



DO Cortenoever

Rivierkundige berekeningen en optimalisatie
van het definitief ontwerp (DO)

Opdrachtgever



Rijkswaterstaat
Ministerie van
Infrastructuur en Milieu

Rijkswaterstaat Oost-Nederland

provincie
Gelderland

Foto: Cortenoever © RWS, 2019



DO Cortenoever



Rivierkundige berekeningen en
optimalisatie van het definitief
ontwerp (DO)

Eindrapport

Auteurs

Freek Huthoff
Jan Willem van Lente
Lieke Lokin
Joana Vieira da Silva

PR3749.20

juli 2020

Samenvatting

In de uiterwaard bij Cortenoever, gelegen nabij gemeente Brummen langs de IJssel, zijn vanuit verschillende programma's ingrepen voorzien die de natuurwaarde in de uiterwaard dienen te vergroten. Deze ingrepen beïnvloeden de stroming in de uiterwaard tijdens hoogwater en kunnen ook voor scheepvaart een ongunstige respons op de bodemligging veroorzaken. Hoewel in een eerdere studie geen grote rivierkundige knelpunten waren geconstateerd was nog wel een verdere rivierkundige uitwerking nodig van het Definitief Ontwerp (DO) bij Cortenoever. Dit was met name nodig om de morfologische effecten te toetsen. Bovendien is sinds de eerdere studie van Huthoff et al. (2018) een nieuwe versie van het modelinstrumentarium voor toetsing van rivierkundige ingrepen verschenen. Het DO moet dus ook worden onderworpen aan een beoordeling met het nieuwste beheer-en-onderhoud model ("BenO model").

Voorliggende studie beschrijft de optimalisatie van het DO gebruikmakend van het meest recente "BenO model" (BenO18). Hiervoor zijn in totaal acht varianten onderzocht. Het blijkt dat de "basisvarianten" DO1 en DO2, die maximaal de natuurwaarde vergroten, een te groot opstuwend effect veroorzaken tijdens hoogwater. Pogingen om het opstuwend effect te verminderen veroorzaken vervolgens ongewenste effecten op de bodemligging in de hoofdgeul. In een aantal optimalisatieslagen zijn verschillende aanpassingen onderzocht. Het blijkt dat de achtste variant (DO8) de beste balans geeft tussen minimale opstuwing tijdens hoogwater (maximaal 1 mm) en zo weinig mogelijk extra hinder voor de scheepvaart (orde 70 m³ extra baggerbezwaar). Variant DO8 wordt daarom voorgesteld voor vergunningaanvraag en uiteindelijke implementatie.

Inhoud

1	Introductie	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doelstelling	1
1.3	Aanpak	1
2	Modelstudie	3
2.1	Modelopzet	3
2.2	Analyse referentieschematisatie: BenO18 en BenO15	3
2.3	Basisvarianten DO1 en DO2	5
2.4	Varianten fase 1: DO3 en DO4	10
2.5	Varianten fase 2: DO5 en DO6	22
2.6	Variant fase 3: DO7	29
2.7	Laatste variant: DO8	34
3	Synthese en aanbevelingen	41
3.1	Overzicht van rekenresultaten	41
3.2	Aanbevelingen	42
4	Referenties	43
	Bijlagen	45
A	Specificatie van afgravingen van geulen	47
B	WAQUA-resultaten: stroomsnelheden bij Referentie, DO4 en DO8	55
C	Samenvatting Rivierkundig Beoordelingskader (versie 5.0)	71
D	Baseline metadata DO8	75
E	Tabellen bodemvolumes	76

1 Introductie

1.1 Aanleiding

De uiterwaard bij Cortenoever is een uiterwaard langs de IJssel (grofweg op traject rkm 918-925) van circa 250 hectare waarin diverse Kaderrichtlijn Water (KRW) maatregelen, Gelders Natuur Netwerk (GNN) maatregelen en Natura 2000 (N2000) maatregelen zijn voorzien. Rijkswaterstaat (RWS) en Provincie Gelderland hebben hiervoor verschillende inrichtingsvarianten beschouwd die uiteindelijk hebben geleid tot een Definitief Ontwerp (DO). Rivierkundige resultaten van eerdere varianten staan beschreven in Huthoff et al. (2018). In deze eerdere studie bleek dat de overwogen (varianten in) herinrichting van Cortenoever geen grote rivierkundige knelpunten opleveren, maar dat er wel aanleiding is voor een nadere uitwerking en optimalisatie van de geplande ingrepen. Op weg naar definitieve gunning en uiteindelijke implementatie wordt in voorliggende studie het DO getoetst aan de criteria van het Rivierkundig Beoordelingskader (versie RBK5.0, Rijkswaterstaat-WVL, 2019). Hierbij is met name gekeken naar aspecten hoogwaterveiligheid en diepgang voor scheepvaart (aanzanding in hoofdgeul van de rivier), waarvoor berekeningen zijn uitgevoerd met WAQUA en WAQmorf. Overige rivierkundige aspecten zijn kwalitatief beoordeeld. Een belangrijk aspect in deze studie is ook dat er gebruik is gemaakt van een recenter beheer en onderhoud model dan in de studie Huthoff et al. (2018).

1.2 Doelstelling

Effectbepaling en optimalisatie van het DO aan aspecten zoals beschreven in het RBK5.0. Hierbij is in detail gekeken naar effecten die betrekking hebben op hoogwaterveiligheid (waterstand bij de hoogwaterreferentie) en morfologie van de hoofdgeul van de rivier. Overige aspecten zijn kwalitatief beschouwd.

1.3 Aanpak

De waterstandseffecten bij de hoogwaterreferentie (afvoer van 16.000 m³/s bij Lobith) en de effecten op morfologie en scheepvaart zijn berekend op basis van WAQUA en WAQmorf. Overige aspecten uit het Rivierkundig Beoordelingskader zijn met expertkennis kwalitatief beoordeeld.

Op basis van de rivierkundige analyse van eerdere varianten voor de herinrichting van gebied Cortenoever (Huthoff et al. 2018) is door Provincie Gelderland een DO ontworpen. Daarbij is gestreefd naar het creëren van maximale natuurwaarden, waarbij naar verwachting wordt voldaan aan de eisen van RBK5.0. In de voorliggende studie is het DO getoetst aan het RBK

en is het ontwerp verder geoptimaliseerd. Om inzicht te krijgen in mogelijke optimalisatieruimte zijn in eerste instantie twee varianten beschouwd. Deze varianten verschillen enkel in de aanleg van hagen in het gebied (DO1 en DO2). Op basis van de effecten tijdens hoogwater zijn zes geoptimaliseerde varianten (DO3 – DO8) doorgerekend. Bij DO4 - DO8 zijn ook de morfologische effecten nader bepaald. Bij de laatste variant (DO8) is het effect op de stroombeelden in de hoofdgeul onderzocht, met daarbij specifiek aandacht voor mogelijke hinder voor de scheepvaart ten gevolge van dwarsstroming.

2 Modelstudie

2.1 Modelopzet

In deze studie is gebruik gemaakt van de meest actuele Baseline- en WAQUA-modelschematisatie van de Rijntakken (BenO 2018-model). Voor bepaling van de waterstandseffecten bij de hoogwaterreferentie is conform het RBK5.0 een constante afvoer van 16.000 m³/s bij Lobith (vaste afvoerverdeling bij de Pannerdensche Kop) gebruikt. De bijbehorende waterstand wordt in dit rapport verder aangeduid als "de hoogwaterreferentie". Rivierkundige effecten zijn beschouwd door de situaties met en zonder ingrepen bij Cortenoever te vergelijken.

2.2 Analyse referentieschematisatie: BenO18 en BenO15

In de eerdere variantenstudie (Huthoff et al. 2018) is gebruik gemaakt van de basisschematisatie "BenO15". Daarin zijn lokaal een aantal update-maatregelen opgenomen om voor het projectgebied een actuele referentie te krijgen. Een overzicht van de update-maatregelen is gegeven in de linker kolom van Tabel 1. Vervolgens is een volledig geactualiseerde schematisatie verschenen "BenO18". In de referentie op basis van "BenO18" is echter nog een aanvullende reparatiemaatregel opgenomen, zie rechter kolom Tabel 1. De referentiemodellen op basis van "BenO15" en "BenO18" zijn ter hoogte van Cortenoever dus niet identiek, en daarom moeten de resultaten uit Huthoff et al. (2018) opnieuw bepaald worden.

*Tabel 1
Overzicht van de
maatregelen voor de
verschillende BenO
modellen om te
komen tot de
gebruikte
referentiemodellen
in deze studie*

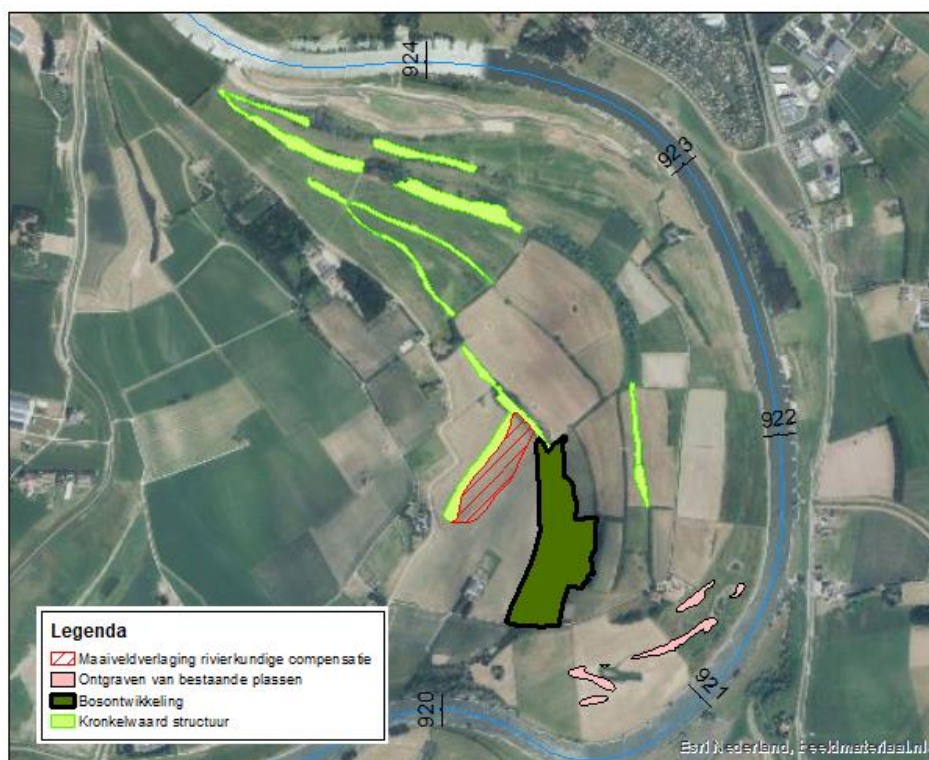
BenO 15	BenO 18
../ij_cort95_a1	../ij_cortref_c1
../ij_cortref_a1	
../ij_reuvers_a1	
../ij_cort_v01	
../ij_cortref_b1	

Om het effect van het referentiemodel in kaart te brengen is gebruik gemaakt van variant B uit de voorstudie (uit Huthoff et al. 2018, zie Figuur 1). Deze variant was met betrekking tot gerealiseerde natuurwaarde niet aantrekkelijk genoeg, maar is hier enkel gekozen om het effect van een nieuw referentiemodel aan te tonen.

In variant B zijn de volgende ingrepen opgenomen:

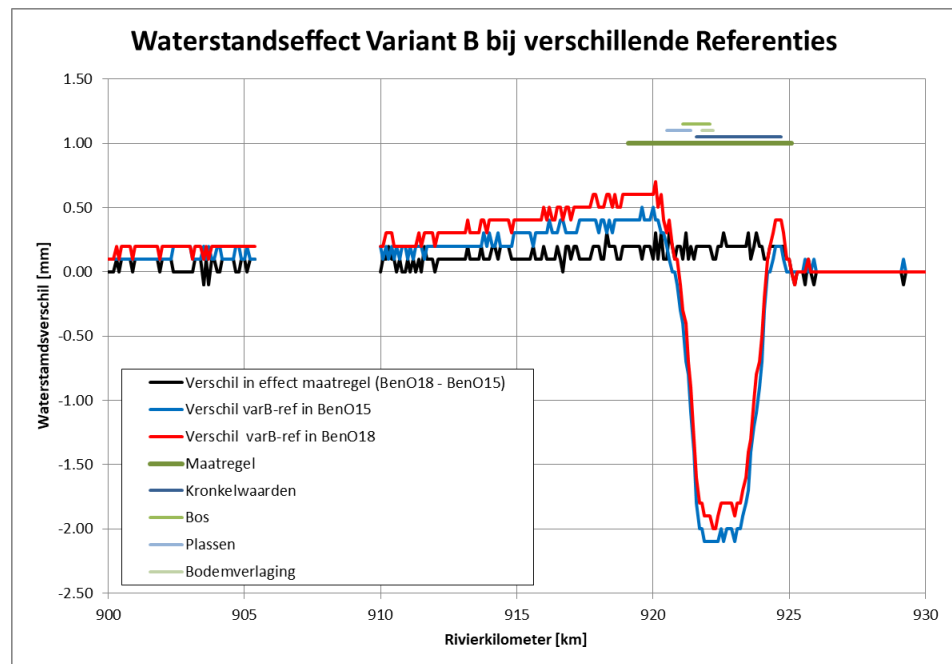
1. Bosontwikkeling
2. Kronkelwaardstructuur aanbrengen
3. Ontgraven bestaande plassen
4. Maaiveldverlaging rivierkundige compensatie

*Figuur 1
Overzicht van
ingrepen bij de
variant B*



Variant B had in de voorstudie ten gevolge van natuurontwikkeling een maximale opstuwung van 0,5 mm in de as van de rivier. Hierdoor was deze maatregel met betrekking tot hoogwaterveiligheid vergunbaar. Het blijkt echter dat met de overgang van referentiemodel Beno15 naar BenO18 meer opstuwung ontstaat. In Figuur 2 is te zien dat bij variant B de maximale opstuwung toeneemt van 0,5 mm bij BenO15 naar 0,7 mm bij BenO18. Ook voor de andere varianten uit de voorstudie is een dergelijke toename in opstuwung te verwachten. Het effect is weliswaar klein, maar omdat de opstuwung zo dicht tegen de toelaatbare grens van 1 mm aan zit (RBK5.0) is het noodzakelijk om varianten voor Cortenoever expliciet in BenO18 te beoordelen.

*Figuur 2
Waterstands-
verschillen bij
Variant B voor
referentiemodellen
BenO15 en BenO18.
De stroomrichting is
van links naar
rechts. De sprong in
kilometrerings van
rkm 906 naar rkm
910 is het gevolg
van een vroegere
bochtafsnijding op
dit traject.*



2.3

Basisvarianten DO1 en DO2

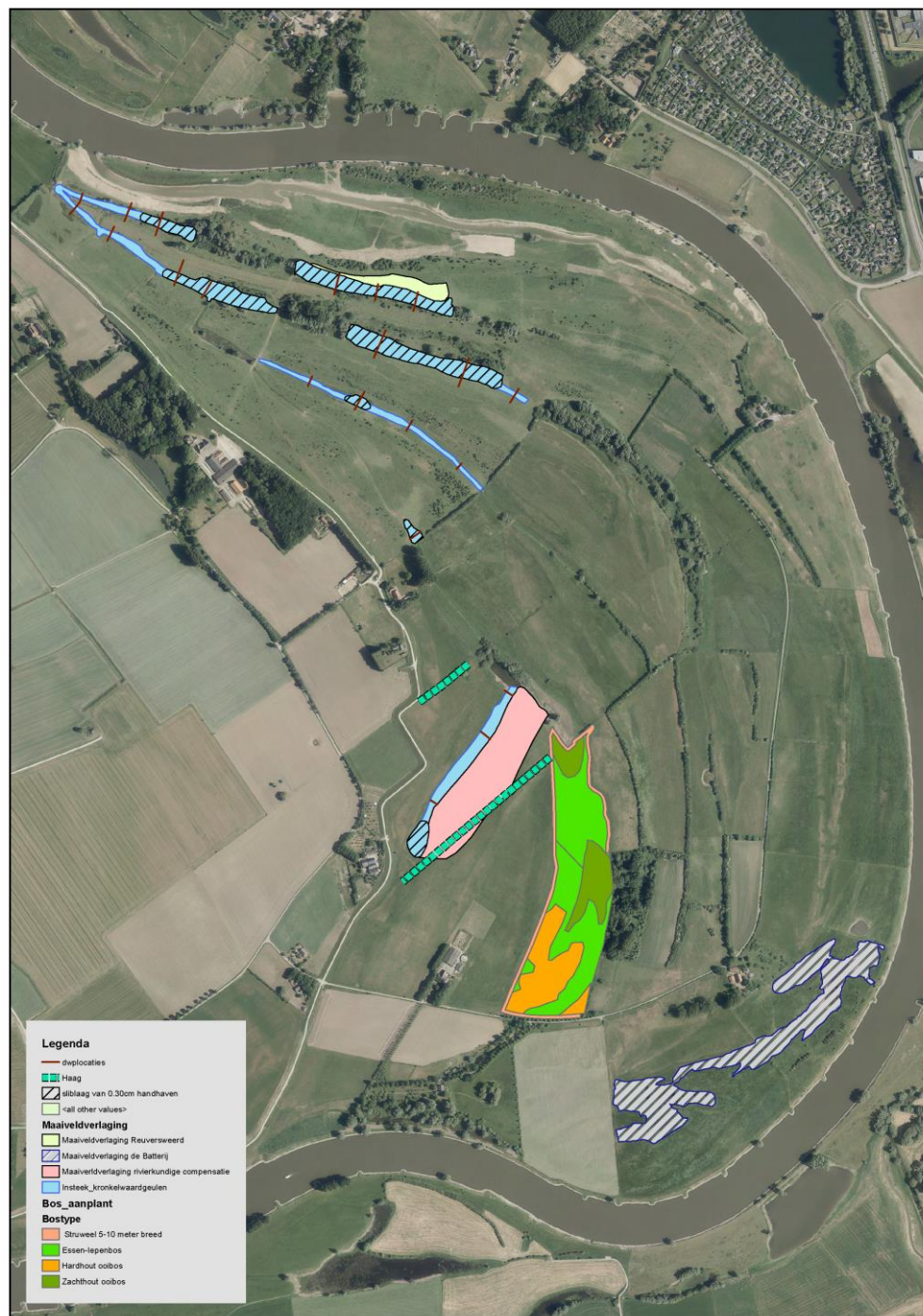
Als uitbreiding op variant B zijn twee basisvarianten ontworpen die een grotere natuurwaarde hebben. Hier beschrijven we in detail de schematisatie van deze varianten DO1 en DO2. Alle vervolgmaatregelen in deze studie hebben relatief kleine variaties op DO1 en DO2 en worden daarom in minder detail beschreven. In beide varianten (DO1 en DO2) is de maatregel uit variant B "maaienveldverlaging rivierkundige compensatie" buiten beschouwing gelaten.

Figuur 3 geeft een overzicht van de ingrepen die deel uitmaken van de basisvarianten DO1 en DO2:

1. Verruiming van de kronkelwaardgeulen in het noordelijke deel van het projectgebied.
2. Maaiveldverlaging Reuversweerd (0,3 m afgraven)
3. Maaiveldverlaging "de Batterij"
4. Aanplant van bos
5. Aanleg van één of twee rijen hagen
 - a. DO1: beide hagen zijn meegenomen
 - b. DO2: alleen de korte haag is meegenomen
6. Bij gebied 'de batterij' is een kade lokaal verlaagd met 70cm over een breedte van circa 7m (Figuur 4).

Het enige verschil tussen de beschouwde varianten zijn de hagen: in DO1 zijn twee hagen mee opgenomen en in de variant DO2 slechts één haag.

*Figuur 3
Schets van ingrepen
voor de
basisvarianten DO1
en DO2. Maatregel
"maaienveldverlaging
rivierkundige
compensatie" is in
de basisvarianten
niet mee
opgenomen. In de
figuur is de
stroomrichting van
beneden naar
boven.*

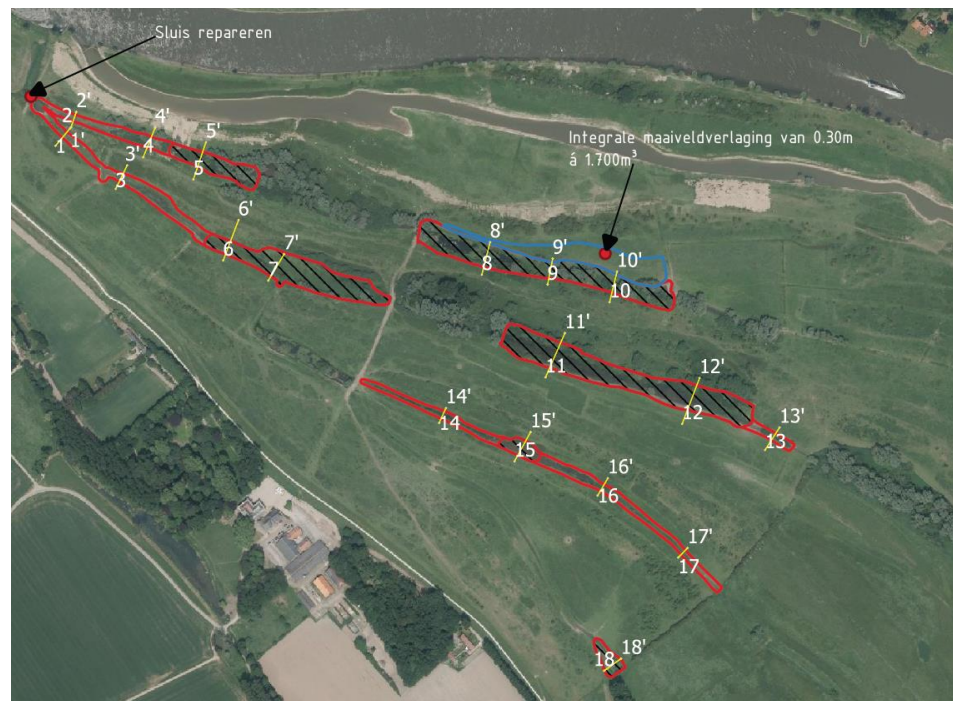


*Figuur 4
De kade nabij "de
Batterij" wordt
lokaal verlaagd.
Deze kade ligt aan
de noordkant van de
maaveldverlaging
bij "de Batterij"
zoals weergegeven
in Figuur 3.*

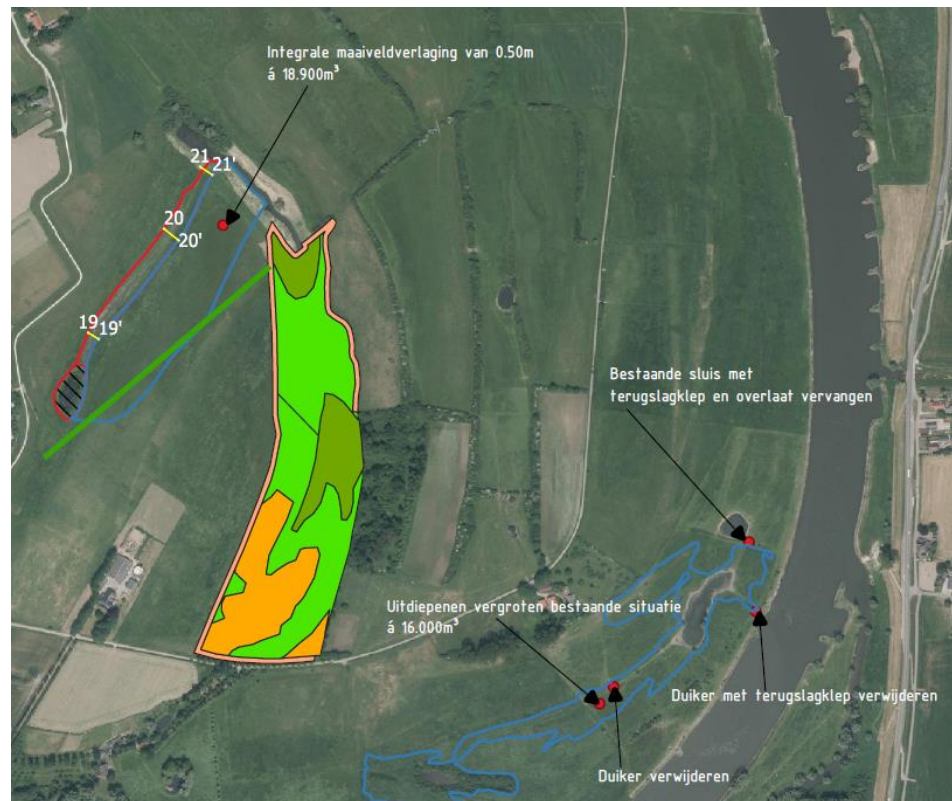


Voor de verruiming van de kronkelwaardgeulen in het noordelijke deel van het projectgebied (ingreep "1" uit de eerder genoemde lijst) zijn GIS-bestanden en dwarsprofielen toegeleverd met specificatie van de insteeklijnen en het diepteverloop van de geulen. Figuur 5 zoomt in op dit deel van het projectgebied. In Bijlage A zijn de specificaties van dwarsprofielen 1 tot en met 18 opgenomen. Om een conservatieve inschatting te maken van het effect van deze vergravingen is voor de profielen in de gearceerde delen in Figuur 5 het terrein een halve meter *minder* diep afgegraven dan zoals gespecificeerd in de profielen (Bijlage A). De insteeklijn voor een af te graven geul in het centrale deel van het projectgebied is weergegeven in Figuur 6. Hier is ook de omlijning van de maaveldverlaging nabij "de Batterij" (zuidelijke deel van projectgebied) in weergegeven.

*Figuur 5
Insteeklijnen voor
afgraving van de
kronkelwaardgeulen
(rode lijnen). In de
gearceerde delen is
0,5m minder
afgegraven dan
gespecificeerd in de
dwarsprofielen. De
dwarsprofielen zijn
genummerd 1 tot en
met 18, zie ook
Bijlage A.*



*Figuur 6
Insteeklijnen voor
afgraving van een
kronkelwaardgeul
(rode lijn) en de
maaiveldverlaging
bij 'de Batterij'.*



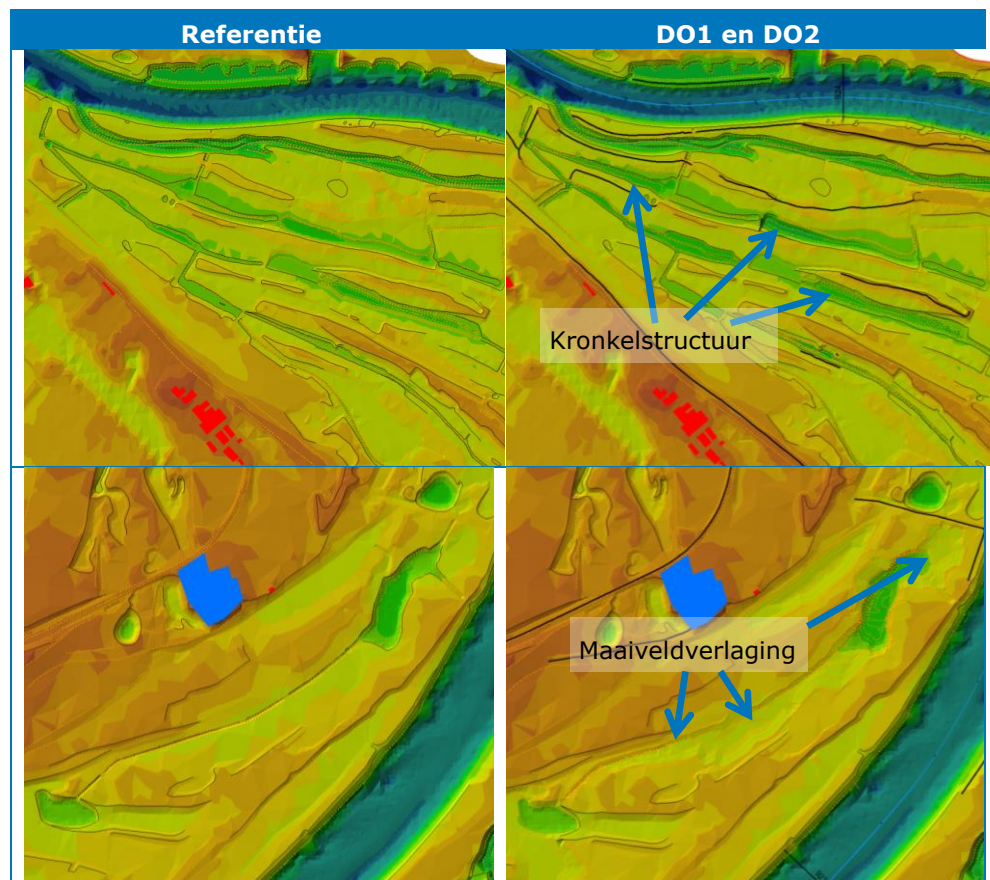
2.3.1

Schematisatie in Baseline

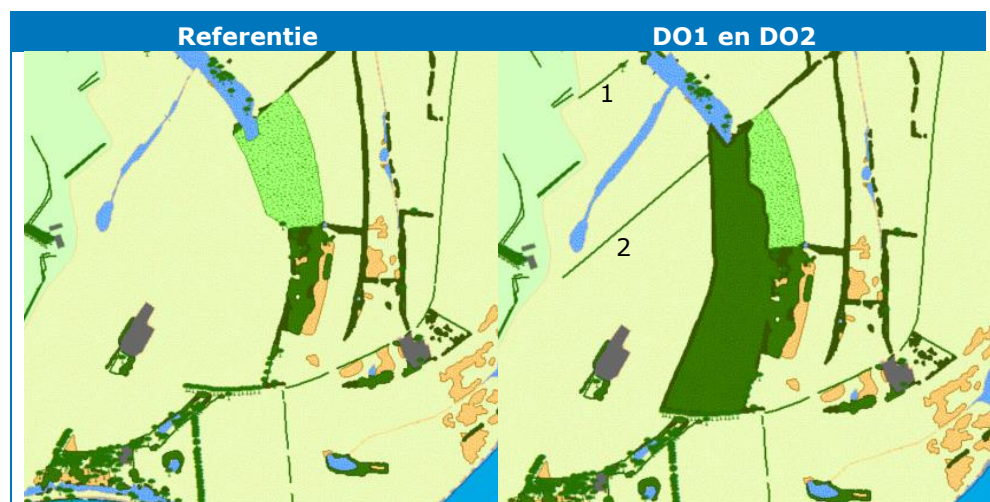
De aanpassingen in de schematisatie van DO1 en DO2 hebben betrekking op afgravingen, aanpassingen in uiterwaardruwheden en een verlaging van een kade. De hoogteveranderingen zijn weergegeven in Figuur 7. De ruwheden in de uiterwaard zijn aangepast zoals weergegeven in Figuur 8. Het betreft hier de aanplant van het bos in het centrale deel van het projectgebied. Verder wordt bij gebied 'de Batterij' de kade verlaagd met 70 cm over een lengte van circa 7 m (Figuur 4). De gridcellen in het WAQUA model zijn ter plaatse van deze kade ongeveer 7 m breed. Effectief komt de ingreep dus neer op 1 rekencel met een lagere overlaat.

In schematisaties van rivieringrepen is de gangbare aanpak dat terreinhellingen steiler dan 1:7 als hoogteverschillen met bijbehorende energieverlies (via een overlaatbeschrijving) worden geschematiseerd. Voor de schematisatie van de kronkelwaardstructuur is hier echter deels van afgeweken. Waar de kronkelwaarden voor het rekenrooster te smal bleken is slechts één oever als hoogteverschil geschematiseerd om te voorkomen dat gridcellen in de WAQUA-schematisatie volledig omsloten zouden worden met overlaten. Dit zou onrealistische energieverliezen opleveren. In plaats daarvan is ervoor gekozen om de oevers van de smalle kronkelwaarden aan de rivierzijde te schematiseren met breuklijnen (zie ook Huthoff et al. 2018).

*Figuur 7
Aanpassingen in
bodempligging voor
DO1 en DO2.*



*Figuur 8
Aanpassingen in
vegetatievlakken
voor DO1 en DO2.
De lange haag,
nummer 2, is in DO2
niet aanwezig.
Volledig overzicht is
opgenomen in de
meta-datafile van de
Baseline maatregel.*



2.3.2

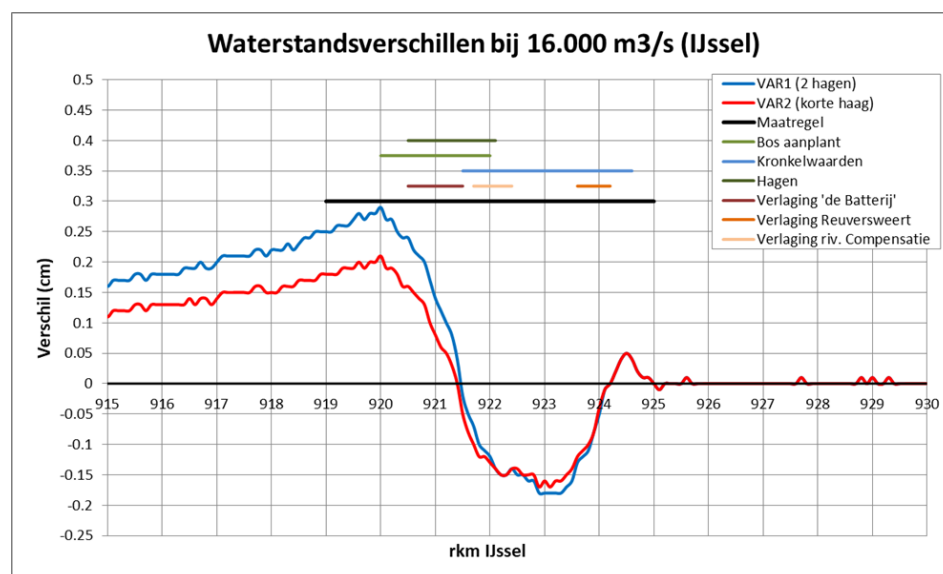
WAQUA resultaten

In Figuur 9 zijn de effecten op referentiehoogwaterstanden weergegeven voor varianten DO1 (variant 1) en DO2 (variant 2). In de grafiek zijn ook de trajecten van de verschillende deelingrepen aangegeven. Daarbij is ook het traject van "maaiveldverlaging ten behoeve van rivierkundige compensatie" weergegeven, terwijl deze ingreep niet is opgenomen in DO1 en DO2.

