DR70.IBM.20250404.IO.089.1.0-1 Geohydrologische effecten herinrichting Kwistbeek

Hoogwaterbeschermingsprogramma
Noordelijke Maasvallei

Datum: 3-4-2025

Kenmerk (SP): 9663

Versienummer: 1.0

Status: definitief

In opdracht van

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding 4
1.1 Aanleiding 4
1.2 Doel 4
1.3 Leeswijzer 4
2 Gebiedsomschrijving 5
2.1 Projectlocatie 5
2.2 Maaiveldhoogte 6
2.3 Grondopbouw 6
2.3.1 Regionaal 6
2.3.2 Lokaal 7
2.4 Grondwaterstroming en -meetnet 8
2.4.1 Grondwaterstroming 8
2.4.2 Grondwatermeetnet 9
2.5 Maas 12
3 Ontwerp Kwistbeek 13
4 Modellering 14
4.1 IBRAHYM 14
4.2 Uitgangspunten en aanpassingen IBRAHYM 14
4.2.1 Waterpeilen 15
4.3 Validatie IBRAHYM 16
5 Resultaten 27
5.1 Grondwaterstanden 27
5.2 Grondwaterkwel en -infiltratie naar watergang 30
6 Effectbeoordeling 35
6.1 Bebouwing 35
6.2 Landbouw 35
7 Conclusies 37
7.1 Aanbeveling 37
7.1.1 Mitigerende maatregelen 37
7.1.2 Grondwatermodel 37



8 Referenties 38
Bijlage 1 Meetpunten 39
Bijlage 2 GxG verschil met kadastergrens 40



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Binnen het HWBP Noordelijke Maasvallei project wordt tussen Baarlo en Hout-Blerick de dijk versterkt. Daarnaast is het plan om buitendijks kwelgeulen aan te leggen en wordt een deel van de Kwistbeek heringericht. Waterschap Limburg heeft gevraagd om de geohydrologische effecten op de omgeving als gevolg van de herinrichting Kwistbeek inzichtelijk te maken.

1.2 Doel

Het doel van voorliggende notitie is om de geohydrologische effecten van de herinrichting Kwistbeek inzichtelijk te maken. Dit wordt gedaan door het ontwerp van de herinrichting met het regionale grondwatermodel IBRAHYM door te rekenen. De effecten worden inzichtelijk gemaakt via kwel- en infiltratiekaarten en grondwaterveranderingskaarten.

Voorliggende notitie geeft invulling aan de uitvraag met zaaknummer 2024-Z10723.

1.3 Leeswijzer

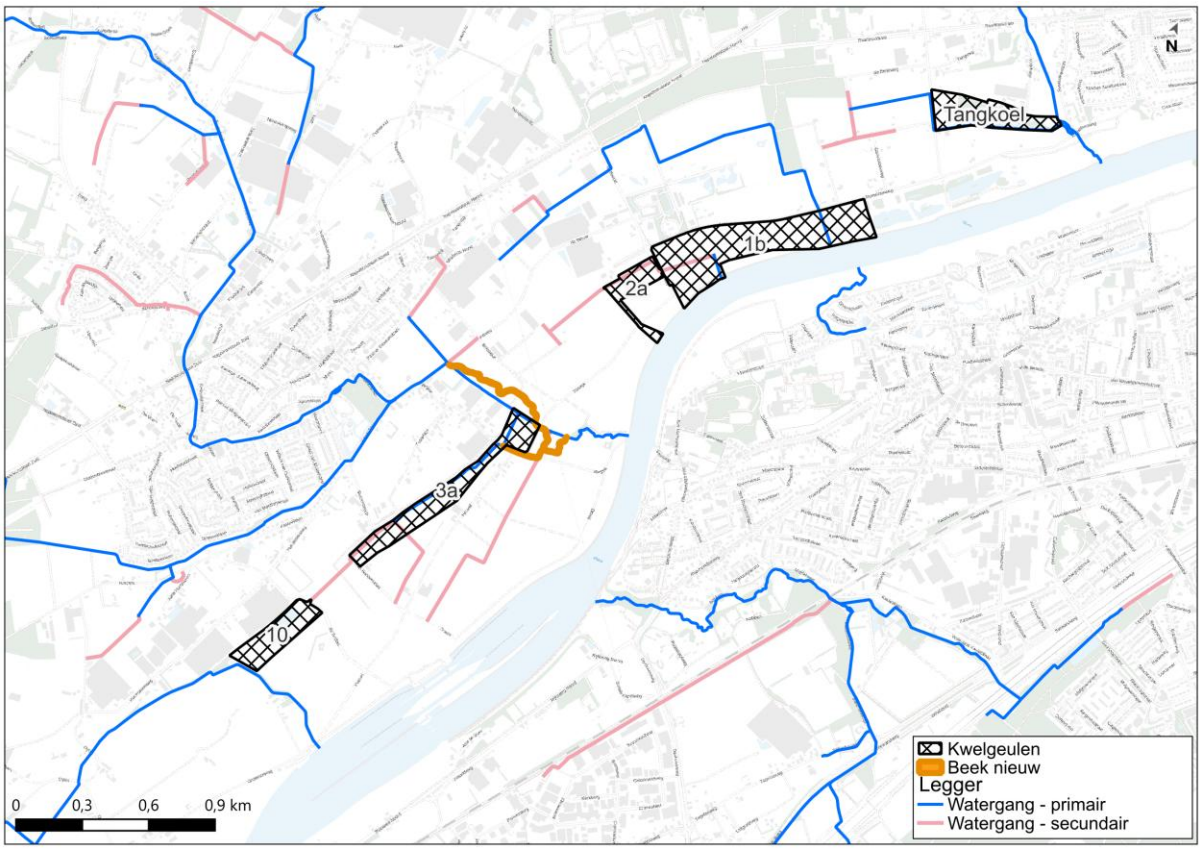
In hoofdstuk 2 is de gebiedsomschrijving opgenomen en in hoofdstuk 3 is het ontwerp van de nieuwe herinrichting van de Kwistbeek gegeven. Hoofdstuk 4 beschrijft de modellering. De resultaten zijn beschreven in hoofdstuk 5. De effectbeoordeling en conclusies zijn beschreven in hoofdstuk 6 en 7. De referenties zijn opgenomen in hoofdstuk 8.



2 Gebiedsomschrijving

2.1 Projectlocatie

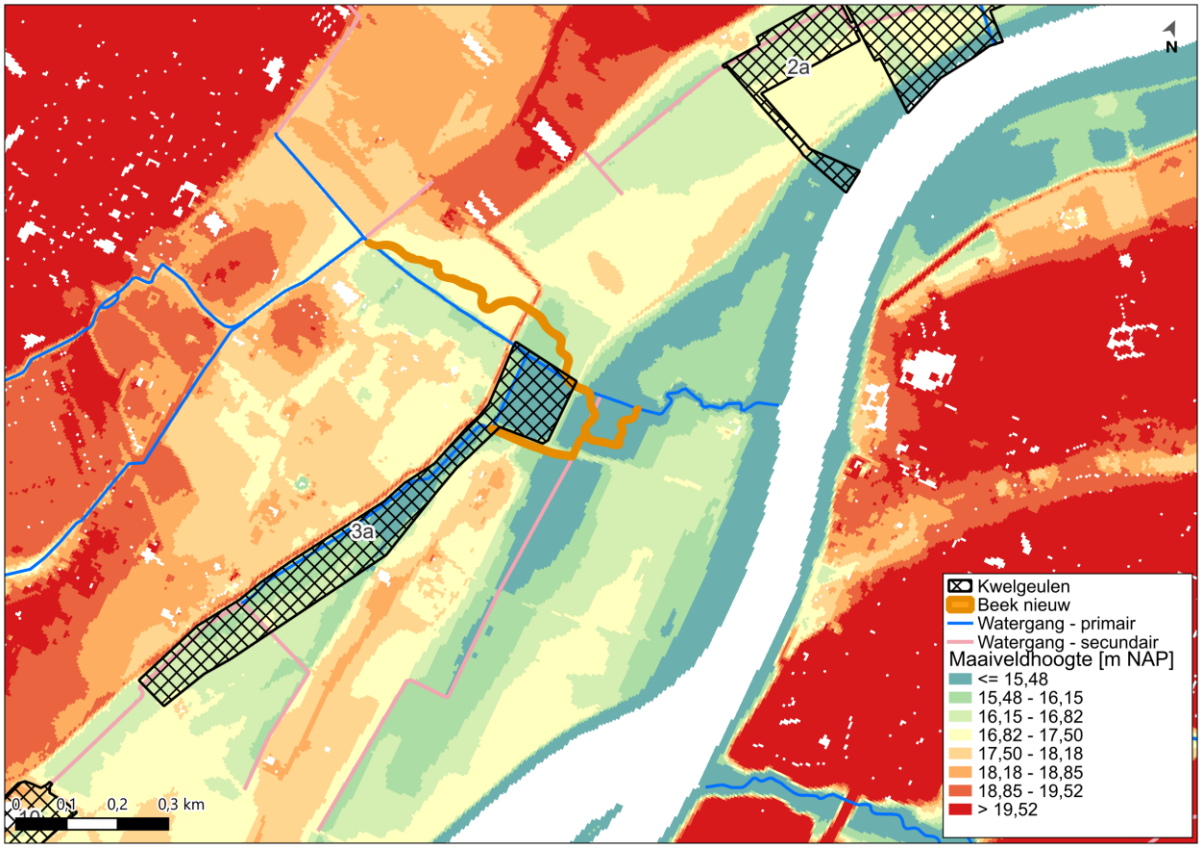
In Figuur 1 is een bovenaanzicht van de kwelgeulen en watergangen weergegeven. In het weergegeven gebied worden kwelgeulen gerealiseerd en een deel van de Kwistbeek opnieuw ingericht. De diepte van de kwelgeulen worden voornamelijk bepaald aan de hand van de GLG zodat deze geulen niet droogvallen tijdens droge periodes. Er is ook aandacht nodig voor de drainagebasis, oftewel op welke hoogte de verschillende compartimenten overlopen of op elkaar zijn aangesloten omdat de kwelgeulen (10 / 3a) worden aangelegd in de bestaande watergang Donkerbemden. De kwelgeulen nemen de afwaterende functie van deze watergang in de nieuwe situatie over. Tevens is de toekomstige aansluiting op de Kwistbeek van belang.



Figuur 1: Bovenaanzicht kwelgeulen en watergangen

2.2 Maaiveldhoogte

Het maaiveld in de omgeving van de projectlocatie is bepaald op basis van AHN4 [ref. 1] en is weergegeven in Figuur 2. De beoogde kwelgeulen liggen in de natuurlijke geulen op circa NAP + 15 m.

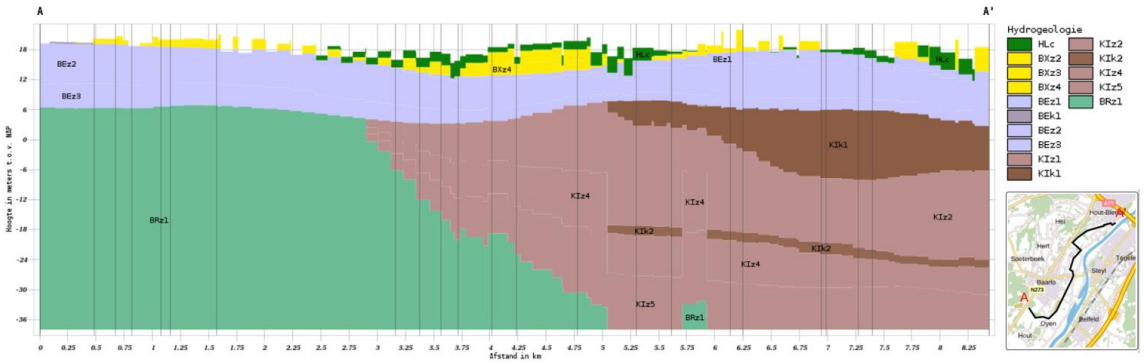


Figuur 2: Maaiveldhoogte op de projectlocatie

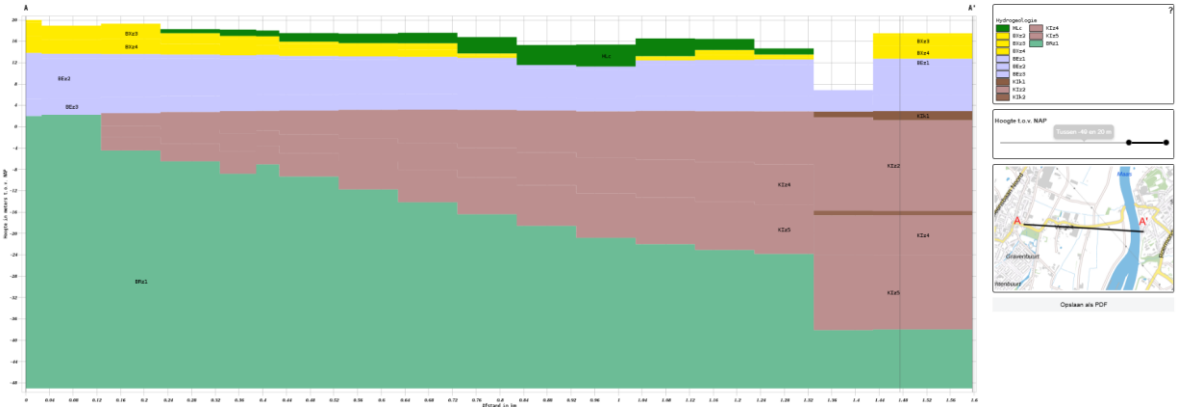
2.3 Grondopbouw

2.3.1 Regionaal

Om de regionale grondopbouw in kaart te brengen is gebruik gemaakt van ondergrondmodel REGIS II v2.2.1 [ref. 2]. Figuur 3 laat zien dat de ondiepe bodem bestaat uit meerdere zandlagen behorende tot de Formatie van Beegden, de Formatie van Boxtel en de holocene deklaag. De zandige eenheden van de Formatie van Beegden zijn vlakdekkend over het hele projectgebied en liggen tussen circa NAP +19 m tot circa NAP +5 m. Aan de noordzijde van het projectgebied worden deze zandlagen gevolgd door kleiige en zandige lagen behorende tot de Kiezeloöliet Formatie. Aan de zuidzijde van het projectgebied wordt de Formatie van Beegden gevolgd door zandlagen uit de Formatie van Breda. Figuur 4 geeft een dwarsdoorsnede weer van de regionale bodemopbouw van het achterland tot aan de Maas. Hieruit luidt dat de bodem nabij de Maas bestaat uit het laagpakket van Oost-Maarland behorende tot Formatie van Beegden. Dit laagpakket bestaat voornamelijk uit kleiige rivierafzettingen.



Figuur 3: Regionale grondopbouw volgens REGIS II [ref. 2]. De dijk is aangegeven door de zwarte lijn.

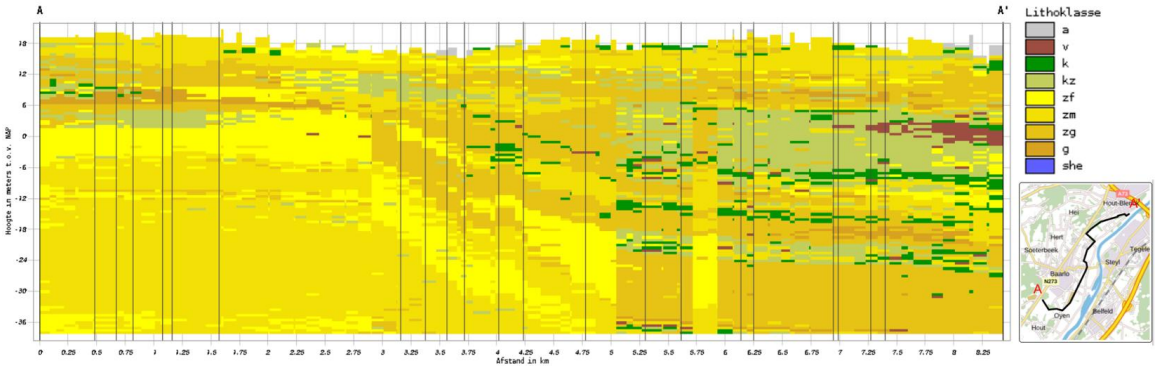


Figuur 4: Doorsnede van de regionale bodemopbouw van het achterland tot aan de Maas volgens REGIS II [ref. 2].

