



Herinrichting Overijssels Kanaal

Afvoermodellering

Waterschap Drents
Overijsselse Delta



Nelen &
Schuurmans

26-9-2022





Herinrichting Overijssels Kanaal

Afvoermodellering

Voor
Waterschap Drents Overijsselse Delta
Dokter van Deenweg 186
Zwolle

Nelen & Schuurmans
Zakkendragershof 34-44
3511 AE Utrecht

www.nelen-schuurmans.nl

Projectgegevens

Dossier : X0075
Datum : 26-9-2022

Niets uit deze rapportage mag worden veeelvoudigd of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de opdrachtgever. Noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.



Inhoudsopgave

1	Inleiding	2
1.1	Aanleiding.....	2
1.2	Doel	2
1.3	Projectgebied	2
2	Modelactualisatie.....	4
2.1	Gebruikte gegevens.....	4
2.2	Uitgevoerde bewerkingstappen	4
2.2.1	Actualisatie 1D component.....	4
2.2.2	Actualisatie 2D component.....	6
2.2.3	Configuratie 1D2D connecties	10
2.2.4	Schematisatie bouwstenen.....	10
2.3	Kwaliteitscontroles	13
2.3.1	Testbui	13
2.3.2	Controle op modelmatig functioneren	13
3	Methode voor toetsing.....	14
3.1	Modelinstellingen gemaal Ankermit	14
3.2	Stochasten.....	14
3.2.1	Doel van het gebruik van stochasten.....	14
3.2.2	Keuzeruimte voor modelparameters.....	15
3.2.3	Advies voor keuze stochasten	16
3.2.4	Definitieve keuze stochasten	17
4	Analyse huidige situatie.....	18
4.1	Raalte	18
4.2	Heeten en de Sallandse Heuvelrug.....	19
4.3	Deventer	22
4.4	Maximale verhanglijn	23
5	Analyse bouwstenen	25
5.1	Scenario baggeren.....	25
5.2	Scenario natuurvriendelijke oevers.....	26
5.3	Waterstanden van de referentie, bagger scenario en de NVO's	28
6	Conclusie en aanbevelingen	30
6.1	Conclusie.....	30
6.2	Aanbevelingen.....	31



1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Waterschap Drents Overijsselse Delta (WDODelta) werkt continu aan het verbeteren van hun watersystemen. Zo geven de doelstellingen onder de Kader Richtlijn Water (KRW) richting aan het bereiken van schoon en gezond water. Wateroverlast knelpunten aan de hand van de provinciale normen op basis van het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW). Deze prioriteren locaties waar bijgedragen kan worden aan een vermindering van de kans op wateroverlast.

Het Overijssels Kanaal is één van de waterlichamen waarvoor KRW en NBW opgaven zijn vastgesteld. Twee concrete vraagstukken op dit moment zijn:

- › Er is een baggeropgave, omdat het actuele profiel van het kanaal (te veel) afwijkt van de legger.
- › Het is de ambitie om een natuurvriendelijke oever aan te leggen, om bij te dragen aan het bereiken van KRW en NBW-doelstellingen.

Het waterschap wenst hiervoor maatregelen te treffen in het Overijssels Kanaal en heeft behoefte aan modelberekeningen die het ontwerp van deze maatregelen ondersteunt en toetst.

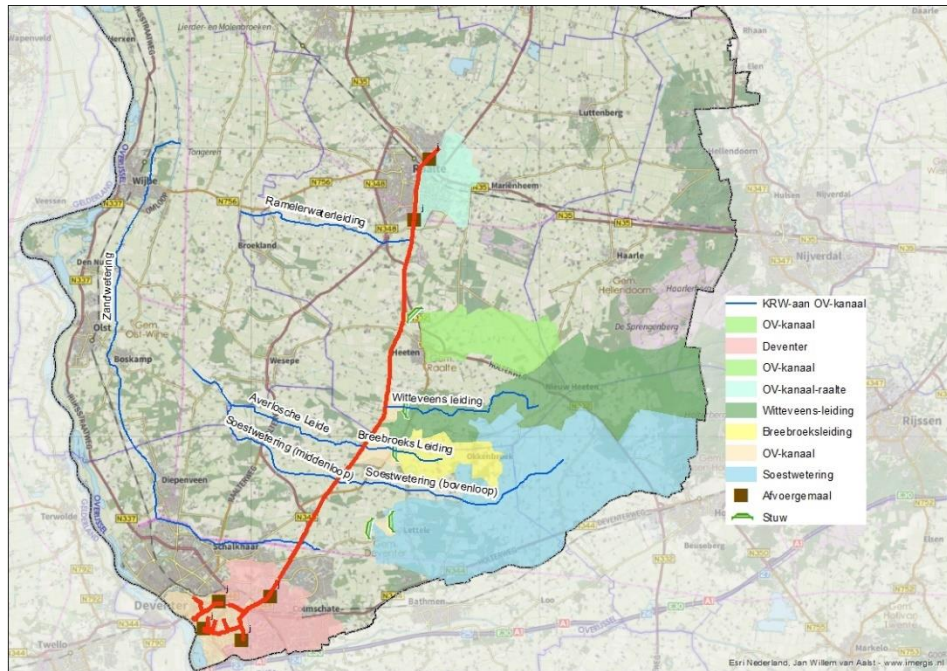
WDODelta heeft Nelen & Schuurmans opdracht gegeven voor deze modellering. Het voorliggende rapport is hiervan een resultaat.

1.2 Doel

De uitgevoerde studie had als doel om modelberekeningen te leveren voor het Overijssels Kanaal, ten behoeve van de voorbereiding van het voorkeursalternatief voor de herinrichting. Daarbij is een model opgeleverd dat ook geschikt is voor het toetsen van het uitgewerkte voorkeursalternatief in een later stadium.

1.3 Projectgebied

Het projectgebied omvat het stroomgebied van het Overijssels Kanaal tussen Raalte en Deventer, zie Figuur 1-1. Het kanaal voert af van Raalte naar Deventer. In drogere perioden kan ook water worden ingelaten bij Deventer, waarbij de stromingsrichting omdraait. Aan de oostkant van het kanaal zijn enkele afvoergebieden aanwezig, welke (grotendeels) onder vrij verval afvoeren naar het kanaal. Deze afvoergebieden bevinden zich op, en ten zuiden van de hoger gelegen Sallandse Heuvelrug.



Figuur 1-1 Het stroomgebied van het Overijssels Kanaal traject Raalte-Deventer. Vanaf hoger gelegen gronden op, en ten zuiden van de Sallandse Heuvelrug voeren deze grotendeels onder vrij verval af richting het Westen



2 Modelactualisatie

We hebben gebruik gemaakt van een bestaande 3Di schematisatie voor het Overijssels Kanaal, namelijk 'NBW_AS' (revisie 4). Deze is geactualiseerd om de huidige situatie goed te kunnen simuleren. Deze schematisatie is nu te vinden onder de naam 'NBW Overijssels Kanaal - winter GHG'. De modelactualisatie is in meer detail beschreven in het modelleringslogboek.

2.1 Gebruikte gegevens

Het waterschap heeft gegevens aangeleverd ten behoeve van de modelactualisatie, zie Tabel 2-1.

Tabel 2-1 Overzicht aangeleverde gegevens

Omschrijving	Bestandsnaam	Datum
Overzicht modelverbeteringen en toevoegingen	Eerste overzicht benodigde checks.docx	06-05-2022
Ingemeten profielen Overijssels Kanaal	metingen 2018 - hoofdkanaal.zip	24-05-2022
Ingemeten profielen zijtak kanaal	metingen 2020 - zijtak.zip	24-05-2022
Sturing stuwen	Annet Both - Automatische stuwen - 25-05-2022.xlsx	25-05-2022
Grondwaterkaarten	GW-kaarten.zip	25-05-2022
Keringlijnen	overige_keringen.zip	03-06-2022

Andere gegevensbronnen die gebruikt zijn voor de modelactualisatie zijn:

- › Fysieke landgebruikskaart: Een gebiedsdekkend raster over het fysieke materiaal waarvan het aardoppervlak bedekt is. Deze is samengesteld uit de BAG, BGT, BRP en top10NL.
- › Bodemkaart: Een gebiedsdekkend bodemtype raster gebaseerd op de BOFEK2012.
- › Hoogtekaart: Een hoogtekaart gebaseerd op de AHN3.

2.2 Uitgevoerde bewerkingsstappen

2.2.1 Actualisatie 1D component

Watergangen

De geometrie van de watergangen is grotendeels ongewijzigd. Een aantal aanpassingen zijn doorgevoerd:

- › De 1D verbinding tussen peilvak 904 (stadsvijver Deventer voor station) naar peilvak 817 is verwijderd. Dit is namelijk een apart peilvak met een lager peil.
- › Duiker SW.75.78-D658 staat dicht in de praktijk. Daarom is het achterliggende netwerk vanaf channel 15888 uit het model verwijderd.
- › Het 1D netwerk uit peilvak 765 en verder benedenstrooms is uit het model verwijderd.
- › In peilvak 831 is het 1D netwerk verwijderd ten noorden van stuw AS.75.4-D17A.
- › In peilvak 540 is het 1D netwerk achter inlaatduiker AS.85.4-D1 verwijderd.



De hydraulische ruwheid is voor alle 1D watergangen aangepast naar de waardes weergegeven in Tabel 2-2.

Tabel 2-2 Gebruikte ruwheidswaardes in de 1D watergangen per seizoen

Seizoen	Manning ruwheid [s/m ^{1/3}]
Winter	0,033
Zomer	0,043

Dwarsprofielen Overijssels Kanaal

De dwarsprofielen in het Overijssels Kanaal en de zijtak richting Koerkamp zijn bijgewerkt op basis van ingemeten profielen. Deze zijn omgezet naar het invoerformaat van 3Di. Opgemerkt wordt dat hydrodynamische modellen werken met een watergangbreedte per diepte increment. Daardoor heeft de mate van symmetrie van een profiel geen invloed op de doorstroming. In de invoer van 3Di worden deze profielen symmetrisch weergegeven. Binnen deze profielen zal het doorstroomoppervlak behouden worden en de laagste oeverhoogte gebruikt worden als generieke oeverhoogte. De uitwisselingshoogte in het Overijssels Kanaal wordt niet bepaald door deze oeverhoogtes, maar door de hoogte van de naastgelegen levee-lijnen. Op deze manier worden mogelijke verschillen tussen oeverhoogtes aan beide kanten van het kanaal opgevangen. De levee-lijnen zijn overgenomen van het aangeleverde keringen-bestand en de uitwisselingshoogtes zijn afgeleid uit de hoogtekaart.

Dwarsprofielen overige kanalen

De dwarsprofielen van overige kanalen zijn ook verbeterd. Deze zijn geschematiseerd als 'single connected', waarbij een enkele oeverhoogte is bepaald als gemiddelde hoogtewaarde van beide oevers. Daarbij is een extra criterium toegepast, waarbij de oeverhoogte nooit lager kan zijn twintig cm boven initieel peil.

Uit een visuele analyse van bodemniveaus, door de 1D profielen om te zetten in een raster, bleek ook dat de bodemhoogtes een verbeterslag behoefte. De afwijkende bodemdieptes zijn afgeleid uit leggerdata, waarbij het gemiddelde van kolommen IWS_HOBES en IWS_HOBOS (beneden- en bovenstrooms) zijn toegepast. Daarbij is een extra criterium toegepast, waarbij de bodemdiepte nooit verhoogd kan worden boven kruinhoogtes en/of bodemhoogtes van aansluitende kunstwerken.

Kunstwerken

De gemaaleigenschappen in het model zijn geactualiseerd op basis van nieuwe informatie uit de legger:

- › Het aanslagpeil van gemaal De Zegge is aangepast naar 3,90 mNAP.
- › De capaciteit van gemaal Hondemot is aangepast naar 4,92 m³ per seconde (29,5 m³ per minuut).
- › De capaciteit van gemaal Ankersmit is aangepast naar 9 m³ per seconde.

Daarnaast zijn enkele gestuurde kunstwerken ingevoerd in het model, zie Tabel 2-3.



