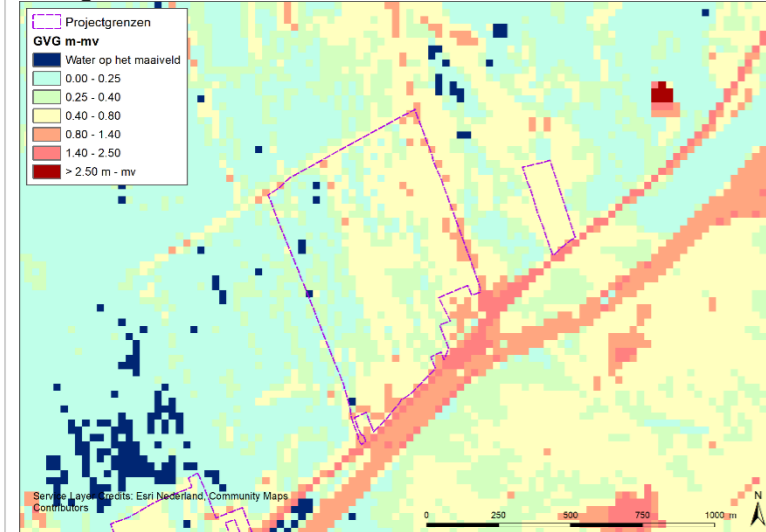
Ontwerp GHG m-mv



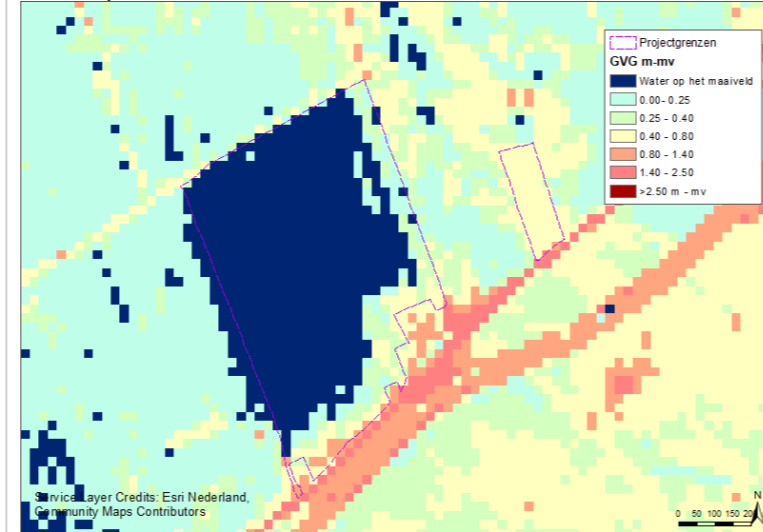
Effect GHG



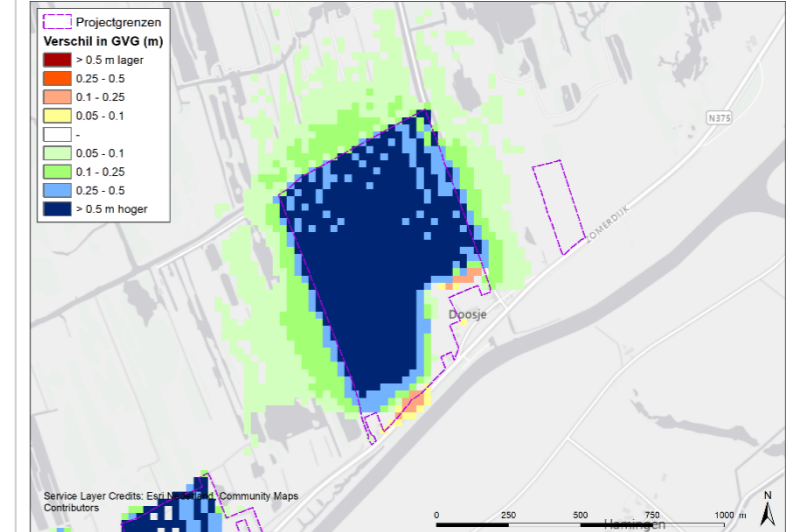
Huidige situatie GVG m-mv



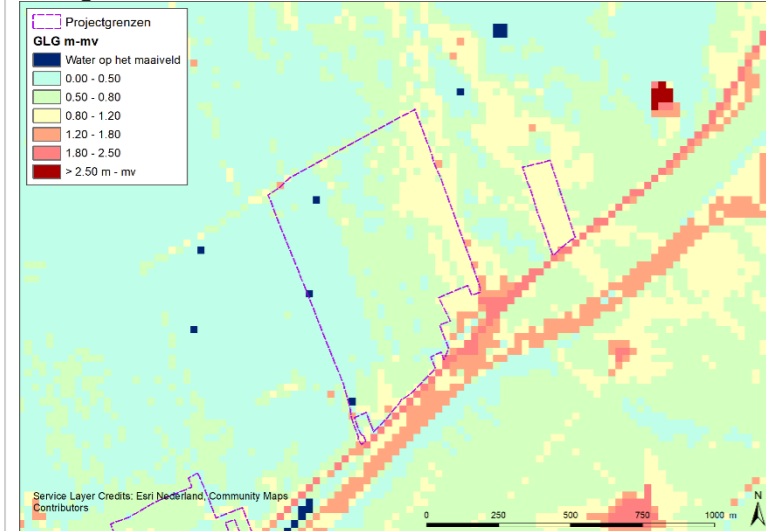
Ontwerp GVG m-mv



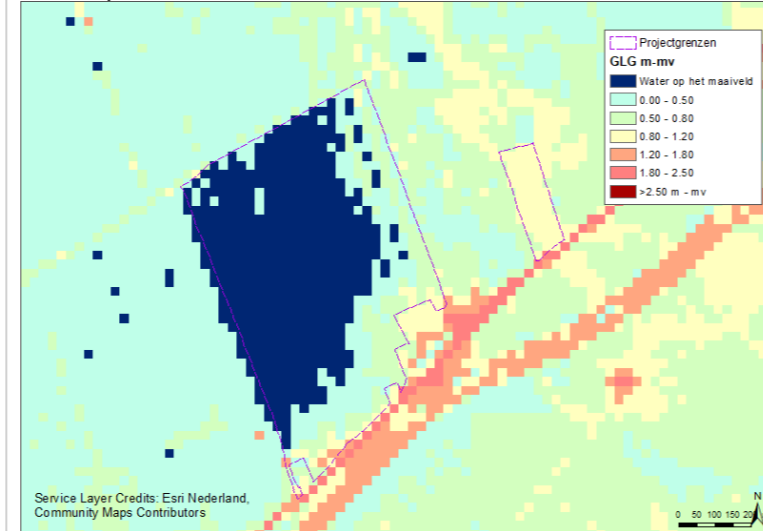
Effect GVG



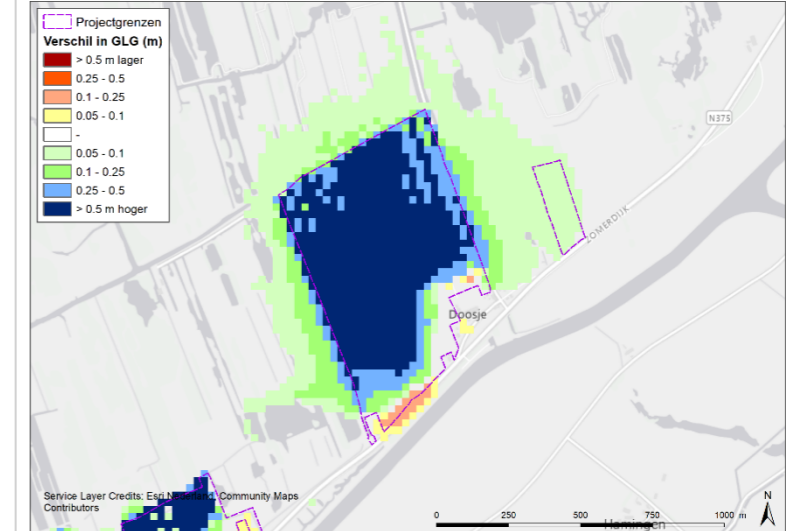
Huidige situatie GLG m-mv



Ontwerp GLG m-mv

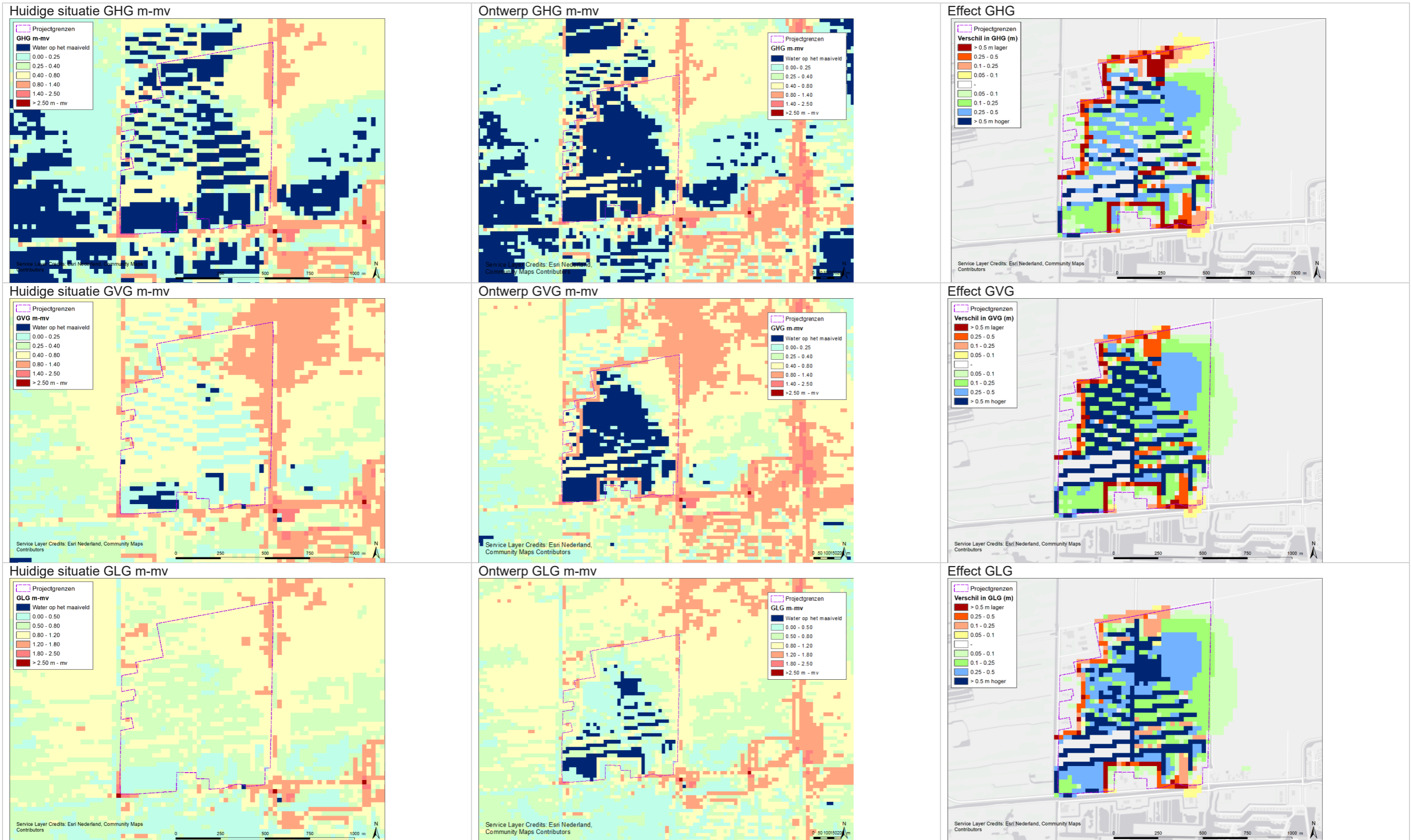