Afgraving van het geulenpatroon (Kronkelwaarden) en de maaiveldverlaging Reuversweerd geven een gezamenlijke waterstandsdeling van 1 a 2 mm. Het blijkt dat de lange haag in DO1 lokaal een opstuwing van circa 1 mm geeft (verschil tussen blauwe en rode lijn). Bij de terugstroomblocatie observeren we lokaal een klein "opstuwingspiekje" dat typerend is voor dit soort ingrepen. Dit hangt ermee samen dat door verruiming in de uiterwaard een afvoerverschuiving optreedt van hoofdtak van de rivier richting uiterwaard. Deze afvoerverschuiving herstelt zich over traject rkm 924-925.

Bovenstrooms van het projectgebied zien we dat een opstuwing optreedt op de as van de rivier tussen 2 en 3 mm. Deze opstuwing is het gevolg van de uiterwaardverruiming door bosontwikkeling. Hoewel het opstuwende effect relatief klein is, is het volgens het RBK5.0 toch te groot en zijn deze varianten niet vergunbaar.

*Figuur 9
Verskil in
waterstand bij de
hoogwaterreferentie
bij DO1 ("VAR1") en
DO2 ("VAR2") langs
de as van de rivier.*



2.4

Varianten fase 1: DO3 en DO4

Het blijkt dat de grote haag in DO1 te veel opstuwing geeft en niet langer een realistische optie is. In overleg met de opdrachtgever is vervolgens beschouwd welke maatregelen mogelijk zijn om de opstuwing bij de hoogwaterstand in DO2 nog verder te beperken. De volgende ingrepen zijn gekozen:

1. De maaiveldverlaging van 50 cm ten behoeve van rivierkundige compensatie (zie Figuur 3 roze vlak en Figuur 6 blauwe lijn) wordt opgenomen. De schematisatie is te zien in Figuur 10.
2. Het talud van de kade nabij "de Batterij" (Figuur 4) wordt over de gehele lengte verder verflauwd, zodat hier minder energieverliezen optreden.
3. De begroeiing bij de kronkelwaard wordt voor een gedeelte gemaaid.
4. We maken onderscheid tussen een 'interventiebeeld' (DO3) en 'streefbeeld' (DO4). Het streefbeeld heeft betrekking op het ontwerp

zoals het initieel wordt aangelegd en het interventiebeeld op de situatie waarbij na verloop van tijd enige aanzanding heeft plaatsgevonden in afgegraven delen. In beide varianten worden de bovenstaande drie aanpassingen opgenomen.

- a In DO4 (streefbeeld) is in de kronkelwaardgeulen de extra 0,5 m afgraving opgenomen (zie Figuur 5). In DO4 liggen de kronkelwaardgeulen dus 0,5 m lager dan in DO3.
- b Verder is in DO4 expliciet vastgehouden aan de 16.000 m³ afgraving bij 'de Batterij' (zie Figuur 6). In DO3 is bij de afgraving bij de batterij uitgegaan van aangeleverde dwarsprofielen (net als in DO1 en DO2). Tussen de profielen is de terreinligging geïnterpoleerd en daardoor komt het totale afgegraven volume in DO3 op 14.000 m³ uit. In DO4 is in de geïnterpoleerde delen de ontbrekende 2.000 m³ toegevoegd.

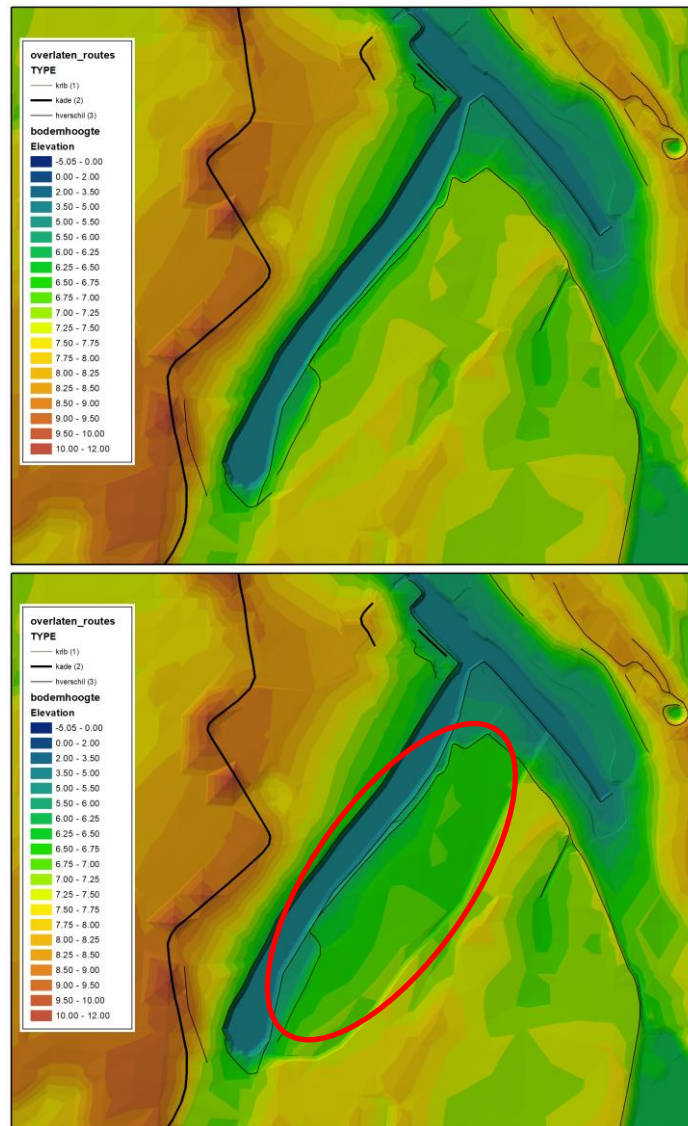
2.4.1

Schematisatie in Baseline

Extra maaiveldverlaging (compensatiemaatregel)

De eerste ingreep die zowel in DO3 als in DO4 is opgenomen is de maaiveldverlaging ten behoeve van rivierkundige compensatie. De schematisatie is te zien in Figuur 10.

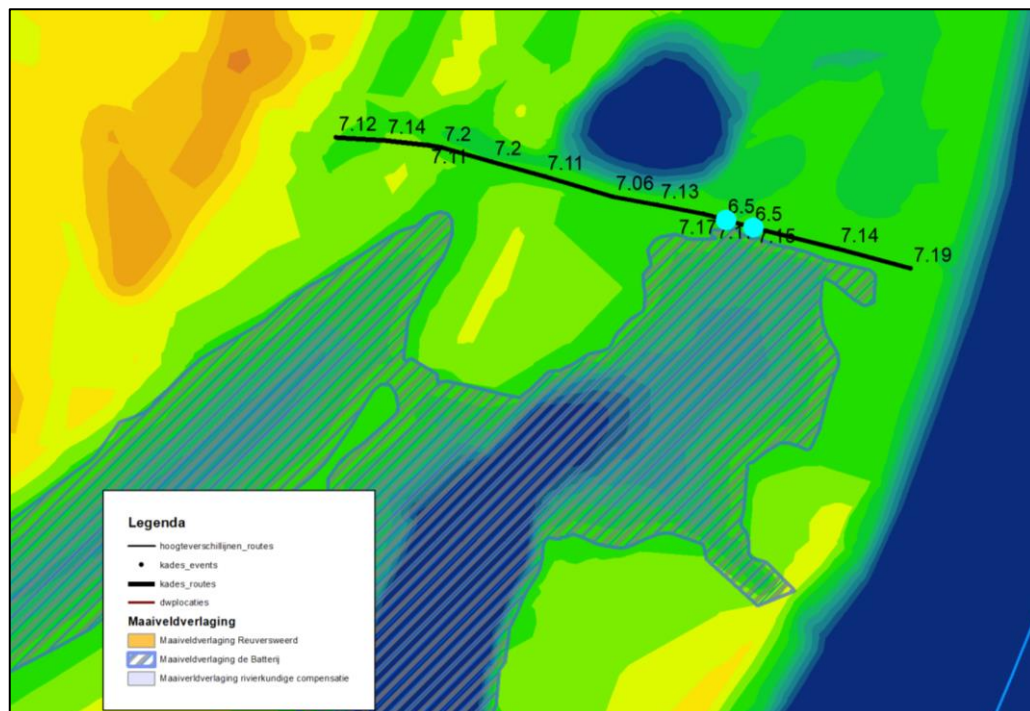
*Figuur 10
Extra
maaveldverlaging in
DO3 en DO4.*



Taludverflauwing in de Batterij

De tweede ingreep die zowel in DO3 als in DO4 is opgenomen is de taludverflauwing in gebied 'de Batterij', zodat over de aanwezige kade geen energieverliezen optreden. In Baseline is dit geschematiseerd door de teenhoogtes van de kade (linkerhoogte en rechterhoogte) gelijk te zetten aan de kruinhoogtes.

*Figuur 11
Kade-element in
gebied 'de Batterij'.
In DO3 en DO4 zijn
de teenhoogtes van
de kade aangepast
zodat er in de
stromingsberekening
geen
energieverliezen
optreden.*



Aanpassing begroeiing in gebied bij de kronkelwaard

Er worden in DO3 en DO4 in een deel van de kronkelwaard bomen verwijderd. Dit leidt plaatselijk tot een lagere hydraulische ruwheid. In de Baseline-schematisatie houdt dit in dat vlakken die voorheen van type "riet en ruigte" waren nu voor ongeveer de helft zijn omgezet naar "gras en akker" en voor de andere helft naar een vegetatie-mengklasse met 80% gras en akker en 20% struweel ("mengklasse 90-10", aangeleverd door RWS). Figuur 12 toont de begrenzing (rode lijn) van het perceel met lagere ruwheid.

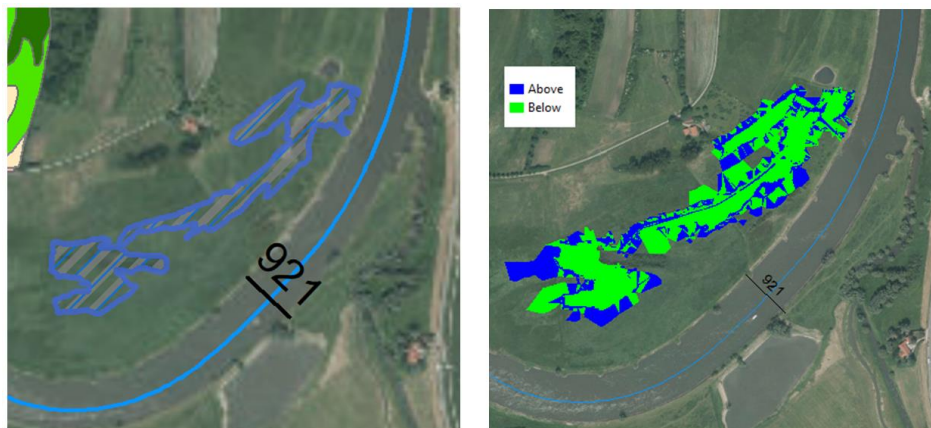
*Figuur 12
Aangepaste
vegetatietypen in
deel van noordelijk
projectgebied*



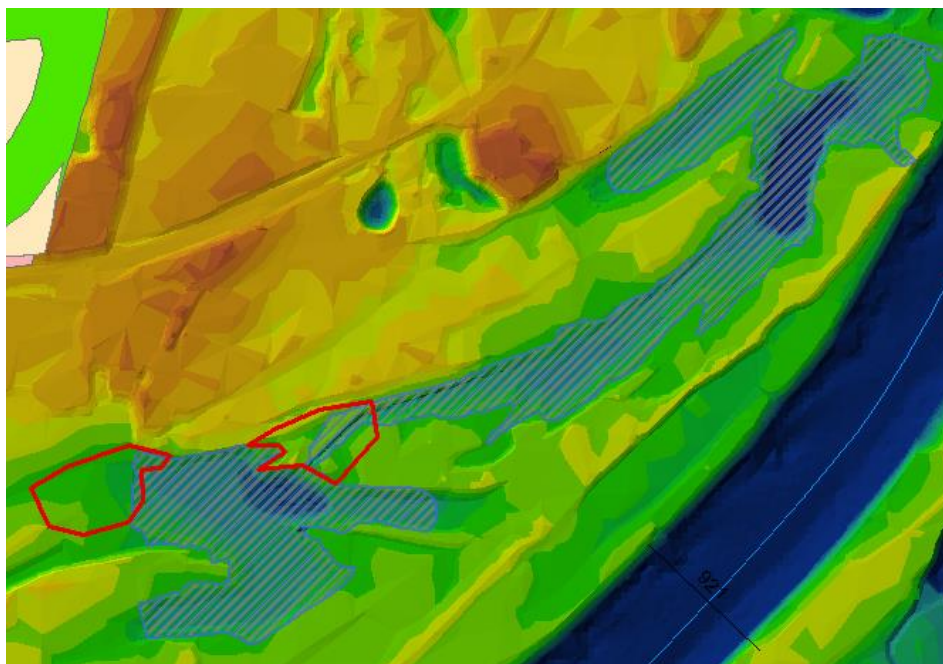
Afgraven ten behoeve van streefbeeld

In het interventiebeeld (DO3) wordt in de kronkelwaarden en in gebied de Batterij dezelfde bodemligging aangehouden als in DO1 en DO2. Voor het streefbeeld (DO4) ligt de bodem in de geulen van de kronkelwaarden een halve meter lager dan in het interventiebeeld. De dwarsprofielen in DO4 komen daarmee overeen met de aangeleverde ontwerpprofielen zoals opgenomen in Bijlage A. Verder wordt bij DO4 gegarandeerd dat de voorgeschreven afgraving van 16.000 m³ in gebied Batterij daadwerkelijk wordt gehaald. Het bleek dat door terreininterpolatie-effecten bij DO3 (en DO1 en DO2) slechts 14.000 m³ volume-verruiming was bereikt. Figuur 13 toont de bodemverschillen in DO3 ten opzichte van de referentiesituatie, met daarin weergegeven waar de bodem effectief is gedaald (in groen) en waar deze is gestegen (blauw). De bodemstijgingen zijn interpolatie-effecten. Deze stijgingen zijn relatief klein maar hebben samen toch een verminderd afgravingsvolume van circa 2000 m³ tot gevolg. In Figuur 14 is het gebied aangegeven (met oppervlak van 6.000 m²) waar extra verlaging is toegepast om in DO4 toch de volledige 16.000 m³ te bereiken.

*Figuur 13
Maaiveldverlaging de
Batterij (links: het
gebied in blauw
gearceerd, rechts:
bodemaanpassingen
in Baseline in DO1,
DO2 en DO3)*



*Figuur 14
Rode omliggende
gebieden: extra
verlaging in DO4 ter
correctie van
bodem-interpolatie
effecten.*

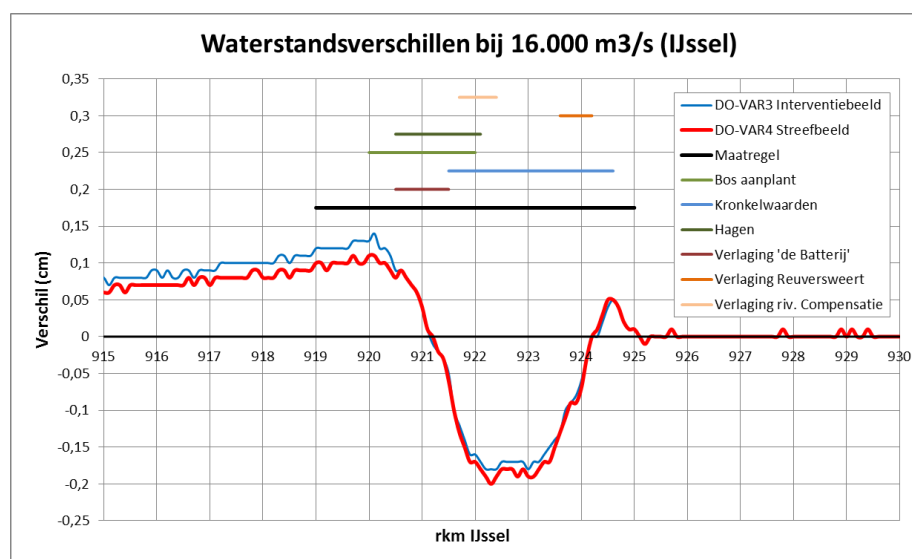


2.4.2

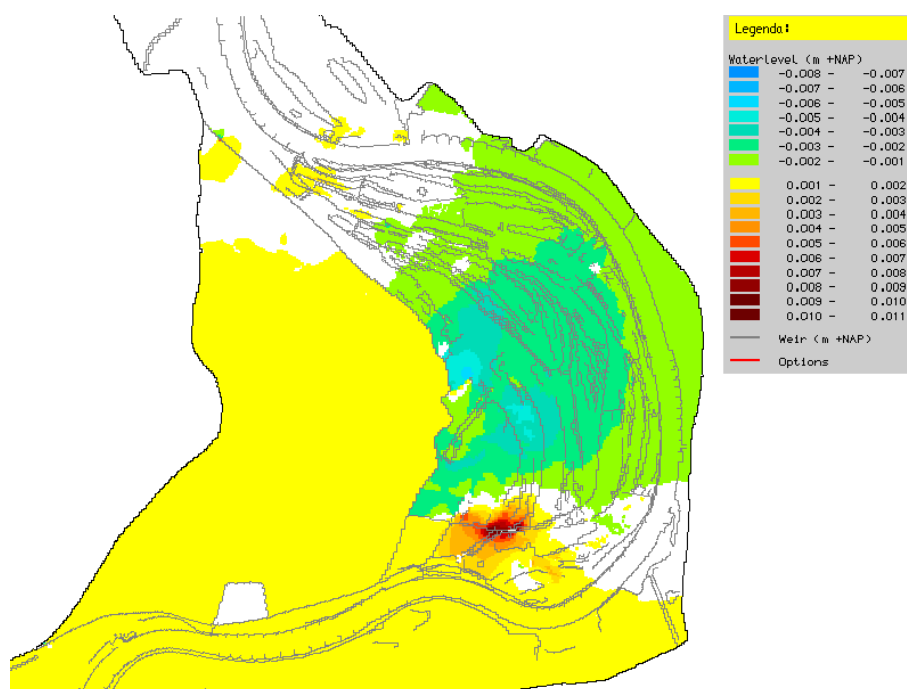
WAQUA resultaten

Figuur 15 toont het waterstandeffect langs de as van de rivier bij DO3 (interventiebeeld) en bij DO4 (streefbeeld). Het blijkt dat met name door de extra maaiveldverlaging ten behoeve van rivierkundige compensatie de opstuwing nu kleiner is dan voorheen (vergelijk met Figuur 9, halvering van opstuwing van 2 mm naar 1 mm). In het streefbeeld treedt nu in het projectgebied nog maar maximaal 1,1 mm opstuwing op. Bij het interventiebeeld is de maximale opstuwing circa 1,4 mm. Er zou dus aanvullend ingegrepen moeten worden om de voorgeschreven hoogwaterveiligheid in het gebied te waarborgen. In Figuur 16 zijn de waterstandeffecten in het gehele projectgebied te zien. Het blijkt dat de maximale opstuwing van circa 1 cm optreedt net ten zuiden van het extra aangelegde bos. Langs de primaire kering is hier maximaal 1 mm van over.

*Figuur 15
Verskil in
waterstand bij de
hoogwaterstand bij
DO1 en DO2 t.o.v.
referentiemodel
langs de as van de
rivier*



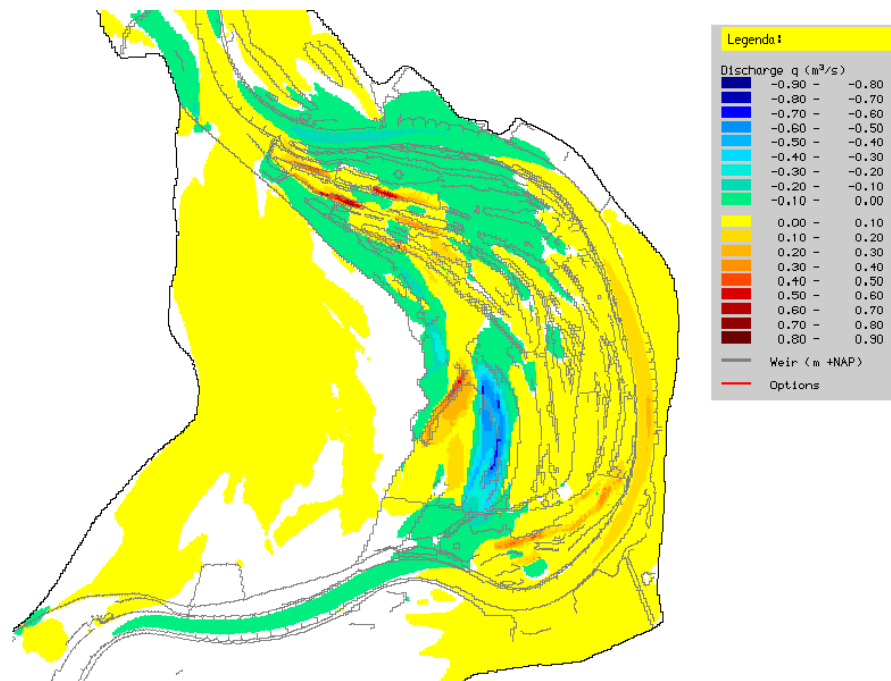
*Figuur 16
Verskil in
waterstand bij
variant DO4 t.o.v.
referentiemodel*



In Figuur 17 is de specifieke afvoer (= afvoer per meter breedte) in het projectgebied weergegeven. Hier is te zien dat in verruimde delen (kronkelwaarden, maaiveldverlagingen ten gunste van rivierkundige compensatie en bij de Batterij) inderdaad meer water stroomt. Net zo is te zien dat in het gebied met bosontwikkeling de afvoer omlaag gaat.

In Bijlage B zijn de stroomsnelheden bij 16.000 m³/s van DO4 en de referentiesituatie weergegeven.

Figuur 17
Verskil in specifieke afvoer tussen variant DO4 en referentie (wit= geen verschil, geel-rood: meer afvoer bij DO4, groen-blauw: minder afvoer bij DO4).

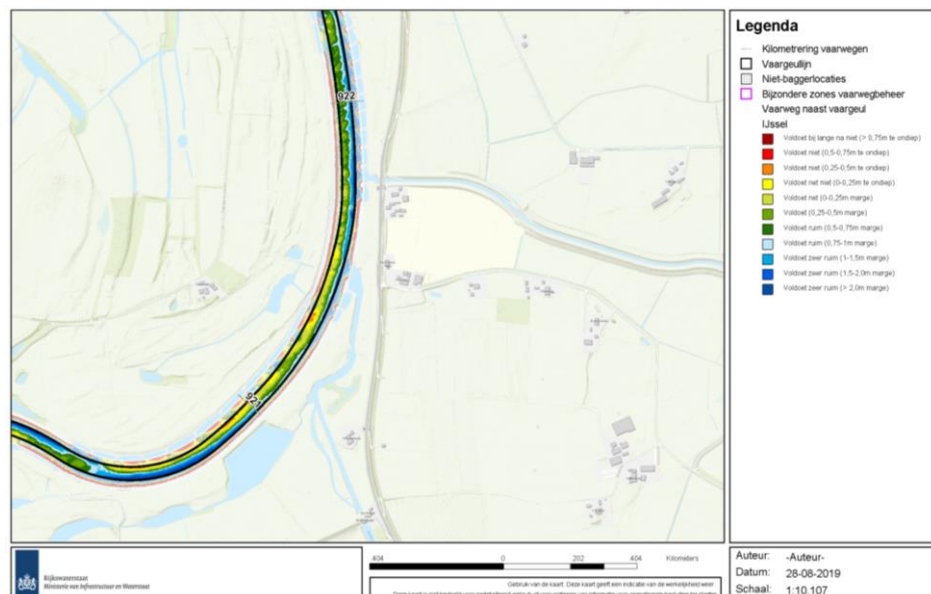


2.4.3

WAQmorf: instellingen en resultaten

De maximale opstuwing van 1,1 mm bij DO4 voldoet net niet aan de hoogwaterveiligheidseis van maximaal 1 mm opstuwing (RBK5.0). Via een kleine ontwerpaanpassing is dit te mitigeren. Een volgend belangrijk aspect is echter ook het effect van DO4 op de bodemligging van de rivier en mogelijke verondieping van de vaargeul. In Figuur 18 is te zien dat er in de rivierbocht bij Cortenoever al locaties in de vaargeul zijn met beperkte diepgang. Eventuele aanzanding op deze locaties kan verdere scheepvaarthinder geven.

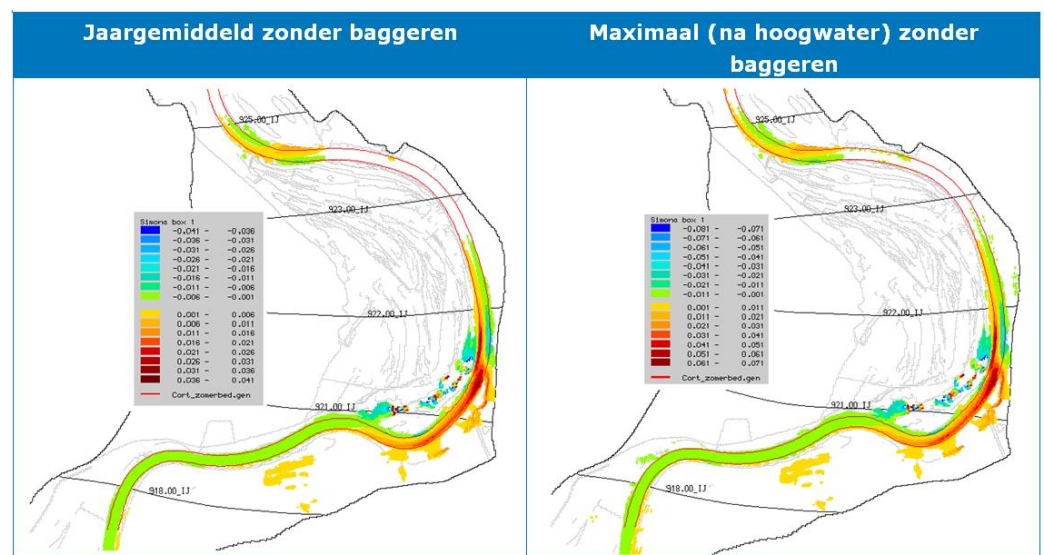
Figuur 18
Overruimte voor scheepvaart (bron: GeoWEB van Rijkswaterstaat). De zwarte lijnen geven de begrenzing van de vaargeul.



Door ingrepen in de uiterwaarden verandert de verdeling in afvoer tussen zomerbed en winterbed. Daarmee kan ook de stroomsnelheid in de vaargeul veranderen, en dat kan weer leiden tot erosie of aanzanding. Om de morfologische effecten van het streefbeeld (variant DO4) te kwantificeren is gebruik gemaakt van rekengereedschap WAQmorf. Toepassing van WAQmorf berust onder andere op de aanname dat de ingrepen lokaal zijn en zich beperken tot maximaal de lengte van één uiterwaard en waarbij de hoeveelheid sedimenttransport in de hoofdgeul (het zomerbed) vóór en na de ingrepen gelijk blijft. Met seizoensvariatie wordt rekening gehouden door het jaar op te splitsen in aparte afvoerblokken. Bij de schatting van de bodemveranderingen wordt rekening gehouden met het relaxatiegedrag van de morfologische effecten bij het aangenomen afvoerloop in de rivier. Dit leidt tot gemiddelde bodemveranderingen in de vorm van een dynamisch evenwicht. Als gevolg van jaarlijkse afvoerfluctuaties zal de werkelijkheid hier van jaar tot jaar van afwijken. WAQmorf houdt geen rekening met een terugkoppeling tussen bodemveranderingen en stromingsomstandigheden en doet geen uitspraken over het stroomafwaarts verplaatsen van bodemveranderingen als gevolg van de aangenomen afvoervariatie.

In Figuur 19 is voor DO4 de met WAQmorf geschatte evenwichts-sedimentatie en -erosie aan het eind van het hoogwaterseizoen weergegeven uitgaande van de afvoeren 4.000 m³/s en 6.000 m³/s (conform WaqMorf-richtlijnen voor dit gebied). De linker afbeelding geeft de geschatte jaargemiddelde sedimentatie (positief, in rood) en erosie (negatief, in groen) ten gevolge van de ingreep. De rechter afbeelding geeft de sedimentatie en erosie aan het eind van de hoogwaterperiode. Kwalitatief lijken deze afbeeldingen vrijwel identiek, de absolute effecten zijn in de rechterfiguur echter ongeveer twee keer zo groot. De absolute bodemveranderingen worden geschat op enkele cm, plaatselijk oplopend tot circa 7 cm direct na hoogwater. Na de laagwaterperiode zijn de evenwichtsbodemeffecten verwaarloosbaar klein (hier niet getoond, minder dan 1 cm). Bodemeffecten van deze orde-grootte in een deel van het dwarsprofiel en over een lengte van < 1 km geven geen merkbare invloed op waterstanden.

*Figuur 19
Geschatte
bodemeffecten bij
DO4 (op basis van
WAQmorf)*



De maximale aanzanding na hoogwater treedt met name op in de buitenbocht van de rivier, daar waar in principe overruimte aanwezig is voor diepgang van scheepvaart (zie Figuur 18). Echter, ook bij de binnenbocht treedt aanzanding op. Het is van belang om inzichtelijk te maken hoe groot de hinder kan zijn van deze aanzanding, en deze vervolgens waar mogelijk te beperken. De volgende paragraaf geeft een kwantitatieve beschouwing van de verondieping in de vaargeul.

In Bijlage B zijn de stroomsnelheden bij 4.000 en 6.000 m³/s van DO4 en de referentiesituatie weergegeven.

2.4.4

Morfologische effecten op scheepvaart (volumeberekening)

In bijlage 8 van RBK 5.0 staan richtlijnen voor bepaling van erosie- en sedimentatievolumes voor inschatting van scheepvaarteffecten. De volgende kentallen zijn daarin genoemd:

- A. Totale erosie en sedimentatie:
 - 1. Sedimentatie in m³ per Hm-vak; en
 - 2. Erosie in m³ per Hm-vak.
- B. Bodemhoogte t.o.v. de internationale CCR norm:
 - 3. Maximum bodemhoogte t.o.v. de norm/bodemhoogte criterium; en
 - 4. Effect op de maximum bodemhoogte per Hm-vak.
- C. Het volume dat niet voldoet aan de internationale CCR norm:
 - 5. Volume boven de norm/bodemhoogte criterium; en
 - 6. Effect op volume boven de norm/bodemhoogte per Hm-vak.
- D. Baggervolume incl. 30 cm baggermarge dat verwijderd moet worden om aan de internationale CCR norm te voldoen;
 - 7. Volume boven de norm/bodemhoogte criterium minus 30 cm; en
 - 8. Effect op volume boven de norm/bodemhoogte minus 30m per Hm-vak.
- E. Gemiddelde bodemhoogte t.o.v. de internationale CCR-norm (c.q. beschikbare kielspeling voor faciliteren van vlotte vaart, 100 cm),
 - 9. Gemiddelde bodemhoogte t.o.v. de norm/bodemhoogte criterium; en
 - 10. Effect op de gemiddelde bodemhoogte t.o.v. de norm/bodemhoogte minus kielspeling per Hm-vak.
- F. Baggervolume in de kielspeling dat verwijderd zou moeten worden voor vlotte en veilige scheepvaart,
 - 11. Volume boven de norm/bodemhoogte criterium minus kielspeling; en
 - 12. Effect op volume boven de norm/bodemhoogte minus kielspeling per Hm-vak.

De hierin genoemde hectometervakken ("Hm-vak") zijn weergegeven in Figuur 20 voor het beschouwde traject bij Cortenoever. Op basis van deze Hm-vakken worden alle kentallen, zoals hierboven genoemd, bepaald. Hierbij verwijzen wij naar bovenstaande lijst van criteria als A1 = "totale sedimentatie in m³ per Hm-vak", A2 = "totale erosie in m³ per Hm-vak", B3 = "Maximum bodemhoogte t.o.v. de norm/bodemhoogte criterium", etc.

*Figuur 20
Hectometervakken
in de vaargeul van
de IJssel nabij
Cortenoever.*



Tabel 3 in Bijlage E toont de berekende volume-kentallen voor DO4 ten opzichte van de referentiesituatie. De geschatte bodem-volumes in deze tabel zijn bepaald op basis van bodemhoogte-stappen van 1 mm. In de tabel is in de tweede rij ook vermeld op welk criterium de betreffende kolom zich betreft (criterium/kengetallen A1 tot en met F12 uit bijlage 8 van het RBK 5.0).

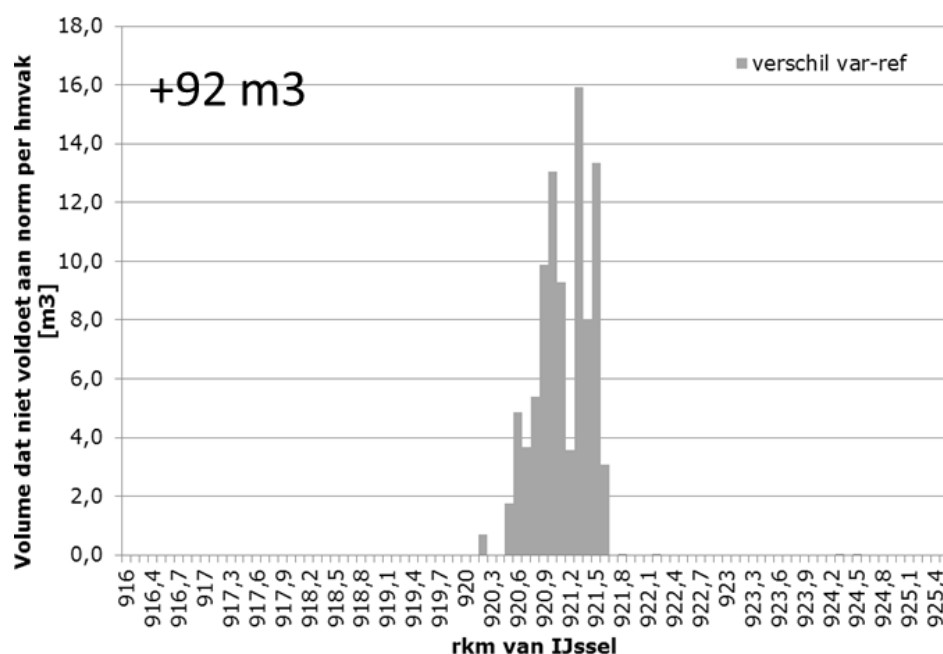
Het belangrijkste criterium onder de berekende kentallen in Tabel 3 is de minimale diepgang, oftewel criterium C6. De verschillen in bodemvolumes voor deze norm staan vermeld in kolom 14. Alleen de waarden op traject rkm 920-922,4 worden getoond in Tabel 3 in Bijlage E, in de omliggende trajecten is geen noemenswaardig hinder-effect van DO4 geconstateerd.

