

COMPENSATIE WATERBERGING NATURA 2000-GEBIED DE HELLEN

Variantenstudie

Provincie Utrecht

21 JANUARI 2019



Contactpersoon

WIECHER BAKX
Geohydroloog

M +31627060904
E wiecher.bakx@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
2	AANPAK EN VARIANTEN	6
2.1	Aanpak	6
2.2	Beoordelingskader	6
2.3	Opzet huidige situatie, autonome ontwikkeling en varianten	7
2.3.1	Huidige situatie	7
2.3.2	Autonome ontwikkeling	8
2.3.3	Variant 1: PAS-gebied Plaatsen pomp	8
2.3.4	Variant 2: PAS-gebied Afgraven	9
2.3.5	Variant 3: Landbouwgebied afgraven	10
2.3.6	Variant 4: Percelen rond de Rimboe afgraven	11
3	MODELACTUALISATIE	12
3.1	Aanpassingen aan modelstructuur	12
3.2	Inmeten nieuwe gegevens	13
3.3	Schematisatie van autonome ontwikkelingen	14
3.3.1	Natura 2000-gebied De Hellen	14
3.3.2	PAS-gebied	15
3.3.3	Binnenveldse Hooilanden	16
4	RESULTATEN	17
4.1	Autonome ontwikkeling	17
4.1.1	T1	17
4.1.2	T10	18
4.1.3	T50	19
4.1.4	T100	20
4.1.5	Samengevat	20
4.2	Resultaten varianten	21
4.2.1	Variant 1: PAS-gebied Plaatsen pomp	21
4.2.2	Afgraving varianten	21

5	CONCLUSIE	23
6	REALISATIE EN VERGUNNINGEN	24
BIJLAGEN		
	BIJLAGE A - TECHNISCHE ACHTERGROND	25
	BIJLAGE B - WATERSTANDEN EN DEBIETEN HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING	28
	BIJLAGE C - MODELDATA	32
	COLOFON	33

1 INLEIDING

Om wateroverlast zoveel mogelijk te voorkomen, zijn langs de Grift waterbergingsgebieden aangewezen. Deze van nature lage gebieden lopen bij hevige regenval onder water. Met de aanwijzing van deze gebieden wordt de aanwezige ruimte in het watersysteem behouden. Voor de gebieden De Hel en Blauwe Hel wordt in het kader van Natura 2000 gewerkt aan natuurbehoud en -herstel en is instroom vanuit de Grift van voedselrijk water niet meer wenselijk. Dit verlies aan waterberging dient gecompenseerd te worden. Met een hydraulische studie is de benodigde compensatie nader bepaald en is de hydraulische haalbaarheid van enkele varianten voor de invulling van deze compensatie onderzocht.

De doelen van de voorliggende studie zijn daarmee:

- het aanpassen en verfijnen van het bestaande hydraulische SOBEK-model;
- het bepalen van de waterbergingsopgave per herhalingsdij (1, 10, 50 en 100 jaar);
- het opzetten en beoordelen van vier varianten voor de compensatie van de waterberging;
- het aantonen dat als een resultaat van de compensatie in de varianten er geen hogere waterstanden ontstaan op de Grift.

Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de aanpak op hoofdlijnen en de beoordeelde varianten voor de compensatie van de waterberging. Specifieke modeluitgangspunten en de gedetailleerde werkwijze zijn beschreven in bijlage A. In hoofdstuk 3 wordt de verfijning en actualisatie van het bestaande SOBEK-model ten behoeve van deze studie nader toegelicht. Hoofdstuk 4 presenteert de resultaten per variant. In hoofdstuk 5 worden in de conclusies puntsgewijs de hoofdpunten uit de rapportage samengebracht. Hoofdstuk 6 benoemt puntsgewijs aandachtspunten met betrekking tot een realisatie en geeft ook een doorkijk naar mogelijke vergunningen, ontheffingen etc. die hierbij een rol kunnen spelen. In bijlage B zijn de grafieken voor de waterstanden en debieten van de autonome ontwikkeling opgenomen. In bijlage C wordt de modeloplevering toegelicht (het model is apart digitaal geleverd).

2 AANPAK EN VARIANTEN

Dit hoofdstuk beschrijft de aanpak op hoofdlijnen (paragraaf 2.1), het gehanteerde beoordelingskader voor de invulling van de compensatie (paragraaf 2.2) en de doorgerekende varianten (paragraaf 2.3).

2.1 Aanpak

De aanpak bestaat uit twee stappen, namelijk:

1. Bepalen van de opgave voor de compensatie van het verlies aan berging in het Natura 2000-gebied De Hellen.

Hiervoor is zowel de huidige situatie als de autonome ontwikkeling van het gebied doorgerekend met een SOBEK-model. De berekening van de huidige situatie brengt in beeld hoeveel m³ berging er nu plaatsvindt bij de verschillende neerslaggebeurtenissen in het Natura 2000-gebied De Hellen. Ook zijn de huidige waterstanden en debieten voor de Grift bepaald. Daarnaast is de autonome ontwikkeling doorgerekend, waarbij het Natura 2000-gebied De Hellen geen onderdeel meer uitmaakt van het waterbergingsgebied. In deze berekening zijn ook andere ontwikkelingen in het gebied meegenomen (zie paragraaf 2.3.2).

Het verschil tussen de huidige situatie en de situatie na autonome ontwikkeling is het verlies aan waterberging en daarmee de opgave.

2. Het benoemen en doorrekenen van varianten die invulling geven aan de opgave.

In stap 2 zijn varianten benoemd die invulling geven aan de opgave voor compensatie. Deze zijn doorgerekend en beoordeeld met het SOBEK-model. Er zijn vier varianten voor de compensatie benoemd en doorgerekend. De huidige situatie, autonome ontwikkeling en varianten worden nader toegelicht in paragraaf 2.3.

2.2 Beoordelingskader

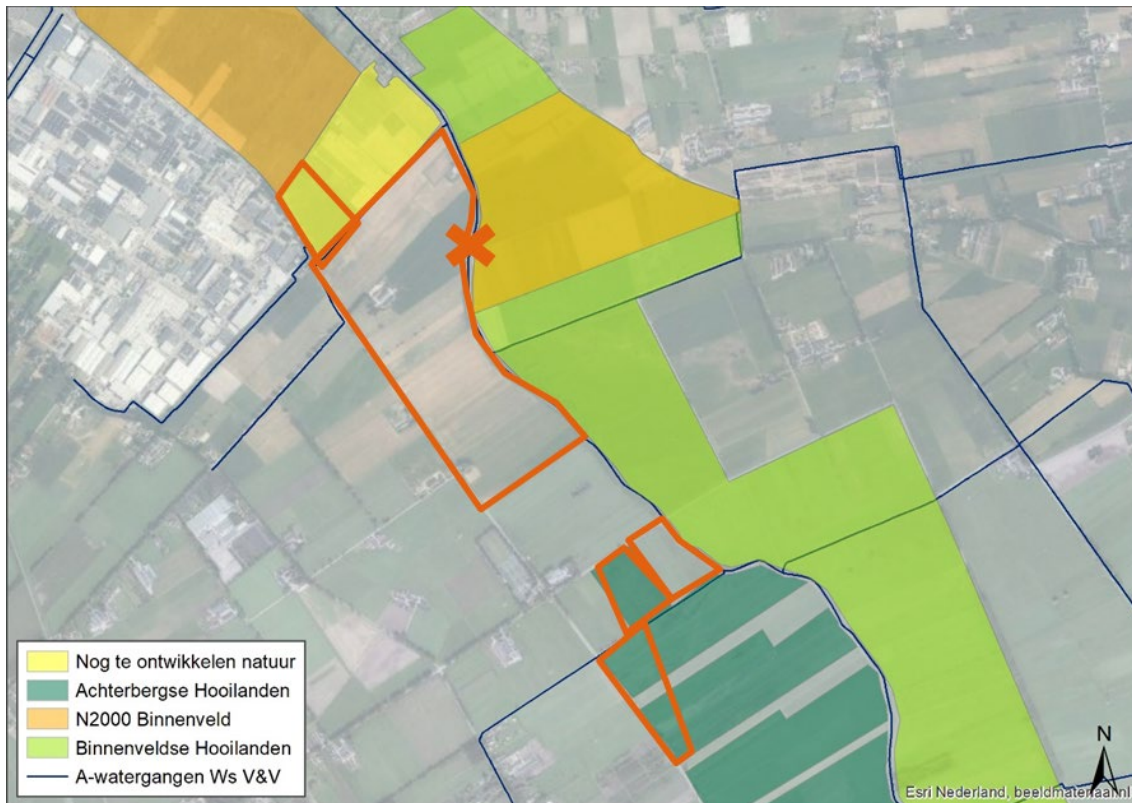
Samen met betrokken partijen is een beoordelingskader voor de compensatie vastgesteld. Puntsgewijs geldt het volgende:

- Van belang is dat er geen sprake is van een toename in de waterstanden en het debiet in het watersysteem richting Veenendaal:
 - De waterstand op de Grift mag niet hoger worden dan in de huidige situatie. Hiervoor wordt gekeken naar de waterstand gelegen tussen de gebieden waar de grootste veranderingen plaatsvinden, het Natura2000 gebied de Hellen en de Binnenveldse Hooilanden. Deze locatie is met een oranje kruis aangegeven in Figuur 1.
 - Het debiet van de Grift bij het instromen van Veenendaal mag niet hoger worden dan in de huidige situatie.

Aangezien bij een gelijkblijvend watersysteem het debiet naar Veenendaal een directe relatie heeft met de waterstand in de Grift kan worden aangenomen dat bij een gelijkblijvende dan wel lagere waterstand, het debiet richting Veenendaal gelijk is, dan wel afneemt.

- Er wordt getoetst bij de neerslaggebeurtenissen:
 - T1;
 - T10;
 - T50;
 - T100.

Hierbij wordt uitgegaan van de maatgevende neerslaggebeurtenissen van het waterschap.



Figuur 1. Locatie van gebieden (aangegeven met oranje belijning) en locatie waterstand (aangegeven met oranje kruis).

2.3 Opzet huidige situatie, autonome ontwikkeling en varianten

In een gezamenlijk overleg met de betrokken stakeholders (provincie Utrecht, waterschap Vallei en Veluwe, Staatsbosbeheer) zijn potentiële varianten benoemd voor het compenseren van de berging in de nabijheid van het Natura 2000-gebied De Hellen. Vier varianten voor de invulling van deze compensatie zijn doorgerekend. Naast deze varianten zijn de huidige situatie en de autonome ontwikkeling doorgerekend die tezamen de opgave van de compensatie beschrijven. In totaal zijn er een zestal modelberekeningen uitgevoerd waarvan de opzet onderstaand nader worden beschreven.

2.3.1 Huidige situatie

Voor het huidige situatie-model gelden de volgende uitgangspunten:

- De huidige situatie betreft de situatie zonder de nieuwe inrichting van de Binnenveldse Hooilanden.
- Situatie waarbij het Natura 2000-gebied De Hellen nog niet is afgesloten en de dammen nog niet zijn geplaatst in het PAS-gebied. Formeel is over deze inrichting nog geen besluit genomen.
- Recente maatregelen van het waterschap (op initiatief van beheerders en NBW-toetsing) worden doorgevoerd in het model. De belangrijkste wijziging is de verruiming van het watersysteem bij Achterberg, daar zijn duikers vergroot en is een nieuwe afvoerwatergang gegraven.
- In Natura 2000-gebied Bennekomse Meent is het uitgangspunt dat niets verandert. Dus er wordt uitgegaan van de huidige situatie.

In bijlage A zijn de aanpassingen op de modelschematisatie toegelicht.

2.3.2 Autonome ontwikkeling

Voor het autonome ontwikkelingsmodel gelden de uitgangspunten:

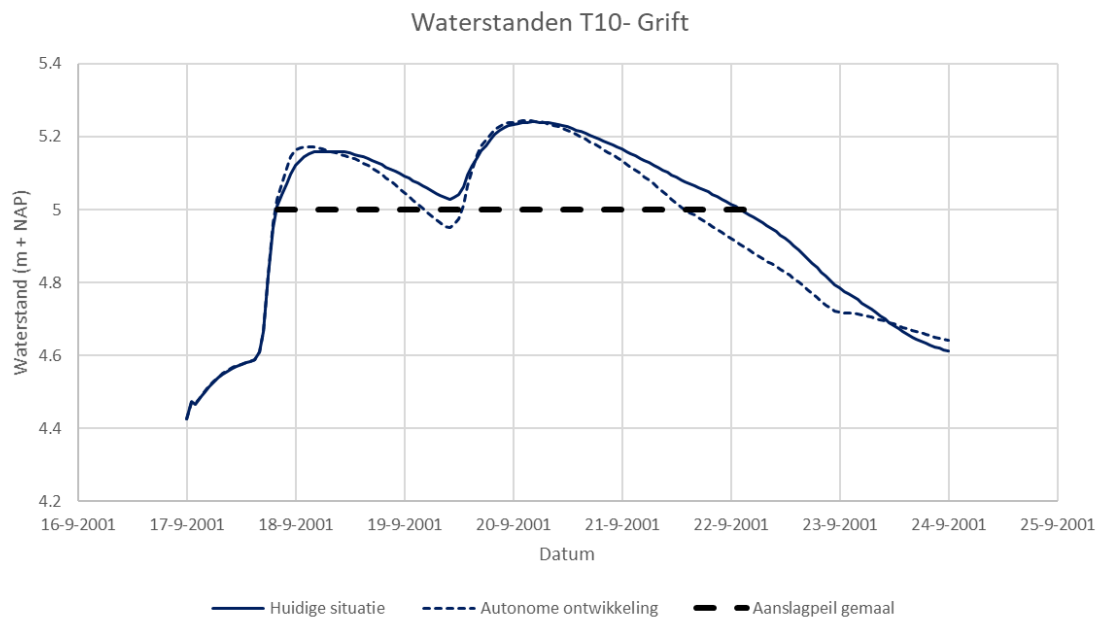
- Het Natura 2000-gebied De Hellen wordt afgesloten voor waterberging (conform inrichtingsplan).
- Maatregelen in het PAS-gebied ten behoeve van Natura 2000 worden opgenomen in het model (het verhogen van de grondwaterstanden door middel van te plaatsen dammen).
- De toekomstige inrichting van de Binnenveldse Hooilanden wordt meegenomen in het model.
- De toekomstige inrichting van de Achterbergse Hooilanden wordt niet meegenomen in het model. De inrichting staat nog niet vast. Er wordt in voorliggende studie aangenomen dat de inrichting bergings-neutraal zal zijn.

