

RAPPORT

Compensatie waterberging Ekkersrijt BIC-Noord

Technisch achtergronddocument -
Oppervlaktewatermodellering

Klant: ASML

Referentie: BJ9434-WM-RP-250801-1300

Status: Definitief/2

Datum: 18 augustus 2025

HASKONING NEDERLAND B.V.

Jonkerbosplein 52
6534 AB Nijmegen
Netherlands
Water & Maritime
Trade register number: 56515154

Telefoon: +31 88 348 70 00
E-mail: info@haskoning.com
Website: haskoning.com

Titel document:	Compensatie waterberging Ekkersrijt BIC-Noord
Ondertitel:	Technisch achtergronddocument -Oppervlaktewatermodellering
Referentie:	BJ9434-WM-RP-250801-1300
Uw kenmerk	Click or tap here to enter text.
Status:	Definitief/2
Datum:	18 augustus 2025
Projectnaam:	Waterparagraaf ASML BIC Noord
Projectnummer:	BJ9434
Auteur(s):	
Opgesteld door:	
Gecontroleerd door:	
Datum:	7 augustus 2025
Goedgekeurd door:	
Datum:	7 augustus 2025
Classificatie:	Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. Haskoning 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 Haskoning 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	2
1.1	Achtergrond	2
1.2	Kader en doelstelling	2
1.3	Uitgangspunten	3
1.4	Stappenplan	3
1.5	Leeswijzer	3
2	Modelbouw	4
2.1	Opzet BIC2025-model	4
2.2	1D-model	5
2.2.1	Schematisatie verbeteringen	5
2.2.2	Neerslag afvoer	6
2.3	2D-model	7
2.3.1	Hoogtegrid referentie	7
2.3.2	Hoogtegrid basisscenario	8
2.3.3	Ruwheidsgrid	8
2.3.4	Koppeling 1D-2D	9
3	Modelresultaten referentie en basisscenario	11
3.1	Referentiesituatie	11
3.2	Basisscenario implementatie bouwblokken ASML1 en ASML2	14
4	Compensatieopgave en oplossingsrichtingen	17
4.1	Compensatieopgave	17
4.2	Oplossingsrichtingen	17
4.3	Variant 2: Verkleinen duiker A2 + verlagen Ekkersrijt	18
4.4	Variant 3: Verkleinen duiker A2 + Verbreden Ekkersrijt	20
4.4.1	Variant 3A: Noordzijde	20
4.4.2	Variant 3B: Zuidzijde	22
4.5	Variant 4: Berging Oude Bestse Ploegstraat	24
5	Conclusies en aanbevelingen	26

Bijlagen

A1	Ruwheid koppeltabel
----	---------------------

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

ASML is voornemens een nieuwe productielocatie te ontwikkelen op het BIC ten noordwesten van Eindhoven (BIC-noord). ASML heeft Haskoning opdracht verleend om voor BIC-noord de wateropgave te onderbouwen en uit te werken. Deze uitwerking en onderbouwing van de wateropgave wordt vastgelegd in een waterparagraaf ter onderbouwing van het TAM-IMRO besluit voor de gebiedsontwikkeling BIC-noord en heeft betrekking op de berging en afvoer van hemelwater, het voorkomen van risico's op overstroming vanuit oppervlaktewater en het voorkomen van grondwateroverlast. De eerste uitwerking hiervan is samengevat in het rapport Waterparagraaf gebiedsontwikkeling ASML BIC-Noord (RHDHV-rapport BJ9434-101-100-RHD-XX-XX-RP-X-0002 d.d. 5 augustus 2025). Voor het deel overstroming vanuit oppervlaktewater is naast de eerste uitwerking ook een onderbouwing met een hydrodynamisch model noodzakelijk. Dit rapport bevat de technische achtergrond en resultaten van deze modellering.

1.2 Kader en doelstelling

In het onderzoeksgebied BIC-Noord treden in de huidige situatie al overstromingen vanuit de Ekkersrijt op. Dit is ook vastgelegd in de Omgevingsverordening van Provincie Noord-Brabant. Een deel van het BIC-noord gebied is aangemerkt als **regionale waterberging**. Dit zijn gebieden die in de huidige situatie regelmatig, d.w.z. in hoogwatersituaties die gemiddeld vaker dan eens per 10 jaar voorkomen, onder water staan. Daarnaast zijn delen van het BIC-noord terrein in de omgevingsverordening aangemerkt als **reserveringsgebied waterberging**. Dit zijn gebieden die extra (aanvullend op de regionale waterbergingsgebieden) onder water komen te staan in geval van een hoogwatersituatie met een frequentie van eens per 100 jaar, onder aanname van een veranderd klimaat in 2050. De Waterschapsverordening van Waterschap de Dommel bevat concrete regels t.a.v. beide typen bergingsgebieden. Artikel 4.2 van de Waterschapsverordening stelt dat het in de bergingsgebieden zonder omgevingsvergunning verboden is om maaiveld op te hogen, waterkerende constructies aan te brengen of aan te passen of bouwwerken aan te brengen of te wijzigen. Eventuele ophoging van het maaiveld en bebouwing van de aangemerkte bergingsgebieden binnen BIC-noord is in beginsel dus niet verenigbaar met de dubbelfunctie waterberging (regionale waterberging of reserveringsgebied waterberging).

Om de door ASML voorgenomen ontwikkeling van BIC-noord mogelijk te maken, is het van belang om in het TAM-IMRO bestemmingsplan (en daarmee de TAM Omgevingsverordening) de dubbelfunctie waterberging te laten vervallen in de delen van de gebiedsontwikkeling BIC-noord die zijn aangemerkt als regionale waterberging of reserveringsgebied waterberging. Hiervoor dient te worden gemotiveerd dat de effecten van de voorgenomen ophoging en bebouwing binnen de bergingsgebieden zijn te voorkomen of voldoende zijn te mitigeren door technisch haalbare ontwerpaanpassingen en/of mitigerende maatregelen.

De doelstelling van het onderzoek is het modelmatig in beeld brengen en onderbouwen van de effecten van de geplande ontwikkeling BIC-Noord op bestaande overstroming en de verwachte verhogingen van waterstanden bij hoogwater binnen het plangebied, maar met name ook stroomopwaarts en stroomafwaarts van het BIC-noord plangebied. Aanvullend is onderzocht welke technische oplossingsrichtingen mogelijk en haalbaar zijn om waterstandsverhogingen buiten het plangebied van BIC-noord (stroomopwaarts en stroomafwaarts) te voorkomen.

1.3 Uitgangspunten

Bij dit onderzoek zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- In de waterparagraaf voor BIC-noord zijn concrete maatregelen opgenomen (berging op daken en tijdelijke berging op maaiveld), waarmee al het hemelwater op beide bouwblokken en het extra verharde oppervlak van de verlegde Dirk Noordhoflaan binnen de bouwblokken en het tracégebied van de verlegde Dirk Noordhoflaan kan worden opgevangen. Daarom is in de modelberekeningen -voor de situatie na ontwikkeling van BIC-noord- aangenomen dat de bouwblokken en het verharde oppervlak van de verlegde Dirk Noordhoflaan tijdens de hoogwaterpiek niet extra afvoeren naar de Ekkersrijt. Het hemelwater wordt ter plaatse opgevangen en pas geruime tijd na de hoogwaterpiek afgevoerd naar het grondwater en/of de Ekkersrijt. In het model is echter aangenomen dat dezelfde hoeveelheid water (landelijke afvoer) vanuit het gebied naar de Ekkersrijt wordt afgevoerd conform huidige situatie.
- In de analyse worden alleen effecten op waterstanden en debieten beschouwd en ligt de focus op waterstandsverhogingen stroomopwaarts en stroomafwaarts van BIC-noord bij T100. Hierdoor is het beoordelen van nadelige effecten op gebiedsfuncties boven- en benedenstrooms het plangebied niet relevant.
- Bij de modelberekeningen is alleen het integraal ophogen van de bouwblokken beschouwd in relatie tot de te compenseren waterberging. Aanvullend zijn technisch haalbare oplossingsrichtingen doorgerekend om boven- en benedenstroomse effecten te compenseren. Er is geen integrale plantoetsing uitgevoerd met alle ontwikkelingen in het plangebied aangezien veel zaken nog niet zijn vastgelegd.

1.4 Stappenplan

De onderbouwing van de compensatieopgave wordt uitgevoerd door middel van de volgende stappen:

- 1 Opvragen bestaand oppervlaktewatermodel van Waterschap De Dommel voor de Ekkersrijt en vaststellen van neerslag afvoersituaties en afvoergolven;
- 2 Aanpassing van de schematisatie en opzetten en doorrekenen van een nieuw referentiemodel;
- 3 Vaststellen van de compensatieopgave door middel van het implementeren van de bouwblokken in het hoogtetgrid van het oppervlaktewatermodel;
- 4 Wanneer er in stap 3 bovenstrooms van het Beatrixkanaal of benedenstrooms van de Rijksweg A2 waterstandsverhogingen worden waargenomen: het uitwerken van een passend pakket aan maatregelen ter compensatie binnen het plangebied (tussen het Beatrixkanaal en de A2).

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt eerst de modelopbouw beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft de resultaten van de berekeningen van de referentie en de basisvariant na ophoging van de bouwblokken van ASML. In hoofdstuk 4 zijn oplossingsrichtingen gerapporteerd die aantonen dat technische compensatie mogelijk is. Het rapport wordt in hoofdstuk 5 afgesloten met de belangrijkste conclusies en aanbevelingen.

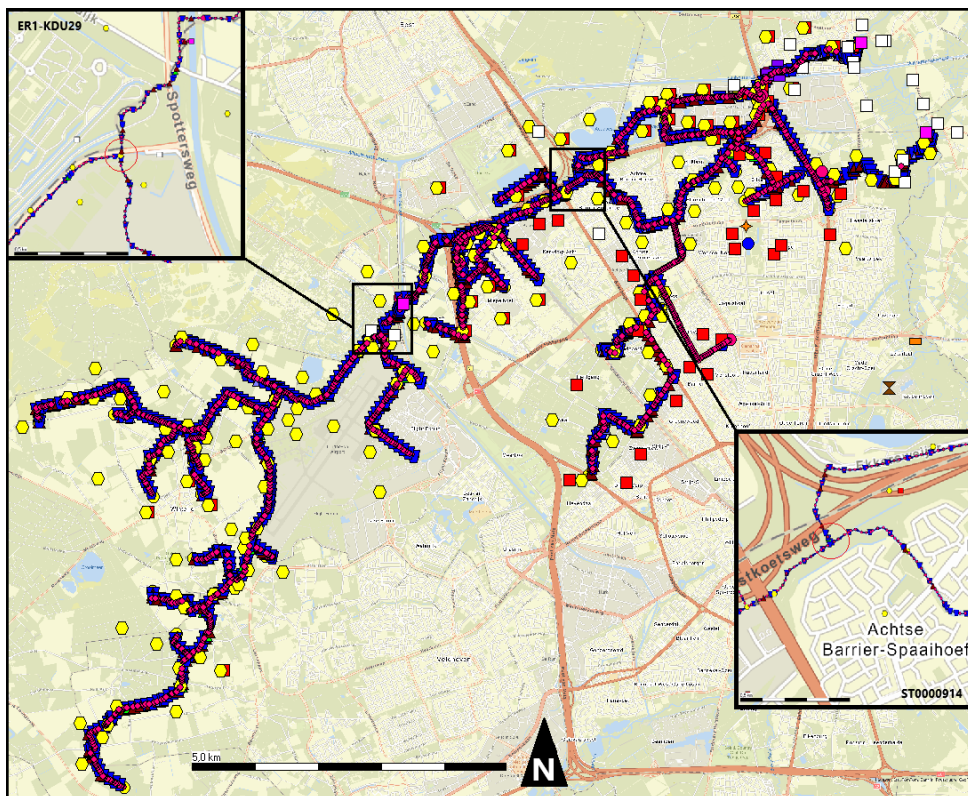
2 Modelbouw

2.1 Opzet BIC2025-model

Voor het uitvoeren van de analyse is het meest recente oppervlaktewatermodel (SOBEK-model) voor de Ekkersrijt opgevraagd bij Waterschap de Dommel. In afstemming met de hydrologen van Waterschap de Dommel is dit basismodel op de volgende onderdelen verbeterd en aangevuld:

- Vervanging hoogtemodel door vernieuwd maaiveldgrid (5x5 m o.b.v. AHN5) en ruwheidsgrid;
- Aanpassing schematisatie duiker onder Beatrixkanaal (conform de daadwerkelijke situatie in het veld twee sifons in plaats van één);
- Aanpassing duikeraansluiting Ekkersrijt met Beatrixkanaal bovenstrooms kanaal;
- Recente profielen Ekkersrijt overgenomen vanuit Legger passend bij AHN5.

