

RAPPORT

Watertoets Hembrug Noord

Weging van de waterbelangen ten behoeve van de
ontwikkeling van het Hembrugterrein Noord

Klant: Hembrug Zaandam BV

Referentie: BG6405MIRP2109061513

Status: Definitief/1.1

Datum: 20 september 2021

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

George Hintzenweg 85
3068 AX ROTTERDAM
Mobility & Infrastructure
Trade register number: 56515154

+31 88 348 90 00 **T**
+31 10 209 44 26 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Waterparagraaf Hembrug Noord

Ondertitel: Weging van waterbelangen | Hembrug Noord
Referentie: BG6405MIRP2109061513
Status: 1.1/Definitief
Datum: 20 september 2021
Projectnaam: Watertoets Hembrug Noord
Projectnummer: BG6405
Auteur(s): R.B. Roelofs

Opgesteld door: R.B. Roelofs

in afstemming met: Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en Gemeente Zaanstad

Datum: 20-09-2021

Goedgekeurd door: P.J.L. van Meurs

Datum: 20-09-2021



Classificatie

Projectgerelateerd

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

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

Inhoud

1	Inleiding	2
1.1	Aanleiding	2
1.2	De watertoetsprocedure	2
1.3	Leeswijzer	2
2	Relevant beleid en afspraken	3
2.1	Beleid	3
2.2	Afspraken	5
3	Plangebied	7
3.1	Oppervlaktewater en keringen	8
3.2	Maaiveld en bodemopbouw	10
3.3	Geohydrologie	11
3.4	Voortraject	12
3.5	Inundatierisico	12
3.6	Aandachtspunten en oplossingsrichtingen voor toekomstige inrichting	13
4	Toekomstige inrichting	14
4.1	Waterkwantiteit	15
4.2	Waterkwaliteit	19
4.3	Waterveiligheid	19
4.4	Grondwater en voorkomen zoetwatertekort	19
4.5	Riolering, afwatering en ontwatering	20
5	Conclusie	21
	Bijlage 1: Hembrug modelanalyse (3Di, SAWA kenmerk P010)	22

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In het kader van de gebiedsontwikkeling Hembrug noordelijk deel, het opstellen van een bestemmingsplan en de vroegtijdige afstemming m.b.t. de waterbelangen tussen de bevoegde gezagen is een watertoetsprocedure doorlopen. Deze watertoetsrapportage is het resultaat van een uitvoerige afstemming tussen Hembrug Zaandam bv. en de betrokken adviserende bureaus enerzijds, en de gemeente Zaanstad en het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) anderzijds.

Een groot deel van de voorgenomen ontwikkeling zal plaatsvinden in de laagste twee peilgebieden van het Hemeiland. Bij extreme neerslagsituaties kan een deel van deze kwetsbare gebieden inunderen. Daarom vraagt dit om extra aandacht ten aanzien van wateroverlast en klimaatadaptatie. Er is over dit onderwerp uitgebreid gesproken gedurende diverse afstemmingsoverleggen met de waterbeheerder en de gemeente. Deze overleggen hebben plaatsgevonden tussen februari 2020 en mei 2021.

1.2 De watertoetsprocedure

In Nederland heeft water een eigen plaats gekregen in de ruimtelijke besluitvorming via de (sinds 2003) verplichte watertoets. De watertoets houdt in dat bij het maken van ruimtelijke plannen al in een vroeg stadium bekeken moet worden wat de gevolgen zijn voor water en de ruimtelijke ordening. De watertoets omvat het gehele proces van het vroegtijdig informeren, adviseren, afwegen en uiteindelijk beoordelen van wateraspecten in plannen en besluiten. Dit resulteert uiteindelijk in de waterparagraaf.

De waterparagraaf is 'een beschrijving van de wijze waarop rekening is gehouden met de gevolgen van het plan voor de waterhuishouding'. In de waterparagraaf neemt de initiatiefnemer het wateradvies op van de waterbeheerder, motiveert de eventuele afwijkingen hiervan en stelt eventuele compenserende of mitigerende maatregelen voor.

De waterbeheerder, in dit geval het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, stelt in dit proces de kaders voor onder andere de watercompensatie vast. De watercompensatie houdt in dat voldoende bergingscapaciteit wordt gerealiseerd voor compensatie van de toename van het verharde oppervlak of het dempen van sloten. Daarnaast blijkt uit de watersysteemanalyse die door het HHNK is uitgevoerd dat delen van de percelen waar de ontwikkeling plaats vindt in de bestaande situatie kunnen inunderen bij extreme neerslagsituaties. Dit vraagt om extra aandacht om een klimaatbestendige inrichting te creëren. Daarnaast geeft de waterbeheerder aan welk beleid en welke criteria aangehouden moeten worden voor bijvoorbeeld het bergen en lozen van regenwater op de riolering en/of het oppervlaktewater.

Bij de waterbelangen speelt de gemeente echter ook een belangrijke rol. De noodzakelijke watercompensatie wordt bepaald door (het beleid van) het hoogheemraadschap. Echter, om de veerkracht van het watersysteem te vergroten voor klimaatextremen is er een gezamenlijke verantwoordelijkheid van de waterbeheerder én de gemeente. Daarom is deze waterparagraaf ook samen met de gemeente opgesteld. De gemeente heeft inspannings- en prestatieverplichtingen als het gaat om hemelwater, (freatisch) grondwater, en het afnemen van afvalwater.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt beschouwd welk beleid van toepassing is op de ontwikkeling, en welke afspraken er gemaakt zijn met de bevoegde gezagen. In hoofdstuk 3 wordt stilgestaan bij de huidige situatie van het plangebied. In hoofdstuk 4 wordt de toekomstige inrichting van het gebied beschouwd en de vertaalslag gemaakt van het beleid en de afspraken naar de ontwerpgegevens.

2 Relevant beleid en afspraken

2.1 Beleid

Het is wettelijk geregeld dat in alle ruimtelijke plannen een waterparagraaf dient te worden opgenomen. Het doel van de waterparagraaf is de waterhuishoudkundige doelstellingen zichtbaar en evenwichtig mee te nemen bij de ruimtelijke plannen. Hierbij wordt ingegaan op de gevolgen van het plan op de waterhuishouding en wordt een beschrijving gegeven van de maatregelen die worden getroffen. In deze paragraaf is een beknopt overzicht gegeven van het relevante beleid ten aanzien van water. Voor meer achtergronden van dit beleid wordt verwezen naar de verschillende beleidsdocumenten.

Landelijk en Europees beleid

De basisprincipes van het nationale beleid, Waterbeheer 21e eeuw (WB21) en het Europese beleid, de Kaderrichtlijn Water (KRW) zijn uitgewerkt in een drietrapsstrategie voor waterkwaliteit en -kwantiteit:

- Waterkwantiteit: vasthouden, bergen, afvoeren (Figuur 1)
- Waterkwaliteit: schoonhouden, scheiden, zuiveren

Daarbij geldt als uitgangspunt dat meer ruimte voor water nodig is, niet afgewenteld mag worden in plaats en tijd en geen achteruitgang mag plaatsvinden van de huidige chemische en ecologische waterkwaliteit.



Figuur 1: Vasthouden (1), Bergen (2), Afvoeren (3)

Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW)

Het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) is een verdere uitwerking van het WB21 beleid. In het NBW hebben het rijk, provincies, gemeenten en waterschappen zich als taak gesteld om de wateropgave in beeld te brengen en oplossingsrichtingen uit te werken.

Het NBW-actueel is een actualisatie van het NBW uit 2003. Het NBW-actueel benadrukt de gezamenlijke verantwoordelijkheid voor het op orde krijgen en houden van het totale watersysteem. Het geeft aan welke instrumenten ingezet worden om de opgave te realiseren, welke taken en verantwoordelijkheden iedere partij daarbij heeft en hoe partijen elkaar in staat willen stellen hun taken uit te voeren.

De afspraak is ook dat kan worden vastgehouden aan de wateropgave zoals die volgens het WB21-middenscenario in beeld is gebracht. De NBW uit 2003 met alle maatregelen is zo goed als afgerond waardoor alle polders aan de basisnormen voldoen.

Kaderrichtlijn Water

Een goede waterkwaliteit is belangrijk, daarom is sinds 2000 de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) van kracht. Daarin zijn afspraken gemaakt die ervoor moeten zorgen dat uiterlijk in 2027 het water in alle Europese landen voldoende schoon (chemisch op orde) en gezond (ecologisch in evenwicht) is.

Om deze doelen te bereiken moeten de landen van de Europese Unie een groot aantal maatregelen nemen. Zowel om de kwaliteit van de 'eigen' wateren op peil te brengen, als om ervoor te zorgen dat andere landen geen last meer hebben van de verontreinigingen die hun buurlanden veroorzaken.

Binnen het plangebied bevinden zich geen wateren die zijn aangemerkt als KRW-waterdelen, of die vallen binnen de stroomgebiedsbeheerplannen van het HHNK. Wel bevindt het gebied zich bovenstrooms van een van een waterlichaam, waardoor waterkwaliteit vanzelfsprekend een aandachtspunt is.

Regionaal beleid

Provincie Noord-Holland

- Waterverordening Noord-Holland, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
In deze verordening zijn de normen, plichten en prestatieafspraken opgenomen tussen de provincie en de waterbeheerder. Dit betreft onder andere de normen voor wateroverlast.

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

De waterbeheerder heeft samen met partners het waterbeleid op lange termijn (Deltavisie) en op middellange termijn (Waterprogramma 2016-2021) opgesteld. In het Waterprogramma 2016-2021 (voorheen waterbeheersplan) zijn de programma's en beheerstaken van het hoogheemraadschap opgenomen met de programmering en uitvoering van het waterbeheer. Het programma is nodig om het beheersgebied klimaatbestendig te maken, toegespitst op de thema's waterveiligheid, wateroverlast, watertekort, schoon en gezond water en crisisbeheersing. Daarnaast beschikt het Hoogheemraadschap over een verordening: de Keur 2016. Hierin staan de geboden en verboden die betrekking hebben op watergangen en waterkeringen. Voor het uitvoeren van werkzaamheden kan een vergunning nodig zijn. De werkzaamheden in of nabij de watergangen en waterkeringen worden getoetst aan de beleidsregels die op de website van het hoogheemraadschap te vinden zijn.

Andere relevante stukken van de waterbeheerder zijn de:

- Watertoets aspecten van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier;
- Beleidsregels compensatie verhardingstoename en alternatieve vormen van waterberging;
- Beleidsregels watervergunningen 2017.

Gemeente Zaanstad

- Gemeentelijk Rioleringsplan Zaanstad (GRP Zaanstreek-Waterland) 2020-2024 Samen water Ruimte geven
- Uitvoeringsplan Klimaatadaptatie 2021-2026
In het uitvoeringsplan Klimaatadaptatie 2021-2026 wordt beschreven hoe Zaanstad toewerkt naar een klimaatbestendige leefomgeving. Voor de bestaande stad (spoor 1) betekent dit ten aanzien van wateroverlast dat er wordt gewerkt aan het vergroten van het waterbergend vermogen van de openbare ruimte. Dit wordt bereikt door bijvoorbeeld de aanleg van droge bergingsvoorzieningen zoals wadi's of het verbreden van watergangen. Ook wordt er ingezet op het verwijderen van overbodige verhardingen.
- Groen- en waterplan Zaanstad 'Waardevol groen en water in Zaanstad'
- Wegwijzer Inrichting Openbare Ruimte Zaanstad (WIORZ)
- Beleidslijn gezond en veilig Hembrugterrein
- Beleidslijn gebiedskwaliteit Hembrugterrein Zaandam

2.2 Afspraken

Schakeldocument 2017/41143 gemeente Zaanstad

In dit document is opgenomen dat de gemeente uitgangspunten meegeeft aan de ontwikkelaar ten aanzien van extreme neerslag.

Aanvullend worden in dit stuk de randvoorwaarden gesteld waarbinnen de gemeente bereid is om een rioolstelsel te aanvaarden en in beheer over te nemen. Deze randvoorwaarden worden gedurende de uitwerking van de waterhuishouding voor het gebied, verder opgevraagd en in goed overleg vastgesteld.

De gemeente stelt middels dit document vast dat zij voldoende in- en toezicht zal moeten krijgen gedurende de uitvoeringsfase, om te beoordelen of de aanleg in overeenstemming is met de gemeentelijke kwaliteitseisen. Ook worden gegevens over ontwerp, constructie, aanleg en revisie overgedragen bij de overdracht in eigendom.

Wateroverleggen

Op reguliere basis is gedurende de totstandkoming van het bestemmingsplan afgestemd met de waterbeheerder en de gemeente. Hieruit zijn de volgende afspraken voortgekomen:

Normen wateroverlast vanuit oppervlaktewater

Conform artikel 2.2 van de Provinciale Waterverordening Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier geldt voor het plangebied bestemd voor de doeleinden bebouwing, hoofdinfrastructuur en spoorwegen, als norm een gemiddelde overstromingskans van 1/100 per jaar.

Ten aanzien van de ontwikkeling van het Hembrugterrein zijn de onderstaande normen voor inundatie vanuit het oppervlaktewater afgesproken.

Tabel 1: Normen wateroverlast

Situatie	T100	T1000
Inundatie openbaar groen	Toegestaan in de lage delen (westrand plangebied)	Toegestaan
Water op straat	Niet toegestaan	Toegestaan
Waterhoogte boven bouw / dorpelpeil	Niet toegestaan	Niet toegestaan

Water op straat

Bij het optreden van water op straat als gevolg van een neerslagintensiteit die de afvoercapaciteit overschrijdt, is het van belang dat water geen schade zal veroorzaken en niet kelders of parkeergarages in kan stromen. Voor een bui met een herhalingsdijk van eens in de 100 jaar is maximaal 20 centimeter water op straat acceptabel, conform het Gemeentelijk Rioleringsplan (GRP) Zaanstad.

Watercompensatie

Als gevolg van de uitzonderlijke ligging van de ontwikkelvelden, onder andere in de laagste peilgebieden van de kleine polder, is extra aandacht benodigd voor de wateropgave. Uit de watersysteemanalyse van het HHNK is gebleken dat zeer grote peilstijgingen in deze peilgebieden voor kunnen komen. Een reguliere compensatie van 10% extra water graven of het realiseren van vasthoudmaatregelen is niet voldoende om een veilige ontwikkeling te garanderen. Om te voldoen aan een veilige, klimaatadaptieve en waterrobuuste ontwikkeling van het gebied, worden de standaard beleidsregels ten aanzien van watercompensatie van de ontwikkelvelden. In plaats daarvan wordt middels een uitgebreide 3Di-modelstudie aangetoond dat binnen het bemalen plangebied wordt voldaan de provinciale waterverordening en geldende normen ten aanzien van inundatie vanuit het oppervlaktewatersysteem.

Gemaal Pontweg

De waterbeheerder heeft als wens dat de watergang langs de weg Provincialeweg uitgebreid wordt zodat het Pontgemaal beter kan functioneren. De huidige situering van het gemaal is als knelpunt aangemerkt in het peilbesluit. Dit knelpunt is echter al verholpen door maatregelen en onderhoud aan de persleiding van het gemaal richting het Noordzeekanaal. De capaciteit van het gemaal is 7,2 m³/min.

Ontwateringseis

In haar GRP wijst de gemeente Zaanstad de ontwikkelaars op de geadviseerde minimale ontwateringsdieptes m.b.t. nieuwbouw, conform SBR, publicatie 99. Tevens is aangegeven dat ontwateringsnormen maatwerk betreft, en kunnen worden aangepast naar de lokale situatie.

Ten aanzien van ontwatering worden vooralsnog de standaard GRP-uitgangspunten aangehouden waaraan moet worden voldaan en welke aannemelijk moeten worden gemaakt in het waterhuishoudkundig plan bij de ontwerpfase:

Functie	Minimaal benodigde ontwateringsdiepte
Woningen zonder kruipruimte*	0.5 m
Woningen met kruipruimte*	0.7 m
Tuinen/Groenvoorzieningen	0.5 m
Hoofdwegen**	1.0 m

* t.o.v. onderkant vloer; ** t.o.v. de kruin van de weg

In de Wegwijzer Inrichting Openbare Ruimte Zaanstad (WIORZ) staan de richtlijnen voor het ophogen en bouwrijp maken, waarbij ook de ontwerprichtlijnen worden aangegeven voor drainage in openbaar gebied.