In paragraaf 3.3 is nader beschreven hoe de autonome ontwikkeling in het model is opgenomen.

2.3.3 Variant 1: PAS-gebied Plaatsen pomp

Een eerste variant is het plaatsen van een pomp nabij het PAS-gebied direct ten zuiden van het Natura 2000-gebied De Hellen. Het PAS-gebied is 18 ha groot. Hier een extra waterschijf van 1 m oppompen, met water vanuit Grift, leidt op voorhand niet tot problemen, omdat in het aangrenzende natuurgebied (Natura 2000-gebied De Hellen) vernatting gewenst is.

Figuur 2 toont de waterstand op de Grift bij zowel de huidige situatie als na autonome ontwikkeling. In deze variant wordt aangenomen dat het gemaal begint te pompen zodra de waterstand op de Grift een hoogte van 5 m + NAP overschrijdt. De figuur toont dat als er een pomp wordt geplaatst met dit aanslagpeil, de pomp bij een extreme neerslaggebeurtenis ca. vijf dagen in werking treedt.

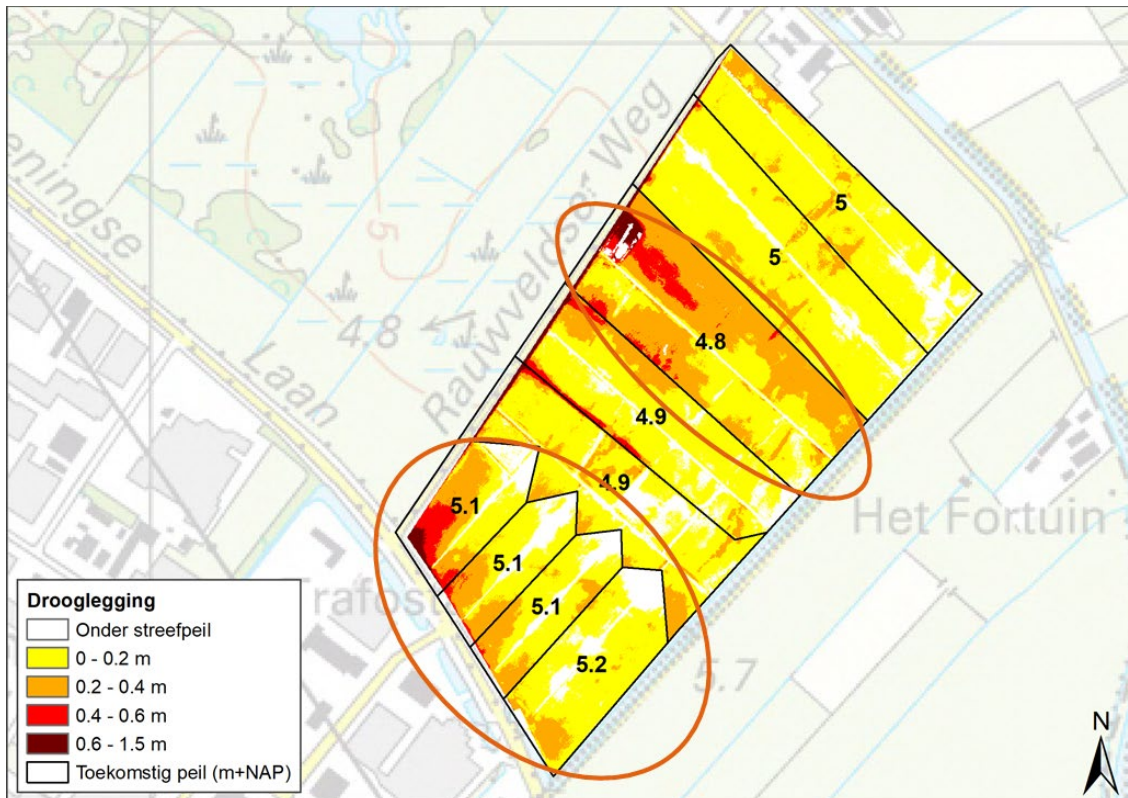


Figuur 2. Waterstand Grift bij T10 en aanname aanslagpeil gemaal

2.3.4 Variant 2: PAS-gebied Afgraven

In de autonome ontwikkeling is het uitgangspunt dat middels dammen het waterpeil wordt opgezet. Dit peil vormt de ondergrens wat betreft afgraven om waterberging te realiseren, omdat afgraven onder het waterpeil geen zin heeft (in termen van m³'s berging realiseren).

Figuur 3 toont de drooglegging in de autonome ontwikkeling. Deze figuur geeft weer dat in een aantal afwaterende eenheden de drooglegging zeer beperkt is; deze gebieden afgraven voegt nauwelijks berging toe. In de variant is daarom het uitgangspunt dat de afwaterende eenheden met relatief veel drooglegging worden afgegraven tot streefpeil. Deze zijn in Figuur 3 omcirkeld.



Figuur 3. Drooglegging in de autonome ontwikkeling

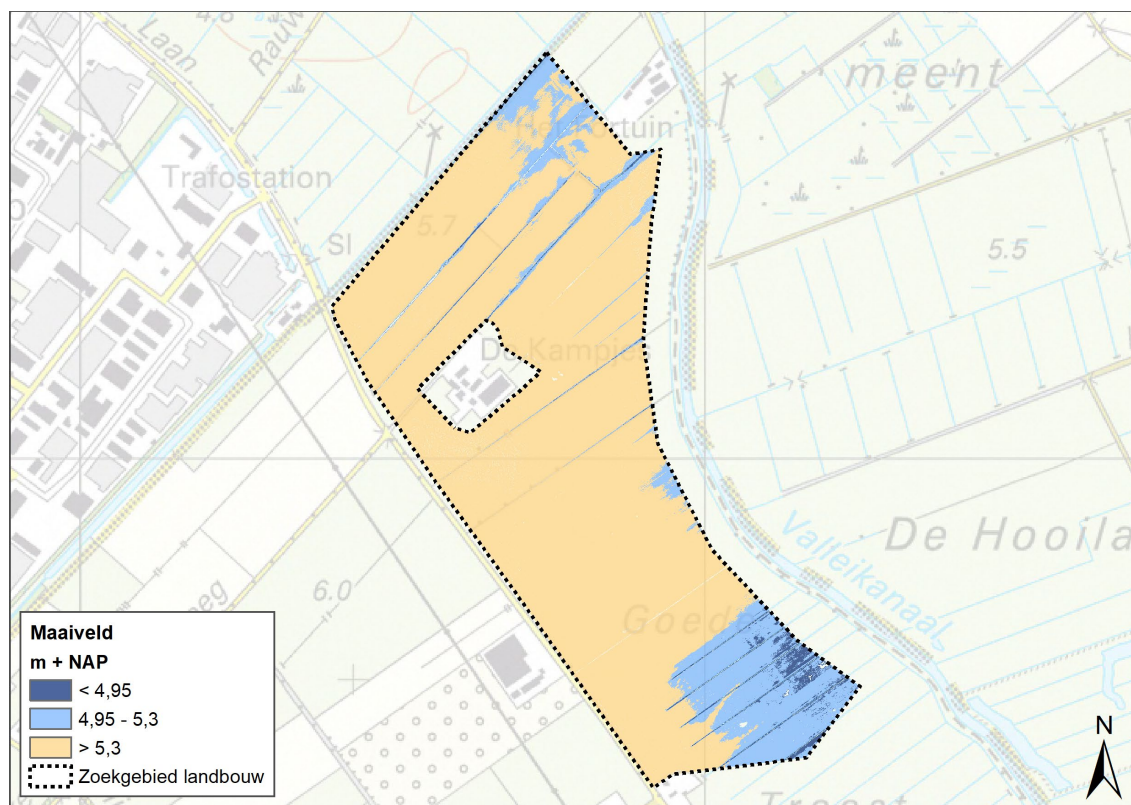
2.3.5 Variant 3: Landbouwgebied afgraven

Deze variant houdt in dat berging wordt gezocht in het landbouwgebied dicht in de buurt van Natura 2000-gebied De Hellen.

In theorie is het mogelijk landbouwgebieden tot het bestaande streefpeil (4,30 m + NAP in de winter en 4,50 m + NAP in de zomer) af te graven. In de praktijk is dat niet haalbaar omdat dan fors onder de GHG wordt afgegraven met verdroging tot gevolg. Daarnaast is het effectiever om in de range 4,95 tot 5,30 m + NAP berging te zoeken, omdat dit het meest effectief is voor waterberging bij extreme neerslaggebeurtenissen (niveaus sluiten aan bij waterstanden van extreme neerslaggebeurtenissen).

Figuur 4 presenteert een kansenkaart, met gebieden waar het maaiveld binnen de effectieve range ligt. Met zwarte stippellijn staat het zoekgebied in het landbouwgebied weergegeven. In de donkerblauwe gebieden (< 4,95 m + NAP) kan berging gezocht worden, maar dit is niet effectief. In de lichtblauwe gebieden (4,95 – 5,30 m + NAP) is het zeer effectief extra berging te realiseren.

In het bepalen van benodigde m³'s berging is er daarom van uitgegaan dat deze worden gerealiseerd in de range 4,95 – 5,30 m + NAP binnen het zoekgebied.



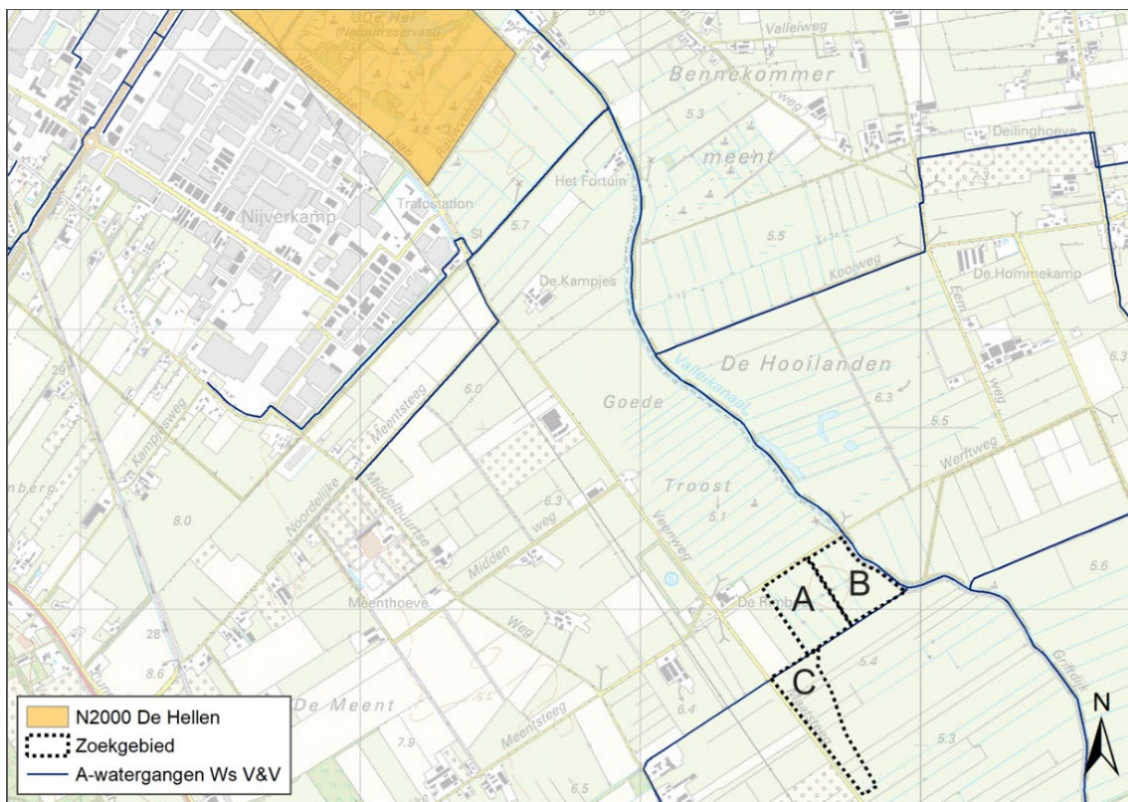
Figuur 4. Zoekgebied in landbouwgebied en AHN vertaald naar kansrijke gebieden om af te graven

2.3.6 Variant 4: Percelen rond de Rimboe afgraven

Deze variant houdt in dat, 2,5 km bovenstrooms van Natura 2000-gebied De Hellen, in en rondom de Achterbergse Hooilanden berging wordt gerealiseerd. Drie percelen zijn gekozen als zoekgebied voor waterberging. Figuur 5 toont de ligging van deze percelen.

Perceel A (zie Figuur 5) is eigendom van Staatsbosbeheer en wordt de Rimboe genoemd. Perceel B is in eigendom van een stichting en perceel C ligt in de Achterbergse Hooilanden, ook in eigendom van Staatsbosbeheer.

