



Herinrichting Gendtse waard

Hydraulische beoordeling ten behoeve
van vergunningsaanvraag Waterwet

Datum 11 maart 2019
Status Definitief, versie 1.0
Project P0085.7

	Naam	Paraaf	Datum
Auteur	Drs. R.C. Agtersloot		11-03-2019
Reviewer	Ir. H. Bouwmeester Dhr. M. Smits		
Vrijgave	Dhr. H. Hooijer		

Inhoud

1	Achtergrond.....	2
1.1	Inleiding.....	2
1.2	Doel	3
1.3	Uitgangspunten en randvoorwaarden.....	3
1.4	Leeswijzer	3
1.5	Legenda's bij figuren.....	4
2	De basisgegevens en referentie <i>gendt_ref</i>.....	5
2.1	Rivierkundig beoordelingskader	5
2.2	De Baseline-schematisatie <i>rijn_beno15_5-v2</i>	6
2.3	Referentiesituatie <i>gendt_ref</i> , WAQUA-modellen	7
2.4	Simulaties met het WAQUA-model <i>gendt_ref</i> , Splitsingspuntenmodel	8
2.5	Simulaties met het WAQUA-model <i>gendt_ref</i> , Waal-model	9
3	Ontwerp herinrichting Gendtse waard.....	10
3.1.1	Ontwerpproces en uitgangspunten variant 'natuur plus', <i>gendt_b1</i>	10
3.1.2	Variant 'natuur plus' <i>gendt_b1</i> , Baseline-schematisatie	11
3.1.3	WAQUA-modellering herinrichting Gendtse waard, <i>gendt_b1</i>	15
4	Rivierkundige effecten, variant 'natuur plus'	16
4.1	Hoogwaterveiligheid	16
4.1.1	Effecten bij MHW in de as van de rivier	16
4.1.2	Verandering in waterstand bij MHW, 2D-waterstandseffecten	16
4.1.3	Verandering in afvoerverdeling bij MHW.....	18
4.1.4	Verandering in afvoerverdeling bij hoge Boven-Rijn afvoer	18
4.1.5	Ijsafvoer	18
4.2	Hinder of schade door rivierkundige effecten	18
4.2.1	Inundatiefrequentie van de uiterwaard	18
4.2.2	Stroombeeld in de uiterwaard	19
4.2.3	Stroombeeld in de vaarweg	21
4.2.4	Verandering in afvoerverdeling.....	24
4.2.5	Afvoerverdeling bij lage rivierafvoer (OLR)	24
4.2.6	Ottrekking water uit zomerbed	24
4.3	Morfologische effecten.....	24
4.3.1	Sedimentatie en erosie van het zomerbed	24
4.3.2	Sedimentatie en erosie van de uiterwaard en nevengeulen.....	26
5	Samenvatting beoordeling conform RBK4.0.....	28
6	Conclusies.....	29
7	Referenties.....	30

Figuren

Figuur 1-1 Luchtfoto Gendtse waard	2
Figuur 1-2 Legenda's bij figuren: bodemhoogte en ecotopen	4
Figuur 2-1 Baseline-schematisatie <i>gendt_ref</i> , hoogtemodel	7
Figuur 2-2 Baseline-schematisatie <i>gendt_ref</i> , ecotopen	8
Figuur 3-1 Variant 'natuur plus' (BWZ, januari 2019)	11
Figuur 3-2 Variant 'natuur plus' <i>gendt_b1</i> , hoogtemodel	12
Figuur 3-3 Variant 'natuur plus' <i>gendt_b1</i> , natuurbeeld	13
Figuur 3-4 Vergelijking referentiesituatie <i>gendt_ref</i> met variant 'natuur plus' / <i>gendt_b1</i>	14
Figuur 3-5 Vergelijking WAQUA-modellen <i>gendt_b1</i> met <i>gendt_ref</i>	15
Figuur 4-1 Waterstandseffect <i>gendt_b1</i> in de as van de rivier, MHW-situatie	16
Figuur 4-2 2D-waterstandseffect <i>gendt_b1</i> , MHW-situatie	17
Figuur 4-3 2D-stroomsnelheidseffecten (m/s), $Q = 8.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Lobith), variant <i>gendt_b1</i>	19
Figuur 4-4 2D-stroomsnelheidseffecten (m/s), $Q = 10.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Lobith), variant <i>gendt_b1</i>	20
Figuur 4-5 2D-stroomsnelheidseffecten (m/s), $Q = 16.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Lobith), variant <i>gendt_b1</i>	21
Figuur 4-6 Detaillering 2D-stroomsnelheidseffecten (m/s), $Q = 16.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Lobith), variant <i>gendt_b1</i>	22
Figuur 4-7 Dwarsstroming (m/s) langs de noordelijke rand van de vaarweg, $Q = 4.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Lobith), <i>gendt_b1</i>	22
Figuur 4-8 Dwarsstroming (m/s) langs de noordelijke rand van de vaarweg, $Q = 6.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Lobith), <i>gendt_b1</i>	23
Figuur 4-9 Dwarsstroming (m/s) langs de noordelijke rand van de vaarweg, $Q = 8.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Lobith), <i>gendt_b1</i>	23
Figuur 4-10 Morfologische effecten <i>gendt_b1</i> , veranderingen (m) na laagwater periode	25
Figuur 4-11 Morfologische effecten <i>gendt_b1</i> , jaargemiddelde veranderingen (m)	25
Figuur 4-12 Morfologische effecten <i>gendt_b1</i> , veranderingen (m) na hoogwater periode	26
Figuur 4-13 Stroomsnelheid (m/s) <i>gendt_b1</i> , afvoer $8.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Lobith)	27
Figuur 4-14 Stroomsnelheid (m/s) <i>gendt_b1</i> , afvoer $10.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Lobith)	27

1 Achtergrond

1.1 Inleiding

De Gendtse waard is een uiterwaard op de noordelijke oever van de Waal direct benedenstrooms van de Pannerdensche Kop, het splitsingspunt tussen de Waal en het Pannerdensch Kanaal. Figuur 1-1 laat een luchtfoto van de Gendtse waard zien.



Figuur 1-1 Luchtfoto Gendtse waard

K3Delta is verantwoordelijk voor het maken van een herinrichtingsplan voor de Gendtse waard. Ten behoeve van de herinrichting is in 2019 een Milieu Effect Rapportage (MER) gemaakt waarin verschillende alternatieven voor de herinrichting zijn onderzocht. De conclusie van het MER was dat de variant 'natuur-plus' het meest optimaal was. Deze variant is vervolgens verder uitgewerkt en geoptimaliseerd op basis van het MER-onderzoek. Eén van de aspecten die na afloop van het MER is geoptimaliseerd betreft de hydraulische en morfologische effecten van de herinrichting. In overleg met Rijkswaterstaat Oost-Nederland (RWS ON) is gezocht naar een variant waarbij de combinatie van waterstandseffecten en morfologische veranderingen een zo min mogelijke hinder zouden veroorzaken. Dit heeft uiteindelijk geresulteerd in een ontwerp waarbij zoveel mogelijk aan de bovenstaande uitgangspunten is tegemoet gekomen zonder dat daarbij de oorspronkelijke uitgangspunten van het project (delfstoffenwinning, natuurontwikkeling, uitbreiding terrein steenfabriek en verhoging toegangsweg) verloren zijn gegaan.

Voorliggend rapport beschrijft de hydraulische en morfologische resultaten van het uiteindelijke ontwerp. Hierbij wordt getoetst aan de rivierkundige eisen conform het Rivierkundige Beoordelingskader, versie 4.0 (RBK4.0, Rijkswaterstaat, 2017).

1.2 Doel

De inhoudelijke doelstelling van dit project is het in beeld brengen van de rivierkundige en morfologische effecten van de herinrichting van de Gendtse waard. Hiervoor is een rivierkundig model gemaakt wat voldoet aan de eisen van Rijkswaterstaat Oost-Nederland (RWS-ON). Het ontwerp van de herinrichting van de Gendtse Waard is toegeleverd door K3Delta.

1.3 Uitgangspunten en randvoorwaarden

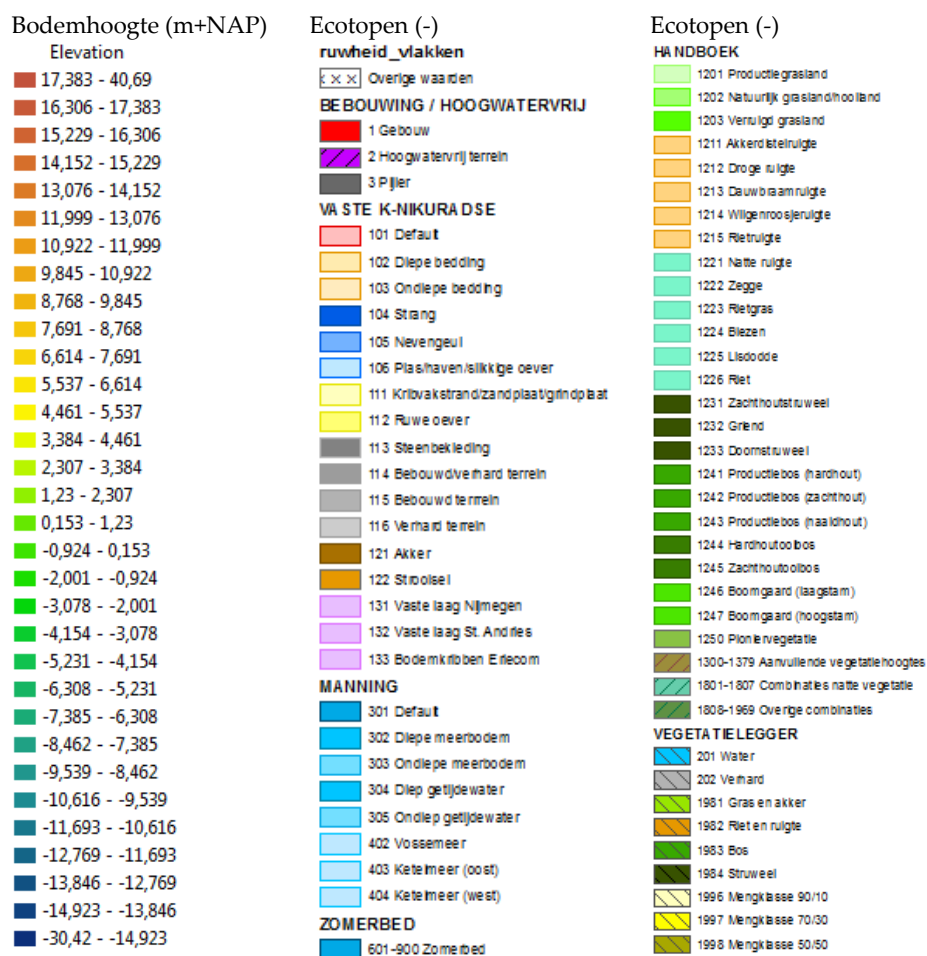
Na overleg met RWS-ON zijn de volgende uitgangspunten en randvoorwaarden gedefinieerd (zie Bijlage 1):

- 1) De werkzaamheden worden uitgevoerd conform RBK4.0 (Rijkswaterstaat, 2017);
- 2) De basisschematisatie is BenO15_5-v2;
- 3) In de referentiesituatie moeten de vergunningen en actualisaties worden opgenomen zoals aangegeven door RWS-ON;
- 4) De te gebruiken WAQUA-deelmodellen zijn de Waal met de rekenrooster `rijn20m_waal_5-v6.rgf` en het Splitsingspunt met rekenrooster `rijn20m_splp_5-v6.rgf`;
- 5) De simulaties worden uitgevoerd met afvoeren bij Lobith van 600, 1.020, 2.000, 4.000, 6.000, 8.000, 10.000, 16.000 en 18.000 m³/s.

1.4 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt een beschrijving gegeven van de gebruikte basisgegevens (rekenrooster, randvoorwaarden, WAQUA-versie etc.) en de actualisatie met de maatregelen zoals toegeleverd door RWS-ON. Het ontwerp van de herinrichting van de Gendtse Waard wordt beschreven in Hoofdstuk 3. De beoordeling conform RBK4.0 is vervolgens opgenomen in Hoofdstuk 4, Hoofdstuk **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** beschrijft de conclusies van het rivierkundig onderzoek.

1.5 Legenda's bij figuren



Figuur 1-2 Legenda's bij figuren: bodemhoogte en ecotopen

2 De basisgegevens en referentie *gendt_ref*

2.1 Rivierkundig beoordelingskader

De hydraulische beoordeling is uitgevoerd conform RBK4.0 zoals voorgeschreven door RWS-ON. Naast de algemene vereisten zoals opgenomen in het RBK4.0 zijn specifiek voor dit project door RWS-ON randvoorwaarden en uitgangspunten aangegeven. Deze zijn opgenomen in Bijlage 1.

Voor de beoordeling van de rivierkundige aspecten wordt gebruik gemaakt van Tabel 5 uit RBK4.0. Deze tabel is overgenomen in Tabel 2-1 hieronder. De genoemde secties in deze tabel komen overeen met de subparagrafen van dit hoofdstuk.

