

RAPPORT

Oppervlaktewaterberekeningen Oude Graaf

Hydrologische berekeningen Gebiedsvisie Weerterbos

Klant: Waterschap Limburg

Referentie: BJ6983-RHD-XX-XX-RP-X-0002

Status: Definitief/1

Datum: 7 april 2025

Projectgerelateerd



HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Netherlands
Water & Maritime
Trade register number: 56515154

Telefoon: +31 88 348 20 00
Fax: +31 33 463 36 52
Email: info@rhdhv.com
Website: royalthaskoningdhv.com

Titel document: Oppervlaktewaterberekeningen Oude Graaf
Ondertitel: Hydrologische berekeningen Gebiedsvisie Weerterbos
Referentie: BJ6983-RHD-XX-XX-RP-X-0002
Uw kenmerk: Click or tap here to enter text.
Status: Definitief/1
Datum: 7 april 2025
Projectnaam: Click to enter "ProjectName"
Projectnummer: BJ6983
Auteur(s): Bram Denkers, Sander van den Tillaart

Opgesteld door: Bram Denkers

Gecontroleerd door: Sander van den Tillaart

Datum: 7 april 2025

Goedgekeurd door: Sander van den Tillaart

Datum: 7 april 2025

Classificatie: Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veelevoudigd 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 mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding en voorgeschiedenis	1
1.2	Doel studie	1
1.3	Gebiedsafbakening en door te rekenen maatregelen uit Gebiedsvisie	2
1.4	Parallele trajecten	4
1.5	Leeswijzer	4
2	Modelbouw	6
2.1	Aangeleverd model	6
2.2	Referentiemodel	6
2.3	Afvoersituaties en toetscriteria	9
3	Doorrekening afzonderlijke maatregelen	11
3.1	Maatregel 1 – Dempen Oude Graaf	11
3.2	Maatregel 2 – Optimaliseren inlaat Zuid-Willemsvaart	24
3.3	Maatregel 3 – Buffers Laarder Heide	25
3.4	Maatregel 4 – Verondiepen Vloedlossing en Nieuwlossing	28
3.5	Maatregel 6 - Verminderen drainerende werking Rosveldlossing	35
3.6	Maatregel 7 - Herstel verbinding Kievitsbeek en Vloedlossing.	39
4	Voorkeursvariant	42
4.1	Toetsingscriteria	42
4.2	Modelaanpassingen	42
4.3	Resultaten	43
5	Conclusies en aanbevelingen	48
5.1	Conclusies	48
5.2	Aanbevelingen voor vervolgonderzoek	48
6	Referenties	50

1 Inleiding

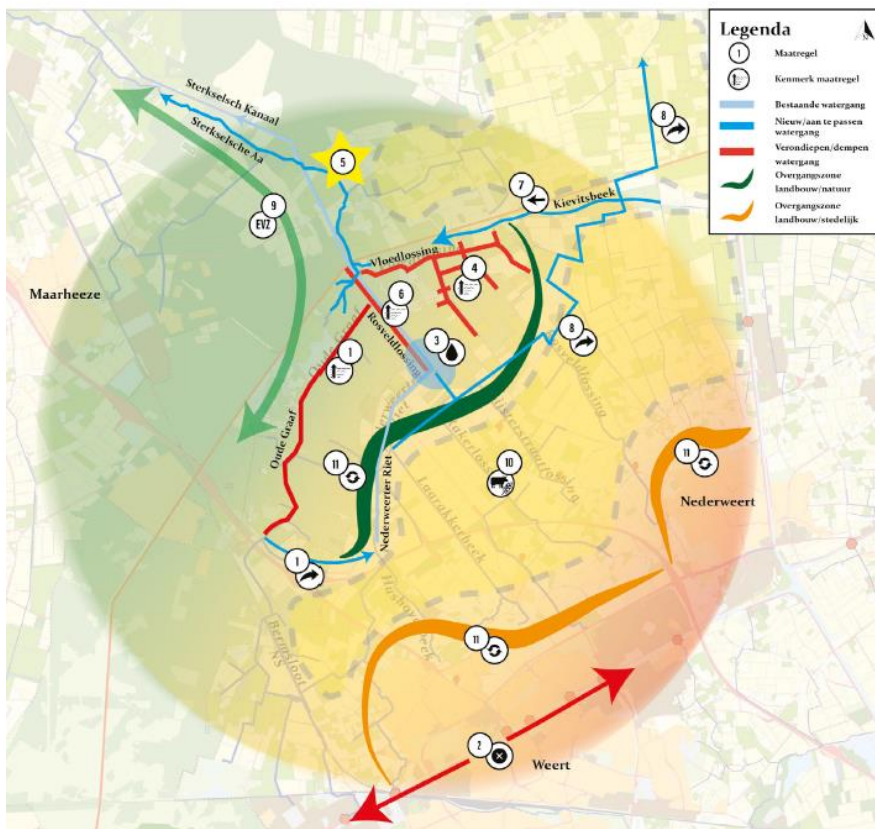
1.1 Aanleiding en voorgeschiedenis

Waterschap Limburg heeft samen met de Provincie Limburg en met input van een aantal andere partijen een gebiedsvisie opgesteld voor het Weerterbos en Laarderheide (zie referentie [1] in de lijst in hoofdstuk 6). In deze visie is een aantal maatregelen in het watersysteem benoemd, die van belang kunnen zijn bij het ontwikkelen van het gebied. Waterschap Limburg wil graag een beter beeld krijgen van de technische haalbaarheid en de effecten van de maatregelen die genoemd staan in de gebiedsvisie. Daarnaast wil het waterschap zicht krijgen op de inspanningen die nodig zijn om de maatregelen uit te voeren.

1.2 Doel studie

Het doel van de studie is om een deel van de maatregelen uit de Gebiedsvisie Weerterbos en Laarderheide te verkennen, en het verkrijgen van inzicht in de effecten van de maatregelen middels een modelstudie.

Onderstaande afbeelding (Figuur 1-1) is afkomstig uit de Gebiedsvisie. Hierin staan alle maatregelen uit de visie op kaart. Waterschap Limburg heeft voor aanvang van het project aangegeven welke maatregelen wel, en welke maatregelen geen onderdeel uitmaken van deze studie. Deze selectie betreft een set aan maatregelen aan en in het watersysteem, waarvoor het waterschap verantwoordelijk is; danwel een rol speelt in de uitvoering van de maatregelen.

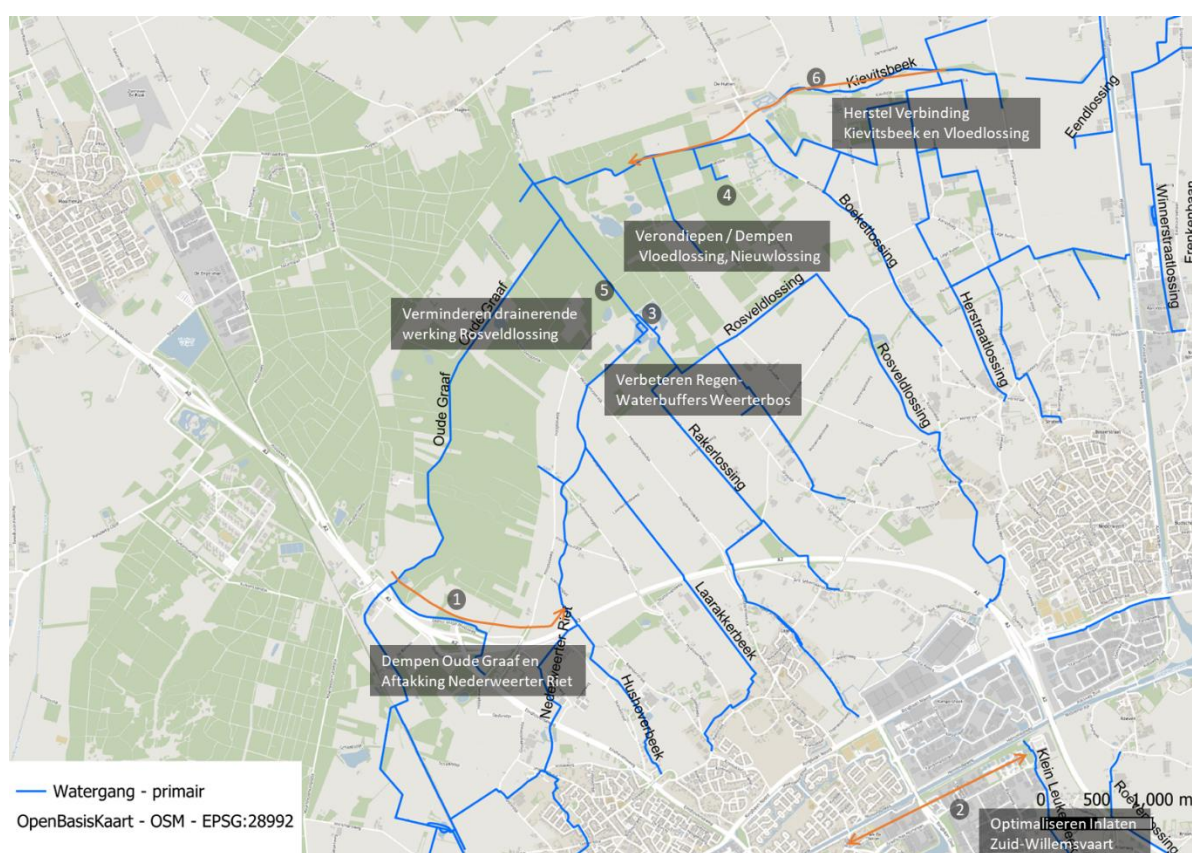


Figuur 1-1: Maatregelen Gebiedsvisie Weerterbos en Laarderheide (bron Gebiedsvisie Weerterbos & Laarderheide, naar een robuust water- en bodemsysteem [1])

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van Waterschap Limburg. In de begeleidingsgroep waren Provincie Limburg en Waterschap de Dommel vertegenwoordigd. De verschillende partijen hebben input kunnen leveren door middel van een viertal werksessies, waar de voortgang en de vervolgstappen besproken werden.

1.3 Gebiedsafbakening en door te rekenen maatregelen uit Gebiedsvisie

Het projectgebied omvat de Oude Graaf en het Weeterbos, gelegen ten noordwesten van de stad Weert in de provincie Limburg. In Figuur 1-2 zijn de waterlopen en de te onderzoeken maatregelen in het projectgebied meer in detail weergegeven.



Figuur 1-2 Gebiedsoverzicht met waterlopen en maatregelen gebiedsvisie Weeterbos & Laarderheide

Het project richt zich op het verbeteren van de geohydrologische situatie in het gebied van de Oude Graaf en het Weeterbos. Figuur 1-2 toont een samenvatting van de maatregelen uit de Gebiedsvisie. Deze hydrologische modelstudie omvat het implementeren van de maatregelen in Figuur 1-2, in samenspraak met Waterschap Limburg, Waterschap de Dommel en de Provincie Limburg. Hieronder wordt voor elke maatregel de overeengekomen aanpak en implementatie in deze studie weergegeven.

Tabel 1-1: Maatregelen uit de gebiedsvisie die onderdeel zijn van deze studie

#	Maatregel	Onderdeel studie?
1	Dampen Oude Graaf en aftakking naar Nederweeter Riet	Ja d.m.v. modelberekeningen
2	Optimaliseren inlaat gebiedsvreemd water vanuit Zuid-Willemsvaart	Ja kwalitatief

3	Verbeteren functioneren regenwaterbuffers Weerterbos	Ja d.m.v. modelberekeningen
4	Verondiepen of dempen waterlopen ter hoogte van Vloedlossing/Nieuwlossing	Ja d.m.v. modelberekeningen
5	Beekherstel Sterkselsche Aa	Nee
6	Verminderen drainerende werking Rosveldlossing	Ja d.m.v. modelberekeningen
7	Herstel verbinding Kievitsbeek en Vloedlossing	Ja d.m.v. modelberekeningen
8	Dempen Rosveldlossing en water omleiden	Nee
9	Versterken verbinding natuurgebieden	Nee

1. **Dempen Oude Graaf en aftakking naar Nederweeter Riet.** Het geleidelijk dempen van de Oude Graaf bevordert het herstel van natuurlijke grondwatercondities. Het feit dat minder gebiedsvreemd water het Natura2000 gebied in komt, draagt daarnaast bij aan de natuurdoelen. Voor deze maatregel worden in deze studie diverse omleidingsvarianten in de richting van de Nederweeter Riet doorgerekend.
2. **Optimalisatie inlaat gebiedsvreemd water vanuit Zuid-Willemsvaart.** Het doel van deze maatregel is het reguleren van de inlaatdebieten vanuit de Zuid-Willemsvaart. De kwaliteit van dit water voldoet niet aan de KRW-normen geldend in de benedenstroomse waterlopen, maar de inlaat van dit water voorkomt droogval voorkomen en zorgt voor verdunning van overstortwater. Deze maatregel wordt kwalitatief beschouwd in deze studie.
3. **Verbeteren functioneren regenwaterbuffers Weerterbos.** Het doel is de optimalisering van de werking (kwantitatief) van de regenwaterbuffers in het Weerterbos. Deze buffers dragen bij aan het beter opvangen en vasthouden van water gedurende de piekafvoeren in de richting van het Sterkselsche Aa Sterksels Kanaal gebied (Waterschap de Dommel). Inzichten voor deze maatregel worden door middel van modelberekeningen in kaart gebracht binnen deze studie.
4. **Verondiepen of dempen waterlopen ter hoogte van Vloedlossing/Nieuwlossing.** De waterlopen ter hoogte van de Vloedlossing en de Nieuwlossing hebben een drainerende werking. Door deze drainerende werking te verkleinen of geheel tegen te gaan wordt verder herstel van de natuurlijke grondwaterstanden in het gebied bewerkstelligd. Kwelstromen worden zo vergroot en bieden meer voeding aan de Sterkselsche Aa. In deze studie wordt onderzocht wat het effect is op het oppervlaktewatersysteem wanneer de waterlopen ter hoogte van de Vloedlossing en Nieuwlossing verondiept of gedempt worden. Deze effecten worden doorgerekend in een oppervlaktewatermodel.
5. **Beekherstel Sterkselsche Aa.** Deze maatregel betreft het uitvoeren van beekherstel in het benedenstroomse traject van het Weerterbos in het gebied van Waterschap de Dommel. Deze maatregel is geen onderdeel van deze studie, aangezien de Sterkselsche Aa zich in het gebied van Waterschap de Dommel bevindt.
6. **Verminderen drainerende werking Rosveldlossing.** De Rosveldlossing in het Weerterbos verondiepen of afsluiten van het grondwatersysteem om de drainerende werking in het Weerterbos te verkleinen. Hiervoor worden er in het oppervlaktewatermodel verschillende varianten doorgerekend, zoals het aanbrengen van een kleilaag, tot het verondiepen van de huidige watergang.
7. **Herstel verbinding Kievitsbeek en Vloedlossing.** Deze maatregel omvat het aantakken van de Kievitsbeek aan de Vloedlossing, waardoor het oorspronkelijk brongebied weer kan worden aangetakt op de Sterkselsche Aa. In deze studie zal voor deze maatregel het effect van aantakken van dit brongebied in het oppervlaktewatersysteem door middel van modelberekeningen in kaart worden gebracht.
8. **Dempen Rosveldlossing en water omleiden.** Als vervolg op maatregel 6 kan er in een latere fase gekozen om de Rosveldlossing volledig te dempen en dit water via een andere route

(Nederweerder Riet, Rosveldlossing, Boeketlossing-Raamlossing en Nederweerder-Hovenlossing, richting Waterschap Aa en Maas worden afgevoerd). Met Waterschap Aa en Maas heeft afstemming plaats gevonden over de haalbaarheid van deze maatregel. Zij hebben aangegeven dat hun systeem in natte perioden geen extra water kan ontvangen en achten deze maatregel niet kansrijk. Zodoende is deze maatregel voor het waterschap niet interessant en valt niet binnen de scope van deze studie. Mocht deze maatregel in de toekomst alsnog gaan spelen, is een aandachtspunt dat met het dempen van de Oude Graaf de aanwezige bijzondere macrofauna elders in het gebied moeten kunnen verplaatsen, uiteindelijk in de richting van beekdal Sterkselsche Aa. Dat is met het dempen van de Rosveldlossing niet meer mogelijk.

9. **Versterken verbinding Natuurgebieden.** Deze maatregel omvat het versterken van de verbinding met de natuur, zodat het beter bestand is tegen droogte en klimaatverandering. Deze maatregel is ook geen onderdeel van deze studie. Dit wordt gezien als een maatregel op de langere termijn waar gronden van derden voor nodig zijn heeft een lagere prioriteit. Zodoende wordt dit eventueel een latere fase onderzocht.

1.4 Parallele trajecten

Royal HaskoningDHV heeft in 2023/2024 in opdracht van Waterschap de Dommel een watersysteemanalyse uitgevoerd voor het watersysteem van de Sterkselsche Aa / Sterksels Kanaal, oftewel het watersysteem dat juist benedenstrooms van de Oude Graaf ligt. Vanwege de sterke samenhang tussen de twee systemen hebben de beide waterschappen besloten om de twee studies deels parallel te laten verlopen. Op deze manier is het mogelijk om het gehele systeem in zijn geheel te beschouwen. De belangrijkste bevindingen die voor het Oude Graaf / Weerterbos gebied van belang zijn:

- Het Weerterbos is een interessant brongebied voor de Sterkselsche Aa. Het vernatten van het Weerterbos zorgt ervoor dat water kan infiltreren in het Weerterbos en de kweldruk naar het beekdal Sterkselsche Aa vergroot kan worden. Dit zorgt enerzijds voor een hogere basisafvoer en anderzijds het dempen van pieken vanuit Limburg. Deze kleinere afvoerdynamiek is positief voor het beekdal Sterkselsche Aa. Daarnaast zorgt het voor toestroom van water met betere kwaliteit;
- De drainerende werking van de Oude Graaf (die op de grens overgaat in Sterksels Kanaal), en het meest bovenstroomse gedeelte van het Sterksels Kanaal is een knelpunt, aangezien deze waarschijnlijk invloed heeft op de Natte NatuurParel (NNP) aan de Brabantse zijde;
- Er is mogelijk winst te behalen bij wateraanvoer vanuit de Zuid-Willemsvaart. Voor de aanvoer op het Sterksels Kanaal heeft Waterschap de Dommel de wens dat het inlaatwater eventueel kan bijdragen aan bestrijding van droogte, pieken gedempt worden en de waterkwaliteit verbetert. Waterschap de Dommel onderzoekt de kansen binnen het project Winterwater. Waterkwaliteit is hierbij een belangrijk aandachtspunt. Waterschap de Dommel wil uiteindelijk een beeld van de gevolgen die het inlaten van gebiedsvreemd water heeft.

De Provincie Limburg voert op dit moment een grondwatermodellering uit, waarbij maatregelen worden doorgerekend die moeten bijdragen aan natuurherstel van het Natura2000 gebied Weerter- en Budelerbergen & Ringselven. Hierin zit dus een afhankelijkheid met onderhavige studie. Beide studies vormen puzzelstukken die uiteindelijk leiden tot een afweging in het bredere perspectief; namelijk een afweging welke maatregelen bijdragen aan de verschillende opgaven voor waterschap en provincie.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt het oppervlaktewater model beschreven, dat is gebruikt voor deze studie. Daarnaast worden ook de hydrologische doelen en het toetsingskader weergegeven. Hoofdstuk 3 gaat verder met de doorrekening van de afzonderlijke maatregelen in het oppervlaktewatermodel, er wordt beschreven welke modelaanpassingen en of toevoegingen er zijn gedaan aan het oppervlaktewatermodel. Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 de voorkeursvariant (VKV) behandeld, oftewel een samenvoeging van meerdere

afzonderlijke varianten. Hoofdstuk 5 bevat de conclusies en aanbevelingen voor vervolgonderzoek, en hoofdstuk 6 een overzicht van gebruikte referenties.

2 Modelbouw

In dit hoofdstuk worden de gebruikte oppervlaktewatermodellen beschreven. Ook wordt er in dit hoofdstuk beschreven welke afvoersituaties en toetsingscriteria gehanteerd zijn.

2.1 Aangeleverd model

Voor deze hydrologische studie wordt het recent opgeleverde D-Hydro BAF (Brabantse Afwatering) model¹ gebruikt. Dit D-Hydro model is de opvolger van SOBEK-modellen voor deelgebied Brabantse Afwatering, en is ontwikkeld binnen de ROK Klimaatadaptatiemodellen D-Hydro. Dit model wordt als basis gebruikt in plaats van het SOBEK-model, omdat het D-Hydro model recent ontwikkeld is. Het bevat dus de meest actuele informatie. Een ander belangrijk argument om het D-Hydro model te gebruiken is omdat ook een deel van het Sterksels Kanaal van Waterschap de Dommel geschematiseerd is in dit model. Hierdoor hoeven er geen SOBEK-modellen van Waterschap Limburg en Waterschap de Dommel samengevoegd te worden. Bovendien vormt het een mooie basis voor het vervolg, want het maakt de stap kleiner om het systeem van Sterksels Kanaal en Oude Graaf integraal door te rekenen.

