

RAPPORT

**Hydrologische rapportage  
Beekherstel Groote Beerze traject 3**

Klant: Waterschap De Dommel

Referentie: BH4284WATRP2012151440WM

Status: Definitief/02

Datum: 18 december 2020

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35  
3818 EX AMERSFOORT  
Water

Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**  
+31 33 463 36 52 **F**  
info@rhdhv.com **E**  
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Hydrologische rapportage Beekherstel Grote Beerze traject 3

Ondertitel: Beekherstel Grote Beerze  
Referentie: BH4284WATRP2012151440WM  
Status: 02/Definitief  
Datum: 18 december 2020  
Projectnaam: Modelling Grote Beerze  
Projectnummer: BH4284  
Auteur(s): Toine Kerckhoffs en Siebren van der Linde

Opgesteld door: Toine Kerckhoffs en Siebren van der Linde

Gecontroleerd door: Siebren van der Linde

Datum: 15 december 2020

Goedgekeurd door: Paul Aalders

Datum: 15 december 2020

Classificatie

Projectgerelateerd

*Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.*

*Let op: dit document bevat persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V. en dient voor publicatie of anderszins openbaar maken te worden geanonimiseerd.*

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Introductie</b>	<b>1</b>
1.1	Aanleiding en inzet hydrologische modellen	1
1.2	Leeswijzer	2
<b>2</b>	<b>Modelscenario's</b>	<b>3</b>
2.1	Referentie scenario	3
2.2	Minimaal scenario	3
2.3	Maximaal Scenario	6
<b>3</b>	<b>Modelaanpassingen</b>	<b>7</b>
3.1	Oppervlaktewatermodel	7
3.2	Grondwatermodel	8
<b>4</b>	<b>Resultaten Minimaal Scenario</b>	<b>11</b>
4.1.1	Waterstand en stroomsnelheid	11
4.1.2	Inundaties	13
4.1.3	Effect grondwaterstand	14
<b>5</b>	<b>Conclusies minimaal scenario</b>	<b>16</b>
5.1	(Grond)waterstand	16
5.2	Inundatie	16
5.3	Stroomsnelheid	16

## Bijlagen

1. Notitie opstuwning meander Schepersweg – Waterschap de Dommel
2. Notitie infiltratie Groote Beerze

## 1 Introductie

### 1.1 Aanleiding en inzet hydrologische modellen

Waterschap De Dommel staat samen met haar partners voor een uitdagende opgave in het beekdal van De Grote Beerze, waarin natuurherstel, ontwikkeling van nieuwe natuur en het ontwikkelen van een klimaatrobuust systeem centraal staan. Deze opgaves zijn onder andere afkomstig van Natuur Netwerk Brabant (NNB) en Actieplan leven de Dommel. De beek krijgt een natuurlijker karakter, natte natuurparels worden hersteld en de KRW en N2000-opgave wordt gerealiseerd. Voor het behalen van deze doelen en het ontwerpproces goed te kunnen onderbouwen, is een grondige hydrologische modelstudie essentieel. Er zijn daarom verschillende modelberekeningen uitgevoerd met grond- en oppervlaktewatermodellen. Deze rapportage is het technische achtergronddocument van het Projectplan Waterwet Grote Beerze Traject 3.

Het project van de Grote Beerze bestaat uit drie trajecten. De verschillende deeltrajecten staan opgenomen in Figuur 1. Traject 1 is reeds behandeld. De modelberekeningen ter ondersteuning van Traject 1 zijn in 2019 afgerond en het Projectplan Waterwet is reeds ingediend. Voor Traject 3 zijn nieuwe modelberekeningen uitgevoerd omdat er voor dit traject inrichtingsontwerpen tot stand zijn gekomen. Hiervoor is het model met daarin de maatregelen voor traject 1 als uitgangspunt genomen. Alvorens is met een oriënterende modelberekening is nagegaan of maatregelen van Traject 2 en 3 invloed op elkaar hebben. Dit blijkt niet het geval, hierdoor kunnen de modelberekeningen van Traject 2 en 3 los van elkaar worden beschouwd. Deze rapportage gaat over het beekherstel in Traject 3.

Wij gaan in op de aanpassingen die zijn gedaan aan de modellen bovenop die al reeds zijn verwerkt in de modellen voor Traject 1. Dit doen wij voor zowel de oppervlaktewatermodellen als het grondwatermodel. Vervolgens gaan wij in op de resultaten van de modelberekeningen. Voor de opzet en opbouw van de modellen wordt verwezen naar de rapportage van Traject 1 (WATBF8733R001F02WM\_AH\_Hydrologische rapportage Beekherstel Grote Beerze).



Figuur 1 Overzicht verschillende deeltrajecten Beekherstel Grote Beerze

## 1.2 Leeswijzer

De rapportage beschrijft in hoofdstuk 2 de doorgerekende modelscenario's. Vervolgens worden de modellen die zijn gebruikt voor de scenarioberekeningen beschreven in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 worden de uitkomsten gepresenteerd. De conclusies die naar aanleiding van deze studie gedaan zijn staan in hoofdstuk 5.

## 2 Modelscenario's

Het is gebruikelijk om scenarioberekeningen van verschillende maatregelen in het watersysteem te vergelijken met een referentiescenario om zo het effect van ingrepen in beeld te kunnen brengen. Voor zowel de grondwater als de oppervlaktewater berekeningen zijn de definitieve modellen van Traject 1 als referentiesituatie genomen.

### 2.1 Referentie scenario

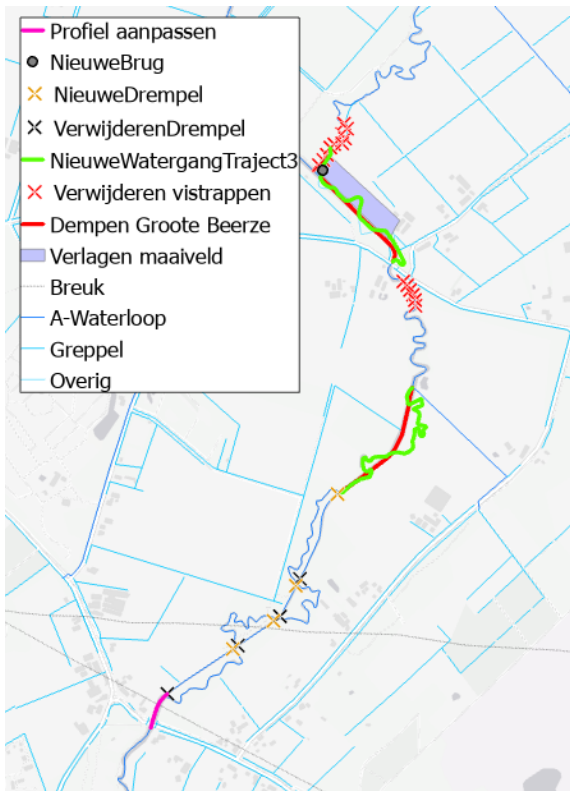
Voor het referentie scenario is uitgegaan van de volgende modellen:

- Dynamisch oppervlaktewatermodellen: GBdyn.lit.
  - 20200803\_referentie\_T1H\_herstelZshift.
  - 20200803\_referentie\_T10\_herstelZshift.
  - 20200803\_referentie\_T25\_herstelZshift.
  - 20200803\_referentie\_T50\_herstelZshift.
  - 20200803\_referentie\_T100HK\_herstelZshift.
- Stationair oppervlaktewatermodel: GB\_s.lit.
  - 'Tr3\_Winter\_duikerverdeelwerk\_max25ls'.
  - 'Trj3\_Najaar\_duikerverdeelwerk\_max25ls'.
  - 'Trj3\_Voorjaar\_duikerverdeelwerk\_max25ls'.
  - 'Tr3\_Zomer\_duikerverdeelwerk\_max25ls'.
- Grondwatermodel: scenario naam.
  - Referentie.

### 2.2 Minimaal scenario

Uitgangspunt voor dit scenario is het halen van de KRW-doelstellingen. Dit houdt de volgende maatregelen in, zie Figuur 2:

- De vistrappen worden verwijderd.
- Er vindt hermeandering plaats + profielen worden smaller en ondieper.
- De drempels in de bypasses worden verplaatst van het begin naar het uiteinde van de bypasses.
- Het profiel in het traject "brug Broekeindsedijk – 1<sup>e</sup> bypass" wordt aangepast.
- Verlagen maaiveld benedenstrooms Schepersweg (voor details zie Bijlage 1. Notitie opstuwing meander Schepersweg – waterschap de Dommel).

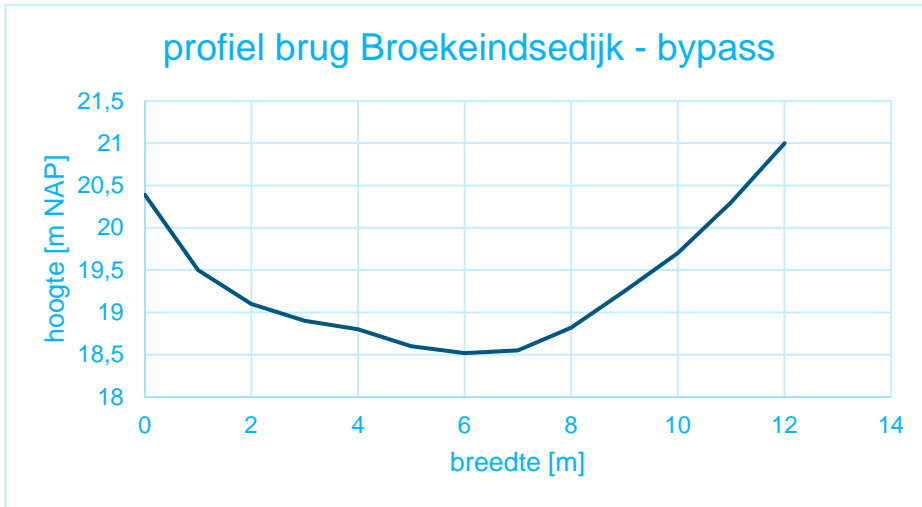


Figuur 2 Maatregelen minimaal scenario

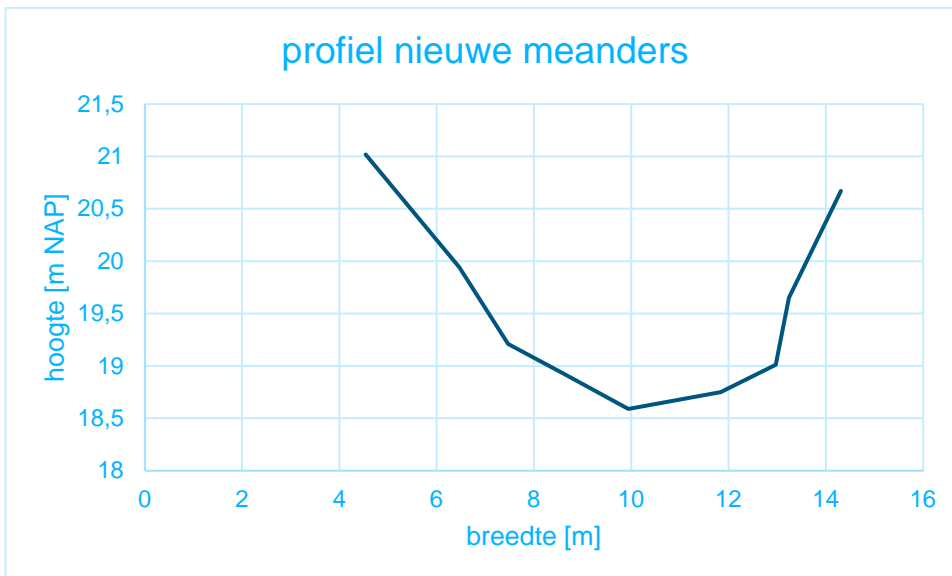
Bij het meest bovenstroomse traject, “brug Broekeindsedijk – bypass” (aangegeven in paars in Figuur 2) is onderstaand profiel aangenomen, Figuur 3. Deze is aangeleverd door het waterschap op 18-06-2020.