Op basis van de WaqMorf analyse is de schatting dat bij variant DO4 op het traject tussen rkm 920-922,5 binnen de vaargeul een effectieve aanzanding optreedt van circa 836 m³ (=effect van sedimentatie + erosie). Deze aanzanding veroorzaakt plaatselijke bodemophogingen van circa 2,1 cm. Dit effect is nauwelijks terug te zien in de lokale variatie in bodemligging, maar het leidt met betrekking tot verschillende criteria voor vaarwegdiepte wel tot de volgende ongewenste bodemvolumes:

- **Criteria C5 en C6:** het bodemvolume dat verwijderd zou moeten worden bij variant DO4 om te voldoen aan de norm voor minimale vaardiepte (OLR-2,50m) bedraagt 1519 m³ (C5). Dit is 92 m³ meer dan in de referentiesituatie (+6%, C6).
- **Criteria D7 en D8:** uitgaande van een baggermarge van 30 cm is de totale baggertaak bij de variant DO4 4074 m³ (D7). Dit is 164 m³ meer dan in de referentiesituatie (+4%, D8).
- **Criteria E9 en E10:** om te voldoen aan een kielspeling van 100 cm is de totale baggertaak bij de variant DO4 27.307 m³ (E9). Dit is 686 m³ meer dan in de referentiesituatie (+3%, E10).

Met name criterium C6 is van belang. In Figuur 21 is te zien hoe het extra volume met betrekking tot criterium C6 is verdeeld over de lengte van de rivier. Het blijkt dat bij DO4 met name nabij de bocht bij rkm 921 ongewenste aanzanding optreedt. Op deze locatie is de diepgang al kritiek en met de extra aanzanding ontstaat in totaal circa 92 m³ extra bodemvolume dat niet voldoet aan de eis voor minimale diepgang.

*Figuur 21
Bodemvolume van
DO4 dat niet voldoet
aan de eis voor
minimale diepgang
(criterium C6 uit
Bijlage 8 in het
RKB5.0)*



2.4.5

Conclusie DO4

DO4 voldoet nét niet aan de eis voor hoogwaterveiligheid. Deze tekortkoming lijkt eenvoudig op te lossen met een kleine ontwerpaanpassing. Belangrijker is echter dat DO4 ook niet gunstig is voor de scheepvaart. Er is daarom verdere optimalisatie nodig. Hiervoor beschouwen wij twee nieuwe varianten DO5 en DO6 die gericht zijn op beperken van verondieping van de vaargeul.

2.5

Varianten fase 2: DO5 en DO6

In overleg met de opdrachtgever is beschouwd welke maatregelen mogelijk zijn om de verondieping van de vaargeul in DO4 te beperken. Doel is tegelijk ook om de opstuwing tijdens hoogwater niet verder te vergroten. De volgende maatregelen zijn gekozen om DO4 verder te optimaliseren:

1. Kade-ophoging bij oever rkm 920,1-2 tot NAP + 8,05 m
2. Kade-ophoging bij oever rkm 920,7-921 tot NAP + 7,40 m geleidelijk aflopend naar NAP + 7,20 m
3. Niet toepassen van taludverflauwing in 'de Batterij'
4. Minder afgraven in 'de Batterij': niet toepassen van extra afgraving beschreven in paragraaf 2.4, punt 4b (zie Figuur 6)

Al deze maatregelen zijn er op gericht om meer afvoer in de hoofdgeul van de rivier te houden. Op basis van de gekozen maatregelen zijn twee varianten beschouwd:

- **DO5:** maximale mitigatie van hinder voor scheepvaart, DO4 met maatregelen 1, 2, 3 en 4.
- **DO6:** optimalisatie binnen de oorspronkelijke scope van het project, DO4 met maatregelen 3 en 4.

2.5.1

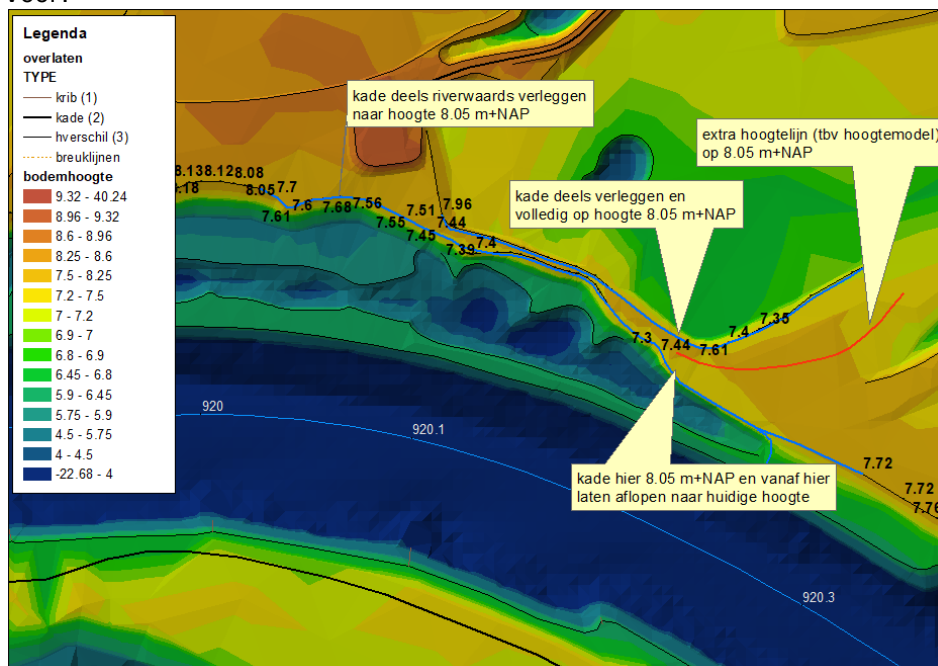
Schematisatie in Baseline

De specifieke eigenschappen van maatregelen 1 tot en met 4 zijn te zien in Figuur 22 t/m Figuur 24.

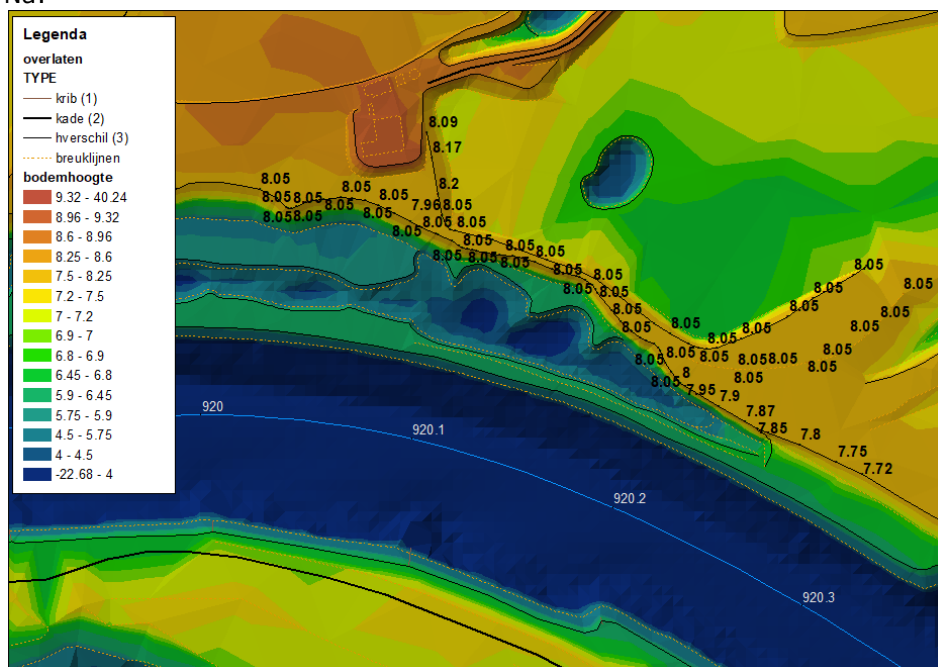
1. Ophogen kade bij oever rkm 920,5

Figuur 22
Maatregel 1:
ophoging van kade
nabij rkm 920,5
(schets toegeleverd
door RWS)

Voor:



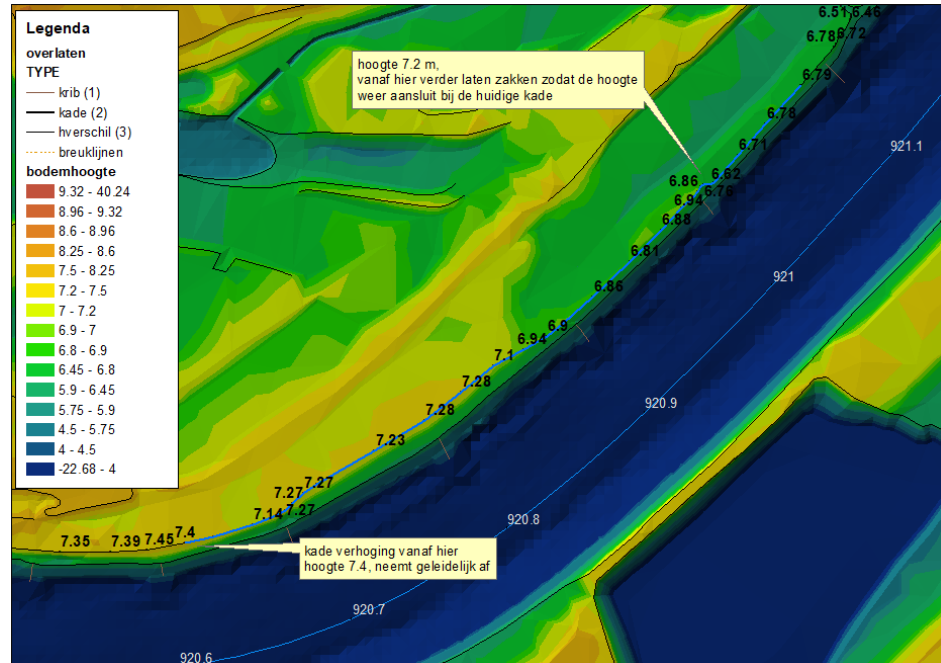
Na:



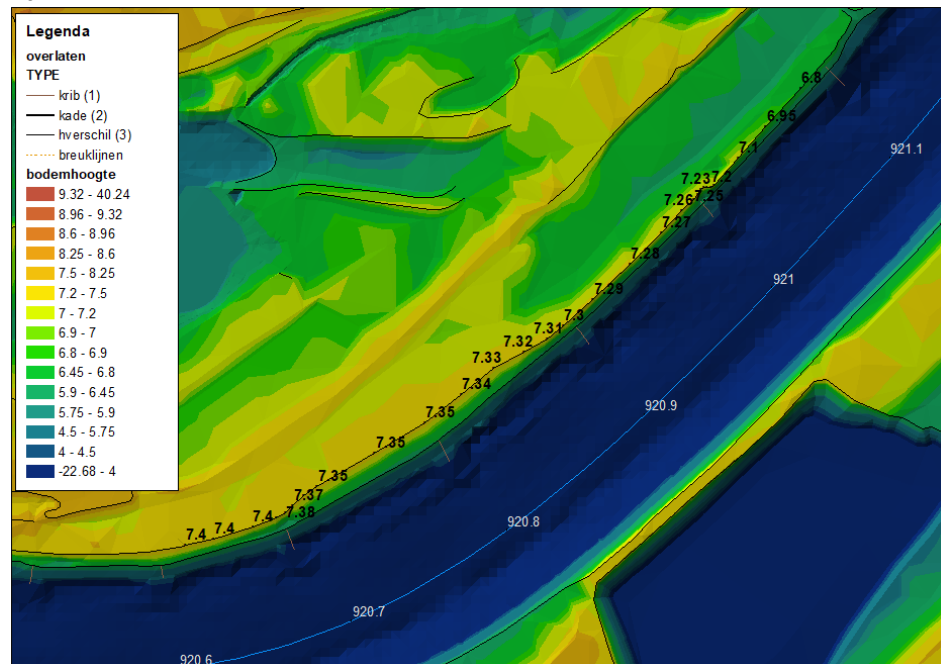
2. Ophogen oever bij oever rkm 920,8 – 921,1

Figuur 23
Maatregel 2:
ophoging van kade
nabij rkm 921
(schets toegeleverd
door RWS)

Voor:



Na:



3. Geen taludverflauwing in 'de Batterij'

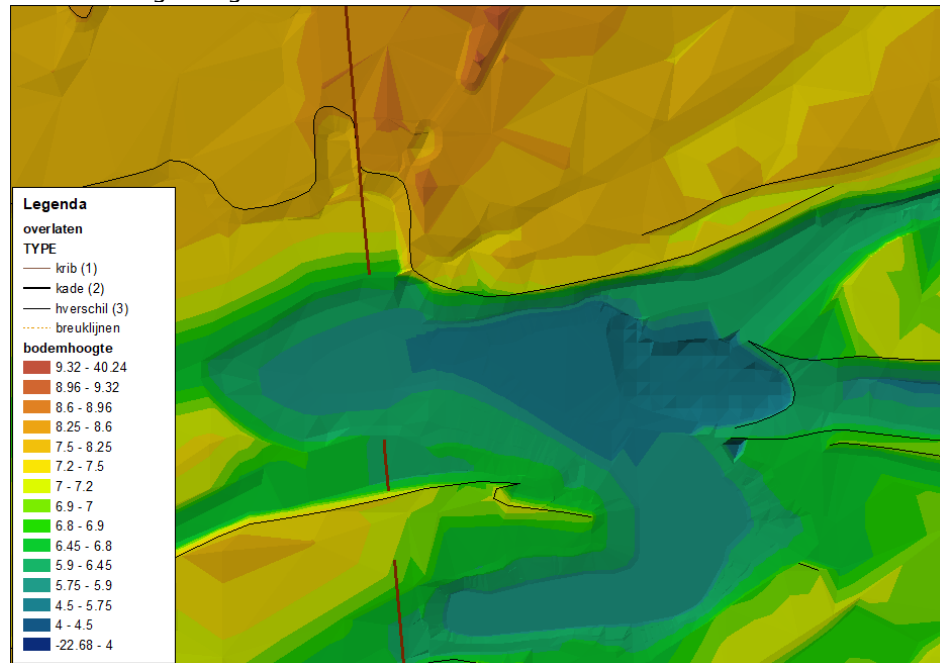
Zie Figuur 11 in paragraaf 2.4.1.

4. Minder afgraven in 'de Batterij'

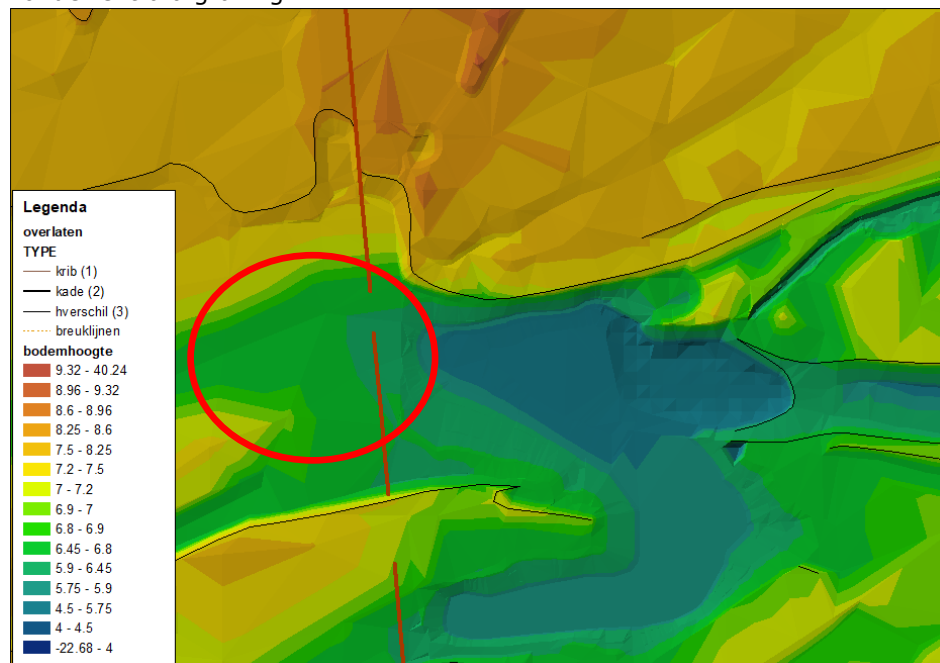
In gebied "de Batterij" liggen een deel van de eerder opgenomen maaiveldverlaging op private grond. Dit deel wordt niet meer opgenomen als maatregel. In Figuur 24 is te zien dat in het westen van de Batterij daardoor een deel van de afgraving vervalt.

Figuur 24
Maatregel 4: minder
afgraven in 'de
Batterij'

Met extra afgraving:



Zonder extra afgraving:



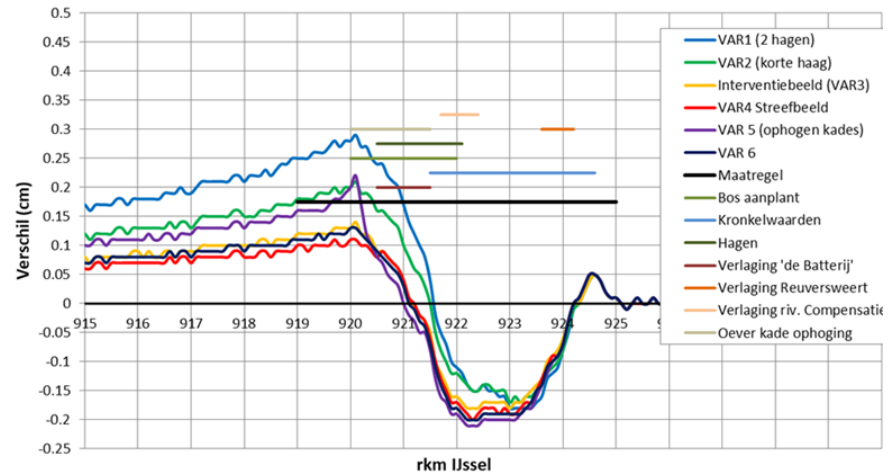
2.5.2

WAQUA resultaten

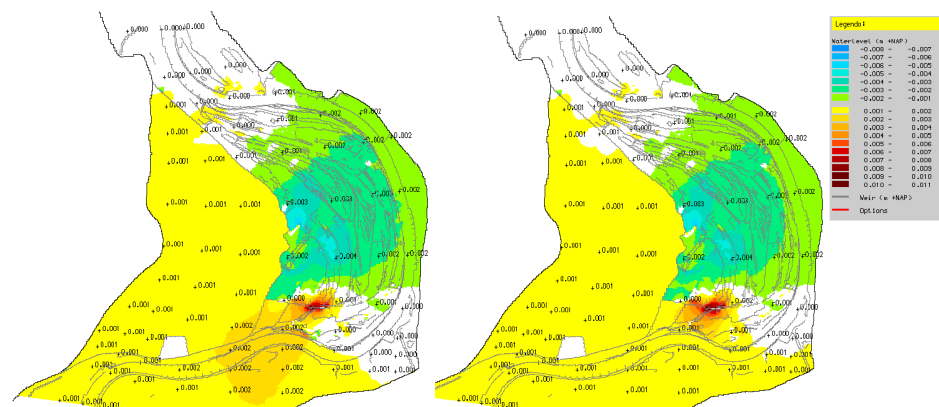
Figuur 25 geeft het waterstandeffect van DO1, DO2, DO4, DO5 en DO6 bij de hoogwaterreferentie. Het blijkt dat DO5 ("var5") nu weer te veel opstuwing geeft (2,2 mm op de as van de rivier bij rkm 920,1). Bij DO6 ("var6") zit de opstuwing bij hoogwater dicht bij wat officieel toelaatbaar is (1,3 mm bij rkm 920), maar ook hier is de opstuwing nog steeds te hoog. In Figuur 26 is te zien dat bij DO5 de kade-ophoging bij rkm 920,5 (maatregel 1) de primaire oorzaak is van de extra opstuwing. Als gevolg van de kadeophoging

gaat wel een grotere afvoer door de hoofdgeul van de rivier, zoals bedoeld om daar aanzanding te verlagen (Figuur 27).

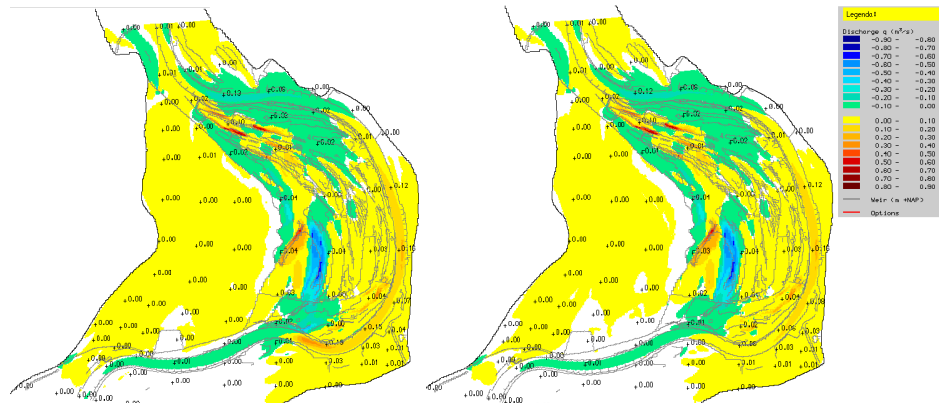
Figuur 25
Hoogwaterstands-
effecten bij
verschillende
varianten (DO4 =
Var4, DO5 = Var5,
DO6 = Var6). Het
traject van
projectgebied
Cortenoever is
aangegeven met
"maatregel".



Figuur 26
Waterstandseffect
bij hoogwater ten
opzicht van de
referentie bij DO5
(links) en DO6
(rechts)



Figuur 27
Verschil in specifieke
afvoer ten opzichte
van de referentie bij
DO5 (links) en DO6
(rechts)



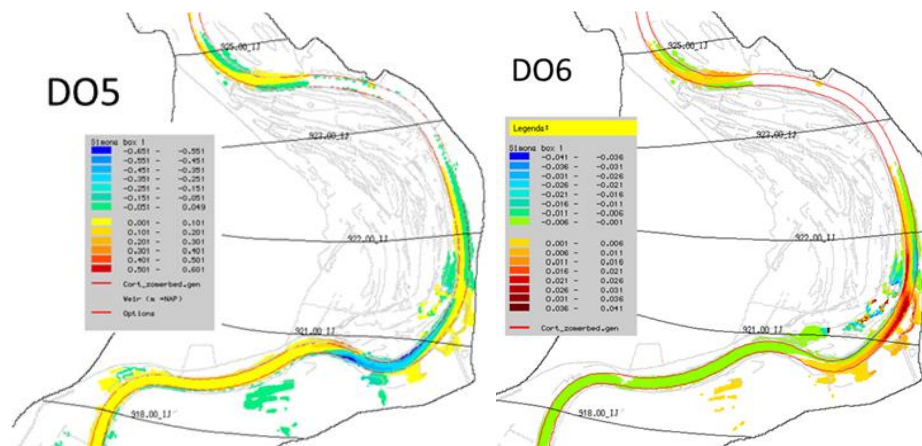
2.5.3

WAQmorf resultaten

In Figuur 28 zijn de morfologische effecten te zien bij DO5 en DO6. Door de toevoeging van twee kade-ophogingen stroomt bij DO5 bij morfologisch relevante afvoeren een grotere afvoerfractie door de hoofdgeul. Hierdoor ontstaat net bovenstrooms van rkm 921 erosie, terwijl daar bij DO4 nog

aanzanding optrad. Aanzanding nabij rkm 921 is bij DO6 ongeveer gehalveerd ten opzichte van DO4.

Figuur 28
Bodemeffecten bij
DO5 en DO6
(WAQmorf,
jaargemiddelde)



2.5.4

Morfologische effecten op scheepvaart (volumeberekening)

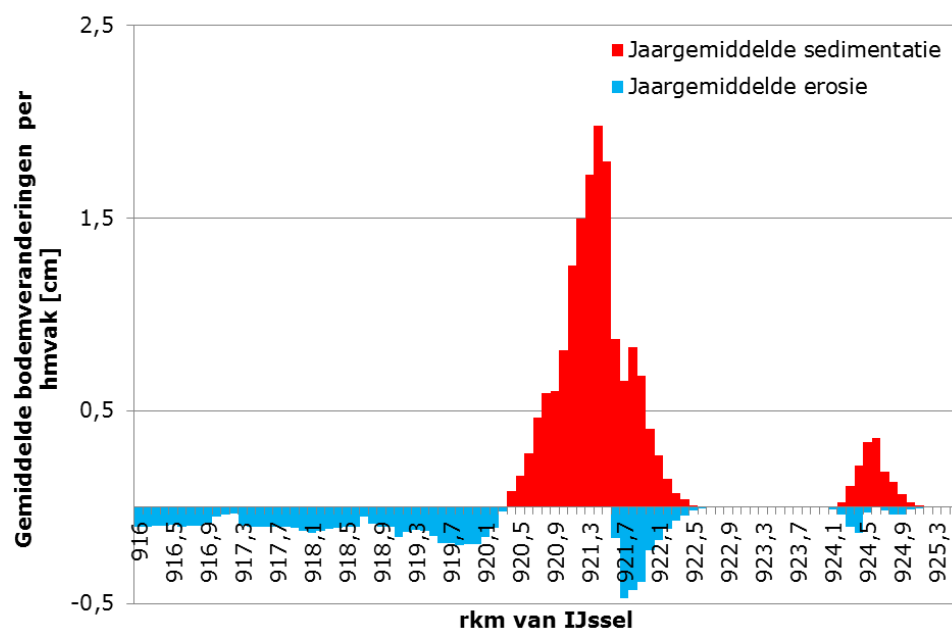
Tabel 3, Tabel 4 en Tabel 5 in Bijlage E geven verschillen in bodemvolumes van DO4, DO5 en DO6 met betrekking tot verschillende scheepvaartcriteria volgens het Rivierkundig beoordelingskader (Bijlage 8 uit RBK5.0). In de tabel is met rood aangegeven waar per Hm-vak niet aan het criterium voor minimale vaardiepte wordt voldaan (criterium C6). Voor dit criterium zijn de totale veranderingen in bodemvolume op traject rkm 920-922,4:

- Bij DO4: 92 m³ (Tabel 3 in Bijlage E);
- Bij DO5: -560 m³ (Tabel 4 in Bijlage E);
- Bij DO6: 55 m³ (Tabel 5 in Bijlage E).

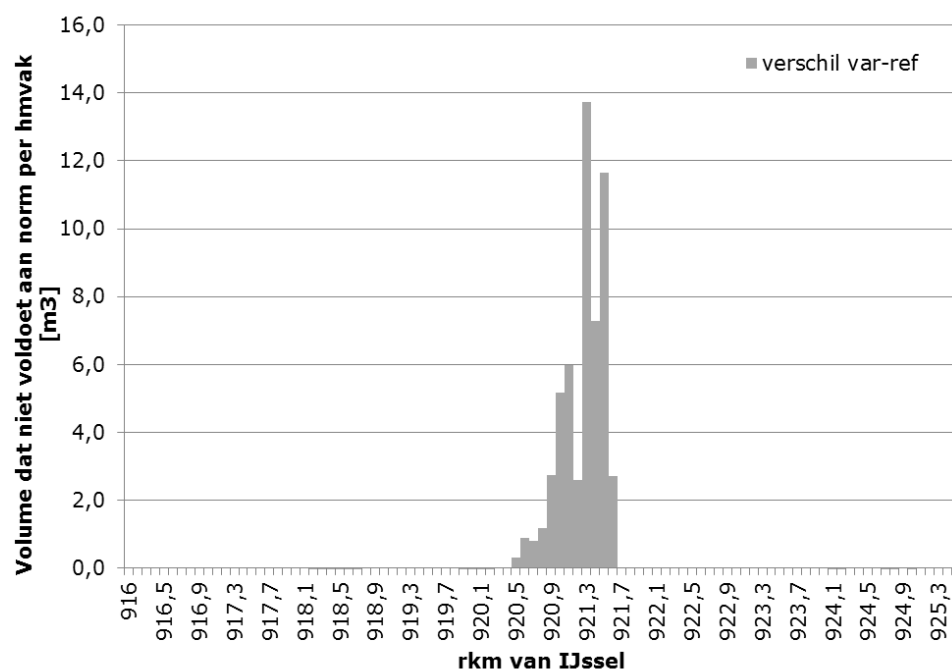
Bij DO5 is ten opzichte van de referentiesituatie een extra ruimte van 560 m³ gecreëerd. Bij DO4 ontstaat 92 m³ extra aanzanding boven de norm, en bij DO6 is deze met 40% gedaald naar 55 m³.

In Figuur 29 is te zien dat bij DO6 ook aanzanding optreedt buiten traject 920-922,4. Deze tweede aanzandingslocatie ligt nabij de benedenstroomse rand van uiterwaard (zie ook Figuur 28). Dit heeft echter geen invloed op bovengenoemd criterium C6 (Figuur 30). Er is dus alleen mitigatie nodig op traject 920,5-921,5, met het belangrijkste effect tussen rkm 920,9 en 921,5.

*Figuur 29
Gemiddelde
bodemverandering
per Hm-vak bij DO6
(evenwichtssituatie)*



*Figuur 30
Bodemvolume van
DO6 dat niet voldoet
aan de eis voor
minimale diepgang
(criterium C6 uit
Bijlage 8 in het
RKB5.0)*



2.5.5

Conclusie DO5 en DO6

Het blijkt dat DO5 te veel opstuwing geeft, langs het projectgebied bodemerosie veroorzaakt en bovenstrooms van het gebied extra aanzanding geeft. Deze variant is door de aanleg van twee oeverophogingen te ver doorgeslagen voor zowel rivierfunctie hoogwaterveiligheid als functie scheepvaart. Met name de oeverophoging aan de bovenstroomse kant van het projectgebied, die bijna dwars op de aanstroomrichting staat, pakt ongunstig uit. Deze specifieke ingreep geeft te veel opstuwing tijdens hoogwater.

Bij DO6 is door taludverflauwing en minder afgraving in gebied 'de Batterij' de aanzanding boven de norm met 40% gedaald van 92 m³ bij DO4 naar 55 m³ bij DO6. Deze ongewenste aanzanding ligt vrijwel geheel tussen rkm 920,9 en 921,5. Dit is gunstig voor de scheepvaart. Echter ligt voor DO6 de opstuwing bij de hoogwaterreferentie met 1,3 mm boven de toelaatbare grens van 1 mm.

In twee resterende stappen wordt toegewerkt naar een variant waarbij zowel hoogwaterveiligheid alsook verondieping van de vaargeul zoveel mogelijk wordt vermeden.

2.6 Variant fase 3: DO7

In overleg met de opdrachtgever is beschouwd welke maatregelen mogelijk zijn om zoveel mogelijk het gunstige effect op de bodemligging van DO6 over te nemen maar de opstuwing tijdens hoogwater te beperken. Als eerste stap zijn voor DO7 de volgende ingrepen gekozen (ten opzichte van DO6):

1. Kade ophoging bij oever rkm 920,8 – 921,1 tot NAP + 7,50 m geleidelijk aflopend naar NAP + 7,20 m
2. Verwijdering van de haag in hoog-gelegen delen van de uiterwaard

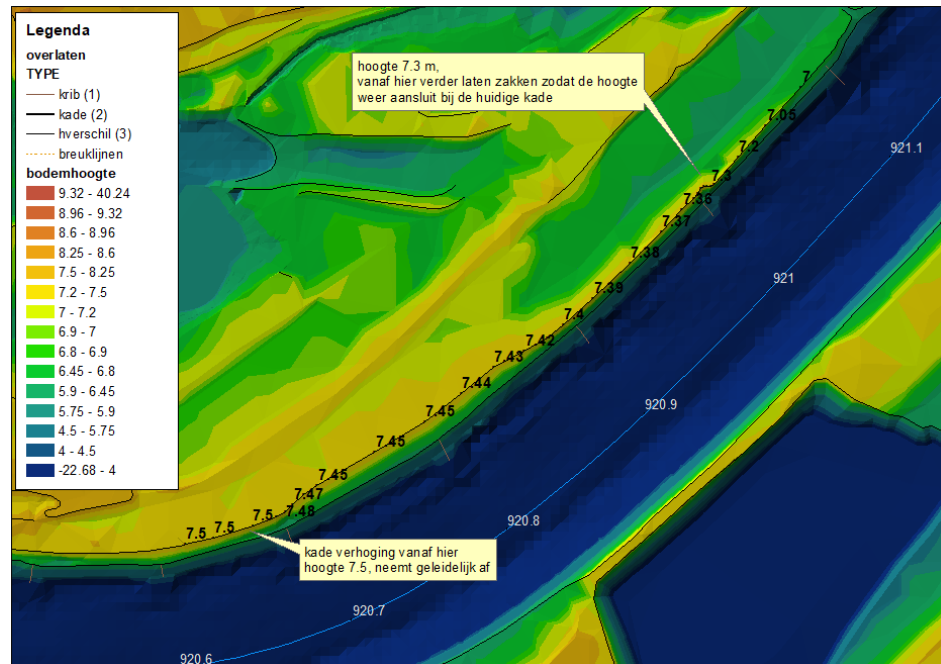
Omdat de kade vrijwel parallel langs de stromingsrichting ligt heeft deze naar verwachting weinig effect op hoogwaterstanden. Om er voor te zorgen dat rond rkm 921 de ongewenste aanzanding effectief wordt aangepakt, is gekozen om de kade bovenstrooms op NAP + 7,50 m aan te sluiten en af te laten lopen naar NAP + 7,30 m bij rkm 921.