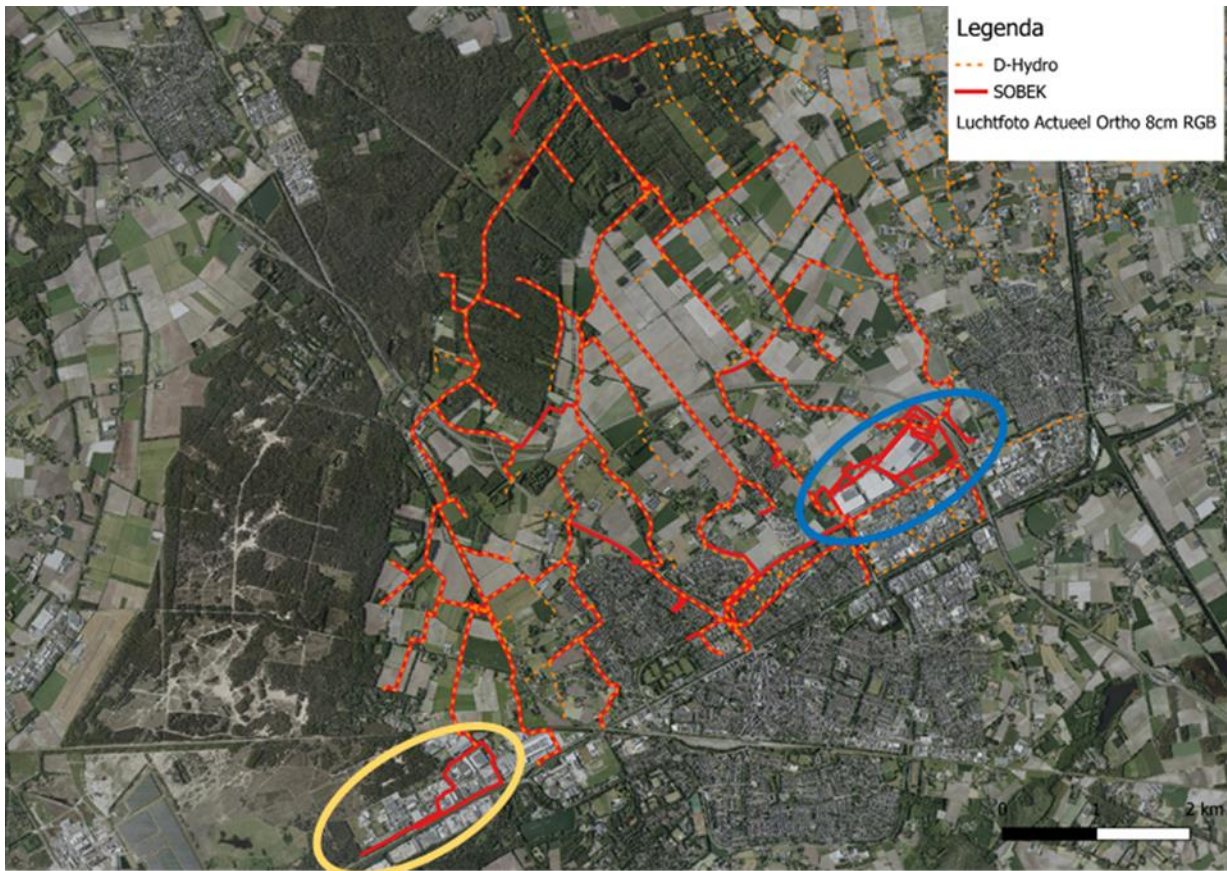
Van het D-Hydro model zijn er twee varianten, een stationair 1D model met RTC (=Real Time Control) en een dynamisch 1D model met RTC en neerslag-afvoer van het verhard oppervlak. Er is in samenspraak met het waterschap gekozen om alleen het dynamisch model (1D RTC Paved) te gebruiken voor zowel de stationaire als de dynamische sommen. Dit is mogelijk omdat het doorrekenen van stationaire sommen met het dynamische model dezelfde resultaten oplevert als met het stationaire model.

2.2 Referentiemodel

Het aangeleverde basismodel had aanpassingen nodig om als geschikt referentiemodel te kunnen dienen. In deze paragraaf is een overzicht gegeven welke aanpassingen dit zijn. Het referentiemodel is opgebouwd door het aangeleverde opbouwsript vanuit Waterschap Limburg.

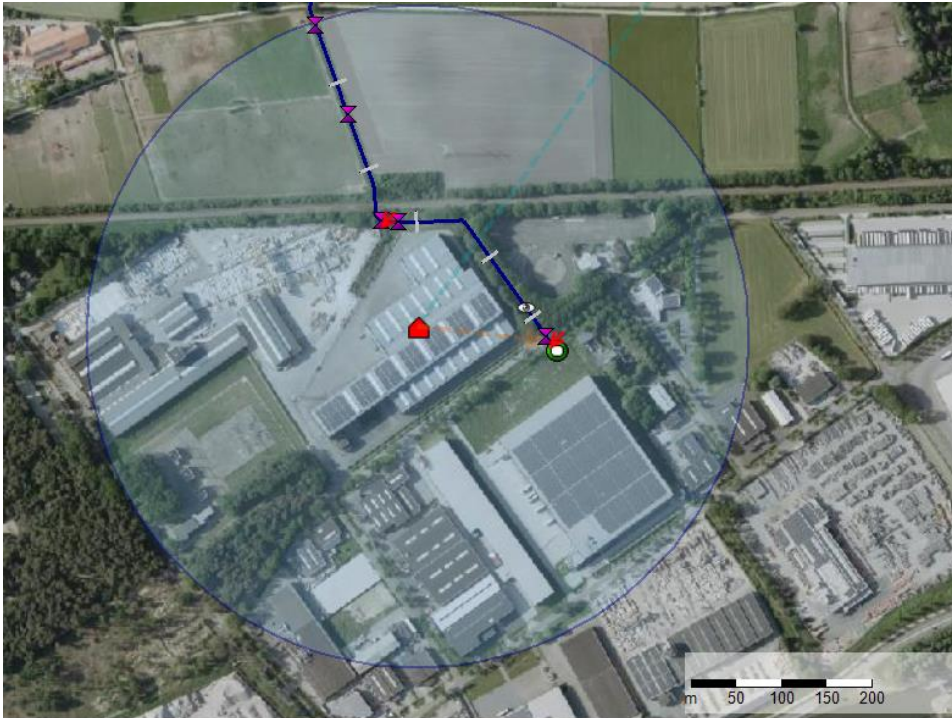
Zo zitten er verschillen in compleetheid van de waterlopen tussen het oude SOBEK-model en het nieuwe D-Hydro basismodel. Zo is er te zien dat het afstromend verhard oppervlak van Kampershoek Noord en Industriegebied Kempen ten westen van Weert de watergangen niet zijn opgenomen in het D-Hydro model (omcirkeld in Figuur 2-1).

¹ Modelbouwsript opleveringsdatum mei 2024. D-Hydro versie 2023.03



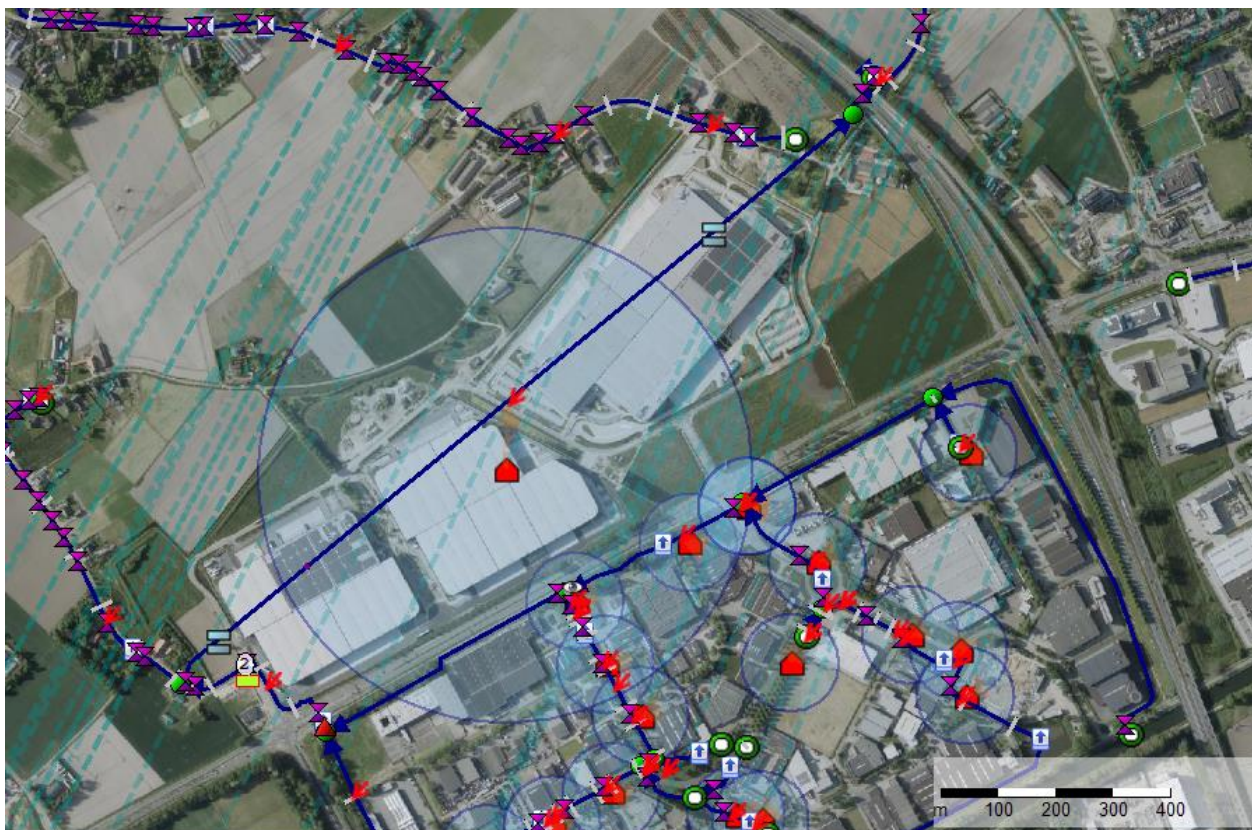
Figuur 2-1 Verschil tussen het D-Hydro model (oranje stippellijn) en het SOBEK-model (rode lijn). In geel omcirkelt is industriegebied Kempen en in blauw omcirkelt Industriegebied Kampershoek Noord.

Voor het industriegebied Kempen ten westen van Weert, is het D-Hydro basismodel uitgebreid door het toevoegen van extra watergangen en een knoop met verhard oppervlak voor beide industriegebieden (Figuur 2-2). Deze verharde knoop is via duiker met diameter 500mm (NL.57.60) verbonden met de Kievitskoplossing. De rioolpomp capaciteit van de verharde knoop is op 0 m³/s, het water stort volledig over wanneer de capaciteit wordt bereikt en er wordt geen regenwater verpompt naar de RWZI. Dit is in overeenstemming zoals dit verhard oppervlak in het oudere SOBEK-model ook is geïmplementeerd.



Figuur 2-2 Industriegebied Kempen D-Hydro

Voor het blauw omcirkelde gebied, Kampershoek-Noord is er een duiker met een diameter van rond 1000mm toegevoegd tussen de Rakerlossing en de Tunnellossing (Figuur 2-3). Op deze watergang is een verharde knoop met een verhard oppervlak van 56,3 hectare en een rioolbergingscapaciteit van 30.500 m³. Verder zijn er twee onder doorlaten toegevoegd welke limiteren dat er een maximaal debiet van 30 l/s richting zowel de Tunnellossing als de Rosveldlossing gaat. De rioolpomp capaciteit van dit verhard gebied is ook 0 m³/s in overeenstemming met het oudere SOBEK-model.



Figuur 2-3 Industriegebied Kampershoek-Noord

Met deze aanpassingen aan het basismodel is het referentiemodel verkregen, dat de huidige situatie goed schematiseert en geschikt is voor de het doel van de studie.

2.3 Afvoersituaties en toetscriteria

In deze paragraaf worden de afvoersituaties en toetsingscriteria besproken. De doorgerkende afvoersituaties zijn gedurende uitvoering van de studie aangepast, na veranderende inzichten en in overleg met het projectteam. In eerste instantie zijn voor de onderzochte maatregelen de onderstaande afvoersituaties doorgerkend.

Afvoersituaties, zoals afgesproken bij aanvang studie

Stationair:

- Winter 50% Maatgevende Afvoer, Stuwfase 1 (=ondermarge) en Winter weerstand.
- Zomer 20% Maatgevende Afvoer, Stuwfase 3 (=streefpeil) en Zomer weerstand.

Dynamisch:

- Zomer $T=25$ +klimaat 2050, 50% Maatgevende Afvoer voor, 75% Maatgevende Afvoer tijdens en na de 24 uren bui.

Tijdens uitvoering van deze studie bleek dat het voor een aantal maatregelen beter was om andere afvoersituaties door te rekenen, omdat die beter antwoord konden geven op de vragen. Bijvoorbeeld om inzicht te krijgen of er overstromingen plaatsvinden in een 210% maatgevende afvoersituatie.

Voor de maatregelen waarin piek afvoeren belang zijn is er een stationaire 210% maatgevende afvoer of een dynamische T25/T100 situatie doorgerekend.

Afvoersituaties, inclusief de afvoersituaties die gedurende het project zijn toegevoegd

Stationair:

- Winter 50% Maatgevende Afvoer, Stuwfase 1 en Winter weerstand.
- Zomer 20% Maatgevende Afvoer, Stuwfase 3 en Zomer weerstand.
- Winter 210% Maatgevende Afvoer, Stuwfase 1 en Winter weerstand. (T=25)

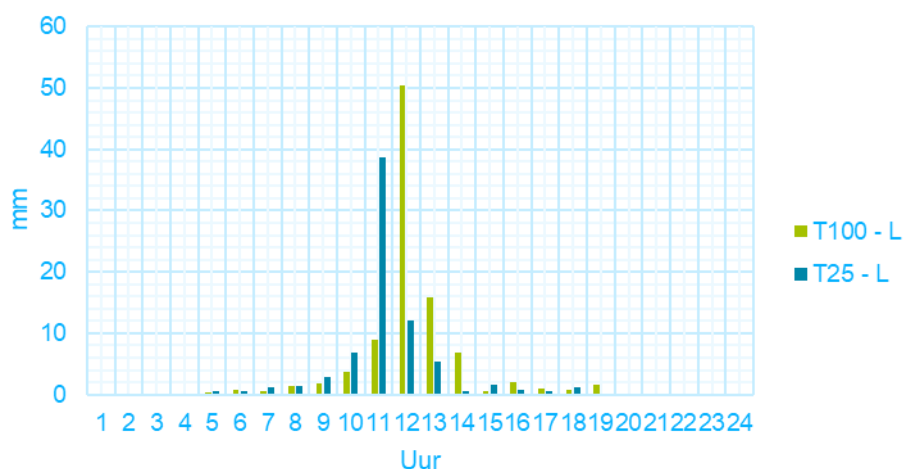
Dynamisch:

- Zomer T=25+klimaat 2050, 50% Maatgevende Afvoer voor, 75% Maatgevende Afvoer tijdens en na de 24 uren bui.
- Zomer T=100+klimaat 2050, 50% Maatgevende Afvoer voor, 75% Maatgevende Afvoer tijdens en na de 24 uren bui.

Per doorgerekende maatregel is een keuze gemaakt welke afvoersituaties van belang zijn.

Voor de dynamische som is de aangeleverde T25 24 uren bui (totaal 74,4 mm) en de T100 24 uren bui (totaal 97,1 mm) met klimaat 2050 (L-regime) gebruikt (Figuur 2-4).

Buien Stowa 2019 - Klimaat 2050



Figuur 2-4 T25 en T100 bui L-regie met Klimaat 2050.

Voor de gemiddelde zomerafvoer- en winter afvoersituatie wordt beoordeeld hoeveel peilstijging plaatsvindt binnen het Natura2000 gebied Weerterbos. Daarnaast in beeld gebracht hoe de drooglegging verandert buiten het Natura2000 gebied.

Voor de extreme situaties wordt beoordeeld in hoeverre er risico optreedt op overstroming en wateroverlast ter hoogte van bebouwing.

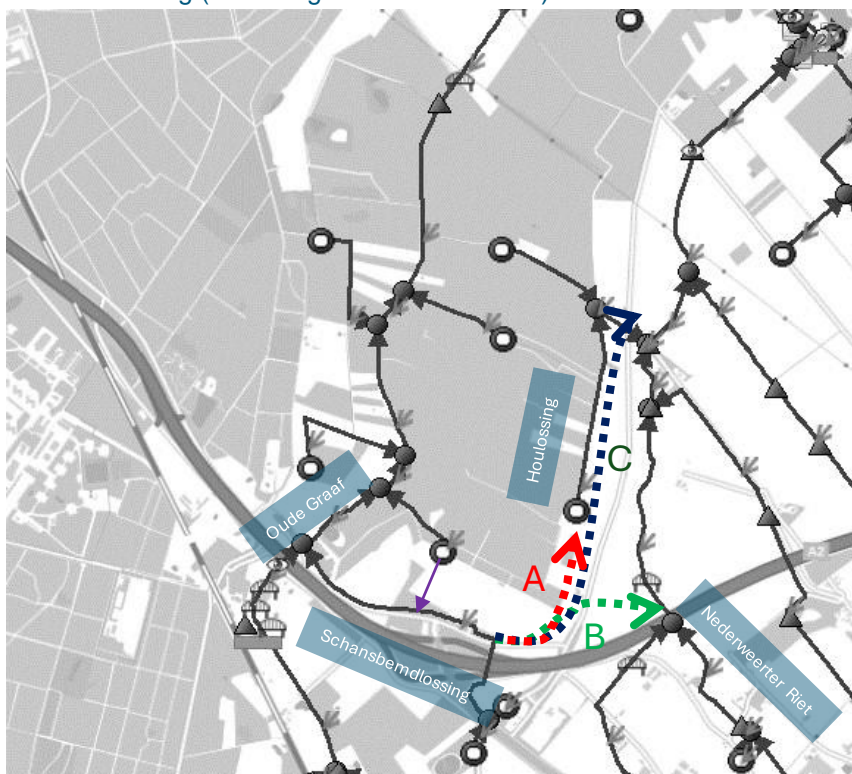
3 Doorrekening afzonderlijke maatregelen

In dit hoofdstuk worden de resultaten en de beschrijving de afzonderlijke doorgerekende maatregelen weergegeven. Een aantal maatregelen is doorgerekend met het D-Hydramodel. Tijdens de studie hebben iteratief optimalisaties plaatsgevonden van de maatregelen. Het proces van optimalisaties is in dit hoofdstuk niet uitvoerend beschreven; het bevat voornamelijk de uiteindelijke maatregelen.

3.1 Maatregel 1 – Dempen Oude Graaf

De eerste maatregel is het dempen van de Oude Graaf en een aftakking richting Nederweerder Riet realiseren om de drainage te beperken en het gebiedsvreemde water om het Natura 2000, het Weerterbos te leiden. Binnen deze maatregel is er door Waterschap Limburg al een verkennende studie uitgevoerd (referentie [3]). Hierbij is een drietal kansrijke opties voor de omlegging richting Nederweerder Riet naar voren gekomen. In Figuur 3-1 zijn deze kansrijke opties weergegeven. Deze opties hebben als startpunt gediend voor deze analyse, waarin ook de effecten op het gehele oppervlaktewatersysteem voor deze opties in kaart gebracht zijn.

- In **variant A** wordt de Oude Graaf gedempt en omgelegd via de Schansbemdlossing, via een nieuw te graven watergang naar de Houlossing welke uitkomt in de Nederweerder Riet.
- **Variant B** betreft een aftakking vanuit de Schansbemdlossing met een nieuw te graven watergang naar de Nederweerder Riet. Variant B takt een stuk verder bovenstrooms aan op de Nederweerder Riet vergeleken met andere varianten.
- Bij **variant C** is er een directe koppeling tussen de Schansbemdlossing richting Nederweerder Riet, welke aantakt benedenstrooms van de stuw (S_97842) in Nederweerder Riet. Hiervoor dient een gehele nieuwe watergang parallel aan de Houlossing gerealiseerd te worden, met een kruising (scheiding van waterstromen) met een bestaande watergang.



Figuur 3-1 Overzicht van de varianten maatregel 1, dempen Oude Graaf en aftakking Nederweerder Riet.

3.1.1 Toetsingscriteria en randvoorwaarden

De omlegging van de Oude Graaf leidt tot peilverschillen in de Oude Graaf en rondom de Nederweerder Riet. Om dit in eerste instantie inzichtelijk te brengen worden de effecten van deze varianten op het peil inzichtelijk gebracht. De randvoorwaarden waaraan getoetst wordt zijn de volgende twee situaties:

- Stationaire Zomer Situatie, 20% Maatgevende Afvoer, Stuwstand Fase 3
- Stationaire Winter Situatie, 50% Maatgevende Afvoer, Stuwstand Fase 1

Gedurende het project ontstond de behoefte om inzicht te krijgen in een extreme afvoersituatie. Hiervoor is er een extra berekening gedaan met een stationaire *210% maatgevende afvoer winter situatie (stuwstand fase 1, ruwheid winter)*. Dit wordt voor de Oude Graaf gezien als een T25 maatgevende situatie.

3.1.2 Modelaanpassingen

Gedurende het project is naar voren gekomen dat verminderde afvoer in het geval van dempen, verondiepen of omleggen van watergangen meegenomen moet worden in het model. Aangezien bij een minder drainerende werking van de watergangen de influx vanuit het grondwater richting het oppervlaktewatersysteem afneemt. Hiervoor is voor de demping van de Oude Graaf aangenomen dat 10% van de originele laterale instroom van de Oude Graaf verplaatst wordt naar de dichtstbijzijnde watergangen bij het omleggen. Deze hoeveelheid is afgeleid van een in 2021 uitgevoerde studie [4], waarbij de invloed van demping van watergangen in het Weerterbos op de grondwaterfluxen is ingeschat. Uit grondwatermodelberekeningen bleek dat demping de drainage (dus de flux van grond- naar oppervlaktewater) in het Weerterbos afneemt met ongeveer 90%. In de originele situatie is er tijdens een (100%) maatgevende situatie een originele laterale instroom van 0,1 m³/s op omgelegde traject van de Oude Graaf.

