



Memo

onderwerp Hydrologische effecten VO Benedenloop Beurzerbeek
bestemd voor Waterschap Rijn en IJssel
ter attentie van ██████████
opgesteld door ██████████
gecontroleerd door ██████████

datum 3 april 2023
referentie 214885004_AdB_MEM_0004_v0.1
projectnummer 214885004

1 Inleiding

Voor de Benedenloop Beurzerbeek is een voorlopig ontwerp (VO) opgesteld. Dit ontwerp is toegelicht in de ontwerpnotitie. Om het effect op de hydrologie en de geohydrologie van het VO te bepalen zijn modelberekeningen uitgevoerd. In voorliggende memo wordt de werkwijze en de resultaten van deze berekeningen gepresenteerd.

In hoofdstuk 2 worden de modellering en de resultaten met betrekking tot het oppervlaktewater (SOBEK) weergegeven. In hoofdstuk 3 komen de modellering en de resultaten met betrekking tot het grondwater aan bod. In hoofdstuk 4 volgt een synthese waarin de effecten van het VO worden geduid.





2 Oppervlaktewater (SOBEK)

In dit hoofdstuk worden de modellering en de effecten van het VO met betrekking tot oppervlaktewater besproken voor de Benedenloop Beurzerbeek. Voor de modellering is gebruik gemaakt van het in een eerdere fase verbeterd en gevalideerd basismodel voor de KRW Oost-Achterhoek. De modelverbeteringen die zijn doorgevoerd en de prestatie van het model is terug te vinden in de rapportage met kenmerk: 21488500301_AdB_RAP_0001_v1.0.pdf.

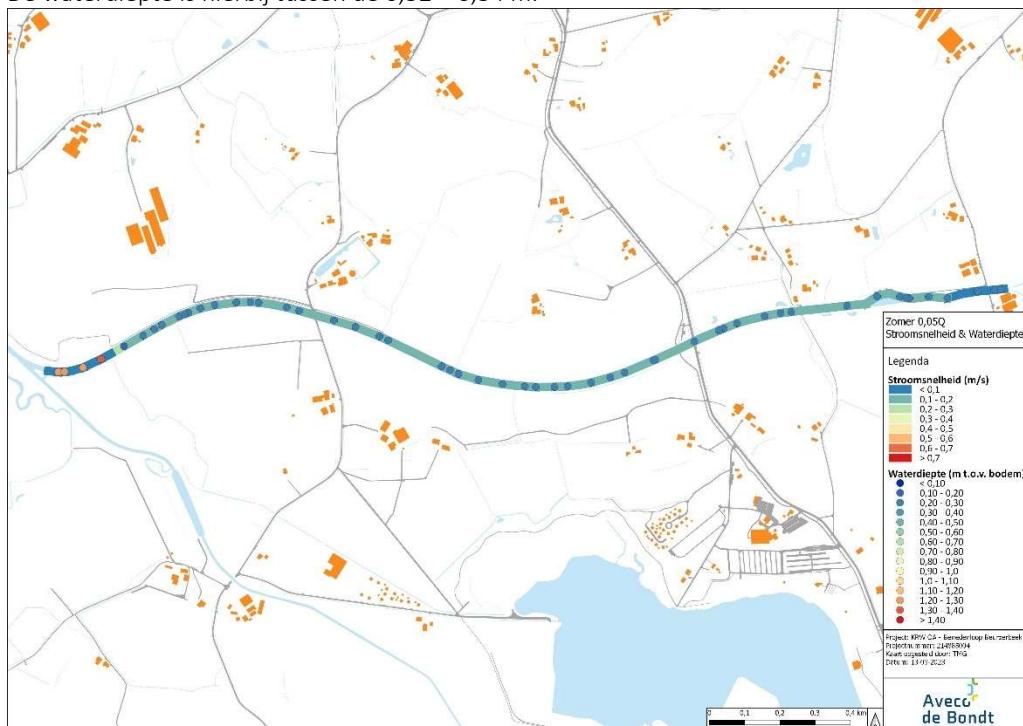
2.1 Opzet VO in oppervlaktewatermodel

Voor de opbouw van het VO oppervlaktewatermodel is het verbeterde model uit voorgaand genoemde studie als referentiesituatie gebruikt. Met deze basis is een VO scenario opgesteld waarin de VO maatregelen aan de Benedenloop Beurzerbeek zijn verwerkt. De maatregelen zijn verwerkt zoals deze in de ontwerptekeningen versie 2.0 zijn opgetekend (214885_AdB_TEK_1005-01_Overzicht Beurzerbeek_v2.0.pdf, 14885_AdB_TEK_1005-02_Overzicht Beurzerbeek_v2.0.pdf, 14885_AdB_TEK_1005-03_Overzicht Beurzerbeek_v2.0.pdf). In het VO wordt in de vorm van vlechtwerk hout in de beek ingebracht om de stroming te variëren. Dit is niet in detail in het model ondergebracht, maar vertaald naar een verhoging van de weerstand voor het gehele beektraject. De weerstandwaarde is hierbij van Bos en Bijkerk 34 naar 28 aangepast.

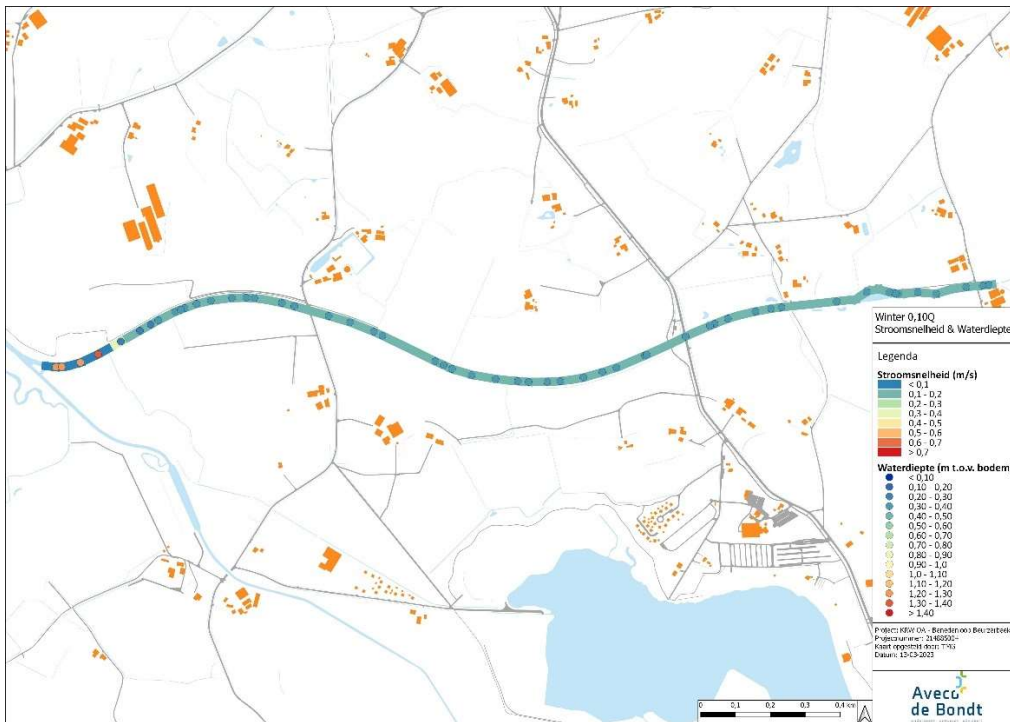
2.2 VO situatie oppervlaktewater

In onderstaande Figuur 1 t/m Figuur 5 zijn de stroomsnelheden en de waterdiepte voor verschillende afvoersituaties weergegeven. In de figuren geeft de lijn de kleur van de stroomsnelheid in m/s aan. Op de lijn zijn op diverse locaties punten geplot die met een kleur de waterdiepte op die locatie aangeven in meters.