Tabel 2-3 Parameters voor de gestuurde stuwen in het model

Code	Naam	Min-peil [mNAP]	Max-peil [mNAP]	Breedte klep [m]	Minimale klephoogte [mNAP]
AS.45-S36	Oerdijk	7,6	7,9	3,5	6,91
AS.45-S37	Koerkamp	6,6	6,9	3,5	6,02
AS.45-S35	Espelo	7,9	8,35	2,5	6,84
AS.45.8-S46	Brands	7,9	8,35	0,9	7,34
AS.70-S10	Van Rossum	8,2	8,55	2,5	7,5

Uitlaatconstructie bij Deventer

In het basismodel werd er onder vrijverval afgevoerd via schutsluis Prins Bernard en gemaal Ankersmit. In het geactualiseerde model is schutsluis Prins Bernard dichtgezet en het gemaal op non-actief gezet. Er is voor gekozen om het gemaal wel in het model te laten zitten, zodat het gemaal later makkelijk weer in gebruik genomen kan worden in andere studies.

Bij het gemaal zijn twee schachten toegevoegd met een lengte van 64 m, een breedte van 2,75 m en een hoogte van 2 m. Voor beide schachten is een stuw geplaatst. Deze simuleert de klep die het kanaal op peil houdt. Per centimeter water opstuwung in het kanaal zakt de stuw 5 cm. De stuw heeft de dezelfde breedte als het kanaal en is volledig tot de grond gezakt bij één meter waterstandsverhoging.

Initiële condities

De initiële condities voor de 2D component beperken zich tot de ondergrond. Er zijn namelijk geen (grote) oppervlaktewaterlichamen welke in 2D geschematiseerd zijn. De verzadiging en daarmee beschikbare berging in de ondergrond wordt binnen de gekozen stochast geschematiseerd.

Buitenwaterstand

De buitenwaterstand van de IJssel vormt een randvoorwaarde voor het model, die de potentiële afvoer bepaalt. Des te hoger de buitenwaterstand des te groter de opstuwung in het Overijssels kanaal. In de wintersituatie is gekozen voor een waterstand van 4 mNAP en in de zomersituatie voor een waterstand van 3 mNAP.

2.2.2 Actualisatie 2D component

De 2D component in een 3Di model bestaat uit meerdere lagen. Een aantal van deze lagen zijn vernieuwd en staan hieronder beschreven.

Hoogtemodel

Het hoogtemodel is opnieuw opgebouwd vanuit de AHN3. De AHN4 was nog niet beschikbaar voor het gebied van WDOdelta. Door de vele optimalisaties in de 3Di software de afgelopen jaren, was het mogelijk een fijnere subgridresolutie te kiezen. Hiervoor is een resolutie van 1 m gekozen, waar het oude model een resolutie van 2 x 2 m had. Het hoogtemodel is ook uitgebreid om een strook maaiveld mee te nemen aan de Noord-West zijde naast het Overijssels Kanaal.

In het hoogtemodel zijn de watergangen die in 1D zijn gemodelleerd 'dichtgesmeerd'. Dit houdt in dat de oeverhoogte en breedte van de 1D kanalen zijn omgezet in een hoogtekaart en samengevoegd met de originele hoogtekaart. De hoogtes en breedtes zijn geïnterpoleerd tussen



dwarsdoorsneden locaties. Daarmee zorgen we dat er geen dubbele berging ontstaat en de resultaten er ook visueel logisch uitzien.

Frictieraster

Het frictieraster is bijgewerkt op basis van de landgebruikskaart. De gebruikte conversiewaardes zijn opgenomen in Tabel 2-4.

Tabel 2-4 Conversiewaardes van landgebruik naar frictie en doorlatendheid

Code	Landgebruik	Manning ruwheid [s/m ^{1/3}]	Doorlatendheid
1	dak	0.058	0
2	zand	0.03	1
3	half verhard	0.03	0.5
4	erf	0.03	0.25
5	gesloten verharding	0.013	0
6	onverhard	0.03	1
7	open verharding	0.016	0.025
8	groenvoorziening	0.03	1
9	naaldbos	0.058	1
10	gras	0.03	1
11	grasland	0.03	1
12	struiken	0.058	1
13	natuurterrein	0.058	1
14	boomteelt	0.058	1
15	duin	0.05	1
16	heide	0.058	1
17	bouwland	0.034	1
18	houtwal	0.058	1
19	loofbos	0.058	1
20	rietland	0.058	1
21	fruitteelt	0.058	1
22	gemengd bos	0.058	1
23	braakland	0.058	1
26	moeras	0.058	1
27	kwelder	0.058	1
28	waterberm	0.03	1
29	water	0.026	0
30	overige	0.03	1
254	water	0.026	0
253	nodata - aanname = gras	0.03	1

Infiltratierasters

Voor de infiltratie laag in 3Di zijn twee rasters van toepassing, namelijk de infiltratiesnelheid en de infiltratiecapaciteit. De infiltratiesnelheid is een vaste waarde waarmee water op het



maaiveld kan infiltreren in de bodem. Deze is afgeleid uit de doorlatendheid van het landoppervlak (zie Tabel 2-4) en de potentiële infiltratiesnelheid van de bodem (zie Tabel 2-5).

Tabel 2-5 De potentiële infiltratiewaardes per bodemsoort. Deze worden vermenigvuldigd met de porositeit van het landgebruikstype, om te komen tot infiltratiesnelheid dat gebruikt wordt in het model

Code	Bodemtype	Potentiële infiltratiesnelheid [mm/d]
1	Veengrond met veraarde bovengrond	480
2	Veengrond met veraarde bovengrond, zand	480
3	Veengrond met kleidek	120
4	Veengrond met kleidek op zand	480
5	Veengrond met zanddek op zand	480
6	Veengrond op ongerijpte klei	120
7	Stuifzand	480
8	Podzol (Leemarm, fijn zand)	480
9	Podzol (zwak lemig, fijn zand)	480
10	Podzol (zwak lemig, fijn zand op grof zand)	480
11	Podzol (lemig keileem)	120
12	Enkeerd (zwak lemig, fijn zand)	120
13	Beekeerd (lemig fijn zand)	120
14	Podzol (grof zand)	480
15	Zavel	480
16	Lichte klei	120
17	Zware klei	120
18	Klei op veen	120
19	Klei op zand	120
20	Klei op grof zand	120
21	Leem	120

De infiltratiecapaciteit is de hoeveelheid water die kan infiltreren voordat de bodem verzadigd is, en er geen water meer kan infiltreren. Deze is bepaald op basis van de beschikbare berging in de ondiepe bodem. Daarvoor is de afstand tussen het maaiveldniveau en de aangenomen grondwaterstand gekozen, vermenigvuldigd met de aangenomen bergingscapaciteit van de bodem. De grondwaterstanden worden verder toegelicht in paragraaf 3.2 Stochasten.

De bergingscapaciteit op basis van de porositeit is bepaald op basis van het CAPSIM model. Deze geeft in een non-lineaire relatie per bodemtype weer hoeveel millimeter water er effectief geborgen kan worden. Zo kan bijvoorbeeld een zandbodem meer water bergen dan een kleibodem. In Tabel 2-6 is een voorbeeld gegeven. Bij de eerste 10 cm drooglegging is er dus 1,6 mm berging, bij de volgende 10 cm drooglegging komt daar nog 2,8 mm berging bij. Bij 20 cm drooglegging is er dus in totaal 4,4 mm bodemberging.



Tabel 2-6 Voorbeeld van informatie uit de CAPSIM tabel. De bodemberging is een non-lineaire relatie met de beschikbare drooglegging

Drooglegging [m]	Bodemberging bij gegeven drooglegging [mm]
0	0
0,1	1,6
0,2	4,4
0,3	8,3
0,4	13,2
0,5	18,75
0,6	25,2
0,7	32,55
0,8	40,9
0,9	50,2
1	60,5

Rekengrid

Het 2D rekengrid is verbeterd door het totaal aan rekencellen in het model te verhogen en verfijning toe te passen op specifieke locaties.

Een zeer hoge resolutie rekengrid wordt toegepast in het stedelijk gebied, namelijk 20 x 20 m. Uit vele studies in stedelijke gebieden blijkt dat deze resolutie voldoende is om nauwkeurig knelpunten op straatniveau te kunnen bepalen. In het landelijke watersysteem wordt een rekengrid van 40 x 40 m toegepast. Dit is dezelfde rekenpunt afstand als in het 1D component wordt toegepast. Op die manier zal elk 1D rekenpunt verbonden zijn met een ander 2D rekenpunt. In het rekengrid geven we hiervoor deze verfijning naar 40 m rondom:

- › Watergangen
- › Kunstwerken
- › Kerende lijnelementen in het landschap

Het rekengrid wat dus niet in de stad of rondom deze elementen liggen, zullen dus een groter grid hebben dan 40 m.

Obstacle lijnen

Obstacle lijnen zijn een slimme oplossing om de kerende werking van hoge lijnelementen in het landschap te schematiseren, zonder dat een enorme rekencel verkleining nodig is. Objecten zoals provinciale wegen en spoorlijnen liggen doorgaans verhoogt ten opzichte van naastgelegen gebied. In het geval van grootschalige inundatie keren zij het water, bijvoorbeeld tussen agrarische percelen. De obstacle-lijn zet de doorkruisende flow links dicht tot een opgegeven waterhoogte. Daarmee keren zij het water zoals in werkelijkheid bij het verhoogde lijnelement zou gebeuren. Zodra de opgegeven grenswaarde voor de waterhoogte wordt bereikt, wordt de flow link opgezet om het overstromen van het lijnelement te simuleren.

Nieuwe obstacle lijnen zijn toegevoegd om ervoor te zorgen dat verhoogde lijnelementen in het landschap het water keren. Deze zijn bepaald op basis van verwachte stromingspatronen, alsmede in reactie op incorrecte stromingspatronen in de testbui. De kerende hoogte van de obstacle lijnen is bepaald door het hoogtemodel.



In het basismodel zijn er alleen obstacles aan de Zuid-Oostzijde van het Overijssels Kanaal meegeleverd. Als de obstacles aan de Noord-Westzijde ook zijn toegevoegd, kan het in en uit treden van water uit het Overijssels Kanaal nauwkeuriger worden gemodelleerd.

Slope limiters

Vanwege de hoogteverschillen in het bovenstroomse deel van het stroomgebied, is gekozen om de slope limiter instelling in 3Di aan te zetten¹. In 3Di wordt het debiet van de bovenstroomse cel naar de benedenstroomse cel bepaald door de doorstroomopening. Aangezien er per rekencel één waterstand is, kunnen grote hoogteverschillen voor een abnormale doorstroomopening zorgen. Hiervoor zijn de slope limiters in het leven geroepen. Deze zorgen in gebieden met veel hoogteverschil voor een meer geleidelijke afvoer. Daarbij is gekozen voor variant 3 bij de 'slope limiter cross section area', in combinatie met een thin layer definition van 0,1.

2.2.3 Configuratie 1D2D connecties

Uitwisseling van water tussen 1D en 2D vindt pas plaats vanaf een specifiek uitwisselingsniveau. Dit niveau is afgeleid uit de hoogtekaart. Het hoofdkanaal is geschematiseerd als 'double connected'. Dit houdt in dat de uitwisselingshoogte van het kanaal links en rechts verschilt en overeenkomt met de daadwerkelijke oeverhoogte. De overige kanalen zijn geschematiseerd als 'single connected', waarbij een enkele oeverhoogte is bepaald als gemiddelde hoogtewaarde van beide oevers.

2.2.4 Schematisatie bouwstenen

Naast het doorrekenen van de referentiesituatie is met hetzelfde model ook gekeken naar het effect twee soorten bouwstenen:

- › Een situatie waarin het Overijssels Kanaal gebaggerd is tot 15 cm boven vaste bodem.
- › Een situatie waarin natuurvriendelijke oevers (NVO's) worden aangebracht op bredere stukken in het Overijssels Kanaal. Dit is op slechts 1,8 km van het 22 km lange kanaal. De totale NVO-opgave is overigens 5 km.