3 Plangebied

De onderstaande figuur toont de ontwikkelvelden in het plangebied. Deze zijn onderverdeeld in ontwikkelveld 8, 9A, 9B en de kop van ontwikkelveld 1, Parkeren veld 1, en Kop 2, 6 en 5.



Figuur 2: Plangrens en ontwikkelvelden

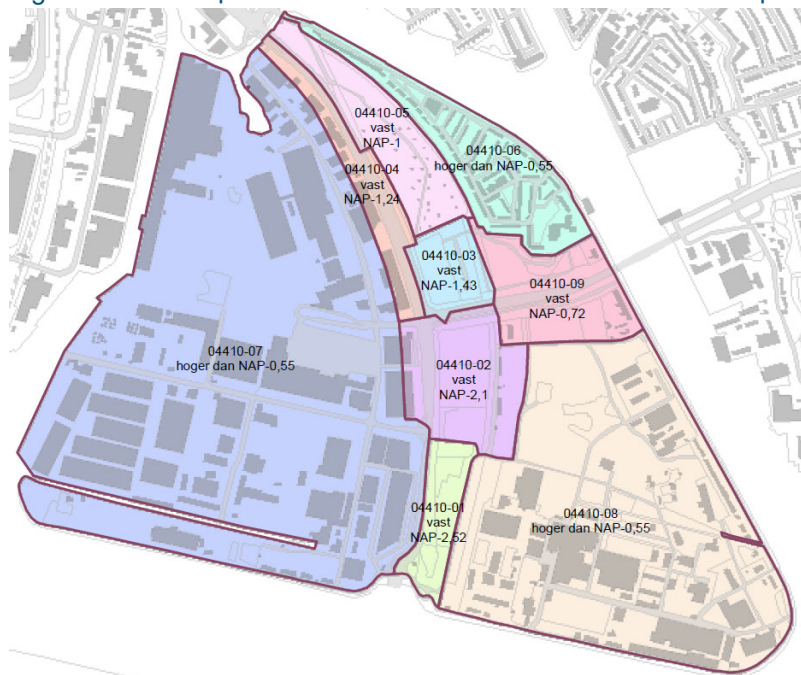
3.1 Oppervlaktewater en keringen

Het plangebied bevindt zich in de Noordzeekanaalpolders, binnen de polder Hemeiland. Binnen het plangebied zijn vier peilgebieden aanwezig:

Tabel 2: Peilgebieden binnen het plangebied

Peilgebied	Peil (m NAP)	Watert af op
04410-08	-0,55 en hoger (-0,20 m NAP praktijkpeil)	Noordzeekanaal Zijkanaal G (vrij verval)
04410-09	-0,72	Peilgebied 04410-02 (vrij verval)
04410-02	-2,10	Peilgebied 04410-01 (vrij verval)
04410-01	-2,52	Noordzeekanaal via gemaal Pontweg

Figuur 3 toont de peilenkaart uit het Peilbesluit Noordzeekanaalpolders (2014).



Figuur 3: Peilgebieden Hemeiland polder

Peilgebieden 04410-06, -07 en -08 zijn vrij afwaterend en lozen direct op het Noordzeekanaal. De overige peilgebieden zijn bemalen en wateren af richting gemaal Pontweg. In het peilbesluit Noordzeekanaal / Amsterdamrijnkanaal (1992) is vastgelegd dat het Noordzeekanaal een streefpeil heeft van NAP -0,40 m, met een bovengrens van NAP -0,30 m en een ondergrens van NAP -0,55 m. Hierdoor kan peilgebied 04410-08 met een praktijkpeil van ca. NAP -0,2 m onder vrij verval afwateren op het Noordzeekanaal.

Figuur 4 toont de bestaande oppervlaktewaterstructuur in het gebied. Hoewel ruim aanwezig, zijn veel watergangen slecht ontsloten of hebben een klein profiel. Een groot deel van de watergangen is aan te merken als droogvallende greppel. Desondanks zijn vrijwel alle watergangen binnen het plangebied aangemerkt als secundair water bij HHNK. Er is geen primair water aanwezig binnen de Hemeiland polder.



Figuur 4: Oppervlaktewaterstructuur bestaand

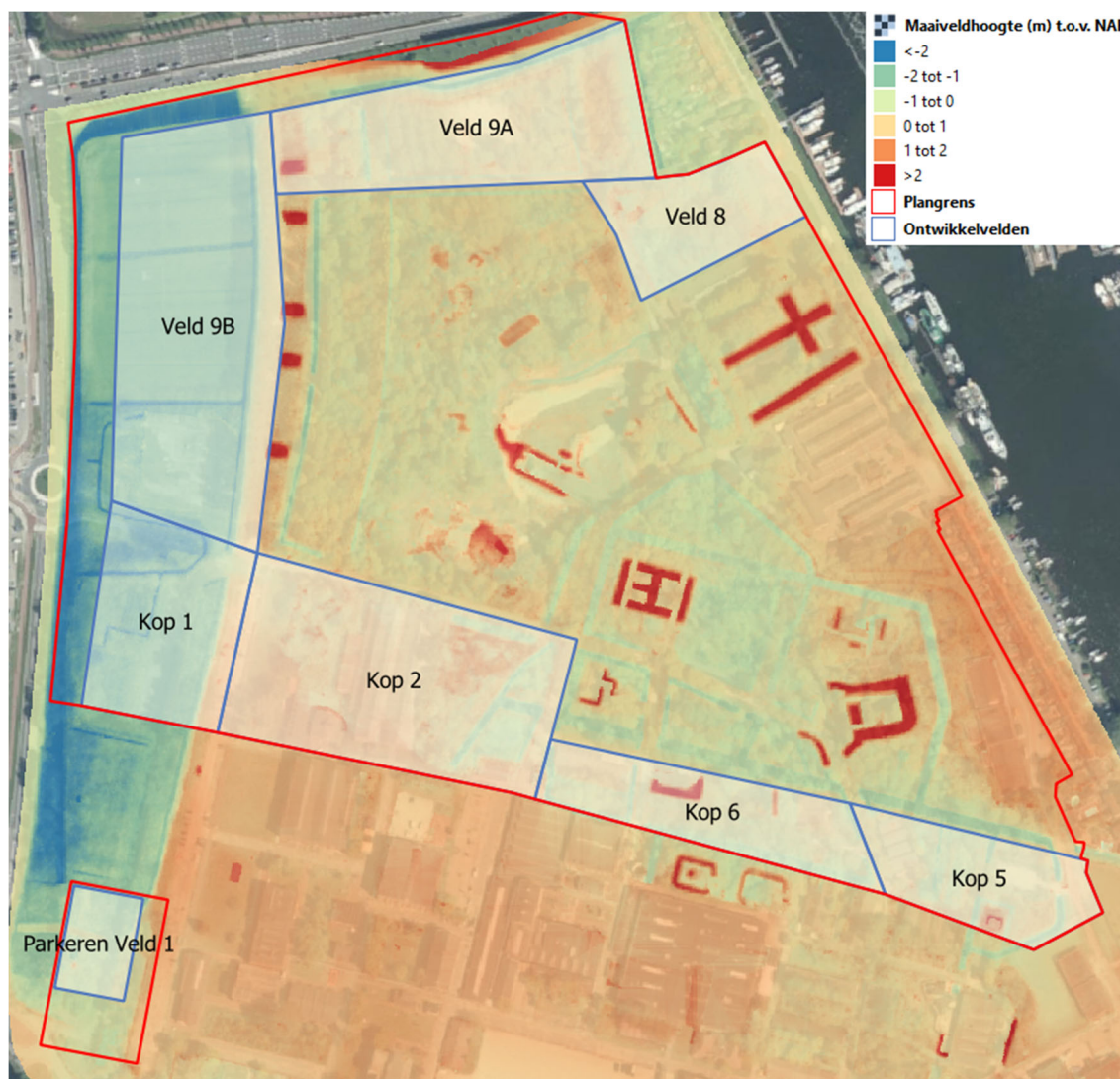
Figuur 5 toont de ligging van de regionale kering aan de rand van het Hembrugterrein. De kering heeft een IPO klasse V. De oostzijde van ontwikkelveld 8 valt deels binnen de beschermingszone van de kering. Werkzaamheden binnen de beschermingszone zijn een vergunningsplichtige activiteit.



Figuur 5: Legger waterveiligheid

3.2 Maaiveld en bodemopbouw

De huidige maaiveldhoogten variëren per deelgebied (Figuur 6). Velden 2, 5, 6, 8 en 9A zijn opgehoogd. De ophooglaag bestaat uit matig fijn zand en is plaatselijk vermengd met sintels, (kolen)gruis en puin. Veld 9B en 1 kennen deze antropogene ophogingen niet en hebben een lager maaiveldniveau van ca. -0,9 m NAP.



Figuur 6: Maaiveldhoogte bestaande situatie (bron: AHN)

Onder de top laag bevindt zich een pakket Holocene klei- en veenlagen met een dikte variërend van circa 0,5 tot 5 m. De top van deze laag betreft het oorspronkelijke maaiveld van voor de bebouwingsfase. De basis van de klei/veenlaag varieert van circa -4,0 tot circa -6,5 m NAP.

Onder de klei/veenlaag wordt matig fijn schelphoudend zand aangetroffen, het zogenaamde wadzandpakket. Op basis van beschikbare boorbeschrijvingen en onderzoeken bevindt de basis van het wadzandpakket zich op een diepte van circa -19 m NAP. Plaatselijk is het wadzandpakket slibhoudend en zijn dunne, sterk kleiige zandlagen ingesloten. Plaatselijk bevindt zich op een diepte van circa 12 tot 14 m onder maaiveld een veenlaag.

3.3 Geohydrologie

Figuur 7 toont de stijghoogte van het grondwater gedurende natte en droge perioden. Deze figuren komen uit het rapport Geohydrologisch onderzoek Hembrugterrein¹. In lijn met de peilgebieden is een duidelijk verschil te zien tussen de stijghoogte in het peilgebied 04410-08 enerzijds, en het uitzakken hiervan in westelijke richting naar peilgebieden waar een lager waterpeil wordt gehandhaafd.



Stijghoogte freatisch grondwater natte periode in m NAP
(blauwe lijnen)

Stijghoogte freatisch grondwater droge periode in m NAP
(blauwe lijnen)

Figuur 7: Isohypsenkaart

De grondwaterstanden in het freatisch pakket worden voornamelijk bepaald door de diep bemalen poldersloot aan de west- en noordrand van het gebied. De bemalen deelgebieden polder en afwateringsgebied hebben een beperkte invloed op de grondwaterstanden in de omliggende deelgebieden.

De ontwikkelvelden binnen peilgebied 04410-08 kennen bestaande bebouwing en zijn voorzien van een antropogene ophoging van 2 à 3 meter. Er is een fijnmazig netwerk van oppervlaktewater aanwezig, wat zorgt voor een relatief stabiele grondwatersituatie. De gemiddelde minimale ontwateringsdiepte voor ontwikkelvelden 2, 5, 6, 8 en 9A ligt, afhankelijk van de ophoging ter plaatse, tussen de 0,5 en 1,5 meter.

In de ontwikkelvelden 9B en 1 heeft deze ophoging niet plaatsgevonden, waardoor er naar verwachting in de natte periode plaatselijke grondwaterstanden tot net onder het maaiveld optreden.

Op vrijwel het gehele terrein vindt infiltratie vanuit het freatisch pakket naar het eerste watervoerend pakket plaats. Alleen in de westelijke zijde van ontwikkelvelden 1 en 9B, nabij de diep bemalen poldersloot, treedt kwel op.

¹ Geohydrologisch onderzoek Hembrugterrein te Zaandam, Tweede definitief, Wareco, 2005.

3.4 Voortraject

In het kader van het omgevingsplan heeft in een eerdere fase een watertoets plaatsgevonden en is er afstemming geweest met HHNK. De watertoets heeft bestaan uit overleggen over de regeling in het omgevingsplan en afstemming over te nemen maatregelen in verband met het toevoegen van verharding op het Hembrugterrein. In deze beleidslijn zijn regels opgenomen ten aanzien van de waterkwantiteit.

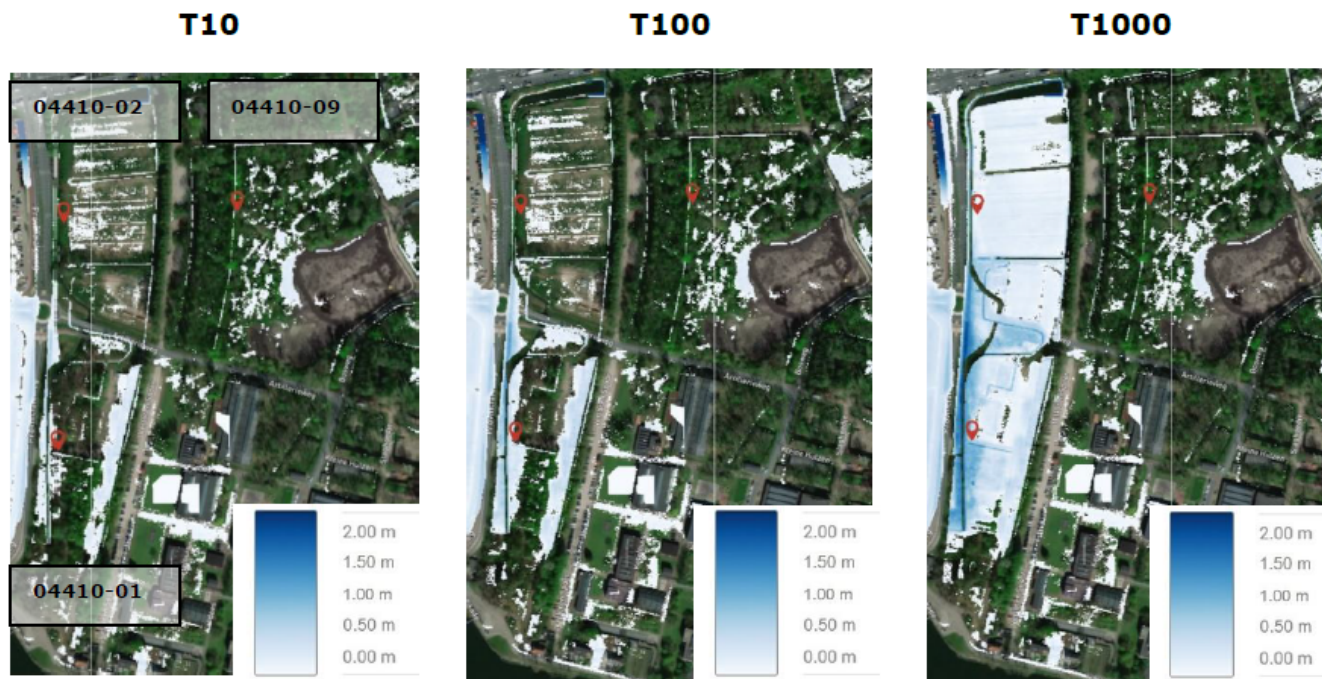
Ten behoeve van de waterkwantiteit op het Hembrugterrein is de nulsituatie het uitgangspunt voor de ontwikkeling. Daarbij wordt uitgegaan van de volgende oppervlaktes voor bestaande verharding en bestaand water voor het gehele terrein:

- Bestaande verharding: 148.577 m²
- Bestaand water: 17.381 m²

3.5 Inundatierisico

Uit de watersysteemanalyse van de waterbeheerder is gebleken dat grote delen van ontwikkelveld 9B en 1 inunderen bij situaties die zich gemiddeld eens per 10 en eens per 100 jaar voordoen. In de overige ontwikkelvelden is voldoende drooglegging en ontstaan in de huidige situatie geen problemen ten aanzien van waterkwantiteit.

Om het inundatierisico beter in beeld te brengen is het 3Di-model van HHNK eerst gevalideerd en geoptimaliseerd door SAWA (zie Bijlage 1). Het berekende inundatiebeeld voor een T10, T100 en T1000 situatie is in de onderstaande figuur weergegeven. Zonder ophoging van de ontwikkelvelden ontstaat er een onacceptabele inundatie vanuit het oppervlaktewater.