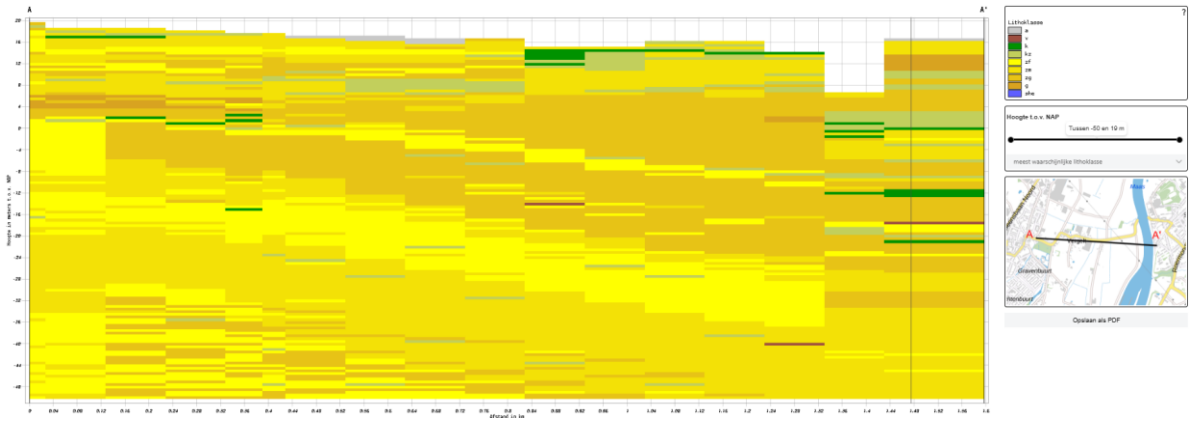
2.3.2 Lokaal

De lokale grondopbouw is bestudeerd met behulp van GeoTOP [ref. 2]. Figuur 5 geeft de ondiepe grondopbouw weer volgens GeoTOP. Aan het oppervlak is fijn zand aanwezig met de onderkant van deze laag tussen circa NAP +16 m tot circa NAP +15 m. Op sommige plekken binnen het projectgebied is een dunne laag klei aanwezig aan het oppervlak. Het is aannemelijk dat deze kleilaag niet vlakdekkend is. De fijne zandlaag wordt gevolgd door een afwisseling van kleiige, matige en grove zandlagen tot circa NAP +8 m. Hieronder ligt aan de noordzijde op een diepte van circa NAP +6 m tot circa NAP -6 m een kleiig zandpakket afgewisseld door veen- en kleilagen. Aan de zuidzijde bevindt zich onder de grove zandlaag klei tot matig fijn zand. Figuur 6 geeft een dwarsdoorsnede weer van de lokale bodemopbouw van het achterland tot aan de Maas. Hieruit luidt dat de ondergrond langs de Maas bestaat uit overwegend veel klei.





Figuur 5: Lokale grondopbouw volgens GeoTOP [ref. 2]. De dijk is aangegeven door de zwarte lijn.



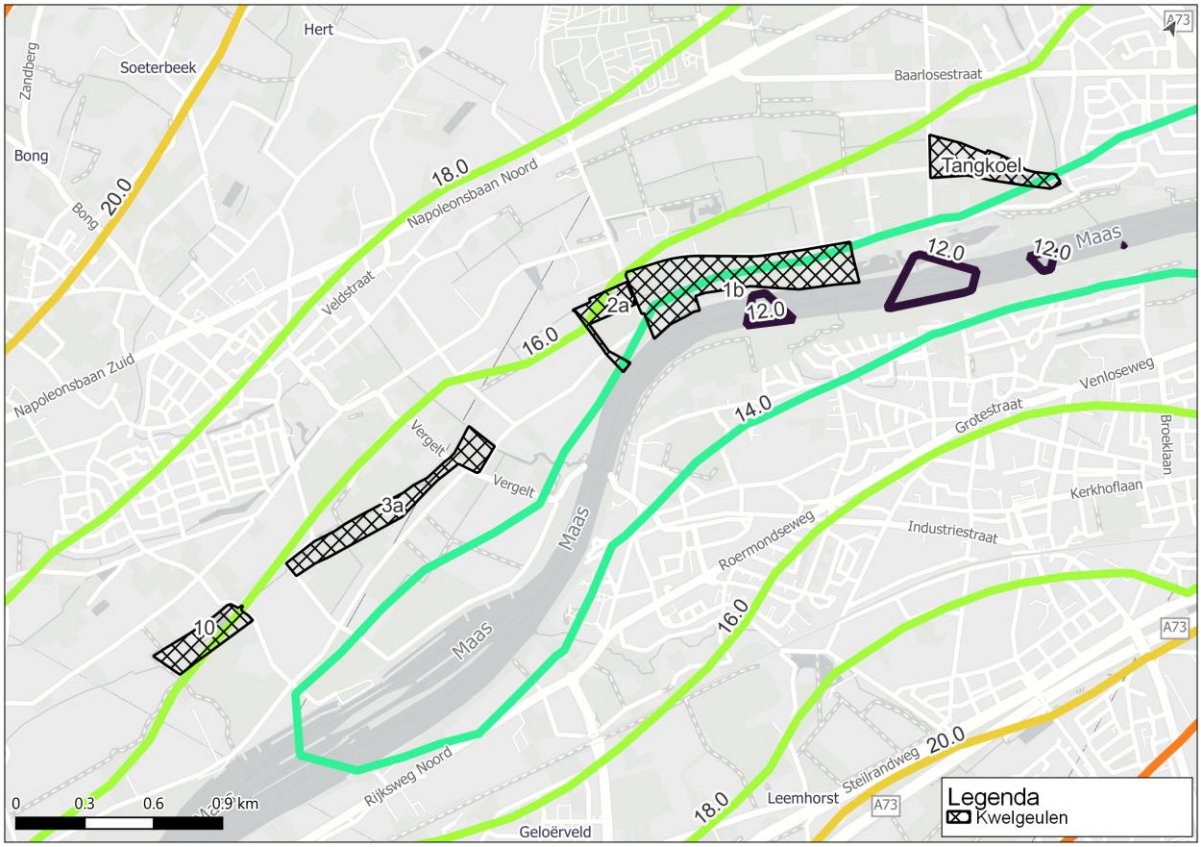
Figuur 6: Doorsnede van de lokale bodemopbouw van het achterland tot aan de Maas volgens GeoTOP [ref. 2].

Uit de boorstaten van de huidige meetpunten blijkt dat de ondiepe bodemopbouw bestaat uit een dunne deklaag, die aanzienlijk varieert in dikte en niet vlakdekkend is over het hele gebied. Onder deze deklaag bevindt zich een onderliggend zandpakket. Deze meetpunten zijn voornamelijk geplaatst in het voorland. Bij meetpunten die dicht bij de Maas staan is meer klei aangetroffen.

2.4 Grondwaterstroming en -meetnet

2.4.1 Grondwaterstroming

Om een vlakdekkend beeld te geven van de grondwaterstroming in het projectgebied zijn de berekende isohypsen van de grondwaterstand weergegeven (Figuur 7). Deze zijn overeenkomend met modellaag 1 van het landelijk hydrologisch model (LHM) [ref. 3]. Op basis van deze resultaten heeft de Maas een afwaterende functie, waardoor grondwater uit de omgeving naar de Maas stroomt.



Figuur 7: Berekende grondwaterstanden op basis van het LHM [ref. 3].

2.4.2 Grondwatermeetnet

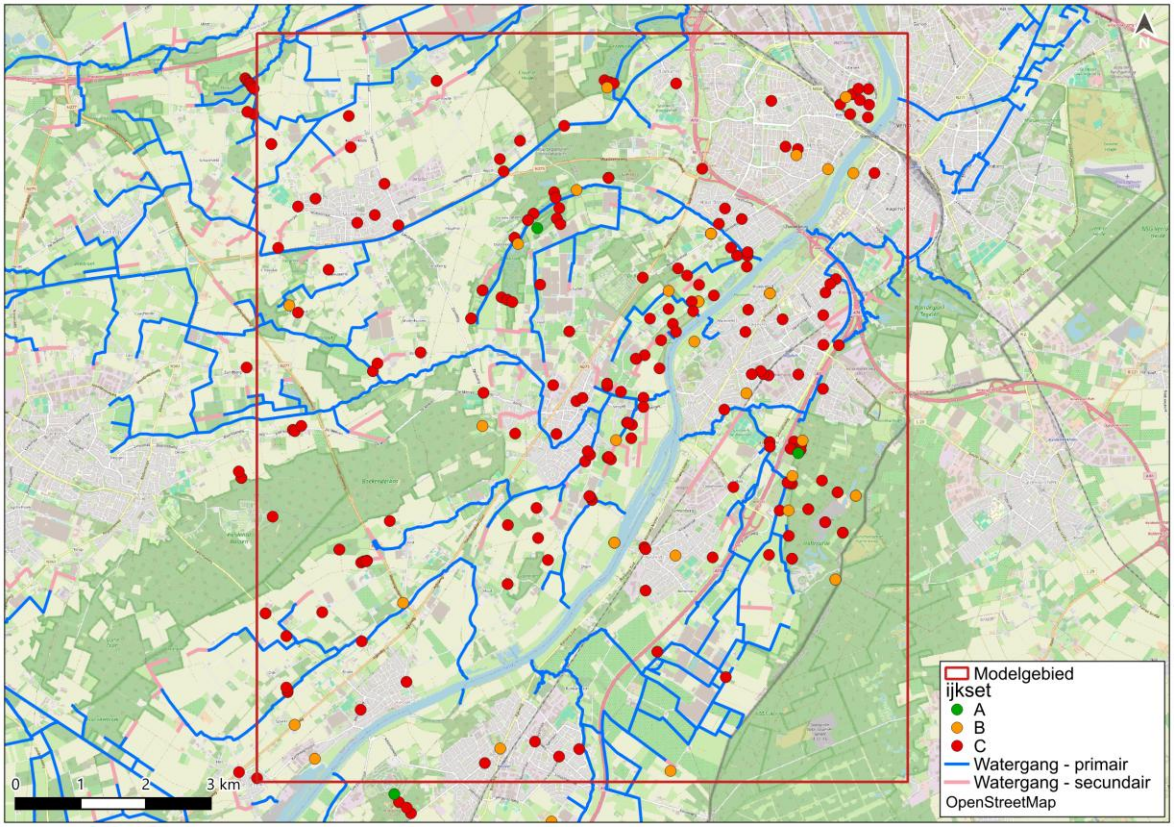
In het projectgebied zijn diverse peilbuizen (grondwatermeetpunten) beschikbaar. De peilbuizen in het modelgebied zijn weergegeven in Figuur 8. De weergegeven peilbuizen zijn de beschikbare peilbuizen van DINOloket [ref. 4], gemeenten [ref. 5] en projectpeilbuizen.

Vanwege een beperkt aantal beschikbare peilbuizen binnen het projectgebied zijn in het voorjaar van 2024 aanvullende projectpeilbuizen in het projectgebied geplaatst. Deze zijn ook weergegeven in Figuur 8.

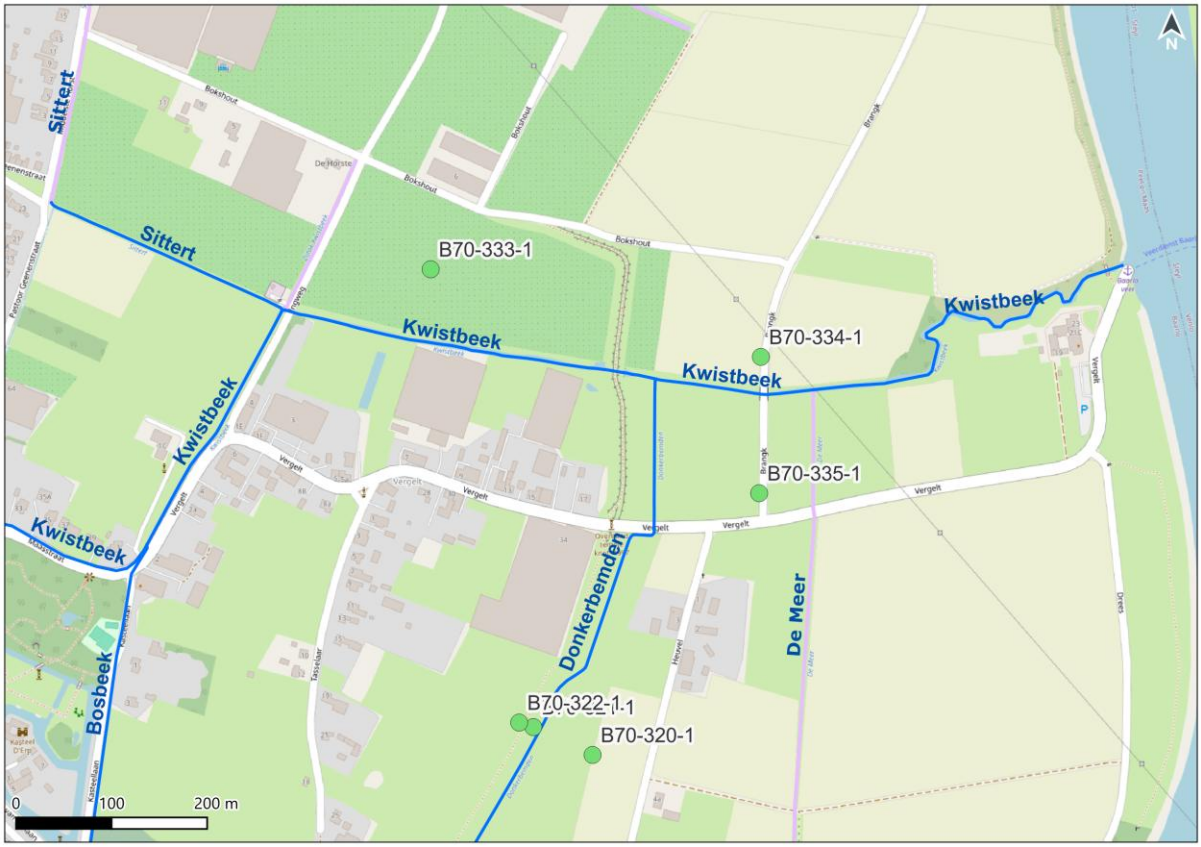
De peilbuizen zijn opgesplitst in 3 categorieën op basis van de kwaliteit van de meetreeks. De kwaliteit wordt bepaald aan de hand van de tijdsduur tussen het begin en het eind van de reeks en de maximale lengte van ontbrekende data. Hierbij wordt enkel gekeken naar de meetreeks tussen 2012 en 2020 vanwege de modelanalyse. De eisen per categorie zijn als volgt:

- A set: minimaal 7 jaar aan data, waarbij maximaal 3 maanden achter elkaar ontbreken;
- B set: minimaal 2 jaar aan data, waarbij maximaal 3 maanden achter elkaar ontbreken;
- C set: alle overige peilbuizen.

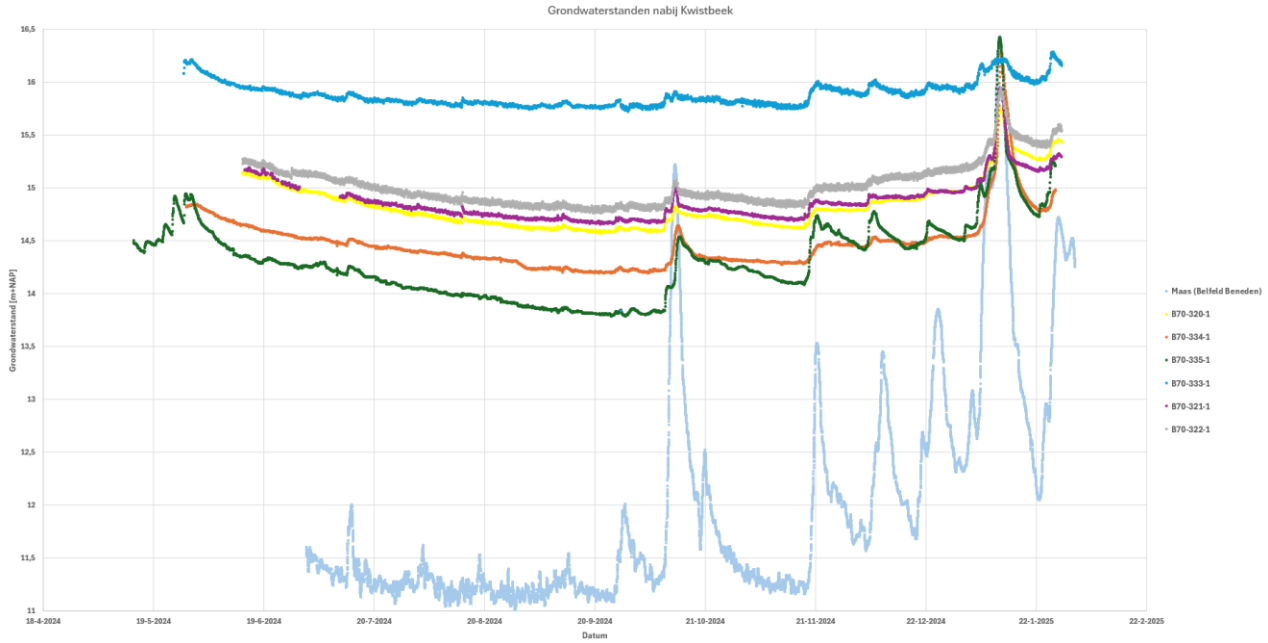
In Figuur 9 zijn de peilbuislocaties rondom de Kwistbeek weergegeven.



