

Aan Richard Rijkers, Mattijs Hehenkamp (Movares)
Van Ron Agtersloot
Kopie Camiel Dijkers, Otwin van Saane (Movares)
Datum 18 juli 2016
Project P0035.38: Prioritaire Dijkversterkingen WPM – Perceel 2
Betreft Hydraulische beoordeling Neer, Grubbenvorst en Lottum

1 Achtergrond

In opdracht van Waterschap Peel en Maasvallei (WPM) maakt Movares de ontwerpen voor de dijkverbeteringen bij Neer, Grubbenvorst en Lottum in het kader van het programma Prioritaire Dijkversterkingen. Het project wordt uitgevoerd met de volgende doelstelling:

“Het doel van dit project is het versterken en verhogen van de dijken in het project Prioritaire Dijkversterkingen – Perceel 2, zodat deze voldoen aan de veiligheidsnorm uit de Waterwet d.d. 18-12-2009.”

Vanwege de ligging in het winterbed van de Maas zijn de dijkverbeteringen vergunningsplichtig in het kader van de Waterwet. Om de effecten van de dijkverbeteringen op het stroombeeld in de Maas in beeld te brengen is een hydraulische beoordeling uitgevoerd. Voorliggende notitie bevat de hydraulische beoordeling.

2 Methodiek en uitgangspunten

Over de methodiek (hoe de beoordeling wordt uitgevoerd) en uitgangspunten (voor het ontwerp van de waterkeringen) is overleg geweest met Rijkswaterstaat Zuid-Nederland (RWS ZN). De gemaakte afspraken zijn hieronder opgenomen.

2.1 Toe te passen methodiek voor hydraulische beoordeling

De hydraulische simulaties worden uitgevoerd met Waterwetmodellen van de Maas welke zijn gebaseerd op de basisschematisatie BenO13_5-v2. Dit is de meest actuele versie van de Waterwetmodellen die bij de start van dit project beschikbaar was. In deze basisschematisatie hebben de waterkeringen een kruinhoogte gekregen van 0,5 meter ten opzichte van de (lokale) ontwerpwaterstand (OWS) van Maaswerken.

Voor de hydraulische beoordeling dienen twee verschillende Waterwetmodellen gebruikt te worden. Voor de beoordeling van de nieuwe waterkering bij Neer zal het Waterwetmodel *Maas20m_km084_107* worden gebruikt, de nieuwe waterkeringen bij Lottum en Grubbenvorst worden beoordeeld in het Waterwetmodel *Maas20m_km097_131*. De reden hiervoor is dat er niet één Waterwetmodel bestaat dat geschikt is om de drie waterkeringen tegelijkertijd in op te nemen.

De hydraulische beoordeling zal worden uitgevoerd in twee varianten van de Waterwetmodellen. In een 1/250 situatie ($Q_{\max} = 3430 \text{ m}^3/\text{s}$ bij Borgharen) zijn de waterkeringen langs de Maas niet-overstroombaar (variant *mknov*), in de 1/1250 situatie ($Q_{\max} = 4000 \text{ m}^3/\text{s}$ bij Borgharen) kunnen de waterkeringen wel overstromen.

2.2 Uitgangspunten voor het ontwerp van de waterkeringen

2.2.1 Vaststelling hoogte waterkering

Uitgangspunt voor het vaststellen van de hoogte van de waterkering is het ontwerp kader (RWS, 2014). In het ontwerp kader staat in paragraaf 4.1 een tabel met waakhoogten die bij het ontwerp aangehouden moeten worden. Hierin is onderscheid gemaakt in:

- Onnauwkeurigheden WAQUA (0,2 m)
- Golfploop:
 - harde kaden (0,1 m)
 - groene kaden in de luwte (0,1 m)
 - overige groene kaden (0,2 m)
- Berijdbaarheid: alleen van toepassing bij groene kaden (0,1 m)

Door WPM is het aspect van luwte niet meegenomen bij het bepalen van de golfploop. Voor de uitwerking van de waakhoogte op de verschillende dijken heeft dit geresulteerd in de onderstaande tabel.

Tabel 2-1 Uitwerking waakhoogte waterkeringen WPM

Type kering	Onnauwkeurigheden WAQUA	Golfoploop	Bereikbaarheid	TOTAAL (ophoging ontwerpwaterstand ten behoeve van bepaling ontwerphoogte)
Harde kering	0,2 m	0,1 m	n.v.t.	0,3 m
Groene kering	0,2 m	0,2 m	0,1 m	0,5 m

Naar aanleiding van de brief getiteld “2D waterstandsveld Maaswerken” met kenmerk RWS-2014/28021 en datum 16 juni 2014 is door WPM geconstateerd dat door het interpoleren van de waterstanden tussen de rivierkilometers lokaal een waterkering te laag ontworpen kan worden daar waar opstuwning ontstaat. Derhalve is voor het project “Prioritaire Dijkversterkingen Perceel 2” besloten om niet tussen de rivierkilometers te interpoleren en aan te sluiten bij het “Ontwerpkader nog aan te leggen Maaskaden” waarin wordt aangegeven dat de ontwerpwaterstand bij de teen van de kering gelijk gesteld moet worden met de waterstand van het bovenstroomse, in de as van de rivier liggende, rivierkilometerpunt (zie par 3.1 van het ontwerpkader).

2.2.2 Kruinbreedte van de waterkering

- WPM gaat standaard uit van een kruinbreedte van 4,5 m.

2.3 Beoordeling rivierkundige effecten

- Uitgangspunt is binnendijs versterken tenzij dit niet kan. Een buitendijkse versterking dient gemotiveerd te worden onderbouwd.
- Max 1 cm opstuwning in de as van de rivier bij een 1/1250^e afvoer is toelaatbaar.
- Ook moet gekeken worden naar mogelijke afwenteling als gevolg van waterstandsverhoging. Dit kunnen ook derden (niet WPM) zijn.
- Tussentijdse effecten worden ook beoordeeld. Dit speelt als de uitvoering langer duurt of wordt gefaseerd over jaren. Vooralsnog is de verwachting dat dit aspect in dit project niet van toepassing zal zijn.
- Tijdens de uitvoering gelden de “normale” voorwaarden dat materieel op tijd uit winterbed verwijderd dient te worden etc. Bij het zoeken naar een locatie voor tijdelijke opslag materieel etc. dient als volgt gewerkt te worden:
 1. buiten het rivierbed,
 2. in 2a gebied,
 3. in bergend winterbed.

De keus voor een tijdelijke opslaglocatie in het stroomvoerend winterbed is in principe niet aan de orde.

3 Voorstudie Lottum

In Bijlage 1 is een notitie opgenomen m.b.t. een voorstudie die is uitgevoerd voor het tracé van de waterkering bij Lottum. De belangrijkste bevindingen staan hieronder.



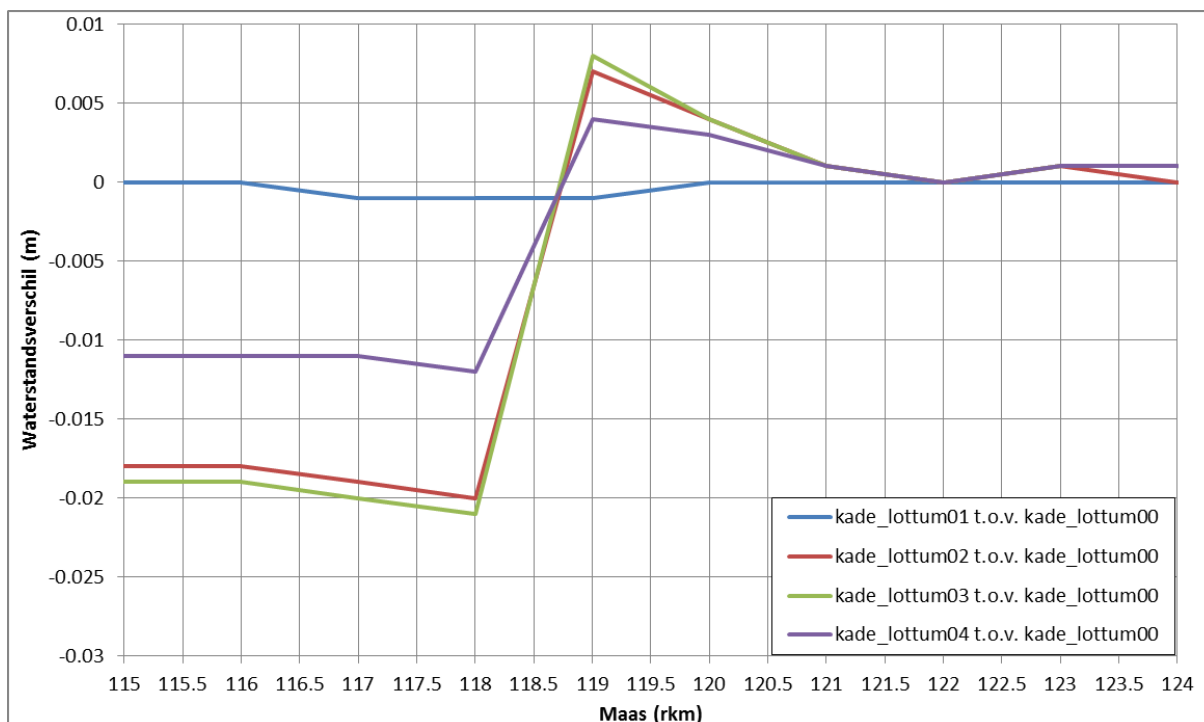
Figuur 3-1 Ontwerpvarianten kadetracé Lottum (Movares, februari 2014)

De huidige dijk verhogen tot 18,35 m+NAP en uitbreiden in noordelijke en zuidelijke richting (variant Lottum_01) zorgt voor een verhoging van 4,4 mm in de as van de rivier.

Variant Lottum_02 met de grootste teruglegging en uitbreiding in noordelijke en zuidelijke richting zorgt (t.o.v. Lottum_01) voor een waterstandverlaging van 19,4 mm.

Variant Lottum_03 met de grootste teruglegging en zonder uitbreiding in zuidelijke richting (en wel de uitbreiding in noordelijke richting) geeft t.o.v. Lottum_01 een waterstandverlaging 20,1 mm. Dit geeft aan dat de zuidelijke uitbreiding in deze variant 0,7 mm waterstandverhoging geeft.

De gedeeltelijke teruglegging en uitbreiding in noordelijke en zuidelijke richting (variant Lottum_04) levert ten opzichte van Lottum_01 een waterstandverlaging van 11,6 mm. Het verschil met variant Lottum_02 bedraagt 7,8 mm; dit is dus het effect van de extra teruglegging.