Tabel 2-1 Rivierkundige beoordelingsaspecten en -criteria in de Waal

	§	Rivierkundig beoordelings-aspect	Beoordelingscriterium	Toe-lichting	Beoorde-laar
Hoogwaterveiligheid	1.1	Maatregel in stroomvoerend deel rivier: Maatgevende Hoogwaterstand (MHW) op de as van de rivier Maatregel in bergend deel rivier: Volume waterberging	Stroomvoerend: geen waterstandverhoging ^{a)} op de as van de rivier bij een Boven-Rijn afvoer van bij 16.000 m ³ /s. Voor overgangsgebieden gelden andere maatgevende condities Bergend: geen vermindering bergend volume	1.1 R1+R2 R3+R10 1.1	RWS-ON
	1.2	Maatgevende Hoogwaterstand (MHW) buiten de as van de rivier	Geen waterstandverhoging langs de primaire kering of hoge grondenlijn bij een Boven-Rijn afvoer van 16.000 m ³ /s. Voor overgangsgebieden gelden andere maatgevende condities	1.2 R1+R2 R3+R10	RWS-ON (in overleg met de waterkering-beheerder)
	1.3	Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij maatgevende Boven-Rijn afvoer	Verandering afvoerverdeling bij de splitsingspunten dient kleiner te zijn dan 5 m ³ /s bij Boven-Rijn afvoer van 16.000 m ³ /s	1.3 R3+R4	RWS-ON
	1.4	Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij hoge Boven-Rijn afvoer	Verandering afvoerverdeling bij de splitsingspunten dient kleiner te zijn dan 20 m ³ /s bij Boven-Rijn afvoer van 10.000 m ³ /s	1.4 R3+R4	RWS-ON
	1.5	IJsafvoer	Een goede geleiding van water en ijs dient gewaarborgd te blijven	1.5	RWS-ON
Hinder of schade door hydraulische effecten	2.1	Inundatiefrequentie van de uiterwaard	De mate van verandering van de inundatiefrequentie van een of meerdere uiterwaarden. Kies daarvoor een of meerdere afvoeren die dit aspect inzichtelijk maken ^{b)} .	2.1 R5	RWS-ON (eventueel in overleg met de terrein-eigenaren)
	2.2	Stroombeeld in de uiterwaard	De mate van verandering van de grootte en richting stroomsnelheden in een of meerdere uiterwaarden bij de voor de lokale situatie representatieve omstandigheden.	2.2 R5	RWS-ON (eventueel in overleg met de terrein-eigenaren)
	2.3	Stroombeeld in vaarweg	De ingreep mag niet resulteren in een absolute dwarsstroming in de vaarweg groter dan 0,3 m/s bij een geconcentreerde dwarsstroming met een debiet kleiner dan 50 m ³ /s; De ingreep mag niet resulteren in een absolute dwarsstroming in de vaarweg groter dan 0,15 m/s bij een geconcentreerde dwarsstroming met een debiet groter dan 50 m ³ /s. Of het moet aantoonbaar zijn dat de toename padbreedte schip t.g.v. dwarsstroom kleiner is dan ½B; Bij hoge tot extreme Boven-Rijn afvoeren is dit beoordelingscriterium niet van toepassing.	2.3 R6	RWS-ON

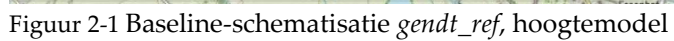
Morfologische effecten	2.4	Afvoerverdeling bij Pannerdensch Kop en IJsselkop bij hoge Boven-Rijn afvoer	Verandering afvoerverdeling bij Boven-Rijn afvoer van 10.000 m ³ /s. Voor dit aspect is er geen beoordelingscriterium.	2.4 R7	RWS-ON
	2.5	Afvoerverdeling bij Pannerdensch Kop en IJsselkop bij een lage Boven-Rijn afvoeren	Verandering afvoerverdeling mag niet groter zijn dan 1 m ³ /s bij Boven-Rijn afvoer van 1020 m ³ /s (OLA) ^{d)}	2.5 R8	RWS-ON
	2.8	Onttrekking water uit zomerbed Rijntakken	Geen ongewenste afname van de waterdiepte t.g.v. de onttrekking van water uit het zomerbed bij lage en mediane Boven-Rijn afvoeren	2.8	RWS-ON
	3.1	Sedimentatie en erosie van het zomerbed (+ oevers) 1. door ingrepen zomerbed 2. door ingrepen winterbed	Bij erosie: -geen verlaging gemiddelde bodemligging zomerbed ^{d)} ; -geen erosie van het zomerbed in de directe nabijheid van primaire waterkeringen; -geen oevererosie ^{d)} ; -Beperkte ontgronding bij constructies per hoogwater; -geen erosie ter hoogte van kabels, leidingen en tunnels met een te kleine gronddekking; Bij sedimentatie: - geen sedimentatie in de vaargeul conform BPRW; -geen vermindering vaargeulafmetingen bij lage tot gemiddelde rivierafvoeren ^{e)} ; -geen verhoging van de maatgevende waterstanden op lange termijn; Generiek: -beperkte hinder door baggeren en/of terugstorten; behouden vlotheid en veiligheid scheepvaartverkeer; -geen onacceptabele terugschrijdende erosie of sedimentatie i.v.m. risico verandering afvoerverdeling bij maatgevende Boven-Rijn afvoer of OLA;	3.1 R9+R11	RWS-ON (eventueel in overleg met de waterkering-beheerder)
	3.2	Sedimentatie en erosie van uiterwaard en nevengeulen: 1. sedimentatie winterbed 2. erosie winterbed	Bij sedimentatie: - Acceptabele beheerskosten ^{f)} voor baggeren nevengeulen; Bij erosie: -geen zijdelingse verplaatsing van een nevengeul richting een primaire waterkering. Nevengeul moet op voldoende afstand blijven van de primaire waterkering, buiten de beschermingszone van de primaire kering. De beschermingszones worden bepaald door de keringbeheerders; - geen zijdelingse verplaatsing van een nevengeul richting het zomerbed van de rivier, waardoor er kans bestaat dat de nevengeul een kortsluiting veroorzaakt met het zomerbed; - stroomsnelheid in een zandige nevengeul bij bankfull afvoer moet kleiner blijven dan 0,3 m/s ^{g)} ; - geen bodemerosie langs primaire waterkering; - stabiliteit van belangrijke constructies in de uiterwaard mag niet verminderen;	3.2 R12	RWS-ON (eventueel in overleg met de waterkering-beheerder en/of terrein-eigenaren)

De hydraulische beoordeling van de verschillende varianten van herinrichting wordt uitgevoerd conform het RKB4.0. Voor een eenvoudige vergelijking van de eisen van het RBK met de resultaten van de beoordeling wordt dezelfde volgorde en nummering aangehouden als in het RBK. De beoordeling van de veranderingen in de afvoerverdeling (aspecten 1.3, 1.4 en 2.4) is bepaald met het Splitsingspunten-model van de Rijntakken. Alle andere aspecten zijn beoordeeld met het Waal-model van de Rijntakken.

De Gendtse waard ligt ter hoogte van rkm 872 – 877 van de Waal.

2.2 De Baseline-schematisatie rij_n_beno15_5-v2

Voor de hydraulische beoordeling is door RWS-ON een basismodel beschikbaar gesteld, zie Bijlage 1. Het model rij_n_beno15_5-v2 beschrijft de toekomstige situatie na uitvoering van Ruimte voor de Rivier en vergunningen. Voor een goede weergave van het projectgebied zijn door RWS-ON in totaal 15 maatregelen beschikbaar gesteld. Deze 15 maatregelen zijn opgenomen in het basismodel en hiermee is de referentiesituatie gemaakt, *gendt_ref*.

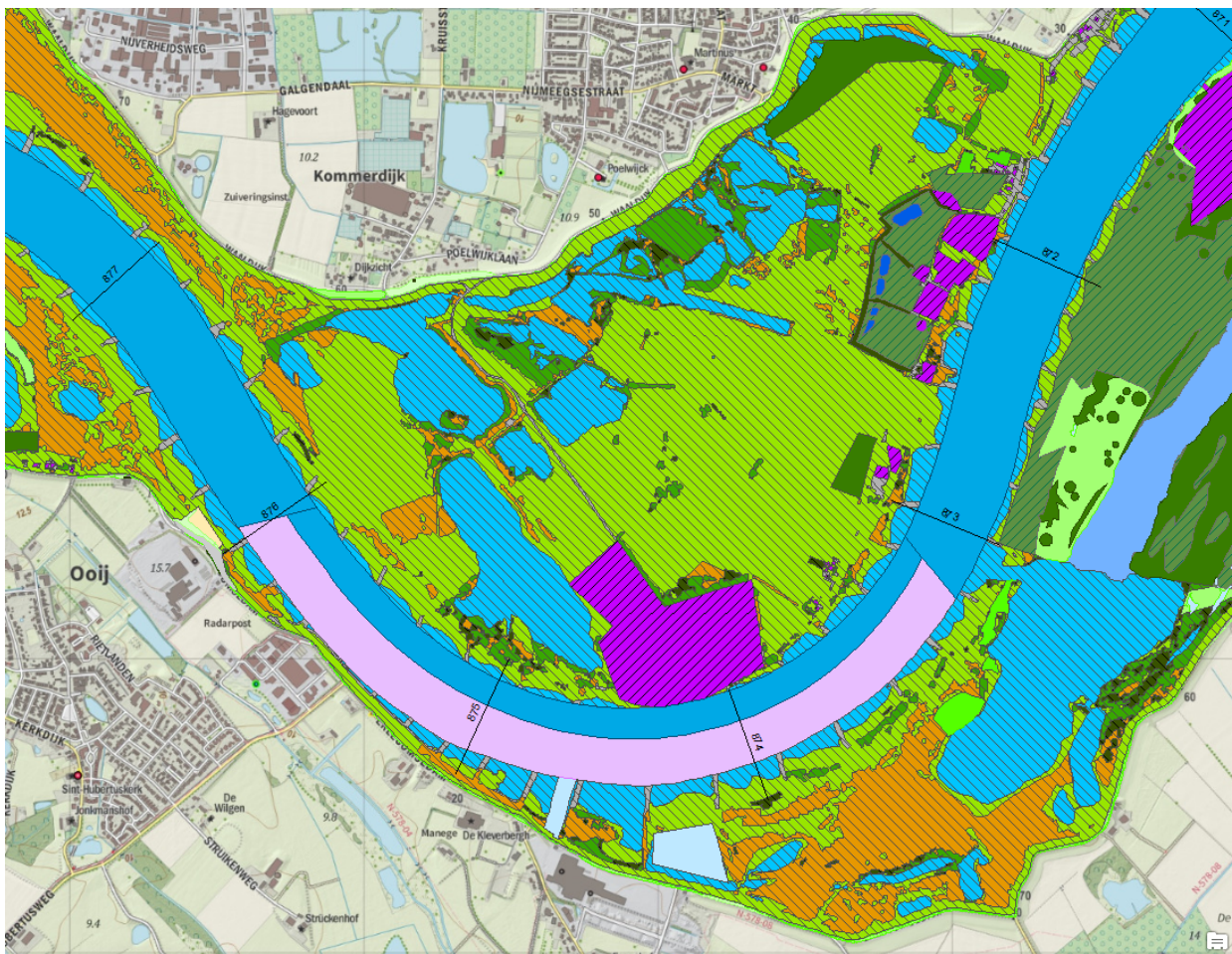


De Baseline-schematisatie *gendt_ref* is met behulp van Baswaq omgezet naar een WAQUA-model. Voor dit project zijn twee WAQUA-modellen gemaakt; één voor het Splittingspunten-model en één voor het Waal-model. De gebruikte WAQUA-roosters zijn respectievelijk *rijn20m_splp_5-v6.rgf* en *rijn20m_waal_5-v6.rgf*. De numerieke instellingen van de WAQUA-modellen zijn niet gewijzigd.

2.4 Simulaties met het WAQUA-model *gendt_ref*, Splitsingspuntenmodel

Met het Splitsingspunten-model worden simulaties uitgevoerd om de (veranderingen in) afvoerverdeling in beeld te brengen. Dit laatste is van belang vanwege de nabijheid van het splitsingspunt Pannerdensche Kop. Een verandering in de waterstand op dit punt kan de afvoerverdeling beïnvloeden. Binnen RBK4.0 is gesteld dat een ingreep maximaal 1 m³/s invloed mag hebben op de afvoerverdeling bij 1.020 m³/s (Overeengekomen Lage Rivierafvoer, OLR), een invloed van 20 m³/s op de afvoerverdeling bij 10.000 m³/s (hoge Rijn afvoer) en 5 m³/s bij 16.000 m³/s (MHW).

Met dit referentiemodel zijn simulaties uitgevoerd met een vaste afvoer van 1.020, 10.000 en 16.000 m³/s bij Lobith in combinatie met een vrije afvoerverdeling.



Figuur 2-2 Baseline-schematisatie *gendt_ref*, ecotopen

Tabel 2-2 Afvoerverdeling *gendt_ref*, 1.020, 10.000 en 16.000 m³/s Lobith

Rijntak	Afvoer (m ³ /s)	Afvoer (m ³ /s)	Afvoer (m ³ /s)
Boven-Rijn	1.020	10.000	16.000
Waal	799	6.502	10.155
Pannerdensche Kanaal	221	3.498	5.845
Nederrijn / Lek	28	2.074	3.342
IJssel	193	1.427	2.509

De effecten van de varianten van ingrepen in de Gendtse waard op de afvoerverdeling zullen worden vergeleken met de afvoerverdeling zoals opgenomen in Tabel 2-2.

2.5 Simulaties met het WAQUA-model *gendt_ref*, Waal-model

Met het Waal-model zijn de overige hydraulische aspecten (waterstanden, stroombeelden etc.) beoordeeld. Hiertoe zijn simulaties uitgevoerd bij afvoeren die variëren tussen 600 m³/s (extreem laagwater) en 18.000 m³/s (extreem hoogwater) bij Lobith. Deze simulaties zijn uitgevoerd met een opgelegde afvoerverdeling conform Tabel 2-3.

Tabel 2-3 Afvoerverdeling *gendt_ref*, Waal-model

Rijntak Afvoer Lobith (m ³ /s)	Waal	Pannerdensch Kanaal	Nederrijn / Lek	IJssel
600	481	119	3	116
1.020	799	221	28	193
2.000	1.455	545	237	309
4.000	2.779	1.221	704	518
6.000	4.114	1.885	1.074	814
8.000	5.418	2.582	1.500	1.086
10.000	6.506	3.494	2.066	1.432
16.000	10.165	5.835	3.322	2.518
18.000	11.717	6.282	3.380	2.907

3 Ontwerp herinrichting Gendtse waard

Het ontwerp van de herinrichting van de Gendtse waard is gebaseerd op de variant 'natuur-plus' zoals beschreven in het MER Gendtse Waard. In opdracht van K3Delta is door Meet BV een model gemaakt van de eindsituatie van de Gendtse waard voor zowel de toekomstige maaiveldhoogte als de verwachte natuurontwikkeling.

