

Ontkleiing Mook-Middelaar

Rivierkundige verkenning



Anneke de Joode
rivierkundig advies

Documentnaam: A148_ontkleiing_MM_rivierkunde_20191216.docx

Documentstatus: Voorlopig

Project: Rivierkunde ontkleiing Mook-Middelaar

Opdrachtgever : Dekker B.V.

Datum: 16 december 2019

	Naam	Paraaf	Datum
Opgesteld	Anneke de Joode (Rivierkundig Advies)		13-12-2019
Review	Ron Agtersloot (Agtersloot Hydraulisch Advies)		16-12-2019

Inhoud

Inhoud	3
1 Inleiding	5
2 Gebiedsbeschrijving	6
2.1 Referentiesituatie	6
2.2 Inrichtingsplan ontkleiing en Maasheggen	7
3 Resultaten	9
3.1 Effect op de waterstand in de as van de rivier	9
4 Optimalisaties	12
4.1 Omschrijving optimalisaties	12
4.2 Effect van de optimalisaties op de waterstand in de as van de rivier	14
4.3 Geoptimaliseerde variant MMontkl_09	15
5 Referenties	18
Bijlage 1. Uitgangspunten	19
Bijlage 2. Uitgevoerde berekeningen	20
Bijlage 3. Beschrijving en resultaten van voorgaande berekeningen/optimalisaties	22
MMontkl_01: oorspronkelijk inrichtingsplan ontkleiing en Maasheggen	22
Effect op de waterstand in de as van de rivier	23
MMontkl_02: Optimalisatie dwarsheggen en verflauwen taluds	23
Effect op de waterstand in de as van de rivier	25
MMontkl_03: Optimalisaties en verbeteringen	27
Effect op de waterstand in de as van de rivier	29
MMontkl_04: Optimalisatie dichtheid heggen	30
Effect op de waterstand in de as van de rivier	31

1 Inleiding

Voor de uiterwaarden van Mook Middelaar is door Dekker een inrichtingsplan ontwikkeld ten behoeve van kleiwinning. De uiterwaarden liggen op de rechteroever van de Maas. Het projectgebied loopt van rivierkilometer (rkm) 160,4 tot 163,0.

In het inrichtingsplan wordt een zevental percelen ontleid, waarbij het bestaande maaiveld met ongeveer een meter wordt verlaagd. Daarnaast wordt rondom de percelen de historische heggenstructuur (Maasheggen) terug gebracht. Ten behoeve van de vergunningverlening zijn de rivierkundige effecten van het plan onderzocht.



Figuur 1 Ligging van de percelen (rood) waar kleiwinning is voorzien

Het rivierkundig onderzoek is in opdracht van Dekker uitgevoerd door Anneke de Joode (Rivierkundig Advies) in samenwerking met Ron Agtersloot (Agtersloot Hydraulisch Advies).

In de voorliggende rapportage wordt in hoofdstuk 2 de locatie beschreven en het inrichtingsplan toegelicht. In eerste instantie hebben een aantal verbeteringen t.o.v. het oorspronkelijke inrichtingsplan geleid tot variant MMontkl_05. De resultaten van deze variant worden in hoofdstuk 3 beschreven. De berekeningen en optimalisaties die voorafgegaan zijn aan deze geoptimaliseerde variant zijn in bijlage 3 opgenomen.

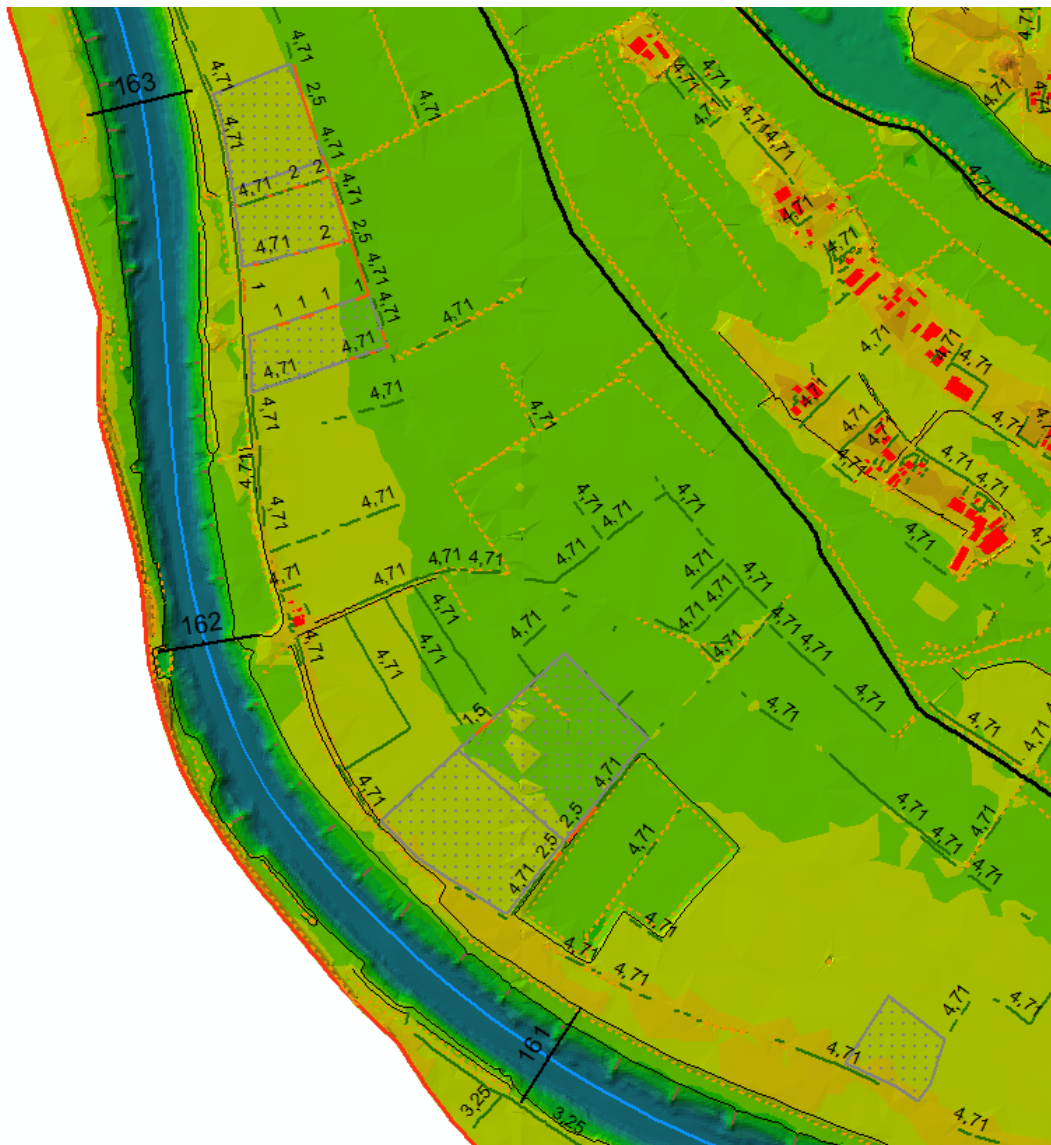
Omdat variant MMontkl_05 nog een te groot benedenstrooms effect bleek te hebben zijn een aantal extra optimalisaties onderzocht. Deze zijn in hoofdstuk 4 opgenomen. De effecten worden volgens het rivierkundig beoordelingskader (versie 5.0, 4 juni 2019) [Ref 1] beschreven. Voorsnog is er nog niet gekeken naar de effecten op dwarsstroming en morfologie.

2 Gebiedsbeschrijving

2.1 Referentiesituatie

In het projectgebied zijn reeds heggen aanwezig. Voorafgaand aan het rivierkundig onderzoek is door Dekker een inventarisatie van de bestaande heggen uitgevoerd. Op basis van deze inventarisatie (o.a. drone beelden van Dekker) en beschikbare luchtfoto's (RWS) is een aantal heggen in het vigerende rivierkundige rekenmodel (Maas-beno17_5-v1) aangepast. Deze aanpassing is afgestemd met en goedgekeurd door RWS ZN (Jan Bremer en Ed Lemaire).

De aangepaste heggen zijn (in de vorm van de Baseline-maatregel ma_MMhegrf_a1) opgenomen in het vigerende rekenmodel wat resulteert in het referentiemodel MMontkl_00. In dit rivierkundig onderzoek worden de effecten ten opzichte van dit referentiemodel bepaald.



Figuur 2 Heggen in het referentiemodel MMontkl_00. De heggen zijn in groen en oranje opgenomen. De hoogte staat per heg aangegeven. De oranje heggen zijn de gewijzigde heggen o.b.v. de waarnemingen van Dekker. De te wijzigen percelen zijn grijs gestippeld

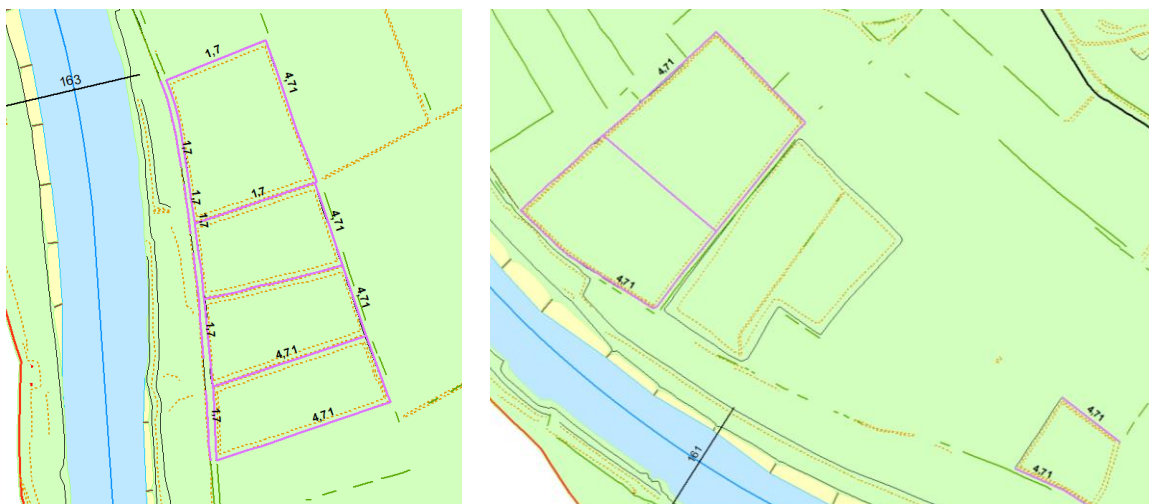
2.2 Inrichtingsplan ontkleining en Maasheggen

Het inrichtingsplan bestaat uit het ontkleien van een zevental percelen met een bodemverlaging van ongeveer 1 meter. Daarnaast worden rondom de percelen Maasheggen opgenomen. Deze Maasheggen hadden oorspronkelijk een hoogte van 4,71 m (standaard waarde in de rivierkundige modellen) en een open structuur. Op basis verkennende berekeningen zijn een aantal heggen qua hoogte verlaagd naar 1,7 m.

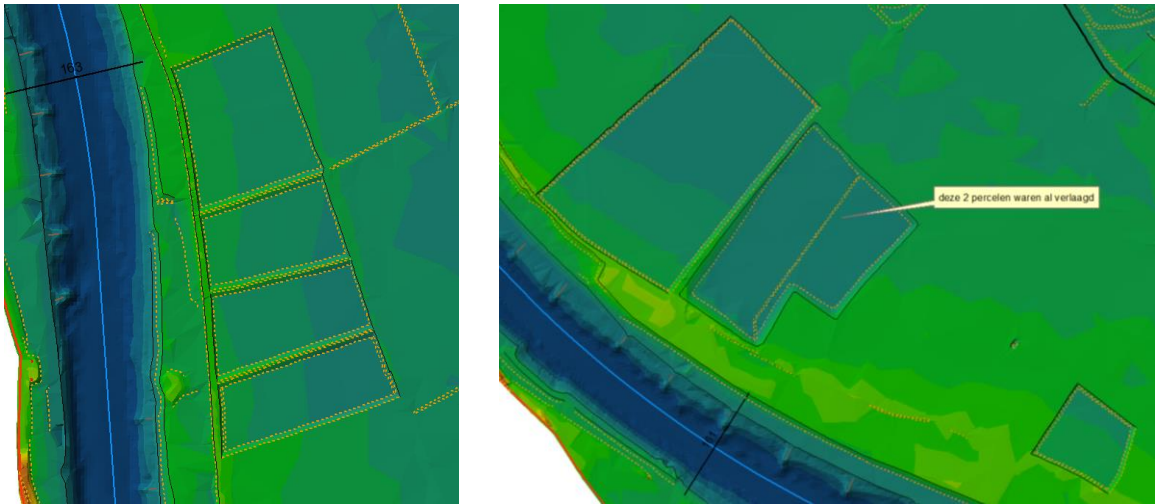
Een aantal aandachtspunten:

1. Voor de vier meest benedenstroomse percelen geldt dat tussen alle aansluitende verlaagde percelen de heggenstructuur behouden blijft. Hierdoor blijven er in de bodem op de perceelgrenzen ruggetjes liggen.
2. Ter plekke van de 4 verlaagde percelen worden alle beneden- en bovenstrooms aangestroomde taluds verflauwd naar 1:7 (geen overlaatwerking).
3. De heg die grenst aan de 4 verlaagde percelen en parallel loopt met het zomerbed wordt verlaagd naar 1,7 m. Ook de heg aan de andere kant van het pad wordt over dezelfde lengte verlaagd naar 1,7 m (nog niet in eigendom). Ook de 2 meest benedenstroomse dwarsheggen worden verlaagd naar 1,7 m.
4. Meest bovenstroomse perceel heeft alleen twee parallelle heggen en geen dwarsheggen.