Figuur 3-2 Waterstandsverschillen in de as van de rivier, alle varianten Lottum

Door RWS-ZN, WPM en Movares is vastgesteld dat de “halve” dijkteruglegging (Lottum_04) geen wenselijke variant is omdat noch een goede oplossing is voor de lange termijn en noch een goede oplossing voor de korte termijn. Deze variant zal dan ook geparkeerd worden. De andere varianten zijn in de variantenanalyse voor de waterkering bij Lottum meegenomen. Uit deze variantenanalyse is geconcludeerd dat dijkversterking van het huidige tracé de meest haalbare optie is. Deze variant is dan ook verder uitgewerkt en het resultaat wordt beschreven in Hoofdstuk 6.

4 Dijkversterking Neer

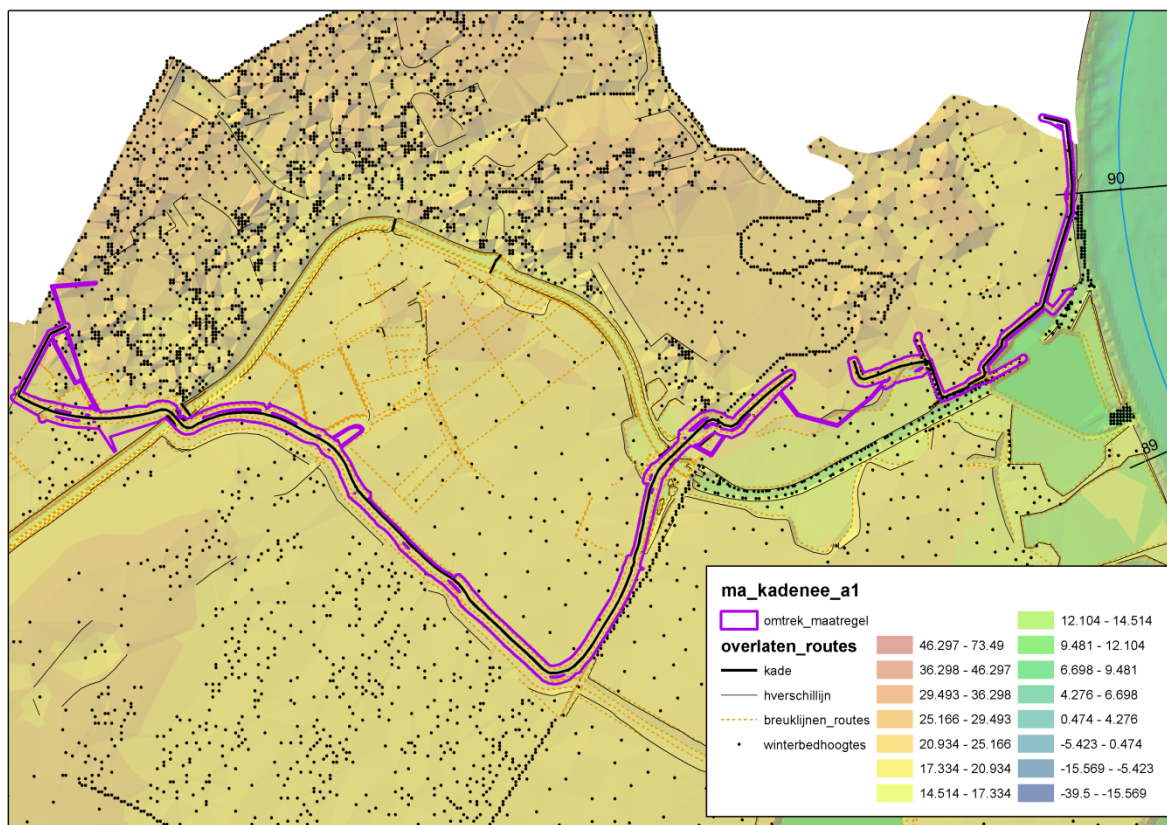
4.1 Ontwerp dijkversterking



Figuur 4-1 Ontwerp dijkversterking Neer (Movares, maart 2014)

4.2 Modelling dijkersterking in Baseline/WAQUA

Een beschrijving van de Baseline-maatregel die de dijkversterking bij Neer beschrijft is opgenomen in Bijlage 1. De belangrijkste punten met betrekking tot de waterkering zijn hieronder opgenomen.



Figuur 4-2 Ontwerp dijkversterking Neer geprojecteerd op het Baseline-hoogtemodel

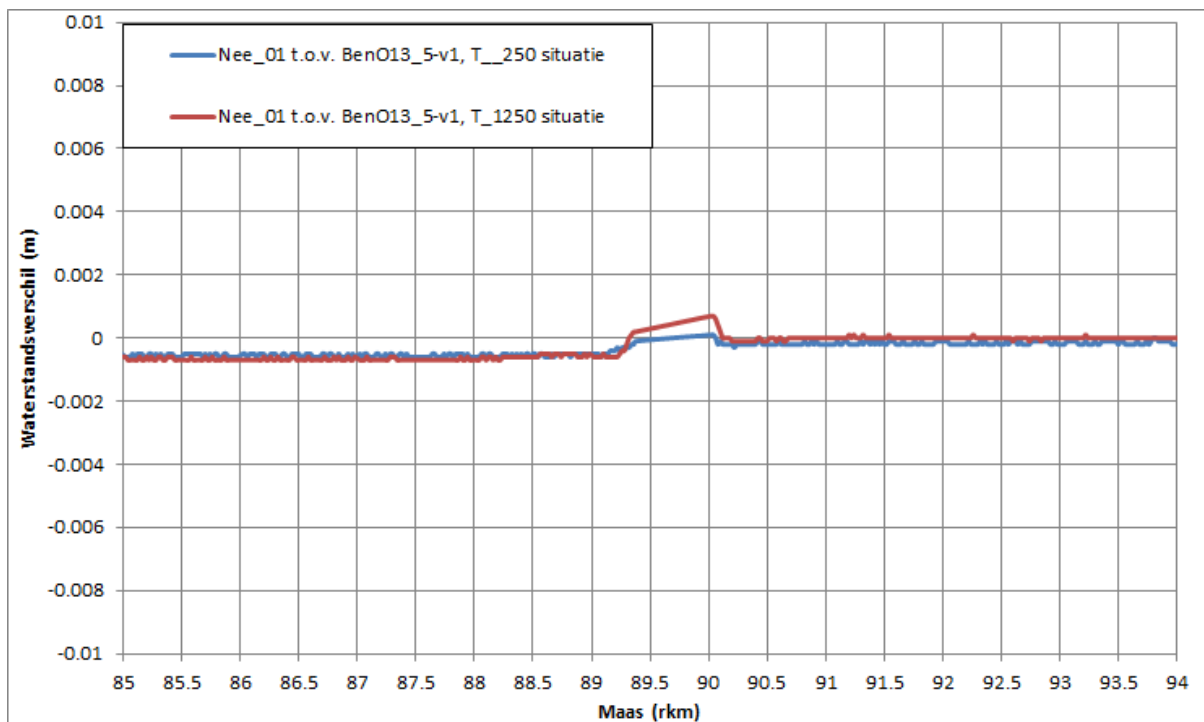
In het ontwerp bestaat de dijk uit twee parallelle lijnen (de dunne paarse lijnen in Figuur 4-2) met een onderlinge afstand van 4,5 m. De gemodelleerde dijk (de zwarte lijn in Figuur 4-2) ligt tussen deze twee lijnen in, ofwel met parallel copy (met 2,25 m) ofwel handmatig. Enkel nabij de jachthaven van Hanssum is van dit principe afgeweken omdat de dijklijnen hier slechts één meter van elkaar liggen en er ook geen teenlijn voorkomt in het ontwerp. Hier is de ligging van de nieuwe dijk handmatig bepaald, ook midden tussen de twee lijnen in.

Er zijn twee stukken dijk toegevoegd. De oude dijk (de dikke paarse lijn in Figuur 4-2) was een aaneengesloten lijn; in de nieuwe situatie ontbreekt een deel van het tracé daar waar het terrein lokaal hoog genoeg is. De dijk heeft een kruinhoogte van 21,13 m+NAP en ligt op de meeste plekken ongeveer op dezelfde locatie als de oorspronkelijke dijk uit de referentie. Uitzondering is het laatste stuk van ongeveer 130 m in het westen. De dijk uit de referentie boog hier naar het noorden af terwijl de dijk nu verder naar het westen doorloopt.

De teenhoogtes van de dijk zijn bepaald met de Hoogtelijnmodule 2.1, op basis van het TIN uit de referentie en de toegevoegde breuklijnen als teenlijn.

4.3 Hydraulische effecten dijkversterking

Conform de uitgangspunten van Hoofdstuk 2 is de hydraulische beoordeling uitgevoerd voor zowel een 1/250 als een 1/1250 situatie. De dijkversterking wordt uitgevoerd tussen rkm 89 en 90 van de Maas (zie Figuur 4-2) en op dit traject is een kleine waterstandverhoging zichtbaar die minder is dan 1 mm (zie Figuur 4-3). In bovenstroomse richting is sprake van een zeer beperkte waterstandverlaging.



Figuur 4-3 Waterstandsverschil dijkversterking Neer, 1/250 en 1/1250 situatie, as van de rivier

5 Dijkversterking Grubbenvorst

5.1 Ontwerp dijkversterking



Figuur 5-1 Ontwerp dijkversterking Grubbenvorst, (Movares, mei 2016)

5.2 Modelling dijkersterking in Baseline/WAQUA

Een beschrijving van de Baseline-maatregel die de dijkversterking bij Grubbenvorst beschrijft is opgenomen in Bijlage 2. De belangrijkste punten met betrekking tot de waterkering zijn hieronder opgenomen.