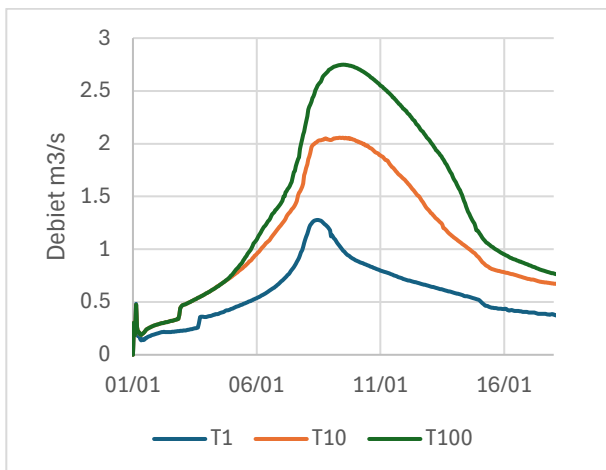
Het model van Waterschap De Dommel is een hydrodynamisch 1D2D-Sobek model. Dit Sobek-model bevat de loop en zijtakken van de Ekkersrijt en heeft als kenmerk EkkrD01.lit. Een visualisatie van het EkkrD01.lit model is gegeven in Figuur 2-1. Om het model te verbeteren is gebruik gemaakt van openbare databronnen AHN5, LGN2023 en Leggerkaart van Waterschap de Dommel. Uit het EkkrD01.lit model is een nieuw model opgebouwd met het kenmerk BIC2025.lit.



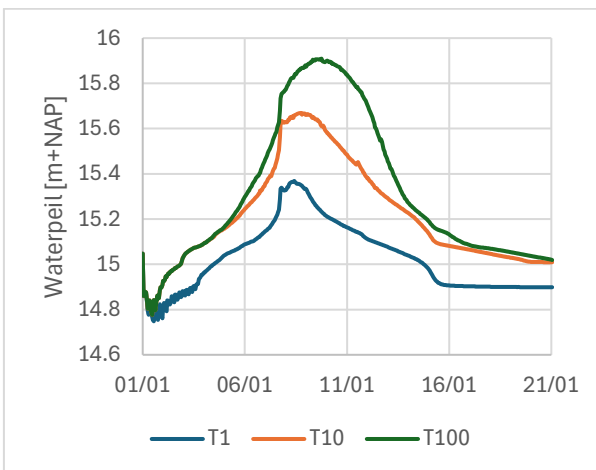
Figuur 2-1: Overzicht EkkrD01.lit model

De referentiesituatie en verschillende scenario's worden doorgerekend voor drie verschillende herhalings tijden T1, T10, T100. Voor deze drie afvoersituaties zijn de bovenstroomse afvoergolf en de benedenstroomse waterstanden afgeleid uit het EkkrD01.lit model. Hierbij zijn, op aanraden van het

waterschap, de afvoeren het model met ruwheid $ks = 25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ gebruikt en voor waterstanden het gekalibreerde model met ruwheid $ks = 75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. Deze randvoorwaarden zijn aangehouden tijdens het gehele project en zijn niet aangepast. De randvoorwaarden bepalen ook de duur van de simulaties en zijn gevisualiseerd in Figuur 2-2 en Figuur 2-3.



Figuur 2-2: Benedenstroomse randvoorwaarde (x-as: dagen)



Figuur 2-3: Bovenstroomse randvoorwaarde (x-as: dagen)

2.2 1D-model

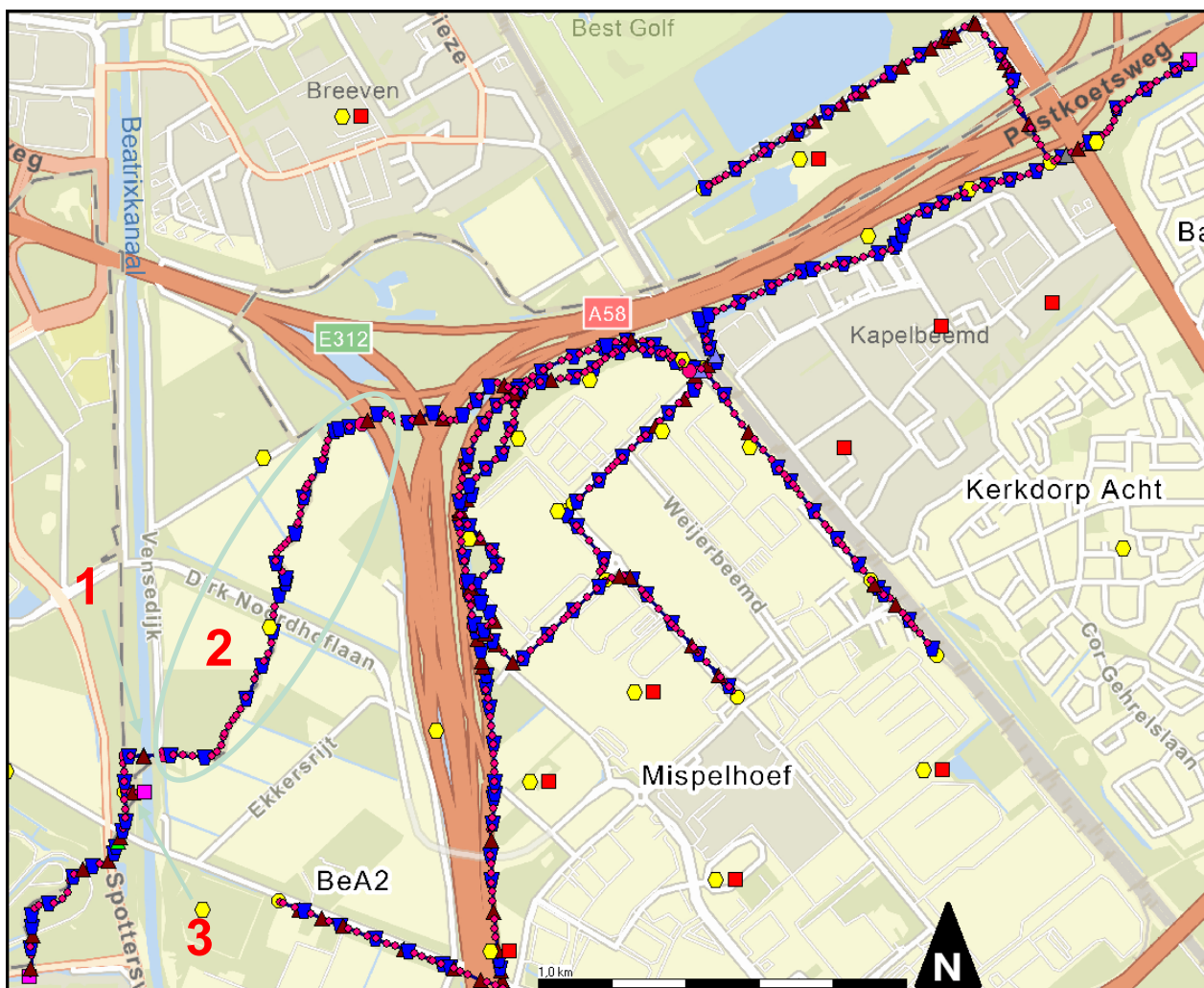
Voor de 1D-modelschematisatie van het BIC2025.lit model is een uitsnede van het EkkrD01.lit model gebruikt. De bovenstroomse randvoorwaarde is ten opzichte van het EkkrD01.lit model verplaatst naar vlak bovenstrooms van duiker **ER1-KDU29** en de Landardseweg. De benedenstroomse randvoorwaarde is verplaatst naar vlak bovenstrooms van stuw **ST0000914**. De locaties van deze randvoorwaarden zijn aangegeven in Figuur 2-1. De weestand in de watergangen is gelijk gehouden aan het EkkrD01.lit model met weerstand $ks=25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. Het interessegebied wordt aan de bovenstroomse kant begrenst door het Beatrixkanaal en aan de benedenstroomse kant door de A2. Een sifon onder het kanaal en een duiker onder de A2 zorgen voor de doorstroom van de Ekkersrijt door dit gebied.

2.2.1 Schematisatie verbeteringen

Met dit model zijn voor de T100 afvoer-situatie verschillende berekeningen uitgevoerd. Deze berekeningen zijn gecontroleerd op plausibele debieten, waterstanden en overstromingsbeelden. Hieruit is gebleken dat er verschillende verbeteringen in het model nodig waren om de huidige situatie goed in beeld te krijgen. Er zijn drie verschillende verbeteringen doorgevoerd in de 1D-schematisatie:

- 1 De Ekkersrijt stroomt via een sifon onder het Beatrix kanaal door. Waar in het EkkrD01.lit model dit geschematiseerd was als een enkele buis, liggen er in realiteit twee buizen. Beide buizen zijn operationeel zoals de beheerder van het waterschap heeft aangegeven. In het BIC2025.lit model is daarom een tweede buis toegevoegd conform de gegevens in de Leggerkaart.
- 2 Er hebben tussen het opstellen van het EkkrD01.lit model en het BIC2025.lit model verschillende ontwikkelingen aan de Ekkersrijt plaatsgevonden. De Leggerkaart bevat de meest recent ingemeten profielen en zijn daarmee accurater dan de profielen aanwezig in het EkkrD01.lit model. Voor de loop van de Ekkersrijt in het plangebied (tussen het Beatrix kanaal en de A2) zijn de profielen daarom in het BIC2025.lit model geüpdatet conform de gegevens in de Leggerkaart.
- 3 Duiker **DSH0021713** verbindt de Ekkersrijt met het Beatrix kanaal. Deze duiker zit niet goed aangesloten in het EkkrD01.lit model. Op basis van de gegevens in de Leggerkaart en de observaties van het Waterschap, is deze duiker op een andere hoogte gelegd in het model.

Een overzicht van de 1D-schematisatie in het BIC2025.lit model en de locaties van de verbeteringen ten opzichte van het EkkrD01.lit model zijn gegeven in Figuur 2-4.



Figuur 2-4: Overzicht BIC2025.lit model

2.2.2 Neerslag afvoer

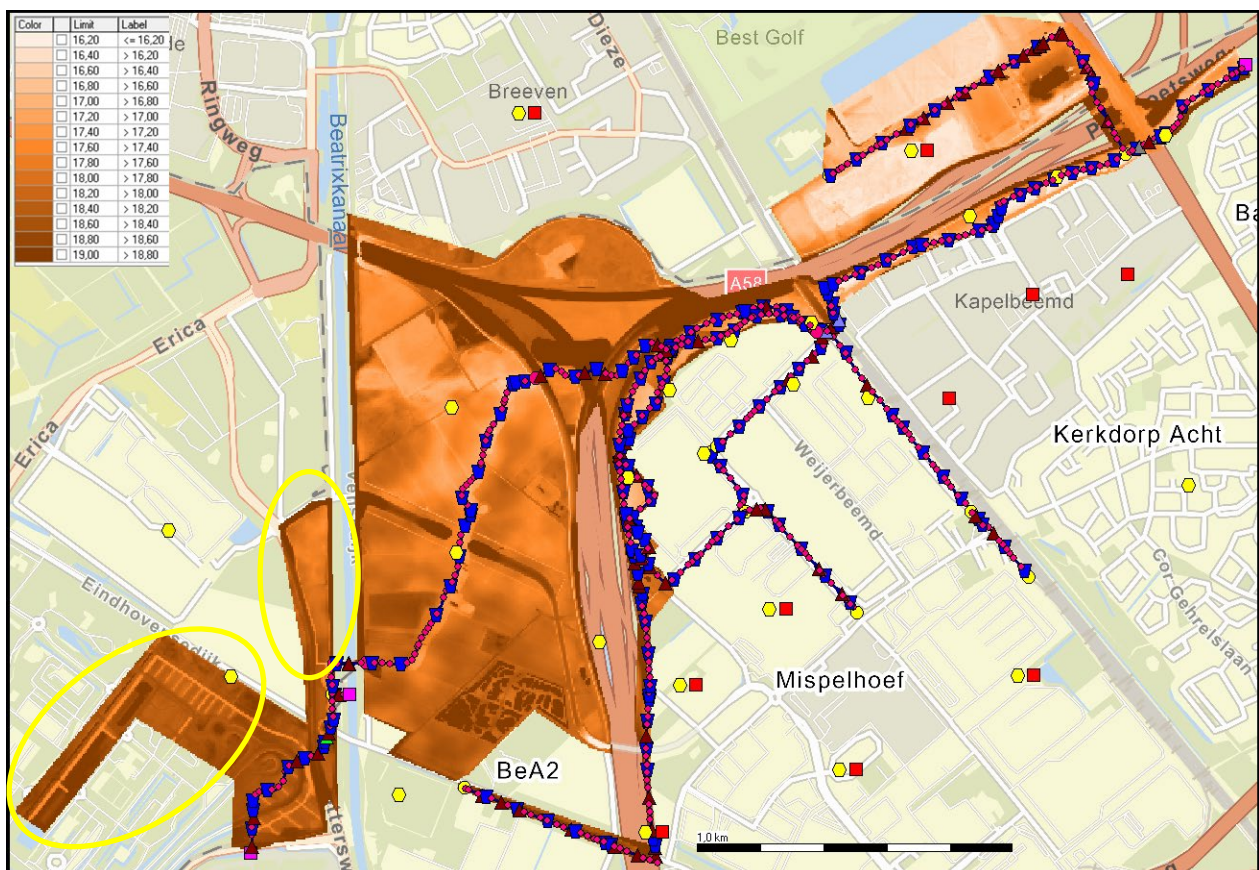
De neerslag afvoer knopen en links uit het EkkrD01.lit model zijn één op één overgenomen en geïmplementeerd in het BIC2025.lit model. Omdat ervan wordt uitgegaan dat neerslag op de bouwblokken volledig binnen deze bouwblokken kan worden opgevangen en geborgen, is dit een conservatieve aanname omdat het uitgaat van dezelfde neerslag-afvoerrelatie. In realiteit zal de neerslag afvoer naar de Ekkersrijt uit deze gebieden in de beschouwde situatie afnemen door de bouw van ASML1 en ASML2 door het opvangen van neerslag. De toetsing van T100 overstroming voor het compenseren van de ophoging van de bouwblokken vindt plaats aan een gestandaardiseerde hoogwatersituatie zoals het waterschap deze hanteert. Deze situatie gaat uit van de wintersituatie waarbij voor een langere tijd neerslag valt. In deze situatie is de piekintensiteit van de neerslag niet te vergelijken met de hemelwateropgave. De uitwerking van de hemelwaterberging is opgenomen in de Waterparagraaf (RHDHV-rapport BJ9434-101-100-RHD-XX-XX-RP-X-0002 d.d. 5 augustus 2025).