Bij een zomerafvoer (Figuur 1) wordt voor het VO een gemiddelde stroomsnelheid van 0,13 m/s berekend voor de Benedenloop Beurzerbeek. De waterdiepte is hierbij tussen de 0,24 – 0,28 m. Bij een winterafvoer (Figuur 2) wordt voor het VO een gemiddelde stroomsnelheid van 0,17 m/s berekend voor de Benedenloop Beurzerbeek. De waterdiepte is hierbij tussen de 0,32 – 0,34 m.

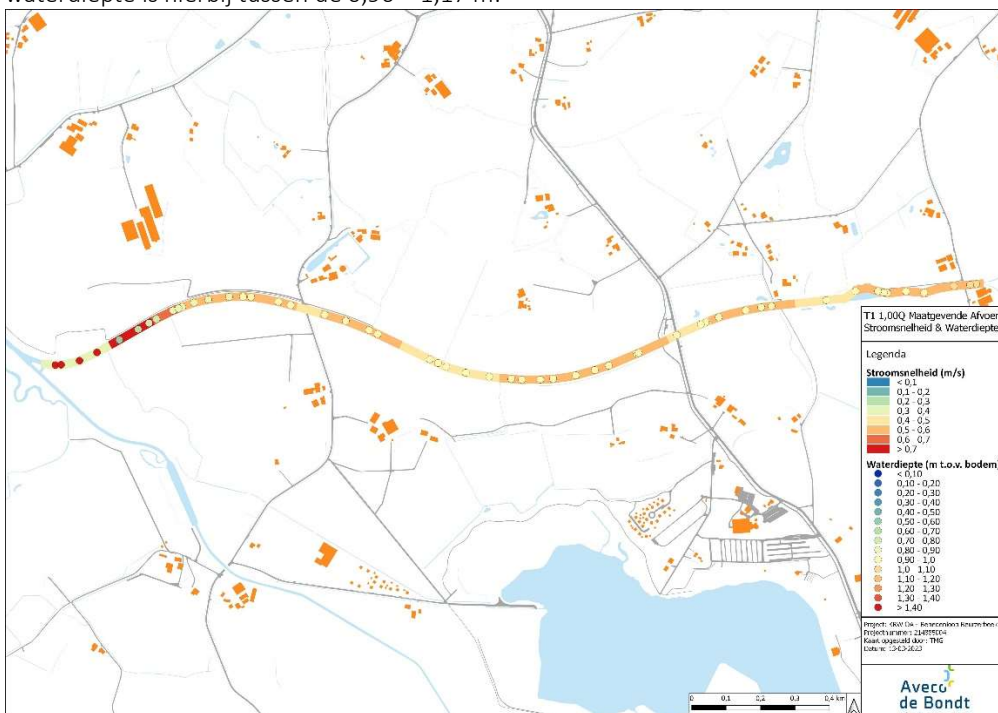


Figuur 1 Stroomsnelheid en waterdiepte bij een zomerafvoer (0,05Q)

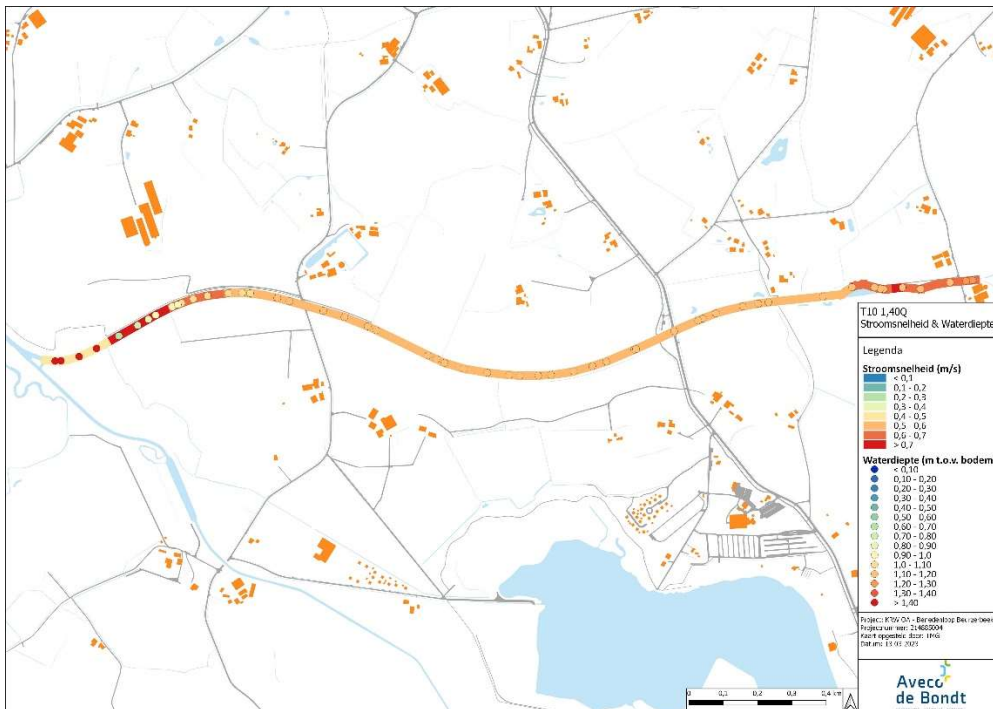


Figuur 2 Stroomsnelheid en waterdiepte bij een winterafvoer (0,1Q)

Bij een T1 afvoer (Figuur 3) wordt voor het VO een gemiddelde stroomsnelheid van 0,52 m/s berekent voor de Benedenloop Beurzerbeek. De waterdiepte is hierbij tussen de 0,74 – 0,90 m. Bij een T10 afvoer (Figuur 4) wordt voor het VO een gemiddelde stroomsnelheid van 0,58 m/s berekent voor de Benedenloop Beurzerbeek. De waterdiepte is hierbij tussen de 0,96 – 1,17 m.