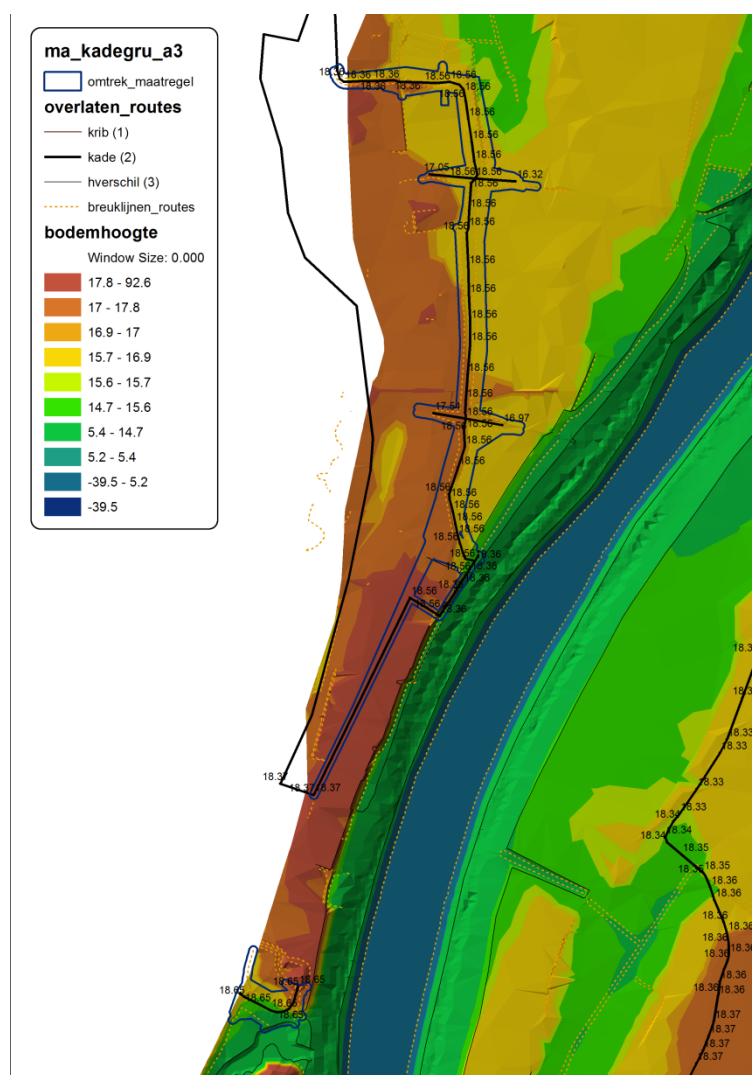
In het ontwerp bestond de kade uit twee parallelle lijnen, met meestal een onderlinge afstand 4,5 m. De gemodelleerde kade ligt tussen deze twee lijnen in, ofwel met parallel copy (met 2,25 m) ofwel handmatig.

Dijkvak 1: Ten zuiden van Grubbenvorst is een kadetracé met kruinhoogte 18,65 m+NAP toegevoegd.

Dijkvak 2: Is damwand met een kruinhoogte van 18,36 m+NAP parallel aan Maas.

Dijkvakken 3 t/m 9: Nieuw tracé is met kruinhoogte 18,56 m+NAP opgenomen en loopt ongeveer gelijk aan tracé uit referentie, behalve net ten noorden van Grubbenvorst waar het nieuwe kade-tracé haaks op Maas richting damwand (dijkvak 2) toeloopt.

Dijkvak 10: Kruinhoogte 18,36 m+NAP.



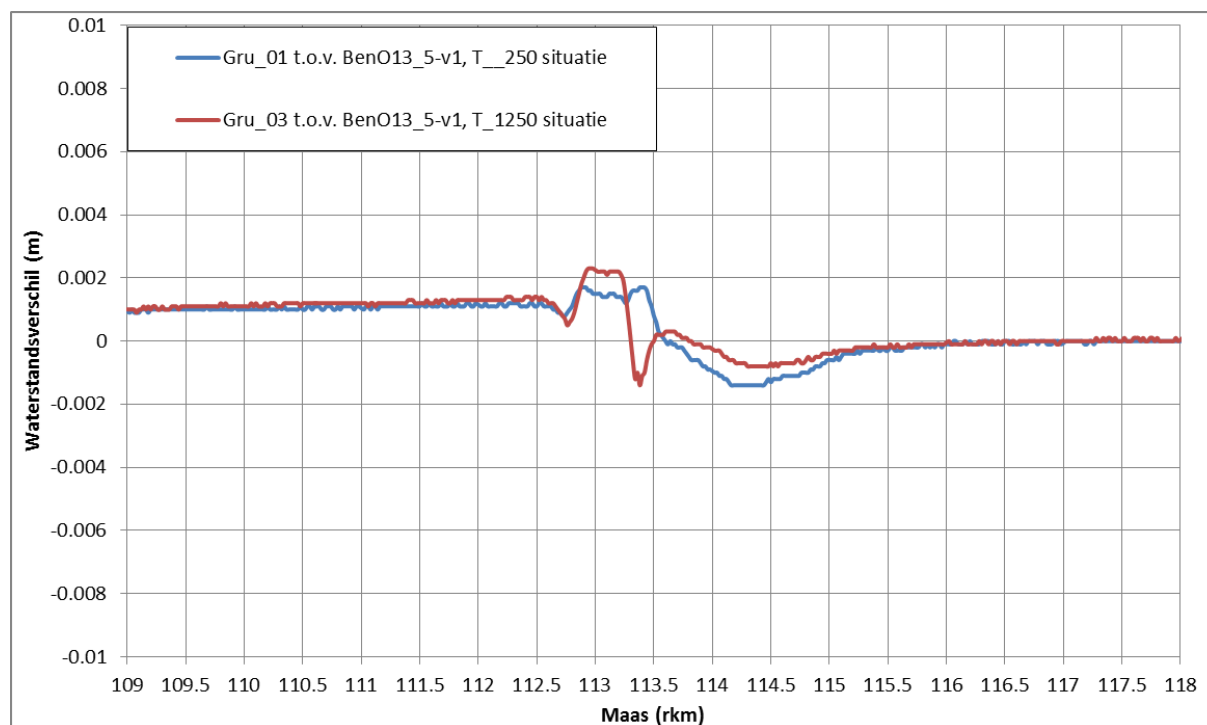
Figuur 5-2 Ontwerp dijkversterking Grubbenvorst geprojecteerd op het Baseline-hoogtemodel

Haaks op dijkvakken 3 t/m 9 zijn twee wegen, die over de kruin van de kade lopen, als kades gemodelleerd.

De teenhoogtes van de kades zijn bepaald met de Hoogtelijnmodule 2.1, op basis van het TIN uit de referentie en de toegevoegde breuklijnen als teenlijn.

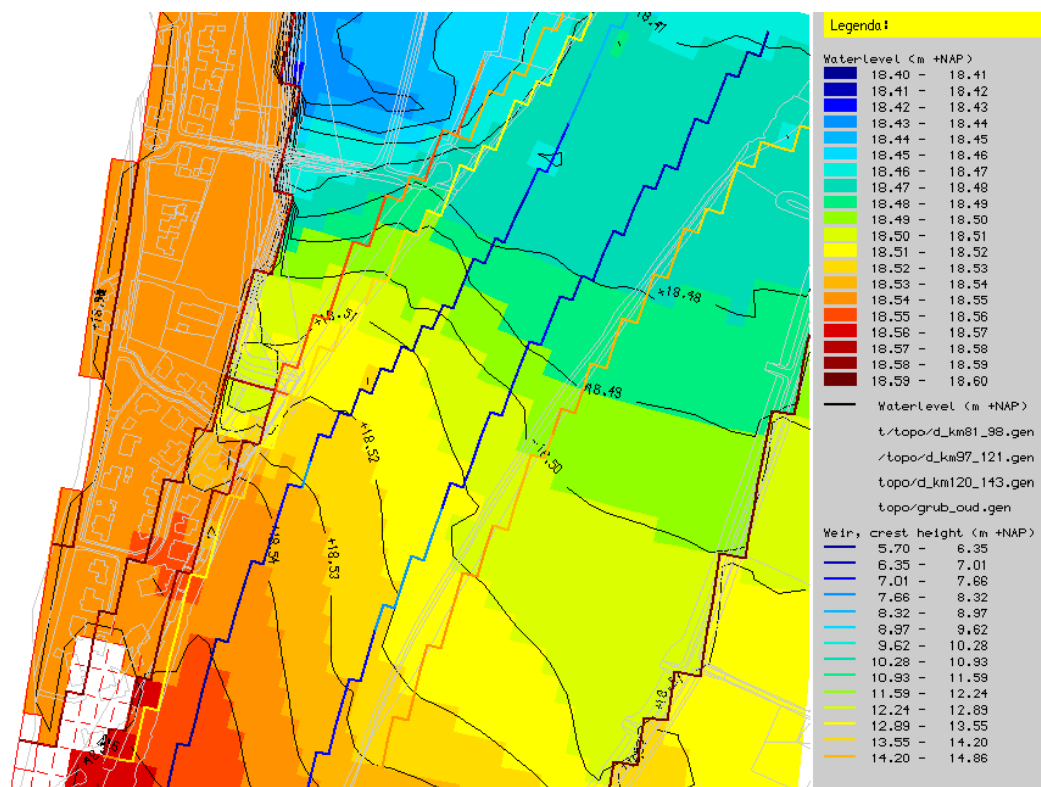
5.3 Hydraulische effecten dijkversterking

Conform de uitgangspunten van Hoofdstuk 2 is de hydraulische beoordeling uitgevoerd voor zowel een 1/250 als een 1/1250 situatie. Door Rijkswaterstaat Zuid-Nederland is aangegeven dat de hydraulische effecten van het ontwerp van maart 2015 (Gru_01) voldoende representatief zijn voor het ontwerp van mei 2016 (Gru_03) voor de 1/250 situatie. Voor de 1/1250 situatie is wel een herberekening uitgevoerd. In deze paragraaf worden daarom de resultaten van beide ontwerpen gepresenteerd. De dijkversterking wordt uitgevoerd nabij rkm 113 – 114 van de Maas (zie Figuur 5-2) en op dit traject is een kleine waterstandverhoging zichtbaar die circa 2 mm bedraagt in beide situaties (zie Figuur 5-3). In bovenstroomse richting is sprake van een beperkte waterstandverhoging.