Effect GLG

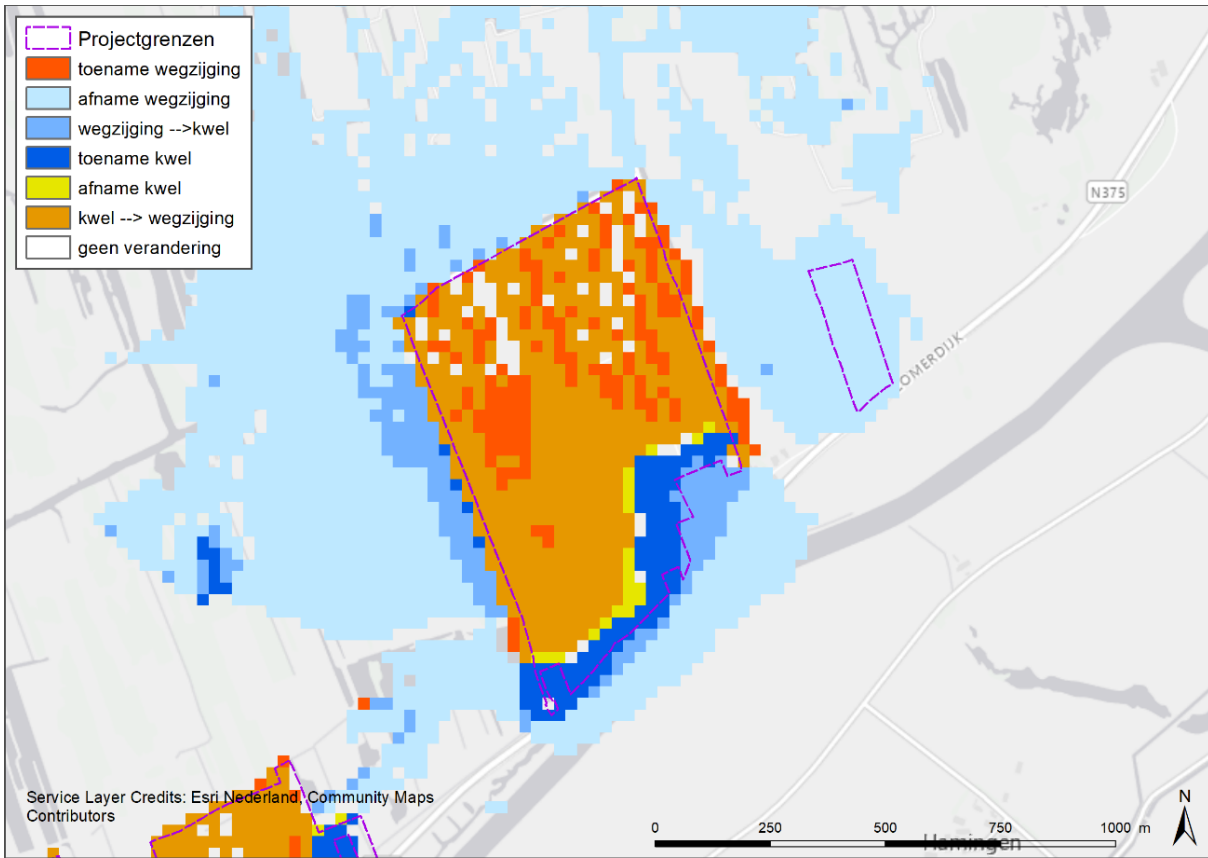




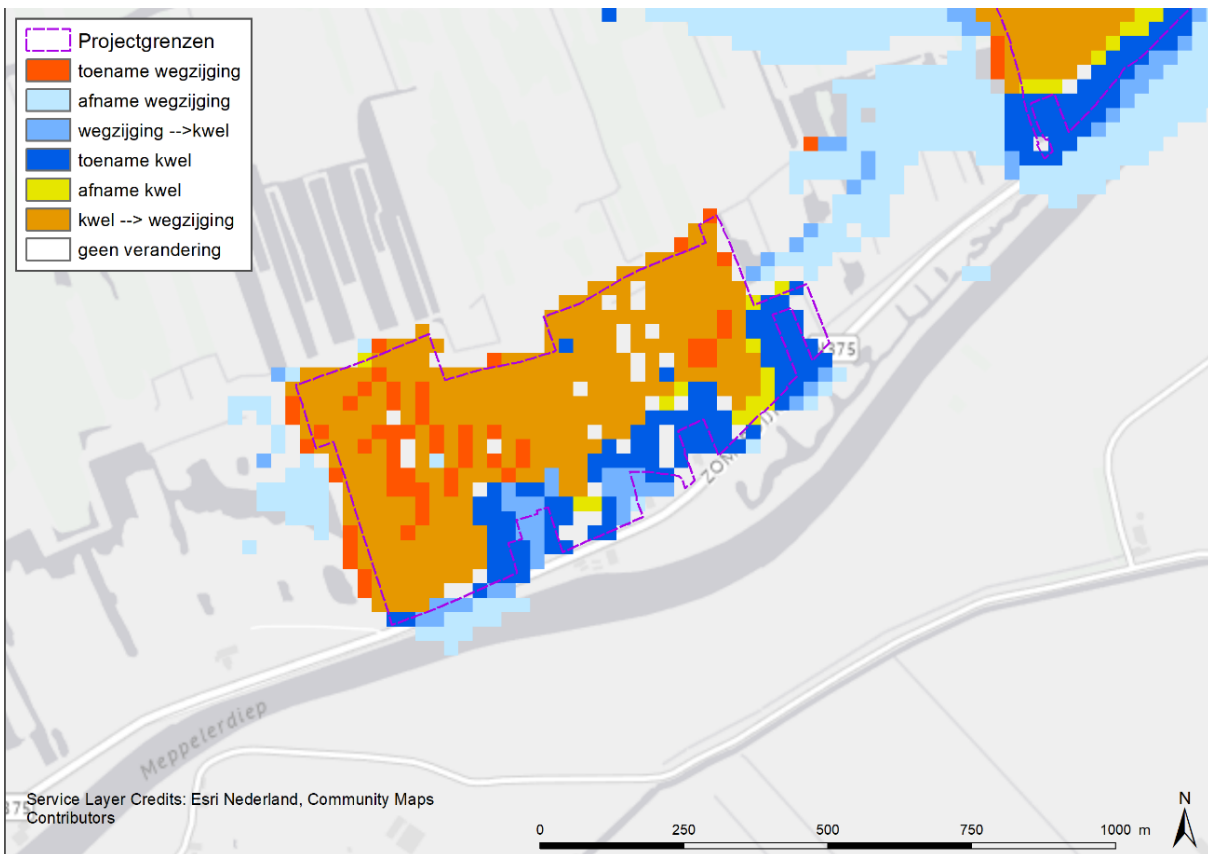
## BIJLAGE H – EFFECT OP GRONDWATER POLDER GIETHOORN



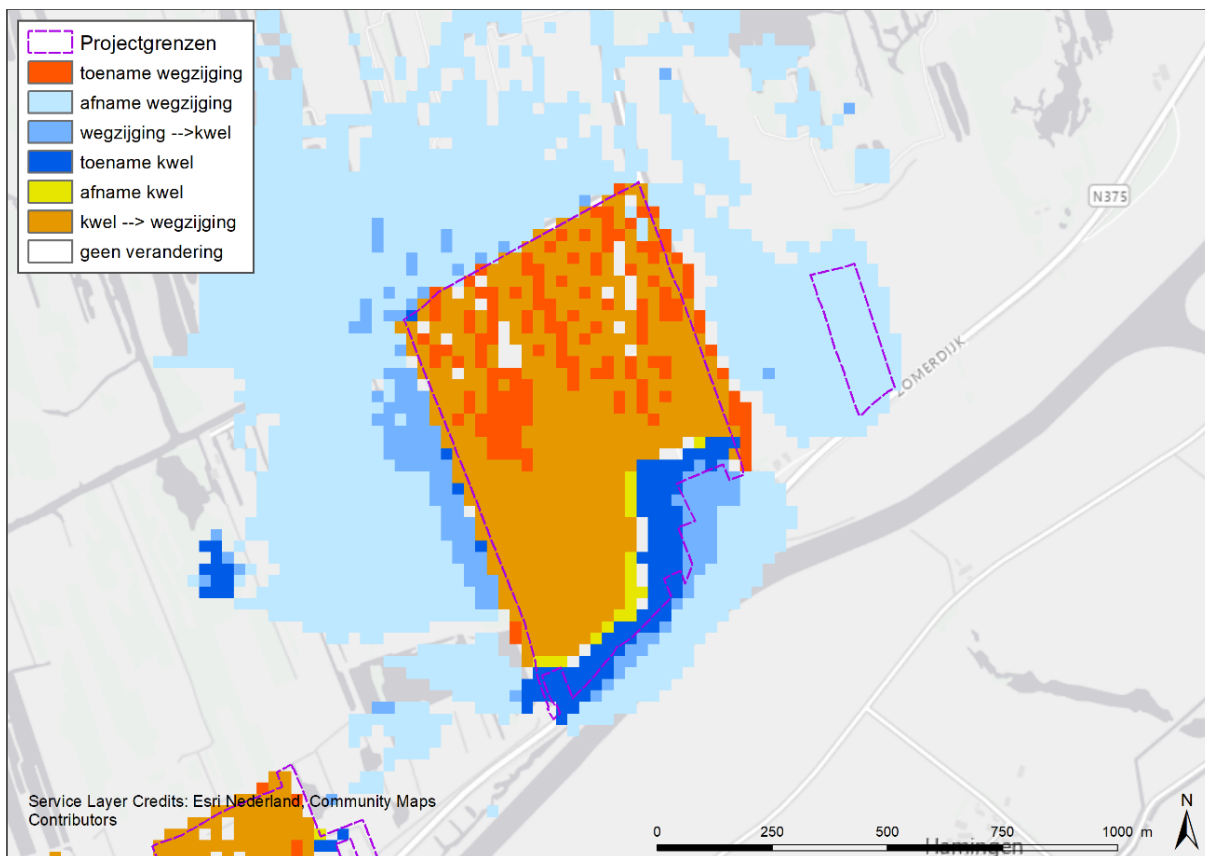
## BIJLAGE I – EFFECT OP KWEL



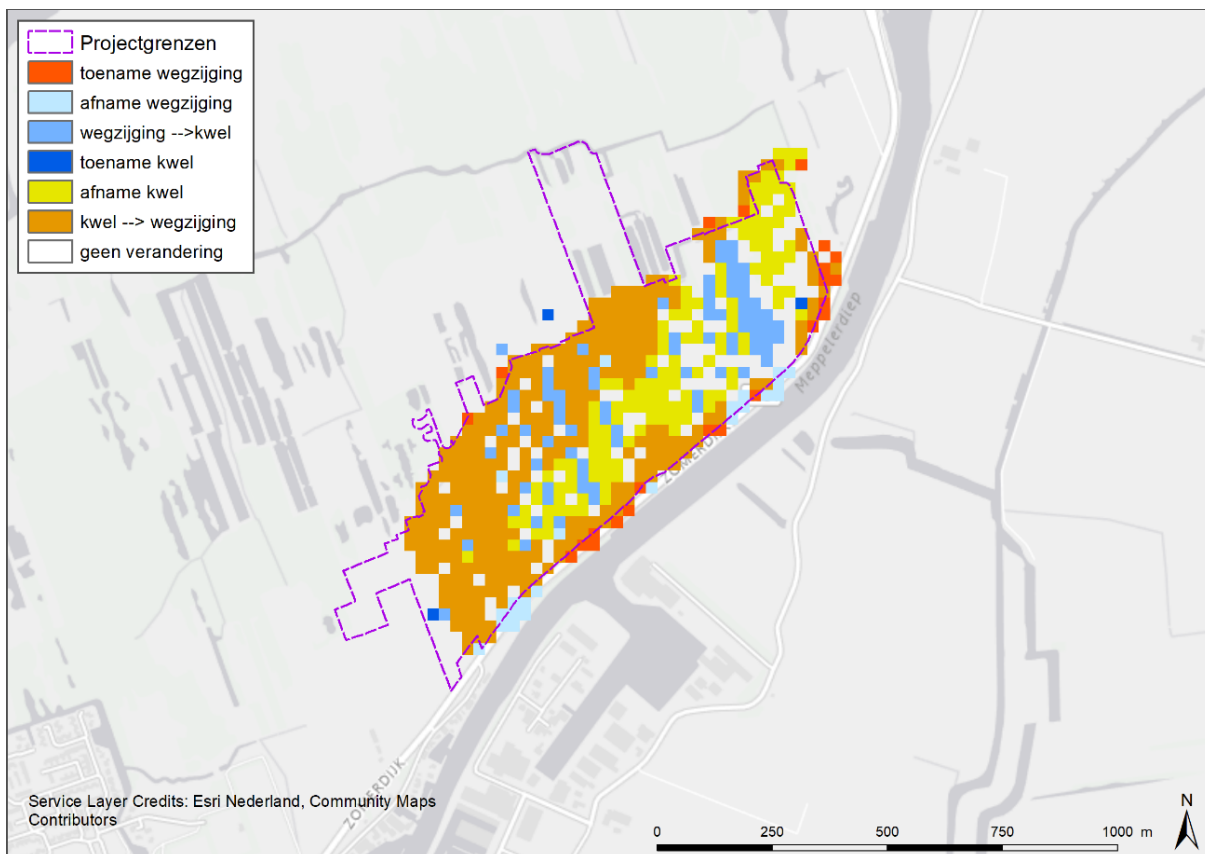
*Figuur 50. Effect op kwel bij Doosje (maximale variant)*



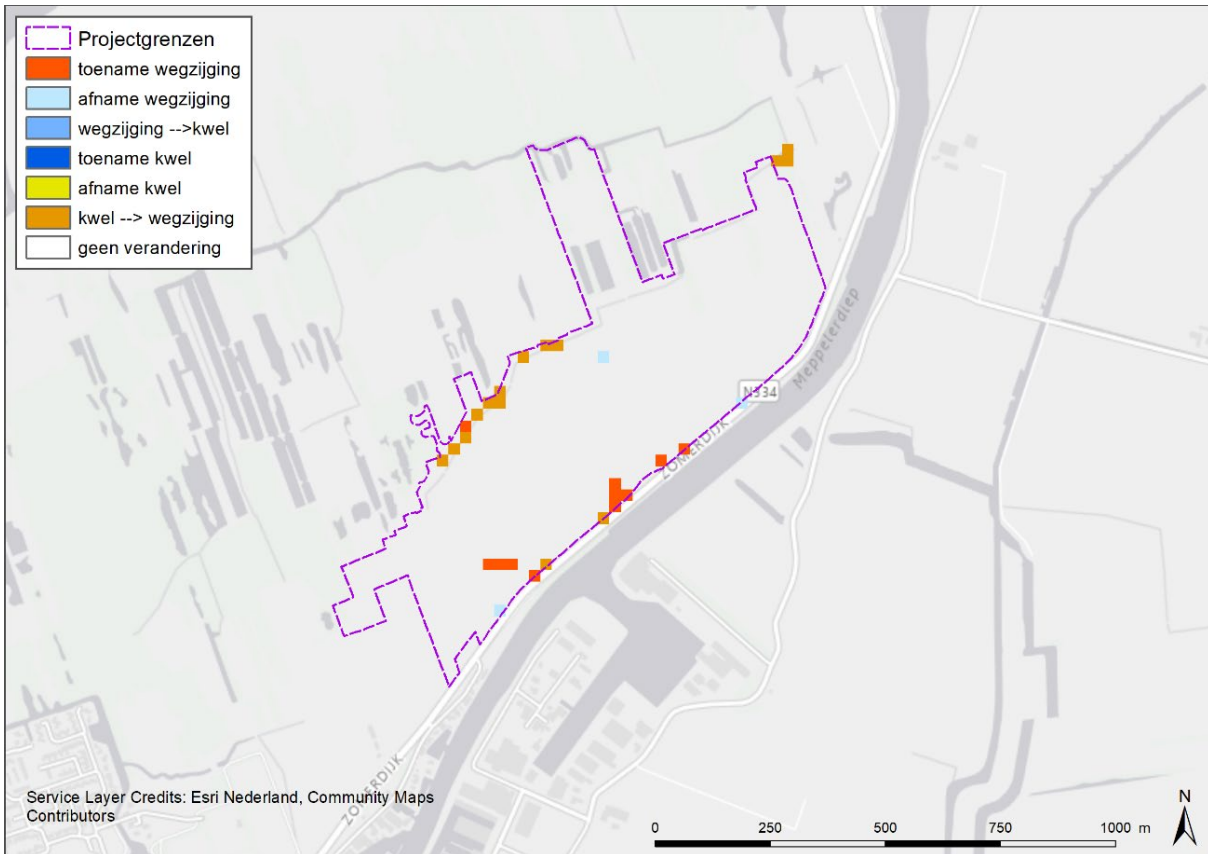
*Figuur 51. Effect op kwel bij Zomerdijk Beukers*