3.1.1 Ontwerpproces en uitgangspunten variant 'natuur plus', *gendt_b1*

Met deze variant wordt vooral ruimte geboden aan dynamische riviernatuur. Concreet betekent dit dat rivierduinvorming wordt gestimuleerd, van waardevolle plassen en geulen worden verbonden en uitgegraven en dat agrarische percelen worden omgevormd tot wateren met interessante oevers en watervegetatie. Dit alles resulteert in een zonering met zowel laag als hoog dynamische natuur. Om dit mogelijk te maken wordt circa 34 hectare nieuw wateroppervlak gerealiseerd door het winnen van zand en grind. Het winnen van delfstoffen zorgt voor de financiële middelen om de herinrichting van de Gendtse waard te financieren.

Naast ruimte voor dynamische riviernatuur zijn het vergroten van de recreatieve waarden van de uiterwaard en het behouden en versterken van het cultuurhistorisch landschap belangrijke uitgangspunten. Ook de nieuwe vormgeving van het hoogwatervrije bedrijfsterrein van de steenfabriek is onderdeel van de herinrichting van de Gendtse waard. Hierbij wordt een deel van de hoogwatervrije vergunning die aan de noordzijde van het terrein aanwezig is (zie het paarse vlak van het fabrieksterrein in Figuur 2-2) opgeheven en ingewisseld voor een vergroting van het hoogwatervrije vlak ten oosten van het fabrieksterrein. Het totale areaal van het fabrieksterrein zal niet groter worden.

In deze zogenaamde 'plus-variant' van de variant 'natuur' worden de agrarische gronden in het oosten van het plangebied bij de natuurontwikkeling betrokken. Om deze agrarische gronden om te vormen naar natuur wordt ook daar beperkt ontgrond. De ligging van het water is gebaseerd op de plekken waar het water bij hoogwater het hardste stroomt: de stroombaan. Navolgende afbeelding geeft een globaal inrichtingsplan van deze variant weer. In Bijlage 2 is de technische tekening van deze variant opgenomen.

De voorliggende variant 'natuur plus' komt voor een zeer groot deel overeen met het gelijknamige MER-ontwerp *gendt_a11*. Ten opzichte van het MER-ontwerp 'natuur plus' zijn de wijzigingen:

- Geen zandwinning in het Vossegat;
- Dempden deel noordwestelijke plas in de polder;
- Verbinding met de Waal middels een kokerduiker ipv een geul;
- Aanleg zandige plaat in Vossegat;
- Laadlocatie aan de Waal (aanmeerlocatie met palen);
- Toegangsweg naar fabriek komt op 13 m+NAP te liggen en vervult tevens functie van zomerkade;
- Grotere plas ten oosten van toegangsweg met langere vingers naar het oosten;
- Inpassen extra eiland nabij te graven vingers;
- Rivierkundige compensatie direct benedenstrooms van de steenfabriek.

De huidige laad- en loslocatie van de steenfabriek blijft gehandhaafd; er komen een zestal aanmeerpalen voor schepen.



Figuur 3-1 Variant 'natuur plus' (BWZ, januari 2019)

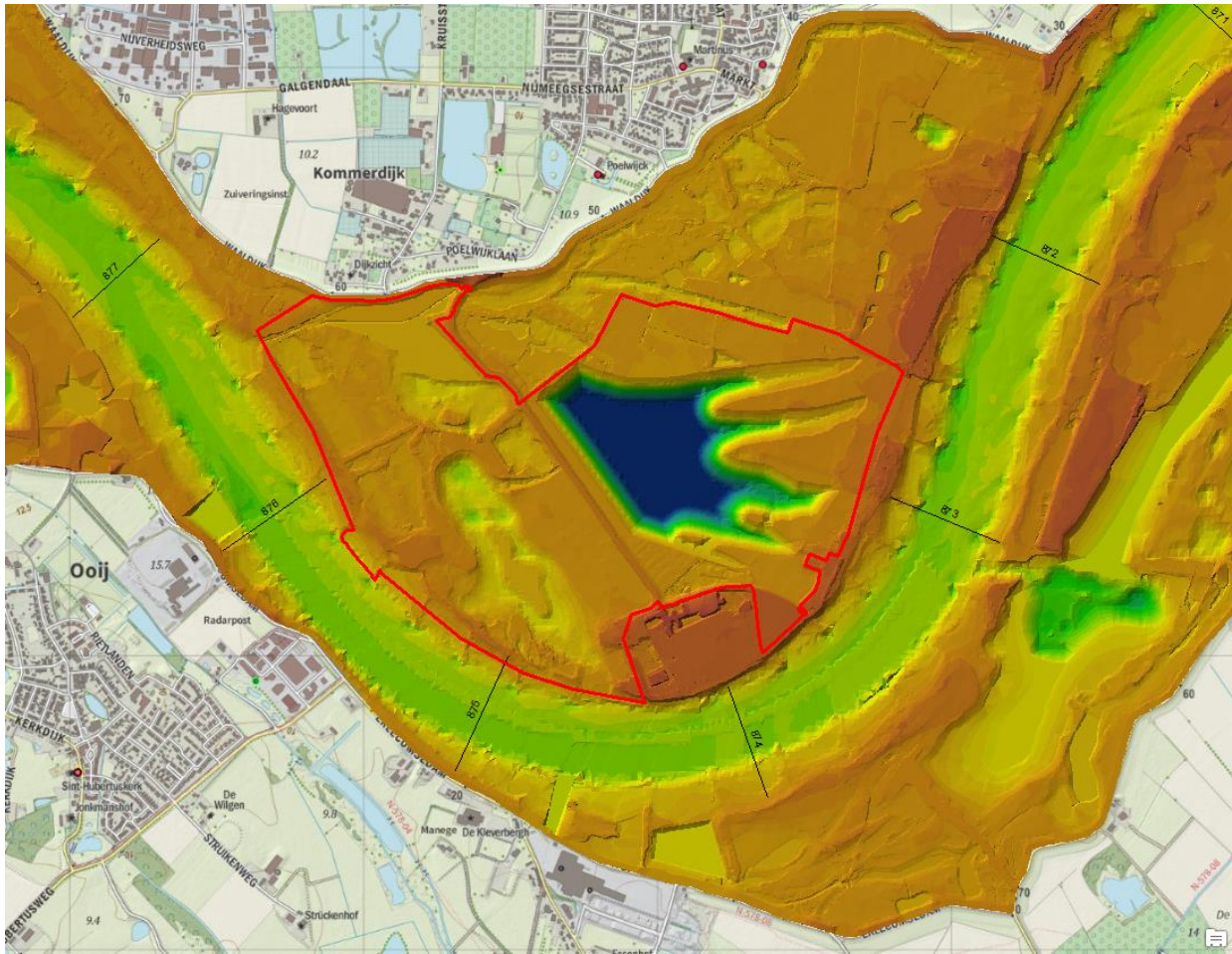
De grootste hydraulische effecten worden veroorzaakt door de veranderingen op de rechteroever van de Waal en slechts in beperkte mate door de aanpassingen midden in het plangebied. Doordat er geen open verbinding meer is tussen het Vossegat en de Waal nemen de morfologische effecten aanzienlijk af.

Een verdere beperking van de morfologische effecten is bereikt door de huidige oeverwallen benedenstrooms van de steenfabriek sterker aan te zetten. Direct benedenstrooms van de steenfabriek wordt een deel van de oever vergraven; de oeverwal zelf wordt verhoogd tot circa 12,7 m+NAP. Verder benedenstrooms wordt de oeverwal verhoogd tot circa 12,1 m+NAP. Dit resulteert erin dat bij een afvoer van 6.000 m³/s een deel van de oever droog blijft waardoor er minder water richting het Vossegat stroomt en dus meer water beschikbaar blijft voor het zomerbed van de Waal.

3.1.2 Variant 'natuur plus' *gendt_b1*, Baseline-schematisatie

De volgende figuren tonen het hoogtemodel en de ecotopenkaart van de variant *gendt_b1* zoals opgenomen in het Baseline-referentiemodel. Een beschrijving van de Baseline-maatregel *gendt_b1* is opgenomen in Bijlage 3.

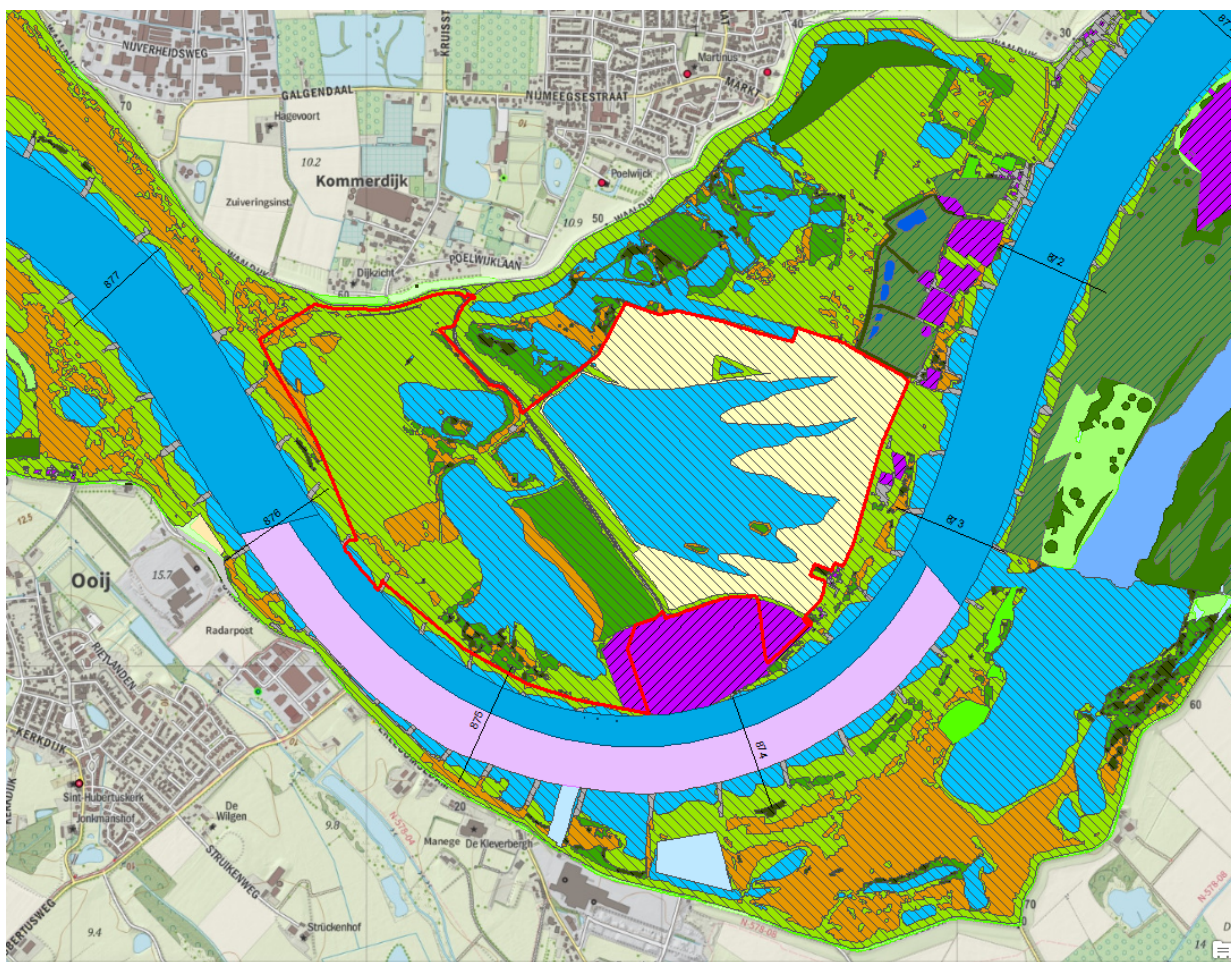
Het hoogtemodel van de variant 'natuur plus' wordt getoond in Figuur 3-2. De legenda van de bodemhoogte is opgenomen in paragraaf 1.5. De rode lijn in de figuur geeft de begrenzing van het ingreepgebied aan. Buiten deze rode lijn zijn geen wijzigingen in de bodemhoogte ten opzichte van de referentiesituatie.



Figuur 3-2 Variant 'natuur plus' *gendt_b1*, hoogtemodel

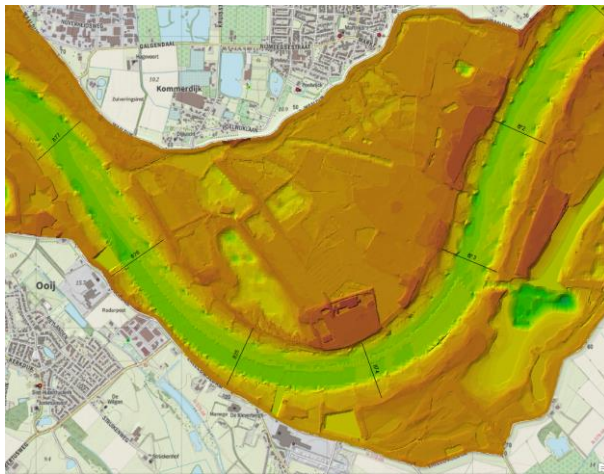
De grootste veranderingen zijn zichtbaar in de uiterwaard waar sprake is van een vergraving en natuurontwikkeling rondom de nieuwe plas. Verder heeft het hoogwatervrije terrein van de steenfabriek een andere grootte en vorm gekregen. Tenslotte is de zomerkade ten noorden van de steenfabriek samengevoegd met de toegangsweg naar de steenfabriek op een hoogte van 13 m+NAP. Direct benedenstrooms van de steenfabriek is een beperkte maaiveldverlaging opgenomen ter compensatie van de uitbreiding van het hoogwatervrije terrein aan de bovenstroomse zijde van de steenfabriek.