De watergangen voor de varianten hebben een zomerweerstand van 0,0667 s/m^{1/3} (Manning coëfficiënt) en een winter weerstand van 0,04 s/m^{1/3} (Manning). Deze weerstanden zijn vergelijkbaar met de overige watergangen in het D-Hydramodel. Voor alle varianten zijn de duikers in de Schansbemdlossing verwijderd, omdat deze relatief kleine duikers voor opstuwung zorgen door het extra debiet vanuit de gedempte Oude Graaf. Om het neveneffect van de duikers uit te sluiten zijn de duikers in alle varianten weggelaten. In de praktijk betekent dit dat deze duikers vergroot moeten worden omdat de afvoer in de Schansbemdlossing toeneemt. Op basis van deze nieuwe afvoer moeten de aanwezige duikers opnieuw ontworpen worden zodat ze niet te veel opstuwung veroorzaken in de nieuwe situatie.

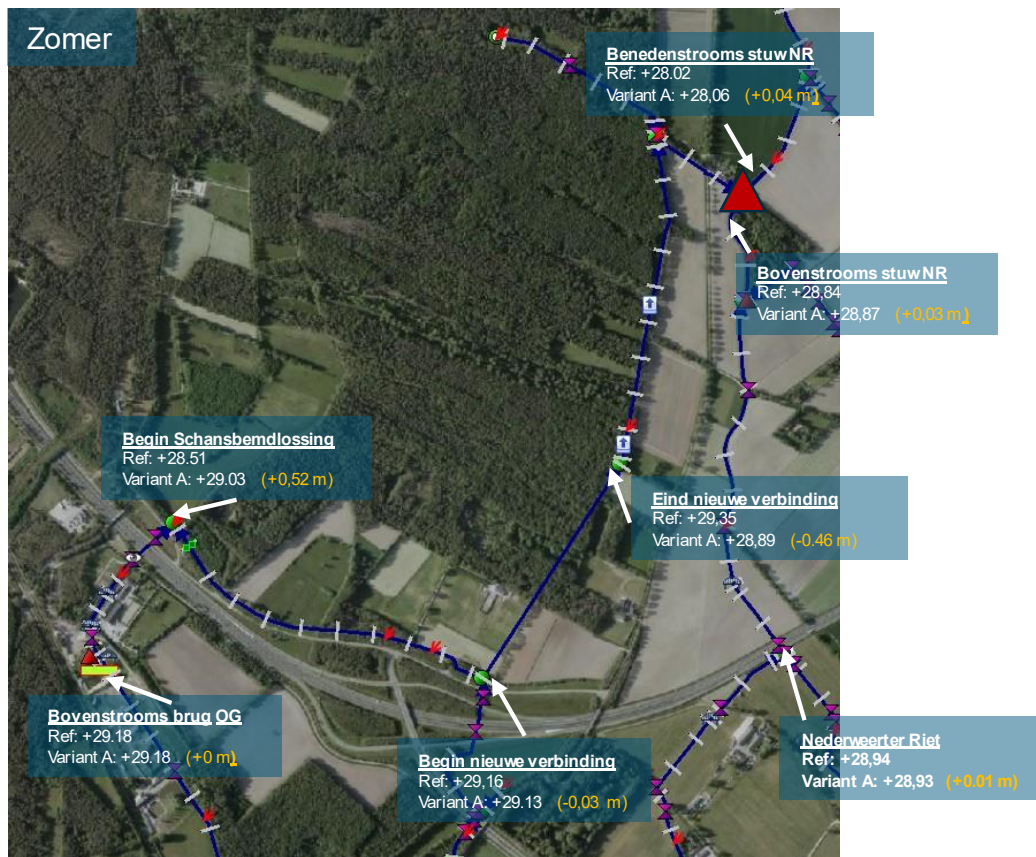
- Voor variant A is de Schansbemdlossing en de Houlossing verdiept tot aan de Nederweerder Riet. Het toegepaste profiel heeft een bodembreedte van 2,5 meter en een talud van 1:2.
- Voor Variant B wordt er een verdieping doorgerekend van 30 centimeter van de Schansbemdlossing tot de Nederweerder Riet. Er is een profiel met een bodembreedte van 0,5 meter en een talud van 1:2 toegepast.
- Als laatste voor variant C is een verdieping en verbreding vanaf de start van de Schansbemdlossing tot aan de uitstroompunt van de Nederweerder Riet, lokaal gaat het om een verdieping van 60 centimeter in de Schansbemdlossing. Het toegepaste profiel heeft een bodembreedte van 2,5 en taluds van 1:2. Hiervoor dient ook nog een overkluizing in met de Houlossing gerealiseerd te worden, vlak voor de instroom in de Nederweerder Riet.

3.1.3 Resultaten

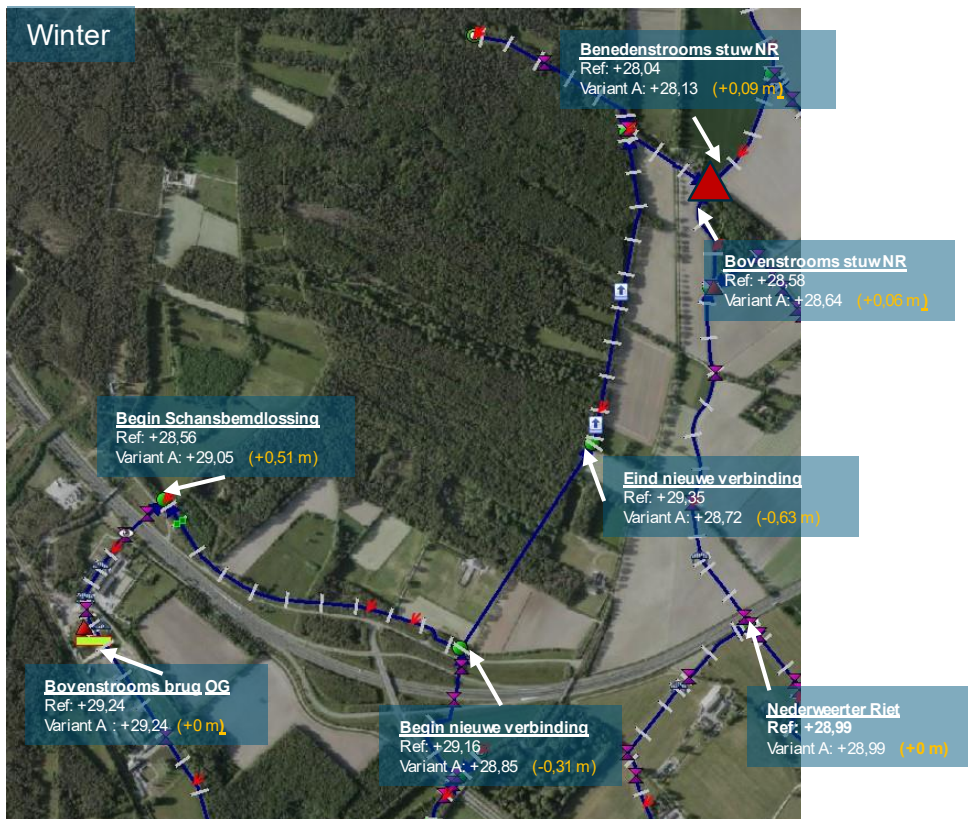
In deze paragraaf worden de resultaten van de eerste maatregel, het dempen en omleggen van de Oude Graaf via Nederweerder Riet, beschreven.

Variante A (Schansbemdlossing – Houlossing)

In Figuur 3-2 en Figuur 3-3 zijn op diverse punten de waterstanden weergegeven ten opzichte van de referentie voor zomer en winter situatie. De zomer en de winter situatie laten beide zien dat er een forse peilstijging aan het begin van de Schansbemdlossing. Deze peilstijging komt voornamelijk door het omdraaien van de stromingsrichting van de Schansbemdlossing: van oost-west naar west-oost. Hierdoor vindt aan de westzijde peilstijging plaats, die bij de onderdoorgang Oude Graaf ongeveer 52 cm bedraagt. De peilstijging is merkbaar tot aan de bovenstroomse brug in de Oude Graaf (die in het model is aangemerkt als stuw). De peildaling in de Houlossing wordt veroorzaakt door de verondieping van de Houlossing.



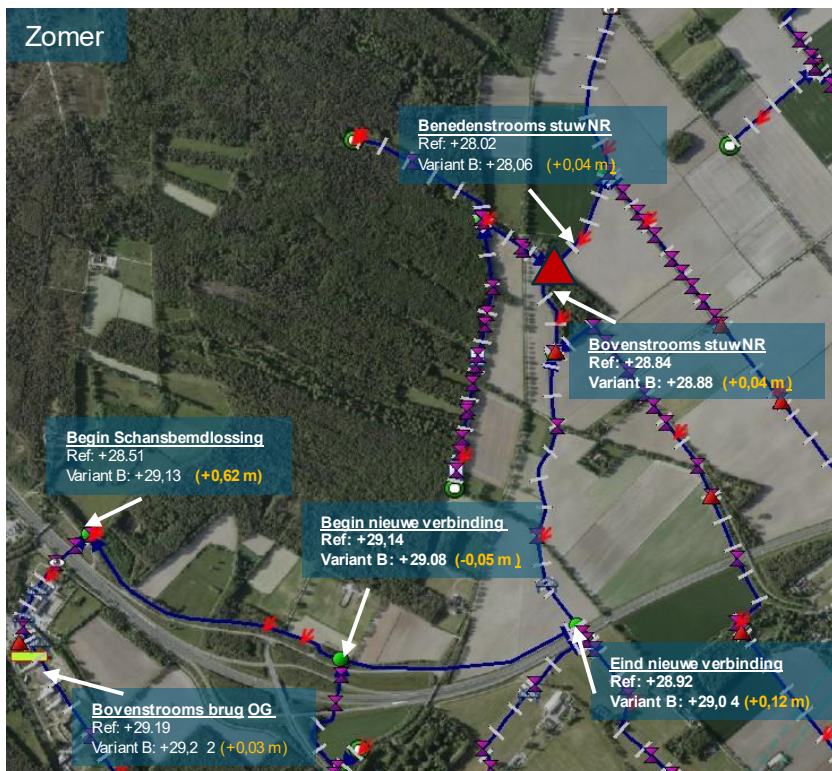
Figuur 3-2 Zomer situatie Variante A vergelijking met de referentie situatie



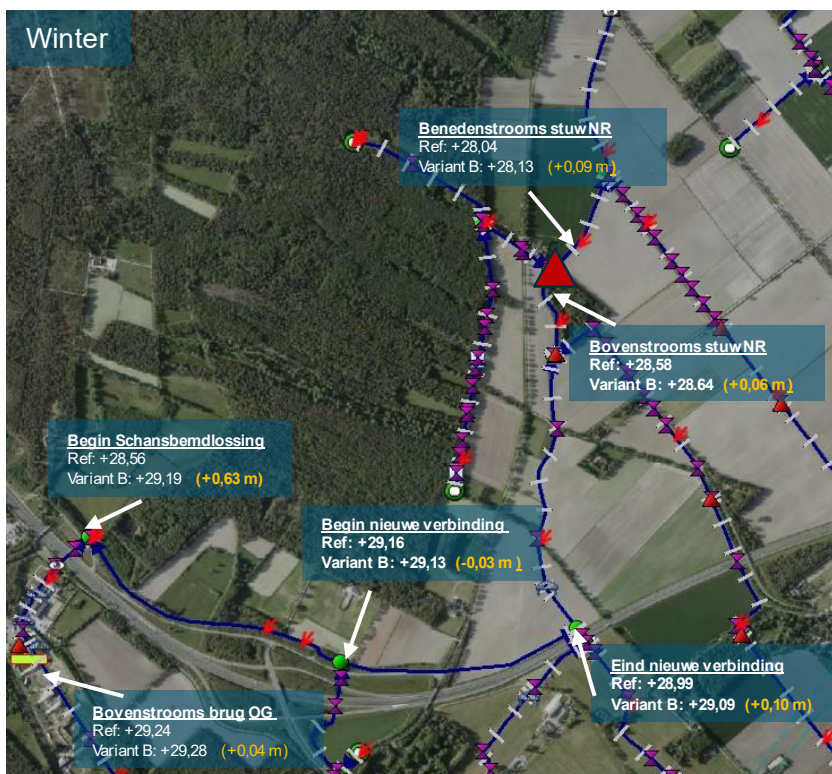
Figuur 3-3 Winter situatie Variant A vergelijking met referentie situatie

Variant B (Directe koppeling Nederweerder Riet)

In Figuur 3-4 en Figuur 3-5 zijn de peilen weergegeven voor variant B ten opzichte van de referentie. Ook is hier een vergelijkbaar beeld te zien tussen de zomer- en wintersituatie. Ten opzichte van variant A is de peilstijging aan het begin en eind van de Schansbemdlossing groter. Dit wordt vooral veroorzaakt door het feit dat er verder bovenstrooms wordt aangetakt op de Nederweerder Riet.



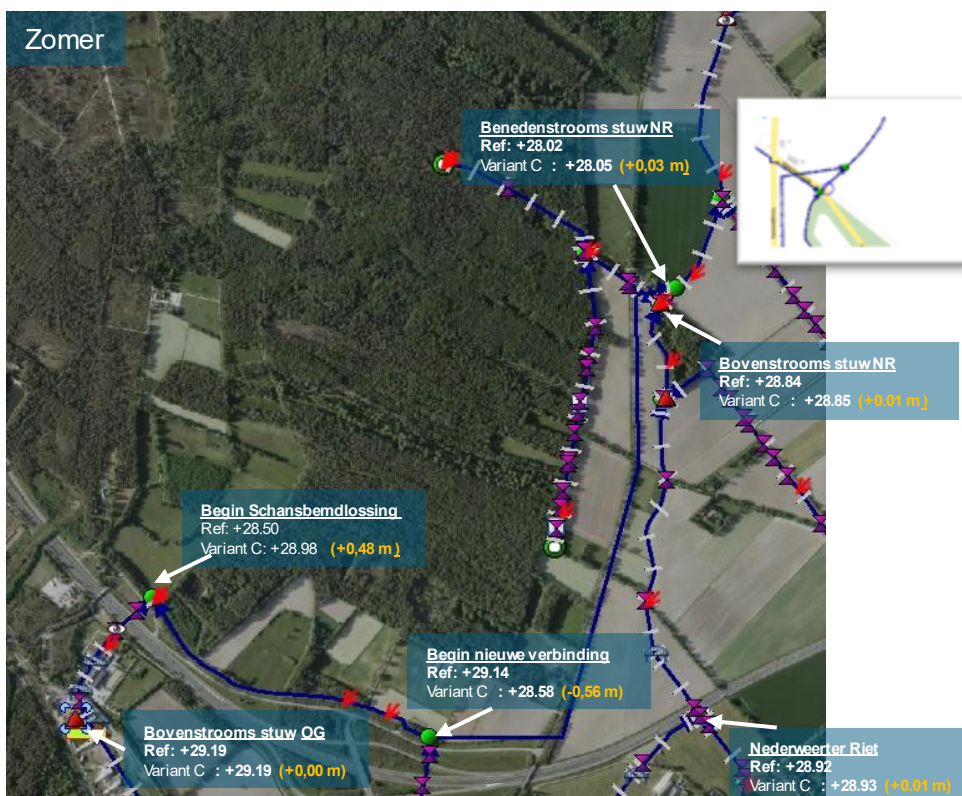
Figuur 3-4 Zomer situatie Variant B vergelijking met de referentie situatie



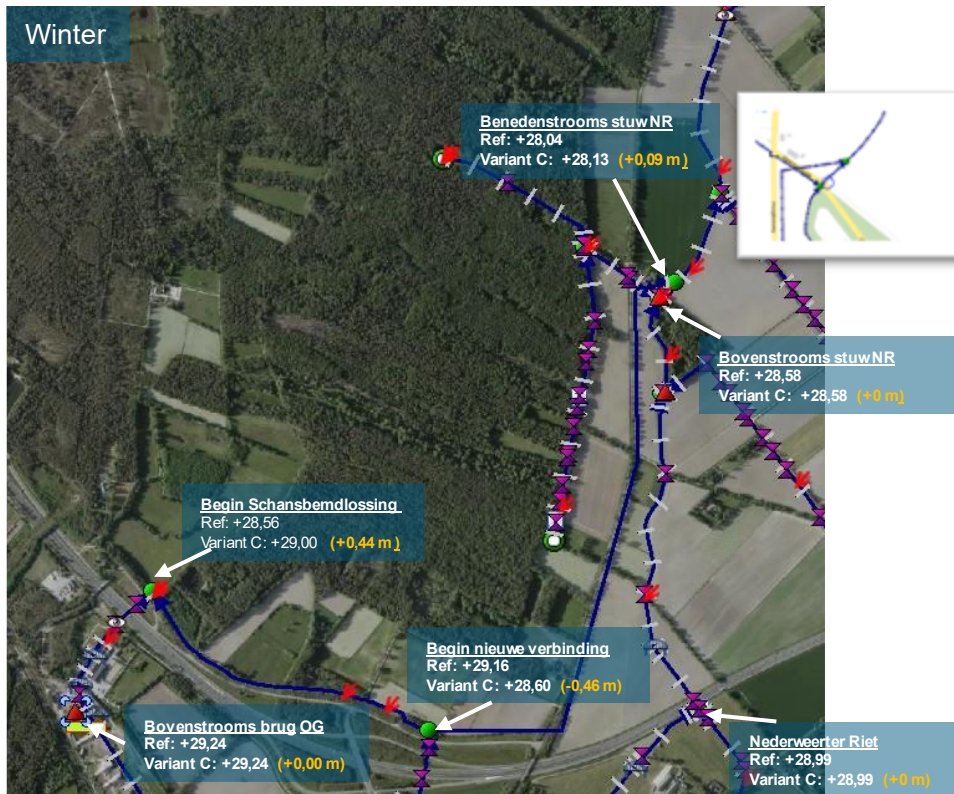
Figuur 3-5 Winter situatie Variant B vergelijking met referentie situatie

Variante C (Schansbemdlossing – Nieuwe watergang)

In Figuur 3-6 en Figuur 3-7 zijn voor variant C de waterpeilen weergegeven ten opzichte van de referentie situatie voor de zomer en de winter situatie. Hier uit is te zien dat deze variant het laagste waterpeil aan de westzijde van de Schansbemdlossing heeft, van de drie varianten. Dit komt doordat deze variant benedenstrooms van de stuw in de Nederweeter Riet aantakt, waar een lager peil aanwezig is. Echter dient hiervoor wel de inspanning genomen te worden om een nieuwe watergang parallel aan de Houlossing te realiseren. Daarnaast is het nodig om een bestaande watergang te kruisen, vlak voor de instroom in de Nederweeter Riet.

