



GraafReinaldalliantie

Achtergrondrapport rivierkunde



Overzicht gegevens document

Titel document: Achtergrondrapport Rivierkunde
Kenmerk document: GO-WA-RAP-23795

Autorisatie

	Naam
<i>Opgesteld door</i>	Marcel vd Berg, Han de Jong, Bram Evers, Joost ter Hoeven
<i>Verificatie door</i>	Nicole Geurts van Kessel
<i>Autorisatie door</i>	Henriette Nonnekens
<i>Vrijgave door</i>	Melanie Nissink

Paraaf en tekendatum zijn opgenomen in de Goedkeuringsworkflow in DMS

Revisiebeheer

Revisienummer	Datum	Status	Wijzigingen
1.0	20-12-2019	Concept	Ter review en bespreking met bevoegde gezagen
2.0	18-02-2020	Eindconcept t.b.v. KBG/ABG/BBG	
3.0	26-03-2020	Definitief	

Adresgegevens

Graaf Reinald Alliantie
Waaldijk 91
4214 LC Vuren

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	6
1.1	Het project De dijkversterking Gorinchem – Waardenburg (GoWa).....	6
1.2	Doel van dit document	6
2	Effecten dijkversterking	7
2.1	Inleiding	7
2.2	De dijkversterking Gorinchem – Waardenburg (GoWa).....	7
2.3	Gehanteerde methodiek	7
2.4	Effectbeoordeling dijkversterking	12
3	Compenserende maatregelen	19
3.1	Inleiding	19
3.2	Redeneerlijn buitendijks versterken	19
3.3	Verkenning compenserende maatregelen	21
3.4	Compensatie opgave DO en beschrijving opgave per uiterwaard	25
3.5	Morfologische beschouwing van het hele traject	29
4	Woelse Waard	31
4.1	Beschrijving inrichtingsplan	31
4.2	Rivierkundige effecten van de herinrichting Woelse Waard	34
4.3	Conclusies Rivierkundige beoordeling herinrichting Woelse Waard	43
5	Herwijnnense Bovenwaard	44
5.1	Beschrijving inrichtingsplan	44
5.2	Rivierkundige effecten van de herinrichting Herwijnnense Bovenwaard	46
5.3	Conclusies Rivierkundige beoordeling herinrichting Herwijnnense Bovenwaard	55
5.4	Optimalisaties ontwerp.....	56
6	Crobsche Waard	58
6.1	Beschrijving inrichtingsplan	58
6.2	Rivierkundige effecten van de herinrichting Crobsche Waard	60
6.3	Conclusies Rivierkundige beoordeling herinrichting Crobsche Waard	69
7	Heuffterrein	71
7.1	Beschrijving inrichtingsplan	71
7.2	Rivierkundige effecten van de herinrichting Heuffterrein	72

1 Inleiding

1.1 Het project De dijkversterking Gorinchem – Waardenburg (GoWa)

De rivierdijken tussen Gorinchem en Waardenburg, moeten voldoen aan een nieuwe veiligheidsnorm. De dijk is op dit moment gebaseerd op een veiligheidsnorm uit de jaren zestig. In de afgelopen jaren zijn er veel meer bewoners en bedrijven in het gebied achter de dijken gekomen. In januari 2017 is een nieuwe veiligheidsnorm van kracht geworden die recht doet aan de bewoners en de waarden in het gebied. Met de huidige dijk is dit gebied 'onderverzekerd'. Daarom moet de dijk tussen Gorinchem en Waardenburg (GoWa) worden versterkt.

Gevolg van de dijkversterking is dat er rivier- en natuurcompensatie benodigd is, om de effecten die de versterking op deze waarden heeft te neutraliseren. Daarom zijn er binnen de projectgrenzen vier uiterwaarden aangewezen waar rivierverruimende maatregelen (bijvoorbeeld het graven van geulen) worden genomen of waar natuur wordt ontwikkeld. Het betreft de Woelse Waard, de Herwijnnense Bovenwaard, de Crobsche Waard en het Heuffterrein.

1.2 Doel van dit document

In het voorliggend document wordt ingegaan op de rivierkundige effecten van de dijkversterking en de bijbehorende maatregelen in de uiterwaarden. Dit document heeft de volgende doelen.

- Het in beeld brengen van de (opstuwende) effecten van de dijkversterking op de rivierwaterstanden;
- Het presenteren van het zoek en afwegingsproces bij het bepalen van de compenserende maatregelen;
- Het inzichtelijk maken van de hydraulische effecten (o.a. scheepvaart, hoogwaterveiligheid, inundatiefrequentie, hinder derden) op diverse aspecten uit het Rivierkundig Beoordelingskader. Voor dit project is versie 4 van het Rivierkundig Beoordelingskader gehanteerd.

2 Effecten dijkversterking

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de rivierkundige effecten van het definitief ontwerp (DO) van de dijkversterking (zonder compenserende maatregelen) op dijkvakniveau uitgewerkt

Bij dijkversterkingsmaatregelen langs de grote rivieren moet een afweging worden gemaakt tussen binnendijkse of buitendijkse (rivierwaartse) verbreding van de dijk. Voor binnendijkse maatregelen zal niet altijd ruimte zijn - of slechts tegen zeer hoge kosten of met technisch ingewikkelde constructies. De ruimte buitendijks (in het rivierbed) is schaars en dient zo veel mogelijk beschikbaar te blijven voor de afvoer en berging van rivierwater. In de Redeneerlijn buitendijks (rivierwaarts) versterken (HWBP, 2018) is toegelicht hoe te handelen indien binnendijkse maatregelen redelijkerwijs niet mogelijk zijn. Hiervoor zijn naast de rivierkundige effecten ook een aantal andere aspecten van belang.

2.2 De dijkversterking Gorinchem – Waardenburg (GoWa)

Nederland toetst periodiek of de primaire waterkeringen aan de wettelijke veiligheidsnormen voldoen. Uit de toetsing van 2011 bleek dat delen van de dijk (primaire waterkering) langs de Waal tussen Gorinchem en Waardenburg niet meer voldeden aan deze veiligheidsnormen. De dijk moet worden versterkt. Dijkversterking Gorinchem – Waardenburg (GoWa) is als project opgenomen in het landelijke Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) en onderdeel van het Deltaprogramma.

GoWa betreft 23 kilometer dijk vanaf de Dalemsewal in Gorinchem (provincie Zuid-Holland) tot de kruising met de A2 bij Waardenburg (provincie Gelderland) aan de noordzijde van de Waal. De dijk ligt in de gemeenten Gorinchem, Lingewaal en Neerijnen. De dijk slingert door het landschap en kent vele verschijningsvormen: van dicht tegen de rivier tot verder weg met ruime uiterwaarden, bebouwing tot in de dijk en langs dorpskernen en grenzend aan (voormalige) bedrijventerreinen, natuurgebieden en onderdelen van de Nieuwe Hollandse Waterlinie. De dijk wordt gebruikt om te wandelen, te fietsen en als weg. Waterschap Rivierenland (WSRL) is de beheerder van de dijk.

Bij dijkversterkingsmaatregelen langs de grote rivieren moet een afweging worden gemaakt tussen binnendijkse of buitendijkse (rivierwaartse) verbreding van de dijk. Voor binnendijkse maatregelen zal niet altijd ruimte zijn - of slechts tegen zeer hoge kosten of met technisch ingewikkelde constructies. De ruimte buitendijks (in het rivierbed) is schaars en dient zo veel mogelijk beschikbaar te blijven voor de afvoer en berging van rivierwater. In de Redeneerlijn buitendijks (rivierwaarts) versterken (HWBP, 2018) is toegelicht hoe te handelen indien binnendijkse maatregelen redelijkerwijs niet mogelijk zijn (in hoofdstuk 3 wordt hier nader op ingegaan). Hiervoor zijn naast de rivierkundige effecten ook een aantal andere aspecten van belang.

2.3 Gehanteerde methodiek

Voor het bepalen van de effecten van de dijkversterking op de rivierwaterstanden is de volgende werkwijze gevolgd:

- het opbouwen van een 'geactualiseerde' referentie schematisatie;
- het opbouwen van de variant met de verbeterde dijk;
- conversie naar WAQUA van de varianten;

- doorrekenen van de varianten;
- bepalen waterstandsverschil;

Deze stappen worden hieronder nader toegelicht.

Opbouw geactualiseerde referentie gowa-ref

Het geactualiseerde referentiemodel is opgebouwd vanuit de BASELINE referentie-schematisatie baseline-rijn-beno15_5-v2. Deze schematisatie is geactualiseerd door de volgende maatregelen mee te nemen:

- wl_kribvl_a1
- wl_kribvl_f1
- wl_kribvl_g1
- wl_gowarf_a1
- wl_crobsw_vo1
- wl_crobsw_vo2
- wl_herwyn_vo1
- wl_vuren_vo2

Omdat nog niet alle benodigde maatregelen voor de actualisatie beschikbaar waren en omdat er nog geen update nodig was van sommige maatregelen is een aantal maatregelen door RHDHV / Gralliantie geschematiseerd / aangepast. In overleg met RWS-ON zijn afspraken gemaakt over de wijze van schematiseren. De maatregelen zijn na het schematiseren ter toetsing aan RWS-ON voorgelegd (en deze zijn goedgekeurd). Vervolgens is de referentieschematisatie gowa-ref opgebouwd.

De geactualiseerde referentie schematisatie is door RWS-ON uitgeleverd met de opmerking dat deze alleen in het gebied van RWS-ON geldig is. Door RWS-WNZ is daarom een check uitgevoerd of deze referentie ook geschikt is voor het deel van het project in het beheergebied van RWS-WNZ. Het model is geschikt bevonden.

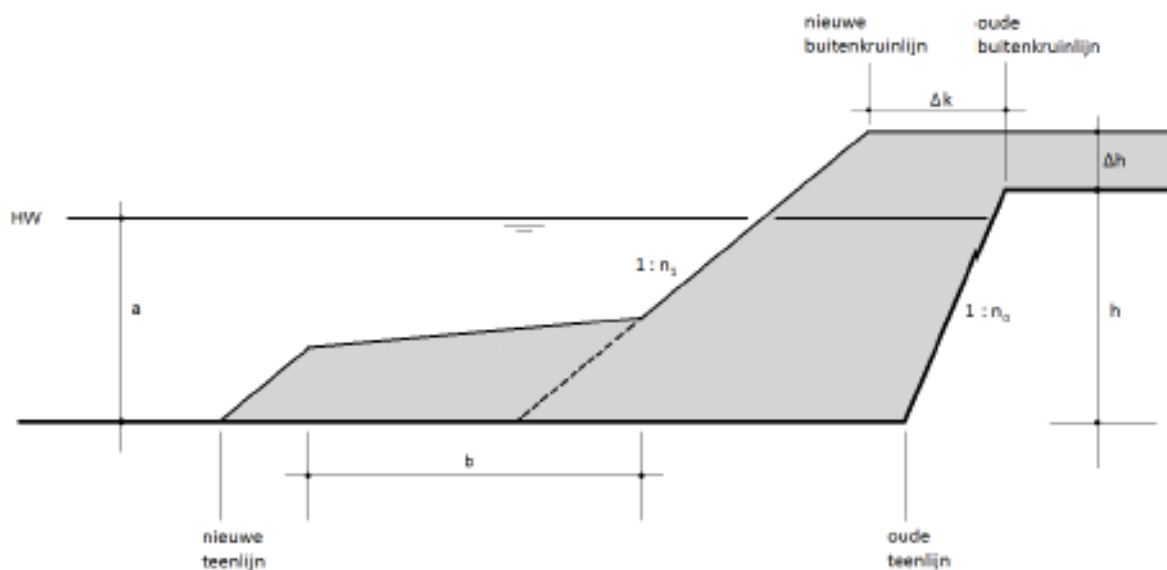
Op basis van de conditionele illustratiepunten in de omgeving is geconcludeerd door RWS-WNZ dat de maatgevende waterstanden voornamelijk door hoge afvoer worden bepaald en dat de invloed van stormopzet op zee beperkt is. Daarom kan voor het deel van het gebied in beheer bij RWS-WNZ ook met een berekening voor hoge afvoer worden volstaan. Wat dat betreft kan dus worden aangesloten bij de methodiek van RWS-ON.

In overleg met RWS WNZ is afgesproken dat voor eventuele compensatie binnen het beheergebied van RWS WNZ wordt aangesloten bij de methodiek van RWS ON, dat betekent dat eventuele opstuwing van waterstanden wordt gecompenseerd middels verruimende maatregelen. In afwijking van het normale beleid van RWS WNZ zal er niet gezocht worden naar compensatie voor verlies in bergend vermogen.

Opbouw variant met verbeterde dijk (DO)

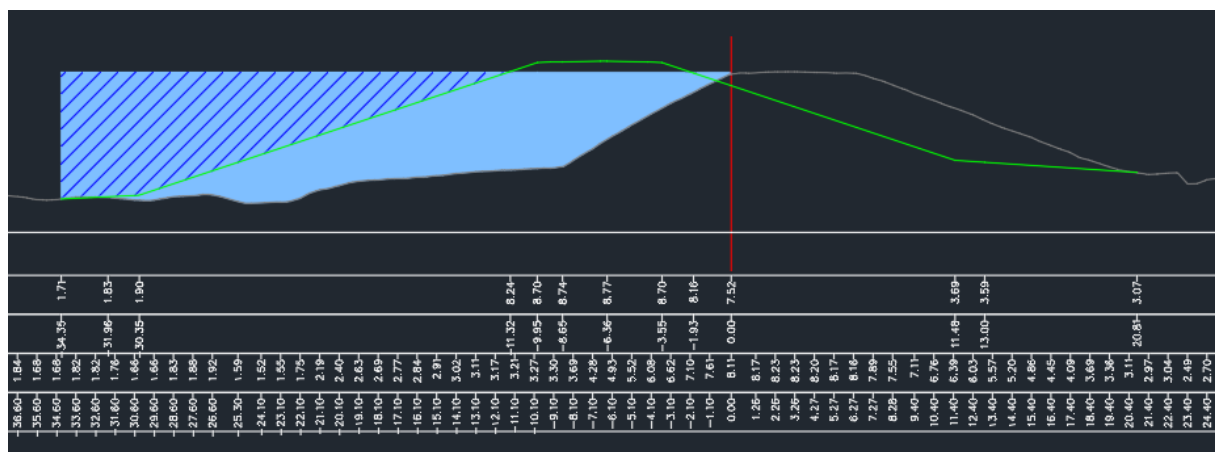
Op basis van de methodiek zoals omschreven in de notitie Schematisering van rivierwaartse dijkversterking (RWS-WVL, 2018) is vervolgens de versterkte dijk geschematiseerd. In deze

methodiek wordt het volume dat aan de rivier wordt ontnomen door de dijkversterking gebruikt om een nieuwe fictieve kruinlijn op te nemen in de schematisatie zodanig dat hetzelfde volume aan de rivier wordt ontnomen (zie Figuur 1).



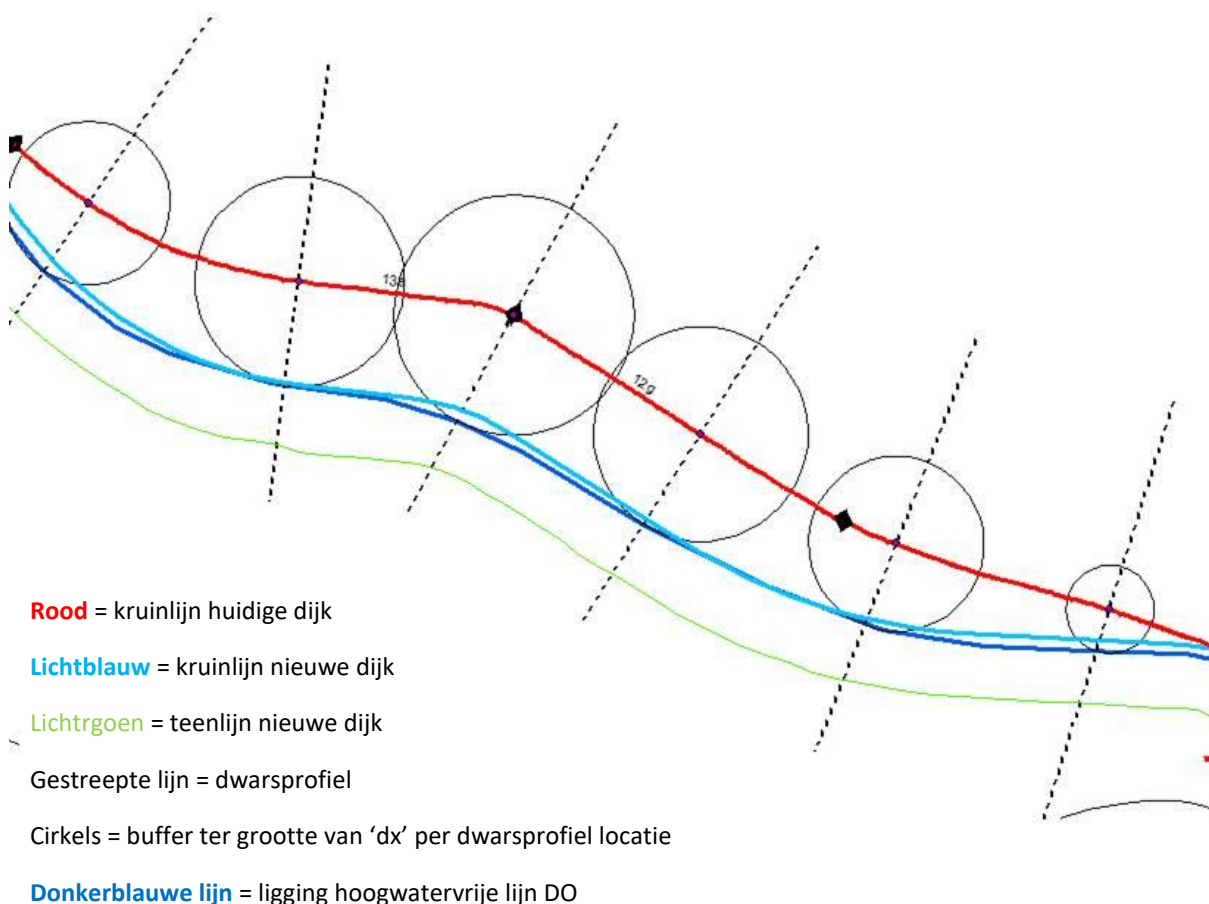
Figuur 1: Schematische weergave rivierwaartse dijkversterking.

Het benodigde volume per dwarsprofiel is in dit geval bepaald met het 3D-model van de dijk, zie Figuur 2. Per dwarsprofiel is, zoals in figuur 1 weergegeven, het dwarsprofieloppervlak bepaald vanaf een bepaalde afstand vanaf de dijk tot aan de nieuwe (groene lijn, gearceerde oppervlak) en oude (grijze lijn, lichtblauwe vlak) dijk bij een hoogwaterstand. Het verschil is het volume dat aan de rivier ontnomen wordt. Door dit te delen door de hoogte (HBN minus de teenhoogte uit 3D model) is per dwarsprofiel de fictieve afstand 'dx' voor de kruinverschuiving bepaald.



Figuur 2: Volume dat aan de rivier wordt ontnomen voor 1 dwarsprofiel.

Er is een nieuwe hoogwatervrije lijn in het model opgenomen op deze afstand van de kruinlijn door een buffer aan te houden met de berekende waarde van dx . Tussen de dwarsprofiel locaties in is zo goed als mogelijk de contour van de nieuwe dijk gevolgd, zie Figuur 3. De nieuwe hoogwatervrije lijn (donkerblauwe lijn) representeert de nieuwe dijk. Deze ligt verder van de dijk dan de nieuwe kruinlijn (lichtblauwe lijn). De rode lijn in de figuur betreft de geactualiseerde kruinlijn van de huidige kering. De cirkels betreffen de gebruikte buffers, hiervoor zijn de dijkpalen op de kruinlijn gezet, per dijkpaal (dwarsprofiel) is bepaald welke grootte deze cirkel moet hebben. De groenlijn lijn betreft de teenlijn.



Figuur 3: Schematisatie van de hoogwatervrije lijn voor een deel van het traject.

Conversie naar WAQUA

De referentie schematisatie en de variant van het DO is vervolgens geconverteerd naar WAQUA. Hiervoor zijn eerst de afgeleide bestanden opnieuw aangemaakt in Baseline. Het gebruikte WAQUA deelmodel is beno15_5_20m_waal-v2. Voor de aangepaste WAQUA bestanden is de naamgeving gebruikt van de betreffende BASELINE schematisatie.

Doorrekenen van beide schematisaties

De opgeleverde invoerbestanden met een vaste afvoerverdeling bij een Lobith afvoer van 16.000 m³/s is gebruikt. Deze zijn aangepast door te verwijzen naar de nieuwe WAQUA bestanden (alleen ruwheden en schotjes de overige invoerbestanden wijzigen niet).

Voor de rivierkundige berekening voor het bepalen van het effect van de dijkversterking wordt uitgegaan van een afvoer van 16.000 m³/s, conform afspraak met RWS-ON. Dit is een lagere afvoer dan de afvoer die hoort bij nieuwe norm van de kering. Voor de effectberekening is dit nauwelijks relevant, de effecten bij 16.000 m³/s verschillen niet erg van die bij 18.000 m³/s. Voor deze verkennende analyse heeft dit dus geen invloed op de resultaten van de effectbeoordeling.

- Naamgeving geactualiseerde referentie: gowa_ref-16k
- Naamgeving varianten: gowa_DO_a1-16k

De berekeningen zijn uitgevoerd met simona2017 met de laatste patches geïnstalleerd. De berekeningen zijn uitgevoerd in Windows 7. Er is gerekend met 8 processoren.

Overzicht gebruikte uitgangspunten

Tabel 1: Overzicht gebruikte uitgangspunten

Uitgangspunten / versies	
Baseline versie	5.3.1
ArcGIS versie	10.3.1
WAQUA/Simona versie	Simona2017-02
Rooster	rijn2om_nrlk_5-v6.rgf (verfijnd rooster)
WAQUA deelmodel	beno15_5_20m_waal-v2
BASELINE referentieschematisatie	beno15_5-v2
Gebruikte randvoorwaarden	conform siminp.waal_16000
Afvoer	16.000 m ³ /s bij Emmerich
Afvoerverdeling	Beleidsmatig

Er zijn geen andere aanpassingen in de opgeleverde invoerfiles uitgevoerd. Voor overige uitgangspunten, instellingen en log-files wordt verwezen naar de invoer en uitvoer-files van de betreffende Waqua en BASELINE schematisaties.

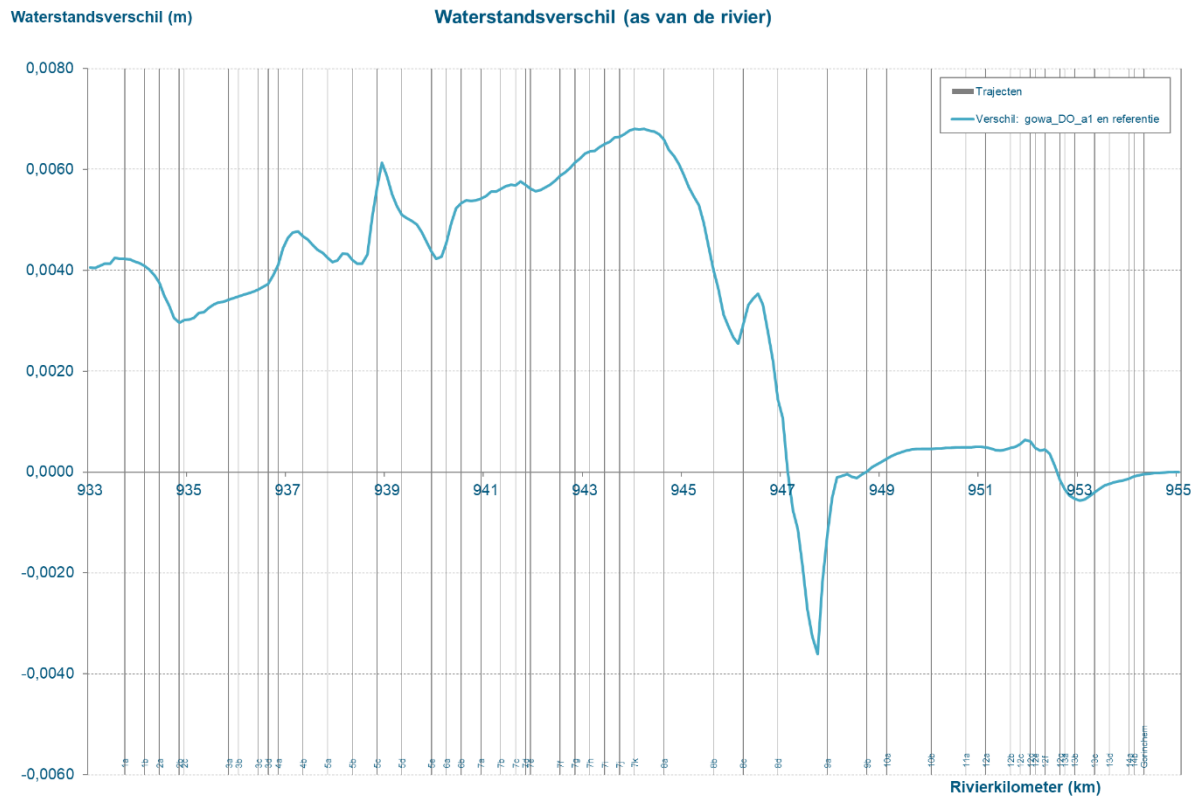
2.4 Effectbeoordeling dijkversterking

De berekende waterstandseffecten zijn weergegeven in Figuur 4. In de figuur zijn ook de vakgrenzen aangegeven (vertaald naar rivierkilometer). Op deze vakgrenzen is het waterstandsverschil ten opzichte van de referentie bepaald, zie Tabel 2:

- Als de waterstandseffectlijn nauwelijks veranderd over de lengte van het vak kun je zeggen dat het betreffende vak bijna waterstandsneutraal is (geen tot een beperkte opstuwing). Als het vak helemaal waterstandsneutraal zou zijn zou de waterstand iets dalen over de lengte van het vak. De effecten van een ingreep in de rivieren propageren altijd in bovenstroomse richting. Als een vak geen effect zou hebben normaliseren de waterstanden weer benedenstrooms van het betreffende vak.
- Als de lijn stijgt tegen de stromingsrichting in, dus van rechts naar links in de grafiek (d.w.z. een positief getal in Tabel 3) heeft het vak een opstuwende werking. Hoe groter de opstuwing hoe groter de negatieve effecten.
- Als de lijn daalt (d.w.z. een negatief getal in Tabel 3) betekent dit dat het waterstandseffect over de lengte van het vak normaliseert (als in terug naar de nullijn, het vak heeft dan geen negatieve bijdrage). Deze vakken zijn waterstandsneutraal. Hoe groter de afname is van de waterstanden hoe sterker de negatieve effecten van de bovenstroomse vakken worden genormaliseerd.

Door deze stijging of daling over de lengte van een vak in een getal (mm) uit te drukken kan de relatieve bijdrage van het betreffende vak aan de opstuwing worden geschat.