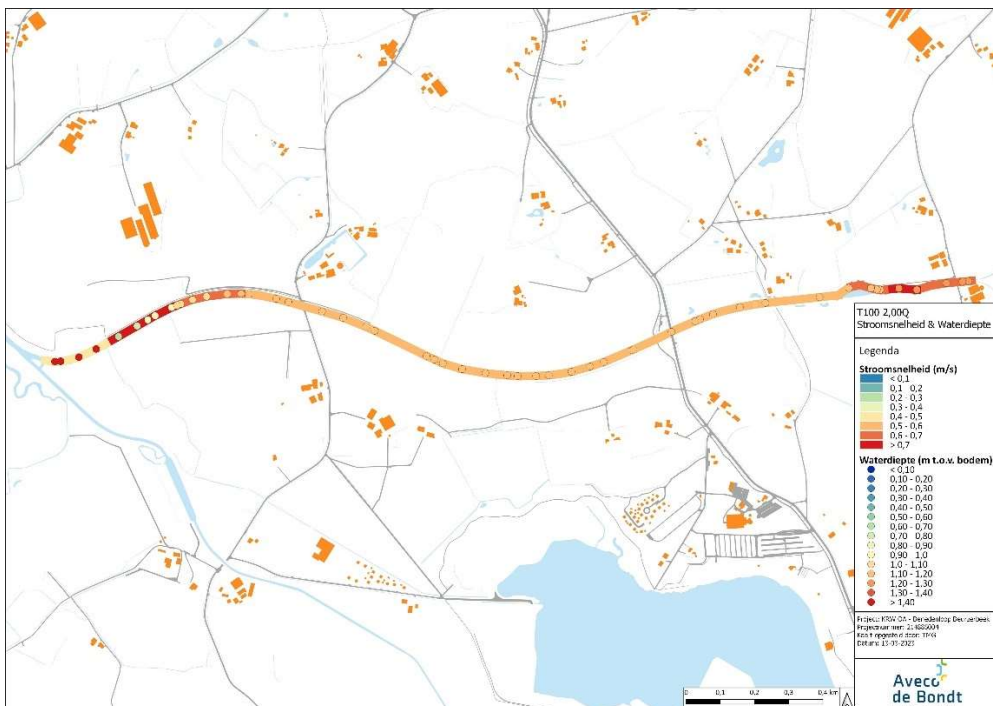


Figuur 3 Stroomsnelheid en waterdiepte bij een T1 afvoer (1 Q)



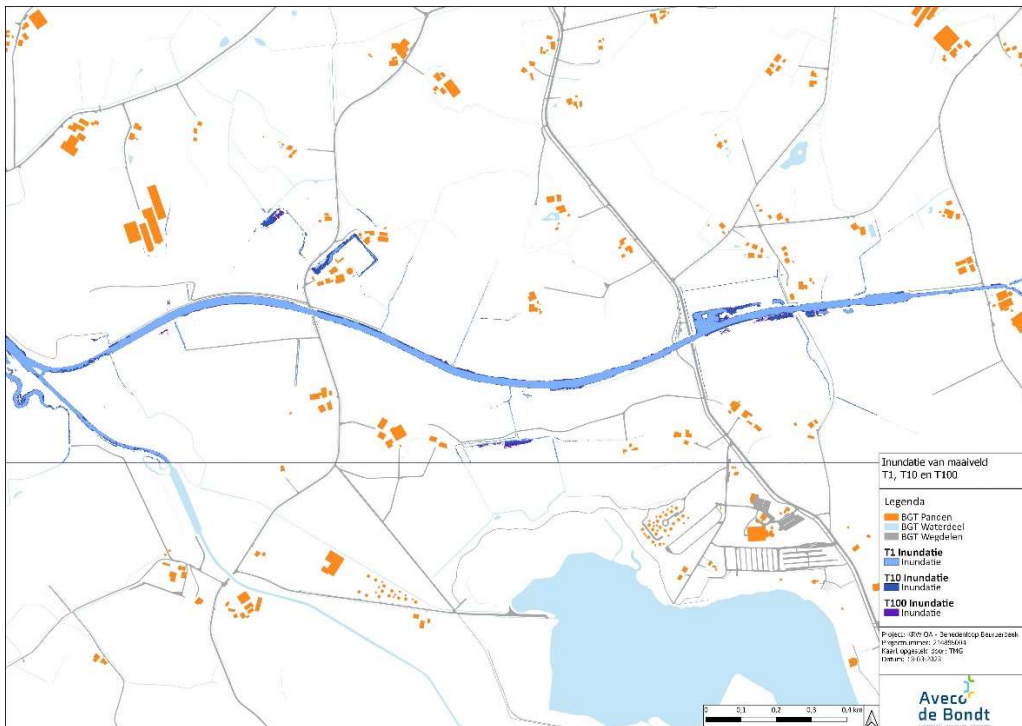
Figuur 4 Stroomsnelheid en waterdiepte bij een T10 afvoer (1,4Q)

Bij een T100 afvoer (Figuur 5) wordt voor het VO een gemiddelde stroomsnelheid van 0,60 m/s berekend voor de Benedenloop Beuzerbeek. De waterdiepte is hierbij tussen de 0,98 – 1,21 m.



Figuur 5 Stroomsnelheid en waterdiepte bij een T100 afvoer (2 Q)

In Figuur 6 is de inundatie bij T1, T10 en T100 weergegeven voor het VO. De inundaties zijn beperkt.



Figuur 6 Inundatie VO voor T1 T10 en T100 situaties



3 Grondwater (AMIGO)

In dit hoofdstuk worden de modellering en de effecten van het VO met betrekking tot grondwater besproken voor de Benedenloop Beurzerbeek. Voor de modellering is gebruik gemaakt van het in een eerdere fase verbeterd en gevalideerd basismodel voor de KRW Achterhoek. De modelverbeteringen die zijn doorgevoerd en de prestatie van het model is terug te vinden in een de rapportage met kenmerk:

21488500301_AdB_RAP_0002_v1.0.

3.1 VO opzet AMIGO

Om inzicht te krijgen in de effecten die de wijzigingen aan de benedenloop van de Beurzerbeek op de uitwisseling met grondwater heeft is het gevalideerde grondwatermodel gebruikt als referentiesituatie. Vanuit deze referentiesituatie is een VO scenario opgesteld in het grondwatermodel. Hiervoor is het SOBEK resultaat (Hoofdstuk 2) voor het oppervlaktewater als input gebruikt. Alle maatregelen van het VO zijn oppervlaktewatermaatregelen. Uit het SOBEK model zijn voor het VO scenario de waterstanden en bodemhoogtes van de VO situatie overgebracht naar het grondwatermodel (AMIGO). Vervolgens is deze nieuwe situatie met het grondwatermodel doorgerekend. Door het VO scenario en de referentiesituatie van elkaar af te trekken worden de verschillen in de grondwaterstanden als gevolg van het VO zichtbaar.

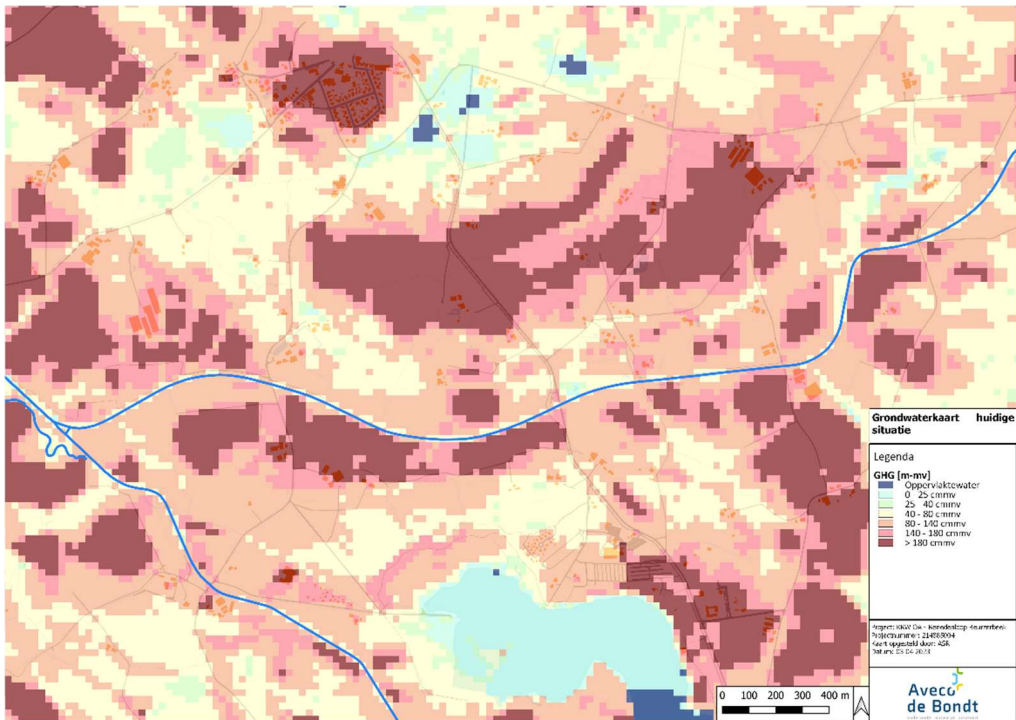
3.2 Grondwaterstanden referentie- en VO situatie