2.3 2D-model

2.3.1 Hoogtegrid referentie

Het hoogtegrid uit het EkkRD01.lit model is gemaakt met het ahn4 en op een resolutie van 25m bij 25m. Om een goed beeld te krijgen van de huidige situatie is het hoogtemodel opnieuw opgebouwd door gebruik te maken van de meest recente versie van het AHN (ahn5) en door de resolutie te verkleinen van 25 meter naar 5 meter.

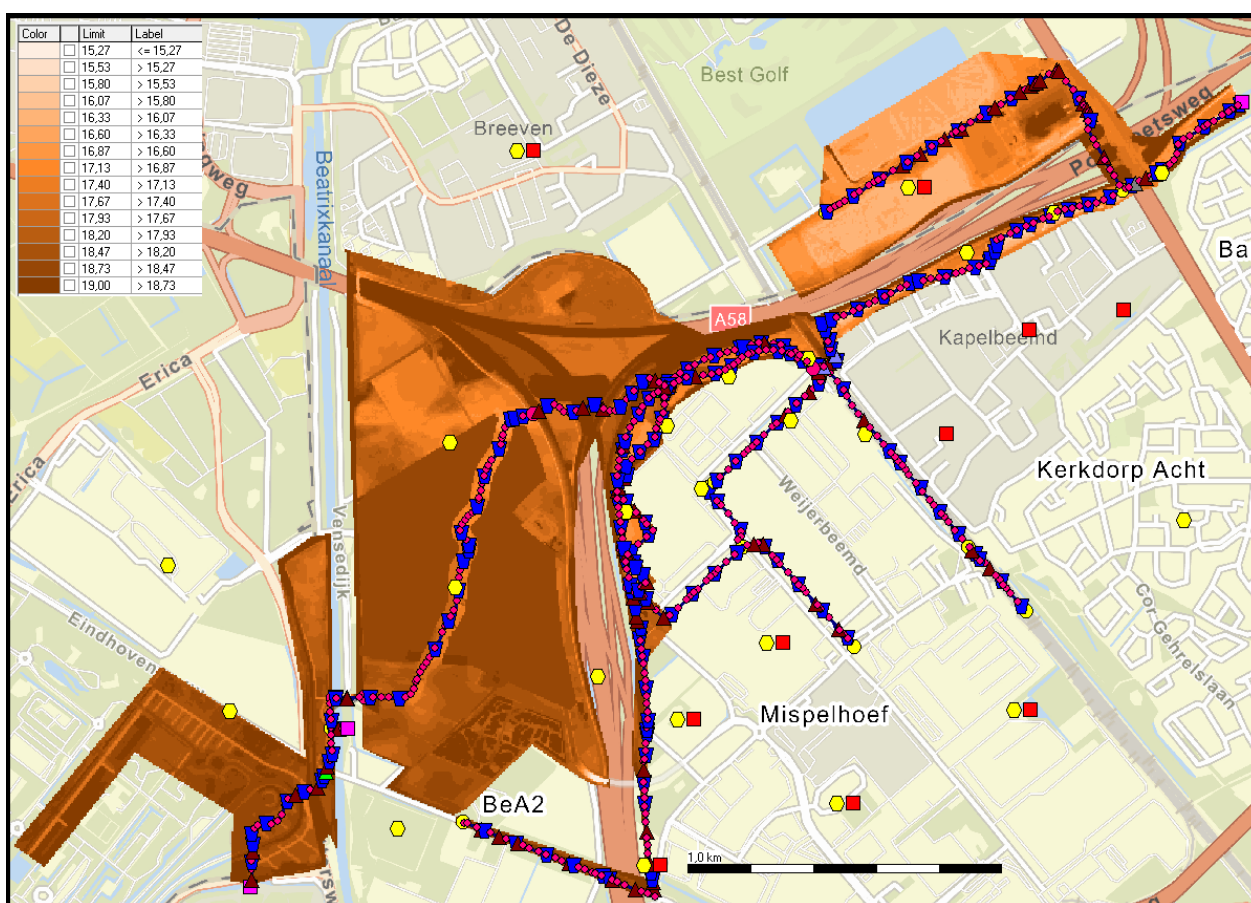
Het 2D-grid is ook uitgebreid op specifieke plekken waar in T100 situaties berging op maaiveld buiten het BIC terrein kan optreden. Dit bevat het militaire terrein ten westen van het Beatrix kanaal en een bergingsgebied lang de Spottersweg. Uit het hoogtemodel blijkt duidelijk dat de Ekkersrijt een andere loop heeft gekregen ten opzichte van het aangeleverde 1D-model. Omdat hier geen gegevens van beschikbaar zijn, is ervoor gekozen dit niet in de modellering aan te passen maar wel terug te laten komen in het hoogtegrid. In kader van het doel van de modellering in dit project is de berging van water op maaiveld in hoogwater situaties in dit bovenstroomse gebied belangrijker dan de ligging van de watergang. Aangezien die nieuwe loop en uitgebreidere overstromingsgebieden wel goed meegenomen zijn in het 2D hoogtegrid, kan ervan worden uitgegaan dat deze keuze weinig invloed heeft op de modelresultaten. Het hoogtegrid is weergegeven in Figuur 2-5.



Figuur 2-5: Hoogtegrid referentiesituatie

2.3.2 Hoogtegrid basisscenario

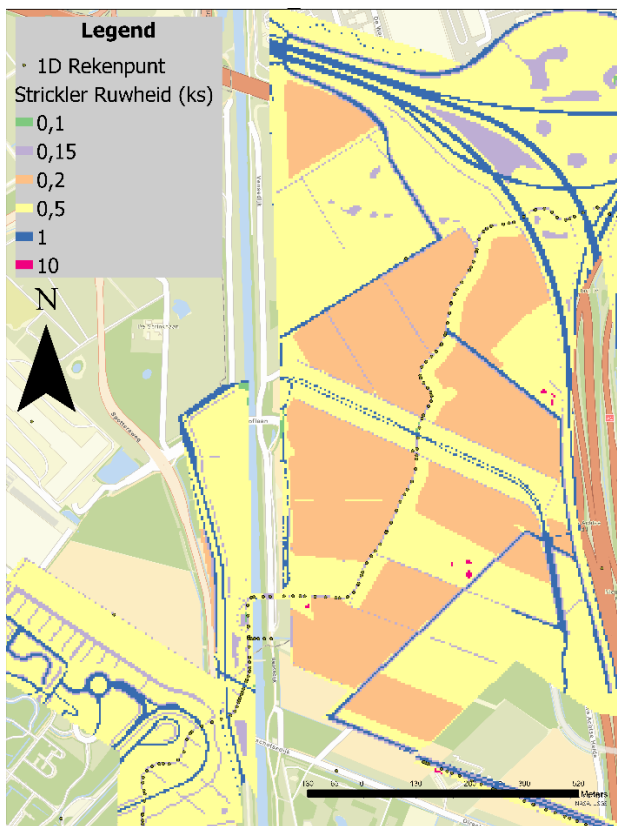
Het BIC ontwerp vergt in de modellering twee aanpassingen. Ten eerste zijn de bouwblokken met een peil van 18,50 m +NAP ingebrand in het hoogtemodel. Hierbij wordt het hele gebied integraal opgehoogd. In werkelijkheid zullen taluds en glooiingen aangebracht worden maar aangezien het detailniveau van de plannen nog niet bekend zijn, wordt hier de aanname gedaan dat het maaiveld overal 18,50 m +NAP gaat worden. Ten tweede moet de Dirk Noordhoflaan in het hoogtegrid verplaatst worden naar de zuidkant van de bouwblokken. Het resulterende hoogtegrid is weergegeven in Figuur 2-6.



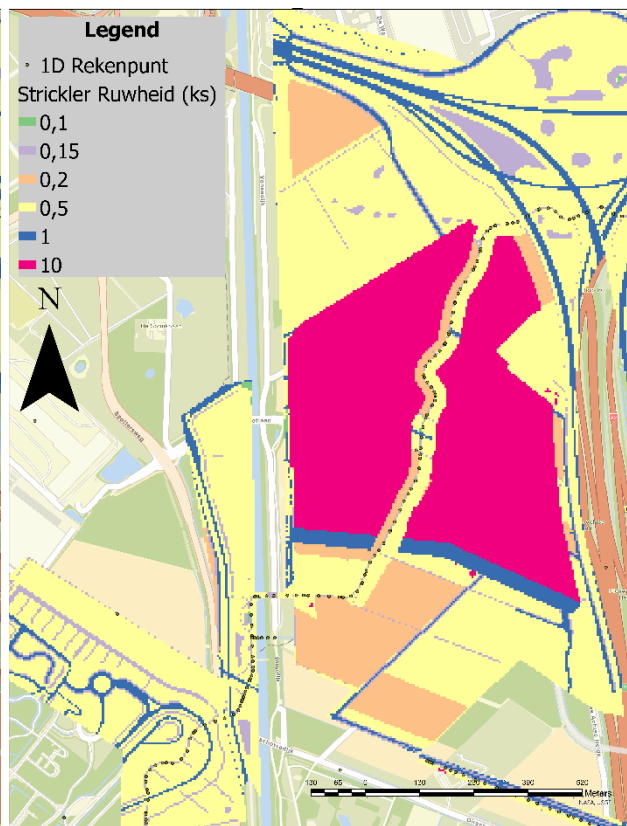
Figuur 2-6: Hoogtegrid basisscenario implementatie ASML1 en ASML2

2.3.3 Ruwheidsgrid

Het ruwheidsgrid is opnieuw opgebouwd, zodat deze overeenkomt met het nieuwe hoogtegrid. Voor het ruwheidsgrid is het landgebruik volgens LGN2023 gebruikt. In deze dataset zijn de recente ontwikkelingen in het gebied goed meegenomen. Door middel van een koppeltabel, afgeleid van informatie van Waterschap de Dommel is het landgebruik omgezet naar een Nikuradse ruwheidswaarde. De gebruikte koppeltabel is bijgevoegd in Bijlage A1. In de modellering is uitgegaan van een wintersituatie en daarmee de winter ruwheidswaarden. Deze zijn over het algemeen lager dan de zomer ruwheidswaarden doordat er minder begroeiing aanwezig is. Het ruwheidsgrid is eveneens op een raster van 5m bij 5m geprojecteerd. Het ruwheidsgrid voor de huidige situatie en de situatie na implementatie van de ASML-bouwblokken is weergegeven in Figuur 2-7 en Figuur 2-8.