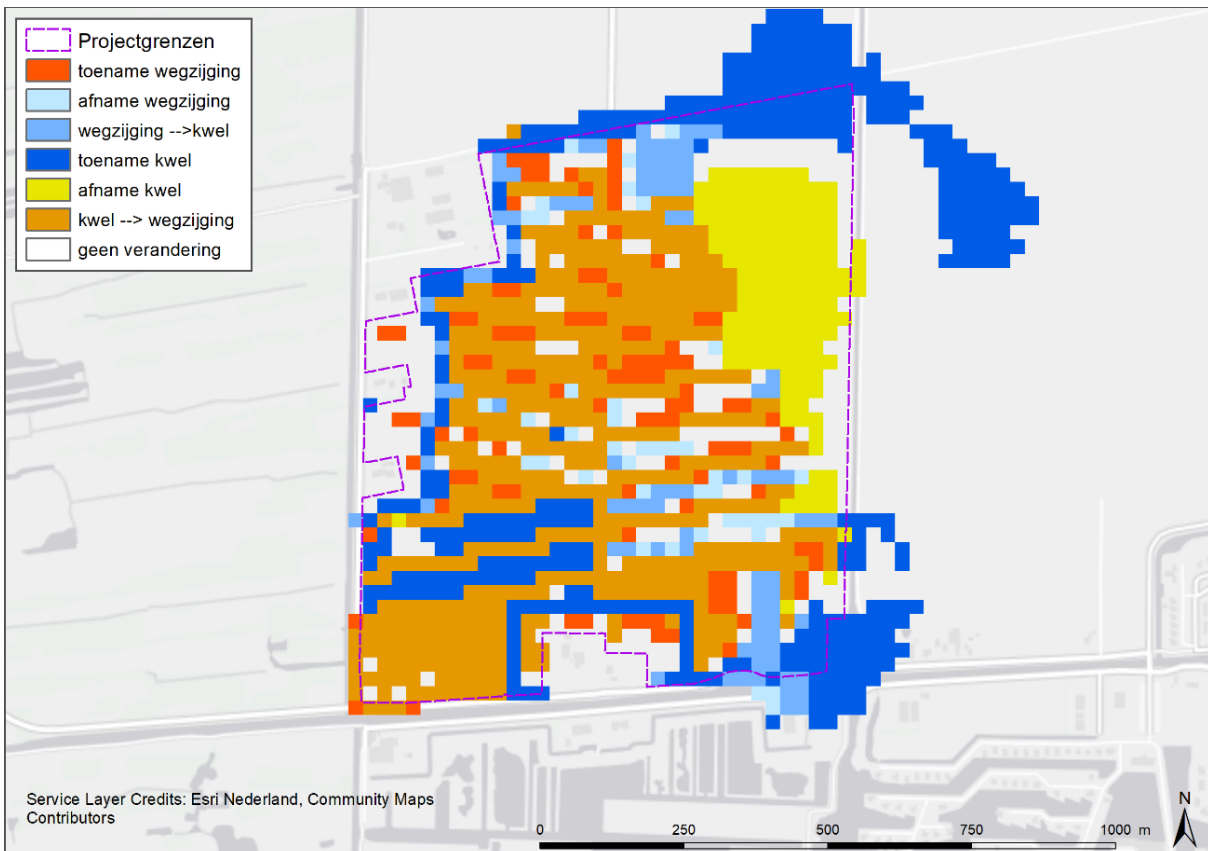
*Figuur 52. Effect op kwel bij Doosje (minimale variant)*



*Figuur 53. Effect op kwel bij Zomerdijk Zwartsluis (maximale variant)*

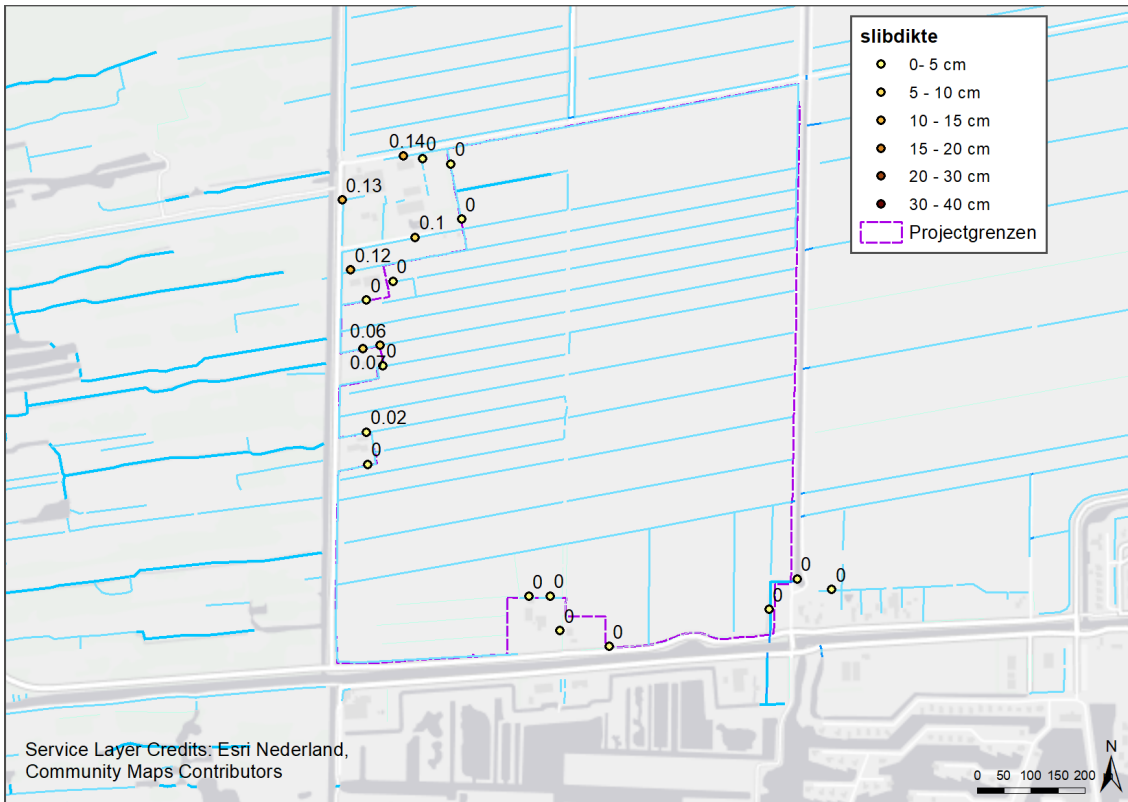


Figuur 54. Effect op kwel bij Zomerdijk Zwartsluis (minimale variant)