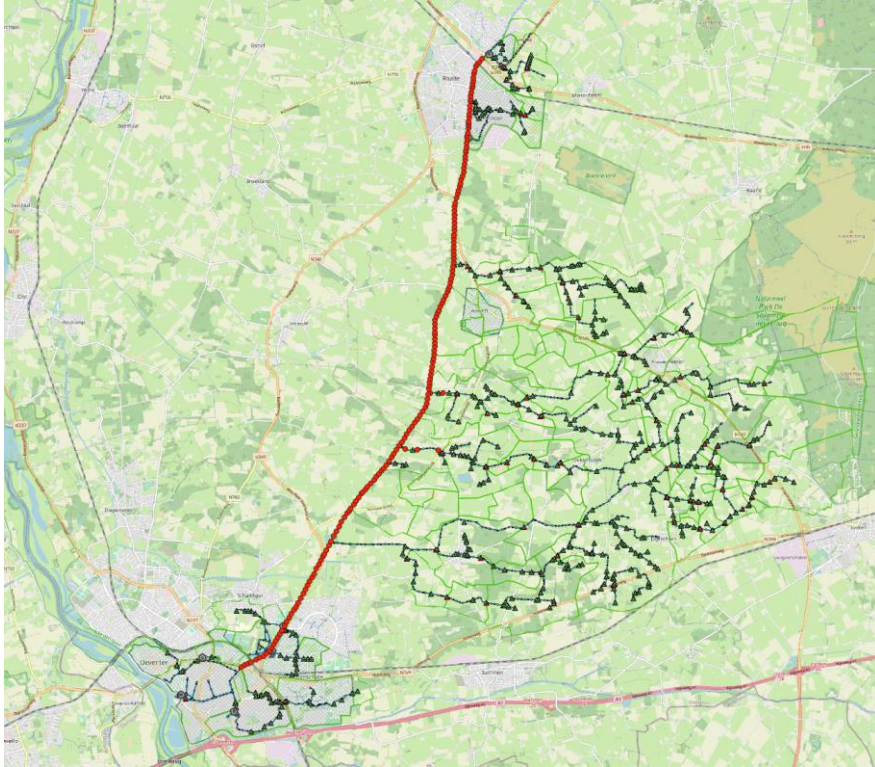
Voor de gebaggerde situatie zijn nieuwe profielen aangeleverd welke de locatie en de verandering in het doorstroomprofiel beschrijven. Daarbij wordt aangenomen dat over de hele lengte van het Overijssels Kanaal wordt gebaggerd. Het zijkanaal naar Koerkamp wordt niet gebaggerd. Een snelle analyse van de aangeleverde data laat zien dat gemiddeld 35 cm wordt gebaggerd, waarbij 110 cm in een enkel profiel het maximum is. Dit is dan ook het diepste punt in profiel, op de taluds neemt dit uiteraard af. De nieuwe profielen zijn ingeladen in het 3Di model en opnieuw in het kanaal gezet. De locaties waar gebaggerd gaat worden staan weergegeven in Figuur 2-2.

Voor de NVO's zijn elf locaties aangeleverd. De NVO's starten veertig centimeter onder de waterlijn en hebben een breedte van vier meter. Op de locatie van elke NVO is het kanaal aan weerszijde twee meter ingekort. De uitwisselingshoogte blijft gelijk. Dit betekent dat het water dus wel kan opstuwten in het kanaal naar de laagste oeverhoogte. Naast het smallere hoofdkanaal is een zijkanaal aangelegd van veertig centimeter diep en vier meter breed. Het zijkanaal is geschematiseerd met drie verschillende ruwheden, namelijk een Manning waarde variërend tussen 0,1 en 0,5. De uitwisseling tussen het maaiveld, het Overijssels Kanaal en de NVO is beschreven in Figuur 2-1. De locaties van de NVO's worden weergegeven in Figuur 2-3.

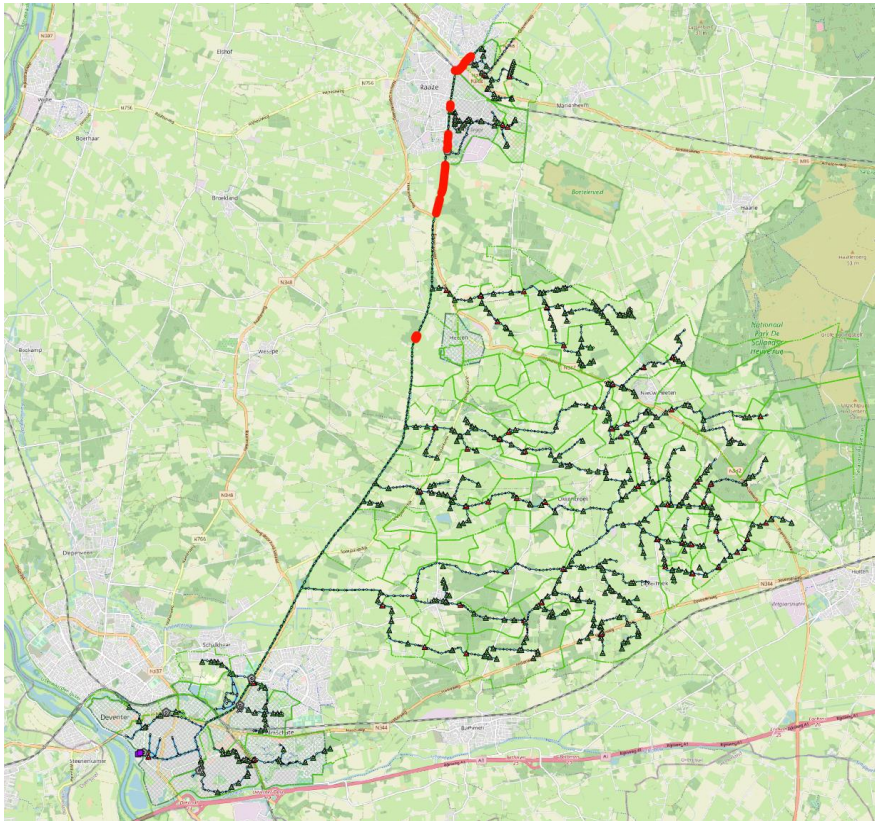
¹ https://docs.3di.live/h_numerics.html#limiter-for-cross-sectional-area



Figuur 2-1 Uitwisseling tussen de natuurvriendelijke oevers, het Overijssels Kanaal en het maaiveld



Figuur 2-2 Locatie van de gebaggerde delen van het Overijssels Kanaal aangegeven met de rode stippen



Figuur 2-3 Locatie van de natuurvriendelijke oevers in het Overijssels Kanaal aangegeven met de rode vlakken



2.3 Kwaliteitscontroles

Nadat het model geactualiseerd is, zijn een aantal kwaliteitscontroles uitgevoerd om te zorgen dat het model goed functioneert.

2.3.1 Testbui

Twee testbuizen zijn doorgerekend om vanuit daar de modelmatige werking te controleren, namelijk bui 3 en 5 uit Tabel 3-2. Hiernaast is het model ook nog zonder regenbelasting doorgerekend.

2.3.2 Controle op modelmatig functioneren

Met behulp van de eerste resultaten is de modelmatige werking gecontroleerd. Daarbij is onder meer gekeken naar de volgende onderdelen:

- › Controle van correctheid uitwisseling rekencellen (geen 'lekkende' rekencellen).
- › Controle van correcte uitwisseling tussen 1D en 2D, zowel bij instroom als bij uitstroom.
- › Controle van correct functioneren obstacles.
- › Controle van correcte opvulling tot peil.
- › Controle van debieten over alle kunstwerken.
- › Controle van geen wateroverlast bij de 'droge' simulatie.

De resultaten van de kwaliteitscontrole zijn besproken in een werksessie op 21 juni 2022.



3 Methode voor toetsing

3.1 Modelinstellingen gemaal Ankermit

Bij gemaal Ankermit kan water ingelaten worden vanuit de IJssel naar het Overijssels Kanaal. Water kan op twee manieren uitgelaten worden: onder vrij verval en door te malen. Het spuien kan alleen op het moment dat water in de IJssel lager staat dan in het Overijssels Kanaal. In de studie zal alleen water uitgelaten worden. De manier van uitlaten is bepalend voor de afvoer van het Overijssels Kanaal en daarmee ook bepalend voor de opstuwung binnen het Overijssels Kanaal.

In deze studie is besloten om het gemaal alleen te laten spuien. Spuien zorgt voor een grotere afvoer dan malen. De natuurvriendelijke oevers hebben een vertragend effect op de stroomsnelheid in het Overijssels Kanaal. Het vertragende effect wordt eerder zichtbaar bij een hoog debiet ten opzichte van een laag debiet. Daarom is de keuze gevallen op uitlaten onder vrij verval. Het vertragende effect van de natuurvriendelijke oevers komt door een combinatie tussen minder doorstroomoppervlak en een hogere frictie.

Voor de schachten zitten gestuurde kleppen. Deze kleppen zorgen er in eerste instantie voor dat het peil in het Overijssels Kanaal gehandhaafd wordt. Bij hevige regenval zullen deze kleppen al gauw helemaal opengaan en bij beperkte regenval zullen deze kleppen gedeeltelijk opengaan. De beperkende factor voor de afvoer is de afmeting van de schachten in combinatie met de waterstand van de IJssel.

Hiermee is het Overijssels Kanaal geschematiseerd met een gunstige afvoer situatie. Op het moment dat het water in de IJssel hoog staat zal de afvoer beperkt worden tot de gemaal capaciteit. In stochasten toegelicht in paragraaf '3.2 Stochasten' hebben daarom alleen betrekking tot de gunstige afvoer situatie.

3.2 Stochasten

Om het gedrag van het watersysteem te begrijpen en de effecten van maatregelen te bepalen, maken we in deze studie gebruik van stochasten. De stochasten representeren verschillende situaties, elk met een eigen kans van voorkomen.

Binnen het project was het wenselijk de stochasten te vernieuwen om de onderliggende uitgangspunten scherp in beeld te brengen. Op die manier zou ook de meest recente neerslagstatistiek gebruikt kunnen worden. Het is in de studie echter niet het doel om herhalingstijden aan de waterstanden te koppelen en hiermee een NBW toetsing na te bootsen, maar vooral om het gedrag van het watersysteem te begrijpen.

De onderstaande secties beschrijven de opbouw van het advies voor de keuze van stochasten. Dit start vanuit de achtergrond van de stochasten methodiek en de recent opgestelde Brede Methodiek Wateroverlast van Deltares. In de laatste paragraaf geven we een concreet advies over de uit te voeren berekeningen.

3.2.1 Doel van het gebruik van stochasten

In 2011 hebben het Rijk, gemeenten, provincies, waterschappen en waterbedrijven het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) gesloten. Daarin is afgesproken om de doelmatigheid van het waterbeheer te vergroten. In het NBW zijn werknormen opgenomen voor de beoordeling van regionale watersystemen met betrekking tot wateroverlast. Daarbij zijn voor



verschillende gebruiksklassen de toelaatbare herhalingstijden voor inundatie van het maaiveld vastgesteld. De wijze waarop een regionaal watersysteem moet worden getoetst is niet vastgesteld.

Door normering aan de hand van herhalingstijden van waterstanden te vereisen, heeft het NBW een complexiteit geïntroduceerd. De herhalingstijd van een neerslaggebeurtenis hoeft immers niet hetzelfde te zijn als de herhalingstijd van de daaropvolgende waterstanden. Vanwege het ontbreken van langdurige waterstandsmetingen, een veranderend watersysteem, én klimaatverandering, zijn neerslagmetingen het beste vertrekpunt om aan de NBW regels te voldoen.

De stochastenmethodiek is een methode om iets te kunnen zeggen over herhalingstijden van waterstanden. Deze methodiek definieert statistiek vooraf door kansen van individuele parameters (de zogenaamde stochasten) te combineren. De afgelopen jaren is de stochastenmethodiek de gangbare oplossing geworden voor de normeringseisen uit het NBW.

3.2.2 *Keuzeruimte voor modelparameters*

Voor de keuze van deze stochasten heeft de waterbeheerder ruimte om de relevante parameters te kiezen. Gebruikelijke parameters zijn neerslagvolume, de vorm van de bui, en de grondwaterstanden. Aanvullend kan het waterschap beslissen om variabelen toe te voegen of weg te laten, op basis van de eigenschappen van het desbetreffende watersysteem.

Het aantal stochasten dat dient te worden doorgerekend is niet voorgeschreven. In de praktijk wordt het vaak bepaald door de beschikbare rekencapaciteit. Conventionele bakjes en/of 1D modellen rekenen zijn doorgaans zeer snel. Door deze versimpelde modellen kunnen daarom verschillende stochasten doorgerekend worden. Dat leidt tot een dichte 'wolk' van uitkomsten. Deze grotere verzameling uitkomsten zorgt voor een grotere statistische waarschijnlijkheid bij de afgeleide herhalingstijd-waterstand combinaties.