Figuur 8: Berekende waterdiepte bij blokbuien T10, T100 en T1000 scenario's voor ontwikkelvelden 9A, 9B en 1

De figuren tonen dat in peilgebied 04410-09, ook bij een T1000 situatie het water binnen de watergangen blijft. De stuw tussen peilgebieden 04410-01 en 04410-02 is bij een T100 en T1000 situatie volledig verdrongen, waardoor het maximaal berekende waterpeil in beide gebieden gelijk is.

De bestaande situatie voldoet niet aan de afgesproken normen ten aanzien inundatierisico vanuit het oppervlaktewater, omdat grote delen van de ontwikkelvelden in een T100 situatie onder water zullen staan. Maatregelen zijn nodig om hier in de toekomst wel aan te voldoen. Middels een 3Di-model waarin, in goede afstemming met de waterbeheerder, de toekomstige situatie is doorgerekend zal worden aangetoond dat wordt voldaan aan de afgesproken inundatienorm.

3.6 Aandachtspunten en oplossingsrichtingen voor toekomstige inrichting

Uit de bovengenoemde analyse, alsook gedurende de wateroverleggen, zijn de volgende aandachtspunten geïdentificeerd voor de toekomstige inrichting:

- Onvoldoende ontwatering en risico op inundatie vanuit het oppervlaktewatersysteem t.p.v. ontwikkelvelden 9B en kop 1
 - ➔ Zorgen voor voldoende waterberging in oppervlaktewater en op het maaiveld door watergangen te verbreden en enkel bouwvelden en infrastructuur op te hogen
- Doodlopende kopsloten, grote hoeveelheid bladinal, schaduwwerking, en slechte doorstroming van oppervlaktewatersysteem
 - ➔ Voldoende afstand tussen nieuwe bomen en het oppervlaktewater, doodlopende kopsloten verbinden en ringstructureren 'volledig maken t.b.v. de doorstroming
- Inlaten van zoet water in polder Hemeiland is niet mogelijk, omdat deze wordt omsloten door het brakke water van het Noordzeekanaal. Er bestaat risico op verdroging en verzilting van peilgebied 04410-08, versterkt door klimaatverandering, o.a. als gevolg van snelle afwatering en het uitzakken van (zoet) freatisch grondwater
 - ➔ Water zo veel als mogelijk in het gebied vasthouden, knijpstuwen toepassen tussen de peilgebieden, tussenpeilen creëren als overgang tussen lage poldersloten in het westen en hogere peilen in bestaand bebouwd gebied en het bos

4 Toekomstige inrichting

Globaal zijn de volgende activiteiten voorgenomen:

- De realisatie van bebouwing en verhardingen in ontwikkelveld 2, 5, 6 en 8,
- De realisatie van bebouwing, verhardingen en parkeren (zijnde gebouw) in ontwikkelveld 9A, 9B en 1,
- De activering van bestaande panden, en
- De aanleg van de benodigde infrastructuur en aanpassingen aan de openbare ruimte.

Het stedenbouwkundig plan is op het moment van oplevering van de waterparagraaf nog aan wijzigingen onderhevig. Derhalve is er in de bestemmingsplanfase nog geen sprake van het opstellen van een waterhuishoudkundig plan of een verhardingsanalyse.

Figuur 9 toont de (concept) verbeelding van het bestemmingsplan waarin de ligging van de functies bos, groen, gemengd, bedrijf, water en verkeer en verblijfsgebied zijn bestemd. Water wordt binnen alle genoemde bestemmingen mogelijk gemaakt, waardoor er in het gebied bij de verdere stedenbouwkundige uitwerking voldoende flexibiliteit is voor het inrichten van een goede oppervlaktewaterstructuur zoals deze op hoofdlijnen in deze waterparagraaf en het 3Di model is beschreven.



Figuur 9: Concept verbeelding van het bestemmingsplan; kijkt mogelijk af van definitieve verbeelding bestemmingsplan

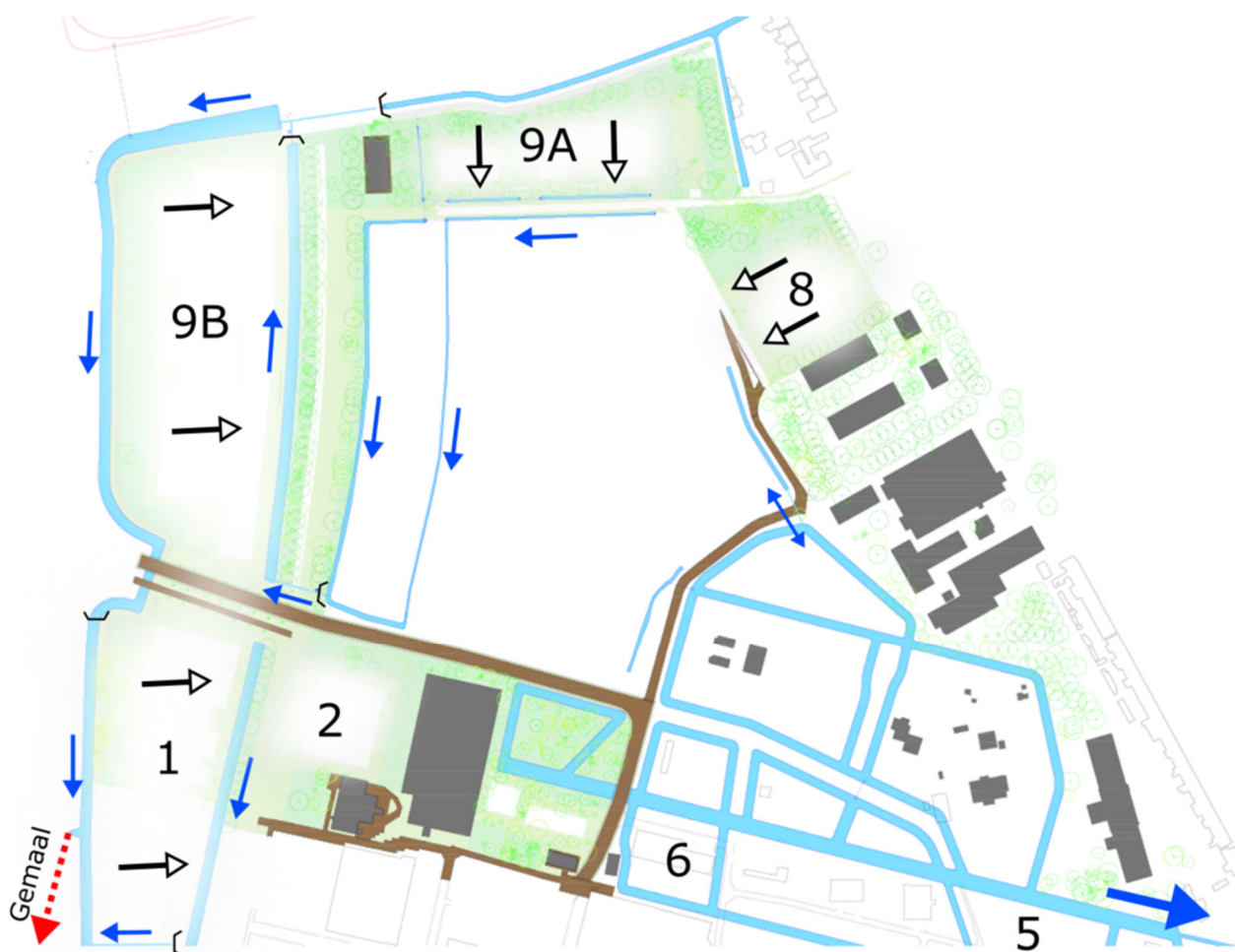
Activiteiten in en rond de bestaande oppervlaktewaterstructuur zijn een vergunningsplichtige activiteit, alsook het toevoegen van verhard oppervlak welke versneld tot afvoer komt op een oppervlaktewaterlichaam. Via deze weg kan het Hoogheemraadschap een vinger aan de pols houden bij de verdere ontwikkeling van het gebied.

4.1 Waterkwantiteit

Oppervlaktewaterstructuur

De visie op de oppervlaktewaterstructuur is gestoeld op het beter ontsluiten en verbinden van de watergangen, en het zo veel als mogelijk vasthouden van het water binnen het gebied door een trapsgewijze afvoer met stuwen (Figuur 10 en Figuur 11). Water wordt zo veel als mogelijk vastgehouden, omdat een zoetwateraanvoer naar het Hembrugterrein ontbreekt en het gebied wordt omgeven de brakke Noordzeekanaalboezem. Doodlopende kopsloten worden verbonden zodat nieuwe ringstructuren ontstaan en de doorstroming wordt verbeterd.

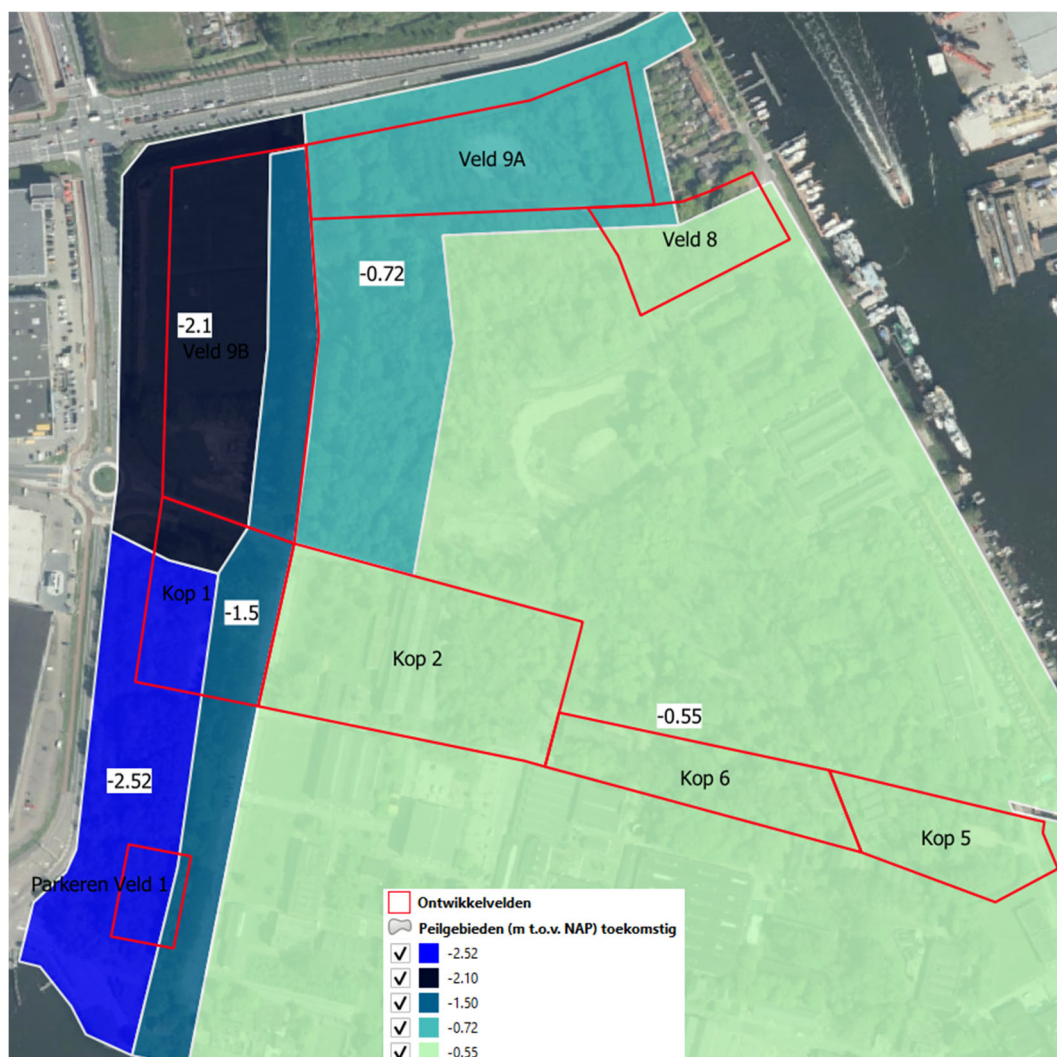
De verdere uitwerking van de oppervlaktewaterstructuur en het onderscheid tussen bestaande en nieuwe watergangen is te vinden in Bijlage 1. Hier zijn ook de voorgenomen profielen van de watergangen te vinden.



Figuur 10: Schetsontwerp oppervlaktewaterstructuur, met stroomrichting (blauwe pijlen) en toekomstig afschot maaiveld (zwarte pijlen).

Figuur 11 toont de toekomstige peilgebieden. Binnen peilgebied 04410-01 en 04410-02 wordt langs het verloren spoor een tussenpeil gehanteerd op -1,50 m NAP, zodat deze beter aansluit op de grondwaterstand. In de bestaande situatie is het tussenpeil al in veld 9B aanwezig, op -1,25 m NAP. Dit wordt verlaagd voor een betere ontwatering van het bouwveld, en om meer piekberging te creëren.

In de huidige situatie valt in de zomer de watergang in dit tussenpeil droog (zie hfst. 3.3). Door fysieke ingrepen, en door bovenstreams water vast te houden en (middels wegzijging uit het bosgebied) zo lang mogelijk te blijven voeden, kan het droogvallen zo veel als mogelijk worden voorkomen.



Figuur 11: Peilgebieden voor een trapsgewijze waterafvoer op het hemeiland om water maximaal vast te houden

Toelichting per ontwikkelveld:

- Ontwikkelveld 9A voert in zuidelijke richting af op de sloten/inundatiegreppels parallel aan en oostelijk van het Verloren Spoor in het bosperceel (-0,72 m NAP). Bij een wateroverschot loost dit peilgebied middels een knijpstuw en een duiker onder het Verloren Spoor op het tussenpeil in 9B op -1,50 m NAP.
- Ontwikkelveld 9B loost ook op de watergang met dit tussenpeil. Bij een wateroverschot wordt middels een knijpstuw afgevoerd op de waterschapssloot op -2,10 m NAP langs de Den Uylweg en de Pontweg N203.
- Ontwikkelveld 1 (kop en parkeren) zal in oostelijke richting lozen op een watergang met een tussenpeil van -1,50 m NAP, welke afwatert in zuidelijke richting en daar middels een knijpstuw verbonden is met het laagste peil van 04410-01 op -2,52 m NAP.
- Ontwikkelvelden 2, 6, 5 en 8 kent bestaand bebouwd gebied dat reeds gerioleerd is. Hier wordt aangesloten op de bestaande HWA-riolering en oppervlaktewaterstructuur. Ontwikkelveld 8 watert in de nieuwe situatie richting het bosgebied met streefpeil NAP-0,20 meter. Uitgangspunt is hier vasthouden van water en vertraagde afstroming. Bij de verdere uitwerking dient nog bekeken te worden of de huidige waterstructuur in deze hoek voldoende is gedimensioneerd.

De bestaande stuw in de waterschapssloot langs de Pontweg, tussen het bemalen peil -2,52 m NAP en het peil -2,10 m NAP, blijft als 'reguliere' stuw uitgevoerd.

De stuwen tussen de peilgebieden van het bosgebied, de tussenpeilen van 9B en 1, en de waterschapssloot langs de Pontweg zullen worden uitgevoerd als zogenaamde knijpstuwen, of duikerstuw met doorlaat. Deze stuwen voeren water na een neerslaggebeurtenis vertraagd af, zoals onverhard gebied dat zou doen, zodat de aanvoer richting de laagste peilgebieden niet de gemaalcapaciteit overschrijdt. Zo is er meer tijd voor infiltratie en aanvulling van het grondwater, en wordt het risico op wateroverlast benedenstrooms beperkt. Bij extreme neerslag kan water over de kruin van de stuw overstorten. De exacte dimensionering van de knijpstuwen wordt verder uitgewerkt in het waterhuishoudkundig plan.

Ook voor het gebied dat vrij afwatert richting het Noordzeekanaal kan worden gekeken of knijpstuwen kunnen worden ingezet voor tijdelijk peilopzet t.b.v. waterbergin, infiltratie en vertraagde afvoer.