Het profiel dat is gebruikt voor de nieuw aan te leggen meanders (groen in Figuur 2) staat weergegeven in Figuur 4. Deze is aangeleverd door het waterschap op 21-08-2020. De bodemhoogtes van de profielen in de nieuwe meanders zijn op basis van het benodigde verhang aangepast. Dit verhang is bepaald op basis van analyses door het Waterschap en staat weergegeven in Figuur 5. Tevens zijn de insteekhoogtes van de profielen aangepast zodat deze overeen komen met de hoogte van het maaiveld (AHN3) op de betreffende locaties.

De hoogtes [m NAP] in de hieronder weergegeven profielen gelden voor het meest bovenstroomse profiel van het desbetreffende traject.

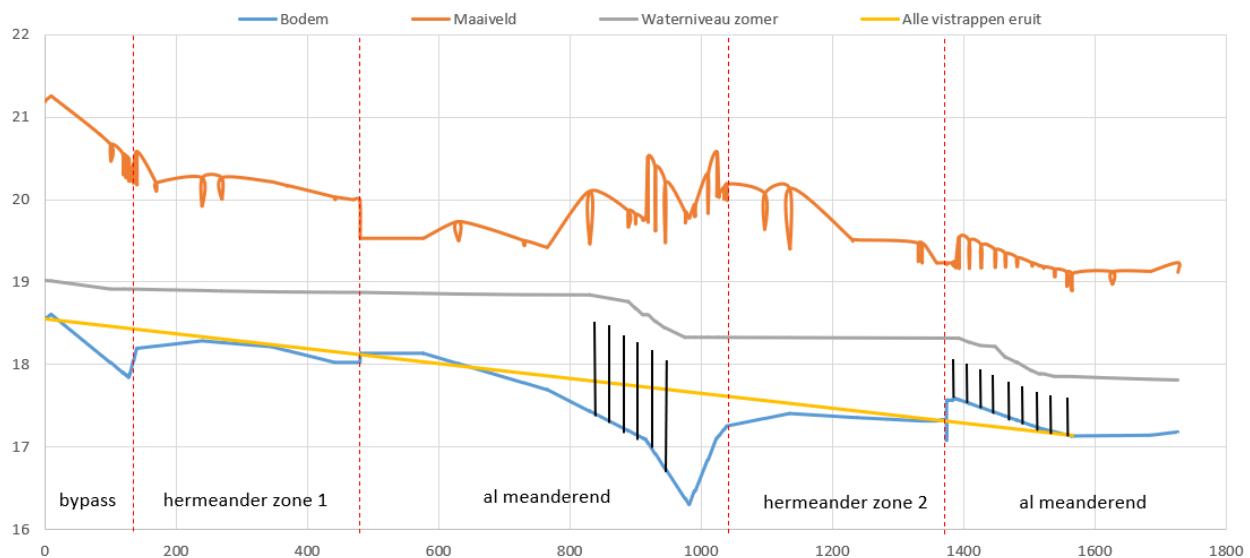


Figuur 3 Profiel brug Broekeindsedijk – bypass



Figuur 4 Profiel nieuwe meander, benedenstrooms van de bypass





Figuur 5 Nieuw verhang bodemhoogte minimaal scenario

Bij het traject van de Schepersweg tot aan het omleidingskanaal wordt er met bovenstaande profielen ongewenste inundatie berekend. Om dit te voorkomen is aan de noordzijde een maaiveldverlaging ingevoerd. Details over deze maaiveldverlaging zijn uitgewerkt in bijlage 1.

## 2.3 Maximaal Scenario

Het doel van het Maximale Scenario is te onderzoeken in hoeverre het mogelijk is om meer water te bergen in het beekdal van de Grote Beerze / Westelbeersbroek. Dit is onderzocht door de invloed en haalbaarheid van het dichtzetten van de bypasses te modelleren. Op basis van de modelresultaten is deze maatregel in de huidige situatie niet gewenst bevonden: er ontstond als gevolg van opstuwning van de waterstand te veel risico op inundatie bovenstrooms in het beekdal. Het bestuur van het waterschap heeft aangegeven het belangrijk te vinden dat de agrariërs die door de extra inundatie worden getroffen goed mee te nemen in het verhaal. Door de tijdsdruk is ervoor gekozen om voor nu door te gaan met het minimale scenario en eventueel later de bypass nog dicht te zetten wanneer de getroffen agrariërs akkoord gaan met de voorwaarden.

Daarnaast heeft het laten vervallen van de bypasses slecht zeer marginaal effect op het tegengaan van verdroging. Er zijn daarom in het vervolgproces geen aanvullende modelberekeningen uitgevoerd van het Maximale Scenario.

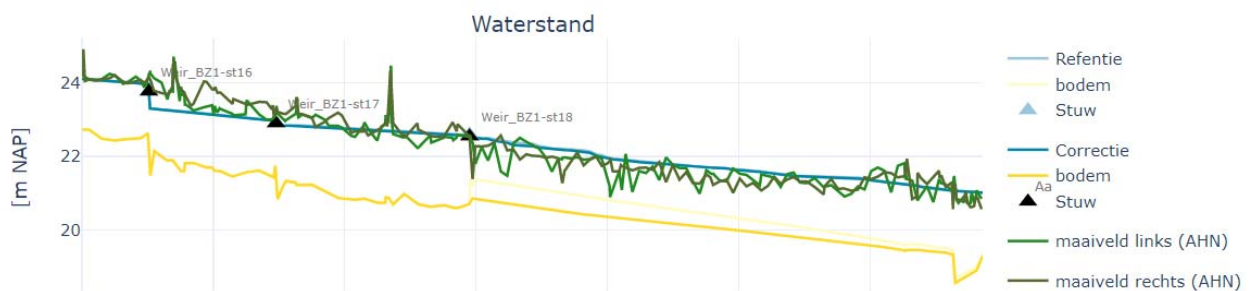
### 3 Modelaanpassingen

#### 3.1 Oppervlaktewatermodel

Het waterschap beschikt over SOBEK-modellen van de Grote Beerze. De definitieve modellen van Traject 1 zijn het vertrekpunt geweest voor de in voorliggende rapportage beschreven modelstudie. Er zijn vervolgens een aantal wijzigingen geweest, welke hieronder worden besproken.

##### Bodemhoogte Traject 1

In het dynamische model bleek de bodemhoogte in Traject 1 niet helemaal correct te zijn. Het bodemverhang zoals ontworpen in Fase 1 is niet goed in het definitieve dynamische model gekomen. Het stationaire model is daarentegen wel correct. De invloed van de correctie van het bodemverhang, Figuur 6, op de waterstand en daarmee de inundatieresultaten bleek verwaarloosbaar klein. Daarbij leidt het corrigeren van de bodem tot een verlaging van de waterstand waarmee de effecten in het PPWW voor traject 1 een overschatting zijn geweest.



Figuur 6 Correctie bodemverhang Traject 1 (waterstand T100)

##### Toevoegen duiker

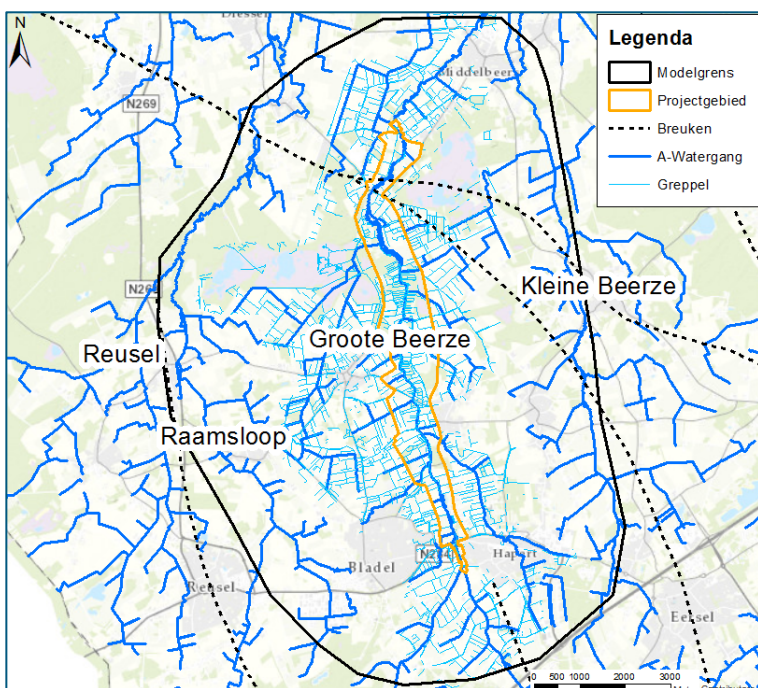
In stationaire model ontbrak de duiker BZ37-KDU6 in waterloop BZ37, Figuur 7 doordat deze maatregel na het modelleren is toegevoegd aan het PPWW voor Traject 1. Deze duiker loopt van de Westelbeersedijk tot ongeveer 1/3<sup>e</sup> in de BZ37. Deze duiker is toegevoegd aan het SOBEK-model.



Figuur 7 Locatie toegevoegde duiker

### 3.2 Grondwatermodel

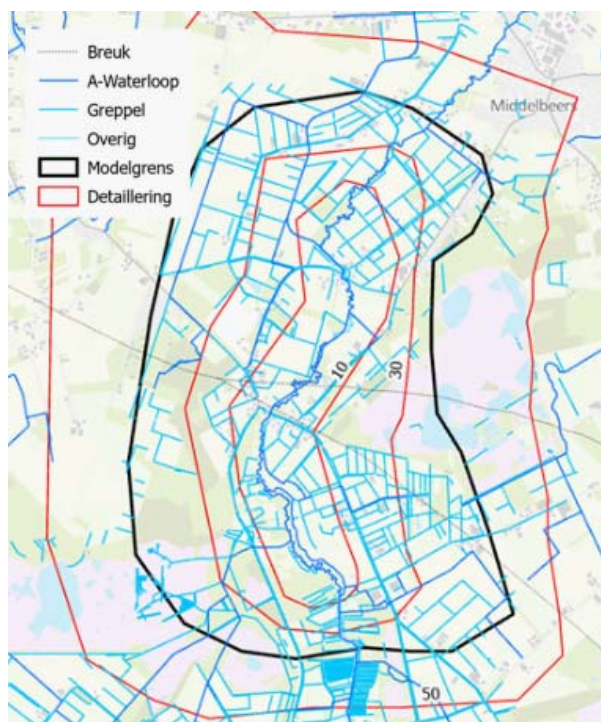
Voor Traject 1 is een nieuw grondwatermodel opgezet voor het project beekherstel Groote Beerze Traject 1. De ligging, modelgrens en gebruikte waterlopen zijn weergegeven in Figuur 8. De opzet en het kalibratieresultaat is in te zien in de rapportage van Traject 1 (WATBF8733R001F02WM\_AH\_Hydrologische rapportage Beekherstel Groote Beerze). Het grondwatermodel voor Traject 3 is voortgebouwd op het model van Traject 1. Er zijn vervolgens nog een aantal aanpassingen gedaan welke hieronder worden toegelicht.



Figuur 8 Locatie Groote Beerze grondwatermodel Fase 1

### Detailtering grid

Er is een verfijnd model opgezet voor Traject 3. Dit was nodig omdat de modelverfijning uit het model van Traject 1 niet toereikend was voor berekeningen in Traject 3. In het deelmodel voor Traject 3 is vervolgens een groot deel van Fase 1 niet meer opgenomen. Hierdoor is de rekentijd kleiner geworden en de detailtering rondom het interessegebied vergroot. De modelgrens en de detailteringspolygoon van het gedetailleerde model zijn weergegeven in Figuur 9.



Figuur 9 Modelgrens en detailtering Fase 2

### Randvoorwaarden

De ligging van de modelrand van het nieuwe gedetailleerde grondwatermodel past binnen het model van Traject 1. De initiële waterstanden en randvoorwaarden zijn daarom niet gebaseerd op het DoREGMOD2014 maar op de modelresultaten van traject 1.