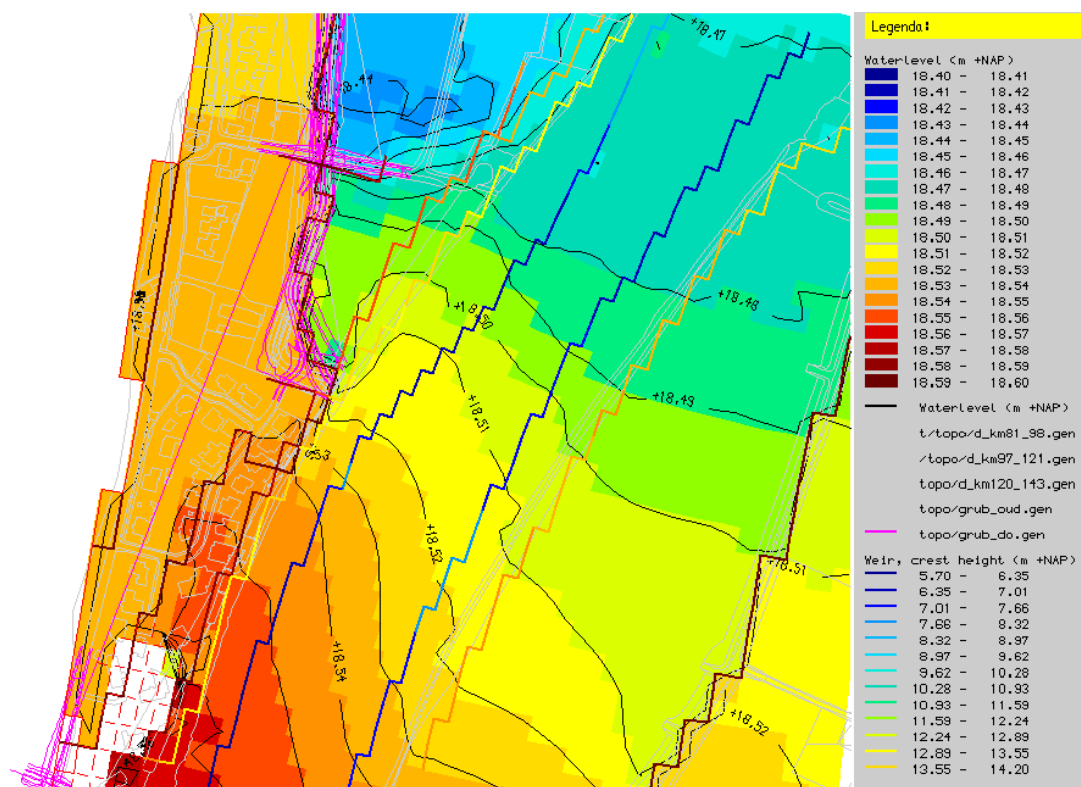


Figuur 5-3 Waterstandsverschil dijkversterking Grubbenvorst, 1/250 en 1/1250 situatie, as van de rivier

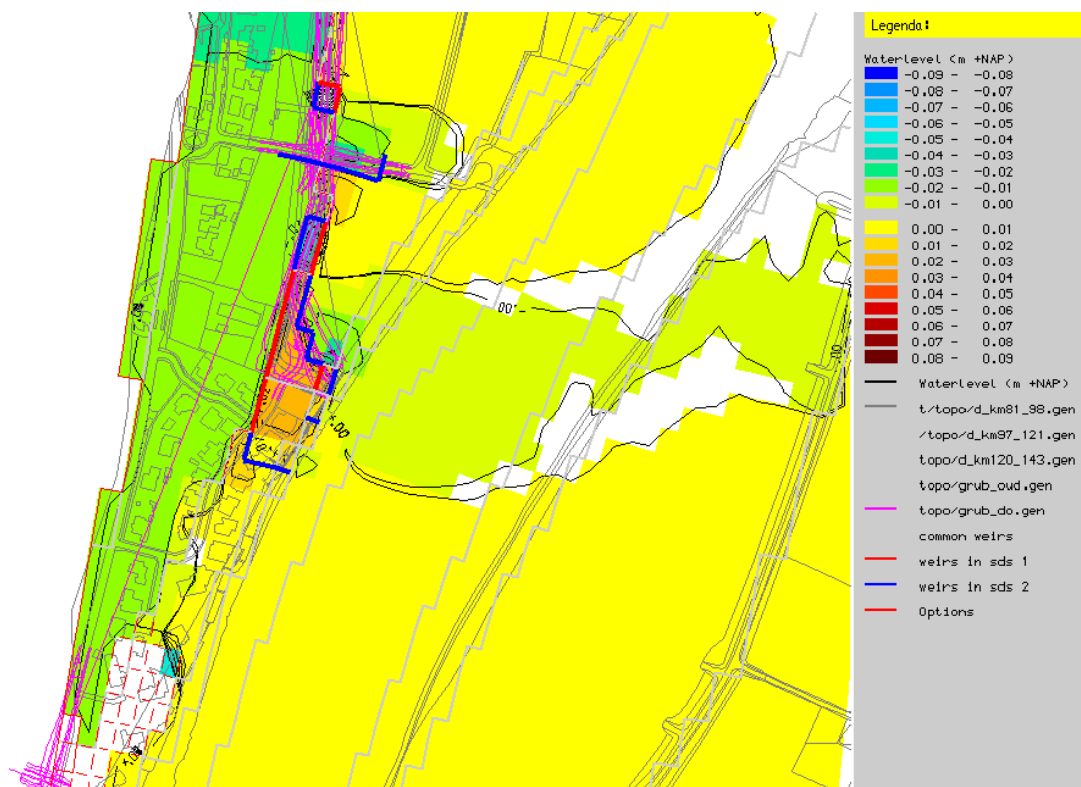
Ter illustratie van de effecten van de dijkverlegging is ook gekeken naar het 2D-waterstands-effect. Zichtbaar is dat het gebied achter de nieuwe dijk in beide situaties 1) en 2) inundeert. In het grootste deel van het gebied achter de dijk zijn de waterstanden lager (of bedraagt de verhoging minder dan 1 cm) met uitzondering van het gebied bij Grubbenhove (waar de dijk in de vloeiende lijn naar buiten is gelegd). Hier nemen de waterstanden achter de dijk toe met 2 á 3 cm. De oorzaak is de hogere dijk in het ontwerp. Als gevolg hiervan inundeert het gebied later, maar zijn, op het moment dat de dijk overstroomt, de waterstanden in de 1/1250 situatie iets hoger.



Figuur 5-4 Absolute waterstand (m+NAP) van de referentiesituatie beno13_5-v2 (1/1250 situatie)r



Figuur 5-5 Absolute waterstand (m+NAP) van het ontwerp kadegru_a3 (1/1250 situatie)



Figuur 5-6 Waterstandsverschil (m) van het ontwerp kadegru_a3 versus referentie beno13_5-v2 (1/1250 situatie)

6 Dijkversterking Lottum

6.1 Ontwerp dijkversterking

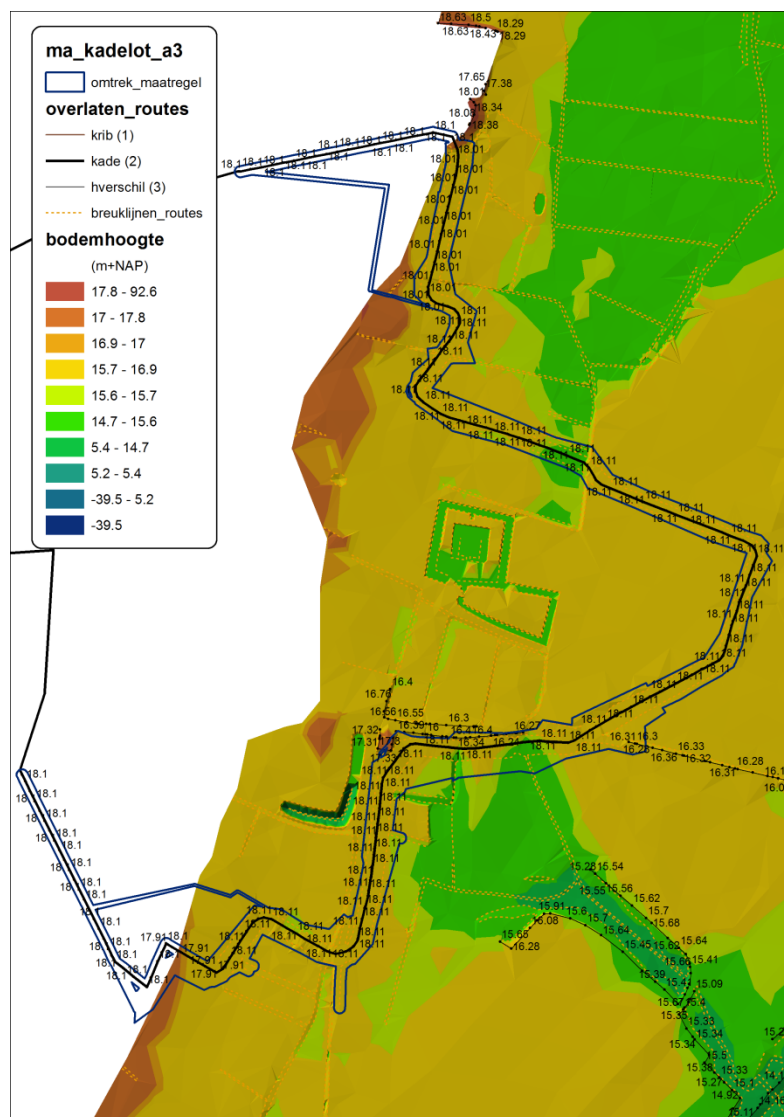


Figuur 6-1 Ontwerp dijkversterking Lottum, (Movares, mei 2016)

6.2 Modelling dijkversterking in Baseline/WAQUA

Een beschrijving van de Baseline-maatregel die de dijkversterking bij Lottum beschrijft is opgenomen in Bijlage 3. De belangrijkste punten met betrekking tot de waterkering zijn hieronder opgenomen.

In het ontwerp bestaat de dijk uit twee parallelle lijnen (de dunne paarse lijnen in Figuur 6-2) met een onderlinge afstand van 4,5 m. De gemodelleerde dijk (de zwarte lijn in Figuur 6-2) ligt tussen deze twee lijnen in, ofwel met parallel copy (met 2,25 m) ofwel handmatig. De oude dijk is zichtbaar als dikke paarse lijn.