2.6.1

Schematisatie in Baseline

1.Kade-ophoging bij oever rkm 920,8 – 921,1

Figuur 31
Kade-ophoging bij
oever rkm 920,8 –
921,1. Var DO7:
ophoging naar NAP
+ 7,50 m



Verwijdering haag

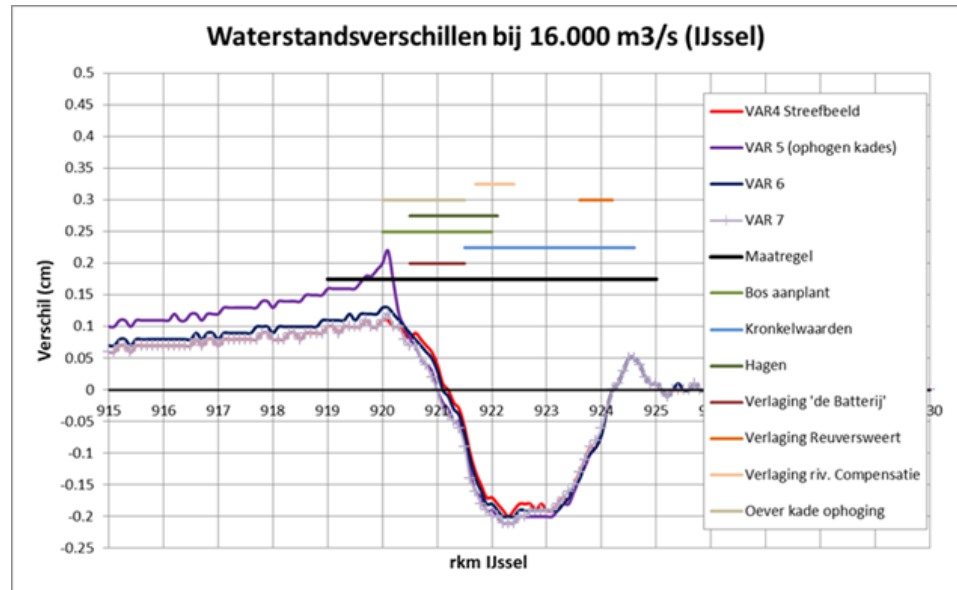
Ten opzichte van DO6 is bij variant DO7 de korte haag verwijderd. Dit betekent dat deze variant geen hagen meer bevat.

2.6.2

WAQUA resultaten

Figuur 32 toont de waterstandeffecten bij de hoogwaterreferentie voor DO7. Het blijkt dat de maximale opstuwing gelijk is als bij DO4 (streefbeeld) en dat daarmee de grens van 1 mm op een fractie na wordt gehaald. Alleen bij rkm 920 ontstaat nog een kleine fluctuatie die nét boven de 1 mm uitkomt.

Figuur 32
Hoogwaterstandseffec-
ten bij DO7
(=Var7)

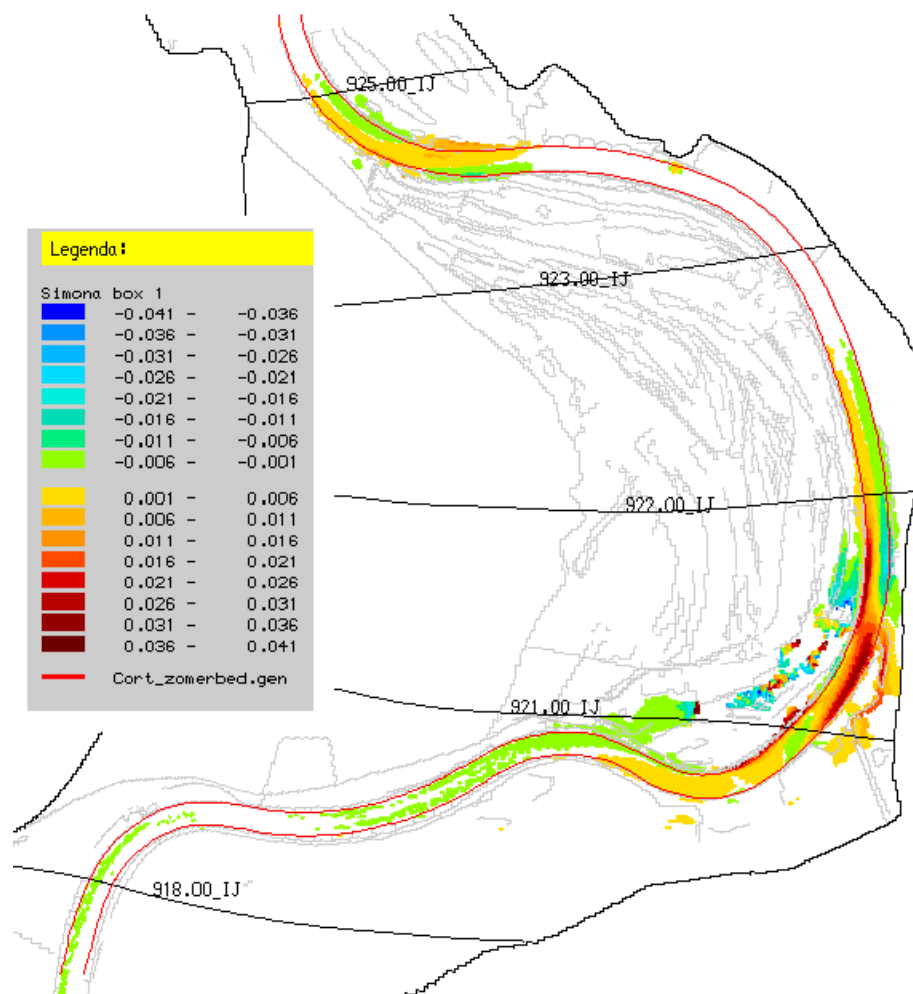


2.6.3

WAQmorf resultaten

In Figuur 33 zijn de jaargemiddelde bodemveranderingen te zien. Ten opzichte van DO6 (Figuur 28) ontstaat ter hoogte van rkm 921 een klein gebied met erosie in plaats van aanzanding. Dit is het gevolg van de toegepaste de kade-ophoging die lokaal hogere stroomsnelheden geeft dan de referentiesituatie en dus erosie veroorzaakt.

*Figuur 33
Bodemeffecten bij
DO7 (WAQmorf,
jaargemiddelde)*



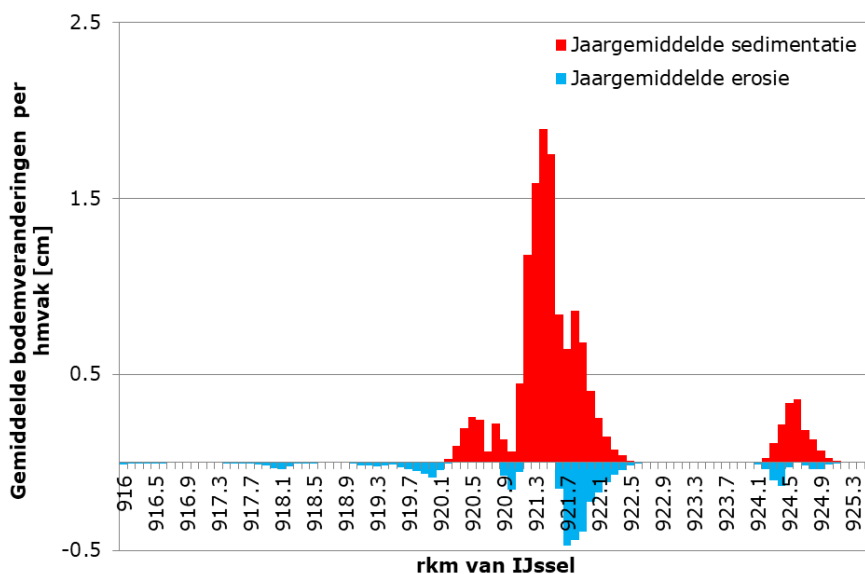
2.6.4

Morfologische effecten op scheepvaart (volumeberekeningen)

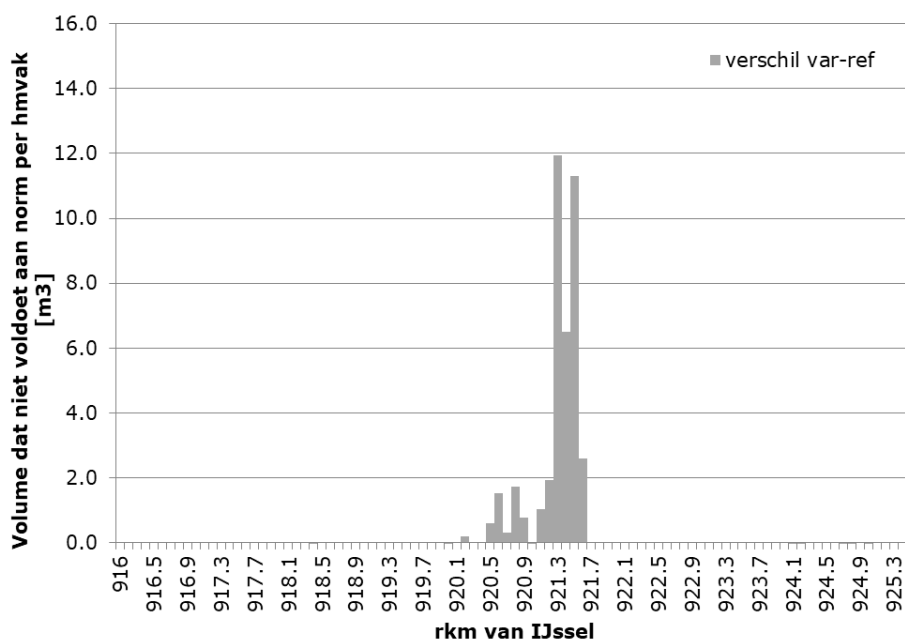
Tabel 6 in Bijlage E geeft de verschillen in bodemvolumes van DO7 met betrekking tot verschillende scheepvaartcriteria volgens het Rivierkundig beoordelingskader (Bijlage 8 uit RBK5.0). In Tabel 6 in Bijlage E is in rood aangegeven waar bij DO7 per Hm-vak niet aan het criterium voor minimale vaardiepte wordt voldaan (criterium C6). Voor dit criterium betreffen de totale veranderingen in bodemvolume 39 m³ bij DO7 op traject 920-922,4.

In hectometervak 921 treedt bij DO7 met name erosie op, zoals ook is te zien in Figuur 33. Over het gehele hectometervak betreft dit een bodemdaling van 0 tot 2 mm en dat geeft een totaal volumeverschil van 6 m³ ten opzichte van de referentie (kolom 4 in Tabel 6). Als dit echter wordt uitgezet tegen de minimale vereiste bodemdiepte dan blijkt dat het merendeel van de volumeverandering buiten het gebied valt waar niet aan de norm wordt voldaan. Er blijft daardoor in hectometervak 921 slechts 1,7 m³ aan volumeverandering ten opzichte van de norm over (kolom 14 in Tabel 6 in Bijlage E), de rest valt in delen waar het al diep genoeg is.

*Figuur 34
Jaargemiddelde
bodemverandering
in het nieuwe
evenwicht per Hm-
vak bij DO7*



*Figuur 35
Bodemvolume van
DO7 dat niet voldoet
aan de eis voor
minimale diepgang
(criterium C6 uit
Bijlage 8 in het
RKB5.0)*



2.6.5

Conclusie DO7

DO7 is net als DO4 op een haar na vergunbaar met betrekking tot de eis voor hoogwaterveiligheid. Er treedt 1,1 mm opstuwing op tijdens hoogwater. In DO7 is ook de extra aanzanding in de vaargeul gering (+39 m³ met betrekking tot criterium C6, bij DO4 was dat +92 m³), maar dit betekent wel een vrij ingrijpende maatregel van kadeophoging over een lengte van circa 500 m. Als laatste variant beschouwen we een inrichting die ligt tussen DO4 en DO7. Daarmee blijft de opstuwing tijdens hoogwater nabij het toelaatbare en wordt de toename in scheepvaarthinder zo veel mogelijk beperkt.

2.7

Laatste variant: DO8

In variant DO8 wordt de kade-ophoging van DO7 niet meegenomen, maar ook de korte haag van DO4 wordt niet opgenomen. Verder wordt een kleine wijziging aangebracht in de afgraving van gebied "de Batterij": afgraving op private gronden wordt vermeden en daarom vervalt een deel van de afgraving.

Ten opzichte van DO4 bevat DO8 uiteindelijk de volgende ingrepen:

1. Volume afgraving in Batterij gecorrigeerd op 15.600 m³, zonder afgraving bij privaatgebied "Beker" (was 16.000 m³)
2. Geen aanleg van korte haag

DO8 is daarmee een subtiele variatie op DO4, waarbij rivierkundig gezien alleen de verwijdering van de korte haag een rol speelt. Het doel van deze aanpassing is om de opstuwing tijdens hoogwater bij DO8 onder de toegestane grens van maximaal 1mm te krijgen. Alle mitigerende maatregelen uit D05-DO7 ten behoeve van beperking van de verondieping van de vaargeul zijn in DO8 weer verwijderd (geen kadeophogingen).

2.7.1

Schematisatie in Baseline

Voor meer informatie zie metadata van Baseline maatregel weergegeven in Bijlage D.

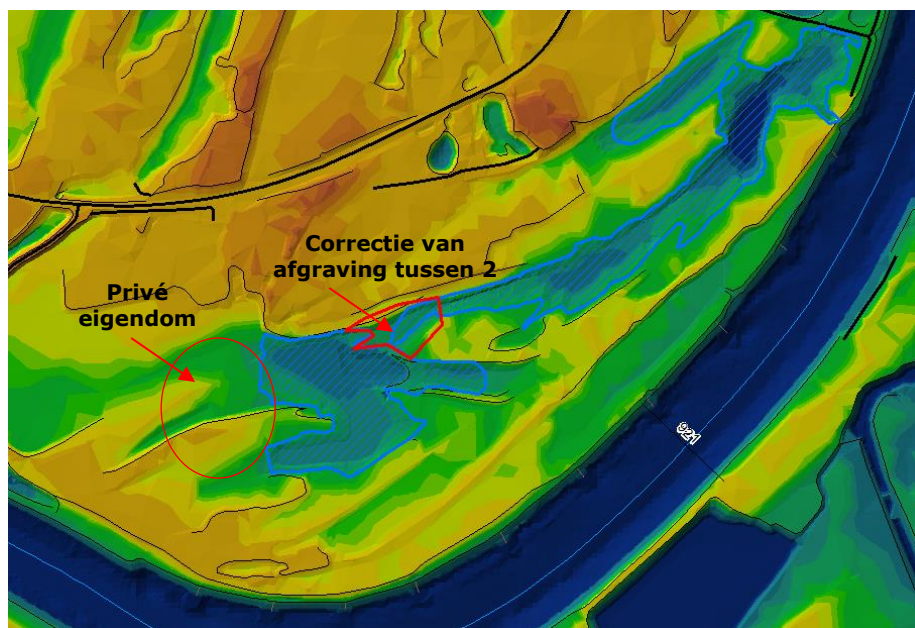
1. Geen kadeophoging in zuiden van gebied (rkm 921)

Kade-ophoging uit paragraaf 2.6.1 vervalt.

2. Volume afgraving in Batterij gecorrigeerd op 15.600 m³, zonder afgraving bij gebied "Beker"

De correctie van de afgraving van gebied Batterij wordt alleen in eigendomsgebied van Staatsbosbeheer toegepast, dit betekent geen afgraving bij "gebied Beker" maar wel afgraving ten oost van de eigendomsgrens tussen de twee plassen (zie Figuur 36). De totale afgraving in gebied Batterij in DO8 komt daarmee op een volume van 15.600 m³.

Figuur 36
Geen verlaging bij
"Beker"



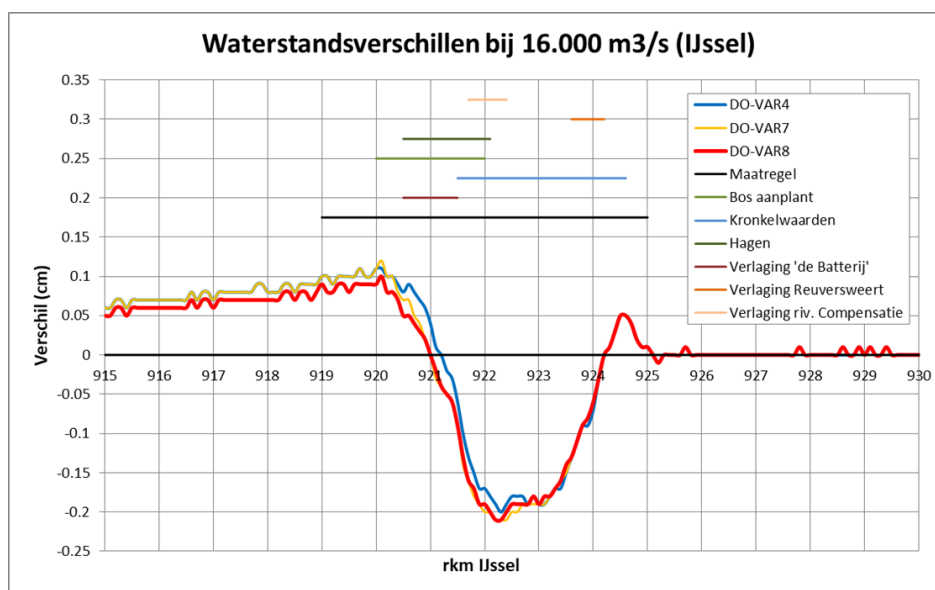
2.7.2

WAQUA resultaten

Figuur 37 toont de waterstandeffecten tijdens hoogwater bij DO8. Hieruit volgt dat de maximale opstuwing iets kleiner is dan bij DO4 en slechts zeer lokaal even de grens van 1 mm raakt. Dit betekent dat de effecten op de waterstanden bij hoogwater gunstiger zijn dan bij DO4 en dat met betrekking tot hoogwaterveiligheid variant DO8 vergunbaar is. De resultaten van DO7 zijn ook weergegeven omdat DO8 afgezien van de verhoogde kade gelijk is aan DO7. De kade-ophoging (mitigatie van aanzanding in vaargeul) geeft dus nèt te veel opstuwing tijdens hoogwater.

De stroomsnelheden bij 16.000 m³/s van DO8 zijn in Bijlage B weergegeven.

Figuur 37
Hoogwaterstands-
effecten bij DO8
(=Var8)



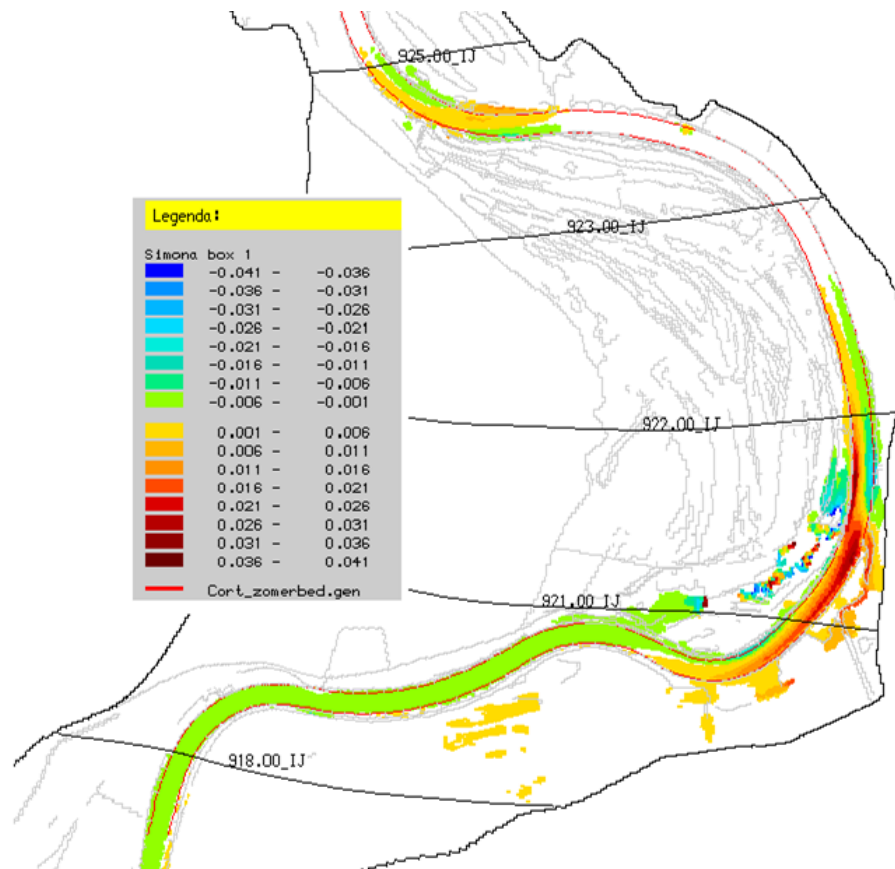
2.7.3

WAQmorf resultaten

In Figuur 38 zijn de jaargemiddelde bodemveranderingen te zien. Ten opzichte van DO7 is er bij DO8 meer aanzanding bij rkm 921. Dit is het gevolg van het niet ophogen van de kade nabij rkm 920. Ten opzichte van DO4 is er bij DO8 minder aanzanding bij rkm 921. Dit komt door de iets geringere afgraving in gebied de Batterij.

In Bijlage B zijn de stroomsnelheden bij 4.000 en 6.000 m³/s van DO8 en de referentiesituatie weergegeven.

*Figuur 38
Bodemeffecten bij
DO8 (WAQmorf,
jaargemiddelde)*

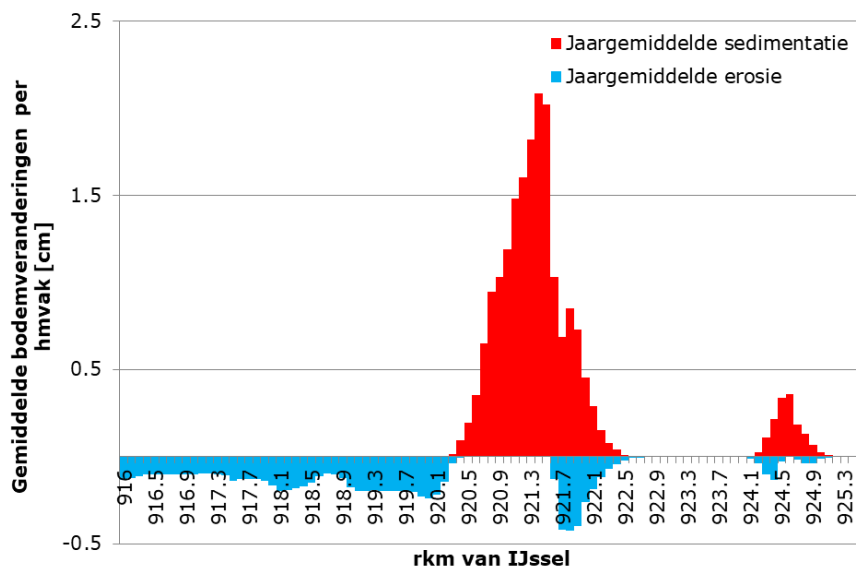


2.7.4

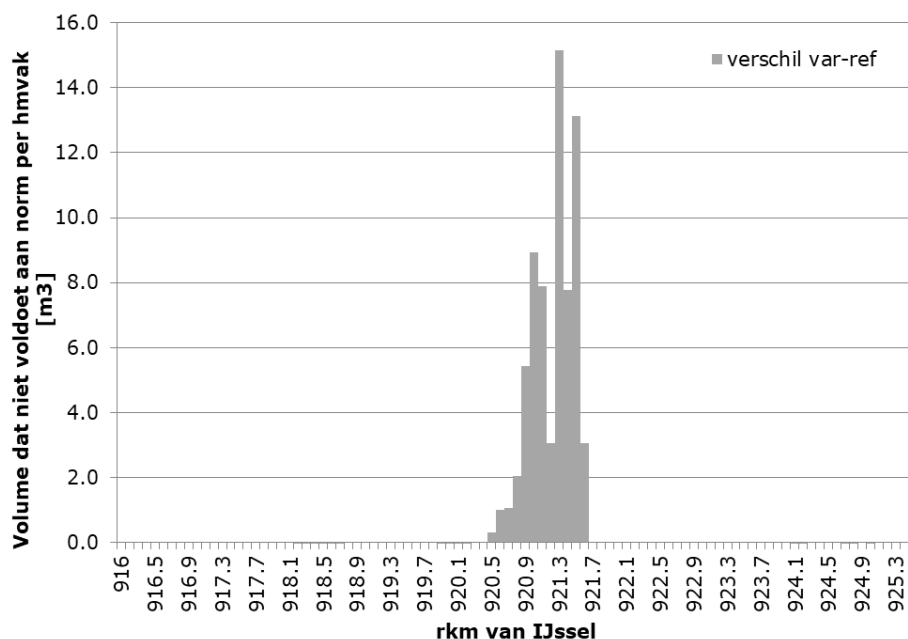
Morfologische effecten op scheepvaart (volumeberekeningen)

Tabel 7 in Bijlage E geeft de verschillen in bodemvolumes van DO8 met betrekking tot verschillende scheepvaartcriteria volgens het Rivierkundig beoordelingskader (Bijlage 8 uit RBK5.0). Voor het criterium voor minimale vaardiepte (criterium C6) betreffen de totale veranderingen in bodemvolume 68 m³ op traject 920-922,4.

Figuur 39
Jaargemiddelde
bodemverandering
in het nieuwe
evenwicht per Hm-
vak bij DO8



Figuur 40
Bodemvolume van
DO8 dat niet voldoet
aan de eis voor
minimale diepgang
(criterium C6 uit
Bijlage 8 in het
RKB5.0)



2.7.5

Stroombeeld in de vaarweg

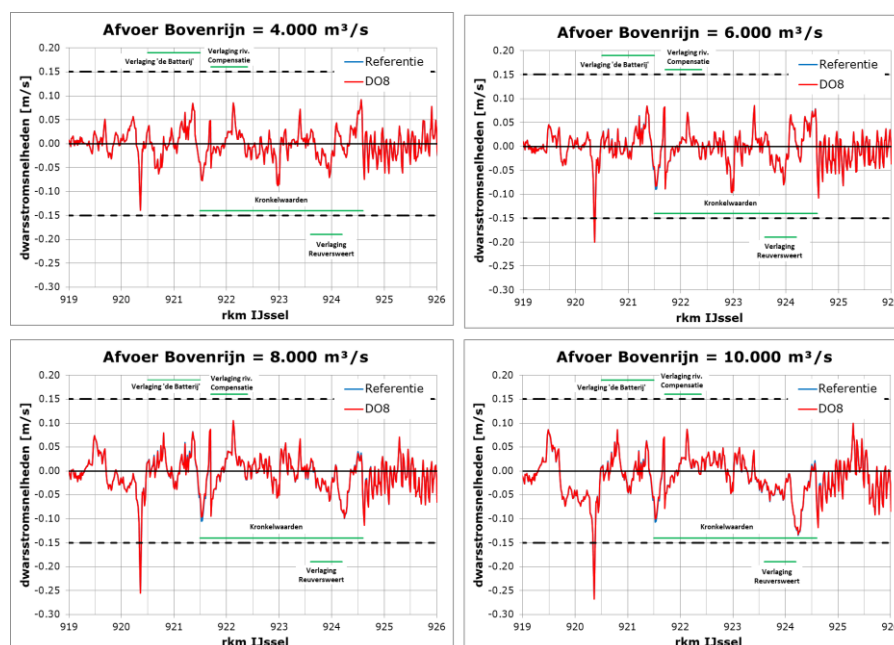
Door de aanpassingen in de uiterwaard van Cortenoever kunnen de stroomsnelheden in de hoofdgeul en de dwarstroomsnelheden in de vaarweg wijzigen. De dwarsstromingen die bij een stroming van uiterwaard naar hoofdgeul en omgekeerd ontstaan kunnen hinder of onveiligheid voor de scheepvaart opleveren en dienen daarom onderzocht worden. Om hinder te voorkomen mag volgens het RBK een ingreep niet resulteren in een absolute

dwarsstroming in de vaarweg groter dan 0,15 m/s (bij grote zijdelingse debieten) of 0,30 m/s (bij kleine debieten).

Figuur 41 geeft de dwarsstromingen bij Cortenoever weer ter plaatse van de linker rand van de vaargeul¹ voor de referentiesituatie en bij variant DO8. Voor een afvoer van 8.000 m³/s zijn de dwarsstromen bij DO8 ook ruimtelijk weergegeven in Figuur 42. De verschillen in dwarsstroming tussen de referentie en DO8 staan in Figuur 43.

Uit Figuur 41 en Figuur 42 blijkt dat bij afvoeren boven 4.000 m³/s alleen bij locatie rkm 920,4 de grens van 0,15 m/s wordt overschreden. Op deze locatie is ene piek in snelheid van 0,27 m/s berekend. Deze overschrijding was al aanwezig in de referentiesituatie en is bij DO8 zelfs iets afgenomen (afname van circa 0,2 cm/s, zie Figuur 43). De verschillen in de dwarsstromingen ten gevolg van het ontwerp zijn langs het gehele projectgebied kleiner dan 1 cm/s.

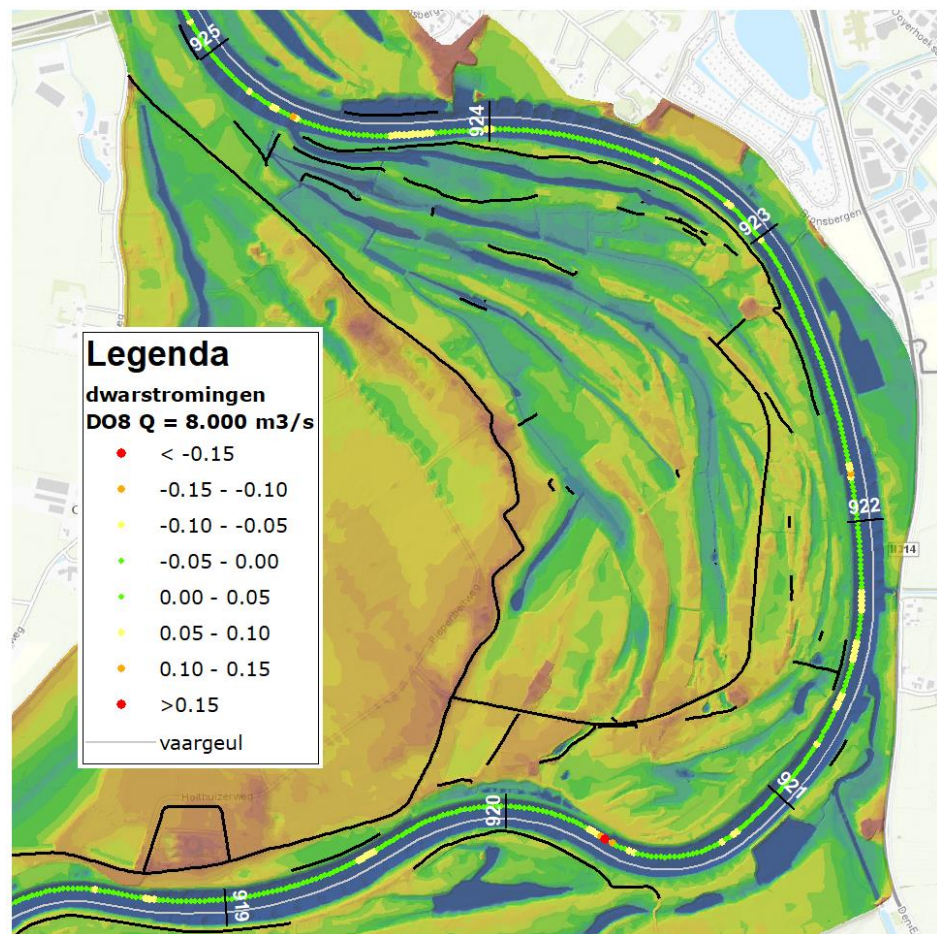
*Figuur 41
Dwarsstroomsnelheden
langs de linker rand
van de vaarweg van de
IJssel*



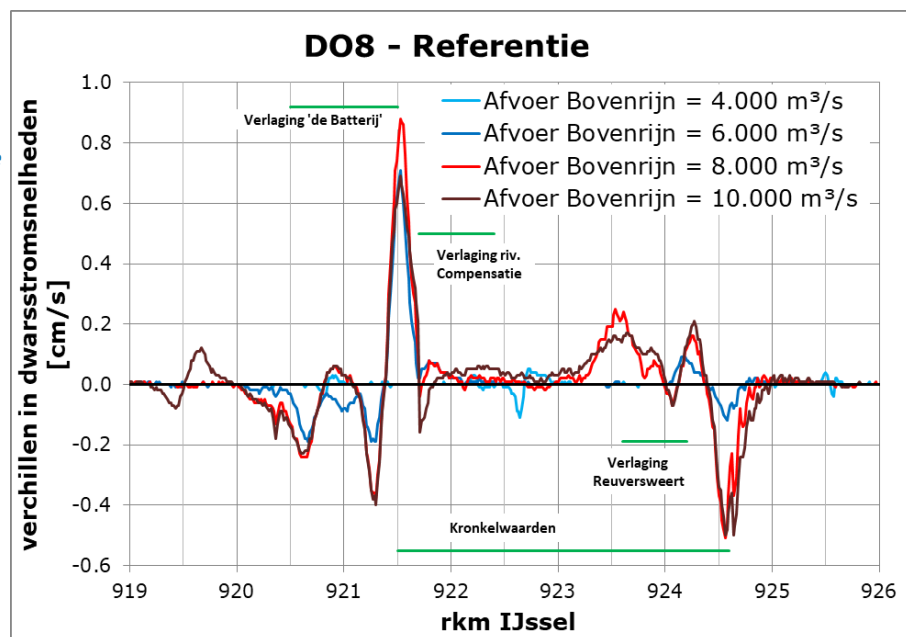
NB: positieve waarden betekenen snelheden van uiterwaard naar vaarweg toe

¹ bron: Geoservices van Rijkswaterstaat:
https://geoservices.rijkswaterstaat.nl/ext/geoweb51/index.html?viewer=ON_Waterdieptekaarten_Rijntakken.Webviewer

Figuur 42
Dwarsstroomsnelheden
bij DO8 en een afvoer
van 8.000 m³/s



Figuur 43
Absolute verschillen in
de
dwarsstroomsnelheden
tussen DO8 en de
referentie. Bij negatieve
waarden is de
dwarsstroomsnelheid in
DO8 afgenomen.