Hoge resolutie 1D2D modellen geven aanvullende inzichten in het functioneren van het watersysteem. De berging en stroming buiten de watergangen is met name bij extreme neerslag een belangrijke factor. Stromingspatronen kunnen dan veranderen door stroming over maaiveld en het passeren van kunstwerken. Dit inzicht gaat ten koste van de rekentijd en vraagt om een nieuwe keuze over het gebruik van stochasten.

Brede Methodiek Wateroverlast

De Brede Methodiek Wateroverlast² is een nieuwe kijk op het gebruik van stochasten in hoge resolutie 1D2D modellen. In deze methodiek heeft Deltares de afweging tussen dit ruimtelijke detail en variatie in stochasten verder onderzocht. De uitkomst is een richtlijn voor het gebruik van stochasten in hoge resolutie 1D2D modellen.

Voor het advies over de nieuwe stochasten voor WDODelta baseren we ons op de Brede Methodiek Wateroverlast. Daarin wordt geadviseerd naar drie hoofdzakelijk parameters te kijken voor de opbouw van stochasten voor het bepalen van wateroverlast:

- › Over **neerslagvolumes** wordt geadviseerd verder te gaan dan de gebruikelijk T100 herhalingstijd. Door ook een T1000 neerslaggebeurtenis mee te nemen, wordt inzicht verkregen in mogelijk wateroverlast door klimaatverandering. Hoewel dit 'boven normatief' is, biedt dit voor integrale gebiedsprojecten kansen om gelijk te potentie voor klimaatadaptieve maatregelen te onderzoeken.
- › Voor het **neerslagpatroon** worden twee extremen genomen, namelijk een kortdurende piekbui en een langdurende blokbui. Korte hevige piekbuien brengen voornamelijk lokale

² <https://www.deltares.nl/nl/publication/methodiek-wateroverlast>



wateroverlast in beeld. Hoe heviger en korter ze zijn, des te meer lokaal is de wateroverlast. Daarom wordt voor de piekbui een korte duur van twee uur geadviseerd. De blokbui heeft juist als doel om het watersysteem langdurig te belasten. Daarbij zullen de knelpunten verderop in het systeem ontstaan, doorgaans rondom hydraulische bottlenecks. Voor deze langdurige gebeurtenissen wordt een duur geadviseerd van twee dagen. De gedachte hierachter is dat na twee dagen de meeste neerslag zich grotendeels door het systeem heeft bewogen en hydraulische bottlenecks inzichtelijk worden.

- › De **ondergrondconditie** beschrijft de beschikbare berging in de bodem voordat de specifieke neerslaggebeurtenis optreedt. Vanzelfsprekend zorgt een T10 bui voor lagere waterstanden, als er veel water in de bodem geborgen kan worden, dan wanneer deze al helemaal verzadigd is. Voor deze bodemcondities wordt geadviseerd bekende gemiddelde grondwaterstanden te gebruiken.

3.2.3 *Advies voor keuze stochasten*

Het waterschap vraagt om een advies in de keuze voor stochasten in de modellering richting het voorkeursalternatief voor de herinrichting van het Overijssels Kanaal. Wij hebben hiervoor in kaart gebracht wat een minimale set aan combinaties van variabelen dient te zijn, om een bruikbaar beeld te krijgen van het risico op wateroverlast. In het onderstaande advies zijn een aantal keuzes gemaakt in overleg met het waterschap:

- › De boven normatieve herhalingstijd van T1000, geadviseerd in de Brede Methodiek Wateroverlast, laten we buiten beschouwing.
- › De neerslagvolumes zijn gebaseerd op de meest recente neerslagstatistiek van STOWA³.
- › Focus op twee uiterste situaties: Piekbelasting onder zomerse condities, en langdurige belasting onder winterse condities.

De kansen van de bodemcondities zijn bepaald op basis van de definities van de GLG en GHG. De GLG is het gemiddelde van de drie laagste grondwaterstanden per jaar gemeten over een periode van acht jaar. De GHG zijn de drie hoogste gemeten grondwaterstanden. De kansen hierop zijn daarom 3/12. De GG is de resterende kans. Het overzicht van gebruikte kansen staat in Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Gekozen kansen voor bodemcondities in de vaststelling van stochasten

Bodemtoestand	Zomer	Winter
GLG	0,25	0
GG	0,75	0,75
GHG	0	0,25
Totaal	1	1

Op basis van de bovenstaande uitgangspunten hebben wij een selectie gemaakt van acht stochasten. Deze staan weergegeven in Tabel 3-2.

Tabel 3-2 De acht samengestelde stochasten voor het betalen van wateroverlast ten behoeve van NBW modellering

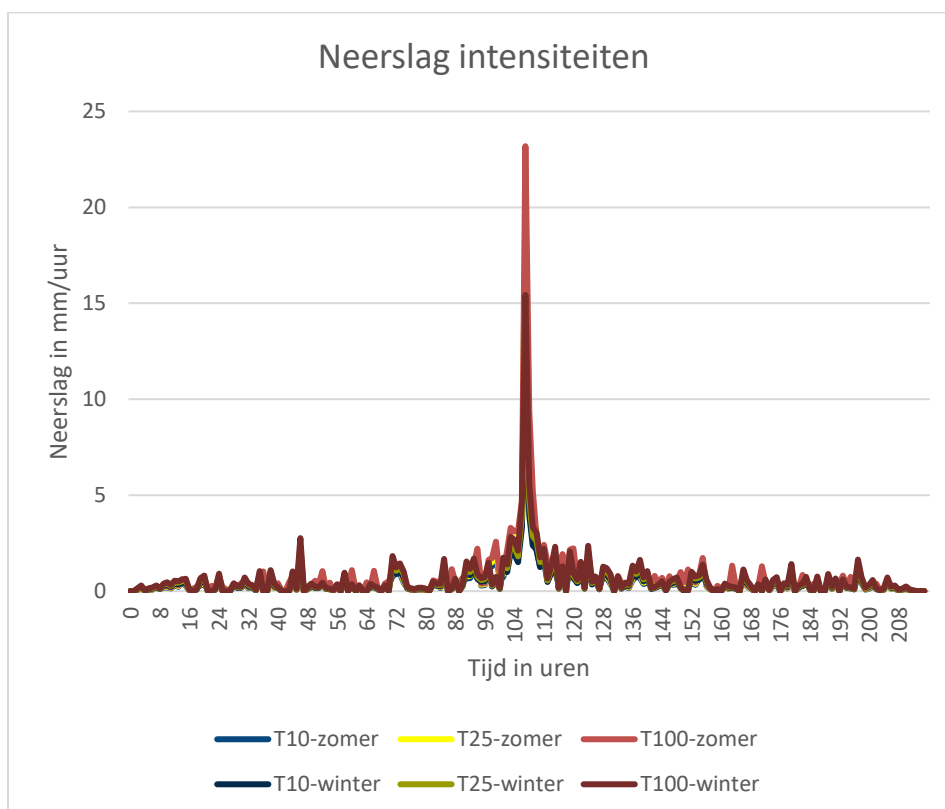
³ [https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties 2019/STOWA 2019-19 neerslagstatistieken.pdf](https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%2019%2FSTOWA%2019-19%2Fneerslagstatistieken.pdf)



Ranking	Neerslaggebeurtenis			Bodemtoestand	Peil	Gecombineerde frequentie (per jaar)
	Herhalings-tijd	Volume (mm)	Duur (uren)			
1	10	54	48	GG	Winter	0.075
2	10	37	2	GG	Zomer	0.075
3	10	54	48	GHG	Winter	0.025
4	10	37	2	GLG	Zomer	0.025
5	100	77	48	GG	Winter	0.0075
6	100	68	2	GG	Zomer	0.0075
7	100	77	48	GHG	Winter	0.0025
8	100	68	2	GLG	Zomer	0.0025

3.2.4 Definitieve keuze stochasten

De gekozen stochasten wijken af van de aanbeveling in de bovenstaande paragrafen in verband met de vergelijkbaarheid met voorgaande studies. De duur, volume en vorm van de buien T10, T25 en T100 zijn overgenomen vanuit voorgaande studie inclusief de bijbehorende reductiefactor. De winter buien worden doorgerekend met GGG en GHG en de zomerbuien worden doorgerekend met de GLG. De bui grafiek is te zien in Figuur 3-1. De bodemcondities zijn gekozen zoals beschreven in paragraaf 3.2.3.



Figuur 3-1 Gekozen neerslag duur, vorm en intensiteit voor verschillende herhalings tijden in de zomer en winter



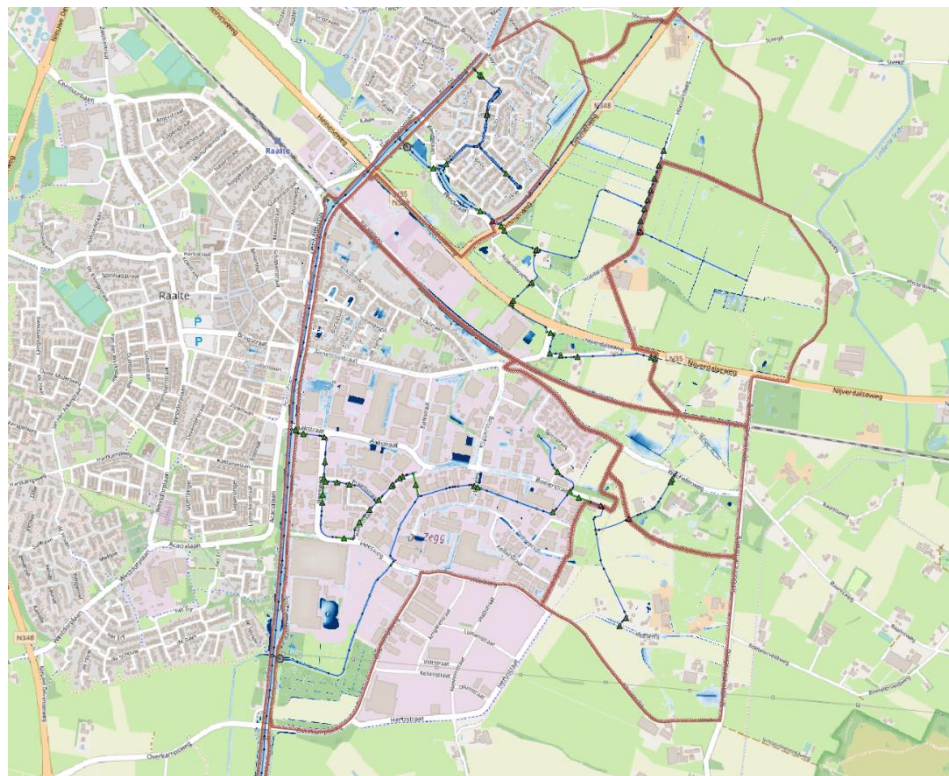
4 Analyse huidige situatie

Na de modelactualisatie is het model doorgerekend met de stochasten genoemd in paragraaf 3.2.4. De volgende grafieken, kaarten en verhanglijnen zijn opgesteld:

- › Maximale waterdieptekaart.
- › Waterstandsgrafieken van Deventer Haven en Raalte.
- › Waterstandsgrafieken van stuwen.
- › Maximale verhanglijn van het Overijssels Kanaal.

De grafieken en figuren hebben betrekking op het meest extreme scenario, de T100 GHG winter. De resultaten van de andere stochasten die berekend zijn met model zijn te vinden in de bijlage. In de bijlage staan ook de waterdieptekaarten in meer detail. In de waterdieptekaarten is geen onderscheid gemaakt tussen water uit de watergang en plasmvorming. Het scenario zal toegelicht worden vanuit drie plekken: Raalte, Heeten en Deventer.