Figuur 12: Voorbeeld knijpstuw

Beheer en onderhoud

Bij de verdere uitwerking van de oppervlaktewaterstructuur en de ruimtelijke inrichting van het terrein moet rekening gehouden worden met de onderhoudbaarheid, zodanig dat de watergangen voldoende gedimensioneerd zijn voor varend onderhoud, of dat er een obstakelvrije onderhoudsstrook van minimaal 3 meter wordt vrijgehouden. Bij een eenzijdige onderhoudsstrook mag de waterloop maximaal een waterbreedte van 4 à 5 meter hebben. Eventuele vaartracé's zouden binnen het plangebied aan de korte kant zijn, waardoor onderhoud vanaf de kant de voorkeur geniet.

De inrichting van de onderhoudsstrook kan zodanig zijn dat in extreme neerslagsituaties de onderhoudsstrook mag inunderen zonder dat er blijvende schade optreedt. Bij deze afwegingen moet rekening worden gehouden met de stabiliteit van de oevers en een efficiënte vorm van onderhoud.

Rainproof-inrichting

Bij de ontwikkeling van het gebied zal er worden gewerkt met het zogenaamde *rainproof*-ontwerpprincipe. Dit betekent dat naast de gangbare afvoer- en waterbergingsnormen, wordt gekeken naar een situatie waarin de neerslaghoeveelheid en/of intensiteit de standaard normen overschrijdt. Het is in zulke gevallen de bedoeling dat essentiële infrastructuur blijft functioneren, en de waterschade geminimaliseerd wordt door slim om te gaan met de inrichting van de ruimte. Denk bijvoorbeeld aan het verlaagd inrichten van groenzones zodat water hier geborgen kan worden. Ook het toepassen van voldoende hoge vloerpeilen en het voorkomen van het vollopen van ondergrondse bouwwerken horen bij een *rainproof*-inrichting.

Een zeer extreme bui, bijvoorbeeld met een herhalingstijd van eens in de duizend jaar (T1000), zal zeer lokaal vallen en kan lokaal voor grote overlast en schade zorgen. Er is gekeken of het wenselijk is om een noodoverlaat vanuit peilgebied 04410-01 direct op het Noordzeekanaal te realiseren. Hierdoor zou het waterpeil nooit langdurig hoger kunnen zijn dan ca. -0,3 m NAP (bovengrens peil Noordzeekanaal). De 3Di-modellering heeft echter aangetoond dat gedurende een T1000 situatie het water niet zal stijgen tot dorpelhoogte. Ook de infrastructuur blijft vrij van water-op-straat vanuit het oppervlaktewater.

Normen wateroverlast

Middels de 3Di-modellering is voor de toekomstige situatie aangetoond dat aan de normen t.a.v. wateroverlast wordt voldaan. De rapportage hiervan is te vinden in Bijlage 1. Gedurende de definitieve fase van het opstellen van het stedenbouwkundig plan zal de modelberekening nogmaals worden uitgevoerd om aan te tonen dat de inrichting voldoet aan de normen. Hierbij wordt het Hoogheemraadschap betrokken.

Watercompensatie

Zoals benoemd in de afspraken (hfst. 2.2), wordt voor de ontwikkelvelden afgeweken van de standaard beleidsregels watervergunningen en compensatie verhardingstoename. Hier wordt middels een modelberekening, welke is getoetst door het Hoogheemraadschap, vastgesteld dat de toekomstige inrichting zal voldoen aan de inundatienormen.

Vanuit het oogpunt van de gemeentelijke ambities op het gebied van klimaatadaptie zijn aanvullende maatregelen voor het vasthouden en vertraagd afvoeren van hemelwater naar de watergangen in alle gebieden een ontwerpuitgangspunt. Dit heeft een positief effect op het aanvullen van het grondwater en het koelen van de omgeving. Toetsingsmomenten voor de inrichting zijn de aanvraag omgevingsvergunning bij de gemeente, en de watervergunning bij het Hoogheemraadschap.

4.2 Waterkwaliteit

Het relatief schone afstromende hemelwater van daken en verhardingen wordt gescheiden ingezameld van het afvalwater (DWA). Het hemelwater komt uiteindelijk via riolering of infiltratie in de watergangen terecht. Er zijn dus geen overstorten van gemengde of vuilwaterriolering. Het aanvullen van het grondwater en de watergangen met zoet hemelwater is noodzakelijk gezien de aanwezigheid van de brakke Noordzeekanaalboezem rondom het terrein.

Het wegnemen van de zogenaamde doodlopende kopsloten en het beter verbinden van de nieuwe oppervlaktewaterstructuur komt de doorstroming en daarmee de waterkwaliteit ten goede. Nieuwe bomen worden zo veel als mogelijk op een minimale afstand van 3 meter van de insteek van de watergang geplaatst, om zo schaduwwerking en bladinvall te verminderen. Tevens kan deze (minimaal 3 meter brede) strook als onderhoudsstrook worden gebruikt.

Bij de voorgenomen activiteiten binnen het Hembrugterrein is geen verslechtering van waterkwaliteit te verwachten, en wordt er ingezet op een verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit binnen de mogelijkheden van het project.

4.3 Waterveiligheid

De regionale kering aan de rand van het plangebied met het Noordzeekanaal heeft een IPO klasse V, waarmee het gebied beschermd is tegen overstromingen vanuit het boezemwater.

Activiteiten die plaatsvinden binnen de beschermingszone van de kering zijn vergunningsplichtig, en bouwwerken/constructies moeten buiten het leggerprofiel van de kering blijven.

4.4 Grondwater en voorkomen zoetwatertekort

Door het introduceren van tussenpeilen in de peilgebieden 04410-01 en 4410-02 ontstaat er een trapsgewijze afvoer die het beter aansluit bij het grondwaterregime. Tevens zorgt dit er voor dat afstromend hemelwater op een hoger peil kan worden vastgehouden, waardoor optimaal gebruik gemaakt wordt van de sponswerking van de bodem.

In relatief droge perioden zal neerslag langer vastgehouden worden in de hogere peilgebieden, deels door infiltratie, en duurt het dus langer voordat water uit de hogere peilgebieden in het plangebied het laagste peilgebied bereikt. In de natte perioden zorgen verbrede watergangen met knijpstuwen in de tussenpeilen juist voor meer bergingscapaciteit om pieken op te vangen. Tevens wordt het water vertraagd afgevoerd naar de lagere peilgebieden als gevolg van de knijpstuwen, waardoor er meer tijd is voor infiltratie en het aanvullen van grondwater.

4.5 Riolering, afwatering en ontwatering

Afvalwater

Door het Rijksvastgoedbedrijf is reeds riolering aangelegd. De riolering is dusdanig aangepast dat de toekomstige ontwikkelingen hierop kunnen aansluiten. De riolering is (nog) niet in beheer en onderhoud bij de gemeente Zaanstad. Voor het aansluiten van de nieuwe panden moet een persleiding gelegd worden die inpijpt op een gemeentelijke persleiding. Dit zal tijdens de VO-fase opgepakt worden in samenwerking met de projectleider IB van de gemeente Zaanstad en HHNK conform het opgestelde Toetsprotocol Hembrugterrein welke is opgenomen in de anterieure overeenkomst.

Ontwatering

De toekomstige functies in het gebied moeten aan de ontwateringsnormen voldoen van de gemeente Zaanstad, zoals vermeld in het WIORZ en het GRP. Door te kiezen voor slimme (bouw)peilen en afschot wordt zowel voldaan aan ontwateringseisen als het *rainproof*-ontwerpprincipe. Bij de aanleg van (parkeer)kelders verdienen ontwatering en het voorkomen van grondwateroverlast extra aandacht.

Hemelwater

In het plangebied worden in overeenstemming met het GRP de verschillende waterstromen ontvlochten. Afvalwater wordt gescheiden ingezameld van het hemelwater. Hemelwater wordt zo veel mogelijk vastgehouden in het oppervlaktewatersysteem. Met het uitbreiden en verbeteren van de oppervlaktewaterstructuur wordt invulling gegeven aan een klimaatadaptieve en duurzame inrichting van het gebied in relatie tot hemelwater. De 3Di-studie (Bijlage 1) heeft aangetoond dat met de mutaties aan de oppervlaktewaterstructuur en de peilen er voldoende waterberging in het watersysteem is gerealiseerd om wateroverlast te voorkomen.

In het stedenbouwkundig plan moet worden vastgesteld of watercompensatie in bouwvelden 2, 5, 6, 8 en 9A volledig gerealiseerd zal worden in oppervlaktewater of ook in alternatieve vormen van waterberging. Alternatieve vormen van waterberging zorgen voor een geleidelijke afvoer van hemelwater naar de bodem of het oppervlaktewater, en dragen daardoor bij aan extra aanvulling van het grondwater in droge perioden. Anderzijds kan er in de droge perioden door de fijnmazige oppervlaktewaterstructuur ook aanvulling van het grondwater plaatsvinden vanuit de watergangen.

In de ontwerpfase zal gekeken worden naar de mogelijkheid om de bestaande bebouwing, welke voor een deel direct afvoert middels HWA op het Noordzeekanaal, in droge perioden ook te laten afwateren op peilgebied 04410-08. Hiermee kan het uitzakken van het oppervlaktewaterpeil en de grondwaterstand in drogere perioden worden verminderd. Ook wordt de optie verkend om nabij ontwikkelveld 8 het peilgebied -08 te koppelen (middels bv. een afsluitbare duiker) aan het ontwikkelveld 9B in peilgebied -09 met het streefpeil NAP-0,72 m.

5 Conclusie

De ontwikkeling van het noordelijke deel van het Hembrugterrein biedt zowel kansen als uitdagingen. Er zijn kansen om de oppervlaktewaterstructuur te verbeteren en om meer water in het plangebied vast te houden. De ontwikkelvelden 1 en 9B zijn echter kwetsbaar voor wateroverlast vanuit het oppervlaktewater, omdat deze zich in de laagste peilgebieden van de polder Hemeiland bevinden.

Door de gemaakte afspraken en kaders, de weging van de waterbelangen binnen het project en de modellering kan worden vastgesteld dat de waterbelangen geen belemmering vormen in de verdere ontwikkeling van het plangebied.

Het proces van vroegtijdig afstemmen binnen de watertoetsprocedure is hiermee doorlopen en akkoord bevonden door het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en de Gemeente Zaanstad.

Bijlage 1: Hembrug modelanalyse (3Di, SAWA kenmerk P010)

Hembrug modelanalyse



*Deze tekening toont de indicatieve verkaveling van fase 2, wat gezien kan worden als een mogelijk eindbeeld van fase 2.

Hembrug modelanalyse

Betreft: Eindrapport
Datum: 8 juni 2021
Kenmerk: P010
Behandeld door: dr. ir. Anne Leskens
Aan: Hembrug B.V. tav Klaas van de Belt

Inhoudsopgave

1.	INLEIDING.....	4
1.1	AANLEIDING.....	4
1.2	VRAAGSTELLING.....	4
1.3	LEESWIJZER.....	4
2	KENMERKEN BASIS 3DI-MODEL	5
2.1	WATERSYSTEEM.....	5
2.2	HOOGTERASTER.....	6
2.3	INFILTRATIE-INTENSITEIT	7
2.4	BERGINGSCAPACITEIT	8
2.5	FRICTIE.....	8
3.	VALIDATIE MODEL.....	10
3.1	UITGEVOERDE CONTROLES	10
3.2	VALIDATIE HISTORISCHE WATERSTANDSMETINGEN	10
3.3	CONCLUSIE.....	12
3.4	INUNDATIEBEELD OKTOBER 2019	13
4.	INUNDATIEBEELDEN BIJ EXTREME NEERSLAG - HUIDIGE SITUATIE	14
4.1	BLOKBUIEN	14
4.2	PIEKBUIEN	15
5.	INRICHTINGSVARIANT	17
5.1.	BESCHRIJVING VARIANT	17
5.2.	RESULTATEN T1000 BUIEN	22
5.2	CONCLUSIE INRICHTINGSVARIANT	23
BIJLAGE 1: KLIMAATBUIEN HHNK EN MAXIMALE WATERSTANDEN PEILGEBIED 04410 -01 HUIDIGE SITUATIE		24

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Hembrug Zaandam BV herontwikkelt het terrein Hembrug te Zaandam (zie onderstaande figuur). Voor de ontwikkeling zal door RHDHV een waterparagraaf voor het bestemmingsplan en een waterhuishoudkundig rapport geschreven worden. Om de effecten van extreme neerslag in het gebied in beeld te brengen en een waterrobuuste inrichting te ontwikkelen is met het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) afgesproken een modelanalyse met het 3Di-model van HHNK uit te voeren.

1.2 Vraagstelling

Hiertoe heeft Hembrug Zaanstad B.V. aan SAWA Wateradvies B.V. het volgende gevraagd:

1. Valideren en verbeteren van het bestaande 3Di-model;
2. In kaart brengen van inundatie bij extreme neerslag;
3. In kaart brengen van de benodigde maaiveldverhoging in het plangebied om inundatie vanuit het oppervlaktewater te voorkomen;
4. Advisering rondom de positionering en de capaciteit van het gemaal en/of mogelijke afstroming naar het bos;
5. Opleveren van een verbeterd model aan HHNK en Hembrug Zaanstad B.V.

1.3 Leeswijzer

In deze rapportage wordt ingegaan op de hierboven genoemde eerste vier punten. In hoofdstuk 2 is een beschrijving gegeven van het basismodel. In hoofdstuk 3 zijn de resultaten van de validatie en de verbetering van het 3Di model beschreven. In hoofdstuk 4 zijn de inundaties bij extremen in beeld gebracht. Hoofdstuk 5 geeft een beschrijving van de inrichtingsvariant en bijbehorende maaiveldverhoging om inundatie vanuit het oppervlaktewater te voorkomen.

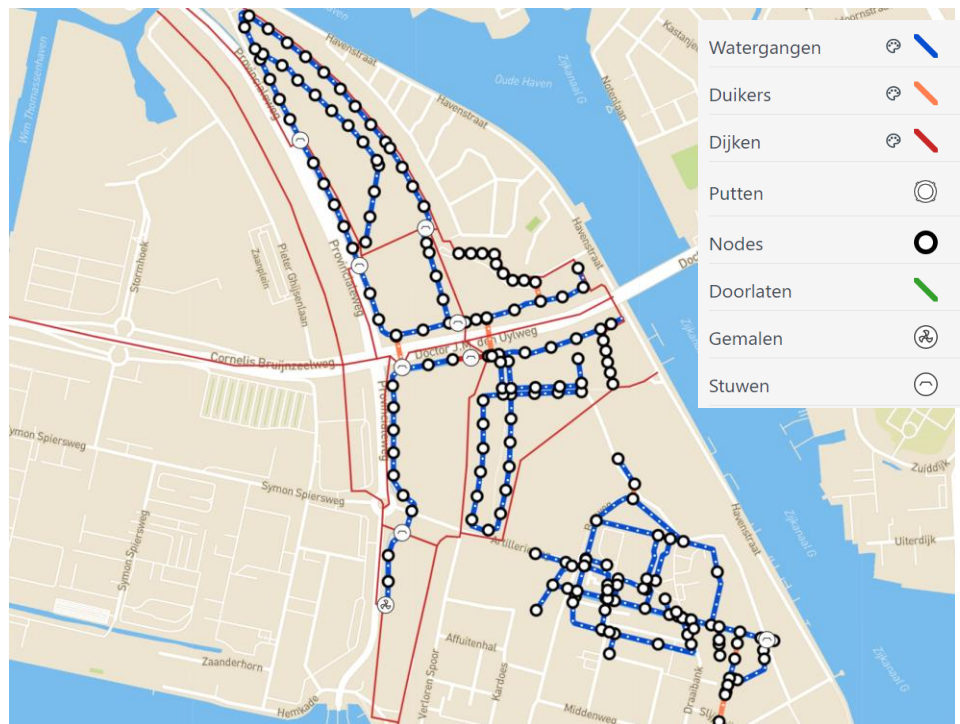


Figuur 1: Impressie van de herontwikkeling Hembrug

2 Kenmerken basis 3Di-model

2.1 Watersysteem

Het Hemeiland bevindt zich in het 3Di model genaamd 'polders NZK'. Dit model is automatisch opgebouwd uit de basisdata van HHNK en vormt in deze studie het uitgangspunt. Het model is opgebouwd uit een 2D maaiveldmodel met daarin gekoppeld het watergangennetwerk, inclusief kunstwerken zoals duikers, stuwen en een gemaal. Het model neemt ook bodeminfiltratie en -berging mee. In onderstaande figuur is een overzicht gegeven van het watergangennetwerk en de kunstwerken die in het basismodel zijn opgenomen.