Het natuurbeeld van de variant 'natuur plus' wordt getoond in Figuur 3-3. De legenda van de ecotopen is opgenomen in paragraaf 1.5. De rode lijn in de figuur geeft de begrenzing van het ingreepgebied aan. Buiten deze rode lijn zijn geen wijzigingen in de ecotopen ten opzichte van de referentiesituatie.

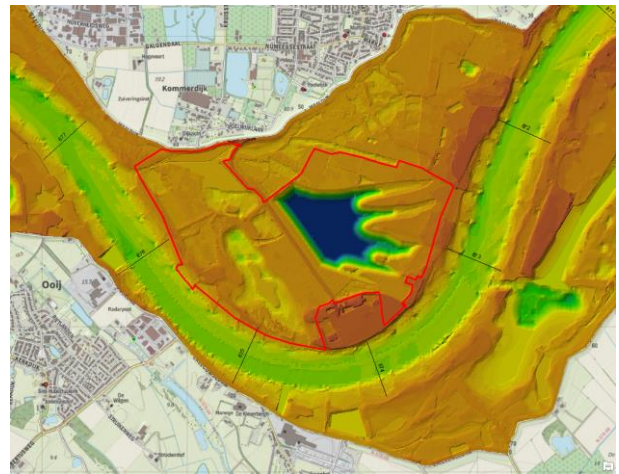


Figuur 3-3 Variant 'natuur plus' *gendt_b1*, natuurbeeld

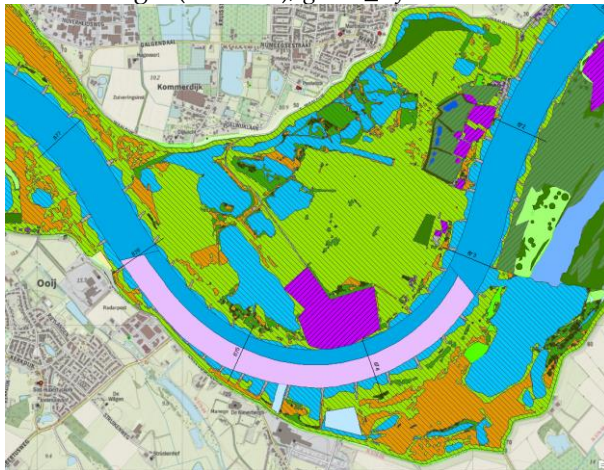
Voor een eenvoudige vergelijking tonen de volgende figuren de referentiesituatie / *gendt_ref* links en de variant 'natuur plus' / *gendt_b1* rechts.



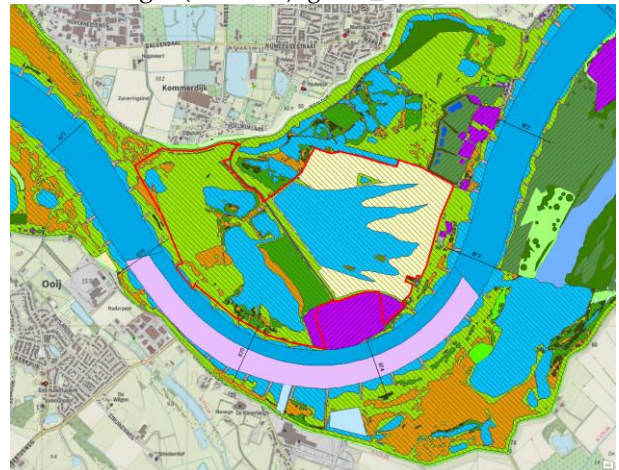
Bodemhoogte (m+NAP), *gendt_ref*



Bodemhoogte (m+NAP), *gendt_b1*



Natuurontwikkeling, *gendt_ref*



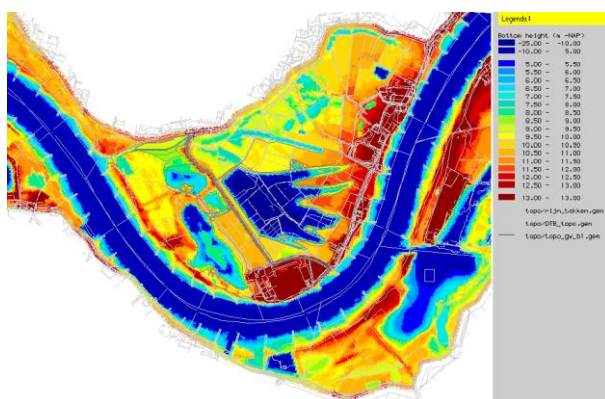
Natuurontwikkeling, *gendt_b1*

Figuur 3-4 Vergelijking referentiesituatie *gendt_ref* met variant 'natuur plus' / *gendt_b1*

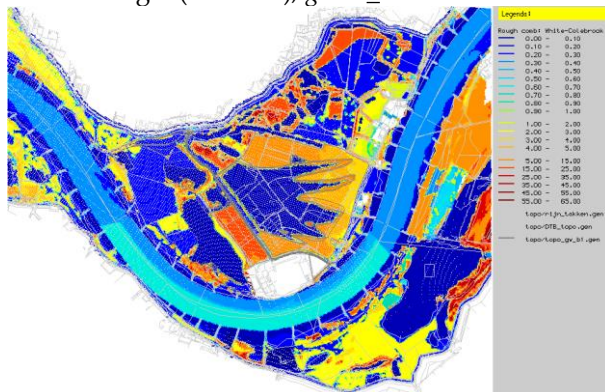
3.1.3 WAQUA-modellering herinrichting Gendtse waard, *gendt_b1*

Voor de bepaling van de hydraulische effecten moet is Baseline-ingreep (zie paragraaf 3.1.2) omgezet naar de WAQUA-modellen van de Waal en het Splitsinspunt. De uitgangspunten voor de WAQUA-modellen zijn gelijk aan de uitgangspunten van de WAQUA-modellen voor de referentiesituatie, zie paragraaf 2.3. De naamgeving van het WAQUA-model is gelijk aan de naam van de Baseline-schematisatie, dus *gendt_b1*.

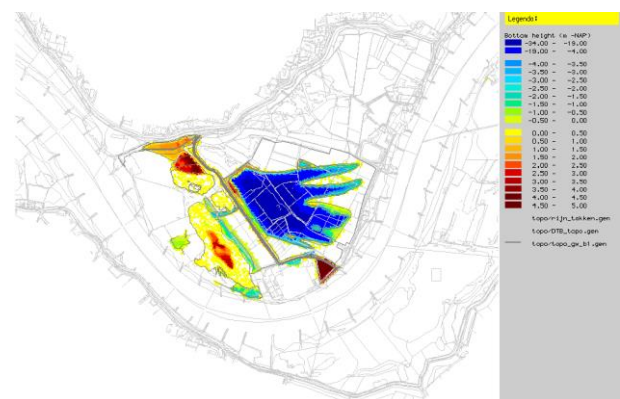
Ten opzichte van de referentiesituatie laat de variant *gendt_b1* de verwachte wijzigingen zien. Er is sprake van vergravingen in de uiterwaard en een verhoging aan de oostzijde van de steenfabriek. Ook de aanvulling tegen de bandijk aan de noordzijde van de uiterwaard is goed zichtbaar. De voorgestelde natuurontwikkeling komt terug als een aanzienlijke verhoging van de ruwheid in zowel de gebieden met 90/10 natuurontwikkeling als bij het bos.



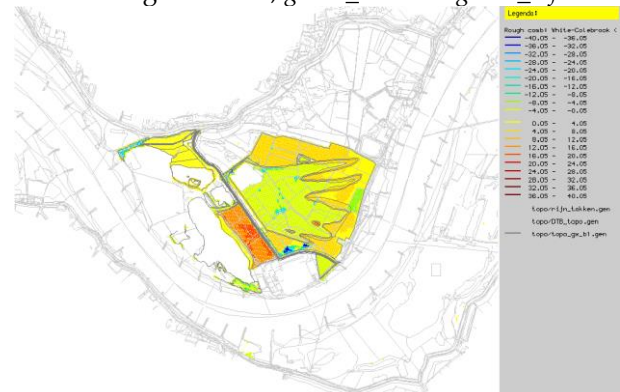
Bodemhoogte (m+NAP), *gendt_b1*



Ruwheid (Nikuradse m), *gendt_b1*



Bodemhoogteverschil, *gendt_b1* t.o.v. *gendt_ref*



Ruwheidsverschil, *gendt_b1* t.o.v. *gendt_ref*

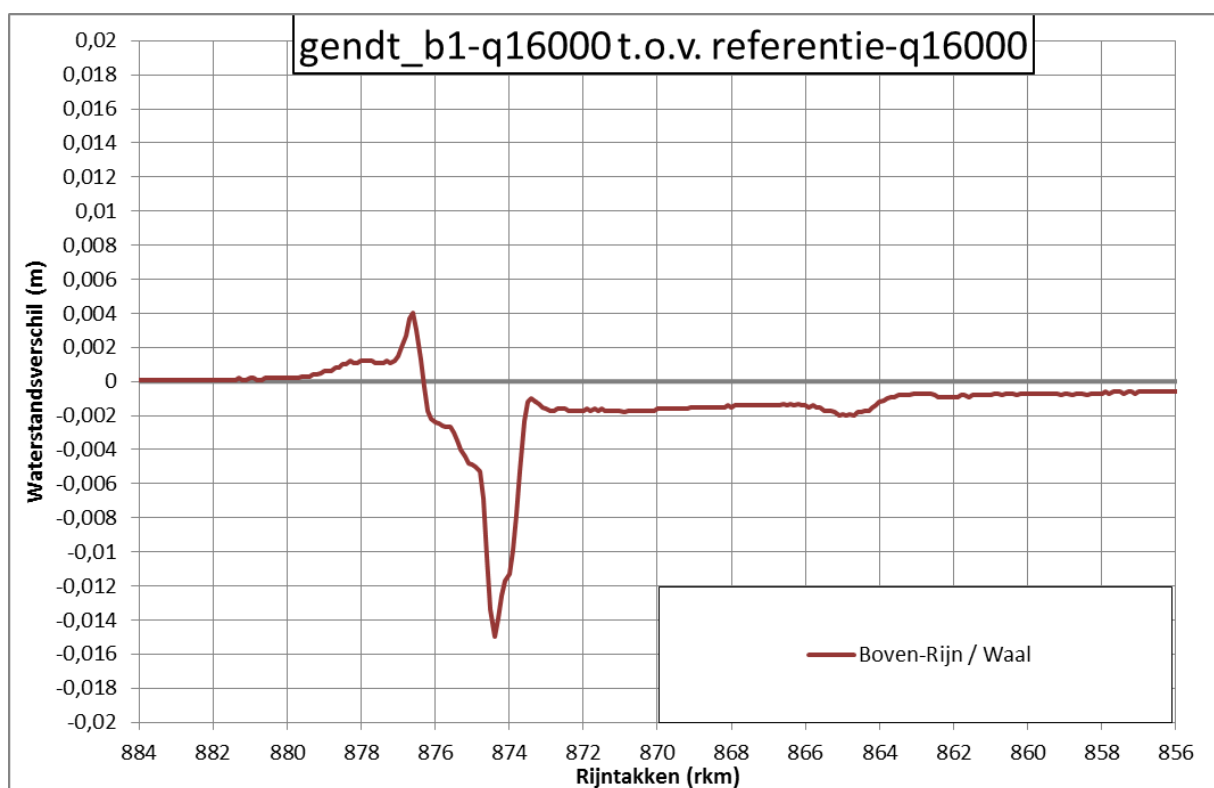
Figuur 3-5 Vergelijking WAQUA-modellen *gendt_b1* met *gendt_ref*

4 Rivierkundige effecten, variant 'natuur plus'

4.1 Hoogwaterveiligheid

4.1.1 Effecten bij MHW in de as van de rivier

Onderstaand figuur toont het waterstandseffect bij MHW (16.000 m³/s bij Lobith) van het voornemen 'natuur plus' cq. *gendt_b1* in de as van de rivier. Zichtbaar is dat er sprake is van een waterstandsverhoging van lokaal 4 mm aan de benedenstroomse zijde. Vanaf rkm 876,5 is in bovenstroomse sprake van een waterstandsverlaging die tot rkm 873 meer bedraagt dan 1 mm. Ter hoogte van het splitsingspunt Pannerdensche Kop (rkm 865) is de waterstandsverlaging nog circa 1,5 mm. De invloed van deze waterstandsverlaging op de afvoerverdeling wordt beschreven in paragraaf 0.