De getallen betreffen niet de werkelijke opstuwing die resulteert als gevolg van de versterking het vak maar de bijdrage aan de opstuwing van het dijkverbeteringsalternatief als geheel. Zodoende zijn de getallen in Tabel 2 een goede indicatie voor de bijdrage per vak aan de opstuwing van het project als geheel. Afhankelijk van de ligging van een vak (nabij het zomerbed of in de luwte van de stroming) levert de gemiddelde 'dx' (gemiddelde kruinverschuiving in het model) een bepaalde opstuwing op (laatste kolom). De verhouding tussen 'dx' en het effect zegt wat over hoe gunstig het dijkvak ligt ten opzichte van de rivier. Een kleine 'dx' en een groot effect betekent dat het vak op een hydraulisch zeer ongunstige plek ligt. Aanvullend met het expert judgement in de kolommen onder opmerkingen kan zo een beoordeling van het effect op de waterstand voor het dijkvak worden gemaakt.



Figuur 4: Waterstandsverschil op de as van de rivier bij een afvoer van 16.000 m³/s.

Tabel 2: Oplossingsrichting en effectomschrijving per dijkvak.

Dijkvak	Oplossingsrichting	Nieuwe kruinlijn in model	Gemiddelde 'dx' (m)	Opmerkingen		Effect (mm)
1a	langsconstructie	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model.	0,5	In de luwte.	Afstand tot zomerbed groot.	0,1
1b	langsconstructie/grond binnenwaarts	Lichte kruinverschuiving met taludverflauwing.	1,5	Afstand tot zomerbed groot.		0,3
2a	grond binnenwaarts	Lichte kruinverschuiving met taludverflauwing.	2,8	Afstand tot zomerbed groot.	Aanwezigheid kade in voorland beïnvloedt effect.	0,8
2b	langsconstructie	Alleen taludverflauwing.	1,2	Afstand tot zomerbed groot.		-0,1
2c	grond binnenwaarts	Lichte kruinverschuiving met taludverflauwing.	2,4	Afstand tot zomerbed groot.	In de luwte.	-0,4

3a	grond binnenwaarts	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model.	0,0	Afstand tot zomerbed groot	Hoogwatervrij	-0,1
3b	binnen huidig profiel	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model.	0,0	Afstand tot zomerbed groot	Hoogwatervrij	-0,1
3c	binnen huidig profiel	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model.	0,0	Afstand tot zomerbed groot	Hoogwatervrij	-0,1
3d	grond buitenwaarts	Over een klein deel van het traject wordt de dijk verlegd.	3,9	Afstand tot zomerbed groot	Hoogwatervrij	-0,4
4a	langsconstructie	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model.	0,0	In / tegen zomerbed		-0,6
4b	grond buitenwaarts	Buitenwaarts met taludverflauwing	4,0	In de luwte.		0,4
5a	grond buitenwaarts	Buitenwaarts met taludverflauwing	9,3	In de luwte	Afstand tot zomerbed groot	0,0
5b	grond buitenwaarts	Buitenwaarts met taludverflauwing	11,5	In de luwte	Afstand tot zomerbed groot	-1,4
5c	grond buitenwaarts	Buitenwaarts met taludverflauwing	10,4	In de luwte	Afstand tot zomerbed groot	0,5
5d	grond buitenwaarts	Buitenwaarts met taludverflauwing	9,9	In de luwte	Afstand tot zomerbed groot	0,7
5e	grond buitenwaarts	Buitenwaarts met taludverflauwing	9,9	In de luwte		-0,2
6a	langsconstructie	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model.	0,3	Nabij zomerbed		-0,8
6b	grond binnenwaarts	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model.	0,0	In / tegen zomerbed		-0,1
7a	langsconstructie	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model.	0,0	In / tegen zomerbed		-0,2
7b	grond binnenwaarts	Alleen taludverflauwing.	0,9	Nabij zomerbed		-0,1
7c	grond binnenwaarts	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model.	0,3			0,0
7d	grond binnenwaarts	Alleen taludverflauwing.	1,0	In de luwte		0,1

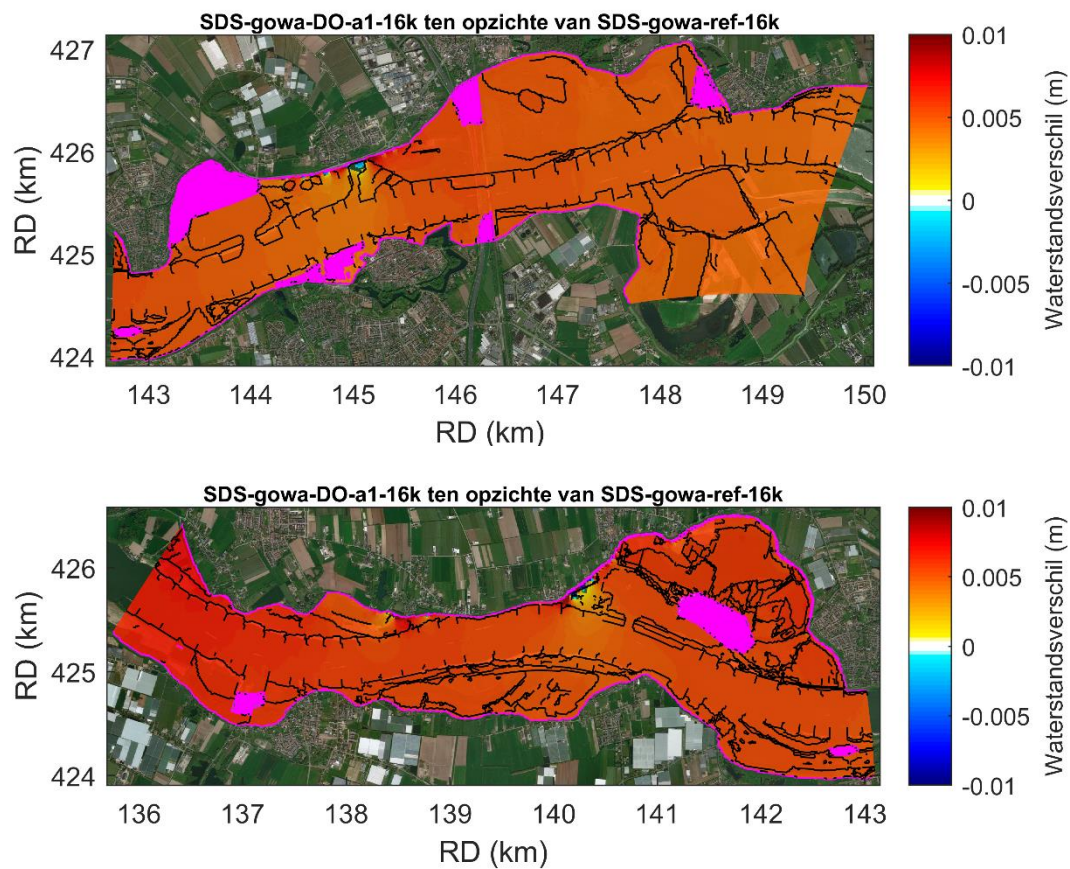
7e	grond binnenwaarts	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model.	0,0	In de luwte	Afstand tot zomerbed groot	-0,3
7f	langsconstructie	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model.	0,0	Afstand tot zomerbed groot		-0,3
7g	langsconstructie	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model.	0,6			-0,2
7h	grond binnenwaarts	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model.	0,0			-0,1
7i	langsconstructie	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model	0,9	In / tegen zomerbed		-0,1
7j	langsconstructie/grond binnenwaarts	Constructief met taludverflauwing.	1,2	In / tegen zomerbed		-0,2
7k	grond binnenwaarts	Lichte kruinverschuiving met taludverflauwing	1,7	In luwte	Afstand tot zomerbed groot	0,2
8a	grond buitenwaarts	Buitenwaarts met taludverflauwing	13,4	Afstand tot zomerbed groot	Met name benedenstroomse helft van dit vak ligt hydraulisch ongunstig.	2,6
8b	grond buitenwaarts	Buitenwaarts met taludverflauwing	21,0	Nabij zomerbed		1,1
8c	langsconstructie/grond buitenwaarts	Constructief / buitenwaarts met taludverflauwing	9,4	Nabij zomerbed		1,5
8d	grond buitenwaarts	Constructief / buitenwaarts met taludverflauwing	24,6	Nabij zomerbed		2,7
9a	langsconstructie	Constructief met taludverflauwing	1,9	Hoogwatervrij		-1,3
9b	grond binnenwaarts	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model.	0,0	Grotendeels hoogwatervrij		-0,3
10a	grond buitenwaarts	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model.	0,0	Grotendeels hoogwatervrij		-0,2
10b	grond binnenwaarts	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model.	0,0	Afstand tot zomerbed groot		0,0

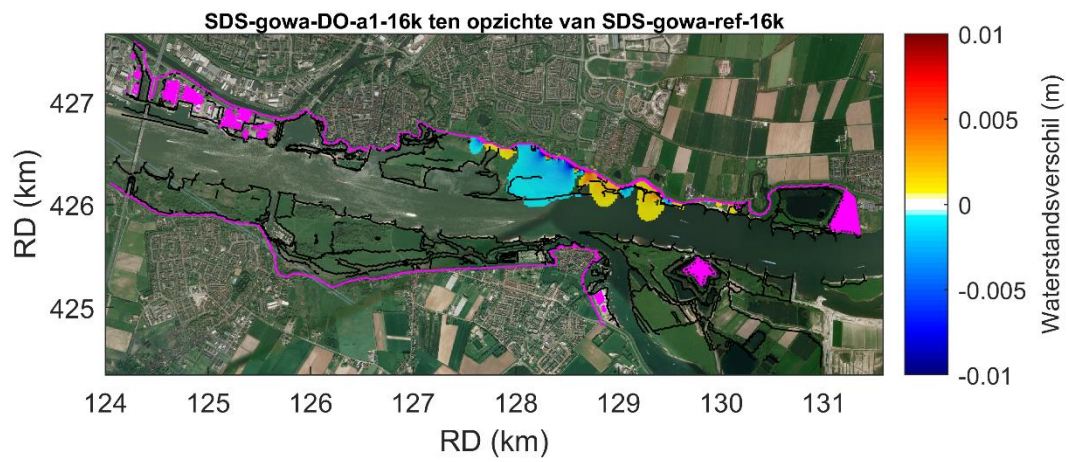
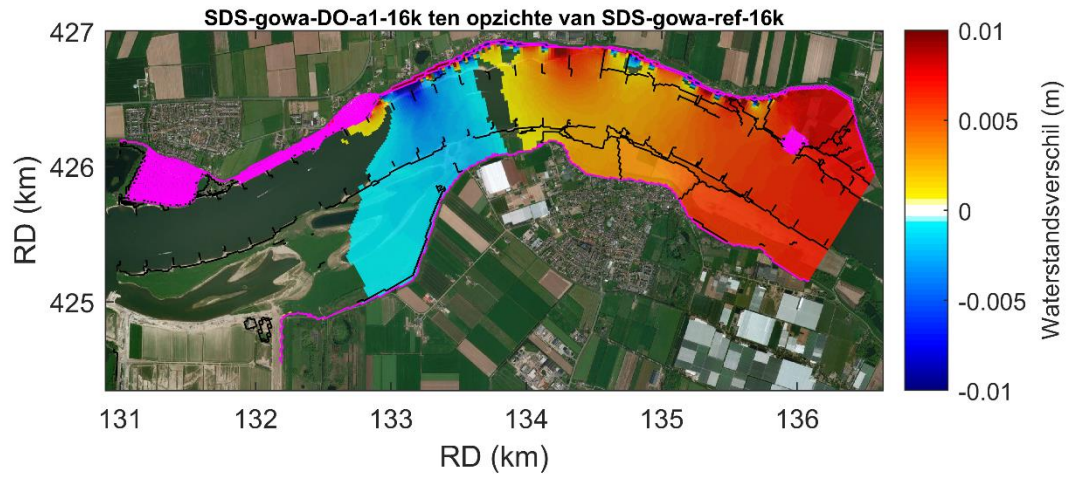
11a	langsconstructie	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model.	0,0			0,0
12a	langsconstructie	Constructief met taludverflauwing	1,8	Nabij zomerbed.	Met name benedenstroomse helft van dit vak ligt hydraulisch ongunstig.	0,0
12b	grond binnenwaarts	Binnenwaarts met taludverflauwing	4,6	In / tegen zomerbed		-0,1
12c	grond buitenwaarts	Buitenwaarts met taludverflauwing	8,8	Nabij zomerbed	In de luwte	0,0
12d	grond buitenwaarts	Buitenwaarts met taludverflauwing	11,7	Nabij zomerbed	In de luwte	0,1
12e	langsconstructie	Constructief met taludverflauwing	2,3	In / tegen zomerbed		0,0
12f	langsconstructie/grond buitenwaarts	Constructief / buitenwaarts met taludverflauwing	1,1	In de luwte	Nabij zomerbed	0,6
12g	grond buitenwaarts	Buitenwaarts met taludverflauwing	10,5	In de luwte		0,2
13a	grond buitenwaarts	Buitenwaarts met taludverflauwing	8,7	Afstand tot zomerbed groot		0,2
13b	grond buitenwaarts/ grond binnenwaarts	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model	0,0	Afstand tot zomerbed groot		-0,1
13c	grond buitenwaarts	Geen verschil tussen oude en nieuwe kruinlijn in model	0,6			-0,2
13d	grond binnenwaarts	Taludverflauwing + gedeeltelijk verlegd	4,5	Afstand tot zomerbed groot		-0,1
14a	grond binnenwaarts (let op omgeklapt)	Lichte kruinverschuiving met taludverflauwing	4,7	Afstand tot zomerbed groot		0,0
14b	langsconstructie	Lichte kruinverschuiving met taludverflauwing	2,0			0,0

(Lokale) Effecten buiten de as van de rivier

Bovenstaande getallen hebben betrekking op de waterstanden op de as van de rivier. In de waterstandseffect figuren op de volgende pagina's zijn ook lokale effecten tegen de keringen te zien. Deze wijken soms af van de effecten op de as van de rivier. Met name op plekken met buitenwaartse versterking kan het voorkomen dat er lokaal in de uiterwaard extra opstuwing plaats

vindt, op locaties in de luwte van deze buitenwaartse versterking neemt deze extra opstuwung weer af. De figuren met de waterstandverschillen laten lokale verschillen zien conform bovenstaande verwachtingen





3 Compenserende maatregelen

3.1 Inleiding

Omdat er bij het ontwerp gekozen is om op een aantal plekken buitendijks te versterken, ligt er vanuit het project een opgave voor rivier- en natuurcompensatie. Deze opgave is aangegrepen om ook te komen tot een herinrichting van verschillende uiterwaarden langs het dijktracé. Daarnaast is het vanuit het project duurzaam om grond uit de uiterwaarden te kunnen toepassen in de dijk en liggen er kansen voor recreatie en de Kaderrichtlijn water (KRW).

Vanuit de Verkenning zijn er vier uiterwaarden naar voren gekomen die kansrijk zijn om de compensatieopgave in te vullen en daarnaast invulling te geven aan andere opgaven; de Woelse Waard, de Herwijnnense Bovenwaard, de Crobsche Waard en het Heuffterrein.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de afweging die heeft plaats gevonden in de keuze voor deze 4 uiterwaarden. Daarnaast wordt per uiterwaard aangegeven welke opgaven nog meer zijn meegenomen.



Figuur 5 Uiterwaardenpark.

3.2 Redeneerlijn buitendijks versterken

Bij dijkversterkingsmaatregelen langs de grote rivieren moet een afweging worden gemaakt tussen binnendijkse of buitendijkse (rivierwaartse) verbreding van de dijk. Voor binnendijkse maatregelen zal niet altijd ruimte zijn - of slechts tegen zeer hoge kosten of met technisch ingewikkelde constructies. De ruimte buitendijks (in het rivierbed) is schaars en dient zo veel mogelijk beschikbaar te blijven voor de afvoer en berging van rivierwater. In de Redeneerlijn buitendijks (rivierwaarts) versterken (HWBP, 2018) is toegelicht hoe te handelen indien binnendijkse maatregelen redelijkerwijs niet mogelijk zijn.

De redeneerlijn bestaat uit de volgende stappen:

1. Buitendijkse (rivierwaartse) dijkversterkingen zo veel mogelijk voorkomen.

2. Indien dit redelijkerwijs niet lukt, worden waterstandseffecten als gevolg van buitendijkse maatregelen gecompenseerd. Er is ruimte om de compensatie plaats- en tijdsafhankelijk en op verschillende niveaus te realiseren.
3. In een riviertakanalyse brengen dijkbeheerder(s) i.s.m. de rivierbeheerder, de cumulatieve effecten van (potentiële) buitendijkse versterkingsmaatregelen op rivierniveau in beeld. Zo mogelijk afgezet tegen (potentiële) compenserende maatregelen m.b.v. initiatieven van derden (bijv. KRW) of de VKS uit de LATR.
4. Keringbeheerders spannen zich in om:
 - i. waterstandseffecten op te vangen binnen de projectscope of d.m.v. meekoppeling bij overige projecten in het rivierbed (bijv. KRW), gelijktijdig met de dijkversterking in hetzelfde projectgebied.
 - ii. of, indien dit niet lukt, de waterstandseffecten op programma- / gebiedsniveau te compenseren.
5. Resterende waterstandseffecten kunnen worden gesaldeerd op rivierniveau binnen de LTAR. Financiële afspraken zijn onderdeel van deze overdracht.
6. Indien saldering binnen LTAR desondanks niet mogelijk is, bijv. in het benedenriviergebied, kunnen de resterende effecten worden meegenomen in de hydraulische belasting. De riviertakanalyse vormt hiervoor de basis. De Minister neemt hierover een besluit.

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de mogelijkheden die verkend zijn om rivierkundige compensatie binnen het projectgebied te vinden. Hierbij wordt opgemerkt dat deze verkenning is uitgevoerd op basis van de compensatie opgave die hoorde bij het VKA voor de dijk. Inmiddels is gebleken dat het DO van de dijkversterking leidt tot een aanzienlijk beperktere opgave. De consequenties daarvan zijn in de laatste paragraaf toegelicht.

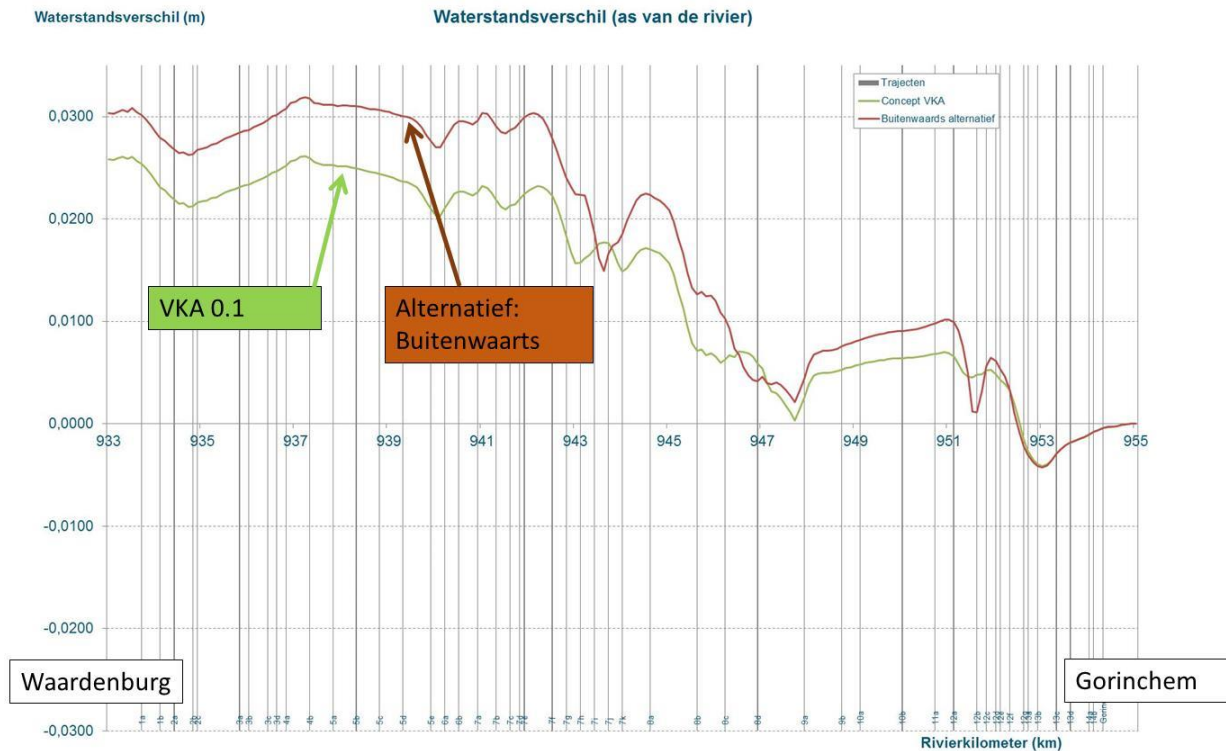
In onderstaande paragrafen komen de volgende onderwerpen aan bod:

1. **Bepalen effecten:** Met het rivierkundig model worden de effecten bepaald van de buitenwaartse versterking van GOWA
2. **Verkennen haalbaarheid compensatie in projectgebied:** de volgende compensatiekansen worden verkend:
 - *Woelse Waard*
 - *Herwijnnense Bovenwaard*
 - *Crobsche Waard*
 - *Dijkteruglegging Zeiving*
 - *Verwijderen veerstoep Brakel (noordzijde rivier)*
3. **Verkennen effectiviteit compensatieopties:** Verkend wordt welke van deze compensatie mogelijkheden mogelijk effectief zijn voor het effect van de buitenwaartse versterkingen op basis van analyse locatie en effect.

3.3 Verkenning compenserende maatregelen

Opgave verkenning

Als vertrekpunt voor de verkenning naar de compenserende maatregelen is het VKA voor de dijkversterking genomen. De berekende waterstandseffecten van het VKA en het alternatief buitenwaarts versterken zijn weergegeven in onderstaande figuur. De bovenste effectlijn is het alternatief buitendijks versterken, de lijn daaronder geeft het effect weer van het VKA. In de figuur zijn ook de vakgrenzen aangegeven..

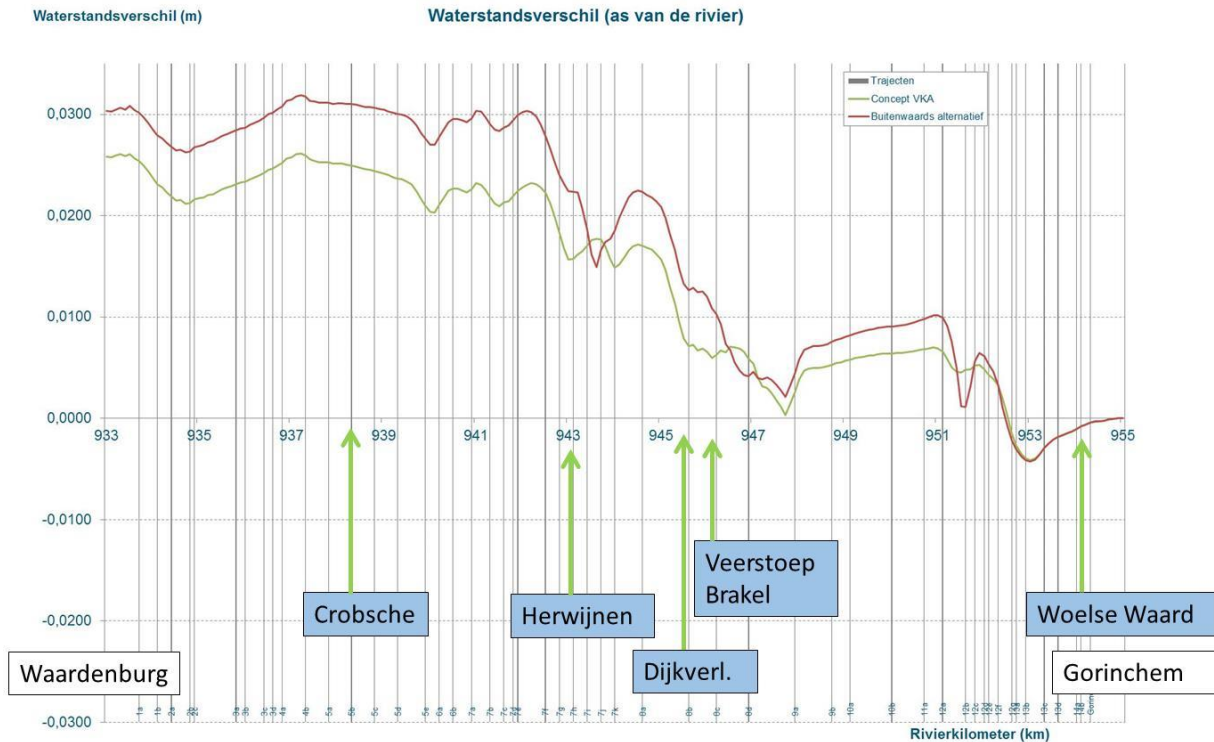


Kansen voor rivierkundige compensatie

Rond het projectgebied van de dijkversterking Gorinchem – Waardenburg is een aantal potentiële locaties voor mogelijke maatregelen gevonden die geschikt kunnen zijn voor het realiseren van rivierkundige compensatie. Het gaat om de volgende locaties/maatregelen:

- Woelse Waard
- Verwijderen veerstoep bij Brakel (alleen noordzijde rivier)
- Dijkverlegging Zeiving
- Herwijnnense Bovenwaard
- Cropsche waard

In onderstaande figuur zijn de locaties weergegeven ten opzichte van de effecten van het VKA voor de dijkversterking.



Hieronder wordt per locatie een korte beschrijving gegeven van de belangrijkste kenmerken en uitgangspunten van de verkende maatregelen. Voor de uiteindelijk gekozen maatregelen is het ontwerp nadien verder uitgewerkt en geoptimaliseerd.

Kenmerken Woelse Waard:

- Aanleg van 2 geulen
- Maaiveldverlaging tussen plassen

Kenmerken Herwijnen Bovenwaard

- Aanleg van grote/brede nevengeul

Kenmerken Crobbsche Waard

- Uitbreiding van bestaande plas

Kenmerken Dijkteruglegging Zeiving

Ter hoogte van bedrijventerrein Zeiving heeft de Waal een bottleneck. In de aanbestedingsfase is door Waalensembel onderkend dat er buitendijkse versterkingen in beeld zouden komen vanwege het grote aantal woningen langs de binnenzijde van de dijk. Daarom zijn mogelijkheden voor riviercompensatie verkend.

Een mogelijk effectieve compensatiemaatregel is het verruimen van het winterbed ter hoogte van de bottleneck, door het terugleggen van de dijk. Hiervoor zijn verschillende varianten getekend, waaronder de variant in de onderstaande figuur.



Bij de maatregel wordt de bestaande dijk verwijderd en komt de weg te liggen op de nieuwe dijk. Het gebied dat nieuw buitendijks komt te liggen wordt aangevuld tot zelfde niveau als huidige uiterwaard.