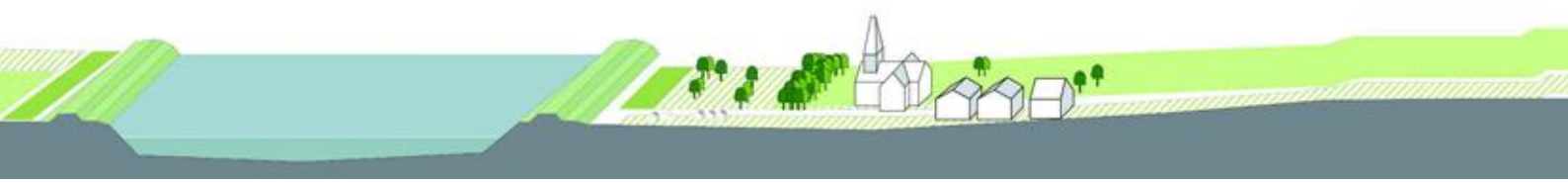
Figuur 8 Peilbuislocaties



Figuur 9 Peilbuislocaties rondom de Kwistbeek

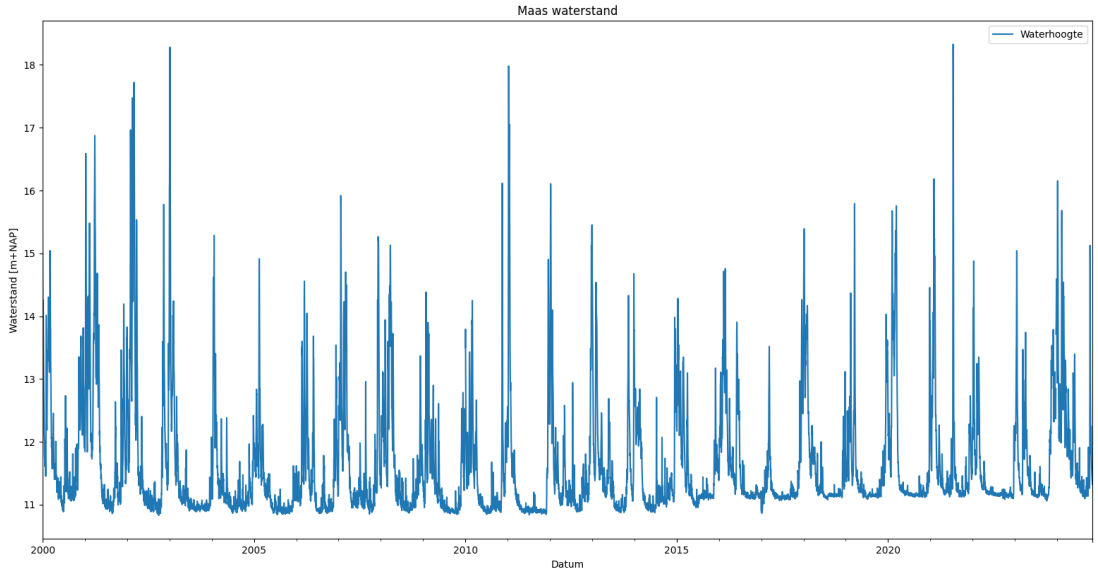


Figuur 10 Peilbuismeetreeksen samen met de Maas



2.5 Maas

De Maas heeft een sterke invloed op de regionale grondwaterstand. In gemiddelde en laagwater omstandigheden voert de Maas grondwater af. Als de waterstand hoog staat in de Maas kan deze water aanvoeren. De Maas fluctueert bij meetpunt Belfeld beneden (benedenstrooms sluis Belfeld) tussen NAP +11,0 en +18,0 m. In Figuur 11 is de meetreeks van de waterhoogte van de Maas bij Belfeld beneden weergegeven.



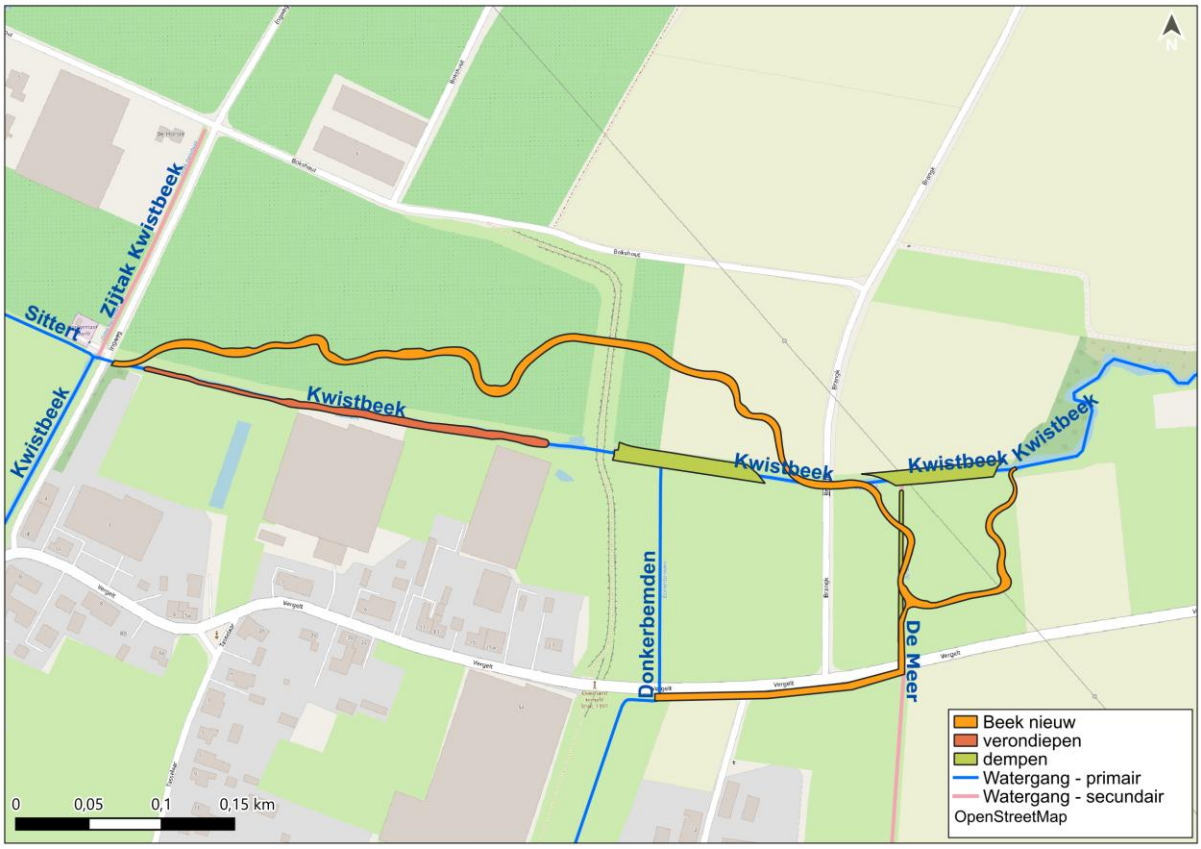
Figuur 11 Waterstand Maas (benedenstrooms sluis Belfeld)



3 Ontwerp Kwistbeek

Het nieuwe ontwerp van de Kwistbeek is gegeven in Figuur 12. In het nieuwe ontwerp zal de Kwistbeek gaan meanderen. Stroomopwaarts van de dijk zal in het nieuwe ontwerp de huidige ligging van de Kwistbeek worden verondiept en dienen als waterberging. Tussen de dijk en Brangk wordt de huidige watergang gedempt.

Door het nieuwe ontwerp zal de aansluiting van de Donkerbemden op de Kwistbeek ook veranderen. Deze watergang zal aantakken op De Meer en vanaf daar weer aantakken op de Kwistbeek. De huidige aansluiting van de Donkerbemden tussen Vergelt en de Kwistbeek zal hierbij vervallen. Wel zal de bestaande tak van de Donkerbemden blijven bestaan. Deze zal aantakken op de nieuwe ligging van de Donkerbemden, waardoor de waterstanden hier hoger worden.



Figuur 12: Het ontwerp van de aanpassing van de Kwistbeek

4 Modellering

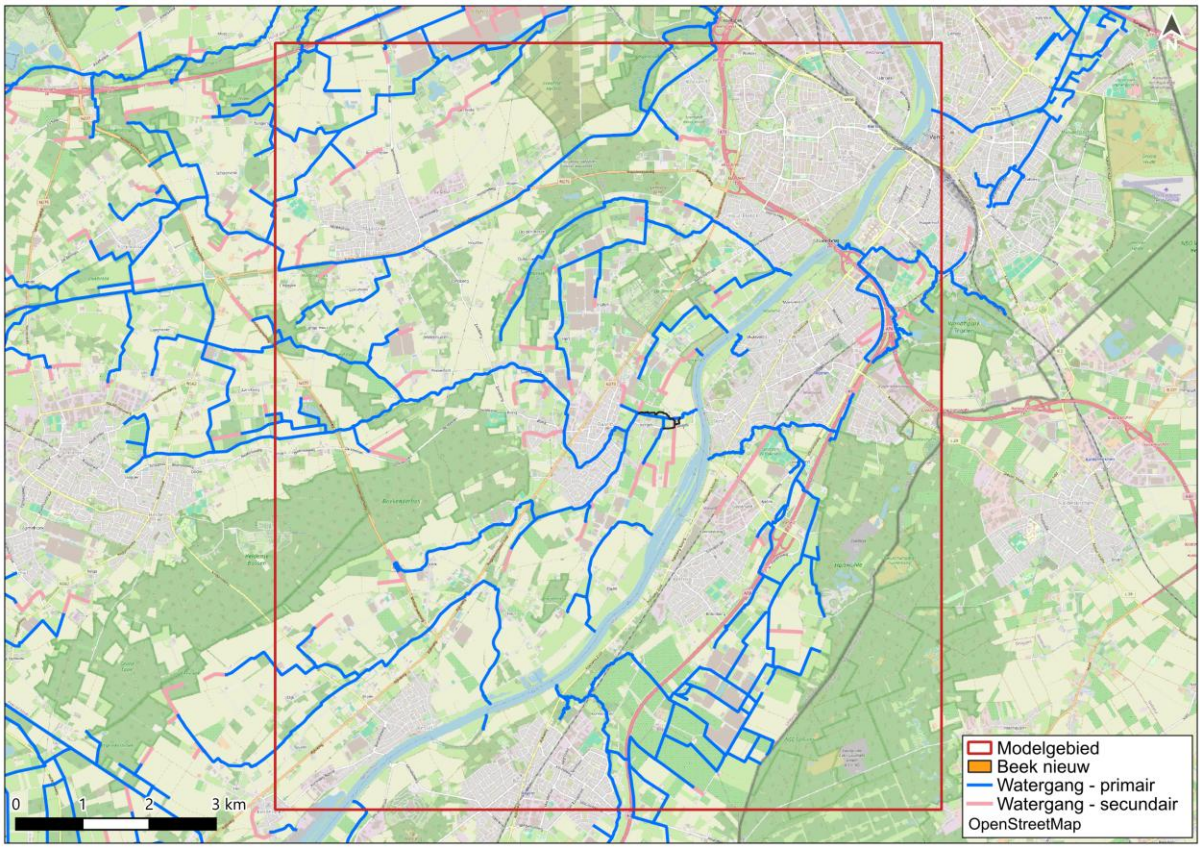
4.1 IBRAHYM

Om de geohydrologische effecten van de Kwistbeek inzichtelijk te maken is gebruik gemaakt van het regionale grondwatermodel IBRAHYM, versie 3.0.1. Dit is de meest recente versie van IBRAHYM, waarin gebruik wordt gemaakt van iMOD versie 5.6.1 [ref. 8] en MODFLOW6 [ref. 7].

4.2 Uitgangspunten en aanpassingen IBRAHYM

Voor de modellering van de Kwistbeek is een uitsnede gemaakt van IBRAHYM. Het gebied van de uitsnede is x = [199500, 209500], y=[365800, 377300] in coördinatenstelsel EPSG:28992 en is weergegeven in Figuur 13. Dit is een gebied van ongeveer 10,0 x 11,5 km^2. De horizontale modelresolutie is 25 x 25 m.

Het model is doorgerekend voor de periode 1 januari 2010 tot en met 31 december 2020 met dagelijkse tijdstappen. De eerste twee jaar zijn gebruikt als inloopperiode van het model. De resultaten vanaf 1 januari 2012 zijn gebruikt voor de analyse.



Figuur 13 Modelgebied IBRAHYM modellering

4.2.1 Waterpeilen

De waterpeilen en de bodemhoogte in de Kwistbeek zijn aangepast. De waterpeilen in zowel de referentie- als de ontwerpsituatie zijn gebaseerd op de eerder uitgevoerde SOBEK-modellering van de Kwistbeek [ref. 6].

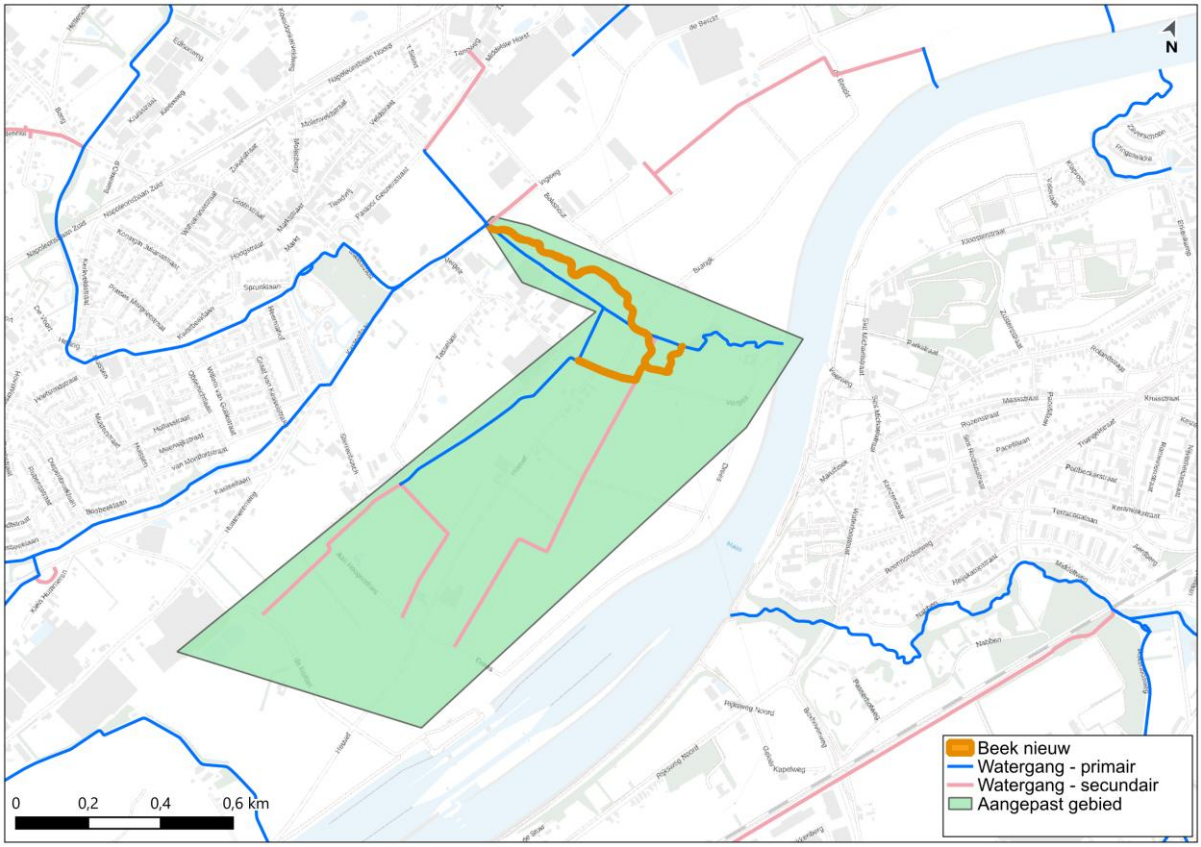
Het waterpeil in de Kwistbeek is gesplitst in een zomer- en een winterpeil. Deze zijn ingeschat op basis van de verschillende SOBEK-modellen. Het gebruikte winterpeil is het peil bij 30% van de maatgevende afvoer in een wintersituatie. Het zomerpeil is het peil behorende bij 20% van de maatgevende afvoer in een zomersituatie. De peilen behorende bij deze situaties zijn gegeven in Tabel 1. De bodemhoogtes van de watergangen zijn ook overgenomen uit de bestaande SOBEK-modellen.

Tabel 1 Water- en bodemhoogtes in het model

	Bodem-hoogte referentie [m+NAP]	Bodem-hoogte ontwerp [m+NAP]	Winterpeil referentie [m+NAP]	Winterpeil ontwerp [m+NAP]	Zomerpeil referentie [m+NAP]	Zomerpeil ontwerp [m+NAP]
Ingweg bovenstrooms brug	15,50	15,50	16,25	16,25	16,40	16,40
Ingweg benedenstrooms stuw	14,90	14,90	15,20	15,35	15,20	15,35
Dijkkruising	13,60	14,10	14,50	14,60	14,75	14,60
Uitstroom Donkerbemden	-	-	13,85	14,55	13,85	14,55
Brangk	13,40	13,80	13,75	14,20	13,75	14,20
De Meer	13,40	13,40	13,70	13,85	13,70	13,85
Bovenstrooms 'vervallen' stuw	-	-	13,60	13,25	13,60	13,25
Maas	-	-	11,40	11,40	11,40	11,40

Enkel in het gebied waar het ontwerp van de Kwistbeek verandert zijn aanpassingen gedaan aan het grondwatermodel. Dit gebied is weergegeven in Figuur 14. Uitgangspunt hierbij is dat de Kwistbeek overal een breedte heeft van 3 meter. De bodemweerstand van de watergangen in het aanpassingsgebied is 1 dag. De conductance van de watergangen komt in dit geval goed overeen met de conductance van de bestaande watergangen in IBRAHYM.