Figuur 2: Uitsnede 3Di model Hembrug

De stuwen in het model zijn conform de peilgebieden en bijbehorende peilen ingesteld. In onderstaande figuur is hiervan een overzicht gegeven. Hieruit kan het volgende worden opgemaakt:

- Het peilgebied (04410-06) boven de N516 watert af op het Zijkanaal van het Noordzeekanaal en belast hiermee dus niet de zuidelijk gelegen peilgebieden. In de volgende paragraaf is dit nader gecontroleerd op basis van de rioleringskaart van de gemeente;
- Het Hembrugterrein (peilgebied 04410-08) watert af op het Zijkanaal van het Noordzeekanaal en belast daarom dus ook de andere peilgebieden niet;
- Het laagste peilgebied heeft een vast peil van -2,52 m NAP. Hier bevindt zich ook het gemaal. Peilgebieden -02, -03, -04, -05 en 09 wateren hier trapsgewijs op af.

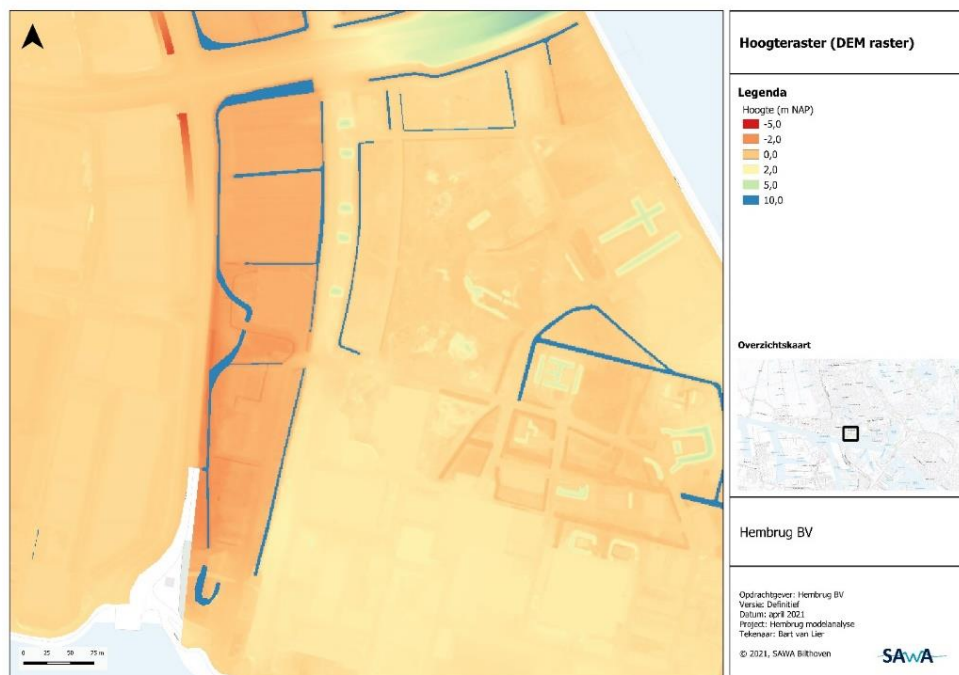


Figuur 3: Peilgebieden

2.2 Hoogteraster

Om de stroming van het water over het maaiveld (2D) te bepalen is een hoogteraster (ook wel DEM raster) in het model gebruikt. In onderstaande figuur is te zien hoe het raster voor de huidige situatie eruit ziet. Dit raster is afgeleid van de AHN2 en heeft een resolutie van 0,5 bij 0,5 meter.

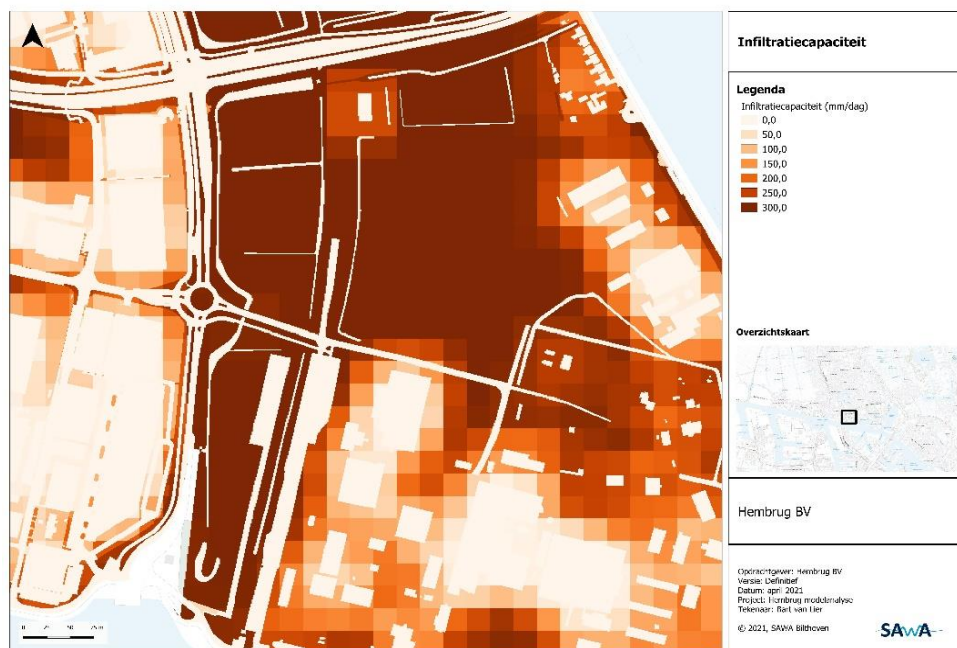
Het rekengrid dat over het maaiveld ligt heeft een resolutie variërend van 20 bij 20 tot 100 bij 100 meter. Per rekencel wordt de gedetailleerde informatie van het maaiveld gebruikt om het volume, de weerstand en de uitwisseling met andere rekencellen te berekenen. Het maaiveld, de infiltratie en de weerstand zijn gedetailleerd meegenomen in het model in cellen van 0,5 bij 0,5 meter.



Figuur 4: Gebruikt hoogteraster huidige situatie

2.3 Infiltratie-intensiteit

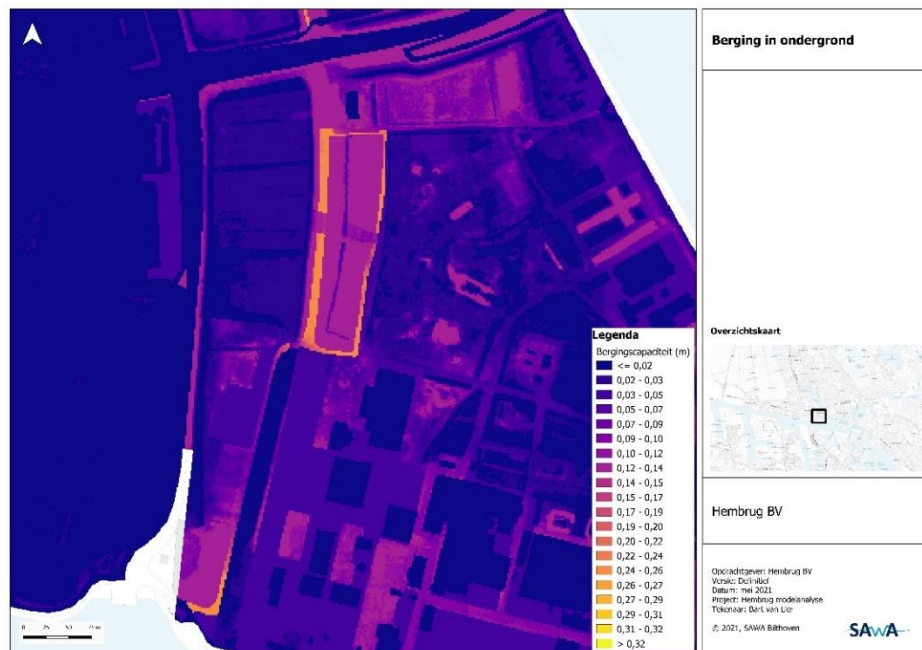
In het infiltratieraster is de infiltratie-intensiteit ruimtelijk gedefinieerd. Voor verharde oppervlaktes wordt een waarde van 0 mm/dag aangehouden. Voor onverharde oppervlaktes is de infiltratie-intensiteit variabel naar grondtype en landgebruik met een maximum van 300 mm/dag in het bosgebied. In het onderstaande figuur is het infiltratieraster weergegeven dat is gebruikt in het model.



Figuur 5: Gebruikt infiltratieraster huidige situatie

2.4 Bergingscapaciteit

Naast de infiltratie-intensiteit is de hoeveelheid water dat kan infiltreren ook afhankelijk van de beschikbare bodemberging. Deze is afgeleid van het poriënvolume en de grondwaterstand. In de onderstaande figuur is het raster met de bergingscapaciteit weergegeven.



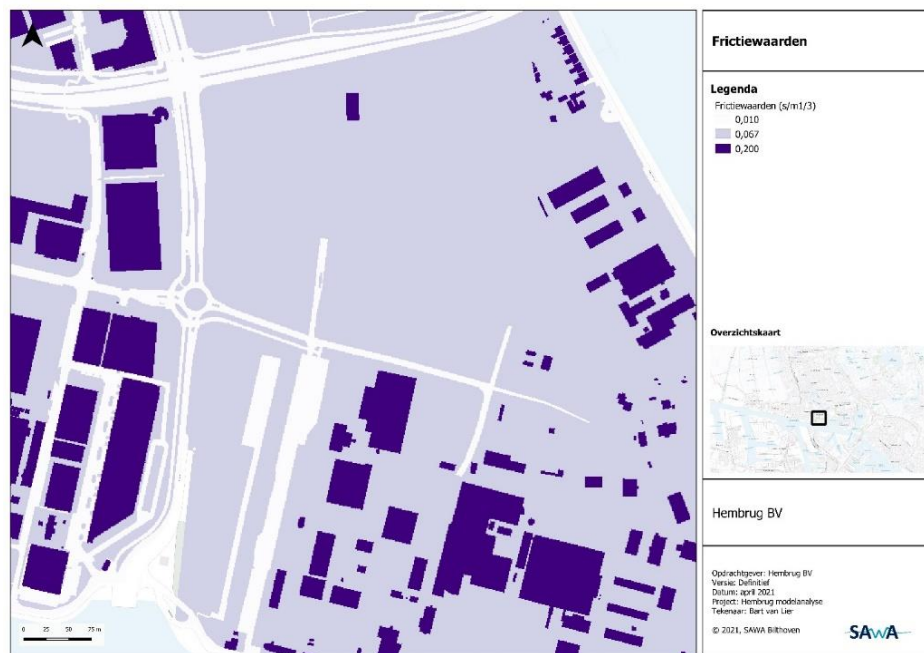
Figuur 6: Berging in de ondergrond (m)

2.5 Frictie

De weerstand die het water ondervindt bij de stroming over het maaiveld is vastgelegd in het frictieraster van het model. Het frictieraster (zie onderstaand figuur) is onderverdeeld in drie categorieën:

1. Bebouwing: hiervoor is een waarde van $0,2 \text{ s/m}^{1/3}$ aangehouden
2. Wegen: hiervoor is een waarde van $0,01 \text{ s/m}^{1/3}$ aangehouden
3. Overig: hiervoor is een waarde van $0,067 \text{ s/m}^{1/3}$ aangehouden

De hogere waarde bij bebouwing zorgt ervoor dat het water niet direct het huis in zal stromen in het model, maar om de bebouwing heen.



Figuur 7: Gebruikt frictieraster huidige situatie

3. Validatie model

3.1 Uitgevoerde controles

Het huidige model is op de volgende wijze gecontroleerd:

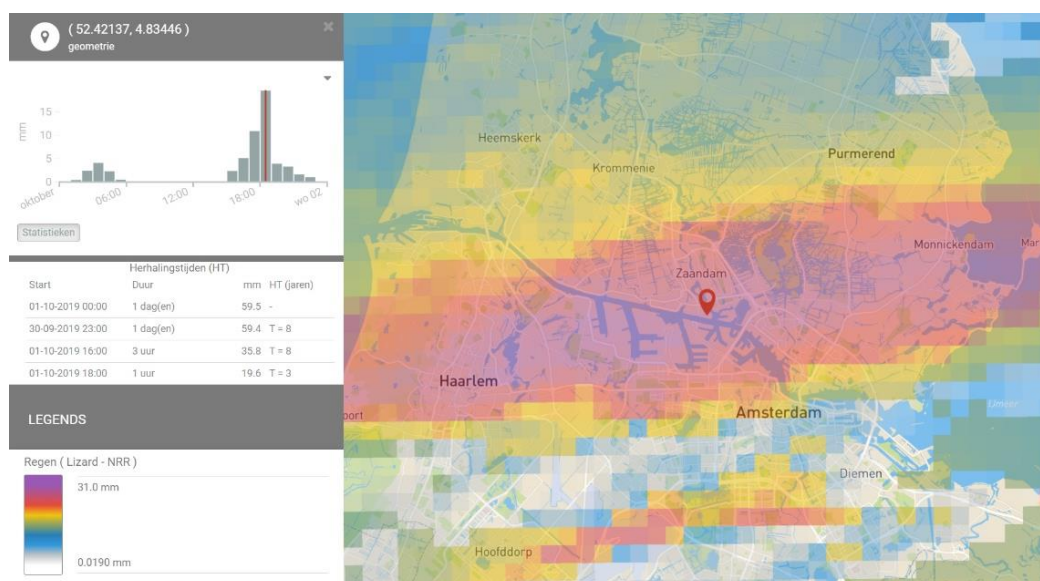
1. Controle afwatering peilgebied 04410-06 (woonwijk ten noorden van N516) op basis van rioleringsgegevens van de gemeente Zaanstad. Ook is een testberekening in 3Di gemaakt en gecontroleerd op (ongewenste) stromingen over de peilgrenzen. Op basis hiervan zijn de grenzen rond het peilgebied 04410-06 verhoogd met 10 meter om af te dwingen dat het water wordt afgewaterd richting het Zijkanaal.
2. Controle van harde scheidingen. Uitgangspunt is dat er geen water vanuit de westelijke peilgebieden naar de peilgebieden 04410-01, -02, -03, -05 kan stromen. Er is een testberekening in 3Di gemaakt en er is gecontroleerd op stromingen over de westelijke grenzen van de genoemde peilgebieden. Hieruit is gebleken dat de stromingen over de peilgrenzen overal 0 zijn.
3. Controle gemaalcapaciteit en aan- en afslagpeilen. Dit is gecontroleerd op basis van aangeleverde data van het waterschap (Geosysteem HHNK, geraadpleegd op 12 februari 2021):
 - o Gemaalcapaciteit: 7,2 m³/min
 - o Aanslagpeil: NAP-2,50 meter
 - o Uitslagpeil: NAP -2,60 meter

Het model komt overeen met bovenstaande waarden.

4. Controle afmetingen stuwen en duikers. De kruinhoogtes van de stuwen zijn gecontroleerd, alsmede de afmetingen van de duikers. Deze komen overeen met de realiteit.