4.1 Raalte



Figuur 4-1 Maximale waterdiepte in Raalte bij het T100 GHG scenario

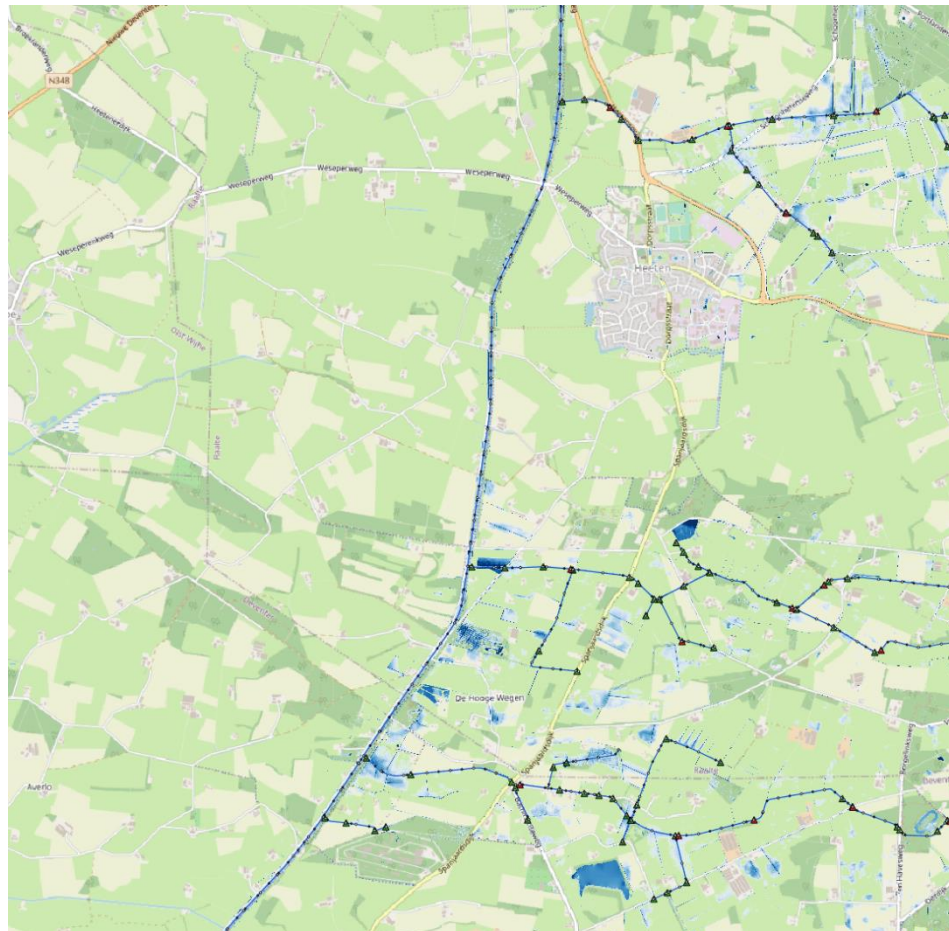
De maximale waterdieptekaart laat zien dat lokaal wateroverlast optreedt in lokale laagtes (Figuur 4-1). De waterstand bij Raalte gaat na vier dagen vrij snel omhoog, waarna het geleidelijk weer afneemt. Raalte heeft geen bovenstroomse aanvoer vanuit het kanaal maar wel een snelle afwatering vanuit het stedelijk gebied richting het kanaal. Door de benedenstroomse opstuwing van de waterstand zou Raalte te maken kunnen hebben met een verslechterde afvoer. Ook opstuwing in het kanaalpand maakt Raalte een kwetsbaar gebied.



4.2 Heeten en de Sallandse Heuvelrug

De maximale waterdiepte voor Heeten wordt weergegeven in Figuur 4-2. De kanalen voeren regen af die gevallen is op de Sallandse Heuvelrug. Op enkele locaties zijn er bergingsgebieden aanwezig, vlak voordat de afvoerkanalen zich bij het Overijssels Kanaal voegen. Deze bergingsgebieden zijn duidelijk zichtbaar op de maximale waterdieptekaart.

In dit gebied is er een kleine overtopping van het Overijssels Kanaal. Deze ligt een klein stukje ten zuiden van Heeten. In totaal gaat 100 m³ binnen vijf uur over de laagste kruinhoogte van het Overijssels Kanaal naar het achtergelegen grasland. Dit zijn relatief kleine hoeveelheden ten opzichte van het afvoer van het Overijssels Kanaal.



Figuur 4-2 Maximale waterdiepte in Heeten en omstreken bij het T100 GHG scenario

Voor verschillende stuwen is het interessant om te kijken of de stuwen verdrongen zijn. De stuwgegevens zijn weergegeven in Tabel 4-1. De kruinhoogte van de stuwen staan ingesteld op het winterpeil voor het winter GHG T100 scenario. Of een stuw verdrongen is, wordt bepaald aan de hand van een grenswaarde. Indien een stuw verdrongen is, betekent dit dat de benedenstroomse waterstand de bovenstroomse waterstand kan beïnvloeden (een subkritisch flow regime). Een stuw is verdrongen als de waterdiepte achter de stuw groter is dan 0,67 maal de waterdiepte voor de stuw. Dit geeft:

$$h_2 > \epsilon h_1, \quad \epsilon = 0.67$$



De waterstand boven- en benedenstrooms wordt vertaald naar de waterdiepte, door de waterstand af te trekken van de lokale bodemdiepte. De bodemdiepte is bepaald door de reference level in de aansluitende cross section locations in het model.

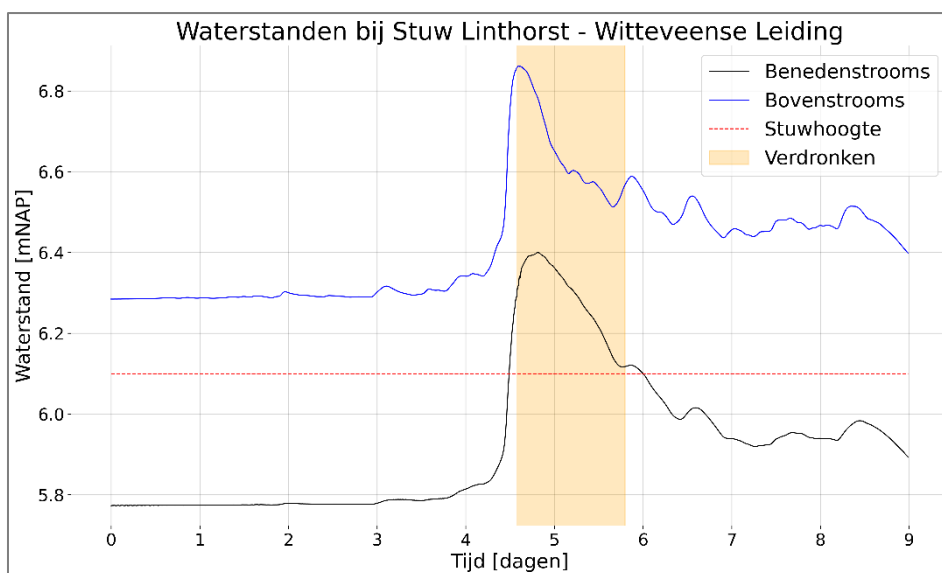
Tabel 4-1 Stuwgegevens gedurende het winter GHG T100 scenario

Code	Naam	Gestuurd/ vast	Kruinhoogte [mNAP]	wl_1 (max) [mNAP]	wl_2 (max) [mNAP]	Verdronken
AS.75-S5A	Vangrail – Heeten Noord	Vast	6.25	6.99	6.44	Ja
AS.70-S7	Linthorst - Witteveense Leiding	Vast	6.10	6.86	6.40	Ja
AS.55-S19	Zwartjes – Breebroeksleiding	Vast	6.05	6.87	6.81	Ja
AS.45-S37	Koerkamp – Soestwetering Bovenloop	Gestuurd	6.60 – 6.02	7.00	6.52	Ja

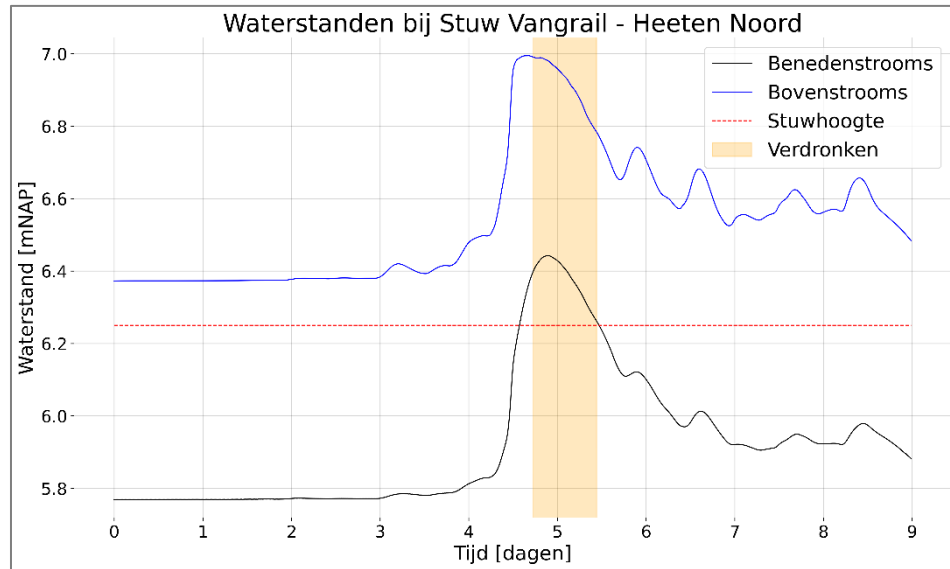
Alle stuwen zijn tijdelijk verdronken gedurende dit extreme scenario. Dit is het beste geïllustreerd in Figuren 4-3 tot en met 4-6. De stuwstand is in de grafiek van Stuw Koerkamp – Soestwetering Bovenloop niet meegenomen, aangezien deze gestuurd is en momenteel nog niet weggeschreven wordt in 3Di.

In de grafieken merken we een aantal zaken op:

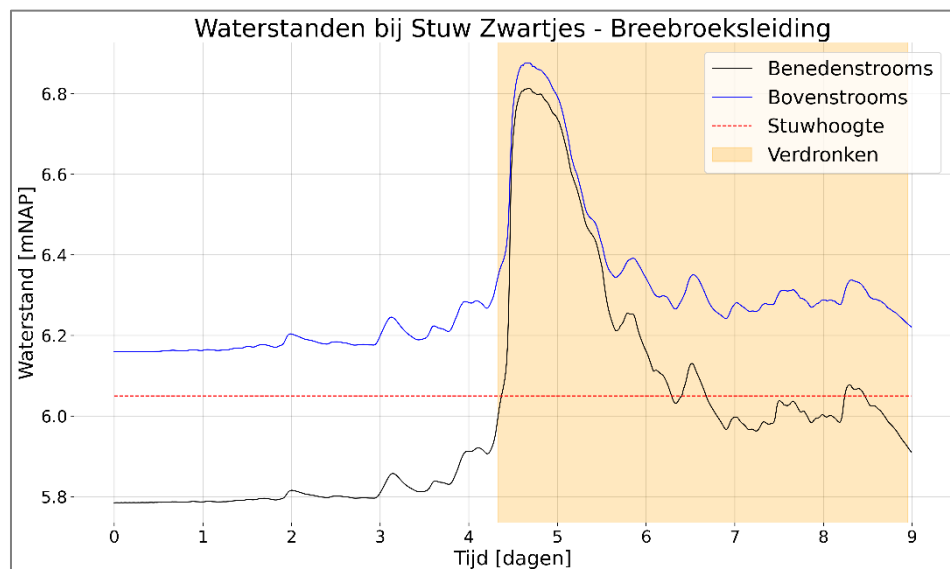
- › De vier stuwen in Tabel 4-1 zijn verdronken, maar de duur is erg verschillend.
- › De waterstand bovenstrooms van de stuw verhoogt van 5 cm, de initiële instelling in het model, naar 10 cm gedurende de simulatie.
- › De benedenstroomse waterstand kan hoger uitkomen dan de stuwhoogte, zonder dat de stuw verdronken is, met de bovenstaand beschreven definitie van een ‘verdronken’ stuw.
- › De toegepaste sturing aan stuw Koerkamp heeft een zichtbaar effect op de boven- en benedenstroomse waterstanden (4-6).
- › Omdat de stuwen verdronken zijn, beïnvloeden de peilen in het Overijssels Kanaal ook de peilen in het achterliggende gebied. De inundaties in het achterliggende gebied worden dan ook (deels) veroorzaakt door het Overijssels Kanaal.