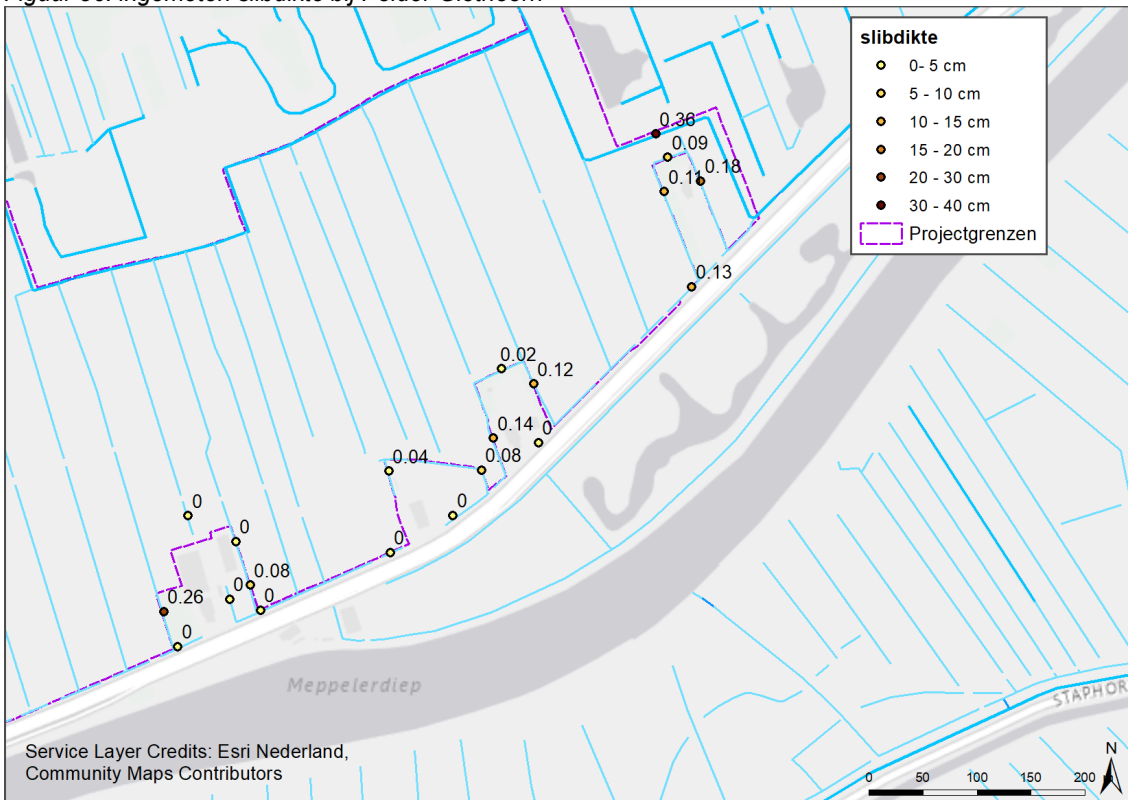


Figuur 55. Effect op kwel bij Polder Giethoorn

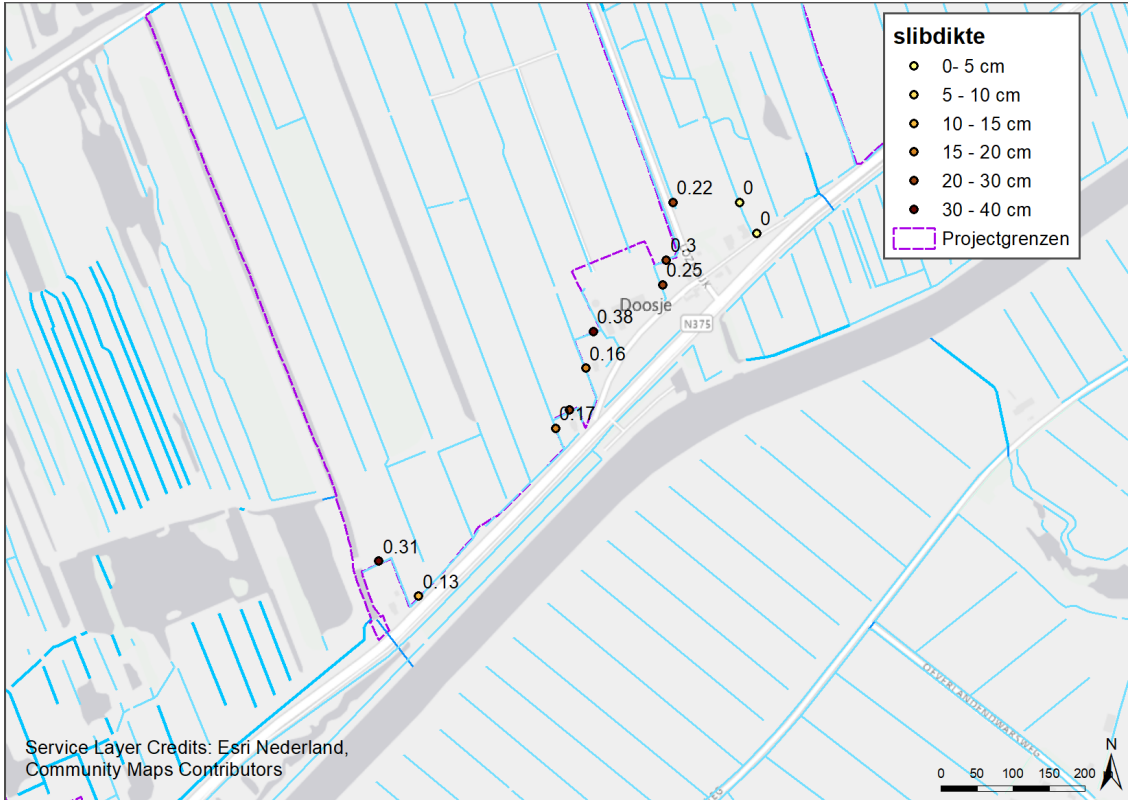
## BIJLAGE J – INMETINGEN WATERGANGEN



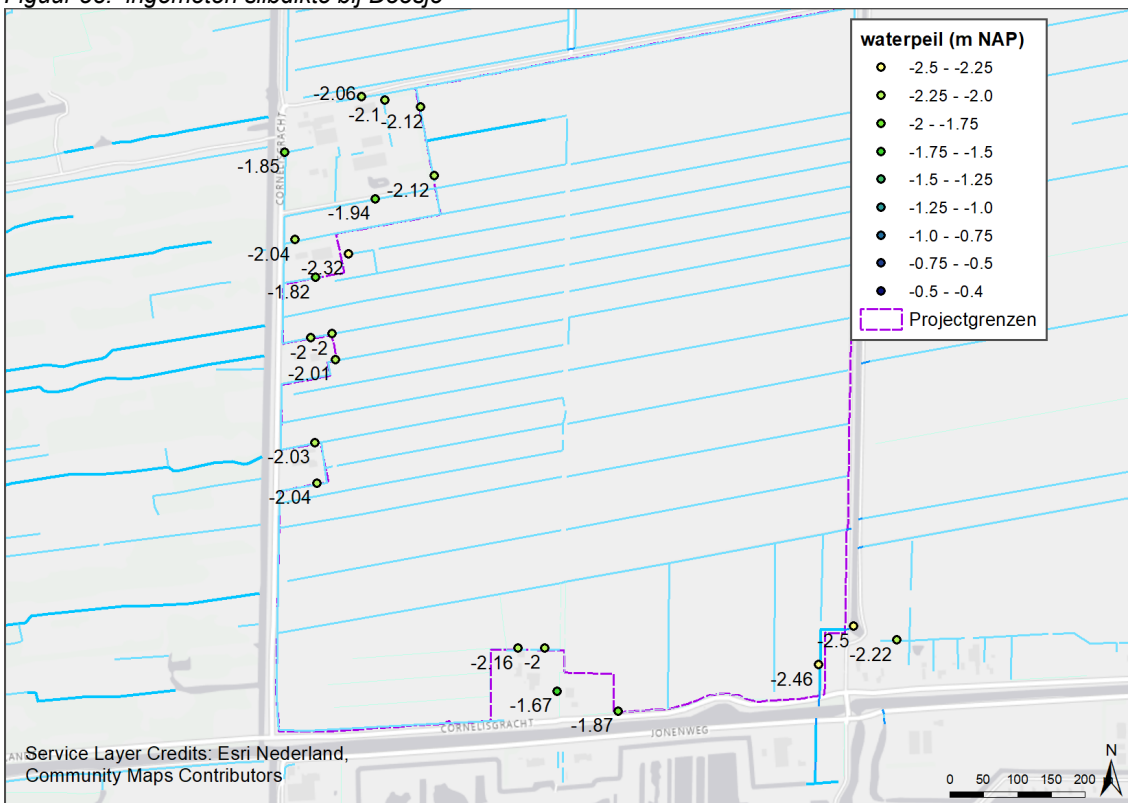
*Figuur 56: ingemeten slibdikte bij Polder Giethoorn*



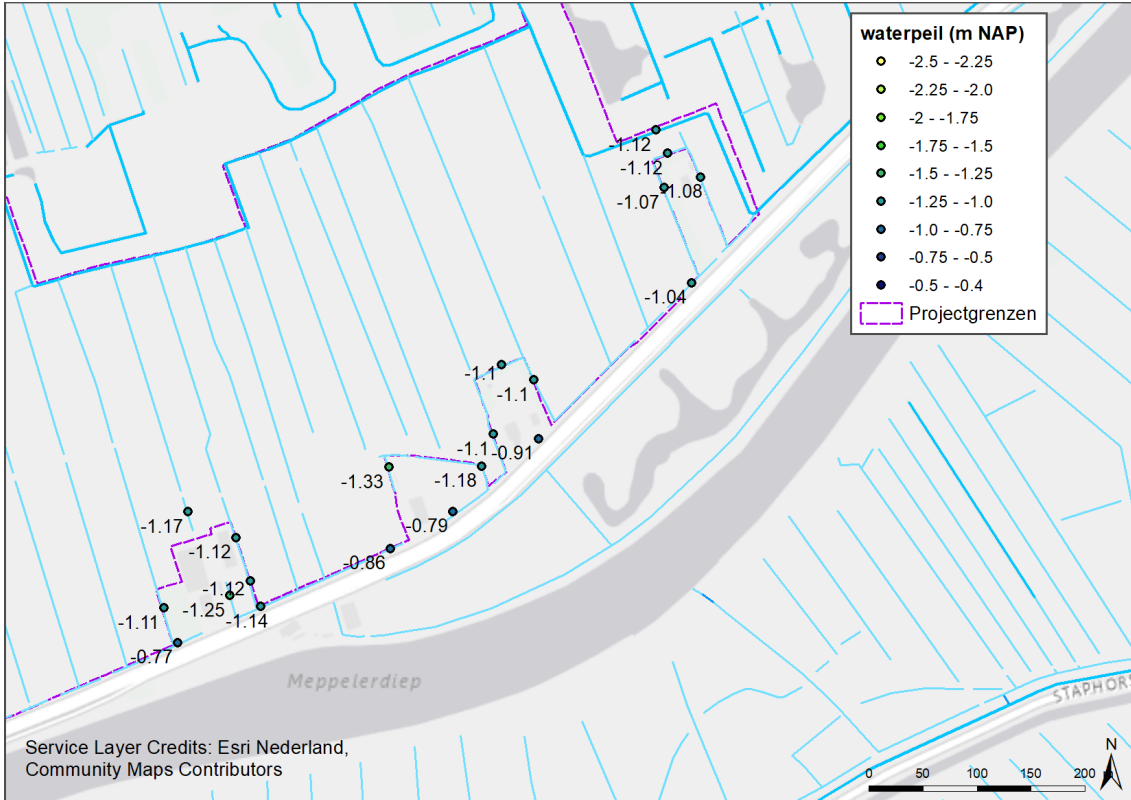
*Figuur 57: ingemeten slibdikte bij Zomerdijk Beukers*



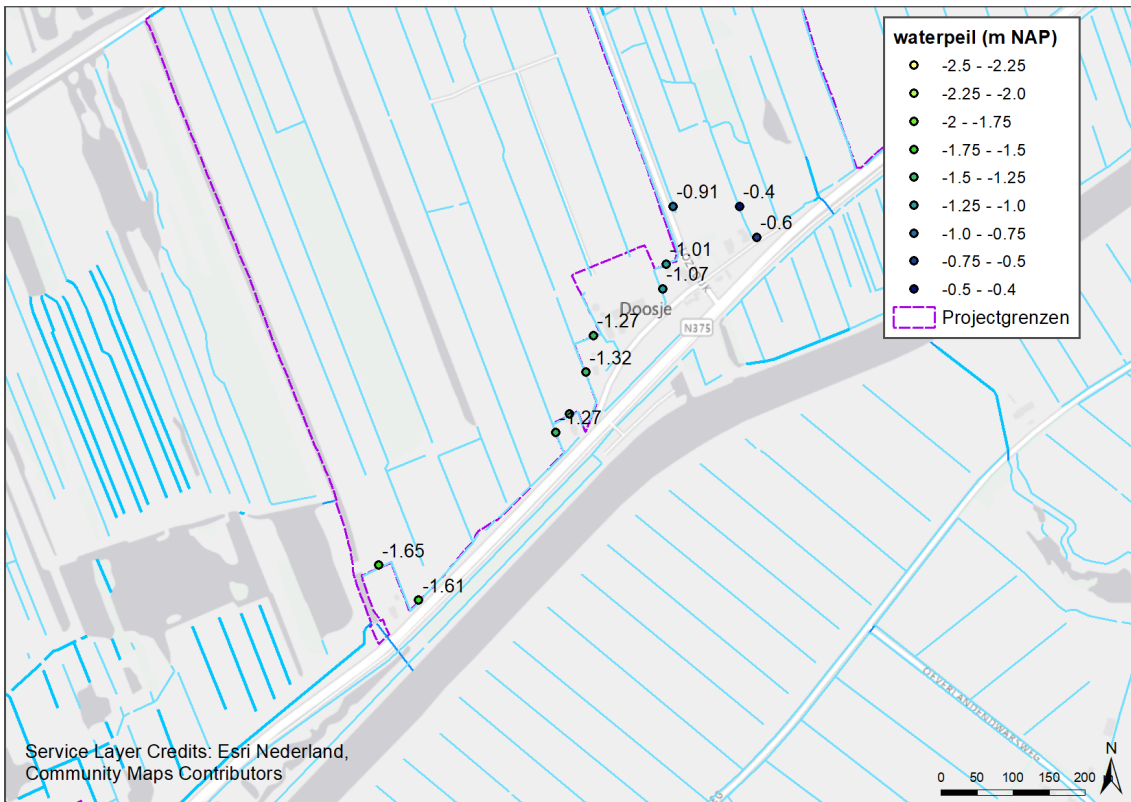
Figuur 58: ingemeten slibdikte bij Doosje



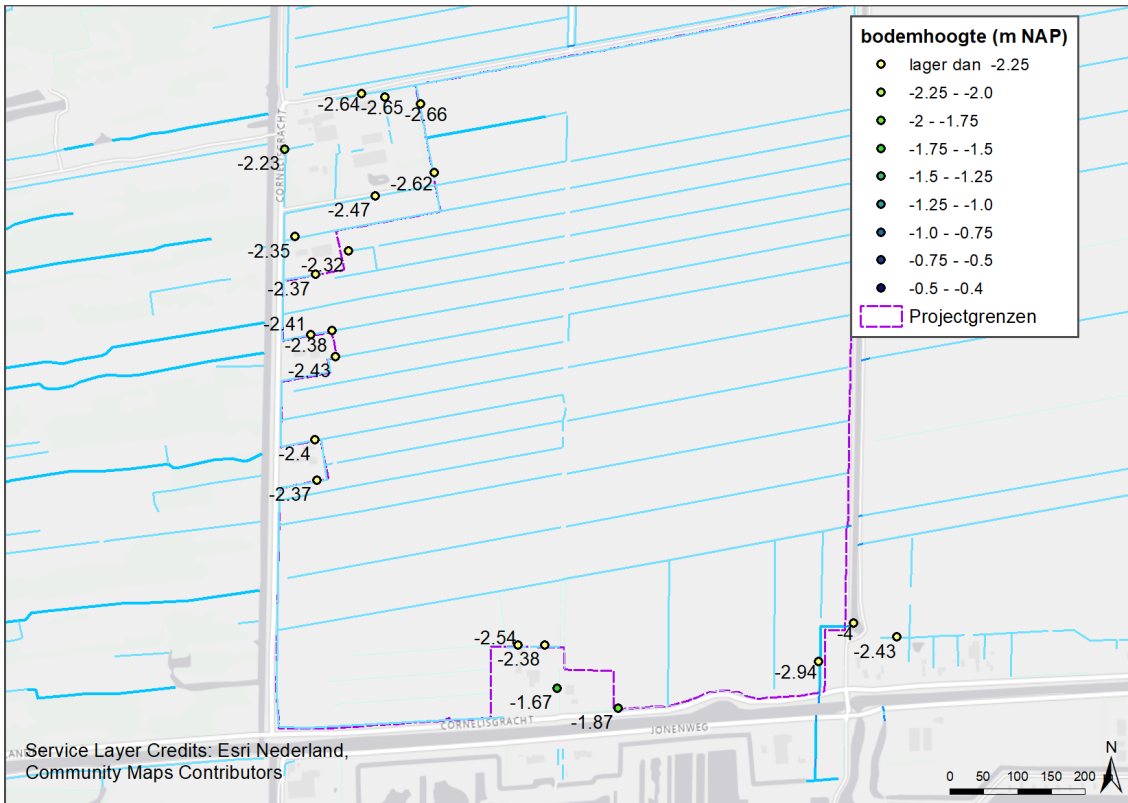
Figuur 59: ingemeten peil bij Polder Giethoorn