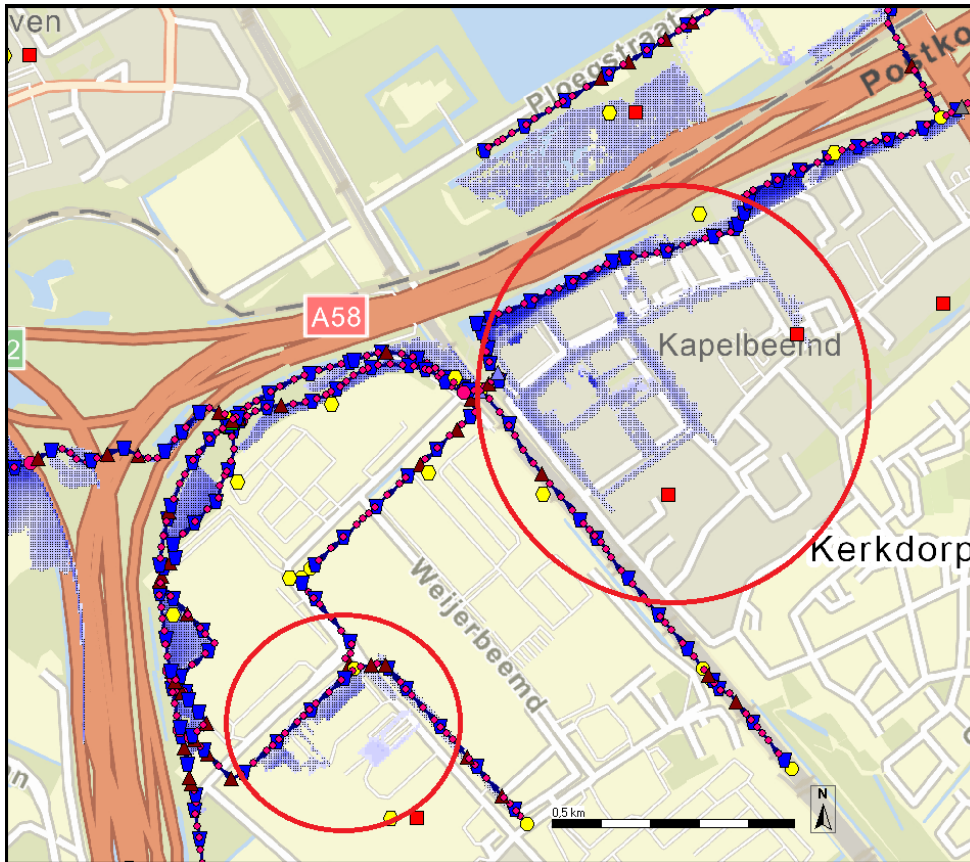
Figuur 2-7: Ruwheidsgrid in referentie situatie



Figuur 2-8: Ruwheidsgrid na implementatie bouwblokken

2.3.4 Koppeling 1D-2D

Voor de koppeling tussen de 1D watergangen en het 2D rekengrid is ervoor gekozen nieuwe rekenpunten in het 1D model toe te voegen. Deze zijn zo toegevoegd, dat elke rekencell waar een 1D-watergang overheen loopt goed aan elkaar gekoppeld zijn. In SOBEK zijn er drie verschillende instellingen waarop bepaald wordt of water van het 1D naar het 2D model stroomt. In de oorspronkelijke modellering (EkkrD01.lit) staat deze instelling op "Assume no embankments". Dit betekent dat de hoogte van onderliggende gridcellen bepaalt of een watergang overstroomt. Na een controle berekening is ervoor gekozen deze instelling aan te passen omdat er onrealistische overstromingen ontstonden. Een voorbeeld van deze onrealistische overstromingen in woonwijken is weergegeven in Figuur 2-9. Ook is ervanuit gegaan dat de ingemeten profielen accurater zijn van de afgeleide waarden van het hoogtegrid. De instelling is daarom veranderd naar "Assume lowest level of embankments". Dit betekent dat een watergang van 1D overstroomt in het 2D-grid, bij een waterstand die hoger is dan één van de twee zijanten van het 1D profiel.

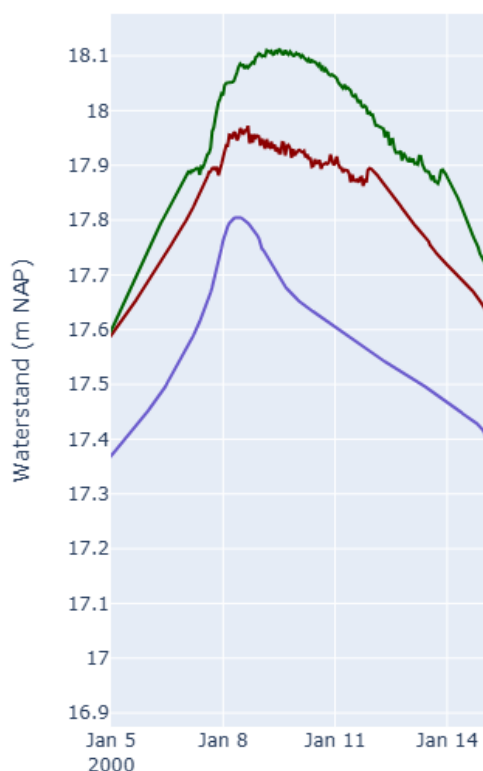


Figuur 2-9: Voorbeeld onrealistische overstromingen bij instelling "Assume no embankments"

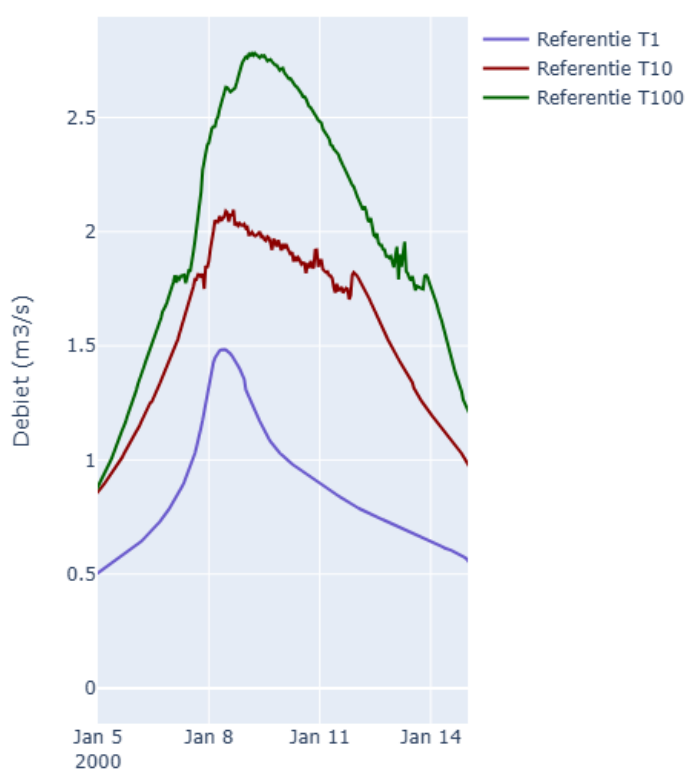
3 Modelresultaten referentie en basisscenario

3.1 Referentiesituatie

De afvoergolven zorgen voor een oplopende waterstand bovenstrooms van de sifon onder het Beatrixkanaal en benedenstrooms van de duikers onder de A2. De waterstand bovenstrooms loopt op tot 18,11 m +NAP in een T100 situatie. Figuur 3-1 en Figuur 3-2 laten de waterstanden en debieten bovenstrooms van het Beatrixkanaal zien.



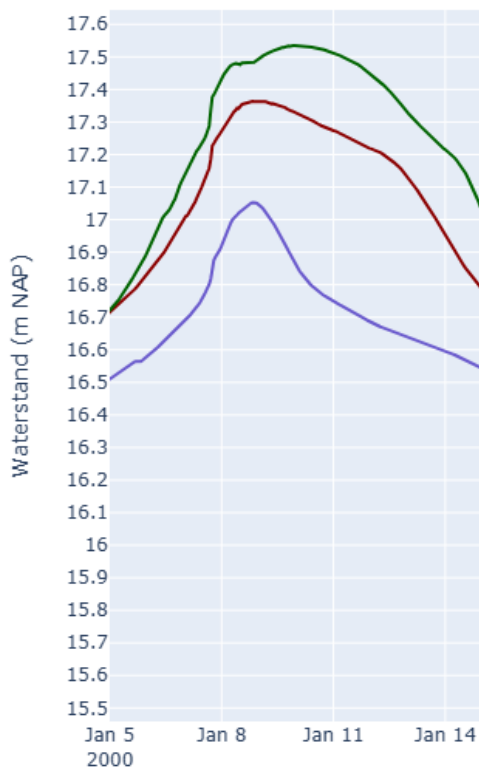
Figuur 3-1: Waterstand bovenstrooms Beatrixkanaal



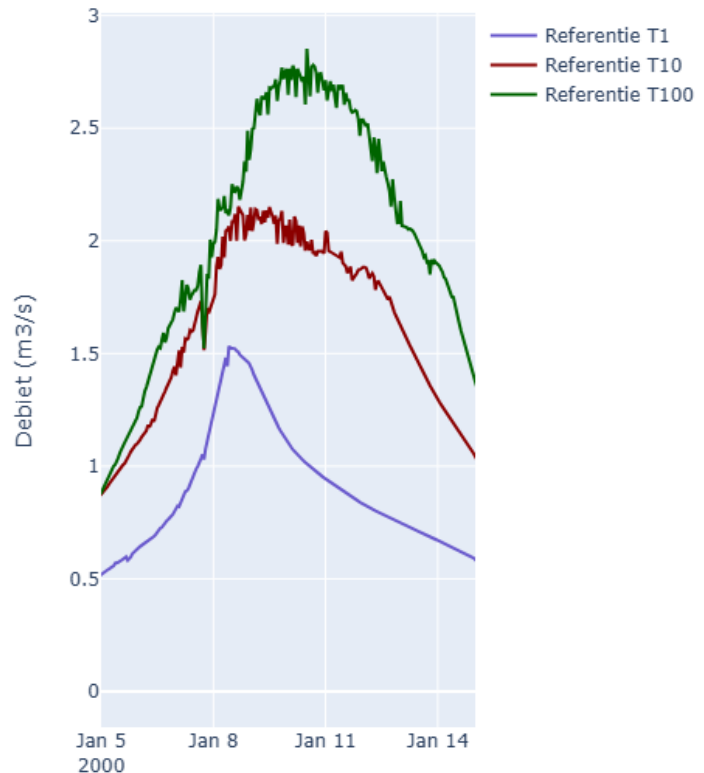
Figuur 3-2: Debiet door sifon Beatrixkanaal

De golf in een T1 situatie laat weinig ruis zien. Dit komt omdat er zeer beperkt overstromingen plaats vinden. Modelmatig ontstaan er oscilaties bij een uitwisseling van water tussen een 1D watergang en het 2D-grid. Bij hogere afvoersituaties vinden er overstromingen plaats, bovenstrooms van het Beatrixkanaal waardoor de afvoergolf en de waterstand meer fluctueert.

Benedenstrooms van de A2 zijn de waterstanden lager. Hier loopt de waterstand bij een T100 situatie op naar 17,65m +NAP. Over het gebied tussen het Beatrixkanaal en de A2 is een verval van meer dan 60 cm. Overstromingen binnen het gebied vinden al plaats bij een T1 situatie. De afvoergolf benedenstrooms bij de A2, fluctueert daarom bij deze lage afvoer ook al. Figuur 3-3 en Figuur 3-4 laten de waterstanden en debieten benedenstrooms van de A2 zien.

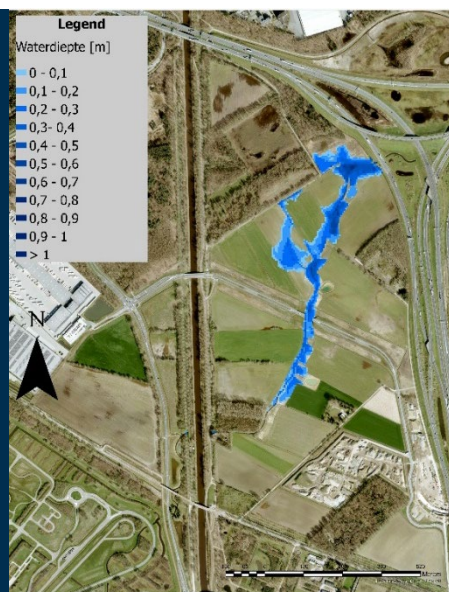


Figuur 3-3: Waterstand benedenstrooms van A2

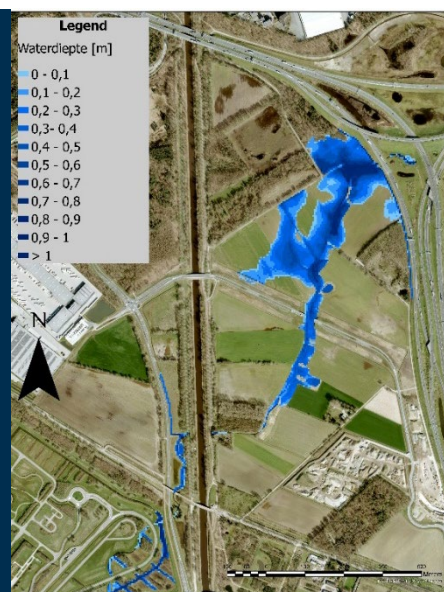


Figuur 3-4: Debiet door duiker onder A2

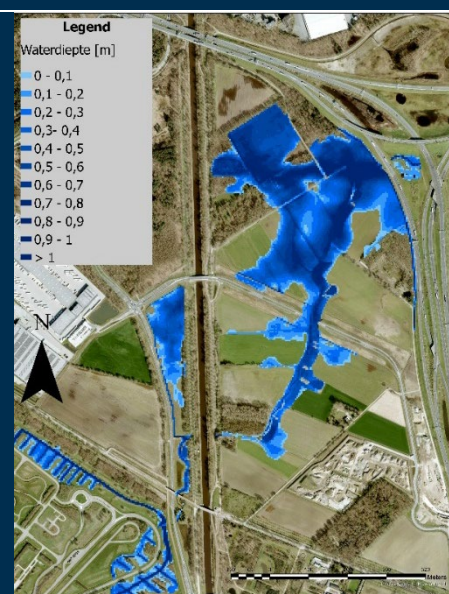
De resultaten laten bij alle afvoersituaties een overstromingspatroon zien. Dit begint in de lagere zone rond de Ekkersrijt. Hierbij stroomt water over het maaiveld met de Ekkersrijt mee naar het noorden. Halverwege de beoogde bouwlocaties zit een verlaging in het hoogtemodel. Hier stroomt het water ook over maaiveld naar het westen. Vanaf de T10 situatie zijn er ook overstromingen ten westen van het Beatrixkanaal te zien. De maximale waterstand bij een T100 situatie bovenstrooms van het interessegebied is 18,11 m +NAP en benedenstrooms van het gebied 17,53 m +NAP. Op de piek van de waterstand is er $\pm 122.000 \text{ m}^3$ water aanwezig in het gebied waarvan $\pm 35.000 \text{ m}^3$ binnen de locatie van de bouwblokken valt.