3.2 Validatie historische waterstandsmetingen

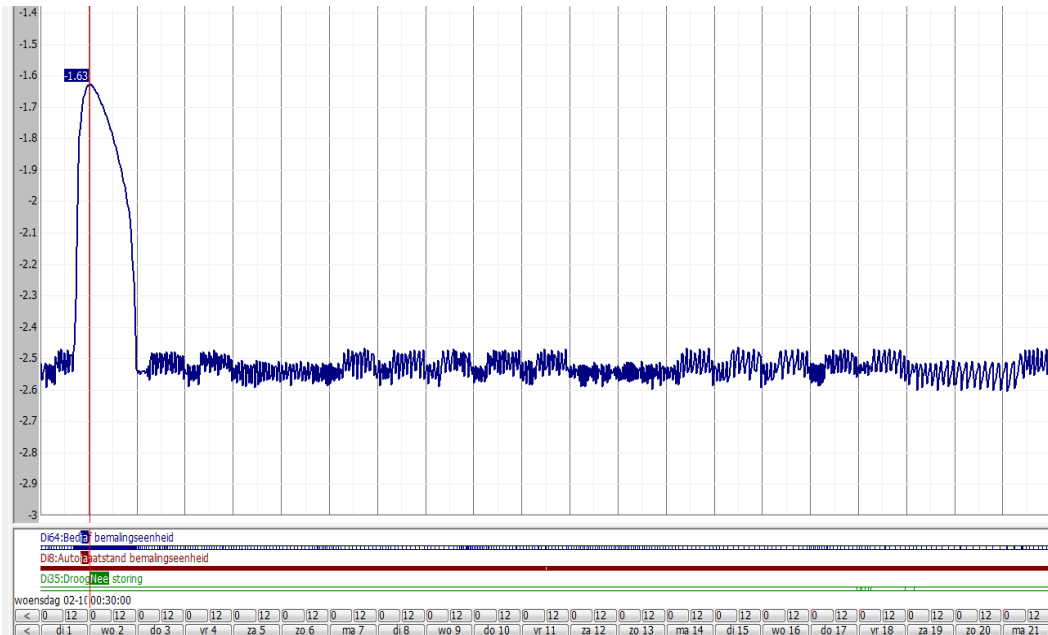
Op basis van aangeleverde historische waterstandsmetingen bij het gemaal (peilgebied 04410-01) is een validatieberekening gemaakt voor oktober 2019. De neerslag van 1 en 2 oktober 2019 kan worden gezien als een gebeurtenis die gemiddeld eens in de acht jaar optreedt en bedroeg ca. 60 mm in 9 uur met een piek van ca 20 mm in 1 uur.



Figuur 8: Neerslag 1 en 2 oktober 2019

In onderstaande figuur zijn de gemeten waterstanden weergegeven. Hieruit kan het volgende worden afgeleid:

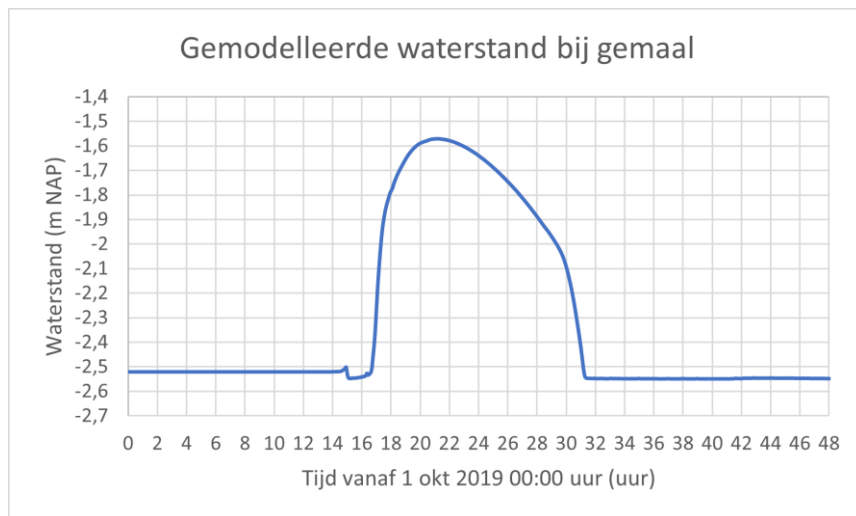
- De waterstandspiek bedroeg -1,63 m NAP. Het peil was voor de piek gemiddeld -2,55 m NAP. De peilstijging bedroeg dus 0,92 m
- Het duurde circa 24 uur voordat de waterstand weer op het normale peil was. Volgens HHNK kan er vanuit gegaan worden dat het gemaal gedurende 24 uur met 7,2 m³/min water heeft weggepompt.



Figuur 9: Gemeten waterstanden bij gemaal (TMX_0178 Pontweg peilverloop 1 okt 2019 tot 21 okt 2019)

In onderstaande grafiek is de gemodelleerde waterstand weergegeven bij het gemaal. Hieruit kan het volgende worden afgeleid:

- De waterstandspiek bedraagt -1,57 m NAP. Het peil voor de piek was gemiddeld -2,55 m NAP. De peilstijging bedraagt dus 0,98 m
- Het duurt ongeveer 11 uur voordat de waterstand weer op peil is



Figuur 10 gemodelleerde waterstand bij gemaal, model met GHG startcondities

3.3 Conclusie

Uit de vergelijking tussen de gemeten en gemodelleerde waterstand blijkt het volgende:

- Het model geeft een 5 cm hogere piekwaterstand dan de metingen.
- Het model is na de piek weer eerder op peil. We hebben geen gegevens van de gemaalcapaciteit die in werkelijkheid is toegepast, dus de reden hiervan is niet precies te achterhalen.
- Omdat we vooral geïnteresseerd zijn in het maximale peil lijkt het model geschikt om de analyses mee uit te voeren. Hierbij moet een onzekerheidsmarge van 5-10 cm worden aangehouden.

3.4 Inundatiebeeld oktober 2019

In onderstaande figuur is het gemodelleerde maximale inundatiebeeld gegeven bij de neerslag van 1 en 2 oktober 2019. Duidelijk is dat de greppels die langs het verloren spoor liggen vollopen met water en dat rond het gemaal inundatie optreedt. Het vollopen van de greppels bij hevige buien komt overeen met ervaringen.



Figuur 11 Inundatiebeeld 1-2 oktober 2019

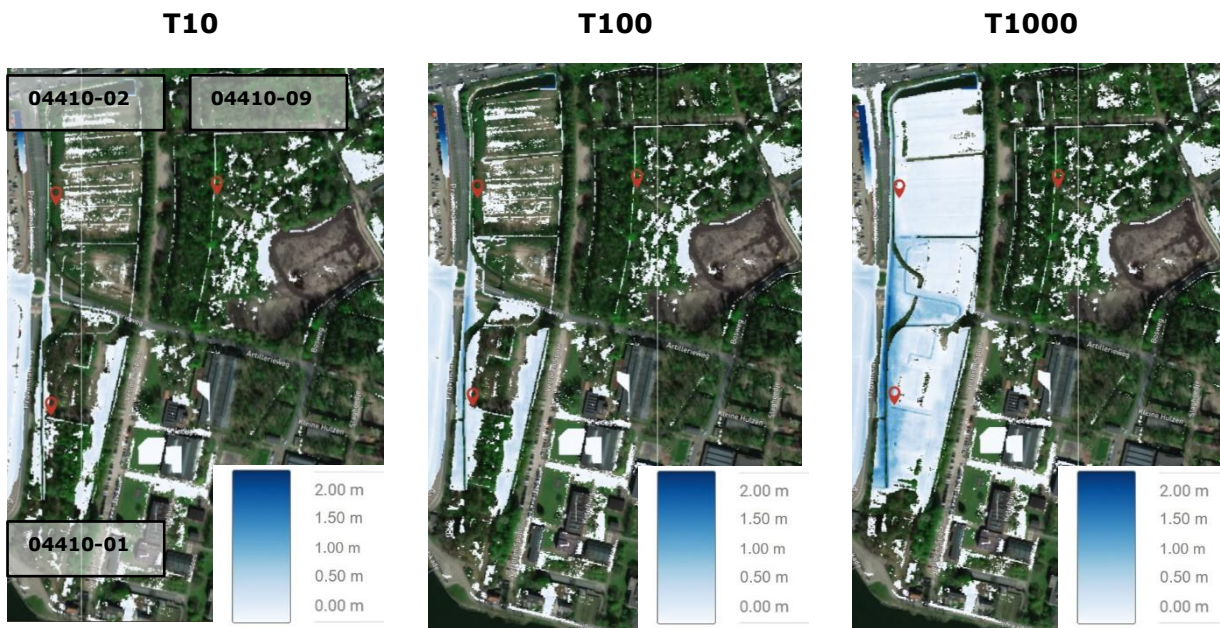
4. Inundatiebeelden bij extreme neerslag - Huidige situatie

Op basis van de 18 klimaatbuien van HHNK (zie bijlage 1) zijn de inundatiebeelden voor T10, T100 en T1000 blok- en piekbuien doorgerekend in de huidige situatie. Deze zijn in dit hoofdstuk weergegeven.

4.1 Blokbuien

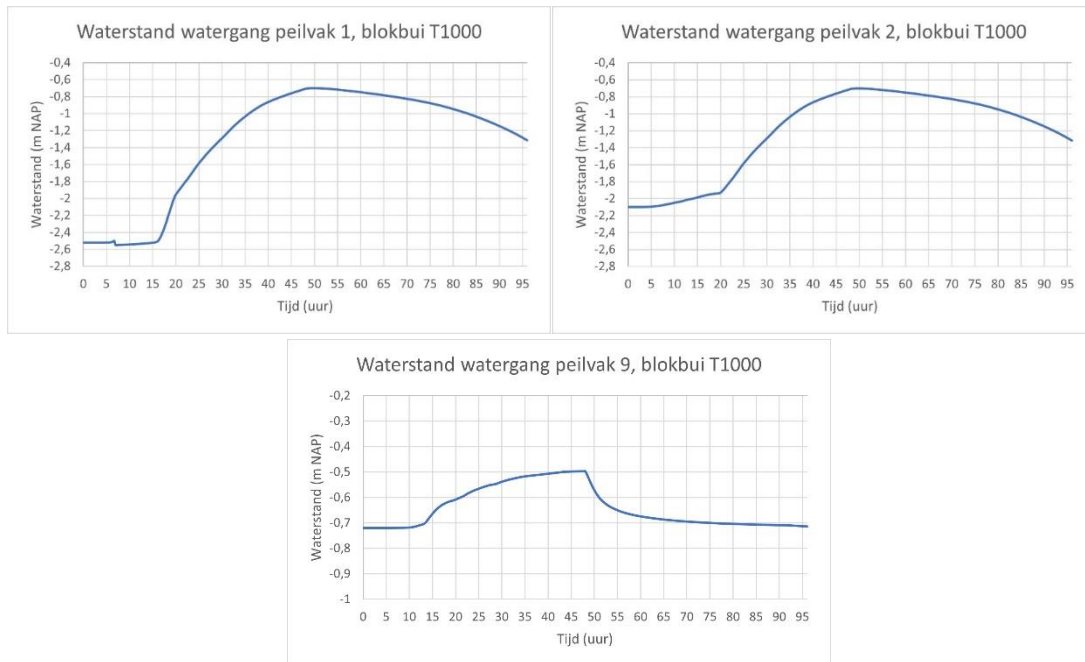
In de onderstaande figuren zijn de maximale waterdieptes weergegeven bij de blokbuien, ingedeeld per herhalingstijd.

Figuur 12: Inundatiebeelden blokbuien in de huidige situatie



In onderstaande grafieken zijn de waterstanden in peilgebied 01, peilgebied 02 en peilgebied -09 weergegeven bij een T1000 blokbui. De maximale waterstand bedraagt -0,70 m NAP in peilgebieden 01 en 02. In peilgebied 09 is de maximale waterstand -0,50 m NAP. De meetpunten van deze waterstanden komen overeen met de meetpunten die verderop in de rapportage voor de inrichtingsvariant zijn gebruikt, waardoor ze te vergelijken zijn.

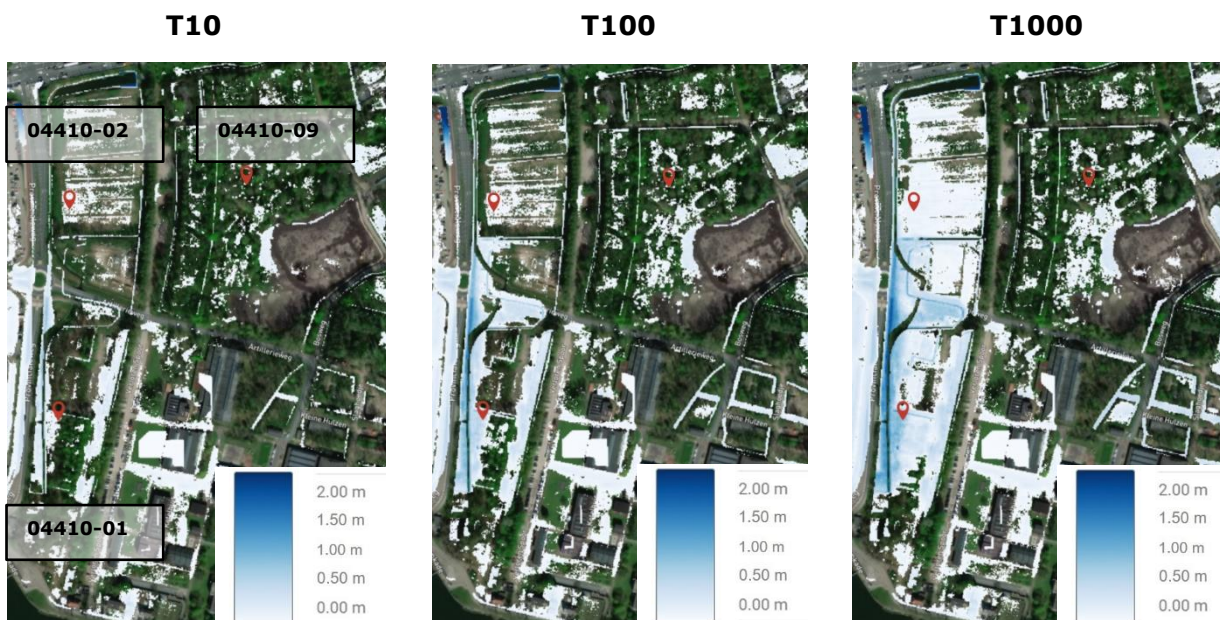
Figuur 13: Waterstandsverloop per peilgebied, blokbui T1000 in de huidige situatie



4.2 Piekbuien

In de onderstaande figuren zijn de maximale waterdieptes weergegeven bij de piekbuien, ingedeeld per herhalingsijd.

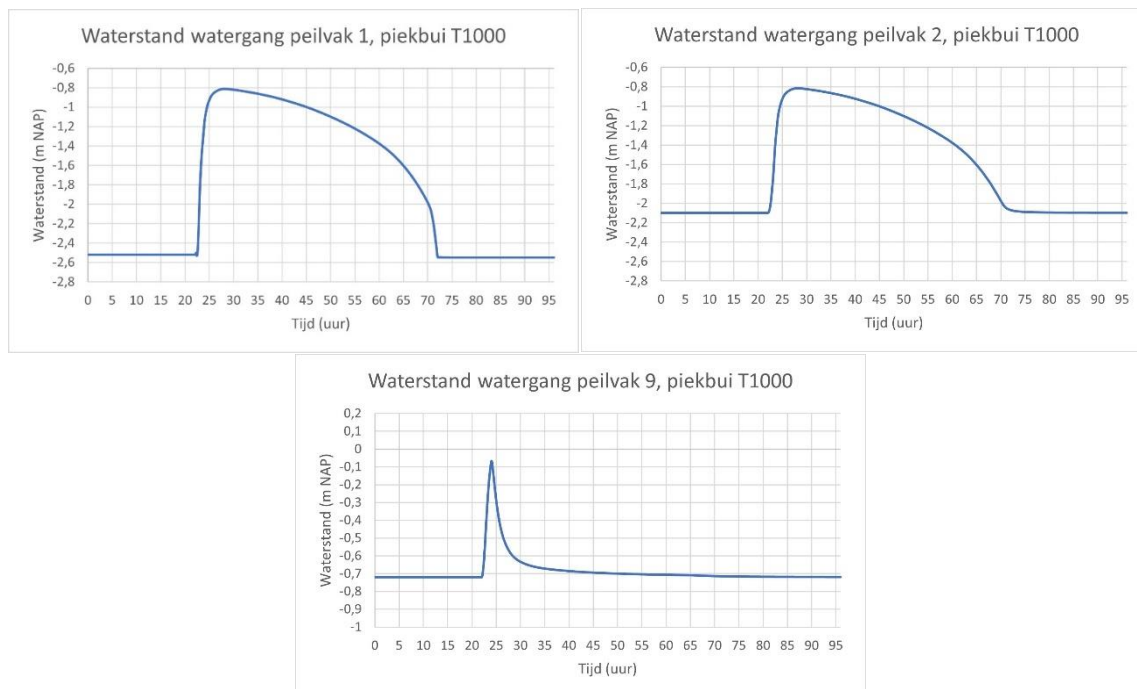
Figuur 14: Inundatiebeelden piekbuien in de huidige situatie



In onderstaande grafieken zijn de waterstanden in peilgebied 01, peilgebied 02 en peilgebied 09 weergegeven bij een T1000 piekbui. De maximale waterstand bedraagt -0,81 m NAP in peilgebieden 01 en 02. In peilgebied 09 is de maximale waterstand -0,07 m NAP. De meetpunten

van deze waterstanden komen overeen met de meetpunten die verderop in de rapportage voor de inrichtingsvariant zijn gebruikt, waardoor ze te vergelijken zijn.