Onderstaande figuren laten de wijzigingen in heggen en bodemligging zien.



Figuur 3 Heggen van het geoptimaliseerde inrichtingsplan (MMontkl_05).



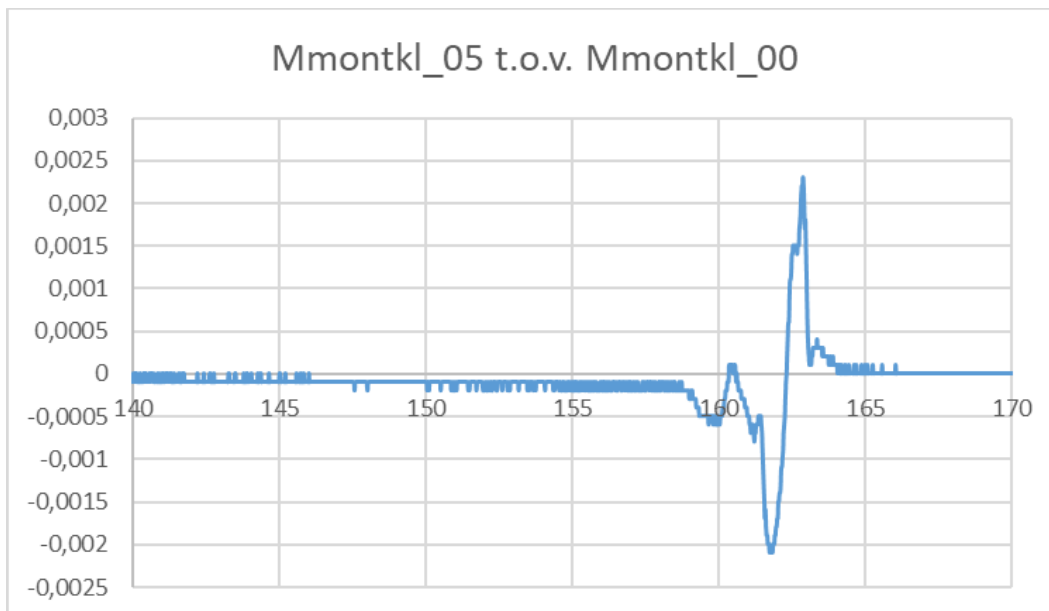
Figuur 4 Bodemligging van geoptimaliseerde MMontkl_05.

Bovenstaande aanpassingen zijn doorgevoerd in het ontwerp. De aanpassingen zijn opgenomen in de Baseline maatregel ma_MMontkl_a5. Dit geoptimaliseerde ontwerp is omgezet naar WAQUA (MMontkl_05) en is doorgerekend.

3 Resultaten

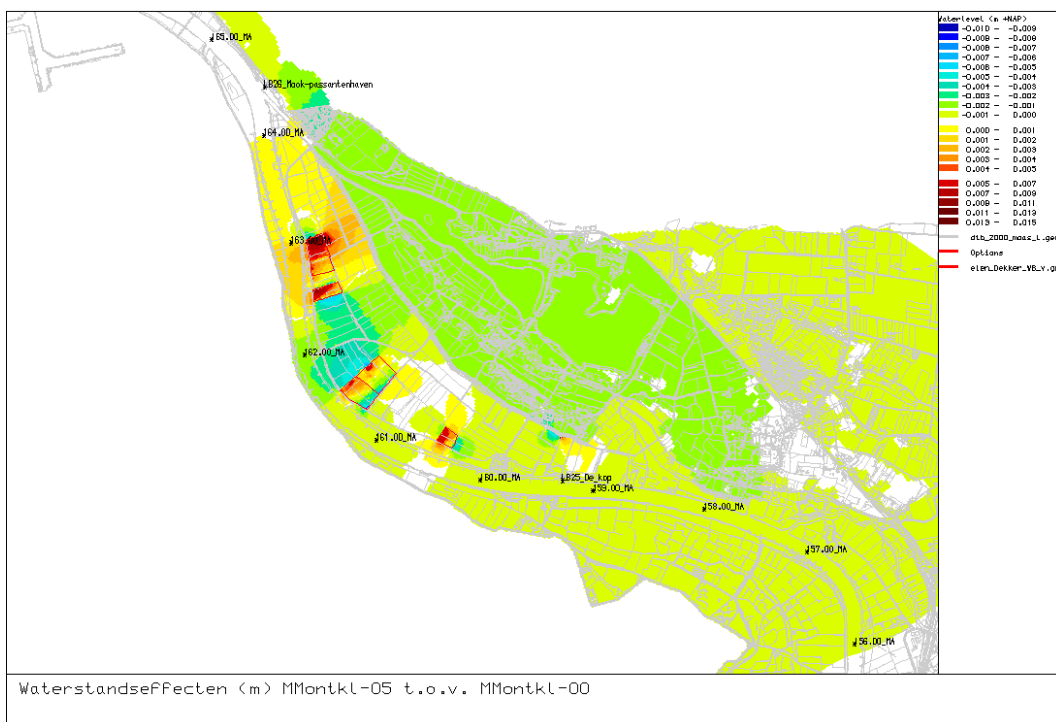
3.1 Effect op de waterstand in de as van de rivier

In is het waterstandeffect (m) op de as van de rivier weergegeven.



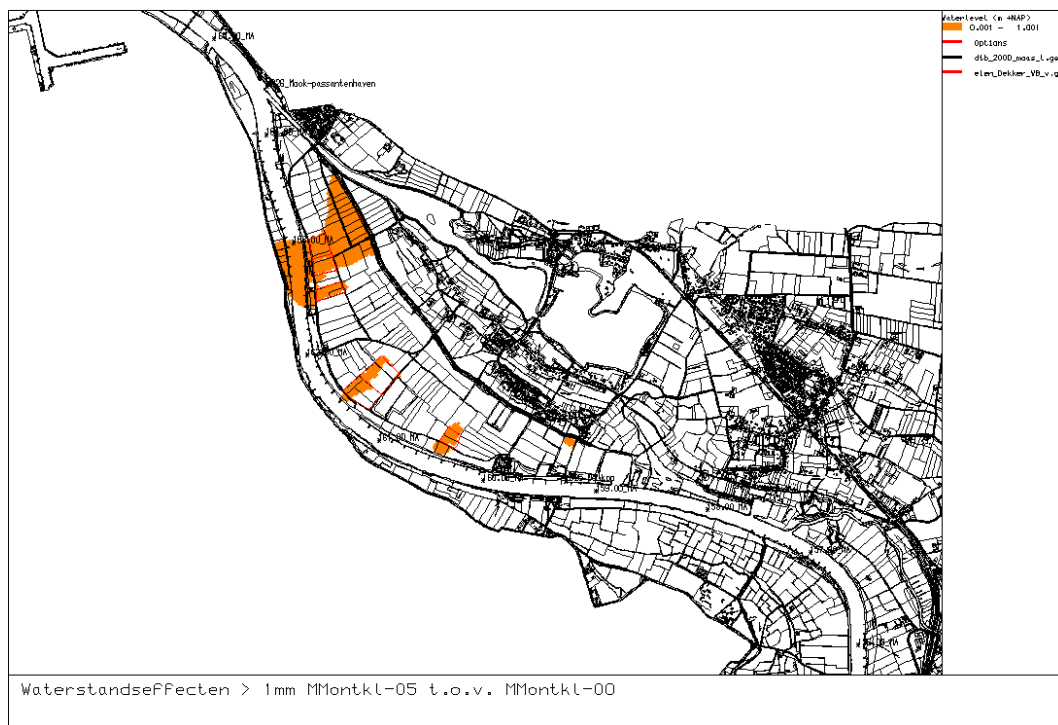
Figuur 5 Waterstandseffect (m) op de as van de rivier van het inrichtingsplan MMontkl_05

In bovenstaande grafiek zijn de waterstandseffecten opgenomen. Er is sprake van een maximale verlaging van 2,1 mm ter hoogte van rkm 161,8. Iets verder benedenstrooms ter hoogte van rkm 162,8 is sprake van een piek van 2,2 mm.

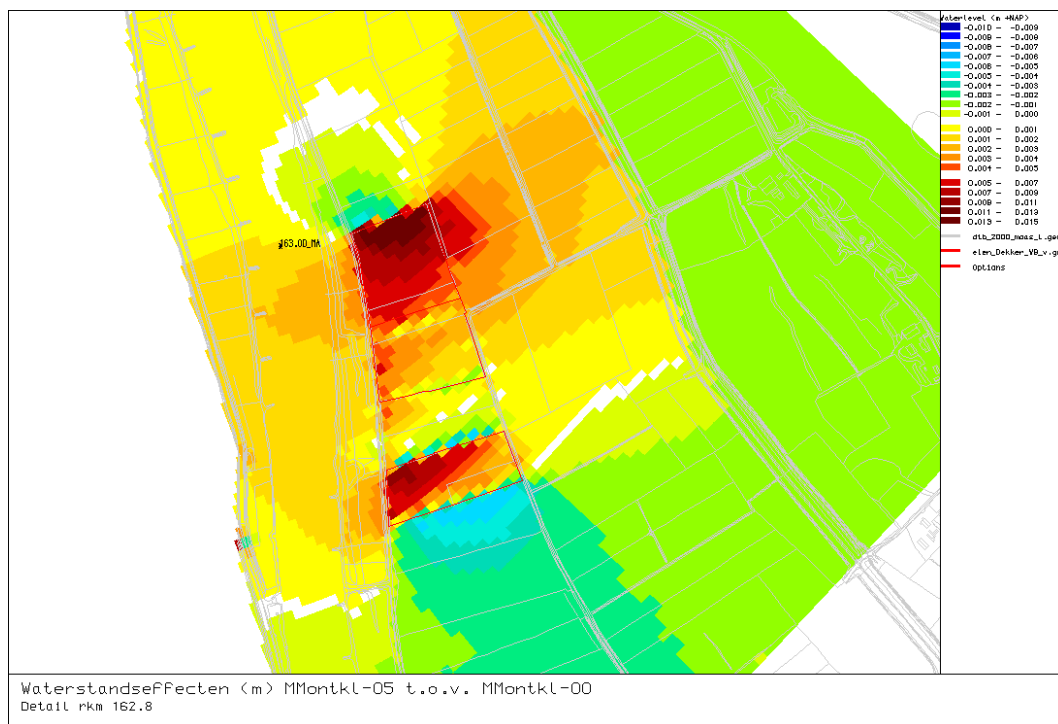


Figuur 6 Ruimtelijk beeld van het waterstandseffect van het geoptimaliseerde inrichtingsplan MMontkl_05

Ook ruimtelijk is er sprake van opstuwing van meer dan 1 mm. Deze opstuwing vindt in eerste instantie plaats op eigen percelen. Daarnaast treedt er ook langs de bandijk op de linkeroever over een afstand van 500 meter een opstuwing van meer dan 1 mm op. De maximale opstuwing op dit traject bedraagt 2,2 mm. Op de rechteroever treedt er langs de kade ook een maximale lokale opstuwing van 2,2 mm op. De opstuwing groter dan 1 mm vindt plaats over een traject van 800 m.



Figuur 7 Waterstandseffect groter dan 1mm van het geoptimaliseerde inrichtingsplan MMontkl_05



Figuur 8 Detail van het ruimtelijk beeld van het waterstandseffect van het geoptimaliseerde inrichtingsplan MMontkl_05

Op basis van het ruimtelijk beeld (Figuur 8) is duidelijk dat de opstuwing ontstaat ter hoogte van de benedenstroomse rand van het meest benedenstroomse perceel. Wat merkbaar is richting de as van de rivier. En richting de kaden en bandijk.

De opstuwing op de as van de rivier mag maximaal 1 mm bedragen [Ref 1].

Het geoptimaliseerde inrichtingsplan voldoet hiermee niet aan de eisen van het rivierkundig beoordelingskader en dient geoptimaliseerd te worden. Echter, de optimalisatie mogelijkheden lijken beperkt. In hoofdstuk 4 zijn de effecten van een aantal optimalisatiemogelijkheden beschreven.