### A-Watergangen

Het grondwatermodel neemt voor de A-watergangen peilen en bodemhoogtes over uit stationaire SOBEK-modellen. In tegenstelling tot het grondwatermodel van Traject 1 overlapt de grens van het (kleinere) grondwatermodel van Traject 3 geen andere watersystemen dan het systeem van de Groote Beerze. De oppervlaktewaterpeilen en de natte omtrek zijn overgenomen uit het stationaire SOBEK-model. In dit SOBEK model is per seizoen een stationaire waterstand berekend. Data uit de oppervlaktewater modellen is opgelegd aan het grondwatermodel. De gebruikte SOBEK-model en cases staan per scenario weergegeven in Tabel .

Tabel 1 Overzicht gebruikte Sobekcases per modelscenario

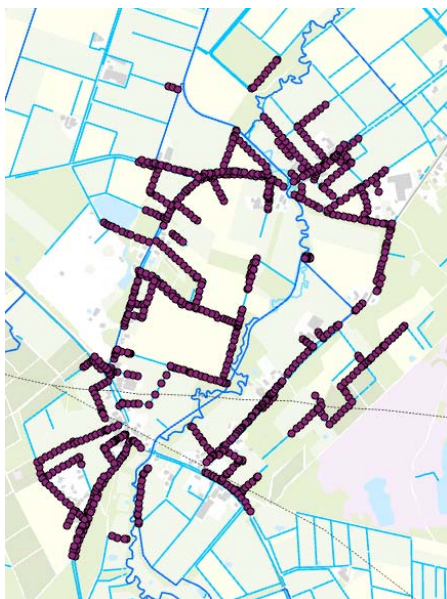
Scenario	Cases
Referentie	3 'Tr3_Winter_duikerverdeelwerk_max25ls'
	4 'Trj3_Najaar_duikerverdeelwerk_max25ls'
	5 'Trj3_Voorjaar_duikerverdeelwerk_max25ls'



Scenario	Cases
	2 'Tr3_Zomer_duikerverdeelwerk_max25ls'
Minimaal	14 '22092020_Tr3_Voorjaar_Minimaal'
	11 '22092020_Tr3_Najaar_Minimaal'
	12 '22092020_Tr3_Winter_Minimaal'
	13 '20201023_Tr3_Zomer_Minimaal'

### Inmetingen greppels en sloten

Van A-watgangen is een profiel bekend. Deze profielen worden in het oppervlakte en grondwatermodel gebruikt. Van greppels en sloten (B- of C-watgangen) is doorgaans geen profiel bekend. Deze watergangen zijn echter wel relevant voor het grondwatermodel omdat hierdoor de drainagebasis tot stand komt. In Traject 1 zijn al bodemhoogte en waterstand inmetingen van relevante waterlopen uitgevoerd en in het model van Traject 1 ingebracht. Voor Traject 3 zijn ook inmetingen gedaan en in het model verwerkt. De locaties van de inmetingen worden weergegeven in Figuur 10. Tevens zijn aan de hand van de inmetingen enkele ontbrekende greppels toegevoegd aan het waterlopenbestand.



Figuur 10 Inmetingen traject 3

### Gebruikte modellen

De volgende modellen zijn gebruikt bij de grondwatermodellering van Traject 3.

- Grid5.
- Referentie.
- Minimaal.

## 4 Resultaten Minimaal Scenario

### 4.1.1 Waterstand en stroomsnelheid

Figuur 11 geeft aan waar alle lengteprofielen van het minimaal scenario op zijn gebaseerd, deze loopt dus door de nieuwe meanders en niet door de huidige Groote Beerze. Verder is in Figuur 12 en Figuur 13 het verschil te zien in waterstand en stroomsnelheid tussen het referentie en het minimaal scenario in een winter- en zomersituatie. De waterstand volgt in het minimaal scenario een geleidelijk verhang. De waterstand in het minimaal scenario ligt overal lager dan in het referentie scenario. De stroomsnelheid is vrijwel over het hele traject hoger in het minimale scenario. De stroomsnelheid in de zomer varieert tussen de 0,1 en 0,3 m/s.



Figuur 11 Ligging lengteprofielen minimaal scenario



Figuur 12 Verschil in waterstand en stroomsnelheid tussen referentie en minimaal scenario in wintersituatie



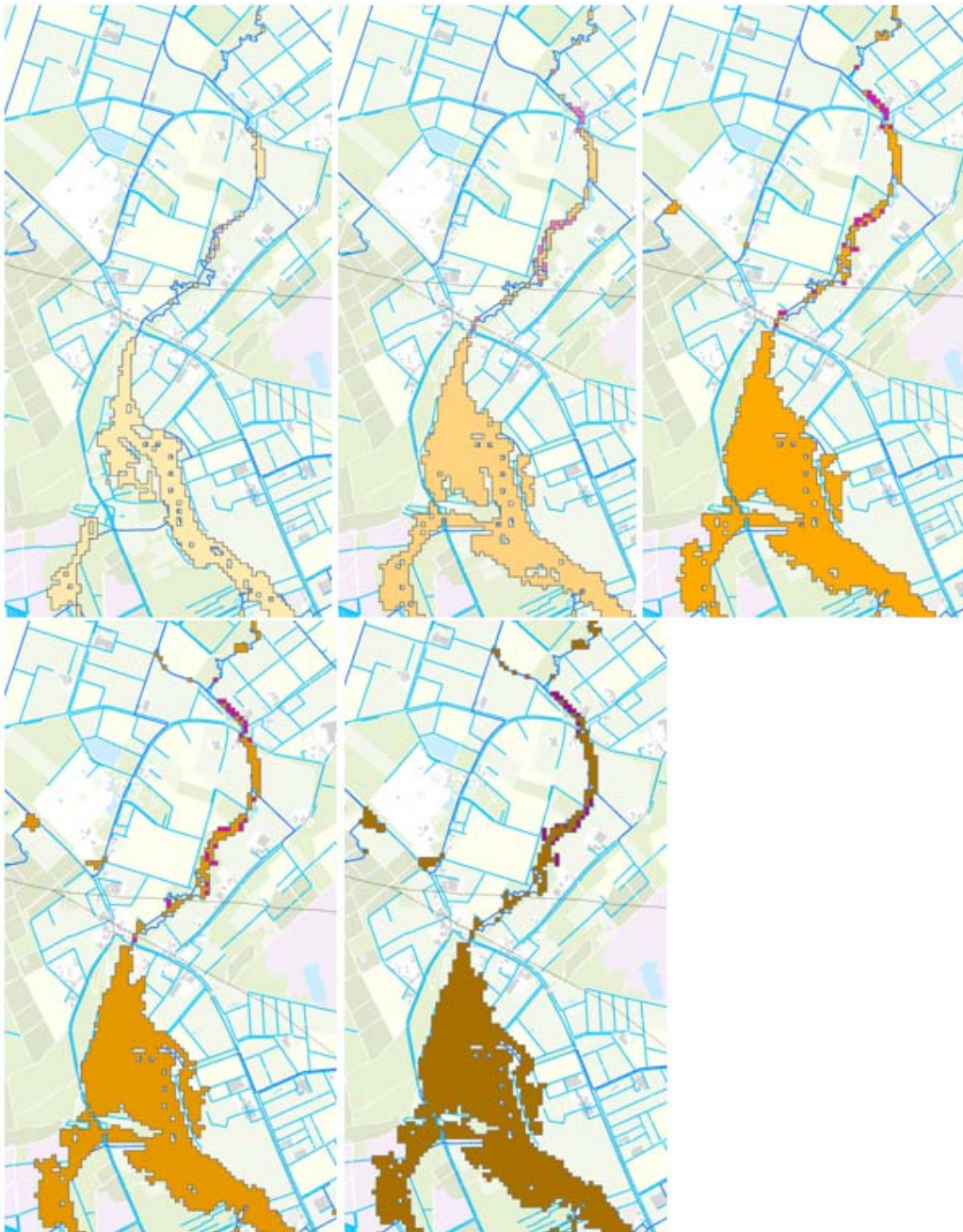
Figuur 13 Verschil in waterstand en stroomsnelheid tussen referentie en minimaal scenario in zomersituatie

### 4.1.2 Inundaties

De berekende locaties waar inundatie optreedt zijn weergegeven in Figuur 14. Hier zijn de inundaties te zien die voorkomen bij neerslaggebeurtenissen met een herhalingsperiode van 1, 10, 25, 50 en 100 jaar (huidig klimaat). De oranjefinten geven de inundatie weer van het referentiemodel, de paarse tinten de inundatie van het model "minimaal scenario". De inundaties van de referentiemodellen zijn over de inundaties van het minimale modellen weergegeven. Zo is de extra inundatie, die door de maatregelen wordt veroorzaakt te zien.

De toename van de inundatie is zeer klein. Rondom beide nieuwe meanders is er een geringe toename van inundatie.





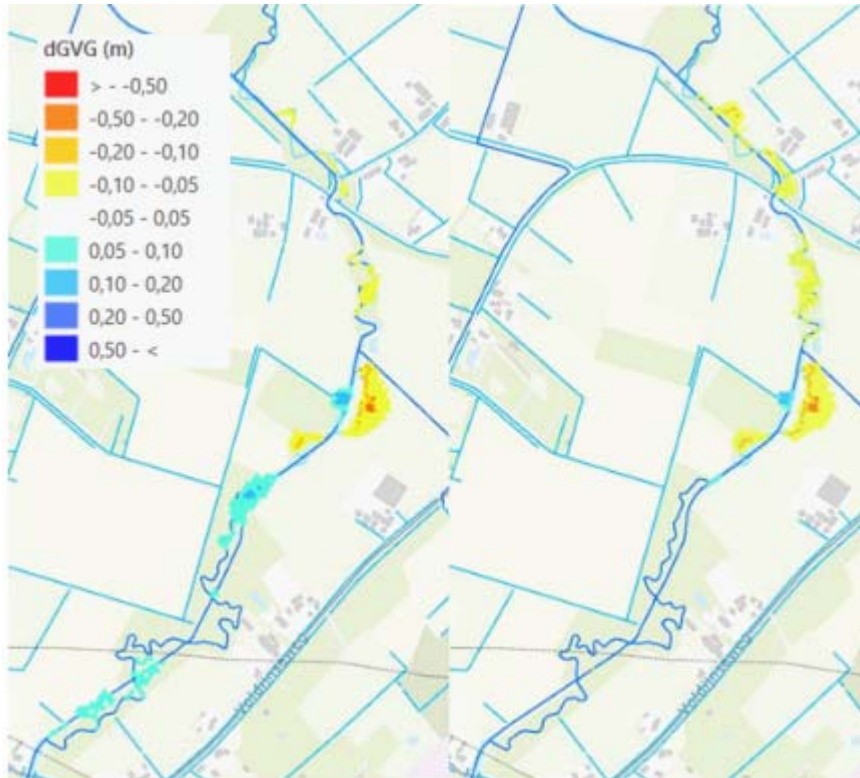
Figuur 14 Inundaties referentie (oranje/bruin) en minimaal(paars) model

#### 4.1.3 Effect grondwaterstand

In Figuur 15 zijn de verschillen weergegeven in GHG-situatie en GVG-situatie van het minimaal scenario ten opzichte van het referentie scenario. Het verschil in GLG-situatie is niet weergegeven omdat dit verschil overal kleiner is dan 5 cm. In bijlage 2 is in een notitie uiteengezet hoe het kan dat er in een GLG-situatie vrijwel geen effect is van de maatregelen op de grondwaterstand.

Het effect op de grondwaterstand is zeer lokaal. Ter plaatse van de nieuwe meanders is er sprake van lichte verdroging. Dit is het gevolg van het insnijden van de nieuwe ligging. Bij de bovenstroomse vistrap is er ook lichte verdroging te zien. Dit komt door de verlaging van het peil als gevolg van het verwijderen

van de vistrap. In de bypass is lokaal vernatting te zien, de oorzaak hiervan is het verplaatsen van de drempels in de bypass.



Figuur 15 Effecten GHG (links) en GVG (rechts) minimaal ten opzichte van referentie

## **5 Conclusies minimaal scenario**

### **5.1 (Grond)waterstand**

Het verwijderen van de vistrappen, het hermeanderen van de beek en profielaanpassingen zorgen ervoor dat de waterstand over het hele traject 3 daalt. Dit betekent ook dat het drainageniveau daalt waarop het grondwater kan afwateren. Uit de grondwaterberekeningen blijkt dat het effect van het verlagen van het peil maar lokaal effect heeft. Oorzaken hiervan zijn de diepe grondwaterstand en het maaiveld verloop.