Kenmerken verwijderen veerstoep Brakel (noordzijde rivier)

- Verwijderen kade/weg naar de veerstoep, deze ligt circa 40 cm boven maaiveld

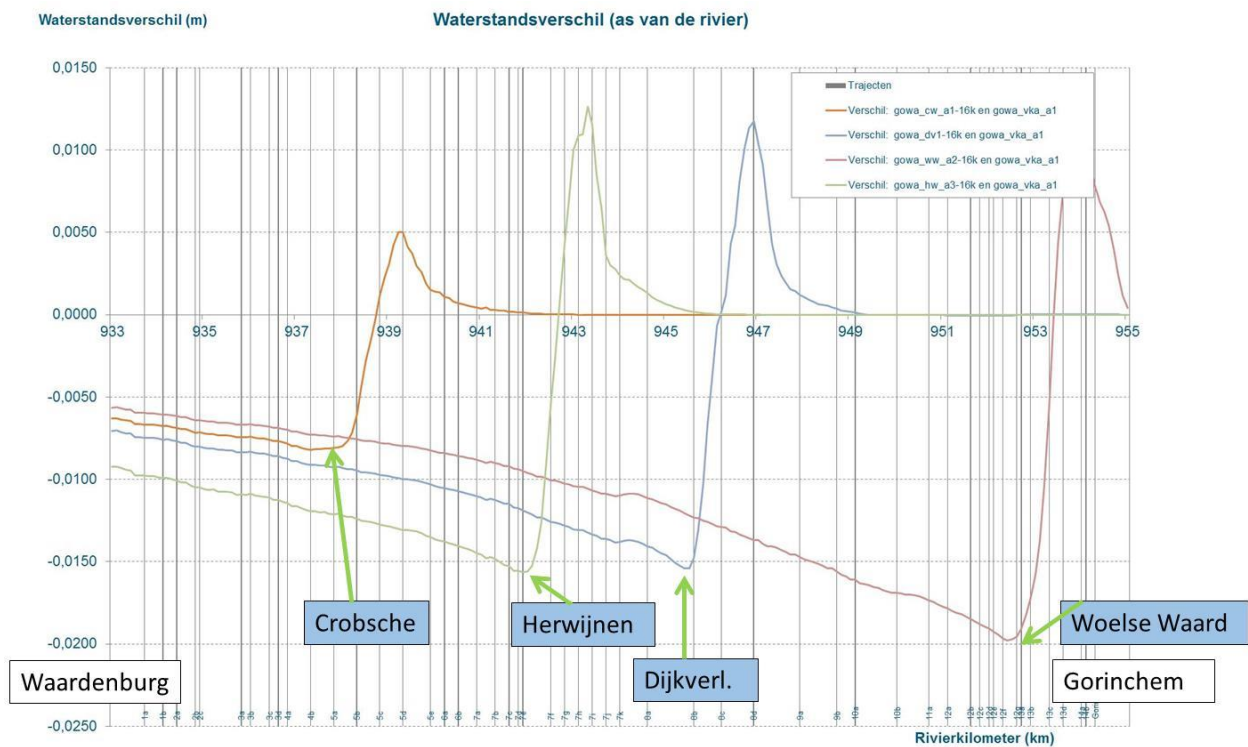
Gevoeligheidsanalyse VKA met compensatiekansen

De compenserende maatregelen worden in samenhang met de dijkversterking beschouwd en moeten er samen voor zorgen dat er op de riviertak geen waterstandsverhoging optreedt. Het is daarbij met name van belang dat op er stroomopwaarts geen resterende effecten optreden.

Het compenserende effect van de individuele maatregelen is als volgt:

- Woelse Waard: ca 2 cm (te optimaliseren naar 3 cm)
- Verwijderen veerstoep : 0,5 mm
- Dijkverlegging Zeiving: 1,5 cm
- Herwijnense Bovenwaard: 1,5 cm
- Crobsche waard: 0,8 cm

De effecten van de individuele maatregelen worden in onderstaande figuur weergegeven

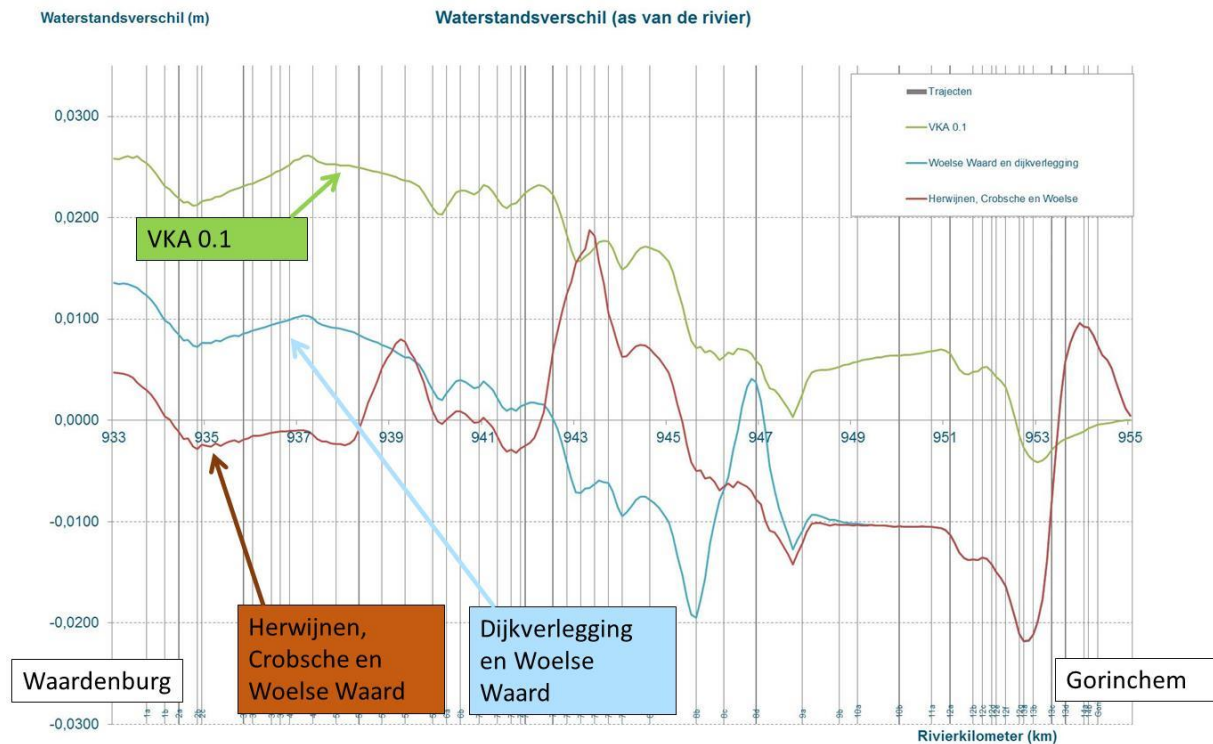


Op basis van het waterstandseffect van de dijkversterking en de locaties en effecten van de maatregelen is er voor gekozen om de dijkversterking in combinatie met de volgende pakketjes van maatregelen door te rekenen:

Woelse Waard + dijkverlegging

Woelse Waard + Herwijnen + Crobsche Waard

In onderstaande figuur is het effect weergegeven van het VKA van de dijkversterking inclusief beide pakketjes van maatregelen.



Conclusie verkenning

De volgende conclusie kunnen worden getrokken:

- Combinatie Woelse Waard + Herwijnen + Crobsche Waard kan effect dijkversterking bovenstrooms volledig compenseren..
- Dijkverlegging heeft een vergelijkbaar effect als een geul bij Herwijnen.
- Verwijderen van de veerstoept heeft geen wezenlijke bijdrage aan compensatieopgave.
- De 3 geulen en de dijkverlegging hebben allen een benedenstrooms piek in de waterstanden tot gevolg. Het ontwerp van de geulen is hierop mogelijk nog te optimaliseren.

Op basis van deze analyses is besloten om voor de volgende uiterwaarden een verdere planuitwerking in te gaan om te komen tot inrichtingsplannen:

- Woelse Waard
- Heuffterrein (met name natuurcompensatie)
- Herwijdense Bovenwaard
- Crobsche Waard

3.4 Compensatie opgave DO en beschrijving opgave per uiterwaard

Riviercompensatie

De stappen van het VKA naar het DO heeft geleid tot een aanzienlijk slanker ontwerp (zie ook projectplan). De impact van dit slankere ontwerp op de rivier is daarmee ook sterk gereduceerd. Het

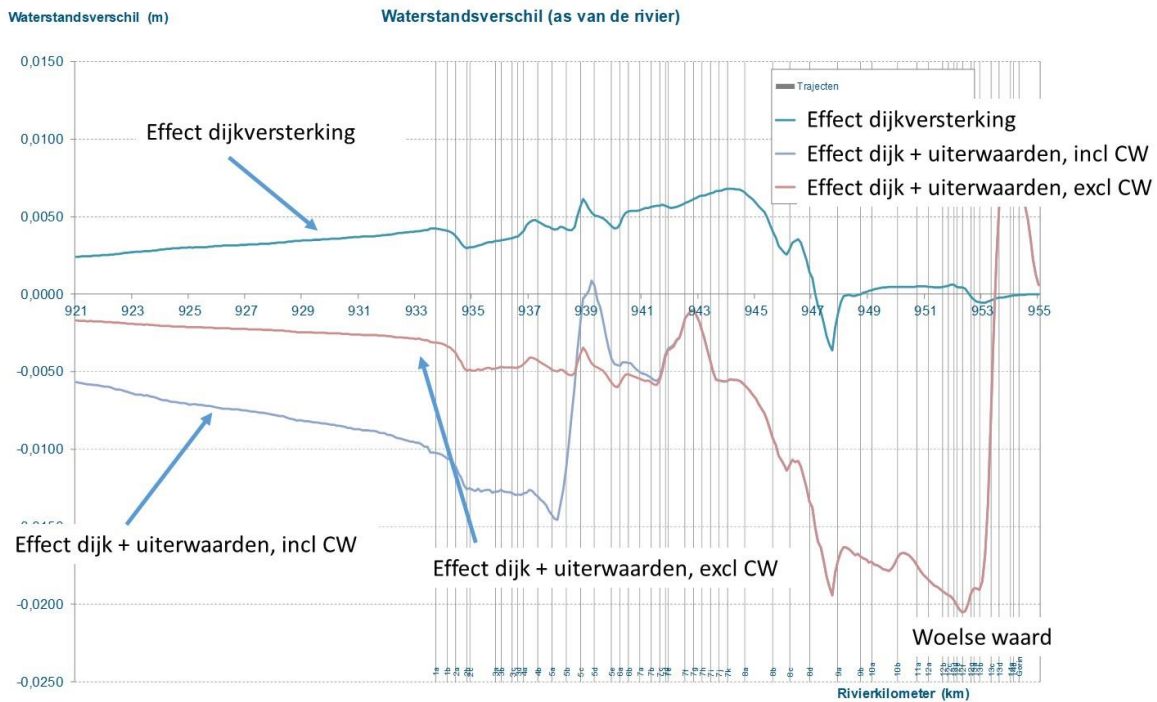
opstuwend effect van het DO bedraagt nog ongeveer 0,5 cm in de buurt van Gorinchem tot ca 0,9 cm nabij Waardenburg (zie ook hoofdstuk 2)

Bij deze kleinere riviercompensatie opgave is niet langer de inzet van compensatie in drie uiterwaarden nodig. Door zijn geografische ligging, nabij Gorinchem aan de benedenstroomse grens van het projectgebied, is de Woelse Waard de uiterwaard waarmee waterstandseffecten over het gehele traject van de dijkversterking volledig te compenseren zijn. De inzet van de Woelse Waard blijkt voldoende om voor het gehele traject tot aan Waardenburg de opstuwende effecten van het DO te compenseren. Voor het DO wordt daarom niet langer gekozen voor riviercompensatie in de Herwijnnense Bovenwaard.

In de Crobsche Waard wordt nog wel gekozen voor realiseren van riviercompensatie, omdat hier een combinatie wordt gevonden met het winnen van materiaal dat kan worden gebruikt in de dijkversterking (gebiedseigen grond). De rivierkundige ruimte die ontstaat wordt gebruikt voor het compenseren van het opstuwende effect van dijkversterking Tiel – Waardenburg.

In onderstaande figuur zijn 3 waterstandlijnen weergegeven voor het traject van Gorinchem tot ver bovenstrooms van Waardenburg (Waardenburg ligt nabij rivierkilometer 933) :

1. Effect van het DO van de dijkversterking, dit gaat een opstuwend effect van ca 0,5 cm over gehele traject van de dijkversterking.
2. Effect van het DO van de Dijkversterking gecombineerd met de herinrichting van de Woelse Waard, het Heuff terrein en de Herwijnnense Bovenwaard. Hieruit volgt dat er per saldo een verlaging van de waterstanden optreedt over het gehele traject. Bij Waardenburg is deze verlaging nog ca 3 mm
3. Effect van het DO van de Dijkversterking gecombineerd met de herinrichting van de Woelse Waard, het Heuff terrein en de Herwijnnense Bovenwaard en de Crobsche Waard. Met deze combinatie van maatregelen wordt ook voorzien in riviercompensatie voor de dijkversterking Tiel-Waardenburg.



Bij deze berekeningen is uitgegaan van de interventieniveaus. Uit de figuur volgt dat er over het gehele traject nog hydraulische ruimte is voor spontane vegetatie ontwikkeling. Uiteindelijk is het van belang dat ter plaatse van Waardenburg voldoende waterstandscompensatie behaald wordt.

Natuurcompensatie NNN-gebied

Als gevolg van de realisatie van de dijkversterking tussen Gorinchem en Waardenburg vinden ingrepen plaats in gebieden die zijn aangewezen als Natuurnetwerk Nederland (NNN) en in areaal dat relevant is voor de KRW-doelen (ecologisch relevant areaal, oftewel ERA). Aantasting van NNN-gebied en van ERA moet worden voorkomen en, als er toch aantasting plaatsvindt, worden gecompenseerd. De provincies Zuid-Holland en Gelderland hebben beide (iets verschillend) beleid over het omgaan met NNN-gebied.

De compensatie-opgave van het VKA bedroeg 5,92 ha in Zuid-Holland en 25,8 ha in Gelderland. Bij deze oppervlakken is rekening gehouden met een toeslagfactor voor beheertypen die een lange ontwikkelingstijd vragen. Daarnaast was nog 2 ha compensatie van ERA nodig. Het beleid in beide provincies, de toetsing aan de beleidsregels en de berekening van de compensatieopgave is uitgewerkt in het NNN-compensatieplan.

Uitgangspunten voor de invulling van de compensatieopgave zijn:

- Invulling van de opgave per provincie
- Zoveel mogelijk combineren van de NNN-compensatie aan de riviercompensatie en de meekoppelkansen

Op basis hiervan is de NNN-compensatie-opgave van het VKA ingevuld via een herinrichting in de Woelse Waard, het Heuffterrein en de Herwijnsense Bovenwaard. De Woelse Waard is momenteel al aangewezen als NNN-gebied, de compensatie gebeurt hier, in lijn met het provinciaal beleid, via een verbetering van de natuurwaarden. De beide Gelderse gebieden zijn nog niet aangewezen als NNN-gebied.

Doordat het DO aanzienlijk slanker is dan het VKA, is de compensatie-opgave voor NNN en ERA bij het VKA eveneens aanzienlijk kleiner. De volgende tabel geeft hiervan een overzicht.

Tabel Compensatieopgave voor de beheertypen binnen NNN, per provincie.

		Opgave inclusief toeslag (ha)	
Overzicht beheertypen		Zuid-Holland	Gelderland
No2.01	Rivier	0,006	0,88
No5.01	Moeras	0,40	0
N12.02	Kruiden- en faunarijk grasland (slecht ontwikkeld)*	0,74	1,77
N12.04	Zilt- en overstromingsgrasland	0,27	0
N14.01	Rivier- en beekbegeleidend bos	0,26	2,09
N16.04	Vochtig bos met productie	0	0,73
ZB	Zonder beheertype	0	4,03
Totaal (ha)		1,7	9,5

De locaties waarop de NNN-compensatie wordt ingevuld veranderen niet als gevolg van de kleinere opgave. De wijze waarop de compensatie plaatsvindt is beschreven in het NNN-compensatieplan.

De kwaliteitsverbetering in de Woelse Waard wordt gecombineerd met de geul die wordt aangelegd als rivierkundige compensatie en met de KRW-doelen van Rijkswaterstaat.

De herinrichting van het Heuffterrein sluit aan bij de ontwikkeling van het gebied als recreatief uitloophoeve en de toekomstige bouw van een beperkt aantal woningen. De herinrichting van de Herwijnsense Bovenwaard is een combinatie met het realiseren van een KRW-maatregel door Rijkswaterstaat.

Compensatie leefgebied van soorten: Soortenmanagementplan

Door de dijkversterking worden leefgebieden van beschermde soorten aangetast. Het gaat om vogelsoorten als de steenuil en mus, om verschillende soorten vleermuizen, om amfibieën zoals de kamsalamander en de poelkikker, om kleine marterachtigen en om beschermde planten. De aantasting wordt gecompenseerd door het leefgebied van deze soorten elders langs het dijktraject te verbeteren. Dit gebeurt door het realiseren (of toestaan) van ruigtes, het aanleggen van alternatieve wateren en het plaatsen van nestkasten voor steenuilen en vleermuizen. Een deel van de maatregelen vindt plaats in combinatie met de herinrichting van de uiterwaarden. Voor meer informatie over de effecten op soorten en de te nemen maatregelen wordt verwezen naar het Soortenmanagementplan.

Kaderrichtlijn water

De Kaderrichtlijn Water (KRW) is ingevoerd om de kwaliteit van het Europese oppervlakte- en grondwater te verbeteren. Rijkswaterstaat heeft de verplichting om, per waterlichaam, de

maatregelen te nemen die zijn opgenomen in het Beheer- en ontwikkelplan voor de Rijkswateren (BPRW). De herinrichting van de uiterwaarden bieden mogelijkheden om invulling te geven aan de KRW opgave. De opgave wordt ingevuld in combinatie met de herinrichting van de Woelse Waard en de Herwijnnense Bovenwaard.

Gebiedeigen grond voor de dijkversterking

De grond die vrijkomt bij het maken van geulen in de uiterwaarden kan gedeeltelijk worden toegepast in de dijk (werk met werk maken). Het toepassen van gebiedseigen grond sluit aan bij de ambitie van de Graaf Reinald Alliantie ten aanzien van duurzaamheid. Het combineren van de werkzaamheden aan dijk en uiterwaarden heeft als voordeel dat gebieden maar één keer op de schop hoeven. Hierdoor wordt de overlast door de werkzaamheden beperkt.

Wensen omgeving

Tenslotte zijn er, vanuit de ensemblewerkgroepen en de betrokken overheden, wensen ingebracht op het gebied van recreatie langs de dijk en in de uiterwaarden. Denk hierbij aan de aanleg van recreatieve wandelpaden of uitkijkpunten. Deze zijn meegenomen bij het ontwerp van de herinrichting van de uiterwaarden.

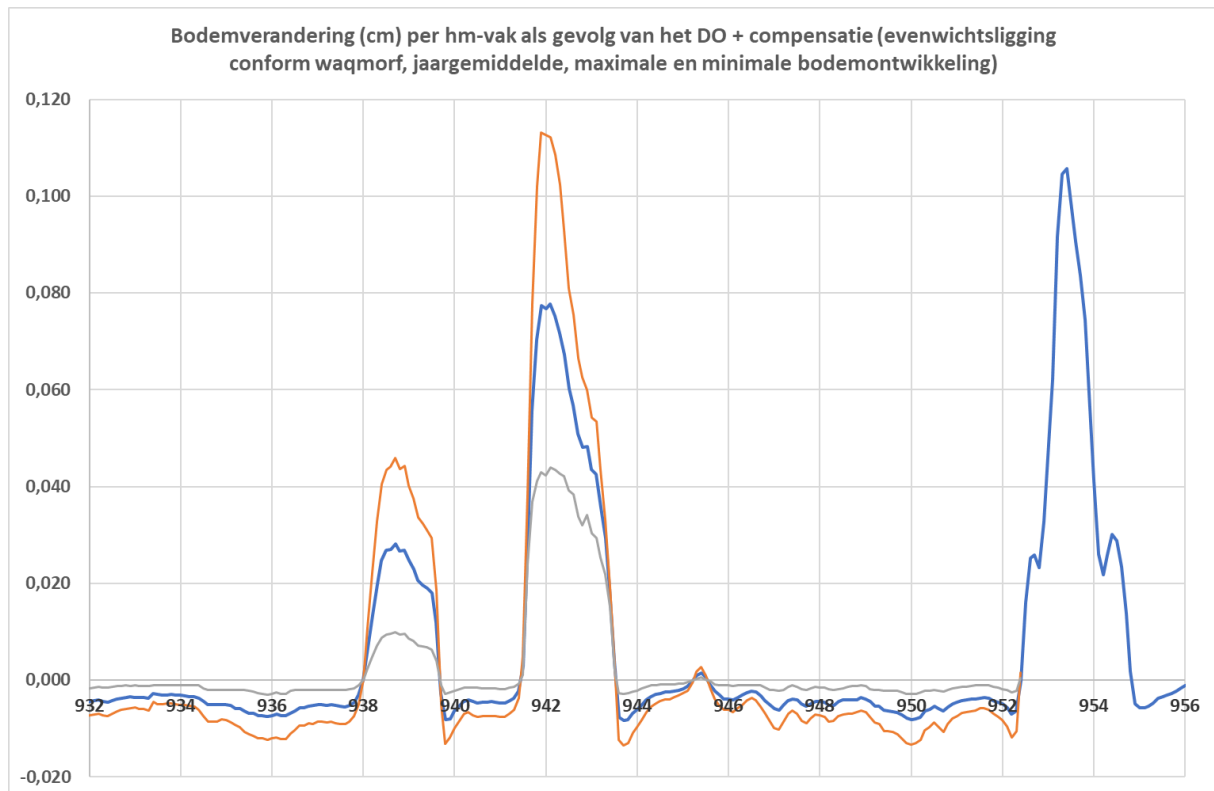
3.5 Morfologische beschouwing van het hele traject

De verschillende uiterwaard maatregelen hebben lokale effecten die in de hoofdstukken hieronder zullen worden beschreven. Deze leiden lokaal tot een sedimentatiepiek omdat ze meer water richting de uiterwaarden trekken waardoor de stroomsnelheid in het zomerbed af zal nemen. De dijkversterking heeft tot gevolg dat de stroomsnelheden in het zomerbed iets toenemen waardoor er dus voornamelijk erosie plaats zal vinden over de tussenliggende trajecten als gevolg van de dijkversterking, zie onderstaande figuur.

De huidige waterdiepte ten opzichte van de norm is op een groot deel van het traject ruim voldoende. Op enkele plaatsen, voornamelijk in binnenbochten is deze waterdiepte niet voldoende. Om de huidige bodem over het traject aan de norm te laten voldoen is het nodig om circa 26.000 m³ weg te baggeren.

De Woelse Waard levert maximaal circa 10 cm sedimentatie op. Omdat de waterdiepte ten opzichte van de norm hier ruim voldoende is levert dit geen baggerbezwaar op. De Herwijnnense Bovenwaard levert maximaal circa 7 cm sedimentatie op. Omdat er in de binnenbocht niet voldoende waterdiepte aanwezig is resulteert dit in circa 210 m³ aanvullend baggerbezwaar (bij jaarlijks wegbaggeren). De Crobsche Waard levert circa 3 cm sedimentatie op. Omdat er in de binnenbocht niet voldoende waterdiepte aanwezig is resulteert dit in circa 20 m³ aanvullend baggerbezwaar (bij jaarlijks wegbaggeren).

Doordat de stroomsnelheden over het gehele traject beperkt toenemen als gevolg van het DO van de dijk hoeft er ook minder gebaggerd te worden op de trajecten tussen de uiterwaarden in en direct bovenstrooms van het projectgebied. Hierdoor hoeft 400 m³ minder gebaggerd te worden op plaatsen waar de bodem nu al niet aan de norm voldoet.



Figuur 6: Jaargemiddelde, maximale en minimale bodemontwikkeling.

voor macrofauna en vis zoals aanleg rivierhout, creëren luwe zones. De maatregelen in de Woelse Waard zijn gericht op het herstel van leefgebieden voor planten en dieren die van nature voorkomen in zoet getijdenwater. Het gaat specifiek om het realiseren van een verbetering van het leefgebied voor macrofyten/fytobenthos, macrofauna en vissen.

Natuurcompensatie: Op basis van de opgave vanuit de dijkversterking GoWa is een voorstel gemaakt voor verdeling van het areaal te compenseren beheertypen tussen de in potentie geschikte uiterwaarden voor natuurcompensatie (Woelse Waard, Herwijnse Bovenwaard en Heuffterrein) [Graaf Reinalliantie, 2019]. Uitgangspunt hierbij is dat de effecten in beginsel worden gecompenseerd middels herinrichting van de langs de dijk liggende uiterwaarden in dezelfde provincie als waar ze optreden. Dat betekent dat de effecten in Zuid Holland worden gecompenseerd middels een herinrichting van de Woelse Waard. Op basis van geschiktheid voor beheertypen en potentiële beschikbaarheid betreft dit voor de Woelse Waard 5,92 ha.

Tabel: NNN-Opgave voor Woelse Waard

Overzicht beheertypen		VKA 1.0	
		Zuid-Holland	
		ha	gebied
N02.01	Rivier	0,18	Woelse Waard
N05.01	Moeras	0,50	Woelse Waard
N12.02	Kruiden- en faunairijk grasland	4,09	Woelse Waard
N12.04	Zilt en overstromingsgrasland	0,81	Woelse Waard
N14.01	Rivier- en beekbegeleidend bos	0,33	Woelse Waard
N16.04	Vochtig bos met productie	0,00	nvt
ZB	zonder beheertype	0,00	nvt
Totaal te compenseren (ha)		5,92	
Passen de hectaren in de genoemde gebieden		ja	
Restant opgave (ha)		0,00	

Gebiedseigen grond voor dijkversterking: Als gevolg van de aanleg van de dijkversterking is veel extra zand nodig. Het graven van geulen in de Woelse Waard biedt mogelijkheden om grond die vrijkomt te benutten voor de dijkversterking.

Wensen omgeving: Daarnaast zijn er vanuit de gemeente/omgeving wensen naar voren gebracht met betrekking tot recreatie. Deze wensen kunnen mogelijk meegekoppeld worden met de herinrichting. Het gaat hierbij om de realisatie van parkeerplaatsen ter hoogte van de dijk (zie figuur 1.2), de aanleg van één of twee wandelrondjes ter hoogte van Gorinchem in de vorm van een gemaaid pad en de plaatsing van een uitkijkpunt. Om een wandelrondje mogelijk te maken is het aanleggen van een verbinding over meest westelijk gelegen geul wenselijk.

Vanuit de provincie Zuid Holland is de wens naar voren gebracht om de natuurwaarden te versterken van de plekken met een hoge potentiële waarde. Deze wens kan meegekoppeld worden met de herinrichting. Het gaat hierbij om het ontwikkelen van ca 3 hectare stroomdalgrasland.