Figuur 4-1 Waterstandseffect *gendt_b1* in de as van de rivier, MHW-situatie

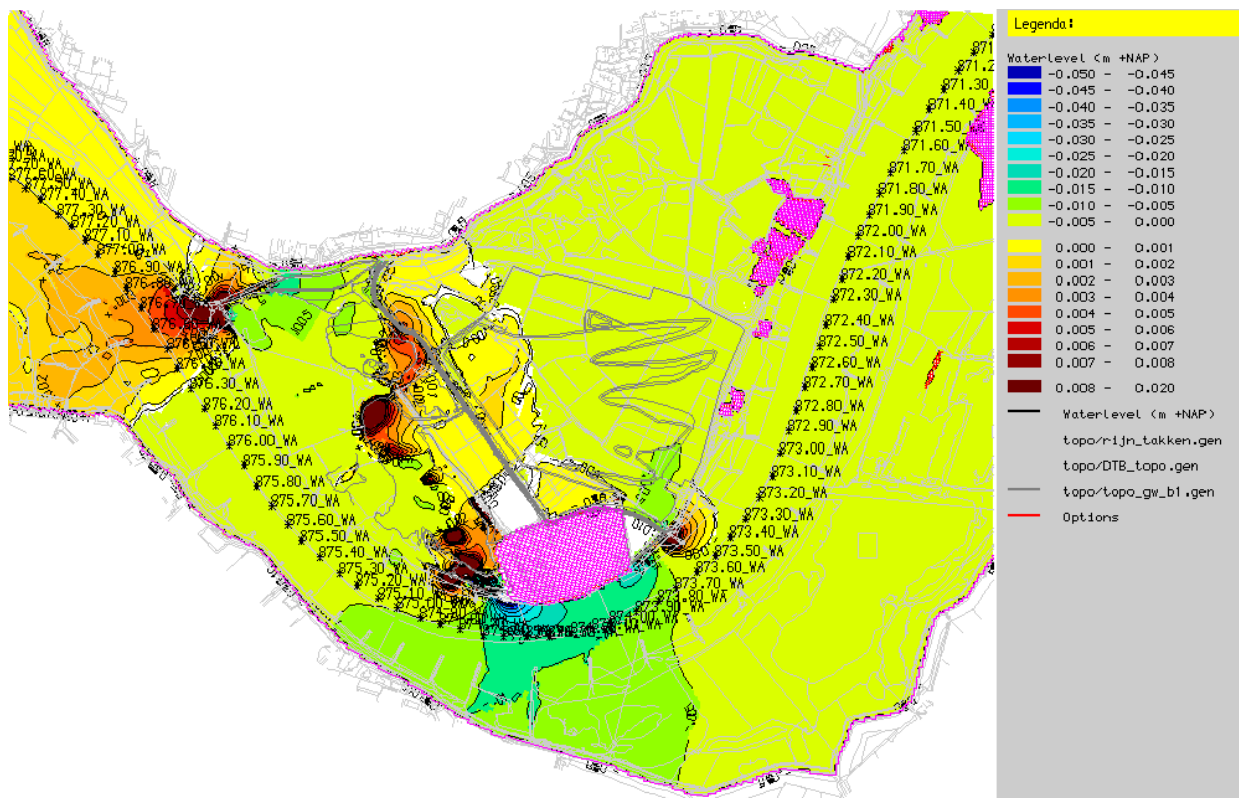
Deze waterstandsverlaging voldoet aan de eisen van het RBK4.0. De benedenstroomse piek van circa 4 mm is een 'zaagtand' die het gevolg is van de verruiming bij de steenfabriek. Het water kan nu eenvoudiger vanuit de Waal naar de Gendtse waard stromen; op de plek waar het water weer terugstroomt naar de Waal is sprake van waterstandspiek. De grootte van deze piek is in overeenstemming met de verruiming in de Gendtse waarde en de waterstandsverlaging die daar het gevolg van is.

4.1.2 Verandering in waterstand bij MHW, 2D-waterstandseffecten

Het beeld van Figuur 4-1 wordt onderschreven door het 2D-waterstandseffect zoals zichtbaar Figuur 4-2. Dit figuur laat zien dat de waterstandsverhoging maximaal is ter hoogte van de uitstroomopening van de Gendtse Waard (rkm 876,5). Vanaf de steenfabriek is zichtbaar dat er sprake is van een waterstandsverlaging die voldoende compensatie biedt voor nieuwe vormgeving van het hoogwatervrije terrein van de steenfabriek.

Over een groot gebied is sprake van lagere waterstanden langs de bandijken. De maximale verlaging langs de bandijk bedraagt 3 mm; over een traject van meer dan 10 kilometer aan weerszijden van de Waal is sprake van een waterstandsverlaging tussen de 1 en 2 mm.

Op de zuidelijke (linker) oever van de Waal is sprake van een waterstandsverhoging tussen 1 en 2 mm vanaf rkm 876,3 in benedenstroomse richting over een lengte van circa 1600 meter. Langs de noordelijke (rechter) oever van de Waal is in de uiterwaard op één locatie sprake van een waterstandsverhoging groter dan 1 mm, namelijk bij de uitstroomopening van de Gendtse waard. Hier is over een lengte van circa 130 meter sprake van een klein gebied met waterstandsverhoging. Verder is in de Gendtse waard sprake van enkele gebieden met waterstandsverhoging.



Figuur 4-2 2D-waterstandseffect gendt_b1, MHW-situatie

Deze waterstandseffecten voldoen aan de eisen van het RBK4.0. Tegenover de waterstandsverhoging (1 tot 2 mm over een lengte van circa 1,8 km) staat een waterstandsverlaging van 1 tot 2 mm over een lengte van meer dan 20 km. Verder is enkel sprake van lokale effecten in de uiterwaard zelf.

4.1.3 Verandering in afvoerverdeling bij MHW

De invloed op de afvoerverdeling bij MHW voor variant *gendt_b1* wordt getoond in Tabel 4-1.

Tabel 4-1 Afvoerverdeling bij MHW (16.000 m³/s te Lobith), variant 'natuur plus'

Rijntak	<i>gendt_ref</i> (m ³ /s)	<i>gendt_b1</i> (m ³ /s)	<i>verschil</i> (m ³ /s)
Boven-Rijn	16.000	16.000	0
Waal	10.155	10.155	0
Pannerdensch Kanaal	5.845	5.845	0
Nederrijn / Lek	3.342	3.341	-1
IJssel	2.509	2.508	-1

De verandering in de afvoerverdeling voldoet aan de eisen van het RBK4.0.

4.1.4 Verandering in afvoerverdeling bij hoge Boven-Rijn afvoer

De invloed op de afvoerverdeling bij een hoge Boven-Rijn afvoer voor variant *gendt_b1* wordt getoond in Tabel 4-2.

Tabel 4-2 Afvoerverdeling bij hoge Boven-Rijn afvoer (10.000 m³/s te Lobith), variant 'natuur plus'

Rijntak	<i>gendt_ref</i> (m ³ /s)	<i>gendt_b1</i> (m ³ /s)	<i>verschil</i> (m ³ /s)
Boven-Rijn	10.000	10.000	0
Waal	6.502	6.503	+1
Pannerdensch Kanaal	3.498	3.497	-1
Nederrijn / Lek	2.074	2.074	-0
IJssel	1.427	1.427	-0

De verandering in de afvoerverdeling voldoet aan de eisen van het RBK4.0.

4.1.5 Ijsafvoer

De herinrichting zorgt voor een grotere plas in de uiterwaard met een potentieel grotere oppervlakte van ijs wat los zou kunnen breken. Vanwege de ligging achter de zomerkade / weg is het risico hierop beperkt. Aan de rivierzijde is geen sprake van het oprichten van obstakels/belemmeringen die een vrije afvoer van het ijs bemoeilijken.

De verandering in de afvoer van ijs voldoet aan de eisen van het RBK4.0.

4.2 Hinder of schade door rivierkundige effecten

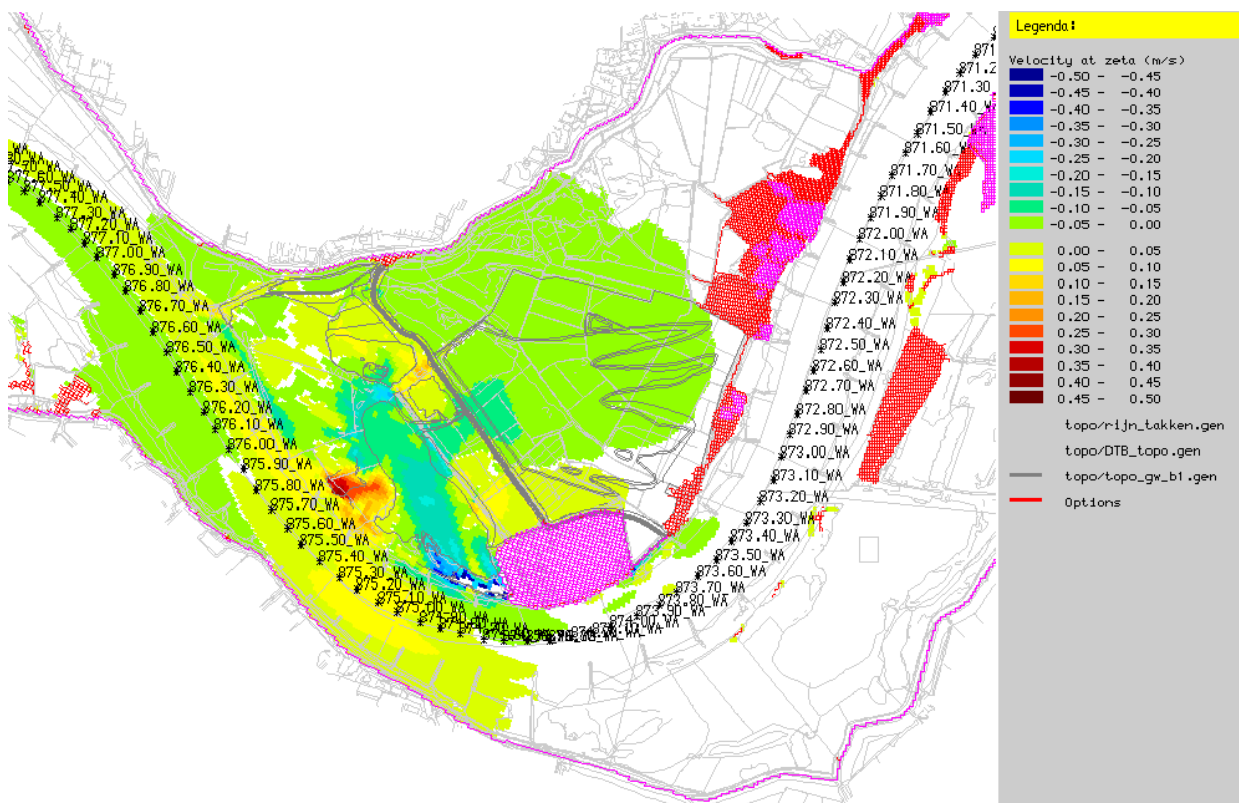
4.2.1 Inundatiefrequentie van de uiterwaard

In het noordwestelijke deel van de uiterwaard zijn (behoudens de aanvulling tegen de dijk) geen geometrische veranderingen. In dit deel van de uiterwaard zijn dan ook geen veranderingen in inundatie. In de huidige situatie inundeert het zuidwestelijke deel van de Gendtse Waard bij een afvoer bij Lobith van circa 6.000 m³/s; bij lagere afvoeren is het Vossegat in dit deel van de uiterwaard niet aangetakt aan de Waal.

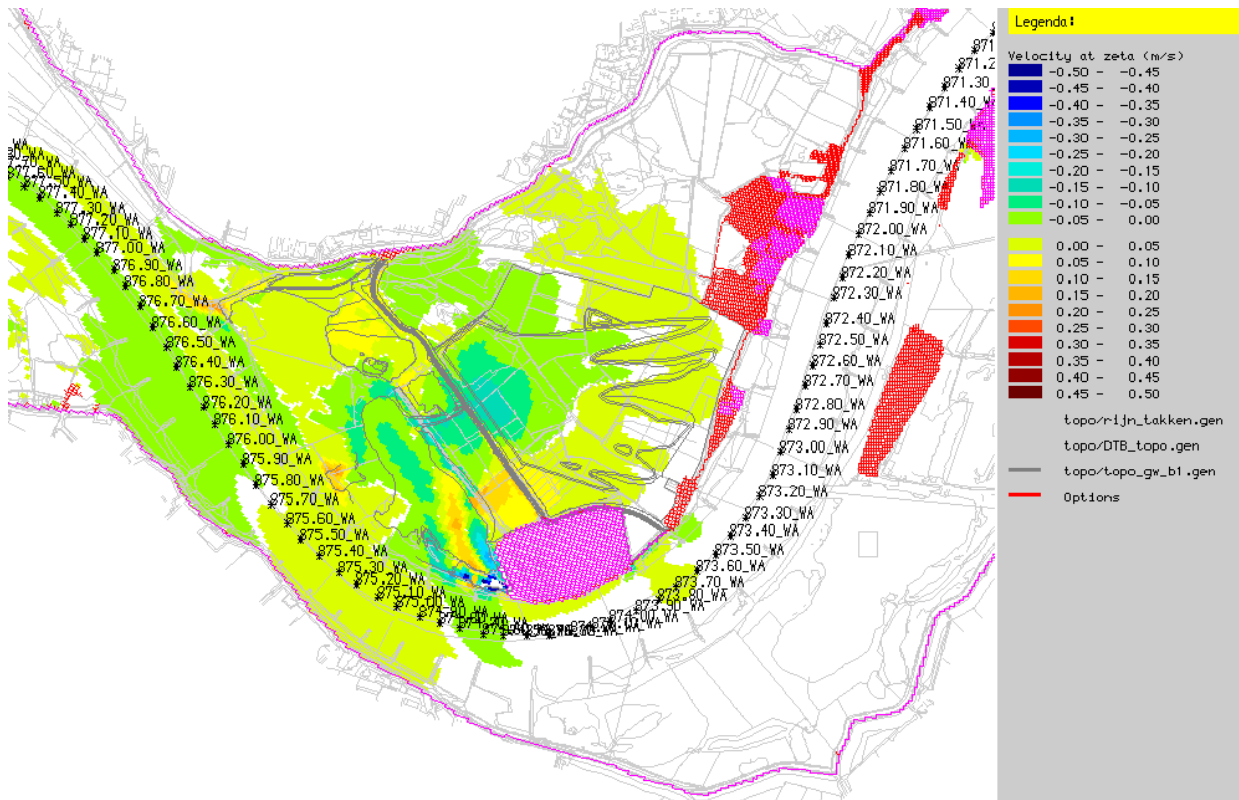
De zomerkade die de uiterwaard splitst in een westelijk en een oostelijk deel blijft qua hoogte gehandhaafd; hij wordt deels in oostelijke richting verplaatst. Dit betekent dat het oostelijke deel van de uiterwaard niet vaker zal inunderen dan nu reeds het geval is.

De verandering van inundatiefrequentie voldoet aan de eisen van het RBK4.0.