Figuur 14 Gebied waarin watergangen zijn gewijzigd

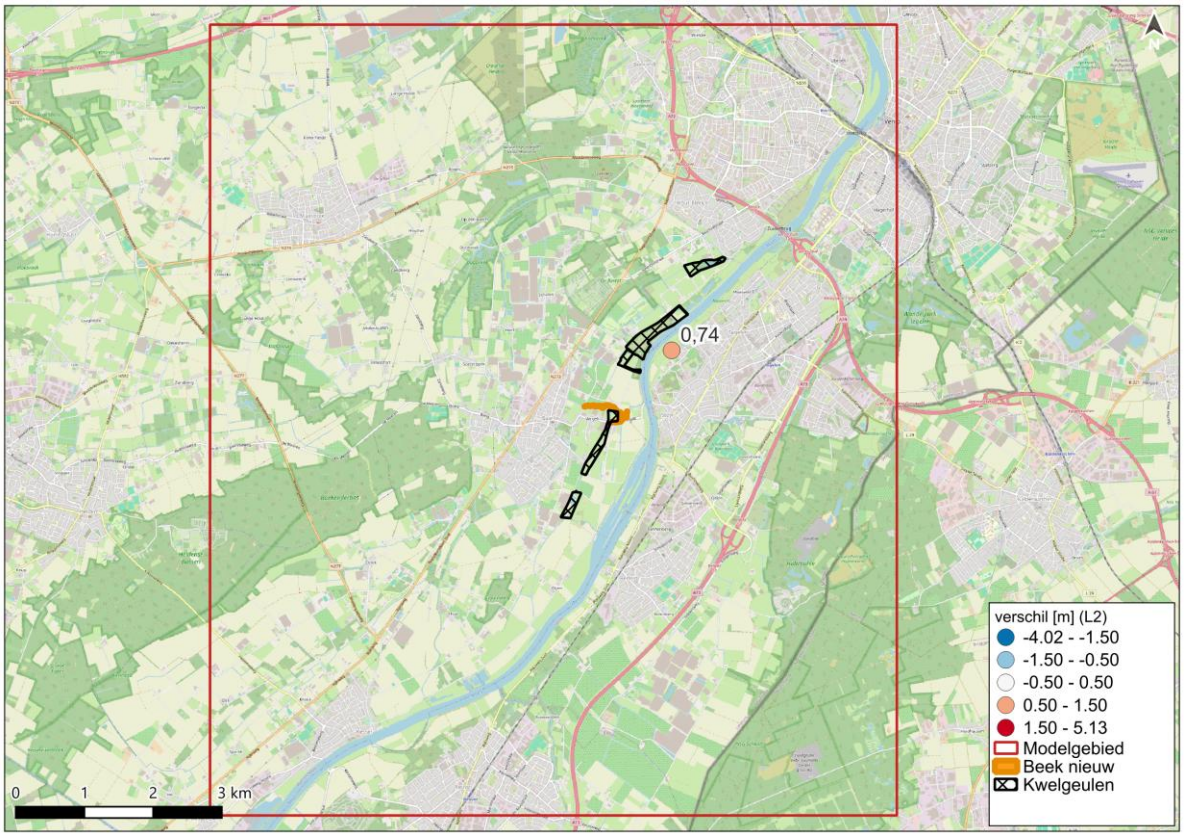
4.3 Validatie IBRAHYM

Om de resultaten uit het grondwatermodel goed te kunnen interpreteren is het gekozen deelmodel eenvoudig gevalideerd. Dit is gedaan op basis van het model met de Kwistbeek in de referentiesituatie zodat de effecten van de herinrichting de validatie niet beïnvloed. Hiervoor zijn enkel de peilbuizen uit de A- en B-set gebruikt.

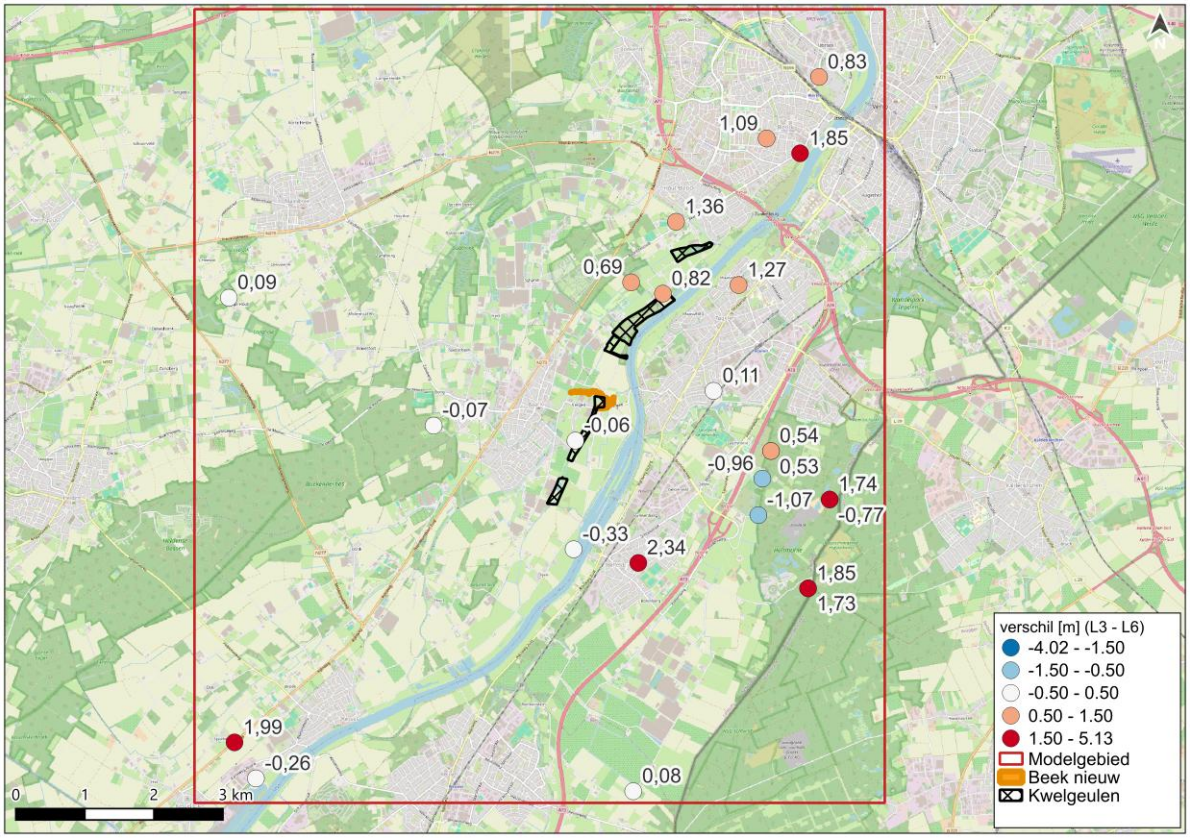
Er zijn geen geschikte peilbuizen aanwezig in de eerste modellaag. De afwijking van de peilbuis uit modellaag 2 (Holocene deklaag) is weergegeven in Figuur 15. De afwijkingen van de peilbuizen uit modellaag 3 tot en met 6 (formatie van Boxtel en Beegden) zijn weergegeven in Figuur 16. De afwijkingen van de peilbuizen uit modellaag 7 tot en met 9 (Kiezeloöliet formatie) zijn weergegeven in Figuur 17. In de diepere modellagen zijn geen peilbuizen aanwezig.

De gemodelleerde grondwaterstand in de Holocene deklaag is lager dan de meting, oftewel het model is te droog ten opzichte van de realiteit. Op enige afstand van de projectlocatie is een peilbuis waarbij het de grondwaterstand 0,72 m te laag wordt gemodelleerd. Op de locatie van de Kwistbeek is een beperkte Holocene deklaag aanwezig. De grondwaterstand fluctueert hier in de formatie van Boxtel en/of Beegden. De grondwaterstanden in deze lagen worden in de directe omgeving van de Kwistbeek te hoog gemodelleerd, op grotere afstand is het model voornamelijk te droog. Ter plaatsen van het projectgebied is de afwijking van het model met ca. 0,06 m beperkt. De

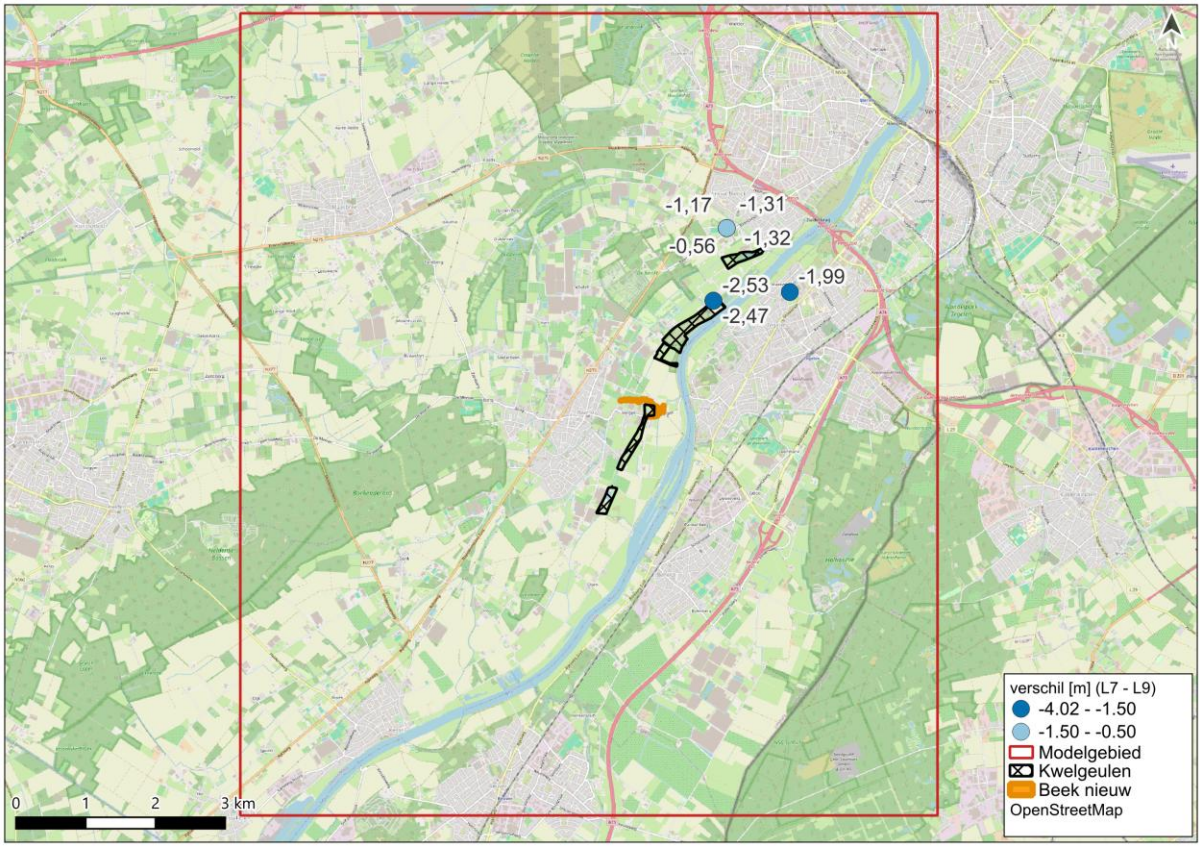
gemodelleerde grondwaterstand in de kiezoloöliet formatie is overwegend te hoog gemodelleerd. Deze modellagen bevatten geen peilbuizen in de omgeving van de Kwistbeek.



Figuur 15 Afwijkingen voor de peilbuis in modellaag 2 Holocene deklaag (meting - model)



Figuur 16 Afwijkingen voor de peilbuizen in modellaag 3 - 6 formatie van Boxtel en Beegden (meting - model)

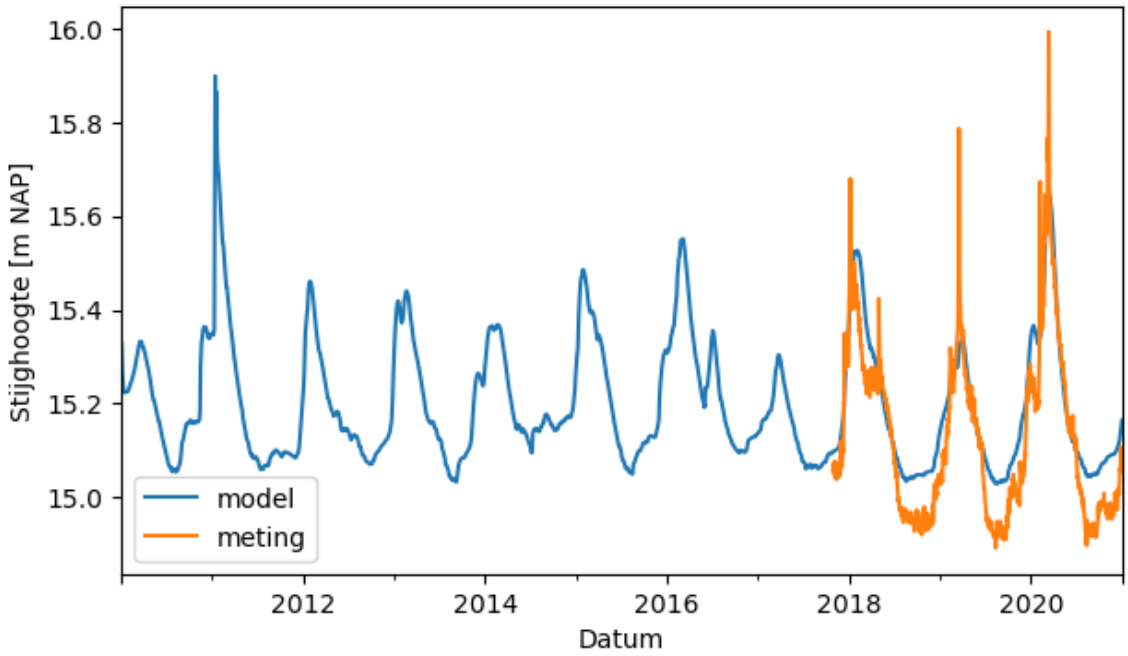


Figuur 17 Afwijkingen voor de peilbuizen in modellaag 7 - 9 Kiezeloöliet formatie (meting - model)

In de buurt van de Kwistbeek zijn beperkt peilbuizen aanwezig. De peilbuis die het dichtst bij de projectlocatie staat is peilbuis B70-01-1-Diep (afwijking -0,06 m). De berekende grondwaterstand in deze peilbuis is hoger dan de gemeten grondwaterstand. Figuur 18 laat de tijdstijghoogtelijn van deze peilbuis zien. Hieruit blijkt dat de gemiddelde waarde redelijk goed overeenkomt. De metingen laten echter een grotere dynamiek zien dan het model.

Twee mogelijke verklaringen hiervoor zijn:

- De Kwistbeek is gemodelleerd met een zomer- en winterpeil, terwijl in werkelijkheid de peilen in de beek meer fluctueren;
- De berging van de deklaag is te hoog gemodelleerd, waardoor de grondwater in werkelijkheid meer fluctueert.