Figuur 3-5: Berekend maximaal overstromingsbeeld T1 referentiesituatie



Figuur 3-6: Berekend maximaal overstromingsbeeld T10 referentiesituatie

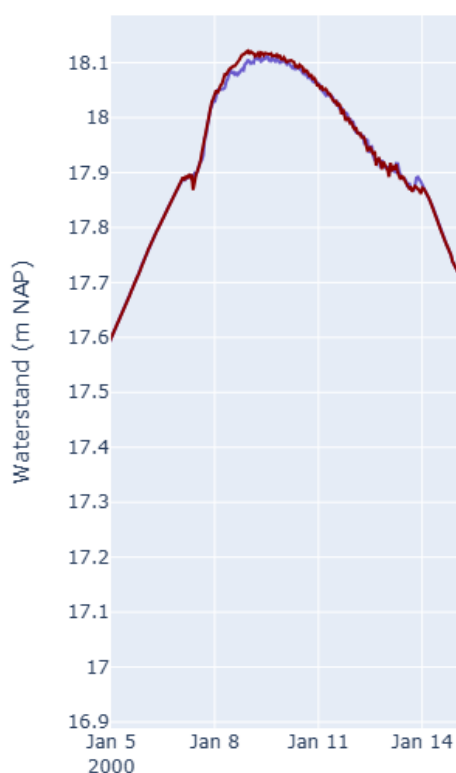


Figuur 3-7: Berekend maximaal overstromingsbeeld T100 referentiesituatie

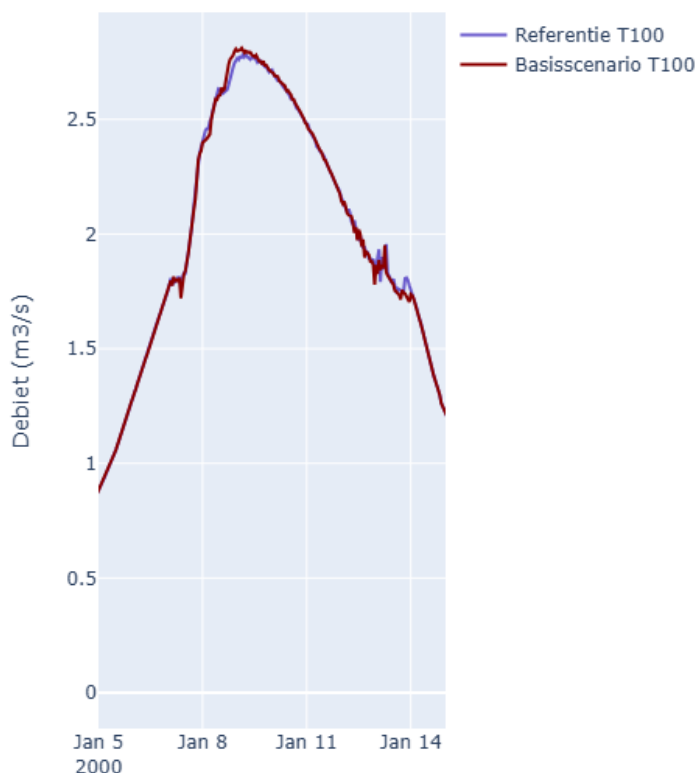
	Maximale waterstand bij verschillende meetpunten in het referentiescenario [m +NAP]		
	T1	T10	T100
Benedenstrooms A2	17,05	17,36	17,53
Bovenstrooms A2	17,11	17,44	17,65
Benedenstrooms Beatrixkanaal	17,76	17,91	18,03
Bovenstrooms Beatrixkanaal	17,81	17,97	18,11

3.2 Basisscenario implementatie bouwblokken ASML1 en ASML2

De implementatie van de bouwblokken ASML1 en ASML2 hebben een klein maar merkbaar effect op de afvoergolf en daarmee de waterstanden. In deze rapportage wordt alleen de T100 situatie nader uitgelegd. Deze situatie bleek maatgevend gedurende het onderzoek. Doordat de bouwblokken niet overstromen, stroomt er sneller meer water richting de A2. Hier stijgt het water tot grotere hoogte voordat de bergingsruimte ten noorden van ASML1 wordt benut. In de referentiesituatie wordt dit gebied al eerder benut en kan water ook vanuit meerdere richtingen naar dit gebied stromen. De hogere waterstand die eerder ontstaat door de ASML-blokken zorgt voor een hoger piekwaterstand bovenstrooms van het gebied van ± 1 cm. Figuur 3-8 en Figuur 3-9 laten de waterstanden en debieten zien bij een T100 situatie voor de referentieberekening en na implementatie van de bouwblokken.

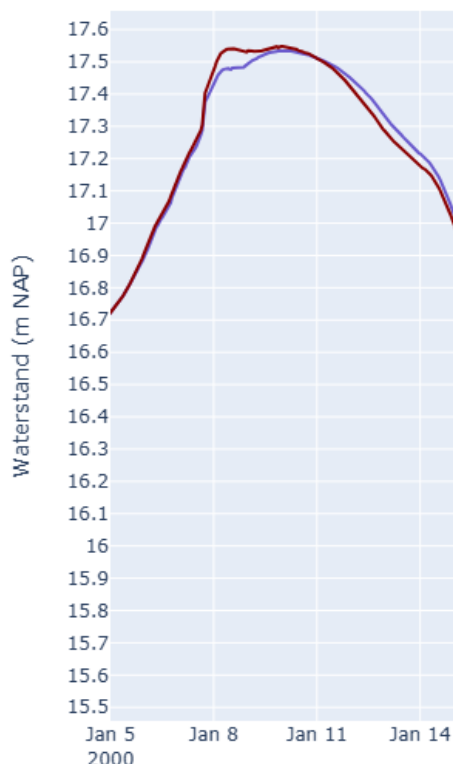


Figuur 3-8: Waterstand bovenstrooms van Beatrixkanaal na implementatie bouwblokken

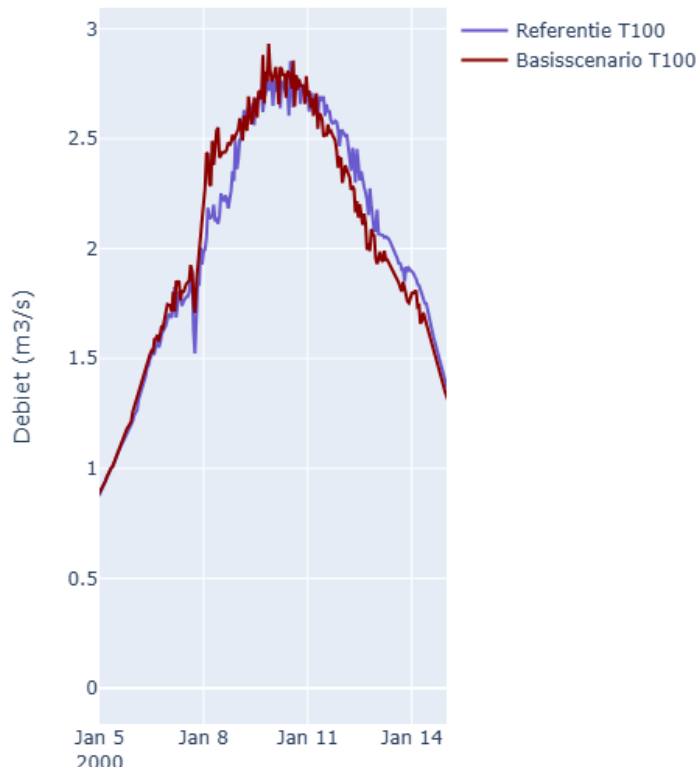


Figuur 3-9: Debiet door sifon onder Beatrixkanaal na implementatie bouwblokken

Doordat er minder ruimte is voor het water, stijgt de waterstand ter hoogte van de A2 tot 17,77m +NAP. In de referentiesituatie is dit 17,75m +NAP. Deze verhoging van 2 cm werkt door tot benedenstrooms van de A2. Het implementeren van de bouwblokken zorgt daardoor benedenstrooms voor een verhoging van de piekwaterstand van ± 2 cm en een toename van $\pm 0,05$ m³/s piekdebiet.



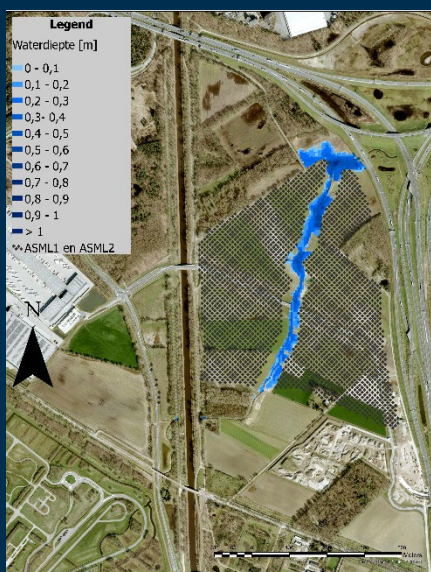
Figuur 3-10: Waterstand benedenstrooms van de A2 na implementatie bouwblokken



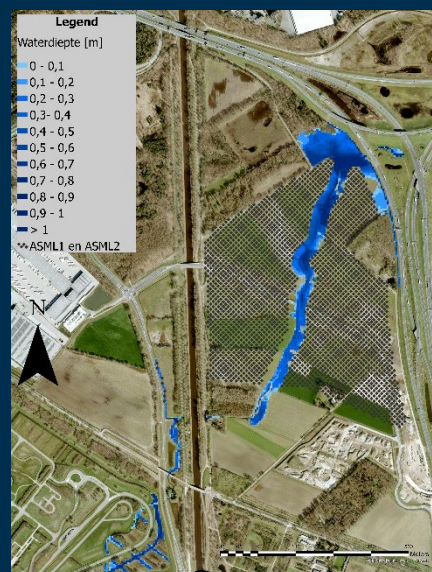
Figuur 3-11: Debiet door duiker A2 na implementatie bouwblokken

Na implementatie van bouwblokken ASML1 en ASML2 is eenzelfde overstromingspatroon te herkennen als in de referentieberekeningen. Zoals verwacht overstroomt de bouwblokken niet. Het water dat in de referentiesituatie het gebied van ASML1 geborgen wordt, stroomt nu verder naar het noorden. De bouwblokken overstroomt -zoals verwacht- niet vanuit de Ekkersrijt maar de groenblauwe zone¹ langs de Ekkersrijt wel. De berekende maximale waterstanden stijgen met circa 2 cm ten opzichte van de huidige situatie en tevens versnelt de afvoerpiek als gevolg van de nieuwe inrichting. Bovenstrooms stijgen de berekende maximale waterstanden met circa 1 cm. Dit water wordt nu geborgen in de groenblauwe zone en ten noorden van de bouwblokken, tegen de A2 aan. Hier zijn de waterdieptes hoger dan in de referentie situatie. Deze waterstandsverhoging zorgt ook voor een verhoging van de maximale waterstand bovenstrooms van het Beatrixkanaal en benedenstrooms van de A2. De maximale afwenteling bovenstrooms is hierdoor ongeveer 1 cm en benedenstrooms 2 cm. De afwenteling buiten het gebied wordt dus voornamelijk bepaald door een waterstandsverhoging in het gebied zelf. Op de piek van de waterstand is er $\pm 90.000 \text{ m}^3$ water aanwezig in het gebied. Dit is aanzienlijk minder dan in de referentiesituatie. Dit komt doordat er aan de ene kant minder bergingsruimte is door de aanwezigheid van de ASML1 en ASML2 bouwblokken en aan de andere kant komt dit ook doordat water voor de piek sneller en efficiënter afgevoerd wordt. Figuur 3-11 laat dit goed zien vlak na 8 januari waar de afvoer onder de A2 aanzienlijk hoger is dan in de referentiesituatie.