4 Optimalisaties

De piek ter hoogte van rkm 162,8 blijft een probleem. Dit wordt veroorzaakt doordat het verlagen van de percelen meer water via de uiterwaard trekt. Dit extra water stroomt ongeveer ter hoogte van het meest benedenstroomse verlaagde perceel weer richting het zomerbed en dat veroorzaakt een opstuwing.

Om deze piek te verlagen zijn een aantal optimalisaties doorgerekend. Gezocht is naar varianten die er enerzijds voor zorgen dat de extra afvoer door de uiterwaard meer geleidelijk het zomerbed in stroomt. Anderzijds is gekeken om het extra water door de uiterwaard al eerder richting het zomerbed te sturen waardoor de benedenstroomse piek breder wordt en minder hoog.

We hebben ons gerealiseerd dat er varianten bij zitten die vanuit eigendoms- en beheerootpunt mogelijk niet wenselijk zijn.

4.1 Omschrijving optimalisaties

De volgende optimalisaties zijn onderzocht:

Aanpassingen ten behoeve van het eerder afleiden van afvoer richting het zomerbed:

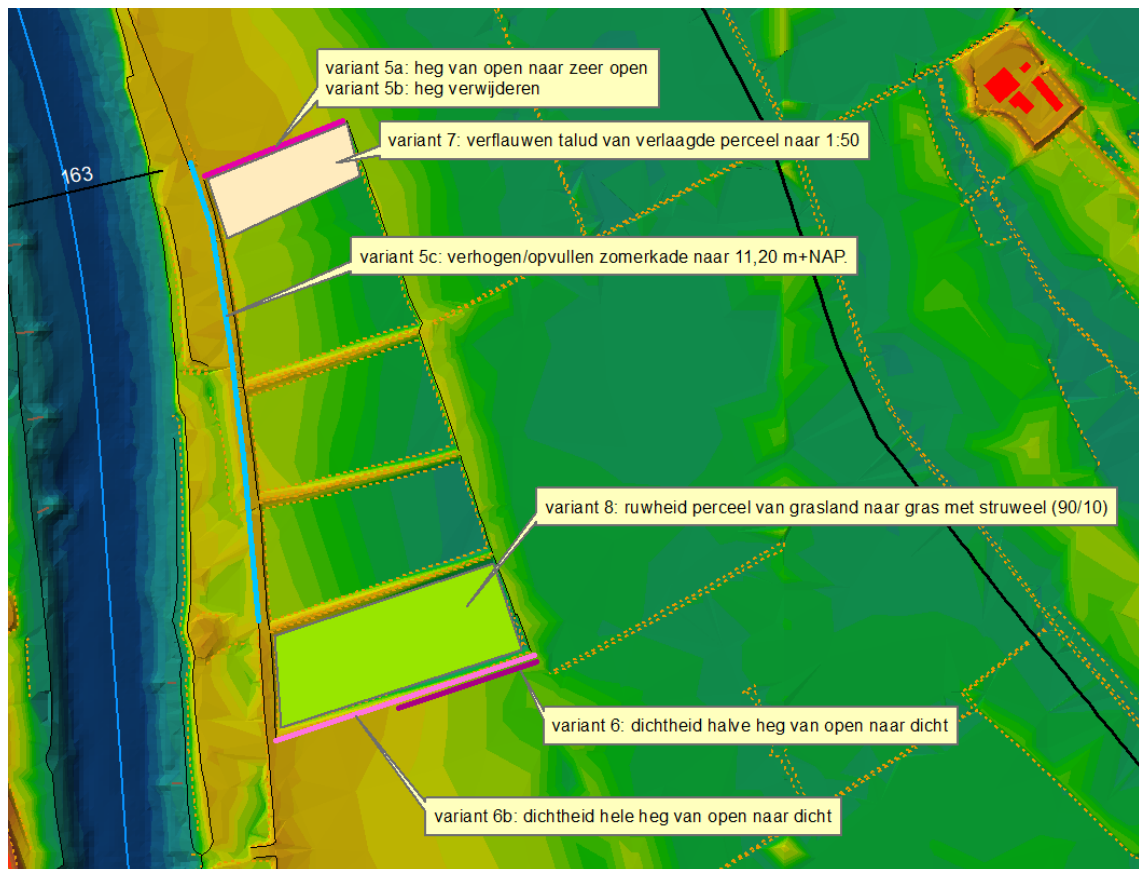
- variant 5a: Wijzigen van de dichtheid van de benedenstroomse heg van open naar zeer open
- Variant 5b: Verwijderen van de meest benedenstroomse heg
- Variant 5c: Verhogen van de zomerkade aan de westzijde van de 4 percelen tot 11,2 m+NAP over een lengte van circa 400 meter (er zat 1 lager traject in waar de afvoer richting zomerbed zich mogelijk concentreert)
- Variant 7: Het verder verflauwen (talud 1:50) van het meest benedenstroomse talud waar de opstuwing ontstaat. Er is hier nog steeds sprake van een bodemsprong (zonder overlaatswerking), die mogelijk de doorstroming ongunstig beïnvloedt.

Aanpassingen om het water eerder richting het zomerbed te sturen. Dit kan door ter hoogte van het meest bovenstroomse perceel (van de 4 verlaagde percelen) een verruwing toe te passen:

- Variant 6: Noordoostelijke helft van de meest bovenstroomse dwarsheg (van de 4 verlaagde percelen) is de dichtheid gewijzigd van open naar dicht
- Variant 6b: Voor de hele bovenstroomse dwarsheg is de dichtheid gewijzigd van open naar dicht
- Variant 8: Vegetatie van het meest bovenstroomse perceel (van de 4 verlaagde percelen) is gewijzigd van grasland (ruw_code 1981) naar mengklasse 90/10 (grasland met struweel, ruw_code 1996)

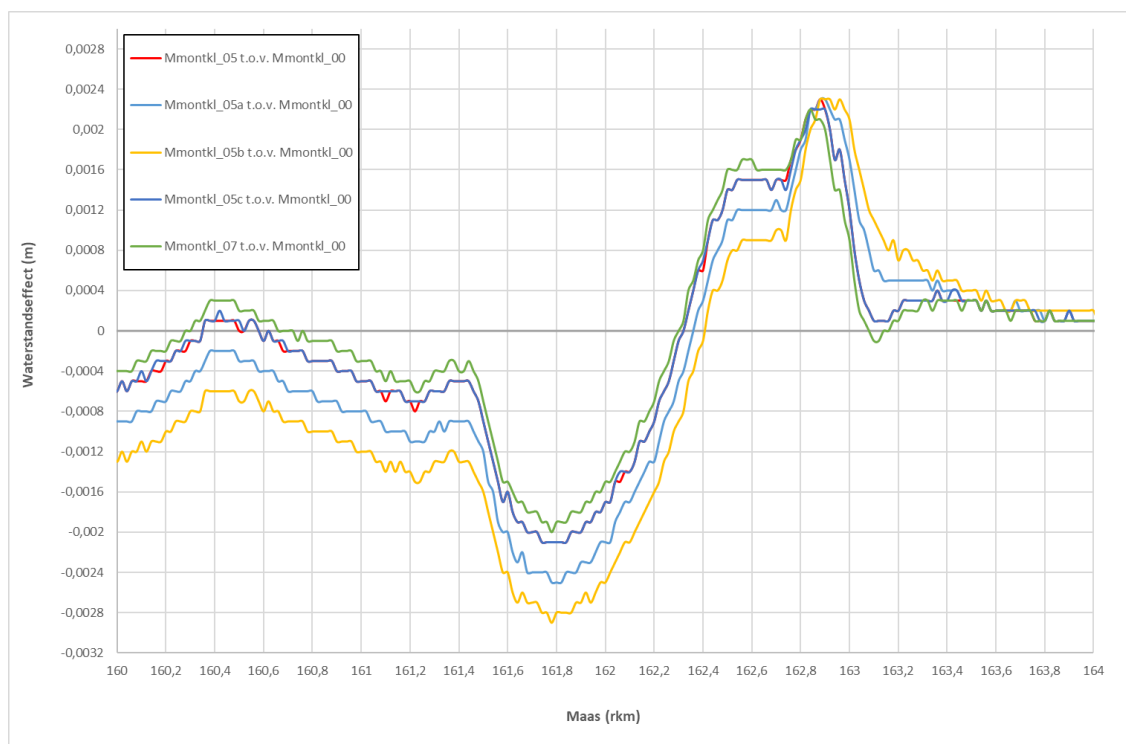
De optimalisaties hebben steeds als uitgangspunt variant MMontkl_05.

In Figuur 9 is de ligging van de verschillende optimalisaties opgenomen.

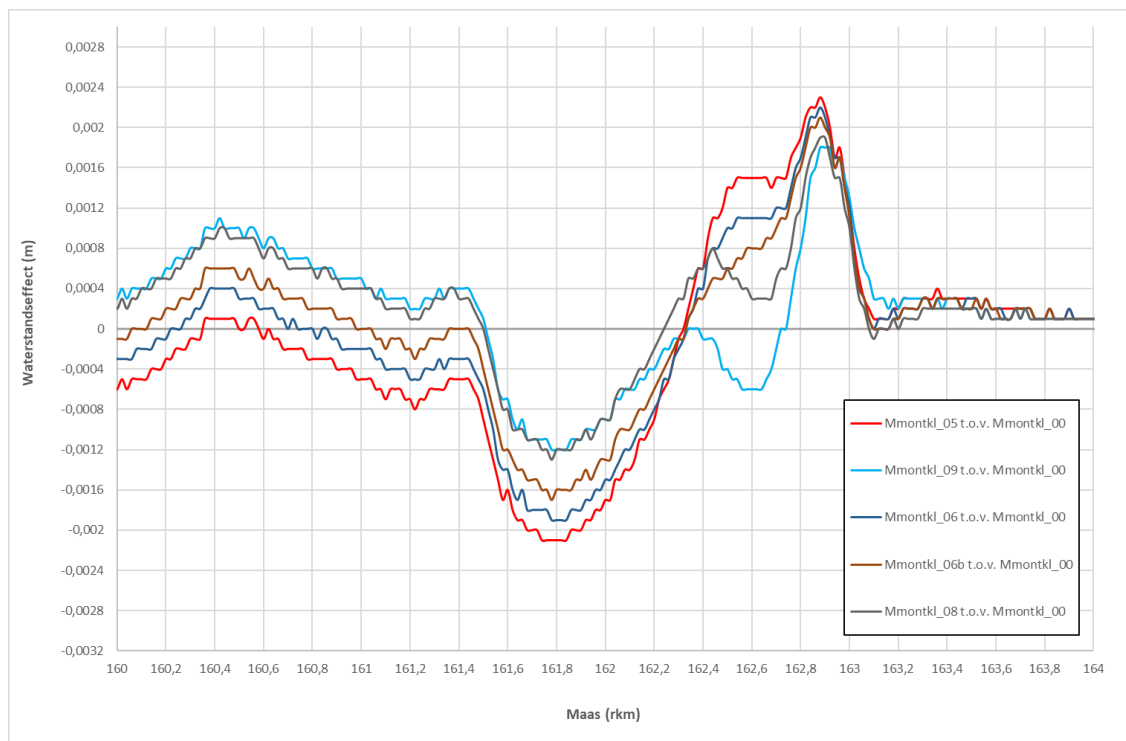


Figuur 9 Ligging en omschrijving van de optimalisaties van variant MMontkl_05

4.2 Effect van de optimalisaties op de waterstand in de as van de rivier



Figuur 10 Waterstandseffecten als gevolg van de optimalisaties ten behoeve van het bevorderen van een geleidelijkere uitstroming richting zomerbed



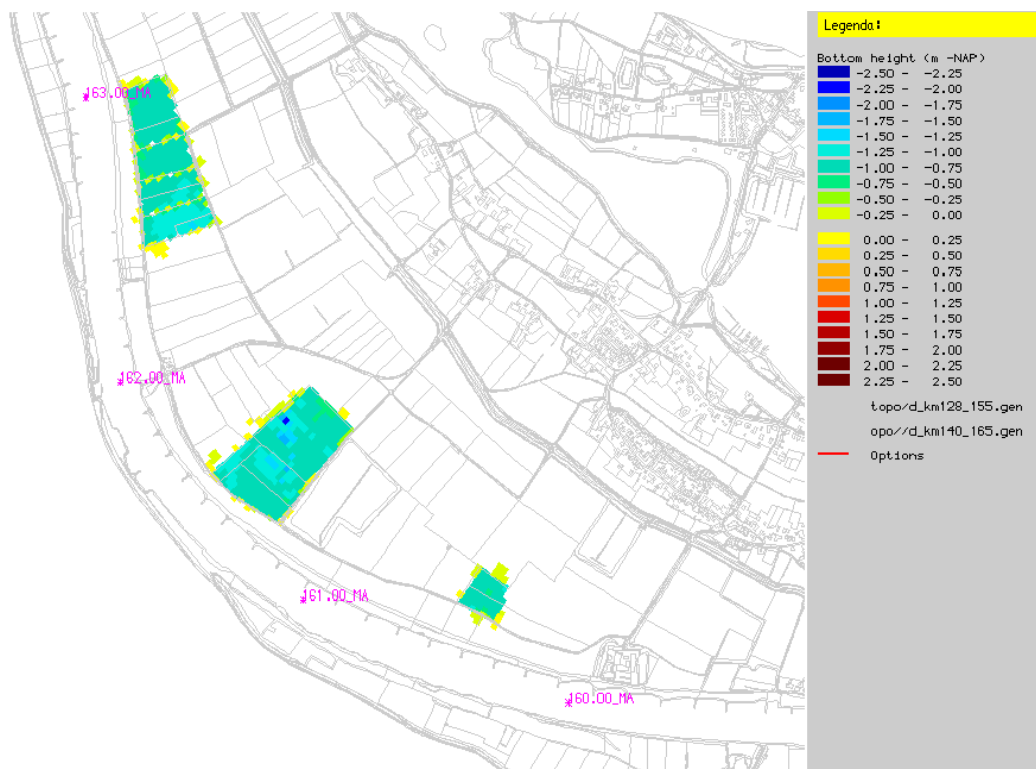
Figuur 11 Waterstandseffecten als gevolg van de optimalisaties ten behoeve van het eerder afleiden van afvoer richting het zomerbed