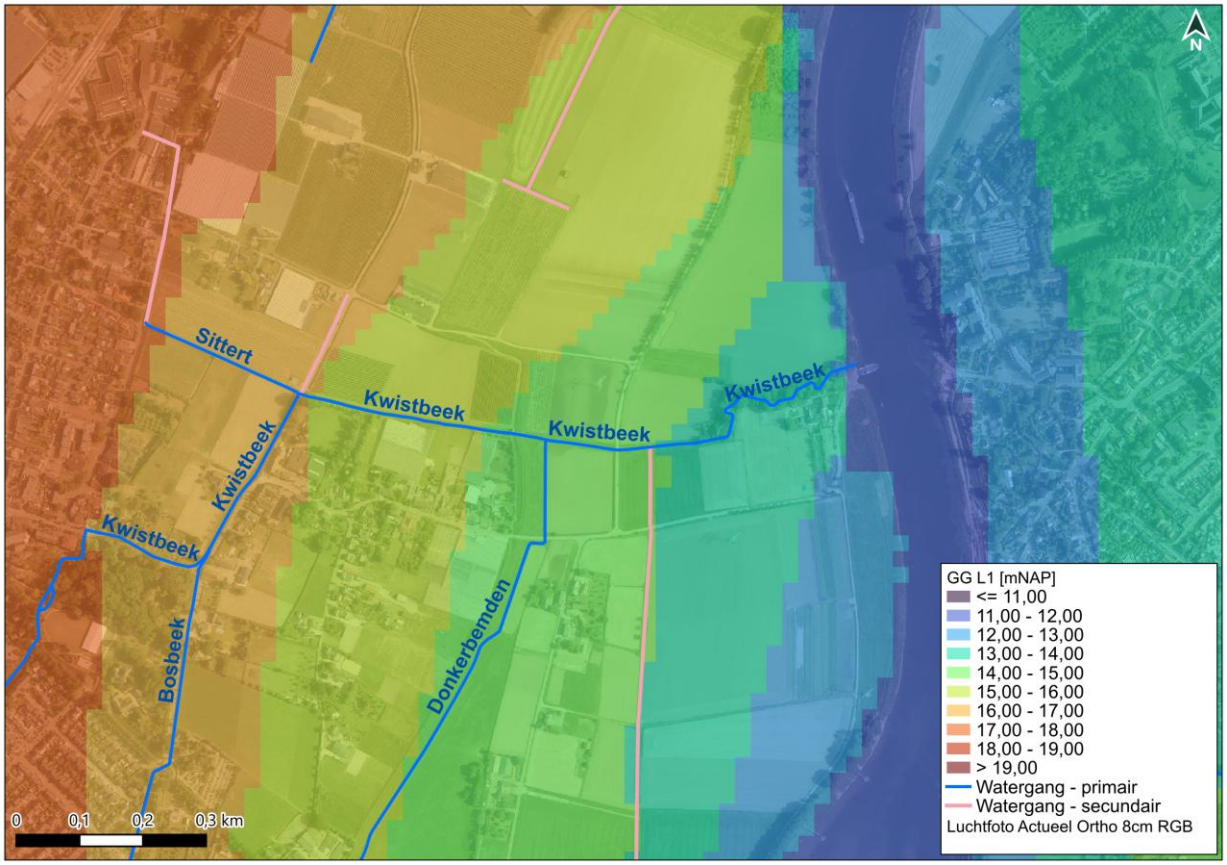


Figuur 18 Tijdstijghoogtelijn voor peilbuis B70-01-1 Diep

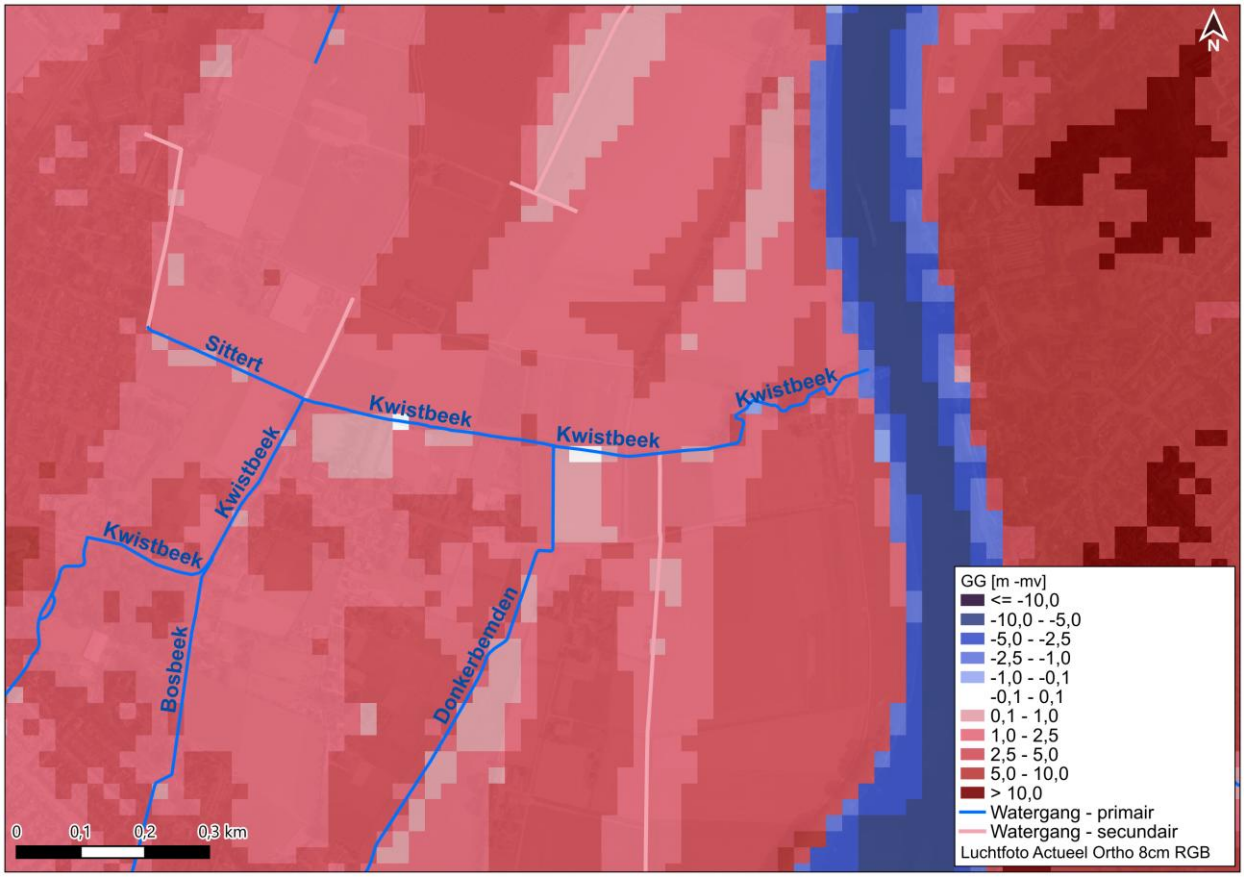
De gemiddelde grondwaterstand is gegeven in Figuur 19. Het regionale beeld komt goed overeen met het beeld uit het LHM, waarbij de Maas drainerend werkt en er een verhang vanuit Baarlo richting de Maas is.

De grondwaterstanden in de Maas zijn lager dan de waardes in het LHM. Verwacht wordt wel dat de waardes in IBRAHYM redelijk zijn, omdat de lagere waardes van de Maas ook beter overeenkomen met de metingen in de diepere peilbuizen.



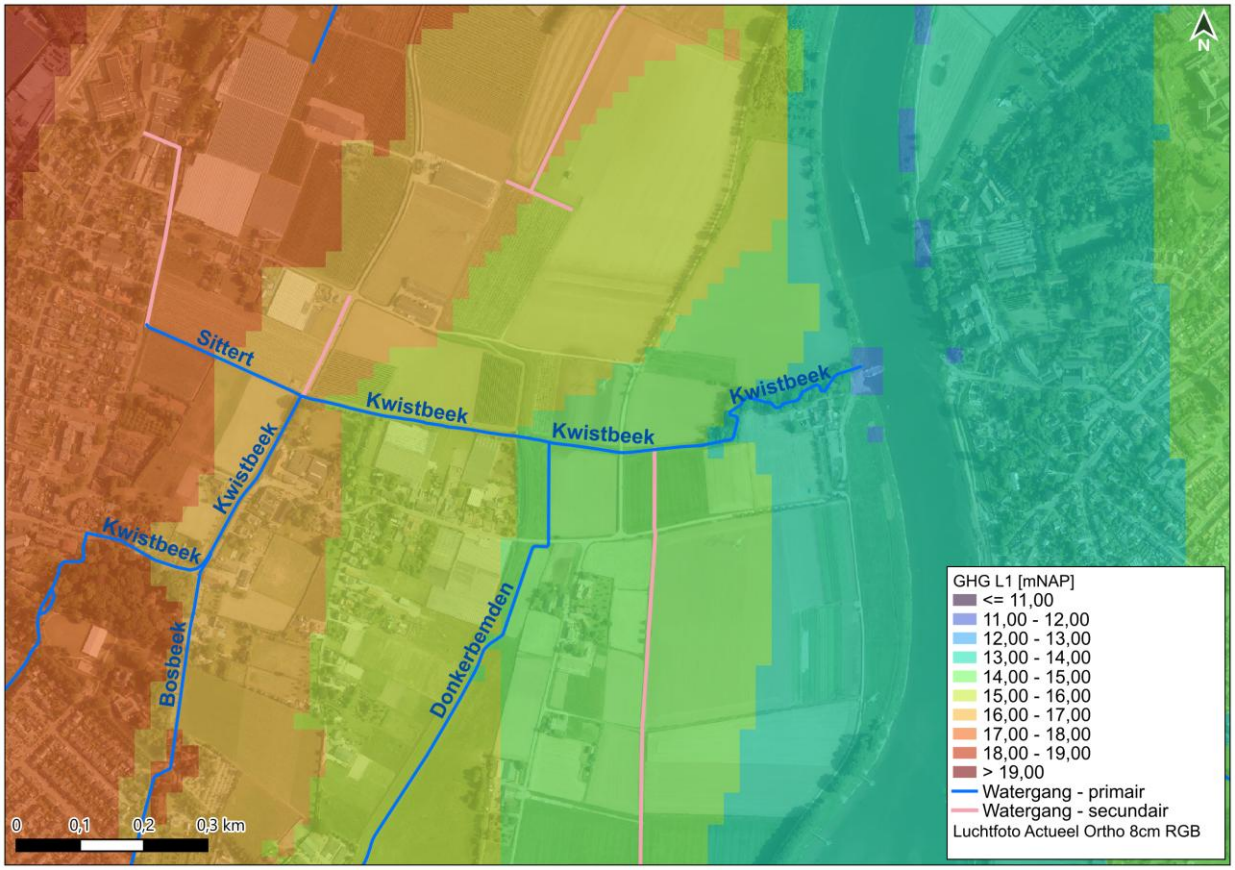


Figuur 19 Gemiddelde Grondwaterstand (GG) [m NAP] in de huidige situatie



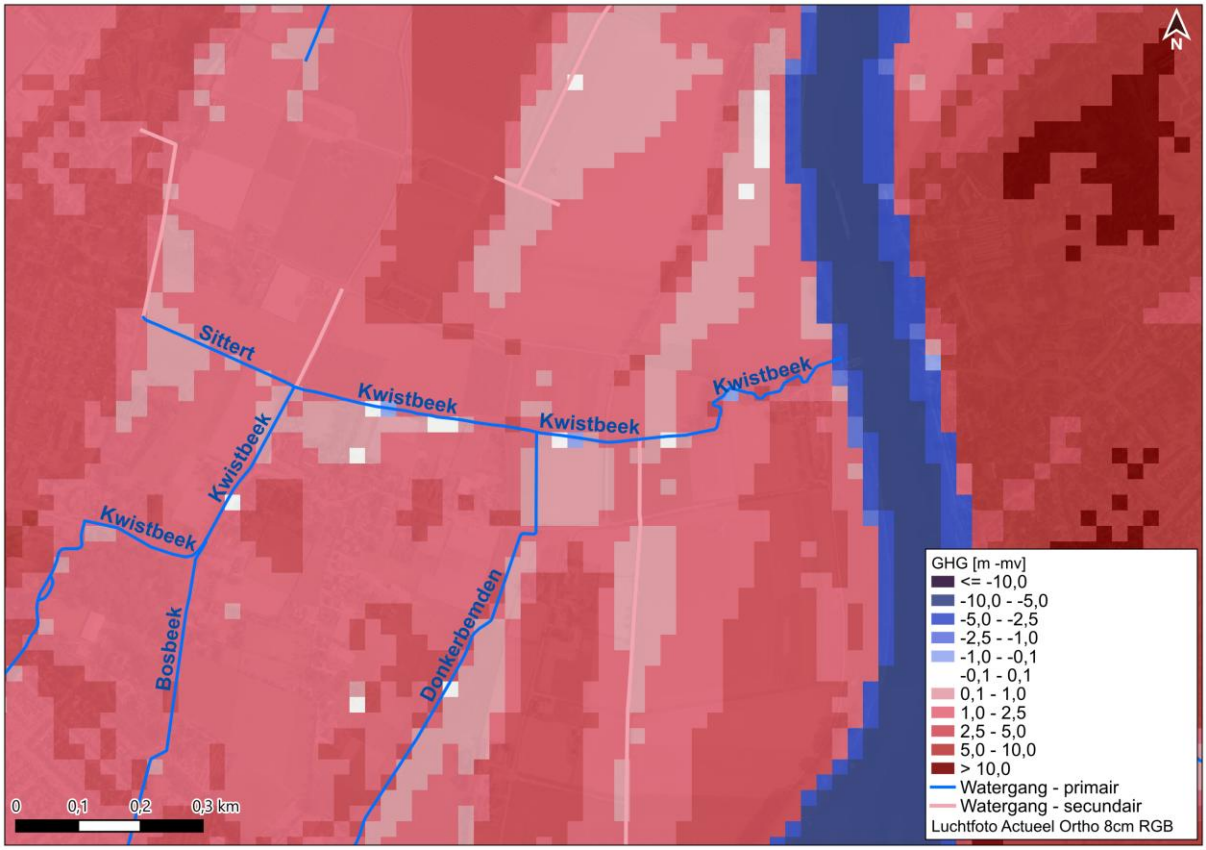
Figuur 20 Gemiddelde Grondwaterstand (GG) in meters onder maaiveld in de huidige situatie





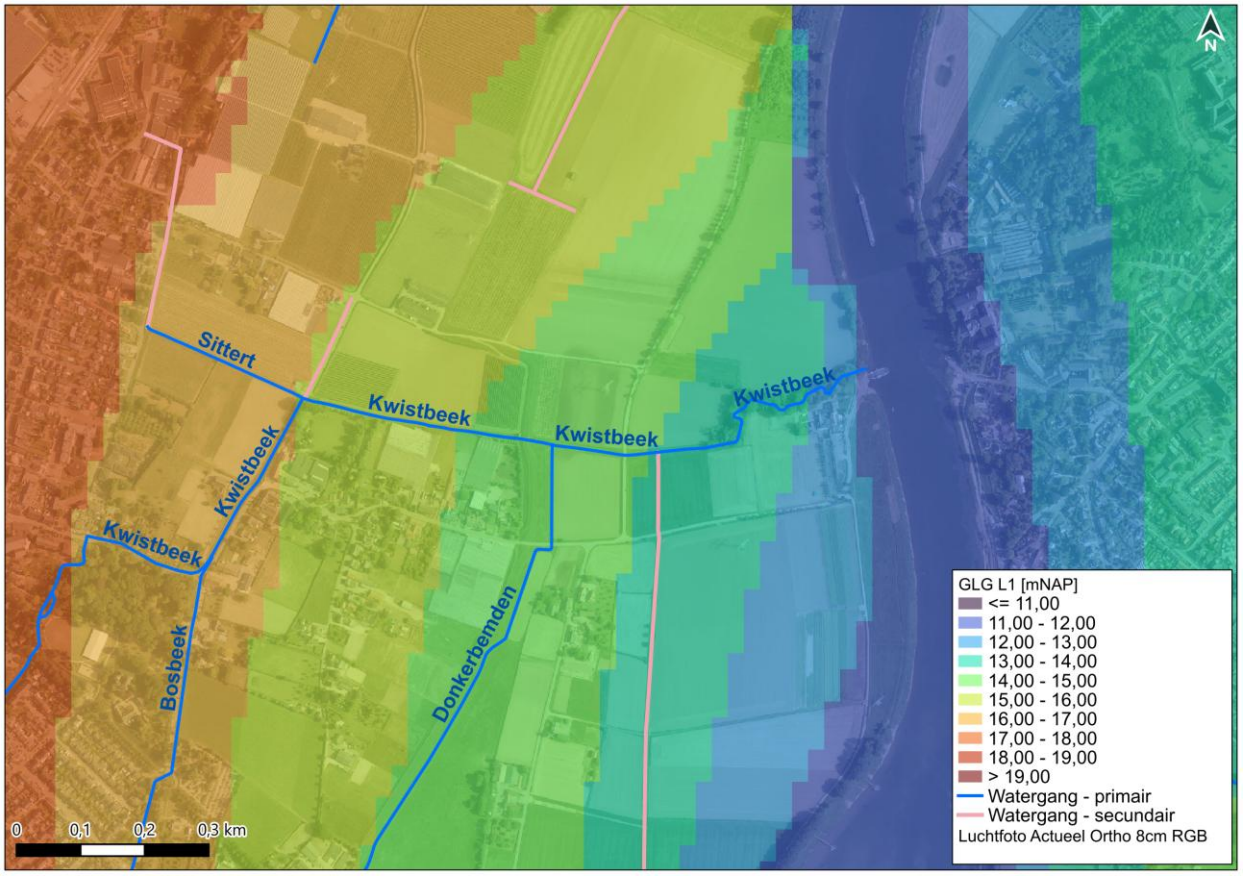
Figuur 21 Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) [m NAP] in de huidige situatie





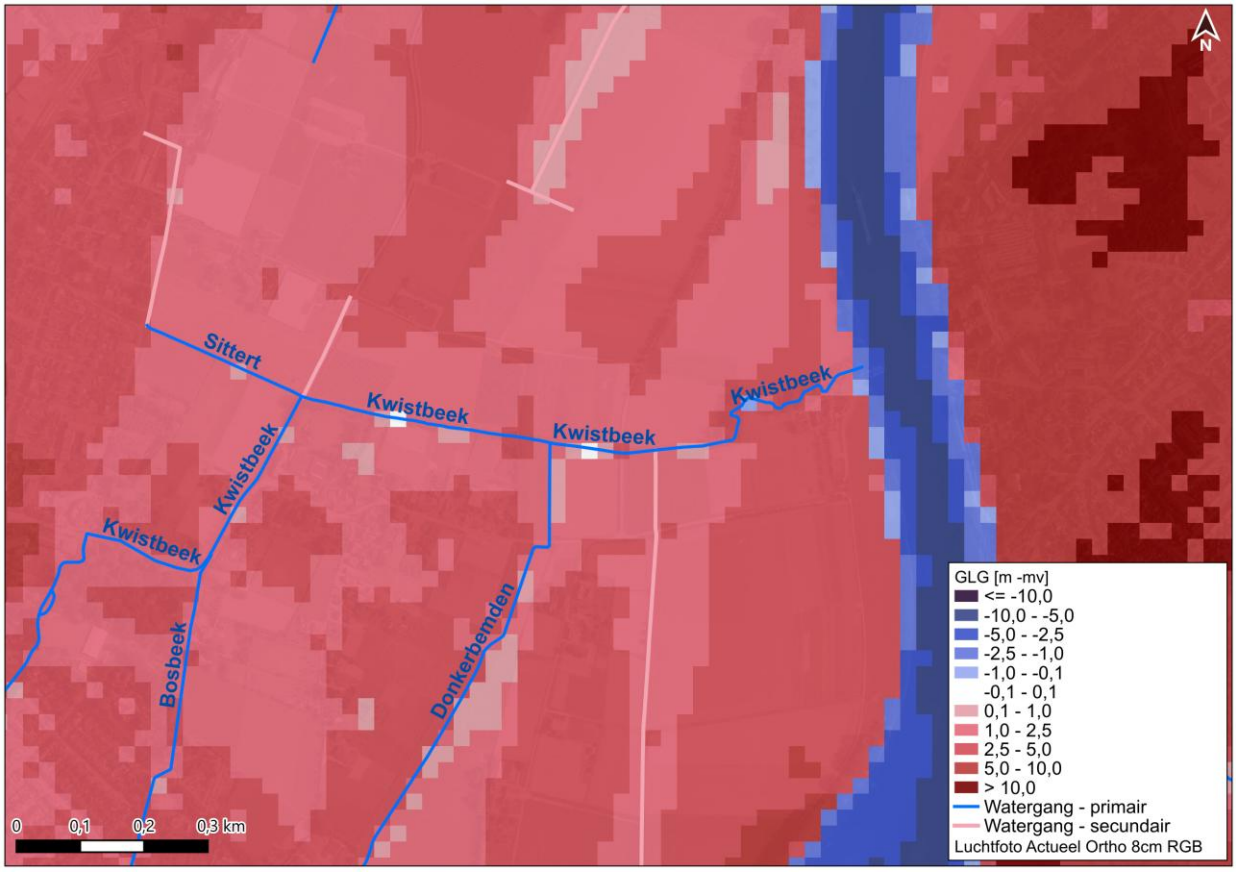
Figuur 22 Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) in meters onder maaiveld in de huidige situatie





Figuur 23 Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) [m NAP] in de huidige situatie





Figuur 24 Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) in meters onder maaiveld in de huidige situatie

Er is een beperkte hoeveelheid aan geschikte peilbuizen beschikbaar voor het valideren van het model. In de omgeving van de Kwistbeek is één peilbuis aanwezig met een lange meetreeks in de modelperiode. Deze peilbuis laat zien dat het model op deze locatie redelijk goed overeenkomt met de werkelijkheid, gezien de beperkte afwijking van 6 cm. Het model vertoont ter plaatse van de peilbuis te weinig uitzakking in de zomermaanden, waardoor de daadwerkelijke GLG-waarde wordt overschat.