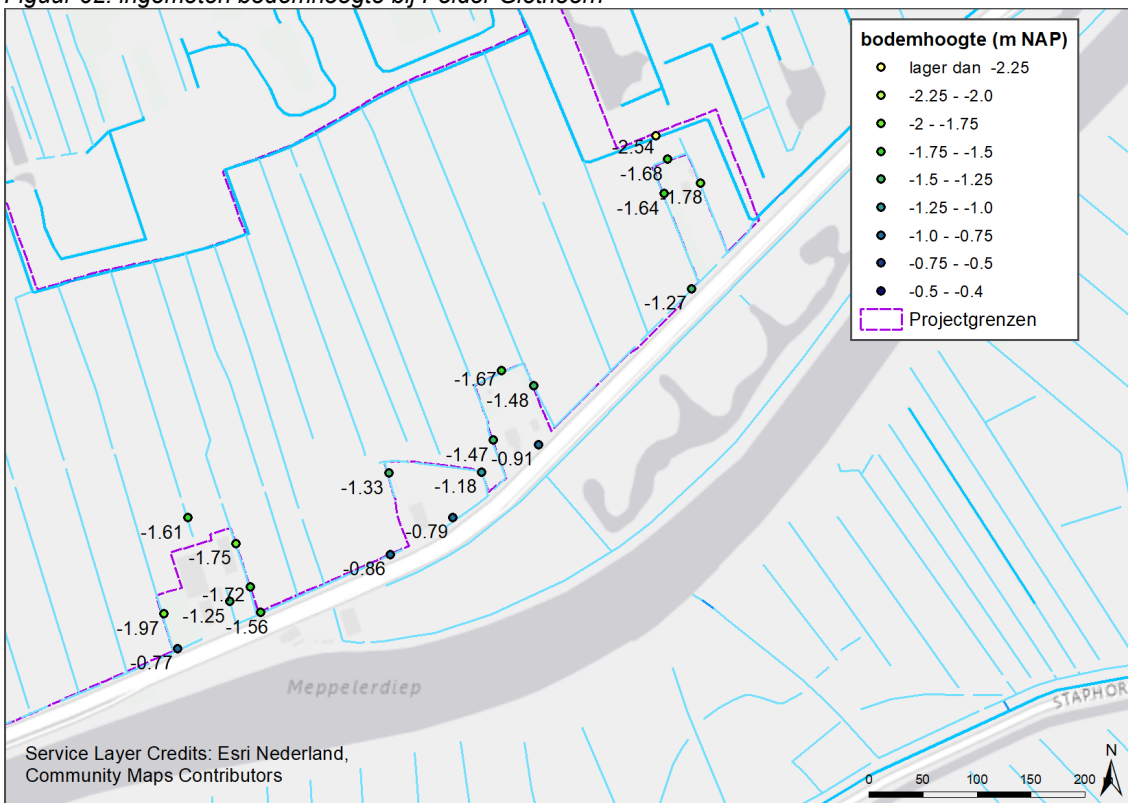
Figuur 60: ingemeten peil bij Zomerdijk Beukers



Figuur 61: ingemeten peil bij Doosje

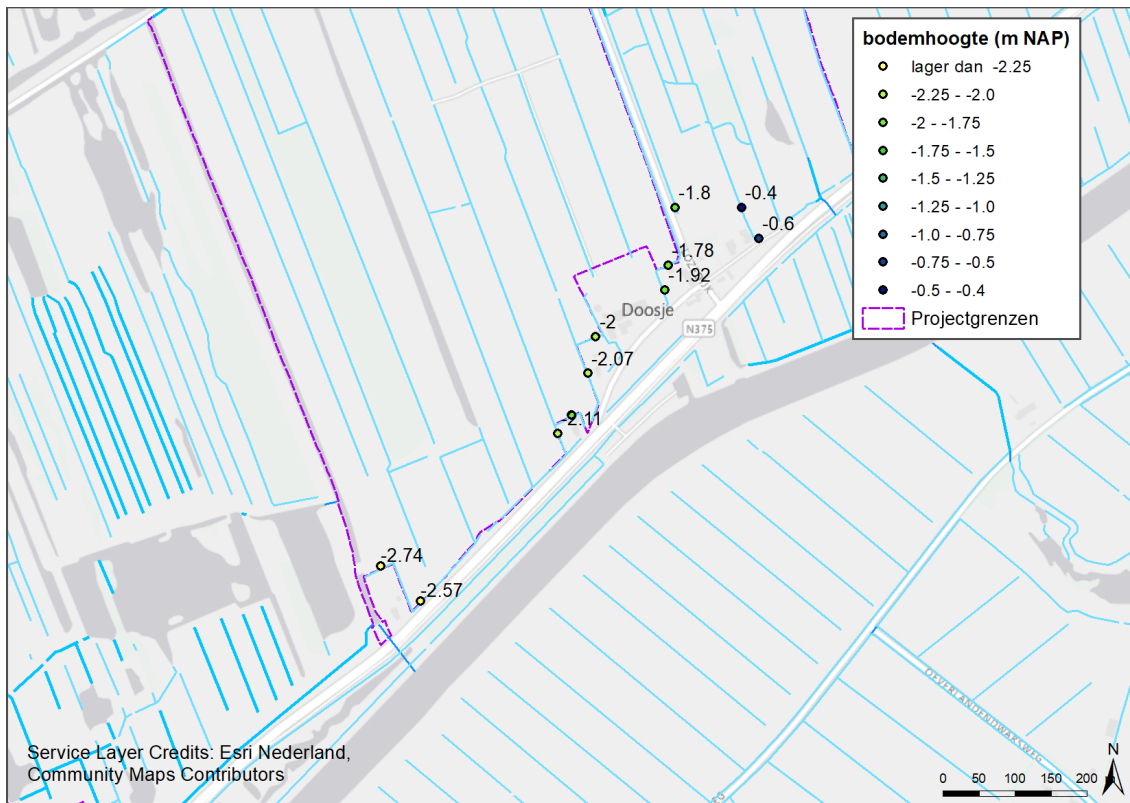


Figuur 62: ingemeten bodemhoogte bij Polder Giethoorn



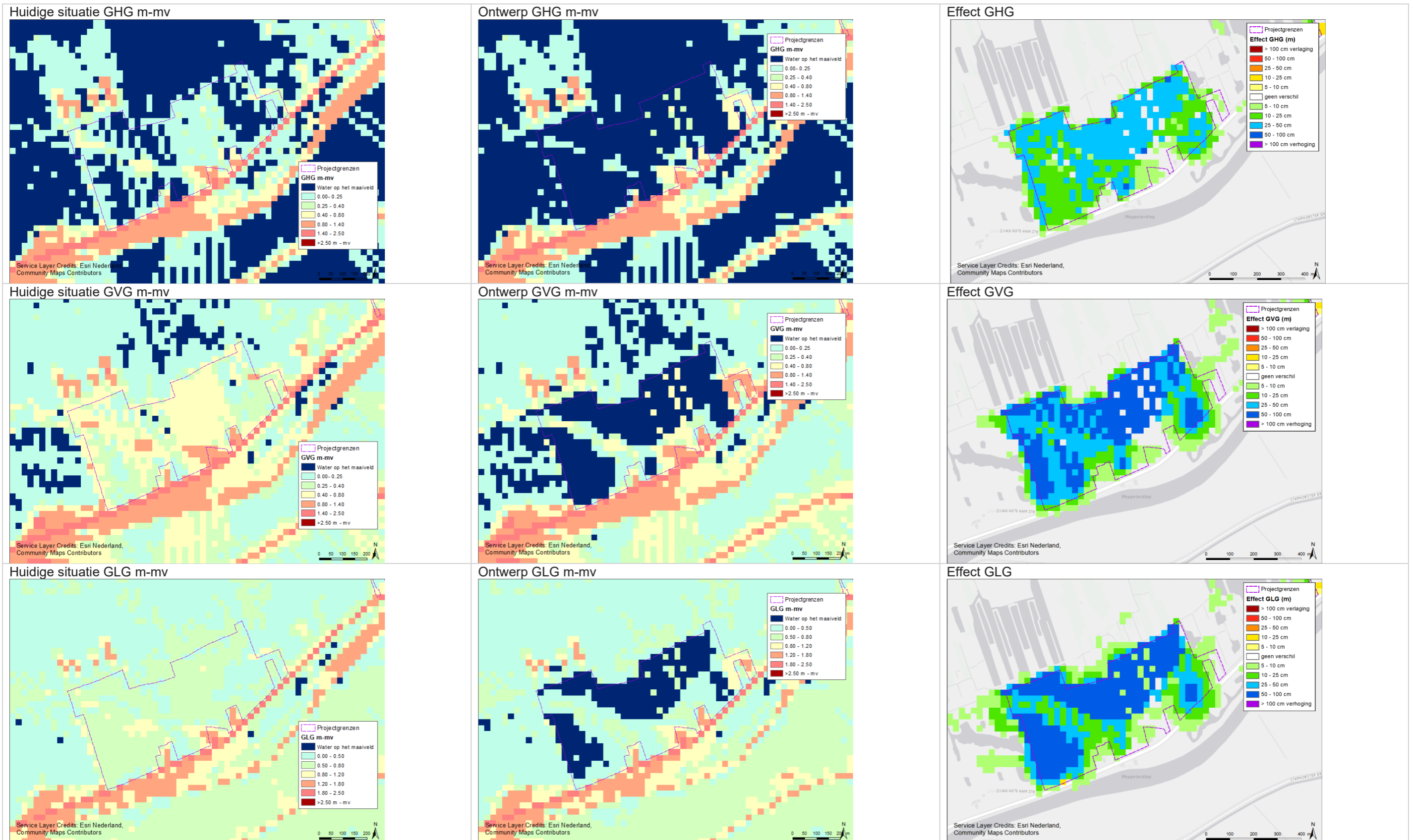
Figuur 63: ingemeten bodemhoogte bij Zomerdijk Beukers