Figuur 6-2 Ontwerp dijkversterking Lottum geprojecteerd op het Baseline-hoogtemodel

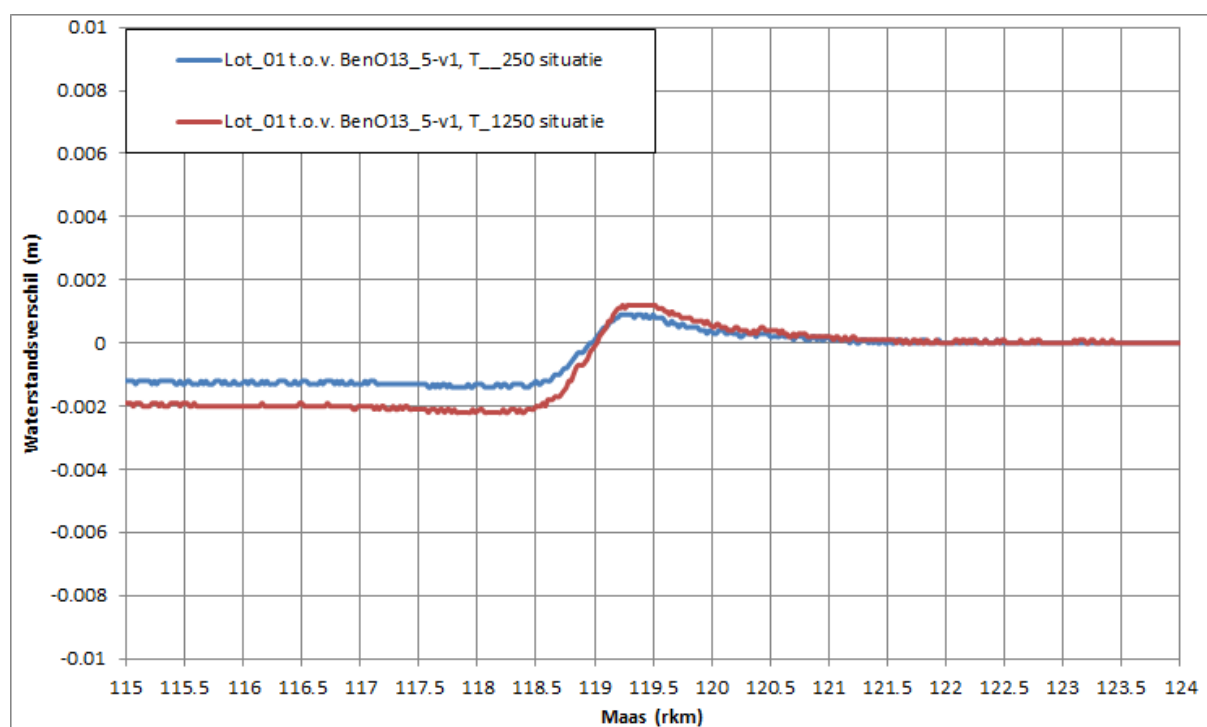
Over een lengte van circa 1900 m is de kade aangepast met een nieuwe kruinhoogte van 18,11 m+NAP.

- Dijkvak 1 een kruinhoogte van 17,91 m+NAP.
- Dijkvakken 2 t/m 9 een kruinhoogte van 18,11 m+NAP.
- Dijkvak 10 een kruinhoogte van 18,01 m+NAP.

De teenhoogtes van de dijk zijn bepaald met de Hoogtelijnmodule 2.1, op basis van het TIN uit de referentie en de toegevoegde breuklijnen als teenlijn.

6.3 Hydraulische effecten dijkversterking

Conform de uitgangspunten van Hoofdstuk 2 is de hydraulische beoordeling uitgevoerd voor zowel een 1/250 als een 1/1250 situatie. Door Rijkswaterstaat Zuid-Nederland is aangegeven dat de hydraulische effecten van het ontwerp van maart 2015 (Lot_01) voldoende representatief zijn voor het ontwerp van mei 2016 (Lot_03). In deze paragraaf worden daarom de resultaten van het ontwerp van maart 2015 gepresenteerd. De dijkversterking wordt uitgevoerd nabij rkm 119 – 120 van de Maas en op dit traject is een kleine waterstandverhoging zichtbaar die fractioneel groter is dan 1 mm in de 1/1250 situatie (zie Figuur 5-3). In bovenstroomse richting is sprake van een beperkte waterstandverlaging.



Figuur 6-3 Waterstandsverschil dijkversterking Lottum, 1/250 en 1/1250 situatie, as van de rivier

Ten opzichte van de variant Lottum_01 zoals beschreven in Hoofdstuk 3 (zie Figuur 3-2) is het waterstandsverhogend effect nu veel beperkter. Dit komt door de optimalisaties die tijdens de uitwerking van de dijkversterking zijn meegenomen.

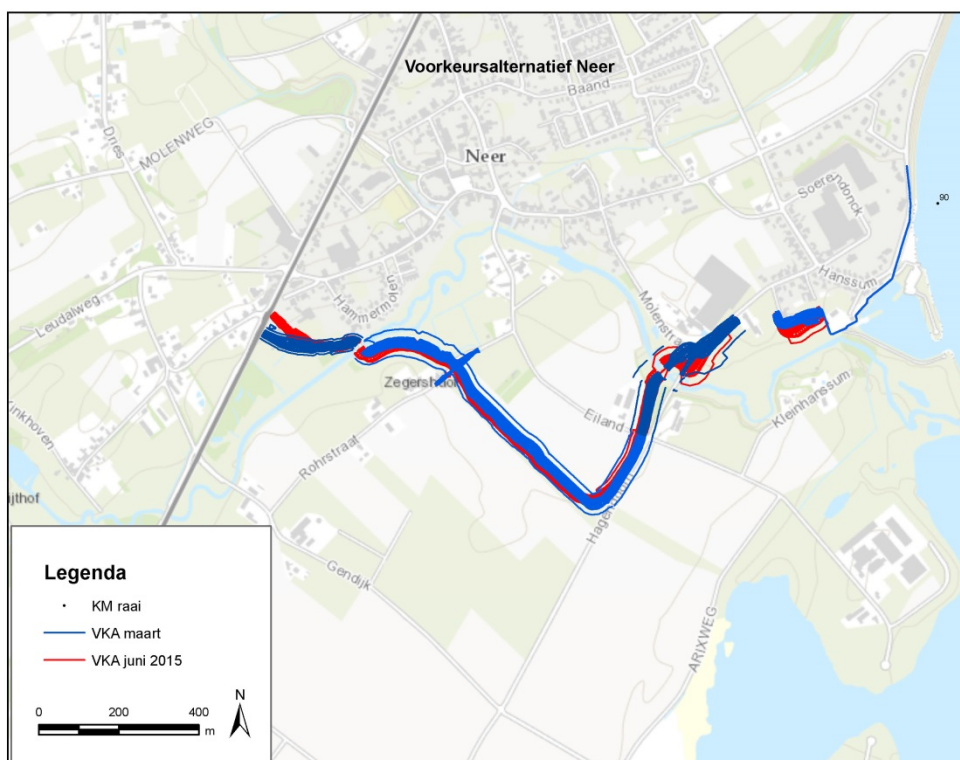
7 Ontwerpwijzigingen na maart 2015

In de periode tussen maart en juni 2015 zijn de ontwerpen van de waterkeringen nog in beperkte mate aangepast. In het algemeen gaat het om beperkte wijzigingen die vrijwel altijd leiden tot een minder groot ruimtebeslag van het winterbed. Voor de verschillende tracés wordt hieronder kort beschreven wat de verschillen zijn tussen het oude ontwerp van maart 2015 en het nieuwe ontwerp van juni 2015 en de hydraulische effecten. In deze beoordeling is nog geen rekening gehouden met het definitieve ontwerp van mei 2016, zie hoofdstukken 5 en 6.

7.1 Ontwerpwijziging Neer

7.1.1 Beschrijving wijziging

Zowel aan de westelijke zijde (in Neer nabij de Napoleonsbaan) als aan de oostzijde (in Hanssum nabij de Molenstraat/Hanssum) is het tracé aangepast, zie Figuur 7-1. Als gevolg van de aanpassing bij Hanssum ligt de nieuwe waterkering iets verder naar buiten. Het extra ruimtebeslag wordt gecompenseerd doordat bij Neer de nieuwe waterkering iets meer naar binnen is gelegd.



Figuur 7-1 Ontwerpwijziging waterkering Neer, versies maart 2015 (blauw) en juni 2015 (rood)

7.1.2 Hydraulische effecten wijziging

De stroomsnelheden ter plaatse van de veranderingen in Hanssum zijn marginaal en de buitenwaartse verlegging zal dan ook geen merkbare invloed op de waterstanden hebben.

7.2 Ontwerpwijzigingen Grubbenvorst

7.2.1 Beschrijving wijziging 1

De wijzigingen bij Grubbenvorst zijn vrijwel allemaal een verbetering als het gaat om ruimtebeslag. De oorspronkelijke kering in het zuiden (de meest zuidelijke blauwe lijn in Figuur 7-2) is geheel vervangen door een nieuwe kortere kering die langs de weg loopt (de zuidelijke rode lijn). Verder is het tracé tussen de huizen aan de Grubbenhove aangepast waarbij de kering niet meer langs de Maas loop maar tussen de huizen door. Aan de noordzijde zijn kleine aanpassingen gemaakt aan de afritten. Het totale ruimtebeslag van dit ontwerp is minder dan dat van het ontwerp uit maart 2015.



Figuur 7-2 Ontwerpwijziging waterkering Grubbenvorst, versies maart 2015 (blauw) en juni 2015 (rood)

7.2.2 Hydraulische effecten wijziging 2

De belangrijkste wijzigingen betreffen het vervangen van twee 'dwarststukken' van de waterkering door 'langsstukken'. Dit zorgt ervoor dat de stroming minder belemmerd wordt en dat de (beperkte) waterstandverhoging van het oorspronkelijke ontwerp (zie paragraaf 5.3) grotendeels of volledig zal verdwijnen.

7.2.3 Beschrijving wijziging 2

Door bewoners van Grubbenvorst is gevraagd of het Voorkeursalternatief van de dijk verlegd kan worden. Vanuit hydraulisch oogpunt kan dit een voordeel bieden (stroomlijning van het profiel) maar het gaat wel ten koste van ruimte in het winterbed. Door RWS Zuid-Nederland zijn de volgende uitgangspunten meegegeven:

- De 1^e variant (verschuiven totale dijk naar het noorden, is niet acceptabel. Hier wordt onnodig veel ruimte van het rivierbed afgehaald.
- De schuine variant (zie onder) is mogelijk onder de volgende voorwaarden:
 - De nieuwe situatie moet hydraulisch bekeken worden, er moet namelijk een positief beeld ontstaan op de doorstroming van de Maas. Dit kan dan helpen in de afweging kleiner rivierbed versus beter stroombeeld.
 - Als we akkoord gaan met onderstaand ontwerp, en hiermee ruimte van de Maas afsnoepen, willen we er van uit kunnen gaan dat (eventuele) toekomstige dijkversterkingen hier binnendijs worden uitgevoerd. Anders wordt er 2x ruimte van het rivierbed afgehaald.