In eerste instantie is onderzocht of de bergingsopgave opgelost kan worden door in deze percelen, in de range 4,95 – 5,30 m + NAP af te graven tot 4,95 m + NAP. Dit bleek tot onvoldoende waterstandsverlaging in de Grift te leiden. Om die reden is een extra variant onderzocht waarbij binnen de percelen wordt afgegraven tot 4,50 m + NAP.



Figuur 5. Zoekgebied binnen drie percelen (ter oriëntatie is ook N2000-gebied De Hellen weergegeven)

3 MODELACTUALISATIE

Het waterschap beschikt over een SOBEK-model van de Gelderse Vallei waarmee varianten onderzocht kunnen worden. Voor de toepassing in dit project is het model op een aantal onderdelen geactualiseerd en aangepast. Dit hoofdstuk beschrijft de modelaanpassingen op hoofdlijnen. Bijlage A bevat een gedetailleerde beschrijving.

Met betrekking tot de neerslaggebeurtenissen zijn de buien bij T1, T10, T50 en T100 overgenomen uit een buienreeks van de NBW-toetsing. Dezelfde systematiek is uitgevoerd bij het hydrologisch onderzoek voor de Binnenveldse Hooilanden. Concreet in modeltermen wordt uitgegaan van de buienreeks 'G_Huidig. bui' waar voor de Binnenveldse Hooilanden al representatieve gebeurtenissen zijn gekozen. De buien T10, T50 en T100 zijn hiervan overgenomen. Voor voorliggende studie is hier bui T1 aan toegevoegd. Dit omdat deze gebeurtenis voor de landbouw zwaar telt.

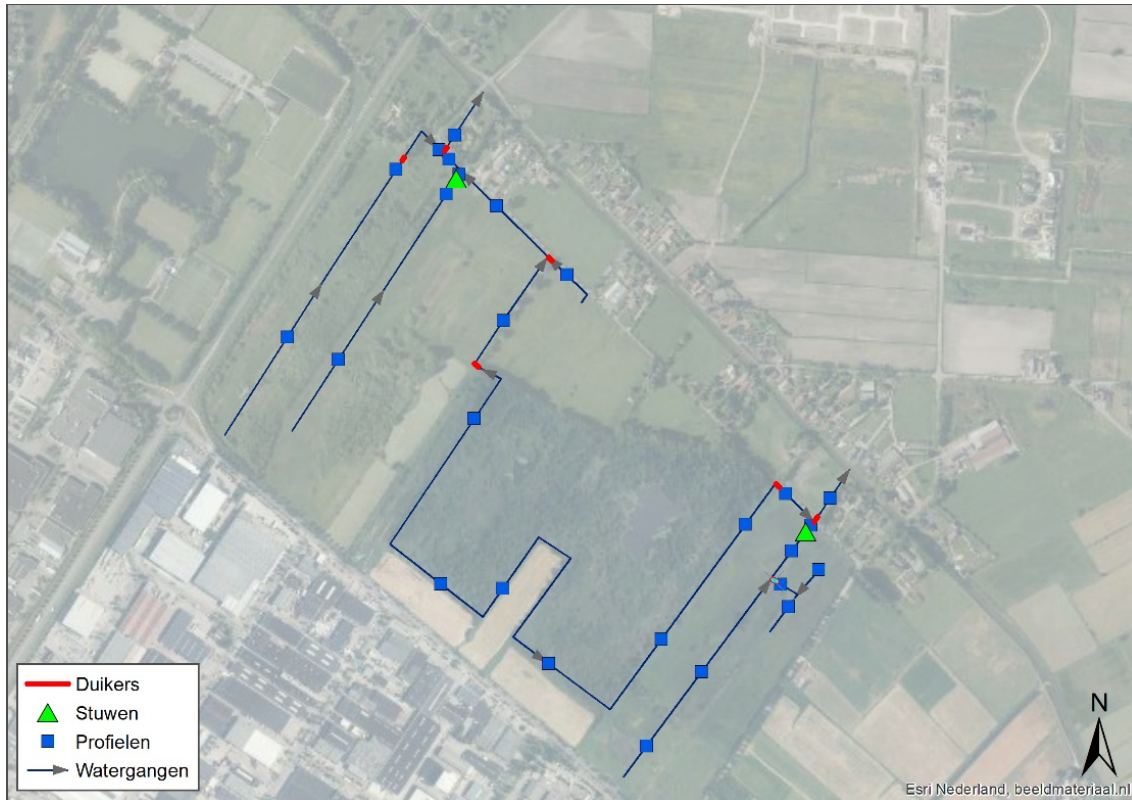
3.1 Aanpassingen aan modelstructuur

Het bestaande model is een regionaal model. Voor dit project is op lokaal niveau de modelschematisatie onvoldoende gedetailleerd. Het model is daarom op de volgende onderdelen aangepast:

- Relevante B-, C-watgangen en kunstwerken zijn toegevoegd.
- De bestaande neerslagafvoergebieden in het SOBEK-model zijn gebaseerd op afwaterende eenheden zoals bekend bij het waterschap. Deze verschillen in omvang, maar zijn ordergrootte 40 ha. Dit is te grof voor onze studie omdat we een neerslagafvoerschematisatie willen opnemen achter bijvoorbeeld een stuw in ons interessegebied. Om die reden zijn de afwaterende eenheden (en daarmee de neerslagafvoerschematisatie) verfijnd.
- De neerslagafvoerschematisatie binnen het Natura 2000-gebied De Hellen is gekalibreerd. Meer hierover in bijlage A.
- De berging op maaiveld is verfijnd. In het oorspronkelijke model is een 2D-overstromingsgrid opgenomen met een resolutie van 25 meter. Hierdoor worden lokale depressies in het maaiveld uitgemiddeld waardoor op lokaal niveau de berekende berging op maaiveld niet overeenkomt met de praktijk. Om die reden is binnen ons interessegebied het 2D-overstromingsgrid verwijderd en hiervoor in de plaats zijn S-curves toegevoegd op basis van het AHN 0,5 m. Een S-curve bevat de verdeling van oppervlak per maaiveldhoogte binnen een opgegeven gebied.
- Binnen het Natura 2000-gebied De Hellen is open water aanwezig. Dit is aan de modelschematisatie toegevoegd. Aangenomen is dat dit oppervlak direct afwatert (zonder vertraging) op omliggende B- en C-watgangen in het gebied.

3.2 Inmeten nieuwe gegevens

Het hydraulisch functioneren van het Natura 2000-gebied De Hellen heeft invloed op de bergingsopgave. Om een voorbeeld te noemen: af- en aanvoer met de Grift vindt plaats via twee watergangen met ieder een duiker van rond 400 mm. Zodra de waterstand in de Grift stijgt, 'knijpen' deze duikers de afvoer naar het Natura 2000-gebied De Hellen. Voor een goede beoordeling van het gedrag van het watersysteem is het belangrijk dat de hydraulische eigenschappen van het Natura 2000-gebied De Hellen juist in het model opgenomen zijn. Daarvoor zijn aanvullende metingen uitgevoerd (Figuur 6).



Figuur 6. Ingemeten duikers, stuwen en dwarsprofielen in N2000-gebied De Hellen

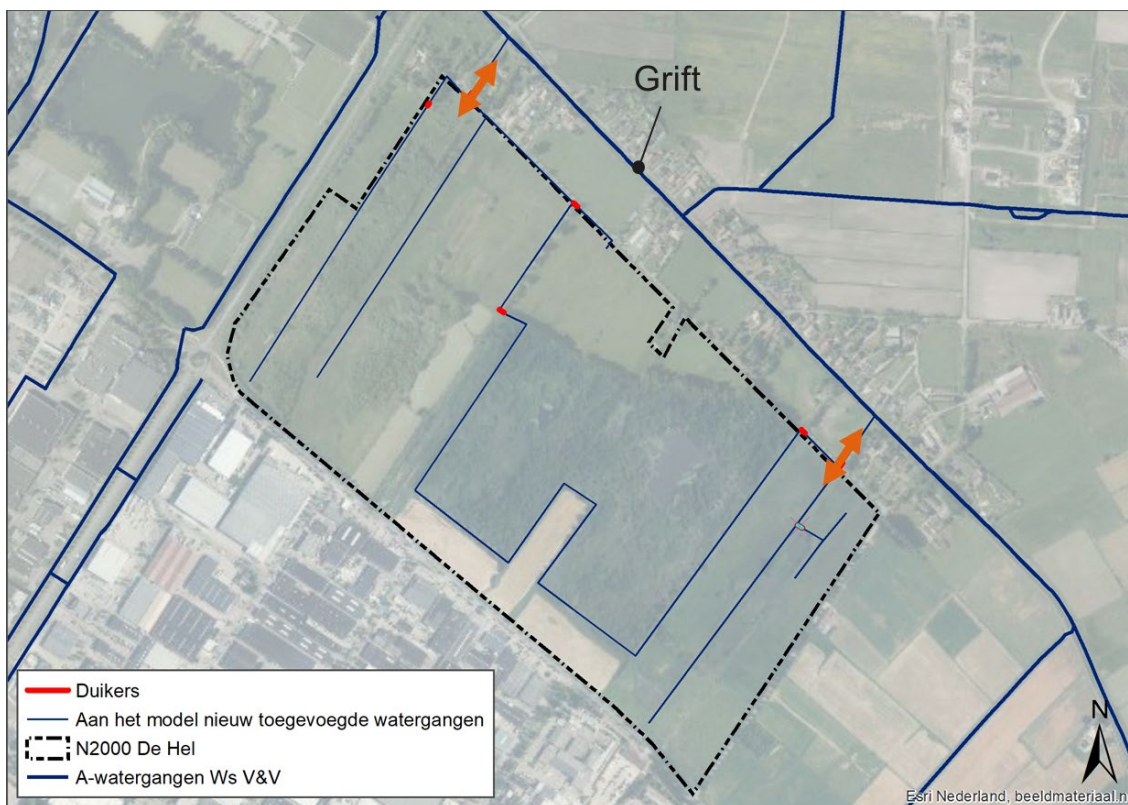
3.3 Schematisatie van autonome ontwikkelingen

In de opvolgende alinea's wordt ingegaan op de individuele autonome ontwikkelingen.

3.3.1 Natura 2000-gebied De Hellen

In de huidige situatie kan water vanuit het Natura 2000-gebied De Hellen naar de Grift stromen. Bij hoge waterstanden op de Grift kan ook water terug het gebied in stromen waardoor water uit de Grift wordt geborgen in het natuurgebied. De twee duikers waar deze processen optreden, staan weergegeven met oranje pijlen in Figuur 7.

Om het Natura 2000-gebied De Hellen af te sluiten van gebiedsvreemd water wordt in deze twee duikers een terugslagklep geplaatst, waardoor terugstroming vanuit de Grift niet meer kan plaatsvinden. Hierdoor ontstaat de bergingsopgave. Het betreffen de duikers die onder de Grebbeweg doorgaan.



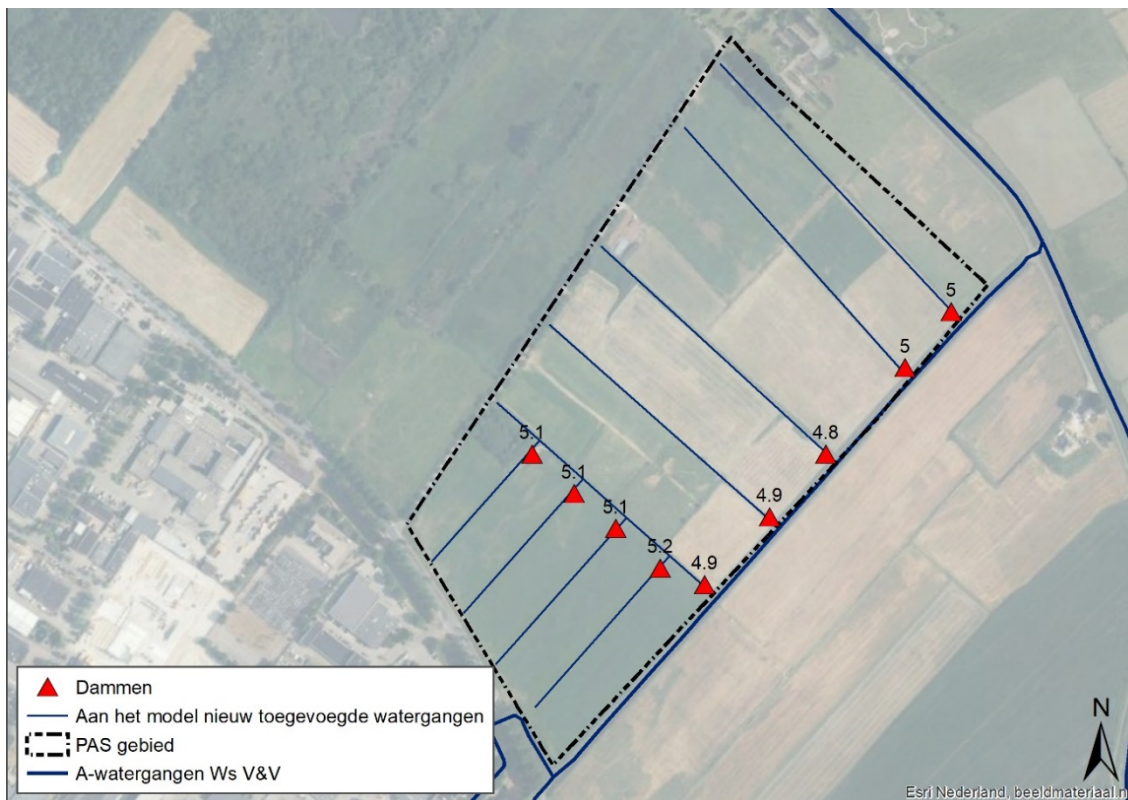
Figuur 7. Autonome ontwikkeling N2000-gebied De Hellen

3.3.2 PAS-gebied

Het PAS-gebied heeft in de huidige situatie de functie landbouw. Het streefpeil is (net als in de Grift) 4,3 m + NAP in de winter en 4,5 m + NAP in de zomer.