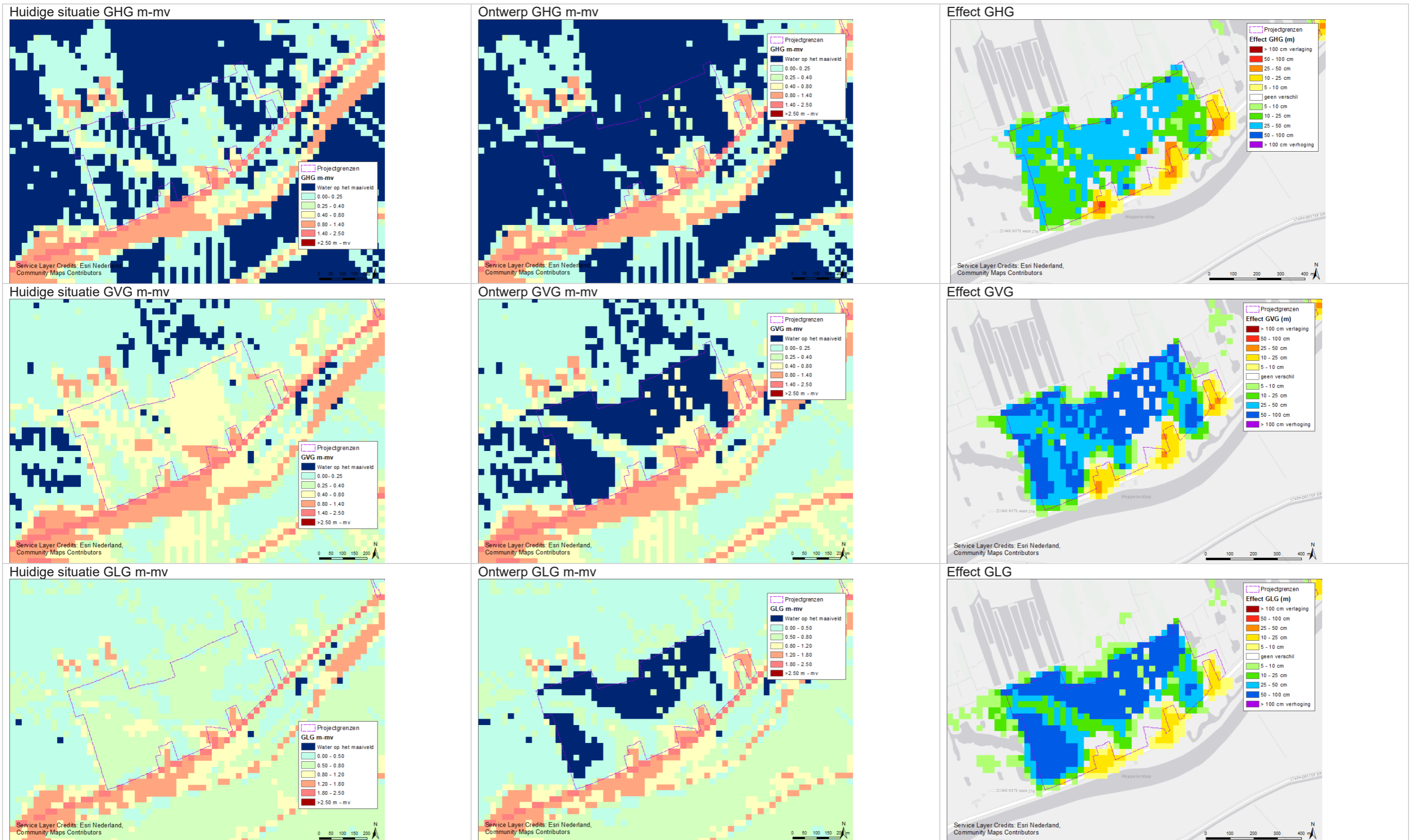


Figuur 64: ingemeten bodemhoogte bij Doosje

## BIJLAGE K – EFFECT OP GRONDWATER ZOMERDIJK BEUKERS – ZONDER KWELSLOOT

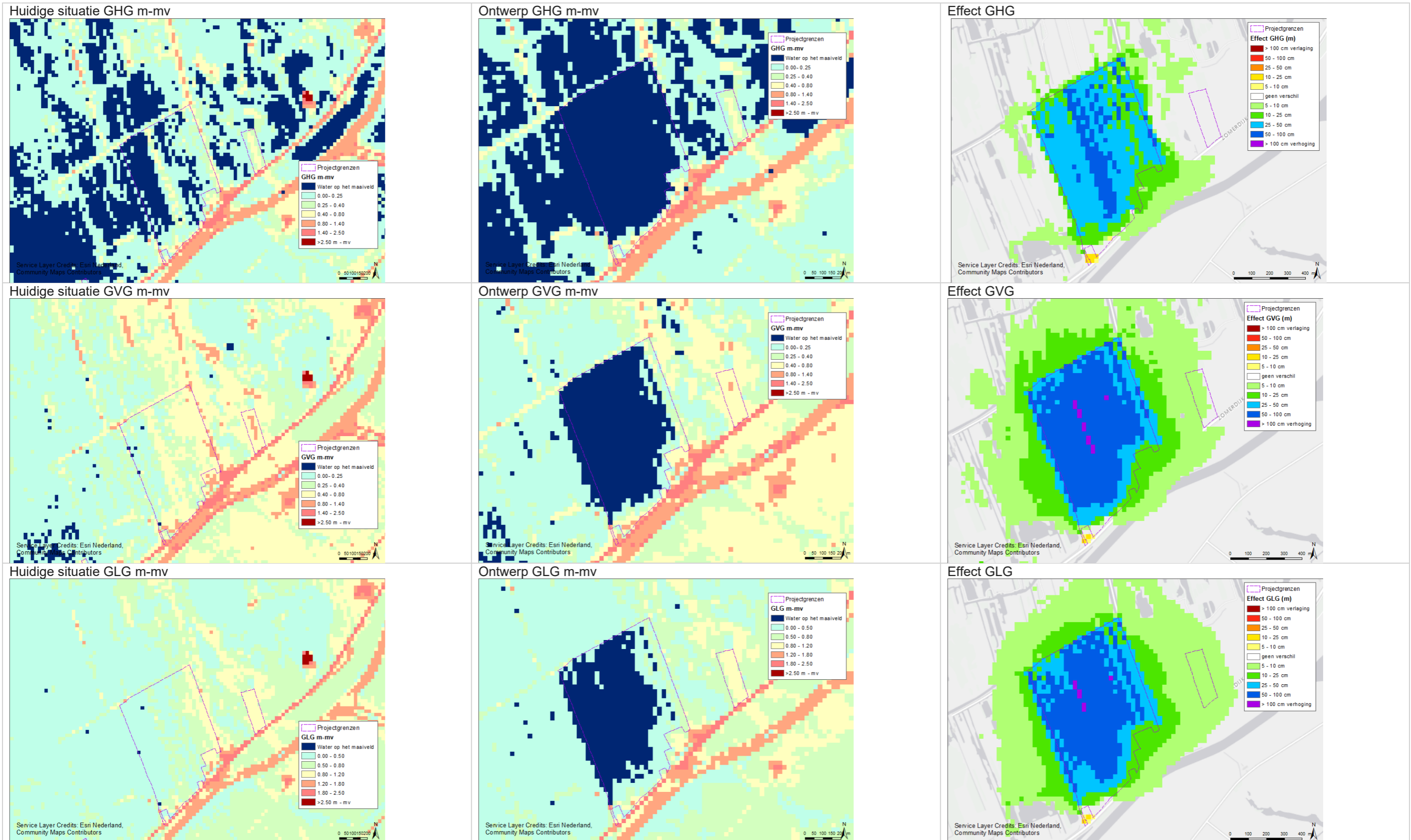


## BIJLAGE L - EFFECT OP GRONDWATER ZOMERDIJK BEUKERS - MITIGATIE



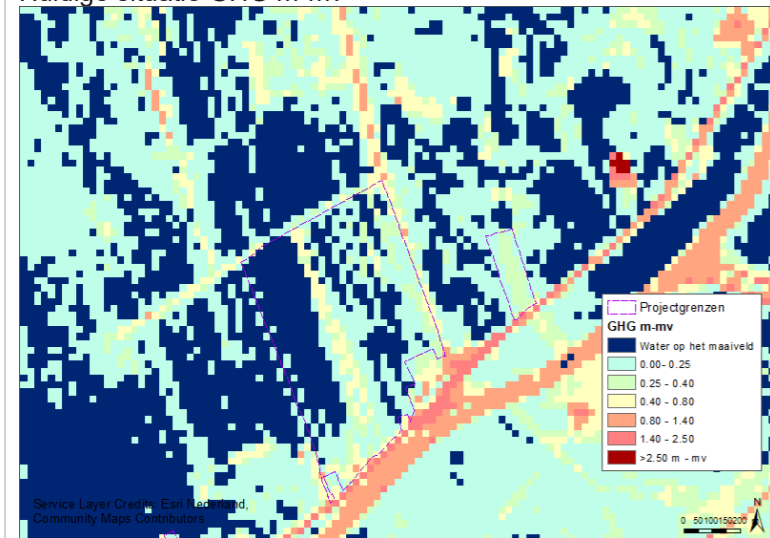
# BIJLAGE M – EFFECT OP GRONDWATER DOOSJE – ZONDER KWELSLOOT

## Maximale variant

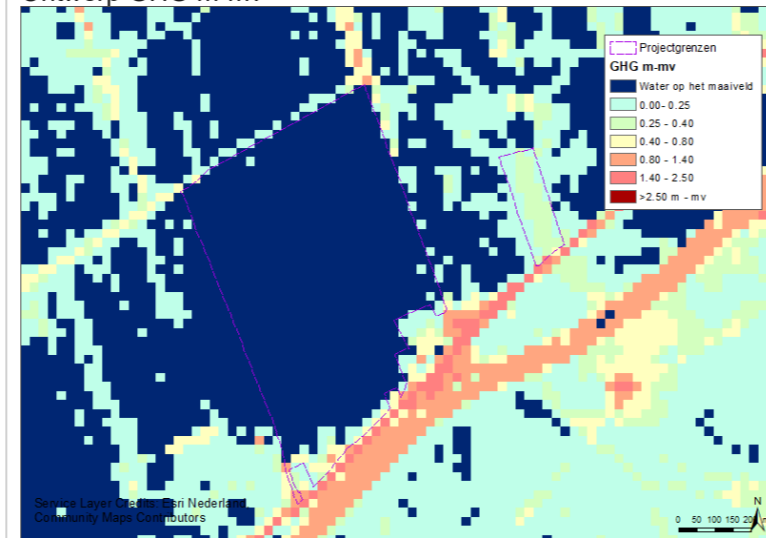


**Minimale variant**

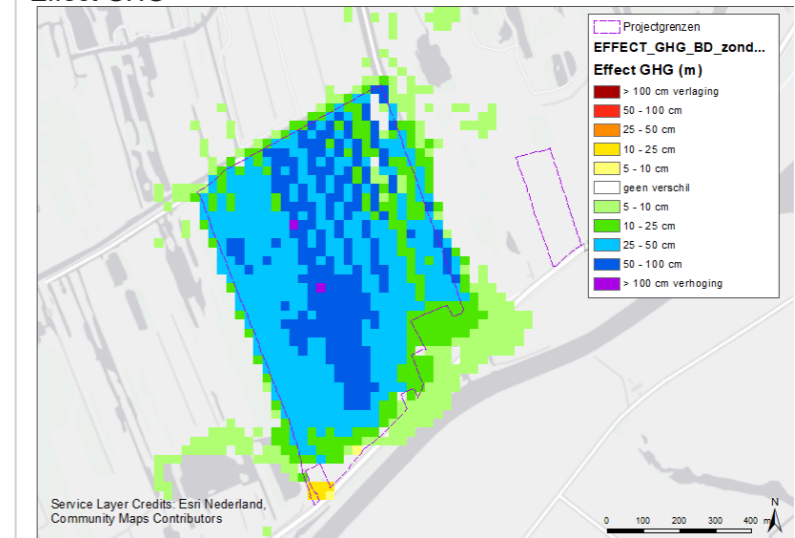
Huidige situatie GHG m-mv



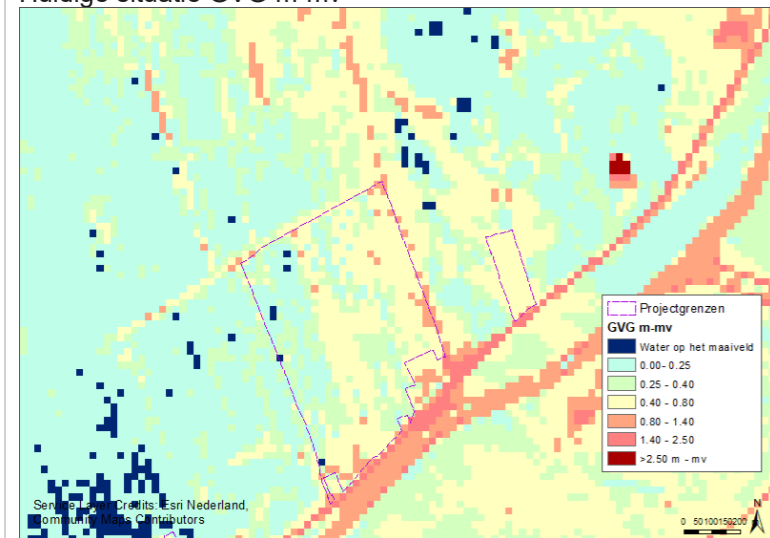
Ontwerp GHG m-mv



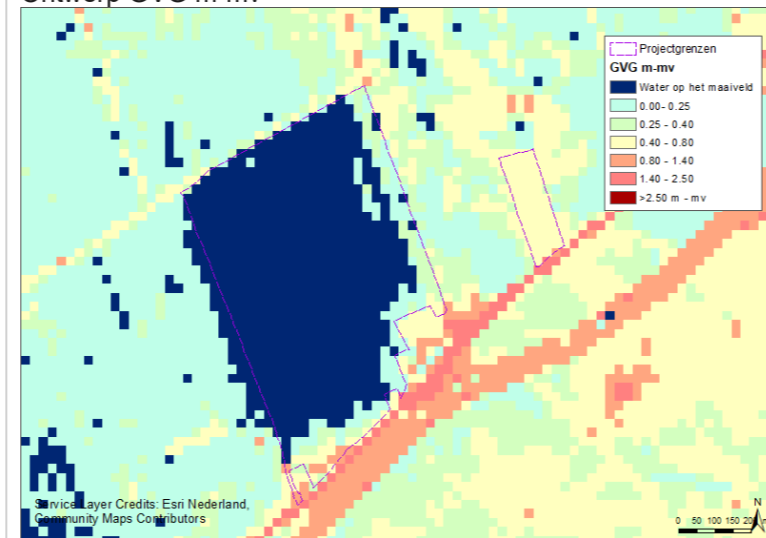
Effect GHG



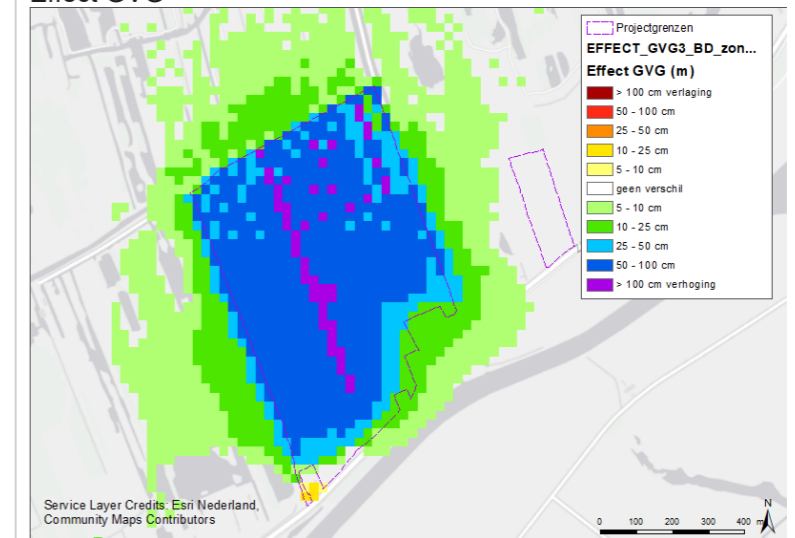
Huidige situatie GVG m-mv



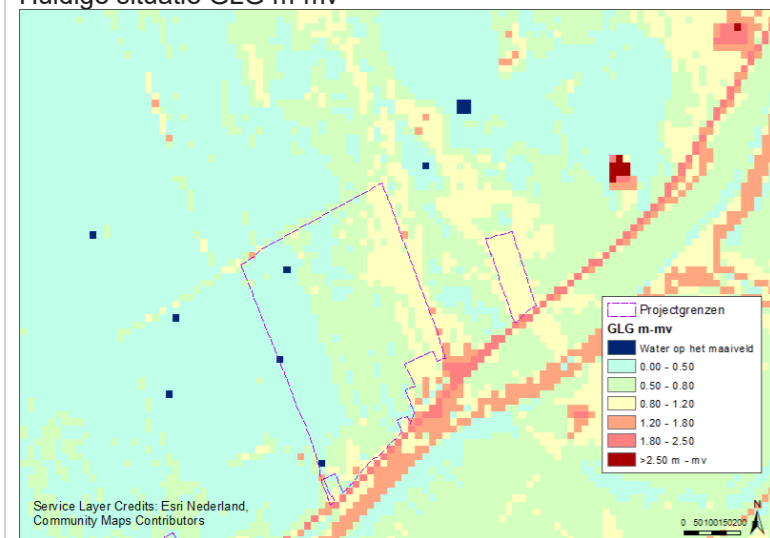
Ontwerp GVG m-mv