Beschrijving inrichtingsplan Woelse Waard

Het concept inrichtingsplan is weergegeven op de volgende pagina. Op de kaart zijn met lijnen de locaties van dwarsdoorsnedes weergegeven. Onderstaand volgt een toelichting van de ingrepen.

Strangen

De herinrichting van de Woelse Waard bestaat uit het graven van twee strangen. De strangen zijn geoptimaliseerd in ligging en hebben een diepte van ca. 2 tot 3 meter en kennen een variërend talud van 1:3 tot 1:15. De strangen dragen bij aan de volgende doelen:

- Riviercompensatie, met het vergraven van de strangen ontstaat een groter profiel voor de doorstroming van de rivier;
- Natuurcompensatie, met de aanleg van de strangen worden natuurbeheertypen moeras en rivier gecreëerd. Hiermee wordt een verbetering van de bestaande natuurwaarden en ambities gerealiseerd;
- KRW, met de aanleg van de strangen wordt het areaal intergetijdenatuur uitgebreid;
- Gebiedseigen grond, bij het vergraven van de strangen komt grond vrij die gedeeltelijk verwerkt kan worden in de dijkversterking.

Daarnaast worden overstromingsvlaktes gegraven die aansluiten op de bestaande plassen en de nieuw te graven strangen. De vlaktes krijgen een maaiveldligging zodat er inundatie is gedurende 20 tot 150 dagen per jaar. De laagtes dragen bij aan de benodigde natuurcompensatie en de KRW opgave.

Plassen

Verder worden de bestaande plassen lokaal verondiept en de oevers lokaal verflauwd. In de open plassen wordt rivierhout aangelegd in de vorm van verankerde dode bomen. Deze maatregelen dragen bij aan het doel voor de Kaderrichtlijnwater. De opening in de oostelijke plas wordt breder gemaakt, de aanwezige drempel wordt verlaagd. Deze maatregel versterkt de dynamiek in de oostelijke plas en draagt daarmee bij aan - de Kader Richtlijn Water-opgave. De drempel kan maar beperkt lager worden, bij een te forse verlaging ontstaat het risico dat de aanwezige afgedekte baggerspecie in beweging komt.

Overstromingsgrasland

In het inrichtingsplan wordt op meerdere locaties voorzien in het afgraven van het maaiveld met ca 0,5 meter tot een hoogte van 1 tot 1,30 m +NAP. Met deze maatregelen ontstaan overstromingsgraslanden die bijdragen aan de KRW opgave.

Lokale maaiveldverlaging

In het concept inrichtingsplan wordt voorzien in het lokaal afgraven van het maaiveld tussen de 2 grote plassen met ca 0,5 meter en ten oosten van de oostelijke plas met ca 0,3 meter. Deze maatregel draagt bij aan de riviercompensatie, met het vergraven wordt het doorstroomprofiel van de rivier vergroot.

Recreatie

Er is een netwerk van struipaden en een uitkijkpunt voorzien. Op deze wijze wordt invulling gegeven aan de wensen van de omgeving/gemeente. In de verdere uitwerking zullen de aansluitingen op de dijk worden gedetailleerd.

Stroomdalgrasland

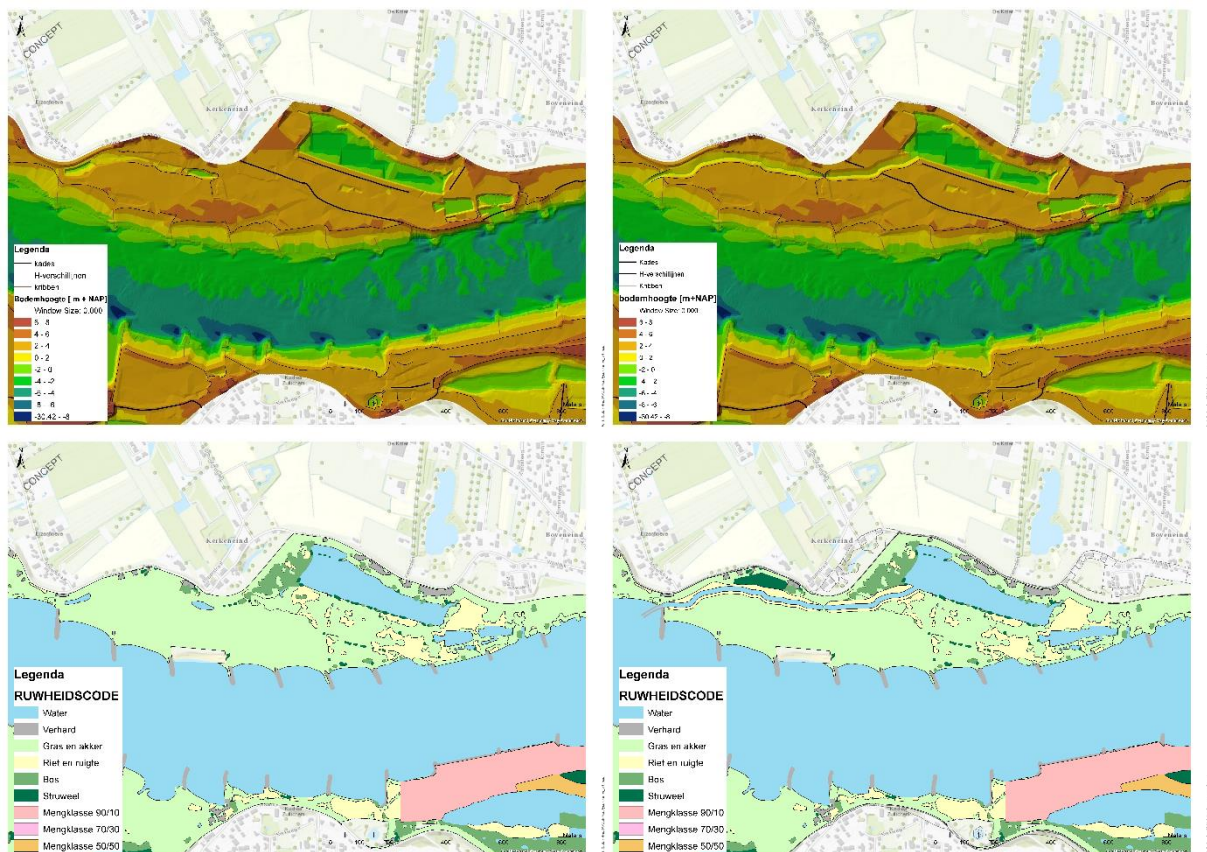
In het plan is op 2 locaties voorzien in het afplaggen van de fosfaatrijke toplaag waardoor de potenties voor de ontwikkeling van stroomdalgrasland gecreëerd worden.

4.2 Rivierkundige effecten van de herinrichting Woelse Waard

Uitgangspunten berekeningen Woelse Waard

Onderstaande figuren geven weer hoe de ingreep is opgenomen in het baseline model, er zijn aanpassingen gedaan aan zowel het hoogtemodel als het ecotopen ruwheid bestand. Links toont de referentie situatie en rechts de situatie met daarin de maatregel opgenomen.

Bij de effectbeschrijving is uitgegaan van de gecombineerde effecten van de dijkversterking + uiterwaarden. De effecten worden per uiterwaard beschreven.

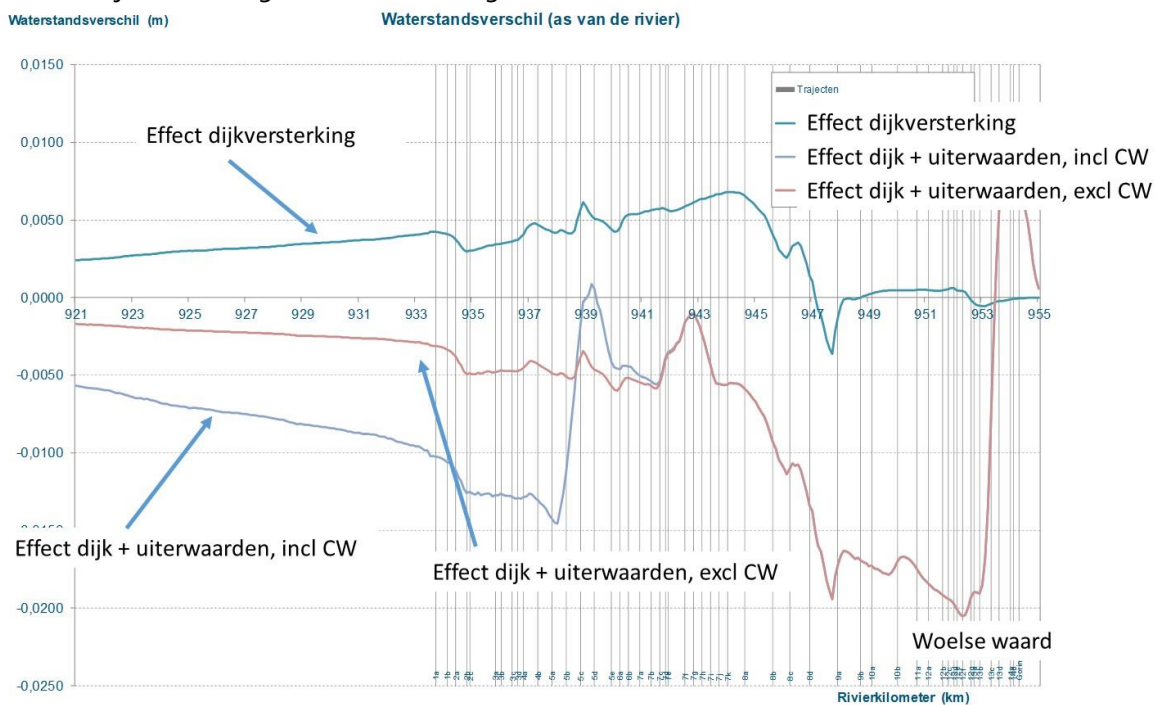


Waterstandseffect hoogwater op de as van de rivier

Voor het effect tijdens hoogwater op de as van de rivier wordt verwezen naar de gecombineerde effecten van dijkversterking en uiterwaardmaatregelen.

In onderstaande figuur zijn 3 waterstandlijnen weergegeven voor het traject van Gorinchem tot ver bovenstrooms van Waardenburg (Waardenburg ligt nabij rivierkilometer 933) :

1. Effect van het DO van de dijkversterking, dit gaat een opstuwend effect van ca 0,5 cm over gehele traject van de dijkversterking.
2. Effect van het DO van de Dijkversterking gecombineerd met de herinrichting van de Woelse Waard, het Heuff terrein en de Herwijnnense Bovenwaard. Hieruit volgt dat er per saldo een verlaging van de waterstanden optreedt over het gehele traject. Bij Waardenburg is deze verlaging nog ca 3 mm
3. Effect van het DO van de Dijkversterking gecombineerd met de herinrichting van de Woelse Waard, het Heuff terrein en de Herwijnnense Bovenwaard en de Crobsche Waard. Met deze combinatie van maatregelen wordt ook voorzien in riviercompensatie voor de dijkversterking Tiel-Waardenburg.



Bij deze berekeningen is uitgegaan van de interventieniveaus. Uit de figuur volgt dat er over het gehele traject een daling van de waterstanden op de rivieras optreedt. Alleen benedenstrooms van de Woelse Waard ontstaat een lokale opstuwingspiek...

Effect op afvoerverdeling en ijsafvoer

De maatregel zorgt niet voor een verandering in afvoerverdeling, dit komt mede door de grote afstand tussen de maatregel en de splitsingspunten alsook door de geringe omvang van de ingreep.

De maatregel heeft geen effect op de IJsafvoerende capaciteit van de rivier, de oevers worden intact gelaten.

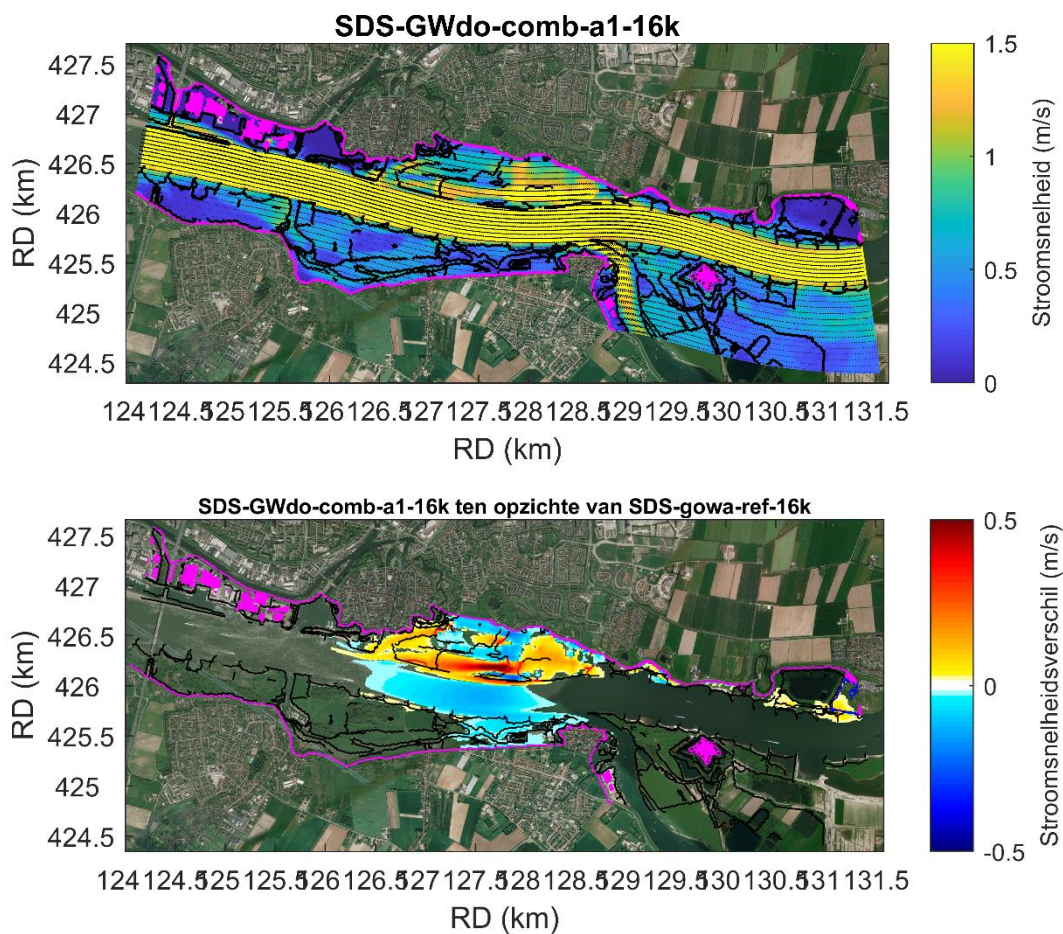
Hinder of schade door hydraulische effecten

Inundatiefrequentie van de uiterwaard

Er worden geen aanpassingen gedaan aan zomerkades in het gebied, de ingreep heeft daardoor geen effect op de inundatiefrequenties van de Woelse Waard. Voor delen die in het gebied afgegraven worden zal de frequentie van inunderen wel toenemen (daarmee worden de natuurdoelstellingen behaald).

Stroombeeld in de uiterwaard

De maatregel zorgt voor verandering van de stroomsnelheid ter plaatse van de geulen en met name ter plaatse van de maaiveldverlagingen. Door de maaiveldverlagingen rondom de plassen gaat er bij hoge afvoer meer water over de plassen heen, dit kan leiden tot een toename met 0,3 m/s tot in totaal ca 1,2 m/s (bij extreme afvoeren)



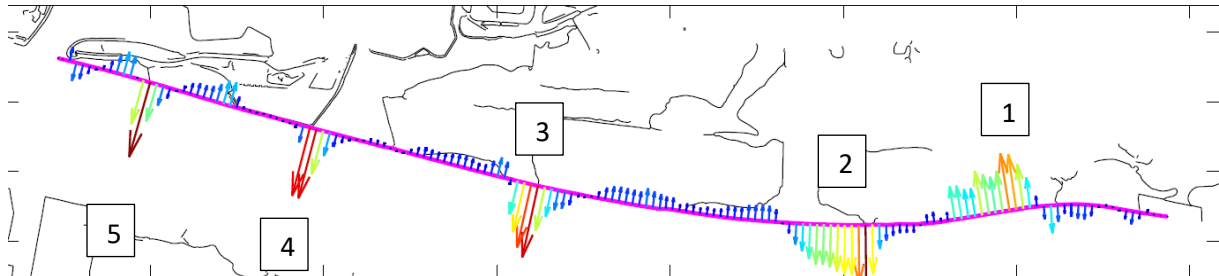
Figuur: Stroomsnelheid in de toekomstige situatie (boven) en het verschil met de referentie (onder) voor 16000 m³/s afvoer bij Lobith.

Stroombeeld in de vaarweg

Tijdens jaarlijks optredende hoge rivierafvoeren gaan de uiterwaarden meestromen. Bij veel uiterwaarden leidt dat tot een instroom aan het bovenstroomse eind en een uitstroom aan

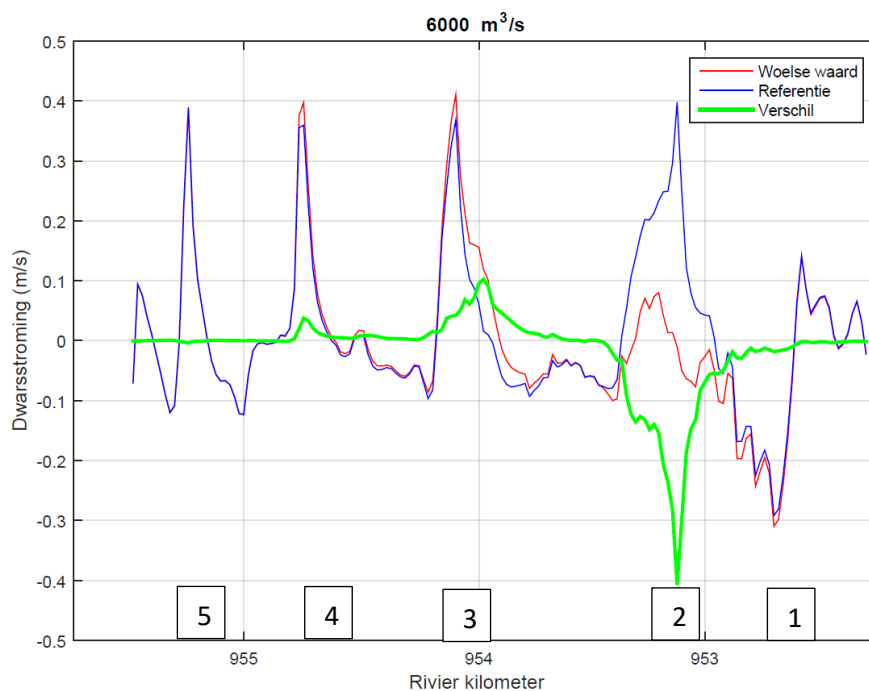
benedenstroomse kant van de uiterwaard. Deze in- en uitstroom kunnen leiden tot een dwarsstroming op de vaarweg. Een sterke dwarsstroming op de rivier kan ongewenste effecten hebben op de scheepvaart.

In de huidige situatie blijken er tijdens hoog water bij de Woelse Waard 4 locaties te zijn met een sterke uitstroom en 1 locatie met sterke instroom. Onderstaande figuur geeft deze knelpunten weer.



Figuur: knelpunten dwarsstroming huidige situatie

Voor alle onderzochte varianten geldt dat er een negatief effect op de dwarsstroming wordt veroorzaakt. Bij alle varianten wordt de uitstroomsnelheid bij locaties 3 en 4 groter, bij locatie 2 wordt door de herinrichting van de Woelse Waard het aanwezige knelpunt opgelost en bij locatie 1 is het resultaat een geringe toename in de instroomsnelheid (zie ook onderstaande figuur).



Figuur knelpunten dwarsstroming huidige situatie en herinrichting Woelse Waard:

Een van de doelen van de herinrichting van de Woelse Waard is het verlagen van de waterstanden op de rivier bij maatgevend hoogwater (MHW), dit kan alleen bereikt worden door de herinrichting zo vorm te geven dat er bij hoog water meer water door de Woelse Waard kan stromen. Op de plekken waar dit extra water in- en uitstroomt ontstaan de knelpunten in de dwarsstroming.

Binnen de uiterwaard is gezocht naar maatregelen om de knelpunten in de dwarsstroming te beperken. De meest effectieve maatregelen beperken de extra afvoer door de Woelse Waard (bv de maaiveldverlagingen uit het plan halen), maar daardoor wordt ook niet langer de riviercompensatie gehaald.

Met enkele subtielere aanpassingen kan lokaal wel de stroming meer gestroomlijnd worden, hiermee kan het effect op de dwarsstroming ook beperkt worden. Er is een groot aantal mogelijkheden tot optimalisatie verkend, uiteindelijk bleek het lokaal vergraven van een stukje maaiveld bij de meest westelijke plas in combinatie met het lokaal verhogen van het maaiveld oostelijk daarvan een effectieve oplossing om ook het knelpunt 3 weg te werken.

Alle verkende optimalisaties zijn weergegeven in onderstaande figuur:

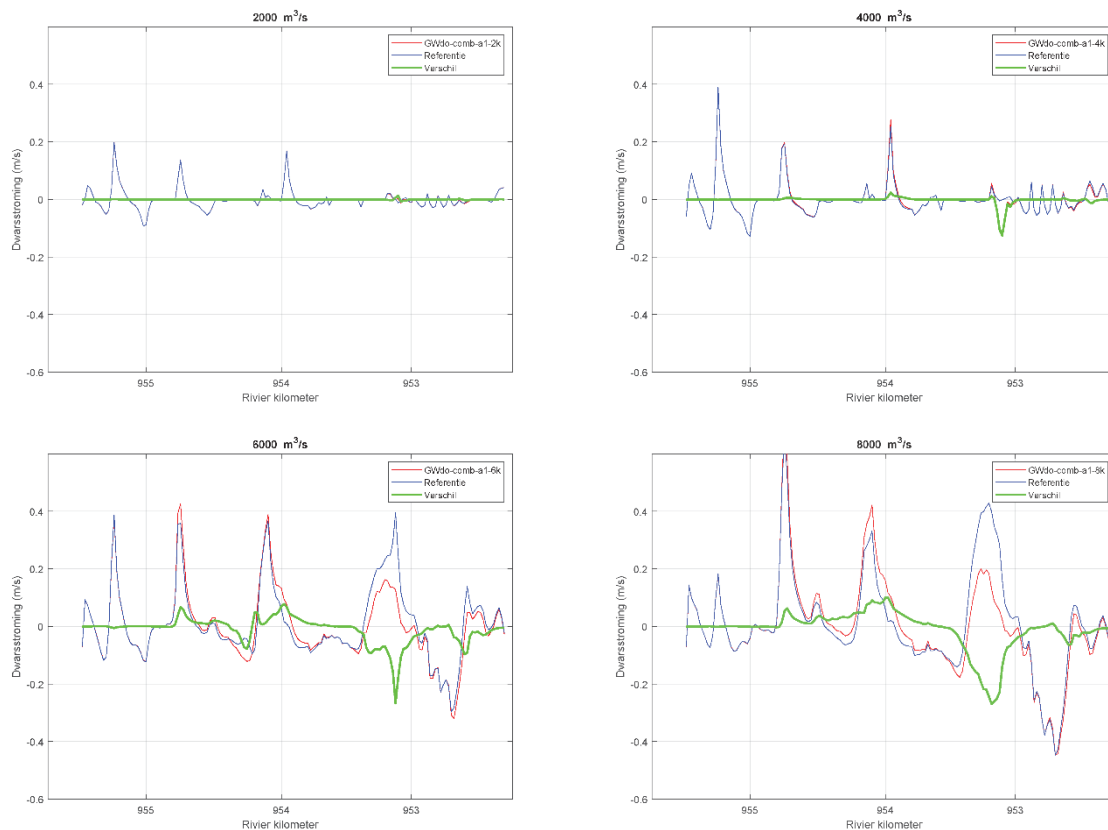


Uit onderstaande figuur blijkt dat de herinrichting van de Woelse Waard tot een verbetering in de situatie mbt de dwarsstroming voor 1 van de 4 locaties.

Bij de instroom resteert nog steeds een beperkte verslechtering in de dwarsstroming. Ook voor locaties 3 en 4 geldt dat optimalisaties in het ontwerp niet leiden tot een oplossing. Op deze locatie wordt de norm in de huidige situatie al overschreden. Het rivierkundig beoordelingskader stelt dat in het geval de dwarsstroming in de huidige situatie al boven de norm zit, deze niet verder mag toenemen door een ingreep.

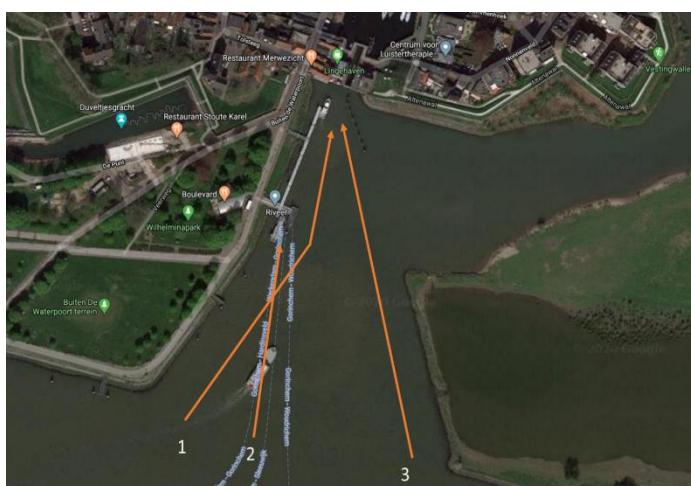
In overleg met RWS WNZ is besloten dat voor deze locatie nader onderzoek uitgevoerd zal moeten worden met scheepssimulaties met een stuurautomaat. Dit onderzoek zal moeten aantonen dat het

ontwerp voor de Woelse Waard niet zal leiden tot een onveilige situatie voor de scheepvaart. Dit onderzoek zal worden uitgevoerd gedurende de periode dat het Projectplan ter inzage ligt.



Figuur: knelpunten dwarsstroming huidige situatie en herinrichting Woelse Waard

Nabij de uitstroomopening van de Woelse Waard is een aanlegplaats voor het veer aanwezig, het plan voor de Woelse Waard heeft consequenties voor het stromingspatroon en daarmee op de lokale scheepvaart en de veerpont die aan de buitenzijde van deze haven is gelegen.



Veranderingen in de stromingspatronen zijn bekeken voor 3 situaties:

- 4000 m³/s bij Lobith → Frequentie: 26 dagen per jaar
- 6000 m³/s bij Lobith → Frequentie: 6 dagen per jaar
- 8000 m³/s bij Lobith → Frequentie: 1/5 jaar

4000 m³/s bij Lobith

Er is bij deze afvoer absoluut gezien een maximale stroming van 0.17 m/s langs de westkade richting het noorden. De verandering in stroomsnelheid is maximaal 0.02 m/s in de zuidelijke richting. Dit levert dus in de praktijk een lagere stroomsnelheid op lokaal. De invloed op scheepvaart bij alle routes is verwaarloosbaar, mede omdat de uiterwaard pas net begint mee te stromen.