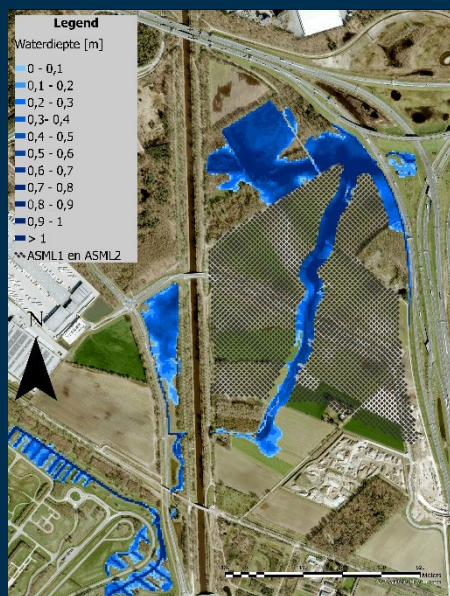
¹ Ecologisch in te richten zone van 30 m aan weerszijden van de Ekkersrijt



**Figuur 3-12: Berekend maximaal overstromingsbeeld T1
Basis scenario BIC**



**Figuur 3-13: Berekend maximaal overstromingsbeeld T10 Basis
scenario BIC**



**Figuur 3-14: Berekend maximaal overstromingsbeeld T100
Basis scenario BIC**

	Maximale waterstand bij verschillende meetpunten in het basisscenario implementatie bouwblokken [m+NAP]		
	T1	T10	T100
Benedenstreams A2	17,06	17,38	17,55
Bovenstreams A2	17,12	17,46	17,67
Benedenstreams Beatrix Kanaal	17,76	17,91	18,04
Bovenstreams Beatrix Kanaal	17,81	17,97	18,12

4 Compensatieopgave en oplossingsrichtingen

4.1 Compensatieopgave

Als gevolg van de ontwikkeling van de bouwblokken zijn er effecten berekend op de maximale waterstanden boven- en benedenstrooms het plangebied. Deze effecten zijn in absolute zin gering (1 cm bovenstrooms en 2 cm benedenstrooms) dus een mogelijke oplossingsrichting zou het accepteren van deze minimale effecten kunnen zijn (variant 1). Echter doordat een kleine stijging benedenstrooms al tot wateroverlast kan leiden, vooral wanneer er meer ontwikkelingen zijn die kleine effecten veroorzaken, is het accepteren niet wenselijk. Daarom is aanvullend onderzocht welke oplossingsrichtingen en maatregelen binnen het plangebied mogelijk zijn om de verwachte waterstandsverhogingen boven- en benedenstrooms van het plangebied volledig te compenseren. Een compensatieopgave op basis van vaste kuubs water (35.000 m³) is in dit geval niet zuiver en niet juist omdat de hydrodynamische werking van het systeem bepalend is. Met het alleen compenseren van deze hoeveelheid kuub waterberging kan nog steeds een stijging van de waterstanden optreden.

De effecten zijn geanalyseerd en op basis hiervan zijn verschillende oplossingsrichtingen beschouwd. Uit de berekeningen is gebleken dat de maximale waterstanden in de Ekkersrijt voornamelijk bepaald worden door de duikers onder de A2 en de Randweg Eindhoven en de verder stroomafwaarts gelegen duikers in de Ekkersrijt. Deze veroorzaken een sterk opstuwend effect waardoor het profiel van de Ekkersrijt (en groenblauwe zone) in deze situatie minder bepalend zijn voor de piekwaterstanden en waardoor ingrepen in (alleen) de groenblauwe zone vrijwel geen effect hebben op de piekwaterstanden stroomafwaarts van BIC-noord. Daarom zijn andere maatregelen buiten de groenblauwe zone bekeken.

Bij de compensatieopgave is de T100 afvoersituatie leidend. In de doorrekening en beoordeling van een oplossingsrichting is daarom naar de T100 afvoersituatie gekeken.

4.2 Oplossingsrichtingen

Als eerste stap is bekeken of het knippen (tijdelijk of permanent verkleinen van de diameter) van de ingang van de eerste duiker onder de A2 de effecten in benedenstroomse richting kan afvlakken. Op deze manier wordt het overstromingsgebied ten noorden van de bouwblokken beter benut en stroomt het water minder snel onder de A2 in benedenstroomse richting. Uit deze berekening is gebleken dat op deze manier waterstandsverhogingen stroomafwaarts van BIC-noord inderdaad zijn te voorkomen. Het knippen van de duiker zorgt wel voor waterstandsverhogingen binnen BIC-noord (die door de aanzienlijke ophoging van het maaiveld van de bouwblokken geen probleem vormen) en waterstandsverhogingen stroomopwaarts van BIC-noord. Vanuit hier is verder gewerkt aan de mogelijke oplossingsrichtingen.

Tabel 1 geeft een overzicht van de mogelijke oplossingsrichtingen die zijn doorerekend met het model. In de volgende paragrafen worden deze oplossingsrichtingen verder toegelicht.

Tabel 1: Overzicht oplossingsrichtingen

Oplossingsrichting	Afwenteling bovenstrooms	Afwenteling benedenstrooms	Piekwaterstand in gebied	Ruimtelijke omvang ingreep
Referentie	-	-	17,75 m +NAP	-
1. Effecten accepteren	±1 cm	± 2cm	17,77 m +NAP	Geen ingreep
2. Duiker A2 verkleinen + bodem Ekkersrijt verlagen	Maximaal 0 cm	Maximaal 0 cm	Maximaal 17,89 m +NAP	Zeer kleine ingreep

3. Duiker A2 verkleinen + Ekkersrijt verbreden	Maximaal 0 cm	Maximaal 0 cm	Maximaal 17,89 m +NAP	Kleine ingreep
4. Berging Oude Bestse Ploegstraat	Maximaal 0 cm	Maximaal 0 cm	Maximaal 17,75 m +NAP	Grote ingreep

De berekende effecten van de piekdebieten zijn zodanig gering dat wordt geconcludeerd dat er geen noemenswaardige effecten optreden op benedenstroomse piekdebieten.

4.3 Variant 2: Verkleinen duiker A2 + verlagen Ekkersrijt

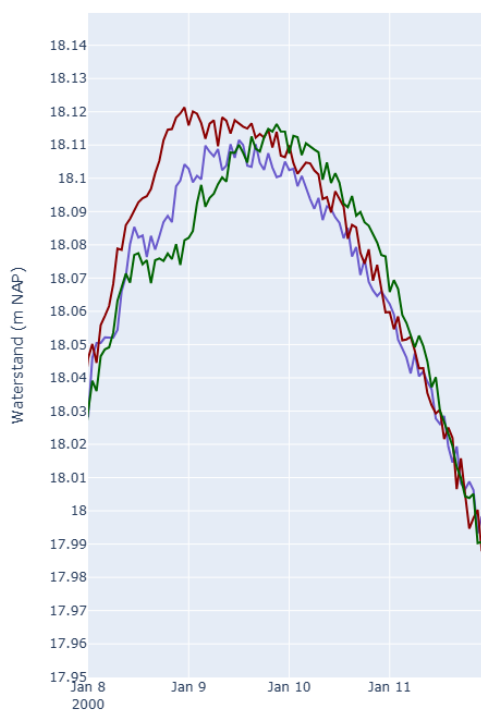
Om de invloed van de hoge waterstand in het gebied op de watergangen buiten het gebied te reduceren, moeten er bovenstrooms en benedenstrooms maatregelen genomen worden. Deze maatregelen moeten zorgen voor een groter verval tussen het gebied en de watergangen buiten het gebied. Benedenstrooms kan dit het beste gedaan worden door de duiker onder de A2 te verkleinen. Hierdoor wordt de maximale afvoer uit het gebied verkleind en wordt het verval over deze duiker vergroot. Verschillende simulaties hebben uitgewezen dat de duiker verkleind moet worden tot een buis van maximaal 1600 mm rond om de afwenteling van 2 cm te nivelleren. Dit komt neer op een maximaal stroomoppervlak van 2 m². De huidige buis heeft een stroomoppervlak van 5 m². Dit is een grove inschatting omdat het modelinstrument niet gedetailleerd genoeg om de precieze afmetingen te kunnen doorrekenen maar dat is in dit stadium ook nog niet nodig. Bij verder ontwerp kunnen meerdere opties beschouwd worden die hetzelfde effect opleveren.

Bovenstrooms kan de afwenteling worden tegengegaan door aanpassingen te doen in het profiel van de Ekkersrijt. Door de Ekkersrijt te verlagen is de waterstand benedenstrooms van het Beatrixkanaal lager in de piek. Dit zorgt ervoor dat de hogere waterstand in het gebied niet doorwerkt tot bovenstrooms van het Beatrix kanaal. Verschillende simulaties wijzen uit dat de bodem van de Ekkersrijt direct stroomafwaarts van het sifon onder het Beatrixkanaal over een lengte van circa 150 m met ongeveer 15 centimeter verlaagd moet worden om de 1 cm afwenteling bovenstrooms te nivelleren. Deze 15 cm is een inschatting die gemaakt is met het huidige Sobek model met de beperkingen zoals eerder genoemd. Een overzicht van de maatregelen, inclusief het traject van de Ekkersrijt waar bodemverlaging wordt voorgesteld, is weergegeven in Figuur 4-1.

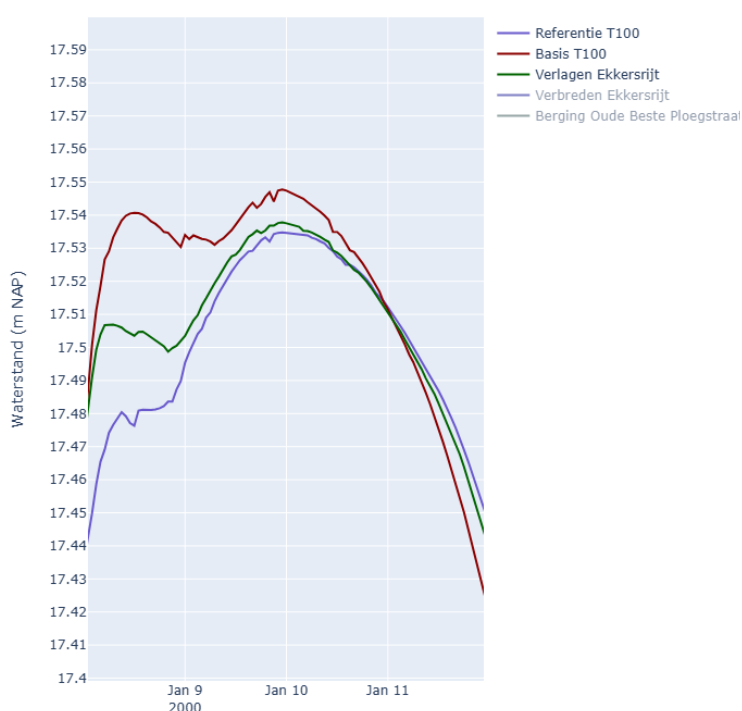


Figuur 4-1: Maatregelen duiker verkleinen + verlagen Ekkersrijt

De maatregelen bovenstrooms en benedenstrooms zorgen voor waterstanden weergegeven in Figuur 4-2 en Figuur 4-3 waaruit blijkt dat de gewenste compensatie technisch gerealiseerd kan worden.

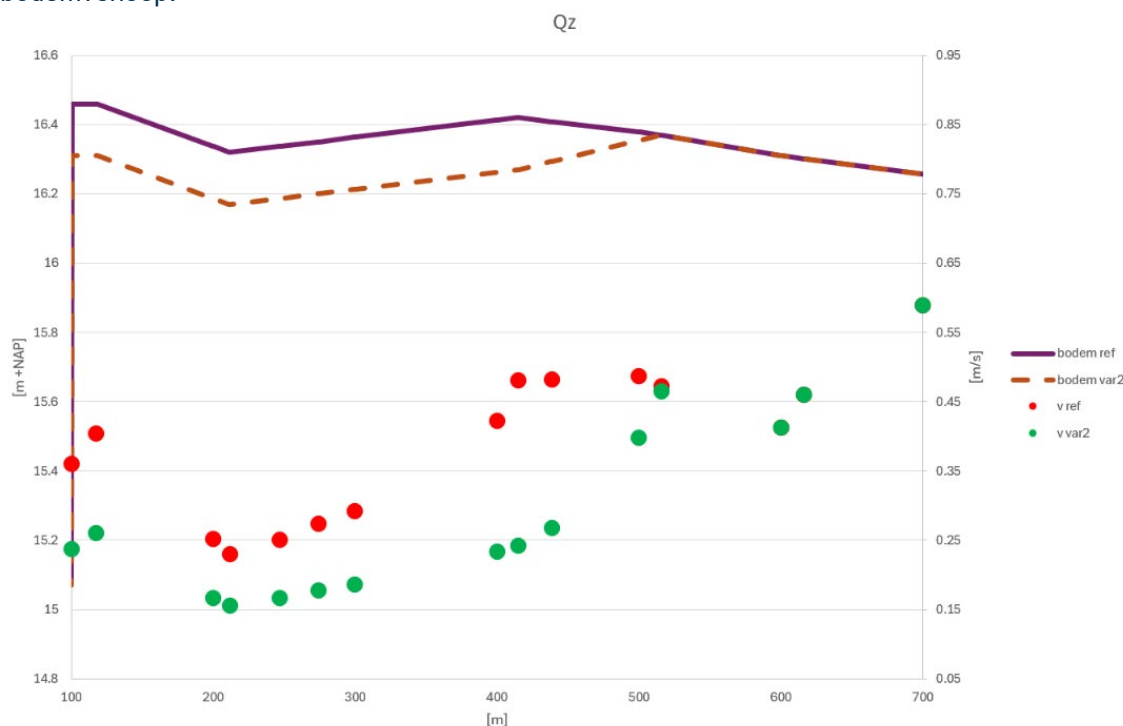


Figuur 4-2: Waterstand bovenstrooms van Beatrixkanaal na verlagen Ekkersrijt



Figuur 4-3: Waterstand benedenstrooms van A2 na verlagen Ekkersrijt

Het verdiepen van de bodem kan een effect op de stroomsnelheid veroorzaken die vanwege de KRW ongewenst zou kunnen zijn. Het waterschap heeft aangegeven dat de stroomsnelheid in de zomer minimaal 0,15 m/s zou moeten zijn om nadelige effecten te voorkomen. Daarom zijn voor deze variant aanvullend extra berekeningen gedaan met het stationaire model van waterschap De Dommel. Met dit model zijn de optredende stroomsnelheden in een gemiddelde zomersituatie berekend. In Figuur 4-4 zijn de resultaten weergegeven. De figuur toont aan dat de stroomsnelheid op het te verlagen traject lager wordt berekend dan de referentie situatie maar wel boven de 0,15 m/s blijft. Bij deze berekeningen wordt opgemerkt dat de bodem en het profiel niet verder zijn geoptimaliseerd maar dat dit zeker nog wel mogelijk is gezien het bodemverloop.