2.7.6

Kwalitatieve beoordeling van overige aspecten uit het RBK

In Bijlage C zijn ook overige aspecten uit het RBK kwalitatief beoordeeld. Het blijkt dat bij DO8 geen van de andere aspecten knelpunten geeft voor vergunningverlening.

3 Synthese en aanbevelingen

3.1 Overzicht van rekenresultaten

Er zijn acht varianten (DO1 – DO8) onderzocht met verschillende ingrepen in gebied Cortenoever. In Tabel 2 zijn de inrichtingseigenschappen en de riviererkundige effecten samengevat. Het blijkt dat varianten DO1 en DO2 te veel opstuwing geven voor gunning volgens de criteria in het RBK5.0. Het streefbeeld DO4 is met betrekking tot hoogwaterveiligheid net niet vergunbaar, en deze variant gaf ook ongewenste verondieping van de vaargeul. Vanuit DO4 zijn vervolgens een aantal optimalisatieslagen uitgevoerd die uiteindelijk hebben geleid tot DO8, waarbij de hoogwaterstanden binnen de marge van 1 mm opstuwing blijven en is de verondieping van de vaargeul beperkt.

Het ontwerp DO8 geeft een optimale balans tussen natuurontwikkeling, hoogwaterveiligheid en scheepvaartseisen. Verdere verruiming zou hoogwaterveiligheid verbeteren, maar tegelijk de morfologische impact (diepgang voor scheepvaart) verslechteren. Omdat op aspect hoogwaterveiligheid bij ontwerp DO4 al uitvoerig is geoptimaliseerd, lijkt een verdere ontwerpverbetering niet haalbaar. Verdere mitigatie van aanzanding in de vaargeul (zoals onderzocht via kade-ophoging) gaat gepaard met opstuwing en deze ruimte is niet aanwezig in het inrichtingsplan.

*Tabel 2
Overzicht van
maximale effecten
op de
hoogwaterstand bij
de beschouwde
varianten. Een "x"
geeft aan welke
maatregelen zijn
opgenomen per
variant.*

Ingrep	Variant DO1	Variant DO2	Variant DO3 Interventiebeeld	Variant DO4 Streefbeeld	Variant DO5	Variant DO6	Variant DO7	Variant DO8
Verruiming van kronkelwaardgeulen	x	x	x	x	x	x	x	x
Afgraving kronkelwaarden tot ontwerpniveau (zonder 0.5 m aanzandingsbuffer)				x	x	x	x	x
Maaiveldverlaging Reuversweerd	x	x	x	x	x	x	x	x
Maaiveldverlaging "de Batterij"	x	x	x	x	x	x	x	x
Volume afgraving in Batterij gecorrigeerd op 16.000 m ³				x				
Volume afgraving in Batterij gecorrigeerd op 15.600 m ³ , zonder afgraving bij gebied "Beker"								x
Lokale verlaging overlaat "de Batterij"	x	x	x	x	x	x	x	x
Verflauwing overlaat "de Batterij"			x	x				x
Aanplant van bos	x	x	x	x	x	x	x	x
Aanleg van korte haag	x	x	x	x	x	x		
Aanleg van lange haag	x							
Maaiveldverlaging ter compensatie			x	x	x	x	x	x
Aanpassing uiterwaardruwheid in noordelijk deel van projectgebied			x	x	x	x	x	x

Ingereep	Variant D01	Variant D02	Variant D03 Interventiebeeld	Variant D04 Streefbeeld	Variant D05	Variant D06	Variant D07	Variant D08
Kade ophoging bij oever rkm 920 tot NAP + 8,05 m					x			
Kade ophoging bij oever rkm 921 NAP + 7,40 m geleidelijk aflopend naar NAP + 7,20 m					x			
Kade ophoging bij oever rkm 921 NAP + 7,50 m geleidelijk aflopend naar NAP + 7,30 m							x	
Maximale waterstandverlaging in projectgebied in de as van de rivier bij hoogwaterreferentie [mm]	1,8	1,6	1,8	2,0	2,1	2,0	2,1	2,1
Maximale opstuwing in de as van de rivier bij hoogwaterreferentie [mm]	2,5	1,7	1,1	1,1	2,2	1,3	1,1	1,0
Effect op minimale vaardiepte [m ³] (criterium C6)				+92	-560	+55	+39	+68
Effect op dwarsstromingen								OK

3.2

Aanbevelingen

De uiteindelijke variant DO8 blijft binnen de marge van 1 mm opstuwing en is daarmee als enige toelaatbaar met betrekking tot de eisen voor hoogwaterveiligheid. Het blijkt dat hiervoor de maatregel maaiveldverlaging (zoals ook opgenomen in DO3 en DO4) noodzakelijk is voor uitvoering van het project. Aanleg van een haag zou vanuit oogpunt van natuurwaarden wenselijk zijn, maar dit blijkt een te groot effect te hebben op de hoogwaterstanden en daarmee vergunningverlening in de weg staan. Om vergunning-technische redenen is er bij DO8 ook voor gekozen om ontgraving op eigendom van derden te vermijden.

Bij DO8 is het effect op dwarsstromen in de vaargeul zeer klein en met name positief, dus met minder hinder voor de scheepvaart. Bodemeffecten bij variant DO8 zijn nog wel nadelig voor de scheepvaart, maar omdat hier slechts een zeer geringe *extra* hinder ontstaat kan wellicht toch tot gunning worden besloten.

De aanbeveling is om variant DO8 het traject voor vergunningaanvragen op te starten.

4 Referenties

Huthoff F, Vieira da Silva J, Lokin L, 2018.

Rivierkundige variantenstudie Cortenoever: Resultaten van hydrodynamische berekeningen. HKV Lijn In Water. Rapport PR3749.10.

Rijkswaterstaat - WVL, 2019.

Rivierkundig beoordelingskader (RBK5.0), 4 juni 2019, versie 5.0.

Viewer WaterdiepteKaarten Rijntakken RWS Oost-Nederland.

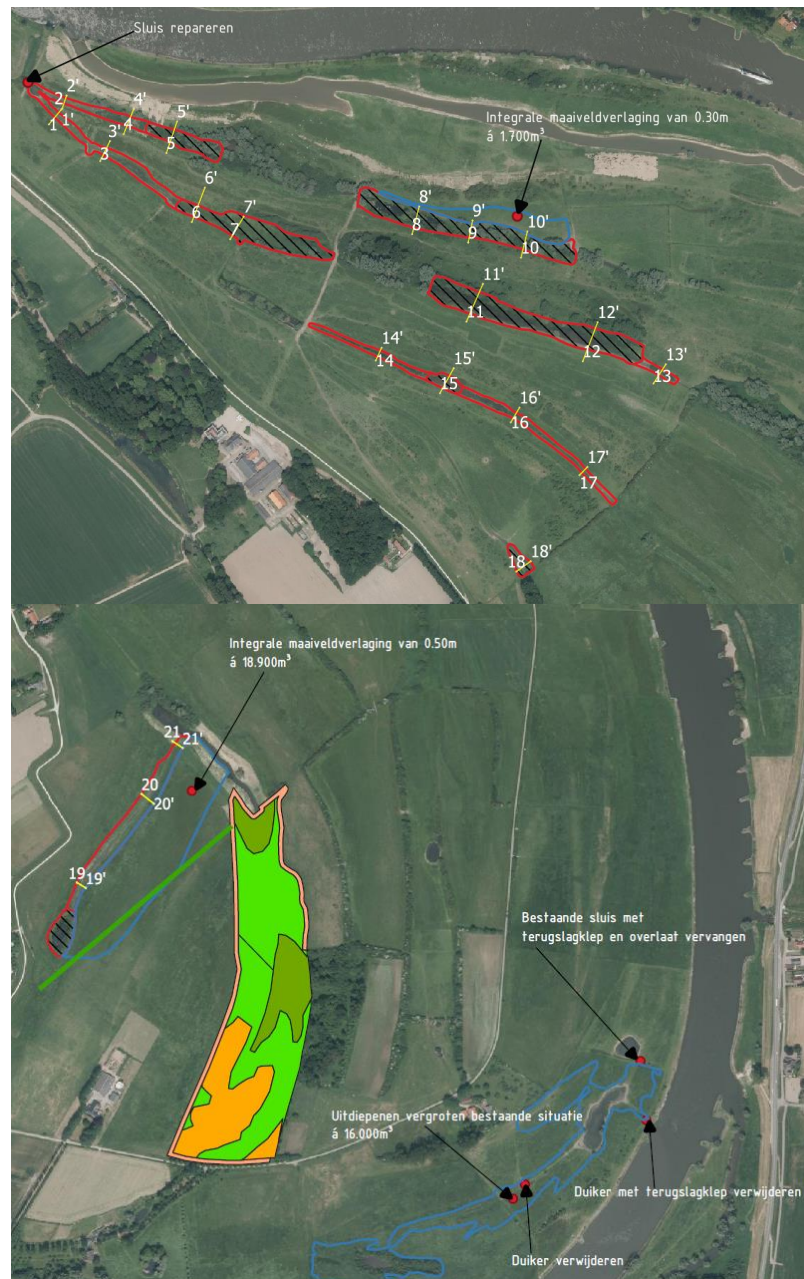
https://geoservices.rijkswaterstaat.nl/ext/geoweb51/index.html?viewer=ON_WaterdiepteKaarten_Rijntakken.Webviewer

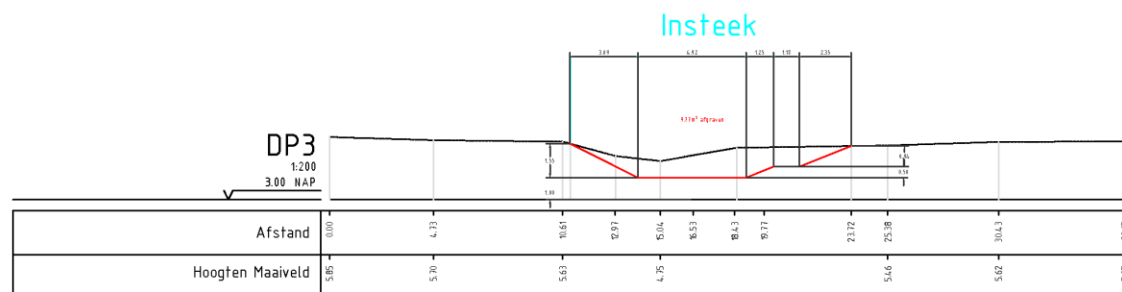
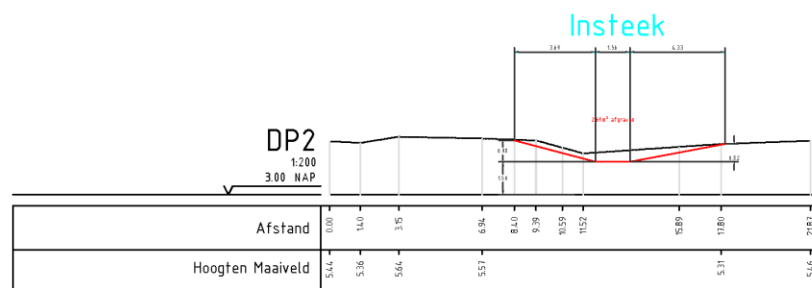
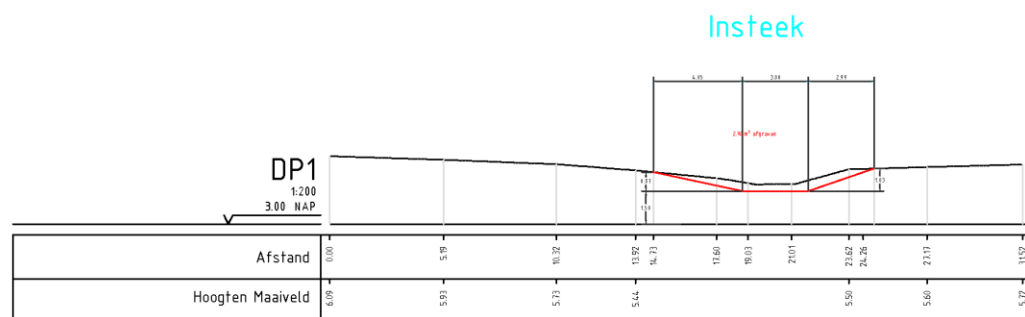
Bijlagen

A Specificatie van afgravingen van geulen

Figuur 44 geeft de locaties weer waar de kronkelwaardgeulen worden afgegraven. De nummering in de figuur verwijst naar de dwarsprofielen DP1 t/m DP21 zoals gespecificeerd in de volgende pagina's (toegeleverd door RWS-ON).

*Figuur 44
Indicatie van
afgraving van
kronkelwaardstructu-
ren en bijbehorende
dwarsprofielen (1-
21).*





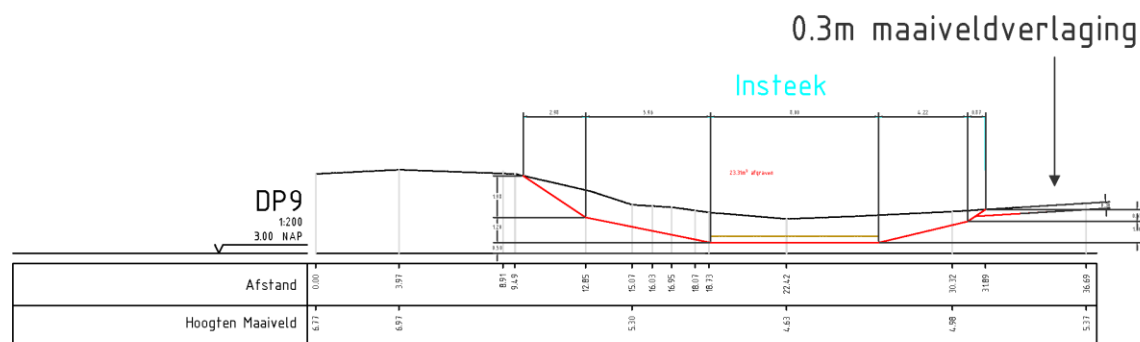
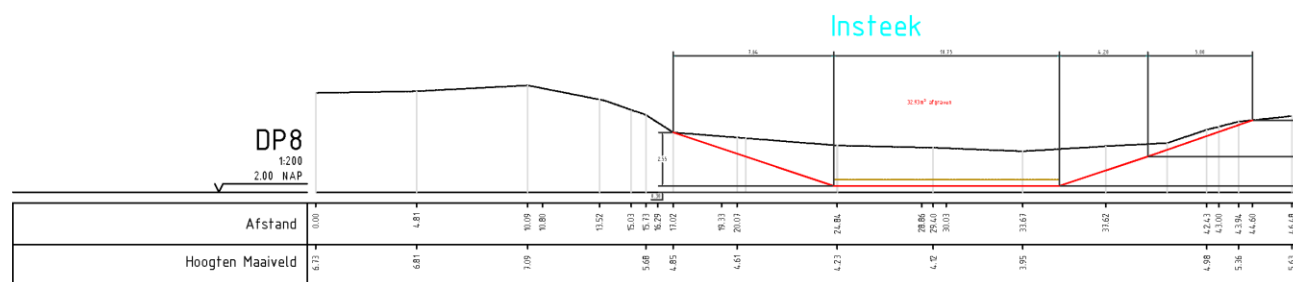
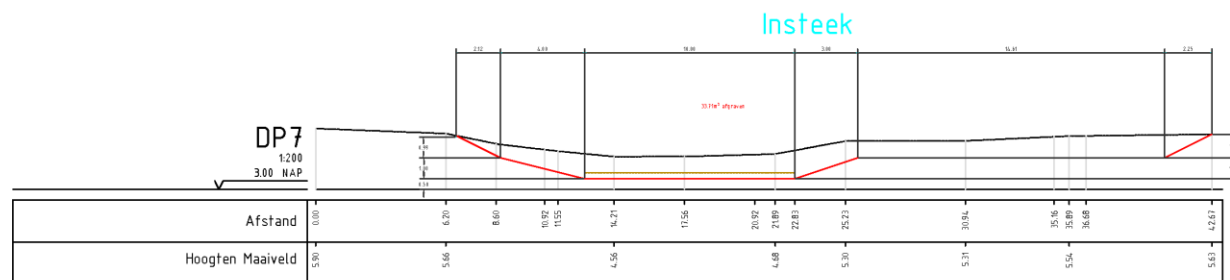
DWARSPROFIEL

SCHAAL 1 : 200



Legenda

- Bestaand maaiveld
— Ontwerp geultje
— Sliblaag handhaven á 30cm

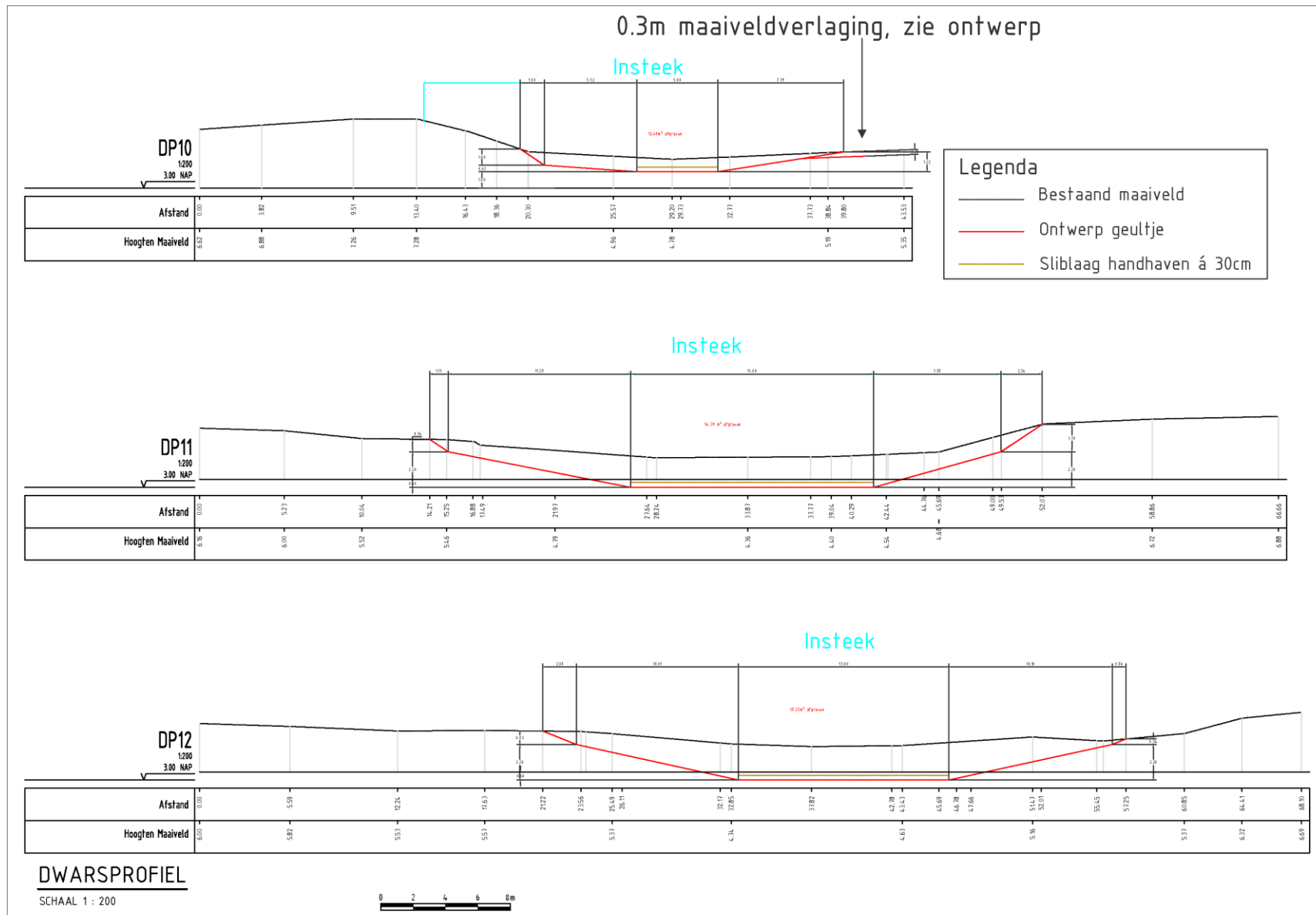


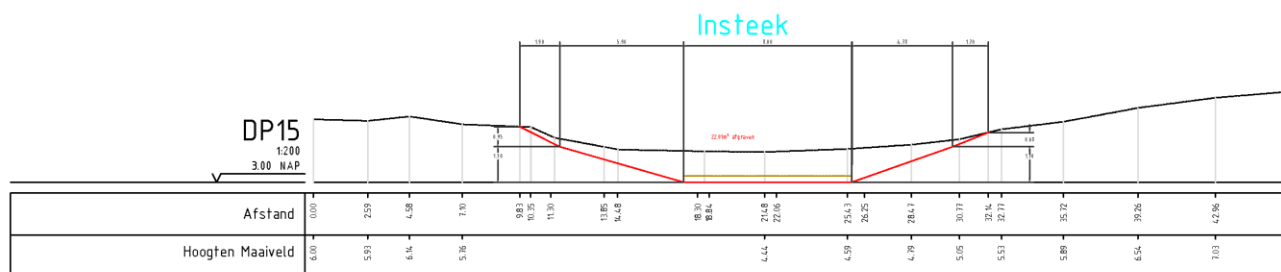
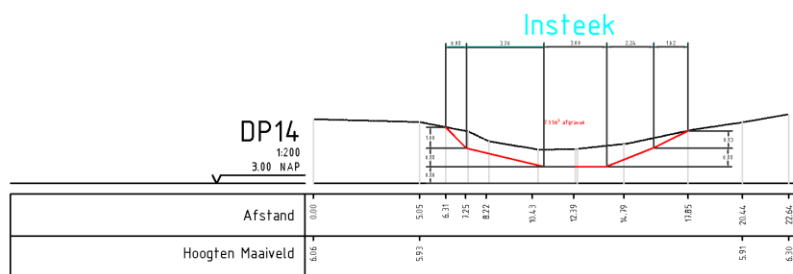
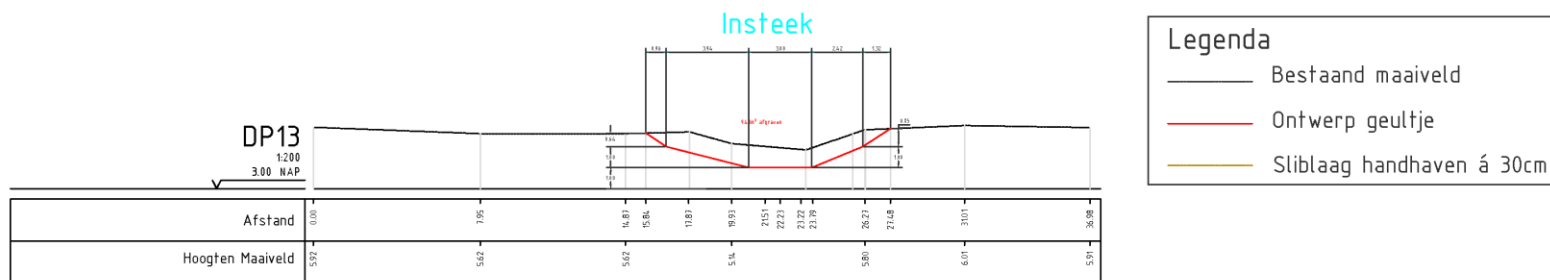
Legenda	
	Bestaand maaiveld
	Ontwerp geultje
	Sliblaag handhaven á 30cm