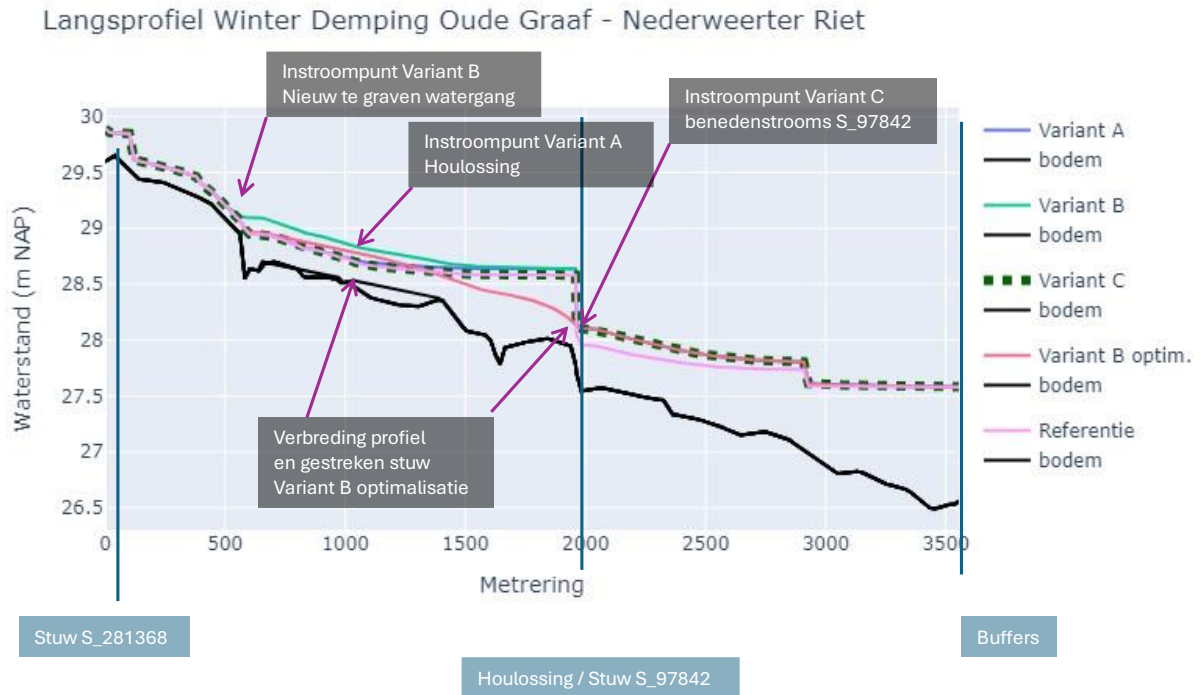


Figuur 3-6 Zomer situatie variant C vergelijking met referentie situatie

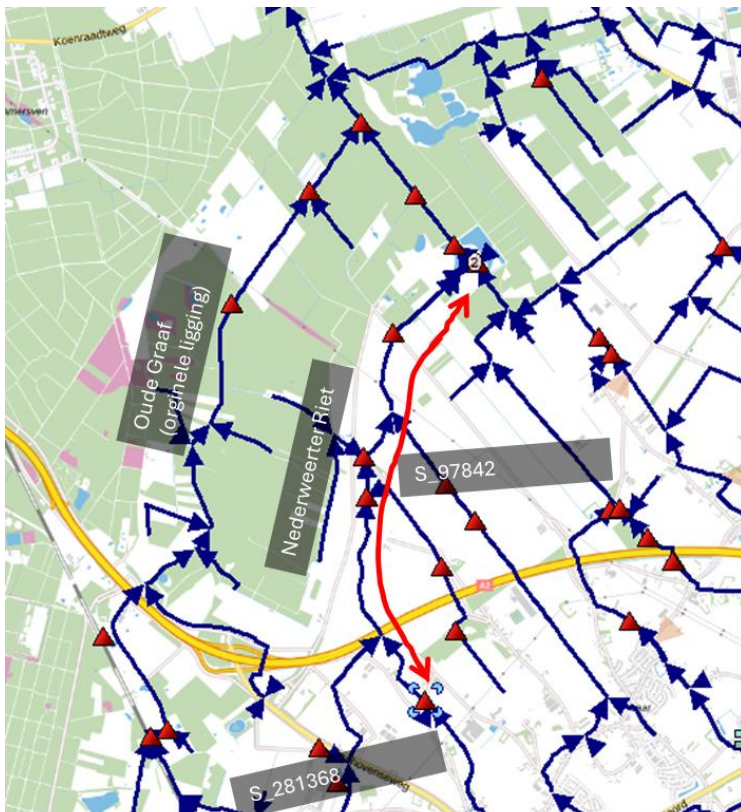


Figuur 3-7 Winter situatie variant C vergelijking met de referentie

Figuur 3-8 toont het lengteprofiel van de Nederweertse Riet in een situatie van een gemiddelde winterafvoer, vanaf stuw S_281368 tot aan de buffers (voor bovenaanzicht zie Figuur 3-9). Hier is duidelijk te zien dat de locatie van instroom van het Oude Graaf-debiet van invloed is op de peilstijgingen. Ook is te zien dat de waterstanden doorwerken in bovenstroomse richting.



Figuur 3-8 Langsprofiel Nederweeter Riet, vanaf stuw S_281368 tot aan de buffers Laarder Heide

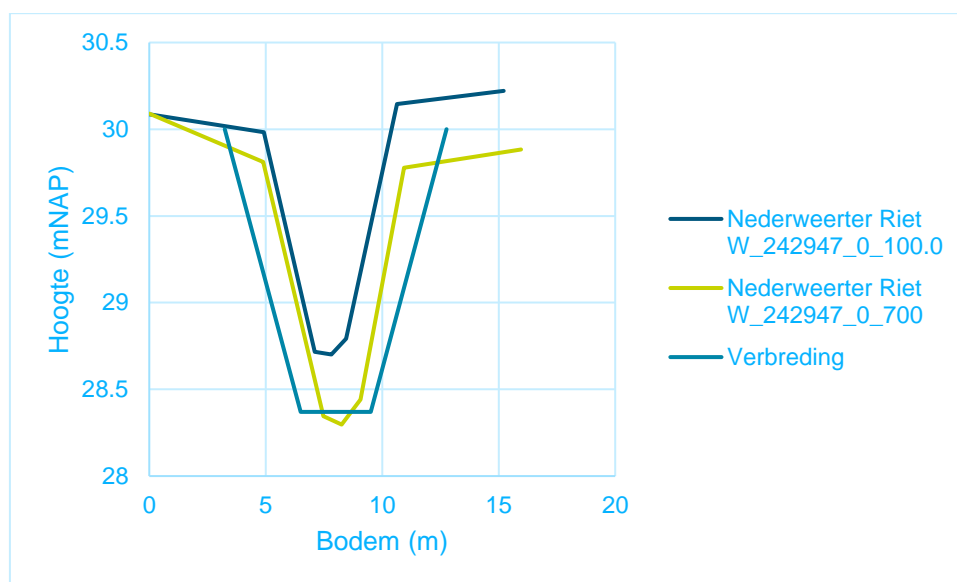


Figuur 3-9 Bovenaanzicht van langsprofiel (rode lijn)

Optimalisatie: verdieping Variant B

In overleg met het projectteam is geconcludeerd dat variant B als meest kansrijk gezien kan worden. De belangrijkste reden om voor variant B te kiezen, is de omvang van de benodigde inspanningen. In variant B is het, in tegenstelling tot de andere varianten, niet nodig om de Houlossing aan te passen. Verder hoeft minder nieuwe watergang aangelegd te worden dan bijvoorbeeld in variant C.

Het nadeel van variant B is dat een behoorlijke peilstijging plaatsvindt in de Nederweerder Riet. Deze peilstijging vindt vooral plaats bij de kruising van de Nederweerder Riet met de A2. Er heeft een optimalisatie plaatsgevonden om dit effect te minimaliseren tot aan de A2. Die optimalisatie is gericht op extra verbreding van de profielen in de Nederweerder Riet om het effect bovenstrooms te beperken. Verder is stuw S_97842 benedenstrooms volledig gestreken (kruinhoogte 27,78 m+NAP) en is er een verbreding van 2 meter in het traject vanaf de A2 tot aan de Voorstehoudijk in de Nederweerder Riet. In Figuur 3-10 zijn de originele en het verbrede profielen in de Nederweerder Riet weergegeven. Figuur 3-11 geeft de locaties van de profielen weer.



Figuur 3-10 Profielen Nederweerder Riet en verbreed profiel (rood)



Figuur 3-11 Profiel locaties (omcirkeld) in Nederweeter Riet.

In Figuur 3-12 is de drooglegging 50 meter rondom de watergangen weergegeven voor Variant B optimalisatie gedurende een 50% maatgevende winter afvoer situatie. Hieruit is te zien dat in deze situatie rondom de Schansbemdlossing, nieuwe doorsteek en Nederweeter Riet een aanzienlijke drooglegging is.



Figuur 3-12 Drooglegging 50% maatgevende afvoer winter Variant B optimalisatie.

In Figuur 3-13 zijn de peilverandering weergegeven voor de situatie met 210% Maatgevende afvoer.

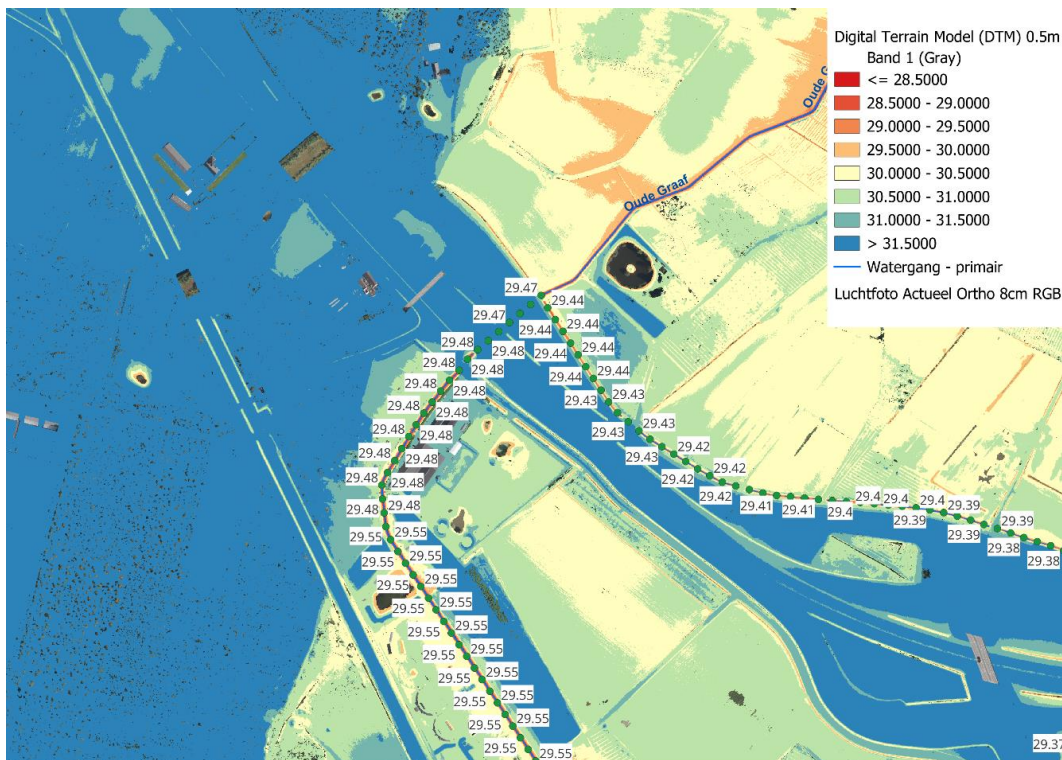
- In de Nederweerder Riet vindt juist bovenstrooms van stuw S_97842 een waterstandsdeling plaats omdat de stuw gestreken wordt. Dit effect werkt ongeveer 600 meter door. Verder bovenstrooms vindt wel peilstijging plaats ten opzichte van de huidige situatie, omdat het debiet sterk toeneemt.
- Benedenstrooms van stuw S_97842 vindt peilstijging plaats, omdat het watersysteem hier niet aangepast is, terwijl het debiet wel toeneemt. Dit leidt hier echter niet tot problemen.
- Bovenstrooms van de buffers neemt de waterstand toe met enkele cm's. Dit leidt echter niet tot problemen.
- In Figuur 3-13 zijn twee onderdoorgangen onder de A2 blauw omcirkeld:
 - Door de verbreding in de Nederweerder Riet is er bij de kruising A2 / Nederweerder Riet geen peilstijging meer.
 - Ter hoogte van de omlegging van de Oude Graaf vindt nog steeds een peilstijging plaats van 60 centimeter op de plek waar de Oude Graaf onder de A2 door gaat.



Figuur 3-13 Peilstijging 210% Maatgevende Afvoer Winter situatie. Blauw omcirkeld de onderdoorgangen bij de A2

Er heeft een check plaatsgevonden van de drooglegging ter hoogte van de bebouwing langs de Oude Graaf bij de A2 in een extreme (T=25) wintersituatie.

- Het waterpeil in de 210% maatgevende afvoer situatie is daar rond de 29,42 m+NAP
- Het maaiveld rondom de bebouwing is rond de 30,50 m+NAP (Figuur 3-14).
 - Dus de drooglegging bij de bebouwing bedraagt nog steeds rond 1 meter bij een T=25 winterafvoer.
- Het maaiveld van de A2 is ongeveer 32,10 m+NAP
 - De drooglegging bij de A2 bedraagt ruim 1,5 meter bij een T=25 winterafvoer.



Figuur 3-14 Maaiveld en peil rondom bebouwing en A2 in een 210% Maatgevende Afvoer situatie.

Conclusie maatregel 1

Concluderend, voor maatregel 1: dempen Oude Graaf en omleiding Nederweeter Riet:

- De drie varianten zijn in meer of mindere mate zo te maken, dat de afvoer vanuit de Oude Graaf afgeleid kan worden naar de Nederweeter Riet.
- In alle gevallen is het wel zo, dat het gedeelte van de Oude Graaf dat blijft bestaan een peilstijging ondervindt. De reden hiervoor is dat dit gedeelte van de Oude Graaf wordt afgeleid naar een watergang met een hoger peil dan de Oude Graaf in het Weeterbos: namelijk de Nederweeter Riet.
- Variant C zorgt voor de laagste peilstijging bovenstrooms in de Oude Graaf ter hoogte van de A2. Echter zijn er behoorlijke inspanningen benodigd voor de nieuw te graven watergang parallel aan de Houlossing en de kruising van de Houlossing om benedenstrooms van de stuw in de Nederweeter Riet uit te komen.
- De benodigde inspanning voor de realisatie van variant B is wat lager: hiervoor hoeft minder nieuw water aangelegd te worden. Wel dient de Nederweeter Riet verbreed te worden. Tabel 3-1 toont de peilstijging van de drie varianten bij de A2 Oude Graaf, in de zomersituatie, wintersituatie en de extreme T=25 wintersituatie.

Tabel 3-1 Peilstijgingen Varianten Demping Oude Graaf meetpunt (M_240255)

Variant		Zomer (20% MA)	Winter (50% MA)	Winter (210% MA)
Referentie		28,53 m+NAP	28,59 m+NAP	28,83 m+NAP
A	Schansbemdlossing Houlossing	29,03 m+NAP (+0,50 m)	29,05 m+NAP (+0,46 m)	n.v.t

B	Directe koppeling Nederweeter Riet (geoptimaliseerd)	29,13 m+NAP (+0,60 m)	29,19 m+NAP (+ 0,60 m)	29,47 m+NAP (+ 0,64 m)
C	Schansbemdlossing – Nieuwe watergang	28,98 m+NAP (+0,45 m)	29,01 m+NAP (0,42 m)	n.v.t

- De drooglegging bij de geoptimaliseerde variant B neemt in de normale zomer- en wintersituaties af:
 - Rondom de bebouwing: een afname drooglegging van $\pm 1,9$ meter naar $\pm 1,3$ meter
 - Rondom de A2: een afname drooglegging van $\pm 3,5$ meter naar $\pm 2,9$ meter

Ook neemt de drooglegging in een T=25 situatie af.

- Rondom de bebouwing: een afname drooglegging van $\pm 1,65$ meter naar $\pm 1,0$ meter
- Rondom de A2: een afname drooglegging van $\pm 3,25$ meter naar $\pm 2,6$ meter

De drooglegging is dus voor en na uitvoering dermate hoog, dat er rondom de bebouwing en landgebruik geen knelpunten te verwachten zijn. De peilstijging gaat in normale omstandigheden naar 1,3 meter, en in extreme T=25 omstandigheden naar 1,0 meter. Aangenomen wordt dat dit geen problemen oplevert aangaande landgebruik en bebouwing.

3.2 Maatregel 2 – Optimaliseren inlaat Zuid-Willemsvaart

De tweede maatregel die onderzocht wordt in deze studie is de optimalisatie van het inlaten van water vanuit de Zuid-Willemsvaart. Er is behoefte aan het reguleren van deze inlaatdebieten, om verschillende redenen:

- Eenzijds zorgt het gebiedsvreemd water ervoor dat de waterkwaliteit verandert en het dan waarschijnlijk moeilijker wordt om de natuurdoelen en KRW-doelen te halen in de KRW-waterlichamen Oude Graaf, Nederweeter Riet en Rosveldlossing. De optimalisatie zou er dus op gericht moeten zijn om zo veel mogelijk inlaat van gebiedsvreemd water te voorkomen;
- Aan de andere kant hebben de inlaten als doel om het water door te spoelen in geval van overstorten vanuit de riolering op het watersysteem. In dat geval zijn de inlaten er dus juist op gericht om de waterkwaliteit in het gebied te verbeteren, vooral ook bij het doorspoelen van de buffers achter de overstorten.
- Vanuit Waterschap de Dommel is de wens uitgesproken om meer water aan te voeren om de grondwatervoorraad aan te vullen, zodat deze in droge perioden niet te ver uitzakt. Waterschap de Dommel onderzoekt de kansen binnen het project Winterwater, waarbij water naar het Sterksels Kanaal kan worden aangevoerd. Waterkwaliteit is hierbij een belangrijk aandachtspunt. Waterschap de Dommel wil uiteindelijk een beeld van de gevolgen die het inlaten van gebiedsvreemd water heeft.

Het is niet mogelijk gebleken om de analyse op basis van dit model uit te voeren. Deze analyse zou namelijk een beschouwing moeten zijn waar zowel waterkwantiteit als waterkwaliteit onderdeel is van de afweging. Voor een dergelijke analyse is op dit moment te weinig inzicht in de kwantiteit, kwaliteit en samenstelling van het kanaal- en overstortwater, zoals nutriënten, ZZS en PFAS.

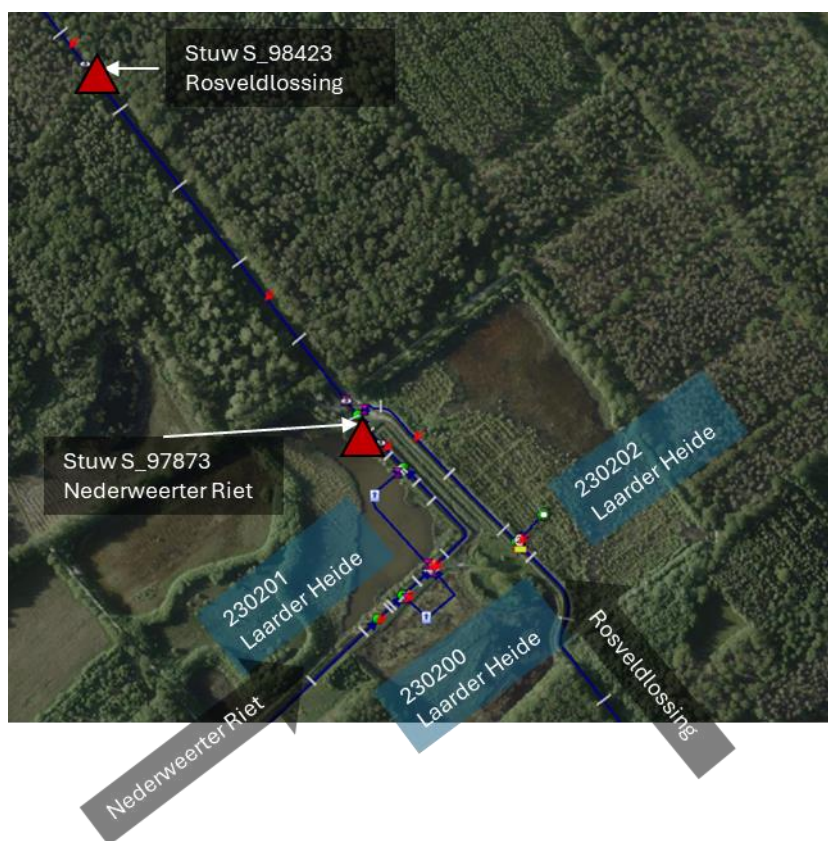
Uit een analyse op basis van het model blijkt dat er modelmatig vanuit de Zuid-Willemsvaart een constant totaal debiet van 22 l/s in het gebied ingelaten wordt, verdeeld over vijf inlaten. Dit betreft een relatief kleine hoeveelheid ten opzichte van de 700 l/s (50% maatgevende afvoer) die de grens richting Waterschap de Dommel passeert. Dat is een bijdrage van ongeveer 3%. In een gemiddelde zomersituatie bedraagt de bijdrage van inlaatwater aan het totale debiet (modelmatig) ongeveer 8%. Zodoende is deze maatregelen niet verder beschouwd in de studie.

3.3 Maatregel 3 – Buffers Laarder Heide

De derde onderzochte maatregel is de optimalisatie van de werking van de regenwaterbuffers in het Weerterbos. Het doel is het optimaliseren van de werking van de regenwaterbuffers in het Weerterbos. Deze buffers dragen bij aan opvangen en vasthouden van water gedurende de piekafvoeren.

De regenwaterbuffers zijn aangelegd om de snelle afvoeren uit het (stedelijk) watersysteem van Weert te bufferen en pieken af te vlakken, voordat het naar het Sterksels Kanaal gaat. Figuur 3-15 laat zien dat de buffers bestaan uit drie losse compartimenten. De compartimenten zijn met elkaar verbonden via duikers.

- De Nederweeter Riet komt via het zuidwesten de buffers binnen. Stuw S_97873 stuwt het water op, zodat compartimenten 230201 en 230200 gevuld worden;
- Vanuit het zuidoosten stroomt de Rosveldlossing in de buffers. Stuw S_98423 zorgt ervoor dat compartiment 230202 gevuld wordt.



Figuur 3-15 Overzicht van de buffers in het watersysteem.

De stuw in Nederweeter Riet (S_97873) heeft een minimale stuwstand van 26,77 m+NAP, en een maximale stuwstand van 28,18 m+NAP. De sturing is erop gericht om tijdens pieken te sturen op een maximaal debiet van 1,0 m³/s.

De benedenstroomse stuw (S_98423) heeft een minimale stuwstand van 26,37 m+NAP en een maximale stuwstand van 27,675 m+NAP. De sturing is gericht om tijdens pieken te sturen op een debiet van 1,5 m³/s.

De sturing van de stuwen is relatief complex. Waterschap Limburg heeft ten behoeve van deze studie een poging gedaan om te ontwaren hoe de sturing in TMX geschematiseerd is. In de praktijk blijkt de sturing ongeveer hetzelfde te fungeren als in het model is opgenomen.

De sturing is vergelijkbaar voor beide stuwen. In het model zijn drie regelingen opgenomen waarin de stuwen zich kunnen bevinden afhankelijk van het debiet dat over de stuw gaat (Tabel 3-2).