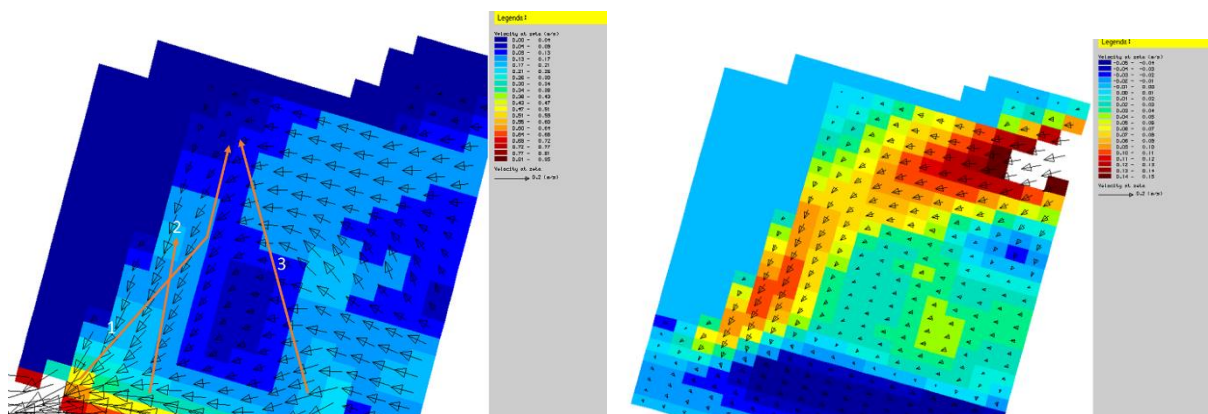
6000 m³/s bij Lobith

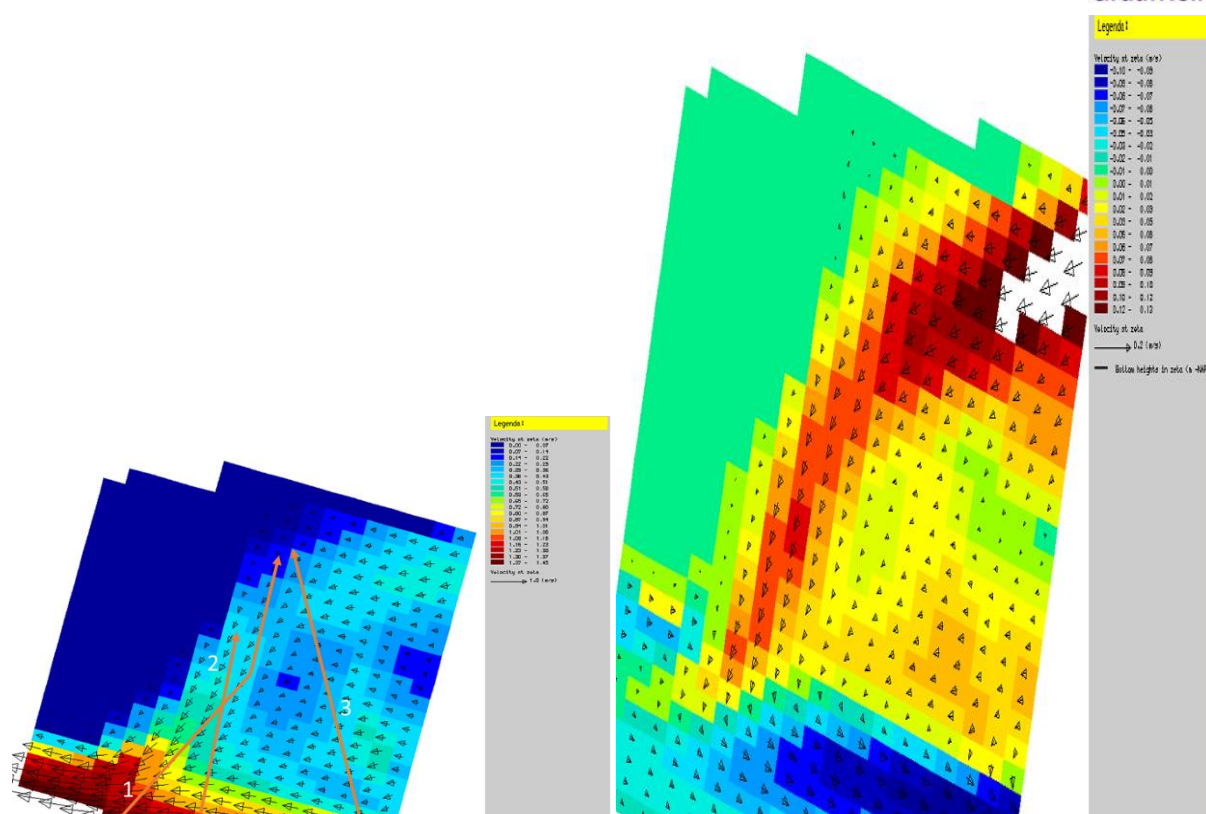
Er is bij deze afvoer absoluut gezien een maximale stroming van 0.30 m/s langs de westkade richting het zuiden. De verandering in stroomsnelheid is maximaal 0.11 m/s in de zuidelijke richting. Totale stroomsnelheid is hier dus ~0.4 m/s. Voor route 1 en 2 geldt dat hier een hogere stroomsnelheid van voren (in de vaarrichting) verwacht kan worden, er worden geen veranderingen in de dwarsstroming verwacht.

8000 m³/s bij Lobith

Er is bij deze afvoer absoluut gezien een maximale stroming van 0.50 m/s langs de westkade richting het zuiden. De verandering in stroomsnelheid is maximaal 0.11 m/s in de zuidelijke richting. Ter hoogte van de veerpont is dit 0.10 m/s. Totale stroomsnelheid is hier dus ~ 0.6 m/s. Er worden geen veranderingen mbt dwarsstroming verwacht.

Onderstaand zijn enkele figuren opgenomen. De bovenste 2 figuren hebben betrekking op de situatie bij 6000 m³/s. (links absolute stroomsnelheid, rechts het verschil). De onderste figuren hebben betrekking op de situatie bij 8000 m³/s.





Afvoerverdeling en onttrekking zomerbed

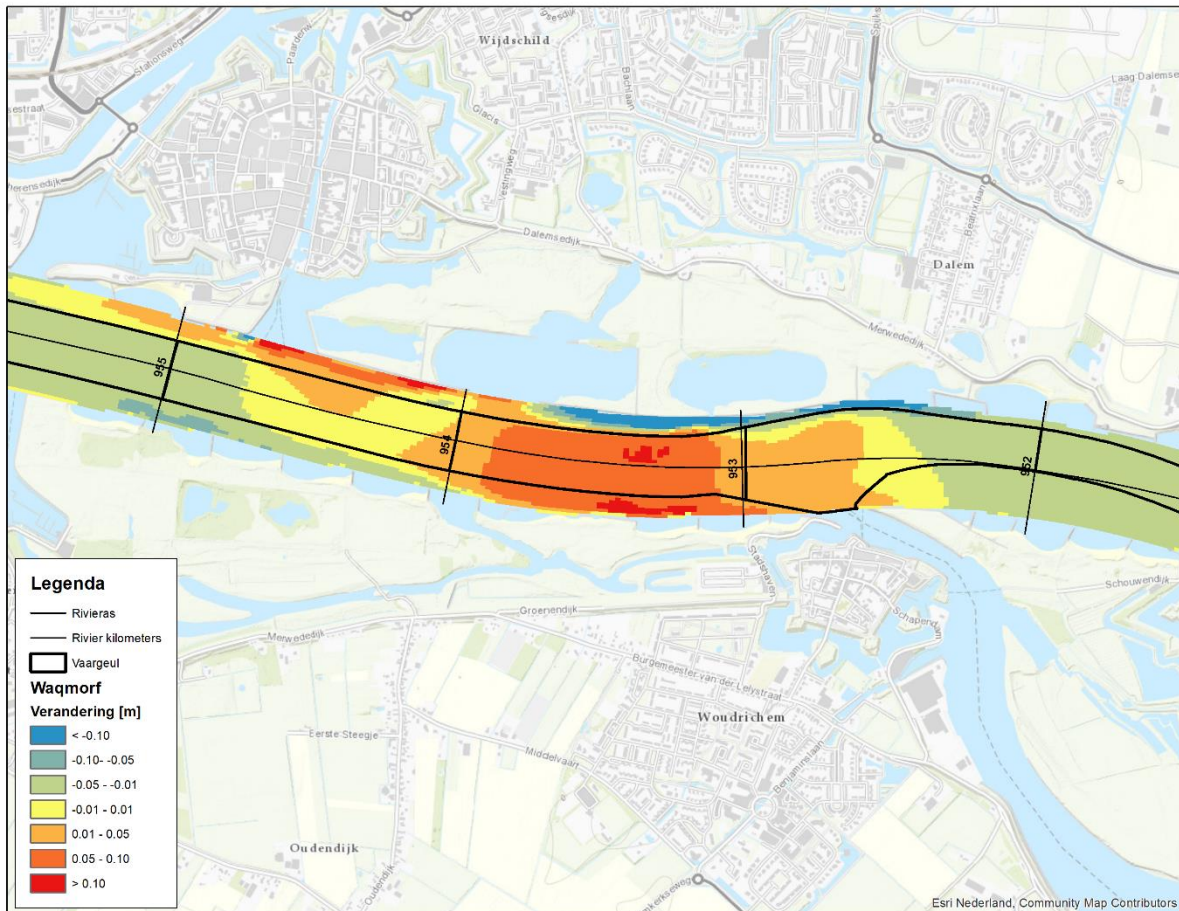
De maatregel zorgt niet voor een verandering in afvoerverdeling, dit komt mede door de grote afstand tussen de maatregel en de splitsingspunten alsook door de geringe omvang van de ingreep.

De onttrekking van water uit het zomerbed is zeer gering, bij lage afvoeren zal geen dan ook geen effect optreden op de waterstand in het zomerbed.

Morfologische effecten

Sedimentatie en erosie van het zomerbed

Een verandering van de stroomsnelheid in het zomerbed kan leiden tot erosie of juist aanzanding van de rivier. Het effect op morfologie kan worden ingeschat door de stroomsnelheidsverschillen bij lagere afvoeren te beschouwen. Over een lengte van 1 kilometer is sprake een geringe afname in de stroomsnelheid in het zomerbed, dit leidt tot een extra aanzanding tot 5 cm in de vaargeul. Naar verwachting zal dit niet leiden tot een extra nautisch knelpunt of baggerbezwaar aangezien het zomerbed lokaal ruime overdiepte heeft voor de scheepvaart.



Sedimentatie en erosie van uiterwaard en nevengeulen

De verandering in stroomsnelheid in de uiterwaard en de strangen is gering, ter plaatse van de geul zal er een toename in morfologische activiteit zijn. De eerste jaren na aanleg zal de geul op zoek gaan naar een nieuw natuurlijk evenwicht en zal er herverdeling van het sediment plaatsvinden. Hier is binnen het ontwerp rekening mee gehouden, de geul mag zich herprofilen en tot op zeker hoogte herpositioneren. In de rest van de uiterwaard zijn de verandering in stroming dusdanig klein dat hier geen verandering in morfologische activiteit verwacht wordt, de berekeningen beamen dit.

Er is een aantal locaties waar de bewegingsvrijheid van de geul beperkt is en waar infrastructuur (zowel boven als ondergronds) beschermd dient te worden. Op deze locaties zal de geul in stortsteen worden gelegd. Specifiek gaat het hier om de volgende locaties;

- Oostelijke rand van de westelijke strang wordt vastgelegd met oeverbescherming:
- Na aanleg zal de morfologische ontwikkeling van de strangen goed gemonitord moeten worden. Indien op onderstaande locaties erosie ontstaat zal mogelijk alsnog steenbestorting aangebracht moeten worden:
 - o Nabij buitendijkse woningen
 - o Nabij de oostelijke rand van de oostelijke strang, erosie mag niet leiden tot een verplaatsing van de strang in de richting van de Gasleiding.

- Oever van de strang nabij de waterkering.

4.3 Conclusies Rivierkundige beoordeling herinrichting Woelse Waard

In onderstaande tabel zijn de belangrijkste aandachtspunten uit het rivierkundig beoordelingskader herhaald.

Rivierkundig beoordelingscriterium	Resultaat
Hoogwaterveiligheid	Op de as van de rivier is er netto een waterstand verlagend effect Benedenstrooms van de Woelse Waard ontstaat lokaal een waterstandsverhoging. Dit is het effect van het weer in de rivier stromen van het extra water dat door de Woelse Waard gaat. A
Hinder of schade aan derden	De inundatiefrequentie zal in de praktijk niet of nauwelijks veranderen, de waterstandsdynamiek van de plassen zal wel toenemen Ook na optimalisaties in het ontwerp met oog op de dwarsstroming blijft er een overschrijding van de norm bestaan. In overleg met RWS WNZ is besloten dat nader onderzoek uitgevoerd zal moeten worden met scheepssimulaties met een stuurautomaat. Dit onderzoek zal moeten aantonen dat het ontwerp voor de Woelse Waard niet zal leiden tot een onveilige situatie voor de scheepvaart
Morfologische effecten	De ingreep zorgt niet voor een baggerbezwaar in de vaargeul Morfologische activiteit in de uiterwaard is niet problematisch en zal op kritische locaties beperkt worden door middel van aan te brengen bescherming

5 Herwijnnense Bovenwaard

5.1 Beschrijving inrichtingsplan

Huidige situatie

De Herwijnnense Bovenwaard is een uiterwaard gelegen ten zuiden van Herwijnen aan de Waal. Het gebied bestaat uit afwisselend plassen in een extensief beheerd terrein met bosschages en ruigtevegetatie in het oosten en een westelijk deel met een agrarische functie (zie onderstaande figuur). De plassen zijn ontstaan door de winning van klei in de vorige eeuw.



Doelen herinrichting Herwijnnense Bovenwaard

Specifiek voor de Herwijnnense Bovenwaard zijn er vier opgaven te benoemen :

1. Natuurcompensatie: het compenseren van NNN-gebied en Ecologisch relevant areaal.
2. Kaderrichtlijnwater: het leveren van een bijdrage aan de KRW opgave.
3. Gebiedeigen grond voor de dijkversterking: het gebruiken van grond voor de dijkversterking.
4. Wensen omgeving: invulling geven aan de wensen van de omgeving/gemeente met betrekking tot recreatie/beleving en het verbeteren van afstroming na een periode van hoogwater

De opgaven worden hieronder toegelicht.

Natuurcompensatie: Op basis van de totale opgave vanuit de dijkversterking Gorinchem-Waardenburg is (op basis van geschiktheid voor beheertypen en potentiële beschikbaarheid) een voorstel gemaakt voor verdeling van de aantal te compenseren beheertypen tussen de in potentie geschikte uiterwaarden voor natuurcompensatie (Woelse Waard, Herwijnnense Bovenwaard en Heufterrein) [Graaf Reinald Alliantie, 2019]. Voor de Herwijnnense Bovenwaard komt dit neer op een opgave in het beheertype Rivier.

KRW-opgave: Binnen het beheersgebied van RWS ON nog gezocht naar geschikte locaties voor het realiseren van KRW-maatregelen. Deze maatregelen dienen uiterlijk in 2027 gerealiseerd te zijn om aan de Europese verplichtingen te voldoen. De Herwijnnense Bovenwaard is één van de zoekgebieden voor het realiseren van de KRW-opgave. De belangrijkste KRW-doelen voor het waterlichaam zijn:

- Creëren van geschikt habitat voor rheofiele vissoorten;
- Bijdragen leveren aan macrofauna: rivierrombout(libel), zomersneeuw (haft), Bataafse stroommossel.

Dit kan worden gerealiseerd door de aanleg van bijvoorbeeld meestromende nevengeulen. Er is nog geen concrete opgave in hectares of kilometers voor de Herwijnnense Bovenwaard. De insteek is om zo veel als mogelijk bij te dragen aan de KRW-opgave.

Gebiedseigen grond voor dijkversterking: Als gevolg van de aanleg van de dijkversterking is veel extra zand nodig. Het graven van geulen in de Herwijnnense Bovenwaard biedt mogelijkheden om grond die vrijkomt te benutten voor de dijkversterking.

Wensen omgeving: Daarnaast zijn er vanuit bewoners wensen naar voren gebracht met betrekking tot recreatie. Deze wensen kunnen mogelijk meegekoppeld worden met de herinrichting.

Eén van de wensen is om de oude verzande geul ten westen van het plangebied weer te verbinden met de rivier door middel van het graven van een ondiepe, flauwe geul. De waterkwaliteit van de resterende plassen (zie rode cirkels in onderstaande figuur) is overwegend slecht. Indien de strang weer in verbinding wordt gebracht met de Waal treedt vaker verversing op van het water en verbetert hierdoor de waterkwaliteit. Mogelijk draagt dit bij aan het vlotter laten afstromen van water na een periode van hoog water. Nu blijft er relatief lang water in de tuinen van de mensen staan.



Beschrijving inrichtingsplan Herwijnnense Bovenwaard

Het concept inrichtingsplan is weergegeven in onderstaande figuur. Op de kaart zijn met lijnen de locaties van dwarsdoorsneden weergegeven. Onderstaand volgt een toelichting van de ingrepen.

Geul

De oorspronkelijke geul in het westen wordt hersteld en verdiept. Deze geul verbindt de plassen met de rivier. Deze kleine geul is ondiep en heeft taluds die variëren van 1:5 tot 1:10. Met de aanleg van deze geul in het westen ontstaat een hoogdynamische meestromende geul (het hele jaar). Hiermee wordt het areaal KRW uitgebreid. Daarnaast draagt deze geul bij aan de benodigde natuurcompensatie (beheertype rivier).

Ontwikkeling struweel

Ten noorden van de geul is een zone voorzien waarbinnen ruigte en struweel kan ontwikkelen. Met dit areaal wordt invulling gegeven aan de opgave vanuit het soortenmanagementplan.

Recreatie en ontsluiting

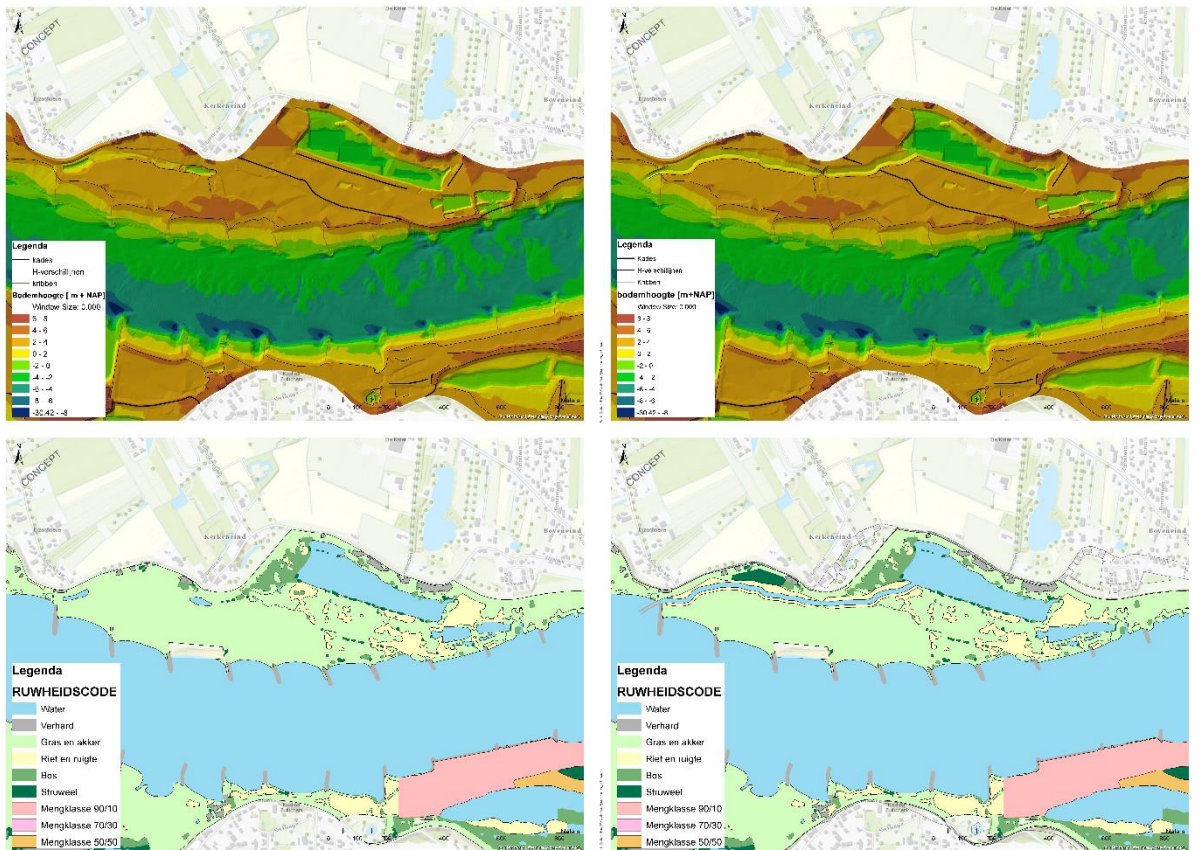
De wensen van bewoners en ensembles ten aanzien van de verdere inrichting van de uiterwaard worden in overleg met de stakeholders in de komende periode verder uitgewerkt. In deze verdere uitwerking zullen ook de aansluitingen op de dijk worden gedetailleerd en zal de toegankelijkheid van het gebied uitgewerkt worden. Met die uitwerking moet in ieder geval gezorgd worden dat alle terreinen achter de nieuwe geulen bereikbaar blijven (o.a. vee en maaimachines etc.).

5.2 Rivierkundige effecten van de herinrichting Herwijnnense Bovenwaard

Uitgangspunten berekeningen Herwijnnense Bovenwaard

Onderstaande figuren geven weer hoe de ingreep is opgenomen in het baseline model, er zijn aanpassingen gedaan aan zowel het hoogtemodel als het ecotopen ruwheid bestand. Links toont de referentie situatie en rechts de situatie met daarin de maatregel opgenomen.

Bij de effectbeschrijving is uitgegaan van de gecombineerde effecten van de dijkversterking + uiterwaarden. De effecten worden per uiterwaard beschreven.

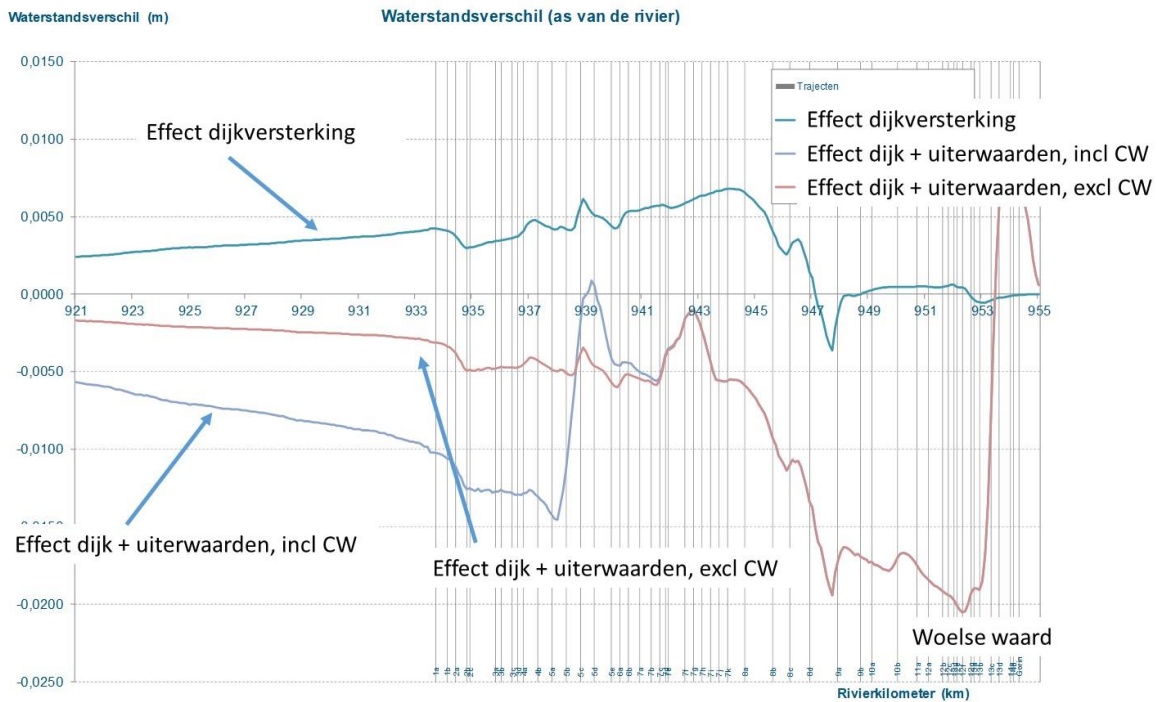


Waterstandseffect hoogwater op de as van de rivier

Voor het effect tijdens hoogwater op de as van de rivier wordt verwezen naar de gecombineerde effecten van dijkversterking en uiterwaardmaatregelen.

In onderstaande figuur zijn 3 waterstandlijnen weergegeven voor het traject van Gorinchem tot ver bovenstrooms van Waardenburg (Waardenburg ligt nabij rivierkilometer 933) :

4. Effect van het DO van de dijkversterking, dit gaat een opstuwend effect van ca 0,5 cm over gehele traject van de dijkversterking.
5. Effect van het DO van de Dijkversterking gecombineerd met de herinrichting van de Woelse Waard, het Heuff terrein en de Herwijnnense Bovenwaard. Hieruit volgt dat er per saldo een verlaging van de waterstanden optreedt over het gehele traject. Bij Waardenburg is deze verlaging nog ca 3 mm
6. Effect van het DO van de Dijkversterking gecombineerd met de herinrichting van de Woelse Waard, het Heuff terrein en de Herwijnnense Bovenwaard en de Crobsche Waard. Met deze combinatie van maatregelen wordt ook voorzien in riviercompensatie voor de dijkversterking Tiel-Waardenburg.



Bij deze berekeningen is uitgegaan van de interventieniveaus. Uit de figuur volgt dat er over het gehele traject een daling van de waterstanden op de rivieras optreedt. Alleen benedenstrooms van de Woelse Waard ontstaat een lokale opstuwingspiek...

Effect op afvoerverdeling en ijsafvoer

De maatregel zorgt niet voor een verandering in afvoerverdeling, dit komt mede door de grote afstand tussen de maatregel en de splitsingspunten alsook door de geringe omvang van de ingreep.

De maatregel heeft geen effect op de Ijsafvoerende capaciteit van de rivier, de oevers worden intact gelaten.