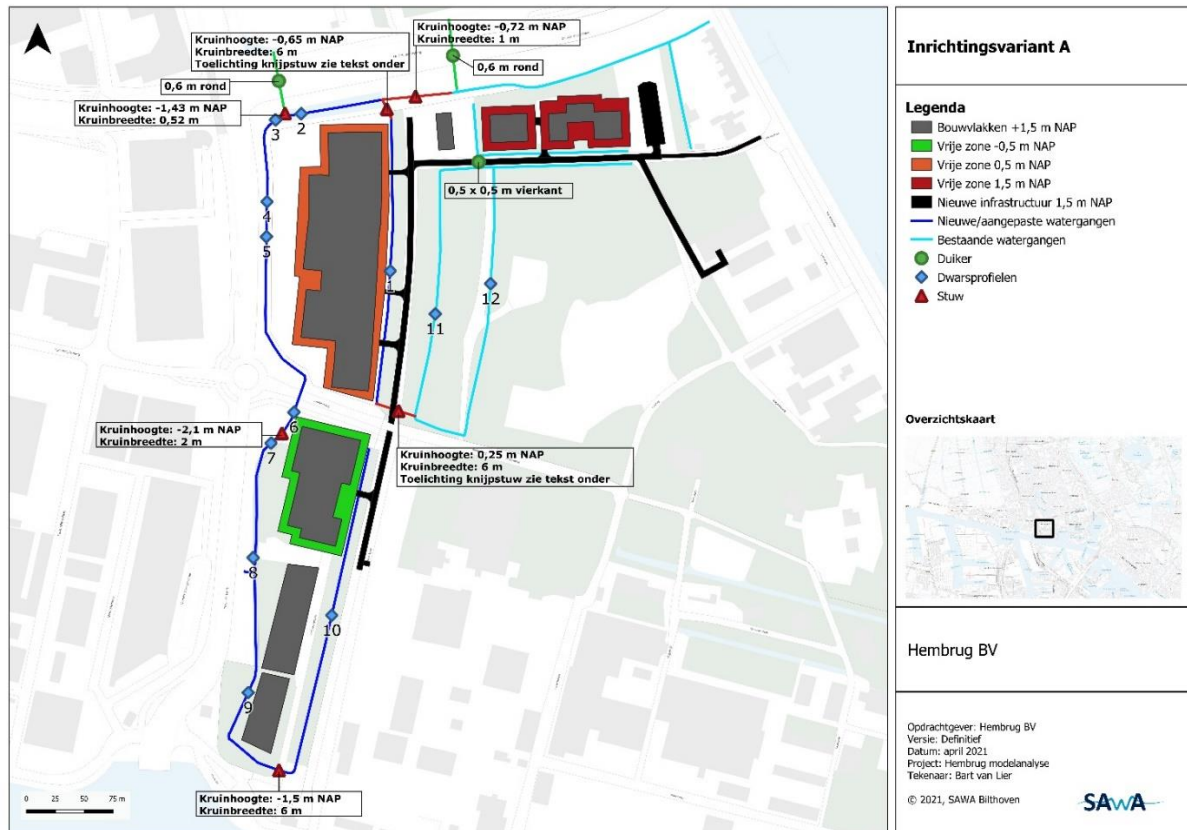
Figuur 15: Waterstandsverloop per peilgebied, piekbui T1000 in de huidige situatie



5. Inrichtingsvariant

5.1. Beschrijving variant

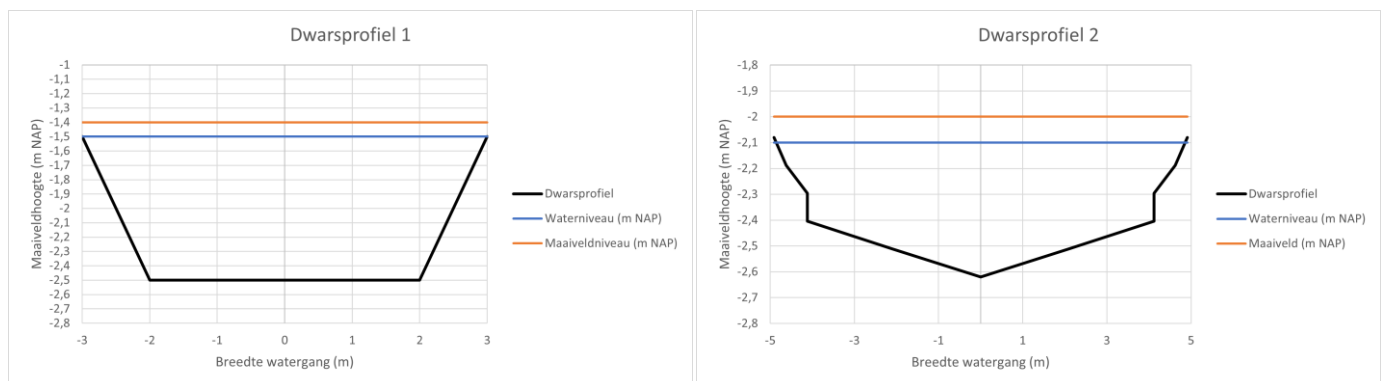
In onderstaande figuur zijn de bouwvlakken + vrije zones en het nieuwe/aangepaste watersysteem in de inrichtingsvariant weergegeven.

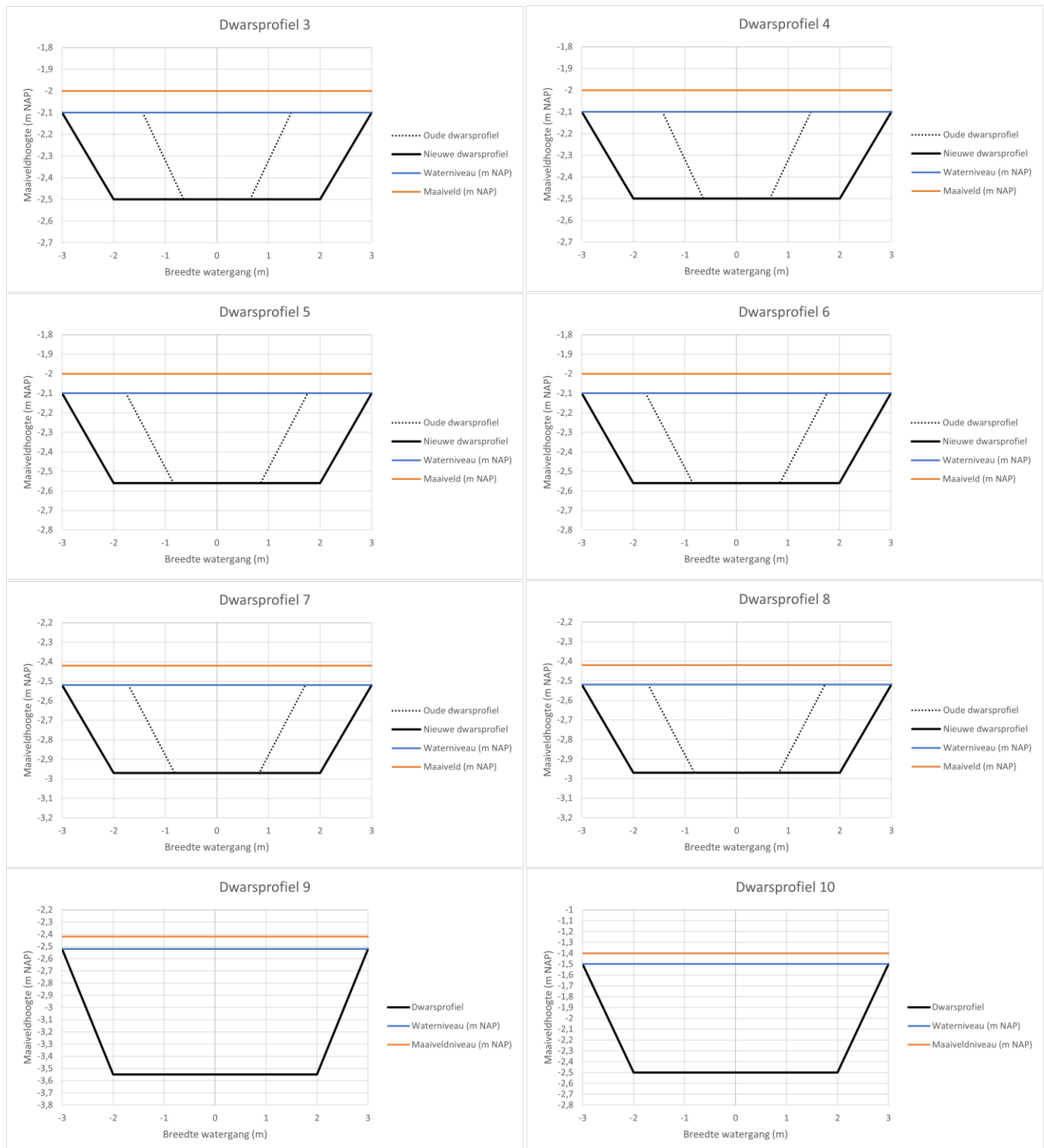


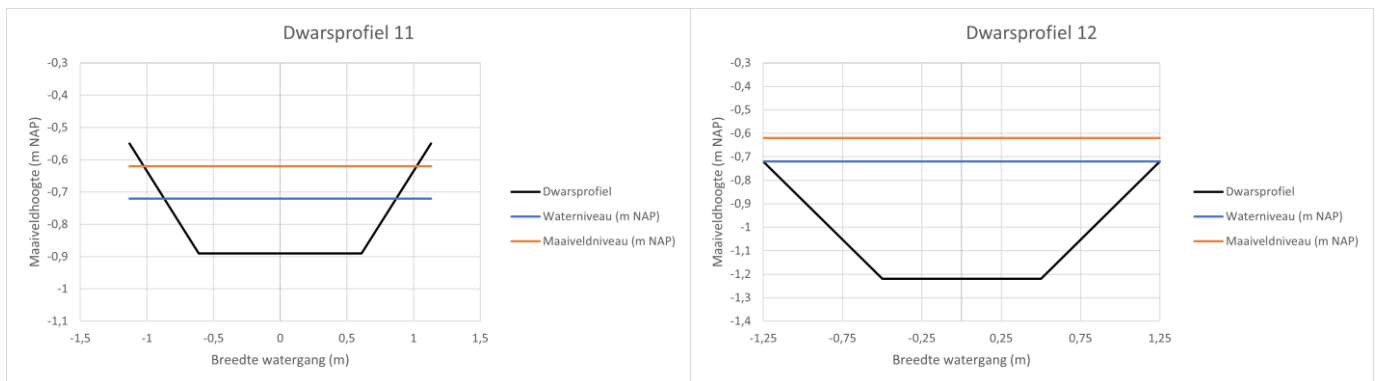
Figuur 16: Overzichtsk kaart kunstwerken en dwarsprofielen modellering

Watergangen

Hieronder zijn de dwarsprofielen te zien die zijn gebruikt in het model. De nummers corresponderen met de nummers in de overzichtsk kaart. Het oude (indien aanwezig) en nieuwe dwarsprofiel is aangegeven in elk figuur. Het waterniveau is afgeleid van het gewenste streefpeil en de bodemdiepte is overgenomen van de oude watergang. Een aantal watergangen wordt nieuw aangelegd. Bij deze nieuwe watergangen is uitgegaan van een bodembreedte van 4 m, een breedte van 6 m op de waterlijn en een waterdiepte van 1 m. De bodemdiepte is bij deze dwarsprofielen 1 m onder het streefpeil gezet.







Knijpstuw bos

Om het water in het bos vast te houden is een knijpstuw gemodelleerd. De onderkant van de opening van de knijpstuw bevindt zich op -0,72 m NAP. De opening is 0,1 m breed en 0,2 m hoog. Het maximale debiet door deze opening is 0,04 m³/s. De kruinhoogte van de stuw ligt op 0,25 m NAP met een bijbehorende breedte van 6 m. Door deze dimensionering wordt het water optimaal vastgehouden in het bos, maar zal ook doorstroming plaatsvinden naar de nieuw aan te leggen watergang in peilgebied 04410-02.

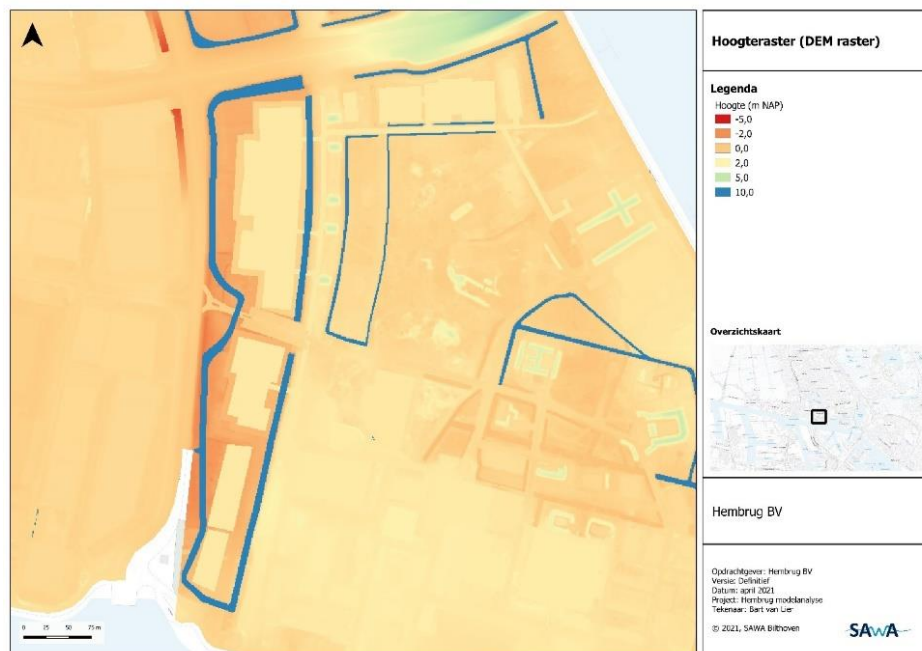
Knijpstuw nieuwe watergang

De nieuwe watergang die in peilgebied 04410-02 wordt aangelegd is ook voorzien van een knijpstuw in de modellering. De afmetingen van de opening zijn 0,1 m breed en 0,2 m hoog. De onderkant van de opening ligt op -1,5 m NAP. De kruinhoogte van de stuw ligt op -0,65 m NAP. Het maximale debiet door de opening is 0,04 m³/s. Door deze dimensionering blijft het water optimaal vastgehouden in de nieuwe watergang.