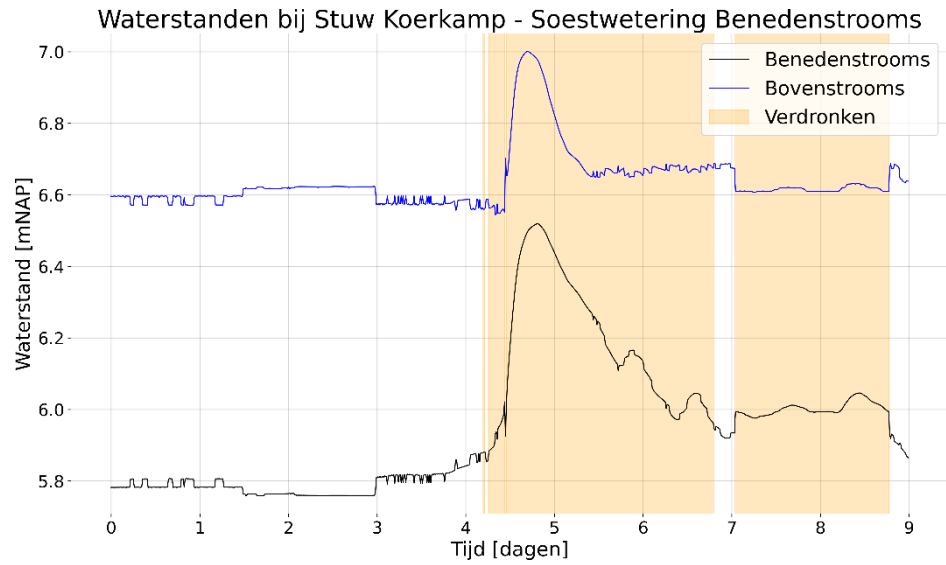
Figuur 4-3 Waterstanden bij Stuw Linthorst - Witteveense Leiding inclusief stuwhoogte en de tijd dat deze stuw verdronken is



Figuur 4-4 Waterstanden bij Stuw Vangrail – Heeten Noord inclusief stuwhoogte en de tijd dat deze stuw verdrongen is

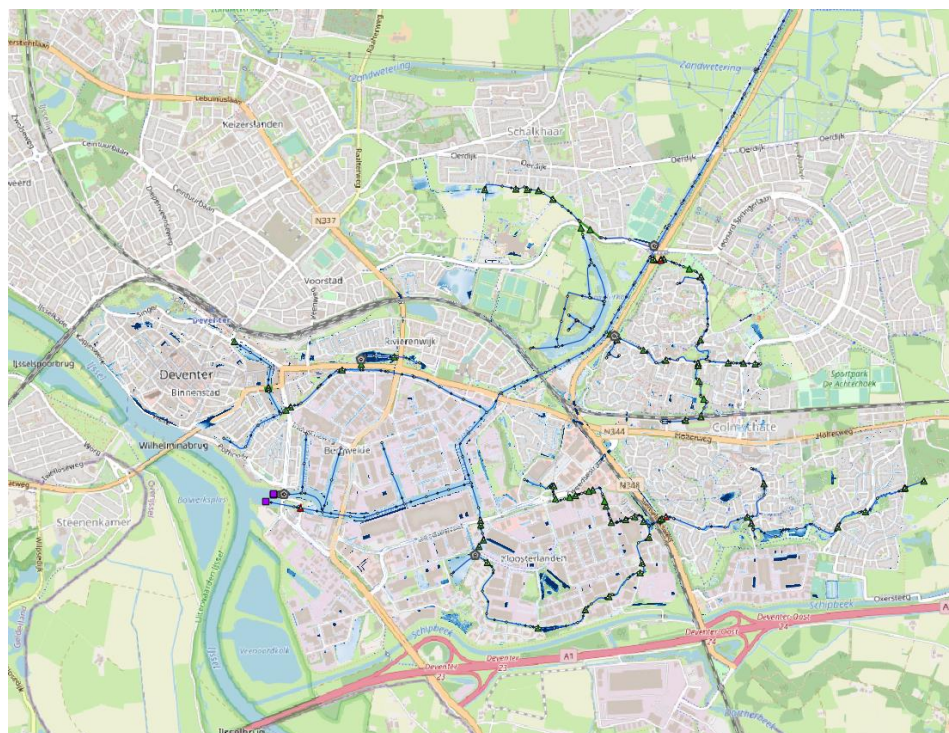


Figuur 4-5 Waterstanden bij Stuw Zwartjes - Breebroeksleiding inclusief stuwhoogte en de tijd dat deze stuw verdrongen is



Figuur 4-6 Waterstanden bij Stuw Koerkamp – Soestwetering Benedenstrooms inclusief de tijd dat deze stuw verdrongen is

4.3 Deventer

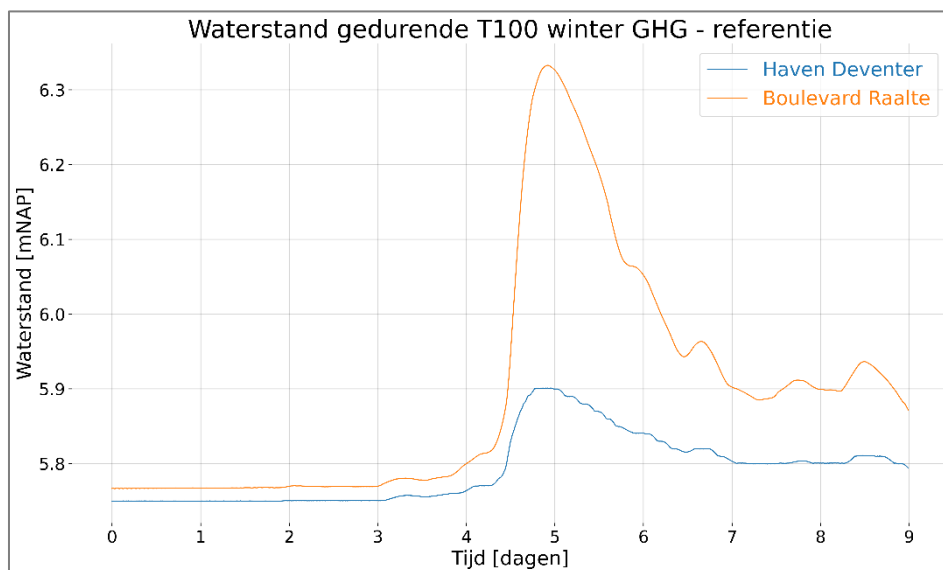


Figuur 4-7 Maximale waterdiepte in Deventer bij een T100 GHG winter scenario

Ook in Deventer worden met name de laagtes opgevuld, dit is te zien in Figuur 4-7. Deze bestaan uit bedrijfsterreinen en stukken open water (plassen). Er vindt in dit gebied ook geen overtopping plaats van het Overijssels Kanaal. Figuur 4-8 laat zien dat de waterstand ongeveer na drie dagen al begint te stijgen. Dit is vroeger dan in Raalte aangezien Deventer al de regen opvangt vanuit heel het gebied. De kleine neerslagintensiteit die er aan het begin van de som is,



is al genoeg om de waterstand hier te laten stijgen. Een breder kanaal en een constante aanvoer vanuit het gebied zorgt ervoor dat de waterstand minder snel stijgt, een lager verschil heeft tussen de hoogste en laagste waterstand en minder snel daalt. De grafiek is dus vlakker.



Figuur 4-8 Waterstand bij de haven van Deventer en de boulevard van Raalte

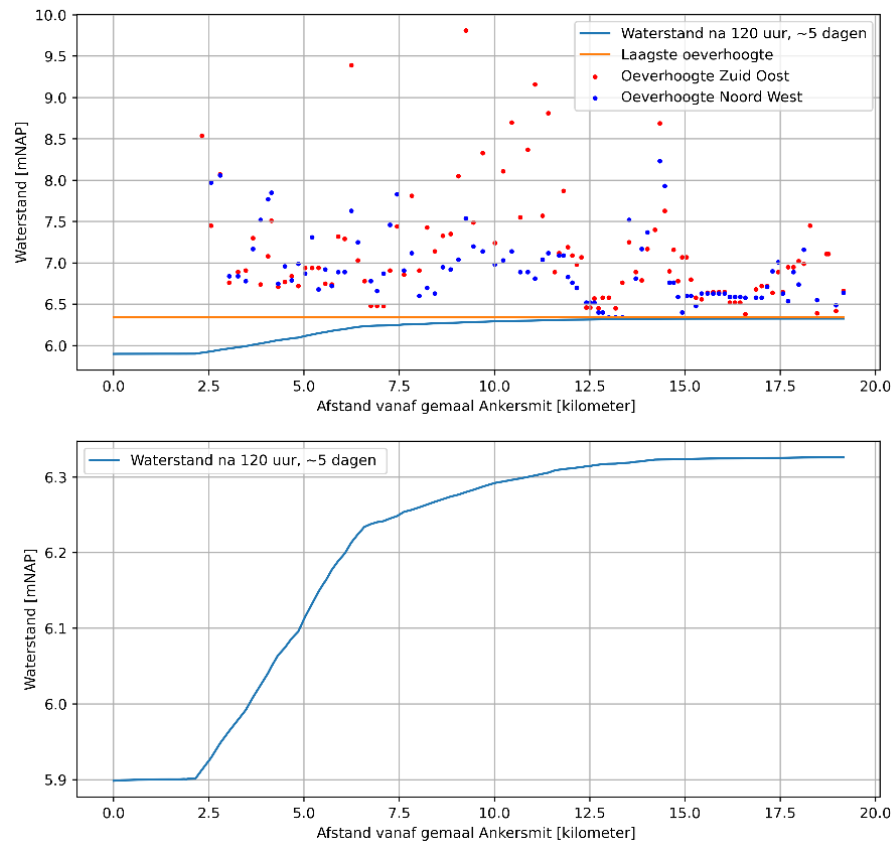
4.4 Maximale verhanglijn

De maximale verhanglijn in het scenario vindt een aantal uur na de piek van de bui plaats, na ongeveer 120 uur, 10 uur na de piek van de neerslag. Het verschil in waterstand tussen Raalte en Deventer is dan het grootst. De maximale verhanglijn en de oeverhoogtes zijn te zien in Figuur 4-8. De overtopping in de buurt van Heeten vindt dan ook plaats. In het figuur is het verschil tussen de oeverhoogte en de waterstand zichtbaar. Bij Heeten komt de waterstand net boven de oeverhoogtes uit en tussen de 17 en 18 km. In de buurt van Raalte komt de waterstand relatief dicht bij de oeverhoogtes. In Raalte vindt echter geen overtopping plaats. Deze secties zijn bekend bij het waterschap. In een toetsing uit 2019 zijn deze dan ook afgekeurd op hoogte. Inmiddels is besloten dat de overige keringen geen aparte normering hebben en de toetsing dan ook geen status heeft. Wel is de kering op deze plek nog steeds het meest kritisch.

Tussen 2,5 km (kruising met de N344) en 6 km (zijtak naar Koerkamp) is het verhang in het kanaal het grootst. Dit is niet verassend en was bij de voorverkenning bij de stationaire berekeningen van de aanvoer ook al zichtbaar. Bovenstrooms van het traject (>6 km) zijn de afvoerdebieten kleiner en is het kanaal relatief, maar ook vaak absoluut, breder. Het verhang is hierdoor een stuk kleiner. Op het traject 2-6 km komt er veel afvoer bij vanuit het zijkanaal Koerkamp terwijl het kanaal er relatief smal is. Het verhang is daardoor groot. Uit de stationaire berekeningen met de T10 afvoer in de voorverkenning bleek dat het debiet uit het zijkanaal (2,46 m³/s) bijna net zo groot is als het afvoerdebiet dat ten noorden van in het Overijssels Kanaal kanaal afstroomt (2,81 m³/s). De afvoer is ten zuiden van het zijkanaal inderdaad plotseling groter.



Verhanglijnen en oeverhoogtes van het Overijssels Kanaal



Figuur 4-8 De maximale verhanglijnen van het Overijssels Kanaal

Verder benedenstrooms richting Deventer en Ankersmit nemen de afvoerdebieten relatief nog maar beperkt toe, terwijl het kanaal een stuk breder en dieper is. Het verhang is klein. Om de waterstanden bij Raalte in perspectief te zetten:

- › Bij de berekening met de T10 stationaire afvoer in de voorverkenning van deze studie was de waterstand bij Raalte +6.18 m NAP.
- › Bij de vorige NBW toetsing met 12 stochasten werd een T100 peil berekend van +6.3 m NAP en bij de T10 +5.81 m NAP. Dit model was zonder de verbeteringen die doorgevoerd zijn in hoofdstuk 2 "Modelactualisatie".
- › Bij de extreme neerslag van 2010 werd in Raalte een waterstand van +6.15 m NAP waargenomen. Tijdens die gebeurtenis waren destijds inlaten opengezet om water af te voeren naar het westen (Sallandse Weteringen) en het systeem te ontlasten.