Tabel 3-2 Staten van de stuwen buffers

Regeling	Stuw S_97873		Stuw S_97423	
	Debiet	Sturing vindt plaats op...	Debiet	Sturing vindt plaats op...
Laagpeil regelen	< 1 m ³ /s	Bovenstrooms peil 27,58 m+NAP	< 1,5 m ³ /s	Bovenstrooms peil 27,35 m+NAP
Hoogpeil regelen	> 2 m ³ /s	Bovenstrooms peil 27,6 m+NAP	> 2 m ³ /s	Bovenstrooms peil 27,55 m+NAP
Debiet regelen	1 – 2 m ³ /s	Debiet constant 1 m ³ /s	1,5 – 2 m ³ /s	Debiet constant 1,5 m ³ /s

- In het geval dat de regeling “Laagpeil regelen” geldt, wordt er gestuurd op een peil op een constant peil bovenstrooms van de stuwen.
- Wanneer de regeling “Hoogpeil regelen” geldt, wordt er gestuurd op een hoger peil bovenstrooms van de stuwen.
- Bij de regeling “Debiet regelen” regelen de stuwen op een constant debiet over de stuwen. Voor het handhaven van het debiet en de peilen stuurt de stuw zijn kruinhoogte tussen zijn gedefinieerde minimale en zijn maximale kruinhoogte.

Bij de aanleg van de regenwaterbuffers is opgenomen dat afvoeren van de Oude Graaf naar het Sterksels Kanaal van Waterschap de Dommel tussen T=1 en T=10 moeten worden beperkt tot 2,8 m³/s (Inrichtingsplan Oude Graaf, 2006). Een officiële afspraak tussen de twee waterschappen is niet teruggevonden.

Binnen zowel de Waterschap Limburg als Dommel heerst het gevoel dat de buffers niet optimaal zijn ingericht. Het gevoel heerst dat de buffers meer water doorlaten in de richting van Waterschap de Dommel dan is ontworpen in het Inrichtingsplan, en de regeling optimaler ingericht kan worden; zowel bij het voorkomen van hoogwaterpieken als bij de constante afvoer bij lage afvoeren. Dit vermoeden is niet onderbouwd met monitoringsgegevens.

3.3.1 Toetsingscriteria en randvoorwaarden

Voor de optimalisatie van het functioneren van de regenwaterbuffers zijn er 2 dynamische zomer(stuwstanden) sommen doorgerekend:

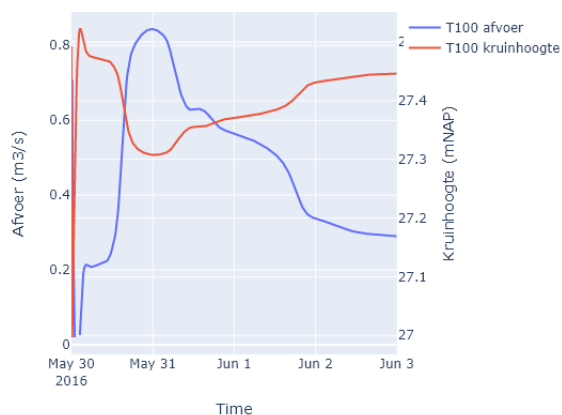
1. T25 24 uur bui, met 50% maatgevende afvoer vóór, en 75% maatgevende afvoer na de bui
2. T100 24 uurs bui, 50% maatgevende afvoer vóór, en 75% maatgevende afvoer na de bui

3.3.2 Resultaten

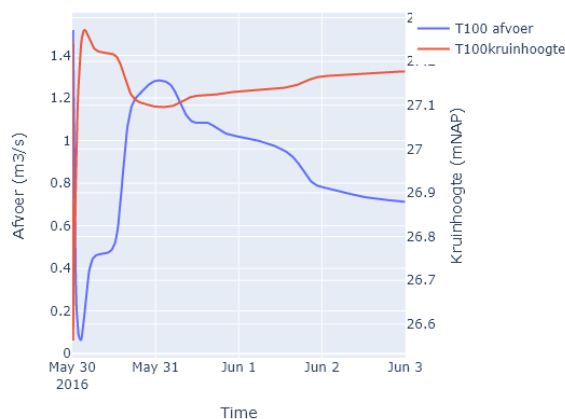
De buffers zijn aangelegd om het snelle afvoersysteem van Weert te bufferen voordat deze naar het Sterkels Kanaal gaat. In Figuur 3-16 zijn de kruinhoogte en de debieten over de twee stuwen weergegeven voor een zomerse T100 situatie. Er is te zien dat voor beide stuwen de debieten van respectievelijk 1 m³/s en 1,5 m³/s en de regeling ‘debiet regelen’ niet wordt bereikt. Dus er wordt gestuurd

op een constant peil van 27,58 m+NAP en 27,35 m+NAP, door de kruinhoogte te variëren. Er blijkt dus uit deze analyse dat beide stuwen in staat zijn om bij een 24 uren T100 bui het debiet te reguleren en de 1 m³/s en 1,5 m³/s nog niet worden bereikt.

S_97873



S_98423



Figuur 3-16 T100 situatie kruinhoogte en afvoer debieten over stuwen.

Binnen het waterschap heersen er twijfels over de metingen en het functioneren van de buffers in praktijk. Aangezien de buffers door middel van duikers verbonden zijn met de watergangen, stijgt het water in de bergingen mee met de waterstanden in de waterlopen. Er is onderzocht wat het effect is van het aanpassen van de hoogte van de duikers op de waterstanden en debieten benedenstrooms.

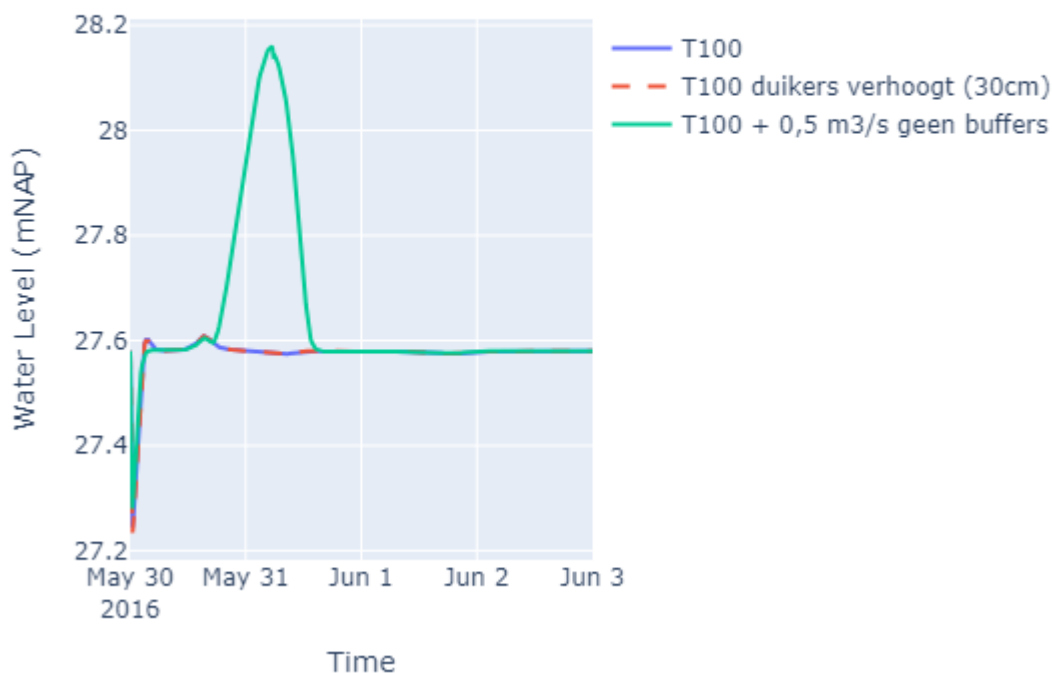
Analyse: aanpassing inlaatduikers

Voor het aanpassen van de duikers zijn diverse hoogteliggingen geprobeerd, echter leidt dit niet tot effect op de waterstanden in de buffers (Figuur 3-17) in een T100 situatie (blauwe lijn) en in de situatie met verhoogde duikers (rode stippellijn). De voornaamste reden dat er geen effect in het peil optreedt, is dat de regeling “Laagpeil regelen” van beide stuwen al perfect functioneert, waardoor er een constant peil van 27,58 m+NAP in de buffers gehandhaafd kan worden. Door deze regeling zijn er geen vrijheidsgraden meer over om de inzet van de buffers verder te optimaliseren. In dit geval gaat er maximaal 90 l/s naar de buffers met de huidige hoogteligging.

Analyse: fictief verhogen debiet

Door het toevoegen van een fictief extra debiet van 0,5 m³/s op de Nederweerder Riet net bovenstrooms van de buffers, is het effect een korte peilstijging van 55 centimeter (Figuur 3-17). De stuw gaat naar de staat “Debiet regelen”, en er wordt 1 m³/s gehandhaafd over de stuw. Ook deze regeling verloopt zoals deze regeling is bedacht.

Meetpunt buffers (M_237842)



Figuur 3-17 Waterstand meetpunt Buffer Laarder Heide gedurende T100 afvoer (blauw). In rood zijn de inlaat duikers met 30 centimeter verhoogd. In het groen is een T100 situatie inclusief (fictieve) 0,5 m³/s extra Nederweeter Riet zonder instroom richting buffers.

Al met al zijn er geen vrijheidsgraden om de inzet van de buffers te optimaliseren met het behouden van deze regeling en met het uitgangspunt dat er realistische debieten in het model zitten. Het aanpassen van de duikers heeft geen effect op de waterstanden vanwege de opgelegde stuwsturingen. Zelfs door het toevoegen van 0,5 m³/s extra afvoer op de Nederweeter Riet is de stuw in staat om netjes te sturen op 1 en 1,5 m³/s. Dit komt doordat er veel oppervlakte in de buffers en de watergangen zit. Het advies aan Waterschap Limburg is om meer te gaan doen met betrekking tot monitoring en debietmetingen rondom de regenwaterbuffers en de grens met Brabant. Verder is nog wel optimalisatie mogelijk door middel van het inzetten van de berging op piekmomenten, bijvoorbeeld door middel van stuw kleppen of bijvoorbeeld terugslag kleppen op duikers. Echter is meer systeeminzicht in de regeling en de debietmetingen essentieel.

3.4 Maatregel 4 – Verondiepen Vloedlossing en Nieuwlossing

De vierde maatregel richt zich op het verminderen van de drainerende werking van de Vloedlossing en de Nieuwlossing. Hiervoor zijn verschillende varianten doorgerekend:

- Het verondiepen van de Vloedlossing en Nieuwlossing;
- Het dempen van de Vloedlossing en Nieuwlossing;
- Het toepassen van een stuw in de Vloedlossing om het water vast te houden;
- Het toestaan van meer begroeiing in de Vloedlossing en Nieuwlossing.

In Figuur 3-18 is een overzicht weergegeven welke watergangen dit betreft.



Figuur 3-18 Overzicht Vloedlossing Nieuwlossing

3.4.1 Toetsingscriteria en randvoorwaarden

Het verondiepen of dempen van de Vloedlossing en Nieuwlossing geeft een waterstandseffect in de waterlopen zelf. Daarnaast is er ook een effect op het benedenstroomse oppervlaktewatersysteem. Om dit inzichtelijk te brengen wordt er getoetst op peil veranderingen en effecten op het oppervlaktewatersysteem.

De randvoorwaarden waarop getoetst wordt zijn:

- Stationaire Zomer Situatie, 20% Maatgevende Afvoer, Stuwstand Fase 3
- Stationaire Winter Situatie, 50% Maatgevende Afvoer, Stuwstand Fase 1

3.4.2 Modelaanpassingen

Voor deze maatregel zijn er vijf verschillende situaties doorgerekend;

- Verondieping Nieuwlossing en Vloedlossing van 25 centimeter
- Verondieping van Nieuwlossing en Vloedlossing van 50 centimeter
- Volledige demping van Nieuwlossing en Vloedlossing.
- Stuw met kruinhoogte van 26,40 m+NAP en 26,70 m+NAP.
- Toepassing extra begroeiing in Vloedlossing en Nieuwlossing.

A, B Verondieping / C demping Vloedlossing en Nieuwlossing

Voor het verondiepen van de Vloedlossing zijn alle profielen in de Nieuwlossing en Vloedlossing aangepast zodat de laagste profielpunten verhoogd zijn met 25 of 50 centimeter in het oppervlaktewatermodel. Bij de volledige demping zijn de waterlopen geheel verwijderd uit het oppervlaktewatermodel.

D Toepassen stuw

In de vierde situatie is er een stuw toegepast in de Vloedlossing benedenstrooms bij het uitstroompunt naar de Oude Graaf (Figuur 3-19) met een stuwstand van 26,40 m+NAP en 26,70 m+NAP en een kruinbreedte van 6 meter.



Figuur 3-19 Bovenaanzicht Vloedlossing Nieuwlossing en toegepaste stuw

E Toepassen extra begroeiing

Om inzichtelijk te krijgen wat het effect is van een verandering van (maai)beheer op de waterstanden is er gevarieerd met de weerstand van deze waterlopen. In de huidige situatie hebben de Vloedlossing en Nieuwlossing een weerstand van Strickler 25 m^{1/3}/s (Manning 0,04 s/m^{1/3}) in zowel de zomer als de wintersituatie. Voor de begroeide situatie de weerstanden op alle profielen voor de zomer en de wintersituatie zijn aangepast naar Strickler 10 m^{1/3}/s.

Bij deze vierde maatregel is er ook verminderde drainerende werking van de watergangen net zoals bij omliegging van de Oude Graaf. De influx vanuit het grondwater richting het oppervlaktewater neemt af door de verondieping en demping van de watergangen (gebaseerd op studie [4]).

- Voor de demping van de Vloedlossing en Nieuwlossing (C) is aangenomen dat 10% van de originele laterale instroom van de Vloedlossing en Nieuwlossing verplaatst wordt naar de dichtstbijzijnde watergangen.
- Voor de verondieping (A en B) van de watergangen is er aangenomen dat er nog maar 50% van de laterale instroom is.
- Voor de overige maatregelen D en E is ervoor gekozen om geen verandering toe te passen op de laterale instroom.

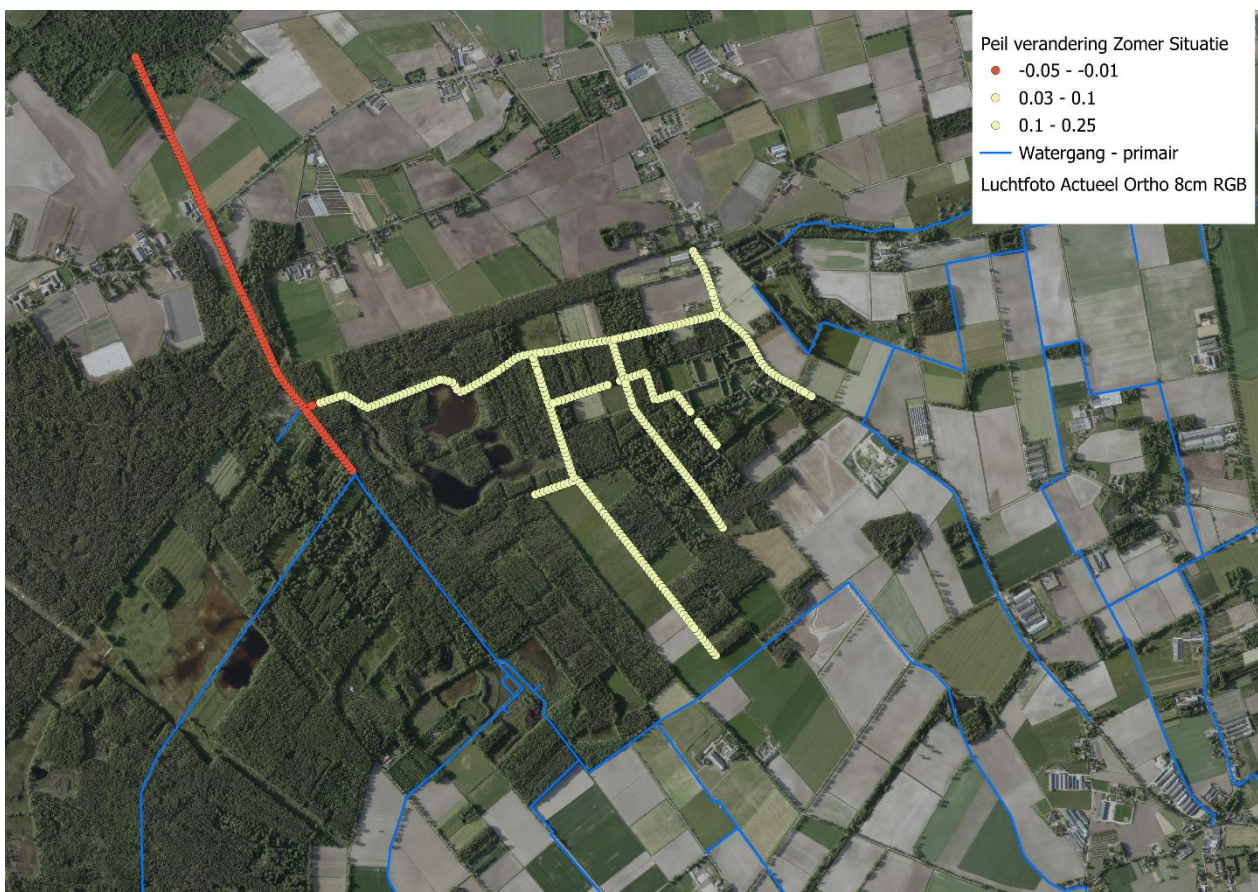
3.4.3 Resultaten

In deze paragraaf worden de resultaten van de vierde maatregel weergegeven, om de drainerende werking van de Nieuwlossing en Vloedlossing te beperken.

A, B Verondieping Nieuwlossing en Vloedlossing

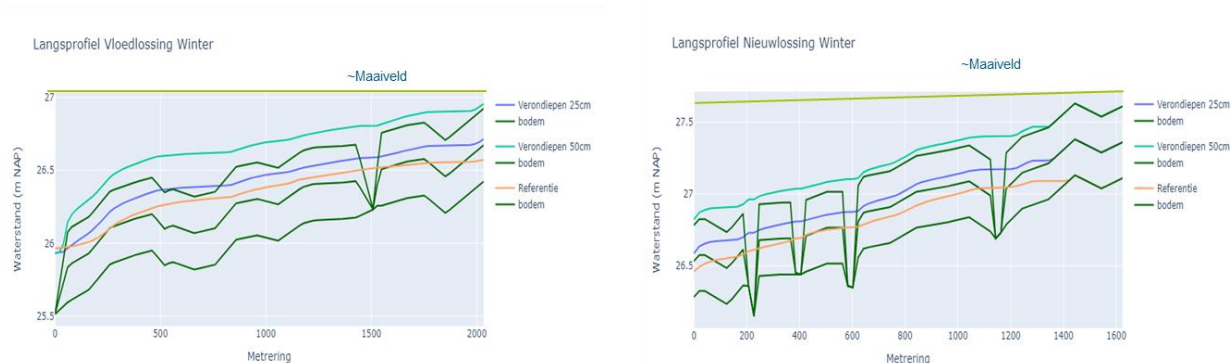
Door het verondiepen van de Nieuwlossing en Vloedlossing met 25 centimeter gaat het oppervlaktewaterpeil stijgen met 10-15 centimeter in de waterlopen binnen het N2000-gebied. In Figuur 3-20 is een bovenaanzicht weergegeven met het peilverschil tussen de huidige situatie en de situatie met verondieping van 25 centimeter, waarbij rood een peilverlaging betekent, en lichtgeel een peilverhoging. Het effectbereik van deze maatregel is zichtbaar door een stijging in de Nieuwlossing en Vloedlossing. Verder valt op dat er een waterstandsdingaling van 1 tot 6 centimeter is in de Oude Graaf en Sterksels Kanaal. Dit is het resultaat van het verkleinen van de influx vanuit het grondwater richting het oppervlaktewater. Daardoor halveert het debiet vanuit de Vloedlossing en Nieuwlossing voor zowel de zomer en winter situatie van respectievelijk 0,12 m³/s naar 0,06 m³/s voor de winter en 0,05 m³/s naar 0,026 m³/s. Dit geeft een peildaling van ongeveer 2 centimeter. Hierbij is geen rekening gehouden met de toename van de kweldruk doordat meer water in de bodem wordt vastgehouden, aangezien dat met een oppervlaktewatermodel niet aan te tonen is.

Bij het verondiepen van 50 centimeter wordt er een peilstijging van ongeveer 30-50 centimeter verwacht. In het gebied bevinden zich echter ongeveer 30 duikers met een relatief lage instroomhoogte, deze dienen ook verhoogd te worden.



Figuur 3-20 Bovenaanzicht van peilverschil in waterlopen (blauw) door het verondieping van 25 centimeter Vloedlossing Nieuwlossing zomer t.o.v. referentie zomer situatie. Geen kleur betekent, geen peilverschil.

Figuur 3-21 toont de lengteprofielen.