Hinder of schade door hydraulische effecten

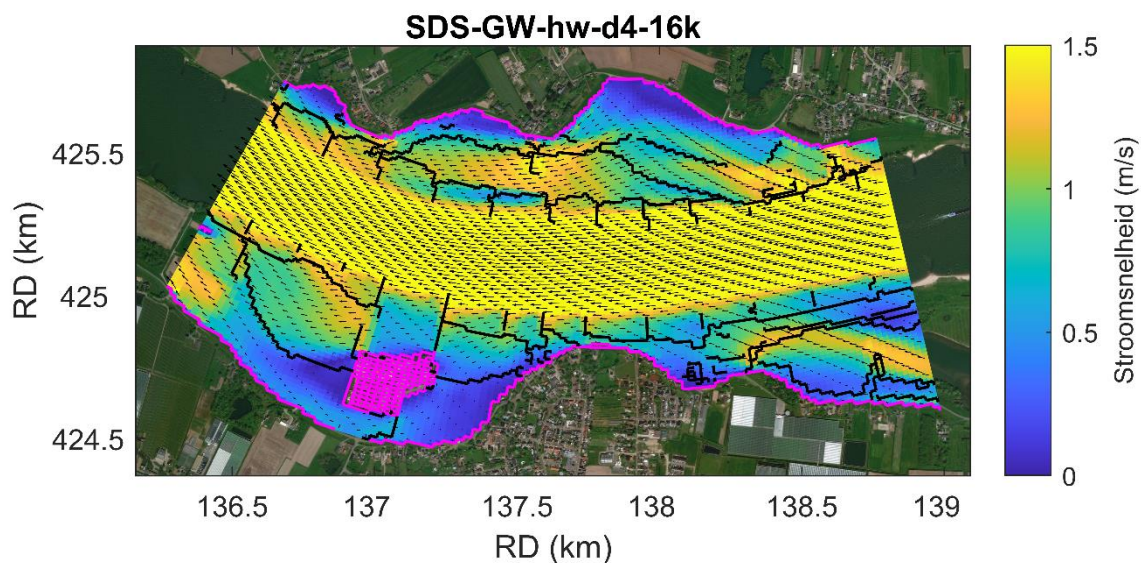
Inundatiefrequentie van de uiterwaard

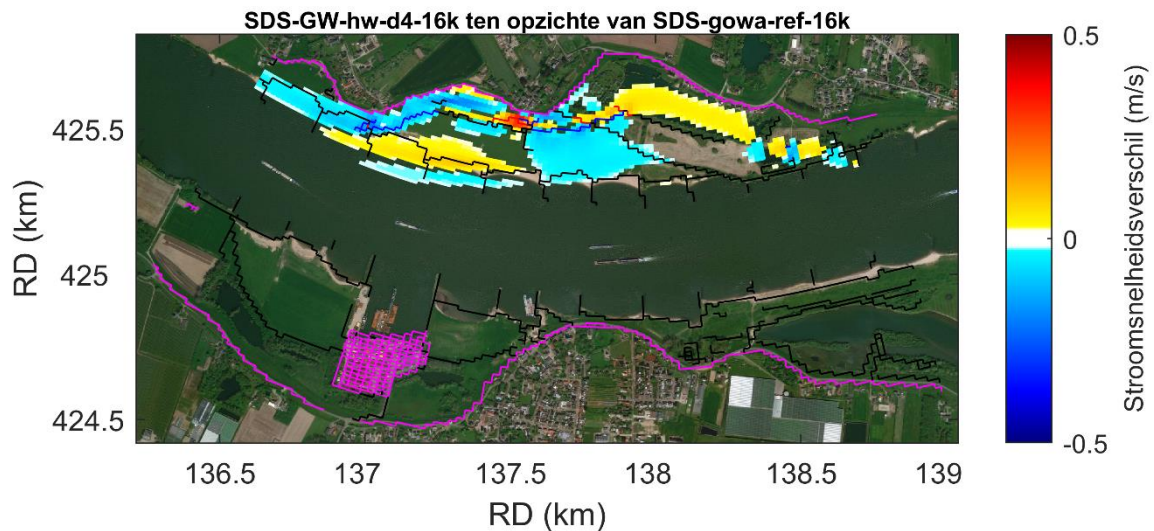
Ter plaatse van de oostelijke plas zal de inundatiefrequentie toenemen, waar in de huidige situatie dit deel van de uiterwaard wordt afgeschermd door de puinrug en relatief hoge oevers, worden deze in de toekomstige situatie doorgestoken en zal dit niet meer het geval zijn. Modelmatig zorgt dit voor een sterke toename van de inundatiefrequentie, de puinrug zit namelijk in het model als een aaneengesloten ondoorlatende kade. In de praktijk zitten er echter meerdere gaten in deze puinrug en zal het gebied ook nu al inunderen met dezelfde frequentie als het westelijke deel van de uiterwaard.

De kade heeft een hoogte van ongeveer 5m+NAP, dit is gelijk aan de hoogte van de meeste percelen langs de plas. De inundatiefrequentie voor deze percelen zal dan ook niet veranderen. Een waterstand van 5m+NAP komt ongeveer eens per 2 jaar voor. Wel zal de plas meer waterstandsdynamiek vertonen door het aantakken aan de rivier, dit betekent dat het peil zowel meer zal zakken tijdens laagwater als zal stijgen bij hoogwater (tot 5m+NAP).

Stroombeeld in de uiterwaard

De maatregel zorgt voor verandering van de stroomsnelheid ter plaatse de geul en over de rest van de uiterwaard die in de orde van 10% toename of afname ligt (zie ook onderstaande figuren). De stroomsnelheid neemt ter plaatse van de Oostelijke geul en plas toe met zo'n 0.10m/s. In het westelijke deel van de geul neemt de snelheid juist af. Bij lage afvoeren tot en met de 6.000 m³/s bij Lobith, geeft dit een ietwat vertekend beeld, de oostelijke plas stroomt dan nog niet mee waardoor de stroomsnelheidsverschillen zeer groot lijken maar dit is ten opzichte van stilstand in de referentie



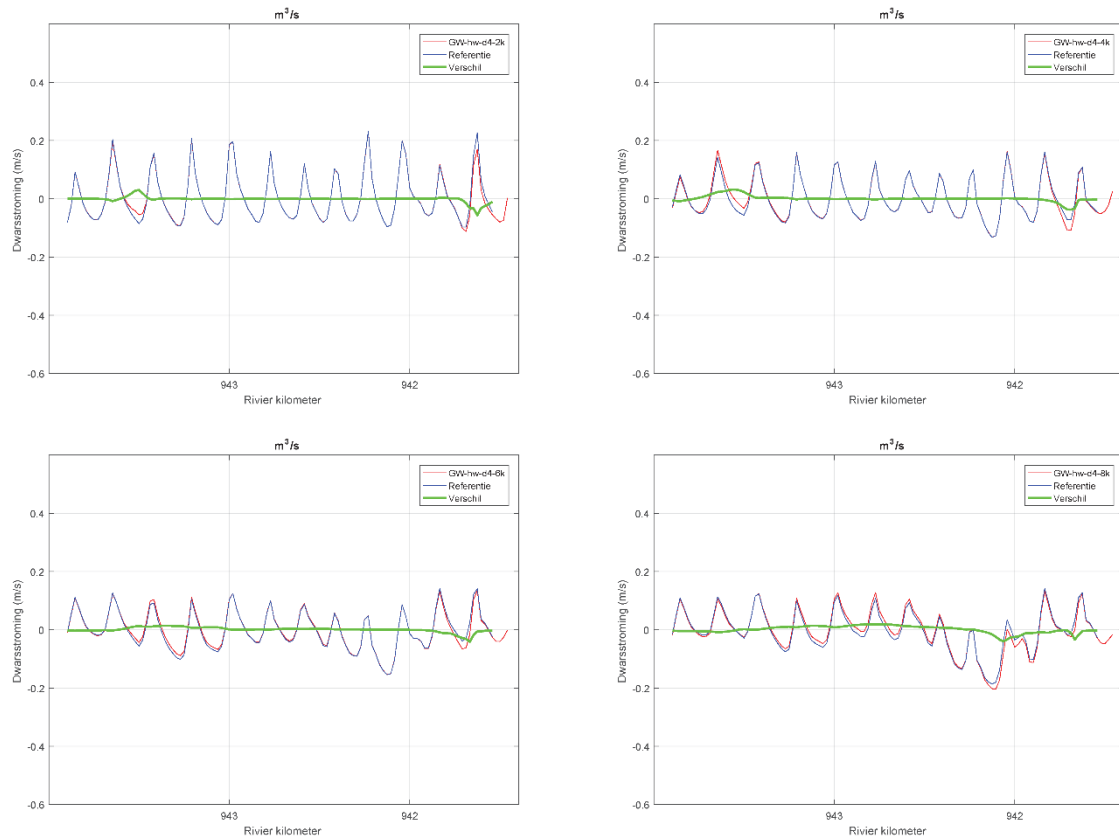


Figuur: Stroomsnelheid in de toekomstige situatie (boven) en het verschil met de referentie (onder) voor 16k afvoer bij Lobith.

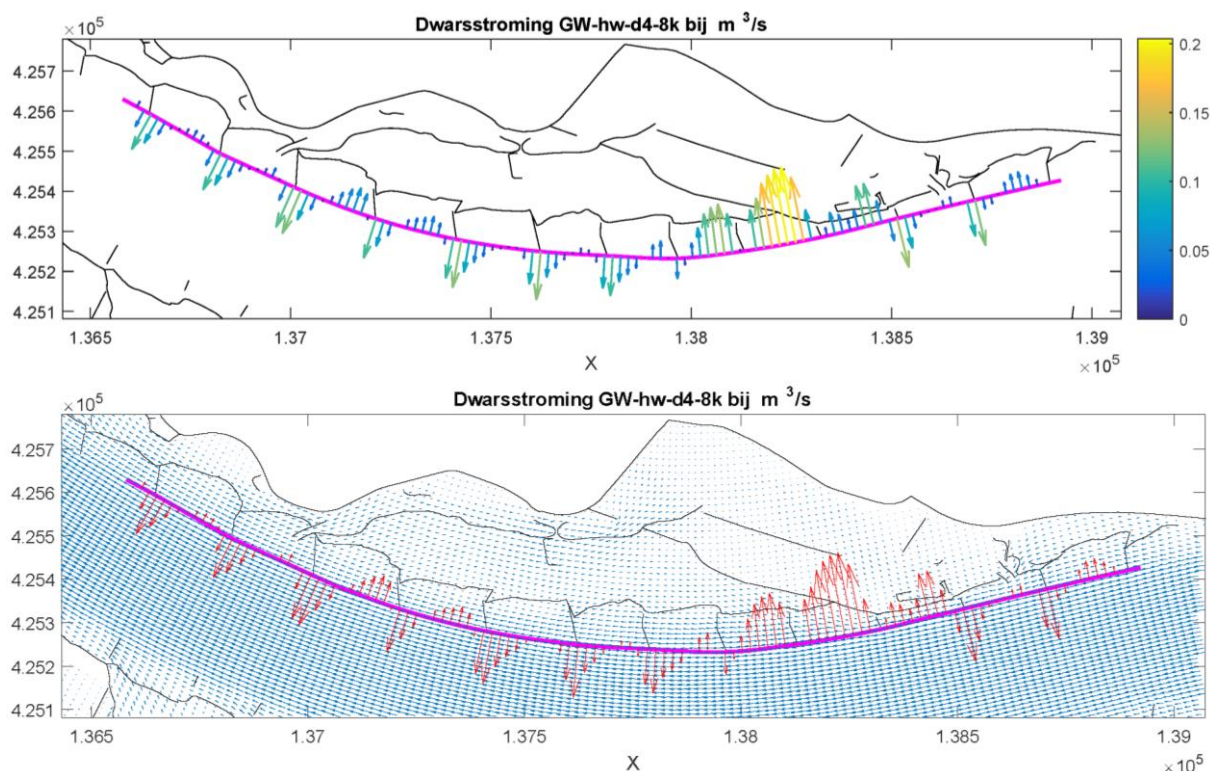
Stroombeeld in de vaargeul

Een sterke dwarsstroming op de rivier kan ongewenste effecten hebben op de scheepvaart. Maatregelen in de uiterwaard kunnen zorgen voor een toename in deze dwarsstroming doordat er meer uitwisseling van water tussen uiterwaard en vaargeul plaats vindt.

In onderstaande figuren wordt de dwarsstroming weergegeven voor de huidige situatie en variant d1. Uit de figuren volgt dat er in de huidige situatie maar beperkt sprake is van dwarsstroming en dat deze niet of nauwelijks toeneemt in de toekomstige situatie. Aangezien het dwarsstroomdebiet groter is dan $50 \text{ m}^3/\text{s}$ (met name bij de instroom van de nevengeul bij km 942,1) is het criterium waaraan getoetst dient te worden gelijk aan $0,15 \text{ m/s}$. Dit wordt alleen bij relatief weinig voorkomende hoogwaters ($8.000 \text{ m}^3/\text{s}$ Lobith afvoer) overschreden bij de instroom van de nevengeul (van 18 cm/s naar 20 cm/s). Er wordt opgemerkt dat de vaargeul op deze locatie ver van de oever ligt (op 125 m afstand), in de vaargeul zal daarom nauwelijks nog sprake zijn van hinderlijke dwarsstroming. De dwarsstroming blijft in alle andere situaties (ruim) onder de kritieke grens van 15 cm/s .



Figuur: Dwaarsstroming voor 2, 4, 6 en 8k afvoer.



Figuur: Dwarsstroming bij 8k in 2D.

Afvoerverdeling en onttrekking zomerbed

De maatregel zorgt niet voor een verandering in afvoerverdeling, dit komt mede door de grote afstand tussen de maatregel en de splitsingspunten alsook door de geringe omvang van de ingreep.

De onttrekking van water uit het zomerbed is zeer gering, bij lage afvoeren is dit minder dan 1%, er zal dan ook geen effect optreden op de waterstand in het zomerbed.

Morfologische effecten

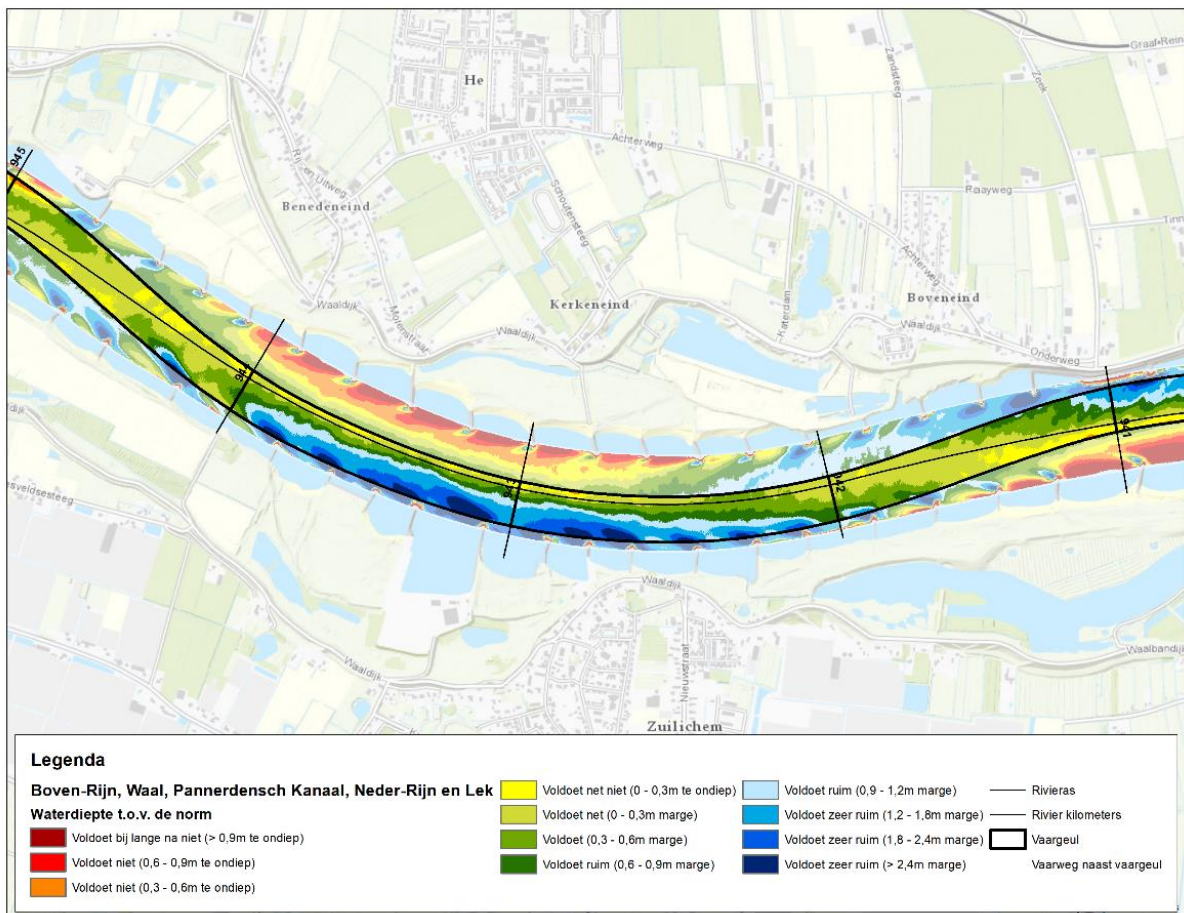
Sedimentatie en erosie van het zomerbed

Onderstaande figuur geeft een beeld van de bestaande dieptes in de vaargeul, uit de kaart valt af te lezen dat er ondieptes zijn in de binnenbochten (buiten de vaargeul). Binnen de vaargeul lijkt er aan de westzijde relatief veel overdiepte voor de scheepvaart aanwezig. Aan de oostzijde is er in mindere mate overdiepte aanwezig.

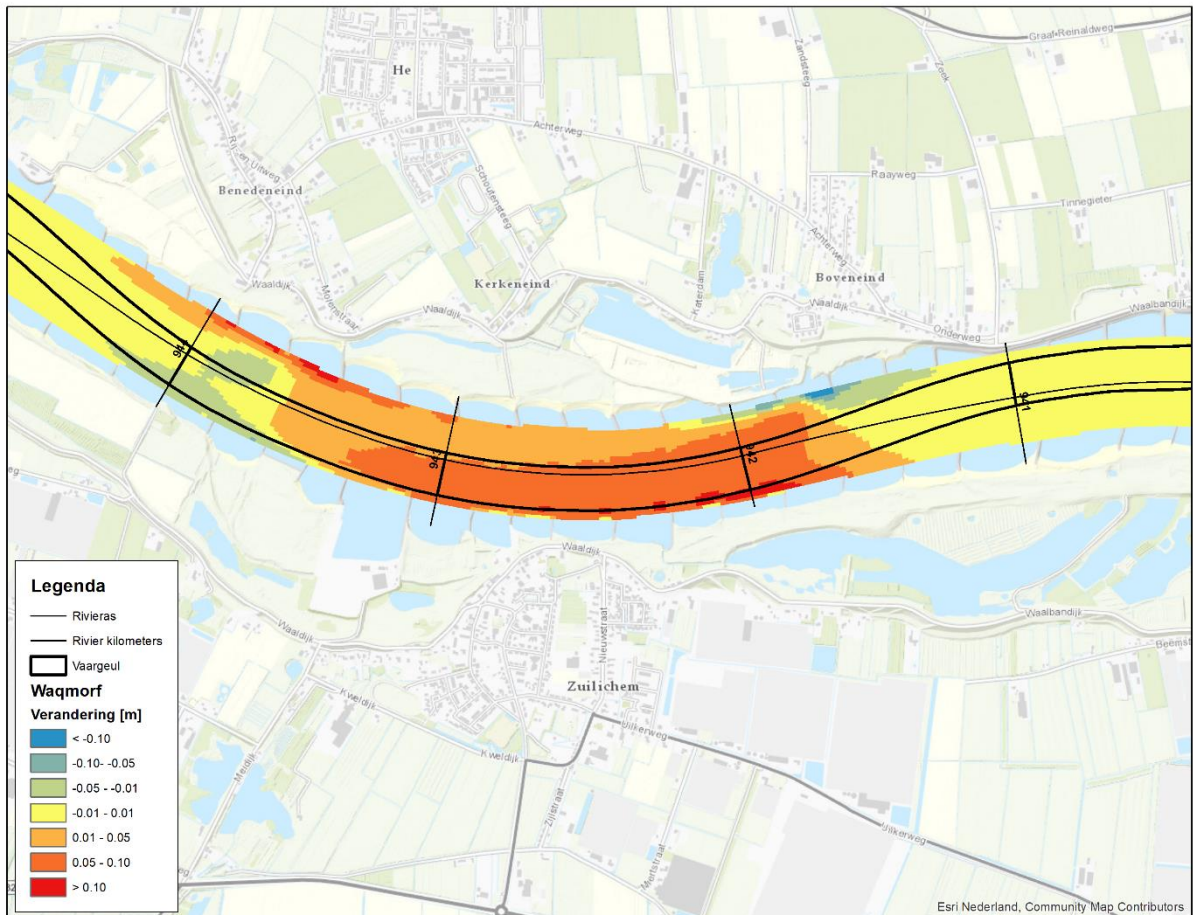
Door de ingreep neemt de stroomsnelheid ter hoogte van de nevengeul wat af en zorgt dit plaatselijk voor wat lichte aanzanding. Deze is net benedenstrooms van de instroomopening met 5-10 centimeter het grootst (figuren op volgende bladzijde). In de nieuwe evenwichtsituatie is de aanzanding in totaal circa 18.000 m³ groot. Totale jaarlijkse aanzanding als gevolg van de maatregel is circa 12.000 m³ (over 1350 m). Na circa twee jaar is dus een nieuwe evenwichtsligging bereikt.

Zoals in onderstaande figuur is te zien is er in de buitenbocht sprake van een ruim voldoende waterdiepte. In de binnenbocht is de waterdiepte net onder de norm. Omdat er sprake is van sedimentatie op dit deel van het traject resulteert dit dus in een baggerbezwaar. Wanneer alleen de jaarlijkse aanzanding (over de eerste 1350 m conform waqmorf, vanaf km 940,5) wordt beschouwd is het jaarlijkse baggerbezwaar circa 210 m³. Nadat de evenwichtsligging is bereikt zou circa 630 m³ moeten worden weggebaggerd om weer aan de norm te voldoen.

Opgemerkt wordt dat deze inschatting gebaseerd is op de beschikbare waterdieptekaarten. Deze kaarten zijn tot stand gekomen middels een statistische bewerking van meetdata, daarbij zijn ook bodemvormen meegenomen. In de praktijk blijkt dat de daadwerkelijke aanwezige waterdiepte groter kan zijn en daarmee het baggerbezwaar kleiner.



Figuur: Huidige vaardiepte vaargeul bij de Herwijense Bovenwaard.



Figuur: Verandering van de bodem in meters als gevolg van de ingreep, gebaseerd op Waqmorf jaargemiddelde.

Tabel 3: Berekende aanzanding en erosie op basis van nieuwe evenwichtsligging.

Hm-vak	Berekende aanzanding en erosie [m ³]	Hm-vak	Berekende aanzanding en erosie [m ³]
940	0,0	942	0,2
940,1	0,0	942,1	0,0
940,2	0,6	942,2	0,0
940,3	3,0	942,3	0,0
940,4	5,1	942,4	0,0
940,5	5,1	942,5	20,8
940,6	7,2	942,6	39,2
940,7	8,2	942,7	44,1
940,8	9,3	942,8	73,2

940,9	6,5	942,9	53,7
941	9,1	943	44,1
941,1	9,2	943,1	29,4
941,2	12,8	943,2	36,6
941,3	31,8	943,3	15,6
941,4	18,4	943,4	12,3
941,5	4,9	943,5	8,6
941,6	0,1	943,6	0,0
941,7	11,0	943,7	0,0
941,8	86,6	943,8	0,0
941,9	24,9	943,9	0,0
942	0,2	944	0,0

Sedimentatie en erosie van uiterwaard en nevengeulen

De verandering in stroomsnelheid in de uiterwaard en de nevengeulen is gering, ter plaatse van de geul zal er een toename in morfologische activiteit zijn. De eerste jaren na aanleg zal de geul op zoek gaan naar een nieuw natuurlijk evenwicht en zal er herverdeling van het sediment plaatsvinden. Hier is binnen het ontwerp rekening mee gehouden, de geul mag zich herprofilen en tot op zeker hoogte herpositioneren. In de rest van de uiterwaard zijn de verandering in stroming dusdanig klein dat hier geen verandering in morfologische activiteit verwacht wordt, de berekeningen beamen dit.

Er is een aantal locaties waar de bewegingsvrijheid van de geul beperkt is en waar infrastructuur en archeologie (zowel boven als ondergronds) beschermd dient te worden. Op deze locaties zal de geul in stortsteen worden gelegd om bescherming van de infrastructuur en archeologie te waarborgen. Specifiek gaat het hier om de volgende locaties;

- Instroomopening/duiker, ter bescherming van de krib en oever.
- Uitstroomopening, ter bescherming van de krib en de aanwezige kabel.
- Beide duikers, ter bescherming van de infrastructuur zodat bereikbaarheid van de uiterwaard gegarandeerd wordt.
- De noordelijke oever van de geul nabij het kasteel, ter bescherming van de archeologische site.

5.3 Conclusies Rivierkundige beoordeling herinrichting Herwijnsense Bovenwaard

In onderstaande tabel zijn de belangrijkste aandachtspunten uit het rivierkundig beoordelingskader herhaald, de totale maatregel scoort op geen van de criteria negatief en is daarmee vergunbaar.

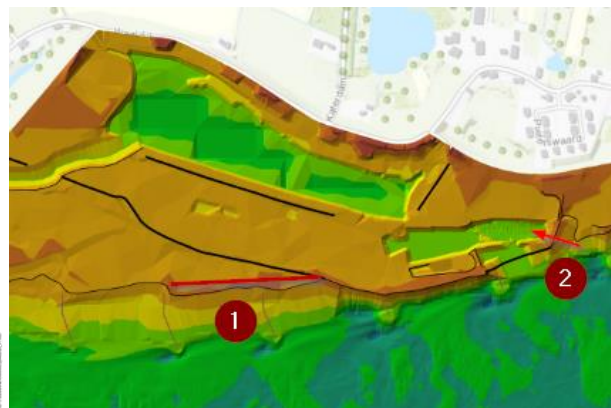
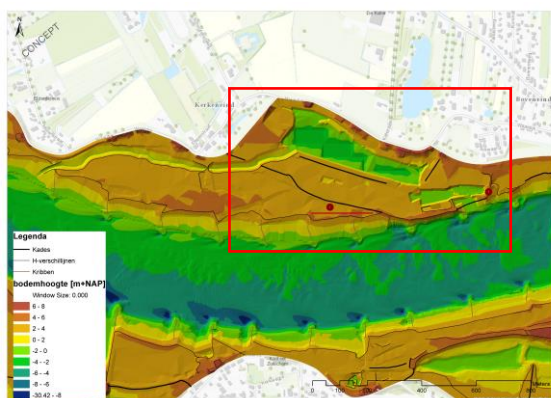
Rivierkundig beoordelingscriterium	Resultaat
------------------------------------	-----------

Hoogwaterveiligheid	Op de as van de rivier is er netto een waterstand verlagend effect
Hinder of schade aan derden	De inundatiefrequentie zal in de praktijk niet of nauwelijks veranderen, de waterstandsdynamiek van de plassen zal wel toenemen Het stroombeeld in de uiterwaard wijzigt, de oostelijke plassen gaan meestromen, dit heeft geen nadelige effecten Dwarsstroming blijft in zowel de referentie als de variant onder de gestelde grens behalve bij relatief weinig voorkomende hoogwaters (8.000 m ³ /s Lobith afvoer) bij de instroom van de nevengeul (van 18 cm/s naar 20 cm/s).
Morfologische effecten	De ingreep zorgt voor een toename in jaarlijks baggerbezwaar in de vaargeul van ca 210 m ³ . Morfologische activiteit in de uiterwaard is niet problematisch en zal op kritische locaties beperkt worden door middel van aan te brengen bescherming

5.4 Optimalisaties ontwerp

Om de sedimentatie in de vaargeul te verminderen is er gekeken of het ontwerp hiervoor geoptimaliseerd kan worden. Er zijn twee optimalisaties beschouwd en doorgerekend;

- 1) Aanleg zomerkade
- 2) Aanleg bovenstrooms inlaatwerk



De aanleg van een zomerkade heeft als doel om de instroom vanaf de rivier naar de uiterwaard te verminderen zodat er meer water in de rivier blijft en er daardoor minder sedimentatie optreedt in de vaargeul. Dit blijkt niet of nauwelijks effectief omdat de oever ter plaatse van de zomerkade al relatief hoog is (4.00m+NAP). De hoeveelheid water die wordt tegengehouden door de kade is dan ook klein waardoor het effect tegenvalt.