Het verhang dat wordt gemodelleerd komt goed overeen met het verhang zoals dit wordt verwacht op basis van het LHM. De absolute waardes bij de Maas zijn wel iets lager dan in het LHM.

Doordat de GLG niet volledig in het model wordt nagebootst kan het model niet worden gebruikt om de exacte verandering van de GLG te bepalen. De GHG en gemiddelde grondwaterstand worden goed gemodelleerd waardoor IBRAHYM een goede indicatie kan geven van het verschil in grondwaterstand.

5 Resultaten

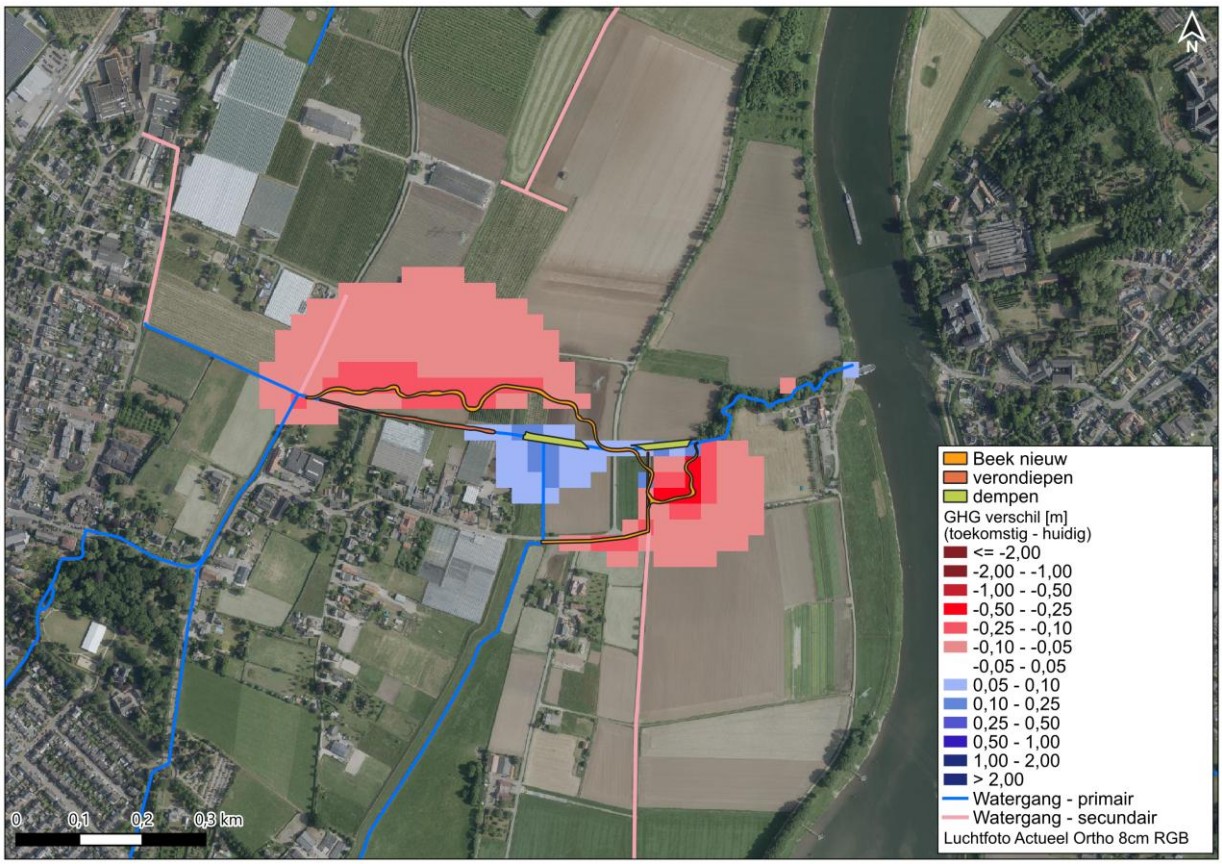
5.1 Grondwaterstanden

In Figuur 25 en Figuur 27 is de verandering van de GHG en GLG weergegeven. In Figuur 28 is de verandering van de gemiddelde grondwaterstand weergegeven. In Bijlage 2 zijn de effecten weergegeven samen met de kadaster-perceelbegrenzing.

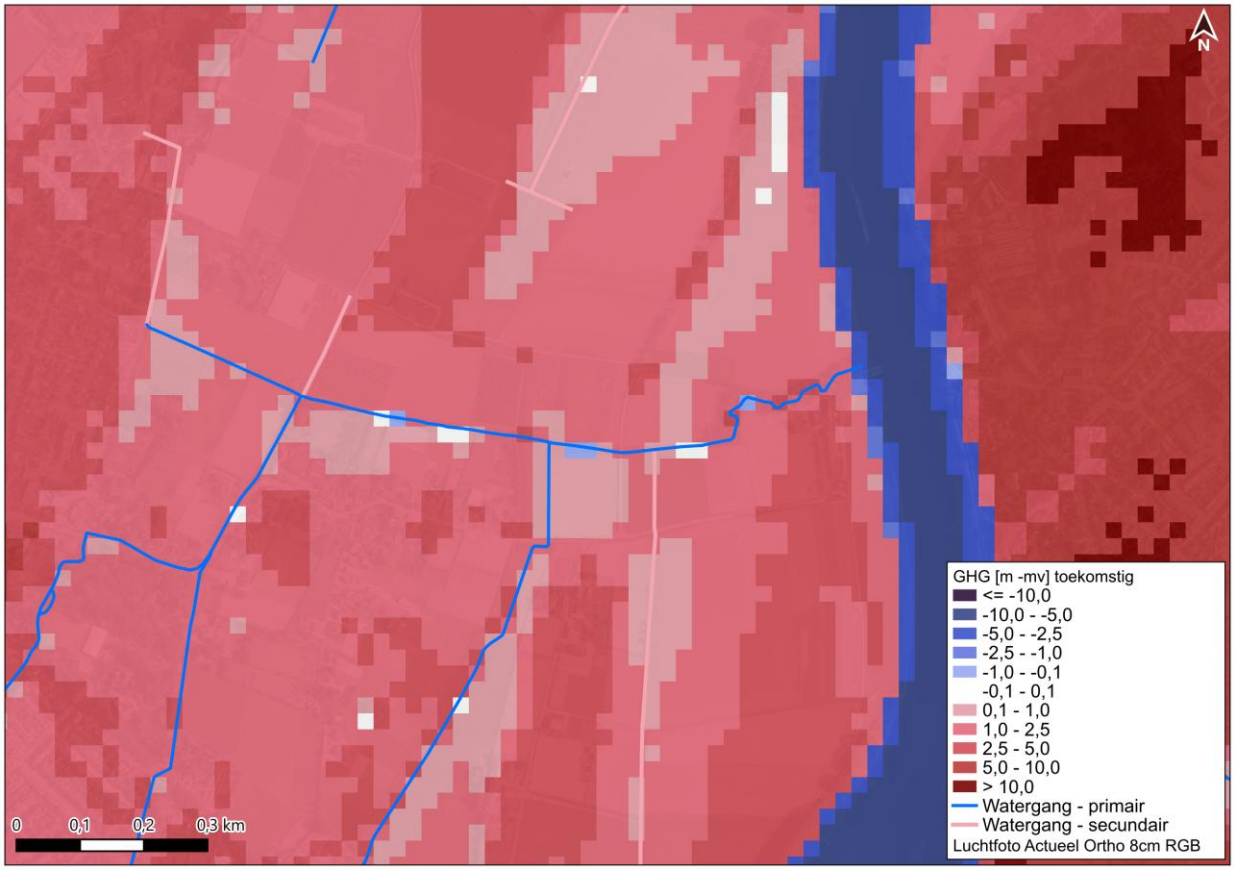
Over het algemeen is het beeld dat de verlegging in combinatie met verontdieping van de Kwistbeek zorgt voor een daling van de GHG en de gemiddelde grondwaterstand tot ca. 25 cm bovenstrooms van de dijk. De verlegging van de Kwistbeek zorgt voor lokaal verbeterde ontwateringssituatie.

Op de locatie waar de Kwistbeek wordt gedempt stijgt de GHG, GLG en gemiddelde grondwaterstand tot 25 cm door het wegnemen van de ontwateringsfunctie.

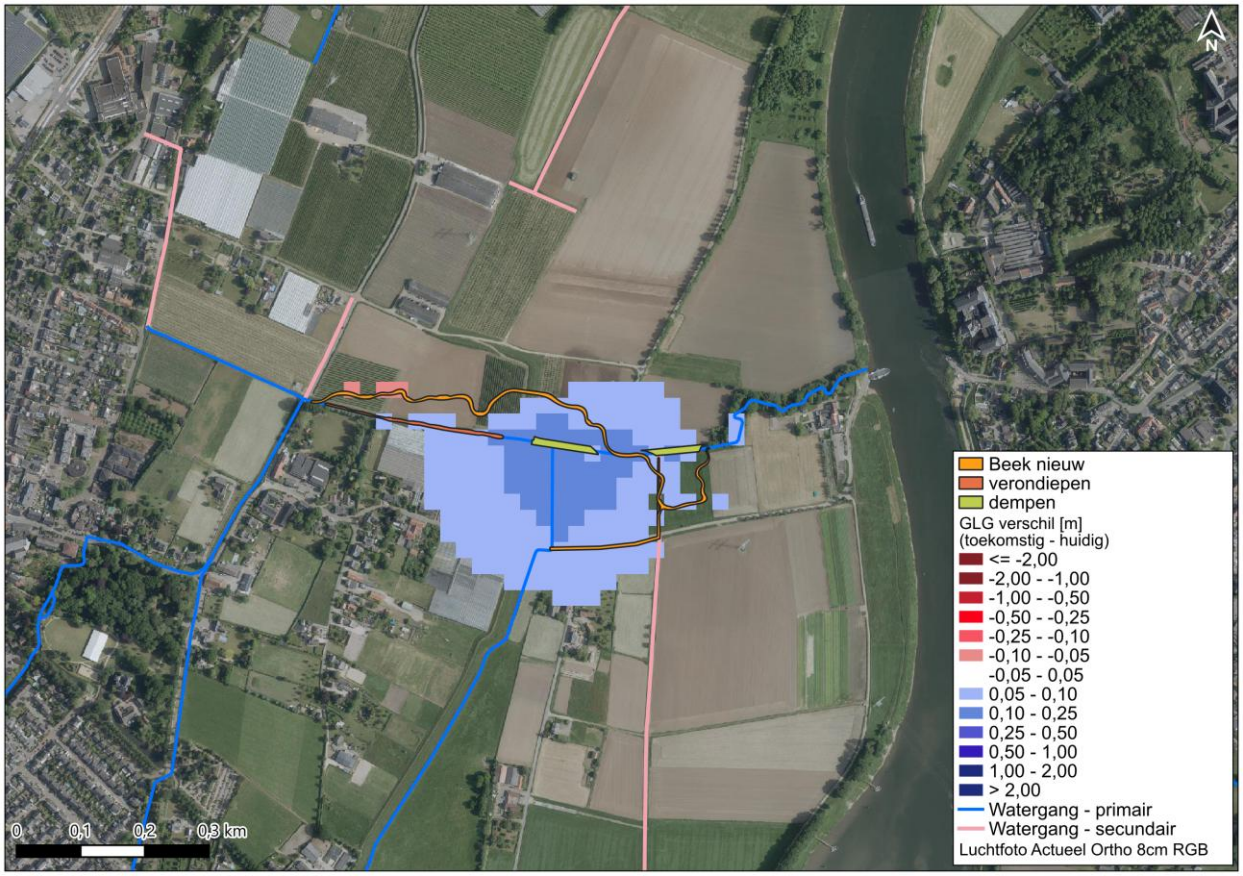
De omlegging van de Donkerbemden via Vergelt richting De Meer en de daar meanderende Kwistbeek (ten oosten van de weg Brangk) zorgt over het algemeen een daling van de GHG en gemiddelde grondwaterstand van ca. 25 cm.



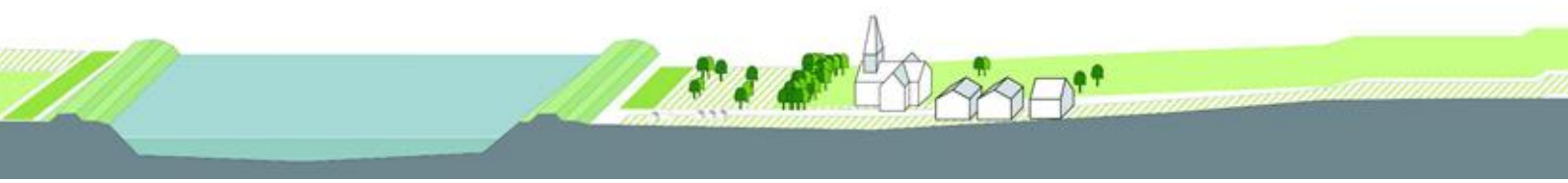
Figuur 25 Verandering van de GHG (toekomstige situatie - huidige situatie)

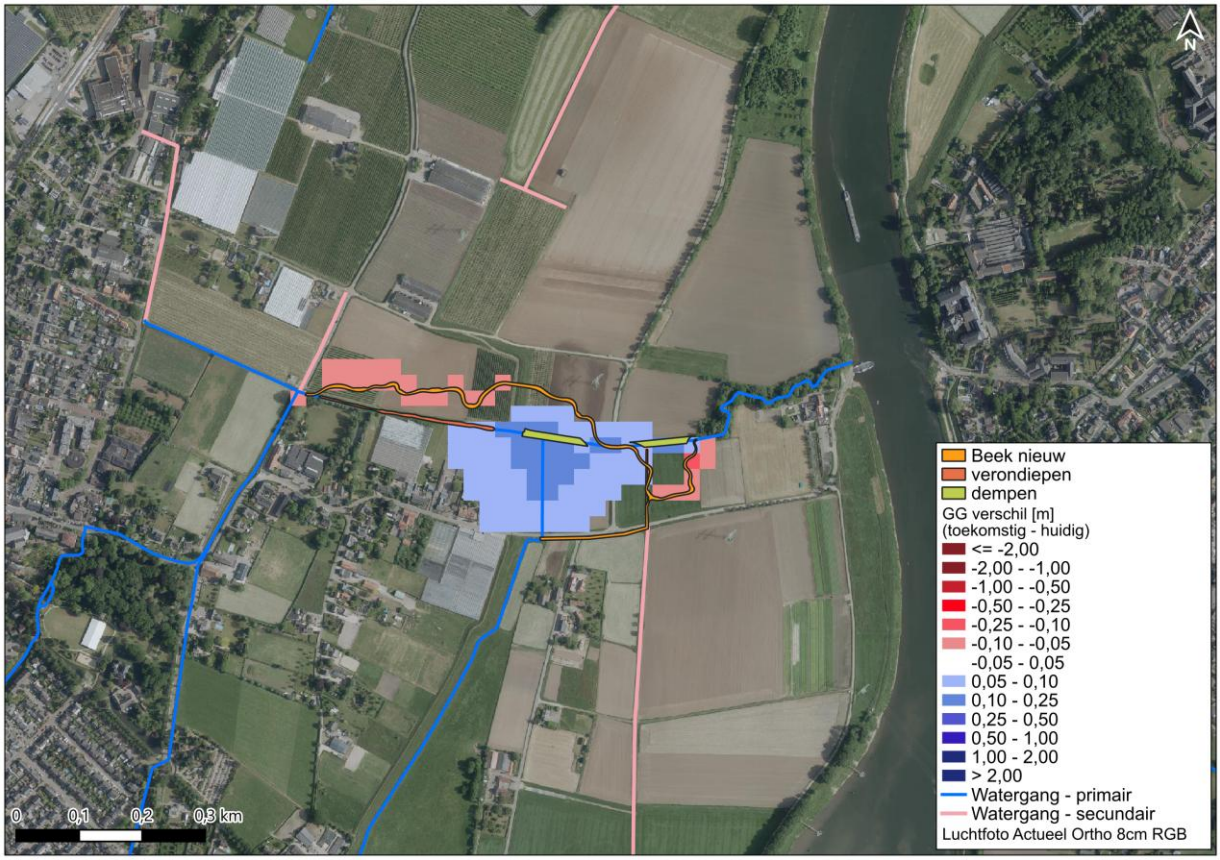


Figuur 26 Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) in meters onder maaiveld in de toekomstige situatie