### **5.2 Inundatie**

De maatregelen van het minimaal scenario hebben maar een klein effect op de locaties waar inundatie plaatsvindt. Ter plaatse van de nieuwe meanders is er zeer lokaal extra inundatie berekend in de verschillende doorgerekende herhalingstijden.

### **5.3 Stroomsnelheid**

De stroomsnelheid is vrijwel over het hele traject hoger in het minimale scenario. De stroomsnelheid in de zomer varieert tussen de 0,1 en 0,3 m/s.

## **Bijlage 1**

### **Notitie opstuwning meander Schepersweg – Waterschap de Dommel**



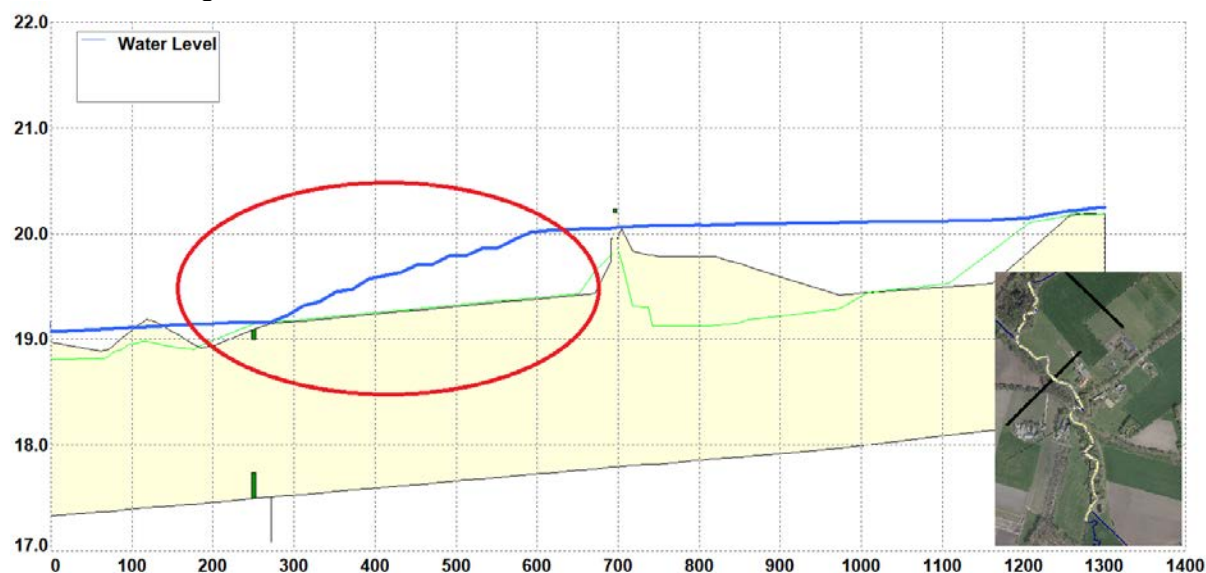
Project: Beekherstel Groote Beerze

Aan : Projectteam Groote Beerze  
 Van : Luuk van Elk  
 Datum : 1-12-2020  
 Betreft : Inundatie tgv de benedenstroomse meander  
 Kopie aan: Michelle Berg

### Aanleiding en achtergrond

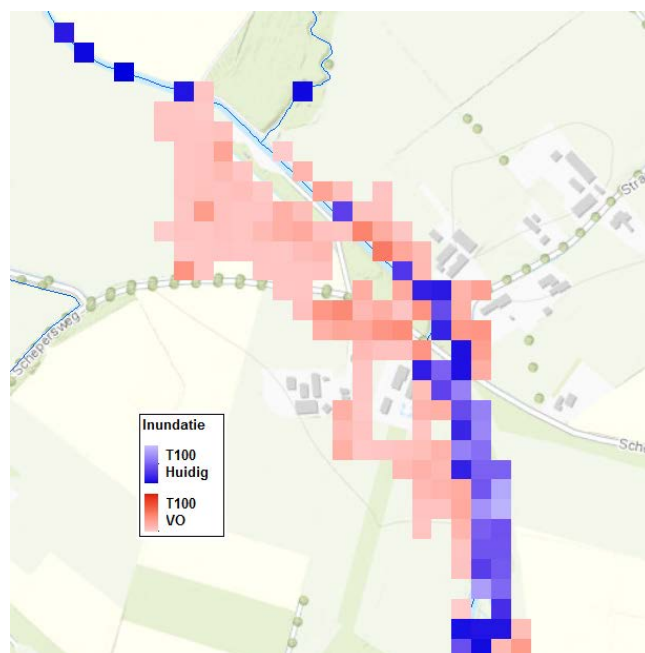
Vanuit het project Beekherstel Groote Beerze zijn er voor traject 3 “Broekeindsedijk – Aardbossen” enkele maatregelen opgesteld en doorgerekend (minimaal scenario). Een van deze maatregelen is het aanleggen van meanders tussen de Schepersweg en het omleidingskanaal.

Uit de eerste berekeningen is gebleken dat het gekozen profiel (zie bijlage 1) wel voldoet voor de stroomsnelheid (zie bijlage 2) maar te klein is voor hoogwater waardoor er opstuwung op dit traject ontstaat (figuur 1). Als gevolg van deze opstuwung vindt er bovenstrooms de Schepersweg inundatie plaats op particulier eigendom (figuur 2). Deze inundatie is ongewenst.



**Figuur 1: Opstuwung over het traject Schepersweg - Omleidingskanaal**

Vandaar dat er een onderzoek is gedaan naar wat de oorzaak is van deze opstuwung en hoe de opstuwung over het traject Schepersweg – Omleidingskanaal dusdanig verminderd kan worden zodat de inundatie bovenstrooms de Schepersweg verdwijnt. In deze memo is de meest praktische oplossing voor dit probleem beschreven.



**Figuur 2: Inundatie T100 huidig (blauw) en met een kleiner profiel (rood)**

## Synthese

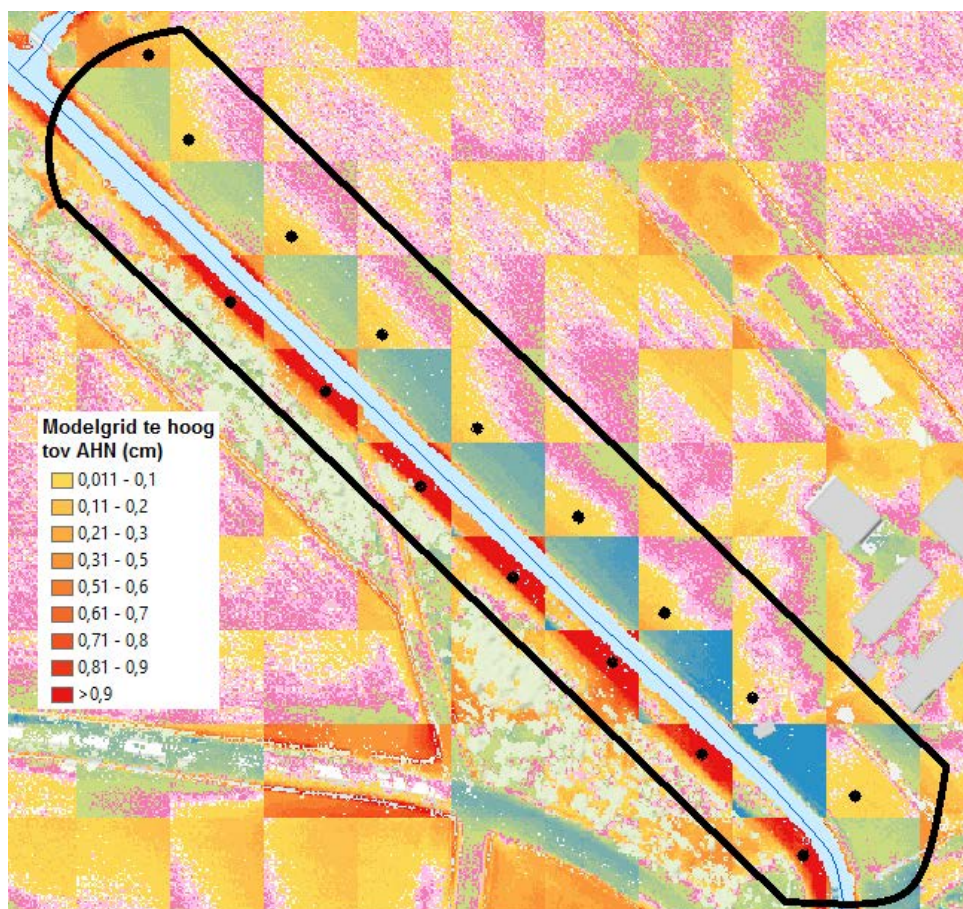
### Oorzaak opstuwing

Wanneer er naar het lengteprofiel (figuur 1) wordt gekeken vallen er enkele dingen op:

- Er vindt enkel opstuwing plaatsvindt over het traject tussen de brug bovenstrooms de vistrappen en de brug van de Schepersweg. Beide van deze kunstwerken zelf stuwen niet op. Daarnaast liggen er ook geen andere kunstwerken in de beek die een eventuele opstuwing kunnen veroorzaken.
- Ten twee valt het op dat het over het gehele traject opstuwing plaatsvindt. Vaak wanneer een specifiek iets een opstuwing veroorzaakt is het zo dat er over dit punt opstuwing berekend wordt. Echter, hier wordt opstuwing over het gehele traject geconstateerd.
- Ten derden valt het op dat de opstuwing trapsgewijs plaatsvindt. Wanneer in het model wordt gekeken valt af te leiden dat er om de ongeveer 25m een verhoging van de waterstand plaatsvindt.

Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat de combinatie van de watergang (1D) samen met het omliggend grid (2D) de oorzaak is van de opstuwing. Het grid bestaat namelijk uit vlakken van 25x25m. Hetgeen waarover steeds een waterverhoging plaatsvindt.

Wat er in het model gebeurd is dat er een bepaalde weerstand zit op de watergang om vegetatie en bochten te simuleren. Hierdoor zal het water niet snel door kunnen stromen maar wordt het opgestuwd. Normaal gesproken zal het water op een bepaald moment buiten zijn "bakje" treden en het maaiveld opstromen. Hier zal het water parallel aan de beek mee stromen waardoor er bijna geen opstuwing meer plaatst zal vinden. Water kan zich nu immers verdelen over een groter oppervlak.

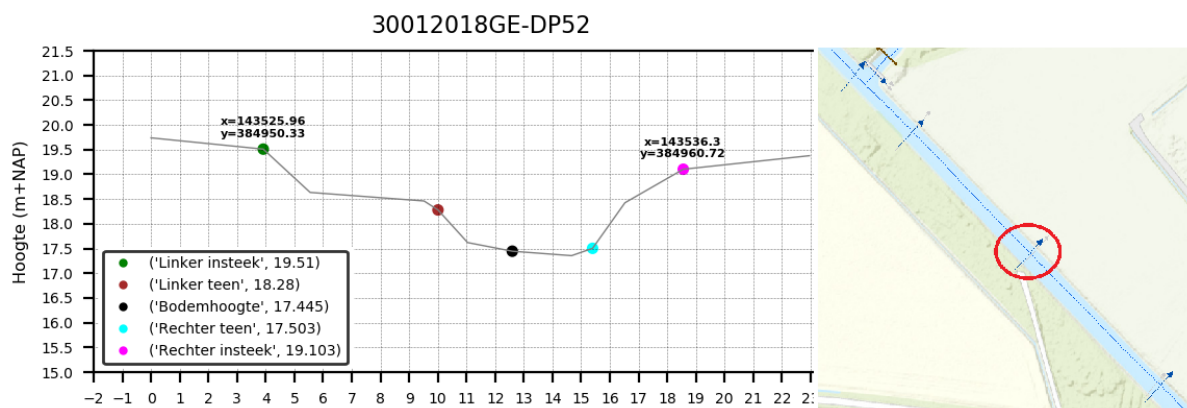


Figuur 3: Verschil tussen het modelgrid en de AHN. Met de zwarte stippen is weergegeven waar het grid hoger is dan in werkelijkheid waardoor het water niet over maaiveld mee kan stromen

Echter, in deze situatie is het anders. Het maaiveld naast de watergang is al vrij hoog en loopt verder van de beek steeds meer op. Om dit te kunnen vertalen naar een modelgrid van 25x25m wordt voor iedere cel een gemiddelde maaiveldhoogte gepakt. Dat betekent dat de gridcellen direct langs de beek hoger liggen dan ze in werkelijkheid zijn (zie figuur 3). Hierdoor kan het water niet snel het maaiveld opstroomen om zo meer ruimte te zoeken. Het water blijft langer in de 1D watergang wat betekent dat het water maar opgestuwd blijft worden.