In de autonome ontwikkeling is het uitgangspunt dat dit gebied wordt omgevormd naar natuur. Eén van de belangrijkste hydrologische maatregelen is dat het gebied wordt vernet door het plaatsen van dammen. De ligging en hoogte van de dammen staan weergegeven in Figuur 8.

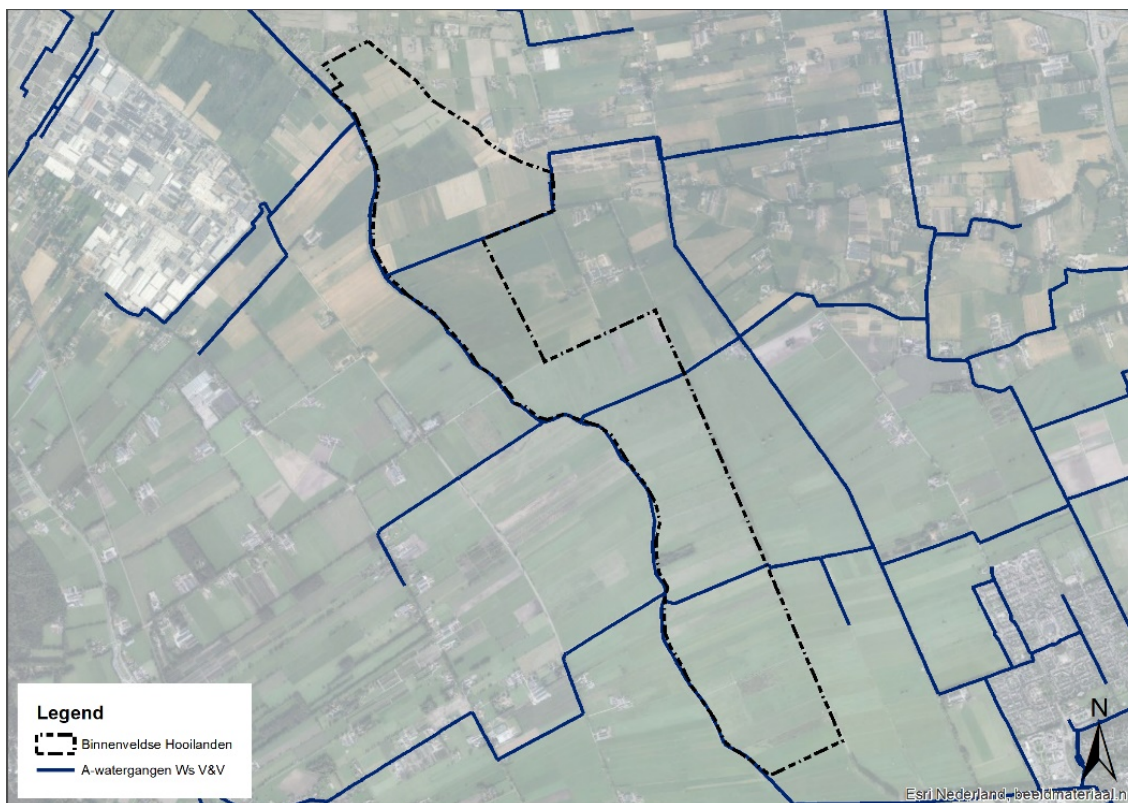
Dit betekent dat in de autonome ontwikkeling in het PAS-gebied het peil stijgt met 30 tot 90 cm. Hierdoor reageert dit gebied sneller op neerslag en kan minder water worden geborgen. Hierdoor ontstaat een bergingsopgave.



Figuur 8. Autonome ontwikkeling N2000-gebied De Hellen (getallen bij dammen zijn hoogtes van de dammen in m + NAP)

3.3.3 Binnenveldse Hooilanden

In de Binnenveldse Hooilanden werken de boeren, bewoners (initiatiefnemers zijn verenigd in “Mooi Binnenveld”) en Staatsbosbeheer samen met overheden aan de realisatie van nieuwe natuur aan de Gelderse zijde van het Binnenveld. Voor het functioneren van het watersysteem bij extreme afvoer betekent dit dat anders wordt omgegaan met waterberging. In de huidige situatie vindt meebewegende waterberging plaats. Dit betekent dat, bij afwezigheid van regelwerken en drempelhoogtes, gebieden direct inunderen zodra de waterstand in de Grift stijgt. Figuur 9 geeft de contouren weer van het project.



Figuur 9. Autonome ontwikkeling Binnenveldse Hooilanden

De autonome ontwikkeling houdt in dat gestuurde berging wordt gerealiseerd. Met behulp van drijfverstuwen – stuwen die stijgen zodra de waterstand in de Grift stijgt – treedt bij het eerste deel van de waterstandstijging geen inundatie van de achterliggende gebieden op. De stuwen kunnen tot een maximaal niveau meestijgen, bij hogere waterstanden gaat vervolgens wél water over de stuw stromen. Het maximale niveau per stuw is afhankelijk gemaakt van de gewenste inundatiefrequentie van het achterliggend gebied. Dit betekent dat kwetsbare gebieden die schade ondervinden door inundatie als laatste inunderen en minder kwetsbare gebieden als eerste inunderen. Naast dat deze maatregelen een positief effect hebben op de natuur, toont een eerdere studie, uitgevoerd door het waterschap, aan dat dit een effectieve maatregel is om maatgevende waterstanden op de Grift te verlagen.

De gewijzigde waterberging in het project Binnenveldse Hooilanden leidt tot een verlaging van de maatgevende waterstanden ten opzichte van de huidige situatie. Hierdoor neemt de bergingsopgave af.

4 RESULTATEN

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de berekeningen bekend gemaakt. In paragraaf 4.1 wordt de berekening van de autonome ontwikkeling gepresenteerd en de vergelijking ten opzichte van de huidige situatie. Hieruit blijkt de opgave voor de compensatie die in de varianten moet worden gevonden. In paragraaf 4.2 worden de resultaten van de doorerekende varianten gepresenteerd.

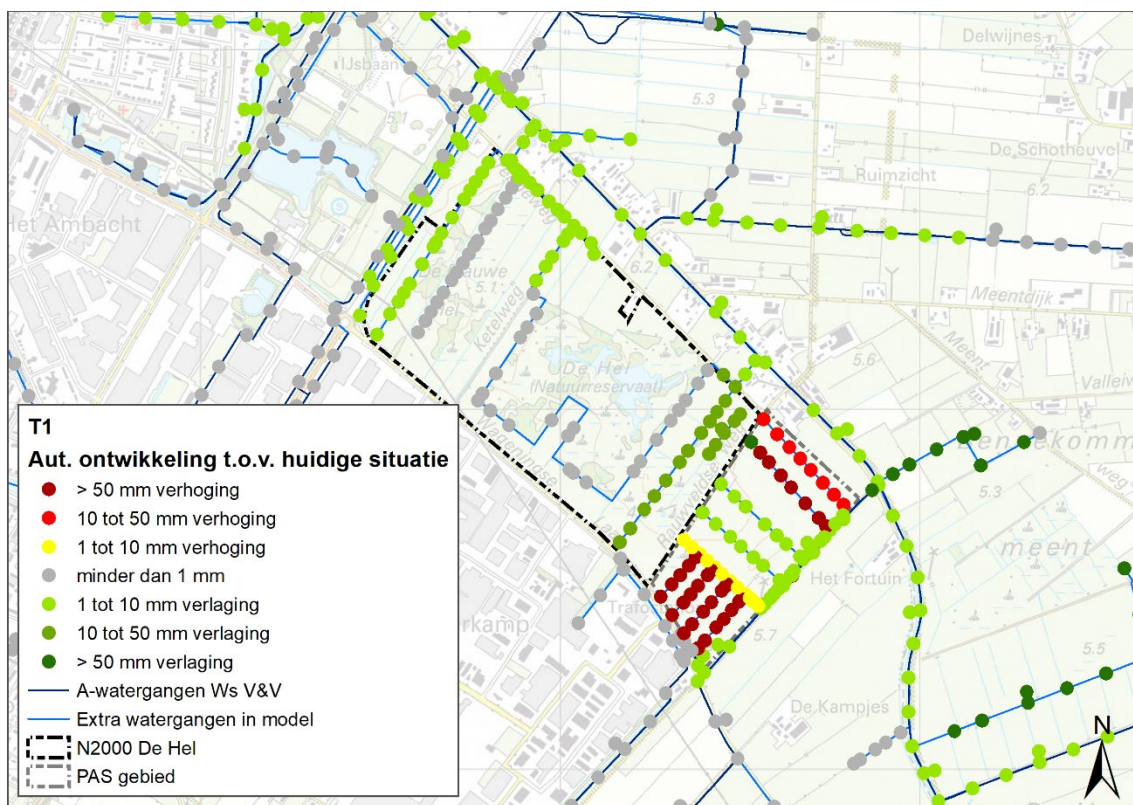
4.1 Autonome ontwikkeling

Bij de maatgevende gebeurtenissen met een herhalingsstijd van 1, 10, 50 en 100 jaar (ook wel T1, T10, T50 en T100) zijn de effecten op de maximale waterstanden onderzocht. In Bijlage B staat in meer detail het verloop van de waterstanden en debieten beschreven.

4.1.1 T1

Figuur 10 toont de verschillen in maximale waterstanden tussen de huidige situatie en autonome ontwikkeling. De conclusies uit deze figuur zijn:

- In de Grift ontstaan lagere maximale waterstanden. Het afsluiten van het Natura 2000-gebied De Hellen en de extra afvoer uit het PAS-gebieden leiden tot een verhoging van de maximale waterstanden. Maar dit wordt in ruime mate gecompenseerd door de verlaging als gevolg van de autonome ontwikkeling Binnenveldse Hooilanden. Bij deze herhalingsstijd is dus geen bergingsopgave.
- In het Natura 2000-gebied De Hellen ontstaan in een aantal watergangen lagere maximale waterstanden. Dit komt doordat water uit de Grift niet meer het gebied in stroomt.
- In het PAS-gebied ontstaan enerzijds hogere en anderzijds lagere maximale waterstanden. De hogere waterstanden ontstaan door de dammen die geplaatst worden met als doel het gebied te vernatten. De lagere waterstanden ontstaan doordat lagere waterstanden op de Grift invloed hebben op het PAS-gebied.

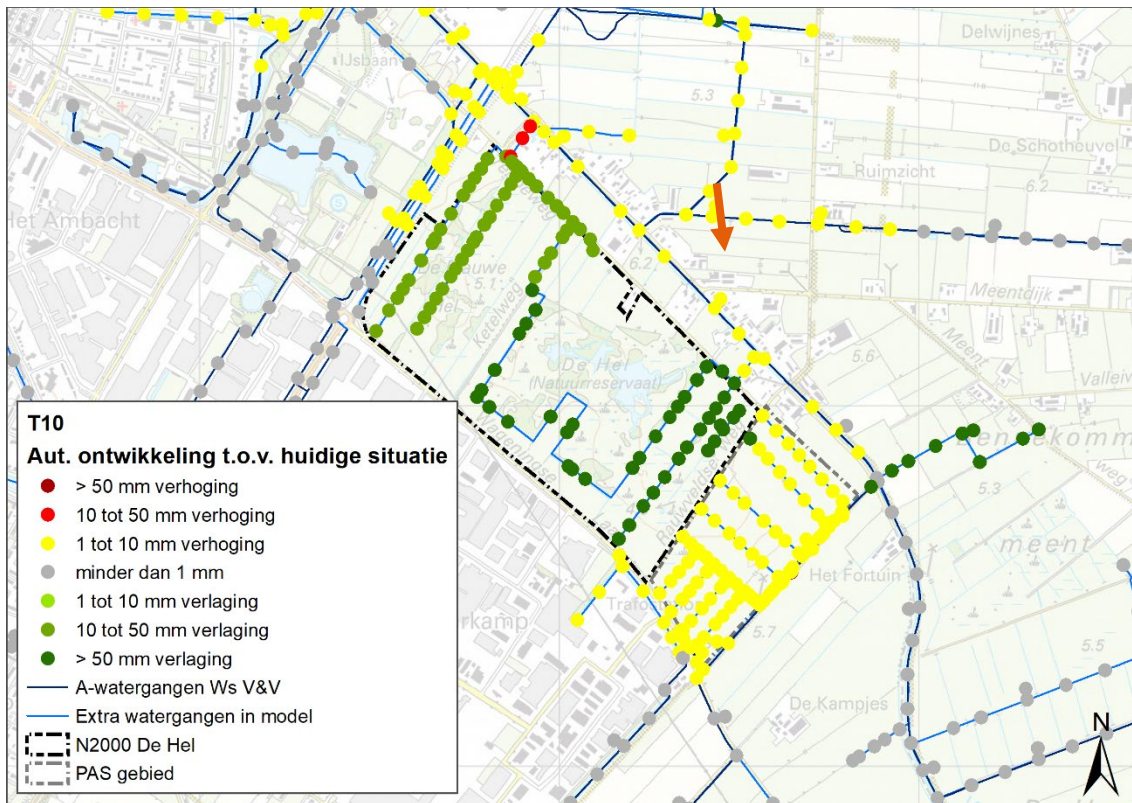


Figuur 10. Verschil in maximale waterstand tussen de huidige situatie en autonome ontwikkeling bij T1

4.1.2 T10

Figuur 11 toont het verschil in maximale waterstand bij T10. In het Natura 2000-gebied De Hellen daalt de maximale waterstand doordat water uit de Grift niet meer het gebied in kan stromen.