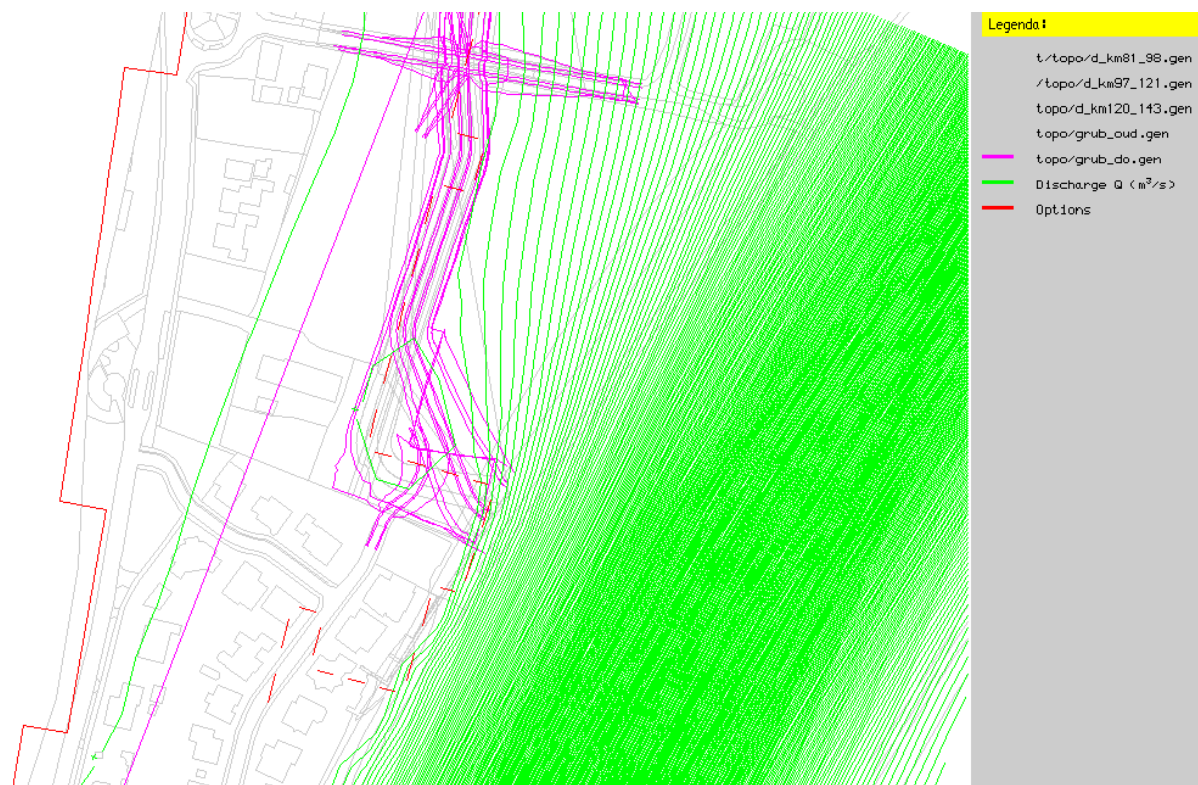
Figuur 7-3 Ontwerp wijziging waterkering Grubbenvorst, maart 2016

De hydraulische beschrijving van de nieuwe situatie met de schuine variant staat in de volgende sectie.

7.2.4 Hydraulische effecten wijziging 2

Voor de beoordeling is een combinatie gemaakt van het ontwerp van de nieuwe groene dijk (zie de paarse lijnen in het onderstaande figuur) in combinatie met het stroombeeld in een 1/1250 situatie (zie de groene lijnen) van de situatie met het oude ontwerp van de dijk. De groene lijnen tonen de afvoer in stappen van $10 \text{ m}^3/\text{s}$.

In het oude ontwerp heeft de dijk hier een haakse hoek en ontstaat een wervel, zichtbaar in het 'rondje' in de groene lijnen. Dit is hydraulisch nooit optimaal aangezien het weerstand en dus energieverlies betekent.



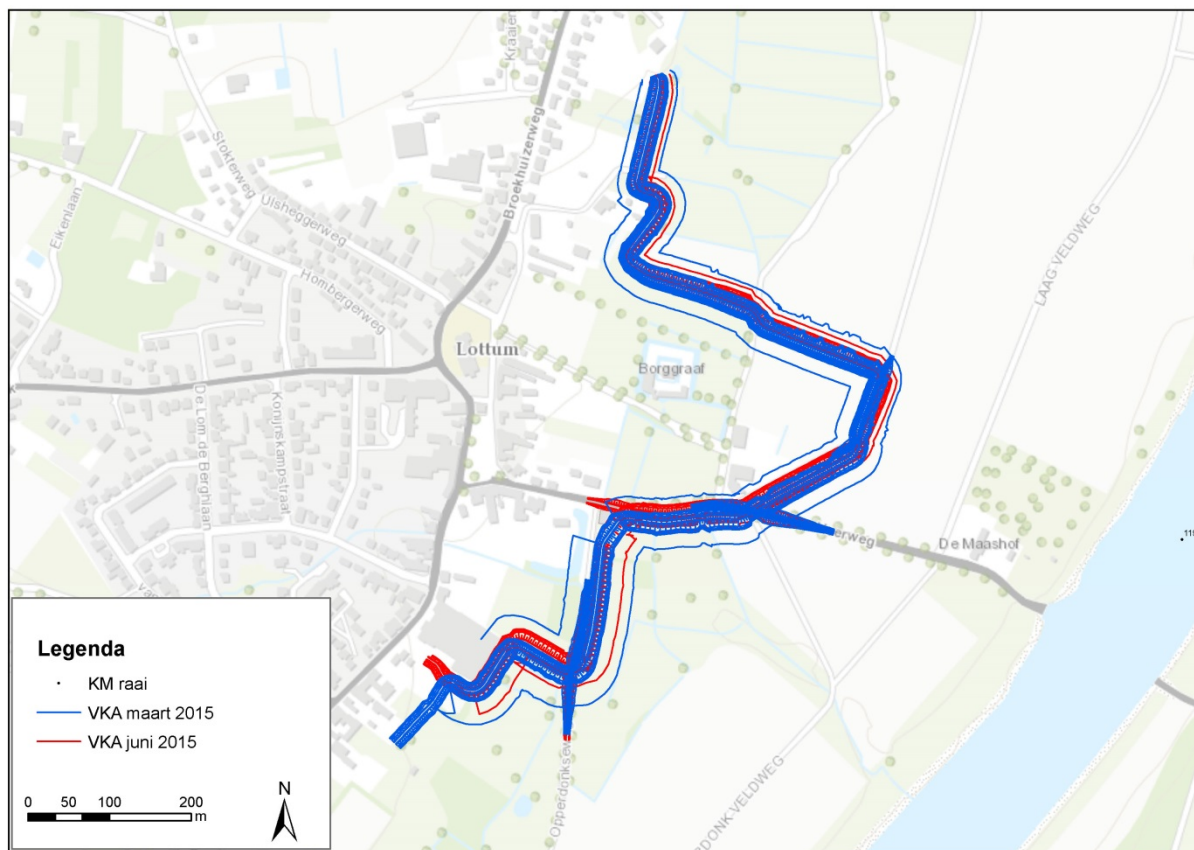
Figuur 7-4 Stroombeeld (afvoerlijnen per $10 \text{ m}^3/\text{s}$) bij waterkering Grubbenvorst, maart 2016

Het nieuwe ontwerp van de dijk heeft een vorm die netjes (het zou zelfs nog iets vloeiender kunnen) aansluit bij de stroombanen. Met dit ontwerp zullen er (zeer waarschijnlijk) geen wervel ontstaan en is er dus sprake van een verbetering van het stroombeeld.

7.3 Ontwerpwijziging Lottum

7.3.1 Beschrijving wijziging

De wijzigingen bij Lottum zijn vrijwel allemaal verbetering als het gaat om ruimtebeslag. In het zuiden is de waterkering ingekort en zoekt deze nu eerder de hoge gronden op. Verder is het tracé iets meer landinwaarts gelegd, zie Figuur 7-3. Enkel de meest oostelijke zijde van de waterkering is beperkt (enkele meters) naar buiten gelegd. Het extra ruimtebeslag wordt ruimschoots gecompenseerd doordat aan de zuidzijde de nieuwe waterkering iets meer naar binnen is gelegd.



Figuur 7-5 Ontwerpwijziging waterkering Lottum, versies maart 2015 (blauw) en juni 2015 (rood)

7.3.2 Hydraulische effecten wijziging

De verandering van het tracé aan de zuidzijde heeft hydraulisch geen invloed omdat dit gebied stroomluw is. De verplaatsing van de oostelijke zijde van de waterkering kan een zeer beperkte waterstandverhoging tot gevolg hebben. De grootste flessenhals in dit deel van de Maas zit ter plaatse van de knik in de waterkering ten noordwesten van De Maashof. Omdat de nieuwe waterkering nog altijd 'wegbuigt' van de Maas zorgt de aanpassing niet voor verkleining van het doorstroomprofiel bij de flessenhals.

8 Conclusies

De dijkversterkingen bij Neer, Grubbenvorst en Lottum voldoen aan de eisen zoals deze door RWS Maaswerken zijn gesteld (zie paragraaf 2.3). Geen van de projecten die zijn beoordeeld leidt tot een waterstandsverhoging van meer dan 1 cm in de as van de Maas.

De beoordeelde ontwerpen zijn het ontwerp van maart 2015 voor Neer en de ontwerpen van mei 2016 voor Grubbenvorst en Lottum. Voor Lottum is door RWS Zuid-Nederland vastgesteld dat het ontwerp van mei 2016 voldoende overeenkomt met het ontwerp van maart 2015 waardoor een nieuwe hydraulische beoordeling niet noodzakelijk werd geacht. Voor Grubbenvorst is op verzoek van RWS Zuid-Nederland het ontwerp van mei 2016 hydraulisch beoordeeld in een 1/1250 situatie. De hydraulische effecten van het ontwerp van mei 2016 komen grotendeels overeen met de effecten van het ontwerp van maart 2015.