### Oplossing

De oplossing van de opstuwings zit hem in meer ruimte voor het water, zodat het makkelijker door kan stromen. Dit kan door een breder profiel of een maaiveldverlaging. Dit is in het verleden ook al bekend geweest. Er ligt immers nu ook al een twee fase profiel over het traject Schepersweg – Omleidingskanaal (figuur 4).



Figuur 4: Huidig dwarsprofiel over het traject Schepersweg - Omleidingskanaal

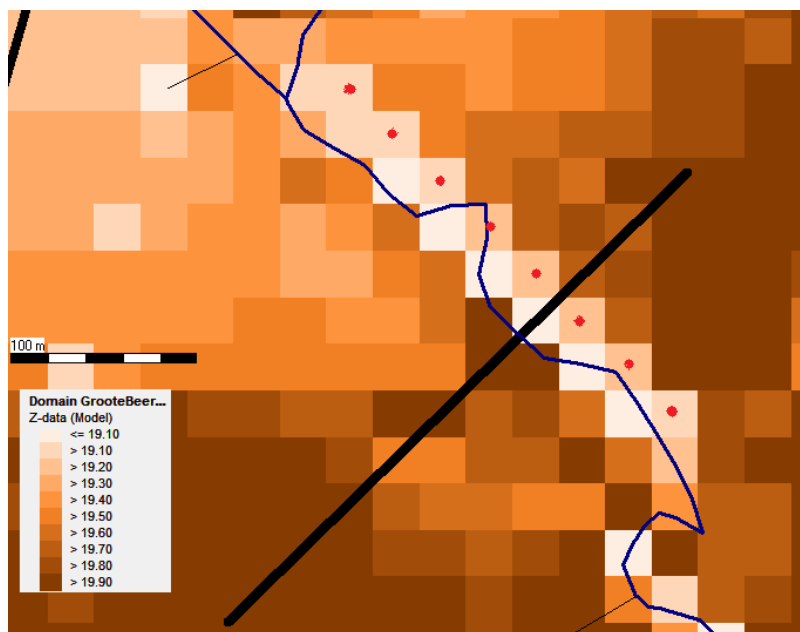
### Profiel vergroten

Meer ruimte zou kunnen worden gevonden om het profiel te vergroten. Echter, het profiel dat voor het betreffende traject is gekozen is erop gericht om in de zomer een stroomsnelheid van 18cm/s te halen (zie bijlage). Dit om te voldoen aan de KRW richtlijnen die er voor deze watergang gelden. Wanneer het profiel zal worden aangepast of vergroot zal de stroomsnelheid door de ondergrens heen zakken en is daarmee dus niet gewenst.

### Maaiveld verlagen

Een andere optie welke is uitgewerkt is om het maaiveld direct langs te de beek te verlagen.

Hierbij is het grid van het model aan de noordoostzijde met ongeveer 30 cm verlaagd (zie figuur 5). Hierbij is per cel gekeken hoe dit verhoudt met de omliggende cellen. Niet dat er een gatenkaas in het model ontstaat maar dat het grid netjes trapsgewijs oploopt. Op deze manier kan het water makkelijker/snelser uit zijn "bakje" treden en langs de watergang op het maaiveld mee gaan stromen.



Figuur 5: Grid model Grootte Beerze. De cellen met een stip zijn ongeveer met 30cm verlaagd.



*Stuw verdeelwerk aanpassen*

Tijdens het Technisch Team Overleg is naar voren gekomen dat er een strip op de vaste overstortdrempel zit van het verdeelwerk bij het omleidingskanaal. Deze strip is geplaatst om ervoor te zorgen dat er meer water door de Beerze zou stromen, zoals is berekend in het projectplan van 2005 (Aardbossen?).

In het overleg is voorgesteld om ook deze strip van 18cm hoog te verwijderen om te zien of dit bij zou dragen aan een verminderde opstuwing. Bij een hoogwater zou het omleidingskanaal eerder mee gaan doen wanneer de strip wordt verwijderd. Op deze manier zou er eerder water worden afgevoerd door het omleidingskanaal wat de doorstroming over het traject Schepersweg- Omleidingskanaal doet bevorderen. Op deze manier zal er minder snel opstuwing ontstaan.

Echter, uit analyse is gebleken dat het verwijderen van de strip een minimaal effect heeft op de opstuwing bij een T10 en T100 (zie bijlage 3). Bij een T1 wordt wel een kleinere opstuwing berekend (zie bijlage 3), echter tijdens deze afvoergolf vinden er momenteel geen knelpunten plaats.

In de tabellen hieronder wordt de afvoerverdeling met en zonder strip weergegeven over de Beerze en het omleidingskanaal. Hieruit blijkt dat de strip bij een T1 degelijk een effect heeft op de afvoerverdeling. Door de strip te laten staan gaat er significant meer door de Beerze. Daarom is er voor nu voor gekozen om de strip te handhaven. Mocht deze in de toekomst niet meer nodig blijken te zijn, dan kan hij alsnog worden verwijderd.

**Tabel 1: Afvoerverdeling T1 afvoergolf Beerze- Omleidingskanaal**

T1 (m3/s)	Project Plan 2005	Huidig	Met strip	Zonder strip
<b>Totale debiet</b>	6,26	5,22	4,91	4,91
<b>Beerze</b>	2,34	2,02	2,72	2,46
<b>Omleiding</b>	3,92	3,2	2,21	2,45
<b>Peil (mNAP)</b>	18,88	18,92	18,9	18,82
<b>Afvoer Beerze (%)</b>	37,4	38,7	55,4	50,1

**Tabel 2: Afvoerverdeling T10 afvoergolf Beerze- Omleidingskanaal**

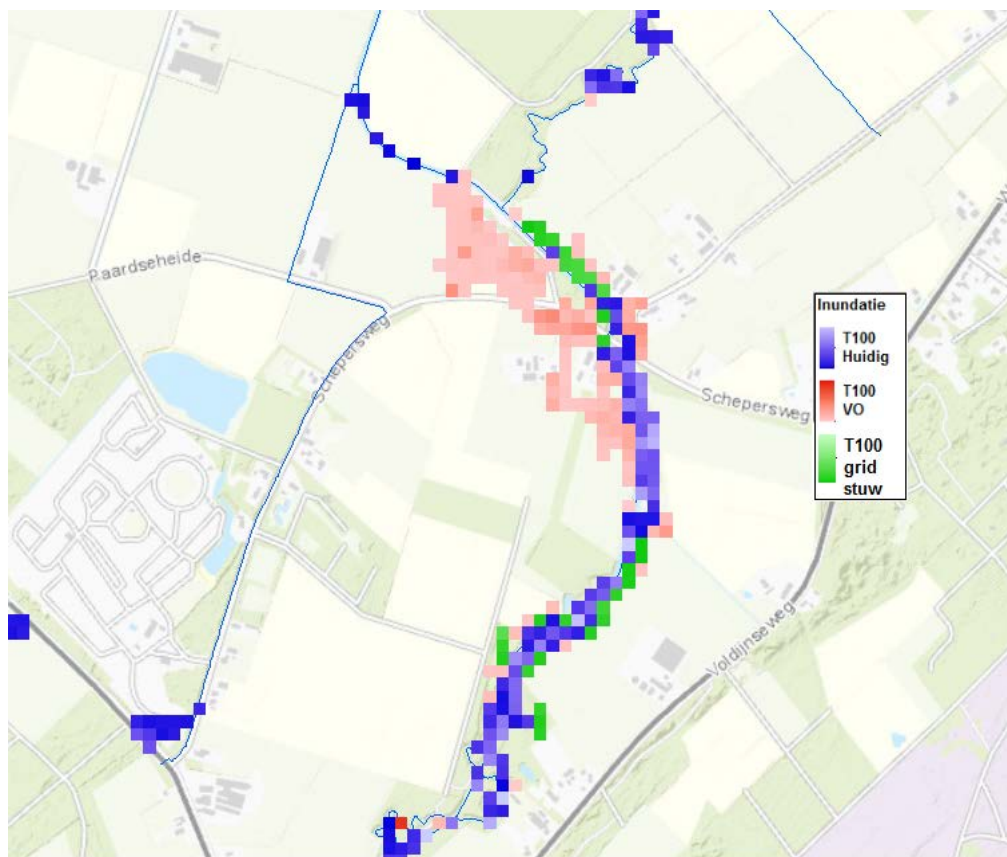
T10 (m3/s)	Project Plan 2005	Huidig	Met strip	Zonder strip
<b>Totaal</b>	8,77	7,81	7,73	7,73
<b>Beerze</b>	2,18	2,12	2,85	2,86
<b>Omleiding</b>	6,34	5,69	4,91	4,91
<b>Peil (mNAP)</b>	18,88	18,96	18,94	18,94
<b>Afvoer Beerze (%)</b>	24,9	27,1	36,9	37,0

**Tabel 3: Afvoerverdeling T100 afvoergolf Beerze- Omleidingskanaal**

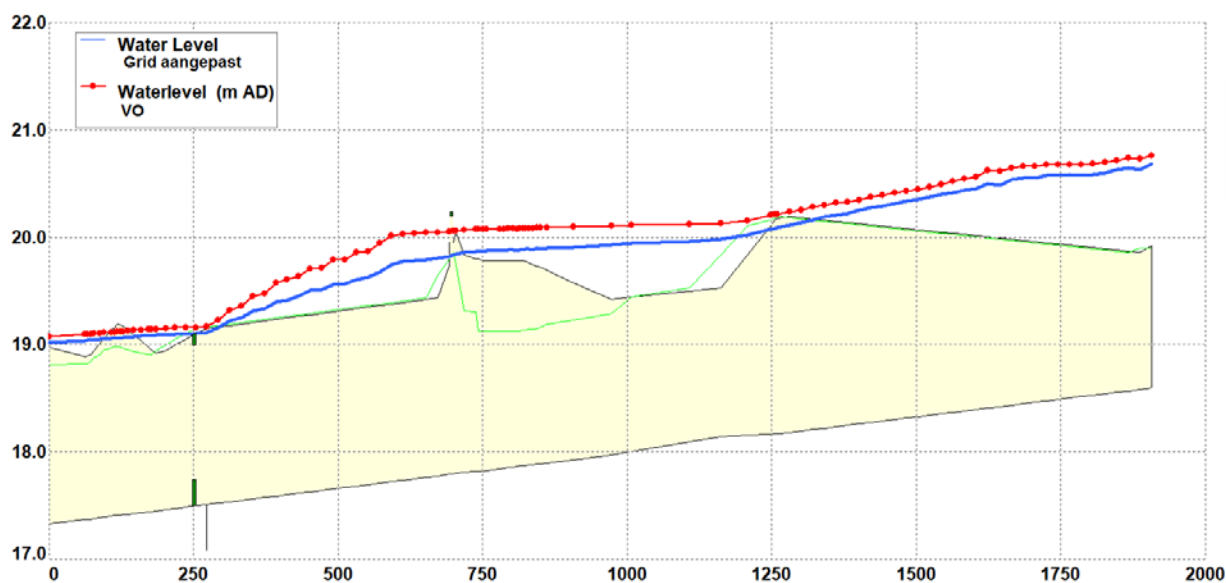
T100 (m3/s)	Huidig	Met strip	Zonder strip
<b>Totaal</b>	10,24	10,38	10,38
<b>Beerze</b>	2,7	3,42	3,36
<b>Omleiding</b>	7,57	6,96	7,02
<b>Peil (mNAP)</b>	19,16	19,11	19,09
<b>Afvoer Beerze (%)</b>	26,4	32,9	32,4



De aanpassing van het grid is doorgerekend met een T100 afvoergolf (huidig klimaat)<sup>1</sup>. In figuur 6 is de berekende inundatie weergegeven. Hierbij zal het water eerder uit zijn bakje komen en mee gaan stromen over het maaiveld. Er zal nog steeds opstuwung plaatsvinden (figuur 7), maar deze is niet meer dusdanig dat de particulieren terreinen bovenstrooms de Schepersweg zullen inunderen.