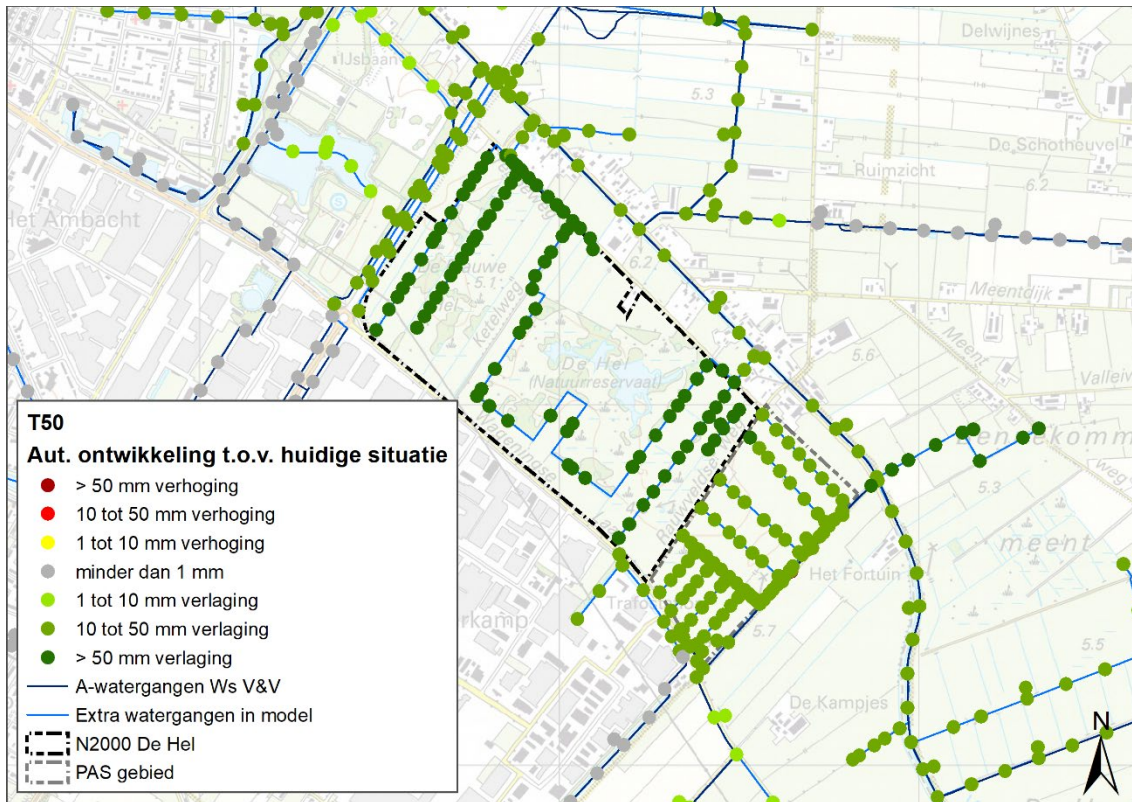
In de Grift stijgt de maximale waterstand waardoor een bergingsopgave ontstaat. Eén locatie in de Grift is als representatieve locatie voor de verhoging bepaald (zie oranje pijl in Figuur 11). Op deze locatie stijgt de waterstand met 2,7 mm. Dit is een opgave die met varianten opgelost moet worden.



Figuur 11. Verschil in maximale waterstand tussen de huidige situatie en autonome ontwikkeling bij T10

4.1.3 T50

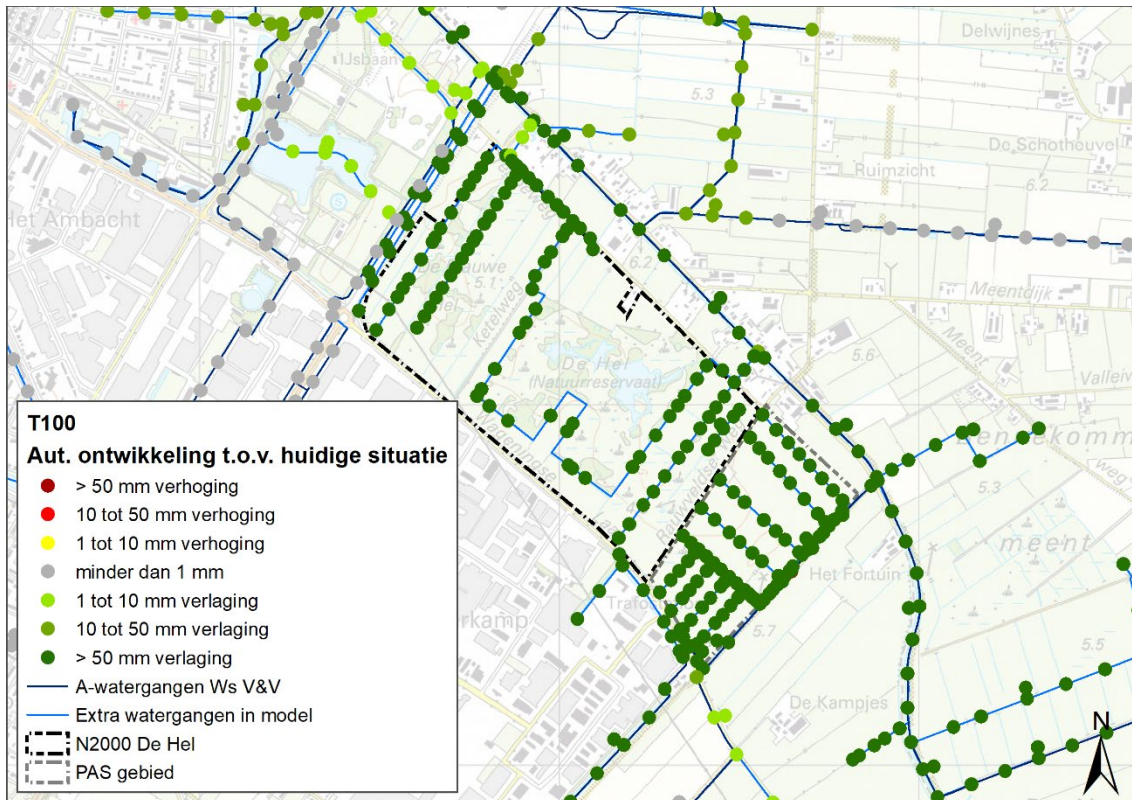
Figuur 12 geeft weer dat bij deze herhalingstijd de maximale waterstanden overall dalen. Dit komt doordat de autonome ontwikkeling Binnenveldse Hooilanden resulteert in (fors) lagere maximale waterstanden.



Figuur 12. Verschil in maximale waterstand tussen de huidige situatie en autonome ontwikkeling bij T50

4.1.4 T100

Figuur 13 toont de effecten bij de herhalingsstijd T100. Net als bij de overschrijdingsfrequentie T50 ontstaat overall een verlaging van de maximale waterstanden.



Figuur 13. Verschil in maximale waterstand tussen de huidige situatie en autonome ontwikkeling bij T100

4.1.5 Samengevat

Samenvattend wordt alleen voor een T10 neerslaggebeurtenis een opgave berekend. Voor deze gebeurtenis is de waterstand 2,7 mm hoger dan in de huidige situatie, wat door middel van aanvullende compenserende berging moet worden teruggebracht naar 0. Er is bewust gekozen deze opgave niet te duiden als m³ benodigde berging. De opgave in m³ berging is namelijk sterk gerelateerd aan de locatie waar de berging wordt gerealiseerd. De resultaten van de varianten (Tabel 1) laten dit ook goed zien.

4.2 Resultaten varianten

Per variant is onderzocht welke inspanning nodig is om de bergingsopgave te compenseren. Hierbij is in paragraaf 4.2.1 de variant met het plaatsen van een pomp in het PAS-gebied beschreven. De overige varianten die een afgraving ten behoeve van de compensatie omvatten, zijn gezamenlijk gepresenteerd in paragraaf 4.2.2.

4.2.1 Variant 1: PAS-gebied Plaatsen pomp

Uit de modellering volgt dat een pomp van 4,38 m³/minuut voldoende groot is om de opgave te compenseren. Uitgaande van een pompduur van vijf dagen wordt 31.500 m³ verpompt. Indien wordt gekozen om een waterschijf van 1 m te pompen in het PAS-gebied, dan is het benodigde oppervlak 3,15 ha. Om te voorkomen dat het opgepompt water wegstroomt, moeten keringen geplaatst worden.

4.2.2 Afgraving varianten

Tabel 1 toont de benodigde afgraving voor de afgravingsvarianten die minimaal noodzakelijk is om de benodigde compensatie te realiseren.

In de tweede en derde kolom zijn de boven- dan wel ondergrenzen van de afgraving aangegeven die zijn gehanteerd. De m³'s in de voorlaatste kolom bevatten de totale grond die dient te worden afgegraven inclusief de grond boven het niveau bedoeld voor de compensatie. In de afweging zijn dan ook de getallen uit de laatste kolom het meest van belang. Dit is de afgraving die daadwerkelijk is bedoeld voor de aanvullende compensatie.

Tabel 1. Minimale inspanning per variant

Variant	Bovengrens afgraving (m + NAP)	Ondergrens afgraving (m + NAP)	Benodigde af te graven grond (m ³)	Benodigd compensatie volume (range 4,95 – 5,3 m + NAP)
Variant 2: PAS	Huidig maaiveld op basis van AHN 0,5 m	Streefpeil bij autonome ontwikkeling	13.000	10.600 ¹
Variant 3: Landbouw	5,3	4,95	10.480	10.480
Variant 4a: Rimboe	5,3	4,95	25.690	25.690
Variant 4b: Rimboe	Huidig maaiveld op basis van AHN 0,5 m	4,5	32.390	n.v.t.

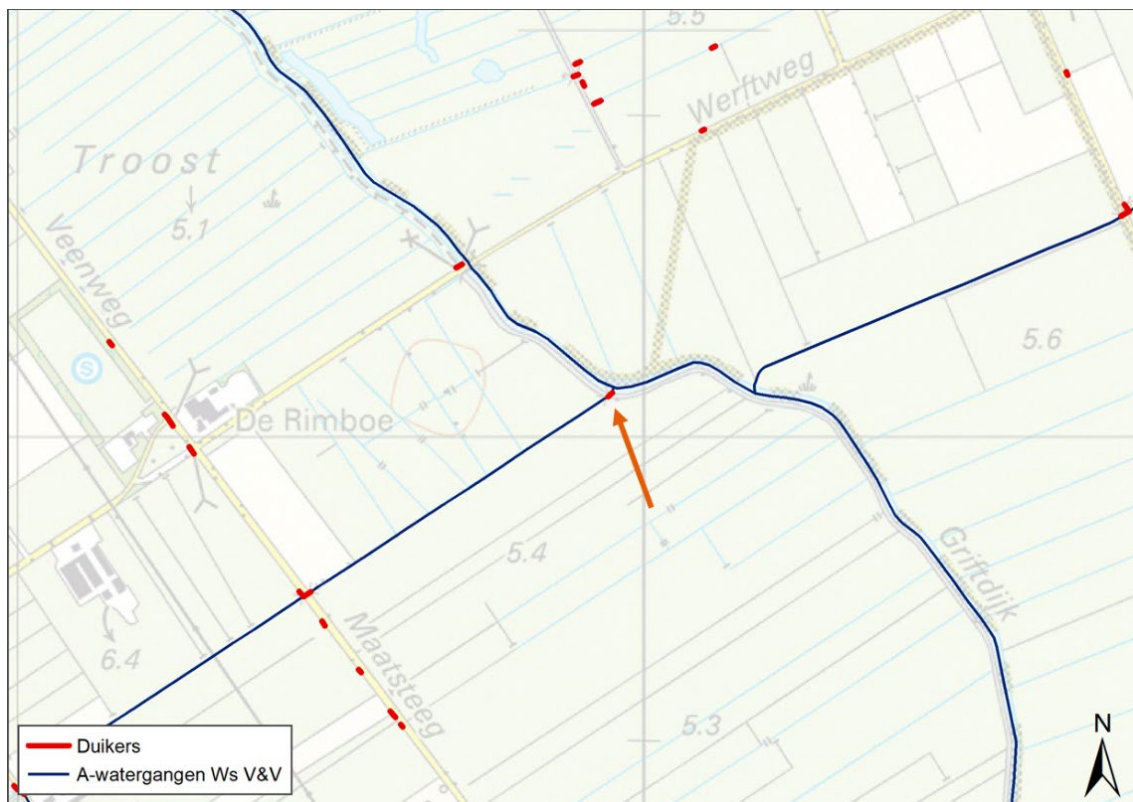
Tabel 1 laat het volgende zien:

- In alle varianten is de benodigde compensatie te realiseren. Alleen in variant 4a is binnen de maaiveld-range van 4,95 tot 5,30 m + NAP niet voldoende oppervlak aanwezig voor de compensatie en is een aanvullende afgraving in een lager peilvak (variant 4b) noodzakelijk. Het verschil met variant 4a betreft dus een diepere afgraving.
- Afgraven in de buurt van het Natura 2000-gebied De Hellen (variant 2 en 3) is net zo effectief, maar er is wel minder compensatie nodig dan bij afgraven op grotere afstand (variant 4a en 4b).

¹ In één perceel is de ondergrens niet 4,95 m + NAP maar 4,8 m + NAP. Dit betekent dat in het PAS-gebied de berging ook gezocht kan worden tot 4,8 m + NAP (mits het streefpeil hier ook 4,8 m + NAP is).