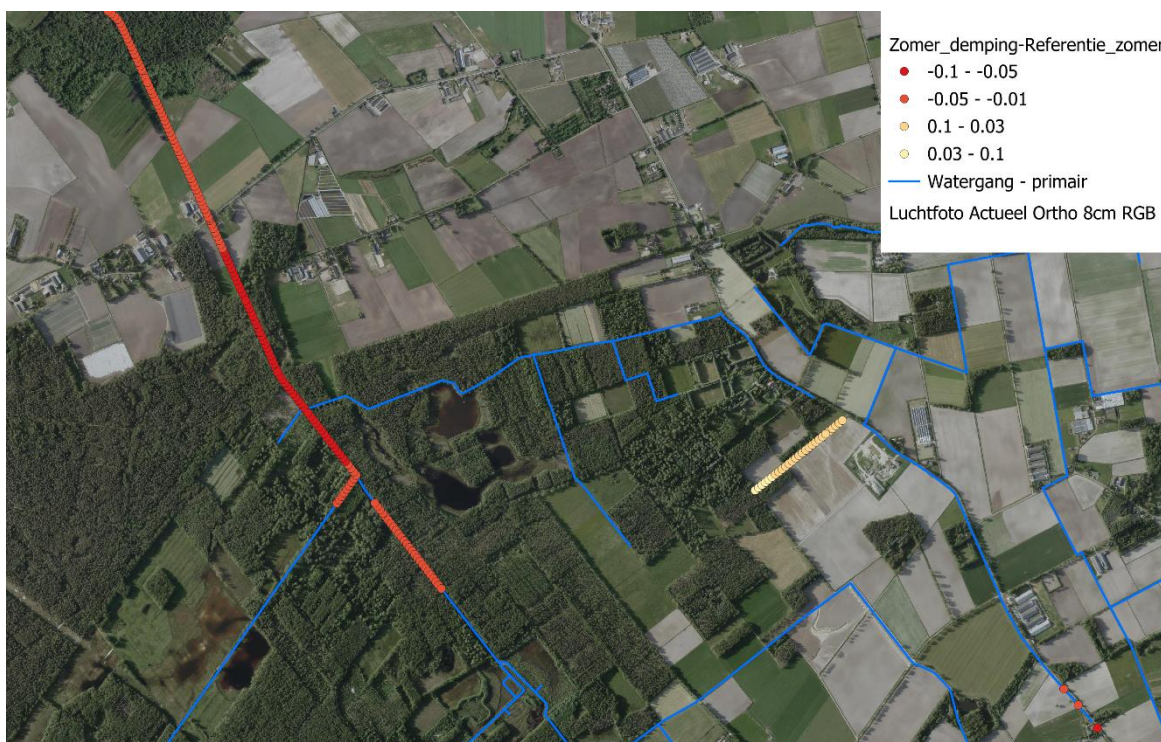


Figuur 3-21: Lengteprofielen Vloedlossing en Nieuwlossing, met bodem en waterstanden van referentie en verondiepingen

C Volledige demping van Nieuwlossing en Vloedlossing

Wanneer de Nieuwlossing en de Vloedlossing volledig gedempt worden is er aangenomen dat 10% van de laterale instroom van de Vloedlossing en de Nieuwlossing verplaatst is naar de dichtstbijzijnde watergangen. Hierdoor verandert de toestroom richting naar de Oude Graaf en het Sterksels Kanaal. Figuur 3-22 laat zien dat deze lagere laterale instroom zorgt voor een peildaling van 1 tot 6 centimeter in de Rosveldlossing en de Oude Graaf. Hierbij is geen rekening gehouden met de toename van de kweldruk doordat meer water in de bodem wordt vastgehouden, aangezien dat met een oppervlaktewatermodel niet aan te tonen is.

NB: in de Vloedlossing en Nieuwlossing is geen modelresultaat te zien, omdat de watergangen na demping niet meer in het model aanwezig zijn; en er dus geen waterstanden meer berekend worden.



Figuur 3-22 Bovenaanzicht van peilverschil in waterlopen (blauw) door het demping Vloedlossing Nieuwlossing zomer t.o.v. referentie zomer situatie. Geen kleur betekent, geen peilverschil.

De (grond)waterstandsstijging die deze maatregel oplevert bij de Nieuwlossing en Vloedlossing zelf is niet te berekenen met een oppervlaktewatermodel.

D Toepassen van Stuw Vloedlossing

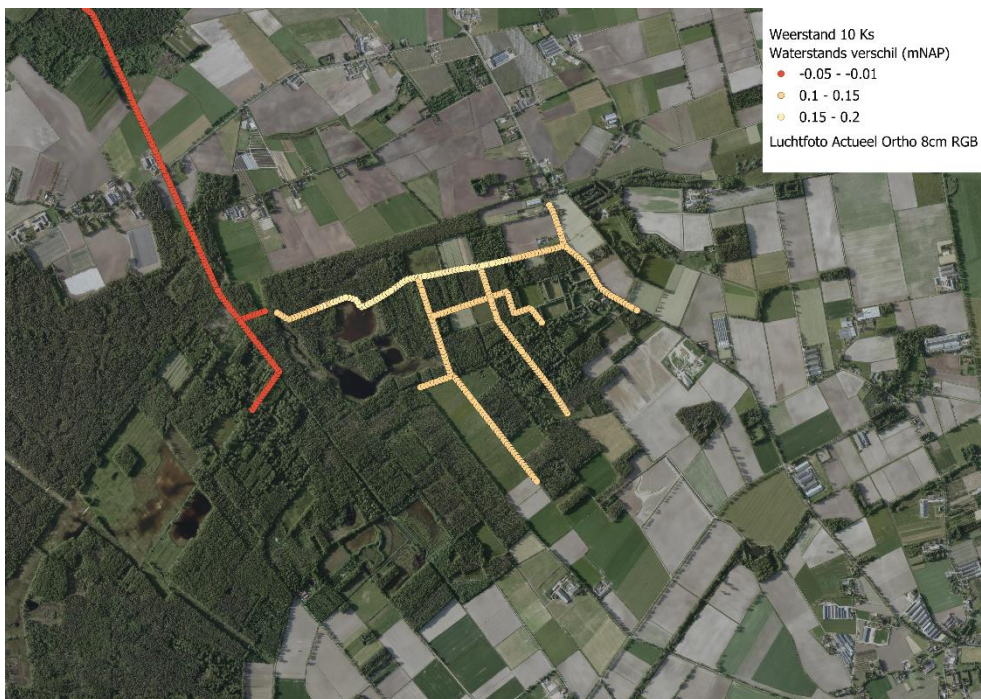
Het toepassen van een stuw met een kruinhoogte van 26,40 m+NAP of 26,70 m+NAP zorgt voor een waterstandsstijging in de Vloedlossing en gedeeltelijk in de Nieuwlossing. In Figuur 3-23 is een bovenaanzicht weergegeven met het peilverschil tussen de huidige situatie en de situatie met een stuw in de Vloedlossing ter hoogte van de uitstroompunt naar de Oude Graaf. Door het toepassen van een stuw is het mogelijk om een peil van 26,40 m+NAP of een peil van 26,70 m+NAP te bewerkstelligen in de Vloedlossing.



Figuur 3-23 Bovenaanzicht van peilverschil in waterlopen (blauw) door de toepassing van een stuw in de zomer t.o.v. referentie zomer situatie. Geen kleur betekent, geen peilverschil.

E Toepassen extra begroeiing in Vloedlossing en Nieuwlossing.

Het veranderen van het maabeleid en het introduceren van een extra weerstand in de Vloedlossing en de Nieuwlossing zorgt voor een peilstijging van 10 tot 20 centimeter in de Nieuwlossing en de Vloedlossing. In Figuur 3-24 is te zien dat er peilstijging optreedt in de Nieuwlossing en de Vloedlossing.

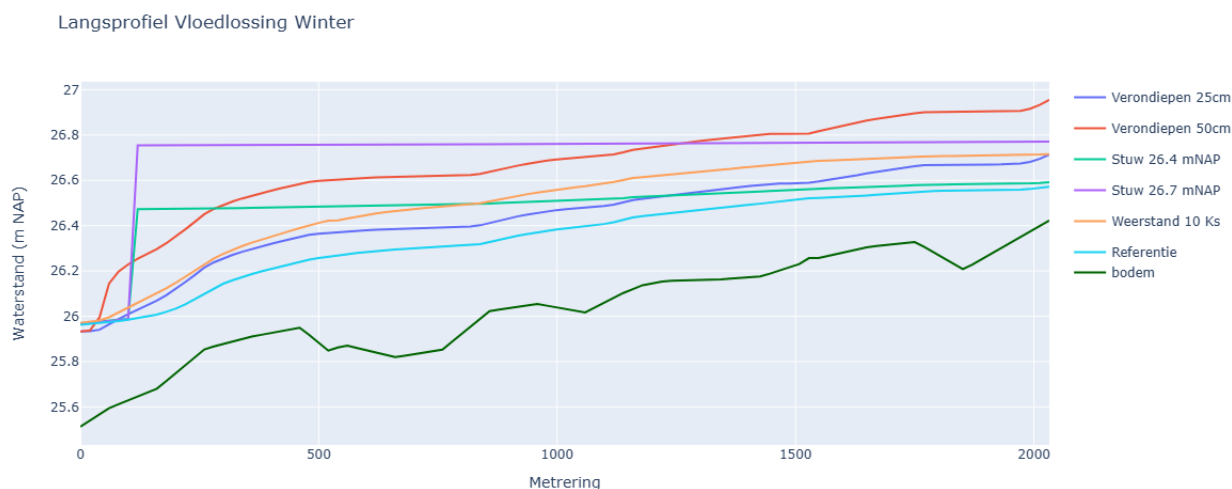


Figuur 3-24 Bovenaanzicht van peilverschil in waterlopen (blauw) door de toepassing een weerstand van 10 Strickler t.o.v. referentie zomer situatie. Geen kleur betekent, geen peilverschil

Concluderend, de resultaten van de vierde maatregel tonen aan dat:

- Het verondiepen van de Nieuwlossing en Vloedlossing met 25 centimeter leidt tot een stijging van het oppervlaktewaterpeil met 10-15 centimeter binnen het N2000-gebied. Aangenomen is dat de verondieping zorgt voor een halvering van het debiet en een (theoretische) peildaling van ongeveer 2 centimeter in de Oude Graaf. Hierbij is geen rekening gehouden met de toename van de kweldruk doordat meer water in de bodem wordt vastgehouden.
- Volledige demping van deze watergangen zorgt voor verhoging van de grondwaterstand, maar hoeveel is niet te berekenen met een oppervlaktewatermodel. De verminderde instroom veroorzaakt (theoretisch) een waterstands daling van 1-6 centimeter in de Oude Graaf. Hierbij is geen rekening gehouden met de toename van de kweldruk doordat meer water in de bodem wordt vastgehouden.
- Het toepassen van een stuw verhoogt de waterstand in de Vloedlossing (afhankelijk van de gekozen kruinstand van de stuw; zie onderstaand lengteprofiel), terwijl extra begroeiing een peilstijging van 10-20 centimeter veroorzaakt.

Het lengteprofiel in Figuur 3-25 toont de verschillende typen maatregelen in de Vloedlossing.



Figuur 3-25 Lengteprofiel Vloedlossing, met verschillende maatregelen; de getoonde bodem is de huidige bodemhoogte

Voor Waterschap De Dommel betekent dit een potentiële grondwaterstijging in het N2000-gebied een hogere kweldruk naar het beekdal van de Oude Graaf/Sterkselsche Aa. De piekafvoeren zullen naar verwachting niet veranderen.

De directe omgeving ondervindt mogelijk effecten van deze maatregelen. Vooral bovenstrooms vindt er een waterstandsverhoging plaats, waardoor het grond- en oppervlaktewaterregime mogelijk minder goed meer past bij het huidige landgebruik. De effecten van deze maatregel moeten dus geohydrologisch doorgerekend worden om een keuze voor een variant te maken. Als het grond- en oppervlaktewaterregime niet meer goed past bij het landgebruik, kan overwogen worden om het landgebruik aan te passen.

3.5 Maatregel 6 - Verminderen drainerende werking Rosveldlossing

De maatregel drainerende werking Rosveldlossing verminderen betekent dat de waterlopen in het Weerterbos verondiept of verkleind worden, of dat de watergangen fysiek afgesloten worden van het grondwatersysteem. Hiervoor worden in het oppervlaktewatermodel verschillende varianten doorgerekend, zoals het isoleren van de watergang van de ondergrond (door bijvoorbeeld een kleilaag) tot het verondiepen van de huidige watergang. Het doel van de maatregel is om de drainerende werking van de Rosveldlossing vanuit het grondwatersysteem te verkleinen, echter dient de afvoercapaciteit wel gehandhaafd te worden voor het afvoeren van piekdebieten.

3.5.1 Toetsingscriteria en randvoorwaarden

Het verminderen van de drainerende werking van de Rosveldlossing wordt doorgerekend door de laterale influx vanuit het oppervlaktewater systeem te verkleinen met 10% van de originele instroom.

De afvoersituaties waarop getoetst wordt, zijn:

- Stationaire Zomer Situatie, 20% Maatgevende Afvoer, Stuwstand Fase 3
- Stationaire Winter Situatie, 50% Maatgevende Afvoer, Stuwstand Fase 1

Later is er nog de volgende afvoersituatie aan toegevoegd:

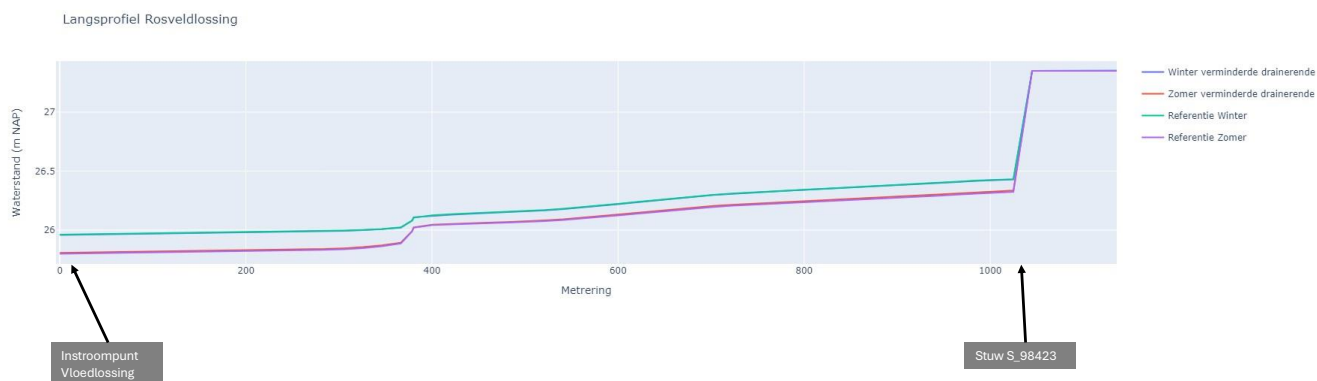
- *Winter 210% Maatgevende Afvoer, Stuwfase 1 en Winter weerstand. (T=25)*

3.5.2 Modelaanpassingen

Verminderde drainerende werking van de Rosveldlossing betekent dat de instroom vanuit het grondwater verkleind wordt. Er is hiervoor een aanname gedaan dat de laterale instroom vanuit het grondwater richting het oppervlaktewater met 10% verkleind wordt. In het Weerterbos zijn er twee laterale fluxen van totaal 0,035 m³/s, in een maatgevende afvoer situatie. Deze twee laterale instroompunten zijn verminderd tot 10% van de originele instroom.

3.5.3 Resultaten

Tijdens de analyse bleek dat het niet mogelijk is om de situatie nauwkeurig te modelleren met alleen een oppervlaktewatermodel. Het verschil in waterstand in de Rosveldlossing en Oude Graaf is modelmatig kleiner dan 1 centimeter, zowel in de zomer als in de winter (Figuur 3-26). Dit is een effect doordat er geen interactie met het grondwater is meegenomen in deze studie. De stijging van eventuele grondwaterpeilen in het N2000-gebied door andere maatregelen is bijvoorbeeld niet verwerkt in het oppervlaktewatermodel. Een dergelijke analyse zou gedaan moeten worden met behulp van een grondwatermodel.

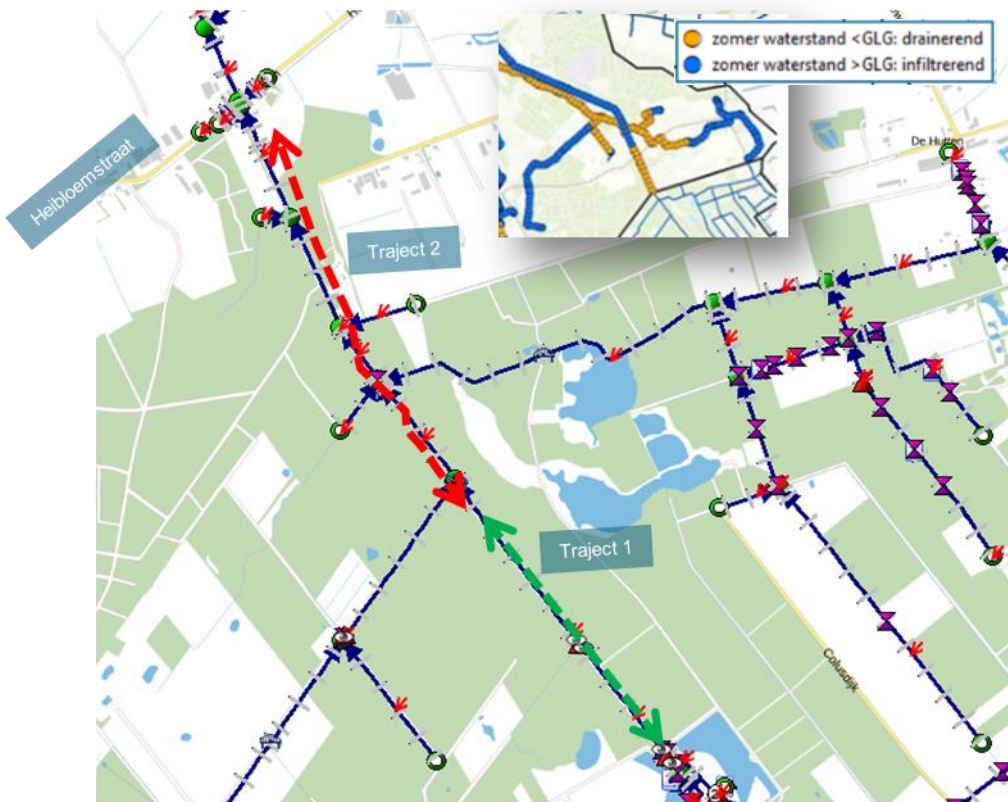


Figuur 3-26 Langsprofiel Rosveldlossing met en zonder verminderde drainerende werking.

Naar aanleiding van overleg met het projectteam is voorgesteld een vervolganalyse uit te voeren; namelijk het verbreden en verondiepen van de Rosveldlossing. Door het verondiepen verminder je de drainerende werking van de Rosveldlossing, echter verhoogt dit de peilen gedurende de piekafvoeren. De verbreding van de Rosveldlossing moet deze peilstijging opvangen. Het uitgangspunt is dat de waterpeilen bovenstrooms van de buffers niet veranderen.

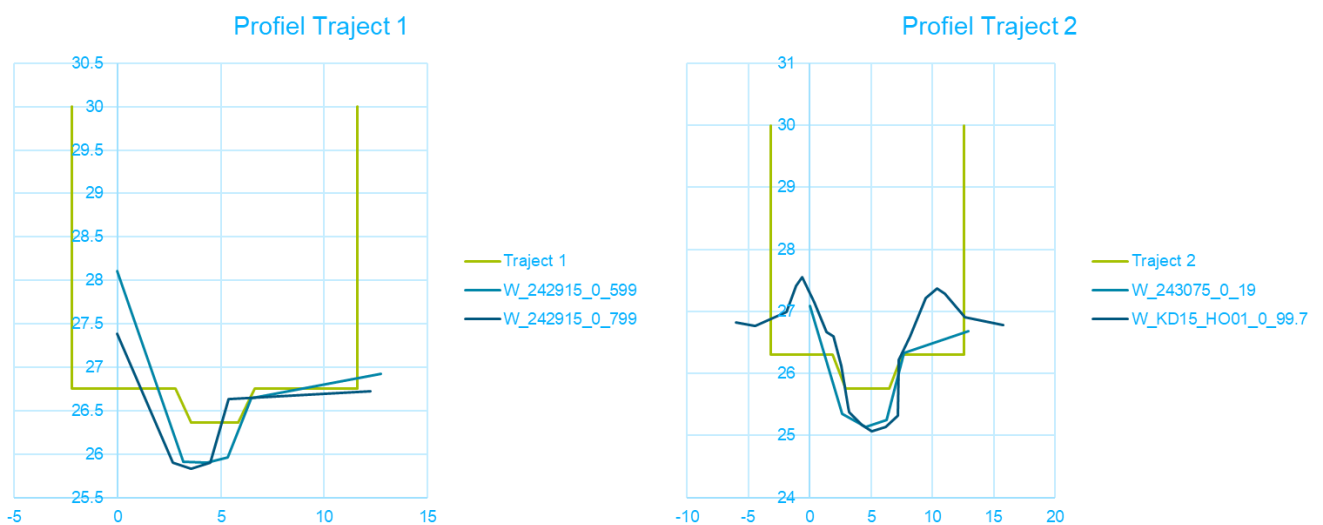
De toetsingscriteria van deze maatregel waren dat in een 50% maatgevende afvoer situatie er een peilstijging van 40 centimeter mag plaatsvinden en in een 210% maatgevende winter afvoer situatie er geen peilverhoging mag plaats vinden. Dit is te realiseren door middel van een twee-faseprofiel. In onze studie zijn er twee trajecten voorgesteld (Figuur 3-31) vanwege de instroom van de Oude Graaf.