DWARSPROFIEL

SCHAAL 1 : 200



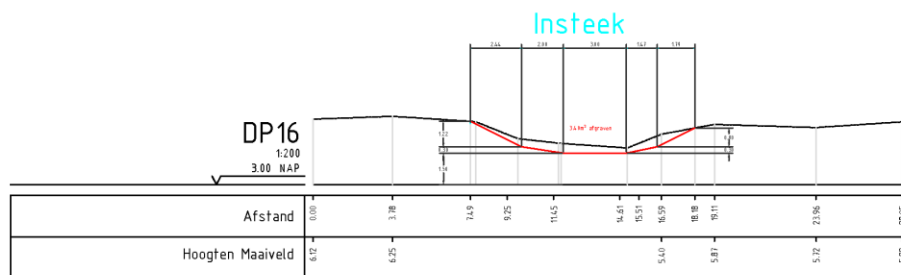




DWARSPROFIEL

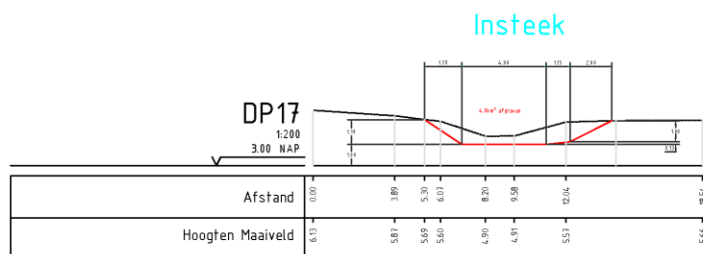
SCHAAL 1 : 200



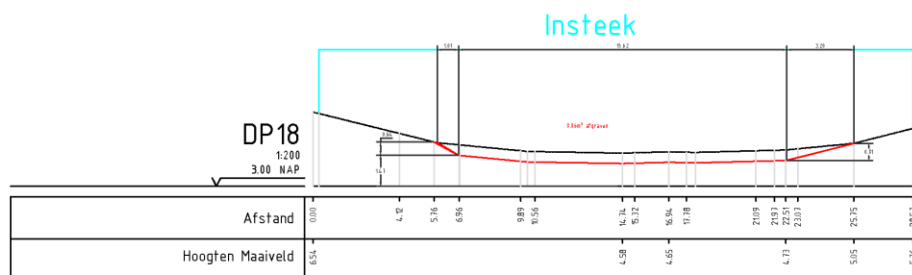


Legenda

	Bestaand maaiveld
	Ontwerp geultje
	Sliblaag handhaven á 30cm



Maaiveld 0.5m verlagen



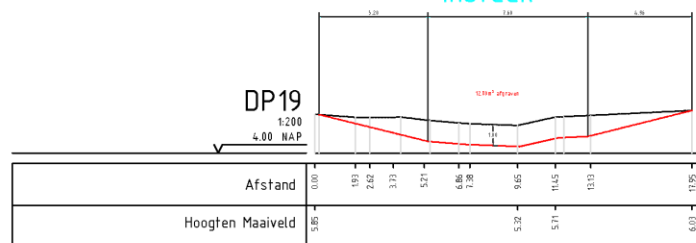
DWARSPROFIEL

SCHAAL 1 : 200



á 1m afgraven tot aan zandlaag

Insteek

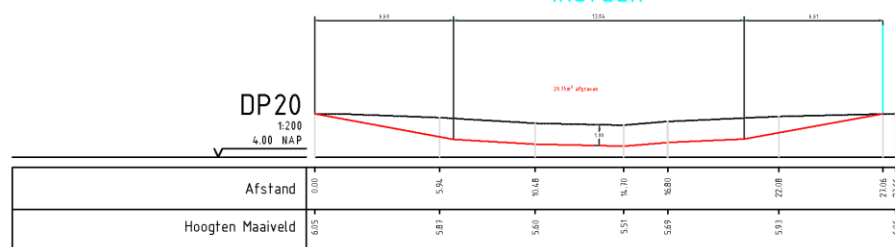


Legenda

- Bestaand maaiveld
- Ontwerp geultje
- Sliblaag handhaven á 30cm

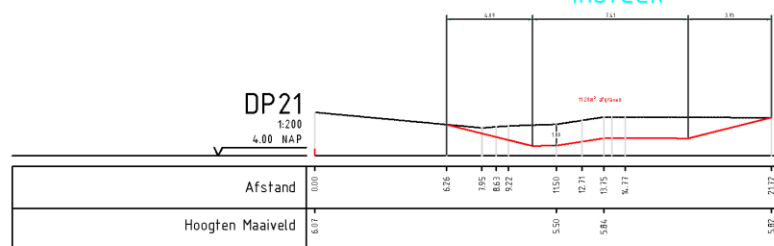
á 1m afgraven tot aan zandlaag

Insteek



á 1m afgraven tot aan zandlaag

Insteek



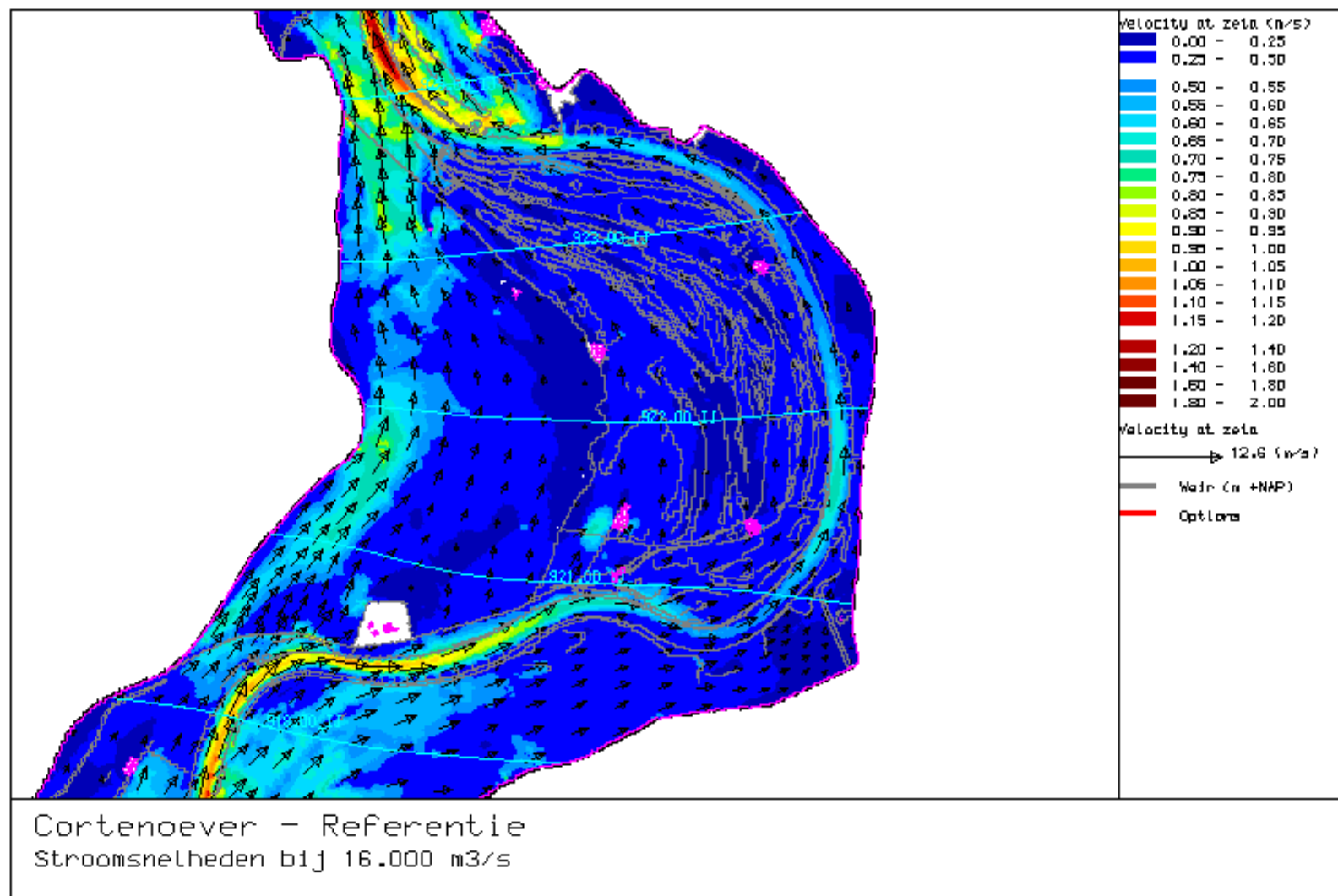
DWARSPROFIEL

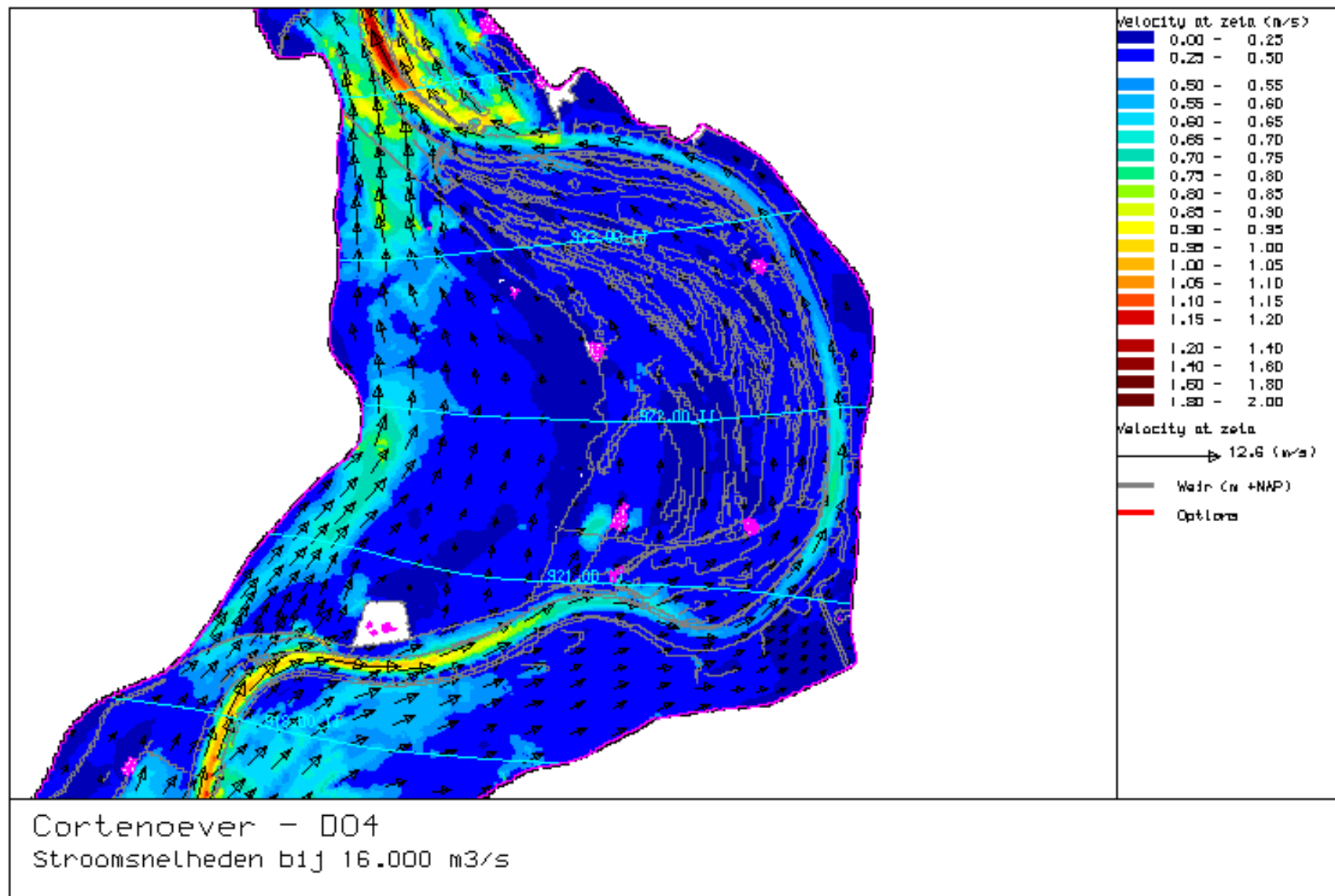
SCHAAL 1 : 200

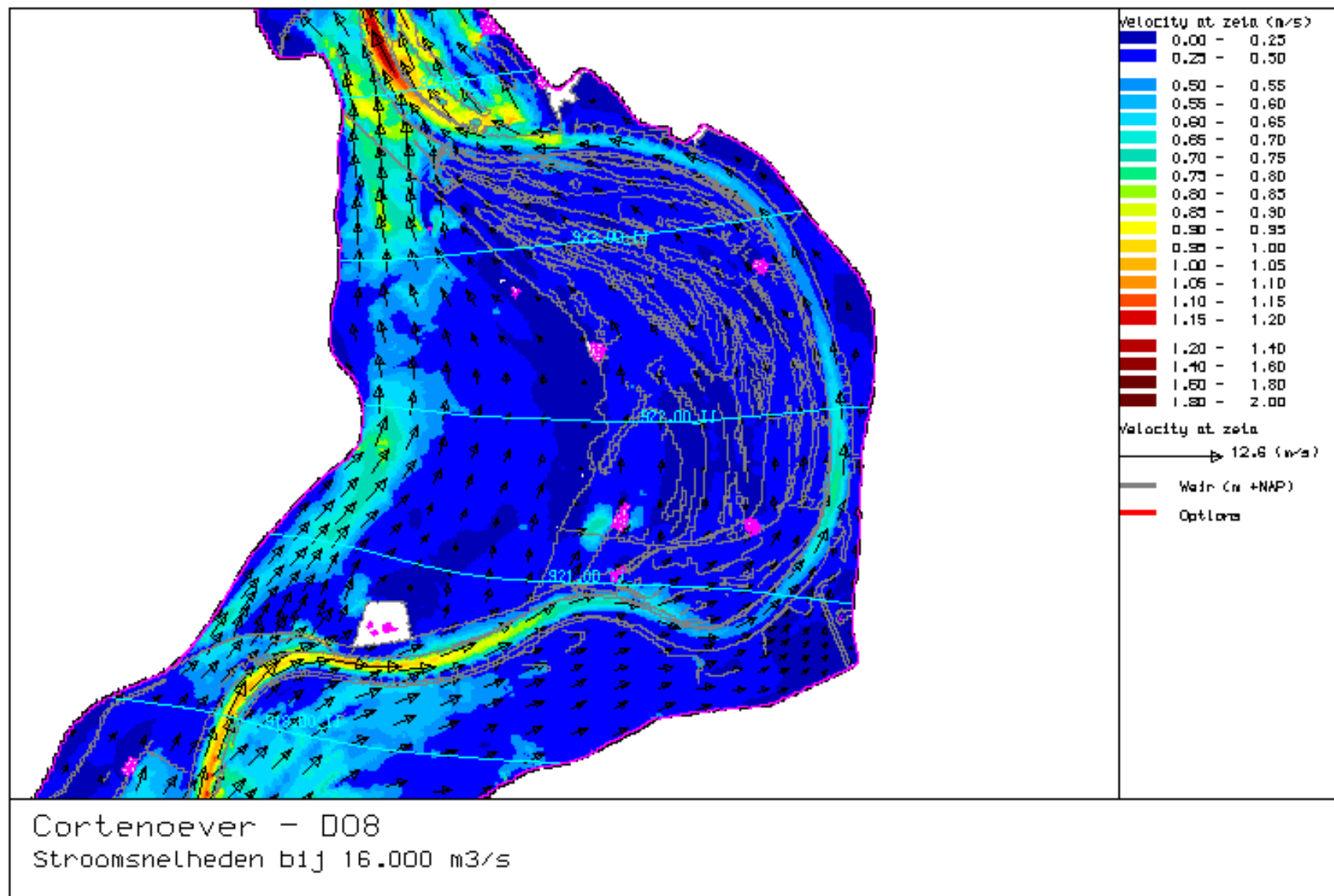


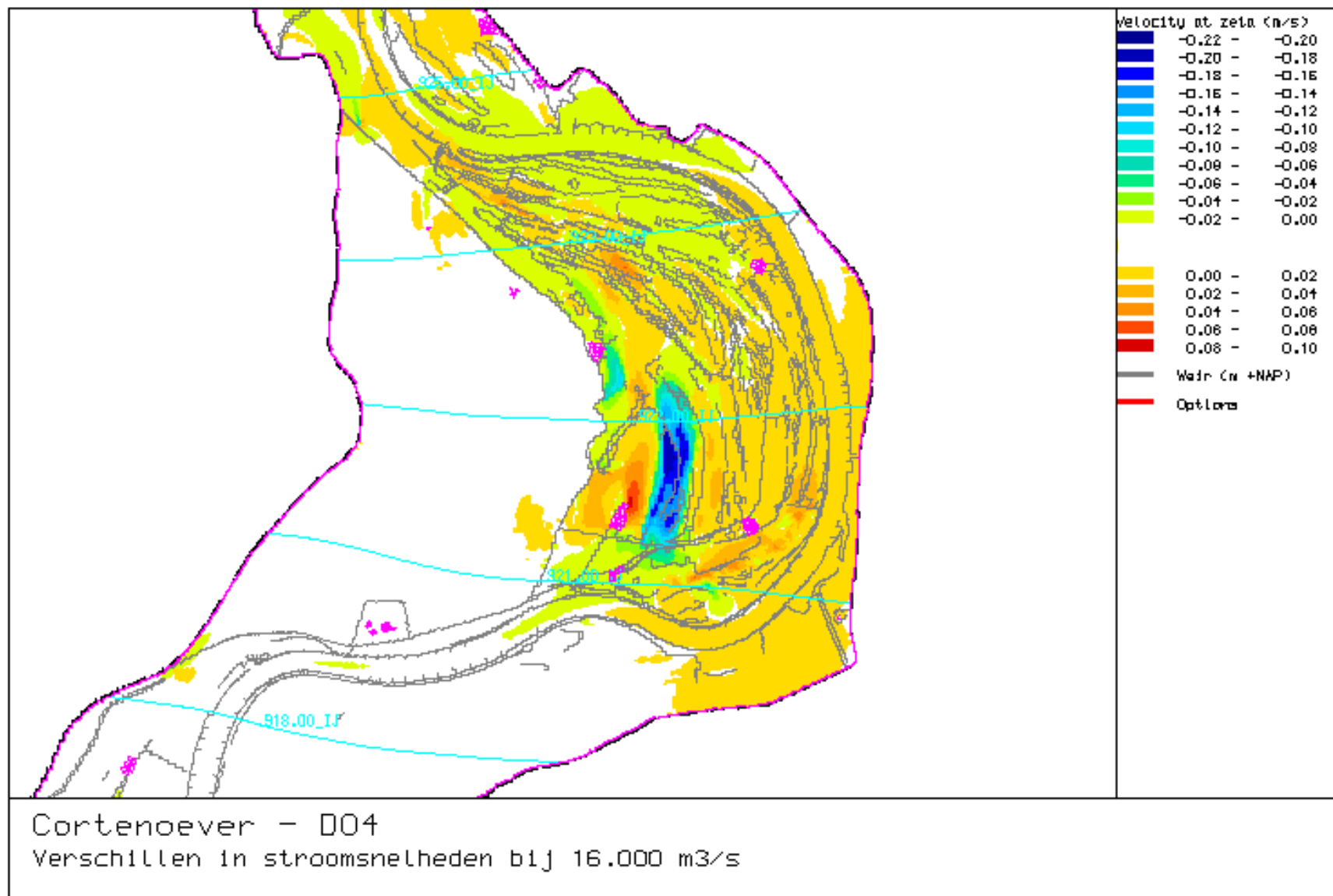
B WAQUA-resultaten: stroomsnelheden bij Referentie, D04 en D08