9 Referenties

Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving, 2014: Rivierkundig Beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren, versie 3.0, 1 januari 2014

Bijlage 1

Metainfo Baseline-maatregel *ma_kadenee_a1*

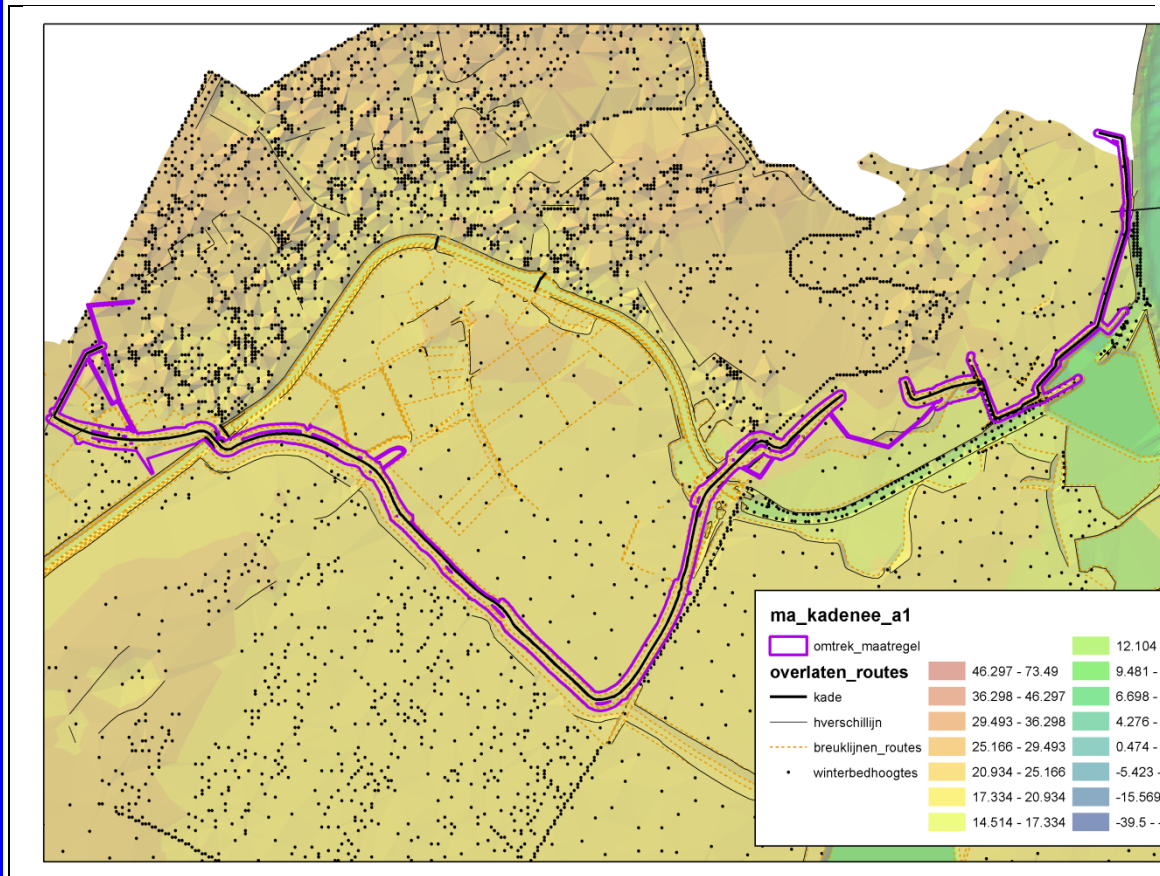
Metadata voor de maatregel: ma_kadenee_a1

Beschrijving van de dataset

Aanpassen van kade tracé bij Neer aan de linkerkant van de Maas tussen rkm 89 en 90.

Samenvatting

Aanpassing van circa 2,5 km kade en teenlijn.



Doel van vervaardiging

Op basis van ontwerpsschetsen is een Baseline model gemaakt, waarvan een WAQUA schematisatie is afgeleid waarmee een simulatie wordt uitgevoerd zodat de hydraulische effecten van de kade verlegging inzichtelijk worden.

Producent van de dataset

H. Bouwmeester (GeoSpace)

Inhoudelijk contactpersoon

H. Bouwmeester (GeoSpace)
Ron Agtersloot (Agtersloot Hydraulisch Advies)

Type bestand	
ArcInfo coverages voor gebruik met de maatregelenmixer in Baseline. Meegeleverde bestanden:	
	Originele shapefiles (data/shapefiles)
X	Gebruikte bronbestanden (data/source)
	Aanvulling voor ruw.karak (waqua)

Karakteristieken en toepassingseisen		
Maatregel is gebaseerd op:	Beno13_5-v2	
Ingemixte maatregelen:	N.v.t	
Gebruikt Baseline Protocol		Protocol 3
		Protocol 4
	x	Protocol 5
Vegetatiecodering		PKB
		Handboek stromingsweerstand
	X	Niet van toepassing
Geschikt voor conversie naar	X	WAQUA
		Delft3D
		Sobek

Dataset herkomst	
Grenzen	
normaall	X
oeverl	X
secties	X
wc_omtrek	Bepaald door de invoermodule Baseline.
winbed	X

Hooglijn	
bandijk	X
breukl	<p>Er zijn meerdere breuklijnen gemodelleerd.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) teenlijn van de kades zijn overgenomen als breuklijnen uit het ontwerp. Eerst is generalize toegepast (tolerantie van 0,1m) om het aantal nodes op de teenlijnen te verminderen. Doel was het bodemhoogtemodel zo min mogelijk te verstoren. Daarom zijn de kruinhoogtes bepaald met surface-spot op basis van de referentie. 2) aansluitingen van slootjes ed. op de teenlijn van de kade. <p>Op een aantal plekken is de teenlijn uit het ontwerp niet meegenomen omdat er al een breuklijn in de referentie lag op vrijwel dezelfde locatie.</p>
hverschil	<p>Bij de haven kruist de nieuwe kade meerdere malen hoogteverschillijnen uit de referentiesituatie (de oude kade ook trouwens). Her is waarschijnlijk het referentiemodel niet goed. Om dubbele overlaten in de WAQUA schematisatie te voorkomen zijn enkele hoogteverschillijnen verwijderd, en teruggelegd als breuklijn. Hierdoor blijft het hoogtemodel in ieder geval intact.</p>
kade	<p>Er zijn twee stukken kades toegevoegd. De oude kade was aaneengesloten maar in de nieuwe situatie niet meer omdat het terrein daar hoog genoeg is. De kades hebben een kruinhoogte van 21,13 m+NAP en ligt op de meeste plekken ongeveer gelijk aan verwijderde kade uit referentie. Uitzondering is het laatste stuk van ongeveer 130 m in het westen. De kade uit de referentie boog hier naar het noorden af terwijl de kade nu verder naar het westen doorloopt.</p> <p>In het ontwerp bestond de kade uit twee parallele lijnen, met meestal onderlinge afstand 4,5 m. De gemodelleerde kade ligt tussen deze twee lijnen in, ofwel met parallel copy (met 2,25 m) ofwel handmatig. Uitzondering hier is het deel bij de jachthaven waar de lijnen in het ontwerp circa een meter van elkaar lagen en geen teenlijn was opgenomen. Hier is de ligging van de nieuwe kade handmatig bepaald, ook midden tussen de twee lijnen in.</p> <p>De teenhoogtes van de kades zijn bepaald met de Hoogtelijnmodule 2.1, op basis van het TIN uit de referentie en de toegevoegde breuklijnen als teenlijn.</p>
krib	X

Hoogpunt	
oeverhgt	X
plashgt	X
winbedhgt	Winterbedhoogtepunten tussen kade en teenlijnen zijn uit de referentieschematisatie verwijderd.
zombedhgt	X

Meetpunt	
meetpunt	X

uitvloc	X
---------	---

Oppwater	
plassen	X

Overig	
bronput	X
kunstwrk	X

Rivgeom	
rivieras	X
rivierkm	X

Ruwheid	
bomen	X
ecoruw	X
ecotoop	X
heggen	X
hwatvrij_l	X
hwatvrij_v	X
lanen	X
zombed	X

Opmerkingen

Bij de haven kruist de nieuwe kade meerdere malen hoogteverschillijnen uit de referentiesituatie (de oude kade ook trouwens). Het is waarschijnlijk het referentiemodel niet goed. Om dubbele overlaten in de WAQUA schematisatie te voorkomen zijn enkele hoogteverschillijnen verwijderd, en teruggelegd als breuklijn. Hierdoor blijft het hoogtemodel in ieder geval intact.

De invoermodule 5.2.4 met ArcGIS 9.3 werkte niet goed bij het bepalen van teenhoogtes van kades en hoogverschillijnen. Daarom is de maatregel in Baseline 4 gemaakt en vervolgens geconverteerd naar 5.

Inwinningsdata

Bron:	Ontwerpschets (ma_kadegr_a1\data\source\Neer-3D-kruin-teen.dwg)	Inwinningsdatum:	2015/03/09
-------	---	------------------	------------

Leveringsdatum

26 maart 2015

Bijlage 2

Metainfo Baseline-maatregel *ma_kadegru_a3*

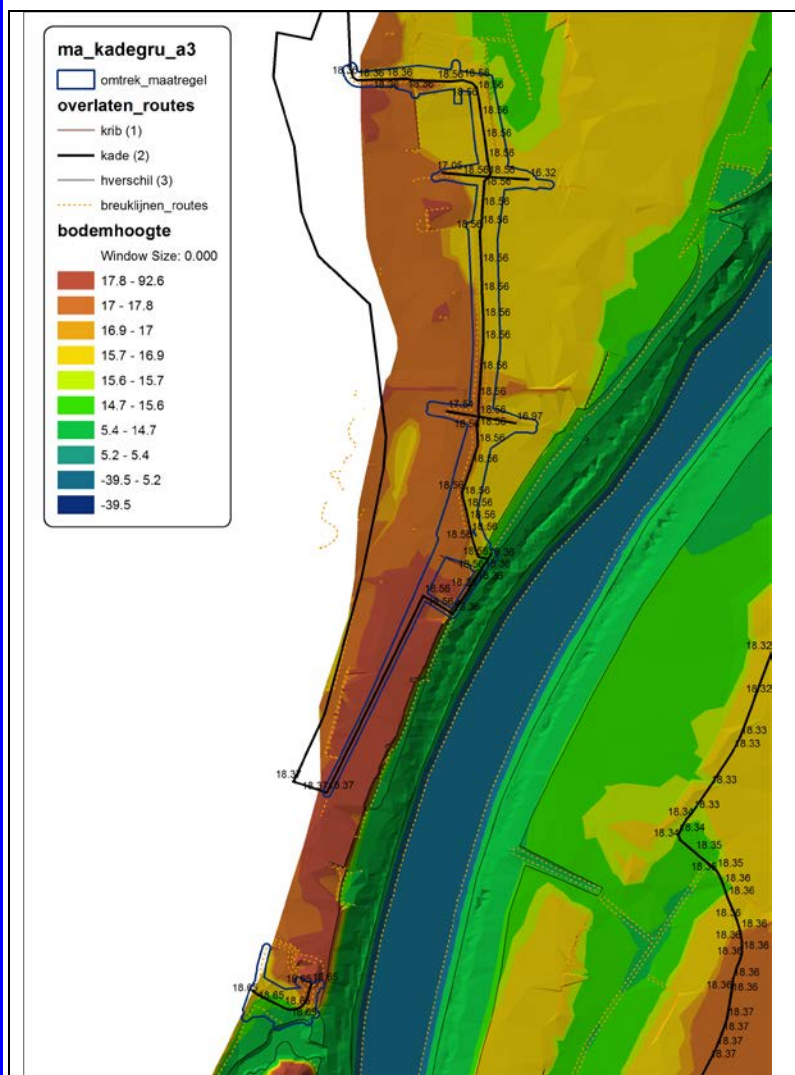
Metadata voor de maatregel: ma_kadegru_a3

Beschrijving van de dataset

Aanpassen van kade tracé bij Grubbenvorst (onderdeel van dijkkring 67), rkm 112,7 tot 114.