Aanvullende verkenning effect dimensie duiker watergang nabij de Rimboe

Aanvullend op de variantenberekeningen is een verkennende berekening uitgevoerd naar het effect van een opstuwende duiker in de watergang (genaamd Sukkelsloot) langs de Rimboe vlak voordat deze de Grift instroomt (zie Figuur 14). Onderzocht is of met het vergroten van deze duiker een berging ter plaatse van de Rimboe efficiënter zou zijn. Het berekende resultaat laat echter zien dat deze duiker een belangrijke balans speelt in de rol van de waterverdeling in het watersysteem tussen de Grift en de achterliggende gebieden. Als gevolg van een verruiming vinden er veranderingen plaats in deze waterverdeling die verder reiken dan alleen de berging ter plaatse van de Rimboe. Dit betekent mogelijk aanvullende of juist afname in waterberging op diverse locaties in het watersysteem die nu niet gewenst en in beeld zijn. Voor voorliggende opgave is het daarom niet verstandig de dimensie van deze duiker aan te passen.



Figuur 14. Opstuwende duiker (zie voor ligging oranje pijl)

5 CONCLUSIE

Puntsgewijs wordt het volgende geconcludeerd op basis van de resultaten:

- Uit de berekening van de autonome ontwikkeling en de huidige situatie blijkt dat er alleen bij een T10 neerslaggebeurtenis sprake is van een opgave als gevolg van de afname in berging bij het Natura 2000-gebied De Hellen.
- Bij een T10 neerslaggebeurtenis is er sprake van een 2,7 mm hogere waterstand op de Grift als gevolg van de afname in berging.
- Alle doorgerekende varianten bieden voldoende compensatie waarbij de toename in de waterstand van 2,7 mm bij de T10 neerslaggebeurtenis wordt teruggebracht naar 0.
- Compensatie in het PAS-gebied door middel van het plaatsen van een pomp vraagt om een pomp met een capaciteit van 4,38 m³ per minuut en realisatie van kades rond het gebied.
- In de afgravingsvarianten zijn de volgende hoeveelheden afgraving noodzakelijk:
 - Variant 2 – PAS-gebied: 13.000 m³;
 - Variant 3 – Landbouwgebied: 10.480 m³;
 - Variant 4a – Rimboe: 25.690 m³ – niet voldoende voor compensatie;
 - Variant 4b – Rimboe: 32.390 m³.

De benodigde compensatie wordt meegenomen in de inrichting van het PAS-gebied (variant 2) dan wel de inrichting van de Achterbergse Hooilanden (variant 4b). Het is onze aanbeveling de uiteindelijk gekozen totale inrichting van deze gebieden inclusief de compensatie als geheel in een gedetailleerde SOBEK-berekening te toetsen en verder te optimaliseren.

6 REALISATIE EN VERGUNNINGEN

De realisatie van compenserende berging zal onderdeel zijn van herinrichtingen van de gebieden waar de compensatie gezocht wordt. Zeker met het oog op de vergunningstrajecten geldt de compensatie daarbij als onderdeel van de gehele inrichting van het betreffende gebied. Om deze reden is besloten geen doorkijk naar de realisatie dan wel bijhorende vergunningen in voorliggende studie te maken. Wel worden onderstaand puntsgewijs aandachtspunten en vergunningstrajecten benoemd die bij de compensatie van de waterberging een rol kunnen spelen.

Mogelijke risico's en aandachtspunten met betrekking tot de compensatie van de waterberging zijn:

- de vrijgekomen grond van het afgraven kan moeilijk worden afgezet, bijvoorbeeld als gevolg van de kwaliteit van deze vrijgekomen grond;
- het tijdspad van het verdwijnen van de berging in het gebied De Hellen en het realiseren van de compensatie;
- de huidige inrichting is niet voldoende in beeld. Denk aan kabels en leidingen, archeologie of explosieven die een uitvoering van de compensatie kunnen vertragen of onmogelijk maken. In dit kader is het verstandig tijdig conditionerende onderzoeken uit te voeren.

Bij de inrichting van de gebieden kan een scala aan vergunningen, planwijzigingen en ontheffingen voorbijkomen, dat een mogelijke rol speelt. Hierbij kan gedacht worden aan:

- een omgevingsvergunning;
- een Waterwet-vergunning dan wel correctieplan Waterwet;
- een bestemmingsplanwijziging;
- een ontgrondingsvergunning;
- een ecologische beoordeling (vanuit de Natuurwet);
- een ontheffingsaanvraag flora en fauna;
- een vormvrije mer-procedure dan wel een mer (milieueffectrapportage).

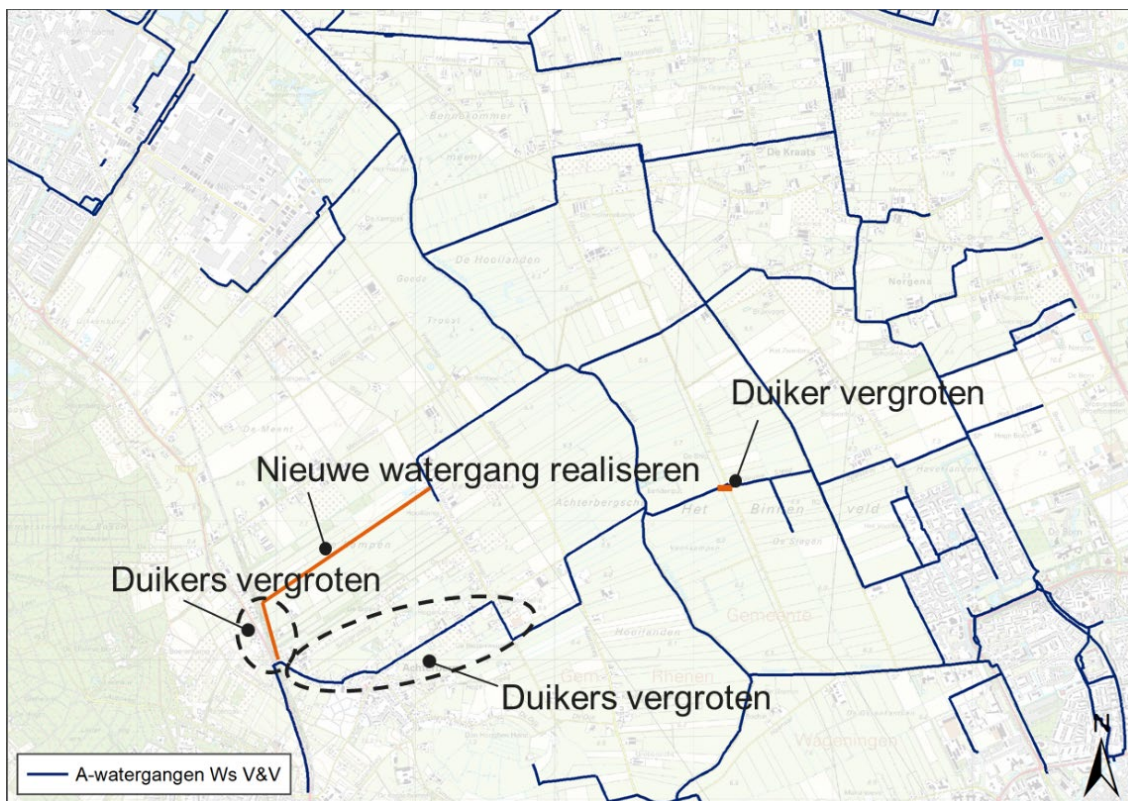
Of deze vergunningen dan wel procedures een rol zullen spelen, hangt sterk af van de omvang en locatie van de uiteindelijke invulling van de compensatie en vooral ook de overige aspecten van de inrichting van het gebied.

BIJLAGE A - TECHNISCHE ACHTERGROND

Uitgangspunten

Voor de modellering gelden de volgende uitgangspunten (naast wat al in de rapportage staat beschreven):

- Wat betreft de schematisatie voor de Binnenveldse Hooilanden wordt de schematisatie zoals aangeleverd door het waterschap overgenomen.
- Vanuit beheerders bij het waterschap en de NBW-toetsing zijn een aantal knelpunten opgelost door het watersysteem te vergroten. Onderstaande figuur toont de aanpassingen die zijn doorgevoerd in het model ten behoeve van de modelactualisatie.



Figuur 15. Uitgevoerde maatregelen vanuit beheerders en NBW-toetsing

- Het aangeleverde model is oorspronkelijk ontwikkeld in het kader van de NBW-toetsing. In die toetsing is de tijdreeksmethode toegepast waarbij de 55 meest extreme afvoergebeurtenissen van de afgelopen 110 jaar zijn uitgerekend. De resultaten zijn uiteindelijk vertaald naar Gumbel-plots en maatgevende waterstanden per herhalingstijd. Om maatgevende waterstanden zonder en met modelwijzigingen te bepalen, is het toepassen van de volledige tijdreeksmethode de meest betrouwbare aanpak. In overleg met het waterschap is gekozen dit niet te doen omdat de inspanning niet in verhouding staat tot wat het oplevert. Om die reden is aangenomen dat individuele gebeurtenissen representatief zijn voor de maatgevende waterstand. Uiteindelijk is precies dezelfde methode (inclusief gebeurtenissen) overgenomen zoals gehanteerd in de studie naar de Binnenveldse Hooilanden. Dit zijn de volgende gebeurtenissen:
 - T10: id is '2001_1'. De waterstanden worden berekend tussen 17-9-2001 en 24-9-2001;
 - T50: id is '1960_1'. De waterstanden worden berekend tussen 10-10-1960 en 18-10-1960;
 - T100: id is '1998_3'. De waterstanden worden berekend tussen 12-9-1998 en 19-9-1998.

- In deze studie is behoefte om de effecten bij de T1 herhalingsjijd te onderzoeken. Deze overschrijdingsfrequentie was niet meegenomen in de studie van de Binnenveldse Hooilanden. Om deze te achterhalen, zijn de volgende stappen doorlopen:
 - Dichtbij Natura 2000-gebied De Hellen ligt de stuw Dragonder die bemeten wordt. Van de waterstanden aan de Grift-zijde zijn de jaarmaxima bepaald. Het gemiddelde hiervan is 4,95 m + NAP.
 - Vervolgens is in de SOBEK-berekeningen bepaald bij welk hoogwaterevent de maximale waterstand bij stuw Dragonder gelijk is aan 4,95 m + NAP. Dit is het hoogwaterevent uit 1942. Deze situatie is aangenomen als maatgevend voor de overschrijdingsfrequentie van T1.
 - Concreet is de volgende situatie bij T1 gehanteerd: id is '1942_1'. De waterstanden worden berekend tussen 10-7-1942 en 14-7-1942.

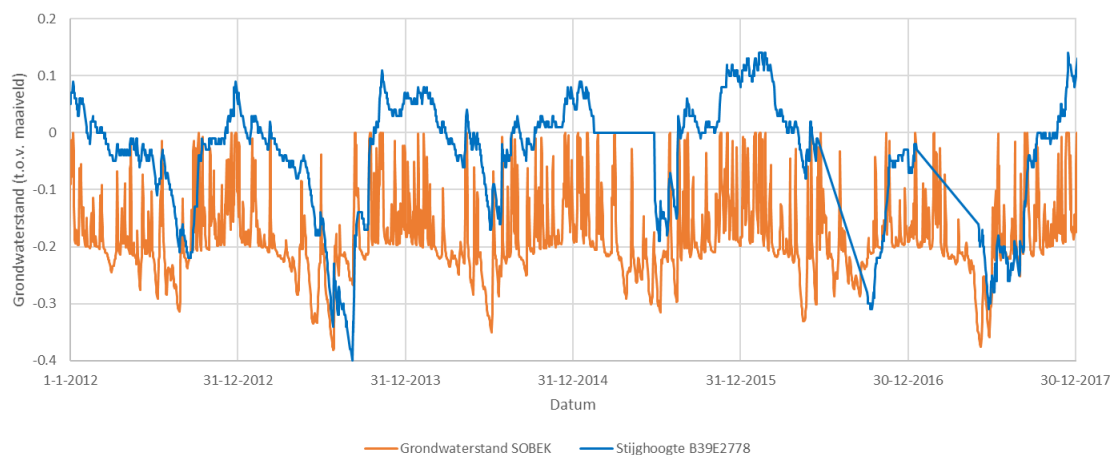
Kalibratie Rainfall-Runoff

Uit de eerste berekeningen volgde dat terugstroming vanuit de Grift naar Natura 2000-gebied De Hellen sterk wordt beïnvloed door de neerslagafvoerschematisatie. Deze schematisatie is opgenomen in de module Rainfall-Runoff.

Met het waterschap is ervoor gekozen de grondwaterstand in Rainfall-Runoff te kalibreren op één peilbuis. Figuur 16 toont het verschil tussen de grondwaterstand in Rainfall-Runoff en de stijghoogte in peilbuis B39E2778 voordat het model is gekalibreerd. Figuur 16 geeft het volgende weer:

- Na neerslag zakt de grondwaterstand in SOBEK meteen uit tot 25 cm minus maaiveld. Dit komt door de relatief lage weerstand van de eerste laag. In de praktijk daalt de stijghoogte minder snel. Dit komt waarschijnlijk door de continue kweldruk (in werkelijkheid), veen dat bufferend werkt en de beperkte ontwatering in het gebied.
- Het is niet op te maken uit Figuur 16, maar doordat in SOBEK de grondwaterstand snel uitzakt, is ook de afvoer groter. Het modelresultaat is erg gevoelig voor dit mechanisme.
- De stijghoogte is in de winter gedurende lange periodes hoger dan het maaiveld. Dit betekent dat in werkelijkheid water op maaiveld voorkomt en/of een hoog debiet naar de ontwateringsmiddelen stroomt.