- **Traject 1** gaat vanaf de benedenstroomse stuw van de buffers tot aan het instroompunt van de Oude Graaf.
- **Traject 2** loopt van het instroompunt van de Oude Graaf tot aan de Heibloemstraat in het gebied van Waterschap de Dommel. Deze trajecten zijn gekozen aan de hand van resultaten van eerder onderzoek voor de Sterkselsche Aa naar de drainerende werking van het Sterksels Kanaal (referentie [5]). In dit onderzoek is op basis van modelresultaten van beschikbare grondwater- en oppervlaktewatermodellen een inschatting gemaakt welk traject het Sterksels Kanaal in de zomer draineert. Zie ook de detailafbeelding in Figuur 3-27.



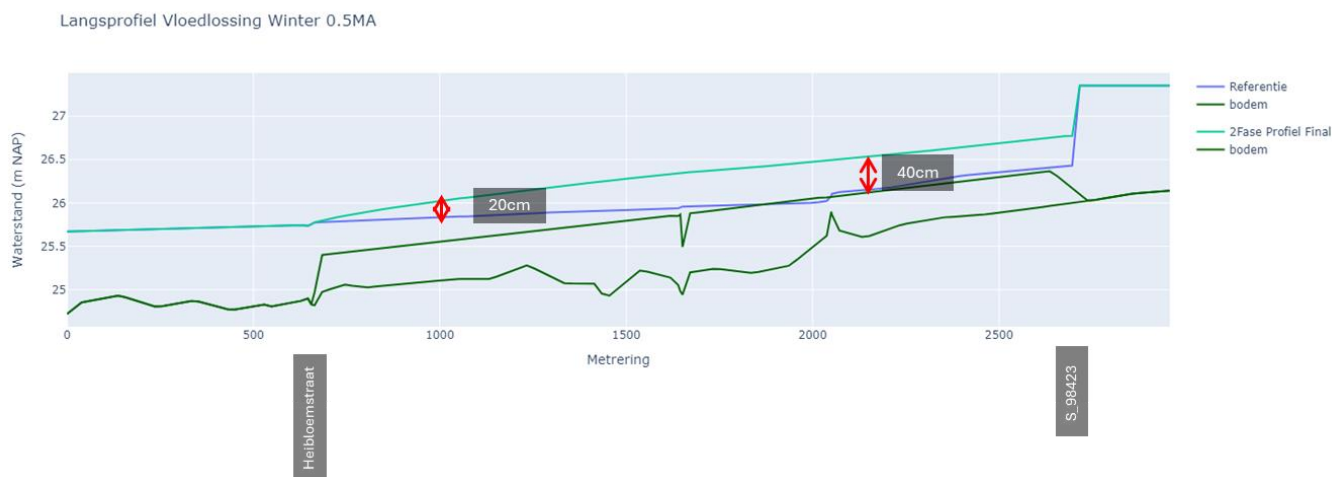
Figuur 3-27 Bovenaanzicht verbreding en verondieping Rosvelddrossing. Twee trajecten met verschillende profielen.

In Figuur 3-28 zijn de twee profielen voor beide traject weergegeven. De profielen hebben een fictief hoge insteekhoogte op dit moment voor de eerste inzichten. Het profiel voor het eerste traject heeft een bodembreedte van 2,3 meter en een verondieping van 40 centimeter. Het tweede profiel heeft een bodembreedte van 3,5 meter en een talud van 1:2. Dit is een verondieping van ongeveer 40 centimeter over het traject.



Figuur 3-28 Profielen Traject 1 en Traject 2, en de twee huidige profielen binnen deze trajecten.

De resultaten van de verondieping van de Rosveldlossing laten zien dat je een peilstijging van 40 centimeter kunt bewerkstelligen gedurende een winter 50% maatgevende afvoer situatie. In Figuur 3-29 is het lengteprofiel met waterstanden in de wintersituatie weergegeven, hierin is te zien dat er een peilstijging tussen de 20 en de 40 centimeter te behalen is als je deze verondieping en profielen toepast in traject 1 en 2. Ook geeft dit geen peilstijging bovenstrooms van de stuw S_98423.



Figuur 3-29 Langsprofiel winter situatie (0,5 MA) vanaf stuw S_98423 tot aan de Heibloomstraat

De tweede toetsingscriteria is dat in een 210% maatgevende afvoer situatie geen peilstijging mag zijn op beide traject. In Figuur 3-30 is te zien dat er een lichte peilstijging is van maximaal 10 centimeter net benedenstrooms van stuw S_98423. Het maaiveld op dit traject verloopt van ongeveer 27,5 tot aan 27,0 m+NAP, waardoor geen sprake is van overstroming uit de Rosveldlossing/Oude Graaf. Bovenstrooms van S_98423 vindt geen peilstijging plaats.



Figuur 3-30 Langsprofiel winter situatie (2,1 MA) vanaf stuw S_98423 tot aan de Heibloomstraat

In het geval dat maatregel 1, omlegging en demping Oude Graaf plaatsvindt gecombineerd met deze maatregel, neemt het debiet in de Rosveldlossing toe. Daardoor dient ook in traject 1 het profiel extra verbreed te worden met een orde grote van 10-15 meter bovenop de huidige 10 meter breedte.

3.6 Maatregel 7 - Herstel verbinding Kievitsbeek en Vloedlossing.

De laatste doorgerekende maatregel is het herstellen van de verbinding tussen de Kievitsbeek en de Vloedlossing. In de huidige situatie stroomt het water vanuit de zijtak Kievitsbeek af richting de Nederweeter Hovenlossing (Figuur 3-31). Er bevindt zich in de Kievitsbeek een terugslagklep in de duiker, waardoor het er geen water vanuit de Nederweeter Hovenlossing richting de Kievitsbeek kan stromen.

Deze maatregel is gericht op het herstellen van de verbinding tussen de Kievitsbeek en de Vloedlossing en het aantakken van de bovenstroomse zijtak van de Kievitsbeek. Om te situatie te realiseren zijn er meerdere omleggingen benodigd. Er dient een kruising gerealiseerd te worden over of onder de Nederweeter Hovenlossing voor het aantakken van de zijtak Kievitsbeek. Verder dient er een watergang aangelegd te worden tussen de Kievitsbeek en de Vloedlossing



Figuur 3-31 Overzicht van huidige situatie Kievitsbeek en Vloedlossing.

3.6.1 Toetsingscriteria en randvoorwaarden

Deze maatregel omvat het aantakken van de Kievitsbeek aan de Vloedlossing. De Kievitsbeek gaat daarna afwateren in westelijke richting in plaats van noordoostelijke richting, waardoor het oorspronkelijk brongebied weer kan worden aangetakt op de Sterkselsche Aa. Voor deze maatregel is het effect van aantakken van dit brongebied in het oppervlaktewatersysteem met modelberekeningen in kaart gebracht.

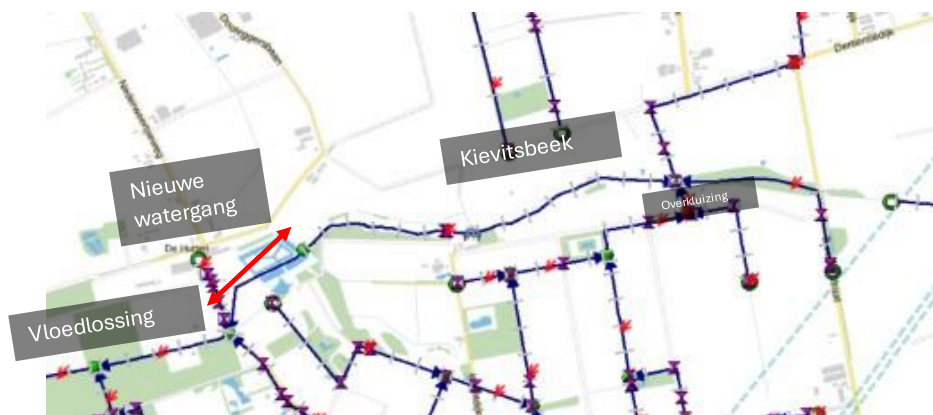
De randvoorwaarden waarin getoetst wordt zijn de volgende situaties:

- Stationaire Zomer Situatie, 20% Maatgevende Afvoer, Stuwstand Fase 3
- Stationaire Winter Situatie, 50% Maatgevende Afvoer, Stuwstand Fase 1

3.6.2 Modelaanpassingen

Voor het herstel van de verbinding tussen de Kievitsbeek en de Vloedlossing dient er een nieuwe watergang gecreëerd te worden (Figuur 3-32). Er is gekozen voor een lineair verloop tussen de huidige bodem van de Kievitsbeek en de huidige bodem van de Vloedlossing. Een talud van 1:2 en een bodembreedte 2 meter. Dit houdt in dat de stromingsrichting van de Kievitsbeek omgedraaid wordt; van

oost->west, naar west->oost. Verder is er een sifon met lengte van 15 meter toegevoegd om de overkluizing van de Nederweeter Hovenlossing te realiseren.

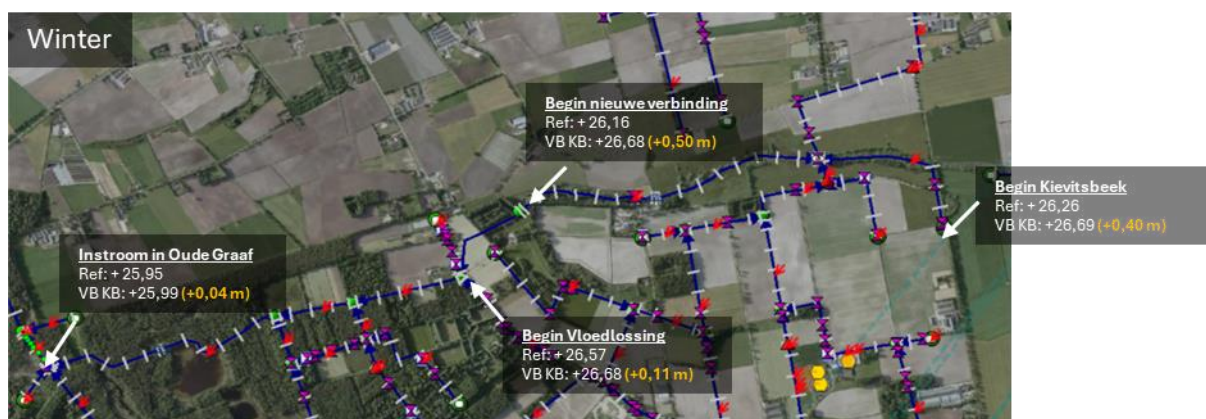


Figuur 3-32 Overzicht aankoppeling Kievitsbeek aan Nieuwlossing

3.6.3 Resultaten

Door het aantakken van de Kievitsbeek aan de Vloedlossing wordt er een peilstijging in de Kievitsbeek gerealiseerd. Aan de westzijde van de Kievitsbeek, aan het begin van de nieuwe verbinding is deze peilstijging vrij fors: 50 centimeter in de winter situatie en 80 centimeter in de zomer situatie. Dit geeft mogelijk problemen vanwege te kleine drooglegging rondom de bebouwing. Daarnaast is het maaiveld rondom de doorsteek lager dan het maaiveld bij de Vloedlossing, wat het onlogisch maakt om de afwatering in westelijke richting te laten plaatsvinden. De nieuwe verbinding zorgt voor peilstijging benedenstrooms in de Vloedlossing van 1 tot 5 cm in de zomer en 3 tot 10 cm in de winter.

Door het aantakken van het brongebied van de Kievitsbeek neemt de toestroom richting de Oude Graaf toe met 30 l/s in een winter situatie; van 130 naar 160 l/s. Daarnaast betreft het achterliggend gebied een sterk gedraineerd landbouwkundig gebied. Er is inzicht nodig in de waterkwaliteit om te bepalen of het aangekoppelde gebied geschikt is om naar de Oude Graaf en Waterschap de Dommel af te wateren.



Figuur 3-33 Overzicht van peilstijgingen in de winter situatie bij aantakking Kievitsbeek.

Concluderend: het aantakken van de Kievitsbeek op de Vloedlossing is technisch mogelijk, maar zorgt waarschijnlijk voor problemen wat betreft drooglegging rondom de bebouwing.

Daar komt bij dat het niet mogelijk is om deze maatregel uit te voeren in combinatie met maatregel 4, die leidt tot om een peilstijging de Vloedlossing. Als de Vloedlossing een nog hoger oppervlaktewaterpeil krijgt, is qua hoogteligging niet meer mogelijk om de Kievitsbeek erop aan te takken. Er moet dus een keuze gemaakt worden voor één van de maatregelen 4 en 7. Maatregel 4 is gericht op herstel Natura2000 en heeft daarnaast indirect een bijdrage aan de KRW door de toename van kwel in het Sterkselsche Aa gebied, terwijl maatregel 7 van belang kan zijn voor de KRW-opgave bij in het beheersgebied van Waterschap de Dommel, omdat het aantakken van een nieuw brongebied zorgt voor een verhoging van de basisafvoer en het verkleinen van de afvoerdynamiek. Hierbij is de laaggelegen bebouwing en landgebruik een aandachtspunt, evenals de waterkwaliteit van het aan te koppelen gebied.

De waterschappen Limburg en Dommel vinden nader onderzoek van deze maatregel nog wel waardevol, aangezien het aantakken van het oorspronkelijke brongebied via een andere route mogelijk nog kansrijk is; bijvoorbeeld via Dommelgebied.

4 Voorkeursvariant

De voorkeursvariant zoals die in deze studie naar voren is gekomen, bestaat uit een combinatie van verschillende maatregelen, welke doorgerekend worden in het oppervlaktemodel om te kijken wat de gezamenlijke effecten zijn. Deze eerste versie van de voorkeursvariant is samengesteld naar aanleiding van de resultaten en inzichten die hierboven beschreven zijn, als uitkomsten uit de overleggen met Waterschap Limburg. Een echte voorkeursvariant kan pas gekozen worden nadat de resultaten van de geohydrologische studie beschikbaar zijn en op basis daarvan een afweging kan worden gemaakt.

De samengestelde voorkeursvariant in overleg met Waterschap Limburg bestaat uit de volgende maatregelen;

- Maatregel 1 – Demping Oude Graaf geoptimaliseerde variant B
- Maatregel 4 – Verondieping Vloedlossing en Nieuwlossing
- Maatregel 6 – Verminderen Drainerende werking Rosveldlossing

In volgende paragraaf worden de toetsingscriteria en de randvoorwaarden voor het door te rekenen voorkeursvariant. Vervolgens worden de modelaanpassingen voor de voorkeursvariant beschreven. Tot slot worden de resultaten weergegeven.

4.1 Toetsingscriteria

De voorkeursvariant wordt doorgerekend om het effect op de zomer en winter peilen inzichtelijk te brengen. Daarnaast dient de voorkeursvariant ook voor toekomstige grondwaterstudies. Daarom is er gekozen om de voorkeursvariant te toetsen op de volgende twee situaties;

- Stationaire Zomer Situatie, 20% Maatgevende Afvoer, Stuwstand Fase 3
- Stationaire Winter Situatie, 50% Maatgevende Afvoer, Stuwstand Fase 1

Hier is nog aan toegevoegd: *210% maatgevende afvoer winter situatie (stuwstand fase 1, ruwheid winter)*. Dit wordt voor de Oude Graaf gezien als een T25 maatgevende situatie.

4.2 Modelaanpassingen

Voor het opstellen van de voorkeursvariant worden de modelaanpassingen van de individuele maatregelen toegepast. In deze paragraaf worden nogmaals de aanpassingen uitgelicht en eventuele toevoegingen.

Maatregel 1 – Demping Oude Graaf.

In de voorkeursvariant wordt de geoptimaliseerde variant B voor de Demping Oude Graaf maatregel meegenomen. In variant B is een aftakking vanuit de Schansbemdlossing met een nieuw te graven watergang naar de Nederweerder Riet (Figuur 3-1). In deze variant wordt de Schansbemdlossing verdiept met 30 centimeter tot aan de Nederweerder Riet. Het toegepaste profiel op dit traject heeft een bodembreedte van 0,5 meter en een talud van 1:2. Deze watergang heeft een weerstand van $0,0667 \text{ s/m}^{1/3}$ (Manning Coëfficiënt) in de zomer en $0,04 \text{ s/m}^{1/3}$ (Manning Coëfficiënt) in de winter. Verder zijn de duikers uit de Schansbemdlossing verwijderd, omdat deze een opstuwende werking hebben. Aangezien bij een minder drainerende werking van de watergangen de influx vanuit het grondwater richting het oppervlaktewatersysteem afneemt, is voor de demping van de Oude Graaf aangenomen dat 10% van de originele laterale instroom van de Oude Graaf verplaatst wordt naar de dichtstbijzijnde watergang bij het omleggen.

Maatregel 4 – Verondieping Vloedlossing en Nieuwlossing

Deze vierde maatregel richt zich op het verminderen van de drainerende werking van de Vloedlossing en Nieuwlossing. In deze voorkeursvariant is verondieping van 25 centimeter meegenomen op alle profielen binnen de Nieuwlossing en Vloedlossing (Figuur 3-18). Aangezien deze maatregel gericht is op het verminderen van de drainerende werking is er aangenomen dat er nog maar 50% laterale instroom is vanuit het grondwater richting het oppervlaktewater, en zijn de laterale instroompunten gehalveerd in de Vloedlossing en Nieuwlossing.

Maatregel 6 – Verminderen drainerende werking Rosveldlossing

De zesde maatregel is het verminderen van de drainerende werking van de Rosveldlossing. Voor deze maatregel is er gekozen om het profiel van de Rosveldlossing te verondiepen en te verbreden, zoals ook beschreven is in paragraaf 3.5.3. Aangezien deze maatregel nu gecombineerd wordt met de omlegging van de Oude Graaf is het ook vereist om in het traject (2) vanaf de buffers tot de oorspronkelijke uitstroompunt van de Oude Graaf extra te verbreden. Daarom is het bredere profiel van traject 1 (Figuur 3-28) ook doorgetrokken tot aan de buffers.

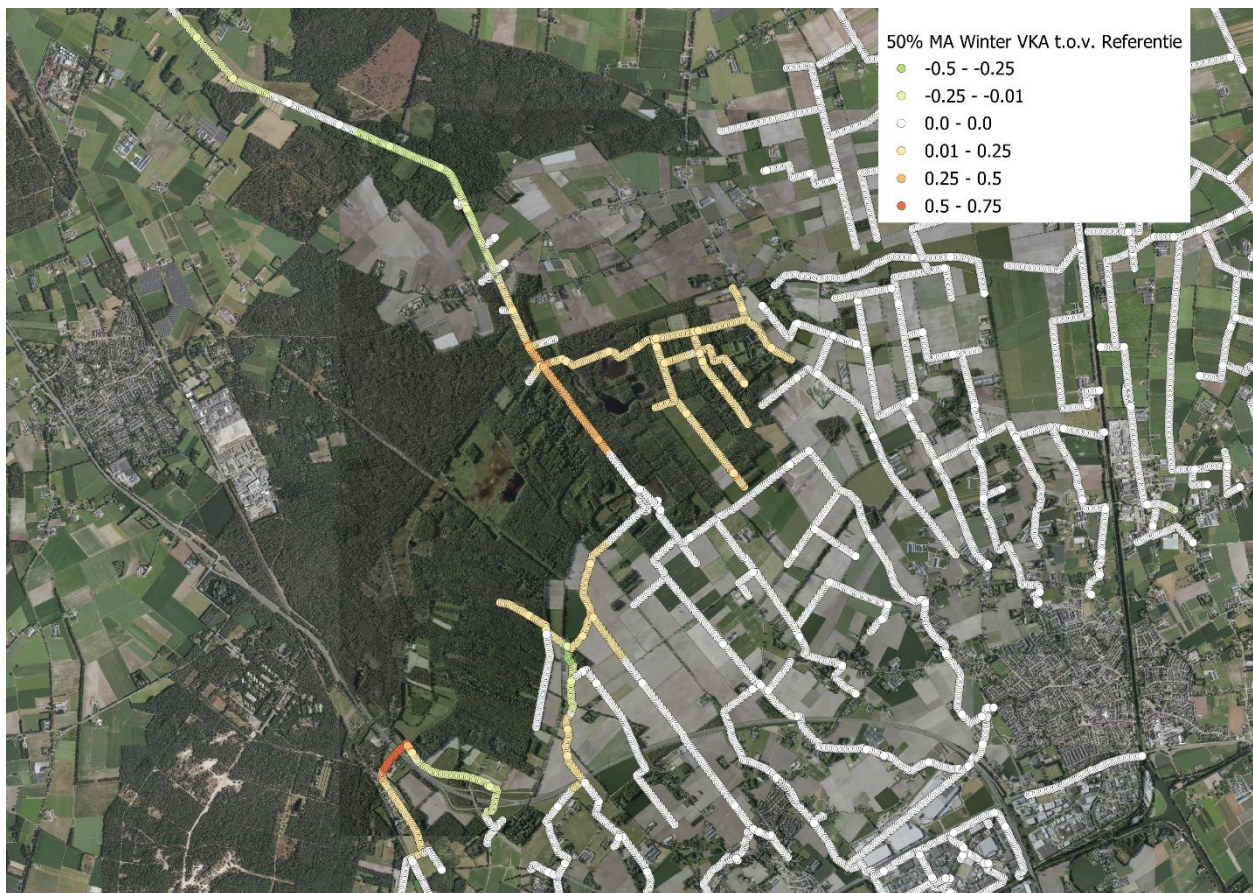
Een alternatief voor deze maatregel is het verminderen van de drainerende werking door het afsluiten van het watersysteem van de bodem. In hoeverre deze maatregel een bijdrage levert, zal blijken uit het geohydrologisch onderzoek.