Om straks te kunnen duiden wat de berekende verschillen in de grondwaterstanden betekenen voor het omliggende landgebruik is het ook noodzakelijk zicht te hebben in de huidige grondwaterstand en de grondwaterstand bij het VO (naast het verschil hiertussen). De grondwaterstanden zijn gepresenteerd aan de hand van 'GxG kaarten':

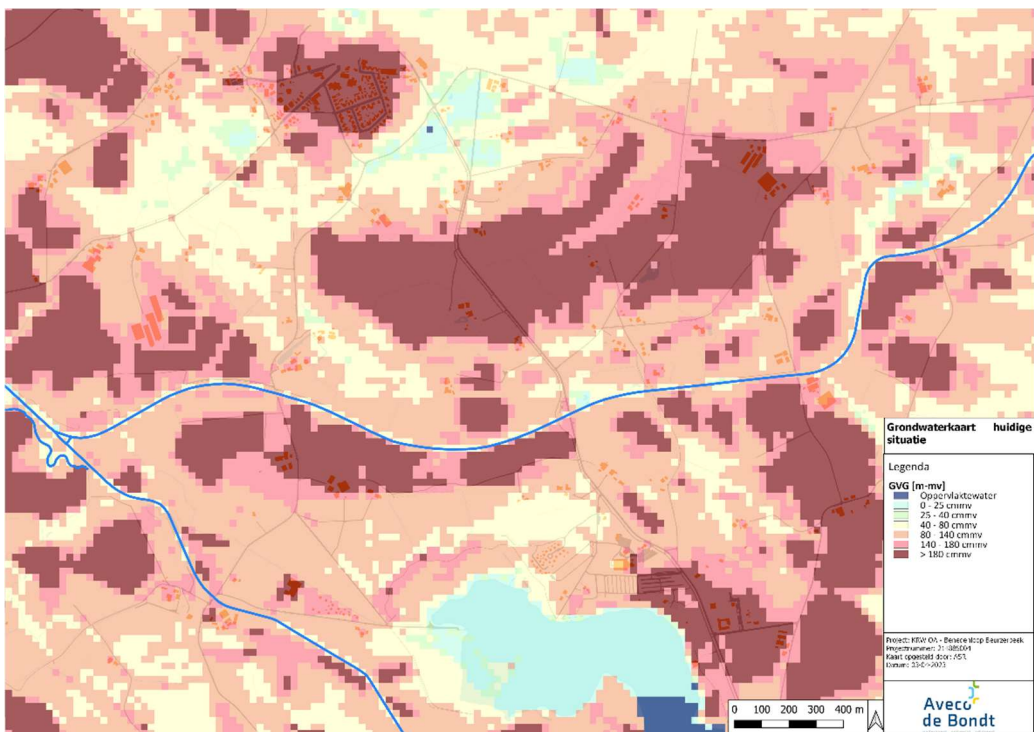
- Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG): Een gemiddeld hoge grondwaterstand die enkele malen in de winter voorkomt. Dit betreft dus niet de hoogste voorkomende grondwaterstand.
- Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG): Een gemiddeld lage grondwaterstand die enkele malen in de zomer voorkomt. Dit betreft dus niet de laagst voorkomende grondwaterstand.
- Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG): Een gemiddelde grondwaterstand representatief voor het voorjaar berekend op basis van de GHG en de GLG.

3.2.1 Grondwaterstanden huidige situatie

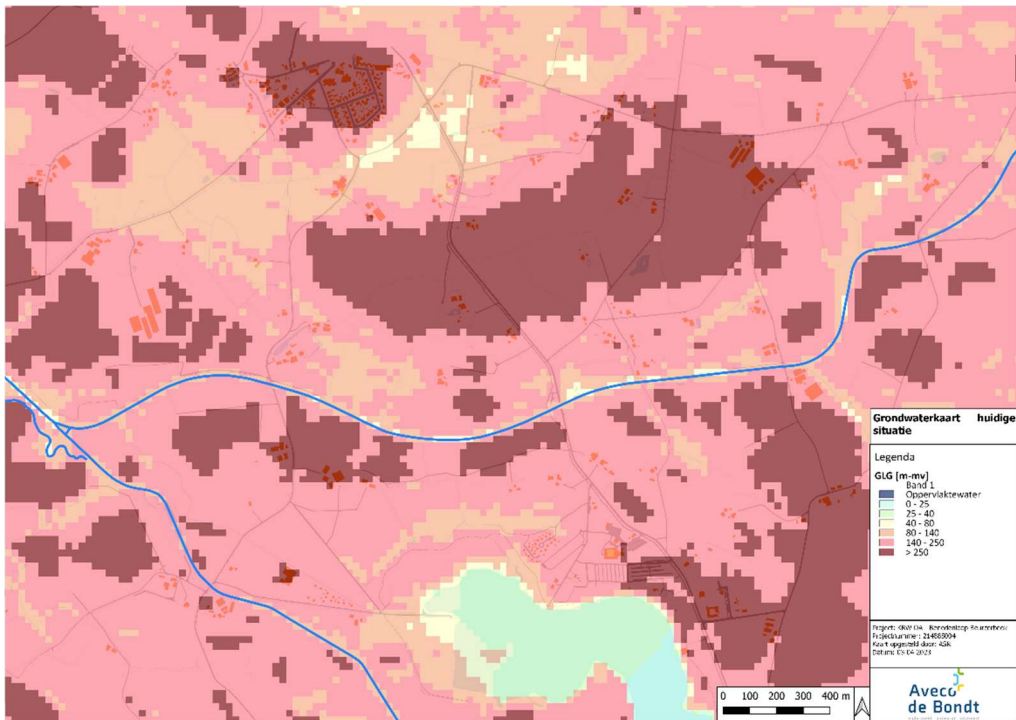
Op onderstaande kaarten (Figuur 7 t/m Figuur 9) zijn de GxG-kaarten voor de huidige situatie weergegeven. Voor de omgeving van de Benedenloop Beurzerbeek geldt dat er sprake is van relatief lage grondwaterstanden. Zelfs voor de GHG liggende de grondwaterstanden veelal dieper dan 80 cm-mv. Hierbij moet wel de kanttekening worden geplaatst dat het grondwatermodel een modeltechnische issue kent, waardoor in deze regio relatief lage grondwaterstanden worden berekend. Dit geldt dan met name voor de hogere gronden in het gebied en in mindere mate in de beekdalen.