4.3 Geoptimaliseerde variant MMontkl_09

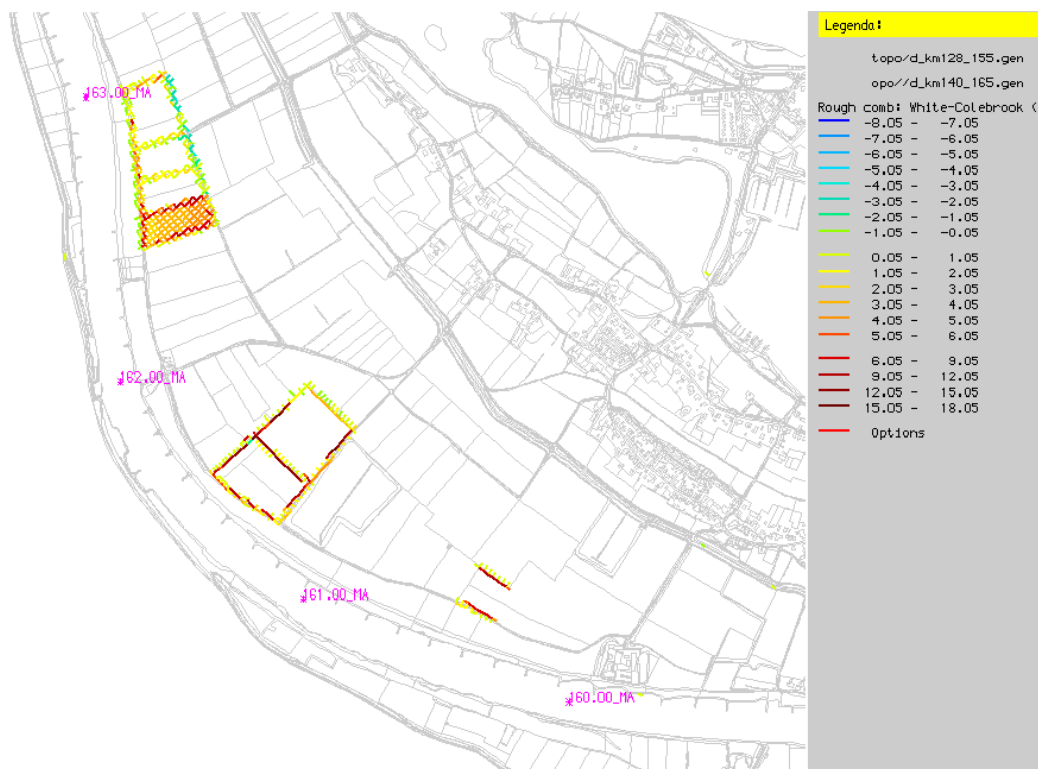
Om te kijken of de gezamenlijke effecten van diverse optimalisaties de benedenstroomse piek konden verlagen is een gecombineerde variant (MMontkl_09) doorerekend. Hierin zijn t.o.v. MMontkl_05 de volgende optimalisaties opgenomen:

- Het openen van de benedenstroomse heg (05a) doet niets aan de piek, maar levert bovenstrooms circa 0,3 mm waterstandsverlaging en wordt ingezet ter compensatie van bovenstroomse opstuwing van andere optimalisaties
- Het verhogen van zomerkade aan de westzijde tot 11,2 m+NAP over een lengte van circa 400 meter (05c) verlaagt de piek met 0,1 mm
- Het verdichten van de bovenstroomse heg (06b) verlaagt de piek met 0,2 mm
- Het aanpassen van de benedenstroomse bodem (07) verlaagt de piek met 0,1 mm
- Het verruwen van het bovenstroomse vlak (08) verlaagt de piek met 0,4 mm

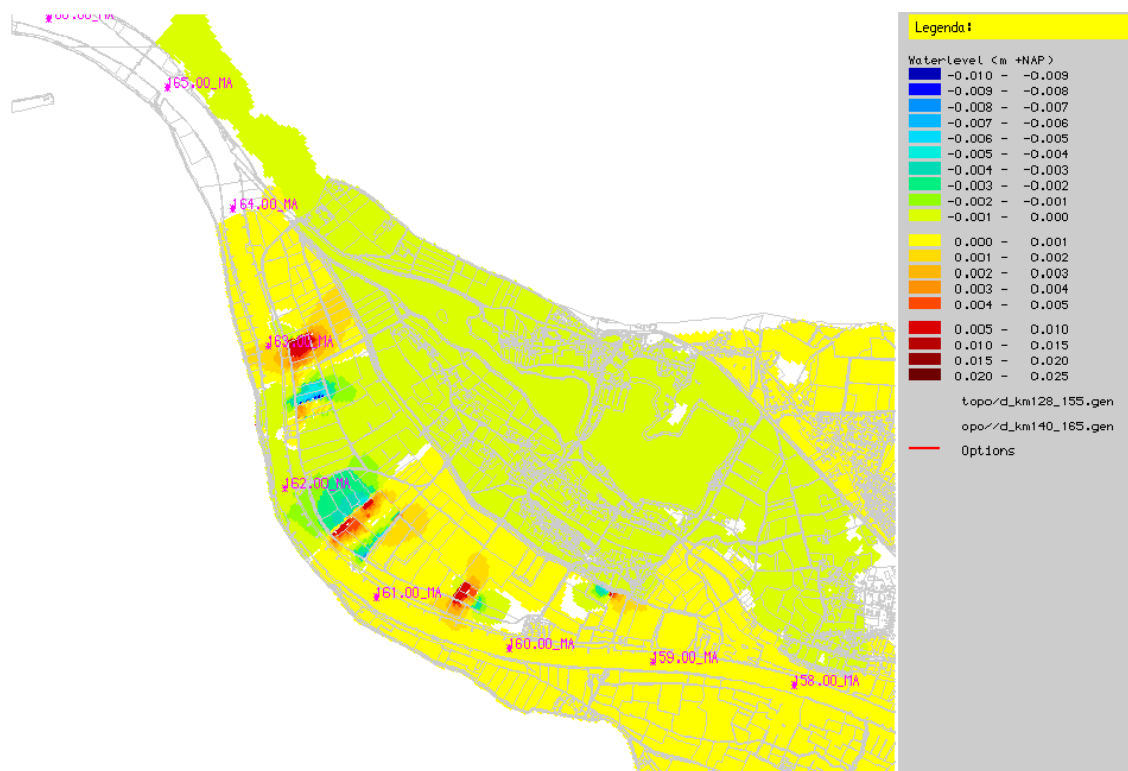
Het totaal van de effecten van MMontkl_09 is samen met het effect van MMontkl_05 opgenomen in Figuur 16.



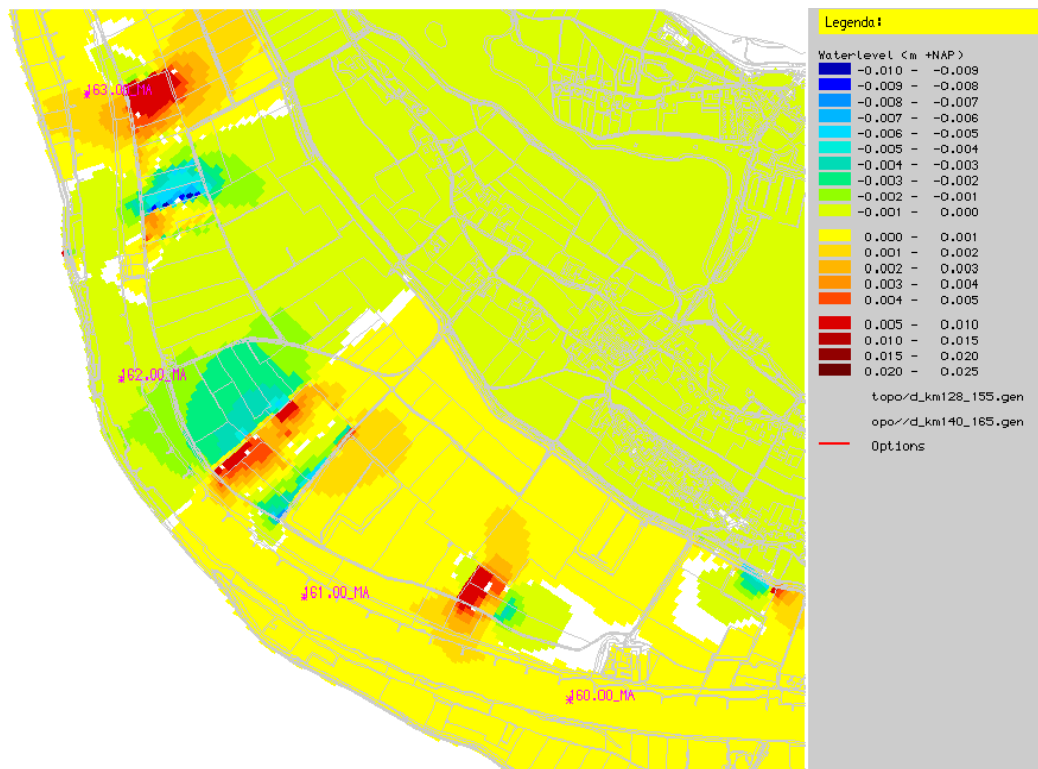
Figuur 12 Bodemhoogteverschil (m), ontwerp (MMontkl_09) versus referentie (MMontkl_00)



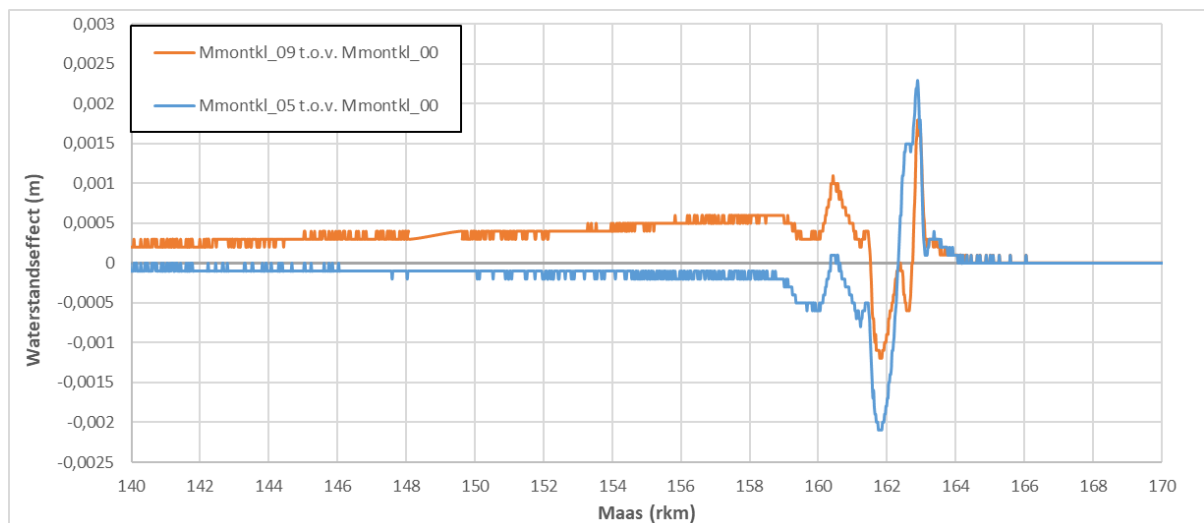
Figuur 13 Ruwheidsverschil (Nikuradse m), ontwerp (MMontkl_09) versus referentie (MMontkl_00)



Figuur 14 Waterstandsverschil (m), ontwerp versus referentie, 1/3000 situatie



Figuur 15 Waterstandsverschil (m) detail, ontwerp versus referentie, 1/3000 situatie



Figuur 16 Waterstandseffect (m) op de as van de rivier van het inrichtingsplan MMontkl_05 en MMontkl_09

Hieruit blijkt dat de bovenstroomse piek kan worden verlaagd van 2,3 naar 1,8 mm. Het gevolg van de optimalisaties is dat aan bovenstroomse zijde de waterstanden met circa 0,5 stijgen.