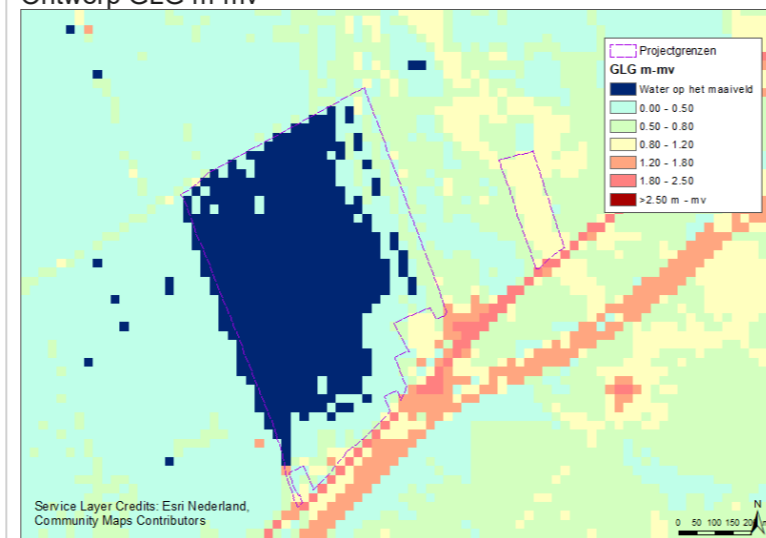
Effect GVG



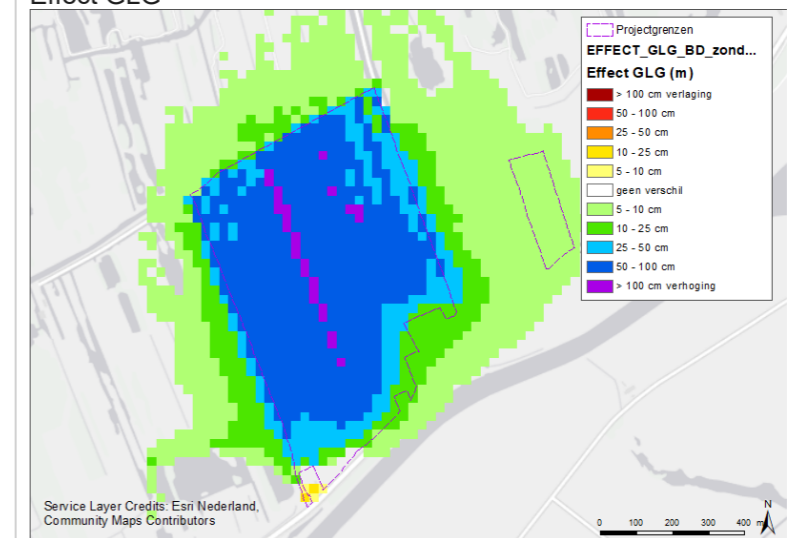
Huidige situatie GLG m-mv



Ontwerp GLG m-mv

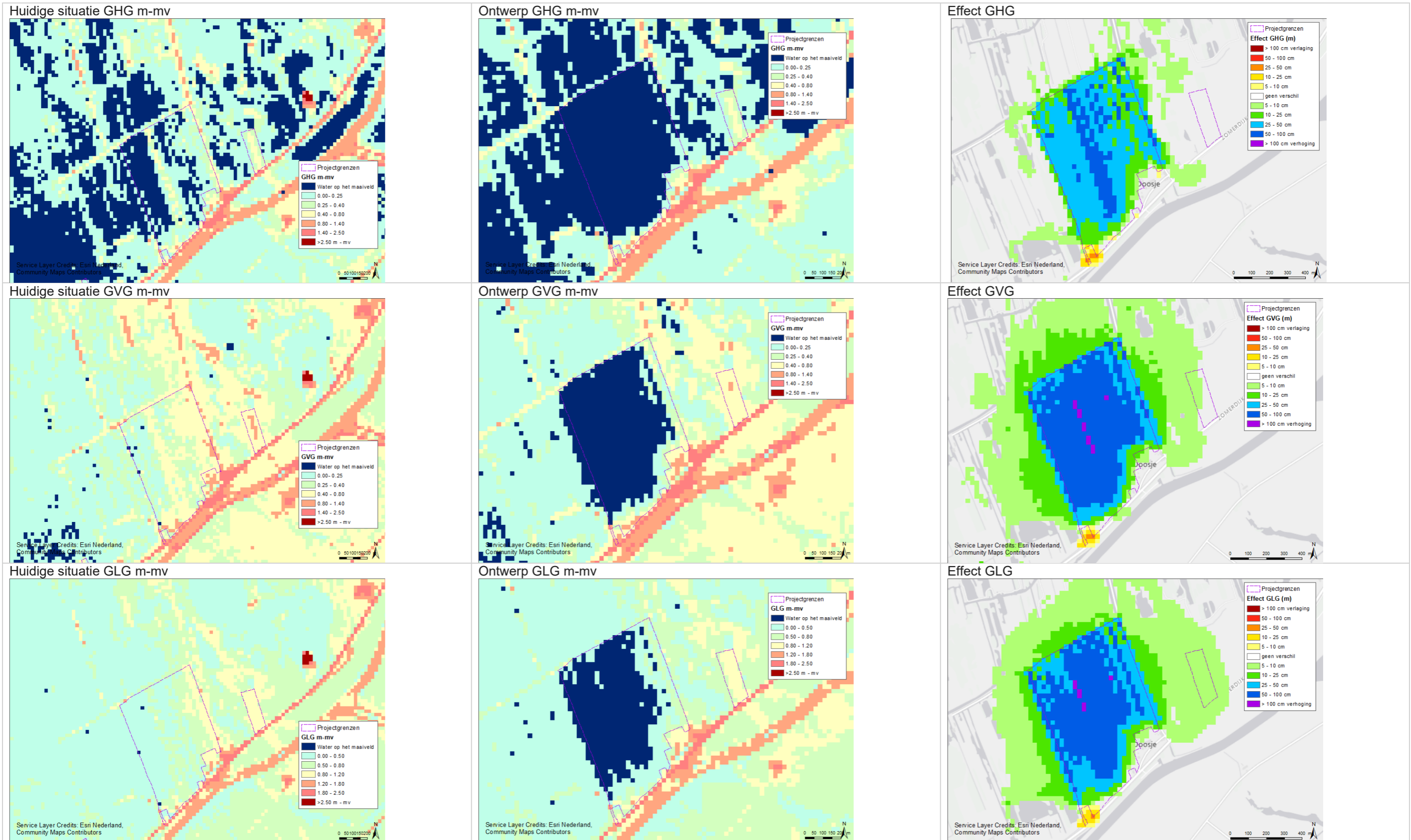


Effect GLG



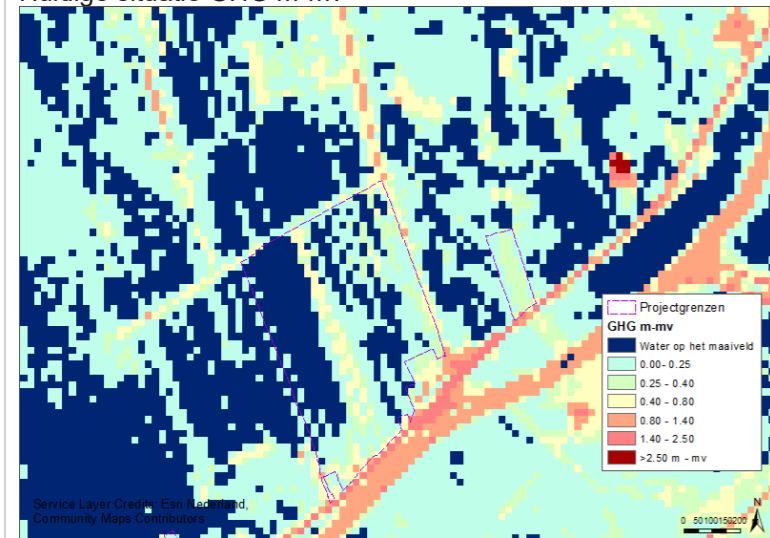
# BIJLAGE N – EFFECT OP GRONDWATER DOOSJE – MITIGATIE

## Maximale variant

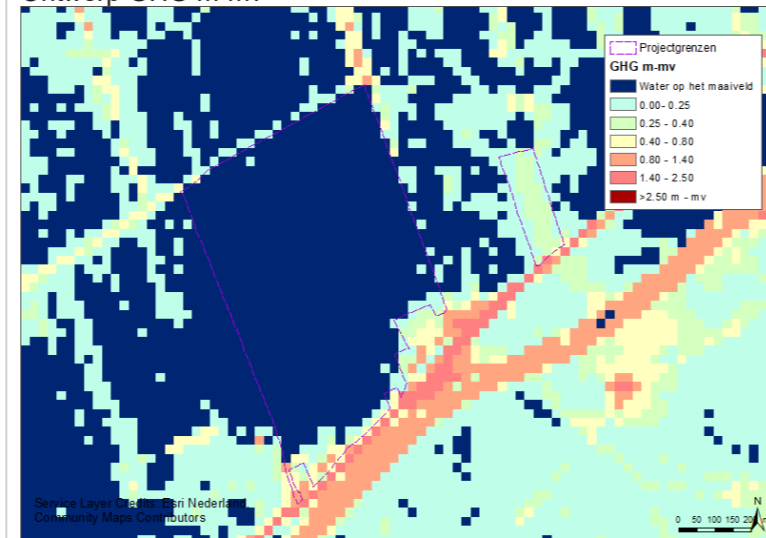


**Minimale variant**

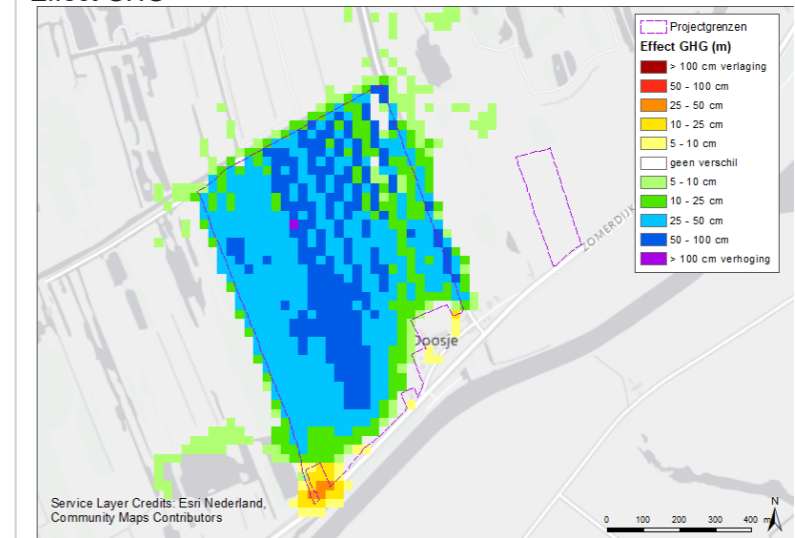
Huidige situatie GHG m-mv



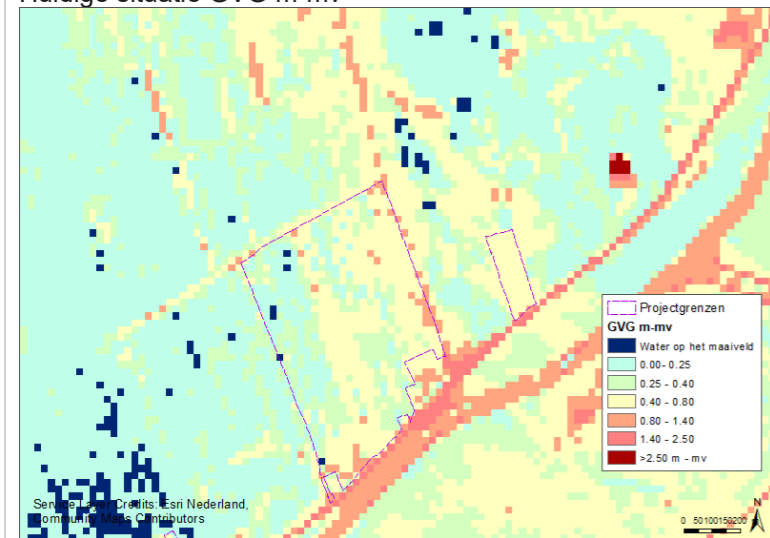
Ontwerp GHG m-mv



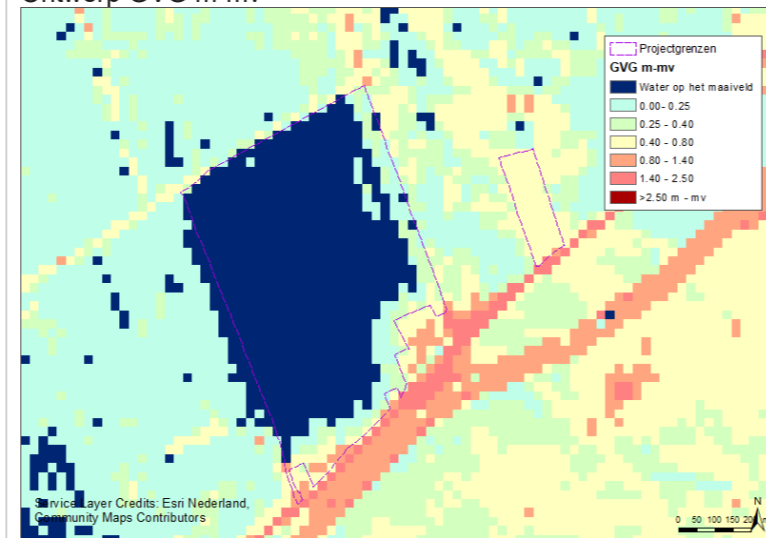
Effect GHG



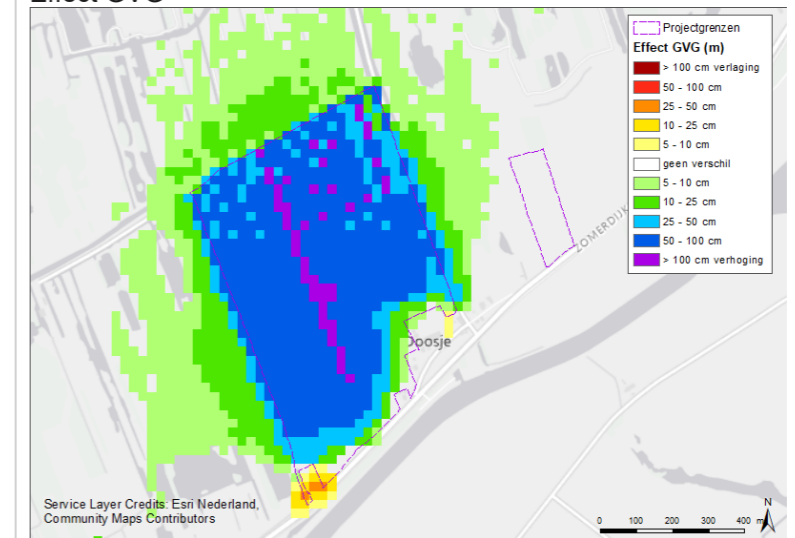
Huidige situatie GVG m-mv



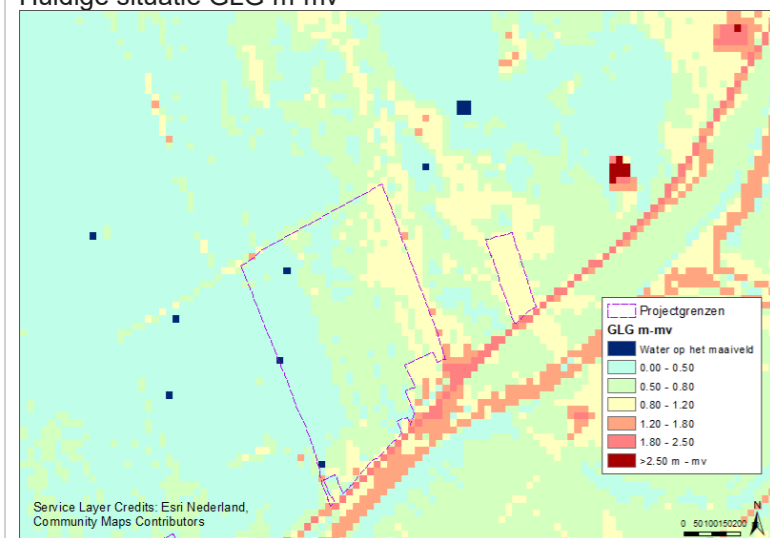
Ontwerp GVG m-mv



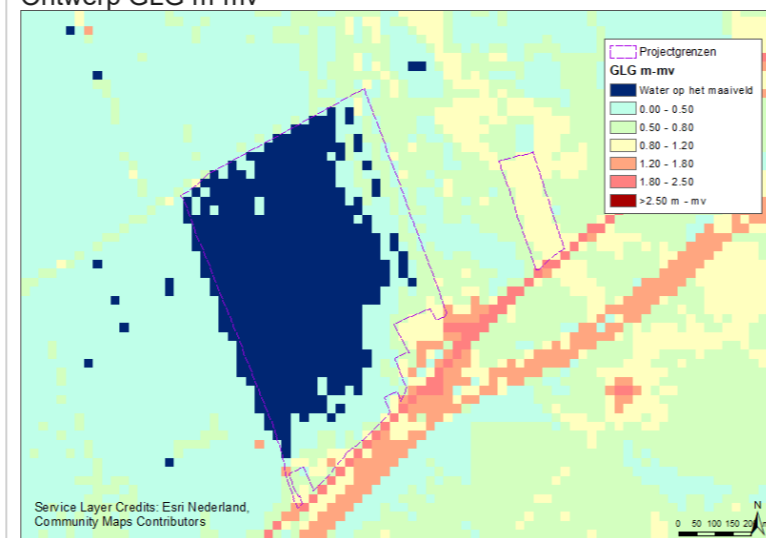
Effect GVG



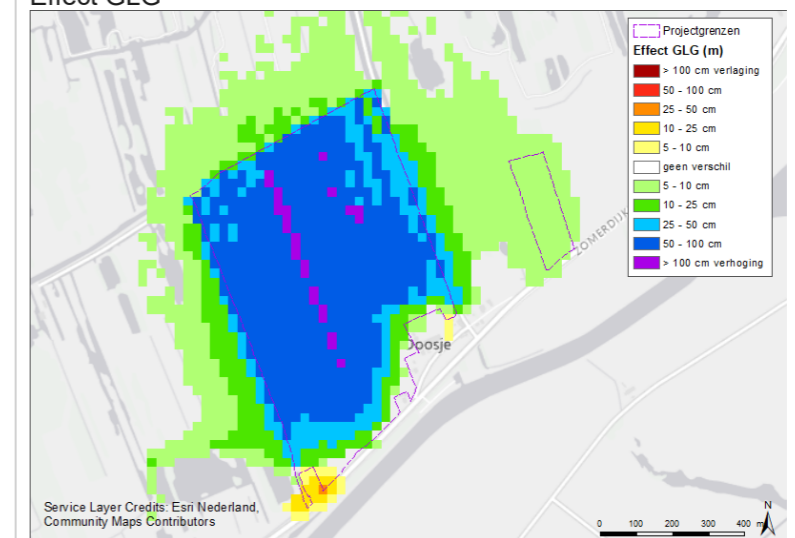