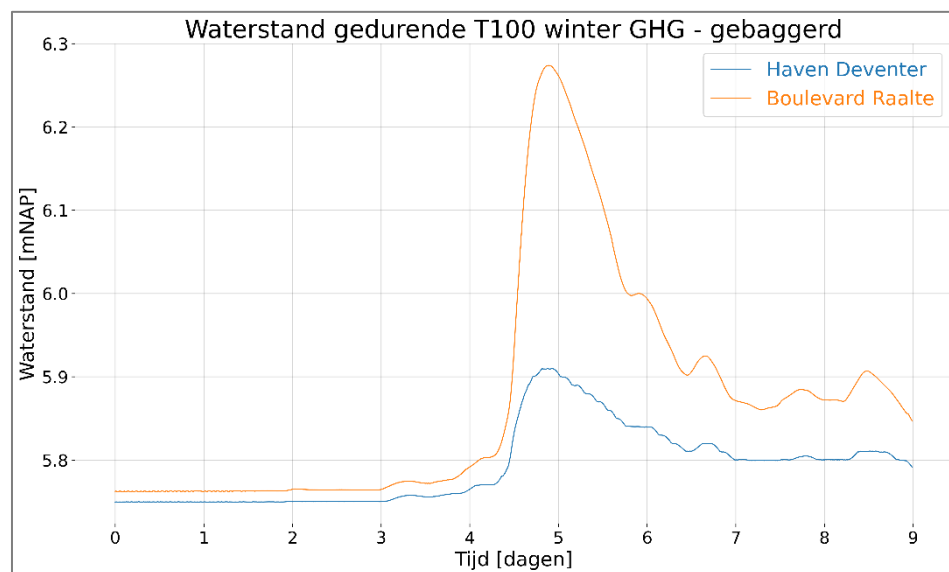
5 Analyse bouwstenen

De bouwstenen zijn het vervolg op de analyse van de huidige situatie. Twee bouwstenen zijn doorgerekend, namelijk het bagger scenario en het natuurvriendelijke oever (NVO) scenario. Bij het bagger scenario wordt het Overijssels Kanaal gebaggerd. Het doel is om te onderzoeken hoeveel extra 'ruimte' in het kanaal ontstaat. Bij het NVO scenario wordt een deel het kanaal omgebouwd tot een NVO. Het doel is om te onderzoeken hoeveel de situatie verslechterd.

Per bouwsteen zijn er twee sommen doorgerekend, de T100 GHG winter en de T10 GHG winter. De meest extreme en minst extreme som zijn gekozen om het effect van de bouwstenen van alle kanten te belichten. Daarnaast zijn er voor de NVO's drie verschillende ruwheden doorgerekend. Voor de NVO's zullen we de T100 GHG winter met de grootste ruwheid bespreken omdat we verwachten dat daar het effect van de NVO's het grootste is.

5.1 Scenario baggeren

Figuur 5-1 geeft de waterstanden weer voor de T100 winter GHG situatie met een gebaggerd Overijssels Kanaal.



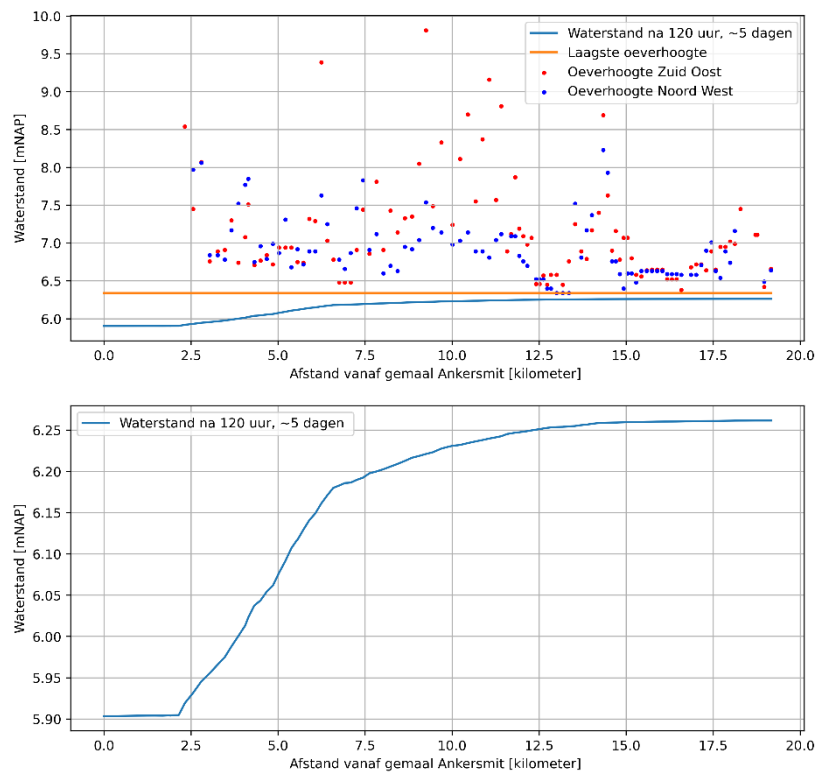
Figuur 5-1 Waterstand voor de T100 winter GHG, gebaggerd

In Figuur 5-1 valt goed te zien dat de waterstand daalt zowel in Raalte als in Deventer ten opzichte de referentie situatie in Figuur 4-7. Het Overijssels Kanaal wordt daarmee ook minder gevoelig voor wateroverlast. Bij de voorverkenning werd met een T10 stationair model bepaald dat de waterstand bij Raalte met circa 13 cm daalt wanneer je helemaal naar de vaste bodem baggert. Bij Koerkamp daalde de waterstand met circa 11 cm.

In Figuur 5-2 wordt de verhanglijn van het Overijssels Kanaal weergegeven. Naast dat goed te zien is dat de waterstand over het hele Overijssels Kanaal lager ligt, verandert het patroon van de verhanglijn niet. Net als in Figuur 4-8 zit er nog steeds een knik op 6,5 km, waarna de waterstand minder hard stijgt. Ook is in dit figuur goed te zien dat de laagste oeverhoogte niet bereikt wordt.



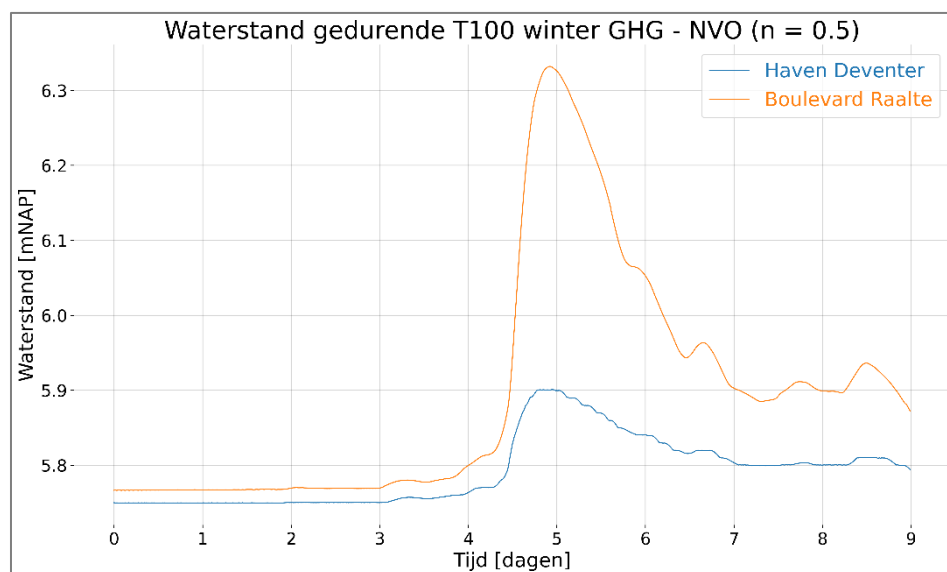
Verhanglijn en oeverhoogtes van het Overijssels Kanaal gebaggerd



Figuur 5-2 De maximale verhanglijn van het Overijssels Kanaal, gebaggerd

5.2 Scenario natuurvriendelijke oevers

Figuur 5-3 geeft de waterstanden weer voor de T100 winter GHG situatie met NVO's met een Mannings coëfficiënt van 0,5. Vergeleken met de standaard situatie (Figuur 4-7), verslechterd de situatie in het Overijssels Kanaal nauwelijks. De waterstanden komen niet hoger dan bij een normale T100 winter GHG situatie.

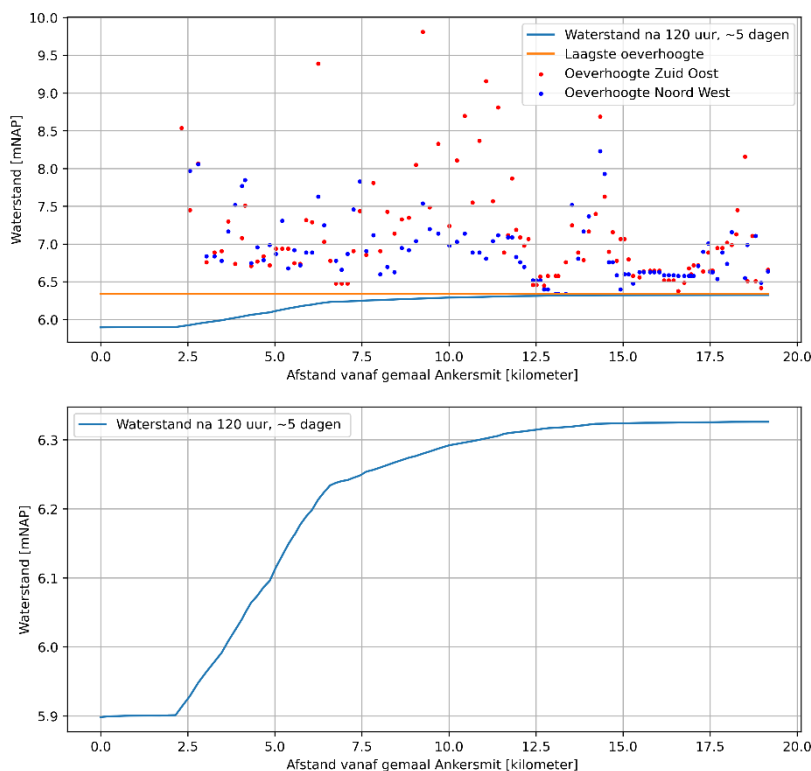




Figuur 5-3 Waterstand voor de T100 winter GHG, NVO

In de verhanglijn in Figuur 5-3 zien we eigenlijk geen verschil ten opzichte van de referentie situatie. De vorm en de hoogte van de waterstand is nagenoeg gelijk. De laagste oeverhoogte, zoals in de referentie situatie wordt wel bereikt.

Verhanglijn en oeverhoogtes van het Overijssels Kanaal NVO



Figuur 5-4 Verhanglijn van het Overijssels Kanaal, NVO

In de verhanglijn in Figuur 5-4 zien we eigenlijk geen verschil ten opzichte van de referentie situatie. De vorm en de hoogte van de waterstand is nagenoeg gelijk. De laagste oeverhoogte, zoals in de referentie situatie wordt wel bereikt.

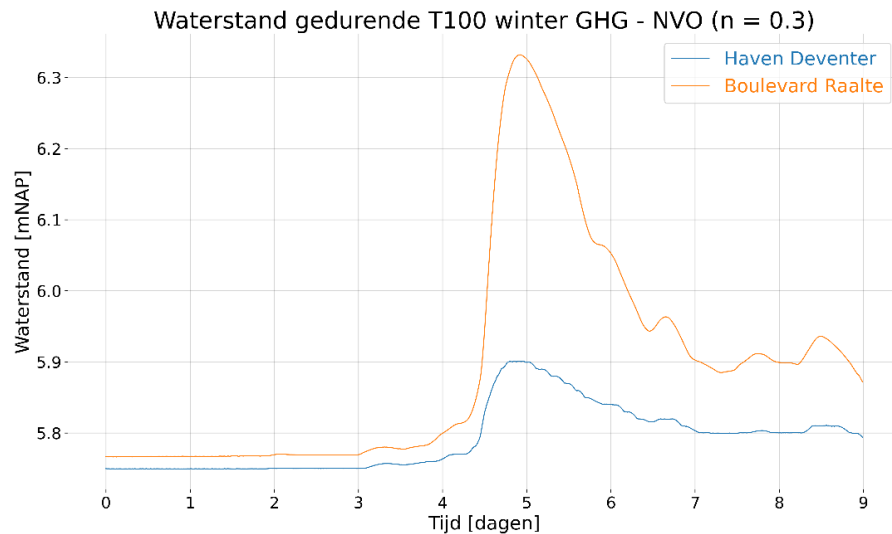
De initiële waterstand en de hoge frictie van de NVO's zorgen ervoor dat er weinig uitwisseling plaatsvindt tussen de NVO's en het Overijssels Kanaal. Door de beperkte uitwisseling doen de NVO's niet mee met de afvoer van het Overijssels Kanaal. In essentie heeft het Overijssels Kanaal een verminderd doorstroomoppervlak ter grootte van de NVO's.