Bij een afvoer van 6.000 m³/s stroomt het westelijke deel van de uiterwaard beperkt mee. Er is sprake van beperkte verandering in het stroombeeld als gevolg van de verhoogde oeverwallen, vergravingen en natuurontwikkeling. De stroomsnelheden zijn lager dan 0,5 m/s dus er is geen risico op erosie. Bij een afvoer van 8.000 m³/s overstroomt de zomerkade en gaat het oostelijke deel van de uiterwaard meestromen. In het westelijke deel van de uiterwaard zijn de stroomsnelheden maximaal 0,8 m/s waardoor er nog geen risico op erosie is. In het oostelijke deel van de uiterwaard zijn de stroomsnelheden lager dan 0,2 m/s. Het verschil in stroomsnelheden wordt getoond Figuur 4-3. De rode cellen in dit figuur tonen de gebieden die droog zijn bij deze afvoer.



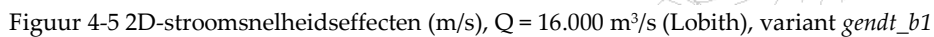
Het effect van het verhogen van de oeverwal direct benedenstrooms van de steenfabriek is goed zichtbaar in de stroomsnelheidsverschillen. Er is sprake van een sterke verlaging van de stroomsnelheden (en daaraan gekoppeld een beperkte toename van de stroomsnelheid in het zomerbed). Ter plekke van de beperkte vergraving in de uiterwaard is sprake van een toename van de stroomsnelheden. In de referentiesituatie stroomt dit deel net wel/net niet mee; in de situatie na verlaging stroomt het gebied wel mee.



Figuur 4-4 2D-stroomsnelheidseffecten (m/s), $Q = 10.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Lobith), variant *gendt_b1*

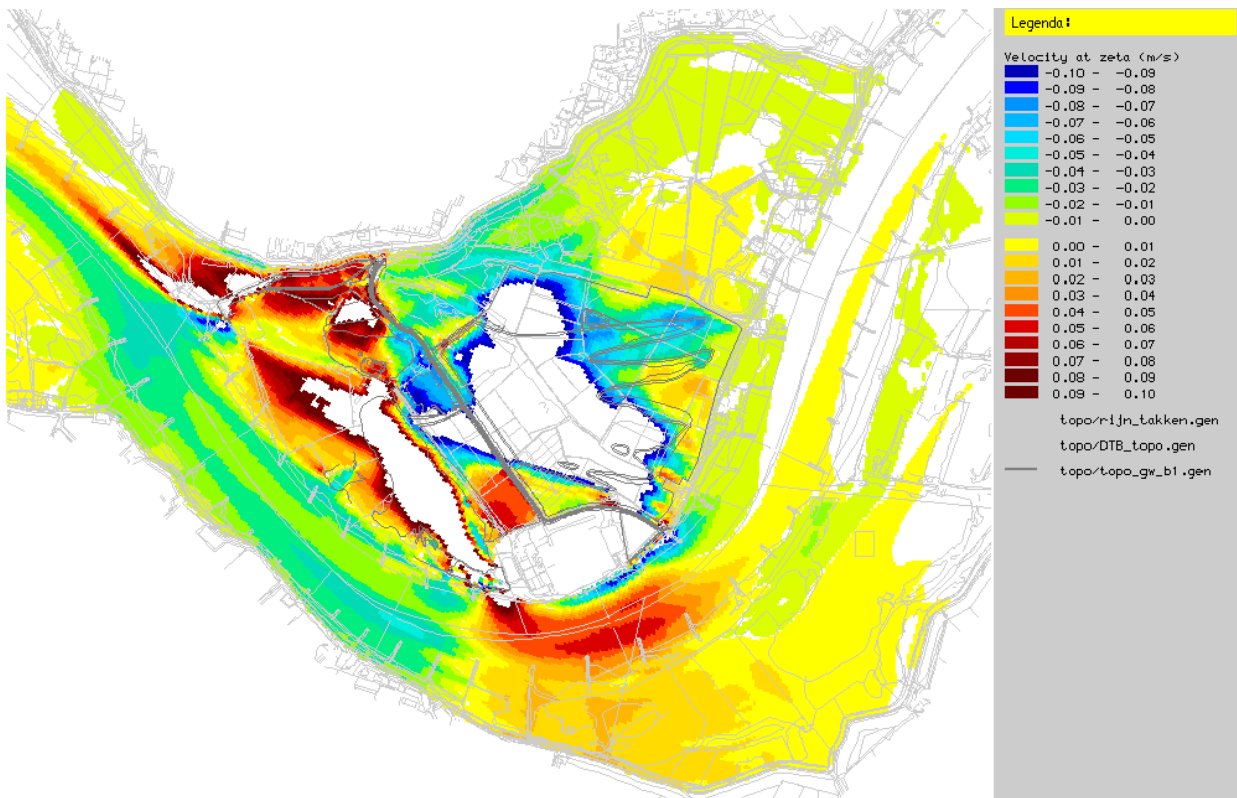
Bij een afvoer van $10.000 \text{ m}^3/\text{s}$ is het stroombeeld in grote lijnen hetzelfde als bij een afvoer van $8.000 \text{ m}^3/\text{s}$. De stroomsnelheden in het westelijke deel zijn iets toegenomen; in het oostelijke deel van de uiterwaard staat het water nog altijd bijna stil. De hoge oever (circa $15,5 \text{ m} + \text{NAP}$) tussen de Waal en dit deel van de uiterwaard raakt nog niet overstroomd. Goed zichtbaar is dat bij deze afvoer een omslag optreedt benedenstrooms van de steenfabriek. De verhoogde oeverwal beperkt bij lagere afvoeren de stroming richting het Vossegat; bij een afvoer van $10.000 \text{ m}^3/\text{s}$ gaat de verlaagde oever op deze locatie ook een rol spelen en neemt de afvoer richting het Vossegat juist toe. Dit verklaart waarom hier sprake is van zowel hogere als lagere stroomsnelheden. Op basis van de beperkte stroomsnelheidsverschillen in de Waal is er nog altijd sprake van een beperkt hogere afvoer in het zomerbed dan in de referentiesituatie.

De grootste veranderingen zijn zichtbaar bij $16.000 \text{ m}^3/\text{s}$. Het oostelijke deel van de uiterwaard stroomt nu mee in zowel de referentiesituatie als in het ontwerp. Als gevolg van de vergravingen en de natuurontwikkeling zijn relatief grotere verschillen zichtbaar in de stroomsnelheden in de oostelijke uiterwaard, zie Figuur 4-5. Ten opzichte van Figuur 4-3 is goed zichtbaar dat er bij deze hogere afvoer ($16.000 \text{ m}^3/\text{s}$ versus $8.000 \text{ m}^3/\text{s}$) minder rode cellen zijn en dus minder droge gebieden. Dit is vanzelfsprekend het gevolg van de hogere waterstanden die optreden bij een afvoer van $16.000 \text{ m}^3/\text{s}$.



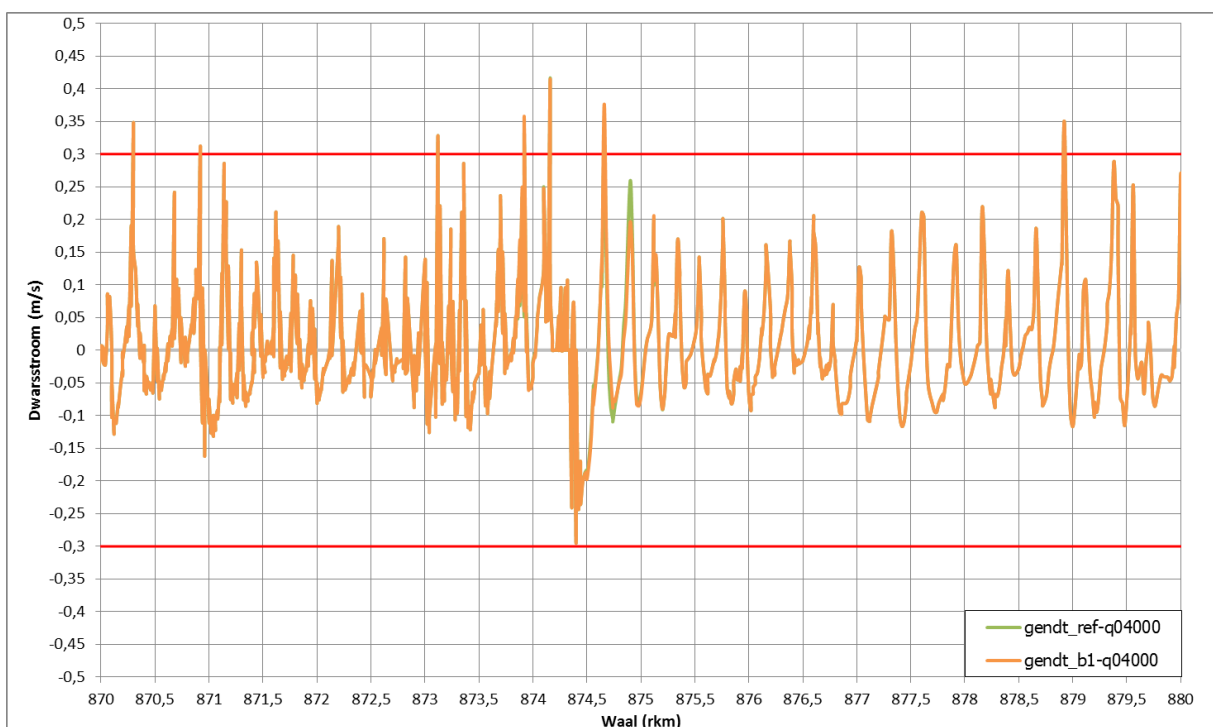
4.2.3 Stroombeeld in de vaarweg

Bij een afvoer van 16.000 m³/s is sprake van het grootste gebied met verandering in de stroomsnelheden en ook de grootste veranderingen. Een verdere detaillering bij 16.000 m³/s laat zien dan minder dan 0,1 m/s in de vaarweg concreet neerkomt op een verandering van minder dan 0,04 m/s, zie Figuur 4-6. Er is dus geen significante verandering van het stroombeeld in de vaarweg.

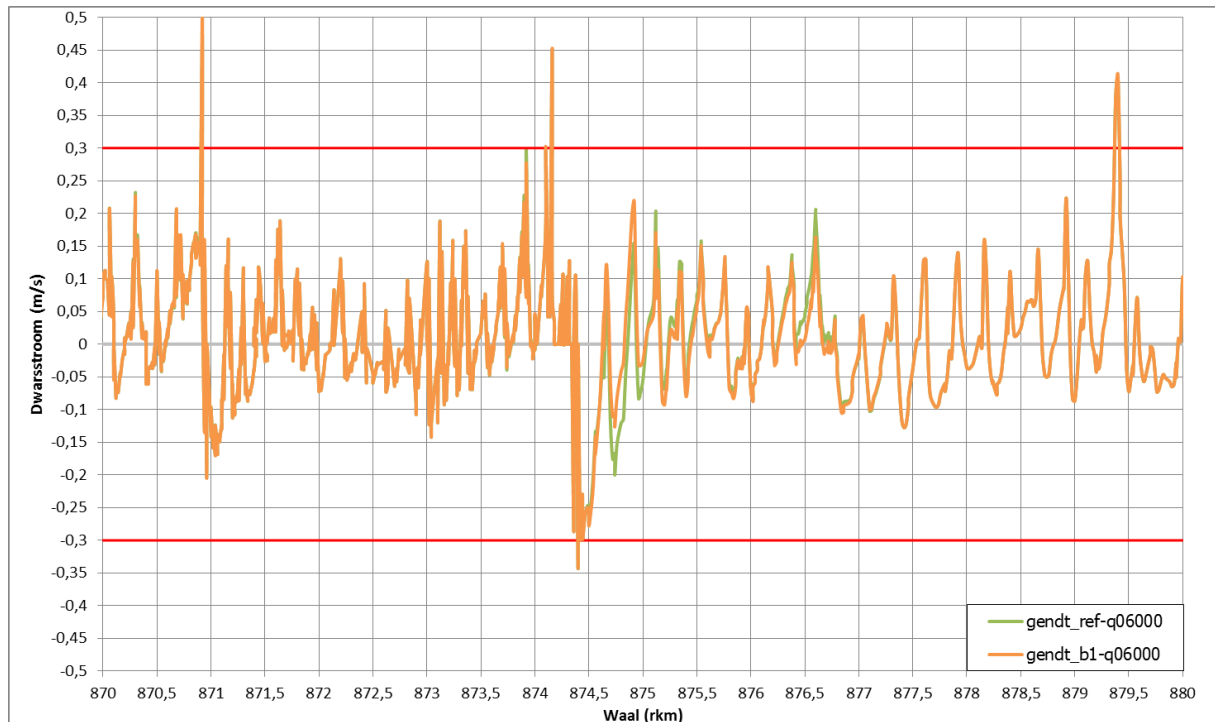


Figuur 4-6 Detaillering 2D-stroomsnelheidseffecten (m/s), $Q = 16.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Lobith), variant *gendt_b1*