Op basis van de uitgevoerde optimalisaties kan worden geconcludeerd dat het verlagen van de benedenstroomse piek lastig is en aan bovenstroomse zijde tot een beperkte waterstandsverhoging leidt.

5 Referenties

1. Rijkswaterstaat, 2019: Rivierkundig Beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren, Versie 5.0, 4 juni 2019, Rijkswaterstaat WVL (met medewerking van Rijkswaterstaat Oost-Nederland, Zuid-Nederland, West-Nederland Zuid en Projectorganisaties Ruimte voor de Rivier en Maaswerken)

Bijlage 1. Uitgangspunten

- ArcGIS 10.4
- Baseline 5.3.1.1373
- Baseline-database Maas-beno17_5-v1
- Waqua-versie 2017 patch 4
- Waqua-deelmodel: maas20m_km135_188_5-v3.rgf
- Randvoorwaarden: 3224 (1/250) en 4118 (1/1250) m³/s

Bijlage 2. Uitgevoerde berekeningen

Baseline			omschrijving	Waqua-simulatie
Basis	Maatregel	Variant		
beno17_5-v1	ma_MMhegrf_a1	MMontkl_00	referentie	MMontkl_00
MMontkl_00	ma_MMontkl_a1	MMontkl_01	Inrichtingsplan	MMontkl_01
MMontkl_00	ma_MMontkl_a2	MMontkl_02	Geoptimaliseerd inrichtingsplan (heggen en talud)	MMontkl_02
Nvt	Nvt	MMontkl_01 met overlaat en bodem uit MMontkl_02	Geoptimaliseerd inrichtingsplan: talud	MMontkl_02a
nvt	nvt	MMontkl_01 met heggen uit MMontkl_02	Geoptimaliseerd inrichtingsplan: heggen	MMontkl_02b
MMontkl_00	ma_MMontkl_a3	MMontkl_03	Geoptimaliseerd inrichtingsplan v2 (heggen, talud en extra verlaagd perceel)	MMontkl_03
MMontkl_00	ma_MMontkl_a4	MMontkl_04	t.o.v. MMontkl_03 is de dichtheid van de meest benedenstr. Heg gewijzigd van 'open' naar 'zeer open'.	MMontkl_04
MMontkl_00	ma_MMontkl_a5	MMontkl_05	t.o.v. MMontkl_03 is de hoogte van de 2 meest benedenstr. heggen gewijzigd van 4,71 m naar 1,7 m.	MMontkl_05
MMontkl_00	Op waqua niveau aangepast	MMontkl_05a	t.o.v. MMontkl_05 is de dichtheid van de meest benedenstr. heg gewijzigd van open naar zeer open.	MMontkl_05a
MMontkl_00	ma_MMontkl_b5	MMontkl_05b	t.o.v. MMontkl_05 is de meest benedenstr. heg verwijderd.	MMontkl_05b

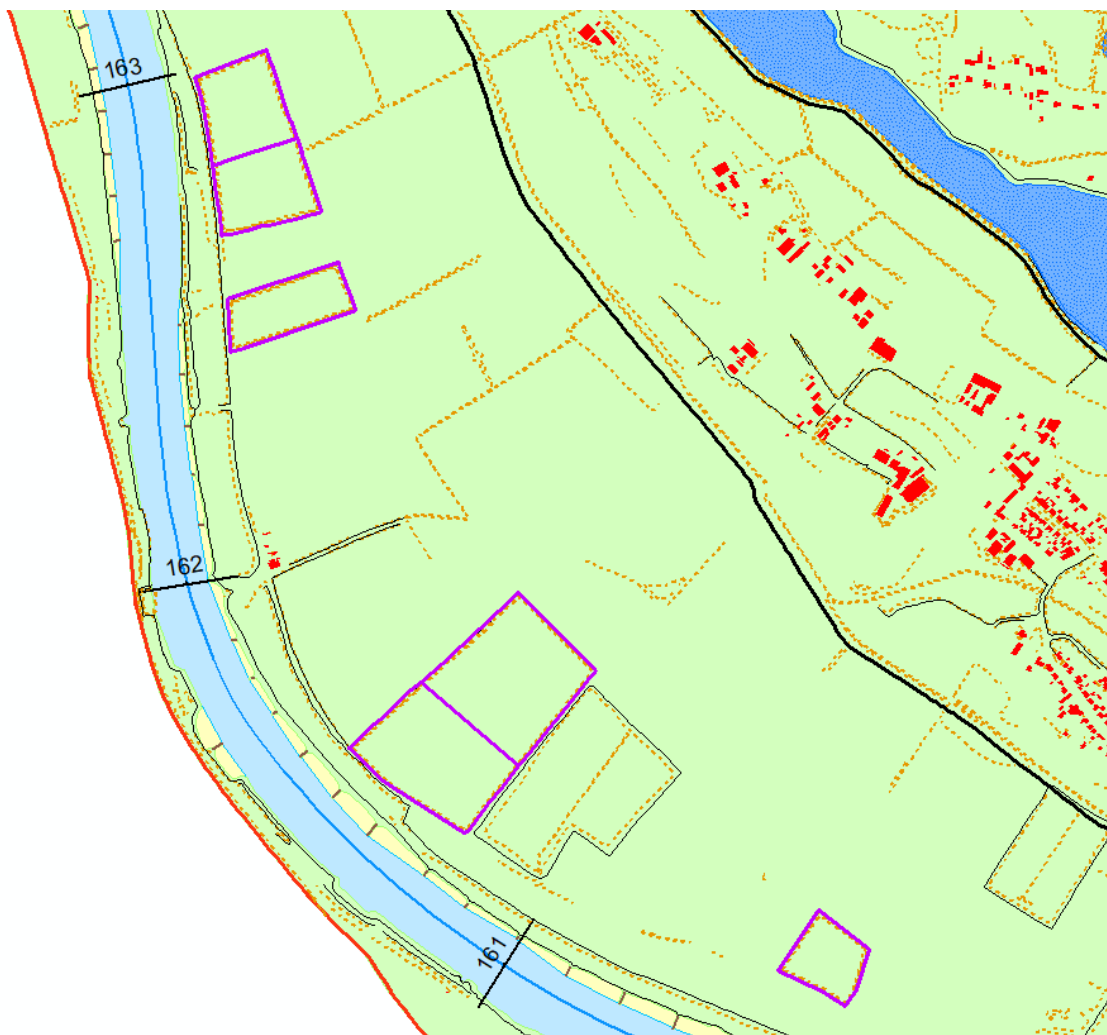
MMontkl_00	Op waqua niveau aangepast	MMontkl_05c	t.o.v. MMontkl_05 is de hoogte van de zomerkade aan de westzijde van de 4 percelen gelijk gemaakt op een hoogte van 11,2 m+NAP over een lengte van ca 400 meter.	MMontkl_05c
MMontkl_00	ma_MMontkl_a6	MMontkl_06	t.o.v. MMontkl_05 is de dichtheid van de noordoostelijke helft van de meest bovenstr. heg gewijzigd van open naar dicht.	MMontkl_06
MMontkl_00	ma_MMontkl_b6	MMontkl_06b	t.o.v. MMontkl_05 is de dichtheid van de meest bovenstr. heg gewijzigd van open naar dicht.	MMontkl_06b
MMontkl_00	ma_MMontkl_a7	MMontkl_07	t.o.v. MMontkl_05 is het talud van het meest benedenstroomse perceel verflauwd van 1:7 naar 1:50.	MMontkl_07
MMontkl_00	ma_MMontkl_a8	MMontkl_08	t.o.v. MMontkl_05 is de vegetatie van het meest bovenstroomse perceel (van de 4 verlaagde percelen) gewijzigd van grasland (ruw_code 1981) naar mengklasse 90/10 (grasland met struweel, ruw_code 1996).	MMontkl_08
MMontkl_00	ma_MMontkl_a9	MMontkl_09	t.o.v. MMontkl_05 zijn de volgende optimalisaties opgenomen: 05a, 05c, 06b, 07 en 08.	MMontkl_09

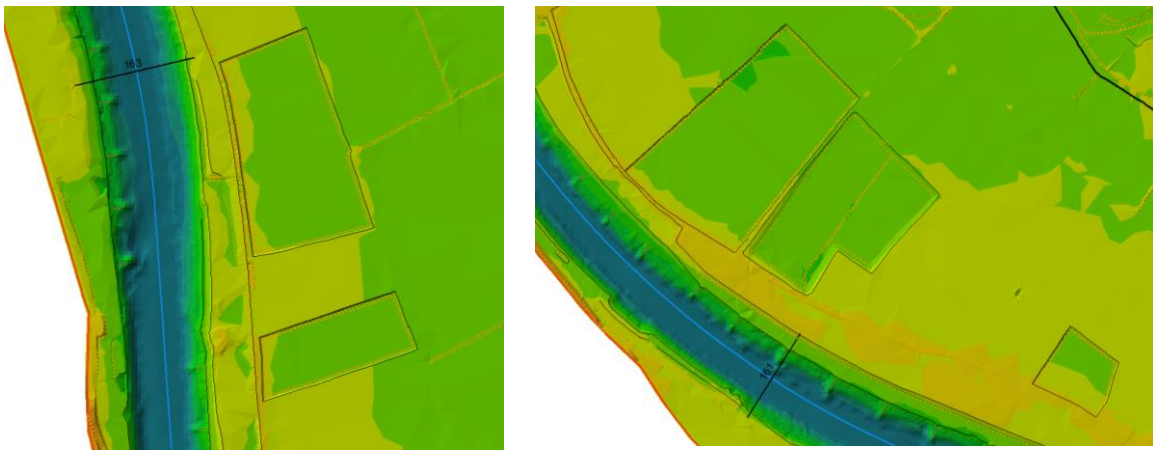
Bijlage 3. Beschrijving en resultaten van voorgaande berekeningen/optimalisaties

MMontkl_01: oorspronkelijk inrichtingsplan ontkleining en Maasheggen

Beschrijving variant

Het oorspronkelijke inrichtingsplan bestaat uit het ontkleien van een zestal percelen met een bodemverlaging van ongeveer 1 meter. Daarnaast worden rondom de percelen Maasheggen opgenomen. Deze Maasheggen krijgen een hoogte van 4,71 m (standaard waarde in de rivierkundige modellen) en hebben een open structuur. De aanpassingen zijn opgenomen in de Baseline-maatregel ma_MMontkl_a1 en resulteert in de WAQUA-schematisatie MMontkl_01.

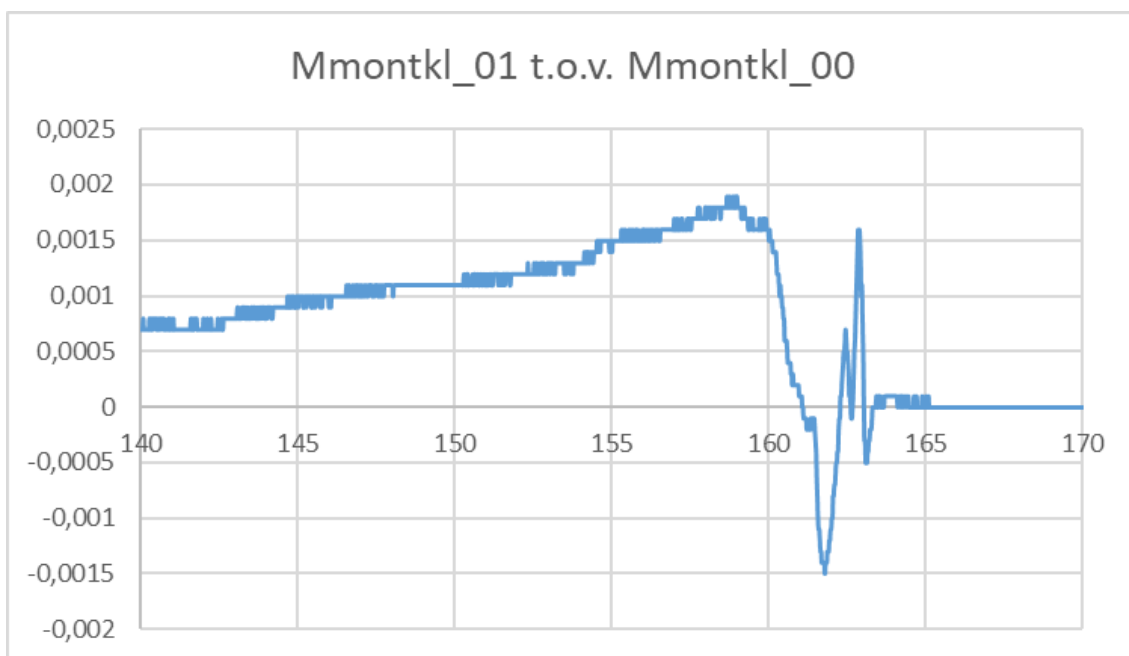




Figuur 17 Maasheggen (boven) en ontkleining van de percelen van het inrichtingsplan (MMontkl_01)

Effect op de waterstand in de as van de rivier

In Figuur 18 is het waterstandeffect (m) op de as van de rivier weergegeven.