Figuur 7 GHG huidige situatie



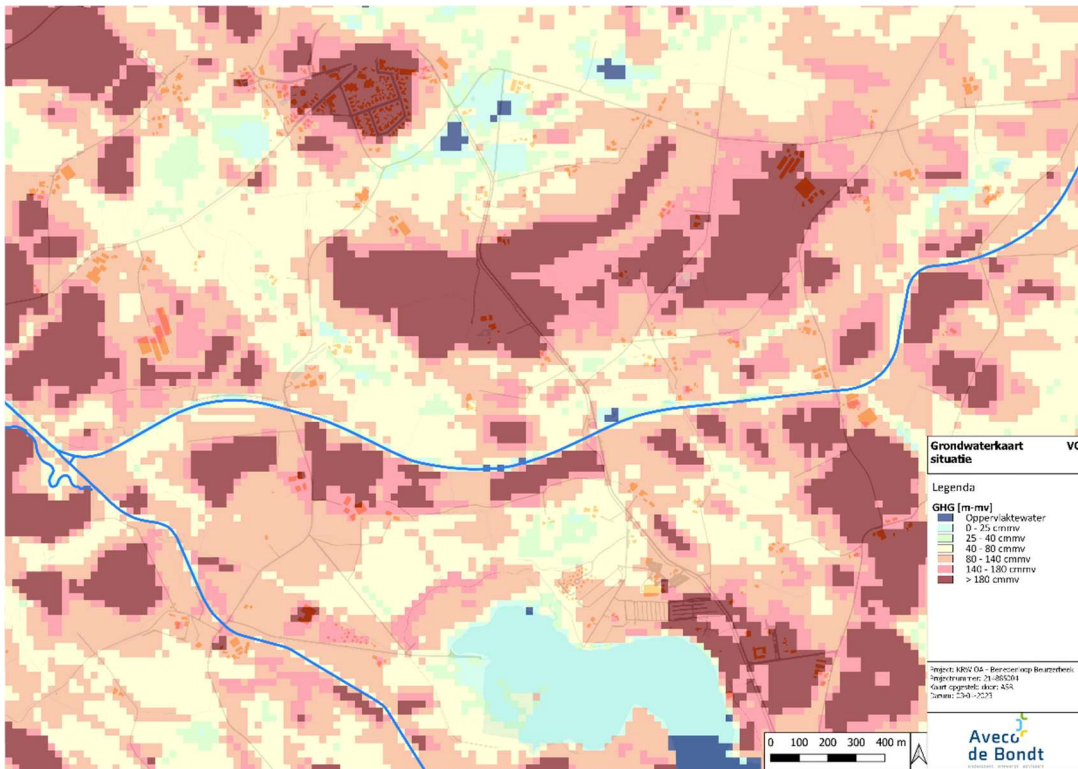
Figuur 8 GVG huidige situatie



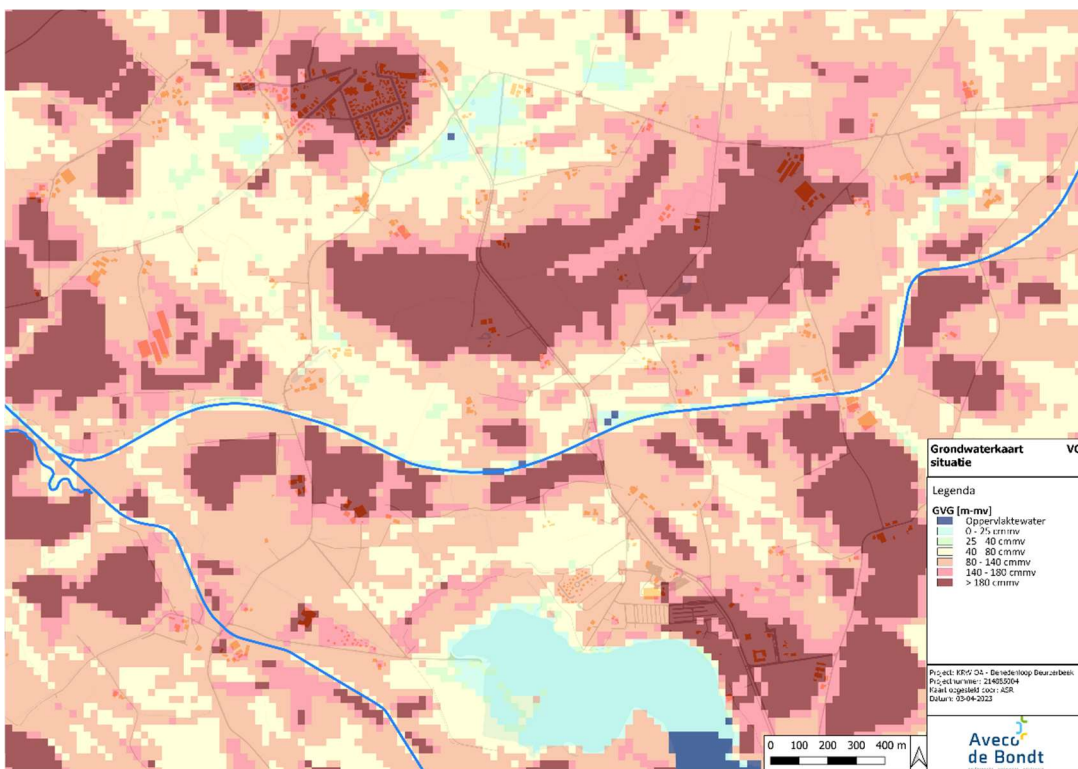
Figuur 9 GLG huidige situatie

3.2.2 Grondwaterstanden bij Voorlopig Ontwerp

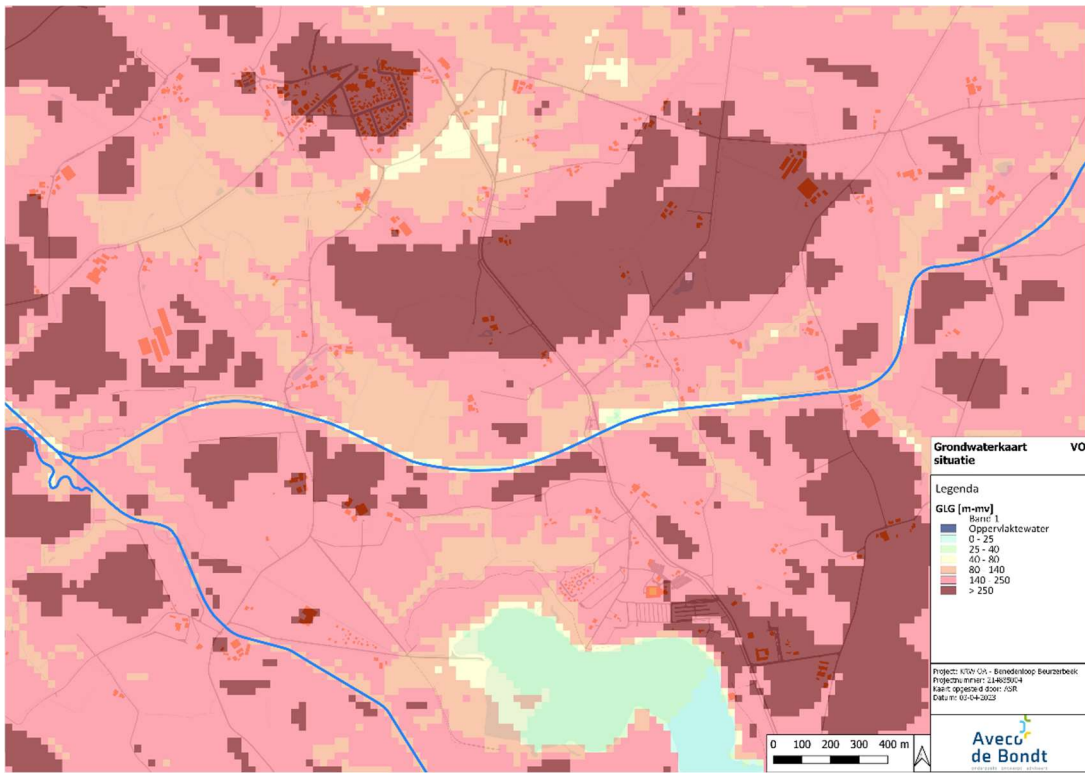
Op onderstaande kaarten (Figuur 10 t/m Figuur 12) zijn de GxG-kaarten voor het VO weergegeven. Voor de omgeving van de Benedenloop Beurzerbeek geldt dat er nog steeds sprake is van relatief lage grondwaterstanden. Wel is duidelijk zichtbaar dat de grondwaterstanden hoger zijn dan in de huidige situatie.