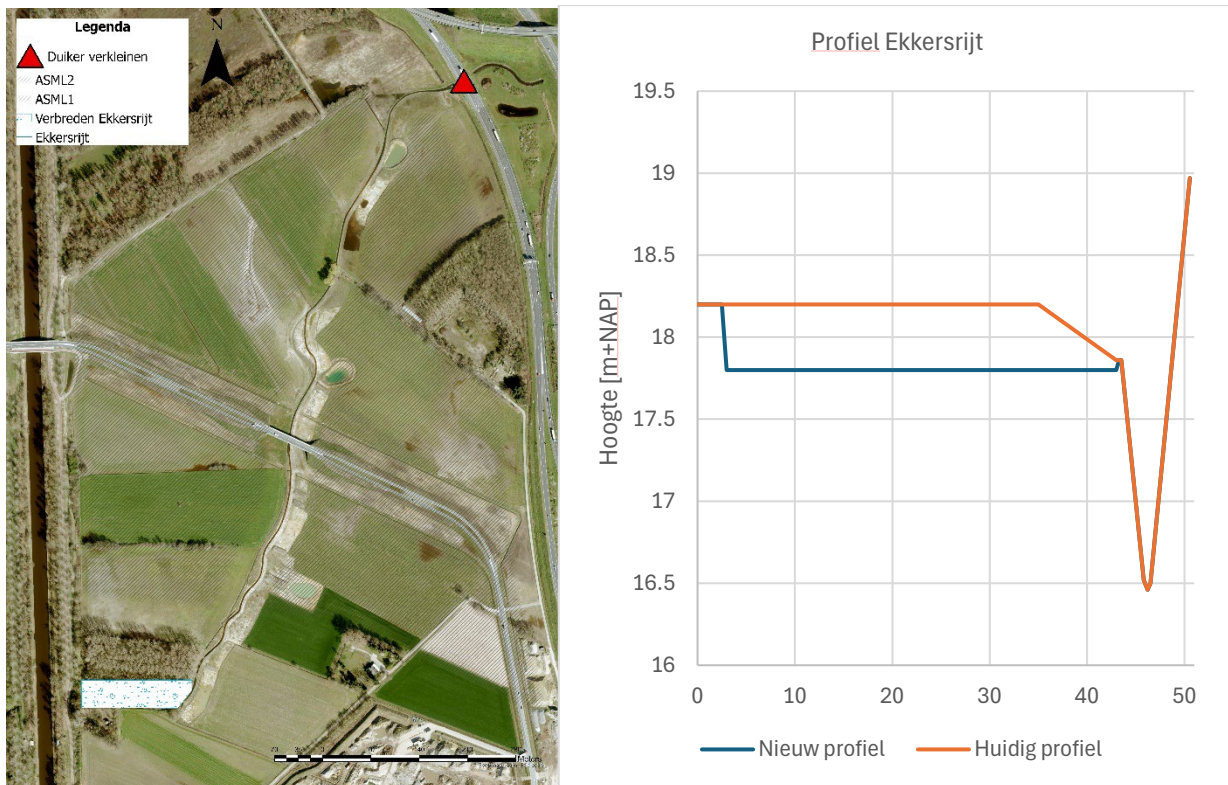
Figuur 4-4 Berekende stroomsnelheid gemiddelde zomersituatie (referentie en variant 2)

4.4 Variant 3: Verkleinen duiker A2 + Verbreden Ekkersrijt

4.4.1 Variant 3A: Noordzijde

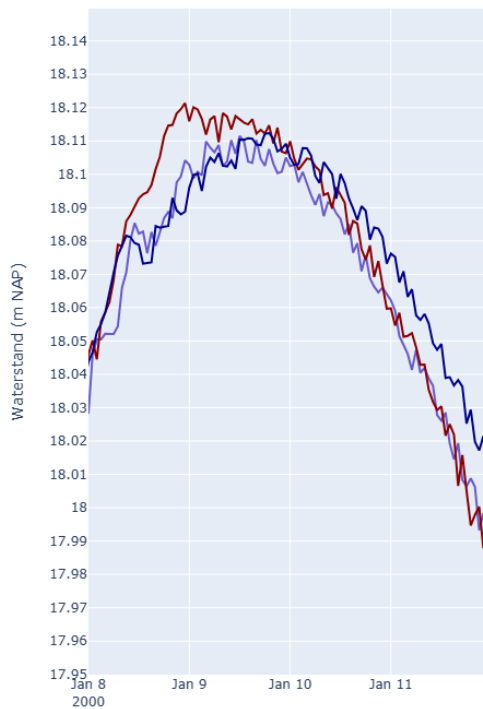
Voor de combinatie van het verkleinen van de duiker onder de A2 en het verbreden van de Ekkersrijt is de duiker eveneens verkleind tot 1600 mm rond. Hierna is een perceel aan de noordkant van de Ekkersrijt gekozen om de verbreding te realiseren (zie Figuur 4-5). Er zou ook voor gekozen kunnen worden om de ruimte aan de zuidkant te zoeken (Variant 3B), of om beide kanten op te verbreden.

De Ekkersrijt is in het model verbreed door het 2D-maaiveld te verlagen over een lengte van ongeveer 100 meter. Het maaiveld is verlaagd tot de insteek van het huidige 1D-profiel. Deze hoogte ligt op 17,75m +NAP. De keuze om de verbreding alleen door te rekenen met een minimale bodem op 17,75m +NAP heeft een modeltechnische reden. Waarschijnlijk is hetzelfde resultaat te behalen door het overloop gedeelte van het profiel smaller en lager te maken. Echter, als dit in het model wordt doorgerekend ontstaan er door de manier van 1D-2D combinatie in Sobek onbetrouwbare resultaten. Als de hoogte van 17,75m +NAP wordt aangehouden moet de verlaging van het maaiveld over minimaal een breedte van 40 meter gedaan worden. De verbreding zal zowel aan de zuidkant als aan de oostkant op het profiel van de Ekkersrijt moeten aansluiten. Een overzicht van de maatregelen is weergegeven in Figuur 4-5.

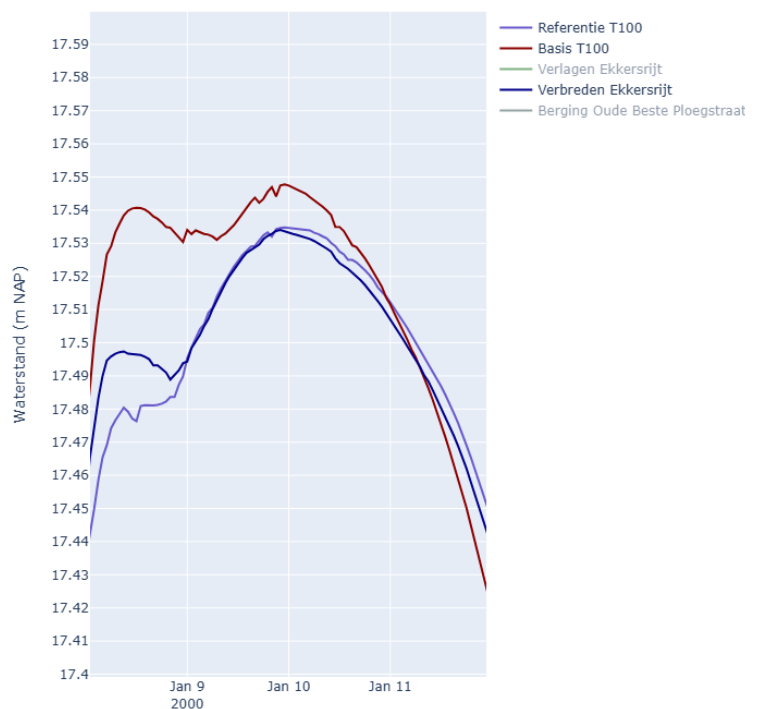


Figuur 4-5: Maatregelen verkleinen duiker + verbreden Ekkersrijt Noordzijde

De maatregelen bovenstrooms en benedenstrooms zorgen voor waterstanden weergegeven in Figuur 4-6 en Figuur 4-7. Hieruit wordt geconcludeerd dat de doorgerekende verbreding aan de zuidzijde van de Ekkersrijt (landbouwperceel) of aan de noordzijde van de Ekkersrijt (bosperceel) leidt tot volledige compensatie van de verwachte verhoging van de piekwaterstanden bij T100 als gevolg van de ophoging van de bouwblokken binnen BIC Noord.



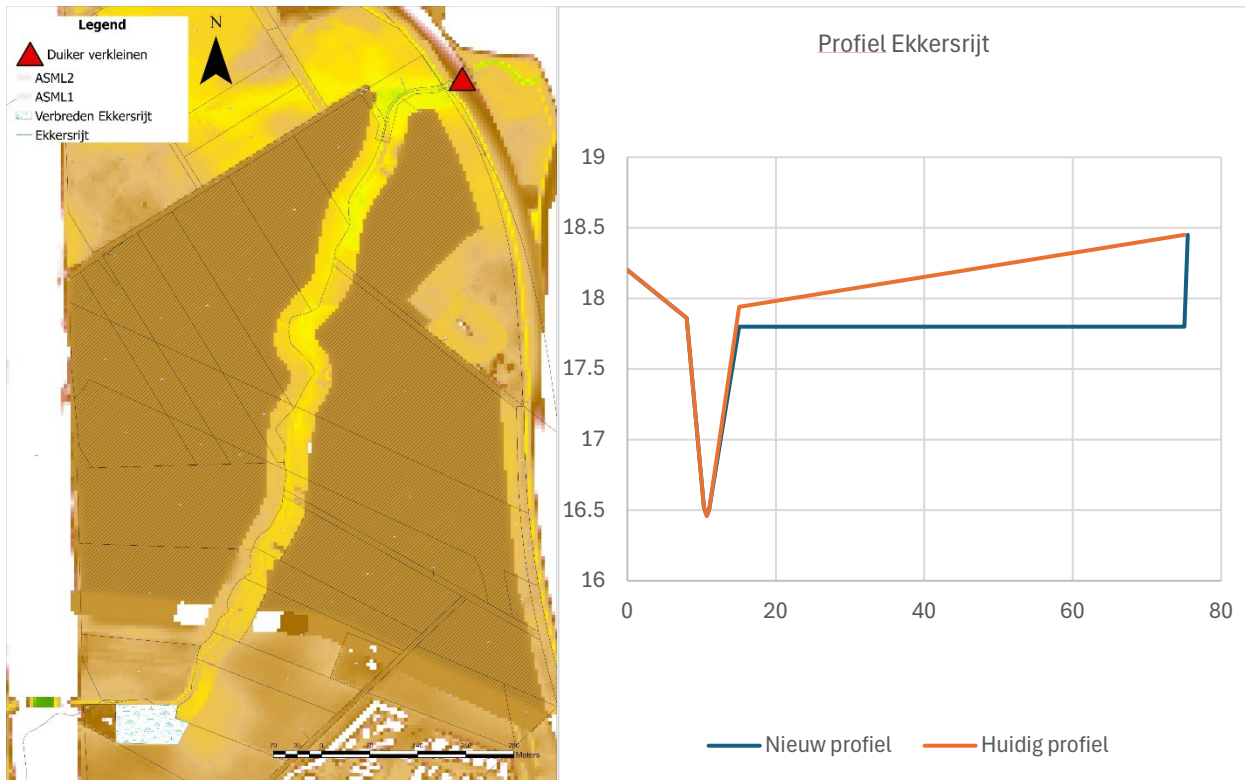
Figuur 4-6: Waterstand bovenstrooms van Beatrixkanaal na verbreden Ekkersrijt



Figuur 4-7: Waterstand benedenstrooms van A2 na verbreden Ekkersrijt

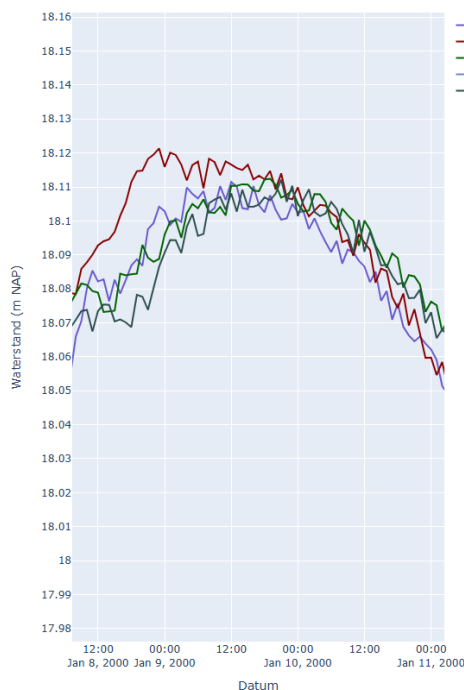
4.4.2 Variant 3B: Zuidzijde

De variant 3B is hetzelfde als 3A met uitzondering van de locatie van de verbreding, deze is nu aan de zuidzijde gezocht op het akkerbouw perceel (volgens luchtfoto). De tweede fase wordt hier 60 m breed om het effect te compenseren.