Figuur 18 Waterstandseffect (m) op de as van de rivier van het inrichtingsplan MMontkl_01

Er is sprake van een opstuwung ter hoogte van rkm 159. Deze bedraagt 1,8 mm en dempt langzaam uit in bovenstroomse richting. Ook ter hoogte van rkm 162,8 is sprake van een piek. De opstuwung op de as van de rivier mag maximaal 1 mm bedragen.

Het huidige inrichtingsplan voldoet hiermee niet aan de eisen van het rivierkundig beoordelingskader en dient geoptimaliseerd te worden.

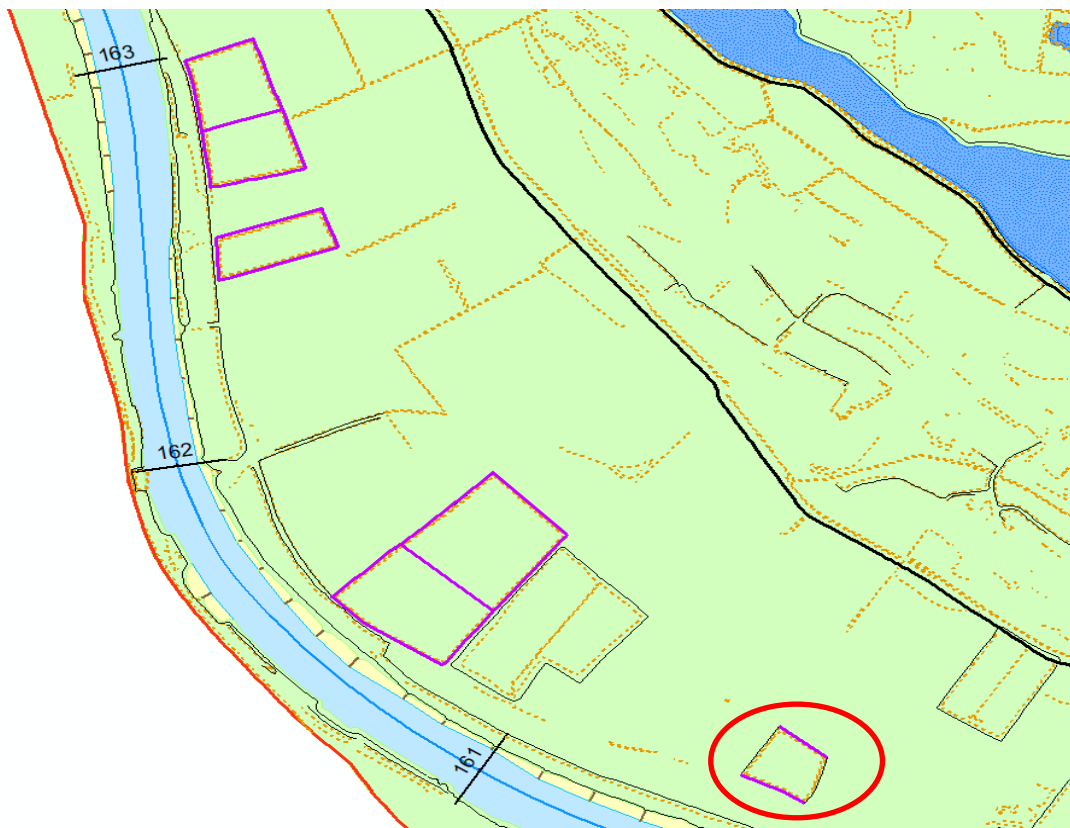
MMontkl_02: Optimalisatie dwarsheggen en verflauwen taluds

Beschrijving variant

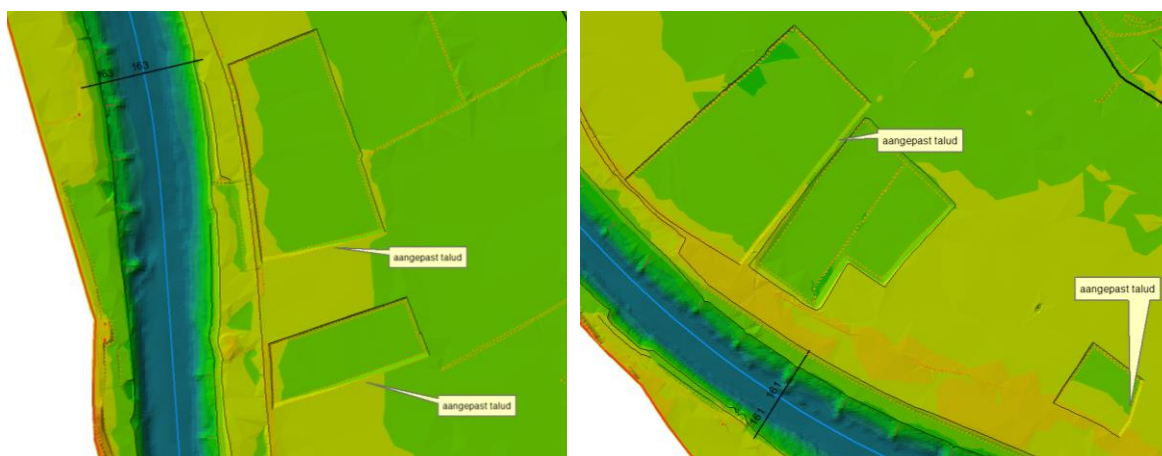
Om het plan te optimaliseren is naar de volgende mogelijkheden gekeken:

1. Het verwijderen van dwarsheggen (dwars op de stroming). Dit vindt in eerste instantie alleen plaats bij het meest bovenstroomse perceel.

2. Het verflauwen van de taluds van de ontkleiningen aan de bovenstroomse zijde. Deze zijn nu als overlaat opgenomen (alle taluds) en dat levert energieverlies door overlaatwerking op. Dit energieverlies treedt met name op bij de taluds aan bovenstroomse zijde van de ontkleiningen. Door deze te verflauwen (flauwer dan 1:7) zal de overlaatwerking verdwijnen, met lagere waterstanden tot gevolg.



Figuur 19 Heggen van de optimalisatie van het inrichtingsplan (MMontkl_02). Binnen de rode contour zijn 2 'dwars'heggen verwijderd



Figuur 20 Bodemligging van de optimalisatie van het inrichtingsplan (MMontkl_02). Aan bovenstroomse zijde van de percelen zijn de taluds verflauwd

Bovenstaande aanpassingen zijn doorgevoerd in het ontwerp. De aanpassingen zijn opgenomen in de Baseline maatregel ma_MMontkl_a2. Dit geoptimaliseerde ontwerp is omgezet naar WAQUA (MMontkl_02) en is opnieuw doorgerekend.

Vervolgens zijn de waterstanden vergeleken met de referentiewaterstanden. De resultaten zijn opgenomen in Figuur 21 en Figuur 22.



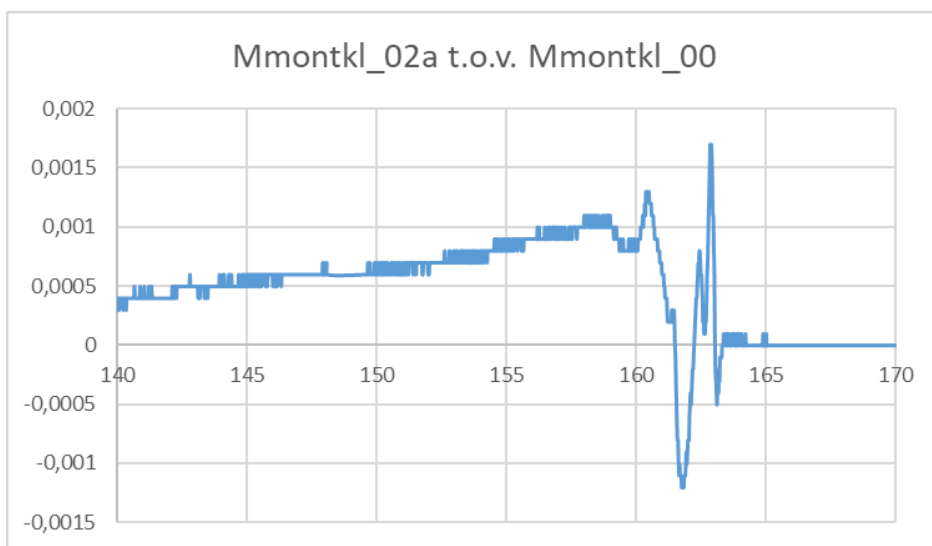
De optimalisatie heeft geleid tot een flinke waterstandsdeling in het bovenstroomse deel van het projectgebied. De maximale opstuwing bedraagt hier nog 0,4 mm en dit valt binnen de norm van 1 mm. Echter, ter plaatse van rkm 161 en 162,8 is nog steeds sprake van een grotere piek, waarbij

alleen die van rkm 162,8 nog boven de grens van 1 mm uitkomt. Deze piek is een direct gevolg van het inrichtingsplan (en niet het gevolg van een zogenaamde zaagtand of benedenstroomse piek, die wordt veroorzaakt door een waterstandsval (rkm 162,3)).

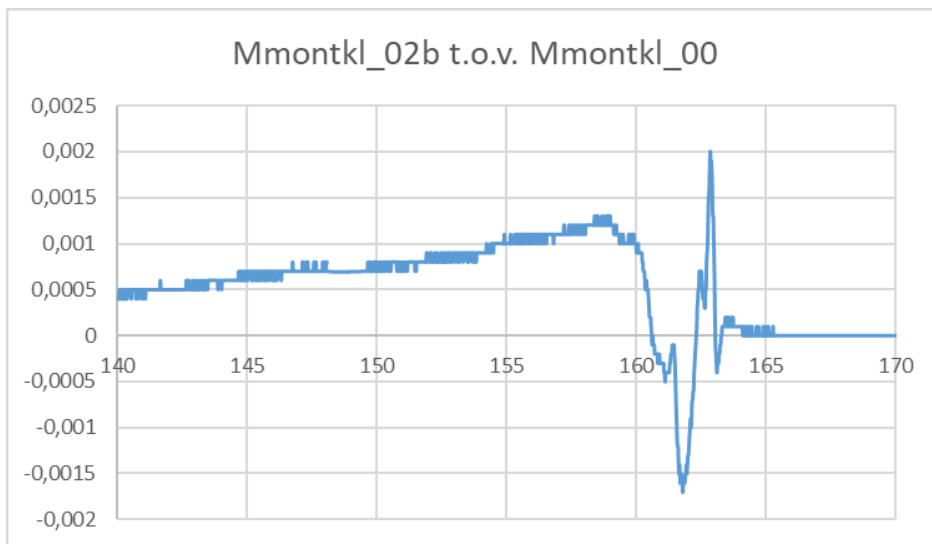
Omdat de combinatie van beide optimalisaties zorgt voor een flinke daling in de waterstanden, zijn de optimalisaties (heggen en bodem/overlaat aanpassing) ook apart doorgerekend met WAQUA¹:

- MMontkl_02a: alleen optimalisatie bodem/overlaten
- MMontkl_02b: alleen optimalisatie heggen

In onderstaande figuren zijn de effecten opgenomen.