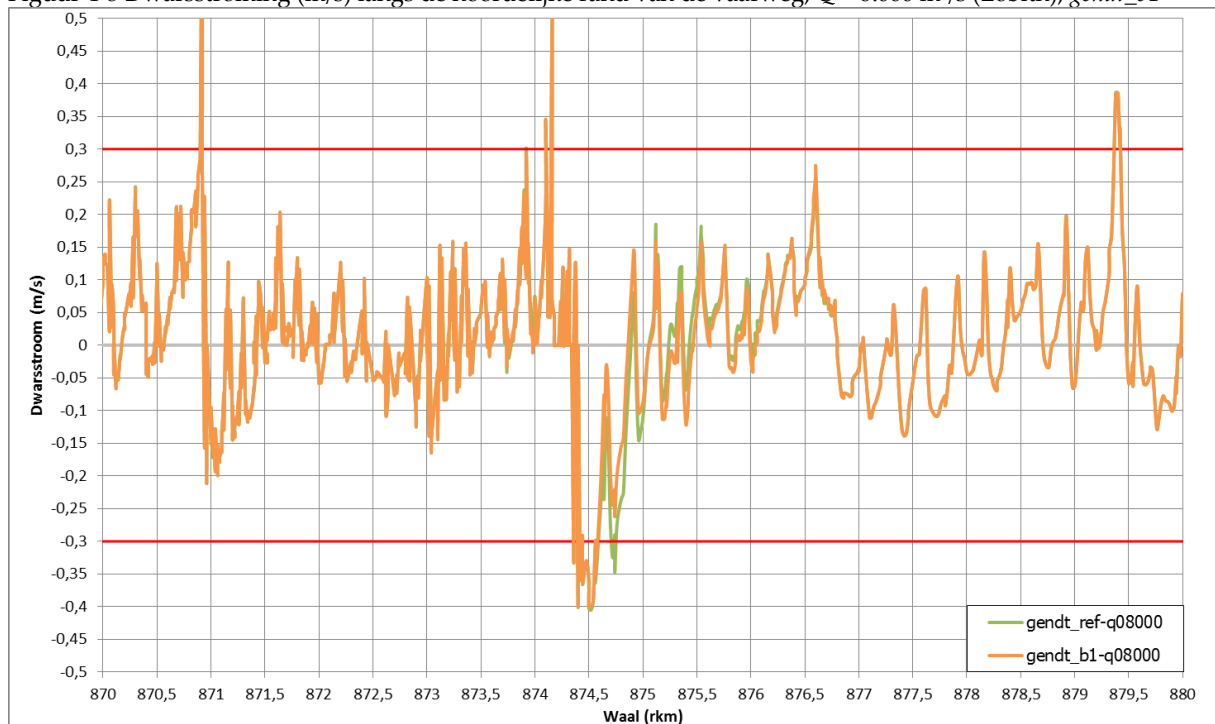
Naast grootte van de stroomsnelheid is dwarsstroming een ander aspect wat moet worden beoordeeld. De meeste veranderingen in geometrie en/of natuurontwikkeling bevinden zich in de uiterwaard achter (hoge) zomerkaden. Conform de verwachting is er weinig invloed op de dwarsstroming. Voor afvoersituaties van 4.000, 6.000, 8.000 en 10.000 m^3/s tonen de volgende figuren de dwarsstroming van *gendt_ref* (groene lijn) en de variant *gendt_b1* (oranje lijn) langs de rand van de vaarweg.



Figuur 4-7 Dwarsstroming (m/s) langs de noordelijke rand van de vaarweg, $Q = 4.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Lobith), *gendt_b1*



Figuur 4-8 Dwaarsstroming (m/s) langs de noordelijke rand van de vaarweg, $Q = 6.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Lobith), *gendt_b1*



Figuur 4-9 Dwaarsstroming (m/s) langs de noordelijke rand van de vaarweg, $Q = 8.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (Lobith), *gendt_b1*

De verschillende figuren met de dwarsstroming laten zien dat bij alle afvoeren de effecten op de dwarsstroming beperkt zijn tot maximaal 0,02 m/s. Als gevolg van het herinrichten van de Gendtse waard treden in de variant *gendt_b1* nergens veranderingen in dwarsstroming op die niet voldoen aan het RBK4.0. Als gevolg van het aanpassen van de oeverwal benedenstrooms van de steenfabriek (rkm 874,5 – 875,5) is op dit traject sprake van een afname van de dwarsstroming.

De verandering van stroombeeld in de vaarweg voldoet voor de variant *gendt_b1* aan de eisen van het RBK4.0.

4.2.4 Verandering in afvoerverdeling

Dit aspect is al voor een groot deel uitgewerkt in paragrafen 0 en 4.1.4. Onderstaande tabel bevat, naast de al eerder beschreven situaties bij 10.000 en 16.000 m³/s, ook de veranderingen bij 8.000 m³/s.

Tabel 4-3 Veranderingen in afvoerverdeling bij verschillende afvoeren te Lobith, variant *gendt_b1*

Rijntak	8.000 m ³ /s	10.000 m ³ /s	16.000 m ³ /s
Boven-Rijn	0	0	0
Waal	0	+1	0
Pannerdensch Kanaal	0	-1	0
Nederrijn / Lek	0	-0	-1
IJssel	0	-0	-1

De verandering van afvoerverdeling bij verschillende afvoeren voldoet aan de eisen van het RBK4.0.

4.2.5 Afvoerverdeling bij lage rivierafvoer (OLR)

De ingreep heeft geen invloed op het stroombeeld bij afvoeren lager dan 6.000 m³/s bij Lobith. Er wordt dan ook geen invloed op de afvoerverdeling bij OLR (1.020 m³/s bij Lobith, zie paragraaf 2.5) verwacht. Dit is onderbouwt met een simulatie op basis van het Splittingspuntenmodel en een vrije afvoerverdeling. Het resultaat wordt getoond in Tabel 4-4.

Tabel 4-4 Afvoerverdeling bij lage Boven-Rijn afvoer (1.020 m³/s te Lobith), variant *gendt_b1*

Rijntak	<i>gendt_ref</i> (m ³ /s)	<i>gendt_b1</i> (m ³ /s)	<i>verschil</i> (m ³ /s)
Boven-Rijn	1.020	1.020	0
Waal	799	799	0
Pannerdensch Kanaal	221	221	0
Nederrijn / Lek	28	28	0
IJssel	193	193	0

De verandering van afvoerverdeling bij OLR voldoet aan de eisen van het RBK4.0.

4.2.6 Onttrekking water uit zomerbed

De ingreep onttrekt geen water uit het zomerbed; wel is er sprake van een ander stroombeeld als gevolg van de ingreep. Dit aspect wordt nader uitgewerkt in paragraaf 4.3.

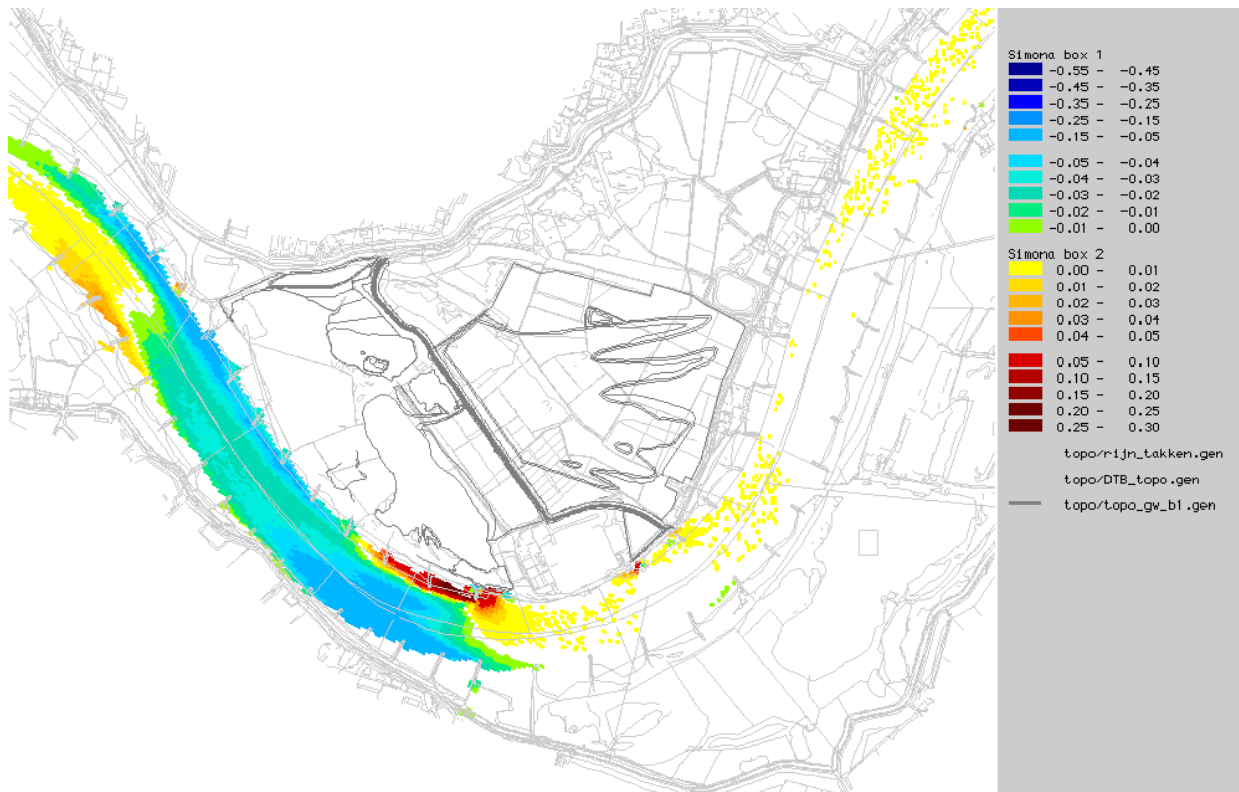
De afwezigheid van onttrekking van afvoer voldoet aan de eisen van het RBK4.0.

4.3 Morfologische effecten

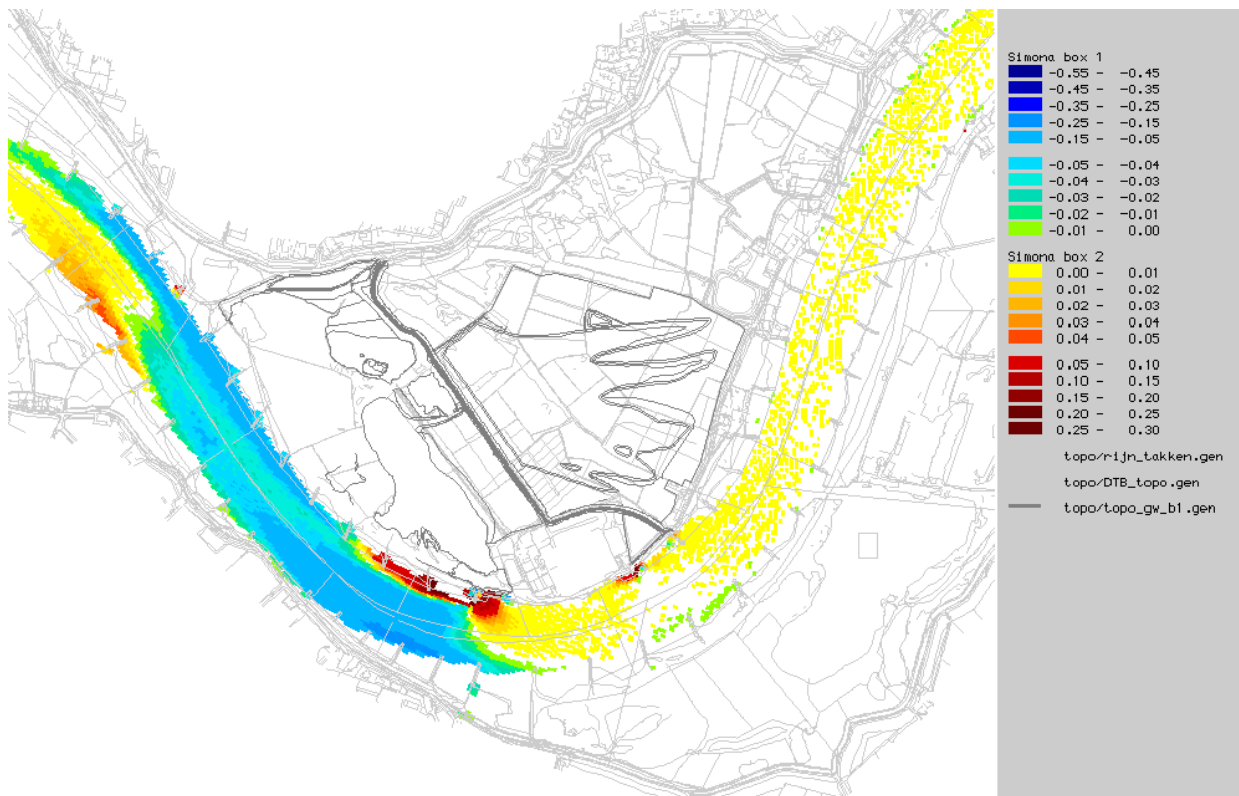
4.3.1 Sedimentatie en erosie van het zomerbed

Voor de morfologische effecten is gebruik gemaakt van WAQmorf. De resultaten worden getoond in de volgende drie figuren. De sedimentatie in de vaargeul bedraagt respectievelijk 800, 2.100 en 8.800 m³ voor de minimale, jaargemiddelde en maximale morfologische effecten. Daarnaast is er ook sprake van erosie als gevolg van de oeverwallen en hierdoor valt de netto balans van morfologische effecten negatief uit, d.w.z. dat er meer erosie dan sedimentatie optreedt. De aanzandingslengte bedraagt circa 650 meter.