Huidige situatie GLG m-mv



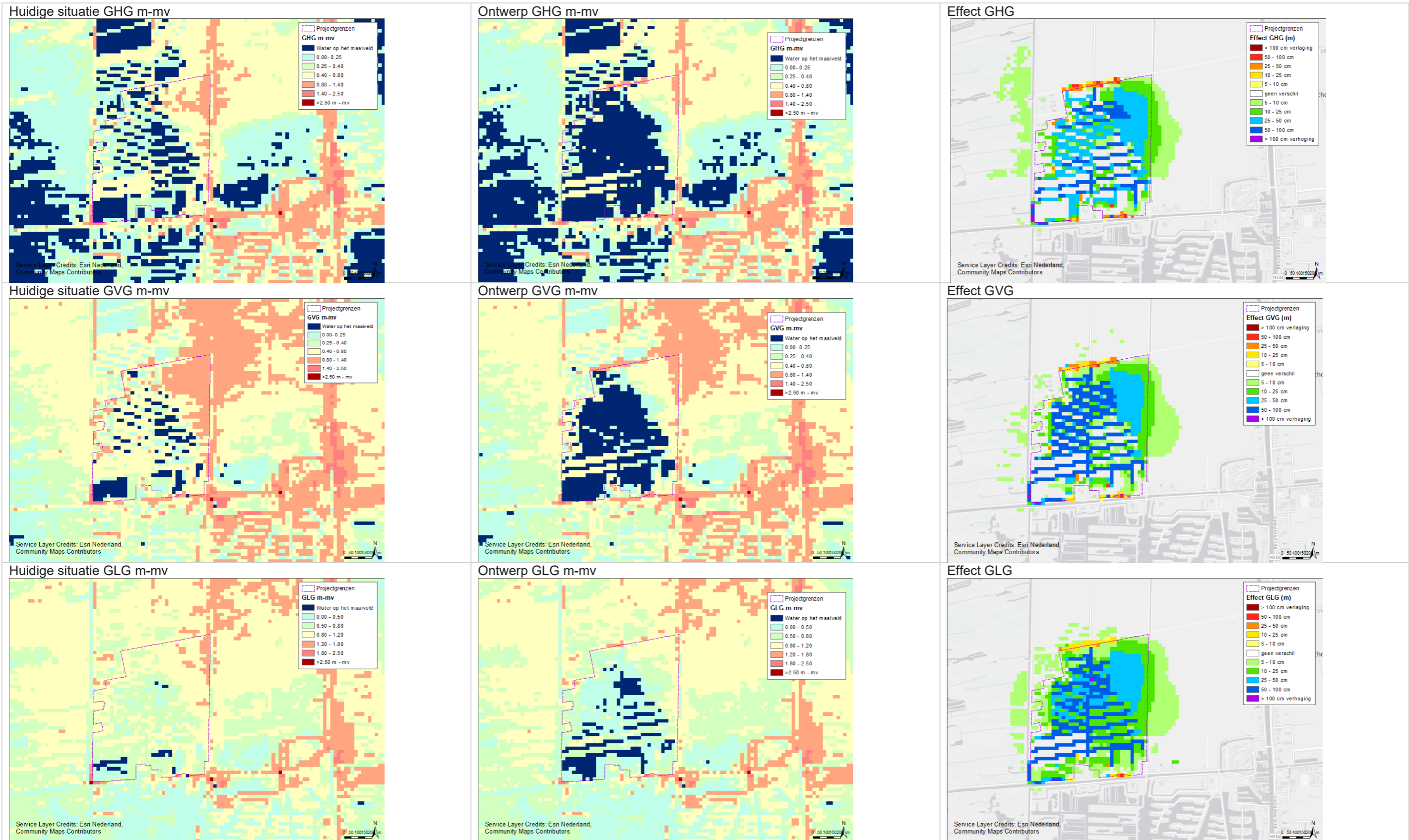
Ontwerp GLG m-mv



Effect GLG

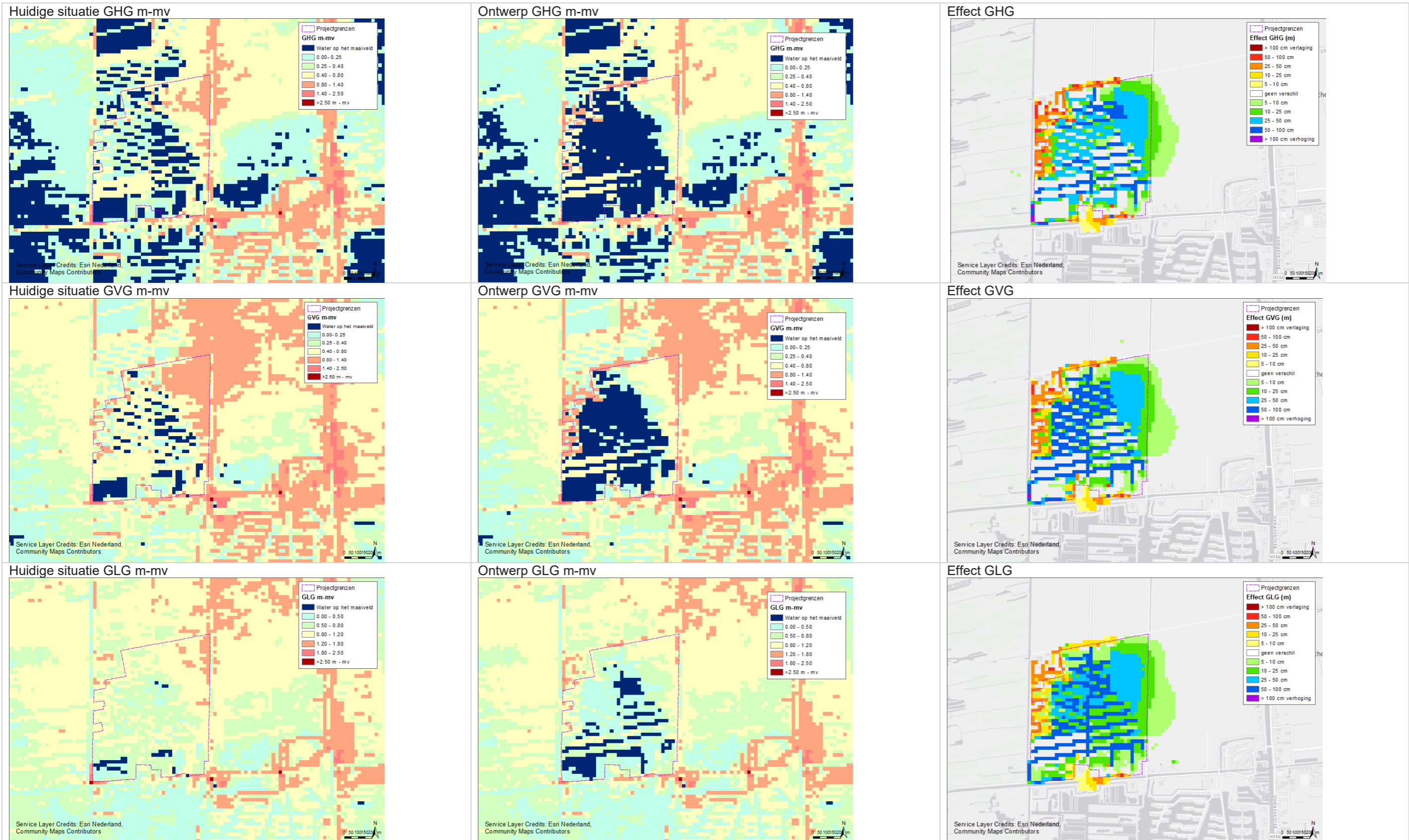


BIJLAGE O – EFFECT OP GRONDWATER POLDER GIETHOORN – ZONDER KWELSLOOT





# BIJLAGE P – EFFECT OP GRONDWATER POLDER GIETHOORN – MITIGATIE



## COLOFON

### HYDROLOGISCH ONDERZOEK DE WIEDEN FASE 2

#### KLANT

Provincie Overijssel

#### AUTEUR

Marloes Arens

#### PROJECTNUMMER

30070402 / LB

#### ONZE REFERENTIE

BIM360Docs

#### DATUM

20 december 2022

#### STATUS

Definitief

#### GECONTROLEERD DOOR

Wilco Klutman  
Senior Specialist Hydrologie

#### VRIJGEGEVEN DOOR

Arjan ter Harmsel  
Adviseur

#### Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264  
6800 AG Arnhem  
Nederland  
+31 (0)88 4261 261

[www.arcadis.com](http://www.arcadis.com)