De NVO secties zijn 1,8 km lang. Hiermee wordt nog niet voldaan aan de opgave van 5 km. De stukken liggen bovendien helemaal bovenstrooms bij Raalte gesitueerd. Het verhang is daar beperkt doordat het kanaal er nog relatief breed is en de afvoer klein. Een versmalling van het natte doorstroomprofiel heeft dan ook weinig impact. Bovendien, doordat de NVO helemaal bovenstrooms is gesitueerd, blijft het invloedsgebied maar klein. Effect propageren in bovenstroomse richting, dit is aan het begin van de afvoerroute. Hierdoor zien we weinig effect van de NVO's. Eenzelfde conclusie is getrokken bij de voorverkenning. Daar was de opstuwung ongeveer 1 tot 2 cm bij een T10.

Om de invloed van de frictie te onderzoeken zijn er extra sommen gedraaid met andere frictie waardes op de NVO's, namelijk een Mannings coefficient van 0,3 en 0,1. Bij de verlaagde weerstanden verhogen de snelheden in de NVO's en voegen zij meer toe aan de afvoer van het



kanaal. In Figuur 5-5 worden de waterstanden in Raalte en Deventer weergegeven met een Manning coëfficiënt van 0,3. Ook hier zien we de waterstanden eigenlijk niet verschillen ten opzichte van de situatie met een hoge frictie.



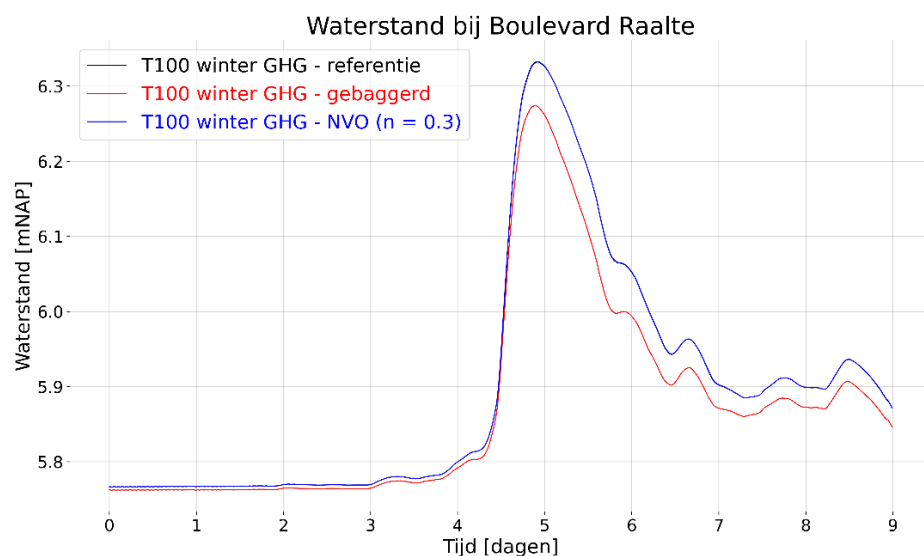
Figuur 5-5 Waterstand voor de T100 winter GHG, NVO met een manning coëfficiënt van 0,3

Ook in de T10 GHG winter, Figuur 5-5, situatie zien we eigenlijk nauwelijks effect van de NVO's. De grafieken van de waterstanden zijn bijgevoegd in de bijlage om deze nader te bekijken.

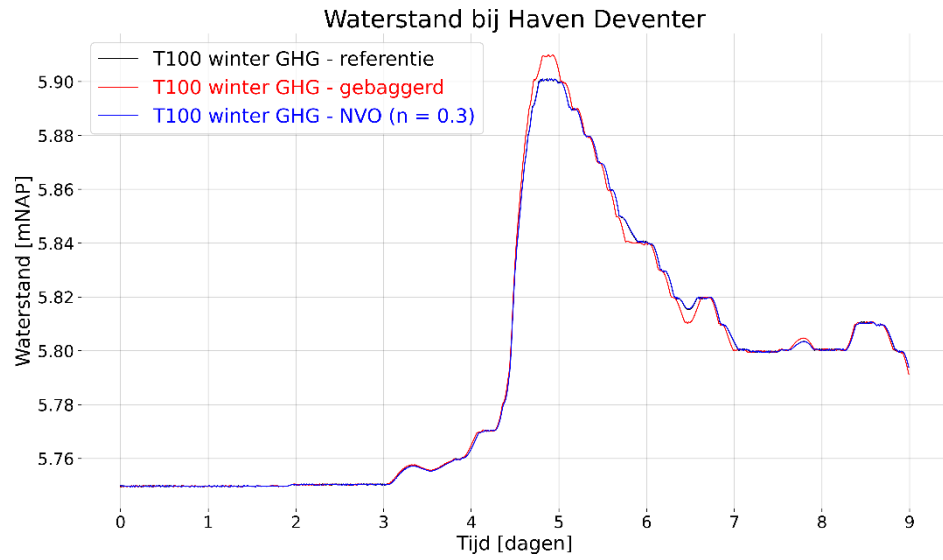
5.3 Waterstanden van de referentie, bagger scenario en de NVO's

In Figuur 5-6 worden de waterstanden van het referentie scenario, het gebaggerde scenario en het NVO scenario weergegeven in één figuur. Er duidelijk is te zien dat het effect van de NVO's zeer beperkt is. Het baggeren daarentegen heeft wel veel effect en zorgt voor een verlaging van de waterstand van iets minder dan 10 cm.

In de haven van Deventer, Figuur 5-7, is te zien dat het baggeren een minder sterk effect heeft. Het verschilt hier ongeveer 2 cm wat hoogstwaarschijnlijk het gevolg is van het pompen naar de IJssel aan deze kant van het stelsel.



Figuur 5-6 Waterstanden voor verschillende scenario's voor de T100 winter GHG in Raalte



Figuur 5-7 Waterstanden voor verschillende scenario's voor de T100 winter GHG in Deventer. Het referentiescenario en het NVO scenario liggen op elkaar, vandaar dat alleen de blauwe lijn is te zien



6 Conclusie en aanbevelingen

6.1 Conclusie

De uitgevoerde studie had als doel om modelberekeningen te leveren voor het Overijssels Kanaal, ten behoeve van de voorbereiding van het voorkeursalternatief voor de herinrichting. Daarbij zijn de effecten van baggeren en natuurvriendelijke oevers op de afvoer van het kanaal modelmatig berekend. Bij deze studie is een model opgeleverd dat ook geschikt is voor het toetsen van het uitgewerkte voorkeursalternatief in een later stadium.

Het Overijssels Kanaal voldoet aan de normen voor wateroverlast. In de berekende scenario's is er nagenoeg geen wateroverlast vanuit het Overijssels Kanaal. Alleen bij de huidige situatie met een T100 GHG Winter scenario is er beperkt wateroverlast vanuit het kanaal. De inundatie vindt echter plaats op grasland. Doordat dit een T10 norm heeft, valt dit binnen de norm voor wateroverlast.

De stuwen bij Heeten Noord, de Wittenveense Leiding, Breebroeksleiding en de Soestweteringbovenloop zijn verdrongen in de T100 GHG Winter situatie. Dat betekent dat het water uit het Overijssels Kanaal invloed heeft op de waterstand in de zijtakken. De zijtakken vallen echter buiten de afbakening van dit onderzoek. Doordat gemaal Ankersmit op maximale afvoer is ingesteld in deze modelstudie is het maximale effect van de verhoogde waterstand op de zijtakken minder goed zichtbaar. Wel vinden wij het belangrijk om te vermelden dat hier mogelijk wel overlast kan plaatsvinden.

Baggeren zorgt voor een significante peilverlaging in het Overijssels Kanaal in alle doorgerekende scenario's. Het verlaagt de waterstanden en verkleint dus de kans op wateroverlast en/of overstromingen. Ook zorgt het baggeren ervoor dat begroeiing in het kanaal minder een risico vormt. Zo moet er in de huidige situatie vaak gemaaid worden vanwege het nauwe doorstroomprofiel. De waterstandsverlaging door baggeren is het sterkst bij Raalte. Vanwege de ervaren hoge waterstanden (6,15 mNAP) in Raalte bij de zomerse neerslag in 2010, is dit een wenselijke verbetering.

De voorgestelde natuurvriendelijke oevers hebben een klein negatief effectief op de afvoercapaciteit van het kanaal. Gerekend is met natuurvriendelijke oevers over een afstand van 1,8 km in het bestaande profiel van het Overijssels Kanaal bij Raalte. Het effect van de natuurvriendelijke oevers is aanwezig, maar is niet significant.



6.2 Aanbevelingen

Wij doen de volgende aanbevelingen op basis van dit onderzoek:

- › **Een natuurvriendelijke oever is hydrologisch kansrijk op het geselecteerde traject. Voer aanvullend onderzoek uit naar de invulling van het resterende traject met behulp van het integrale model.** In dit onderzoek zijn de effecten berekend van in totaal 1,8 km natuurvriendelijke oever. Het waterschap heeft het voornemen om in totaal 5 km natuurvriendelijke oever te realiseren. In het huidig gekozen traject was er voldoende 'overcapaciteit', maar dit is niet overal in het Overijssels Kanaal het geval. De norm biedt daarentegen ruimte om de afvoercapaciteit te verlagen, zonder dat dit tot onacceptabele wateroverlast leidt. Het opgeleverde integrale model kan hiervoor gebruikt worden.
- › **Voer baggerwerkzaamheden uit in het Overijssels Kanaal en voer eventueel aanvullende analyses uit voor prioritering van locaties.** Het effect van het baggeren op de afvoer is groot, maar ook afhankelijk van de locatie en afmetingen. Het is raadzaam de definitieve baggerwerkzaamheden modelmatig te analyseren. Ook kunnen gevoeligheidsanalyse uitgevoerd worden. Door meerdere locaties door te rekenen, kan prioritering in verschillende baggertrajecten aangebracht worden.
- › **Onderzoek het risico op wateroverlast in de toeleverende zijtakken van het Overijssels Kanaal.** Het risico op wateroverlast in de zijtakken lag buiten de afbakening van dit onderzoek. Wel zijn er sterke aanwijzingen dat hier risico op wateroverlast is; In meerdere scenario's trad op meerdere locaties water uit de watergangen. Het model van het Overijssels Kanaal biedt een goede basis voor onderzoek naar het risico op wateroverlast in deze zijtakken.
- › **Blijf het integrale model gebruiken tijdens het proces van herinrichting van het Overijssels Kanaal.** Een model is opgeleverd dat geschikt is voor het onderzoeken van de afvoer van het kanaal. Bij het ontwikkeling proces zullen opties bedacht en verkend worden voordat het ontwerp definitief is. Het waterschap heeft het voornemen het model in te zetten voor het toetsen van het voorkeursalternatief. Het is raadzaam het model ook in te zetten om tussentijdse alternatieven te onderzoeken. Zo kan de doelmatigheid van scenario's snel bepaald worden.
- › **Geef vervolg aan de selectie buien en scenario's.** In dit onderzoek is geadviseerd over te gebruiken buien en scenario's ('stochasten') om inzicht te krijgen in de afvoer situatie. Uiteindelijk is ervoor gekozen de voorgaande buien te gebruiken voor de afvoer berekeningen. Het is raadzaam om het advies, al dan niet met eigen aanvullingen, op te volgen en een uniforme methodiek op te stellen voor afvoer berekeningen. Naast deze te baseren op de meest recente neerslag statistiek, bevelen wij ook aan hierin te rekenen met bovennormatieve neerslag. Dit levert potentieel inzicht in 'laag hangend fruit' en draagt bij aan een meer klimaatrobuste benadering. Zo kan een standaard set aan buien en scenario's vervolgens geautomatiseerd worden doorgerekend voor alle 3Di modellen van het waterschap, door de API van 3Di aan te sturen met scripts.