Grondwaterstand Rainfall-Runoff en stijghoogte peilbuis B39E2778

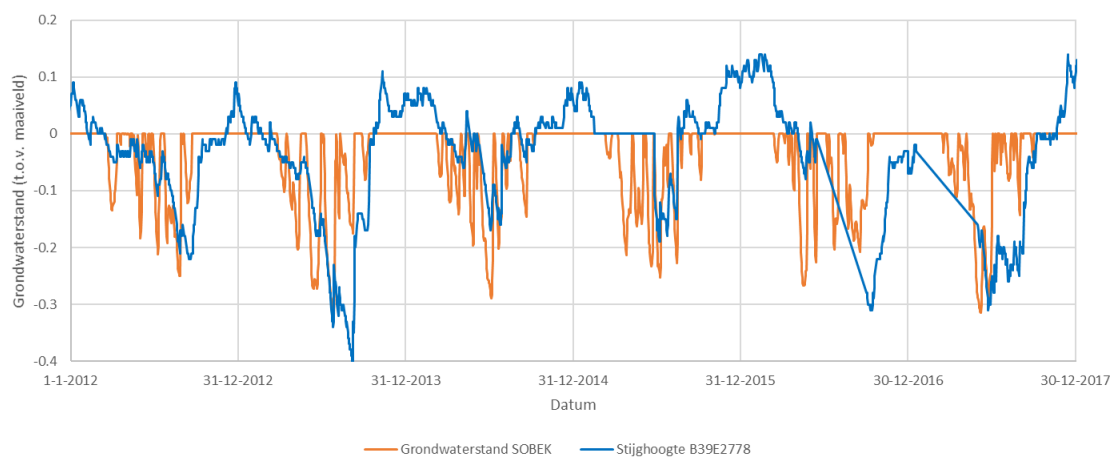


Figuur 16. Vóór kalibratie, vergelijking grondwaterstand Rainfall-Runoff (in SOBEK) en stijghoogte peilbuis. De belangrijkste parameters hebben de volgende waarden: Diepte laag 1 = 25 cm, weerstand laag 1 = 25 dagen, weerstand laag 2 = 250 dagen en dagelijkse kwel is 1.4 mm/dag.

Er is een kalibratie uitgevoerd met als doel de grondwaterstanden in het model te fitten aan de peilbuis. Het resultaat staat weergegeven in Figuur 17. De figuur geeft het volgende weer:

- Op een groot aantal manieren is geprobeerd het model beter te fitten aan de peilbuis. Hierdoor is wel een grote verbetering ontstaan ten opzichte van de vergelijking vóór de kalibratie, maar het resultaat is niet perfect. In het model zakt de grondwaterstand nog steeds te snel uit. De oorzaak is dat het berekenen van de grondwaterstand geen sterk onderdeel is van Rainfall-Runoff. Daarnaast is het correct berekenen van de grondwaterstand complex vanwege de aanwezigheid van sterke kwel en het veen.
- De stijghoogte in de peilbuis is in de winter hoger dan het maaiveld. Het is gelukt dit proces te reproduceren in het model. Ter interpretatie van de figuur is het belangrijk te realiseren dat SOBEK geen grondwaterstand boven maaiveld kan berekenen. In het model vertaalt zich dit naar berging op maaiveld wat met een vertraging over maaiveld naar de watergangen stroomt.

Grondwaterstand Rainfall-Runoff en stijghoogte peilbuis B39E2778

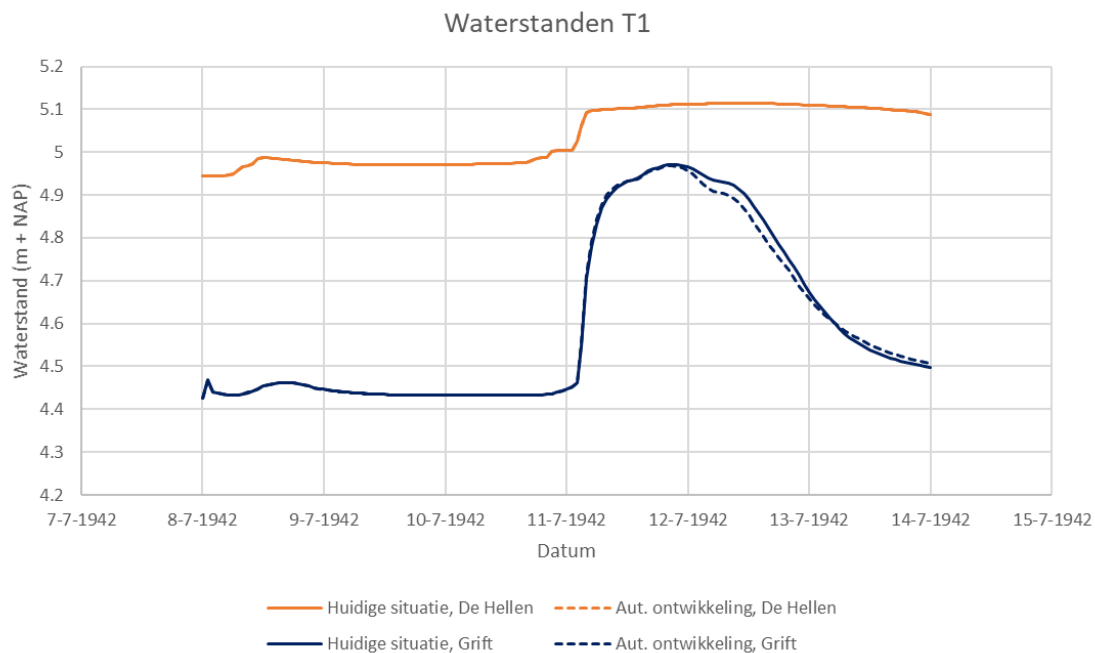


Figuur 17. Na kalibratie, vergelijking grondwaterstand Rainfall-Runoff (in SOBEK) en stijghoogte peilbuis. De belangrijkste parameters hebben de volgende waarden: Diepte laag 1 = 20 cm, weerstand laag 1 = 250 dagen, weerstand laag 2 = 500 dagen en dagelijkse kwel is 2 mm/dag.

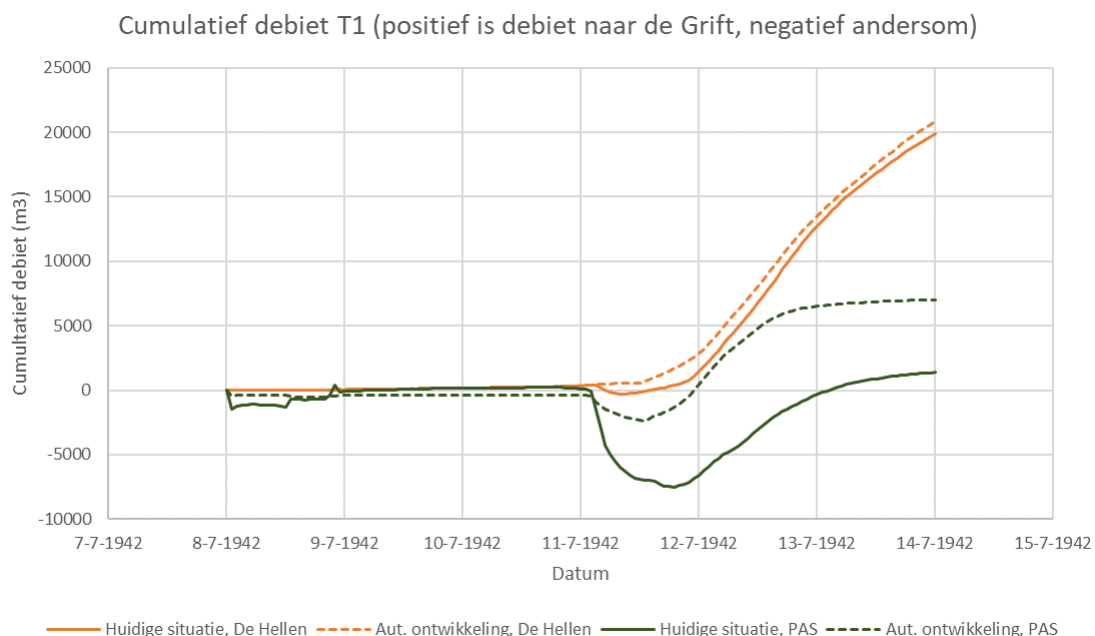
BIJLAGE B - WATERSTANDEN EN DEBIETEN HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING

T1

Onderstaande figuur toont met oranje lijnen de waterstanden in Natura 2000-gebied De Hellen en met blauwe lijnen de waterstanden in de Grift (nabij Natura 2000-gebied De Hellen).

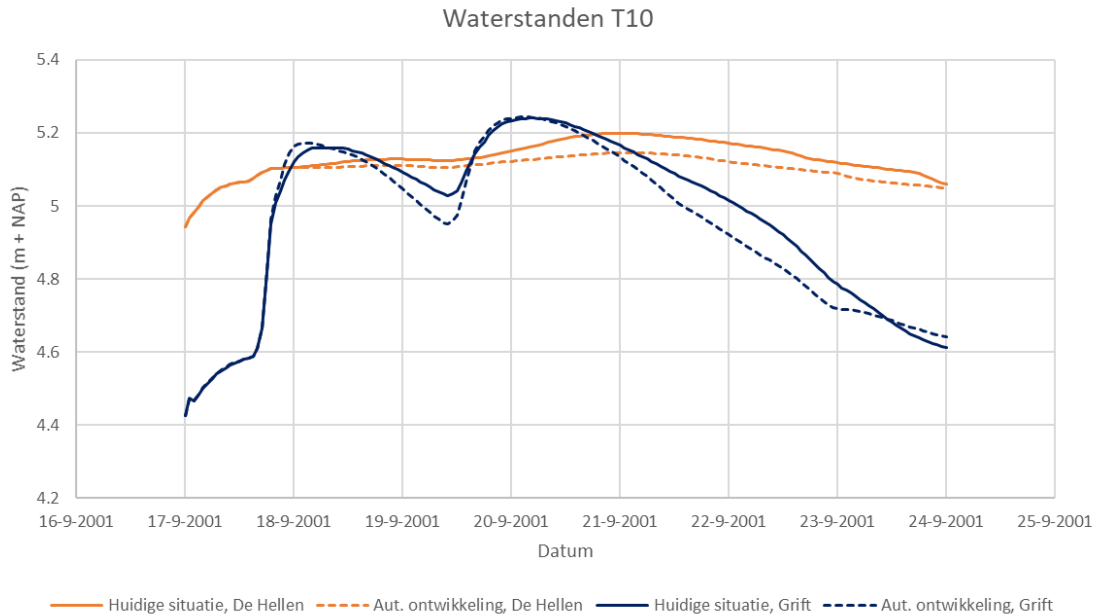


Onderstaande figuur toont met oranje lijnen het cumulatieve debiet uit Natura 2000-gebied De Hellen en met groene lijnen het cumulatieve debiet uit het PAS-gebied.

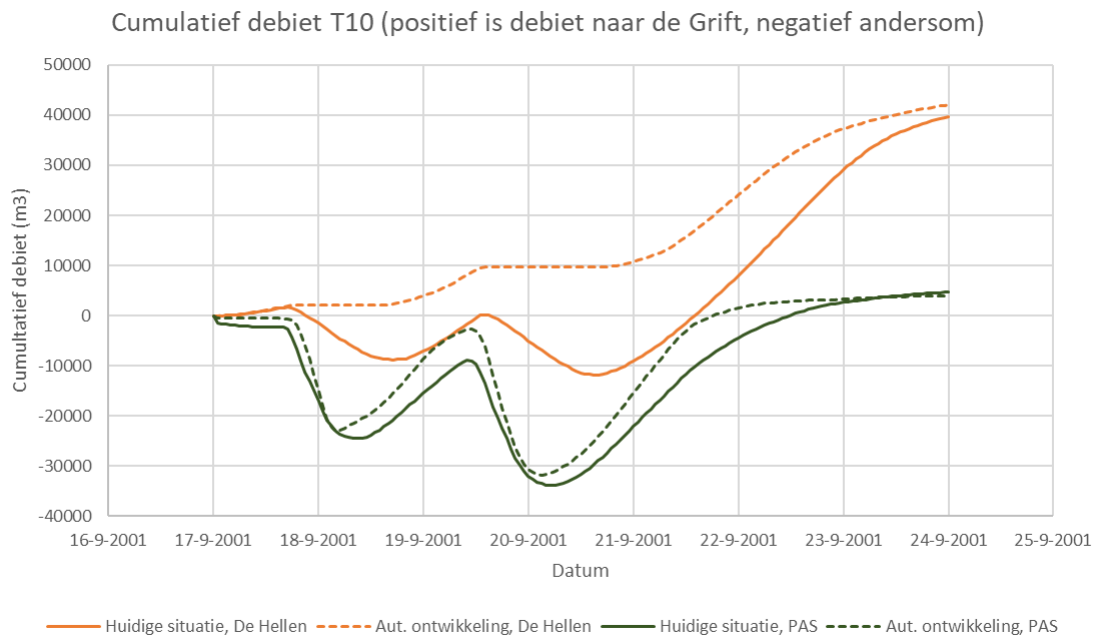


T10

Onderstaande figuur toont met oranje lijnen de waterstanden in Natura 2000-gebied De Hellen en met blauwe lijnen de waterstanden in de Grift (nabij Natura 2000-gebied De Hellen).