Figuur 10 GHG Voorlopig Ontwerp



Figuur 11 GVG Voorlopig Ontwerp



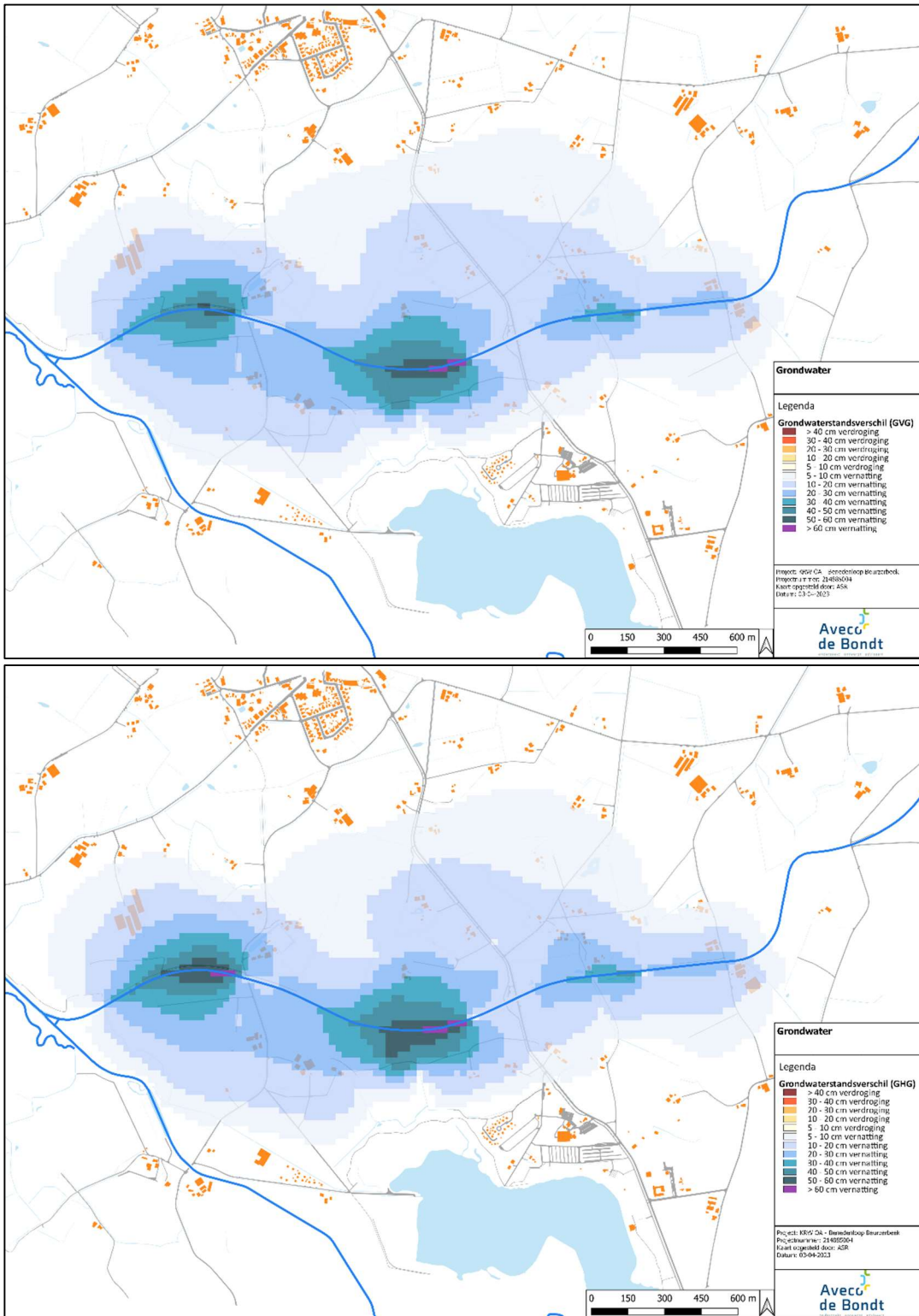
Figuur 12 GLG Voorlopig Ontwerp

3.3 Grondwatereffecten

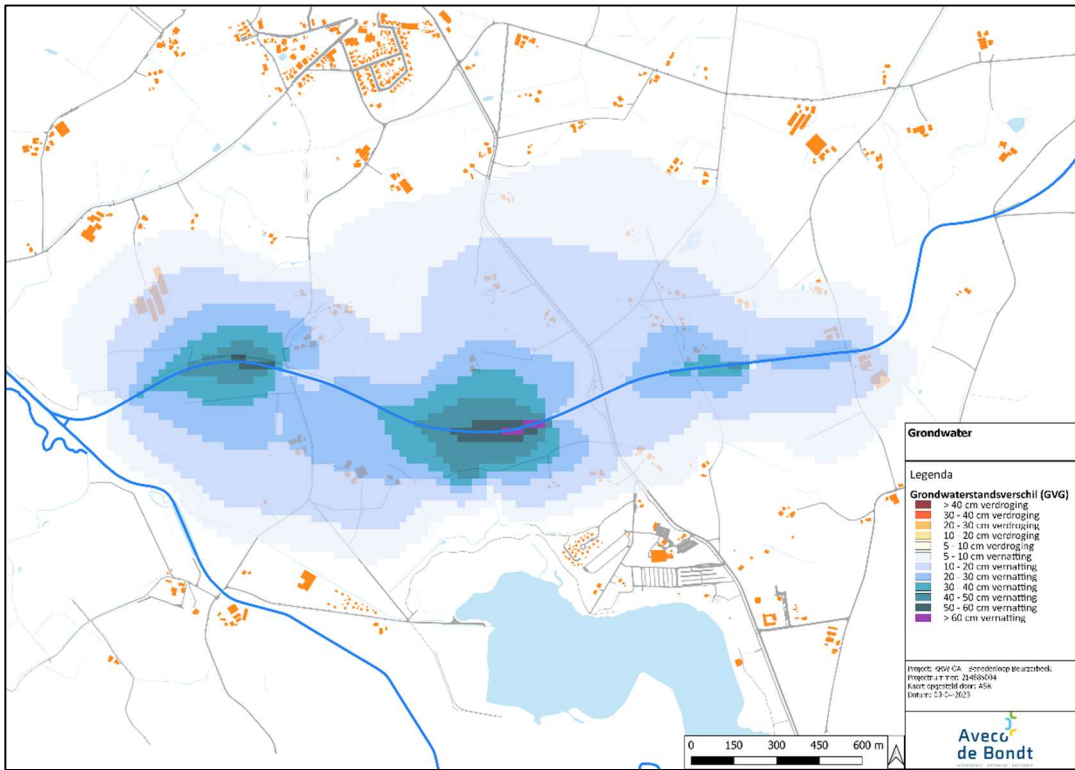
3.3.1 GxG verschilkaarten

In Figuur 13 t/m Figuur 15 zijn respectievelijk de GHG, GVG en de GLG verschillen als gevolg van het Voorlopig Ontwerp weergegeven. Voor alle situatie geldt dat de ingreep zorgt voor hogere grondwaterstanden. Het effect is het grootst bij de GHG situatie. Direct rondom de beek zijn dit aanzienlijke effecten rond de 50 cm vernatting. Dit neemt af met de afstand tot de beek. Effecten groter dan 5 cm worden nog berekend tot op een afstand van ca 800 m in noordelijke richting. In zuidelijke richting tot op een afstand van ca 350 meter.