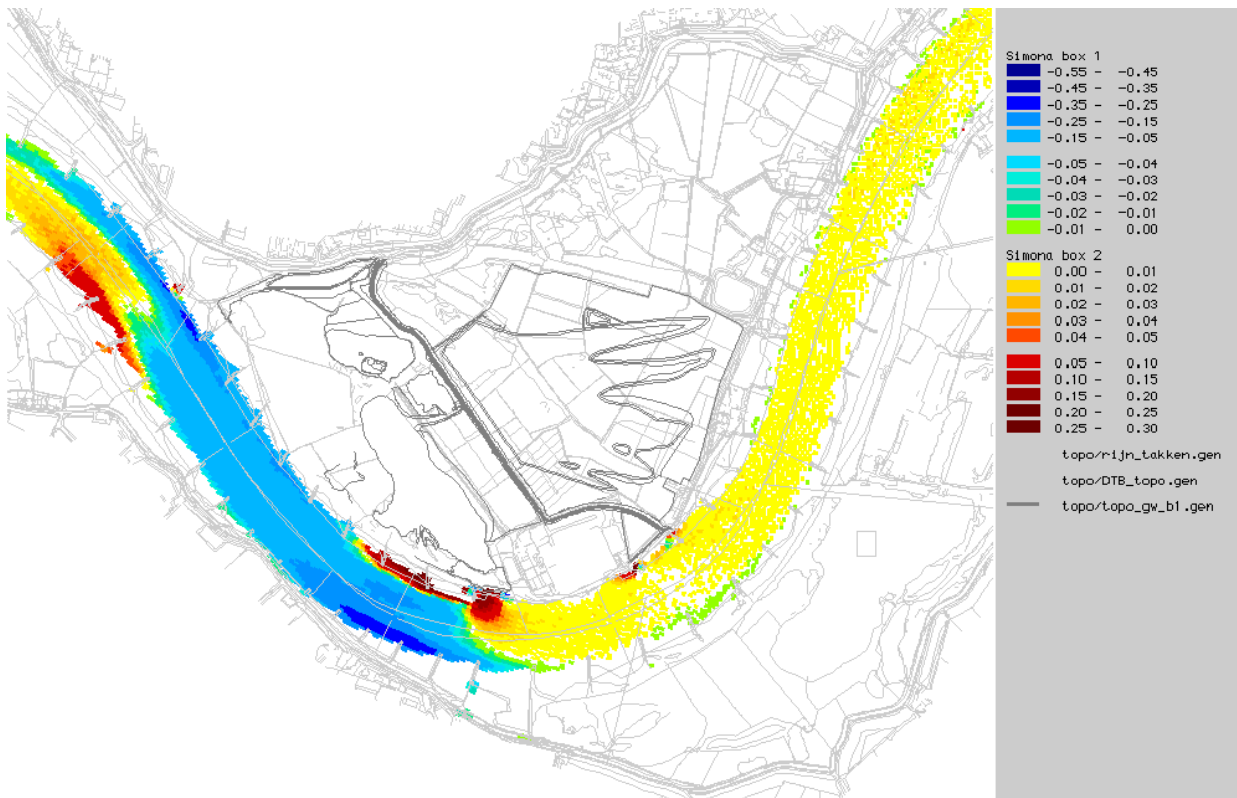
De mate van aanzanding ligt in de orde van cm's, zowel jaargemiddeld als na een hoogwater periode. In hoeverre aanzanding op dit traject past binnen de sedimentatieruimte is ter beoordeling van de rivierbeheerder. In het ontwerp is nog ruimte aanwezig m.b.t. de hoogte van de oeverwallen en/of het vergraven in uiterwaard om te sturen naar mogelijk gewenste effecten.



Figuur 4-10 Morfologische effecten *gendt_b1*, veranderingen (m) na laagwater periode



Figuur 4-11 Morfologische effecten *gendt_b1*, jaargemiddelde veranderingen (m)

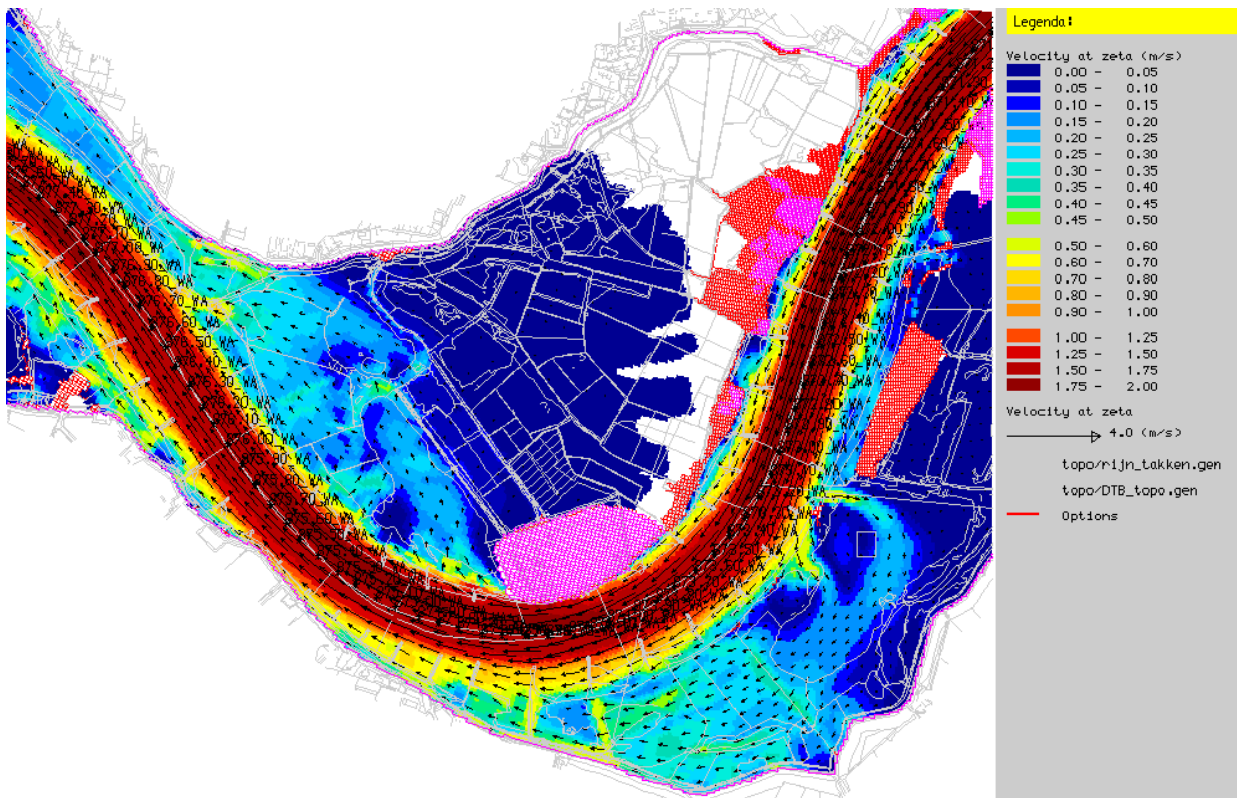


Figuur 4-12 Morfologische effecten *gendt_b1*, veranderingen (m) na hoogwater periode

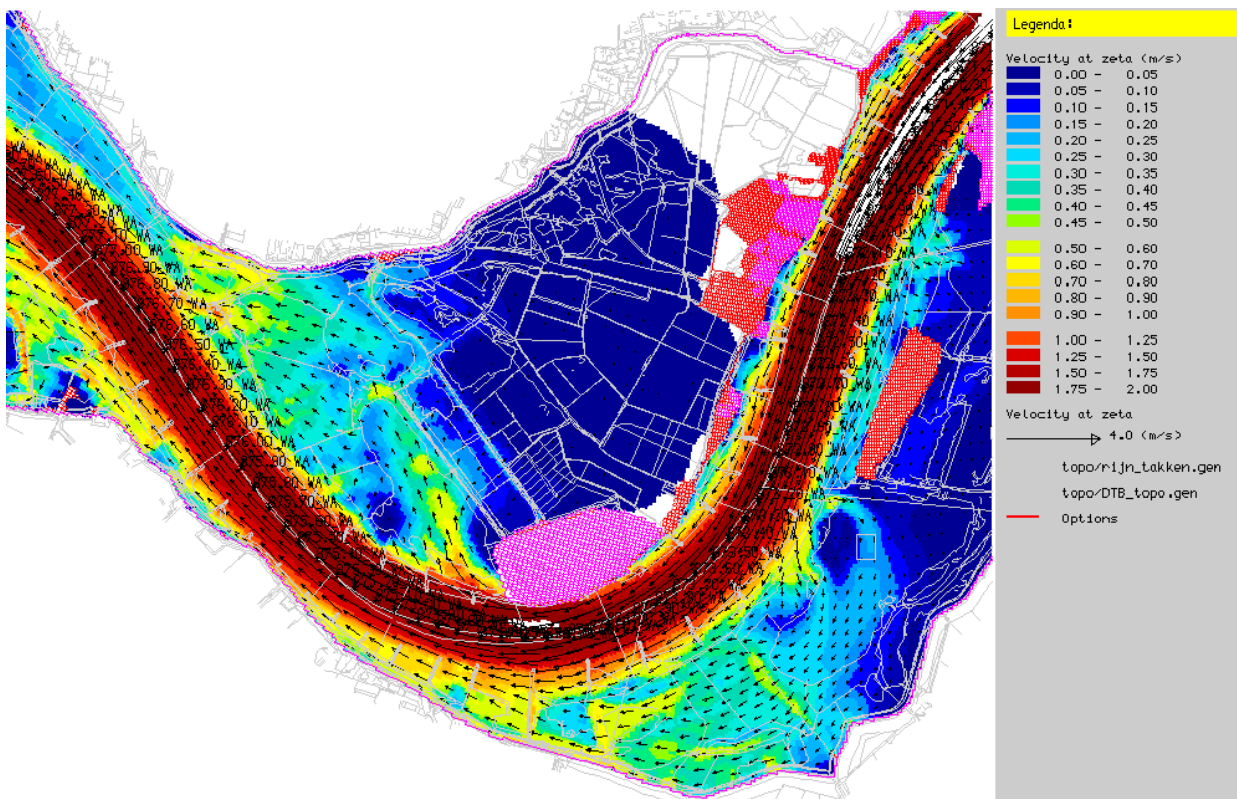
Of de morfologische effecten voldoen aan de eisen van het RBK4.0 is ter beoordeling van de rivierbeheerder.

4.3.2 Sedimentatie en erosie van de uiterwaard en nevengeulen

Zoals al eerder is beschreven zijn de veranderingen van de stroomsnelheden in de uiterwaard relatief beperkt, zie paragraaf 4.2.2 Ook in absolute zin zijn de stroomsnelheden beperkt, zie Figuur 4-13 en Figuur 4-14. In het oostelijke deel van de Gendtse waard staat het water bijna stil (stroomsnelheid minder dan 0,05 m/s), in het westelijke deel van de uiterwaard zijn de stroomsnelheden lager dan 0,8 m/s. Bij deze lage stroomsnelheden is het risico op erosie van de uiterwaard beperkt. Sedimentatie zou kunnen optreden in de nieuw gegraven plas in het oostelijke deel. Vanwege de diepte van de plas is dit geen probleem..



Figuur 4-13 Stroomsnelheid (m/s) *gendt_b1*, afvoer 8.000 m³/s (Lobith)



Figuur 4-14 Stroomsnelheid (m/s) *gendt_b1*, afvoer 10.000 m³/s (Lobith)

De sedimentatie en erosie van de uiterwaard voldoet aan de eisen van het RBK4.0.

5 Samenvatting beoordeling conform RBK4.0

Zoals zichtbaar is in Tabel 5-1 voldoet het ontwerp van de herinrichting van de Gendtse waard aan alle aspecten van RBK4.0. Met betrekking tot de lokale waterstandsverhoging bij MHW (16.000 m³/s bij Lobith) is sprake van een zaagtand die past bij een verruimingsontwerp.

Met betrekking tot de sedimentatie en erosie in de vaargeul dient overleg met RWS-ON plaats te vinden. Het ontwerp biedt nog ruimte om te sturen naar een gewenst morfologisch effect.

Tabel 5-1 Overzicht beoordeling variant *gendt_b1* conform RBK4.0

	\$	Aspect	Criterium	Voldoet
Hoogwater- veiligheid	3.1.1	MHW-stand as rivier Bergend volume	Verhoging < 1 mm Geen afname	ja ja
	3.1.2	MHW-stand 2D	Verhoging < 1 mm	nee
	3.1.3	Afvoerverdeling MHW	< 5 m³/s	ja
	3.1.4	Afvoerverdeling hoogwater	< 20 m³/s	ja
	3.1.5	Ijsafvoer	Geen belemmering	ja
Hinder of schade	3.2.1	Inundatie frequentie	Verandering	ja
	3.2.2	Stroombeeld uiterwaard	Verandering	ja
	3.2.3	Stroombeeld vaarweg	Verandering	ja
	3.2.4	Afvoerverdeling hoogwater	< 20 m³/s	ja
	3.2.5	Afvoerverdeling OLR	< 1 m³/s	ja
	3.2.6	Onttrekking water	Verandering	ja
Morfologische effecten	3.3.1	Erosie zomerbed/oever Sedimentatie vaargeul Generiek zomerbed	Geen/beperkt Geen Geen/beperkt	ja RWS-ON RWS-ON
	3.3.2	Sedimentatie nevengeul Erosie nevengeul Stabiliteit constructies	Acceptabel Verplaatsing Geen vermindering	ja ja ja

6 Conclusies

Het ontwerp 'natuur plus' voor de herinrichting van de Gendtse Waard voldoet aan RBK4.0, zie Tabel 5-1. De waterstandsverhoging bij MHW (16.000 m³/s bij Lobith) is lokaal groter dan 1 mm (zowel in de as van de Waal als in de uiterwaard) maar dit is het gevolg van een benedenstroomse piek die in overeenstemming is met de verruiming. In bovenstroomse richting is sprake van een waterstandsverlaging.

Met betrekking tot de sedimentatie van de vaargeul dient overleg met RWS ON plaats te vinden. Het ontwerp 'natuur plus' is een optimalisatie waarin zoveel mogelijk tegemoet is gekomen aan de wensen van RWS ON met betrekking tot morfologische veranderingen. De nu optredende effecten passen bij een ontwerp dat rivierverruimend is. Bij de lage afvoeren is vrijwel geen effect merkbaar als gevolg van de (verhoogde) oeverwallen die opgenomen zijn in het ontwerp.

Het alternatief 'hydraulica' voldoet wel aan de eis met betrekking tot waterstandsverhoging. De aanvullende maatregelen die hiervoor nodig zijn (verlagen oever en aanpassen natuur) zorgen voor een groter morfologisch effect.

Op de overige aspecten voldoet het voornemen 'natuur' wel aan RBK4.0. Bij de varianten 'natuur plus' en 'cultuur' is nog sprake van een te hoge dwarsstroming bij 4.000 m³/s.

7 Referenties

RWS, 2017: Rivierkundig Beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren, versie 4.0, 23 januari 2017