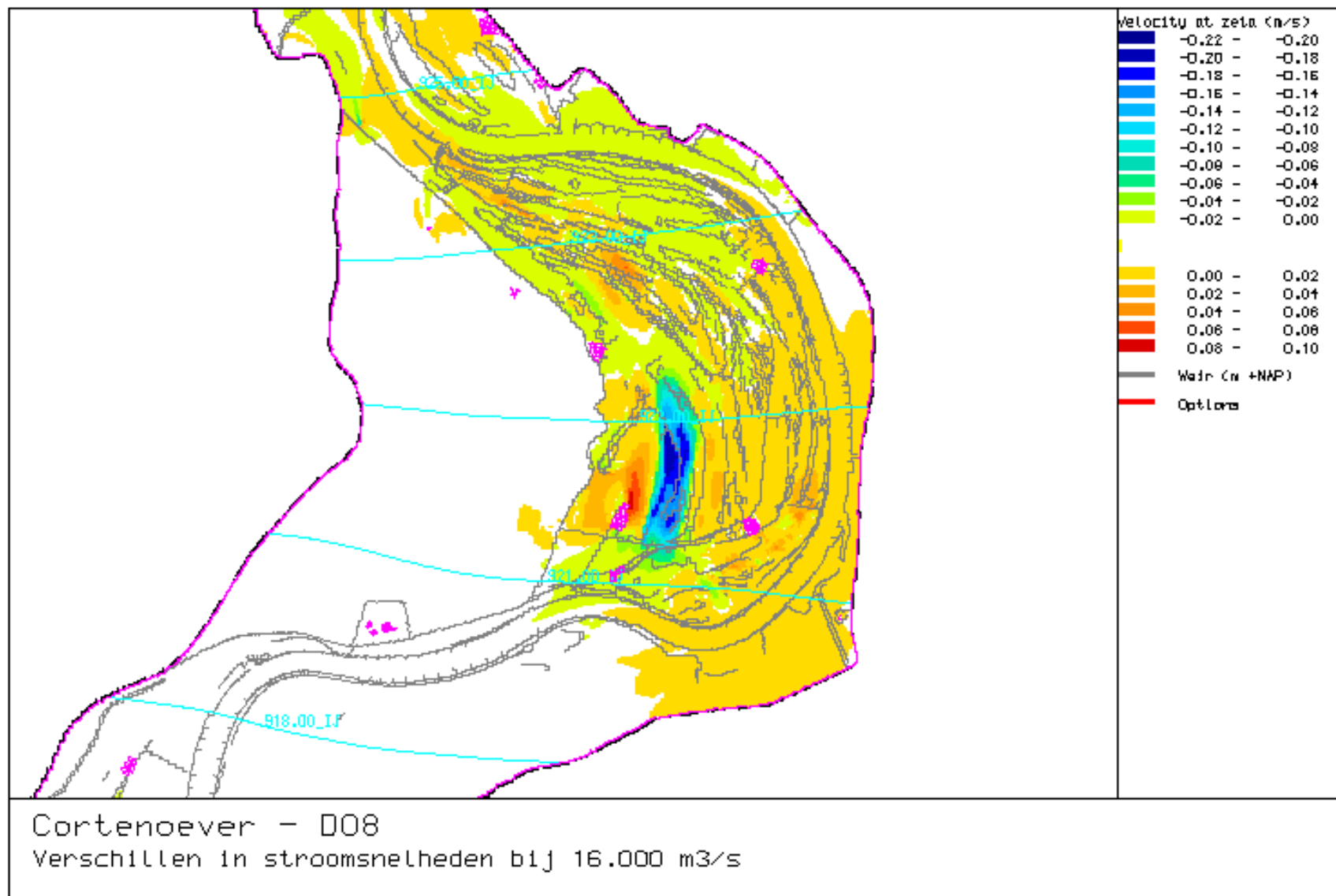
16.000 m³/s

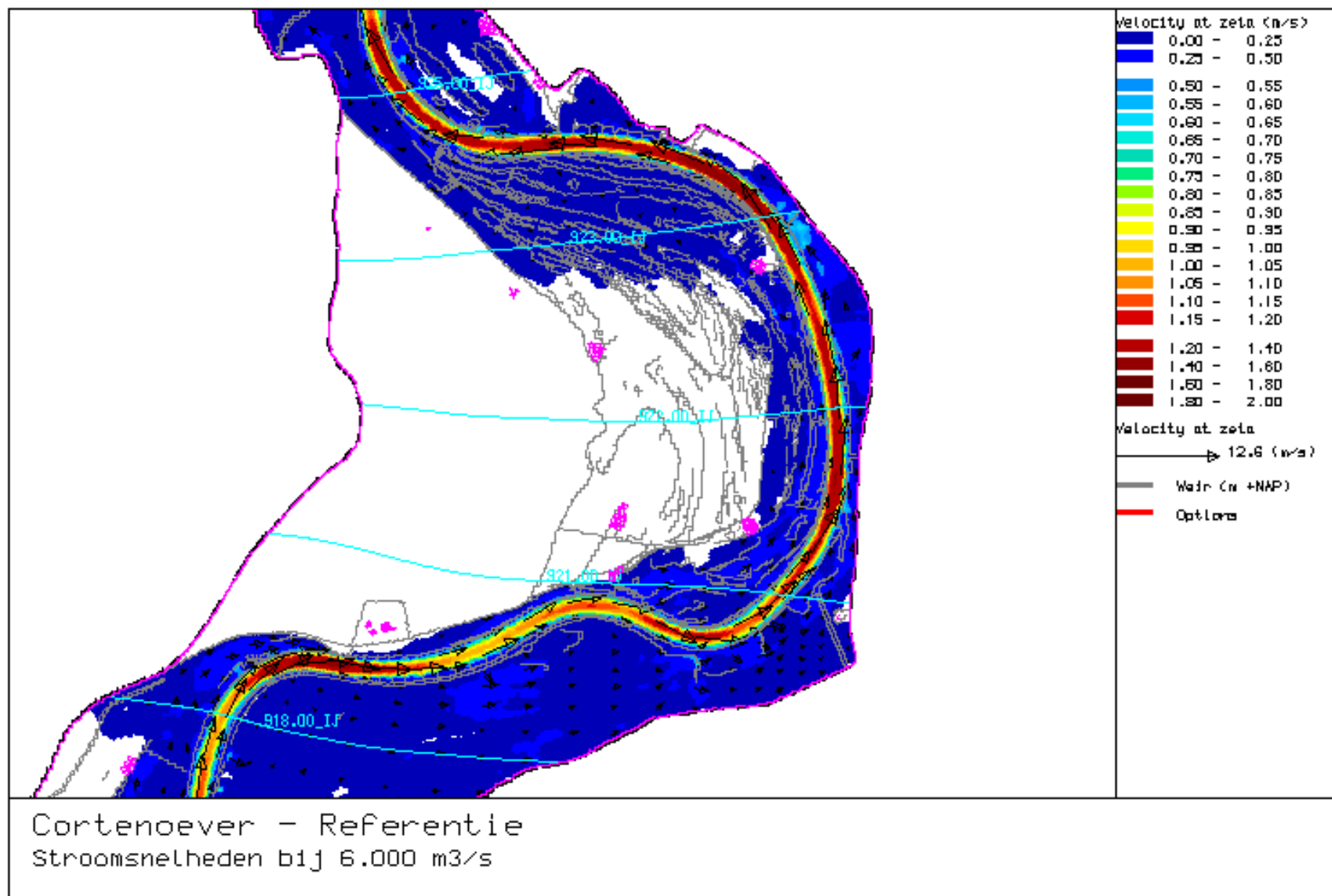


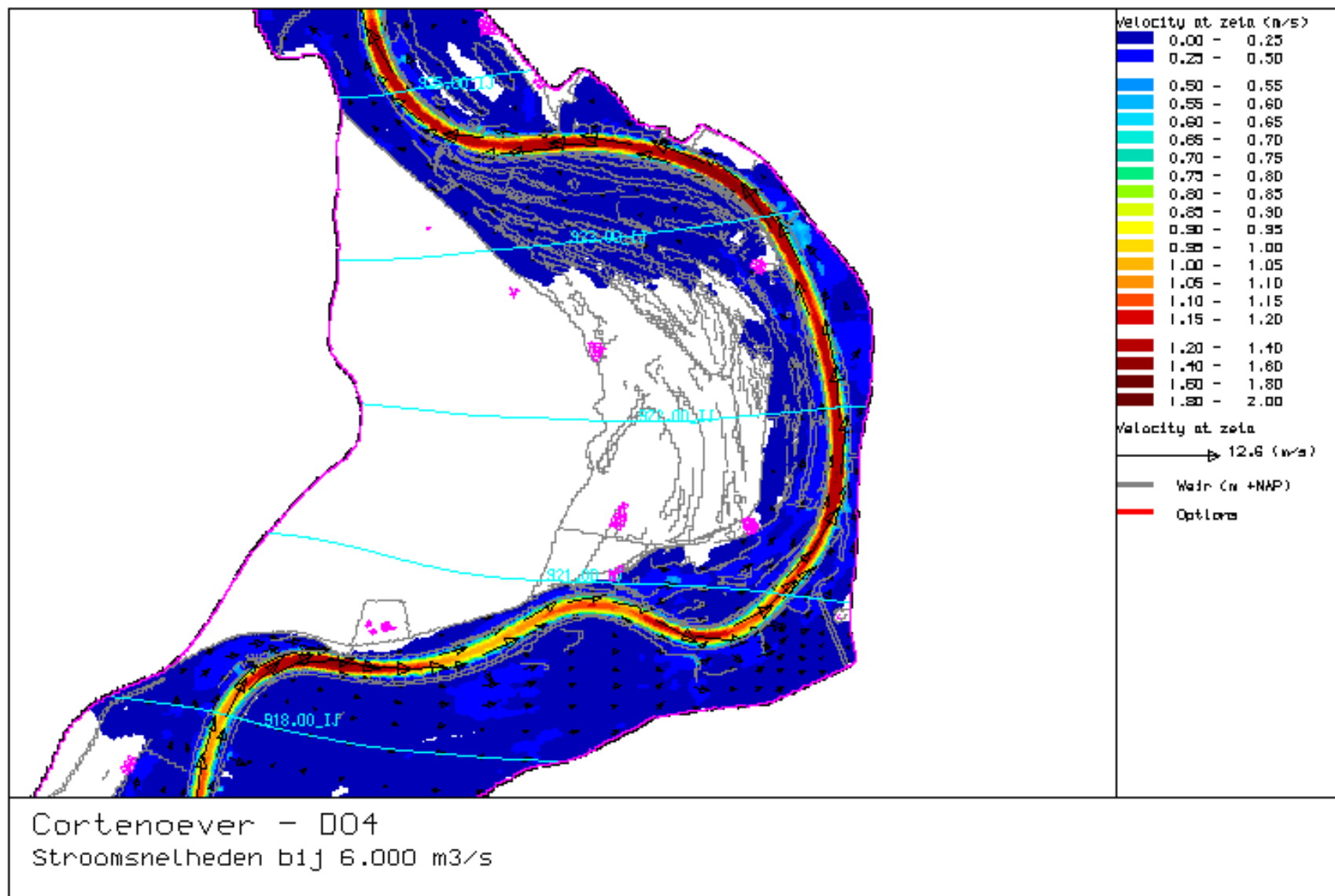


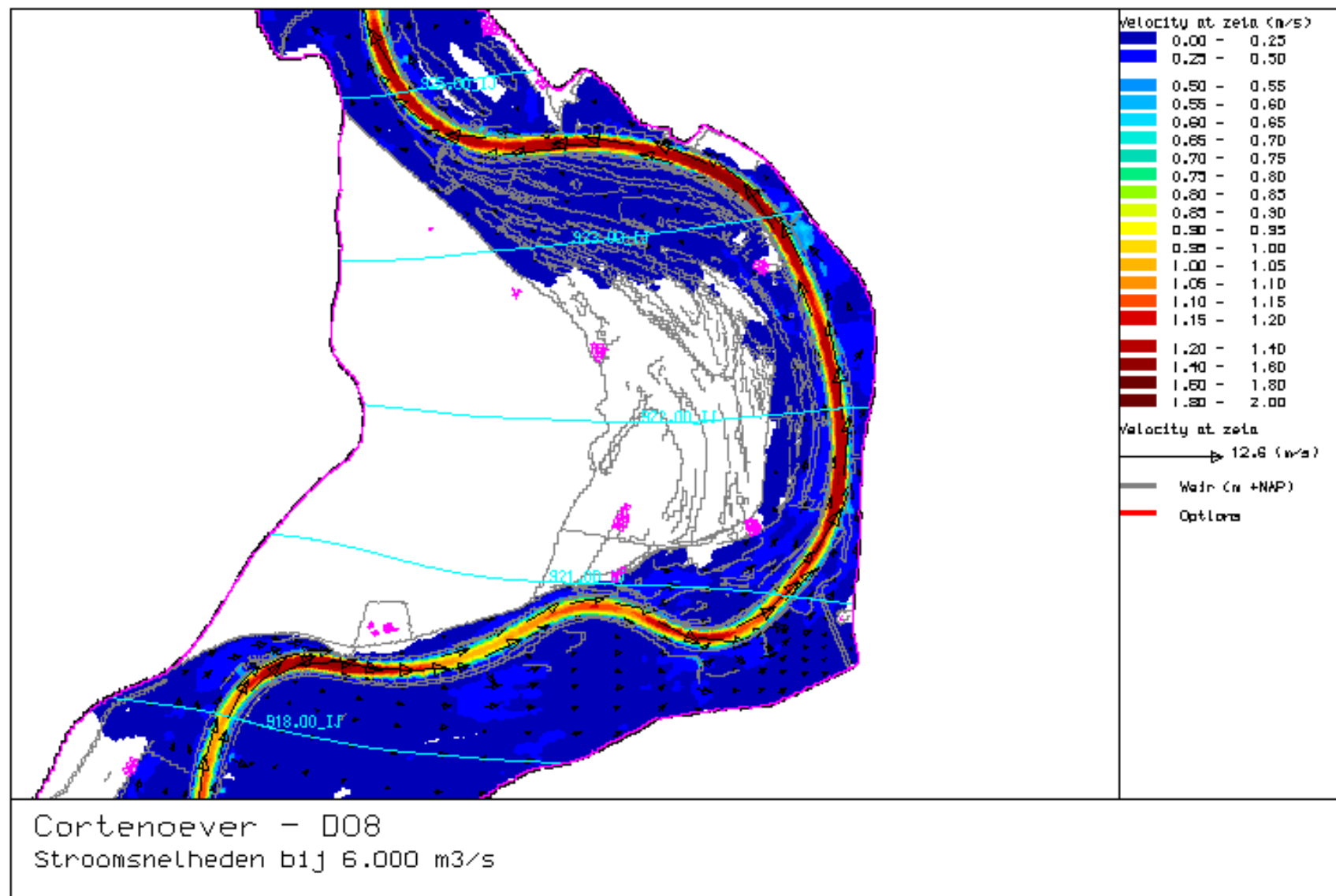


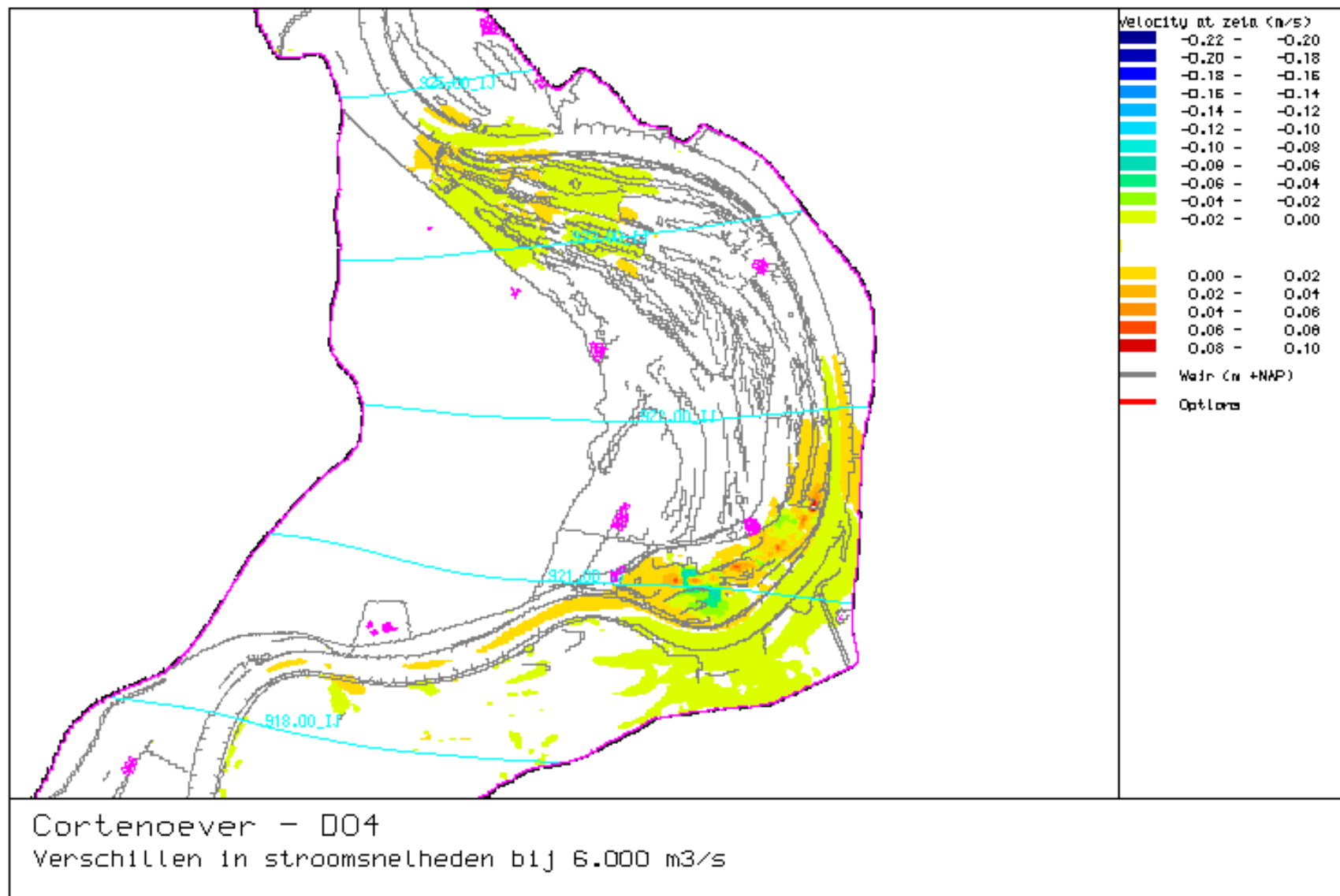


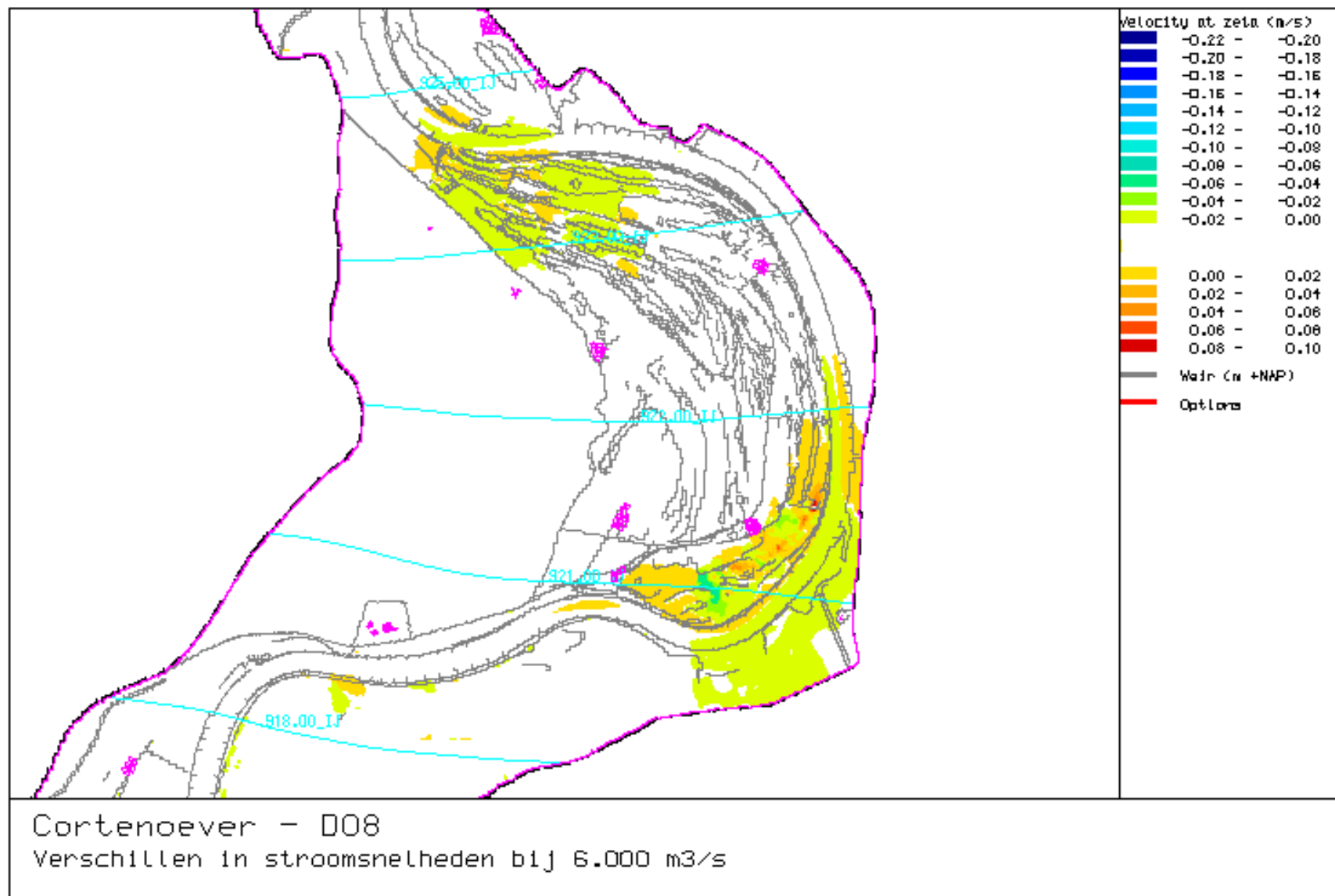


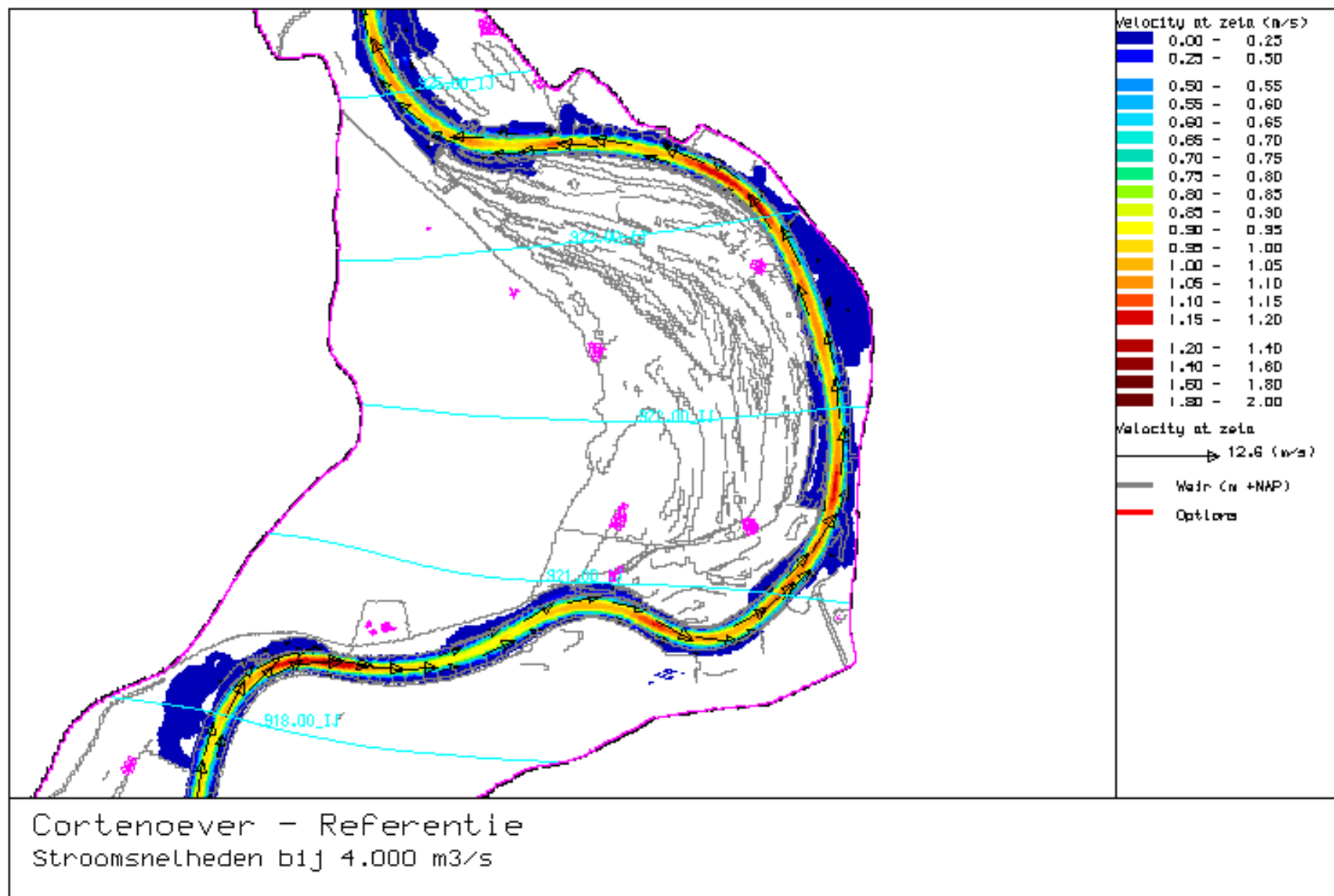




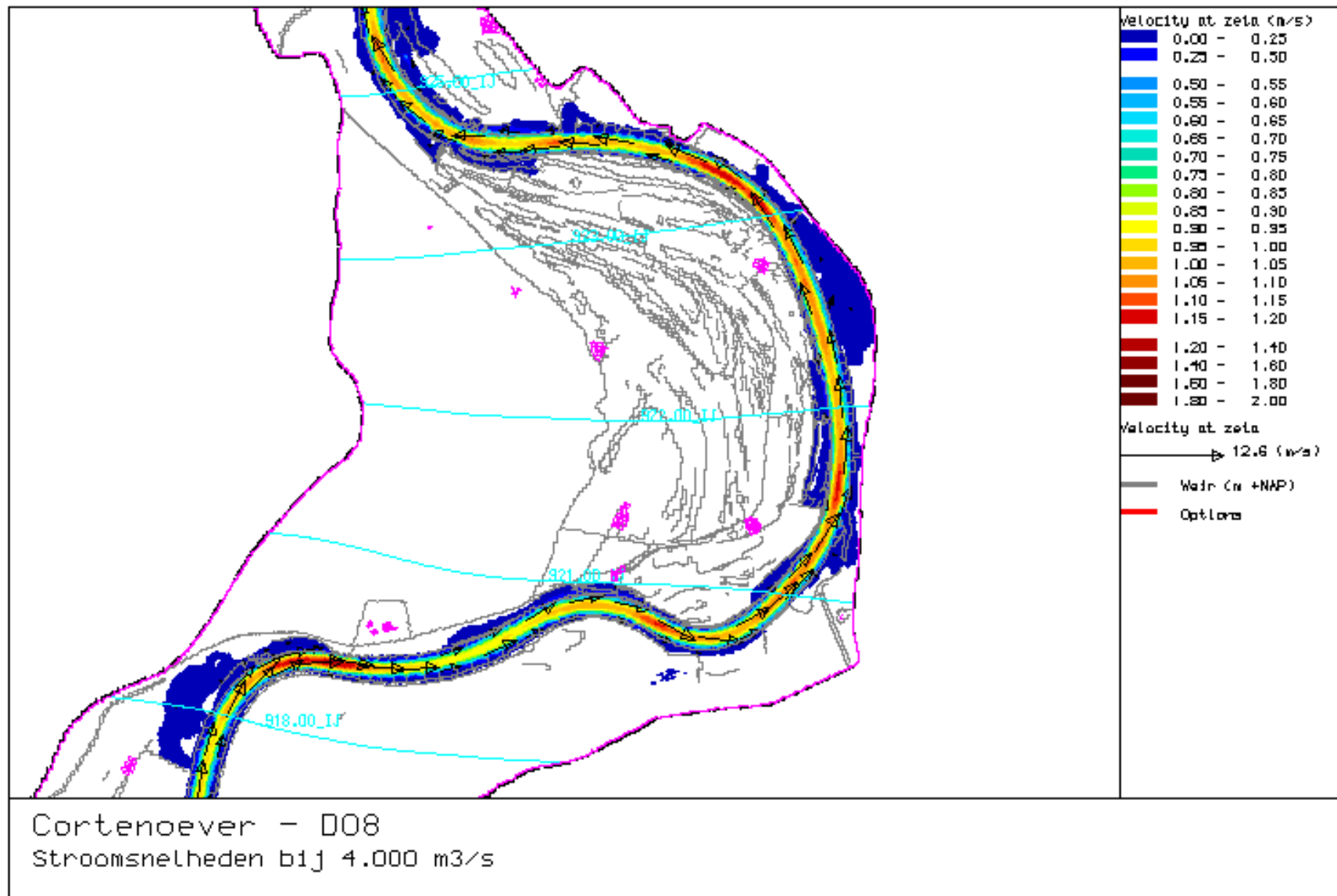


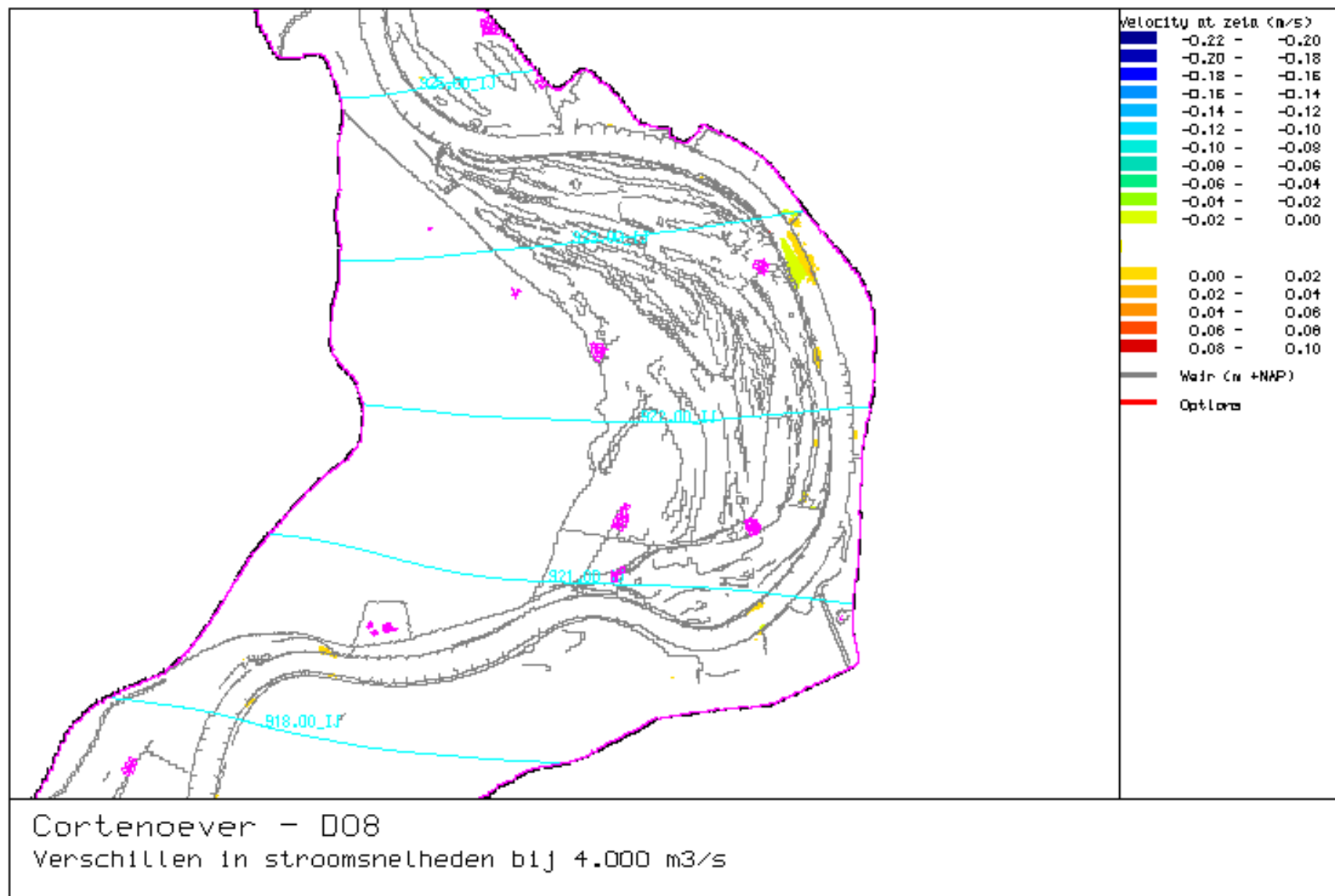


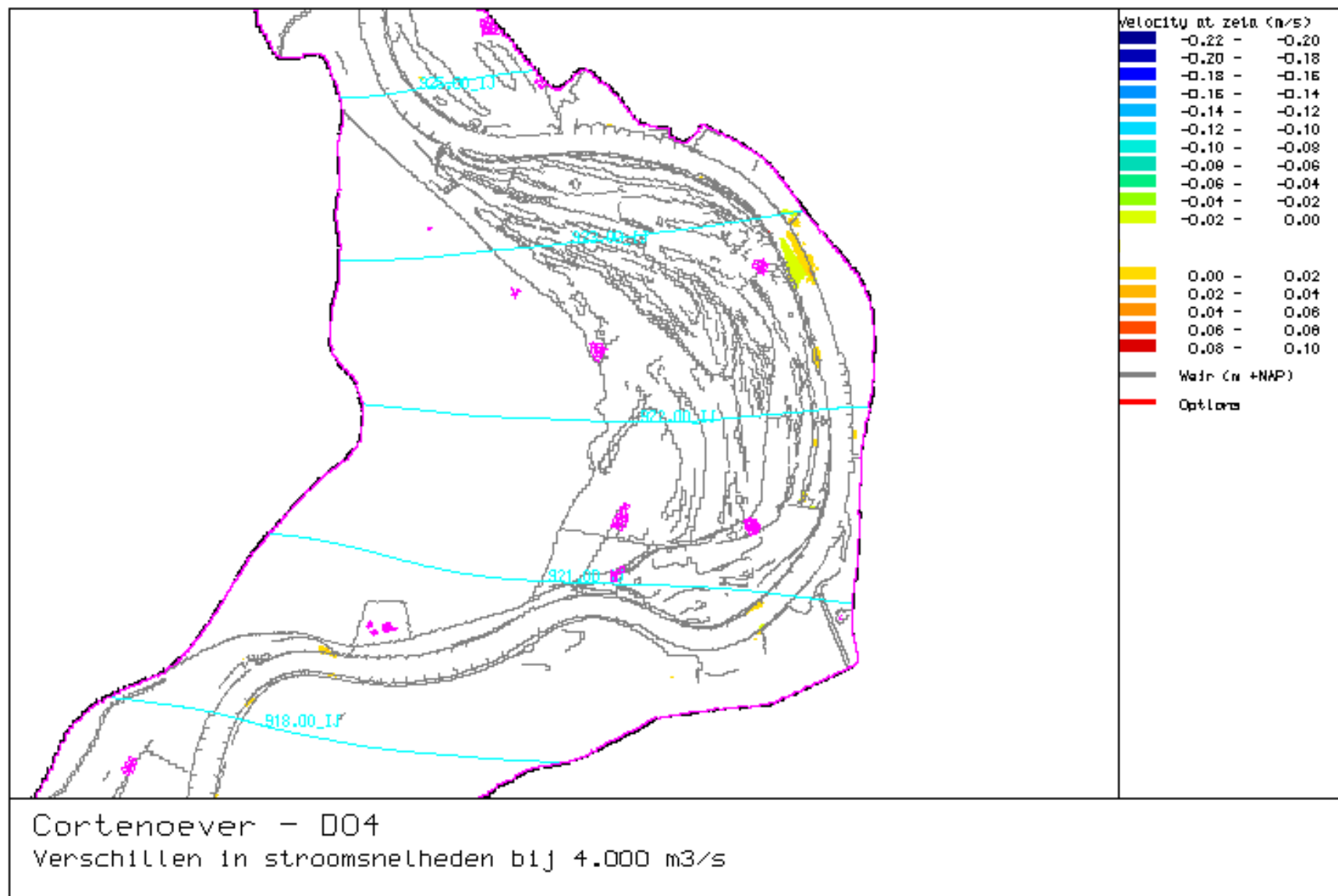












C Samenvatting Rivierkundig Beoordelingskader (versie 5.0)

C.1

Variant D08

§*	Rivierkundig Beoordelings-aspect	Behoedingscriterium	Effect
Hoogwaterveiligheid			
1.1	Maatregel in stroomvoerend deel rivier: MHW stand op de as van de rivier	Stroomvoerend: geen waterstandsverhoging (bij 16.000 m ³ /s Boven-Rijn)	Verhoging maximaal 1 mm
	Maatregel in bergend deel rivier	Bergend: geen vermindering bergend volume.	Door plaatselijke maaiveldverlaging is bij middelgrote hoogwaterstanden de berging iets toegenomen
1.2	Hoogwater-referentie buiten as van de rivier	Geen waterstandverhoging langs de hoge grondenlijn of primaire waterkering bij de afvoer(en) uit de Hoogwaterreferentie.	Verhogingen kleiner dan 1 mm.
1.3	Afvoerverdeling bij MHW (bij Pannerdensche Kop en IJsselkop)	Verandering afvoerverdeling bij de splitsingspunten dient kleiner te zijn dan 5 m ³ /s bij Boven-Rijn afvoer van 16.000 m ³ /s	In deze analyse niet kwantitatief beschouwd. Waterstandseffect zodanig klein dat dit criterium niet wordt overschreden.
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	In deze analyse niet kwantitatief beschouwd. Waterstandseffect zodanig klein dat dit criterium niet wordt overschreden.
1.5	IJsafoer	Een goede geleiding van water en ijs dient gewaarborgd te blijven	Overschrijding criterium niet waarschijnlijk, omdat er geen ingrepen worden uitgevoerd die de goede geleiding van ijs verminderen.

§*	Rivierkundig Beoordelings- aspect	Beoordelingscriterium	Effect
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).	In deze analyse niet kwantitatief beschouwd. Waterstandseffect zodanig klein dat overschrijding criterium niet waarschijnlijk is.
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.	Effect op stroming zodanig klein dat geen hinder of schade wordt verwacht.
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.	Effect op dwarsstroming klein. De dwarsstromingen blijven overal binnen het toegestane criterium van 0,15 m/s behalve bij een zeer lokale piek rond rkm 920,4. Op deze locatie zorgt DO8 juist voor een verlaging van de dwarsstromen ten opzichte van de referentiesituatie.
2.4	Afvoerverdeling bij Pannerdensche 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.	In deze analyse niet kwantitatief beschouwd. Waterstandseffect zodanig klein dat dit criterium niet wordt overschreden.
2.5	Afvoerverdeling bij Pannerdensche 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)	In deze analyse niet kwantitatief beschouwd. Waterstandseffect zodanig klein dat dit criterium niet wordt overschreden.
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	In deze analyse niet kwantitatief bepaald. Er worden geen problemen verwacht omdat de ingrepen pas meewerken als de uiterwaard is ondergelopen.
2.9	Waterstand en stroombeeld in de vaargeul in de Nederlands-Duitse grensregio bij lage en mediane Boven-Rijn afvoeren	Er is geen beoordelingscriterium beschikbaar. Het doel van dit aspect is om te kunnen inschatten of de bevaarbaarheid of vaarwegonderhoud in het Duitse deel van de Rijn niet verslechtert a.g.v. de ingreep.	In deze analyse niet kwantitatief beschouwd. Waterstandseffect zodanig klein dat dit in grensregio niet merkbaar is.
Bodemligging en morfologie			
3.1	Sedimentatie en erosie van het zomerbed (+ oevers) 1. door ingrepen zomerbed 2. door ingrepen winterbed	<u>Bij erosie:</u> -geen verlaging gemiddelde bodemligging zomerbed; -geen erosie van het zomerbed in de directe nabijheid van primaire waterkeringen; -geen oevererosie; -Beperkte ontgronding bij constructies per hoogwater; -geen erosie ter hoogte van kabels, leidingen en tunnels met een te kleine gronddekking; <u>Bij sedimentatie:</u>	Bodemeffecten bepaald met WAQmorf. Erosie is verwaarloosbaar klein en op enkele locaties kan aanzanding optreden in orde-grootte van enkele cm. Op deze plekken is overruimte aanwezig en geeft geen belangrijke bijdrage aan baggerinspanning of scheepvaarthinder.

§*	Rivierkundig Beoordelings-aspect	Behoordelingscriterium	Effect
		- geen sedimentatie in de vaargeul conform BPRW; -geen vermindering vaargeulafmetingen bij lage tot gemiddelde rivierafvoeren); -geen verhoging van de maatgevende waterstanden op lange termijn; <u>Generiek:</u> -beperkte hinder door baggeren en/of terugstorten; - behouden vlothoud en veiligheid scheepvaartverkeer; -geen onacceptabele terugschrijdende erosie of sedimentatie i.v.m. risico verandering afvoerverdeling bij maatgevende Boven-Rijn afvoer of OLA	
3.2	Sedimentatie en erosie van uiterwaard en nevengeulen: 1. sedimentatie winterbed 2. erosie winterbed	<u>Bij sedimentatie:</u> - Acceptabele beheerskosten voor baggeren nevengeulen; <u>Bij erosie:</u> -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); - geen bodemerosie langs primaire waterkering; - stabiliteit van belangrijke constructies in de uiterwaard mag niet verminderen;	Effect op stroming bij variant DO8 is dusdanig klein dat overschrijding criterium niet waarschijnlijk is.

D Baseline metadata D08

In apart document, maatregel "ij_cortdo8_a1".

Metadata voor maatregel: ij_cortdo8_a1

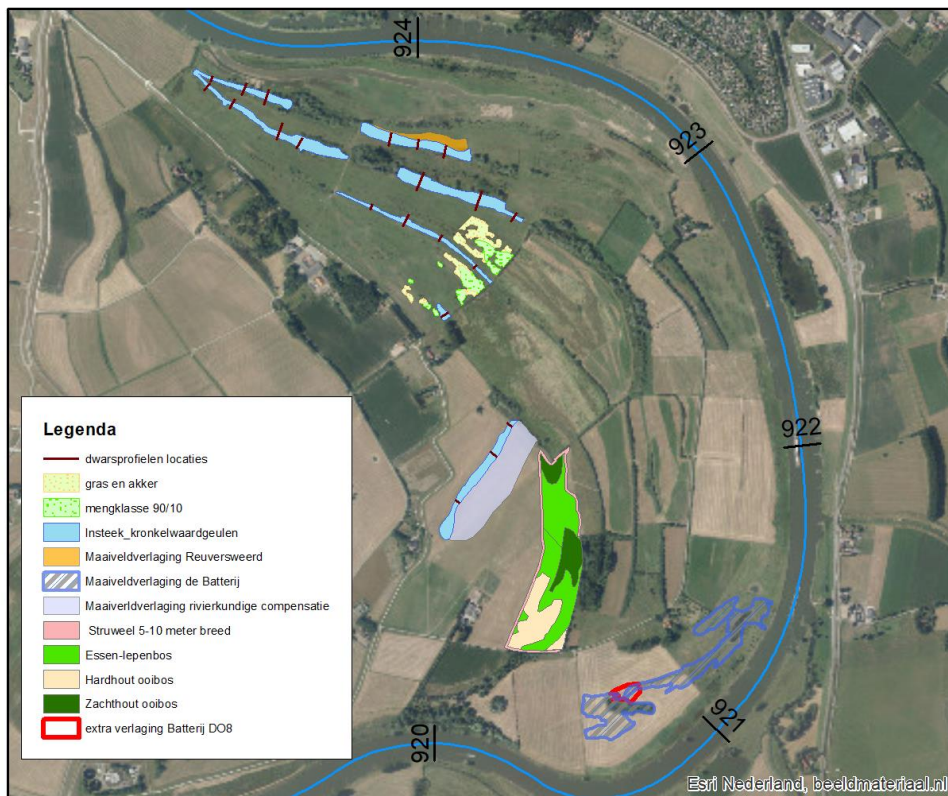
Datum laatste wijziging: 12-06-2020

Inleiding

RWS en Provincie Gelderland bereiden de planfase voor van de inrichting van Cortenoever. De uiterwaard Cortenoever is een uiterwaard van circa 250 hectare. In deze uiterwaard staan diverse KRW-maatregelen, Gelders NatuurNetwerk (GNN) maatregelen en Natura 2000 maatregelen gepland. Voor een goede projectbeheersing (planning, budget en vergunbaarheid) is het van belang om beter zicht te krijgen op kansen en beperkingen van verschillende varianten binnen het projectgebied.

Beschrijving van de dataset

Baselinemaatregel met wijzigingsbestanden voor varianten studie voor een rivierkundige ingreep voor herinrichting van de uiterwaard bij Cortenoever. Gelegen op de linker oever van de IJssel tussen km 919 en 925. Betreft **variant DO8** van het ontwerp.

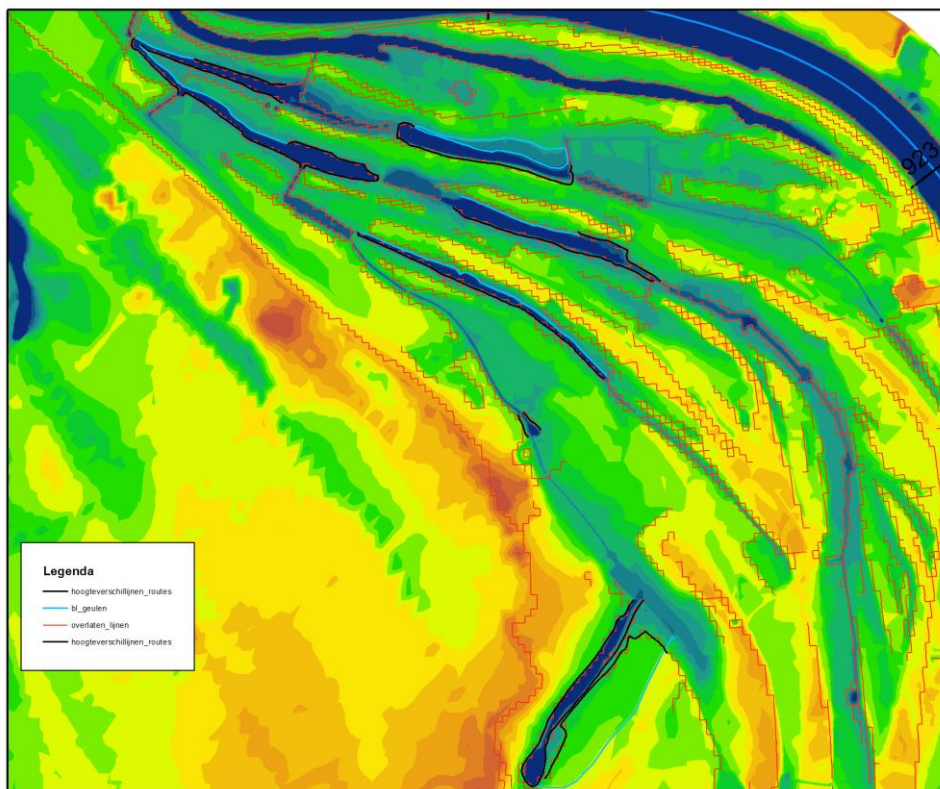


- 1) Verruiming van de kronkelwaardgeulen in het noordelijke deel van het projectgebied.
- 2) Afgraving kronkelwaarden tot ontwerpniveau (zonder 0.5 m buffer). Deze maatregel betreft een streefbeeld situatie (betrekking op het ontwerp zoals het initieel wordt aangelegd). In een interventiebeeld zal na verloop van tijd enige aanzanding plaats vinden in afgegraven delen. In deze variant is dat niet het geval en is de extra 0,5 m aanzanding in de kronkelwaardgeulen niet opgenomen. In DO8 liggen de kronkelwaardgeulen dus 0,5 m lager dan b.v. in DO3.
- 3) Maaiveldverlaging Reuversweerd (0,3 m afgraven)
- 4) Maaiveldverlaging rivierkundige compensatie (0,5 m afgraven)

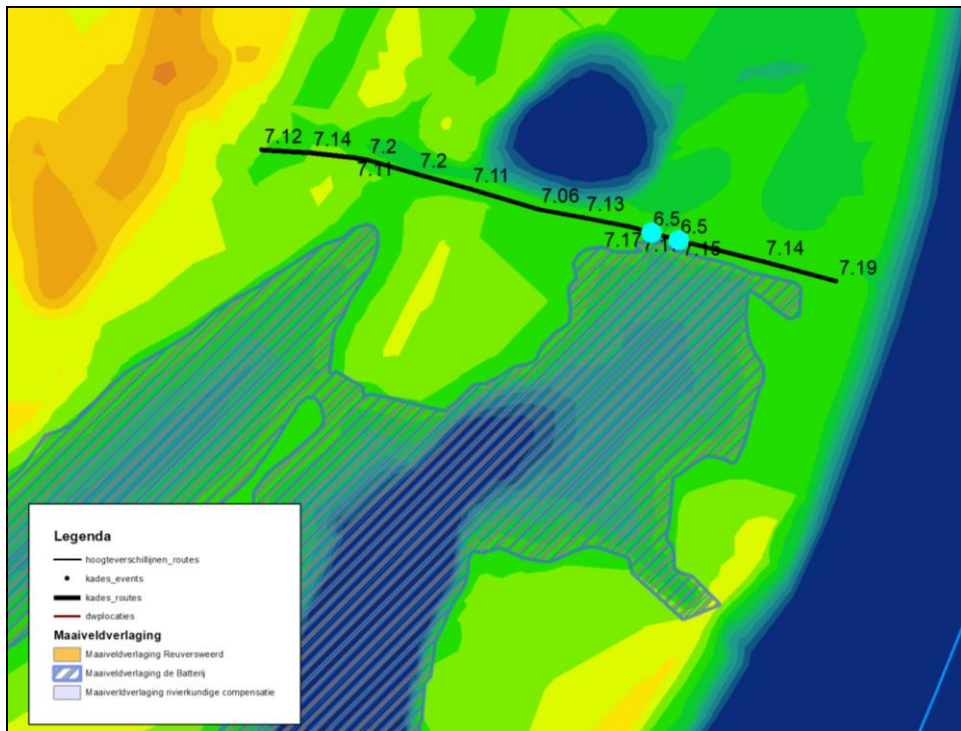
- 5) Maaiveldverlaging "de Batterij" (niet in het gebied Beker): totaal 15.600 m³
- 6) Het creëren van bos in de uiterwaard in het kader van natuurontwikkeling (met strookje struweel van 5 à 10 m breed)
- 7) Geen aanleg van rijen hagen
- 8) Bij gebied 'de batterij' is een kade die lokaal verlaagd dient te worden met 70 cm over een breedte van circa 5 m. De taluds van de hele kade zijn verflauwd.
- 9) Ruwheden aanpassingen

Opmerkingen

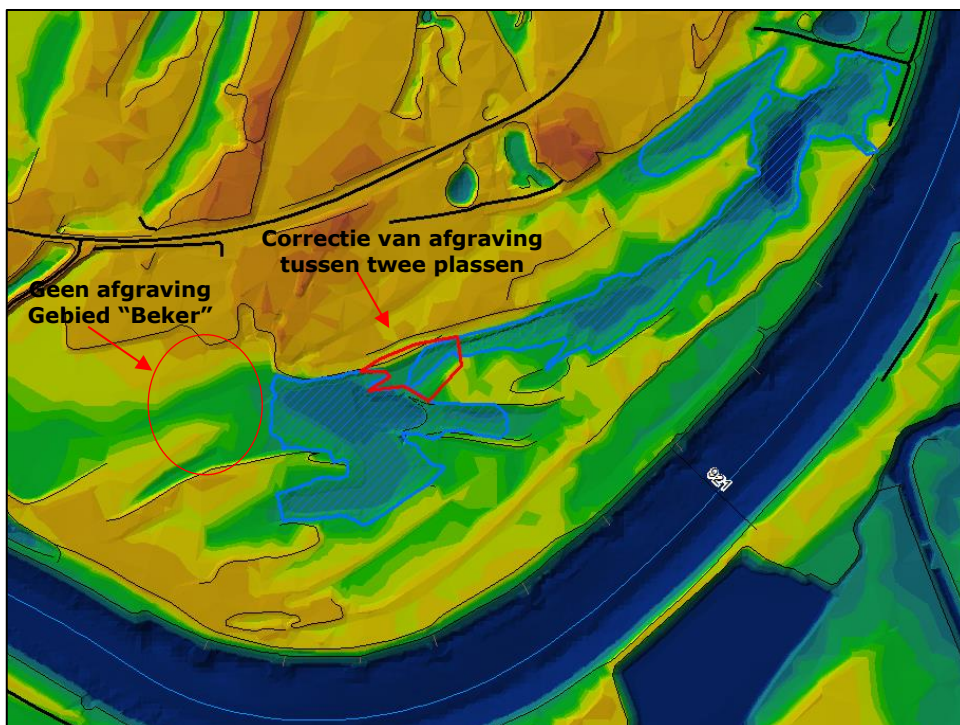
- Creëren van een bos in de uiterwaard: ecotopen_ruwheid aangepast:
 - struweel = 1984;
 - Esssen-lepenbos, harthout-ooibos en zachthout ooibos = 1983
- Waar de kronkelwaarden smaller worden zijn niet beide oevers als hoogteverschillen geschematiseerd aangezien dit in de Waqua schematisatie gridcellen opleverde die volledig omsloten waren met overlaten. Om tot een realistische schematisatie te komen is in deze gevallen gekozen om de oevers van de smalle kronkelwaarden aan de rivierzijde te schematiseren met breuklijnen (lichtblauwe lijnen in de volgende figuur).



- Ten noorden van het gebied 'de batterij', waar een duiker wordt verwijderd, is een deel van de kade lokaal verlaagd (naar 6.5 m+NAP). De taluds van de hele kade zijn verflauwd. Dit is gedaan door de teenhoogtes (linkerhoogte en rechterhoogte) gelijk te zetten aan de kruinhoogtes (geen energieverlies).



- Verlaging in het gebied van Battery en Beker:



Doel van de maatregel

Aanpassen van de Baseline database i.v.m. WAQUA berekeningen voor het Rivierkundig onderzoek ten behoeve van de herinrichting uiterwaard bij Cortenoever.

Contactpersonen

F. Huthoff, L. Lokin, J. Vieira da Silva; (HKV Lijn in Water)
K. Akkers (RWS-ON); K. Buddingh (Provincie Gelderland)

Type bestanden

1. Features (in daarvoor bestemde mappen)
2. Brongegevens (in map data\source)

Verdere gegevens/ opmerkingen

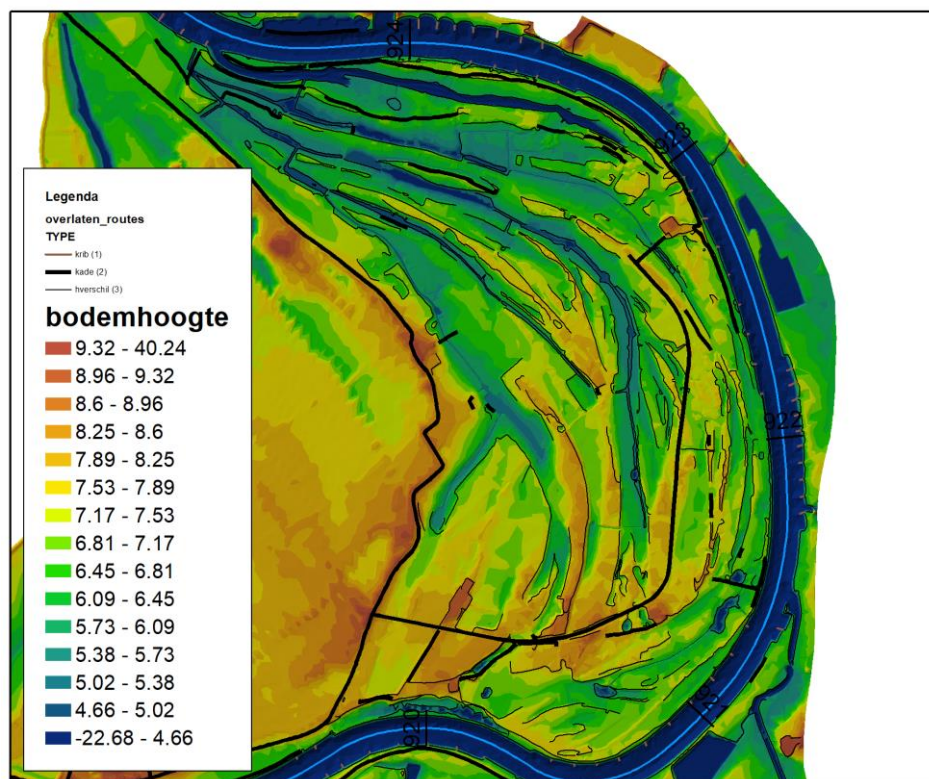
1. Baseline protocol 5; Baseline versie 5.3.1 voor ArcMap 10.4
2. Geschikt voor conversie naar WAQUA met de roosters rij20m_ijssel_5-v6.rgf en rij20m_splp_5-v6.rgf
 3. De referentiesituatie voor het project is opgebouwd op basis van rij20m_ijssel_5-v6.zip en de maatregel: ij_cortref_c1
4. Het ontwerp is opgesteld in de leggerklassen.