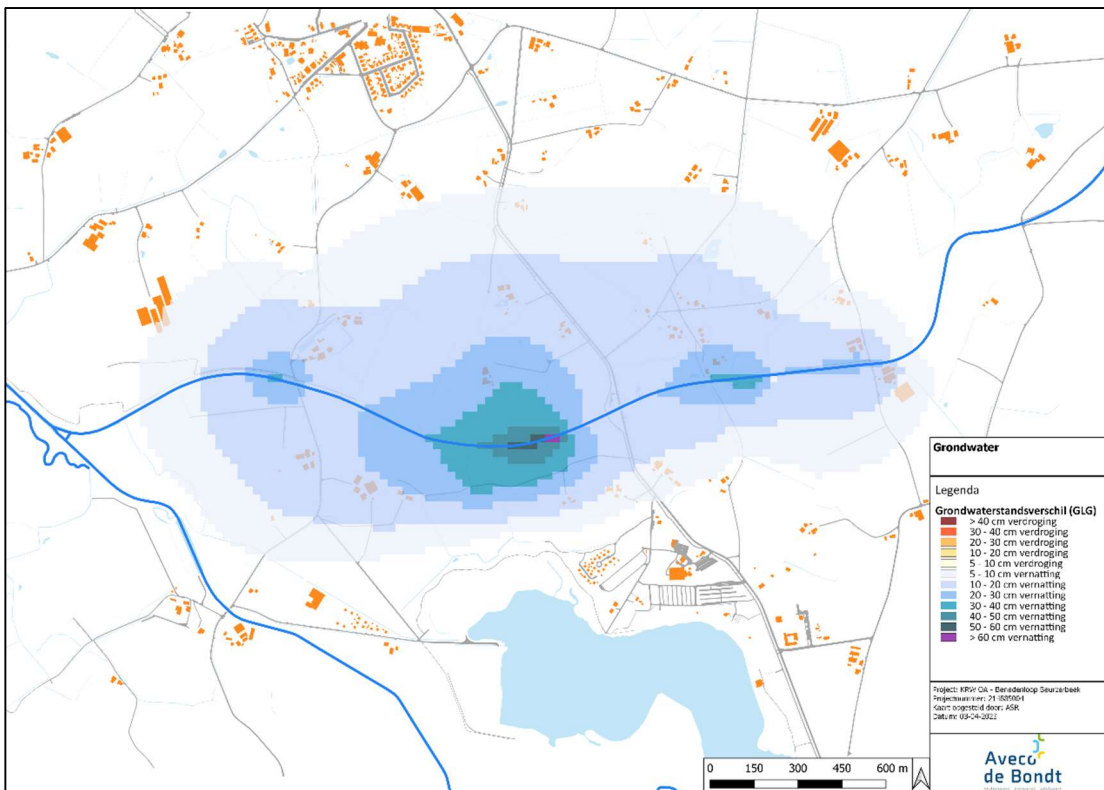
De grondwaterstandverhoging is het grootst direct benedenstrooms van de stuwlocaties (stuwen worden verwijderd in VO). In Figuur 16 is dit effect in een zijaanzicht van de watergang met de waterpeilen ook goed duidelijk. In dit figuur is in blauw de waterstand bij het VO weergegeven. Met de rode lijn is daarin de waterstand in de beek van de huidige situatie geplote. Door het verwijderen van de stuwen en tegelijkertijd het verhogen van de bodem is het effect het grootst direct na de voormalige stuwlocaties.



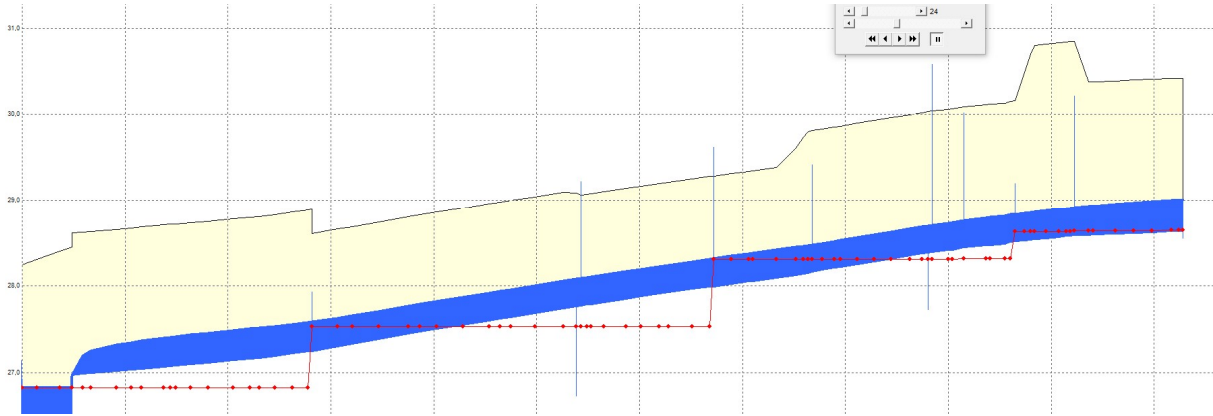
Figuur 13 GHG verschilkaart (VO - REF)



Figuur 14 GVG verschilkaart (VO - REF)