Het vervangen van de instroomopening door een duiker is wel effectief. Door het maken van de instroomopening stroomt er namelijk relatief veel water richting de plassen omdat het achterliggende land lager ligt dan de oever zelf. Het intact houden van de oever beperkt de instroom en zorgt daarmee voor minder sedimentatie in de vaargeul. Ook is het effect op dwarsstroming is

positief. De geul houdt voldoende doorstroming om de minimale doorstroming te behalen. Deze optimalisatie is opgenomen in het DO en de bovenstaande resultaten bevatten deze optimalisatie.

6 Crobsche Waard

6.1 Beschrijving inrichtingsplan

Huidige situatie

De Crobsche Waard is een grote uiterwaard gelegen tussen Haaften en Hellouw aan de Waal tussen rivierkilometers 937 en 940 (zie onderstaande figuur). Tot vandaag de dag vindt hier zand-, grind- en kleiwinning plaats.



In het midden van de uiterwaard ligt een steenfabrieksterrein (hoogwatervrijterrein) dat in eigendom is van Wienerberger (een producent van bouw- en bestratingsmaterialen). Het terrein is bereikbaar via een toegangsweg gelegen ten oosten van het terrein en via een haven gelegen in een zandwinplas. Verder bevinden zich ten noorden en ten oosten van het steenfabrieksterrein diverse winputten. Het plangebied bestaat verder uit begraasd weidegrasland, enkele akkers ter hoogte van Hellouw en bosschages (met name rondom de zandwinplassen). Langs de Waal zijn kribben gelegen. Er zijn geen uitbereidingsplannen voor de steenfabriek Wienerberger.

Doelen herinrichting Crobsche Waard

Specifiek voor de Crobsche waard zijn er vier opgaven te benoemen:

1. Riviercompensatie: het realiseren van waterstandverlagend effect voor het traject Tiel-Waardenburg.
2. Gebiedseigen grond voor de dijkversterking: het gebruiken van grond voor de dijkversterking.
3. Soortenmanagementplan: invulling geven aan de opgave vanuit het soortenmanagementplan voor de dijkversterking Gorinchem - Waardenburg.
4. Wensen omgeving: invulling geven aan de wensen van de omgeving/gemeente met betrekking tot recreatie/beleving.

De opgaven worden hieronder toegelicht.

Riviercompensatie: Op basis van een eerste verkenning bleek dat de Crobsche Waard geschikt kan zijn voor het realiseren van rivierkundige compensatie voor de dijkversterking Tiel – Waardenburg..

Gebiedseigengrond voor dijkversterking: Als gevolg van de aanleg van de dijkversterking is veel extra zand nodig. Het graven van geulen in de Crobsche Waard biedt mogelijkheden om vrijkomende grond te combineren met de materiaalbehoefte van de dijkversterking. Dit is vanuit het perspectief van kostenreductie en duurzaamheid (CO₂ reductie) interessant.

Wensen omgeving: Voor de inrichting van de Crobsche Waard is overleg gestart met alle betrokkenen, genaamd de Ronde Tafel Crobsche Waard. Eerder zijn er diverse meekoppelkansen ingebracht vanuit ensemblewerkgroepen¹ voor de herinrichting.

Voor wat betreft de recreatie bestaat vanuit de twee aanliggende dorpen de behoefte om de uiterwaard te gebruiken als wandelgebied en mogelijkheid voor dagrecreatie op een zomerse dag. Het ensemble Haaften – Hellouw heeft voorstellen gedaan gericht op versterken van de natuurwaarden en recreatiemogelijkheden in de Crobsche Waard. Het gaat hierbij in het bijzonder om aanleg van wandelpaden, mogelijkheden voor vissen en voor zwemmen. Bijvoorbeeld een wandelpad van oost naar west door de uiterwaard vormt een wens. Verder is er een wens om een brug over de te realiseren geul aan te leggen, zodat vanaf de directe rivieroever overgestoken kan worden naar het hart van het gebied en een ommetje mogelijk blijft.

Uitgangspunt voor de activiteiten is dat deze geen grote negatieve effecten hebben op de natuur in het gebied als geheel. Verbetering, aanvulling en versterking van de natuur is hierbij een wens van natuurbeheerder SBNL Natuurfonds.

Langs de dijk, in de randzone van de Crobsche Waard, ziet men kansen voor een meer natuur inclusieve landbouw. Voor de buitenzijde van de dijk bestaat de behoefte om deze natuurlijk en toegankelijk te houden voor wandelaars.

Beschrijving inrichtingsplan Crobsche Waard

Het concept inrichtingsplan is weergegeven in de figuur op de volgende pagina. Op de kaart zijn met lijnen de locaties van dwarsdoorsneden weergegeven. Onderstaand volgt een toelichting van de ingrepen.

Geul

De voorkeursvariant is verder geoptimaliseerd door het verbreden van de diepe geul ten behoeve van maximale zandwinning. De geul bevindt zich ten zuiden van het steenfabrieksterrein en loopt

¹ In de Handreiking Ruimtelijke Kwaliteit is geconstateerd dat er 5 locaties langs het traject van de dijkversterking Gorinchem - Waardenburg zijn met bijzondere waarden, kansen en knelpunten. Die locaties zijn 'ensembles' genoemd. Het waterschap Rivierenland heeft belangstellende in het voorjaar van 2016 opgeroepen om 'ensemblewerkgroepen' oplossingen te bedenken voor de opgaven die voor deze locaties bestaan. Vijf ensemblewerkgroepen (waaronder Haaften) zijn met deze oproep aan het werk gegaan.

door naar het oosten. Halverwege is de geul flink verbreed. Er komt naar verwachting veel grond vrij die gebruikt kan worden voor de dijkversterking. De kribben langs de Waal blijven behouden. De geul heeft aan weerszijde een talud van 1:4,5. De verplaatsing van de zomerkade zal in verdere uitwerking worden gedetailleerd. De zomerkade wordt tussen de nieuwe geul en de bestaande plas geplaatst. Dit voorkomt dat er effecten op bestaande natuurwaarden in de aanwezige plassen zullen optreden. De geul draagt bij aan de benodigde riviercompensatie.

Gelders Natuurnetwerk

In de (uitgewerkte en geoptimaliseerde) voorkeursvariant vinden geen ingrepen plaats in GNN (Gelders Natuurnetwerk) gebied.

Recreatie

De wensen voor recreatie van verschillende partijen (grondeigenaren, bewoners/ensemble, gemeente) liepen uiteen. Door middel van individuele gesprekken met deze partijen en de gezamenlijke Ronde Tafel Crobsche Waard zijn we tot een gezamenlijk gedragen recreatieve invulling gekomen, die vervolgens is opgenomen in het concept inrichtingsplan. Onderdelen hiervan zijn een plukbos gecombineerd met ruigte voor soortencompensatie, struin- en klompenpaden, nieuwe vislocaties en een uitkijkpunt.

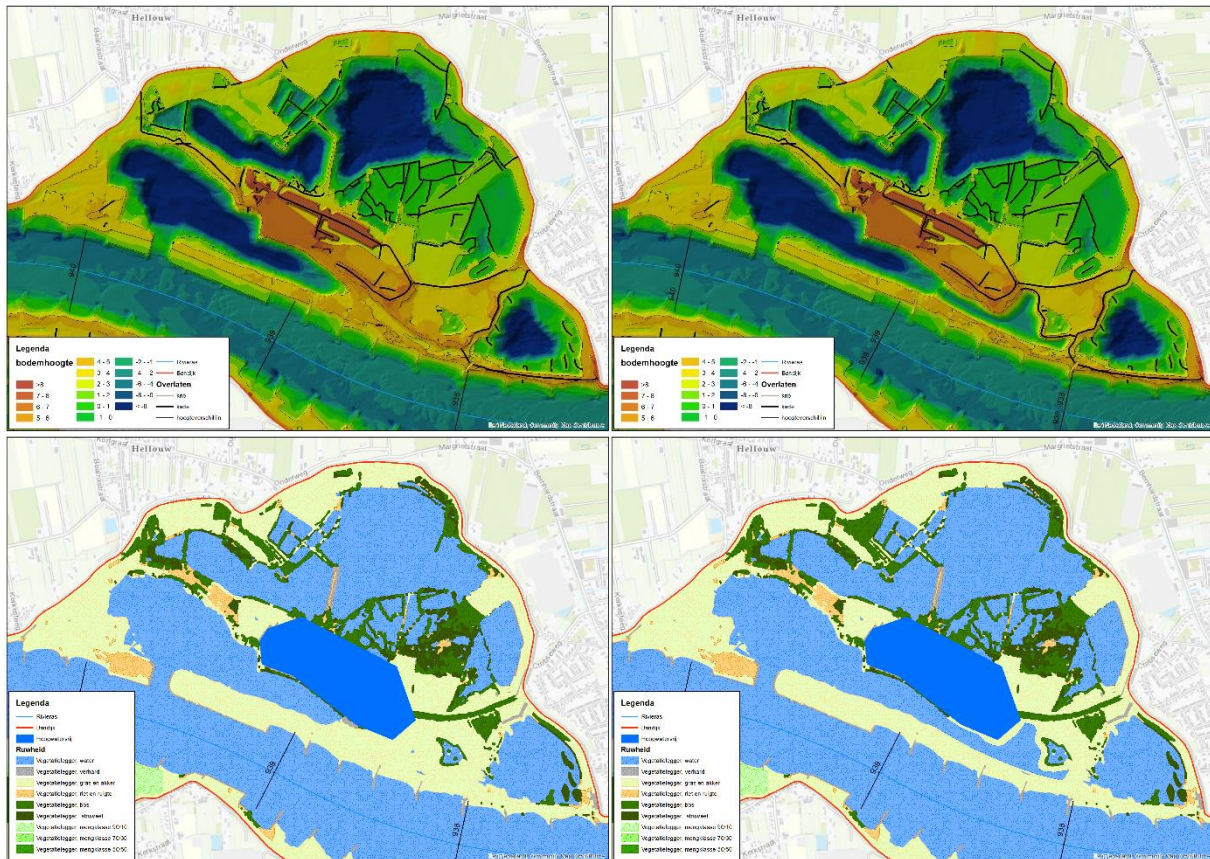
De wensen van bewoners en ensemble ten aanzien van de verdere inrichting van de uiterwaard worden in overleg met de stakeholders in de komende periode verder uitgewerkt. In deze verdere uitwerking zullen ook de routes van paden en aansluitingen op de dijk worden gedetailleerd.

6.2 Rivierkundige effecten van de herinrichting Crobsche Waard

Uitgangspunten berekeningen Crobsche Waard

Onderstaande figuren geven weer hoe de ingreep is opgenomen in het baseline model, er zijn aanpassingen gedaan aan zowel het hoogtemodel als het ecotopen ruwheid bestand. Links toont de referentie situatie en rechts de situatie met daarin de maatregel opgenomen.

Bij de effectbeschrijving is uitgegaan van de gecombineerde effecten van de dijkversterking + uiterwaarden. De effecten worden per uiterwaard beschreven.

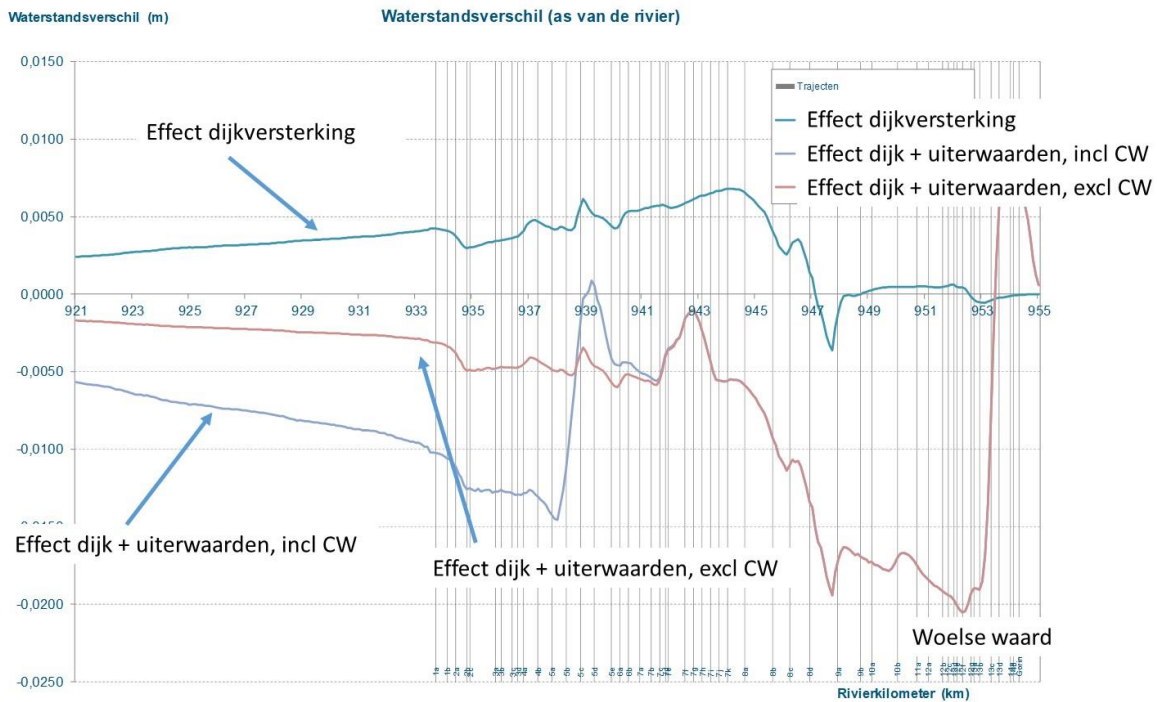


Waterstandseffect hoogwater op de as van de rivier

Voor het effect tijdens hoogwater op de as van de rivier wordt verwezen naar de gecombineerde effecten van dijkversterking en uiterwaardmaatregelen.

In onderstaande figuur zijn 3 waterstandlijnen weergegeven voor het traject van Gorinchem tot ver bovenstrooms van Waardenburg (Waardenburg ligt nabij rivierkilometer 933).

1. Effect van het DO van de dijkversterking, dit geeft een opstuwend effect van circa 0,5 cm over een groot deel van het traject van de dijkversterking.
2. Effect van het DO van de Dijkversterking gecombineerd met de herinrichting van de Woelse Waard, het Heuff terrein en de Herwijjnense Bovenwaard. Hieruit volgt dat er per saldo een verlaging van de waterstanden optreedt over het gehele traject. Bij de bovenstroomse grens bij Waardenburg is deze verlaging nog ca 3 mm.
3. Effect van het DO van de Dijkversterking gecombineerd met de herinrichting van de Woelse Waard, het Heuff terrein en de Herwijjnense Bovenwaard en de Crobsche Waard. Met deze combinatie van maatregelen wordt ook voorzien in riviercompensatie voor de dijkversterking Tiel-Waardenburg. Hierdoor nemen de waterstanden bovenstrooms van de Crobsche Waard af, op de grens van het projectgebied is de daling circa 1 cm.



Bij deze berekeningen is uitgegaan van de interventieniveaus. Uit de figuur volgt dat er over het gehele traject een daling van de waterstanden op de rivieras optreedt. Alleen benedenstrooms van de Woelse Waard ontstaat een lokale opstuwingspiek.

Effect op afvoerverdeling en ijsafvoer

De maatregel zorgt niet voor een verandering in afvoerverdeling, dit komt mede door de grote afstand tussen de maatregel en de splitsingspunten alsook door de geringe omvang van de ingreep.

De maatregel heeft geen effect op de Ijsafvoerende capaciteit van de rivier, de oevers worden intact gelaten.

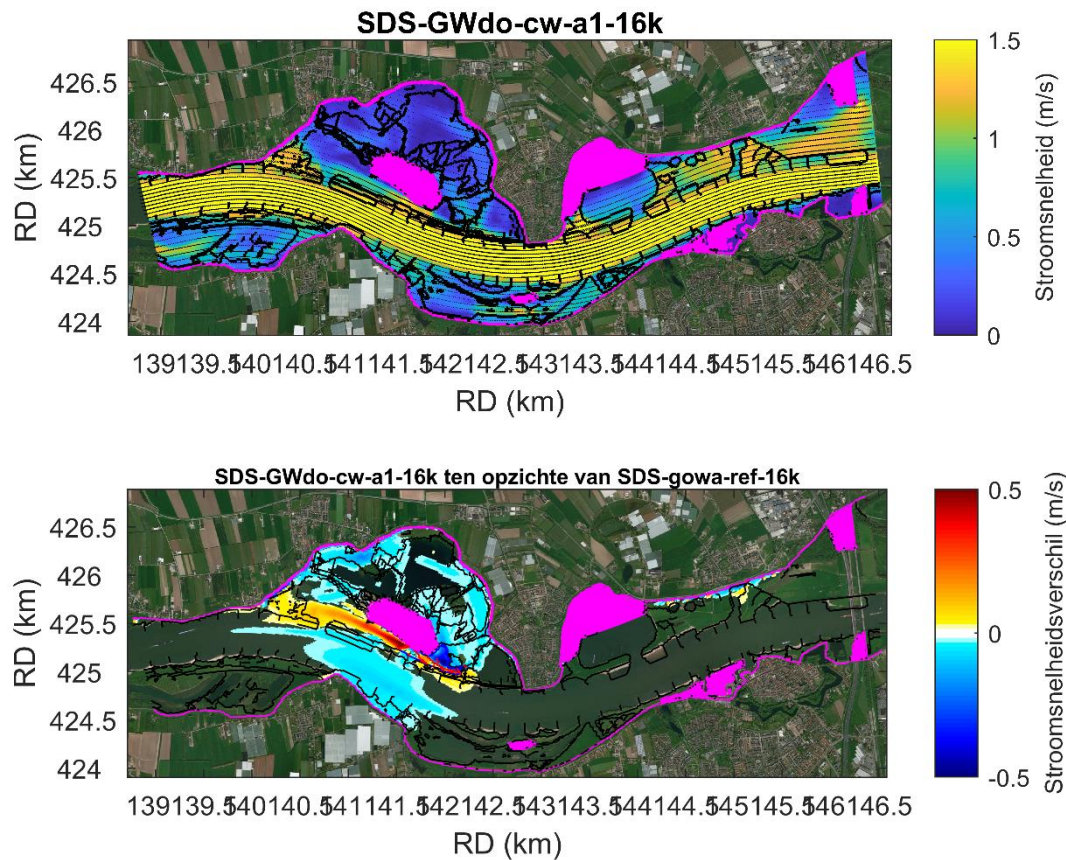
Hinder of schade door hydraulische effecten

Inundatiefrequentie van de uiterwaard

Er worden geen maatregelen getroffen aan de oevers langs de rivier. Wel wordt met de geul de bestaande zomerkade doorsneden, om effecten m.b.t. inundatiefrequenties op achterliggende gebied te voorkomen wordt in het plan voorzien in de aanleg van een nieuwe zomerkade langs de geul.

Stroombeeld in de uiterwaard

Door de aanleg van de geul nemen de stroomsnelheden ter plaatse van de nieuwe geul en de aanliggende plas toe. Dit levert geen hinder of schade op in de diepe geul en aanliggende plas. In de uiterwaard nemen de stroomsnelheden beperkt af (tot enkele cm/s).



Stroombeeld in de vaarweg

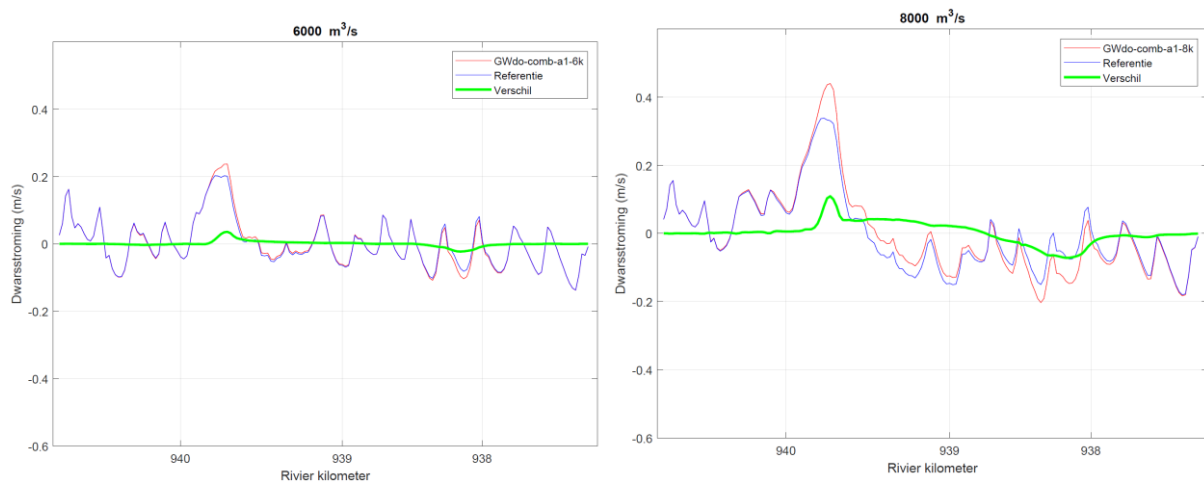
Een sterke dwarsstroming op de rivier kan ongewenste effecten hebben op de scheepvaart. Maatregelen in de uiterwaard kunnen zorgen voor een toename in deze dwarsstroming doordat er meer uitwisseling van water tussen uiterwaard en vaargeul plaats vindt.

In onderstaande figuren wordt de dwarsstroming weergegeven voor de huidige situatie en de variant. Uit de figuren volgt dat er in de huidige situatie reeds sprake is van hinderlijke dwarsstroming en dat deze toeneemt in de variant.

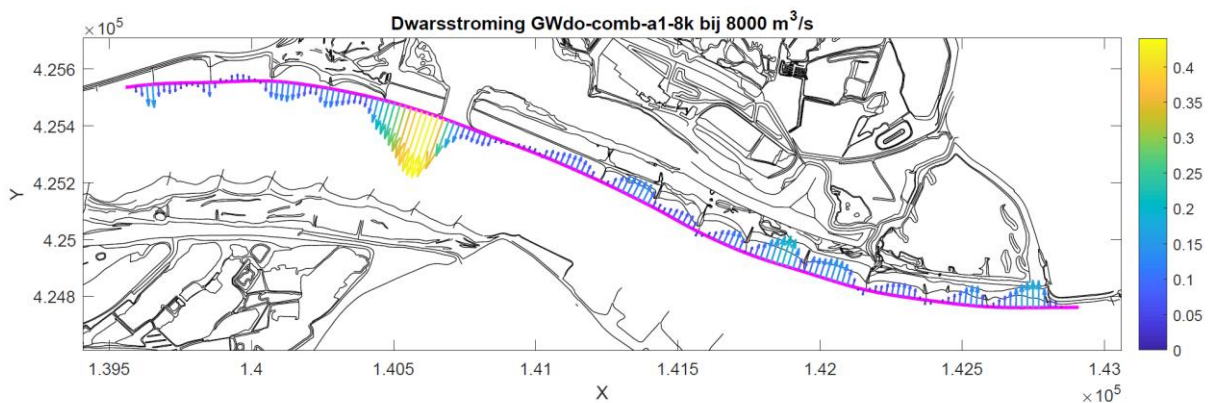
Tijdens jaarlijks optredende hoge rivierafvoeren gaan de uiterwaarden meestromen. Bij de Crobsche Waard gaat dit pas vanaf ca 6.000 m³/s bij Lobith plaats vinden, doordat er in het oosten een relatief hoge zomerkade aanwezig is. Bij dit soort hoge afvoeren vindt de instroom verspreid plaats over een grote lengte van de zomerkade, hierdoor is er bij de instroom geen sprake van een geconcentreerde instroompiek die tot problemen voor de scheepvaart kan leiden.

De uitstroom van de Crobtsche Waard vindt in de huidige situatie wel over een relatief korte lengte plaats, hier wordt in de huidige situatie al een te hoge dwarsstroom berekent (zie onderstaande figuren, km 939,7). Deze uitstroom kan leiden tot een dwarsstroming op de vaarweg. Een sterke dwarsstroming op de rivier kan ongewenste effecten hebben op de scheepvaart.

Bij een afvoer van $6.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (5 dagen / jaar) neemt de dwarsstroming toe van circa $0,2 \text{ m/s}$ tot $0,24 \text{ m/s}$, omdat het een geconcentreerde dwarsstroming betreft van groter dan $50 \text{ m}^3/\text{s}$ is dit boven de norm van $0,15 \text{ m/s}$. Bij een afvoer van $8.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (eens per 5 jaar) neemt de dwarsstroming toe van circa $0,34 \text{ m/s}$ tot $0,44 \text{ m/s}$. Bij lagere afvoeren heeft de maatregel geen effect, hogere afvoeren zijn niet relevant voor scheepvaart.



Figuur: Dwarsstroming voor 6 en 8k afvoer.