**Figuur 6: Inundatie T100 afvoergolf huidig (blauw) in het VO (rood) en met de stuw en grid verlagening (groen)**

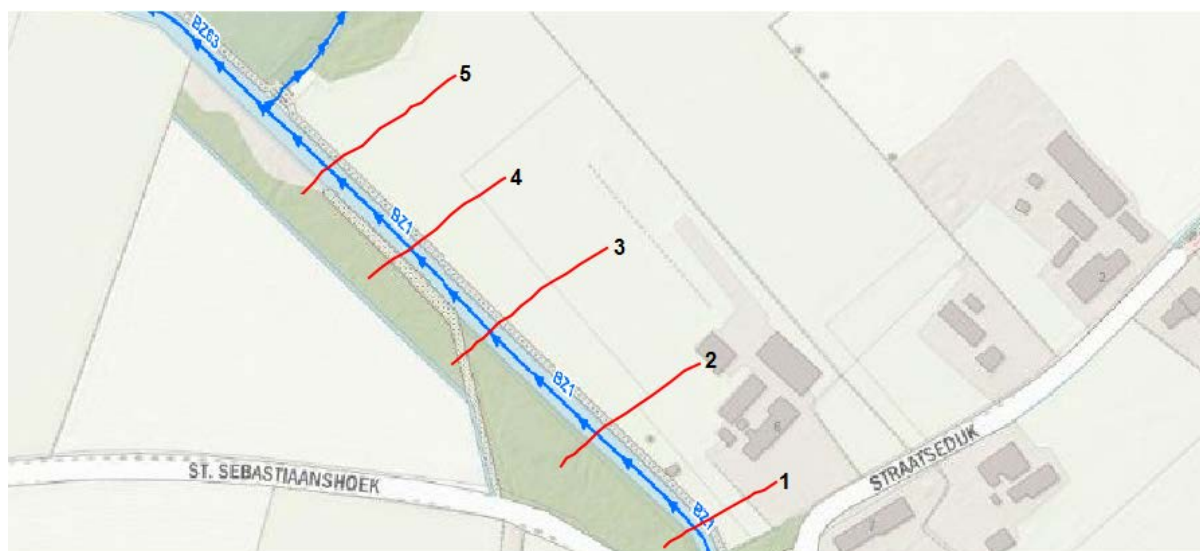


**Figuur 7: Lengteprofiel Omleidingskanaal - Bypass met de maximale T100 waterstand in de originele berekening (rood) en met de berekening waarbij grid is verlaagd (blauw). Voor locatie lengteprofiel zie bijlage 4.**

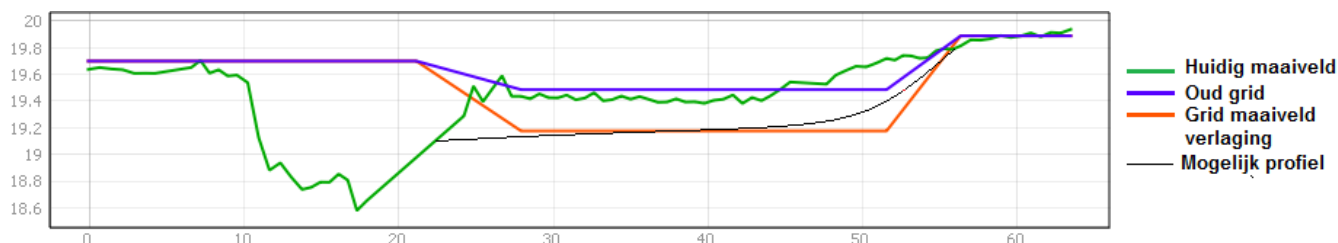
<sup>1</sup> SOBEK 2.15 model "GB3\_def1" case 20200922\_Minimaal\_T100HK\_grid

### Verlaging van het maaiveld in de praktijk.

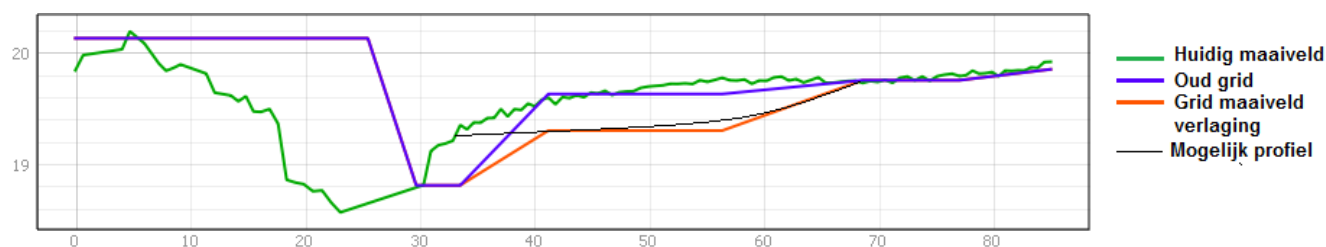
Het grid in het model is 25x25m. Binnen deze cellen is er sprake van een gemiddelde maaiveldhoogte. Echter in de praktijk is het maaiveld een stuk variabler dan in het modelgrid. Wanneer de cellen naast de beek met 30 cm worden verlaagd dan gebeurt dit in het model over de hele cel, maar in de praktijk kan het zo zijn dat deze verlaging betekend dat op de ene plaats 10 cm moet worden verondiept en op een andere plek 40cm. Om dit inzichtelijk te maken zijn er enkele profielen getrokken waarin de AHN3, het oude grid en het verlaagde grid getoond worden (zie figuur 8 t/m 13). Daarin wordt ook een mogelijk profiel voor de afgraving getoond.



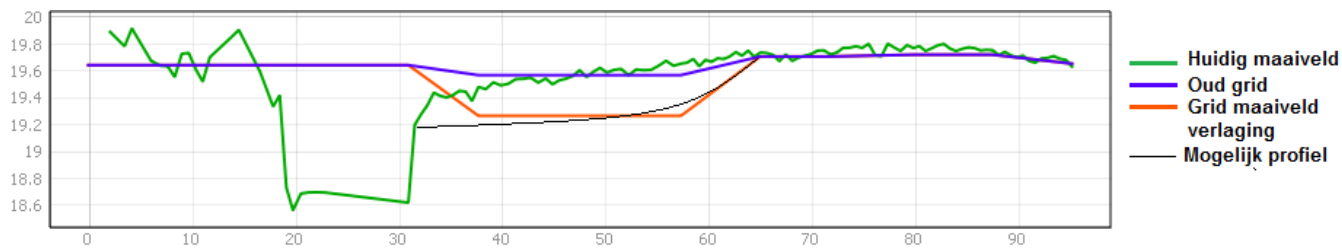
**Figuur 8: Locatie dwarsprofielen verlagen maaiveld**



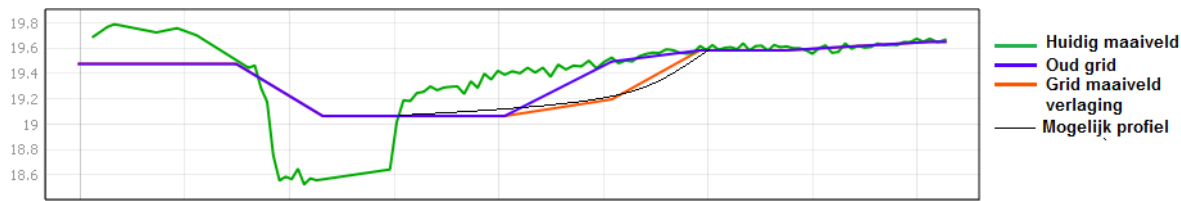
**Figuur 9: Dwarsprofiel 1 hoogte maaiveld in het oude grid (blauw), verlaagde grid (oranje) en de AHN (oranje). in zwart is een mogelijk profiel weergegeven**



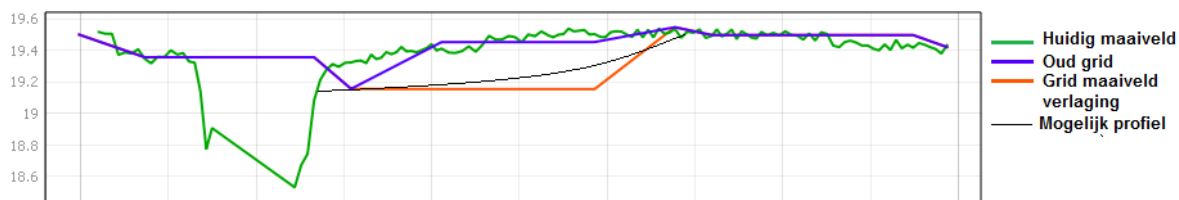
**Figuur 10: Dwarsprofiel 2 hoogte maaiveld in het oude grid (blauw), verlaagde grid (oranje) en de AHN (oranje). in zwart is een mogelijk profiel weergegeven**



**Figuur 11: Dwarsprofiel 3 hoogte maaiveld in het oude grid (blauw), verlaagde grid (oranje) en de AHN (oranje). in zwart is een mogelijk profiel weergegeven**



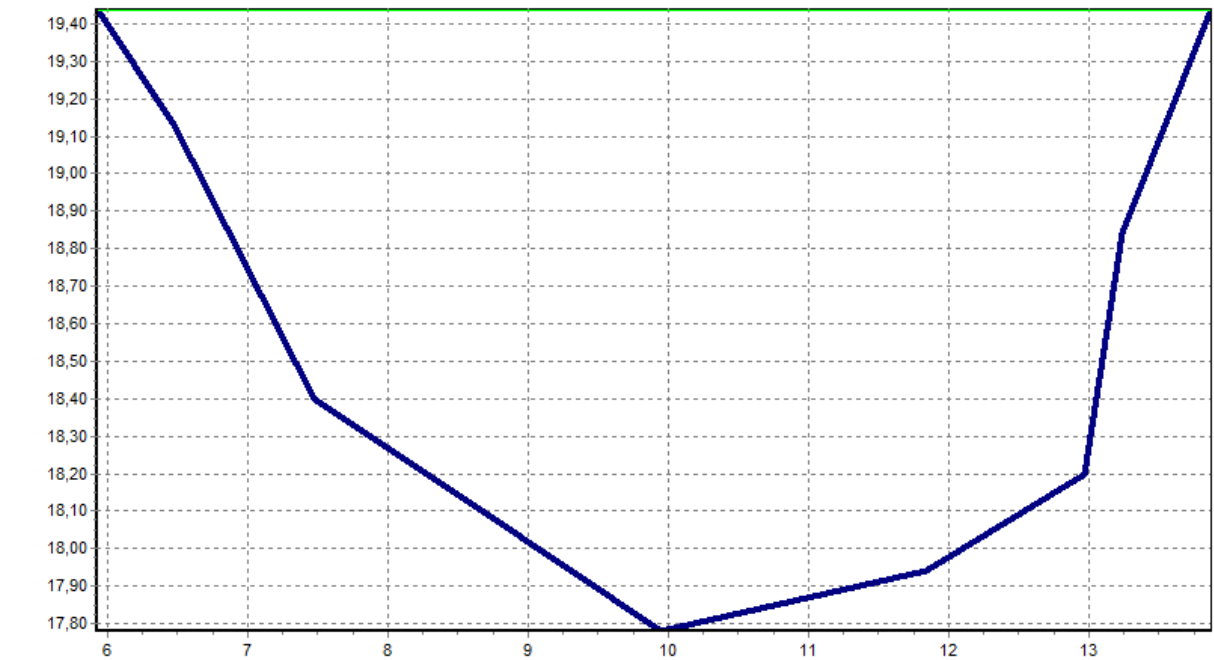
**Figuur 12: Dwarsprofiel 4 hoogte maaiveld in het oude grid (blauw), verlaagde grid (oranje) en de AHN (oranje). in zwart is een mogelijk profiel weergegeven**



**Figuur 13: Dwarsprofiel 5 hoogte maaiveld in het oude grid (blauw), verlaagde grid (oranje) en de AHN (oranje). in zwart is een mogelijk profiel weergegeven**

**Bijlage**

- 1) Gekozen Dwarsprofiel traject Schepersweg – Omleidingskanaal (hoogte op de y-as is weergegeven voor meest bovenstroomse profiel in dit traject).