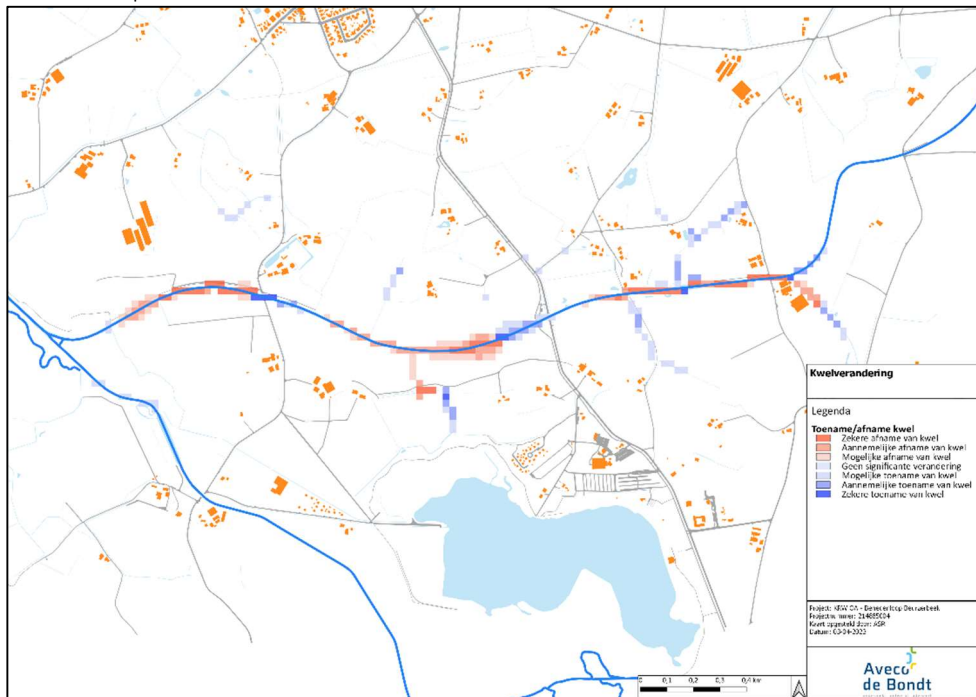
Figuur 15 GLG verschilkaart (VO - REF)



Figuur 16 zijaanzicht SOBEK berekening. In blauw de waterstand horende bij het VO. Met een rode lijn de waterstand in de huidige situatie

Kwel

In Figuur 17 is de kwelverschilkaart weergegeven. De effecten treden met name op in de directe omgeving van de watergangen. Waar de grondwaterstand (flink) toeneemt is een afname van de kwel zichtbaar. De watergang trekt, door de tegendruk van de hogere waterstand, minder water uit de ondergrond. Daar waar de grondwaterstandverhoging kleiner of afwezig is, is juist een toename zichtbaar. Er ontstaat een nieuwe balans. Netto is er sprake van een afname van kwel.



Figuur 17 Kwel verschilkaart VO - REF



4 Synthese

In voorliggend hoofdstuk duiden wij de berekende effecten. Daarbij toetsen wij de gestelde eisen aan het oppervlaktewatersysteem. Aansluitend beschrijven wij wat dit betekent voor het grondwater. Ook benoemen wij de kanttelingen en aanbevelingen bij de resultaten.

4.1 Toetsing oppervlaktewater

Voor oppervlaktewater zijn er een drietal eisen benoemd:

1. Vanuit de KRW is een eis gesteld aan de stroomsnelheid. Bij een zomerafvoer moet de stroomsnelheid tussen 0,1-0,2 m/s bedragen. Voor de gemiddelde voorjaarsafvoer (0,25Q) moet de stroomsnelheid 0,2-0,3 m/s zijn. Bij hogere afvoeren dient de stroomsnelheid tussen de 0,5 – 0,7 m/s te liggen.
2. Daarnaast is vooraf gesteld dat bij een T1 situatie het profiel van de watergang volledig gevuld moet zijn en dat vanaf dit niveau er sprake mag zijn van meestromende oevers (overstromingsvlakte).
3. De piekafvoeren moeten worden geborgen op de overstromingsvlakte. Een (toename van) inundatie op de omliggende gronden is niet gewenst.

In onderstaande tabel is samengebracht in welke mate er aan de gestelde eisen wordt voldaan. Met groen is aangegeven of aan de gestelde eis wordt voldaan.

Situatie	Gemiddelde stroomsnelheid (m/s)	Waterdiepte (m)	Inundatie
Zomerafvoer	0,13	0,14 – 0,28	Nvt.
Winterafvoer	0,17	0,32 – 0,34	Nvt.
T1	0,52	0,74 – 0,90	Geen/beperkt
T10	0,58	0,96 – 1,17	Geen/beperkt
T100	0,60	0,98 – 1,21	Geen/beperkt

Aan de eis voor de stroomsnelheid wordt voor alle berekende situaties voldaan. De gemiddelde voorjaarsafvoer (0,25Q) is niet doorgerekend. Voor de winterafvoer is geen eis in stroomsnelheid bekend. Wanneer wordt gekeken naar de (lagere) winterafvoer (0,1Q) dan kan aangenomen worden dat een stroomsnelheid tussen de 0,2-0,3 m/s is te verwachten voor de voorjaarsafvoer. Daarmee wordt ook aan de eis voor de voorjaarsafvoer voldaan.

Daarnaast geldt de eis dat het profiel van de watergang bij een T1 situatie volledig gevuld dient te zijn. Het profiel is gemiddeld genomen ca 80 cm diep. Kijken we naar de gemeten waterdiepte dan zien we dat deze waterdiepte rond dezelfde waarde is. Gemiddeld genomen is de waterstand net iets hoger bij een T1 situatie dan de diepte van de watergang en begint deze dus rond de T1 situatie over te lopen naar de overstromingsvlakte. Daarmee wordt aan de gestelde eis voldaan.

De laatste eis stelt dat er geen inundatie mag ontstaan bij piekafvoeren, maar dat deze afvoer binnen de overstromingsvlakte moet blijven. Figuur 6 laat duidelijk zien dat dit het geval is. Er worden geen verdere inundatie berekend. Daarmee wordt ook aan deze eis voldaan. De losse inundatielocaties verder van de watergang af zijn ook reeds voor de referentiesituatie berekend. Het werkelijk voorkomen van inundatie op deze locaties dient nader te worden onderzocht.

4.2 Effecten op grondwater

Zoals in paragraaf 3.3 duidelijk wordt zorgt het VO voor een verhoging van de grondwaterstanden. In het kader van Koers Voorraadbeheer preferereert een toename van de grondwaterstanden boven een afname van de grondwaterstanden. De hogere grondwaterstanden betekenen dat er meer water in de ondergrond kan worden



vastgehouden. Doordat er reeds sprake is van relatief lage grondwaterstanden in de huidige situatie, zijn negatieve effecten op het landgebruik als gevolg van deze stijging niet te verwachten. De berekende GXG kaarten voor de VO situatie laten grondwaterstanden zien die nog goed aansluiten bij agrarisch gebruik. Uitzondering hierop is de directe omgeving van de beek in zijn beekdal.

4.3 Kanttekeningen en aanbevelingen

Bij deze uitgevoerde effectenstudie horen een aantal kanttekeningen en aanbevelingen:

- In het ontwerp is nu gekozen voor een harde overgang benedenstrooms naar het bestaande profiel. Dit is ook zo vertaald in de modelstudie. Dit is ook goed zichtbaar in Figuur 16. Hierdoor ontstaat hier benedenstrooms een drempel in de bodemhoogte (soort waterval) met bijhorende hoge stroomsnelheden. Deze aansluiting moet in het DO nog nader worden uitgewerkt.
- Het stroomprofiel van de beek zou, geredeneerd vanuit de stroomsnelheden, nog smaller kunnen om bij lage zomerafvoeren (0,05Q) een hogere stroomsnelheid te realiseren. Echter wordt er ook gesproken over het aankoppelen van meer oppervlakte bovenstrooms. Vanuit dat oogpunt is een verdere versmalling niet wenselijk.