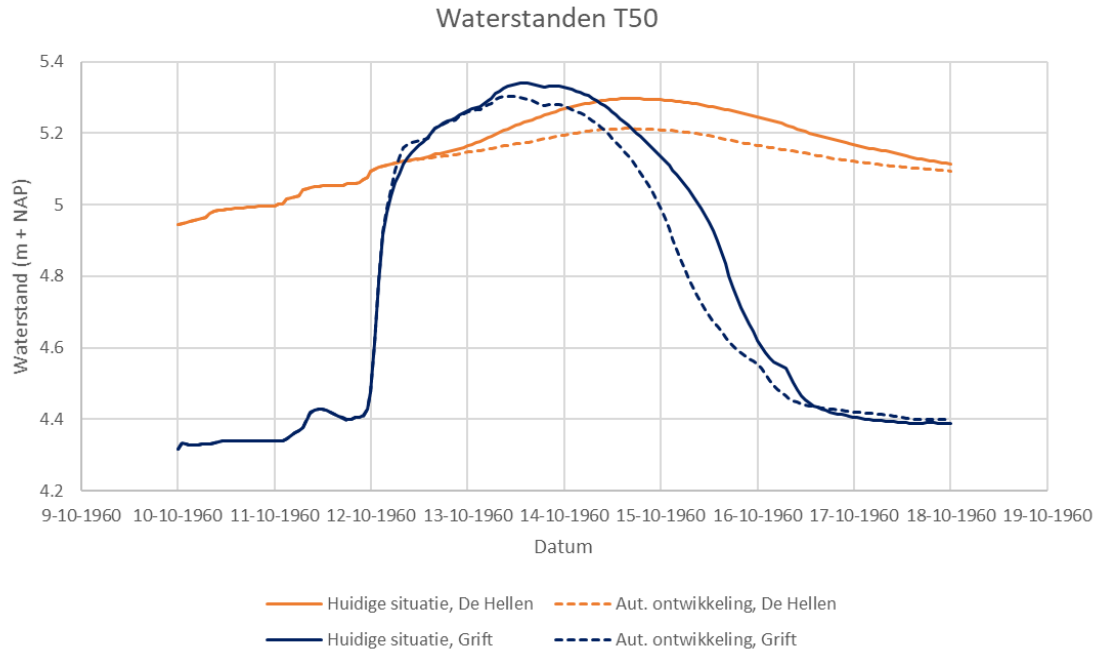


Onderstaande figuur toont met oranje lijnen het cumulatieve debiet uit Natura 2000-gebied De Hellen en met groene lijnen het cumulatieve debiet uit het PAS-gebied.

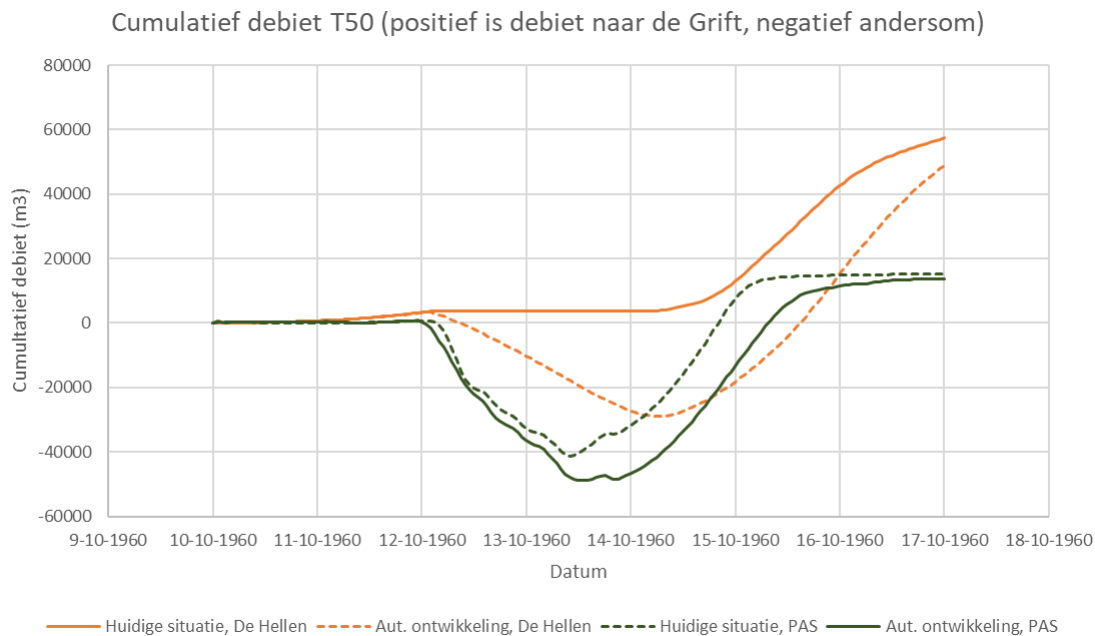


T50

Onderstaande figuur toont met oranje lijnen de waterstanden in Natura 2000-gebied De Hellen en met blauwe lijnen de waterstanden in de Grift (nabij Natura 2000-gebied De Hellen).

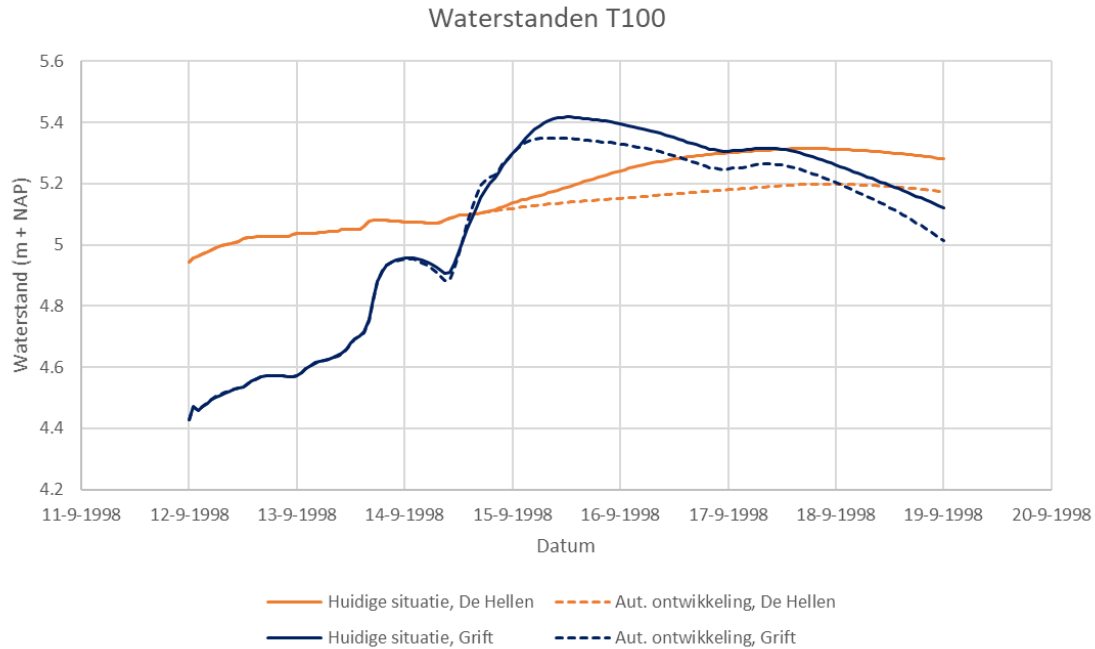


Onderstaande figuur toont met oranje lijnen het cumulatieve debiet uit Natura 2000-gebied De Hellen en met groene lijnen het cumulatieve debiet uit het PAS-gebied.

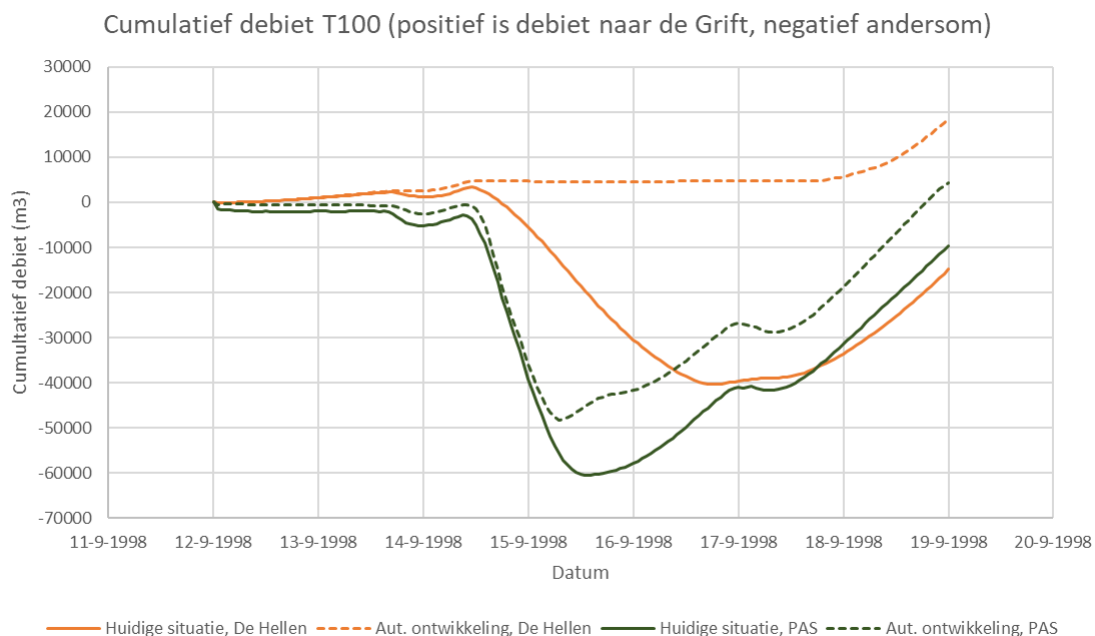


T100

Onderstaande figuur toont met oranje lijnen de waterstanden in Natura 2000-gebied De Hellen en met blauwe lijnen de waterstanden in de Grift (nabij Natura 2000-gebied De Hellen).



Onderstaande figuur toont met oranje lijnen het cumulatieve debiet uit Natura 2000-gebied De Hellen en met groene lijnen het cumulatieve debiet uit het PAS-gebied.



BIJLAGE C - MODELDATA

Deze bijlage bevat een beschrijving van de aangeleverde modellen en waar nodig een verdere uitleg over de werking van de modellen. In deze studie is een aantal buien doorgerekend die representatief zijn voor vier maatgevende herhalingstijden. De bui die hiervoor is gebruikt is 'G_huidig.bui' (zie de map 'Binneve2.lit\FIXED\Bui'). Onderstaande tabel toont de rekenperiode per herhalingstijd.

Herhalingstijd	Start RR	Einde RR	Start CF	Einde CF
1	12-9-1996	21-9-1998	12-9-1998	19-9-1998
10	11-10-1958	20-10-1960	10-10-1960	18-10-1960
50	18-9-1999	26-9-2001	17-9-2001	24-9-2001
100	10-7-1940	16-7-1942	8-7-1942	14-7-1942

Verder dient rekening gehouden te worden met het volgende:

- Het model is doorgerekend in SOBEK 2.12.004.
- De buien BINWIN.bui en BINZOM.bui zijn gebruikt om de restart-files te bepalen. Deze staan in de map 'Binneve2.lit\FIXED\Bui'. De initiële waterdiepte (bij het maken van de restart-files) is 1 m.
- In de rapportage worden waterstanden vergeleken op de Grift (om het effect van maatregelen te onderzoeken), dit rekenpunt is id 'calcPNT_cn_781'
- Bij een aantal maatregelen is het effect van afgraven onderzocht. Modelmatig is dit bepaald door S-curves aan te passen en de hoogte van de insteek in een aantal reaches. Door met SOBEK een 'storage graph' te maken kan van de geselecteerde reach(es) per hoogte het oppervlak worden weergegeven. Mocht dit gereproduceerd moeten worden dan is het zinvol de volgende reaches te bekijken:
 - Variant 2: impVerfHellen_9, impVerfHellen_8, impVerfHellen_7, impVerfHellen_6 en impVerfHellen_12
 - Variant 3: impVerfHellen_15
 - Variant 4: impVerfHellen_17, impVerfHellen_16 en impVerfHellen_18
- Bij de interpretatie van de varianten is het zinvol rekening te houden met dat lineaire interpolatie is toegepast. Om een voorbeeld te noemen: de opgave is 2.7 mm. Door een pomp te plaatsen van 0,1 m³/s daalt de waterstand 3,7 mm. Vervolgens is teruggerekend hoe groot de pomp zou moeten zijn om 2,7 mm verlaging te realiseren, dat is 0,072 m³/s.

De volgend cases zijn aangeleverd. Wij vertrouwen erop dat de naamgeving duidelijk genoeg is om te weten wat in de modellen is opgenomen.

- 46 '20181230_T10_huidige_situatie'
- 47 '20181230_autonome_ontwikkeling_T10'
- 48 '20181225_T1_huidige_situatie'
- 49 '20181225_T1_autonome_ontwikkeling'
- 50 '20181225_T50_huidige_situatie'
- 51 '20181225_T50_autonome_ontwikkeling'
- 52 '20181225_T100_Huidige_Situatie'
- 53 '20181225_T100_Autonome_ontwikkeling'
- 54 '20181230_autonome_ontwikkeling_T10_pomp_0.1m³/s'
- 55 '20181230_t10_PAS_4percelen_tot_streefpeil_afgraven'
- 56 '20181230_T10_autonome_ontwikkeling_afgraven_in_landbouwgebied'
- 57 '20181230_T10_autonome_ontwikkeling_bij_Rimboe_range_4,95-5,3 afgraven'
- 58 '20181230_T10_autonome_ontwikkeling_bij_Rimboe_alles_in_range > 4.5 afgraven'

COLOFON

COMPENSATIE WATERBERGING NATURA 2000-GEBIED DE HELLEN VARIANTENSTUDIE

KLANT

Provincie Utrecht

AUTEUR

Wiecher Bakx

PROJECTNUMMER

C03081.000366.0100/LB

ONZE REFERENTIE

083779759 A.1

DATUM

21 januari 2019

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Anne de Weme

Teamleider Hydrologie & Waterkwaliteit | Projectmanager Water

Arcadis Nederland B.V.

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

www.arcadis.com