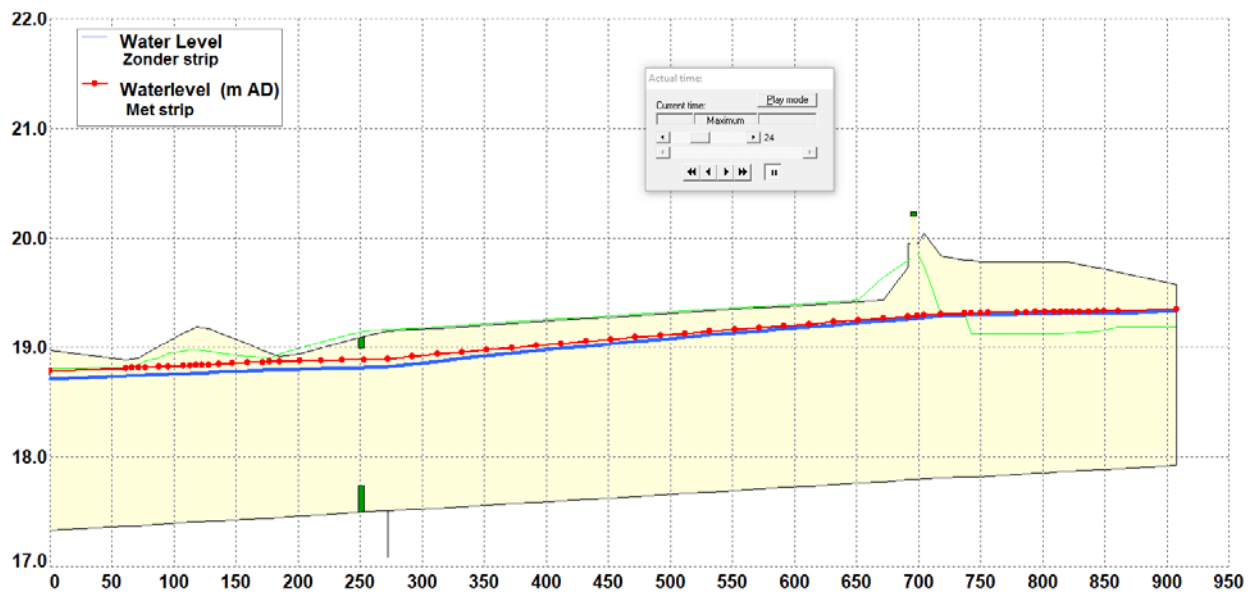




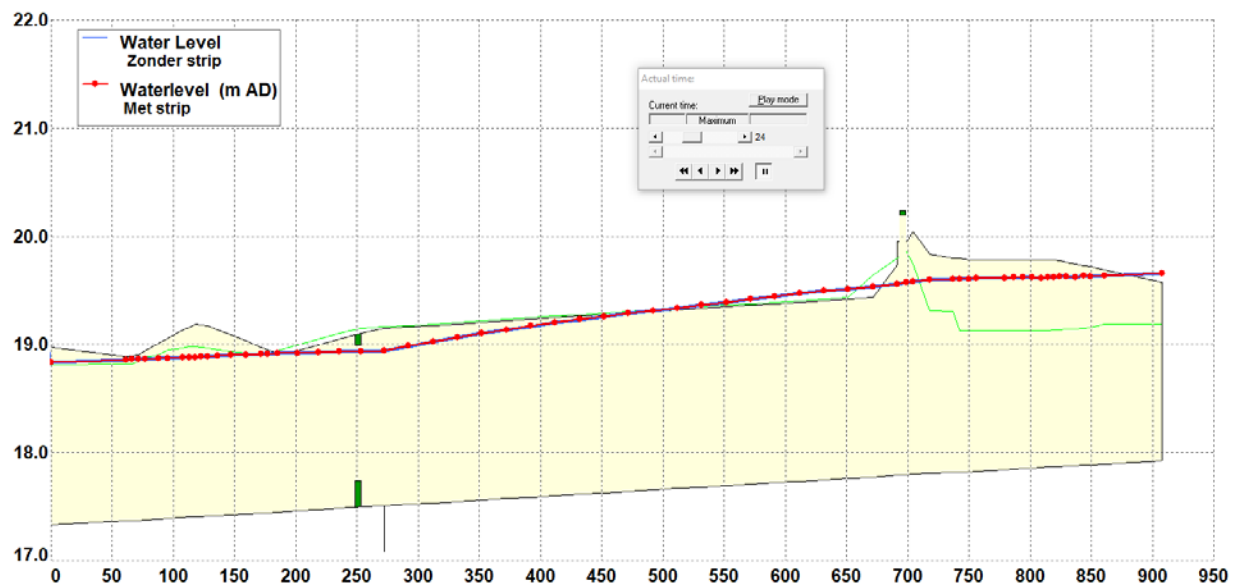


### 3) Lengteprofielen met en zonder strip

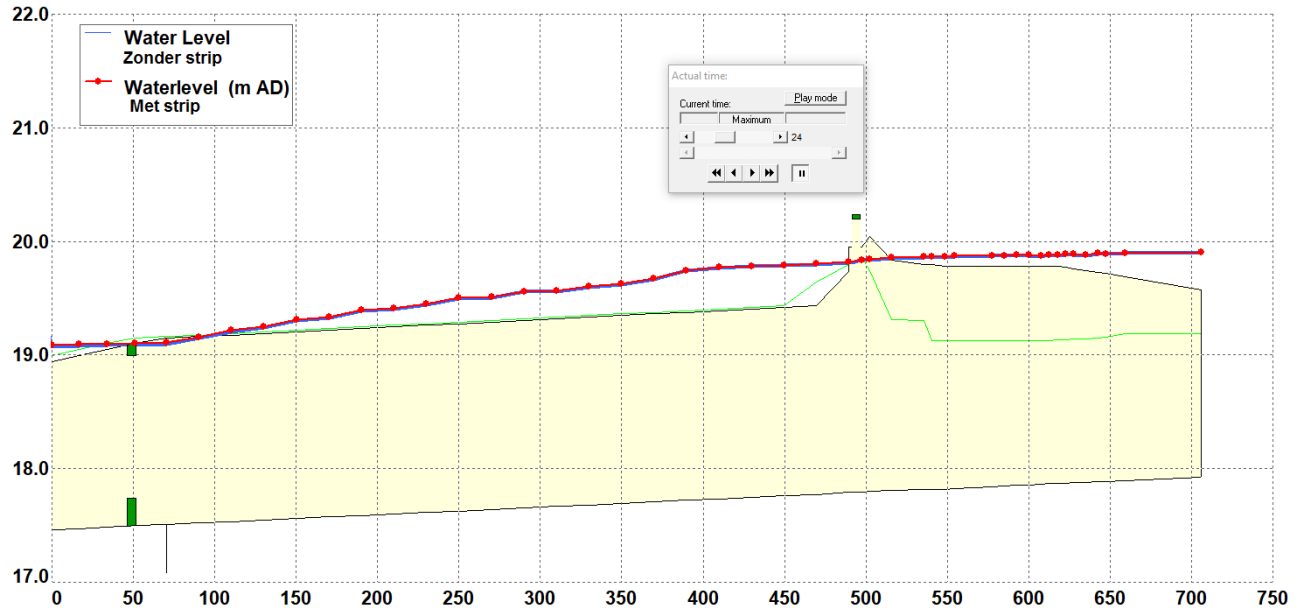
Lengteprofiel T1 met en zonder strip



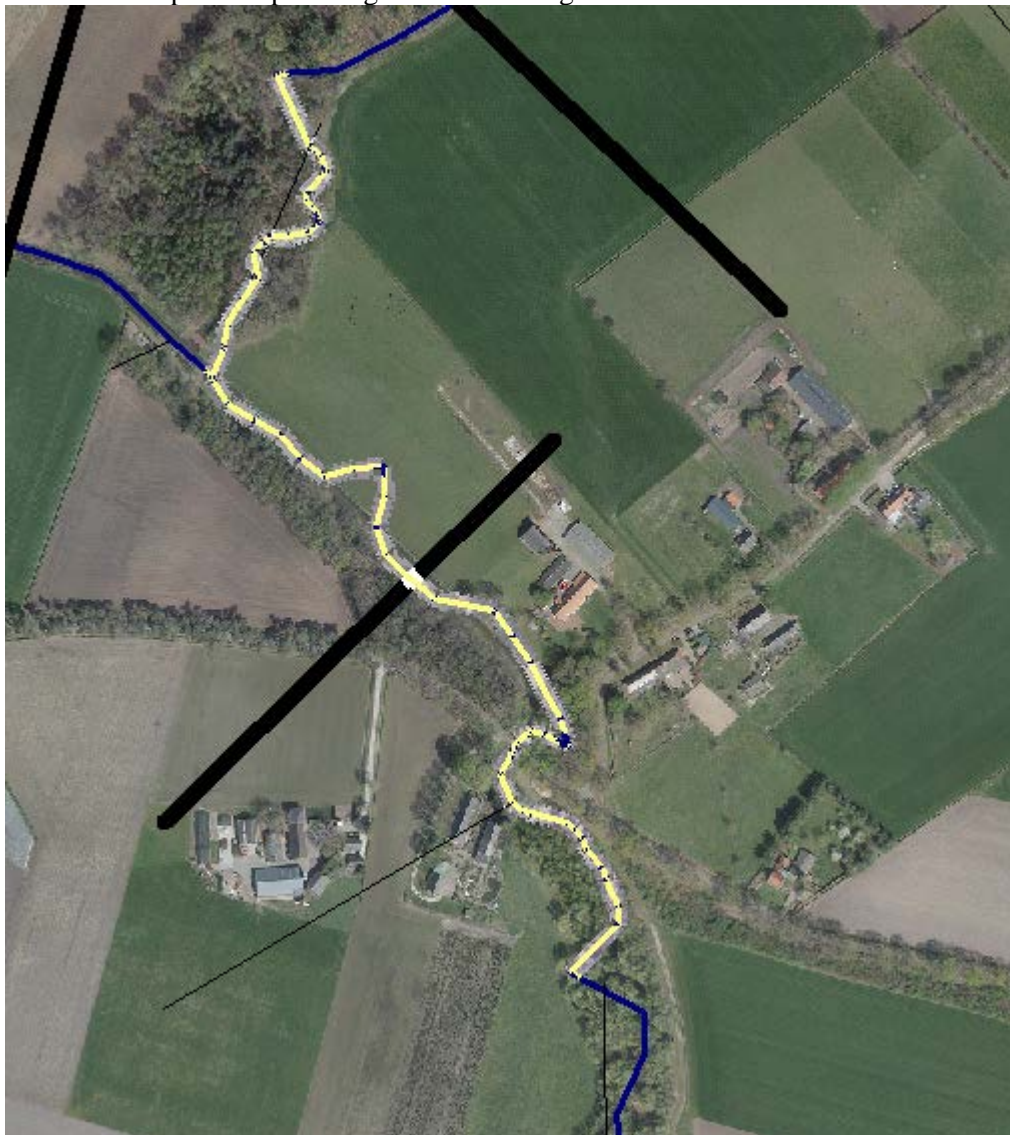
Lengteprofiel T10 met en zonder strip



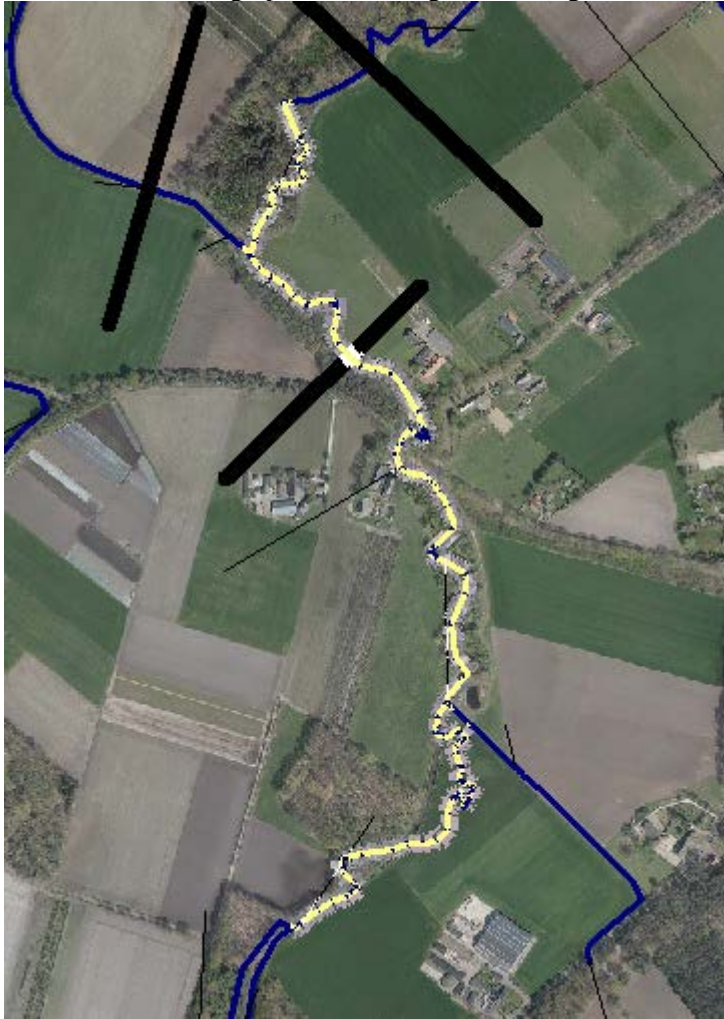
Lengteprofiel T100 met en zonder strip



Locatie dwarsprofiel opstuwing met en zonder grid



4) Locatie lengteprofiel T100\_grid\_VO (figuur 7)





## **Bijlage 2**

### **Notitie infiltratie Groote Beerze**

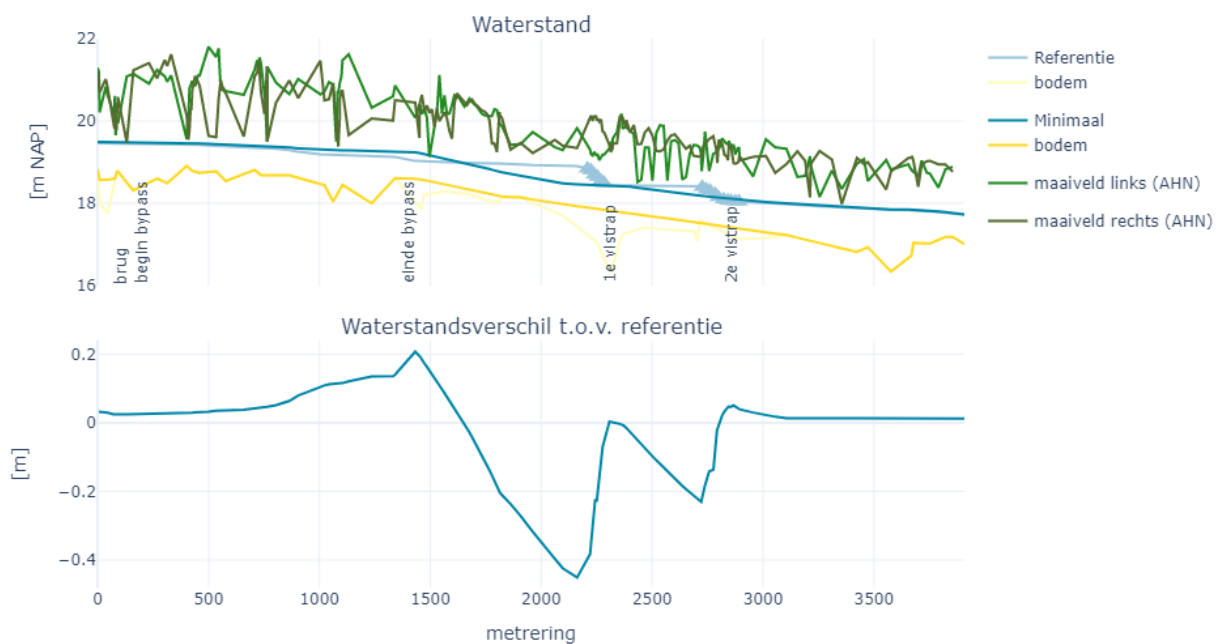
**Notitie / Memo**

**HaskoningDHV Nederland B.V.  
Water**

Aan: Luuk van Elk  
 Van: Toine Kerckhoffs, Siebren van der Linde  
 Datum: 16 oktober 2020  
 Kopie: Archief  
 Ons kenmerk: BH4284WATNT2012151448WM  
 Classificatie: Projectgerelateerd

**Onderwerp: Infiltratie Grote Beerze**

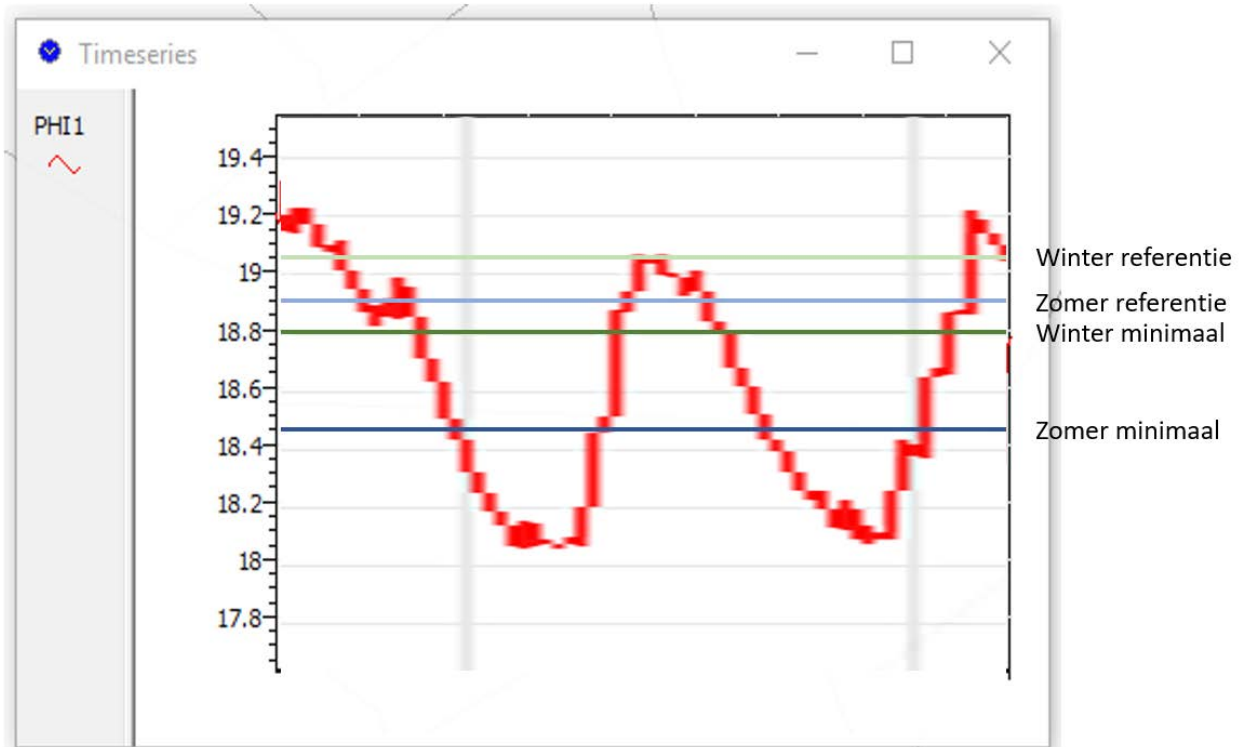
Deze notitie gaat kort in op het effect van het niet meenemen van infiltrerend oppervlaktewater (uit de Grote Beerze) op de berekende grondwaterstanden. Aanleiding is dat het effect van een significante verlaging van de zomerwaterstand als gevolg van beekherstel niet leidt tot significante effecten op de GLG. De verlaging van de zomerwaterstand is opgenomen in Figuur 1.



Figuur 1 Lengteprofiel van de Grote Beerze, traject 3. Waterstanden in zomersituatie

Wanneer wordt gekeken naar de grondwaterstand ter plaatse, dan valt op dat de grondwaterstand in de winterperiode in het scenario lager is dan in de referentiesituatie. Er is dus wel degelijk een effect van het beekherstel. In de zomersituatie is dit echter niet zichtbaar. Nadere analyse wijst uit dat de grondwaterstand in het zomerhalfjaar uitzakt onder het drainageniveau (zomerpeil). In figuur 2 is van twee jaren de berekende grondwaterstand (rood) weergegeven van een locatie net bovenstrooms van de eerste vistrap. Daarnaast is met horizontale lijnen het drainageniveau aangegeven van een winter- en zomersituatie van beide scenario's.