Maaiveldhoogtes

Uitgangspunt is dat de bouwvelden en wegen (donkergrijze bouwvlakken in de overzichtskaart) droog moeten blijven. Daarom zijn deze bouwvelden hoger gemaakt dan in het plan de bedoeling is. Zo kan worden geanalyseerd hoe hoog het water tegen deze verhoogde bouwvelden aan komt te staan en kan hiermee een keuze worden gemaakt voor een uiteindelijke hoogte. Conform bespreking zijn de bouwvelden en de wegen opgehoogd tot 1,5 m NAP. Om de bouwvelden zijn vrije zones gemaakt. De hoogtes hiervan zijn aangegeven in de overzichtskaart (figuur 16)

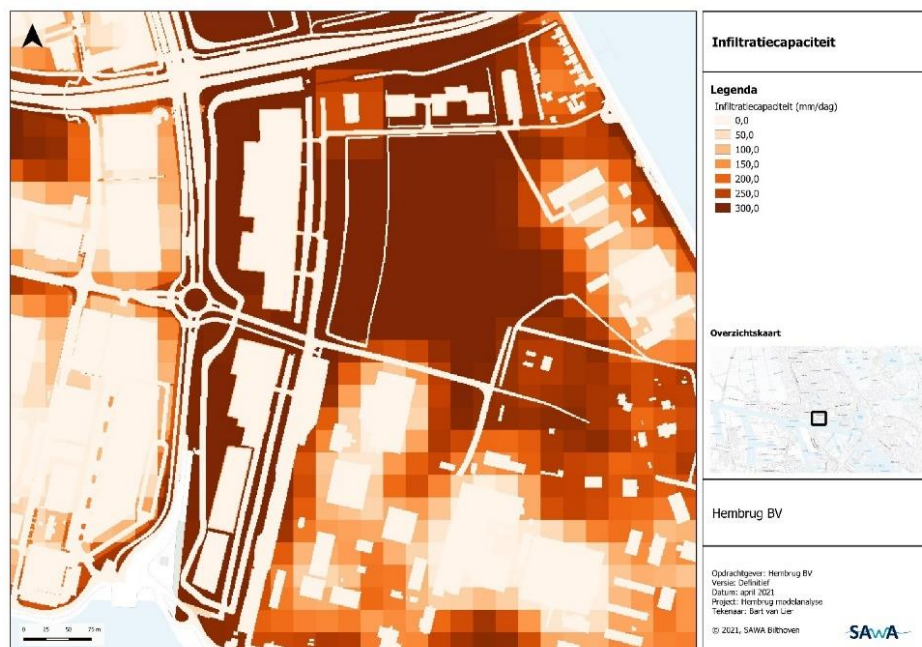
In het onderstaande figuur is te zien hoe het hoogtemodel voor de inrichtingsvariant eruit ziet. Om modelmatige redenen zijn de watergangen opgehoogd tot 10 m NAP om dubbele berging en stroming te voorkomen.



Figuur 17: Hoogtemodel inrichtingsvariant

Infiltratie

Voor verharde oppervlaktes is een infiltratie-intensiteit van 0 mm/dag aangehouden. Voor onverharde oppervlaktes is de infiltratie-intensiteit overgenomen uit het basismodel met een maximum van 300 mm/dag. In onderstaand figuur is het infiltratieraster weergegeven dat is gebruikt in het model.



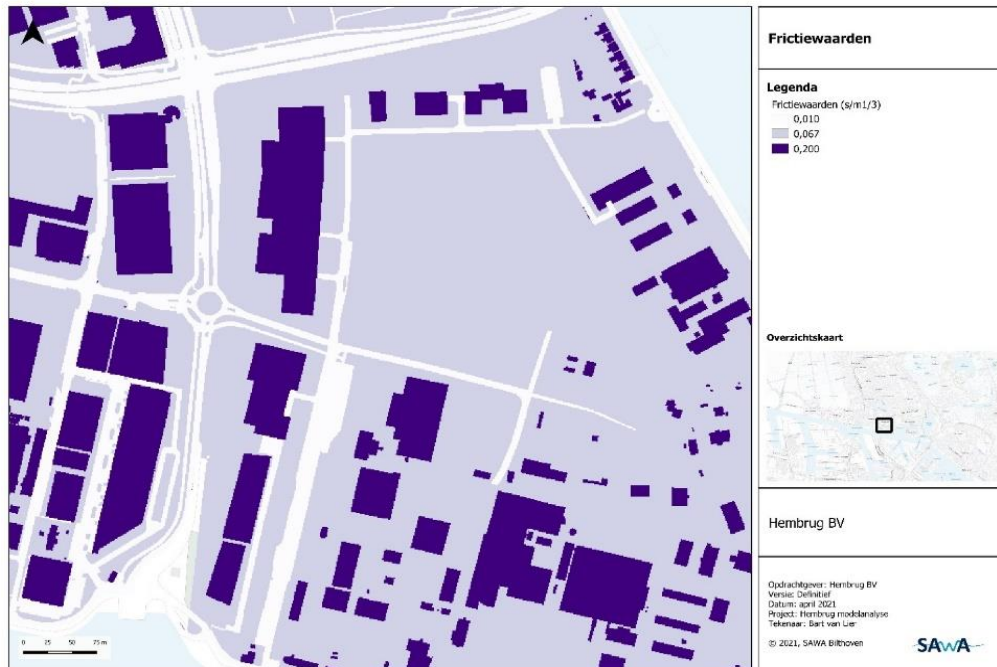
Figuur 18: Infiltratie-intensiteit inrichtingsvariant

Bergingscapaciteit

Het raster met de bergingscapaciteit is voor de inrichtingsvariant niet aangepast. Dit leidt tot een conservatievere berekening. De bergingscapaciteit zal namelijk toenemen door het ophogen van het terrein.

Frictieraster

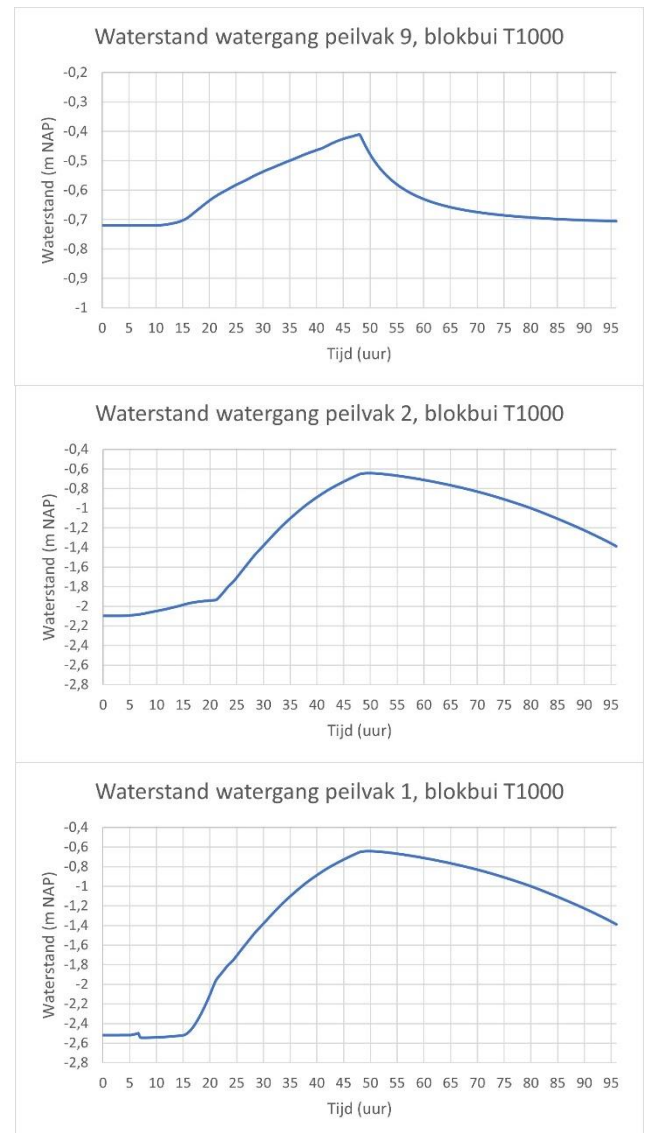
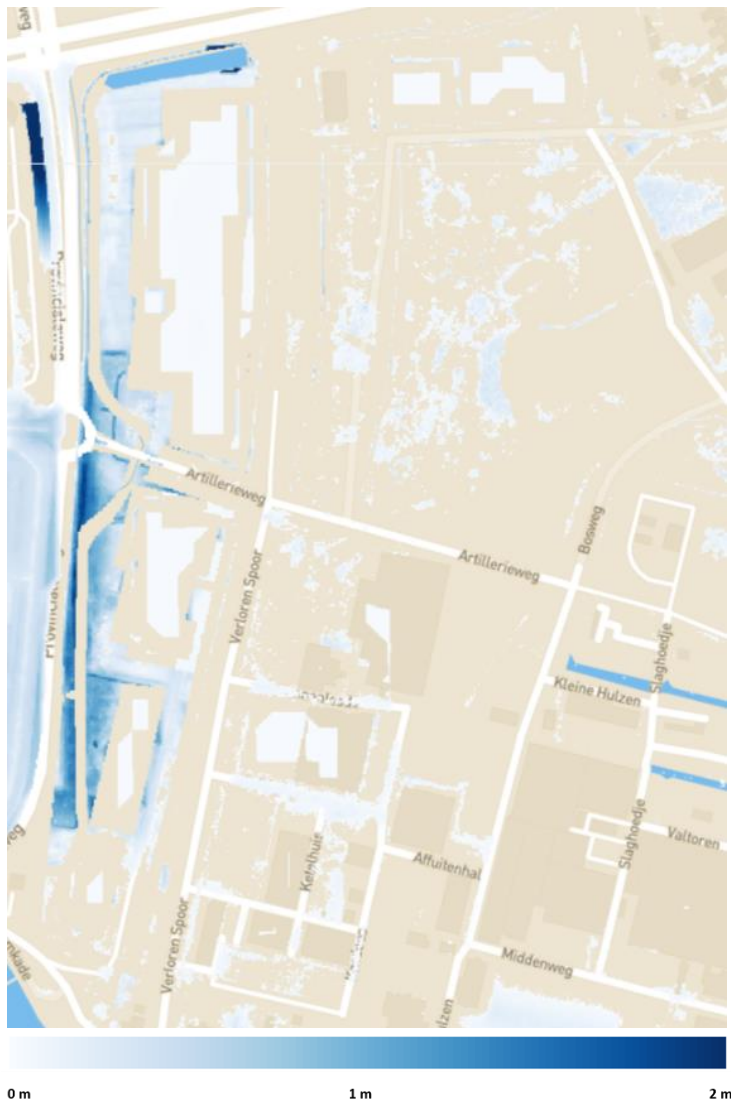
In de inrichtingsvariant zijn frictiewaardes gebruikt zoals weergegeven in onderstaande figuur. Ten opzichte van de huidige situatie is de frictie op de bouwvelden vergroot.



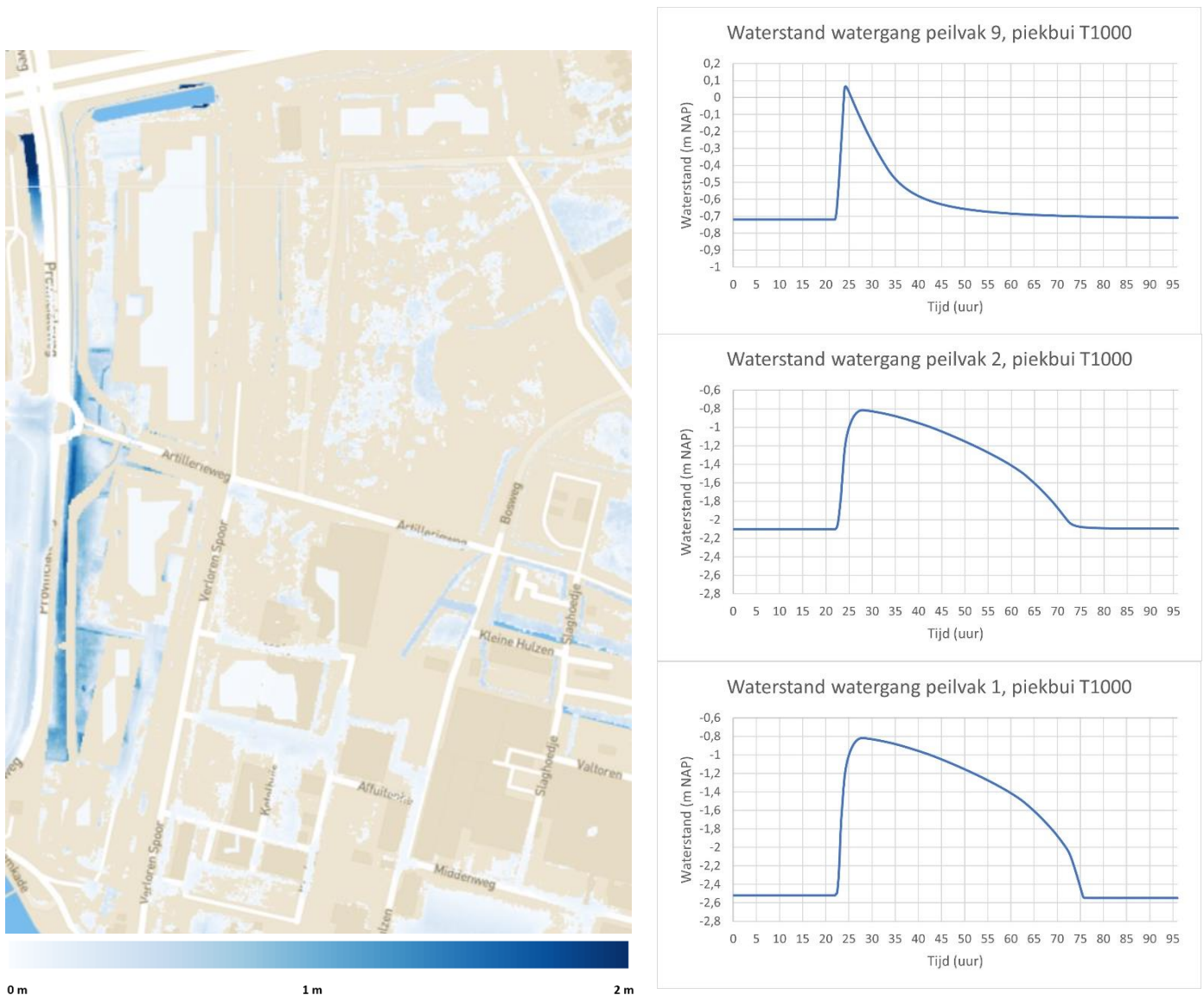
Figuur 19: Frictieraster inrichtingsvariant

5.2. Resultaten T1000 buien

In onderstaande figuren zijn de maximale waterstanden weergegeven bij een T1000 blokbui (144 mm in 48 uur) en een T1000 piekbui (80 mm in 2 uur) bij GHG. De grafieken tonen de waterstanden voor peilgebied 01, 02 en 09.



Figuur 20: Inundatiebeeld en waterstanden in watergangen bij blokbui T1000



Figuur 21: Inundatiebeeld en waterstanden in watergangen bij piekbui T1000

5.2 Conclusie inrichtingsvariant

Uit de modelresultaten wordt het volgende duidelijk:

- De T1000 blokbui geeft in peilvak 01 en 02 hogere waterstanden dan de T1000 piekbui
- De maximale waterstanden in peilvak 01 en 02 bedragen -0,64 m NAP
- Dit is circa 5 centimeter hoger dan in de huidige situatie
- De T1000 piekbui geeft in peilvak 09 hogere waterstanden dan de T1000 blokbui
- De maximale waterstand in peilvak 09 bedraagt +0,07 m NAP
- Dit is circa 15 centimeter hoger dan in de huidige situatie

De resultaten laten zien dat de maaiveldhoogte van de bouwvelden in peilvak 01 en 02 boven - 0,64 m NAP moeten liggen om te garanderen dat er geen inundatie vanuit het watersysteem plaatsvindt. Hierbij wordt geadviseerd minimaal 10 cm boven deze waarde te zitten om de onzekerheid in de modeluitkomsten mee te nemen (zie ook paragraaf 3.3), wat leidt tot een minimale bouwveldhoogte van **-0,54 m NAP**. Voor de bouwvelden in peilvak 09 bedraagt wordt minimaal **0,17 m NAP** geadviseerd.

**BIJLAGE 1: Klimaatbuien HHNK en maximale waterstanden peilgebied 04410 -
01 Huidige situatie**

Herhalingstijd	GW	Type bui	Waterstand (m NAP)
T10	GLG	piek	-1,58
T10	GGG	piek	-1,58
T10	GHG	piek	-1,58
T10	GLG	blok	-1,63
T10	GGG	blok	-1,63
T10	GHG	blok	-1,63
T100	GLG	piek	-1,14
T100	GGG	piek	-1,14
T100	GHG	piek	-1,14
T100	GLG	blok	-1,37
T100	GGG	blok	-1,37
T100	GHG	blok	-1,37
T1000	GLG	piek	-0,813
T1000	GGG	piek	-0,813
T1000	GHG	piek	-0,813
T1000	GLG	blok	-0,701
T1000	GGG	blok	-0,701
T1000	GHG	blok	-0,701

Gebruikte waardes doorrekenen klimaatbuien in 3Di

Type bui + herhalingstijd	mm/uur	Duur (uur)	Totaal (mm)
Blok T10	2	36	72
Blok T100	2	48	96
Blok T1000	3	48	144
Piek T10	18	2	36
Piek T100	28	2	56
Piek T1000	40	2	80