Figuur 27 Verandering van de GLG (toekomstige situatie - huidige situatie)



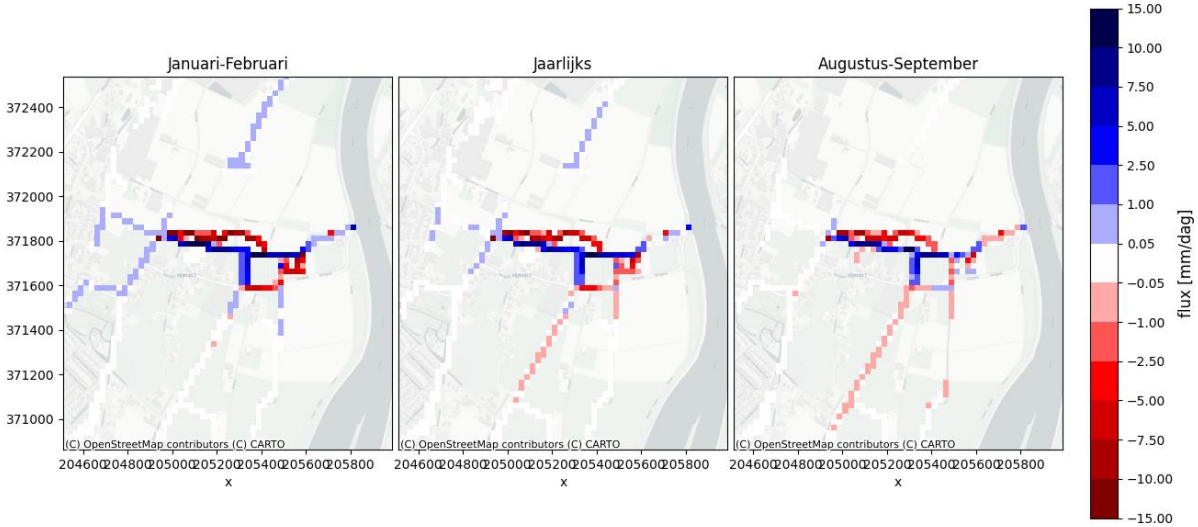


Figuur 28 Verandering van de gemiddelde grondwaterstand (toekomstige situatie - huidige situatie)

5.2 Grondwaterkwel en -infiltratie naar watergang

De kwel en infiltratie is voor drie periodes op kaart gezet: januari - februari (natte periode) in Figuur 30, augustus-september (droge periode) in Figuur 31 en jaarlijks in Figuur 32. De onderlinge verschillen zijn weergegeven in Figuur 29. In de kaarten zijn de kwelfluxen en infiltratiefluxen van het grondwater naar de watergangen weergegeven. Bij een toename van de kwel zal de afvoer in de watergang groter worden. Bij een toename van infiltratie zal de grondwaterstand rondom de watergang waarschijnlijk doen stijgen.

De Kwistbeek tussen de Ingweg en de Maas lijkt met name een afwaterende werking te hebben. Door het verplaatsen van de Kwistbeek verandert ook de afwatering naar de nieuwe ligging van de Kwistbeek.



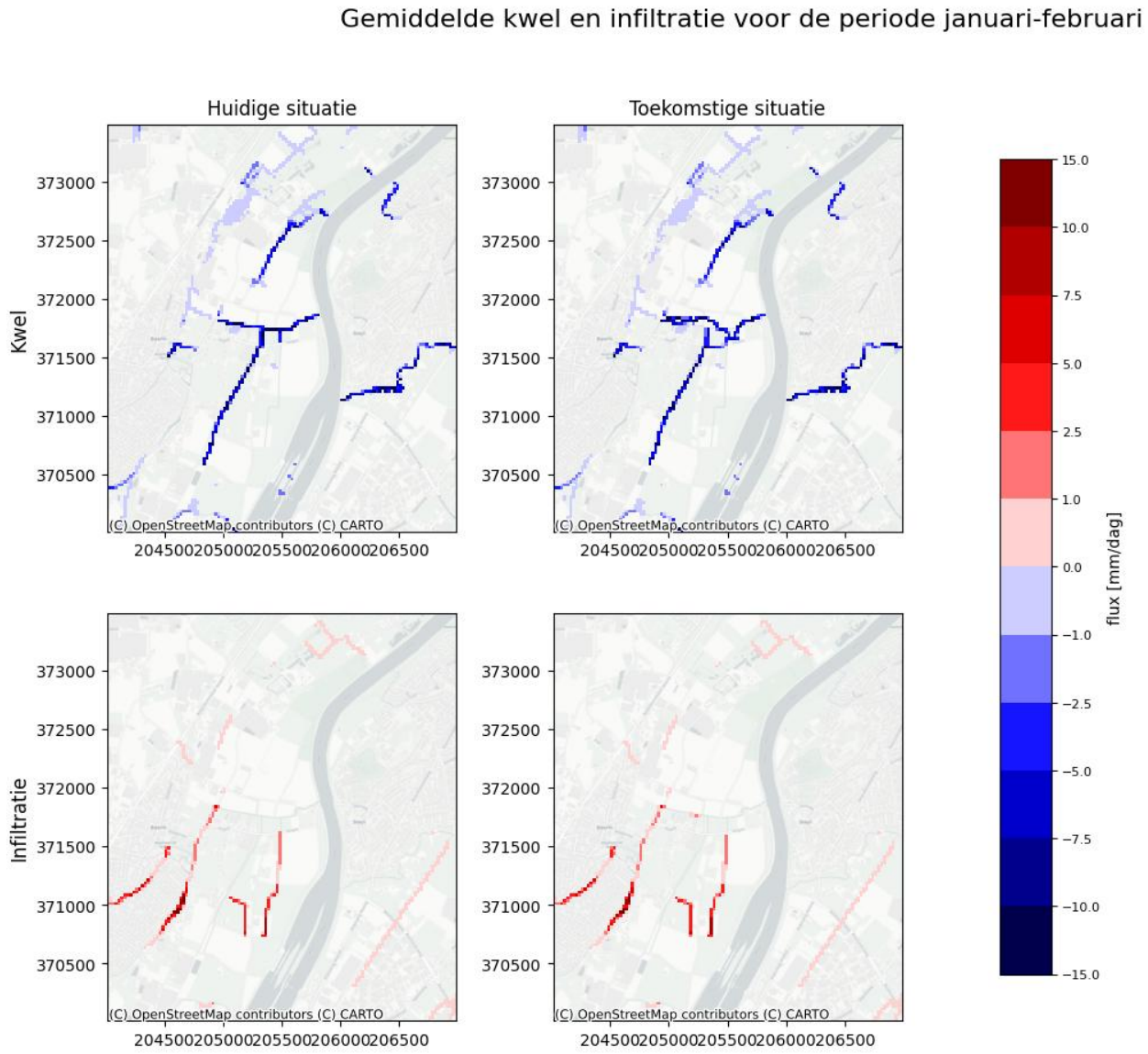
Figuur 29 Verandering van de fluxen (toekomstige - huidige situatie). Een positieve waarde is een afname van kwel of toename van infiltratie. Een negatieve waarde betekent een toename van de kwel of een afname van infiltratie.

In Tabel 2 is de totale verandering van kwel en infiltratie in het gebied gegeven. Hieruit blijkt dat de verlegging van de Kwistbeek met name leidt tot een beperkte afname van de afvoer.

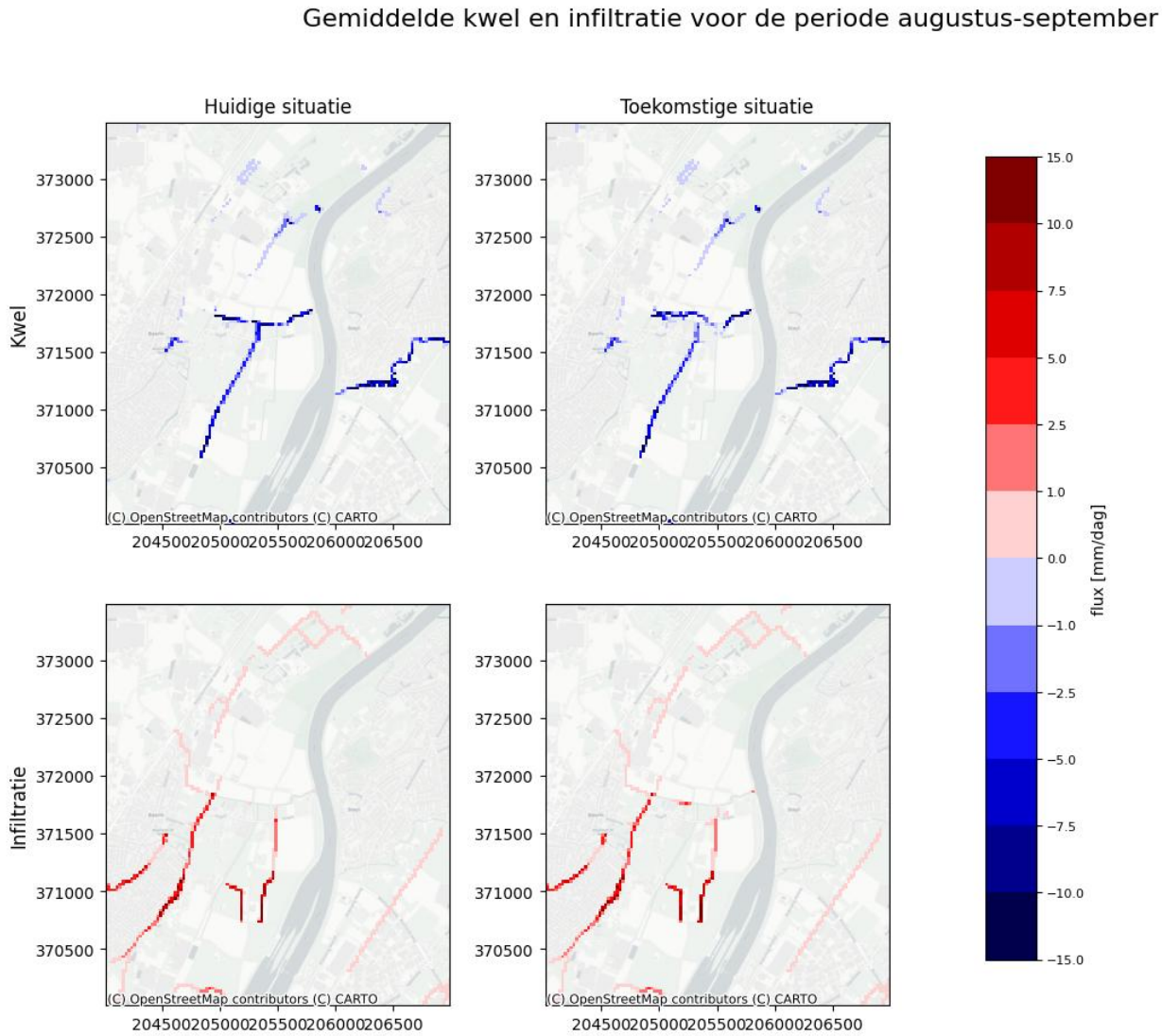
Tabel 2 Verandering van kwel en infiltratie

	huidig [m^3/dag]	toekomstig [m^3/dag]	verschil [m^3/dag]
Gemiddeld infiltratie jaarrond	467	468	1
Gemiddeld kwel jaarrond	1166	1153	13
Gemiddeld infiltratie jan - feb	341	343	2
Gemiddeld kwel jan - feb	1590	1593	3
Gemiddeld infiltratie aug - sep	577	579	2
Gemiddeld kwel aug - sep	868	846	22

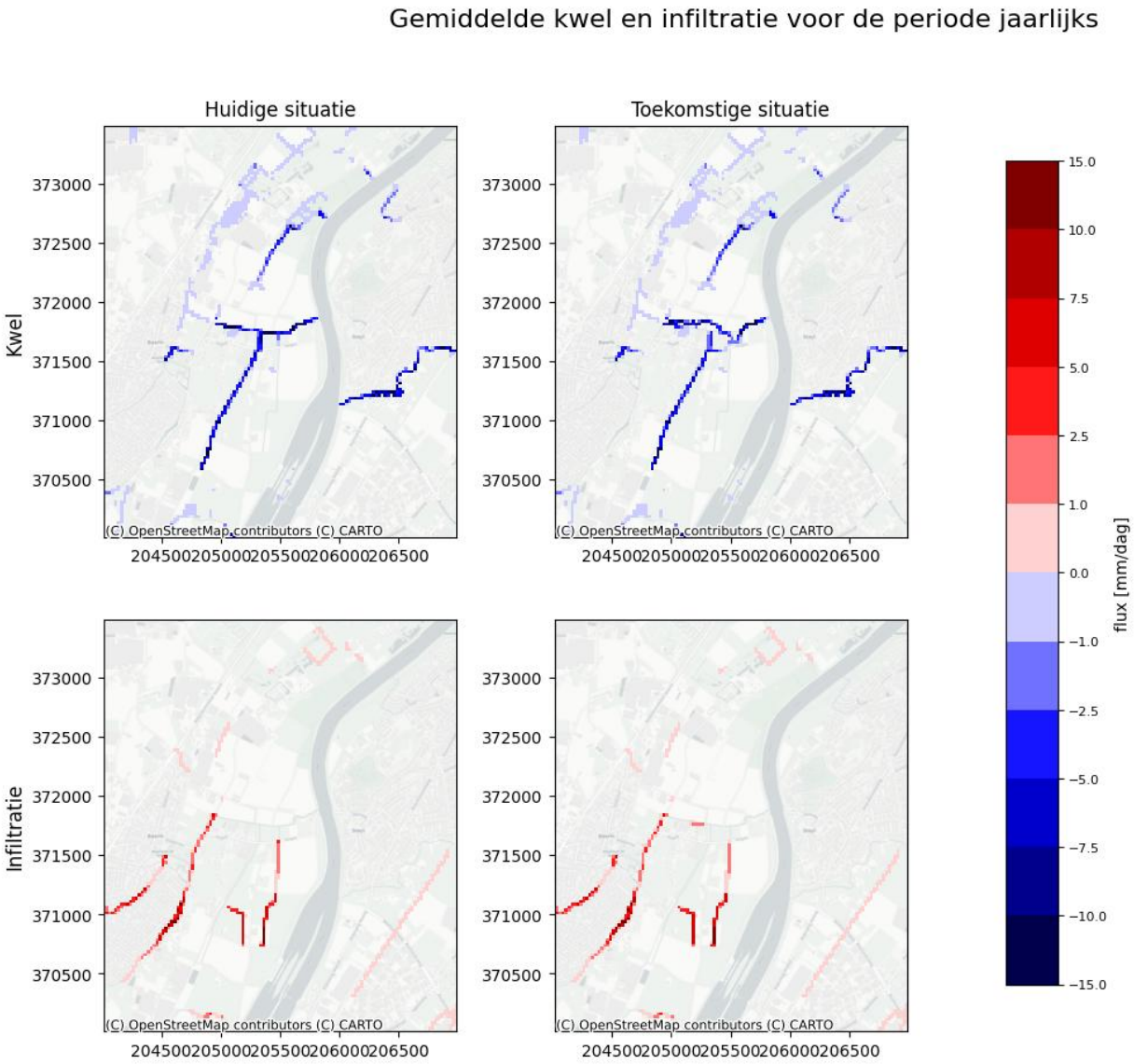




Figuur 30 Gemiddelde kwel en infiltratie fluxen voor de periode januari - februari



Figuur 31 Gemiddelde kwel en infiltratie fluxen voor de periode augustus - september



Figuur 32 Gemiddelde kwel en infiltratie fluxen

6 Effectbeoordeling

De verlegging van de Kwistbeek heeft met name een lokaal effect tot een afstand van +/-200 meter. Regionaal zal de verlegging van de Kwistbeek niet tot significante verandering van de grondwaterstand leiden. Binnen het invloedsgebied staan enkele gebouwen en liggen voornamelijk agrarische percelen. De huidige grondwaterstanden zijn belangrijk om de effecten op de omgeving goed te kunnen beoordelen. In Tabel 3 zijn de grondwaterstatistieken van de huidige situatie gegeven.

Tabel 3 Grondwaterstatistieken nabij de Kwistbeek ten behoeve voor effectbeoordeling

Peilbuisnaam	Alternatieve peilbuisnaam	Maaiveld [m+NAP]	93e percentiel [m+NAP]	Ingeschat GHG [m+NAP]	GHG beneden maaiveld [m]
B70-333-1	PB1_Kwistbeek	17,13	16,1	16,2	0,9
B70-334-1	PB2_Kwistbeek	17,02*	14,8	15,1	0,9*
B70-335-1	PB3_Kwistbeek	16,6**	14,9	15,2	0,1**
B70-322-1	HBpb012	17,73	15,4	15,5	2,2
B70-321-1	PB07_BUT_1	16,7	15,2	15,4	1,3
B70-320-1	HBpb013	16,41	15,3	15,4	1,0

* maaiveld ligt door de weg Brangk hoger dan omringende landbouwpercelen. Maaiveld van de percelen is ca. NAP 16,0 m. GHG beneden maaiveld daarop aangepast.

**maaiveld ligt door de weg Brangk hoger dan omringende landbouwpercelen. Maaiveld van de percelen is ca. NAP 15,3 m. GHG beneden maaiveld daarop aangepast.