Lijst van bestanden

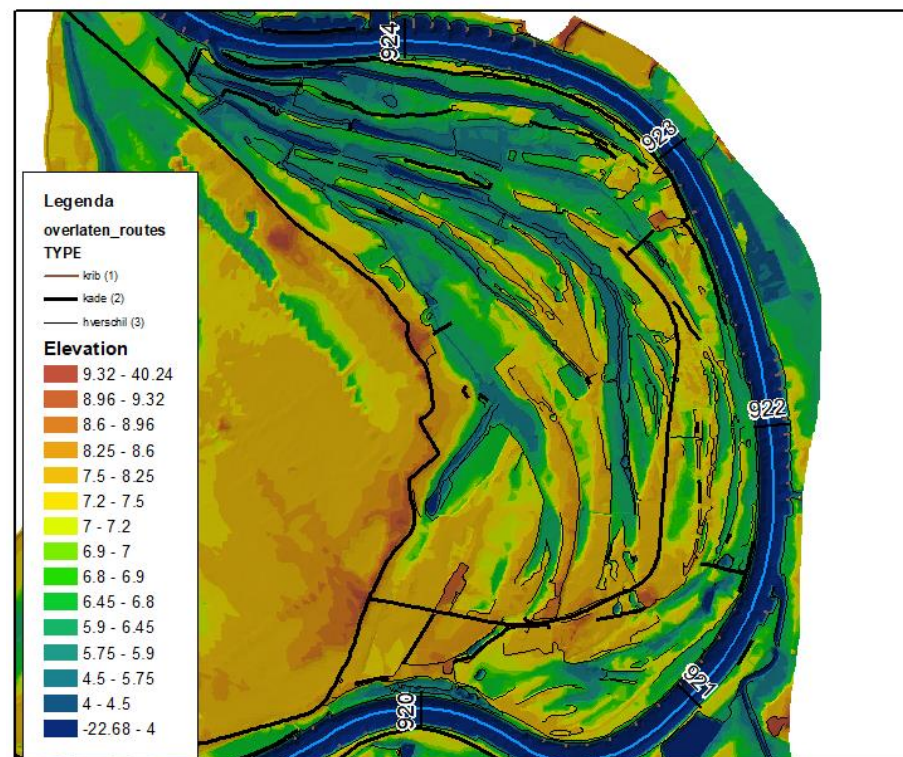
Erase-bestanden:	Toevoeg-bestanden:
grenzen/erase_plassen grenzen/erase_lanen grenzen/erase_plashoogtes grenzen/erase_heggen grenzen/erase_kades grenzen/erase_winterbedhoogtes grenzen/erase_bomen grenzen/erase_hoogteverschillijnen grenzen/erase_breuklijnen	grenzen/omtrek_maatregel oppervlaktewater/plassen hoogtelijnen/breuklijnen hoogtelijnen/kades hoogtelijnen/hoogteverschillijnen hoogtepunten/winterbedhoogtes ruwheid/ecotopen_ruwheid

Bodemhoogtes Referentie en variant na Maatregel

Referentie

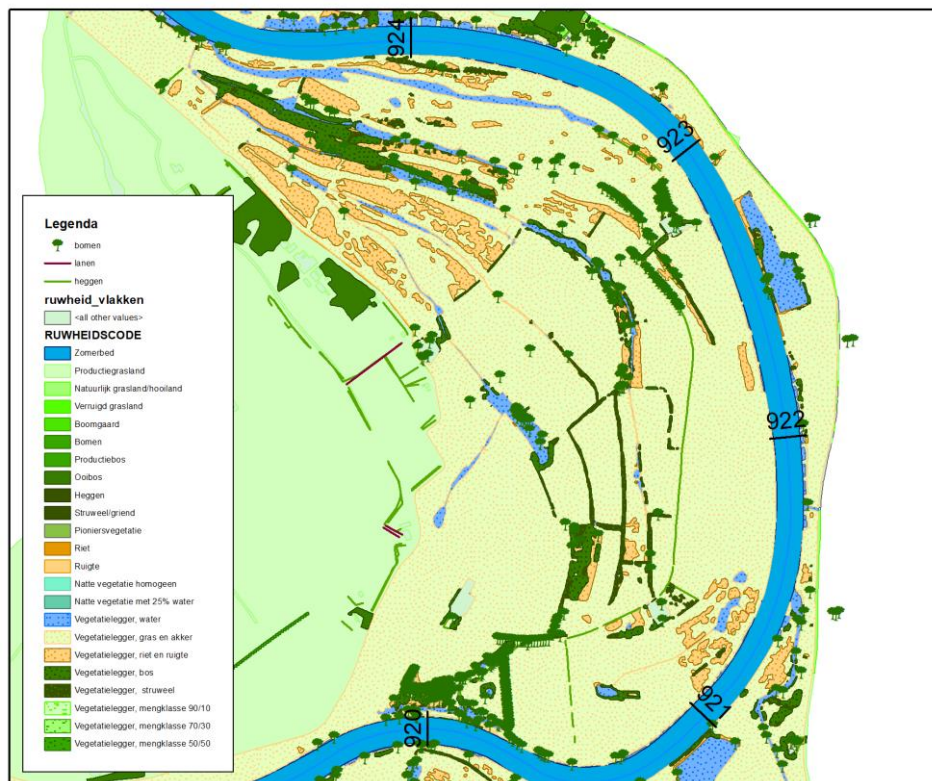


Variant D08

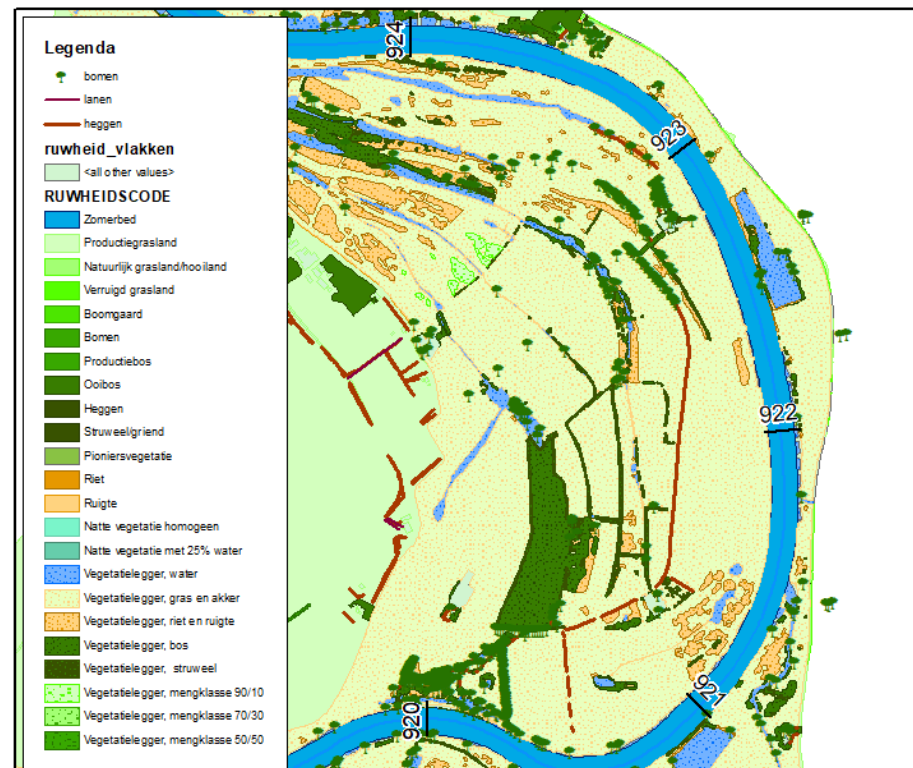


Ruwheden Referentie en variant na Maatregel

Referentie



Variant D08



Tabellen bodemvolumes

Tabellen met berekende volumes voor D04, D05, D06, D07 en D08

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Criterium			A2	A1	B3	B3	B4	E9	E9	E10	C5	C5	C6	D7	D7	D8	F11	F11	F12
rkm IJssel	Gemiddelde bodem- veranderingen per hmvak [cm]		Volume- veranderingen per hmvak [m3]		Bodemhoogte t.o.v. de norm per hmvak [cm]						Volume dat niet voldoet aan norm per hmvak [m3]			Baggervolume inc 30 cm baggermarge per hmvak [m3]			Volume boven norm baggermarge per hmvak [m3]		
	Jaargemiddelde erosie	Jaargemiddelde sedimentatie	Jaargemiddelde erosie	Jaargemiddelde sedimentatie	Maximum referentie	Maximum variant	Verschil (7-6)	Gemiddelde referentie	Gemiddelde variant	Verschil (10-9)	Referentie	Variant	Verschil (13-12)	Referentie	Variant	Verschil (16-17)	Referentie	Variant	Verschil (19-18)
920	-0,3	0,0	-13,8	0,0	19,0	18,7	-0,3	-96,6	-96,9	-0,3	9,1	8,7	-0,4	54,4	48,3	-6,1	135,7	121,9	-13,8
920,1	-0,2	0,0	-9,6	0,0	10,0	9,9	-0,1	-97,3	-97,5	-0,2	1,0	1,0	0,0	9,7	8,2	-1,5	107,0	97,4	-9,6
920,2	-0,1	0,1	-2,2	3,7	34,0	34,3	0,3	-91,3	-91,3	0,0	33,9	34,6	0,7	123,6	124,3	0,7	347,2	348,8	1,7
920,3	0,0	0,4	0,0	16,5	-23,0	-22,2	0,8	-98,4	-98,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,8	81,4	16,6
920,4	0,0	0,7	0,0	28,4	-30,0	-29,2	0,8	-67,2	-66,5	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1303,3	1331,8	28,5
920,5	0,0	0,9	0,0	34,2	36,0	36,5	0,5	-93,2	-92,3	0,9	59,1	60,8	1,7	157,2	158,9	1,7	268,3	302,6	34,3
920,6	0,0	1,0	0,0	39,5	64,0	64,5	0,5	-104,7	-103,7	0,0	233,3	238,1	4,8	475,7	480,5	4,8	0,0	0,0	0,0
920,7	0,0	1,3	0,0	50,4	51,0	51,5	0,5	-114,9	-113,6	0,0	106,0	109,7	3,7	261,4	265,4	4,0	0,0	0,0	0,0
920,8	0,0	1,5	0,0	59,3	42,0	42,9	0,9	-99,2	-97,7	1,5	88,9	94,3	5,4	269,2	278,2	9,0	33,4	93,1	59,7
920,9	0,0	1,4	0,0	55,6	57,0	57,9	0,9	-65,3	-63,9	1,4	224,7	234,5	9,9	527,1	542,3	15,3	1388,1	1444,0	55,9
921	0,0	1,4	0,0	55,6	53,0	53,8	0,8	-43,7	-42,3	1,4	218,6	231,7	13,1	592,7	616,9	24,2	2245,3	2301,1	55,8
921,1	0,0	1,6	0,0	62,4	35,0	36,1	1,1	-35,9	-34,4	1,6	82,9	92,1	9,3	298,0	319,2	21,3	2569,2	2631,9	62,6
921,2	0,0	1,6	0,0	65,6	37,0	38,2	1,2	-47,6	-46,0	1,7	26,7	30,2	3,6	109,2	120,8	11,7	2084,5	2150,4	65,9
921,3	0,0	1,9	0,0	73,9	53,0	54,4	1,4	-29,6	-27,7	1,9	192,8	208,7	15,9	481,1	506,9	25,8	2806,9	2881,4	74,5
921,4	0,0	2,1	0,0	85,1	41,0	42,6	1,6	-43,8	-41,6	2,1	54,1	62,1	8,0	191,5	205,5	14,0	2235,2	2320,6	85,4
921,5	0,0	2,0	0,0	81,7	51,0	53,1	2,1	-44,2	-42,2	2,0	80,2	93,5	13,3	289,6	320,9	31,3	2231,2	2313,0	81,7
921,6	-0,1	1,0	-0,3	39,5	33,0	35,0	2,0	-62,6	-61,6	1,0	15,9	19,0	3,1	69,6	76,3	6,7	1487,5	1526,4	38,9
921,7	-0,4	0,7	-7,7	17,1	-3,0	-1,7	1,3	-73,5	-73,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1062,6	1071,3	8,8
921,8	-0,4	0,9	-7,5	23,1	-1,0	1,1	2,1	-85,9	-85,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,2	562,5	577,7	15,2
921,9	-0,4	0,7	-6,5	18,1	-18,0	-17,0	1,0	-75,9	-75,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	966,9	978,2	11,2
922	-0,3	0,5	-4,4	12,0	-35,0	-34,0	1,0	-82,6	-82,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	695,9	703,3	7,3
922,1	-0,2	0,3	-3,3	7,6	-19,0	-18,7	0,3	-76,2	-76,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	952,0	956,1	4,1
922,2	-0,1	0,1	-2,4	3,9	0,0	0,3	0,3	-66,5	-66,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	1339,1	1340,4	1,4
922,3	-0,1	0,1	-1,9	1,9	-13,0	-12,9	0,1	-73,2	-73,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1068,0	1068,0	0,0
922,4	0,0	0,0	-1,3	1,1	-3,0	-2,9	0,1	-83,4	-83,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	666,5	666,3	-0,2
Totaal			-61	836							1427	1519	92	3910	4074	164	26621	27307	686

Tabel 3 Morfologische effecten in de referentie en bij variant DO4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Criterium			A2	A1	B3	B3	B4	E9	E9	E10	C5	C5	C6	D7	D7	D8	F11	F11	F12
rkm IJssel	Gemiddelde bodem- veranderingen per hmvak [cm]		Volume- veranderingen per hmvak [m3]		Bodemhoogte t.o.v. de norm per hmvak [cm]						Volume dat niet voldoet aan norm per hmvak [m3]			Baggervolume inc 30 cm baggermarge per hmvak [m3]			Volume boven norm baggermarge per hmvak [m3]		
	Jaargemiddelde erosie	Jaargemiddelde sedimentatie	Jaargemiddelde erosie	Jaargemiddelde sedimentatie	Maximum referentie	Maximum variant	Vershil (7-6)	Gemiddelde referentie	Gemiddelde variant	Vershil (10-9)	Referentie	Variant	Vershil (13-12)	Referentie	Variant	Vershil (16-17)	Referentie	Variant	Vershil (19-18)
920	-0,4	4,3	-0,4	164,9	19,0	21,7	2,7	-96,6	-92,4	4,1	9,1	13,6	4,5	54,4	68,8	14,4	135,7	299,5	163,8
920,1	-3,5	3,0	-62,2	66,4	10,0	6,0	-4,0	-97,3	-97,2	0,1	1,0	0,3	-0,7	9,7	4,5	-5,2	107,0	109,2	2,3
920,2	-12,7	1,0	-491,0	1,5	34,0	14,0	-20,0	-91,3	-103,6	0,0	33,9	3,3	-30,6	123,6	22,5	-101,1	0,0	0,0	0,0
920,3	-20,7	0,0	-823,3	0,0	-23,0	-51,0	-28,0	-98,4	-119,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
920,4	-19,6	0,0	-776,9	0,0	-30,0	-52,6	-22,6	-67,2	-86,8	-19,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1303,3	525,4	-777,9
920,5	-18,6	0,0	-730,5	0,0	36,0	20,3	-15,7	-93,2	-111,8	0,0	59,1	17,5	-41,6	157,2	74,8	-82,4	0,0	0,0	0,0
920,6	-17,5	0,0	-691,6	0,0	64,0	48,6	-15,4	-104,7	-122,2	0,0	233,3	119,8	-113,5	475,7	301,3	-174,4	0,0	0,0	0,0
920,7	-15,8	0,0	-629,1	0,0	51,0	34,7	-16,3	-114,9	-130,7	0,0	106,0	41,6	-64,5	261,4	124,7	-136,8	0,0	0,0	0,0
920,8	-11,6	0,0	-467,3	0,0	42,0	25,9	-16,1	-99,2	-110,7	0,0	88,9	21,6	-67,3	269,2	97,2	-172,0	0,0	0,0	0,0
920,9	-7,7	0,2	-308,1	0,0	57,0	44,2	-12,8	-65,3	-72,9	-7,6	224,7	123,7	-100,9	527,1	339,4	-187,6	1388,1	1083,6	-304,5
921	-5,7	1,3	-194,5	7,8	53,0	40,5	-12,5	-43,7	-48,3	-4,6	218,6	116,3	-102,3	592,7	413,0	-179,7	2245,3	2062,2	-183,1
921,1	-3,8	2,5	-90,1	42,1	35,0	28,4	-6,6	-35,9	-37,1	-1,1	82,9	53,4	-29,4	298,0	213,6	-84,3	2569,2	2524,7	-44,6
921,2	-2,7	2,6	-49,3	58,3	37,0	33,0	-4,0	-47,6	-47,3	0,3	26,7	18,5	-8,2	109,2	77,6	-31,6	2084,5	2096,3	11,8
921,3	-1,5	2,0	-25,7	49,4	53,0	50,9	-2,1	-29,6	-29,0	0,6	192,8	183,9	-8,9	481,1	463,5	-17,6	2806,9	2832,6	25,7
921,4	-0,7	1,6	-9,7	43,7	41,0	40,4	-0,6	-43,8	-42,9	0,9	54,1	52,0	-2,0	191,5	184,3	-7,1	2235,2	2270,5	35,3
921,5	-0,1	1,1	-0,2	43,9	51,0	51,7	0,7	-44,2	-43,1	1,1	80,2	83,7	3,5	289,6	291,3	1,7	2231,2	2275,3	44,1
921,6	-0,1	0,6	-0,3	24,5	33,0	34,1	1,1	-62,6	-62,0	0,6	15,9	17,4	1,5	69,6	71,1	1,5	1487,5	1511,6	24,1
921,7	-0,4	0,5	-6,6	10,7	-3,0	-2,1	0,9	-73,5	-73,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1062,6	1066,2	3,7
921,8	-0,4	0,7	-6,5	16,1	-1,0	0,5	1,5	-85,9	-85,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,9	562,5	571,8	9,3
921,9	-0,3	0,5	-5,2	12,8	-18,0	-17,3	0,7	-75,9	-75,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	966,9	974,2	7,3
922	-0,2	0,3	-3,5	8,3	-35,0	-34,3	0,7	-82,6	-82,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	695,9	700,5	4,6
922,1	-0,1	0,2	-2,1	5,2	-19,0	-18,8	0,2	-76,2	-76,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	952,0	954,9	2,9
922,2	-0,1	0,1	-1,6	2,8	0,0	0,2	0,2	-66,5	-66,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	1339,1	1340,2	1,2
922,3	-0,1	0,1	-1,4	1,3	-13,0	-12,9	0,1	-73,2	-73,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1068,0	1067,9	-0,1
922,4	0,0	0,0	-1,3	0,6	-3,0	-2,9	0,1	-83,4	-83,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	666,5	665,8	-0,7
Totaal			-5379	560							1427	867	-560	3910	2749	-1161	25907	24932	-975

Tabel 4 Morfologische effecten in de referentie en bij variant DO5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Criterium			A2	A1	B3	B3	B4	E9	E9	E10	C5	C5	C6	D7	D7	D8	F11	F11	F12
rkm IJssel	Gemiddelde bodem- veranderingen per hmvak [cm]		Volume- veranderingen per hmvak [m3]		Bodemhoogte t.o.v. de norm per hmvak [cm]						Volume dat niet voldoet aan norm per hmvak [m3]			Baggervolume inc 30 cm baggermarge per hmvak [m3]			Volume boven norm baggermarge per hmvak [m3]		
	Jaargemiddelde erosie	Jaargemiddelde sedimentatie	Jaargemiddelde erosie	Jaargemiddelde sedimentatie	Maximum referentie	Maximum variant	Verskil (7-6)	Gemiddelde referentie	Gemiddelde variant	Verskil (10-9)	Referentie	Variant	Verskil (13-12)	Referentie	Variant	Verskil (16-17)	Referentie	Variant	Verskil (19-18)
920	-0,2	0,0	-7,6	0,0	19,0	18,8	-0,2	-96,6	-96,8	-0,2	9,1	8,9	-0,2	54,4	48,5	-5,9	135,7	128,1	-7,5
920,1	-0,2	0,0	-6,1	0,0	10,0	9,9	-0,1	-97,3	-97,5	-0,2	1,0	1,0	0,0	9,7	8,2	-1,5	107,0	100,8	-6,1
920,2	-0,1	0,0	-4,3	0,0	34,0	33,9	-0,1	-91,3	-91,5	-0,1	33,9	33,6	-0,3	123,6	119,1	-4,5	347,2	342,9	-4,3
920,3	0,0	0,0	-0,9	0,1	-23,0	-22,9	0,1	-98,4	-98,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,8	64,0	-0,8
920,4	0,0	0,1	0,0	3,2	-30,0	-29,9	0,1	-67,2	-67,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1303,3	1306,5	3,2
920,5	0,0	0,2	0,0	6,3	36,0	36,1	0,1	-93,2	-93,0	0,2	59,1	59,4	0,3	157,2	157,5	0,3	268,3	274,7	6,4
920,6	0,0	0,3	0,0	11,0	64,0	64,1	0,1	-104,7	-104,4	0,0	233,3	234,2	0,9	475,7	476,6	0,9	0,0	0,0	0,0
920,7	0,0	0,5	0,0	18,5	51,0	51,1	0,1	-114,9	-114,4	0,0	106,0	106,8	0,8	261,4	262,2	0,8	0,0	0,0	0,0
920,8	0,0	0,6	0,0	23,9	42,0	42,2	0,2	-99,2	-98,6	0,6	88,9	90,1	1,2	269,2	270,4	1,2	33,4	57,5	24,1
920,9	0,0	0,6	0,0	24,0	57,0	57,2	0,2	-65,3	-64,7	0,6	224,7	227,4	2,7	527,1	529,8	2,7	1388,1	1412,3	24,3
921	0,0	0,8	0,0	32,4	53,0	53,1	0,1	-43,7	-42,9	0,8	218,6	223,8	5,2	592,7	597,9	5,2	2245,3	2278,1	32,8
921,1	0,0	1,3	0,0	50,3	35,0	35,6	0,6	-35,9	-34,7	1,3	82,9	88,8	6,0	298,0	307,8	9,9	2569,2	2619,9	50,7
921,2	0,0	1,5	0,0	59,7	37,0	37,8	0,8	-47,6	-46,1	1,5	26,7	29,2	2,6	109,2	118,6	9,5	2084,5	2144,6	60,1
921,3	0,0	1,7	0,0	68,5	53,0	54,1	1,1	-29,6	-27,9	1,7	192,8	206,5	13,7	481,1	503,5	22,4	2806,9	2876,1	69,2
921,4	0,0	2,0	0,0	78,7	41,0	42,5	1,5	-43,8	-41,8	2,0	54,1	61,3	7,3	191,5	203,8	12,4	2235,2	2314,3	79,1
921,5	0,0	1,8	0,0	71,8	51,0	52,8	1,8	-44,2	-42,5	1,8	80,2	91,9	11,7	289,6	313,9	24,3	2231,2	2303,1	71,8
921,6	-0,2	0,9	-0,6	32,2	33,0	34,9	1,9	-62,6	-61,8	0,8	15,9	18,6	2,7	69,6	75,9	6,3	1487,5	1518,8	31,3
921,7	-0,5	0,7	-8,7	14,7	-3,0	-1,8	1,2	-73,5	-73,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1062,6	1067,9	5,3
921,8	-0,4	0,8	-7,6	20,7	-1,0	0,9	1,9	-85,9	-85,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,9	562,5	575,1	12,6
921,9	-0,4	0,7	-6,1	16,5	-18,0	-17,1	0,9	-75,9	-75,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	966,9	976,9	9,9
922	-0,2	0,4	-4,0	10,5	-35,0	-34,1	0,9	-82,6	-82,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	695,9	702,1	6,2
922,1	-0,2	0,3	-3,2	6,9	-19,0	-18,7	0,3	-76,2	-76,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	952,0	955,6	3,6
922,2	-0,1	0,1	-2,3	3,8	0,0	0,3	0,3	-66,5	-66,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	1339,1	1340,5	1,4
922,3	-0,1	0,1	-1,9	1,8	-13,0	-12,9	0,1	-73,2	-73,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1068,0	1067,9	-0,2
922,4	0,0	0,0	-1,3	1,1	-3,0	-2,9	0,1	-83,4	-83,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	666,5	666,3	-0,2
Totaal			-55	557							1427	1482	55	3910	3995	85	26621	27094	473

Tabel 5 Morfologische effecten in de referentie en bij variant DO6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Criterium			A2	A1	B3	B3	B4	E9	E9	E10	C5	C5	C6	D7	D7	D8	F11	F11	F12
rkm IJssel	Gemiddelde bodem- veranderingen per hmvak [cm]		Volume- veranderingen per hmvak [m3]		Bodemhoogte t.o.v. de norm per hmvak [cm]						Volume dat niet voldoet aan norm per hmvak [m3]			Baggervolume inc 30 cm baggermarge per hmvak [m3]			Volume boven norm baggermarge per hmvak [m3]		
	Jaargemiddelde erosie	Jaargemiddelde sedimentatie	Jaargemiddelde erosie	Jaargemiddelde sedimentatie	Maximum referentie	Maximum variant	Vershil (7-6)	Gemiddelde referentie	Gemiddelde variant	Vershil (10-9)	Referentie	Variant	Vershil (13-12)	Referentie	Variant	Vershil (16-17)	Referentie	Variant	Vershil (19-18)
920	-0.1	0.0	-3.4	0.0	19.0	18.9	-0.1	-96.6	-96.7	-0.1	9.1	9.0	-0.1	54.4	51.9	-2.5	135.7	132.3	-3.3
920.1	0.0	0.0	-1.7	0.0	10.0	10.0	0.0	-97.3	-97.3	0.0	1.0	1.0	0.0	9.7	9.7	0.0	107.0	105.3	-1.7
920.2	0.0	0.0	-0.3	0.7	34.0	34.1	0.1	-91.3	-91.3	0.0	33.9	34.1	0.2	123.6	123.8	0.2	347.2	347.6	0.4
920.3	0.0	0.1	0.0	3.8	-23.0	-22.8	0.2	-98.4	-98.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	64.8	68.6	3.8
920.4	0.0	0.2	0.0	7.6	-30.0	-29.8	0.2	-67.2	-67.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1303.3	1310.9	7.7
920.5	0.0	0.3	0.0	10.2	36.0	36.1	0.1	-93.2	-92.9	0.3	59.1	59.7	0.6	157.2	157.8	0.6	268.3	278.5	10.2
920.6	0.0	0.2	0.0	9.6	64.0	64.2	0.2	-104.7	-104.4	0.0	233.3	234.8	1.5	475.7	477.2	1.5	0.0	0.0	0.0
920.7	0.0	0.1	0.0	2.4	51.0	51.1	0.1	-114.9	-114.8	0.0	106.0	106.3	0.3	261.4	261.7	0.3	0.0	0.0	0.0
920.8	0.0	0.2	0.0	8.8	42.0	42.3	0.3	-99.2	-99.0	0.2	88.9	90.6	1.7	269.2	270.9	1.7	33.4	42.1	8.7
920.9	-0.1	0.1	-1.3	3.9	57.0	57.1	0.1	-65.3	-65.2	0.1	224.7	225.4	0.8	527.1	526.3	-0.7	1388.1	1390.5	2.4
921	-0.2	0.1	-6.0	0.2	53.0	52.9	-0.1	-43.7	-43.9	-0.1	218.6	216.9	-1.7	592.7	581.7	-11.0	2245.3	2239.5	-5.8
921.1	-0.1	0.4	-0.5	15.7	35.0	35.1	0.1	-35.9	-35.6	0.4	82.9	83.9	1.0	298.0	294.8	-3.2	2569.2	2584.7	15.5
921.2	0.0	1.2	0.0	47.0	37.0	37.6	0.6	-47.6	-46.4	1.2	26.7	28.6	1.9	109.2	113.5	4.3	2084.5	2131.9	47.4
921.3	0.0	1.6	0.0	63.1	53.0	53.9	0.9	-29.6	-28.0	1.6	192.8	204.7	11.9	481.1	499.3	18.2	2806.9	2870.7	63.8
921.4	0.0	1.9	0.0	75.2	41.0	42.4	1.4	-43.8	-41.9	1.9	54.1	60.6	6.5	191.5	202.8	11.3	2235.2	2310.8	75.6
921.5	0.0	1.7	0.0	70.0	51.0	52.8	1.8	-44.2	-42.5	1.8	80.2	91.5	11.3	289.6	313.2	23.6	2231.2	2301.3	70.1
921.6	-0.1	0.8	-0.5	31.5	33.0	34.9	1.9	-62.6	-61.8	0.8	15.9	18.5	2.6	69.6	75.8	6.2	1487.5	1518.1	30.7
921.7	-0.5	0.6	-8.7	14.4	-3.0	-1.8	1.2	-73.5	-73.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1062.6	1067.7	5.1
921.8	-0.4	0.9	-7.8	20.7	-1.0	0.9	1.9	-85.9	-85.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.9	562.5	574.9	12.4
921.9	-0.4	0.7	-6.2	16.5	-18.0	-17.1	0.9	-75.9	-75.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	966.9	976.8	9.8
922	-0.2	0.4	-4.0	10.5	-35.0	-34.1	0.9	-82.6	-82.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	695.9	702.1	6.2
922.1	-0.2	0.3	-3.2	6.5	-19.0	-18.7	0.3	-76.2	-76.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	952.0	955.2	3.2
922.2	-0.1	0.1	-2.3	3.8	0.0	0.3	0.3	-66.5	-66.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	1339.1	1340.5	1.4
922.3	-0.1	0.1	-1.9	1.8	-13.0	-12.9	0.1	-73.2	-73.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1068.0	1067.9	-0.2
922.4	0.0	0.0	-1.3	1.1	-3.0	-2.9	0.1	-83.4	-83.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	666.5	666.3	-0.2
Totaal			-49	425							1427	1466	39	3910	3962	52	26621	26984	363

Tabel 6 Morfologische effecten in de referentie en bij variant DO7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Criterium			A2	A1	B3	B3	B4	E9	E9	E10	C5	C5	C6	D7	D7	D8	F11	F11	F12
rkm IJssel	Gemiddelde bodem- veranderingen per hmvak [cm]		Volume- veranderingen per hmvak [m3]		Bodemhoogte t.o.v. de norm per hmvak [cm]						Volume dat niet voldoet aan norm per hmvak [m3]			Baggervolume inc 30 cm baggermarge per hmvak [m3]			Volume boven norm baggermarge per hmvak [m3]		
	Jaargemiddelde erosie	Jaargemiddelde sedimentatie	Jaargemiddelde erosie	Jaargemiddelde sedimentatie	Maximum referentie	Maximum variant	Verskil (7-6)	Gemiddelde referentie	Gemiddelde variant	Verskil (10-9)	Referentie	Variant	Verskil (13-12)	Referentie	Variant	Verskil (16-17)	Referentie	Variant	Verskil (19-18)
920	-0.2	0.0	-9.5	0.0	19.0	18.8	-0.2	-96.6	-97.7	-1.1	9.1	8.8	-0.3	54.4	48.4	-6.0	135.7	92.2	-43.5
920.1	-0.2	0.0	-8.6	0.0	10.0	9.8	-0.2	-97.3	-98.2	-0.9	1.0	1.0	0.0	9.7	8.2	-1.5	107.0	71.5	-35.4
920.2	-0.1	0.0	-5.8	0.0	34.0	32.9	-1.1	-91.3	-92.2	-0.9	33.9	33.6	-0.3	123.6	119.1	-4.5	347.2	312.6	-34.6
920.3	0.0	0.0	-1.4	0.3	-23.0	-22.9	0.1	-98.4	-98.7	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	64.8	51.4	-13.4
920.4	0.0	0.1	0.0	3.6	-30.0	-29.9	0.1	-67.2	-67.4	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1303.3	1295.6	-7.7
920.5	0.0	0.2	0.0	7.6	36.0	36.1	0.1	-93.2	-92.6	0.6	59.1	59.4	0.3	157.2	157.5	0.3	268.3	292.4	24.1
920.6	0.0	0.4	0.0	13.8	64.0	64.1	0.1	-104.7	-103.1	0.0	233.3	234.3	1.0	475.7	476.7	1.0	0.0	0.0	0.0
920.7	0.0	0.6	0.0	25.8	51.0	51.1	0.1	-114.9	-113.1	0.0	106.0	107.1	1.1	261.4	262.5	1.1	0.0	0.0	0.0
920.8	0.0	0.9	0.0	38.1	42.0	42.3	0.3	-99.2	-97.3	1.8	88.9	91.0	2.1	269.2	271.3	2.1	33.4	107.5	74.1
920.9	0.0	1.0	0.0	41.1	57.0	57.4	0.4	-65.3	-63.6	1.7	224.7	230.1	5.4	527.1	532.8	5.7	1388.1	1453.1	65.1
921	0.0	1.2	0.0	47.5	53.0	53.4	0.4	-43.7	-42.1	1.6	218.6	227.5	8.9	592.7	604.0	11.3	2245.3	2310.9	65.5
921.1	0.0	1.5	0.0	59.4	35.0	35.9	0.9	-35.9	-34.2	1.7	82.9	90.7	7.9	298.0	315.7	17.8	2569.2	2638.6	69.3
921.2	0.0	1.6	0.0	63.9	37.0	38.0	1.0	-47.6	-45.8	1.8	26.7	29.7	3.1	109.2	120.0	10.9	2084.5	2157.6	73.0
921.3	0.0	1.8	0.0	72.4	53.0	54.3	1.3	-29.6	-27.2	2.4	192.8	208.0	15.2	481.1	506.2	25.1	2806.9	2891.2	84.3
921.4	0.0	2.1	0.0	83.5	41.0	42.6	1.6	-43.8	-41.3	2.5	54.1	61.8	7.8	191.5	204.6	13.2	2235.2	2333.5	98.3
921.5	0.0	2.0	0.0	80.9	51.0	53.0	2.0	-44.2	-41.7	2.6	80.2	93.3	13.1	289.6	318.0	28.4	2231.2	2334.9	103.7
921.6	-0.1	1.0	-0.3	39.3	33.0	35.0	2.0	-62.6	-61.8	0.8	15.9	19.0	3.1	69.6	76.3	6.7	1487.5	1519.6	32.1
921.7	-0.4	0.7	-7.5	17.0	-3.0	-1.7	1.3	-73.5	-73.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1062.6	1073.0	10.4
921.8	-0.4	0.9	-7.5	23.0	-1.0	1.1	2.1	-85.9	-85.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.2	562.5	592.5	30.0
921.9	-0.4	0.7	-6.4	17.9	-18.0	-17.0	1.0	-75.9	-75.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	966.9	990.0	23.1
922	-0.3	0.5	-4.3	11.9	-35.0	-34.0	1.0	-82.6	-82.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	695.9	708.7	12.8
922.1	-0.2	0.3	-3.3	7.5	-19.0	-18.7	0.3	-76.2	-76.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	952.0	958.7	6.8
922.2	-0.1	0.1	-2.4	3.9	0.0	0.3	0.3	-66.5	-66.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	1339.1	1343.1	4.1
922.3	-0.1	0.1	-1.9	1.9	-13.0	-12.9	0.1	-73.2	-73.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1068.0	1062.1	-6.0
922.4	0.0	0.0	-1.3	1.1	-3.0	-2.9	0.1	-83.4	-83.5	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	666.5	663.2	-3.3
Totaal			-60	661							1427	1495	68	3910	4023	113	26621	27254	663

Tabel 7 Morfologische effecten in de referentie en bij variant DO8

**Hoofdkantoor**

HKV lijn in water BV
Botter 11-29
8232 JN Lelystad

Nevenvestiging

Informaticalaan 8
2628 ZD Delft

0320 294242
info@hkv.nl
www.hkv.nl