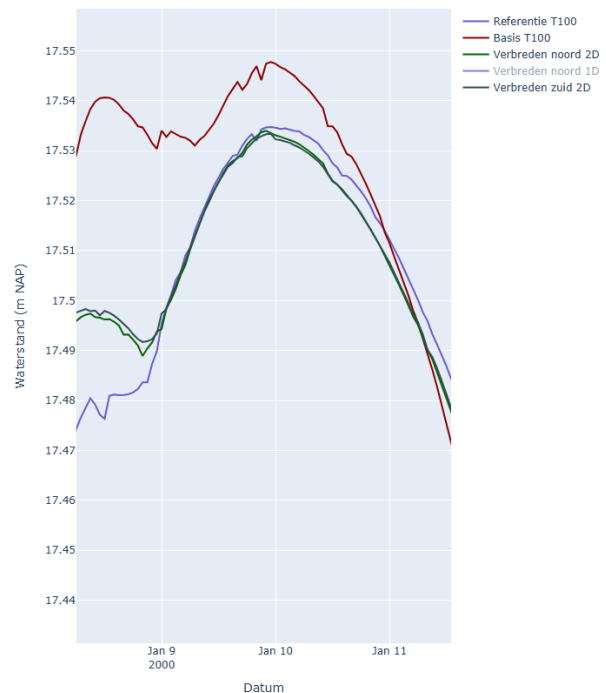


Figuur 4-8: Maatregelen verkleinen duiker + verbreden Ekkersrijt zuidzijde

De maatregelen bovenstrooms en benedenstrooms zorgen voor waterstanden weergegeven in Figuur 4-9 en Figuur 4-10. De doorgerekende verbreding van de Ekkersrijt aan de zuidzijde van de huidige beek leidt tot volledige compensatie van de verwachte verhoging van de piekwaterstanden bij T100 als gevolg van de ophoging van de bouwblokken binnen BIC Noord.



Figuur 4-9: Waterstand bovenstrooms van Beatrixkanaal na verbreden Ekkersrijt Zuidzijde

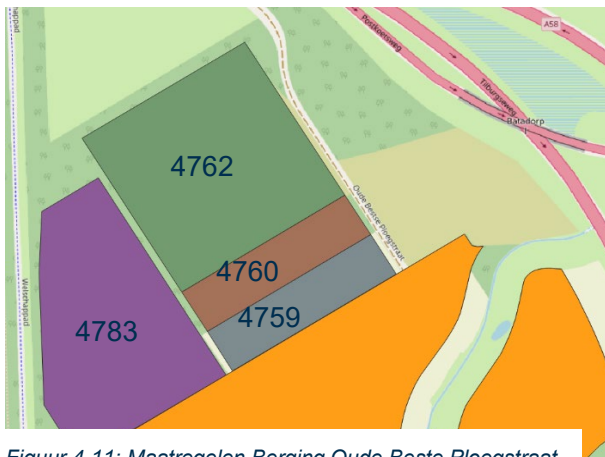


Figuur 4-10: Waterstand benedenstrooms van A2 na verbreden Ekkersrijt Zuidzijde

4.5 Variant 4: Berging Oude Bestse Ploegstraat

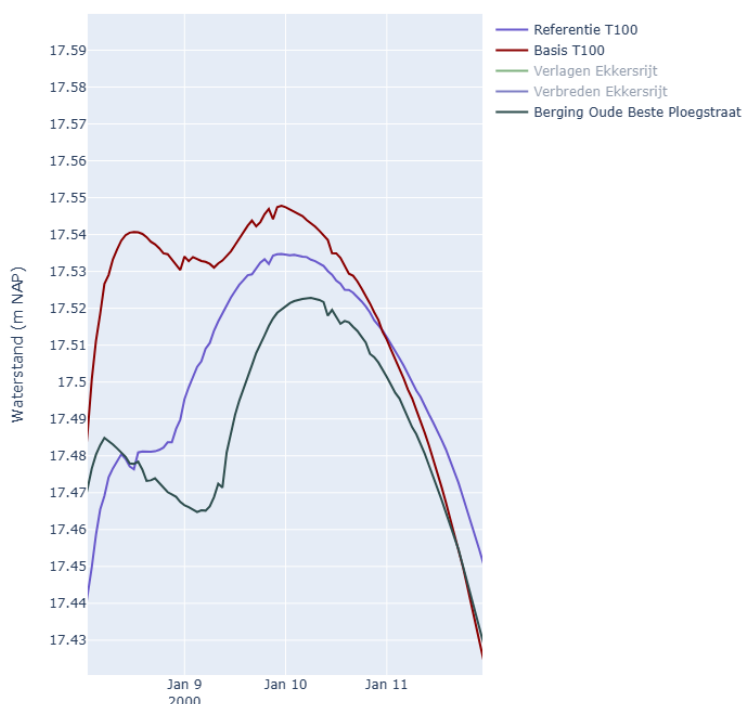
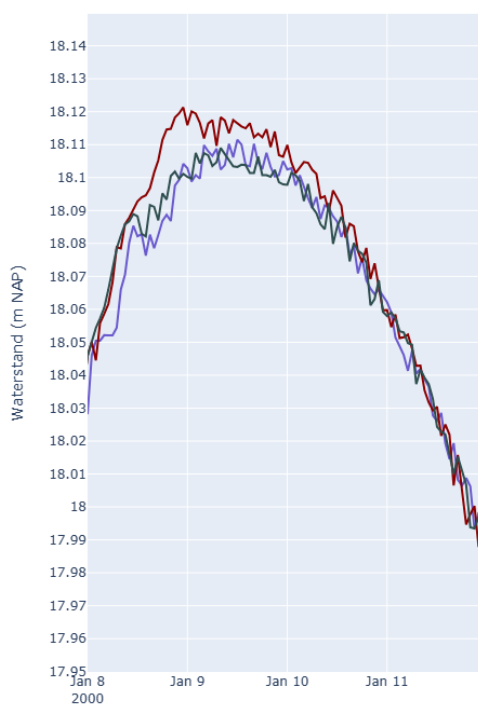
Door meer bergingsruimte te creëren ten noorden van ASML1, kan de waterstand in het gebied onder de piekwaterstand van de referentieberekening gehouden worden. Door de Oude Bestse Ploegstraat te verhogen naar 17,55 m +NAP wordt er zo lang mogelijk water afgevoerd in plaats van geborgen. Tegelijkertijd blijft de waterstand hierdoor gecontroleerd op 17,62 m +NAP voor een langere periode. Hierdoor is er geen waterstandsverhoging bovenstrooms van het Beatrixkanaal. Om dit te kunnen bewerkstellingen moeten er een aantal percelen worden afgegraven. Een overzicht van de percelen en de maaiveldhoogtes is weergegeven in Figuur 4-11.

Percelen	Hoogte [m+NAP]
4759, 4760, 4762	16,55
4759, 4760, 4762, 4783	17,00



Figuur 4-11: Maatregelen Berging Oude Beste Ploegstraat

De maatregelen bovenstrooms en benedenstrooms zorgen voor waterstanden weergegeven in Figuur 4-12 en Figuur 4-13.



Figuur 4-12: Waterstand bovenstrooms van Beatrixkanaal bij realiseren berging

Figuur 4-13: Waterstand benedenstrooms van A2 na realiseren berging

5 Conclusies en aanbevelingen

- In het BIC-noord gebied treden in de huidige situatie overstromingen vanuit de Ekkersrijt op. In dit gebied is ASML voornemens twee bouwblokken te realiseren. De geplande nieuwe inrichting van het BIC-noord terrein voorziet in een aanzienlijke ophoging van het maaiveld in bestaande bergingsgebieden, waardoor zonder aanvullende maatregelen ongewenste verhogingen van piekwaterstanden stroomafwaarts en stroomopwaarts van BIC-noord kunnen optreden.
- In de T100 situatie heeft de geplande inrichting een afwentelend effect op waterstanden en afvoeren. Benedenstrooms van BIC-noord zijn verhogingen van de piekwaterstanden te verwachten van circa 2 cm en een toename van 0,05 m³/s op piekdebiet. Bovenstrooms van BIC-noord worden piekwaterstandsverhogingen van circa 1 cm berekend.
- Accepteren van de effecten (Variant 1) is beleidsmatig ongewenst. Daarnaast kan een kleine stijging van de waterstand benedenstrooms tot wateroverlast problemen leiden vooral indien er meer ontwikkelingen dergelijke effecten veroorzaken. Daarom zijn er verschillende oplossingsrichtingen onderzocht om verhogingen van piekwaterstanden stroomafwaarts en stroomopwaarts van BIC-noord te voorkomen.
- Het knippen (tijdelijk, stuurbaar of permanent verkleinen van de diameter) van de ingang van de duiker onder de A2 heeft wel het gewenste nivellerende effect. Hierdoor wordt het gebied ten noorden van de bouwblokken beter benut als overstromingsgebied en is er geen verhoging van de piekwaterstanden te verwachten in benedenstroomse richting. Dit heeft wel tot gevolg dat de waterstand stroomopwaarts van BIC-noord meer opstuwt. Dit effect kan technisch worden gecompenseerd door 15 cm verlaging van de bodem van de Ekkersrijt bovenstrooms (Variant 2) of het verbreden van de Ekkersrijt bovenstrooms (Variant 3). Het verbreden van de Ekkersrijt kan aan de noordzijde (Variant 3A) in het bosperceel of aan de zuidzijde (Variant 3B) in het akkerland perceel.
- Het is mogelijk om met technisch haalbare oplossingen de ongewenste effecten van de bouwblokken op de bestaande overstroming te voorkomen. Op basis hiervan is te motiveren om in het TAM-IMRO bestemmingsplan (en daarmee de TAM Omgevingsverordening) de dubbelfunctie waterberging te laten vervallen, voor zover deze overlappen met de te bebouwen deelgebieden binnen de geplande gebiedsontwikkeling ASML BIC-noord.
- Voor een eventueel ontwerp is het nodig om de onderzochte oplossingen verder uit te detailleren en uit te werken. De nu uitgevoerde berekeningen geven onderbouwing aan het TAM-IMRO bestemmingsplan maar voor de verdere planuitwerking is verdere detaillering en optimalisatie gewenst. Het is aan te bevelen om de hoeveelheid maaiveldverlaging (in termen van locatie, areaal en diepte afgraving) verder te detailleren en te fijnregelen.
- Dit onderzoek is uitgevoerd met het uitgangspunt dat de berekende overstroming zoals in de figuren weergegeven ook in de toekomst beschikbaar blijven voor overstroming.
- Het Sobek-model is voor dit project sterk verfijnd en verbeterd. Ondanks deze verbeteringen heeft het huidige modelinstrument een betrouwbaarheid van circa 1 cm in relatieve zin. Waterschap de Dommel werkt de komende jaren aan een gefaseerde vervanging van de bestaande Sobek-modellen van alle beken in het beheergebied door nieuwe D-Hydro-modellen. Voor de Ekkersrijt was dit nieuwe D-Hydro model nog niet beschikbaar. Aanbevolen wordt om -indien mogelijk- voor de verdere gedetailleerde berekeningen te wachten tot het Waterschap het nieuwe D-Hydro model beschikbaar heeft.

A1 Ruwheid koppeltabel

LGN2023 code	Omschrijving	Nikuradse (winter)	Nikuradse (zomer)
0	Geen data		
1	Agrarisch gras	0,5	0,5
2	Mais	0,2	0,5
3	Aardappelen	0,2	0,3
6	Overige landbouwgewassen	0,2	0,4
8	Glastuinbouw	5	5
11	Loofbos	0,5	0,8
12	Naaldbos	0,5	0,5
16	Zoet water	0,15	0,15
18	Bebouwing in primair bebouwd gebied	10	10
19	Bebouwing in secundair bebouwd gebied	10	10
20	Bos in primair bebouwd gebied	0,5	0,8
22	Bos in secundair bebouwd gebied	0,5	0,8
23	Gras in primair bebouwd gebied	0,5	0,5
26	Bebouwing in buitengebied	10	10
27	Overig grondgebruik in buitengebied	0,5	1
28	Gras in secundair bebouwd gebied	0,5	0,5
29	Zonneparken	0,5	0,5
35	Open stuifzand en/of rivierzand	0,1	0,1
36	Heide		0,5
41	Overige moerasvegetatie	0,5	1,1
42	Rietvegetatie	0,5	1
43	Bos in moerasgebied	0,5	0,8
45	Natuurlijk beheerde agrarische graslanden	0,5	0,5
47	Overig gras	0,5	0,5
251	Hoofdinfrastructuur en spoorbaanlichamen	1	1
252	Halfverharde wegen, infrastructuur langzaam verkeer	1	1
253	Smalle wegen	1	1
322	Struikvegetatie in moerasgebied (laag)	0,5	1
323	Overige struikvegetatie (laag)	0,5	1
332	Struikvegetatie in moerasgebied (Hoog)	0,5	1
333	Overige struikvegetatie (Hoog)	0,5	1