6.1 Bebouwing

In het invloedsgebied staan enkele gebouwen, zoals Bokshout 1, stallen aan de Bokshout en Vergelt 9a t/m 17. De maximale verandering van de gemiddelde grondwaterstand en GHG is ter plaatse van deze panden kleiner dan 0,1 m. De GLG ter plaatse van bebouwing stijgt met minder dan 0,1 m. De ondergrond bevat nauwelijks zettingsgevoelige lagen die droog kunnen vallen als gevolg van de grondwaterstandverlaging. Daarnaast stijgt de GLG waardoor er geen risico is op zettingen.

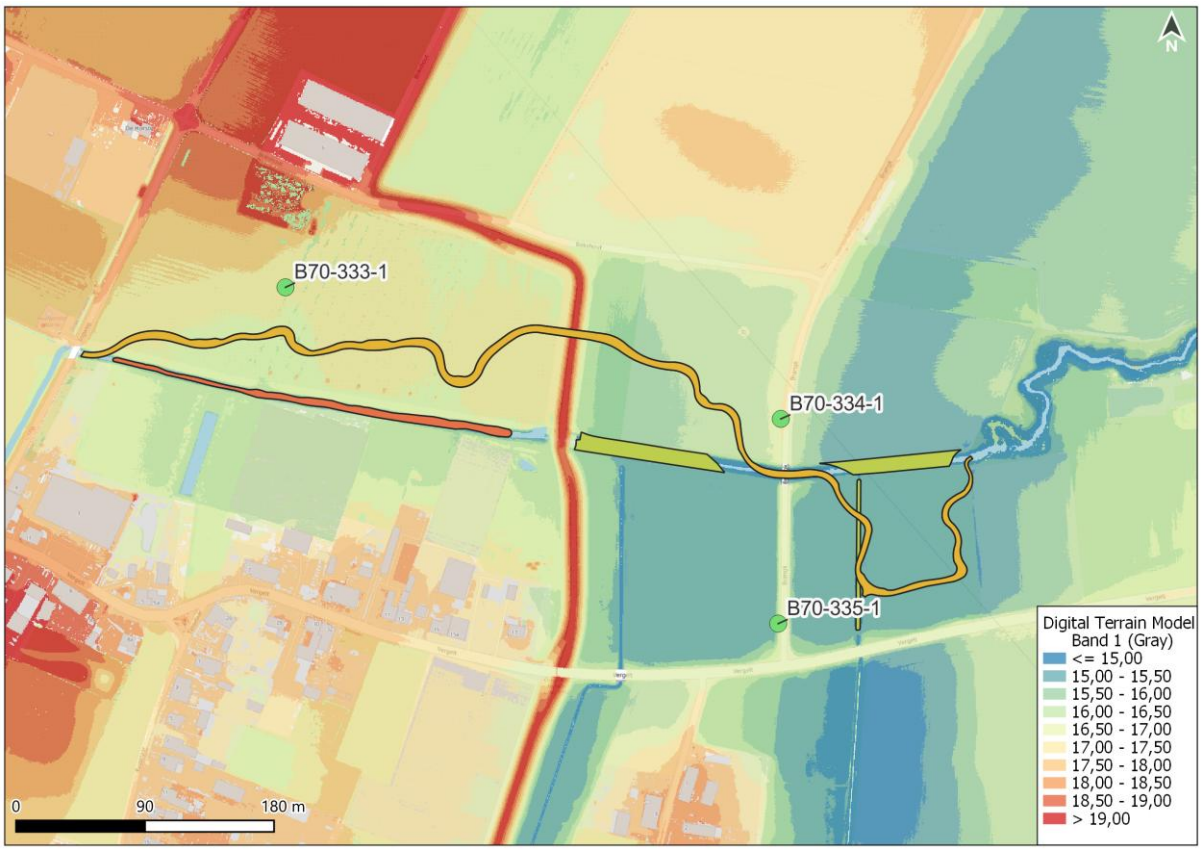
In de huidige situatie is de gemiddelde grondwaterstand en GHG meer dan 1 meter beneden maaiveld (Figuur 20, Figuur 21 en Tabel 3). Alleen in relatief korte periode kan de grondwaterstand door hoogwater van de Maas minder dan 1 meter beneden maaiveld staan. Daarom wordt geen extra wateroverlast verwacht.

De herinrichting zoals opgenomen in de berekeningen leidt niet tot negatieve effecten op gebouwen binnen het invloedsgebied.

6.2 Landbouw

Het landgebruik bij de Kwistbeek is voornamelijk grasland en akkerbouw. In de huidige situatie is de gemiddelde grondwaterstand en de GHG gemiddeld meer dan 1 meter onder maaiveld (Figuur 20). Behalve ter plaatse van de lagergelegen percelen zoals de percelen ten oosten en westen van de

Brangk. De lagergelegen percelen zijn weergegeven met de maaiveldhoogtekaart in Figuur 33. In deze gebieden fluctueert de GHG rond maaiveld.



Figuur 33 Maaiveldhoogte, peilbuizen en omgelegde Kwistbeek

Op de nieuwe locatie van de Kwistbeek neem de GHG tot 0,25 m en de gemiddelde grondwaterstand tot 0,1 m af. Op de locatie waar de Kwistbeek wordt gedempt neemt de GHG en gemiddelde grondwaterstand tot 0,25 m toe. De GLG neemt tot 0,25 m toe.

De agrarische gewassen zijn voornamelijk neerslaggevoed en beperkt afhankelijk van de grondwaterstand omdat over het algemeen de grondwaterstand dieper te vinden is dan de wortelzone (met uitzondering van de lagergelegen percelen). Een daling van de grondwaterstand en GHG heeft daardoor naar verwachting geen negatieve effecten. Een daling van de GHG op de lagergelegen percelen, daar waar nu een beperkte ontwateringsdiepte is, heeft naar verwachting eerder een positive bijdrage voor de gebruiksfunctie. Een stijging van de GHG heeft negatieve effecten op de lagergelegen percelen, voornamelijk het perceel tussen de Donkerbemden, gedempte Kwistbeek, Brangk en Vergelt.

7 Conclusies

Het doel van deze notitie is om de geohydrologische effecten van de herinrichting Kwistbeek inzichtelijk te maken. Uit de resultaten van de modellering volgt dat de herinrichting een lokaal effect tot een afstand van +/-200 meter heeft. De grondwaterverandering is over het algemeen maximaal 0,25 m. Regionaal zal de verlegging van de Kwistbeek niet tot significante verandering van de grondwaterstand leiden.

Binnen het invloedsgebied staan enkele gebouwen en liggen voornamelijk agrarische percelen. Verwacht wordt dat de beperkte verandering van de grondwaterstanden geen negatieve effecten heeft op de panden binnen het invloedsgebied. De verandering van de grondwaterstanden heeft vermoedelijk wel negatieve effecten op de lagergelegen percelen, voornamelijk het perceel tussen de Donkerbemden, gedempte Kwistbeek, Brangk en Vergelt.

7.1 Aanbeveling

7.1.1 Mitigerende maatregelen

Binnen het invloedsgebied heeft de herinrichting van de Kwistbeek effect op de omgeving. Naar verwachting zijn er negatieve effecten op de gebruikerfuncties van de lagergelegen percelen, voornamelijk het perceel tussen de Donkerbemden, gedempte Kwistbeek, Brangk en Vergelt. Geadviseerd wordt om dit af te stemmen met perceeleigenaar en eventueel mitigerende of compenserende maatregelen te nemen. Denk hierbij aan het veranderen van gebruikersfunctie, aankoop perceel of ophogen perceel. Welke optie het meest passend is dient nader beschouwd te worden.

7.1.2 Grondwatermodel

Om de geohydrologische effecten inzichtelijk te maken is gebruik gemaakt van een ongekalibreerd IBRHAYM model met een celgrootte van 25x25 meter. Dit is gebruikt om een goede inschatting van de effecten te krijgen. Voor een nauwkeurigere berekening kunnen in de toekomst een aantal verbeteringen worden doorgevoerd of meer informatie aan het model worden toegevoegd:

- Het kalibreren van het grondwatermodel op basis van nieuwe peilbuisgegevens. Hiervoor zijn langere meetreeksen dan op het moment beschikbaar benodigd, aangezien de peilbuizen pas in het voorjaar van 2024 zijn geplaatst;
- Aanpassen van de Kwistbeek met een hogere frequentie. Deze is in de huidige modellering maar 2x per jaar aangepast (zomer en winterpeil), terwijl deze in werkelijkheid naar verwachting meer fluctueert.



8 Referenties

1 **Rijkswaterstaat**. Dataset: Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN4). *ArcGIS*. [Online] 2024. https://www.arcgis.com/home/item.html?id=77da2e9eeea8427aab2ac83b79097b1a.

2 **TNO**. Ondergrondmodellen. *DINOloket*. [Online] 2024. https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens.

3 **TNO**. Grondwaterstanden in beeld. *Grondwatertools.* [Online] 2024. https://www.grondwatertools.nl/gwsinbeeld/

4 **TNO Geologische Dienst Nederland.** DINOloket Ondergrondgegevens [Online] g.d. https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens

5 **BLIK.** Grondwater dashboard Noord- en Midden-Limburg. [Online] 2024. https://grondwater.waterklaar.nl/kaart

6 **H2Opinion.** Hydrologisch onderzoek herinrichting Kwistbeek. 2024. Kenmerk R_2023_026_VO

7 [redacted]
MODFLOW 6 Modular Hydrologic Model: U.S. Geological Survey Software. 2017

8 **Deltares.** iMOD v5.6.1. 2024

BIJLAGE 1 MEETPUNTEN

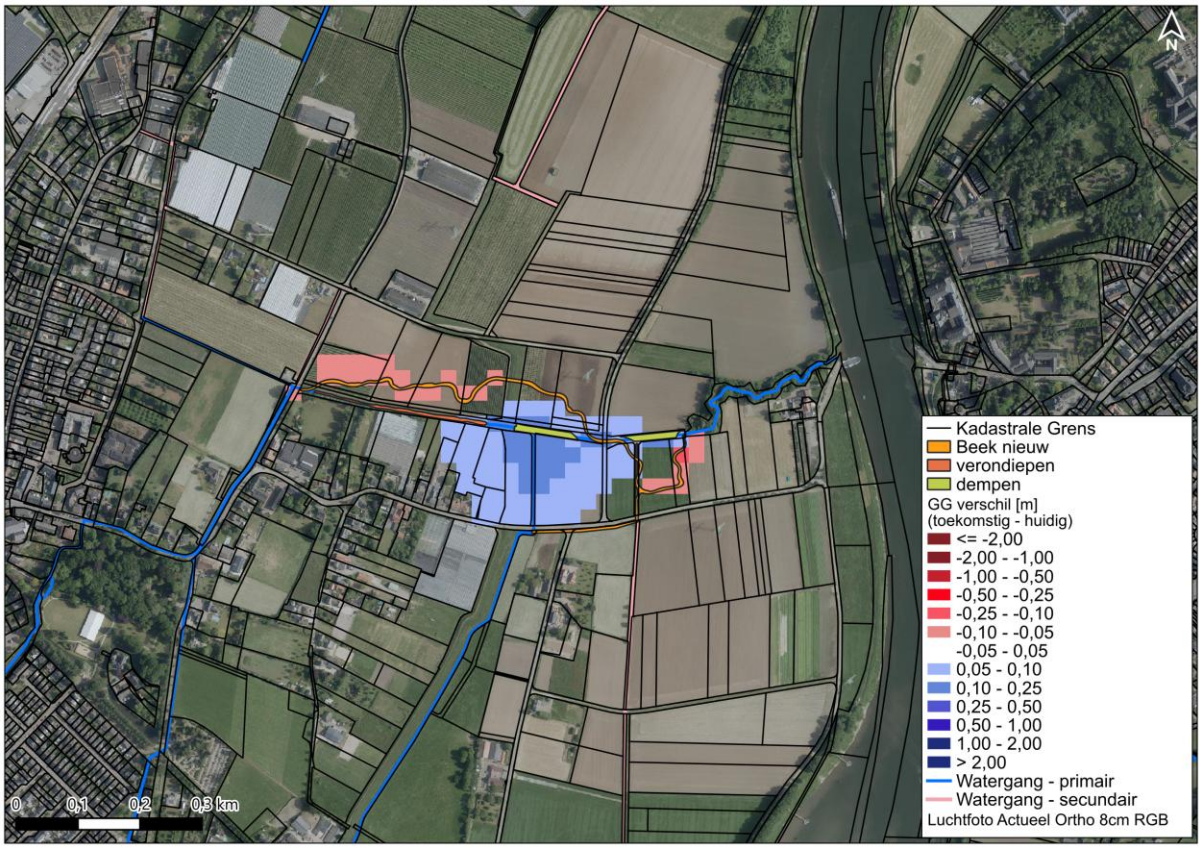
Tabel 4: Metadata gebruikte meetpunten

Meetpunt	Maaiveldniveau [m+NAP]	X-Coordinaat	Y-Coordinaat	Onderkant Filterstelling [m+NAP]
B70-301-001	17,12	207039	374009	14,00
B70-302-001	15,33	207032	373951	13,00
B70-303-001	14,27	207025	373786	11,00
B70-304-001	17,26	206874	373956	14,25
B70-305-001	19,36	206780	374082	15,00
B70-308-001	16,64	206201	373106	11,50
B70-310-001	15,98	205936	372785	11,25
B70-312-001	16,02	205889	372907	12,00
B70-314-001	16,85	205696	372654	11,50
B70-315-001	14,85	205683	372223	9,90
B70-317-001	16,50	205455	372425	13,50
B70-318-001	17,81	205325	372368	14,80
B70-319-001	19,34	205318	372369	15,00
B70-320-001	16,41	205261	371356	12,40
B70-321-001	16,70	205198	371386	13,00
B70-322-001	17,73	205184	371390	14,00
B70-323-001	16,51	204937	370825	13,50
B70-324-001	18,02	204899	370847	14,00
B70-325-001	18,37	204887	370851	15,20
B70-326-001	17,00	204647	370201	14,50
B70-327-001	17,76	204618	370250	14,50
B70-328-001	19,58	204605	370263	14,50
B70-333-001	17,13	205080	371862	14,00
B70-334-001	17,02	205447	371796	13,00
B70-335-001	16,60	205442	371629	12,50
B58E0267-001	18,70	206284	373251	7.53
B58E0840-001	18,33	205250	371150	12.53
B58E1006-001	19,13	206180	373250	14.57

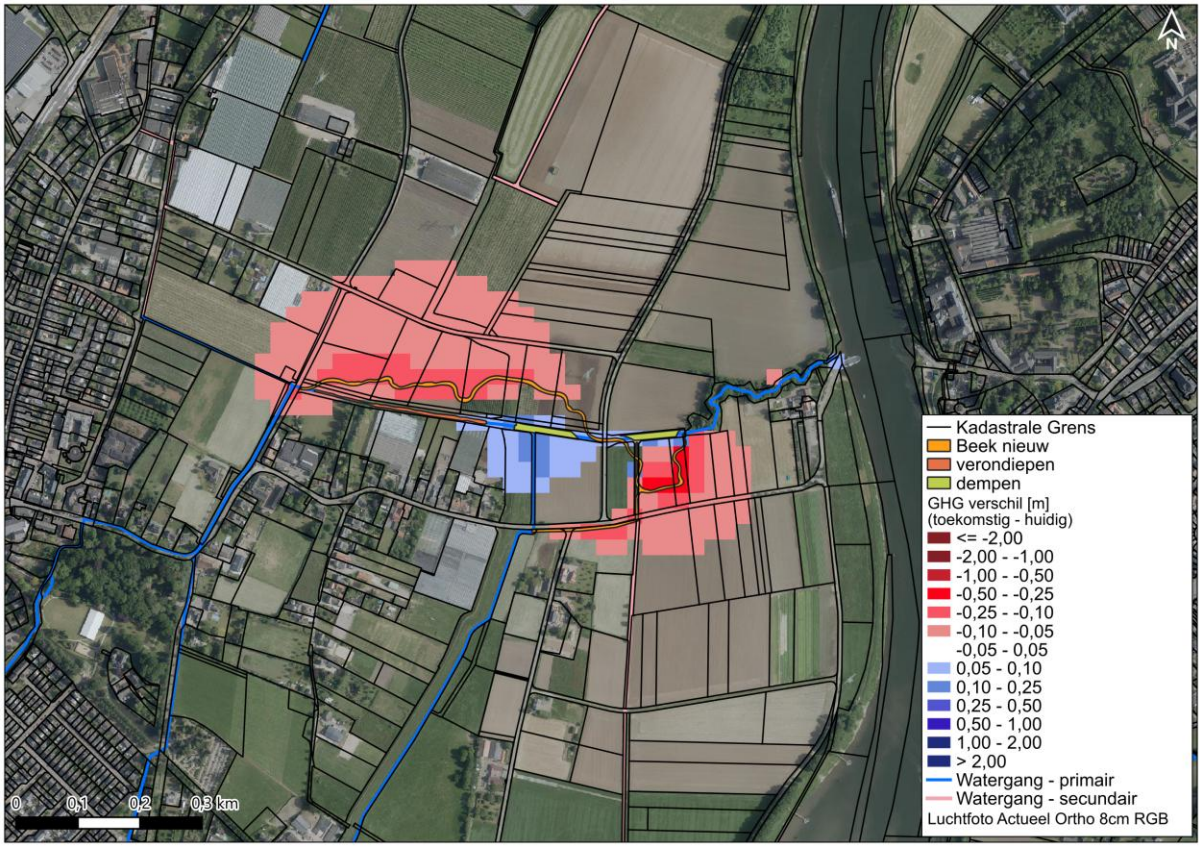


BIJLAGE 2 GXG VERSCHIL MET KADASTERGRENS

Gemiddelde grondwaterstand



Gemiddeld hoogste grondwaterstand



Gemiddeld laagste grondwaterstand