Figuur 23 Waterstandseffect (m) op de as van de rivier van het met overlaten geoptimaliseerde inrichtingsplan

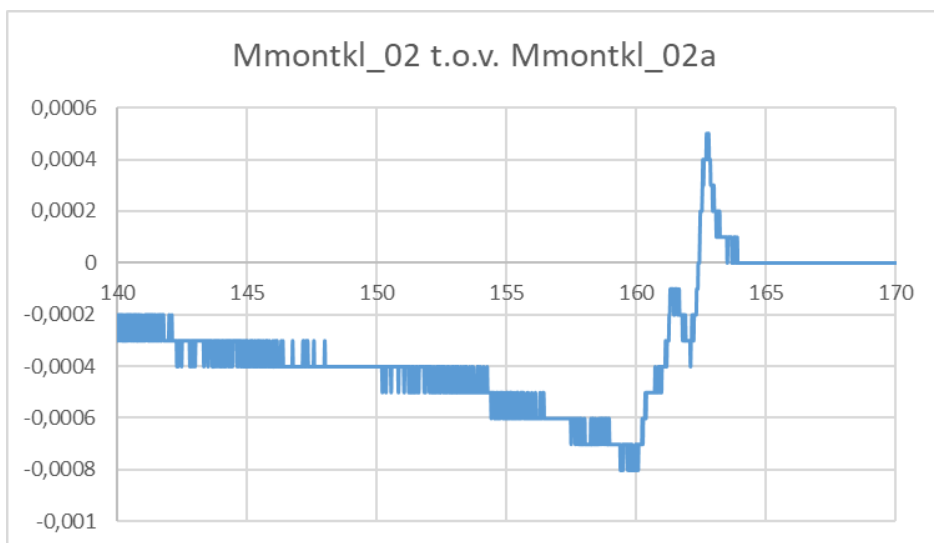


Figuur 24 Waterstandseffect (m) op de as van de rivier van het met heggen geoptimaliseerde inrichtingsplan

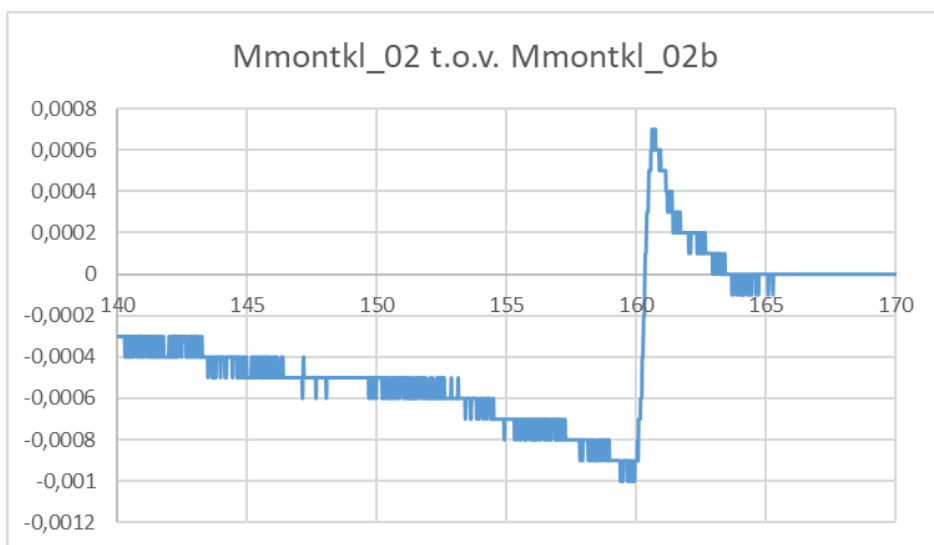
¹ De losse optimalisatie van de heggen (MMontkl_02b) zijn alleen uitgevoerd door de ruwheidsbestanden uit MMontkl_02 door te rekenen in WAQUA met de overlaat- en bodembestanden uit MMontkl_01. Het omgekeerde is gedaan voor het bepalen van het effect met alleen de taludaanpassing (MMontkl_02a). Zie ook bijlage 2.

Uit Figuur 23 en Figuur 24 blijkt dat de losse optimalisaties beiden in het bovenstroomse gebied net niet de grens van 1 mm bereiken. Beide optimalisaties zijn dus nodig.

Door MMontkl_02a en MMontkl_02b te vergelijken met MMontkl_02 kan het effect van alleen de optimalisatie van respectievelijk de talud aanpassing (Figuur 25) en de heggen aanpassing (Figuur 26) bepaald worden.



Figuur 25 Waterstandseffect (m) op de as van de rivier van alleen de optimalisatie van de bodem/overlaten



Figuur 26 Waterstandseffect (m) op de as van de rivier van alleen de optimalisatie van de Maasheggen

MMontkl_03: Optimalisaties en verbeteringen

Beschrijving variant

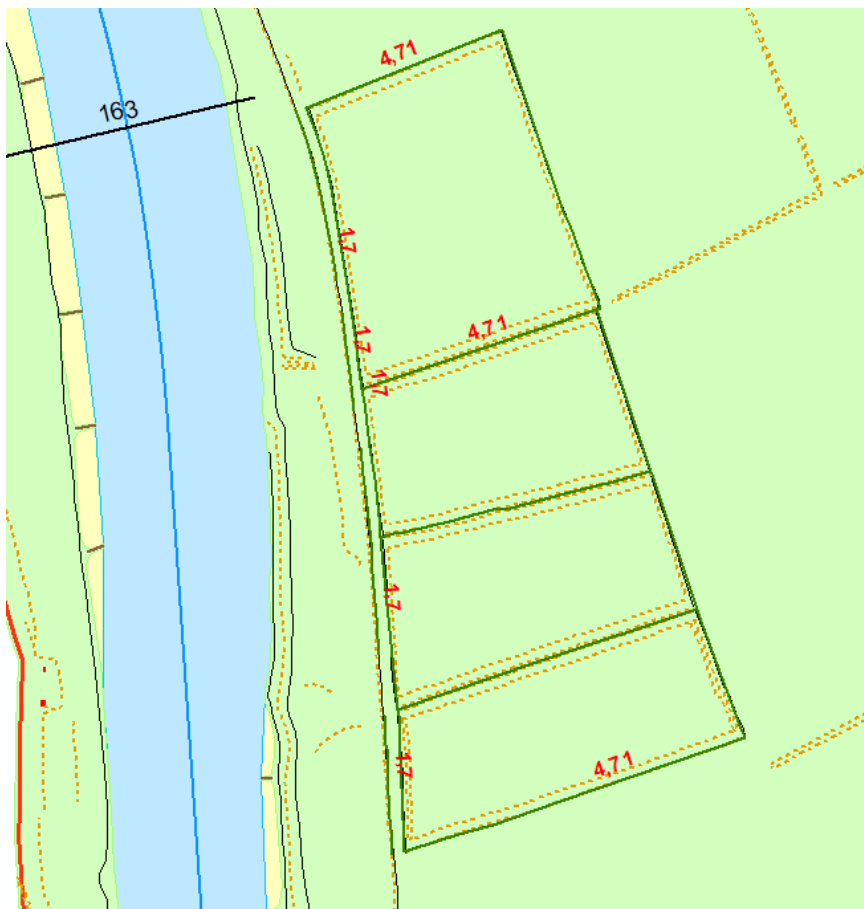
Het plan voldoet nog niet. Daarnaast zijn er een aantal nieuwe inzichten, die vragen om het plan op enkele punten aan te passen:

1. Het perceel tussen de percelen aan benedenstroomse zijde (perceel Voss) wordt ook verlaagd. Tussen alle aansluitende verlaagde percelen blijft de heggenstructuur behouden. Hierdoor blijven er in de bodem ruggetjes liggen op de perceelgrenzen.

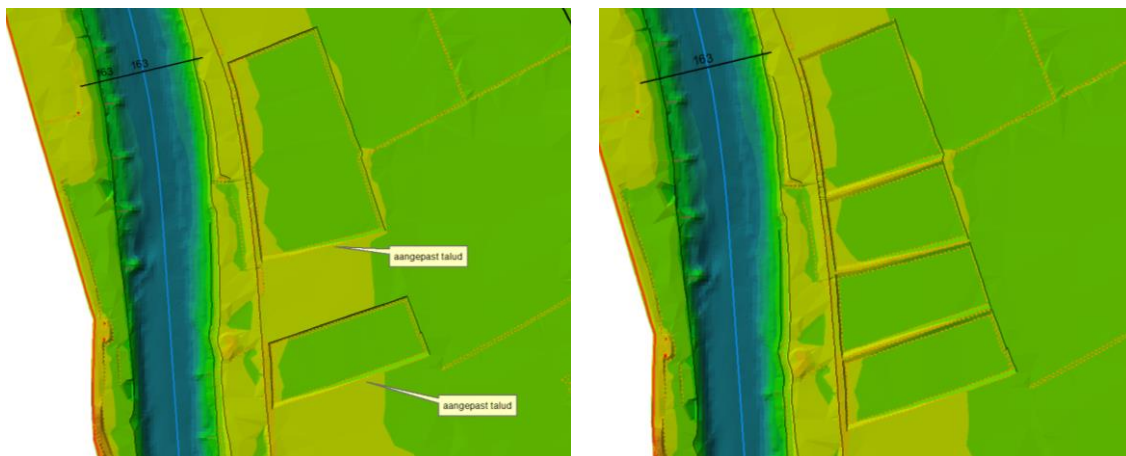
2. De heg die grenst aan de verlaagde percelen en parallel loopt met het zomerbed wordt verlaagd naar 1,7 m. Ook de heg aan de andere kant van het pad wordt over dezelfde lengte verlaagd naar 1,7 m (nog niet in eigendom).
3. Ter plekke van de 4 verlaagde percelen worden alle beneden- en bovenstrooms aangestroomde taluds verflauwd naar 1:7 (geen overlaatwerking).

Verder blijven de aanpassingen uit de eerdere optimalisatie behouden:

4. Het verwijderen van dwarsheggen (dwars op de stroming). Dit vindt in eerste instantie alleen plaats bij het meest bovenstroomse perceel.
5. Het verflauwen van de taluds van de ontkleiningen aan de bovenstroomse zijde (in deze variant 03 dus ook de benedenstroomse taluds). Deze zijn nu als overlaat opgenomen (alle taluds) en dat levert energieverlies door overlaatwerking op. Dit energieverlies treedt met name op bij de taluds aan bovenstroomse zijde van de ontkleiningen. Door deze te verflauwen (naar flauwer dan 1:7) zal de overlaatwerking verdwijnen, met lagere waterstanden tot gevolg.



Figuur 27 Verlaagde heggen van de optimalisatie van het inrichtingsplan (MMontkl_03).

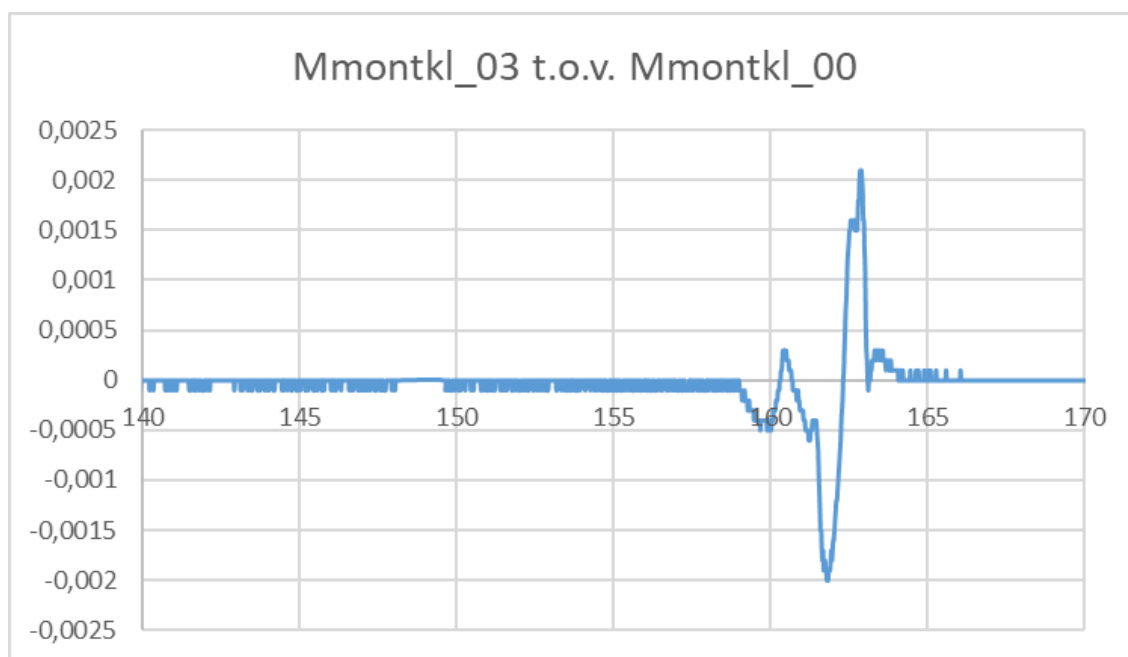


Figuur 28 Bodemligging van de optimalisatie MMontkl_02 (links) en optimalisatie met extra verlaagd perceel MMontkl_03 (rechts).