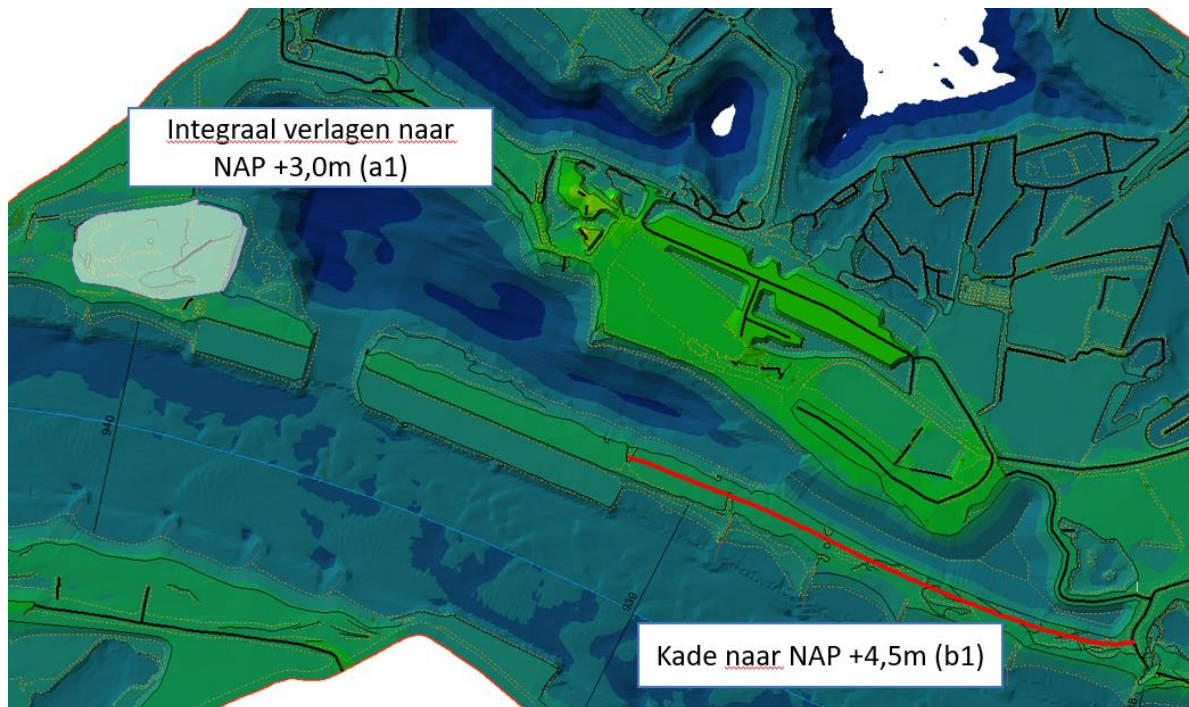
Figuur: Dwarsstroming bij 8k in 2D.

Mogelijke optimalisaties

Binnen de uiterwaard is gezocht naar maatregelen om de knelpunten in de dwarsstroming te beperken. De meest effectieve maatregelen beperken de extra afvoer door de Crobtsche Waard, maar daardoor wordt ook niet langer de riviercompensatie gehaald. Er zijn enkele maatregelen verkent om de mogelijkheden tot optimalisatie in beeld te brengen:

a1) Het verlagen van het maaiveld helemaal aan de westzijde van de Crobsche Waard, hierdoor vindt de uitstroom over een grotere lengte plaats, waardoor de dwarsstroomsnelheid af zal nemen.

b1) Het verhogen van de oever langs de oostzijde van de Crobsche Waard (aanleg van een kade op een hoogte van NAP +4,5 m met een lengte van circa 1 km), op deze wijze zal de dwarsstroming pas bij hogere afvoeren (boven 6000 m³/s bij Lobith) een rol gaan spelen.

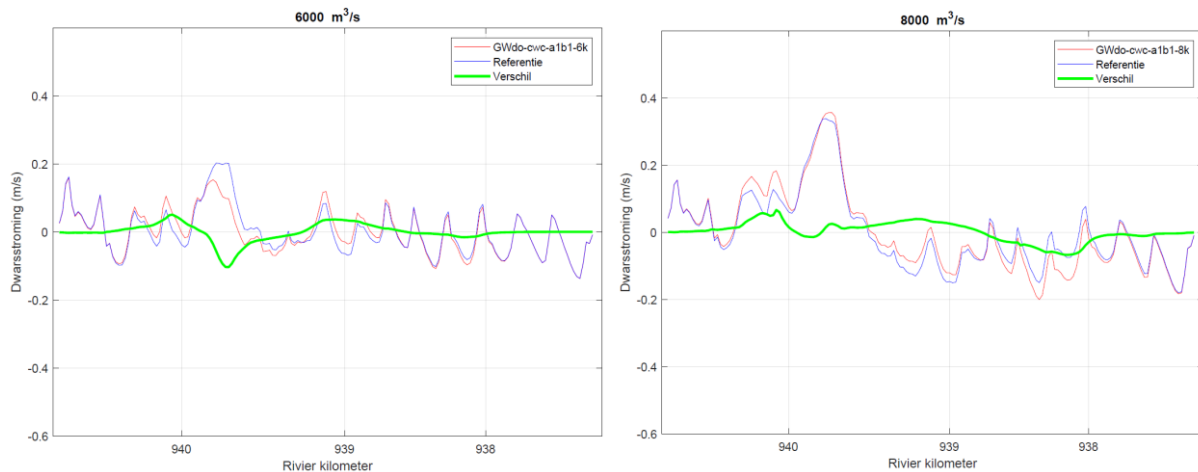


Beide maatregelen zorgen voor een lagere dwarsstroomsnelheid bij de uitstroom van de Crobsche Waard. Bij 6.000 m³/s (5 dagen per jaar) is er nu sprake van een verbetering in plaats van een verslechtering (van 0,2 m/s naar 0,18 m/s). Bij 8.000 m³/s (eens per 5 jaar) is er nog wel sprake van een verslechtering maar deze is minder groot, de maximale dwarsstroomsnelheid neemt toe van 0,34 m/s naar respectievelijk 0,37 m/s (a1) en 0,42 m/s (b1) i.p.v. 0,44 m/s. Er is dan dus alleen nog sprake van een verslechtering bij hoogwatersituaties.

PS: omdat de hinderlijke dwarsstroming plaatsvindt ter hoogte van een oever (verland kribvak) is gecontroleerd of de waterdiepte ter plaatse van de oever groter is dan de diepte van een maatgevend schip. Dat bleek het geval, de waterdiepte is direct naast het kribvak ter hoogte van de normaallijnen circa 5m bij 6.000 m³/s.

Om de hinderlijke dwarsstroming nog verder te beperken is beschouwd of de dwarsstroomsnelheid tot onder de norm afneemt bij combinatie van bovenstaande maatregelen. Het blijkt dat bij 8.000 m³/s de dwarsstroomsnelheid afneemt tot 0,36 m/s waar deze in de referentie situatie gelijk was aan 0,34 m/s. Op andere plekken is dan weer sprake van een verslechtering maar niet tot boven de norm (dwarsstroomdebiet is <50 m³/s dus norm is 0,3 m/s, zie piek bij km 938,4). Zie onderstaande

figuren voor de dwarsstroomsnelheid bij 6.000 en 8.000 m³/s van de variant met de gecombineerde optimalisaties. In dit geval is er alleen bij hoogwatersituaties (boven 8.000 m³/s) nog sprake van een kleine verslechtering terwijl er op veel plekken ook verbeteringen optreden.



In het ontwerp van de Crobsche waard zijn beide optimalisaties opgenomen.

Afvoerverdeling en onttrekking zomerbed

De maatregel zorgt niet voor een verandering in afvoerverdeling, dit komt mede door de grote afstand tussen de maatregel en de splitsingspunten alsook door de geringe omvang van de ingreep.

De onttrekking van water uit het zomerbed is zeer gering, bij lage afvoeren is dit minder dan 1%, er zal dan ook geen effect optreden op de waterstand in het zomerbed.

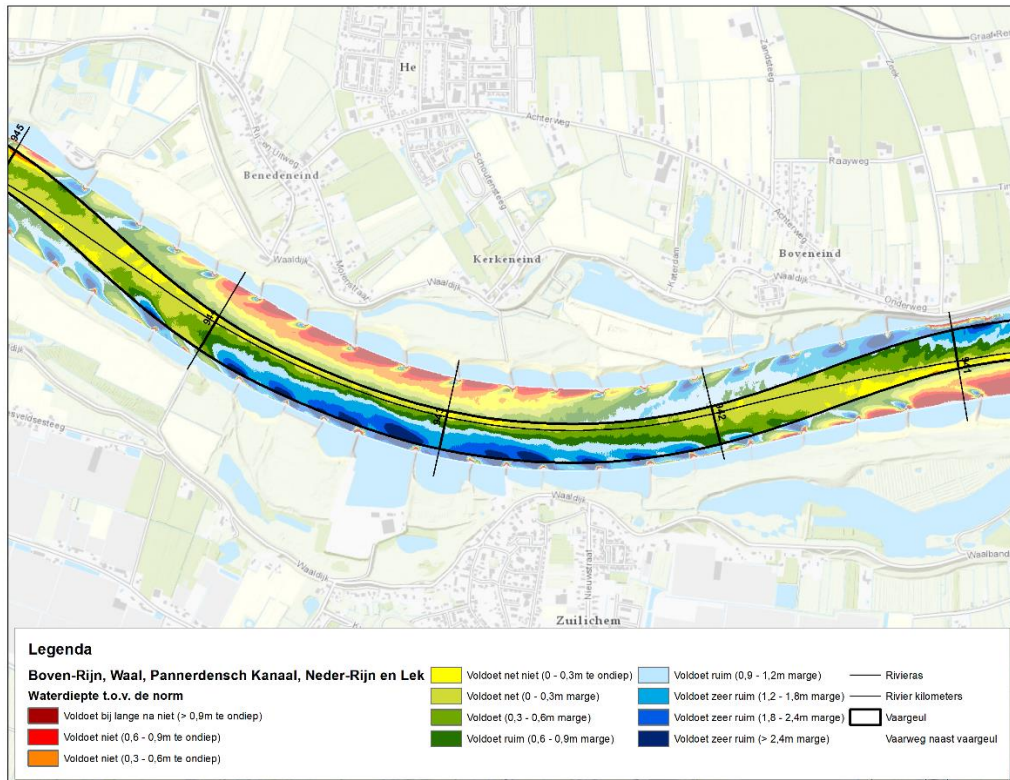
Morfologische effecten

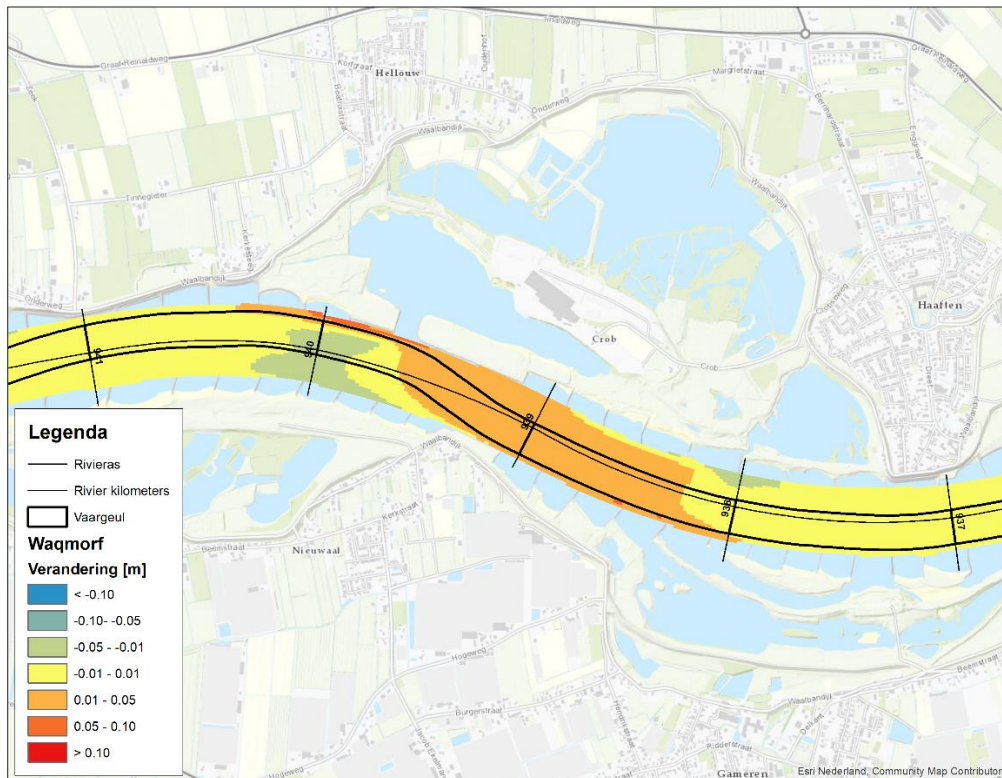
Sedimentatie en erosie van het zomerbed

Een verandering van de stroomsnelheid in het zomerbed kan leiden tot erosie of juist aanzanding van de rivier. Het effect op morfologie kan worden ingeschat door de stroomsnelheidsverschillen bij lagere afvoeren te beschouwen. De Crobsche Waard gaat vanaf ca 6.000 m³/s bij Lobith meestromen, vanaf die afvoer worden de stroomsnelheden in het zomerbed beperkt beïnvloed. Zodoende is het morfologisch effect van de maatregel beperkt, circa 1-2 cm sedimentatie over een lengte van 1 km. In de nieuwe evenwichtssituatie is de aanzanding in totaal circa 5.000 m³ groot. Totale jaarlijkse aanzanding als gevolg van de maatregel is circa 250 m³. Na circa 20 jaar is dus een nieuwe evenwichtsligging bereikt.

Zoals in onderstaande figuur is te zien is er in de buitenbocht sprake van een ruim voldoende waterdiepte. In de binnenbocht is de waterdiepte net onder de norm. Omdat er sprake is van sedimentatie op dit deel van het traject resulteert dit dus in een baggerbezwaar. Wanneer alleen de

jaarlijkse aanzanding (over de eerste 165 m conform waqmorf) wordt beschouwd is het jaarlijkse baggerbezwaar circa 20 m³. Nadat de evenwichtsligging is bereikt zou circa 100 m³ moeten worden weggebaggerd om weer aan de norm te voldoen (de snelheid van aanzanding neemt dus af).





Figuur: Verandering van de bodem in meters als gevolg van de ingreep, gebaseerd op Waqmorf jaargemiddelde.

Tabel 4: Berekende aanzanding en erosie op basis van nieuwe evenwichtsligging.

Hm-vak	Berekende aanzanding en erosie [m ³]	Hm-vak	Berekende aanzanding en erosie [m ³]
936	0,0	938	0,0
936,1	0,0	938,1	0,0
936,2	0,0	938,2	5,5
936,3	0,0	938,3	16,4
936,4	0,0	938,4	15,4
936,5	0,0	938,5	20,7
936,6	0,0	938,6	25,7
936,7	0,0	938,7	10,0
936,8	0,0	938,8	0,1
936,9	0,0	938,9	5,1
937	0,0	939	0,0

937,1	0,0	939,1	0,0
937,2	0,0	939,2	0,0
937,3	0,0	939,3	2,7
937,4	0,0	939,4	4,6
937,5	0,0	939,5	0,2
937,6	0,0	939,6	0,0
937,7	0,0	939,7	0,0
937,8	0,0	939,8	0,0
937,9	0,0	939,9	0,0
938	0,0	940	0,0

Optimalisaties

De hierboven beschouwde optimalisaties hebben invloed op het berekende baggerbezwaar, dat neemt af tot 10 m³. De totale jaarlijkse aanzanding neemt af tot minder dan 100 m³.

Opgemerkt wordt dat deze inschatting gebaseerd is op de beschikbare waterdieptekaarten. Deze kaarten zijn tot stand gekomen middels een statistische bewerking van meetdata, daarbij zijn ook bodemvormen meegenomen. In de praktijk blijkt dat de daadwerkelijke aanwezige waterdiepte groter kan zijn en daarmee het baggerbezwaar kleiner.

6.3 Conclusies Rivierkundige beoordeling herinrichting Crobsche Waard

In onderstaande tabel zijn de belangrijkste aandachtspunten uit het rivierkundig beoordelingskader herhaald, de totale maatregel op de aspecten dwarsstroming en morfologische effecten negatief. Het is mogelijk deze effecten te mitigeren door enkele optimalisaties door te voeren die nu nog niet zijn opgenomen in het plan.

Rivierkundig beoordelingscriterium	Resultaat
Hoogwaterveiligheid	Op de as van de rivier is er netto een waterstand verlagend effect.
Hinder of schade aan derden	Om geen veranderingen in inundatiefrequenties te laten optreden wordt voorzien in de aanleg van een nieuwe zomerkade. De dwarsstroomsnelheid nabij de uitstroom van de haven overschrijdt de norm. Deze is in de referentie situatie ook al boven de norm. Het betreft een geconcentreerde dwarsstroming. Bij 6.000 m ³ /s neemt deze toe van 0,20 m/s naar 0,24 m/s. Bij 8.000 m ³ /s neemt deze piek toe tot van 0,34 m/s tot 0,44 m/s. Door optimalisaties kan dit worden teruggebracht tot onder de

	norm bij afvoeren tot 6.000 m ³ /s en tot een beperkte verslechtering (naar 0,36 m/s) bij 8.000 m ³ /s.
Morfologische effecten	De jaarlijkse aanzanding is na optimalisatie circa 100 m ³ . Hiervan komt circa 10 m ³ terecht op plaatsen in de vaargeul die te ondiep zijn (baggerbezwaar).

7 Heuffterrein

7.1 Beschrijving inrichtingsplan

Huidige situatie

Het Heuffterrein is een buitendijks gebied aan de Waal. Het terrein ligt aan de zuidzijde van het dorp Vuren in de gemeente West Betuwe. Het gebied is 14,2 ha groot en omvat de locatie van een voormalige steenfabriek. Aan de westzijde wordt het Heuffterrein begrensd door de Hondswaard, een natuurgebied in eigendom en beheer bij Staatsbosbeheer. Aan de noordzijde van het gebied bevindt zich een bedrijfspersceel dat decennialang door het bedrijf BUKO Bouwsystemen is gebruikt.

Vanaf 2010 is door verschillende partijen gewerkt aan een nieuwe invulling van het terrein. In 2013 lag er een schetsontwerp dat breed werd gedragen en unaniem door de gemeenteraad is omarmd. De pijlers onder dat schetsontwerp zijn het versterken van de natuurwaarden, het vergroten van de recreatiemogelijkheden en de bouw van een beperkt aantal woningen. Om diverse redenen is dat schetsontwerp niet gerealiseerd.

Waterschap Rivierenland heeft de locatie van BUKO in februari 2019 aangekocht om de dijk buitenwaarts te kunnen versterken. De bedrijfsverplaatsing van BUKO biedt nieuwe kansen om Vuren weer met de Waal te verbinden en om het hele Heuffterrein opnieuw integraal in te richten.

Voor de ontwikkeling van het gebied is een kerngroep samengesteld waarin de samenwerkende partijen zich hebben verenigd om de energie en krachten te bundelen. Die partijen zijn Gemeente West Betuwe, Klop Beheer (eigenaar van het terrein), Waterschap Rivierenland en Provincie Gelderland. De kerngroep bouwt hierbij voort op de pijlers uit 2013. Vertegenwoordigers van bewoners van de dijk en van Vuren en overige belanghebbenden zijn via een begeleidingsgroep bij deze gebiedsontwikkeling betrokken.

Doelen herinrichting Heuffterrein

Voor het Heuffterrein zijn twee opgaven te benoemen.

1. Natuurcompensatie: het compenseren van NNN-gebied en ecologisch relevant areaal dat wordt aangetast door de dijkversterking.
2. Vuren aan de Waal: invulling geven aan de wensen van de stakeholders met betrekking tot het versterken van de natuurwaarden (buiten de compensatieopgave), het vergroten van de recreatiemogelijkheden en de bouw van een beperkt aantal woningen.

De opgave natuurcompensatie wordt hieronder toegelicht.

Natuurcompensatie: Voor de dijkversterking is ruimte nodig in gebied dat is aangewezen als Natuurnetwerk Nederland (NNN). In het NNN-compensatieplan dijkversterking GoWa is beschreven welke compensatieopgave voor NNN-gebied de dijkversterking met zich meebrengt. Voor het invullen van de compensatieopgave voor NNN is aangesloten bij de andere compensatieopgaven en meekoppelkansen die in het kader van het project worden meegenomen. Door deze aansluiting zijn de opgaven gebundeld en wordt zoveel mogelijk meerwaarde gecreëerd. Een groot deel van de opgave in provincie Gelderland wordt daarom gerealiseerd op het Heuffterrein. Het betreft het

verlies aan Rivier- en beekbegeleidend bos, Vochtig bos met productie en GNN-gebied zonder beheertype met een opgave van in totaal 8 ha (inclusief hectarentoeslag).

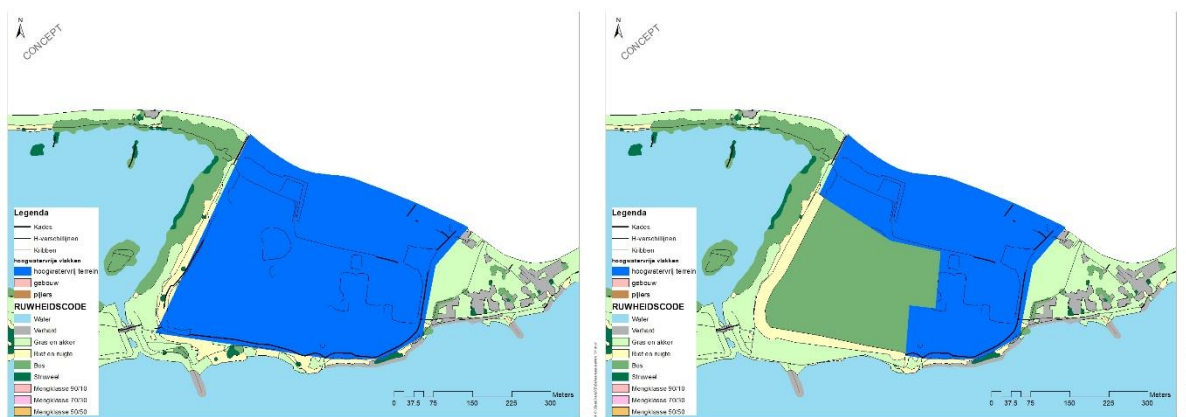
Binnen het Heuffterrein worden de volgende natuurbeheertypen ontwikkeld:

- N14.01 Rivier- en beekbegeleidend bos (ca. 2,5 ha)
- N14.01 Rivier- en beekbegeleidend bos (hardhoutoibos) (ca. 4,5 ha)
- N11.01 Droog schraalgrasland (stroomdalgrasland) (ca. 1 ha)

7.2 Rivierkundige effecten van de herinrichting Heuffterrein

Onderstaande figuren geven weer hoe de ingreep is opgenomen in het baseline model, er zijn aanpassingen gedaan aan het ecotopen ruwheid bestand. Links toont de referentie situatie en rechts de situatie met daarin de maatregel opgenomen. Voor het bepalen van de effecten is een deel van het hoogwatervrije vlak uit verwijderd, op deze plaats is struweel in het model opgenomen.

Bij de effectbeschrijving is uitgegaan van de gecombineerde effecten van de dijkversterking + uiterwaarden.



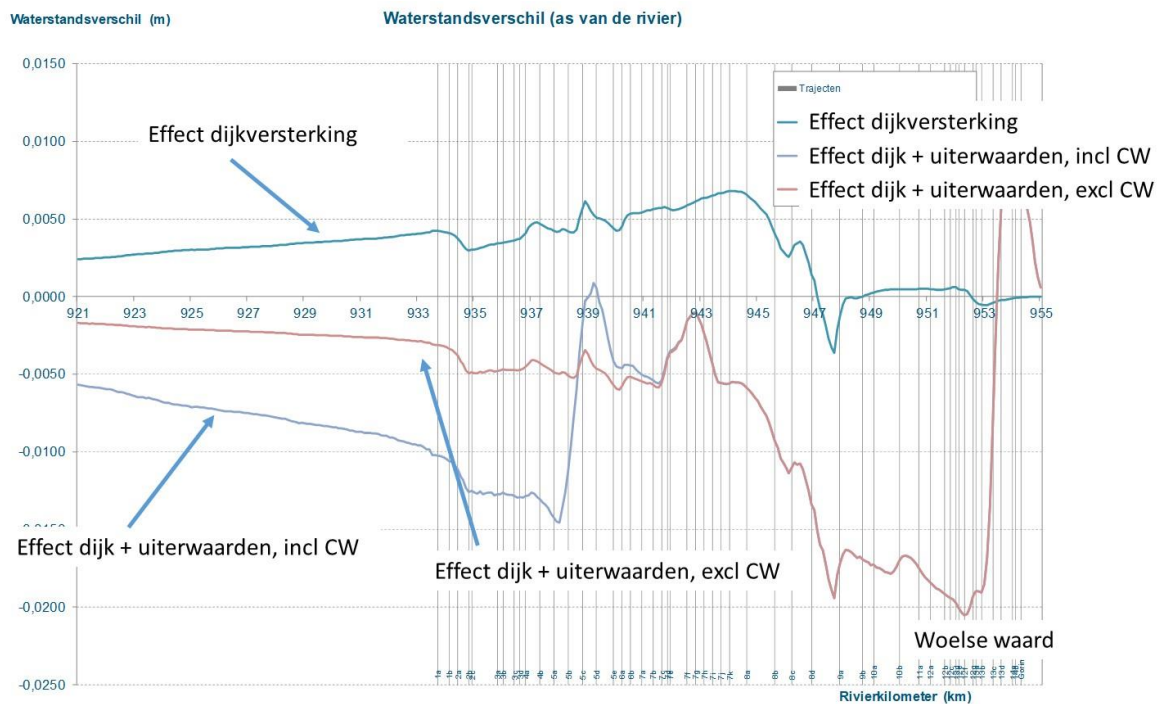
Waterstandseffect hoogwater op de as van de rivier

Voor het effect tijdens hoogwater op de as van de rivier wordt verwezen naar de gecombineerde effecten van dijkversterking en uiterwaardmaatregelen.

In onderstaande figuur zijn 3 waterstandlijnen weergegeven voor het traject van Gorinchem tot ver bovenstrooms van Waardenburg (Waardenburg ligt nabij rivierkilometer 933).

1. Effect van het DO van de dijkversterking, dit geeft een opstuwend effect van circa 0,5 cm over een groot deel van het traject van de dijkversterking.
2. Effect van het DO van de Dijkversterking gecombineerd met de herinrichting van de Woelse Waard, het Heuff terrein en de Herwijjnense Bovenwaard. Hieruit volgt dat er per saldo een verlaging van de waterstanden optreedt over het gehele traject. Bij de bovenstroomse grens bij Waardenburg is deze verlaging nog ca 3 mm.
3. Effect van het DO van de Dijkversterking gecombineerd met de herinrichting van de Woelse Waard, het Heuff terrein en de Herwijjnense Bovenwaard en de Crobsche Waard. Met deze

combinatie van maatregelen wordt ook voorzien in riviercompensatie voor de dijkversterking Tiel-Waardenburg. Hierdoor nemen de waterstanden bovenstrooms van de Crobsche Waard af, op de grens van het projectgebied is de daling circa 1 cm.



Bij deze berekeningen is uitgegaan van de interventieniveaus. Uit de figuur volgt dat er over het gehele traject een daling van de waterstanden op de rivieras optreedt. Alleen benedenstrooms van de Woelse Waard ontstaat een lokale opstuwingspiek.

Overige effecten

Door de hoge en beschutte ligging van het Heuff terrein zijn er geen andere effecten op het riviersysteem.