Als de grondwaterstand zich lager dan de bodemhoogte (of drainageniveau) van een waterloop bevindt, gaat de waterloop infiltreren. Dit proces heet wegzijging en hierdoor wordt het grondwater aangevuld. In het grondwatermodel is dit proces niet meegenomen maar in de werkelijkheid treedt dit wel op. Het is de vraag hoeveel effect het niet meenemen van de infiltratie heeft op de berekende grondwaterstand. Als dit niet significant is dan zal de conclusie (namelijk: geen effect van beekherstel op de GLG) gelijk blijven. Als dit wel significant is dan wordt het effect mogelijk niet goed berekend.



Figuur 2 Berekende grondwaterstand en drainageniveau's

Op de bodem van een waterloop ligt een sliblaag. Om van oppervlaktewater naar grondwater te kunnen infiltreren, moet het water door deze sliblaag heen. Deze laag zorgt voor weerstand. Hoeveel weerstand is onder andere afhankelijk van de doorlaatfactor van de sliblaag en stroomsnelheid van de waterloop.

De infiltratieweerstand is ordegrrootte 2 keer zo groot als de drainageweerstand. Dit komt doordat de bodem tijdens de infiltratie verstopt raakt met sediment dat wordt meegevoerd met het infiltrerende water. In een drainerende waterloop is de stroomrichting omgekeerd en kan het sediment makkelijker terug de waterloop in worden gedrukt waardoor dichtslibbing van de bodem minder optreedt.

De totale hoeveelheid water dat infiltreert is niet alleen afhankelijk van de infiltratieweerstand maar ook van het natte oppervlakte van de waterloop. Hoe groter het natte oppervlakte, hoe meer water infiltreert. De drainageweerstand van de Groote Beerze is in het grondwatermodel ongeveer 30 dagen. Dit houdt in dat de infiltratieweerstand ongeveer 60 dagen is (2x drainageweerstand).

Flux = (peil – bodemhoogte) \* natte omtrek/infiltratieweerstand

Referentie:  $(18.95 - 18.04) * 6.6 / 60 = 0.1001$  m<sup>2</sup>/dag

Minimaal:  $(18.67 - 18.04) * 5.5 / 60 = 0.0577$  m<sup>2</sup>/dag

Vershil: 0.0424 m<sup>2</sup>/dag

De infiltratieflex van het minimale scenario ten opzichte van het referentiescenario is vrij groot. Echter is de absolute waarde van de infiltratieflex klein en zal waarschijnlijk niet leiden tot een significant verschil in de grondwaterstand. Tevens is besloten dat in de opbouw van grondwatermodellen bij Waterschap de Dommel om infiltratie niet mee te nemen. Het in beeld brengen van het effect van het niet meenemen van infiltratie vanuit waterlopen met een modelberekening valt buiten de scope van het project.