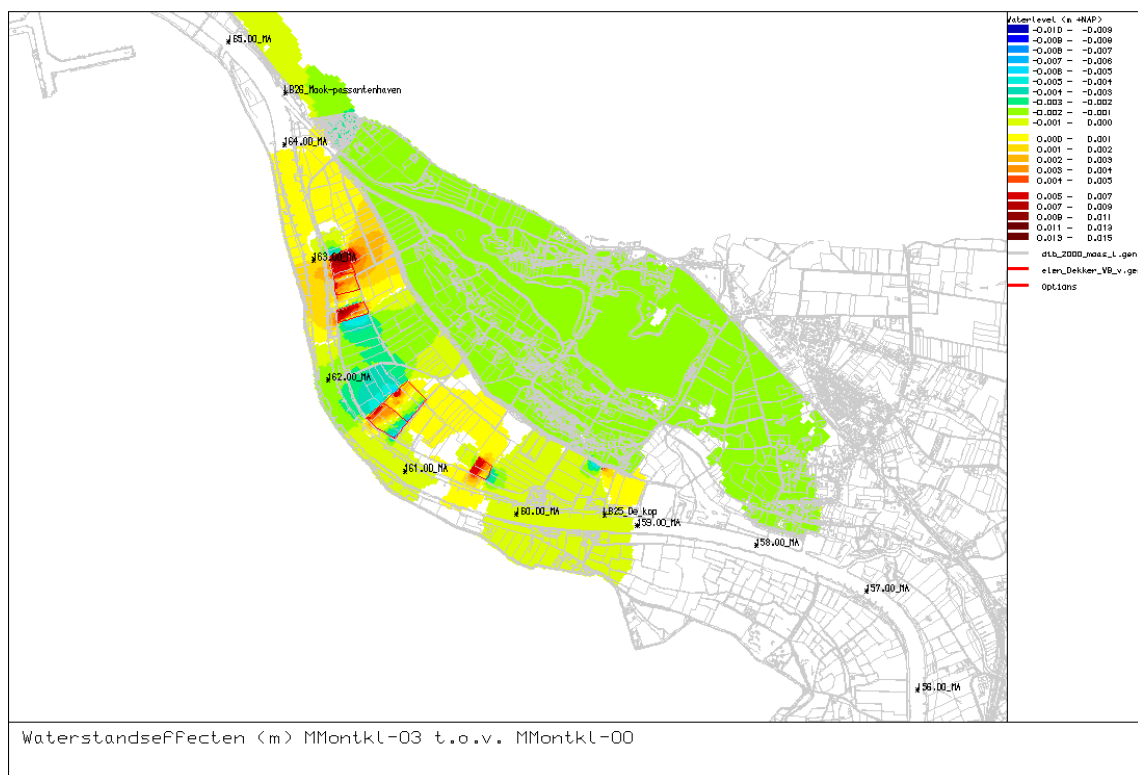
Bovenstaande aanpassingen zijn doorgevoerd in het ontwerp. De aanpassingen zijn opgenomen in de Baseline maatregel ma_MMontkl_a3. Dit geoptimaliseerde ontwerp is omgezet naar WAQUA (MMontkl_03) en is opnieuw doorerekend.

Effect op de waterstand in de as van de rivier

Vervolgens zijn de waterstanden vergeleken met de referentiewaterstanden. De resultaten zijn opgenomen in Figuur 29 en Figuur 30.



Figuur 29 Waterstandseffect (m) op de as van de rivier van het geoptimaliseerde inrichtingsplan MMontkl_03



Figuur 30 Ruimtelijk beeld van het waterstandseffect van het geoptimaliseerde inrichtingsplan MMontkl_03

De optimalisatie heeft geleid tot een extra waterstandsdeling t.o.v. MMontkl_02 in het bovenstroomse deel van het projectgebied waardoor er in het bovenstroomse deel geen opstuwing meer is. Er is nog altijd wel een kleine piek zichtbaar ter plaatse van rkm 160.5. Deze bedraagt maximaal 0,3 mm en dit valt binnen de norm van 1 mm.

Echter, ter plaatse van rkm 162,8 is nog steeds sprake van een grotere piek (2,1 mm) die boven de grens van 1 mm uitkomt. Deze piek is een direct gevolg van het inrichtingsplan (en niet het gevolg van een zogenaamde zaagtand of benedenstroomse piek).

MMontkl_04: Optimalisatie dichtheid heggen

Beschrijving variant

Om in beeld te krijgen wat het effect van de heg op de benedenstroomse grens van het meest benedenstroomse perceel is, is de dichtheid van de heg in MMontkl_04 gewijzigd van 'open' naar 'zeer open'. De gedachte is dat dit in ieder geval veel effect heeft, maar daarnaast ook nog (deels) voldoet aan de landschappelijke wensen² waarbij een heggen structuur zichtbaar blijft.

² Dit is een aanname

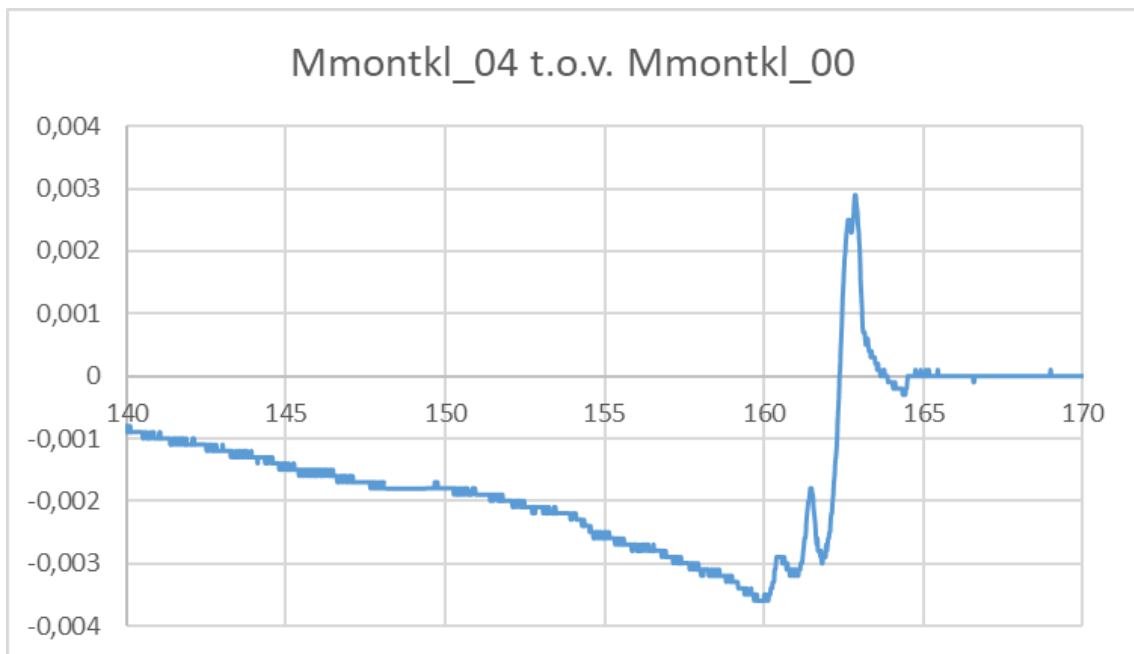


Figuur 31 Gewijzigde heg van 'open' naar 'zeer open' (MMontkl_04).

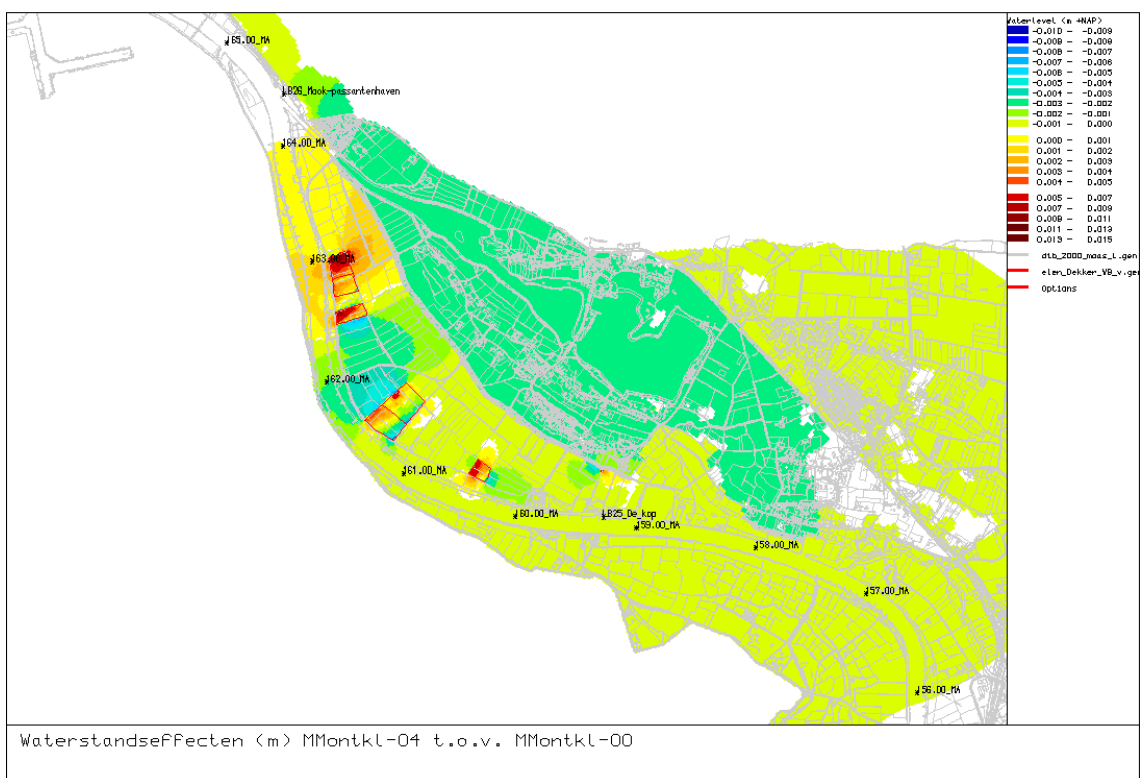
Bovenstaande aanpassing is doorgevoerd in het ontwerp. De aanpassing is opgenomen in de Baseline maatregel ma_MMontkl_a4. Dit geoptimaliseerde ontwerp is omgezet naar WAQUA (MMontkl_04) en is opnieuw doorgerekend.

Effect op de waterstand in de as van de rivier

Vervolgens zijn de waterstanden vergeleken met de referentiewaterstanden. De resultaten zijn opgenomen in Figuur 32 en Figuur 33.

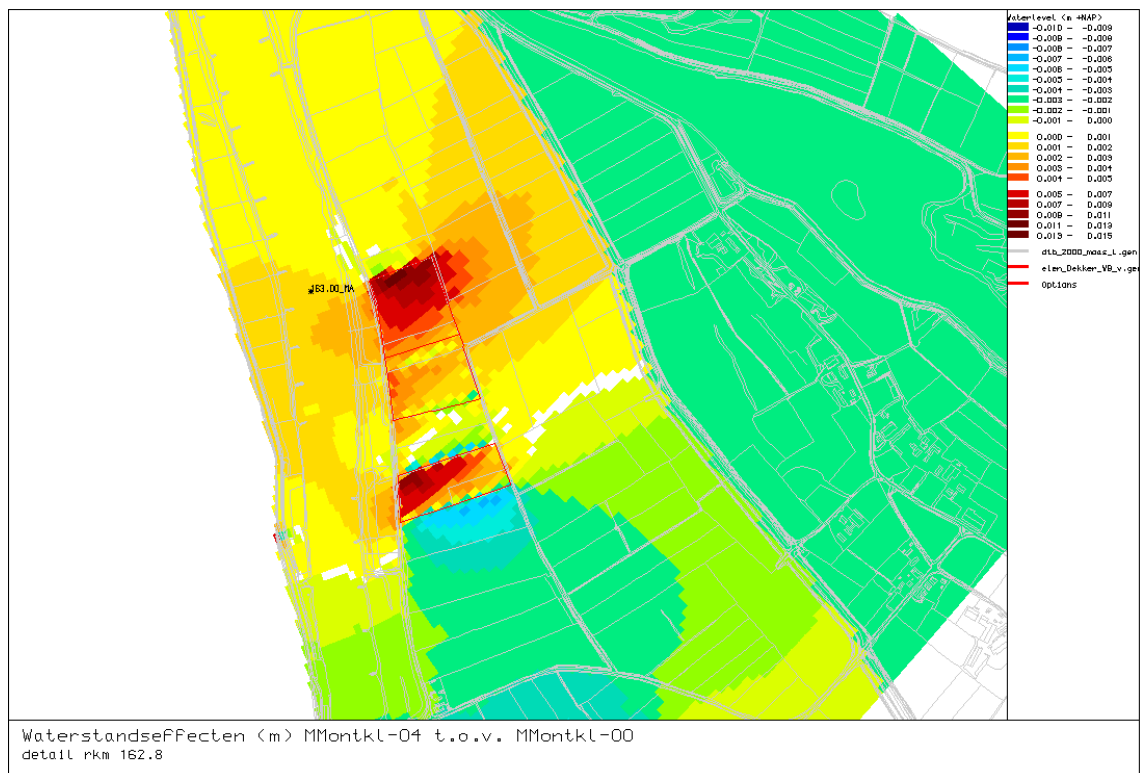


Figuur 32 Waterstandseffect (m) op de as van de rivier van het geoptimaliseerde inrichtingsplan MMontkl_04



Figuur 33 Ruimtelijk beeld van het waterstandseffect van het geoptimaliseerde inrichtingsplan MMontkl_04

De optimalisatie heeft geleid tot een extra waterstandsdeling t.o.v. MMontkl_03. Ten opzichte van de referentiesituatie (MMontkl_00) is er sprake van een verruiming met een maximale waterstandsdeling van 3,6 mm ter hoogte van rkm 160. Deze verruiming resulteert in een benedenstroomse piek. Samen met de opstuw, die nog altijd wordt veroorzaakt door de (nu zeer open) heg, is er sprake van een benedenstrooms piek van 2,8 mm ter hoogte van rkm 162,9.



Figuur 34 Detail van het ruimtelijk beeld van het waterstandseffect van het geoptimaliseerde inrichtingsplan MMontkl_04