4.3 Resultaten

In deze paragraaf worden de resultaten van de voorkeursvariant met het dempen van de Oude Graaf, het verondiepen van de Vloed en Nieuwlossing en het verondiepen van de Rosveldlossing, beschreven.

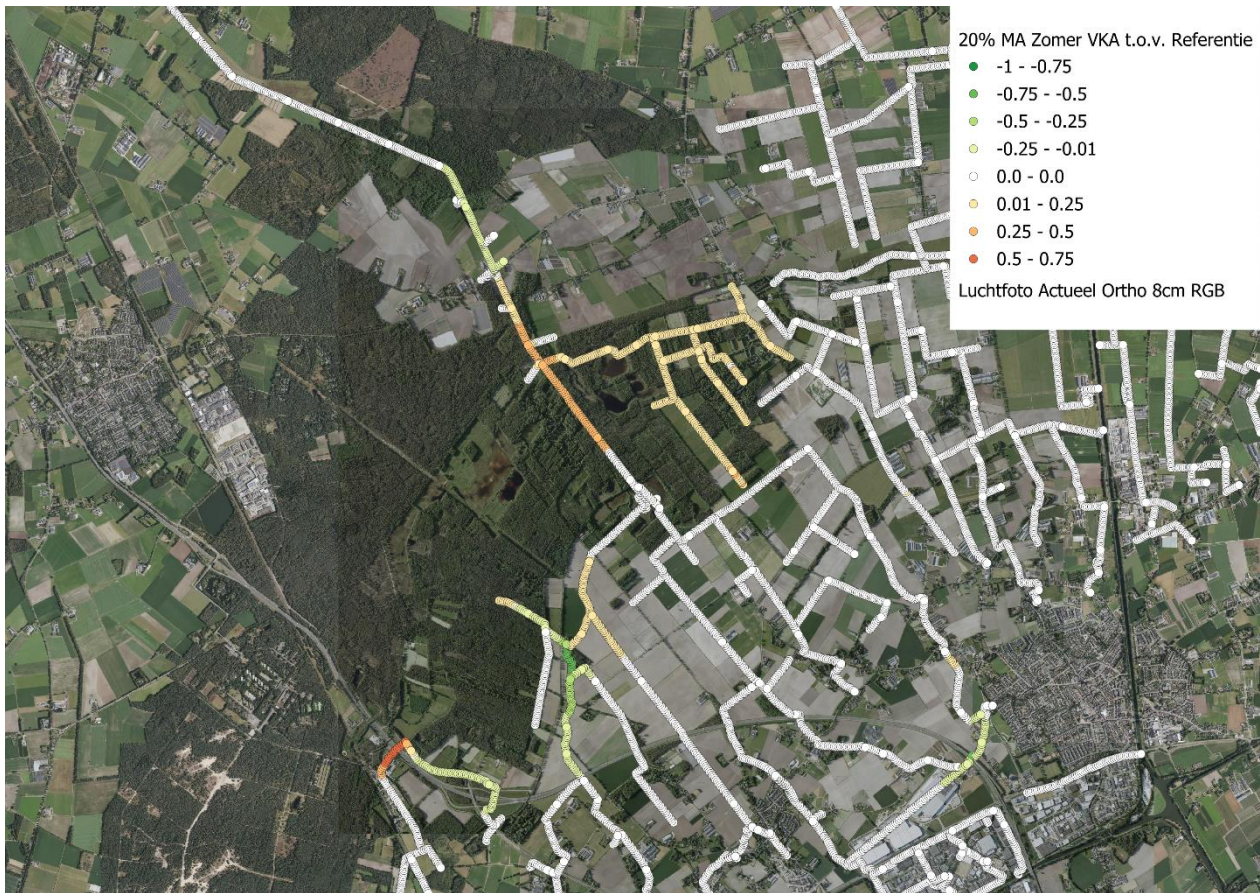
Stationaire zomer- en wintersituatie

De voorkeursvariant is doorgerekend in een 50% Maatgevender afvoer zomersituatie en 20% Maatgevende afvoer wintersituatie. In Figuur 4-1 en Figuur 4-2 zijn de verschillen tussen waterstanden van de voorkeursvariant en het referentiemodel weergegeven. In de 50% Maatgevende winter afvoersituatie (Figuur 4-1) is te zien dat er een peilstijging van 60 centimeter ter hoogte van het instroompunt van de gedempte Oude Graaf naar de Schansbemdlossing. Dit komt overeen met de resultaten van maatregel 1. Daarnaast is er in het bovenstroomse traject vanaf stuw S_97842 in de Nederweerder Riet een peildaling tussen de 25 en 1 centimeter door het strijken van de stuw. Direct benedenstrooms van stuw S_97842 neemt het peil toe met 15 centimeter ten opzichte van de referentie. Daarnaast, in de Rosveldlossing, benedenstrooms van de buffers, neemt het peil toe met 30 centimeter. Als laatste neemt het peil in de Nieuwlossing en de Vloedlossing toe met 15 centimeter, dit is het effect van het verhoogde peil in de Rosveldlossing en de verondieping van 25 centimeter in de Vloed- en Nieuwlossing.



Figuur 4-1 Peilverandering voorkeursvariant 50% maatgevende afvoer winter situatie ten opzichte van de referentie

Kijkend naar de zomersituatie met 20% maatgevende afvoer (Figuur 4-2) geeft dit in grote lijnen hetzelfde beeld als de wintersituatie met 50% maatgevende afvoer. Er is een 60 centimeter peilstijging ter hoogte van het instroompunt van de gedempte Oude Graaf naar de Schansbemdlossing. Daarnaast is er in het bovenstroomse traject vanaf stuw S_97842 in de Nederweerder Riet een peildaling tussen de 60 en 1 centimeter door het strijken van de stuw. Direct benedenstrooms van stuw S_97842 neemt het peil toe met 10 centimeter ten opzichte van de referentie. Daarnaast, in de Rosveldlossing, benedenstrooms van de buffers, neemt het peil toe met opnieuw 30 centimeter. Als laatste neemt het peil in de Nieuwlossing en de Vloedlossing toe met 15 centimeter, dit is het effect van het verhoogde peil in de Rosveldlossing en de verondieping van 25 centimeter in de Vloed- en Nieuwlossing.



Figuur 4-2 Peilverandering voorkeursvariant 20% maatgevende afvoer zomer situatie ten opzichte van de referentie

Winter 210% maatgevende afvoer

In Figuur 4-3 is de peilverandering bij een 210% maatgevende afvoer in een wintersituatie. Hieruit komt grotendeels hetzelfde beeld als in de zomer en de winter situatie. Ter hoogte van de A2 en het instroompunt van de gedempte Oude Graaf naar de Schansbemdlossing is een peil stijging van 60 centimeter bij een 210% maatgevende afvoer. Een verschil is dat in een 210% maatgevende ten opzichte van een normale zomer en winter situatie dat het peil in de Rosveldlossing en het Sterksels Kanaal daalt met ongeveer 10 centimeter. Dit komt door de verminderde toestroom door demping en verondieping van watergangen. Mede daardoor daalt ook in de Vloedlossing en de Nieuwlossing ten opzichte van de referentie situatie met 210% maatgevende afvoer.



Figuur 4-3 Peilverandering voorkeursvariant 210% maatgevende afvoer winter situatie ten opzichte van de referentie

In Figuur 4-4 is de drooglegging ten opzichte van het maaiveld weergegeven voor een situatie met een 210% maatgevende winter situatie ten opzichte van het maaiveld (AHN4). Dit laat zien dat er weinig kritische drooglegging locaties zijn in dit gebied.

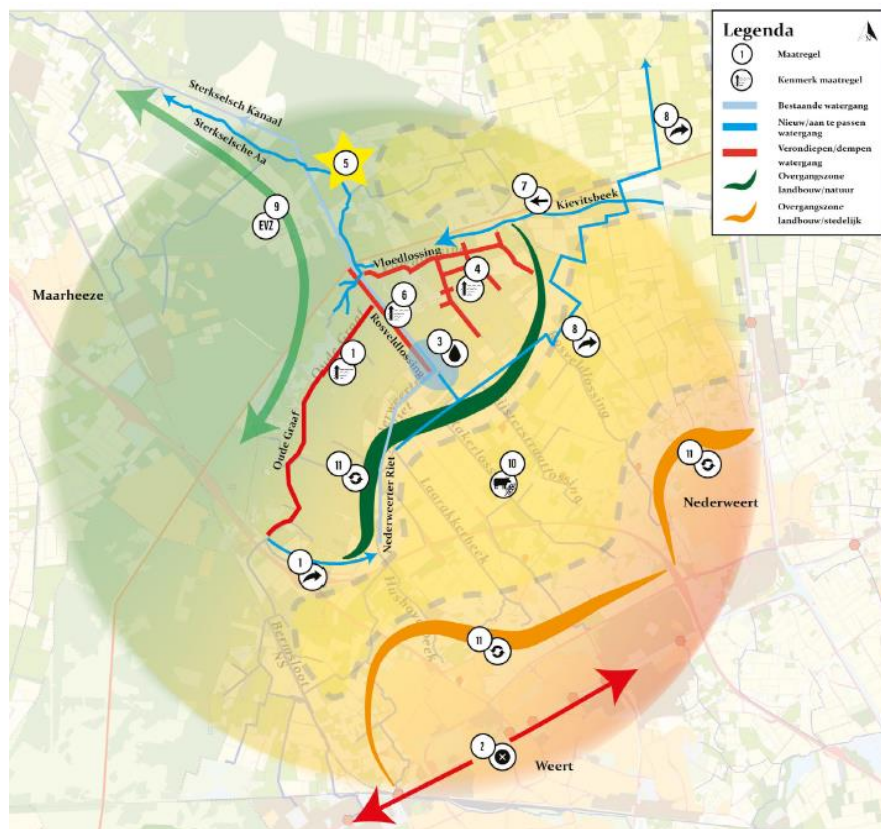


Figuur 4-4 Drooglegging 210% maatgevende winter situatie ten opzichte van maaiveld 210%.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Het doel van deze studie was om een aantal maatregelen uit de Gebiedsvisie Weerterbos en Laarderheide te verkennen, en het verkrijgen van inzicht in de effecten van de maatregelen met behulp van modelberekeningen met een oppervlaktewatermodel.



Figuur 5-1 Overzicht maatregelen uit Gebiedsvisie Weerterbos en Laarderheide

De tabel op de volgende pagina geeft per maatregel weer in hoeverre de afzonderlijke maatregel bijdraagt aan vernatting van het Natura2000gebied Weerterbos, hoe groot de inspanning is, in hoeverre er effecten boven- en benedenstrooms plaatsvinden, en wat het effect is op het Sterksels Kanaal.

- Maatregelen 5, 8 en 9 maakten bij aanvang al geen onderdeel uit van deze studie;
- Van maatregelen 2 en 3 bleek tijdens uitvoering van de studie dat niet voldoende gegevens beschikbaar waren om antwoord te geven op de vragen, of dat het oppervlaktewatermodel hier niet geschikt voor bleek.

Projectgerelateerd



Maatregel		Vernatting N2000 ²	Benodigde inspanning	Effect bovenstrooms	Effect benedenstrooms	Effect Waterschap de Dommel
1 Dempen Oude Graaf en omleiding Nederweeter Riet	A	> 50 cm	Groot	OG: 0 A2: +51 cm NR: +6 cm	+ 9 cm in Nederweeter Riet tot aan buffer	Grondwaterstandsstijging in N2000 zorgt voor hogere kweldruk naar Sterkselsche Aa beekdal. Piekafvoeren nemen af, omdat buffers beter ingezet worden
	B	> 60 cm	Groot	OG: +4 cm A2: +63 cm NR: +6 cm		
	C	> 40 cm	Zeer groot	OG: 0 A2: +44 cm NR: 0		
2 Optimaliseren inlaat		Geen	Klein	Geen	Geen	Mogelijk minder (gebiedsvreemd) water
3 Verbeteren regenwaterbuffers		Geen	Klein	Geen	Geen	Geen
4 Verondiepen/dempen Vloedlossing /Nieuwlossing	25/50 cm verondieping	10 - 50 cm	Gemiddeld	Peilverhoging bovenstrooms van Nieuwlossing / Vloedlossing, afhankelijk van ingreep	Vermindering toestroom naar Oude Graaf	Grondwaterstandsstijging in N2000 zorgt voor hogere kweldruk naar Sterkselsche Aa beekdal. Piekafvoeren veranderen waarschijnlijk niet
	dempen	> 50 cm	Gemiddeld			
	Toepassen stuw	20 – 60 cm	Klein			
	Toestaan begroeiing	10 – 20 cm	Klein			
6 Verminderen drainerende werking Rosveldlossing		±40 cm	Gemiddeld tot groot	Geen	Tot aan Heibloemstraat	

² Op basis van resultaten oppervlaktewatermodel en expert judgement. De werkelijke vernatting is alleen te berekenen met een grondwatermodel

Projectgerelateerd



7 Herstel verbinding Kievitsbeek Vloedlossing	1 tot 10 cm	Groot	50-80 cm! In huidige Kievitsbeek	Meer basisafvoer, meer piekafvoeren. Waterkwaliteit door aanwezige landbouw is onbekend	Grondwaterstandsstijging in N2000 zorgt voor hogere kweldruk naar Sterkselsche Aa beekdal. Piekafvoeren nemen minimaal toe
-----------------------------------------------------	-------------	-------	----------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Na de afzonderlijke maatregelen is een Voorkeursvariant doorgerekend met het oppervlaktewatermodel. Deze Voorkeursvariant bestaat uit de maatregelen:

- Maatregel 1B (geoptimaliseerde versie): Damping Oude Graaf en omlegging Nederweerder Riet;
- Maatregel 4: Verondieping Vloedlossing en Nieuwlossing met 25 cm;
- Maatregel 6: Verminderen drainerende werking Rosveldlossing

Uit de doorrekening van de Voorkeursvariant met het D-Hydramodel blijkt dat deze combinatie van maatregelen zorgt voor:

- Een 10 tot 15 centimeter peilstijging in de Rosveldlossing en Vloedlossing/Nieuwlossing binnen het Natura2000gebied Weerterbos in gemiddelde situaties (20% en 50% maatgevende afvoersituatie);
- Ter plaatse van de damping Oude Graaf is het effect niet in te schatten met een oppervlaktewatermodel, maar hier zal een aanzienlijke stijging van de grondwaterstand plaatsvinden, omdat het belangrijkste drainagemiddel hier verwijderd is;
- In de Nederweerder Riet vindt lokaal een peilstijging van 1 tot 10 centimeter plaats in gemiddelde situaties, maar dat leidt niet tot problemen qua drooglegging. Ter hoogte van de onderdoorgang A2 is geen toename van de waterstand;
- In de Schansbemiddling vindt een peilstijging van 30 centimeter plaats in normale omstandigheden (20% en 50% maatgevende afvoersituaties);
- In de Oude Graaf vindt een peilstijging van 60 centimeter plaats. Ook bij de onderdoorgang Oude Graaf – A2 vindt waterstandsstijging plaats, maar er is nog voldoende drooglegging ter plaatse van de bebouwing;
- De combinatie van maatregelen zorgt niet voor een toename van overstrooming in een 210% maatgevende situatie.

5.2 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Naar aanleiding van de uitgevoerde studie worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Uit zowel de watersysteemanalyse Sterkselsche Aa / Sterksels Kanaal als de systeemanalyse Oude Graaf blijkt dat het beekdal Sterkselsche Aa en de Oude Graaf / N2000 Weerterbos in een ideale situatie als één geheel functioneren. Aanbevolen wordt om vervolgstappen integraal op te pakken met beide waterschappen; en daarbij ook beide provincies te betrekken. Het gaat dan zowel om de integrale systeembenadering, grond- en oppervlaktewatermodellering en monitoring. Indien de maatregel 8: 'demping Rosveldlossing en water omleiden' naar Waterschap Aa en Maas een serieuze optie wordt, wordt aanbevolen om ook samen met dat waterschap op te trekken.
- Aanbevolen wordt om het oppervlaktewatersysteem op strategische locaties te monitoren. Hierbij gaat het zowel om debiet- als waterstandsmetingen. Op deze manier wordt het beter mogelijk om het oppervlaktewatermodel te kalibreren en waterbalansen te maken. Dit verhoogt vertrouwen in het model. Voor debietmetingen wordt geadviseerd debietmeters te installeren in plaats van debieten af te leiden van oppervlaktewaterstanden.
- In de watersysteemanalyse van de Sterkselsche Aa is naar voren gekomen dat het optimaliseren van het inlaatwater vanuit de Zuid-Willemsvaart een serieuze optie is. Op basis van de beschikbare gegevens is het niet mogelijk een analyse uit te voeren waaruit blijkt wat de effecten zijn op waterkwantiteit en waterkwaliteit. Aanbevolen wordt om vervolgonderzoek te doen naar de waterkwaliteit van het gebiedsvreemde Zuid-Willemsvaartwater (nutriënten, ZZS, PFAS).
- Het functioneren van de buffers in de praktijk is niet eenduidig te analyseren. Alhoewel het gevoel binnen de waterschappen heerst dat de buffers te veel water doorlaten in de richting van Waterschap de Dommel, is dat met debieten en sturing in het model niet te verklaren; en ook niet met de beschikbare monitoringsgegevens. Daarom wordt geadviseerd een detailanalyse uit te voeren.

voeren van het functioneren van de regenwaterbuffers. Deze analyse zou zich moeten toespitsen op:

- Waterkwantiteitsmonitoring boven- en benedenstrooms van de regenwaterbuffers, zodat inzicht in werkelijke werking verkregen kan worden; zowel debieten als waterstanden. Op dit moment worden debieten afgeleid ter hoogte van de stuwen. Aanbevolen wordt om debietmeters te installeren, omdat debietmeters kwalitatief betere meetgegevens genereert.
- Het analyseren van de sturing aan de hand de debiet- en waterstandsmetingen. Analyseren of de sturing zorgt voor optimale berging van de afvoer vanuit het zuiden en in hoeverre pieken worden afgevangen voordat ze in de richting van Waterschap de Dommel gaan.
- Pas als bovenstaande stappen zijn uitgevoerd: modelmatig de sturing optimaliseren. De optimalisatie moet erop gericht zijn de pieken goed af te vangen. Deze sturing kan geoptimaliseerd worden door de stuwen anders in te stellen, maar het is ook een mogelijkheid om te spelen met het moment van in- en uitlaten zoals toepassing van kleppen op duikers. Dit geeft een extra mogelijkheid om het afvangen van de pieken beter te kunnen timen.
- Vanuit Waterschap Limburg bestaat de wens om de buffers zo in te richten dat ze kunnen fungeren als filter om de waterkwaliteit te verbeteren. Het gebied kan zo ingericht worden dat de basisafvoer door de buffers stroomt en de huidige Rosveldlossing en Nederweerder Riet pas gaan meestromen bij piekafvoeren. Dit vraagt wel om grondige aanpassingen in het systeem. Deze analyse maakte geen onderdeel uit van deze studie, maar kan onderdeel zijn van een vervolgstudie.
- De maatregel die gericht is op het verminderen van de drainerende werking Rosveldlossing richt zich in deze studie op het afsluiten van de watergang door middel van een kleilaag of overkluizing, of het aanpassen van het profiel. Er dient afstemming plaats te vinden met de Provincie Limburg over de afweging wat meest gewenste maatregel is om de drainage te beperken. Binnen deze afweging is hydrologisch functioneren een onderdeel, maar daarnaast ook: ruimtebeslag, kosten, ecologische meerwaarde, robuustheid etc.
- Het herstellen van het brongebied Sterkselsche Aa op een andere manier dan via de verbinding Kievitsbeek – Vloedlossing is het onderzoeken waard. Hierbij kan gezocht worden naar een ander traject dan in deze studie is gedaan. Waterkwaliteit is hierbij een aandachtspunt.
- De Voorkeursvariant biedt input voor de grondwatermodellering die de Provincie Limburg parallel uitvoert. Aanbevolen wordt om inzichten die uit de grondwatermodellering naar voren komen daarna ook weer te gebruiken voor het vervolgetraject van aanpassingen in het oppervlaktewatersysteem. In deze studie zijn bijvoorbeeld aannames gedaan voor toestroom van grond- naar oppervlaktewater. Het grondwatermodel kan uiteindelijk gebruikt worden om deze aannames te verfijnen.
- Het vernatten van het Natura2000 gebied heeft mogelijk effect op de omgeving en het landgebruik aldaar. De geohydrologische studie van de maatregelen geeft een indruk van dat effect. Aanbevolen wordt om hier slimme keuzes en een afweging in te maken, en waar nodig een aanpassing van het landgebruik door te voeren.

6 Referenties

- [1] Rapport: *Gebiedsvisie Weerterbos & Laarderheide, naar een robuust water- en bodemsysteem*, WSP, Waterschap Limburg en Provincie Limburg, d.d. mei 2023
- [2] Conceptrapport: *CONCEPT Systeemanalyse zicht op de Oude Graaf*, WSP en Waterschap Limburg, documentnummer D-003, versie 1, d.d. 2 december 2022
- [3] Notitie: *Verkenning opties omleiding Oude Graaf via de Schansbemdlossing*, Waterschap Limburg, 9 januari 2023
- [4] Notitie: *Hydrologische effectstudie Natura2000 maatregelen Weerterbos*, Royal HaskoningDHV, referentie BG2735-RHD-ZZ-XX-RP-Z-0001, d.d. 29 januari 2021
- [5] Rapport (digitaal): *Watersysteemanalyse Sterkselsche Aa en Sterksels Kanaal*, Royal HaskoningDHV, 18 oktober 2024