Samenvatting

Aanpassing van kade en teenlijn.



Doel van vervaardiging

Op basis van ontwerpsschetsen is een Baseline model gemaakt, waarvan een WAQUA schematisatie is afgeleid waarmee een simulatie wordt uitgevoerd zodat de hydraulische effecten van de kade verlegging inzichtelijk worden.

Producent van de dataset

H. Bouwmeester (GeoSpace)

Inhoudelijk contactpersoon

H. Bouwmeester (GeoSpace)
Ron Agtersloot (Agtersloot Hydraulisch Advies)

Type bestand	
ArcInfo coverages voor gebruik met de maatregelenmixer in Baseline. Meegeleverde bestanden:	
	Originele shapefiles (data/shapefiles)
X	Gebruikte bronbestanden (data/source)
	Aanvulling voor ruw.karak (waqua)

Karakteristieken en toepassingseisen		
Maatregel is gebaseerd op:	beno13_5-v2	
Ingemixte maatregelen:	N.v.t	
Gebruikt Baseline Protocol		Protocol 3
		Protocol 4
	X	Protocol 5
Vegetatiecodering		PKB
		Handboek stromingsweerstand
	X	Niet van toepassing
Geschikt voor conversie naar	X	WAQUA
		Delft3D
		Sobek

Dataset herkomst	
Grenzen	
normaall	X
oeverl	X
secties	X
wc_omtrek	Bepaald door de invoermodule Baseline.
winbed	X

Hooglijn	
bandijk	X
breukl	Er zijn meerdere breuklijnen gemodelleerd. 1) teenlijn van de kades zijn overgenomen als breuklijnen uit het ontwerp. Eerst is generalise toegepast (tolerantie van 0,1m) om het aantal nodes op de teenlijnen te verminderen. Doel was het bodemhoogtemodel zo min mogelijk te verstoren. Daarom zijn de kruinhoogtes bepaald met surface-spot op basis van de referentie. 2) aansluitingen van slootjes ed. op de teenlijn van de kade
hverschil	Er is een klein stukje hoogteverschillijn aangemaakt, om de teenlijn van de kade te laten aansluiten op de hverschil langs de oever.
kade	In het ontwerp bestond de kade uit twee parallele lijnen, met meestal onderlinge afstand 4,5 m. De gemodelleerde kade ligt tussen deze twee lijnen in, ofwel met parallel copy (met 2,25 m) ofwel handmatig. Dijkvak 1: Ten zuiden van Grubbevorst is stuk kade met kruinhoogte 18.65 m+NAP toegevoegd. Dijkvak 2: Is damwand met kruinhoogte 18,36+NAP parallele aan Maas. Dijkvakken 3 t/m 9: Onderdeel van dijkkring 67. Nieuw trace is met kruinhoogte 18,56 m+NAP opgenomen en loopt ongeveer gelijk aan trace uit referentie, behalve net ten noorden van Grubbevorst waar het nieuwe kade-trace haaks op Maas richting damwand (dijkvak 2) toeloopt. Dijkvak 10: Kruinhoogte 18,36+NAP. Haaks op dijkvakken 3 t/m 9 zijn twee wegen, die over de kruin van kade 1 lopen, als kades gemodelleerd. De teenhoogtes van de kades zijn bepaald met de Hoogtelijnmodule 2.1, op basis van het TIN uit de referentie en de toegevoegde breuklijnen als teenlijn.
krib	X

Hoogpunt	
oeverhgt	X
plashgt	X
winbedhgt	Winterbedhoogtepunten tussen kade en teenlijnen zijn uit de referentieschematisatie verwijderd.
zombedhgt	X

Meetpunt	
meetpunt	X
uitvloc	X

Oppwater	
plassen	X

Overig	
bronput	X
kunstwrk	X

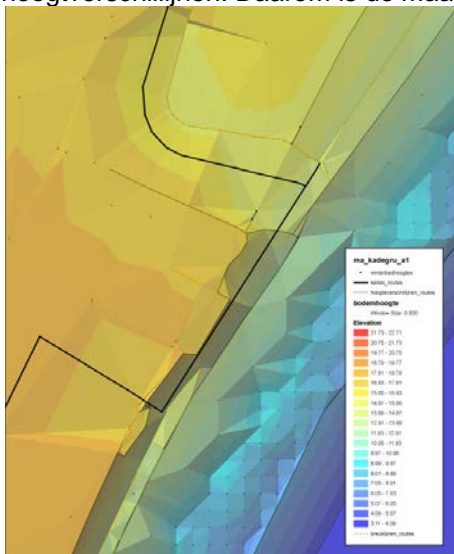
Rivgeom	
rivieras	X
rivierkm	X

Ruwheid	
bomen	X
ecoruw	X
ecotoop	X
heggen	X
hwatvrij_l	X
hwatvrij_v	X
lanen	X
zombed	X

Opmerkingen

De maatregelen en WAQUA schematisatie zijn in maart 2015 opgeleverd. In juni 2016 merkte Rijkswaterstaat op dat over twee transecten (1 en 10) de kruinhoogtes van de kades niet overeenkwamen met het DO. Er is toen ook een nieuw ontwerp (2) aangeleverd en een overzicht van de nieuwe hoogtes. De maatregel is aan de hand hiervan geactualiseerd.

De invoermodule 5.2.4 met ArcGIS 9.3 werkte niet goed bij het bepalen van teenhoogtes van kades en hoogverschillijnen. Daarom is de maatregel in Baseline 4 gemaakt en vervolgens geconverteerd naar 5.



De oude kade liep recht. De nieuwe kade maakt u-bocht. Met name aan de oever liggen hverschillijnen en breuklijnen die niet overeenkomen met de ligging van de nieuwe kade. Het gebruikte ontwerp was echter niet duidelijk genoeg om ook de hoogtelijnen aan te passen. Dit zou nog moeten gebeuren, als de nieuwe kade in het Baseline model wordt opgenomen.

Inwinningsdata

Bron:	Ontwerpschets 1: (../source/Grubbenvorst-3D-kruin-teen.dwg)	Inwinningsdatum:	2015/03/09
	Ontwerpschets 2: (../source/ACAD2010-Dijk_Grubbenvorst_DO_V4.0.dwg)	Inwinningsdatum:	2016/07/11
	Kruinhoogtes overzicht: (../source/Dijkvakken Grubbenvorst.pdf)	Inwinningsdatum:	2016/07/12

Leveringsdatum

12 juli 2016

Bijlage 3

Metainfo Baseline-maatregel *ma_kadelot_a3*

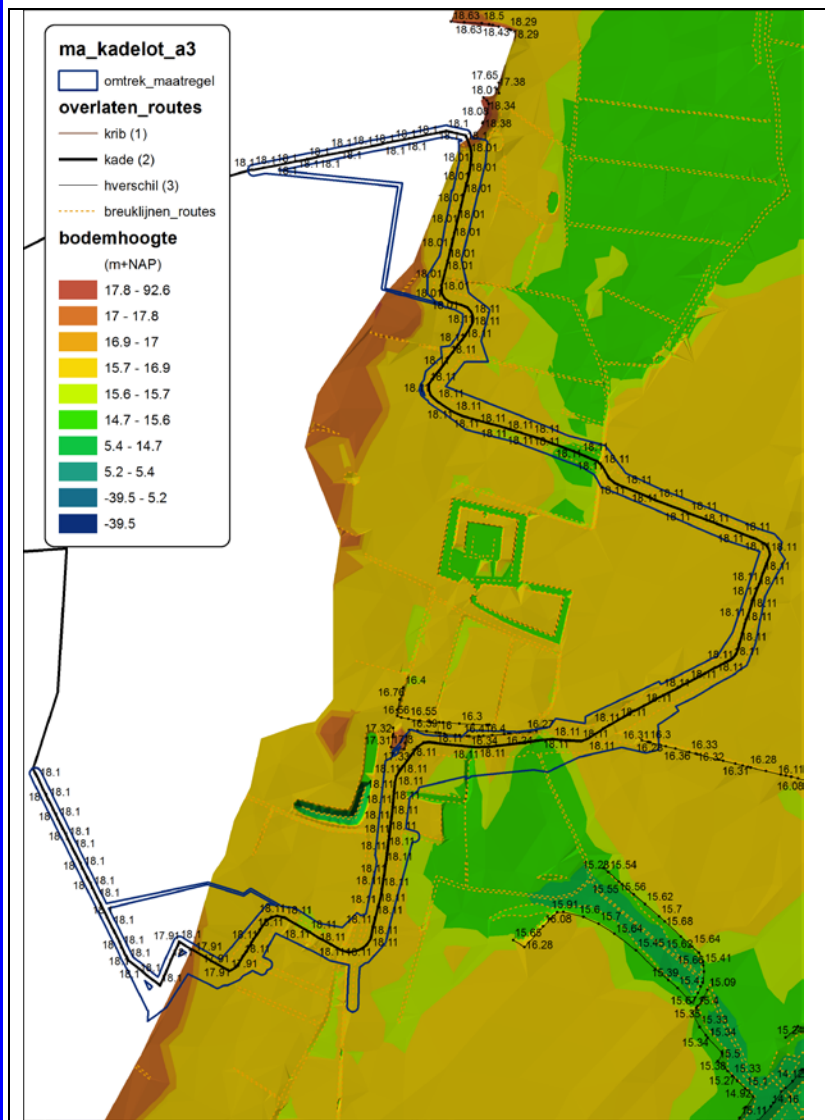
Metadata voor de maatregel: ma_kadelot_a3

Beschrijving van de dataset

Aanpassen van kade tracé bij Lotum op linkeroever Maas tussen rkm 118,3 en 119,2.

Samenvatting

Aanpassing van kade en teenlijn.



Doel van vervaardiging

Op basis van ontwerpschetsen is een Baseline model gemaakt, waarvan een WAQUA schematisatie is afgeleid waarmee een simulatie wordt uitgevoerd zodat de hydraulische effecten van de kade verlegging inzichtelijk worden.

Producent van de dataset

H. Bouwmeester (GeoSpace)

Inhoudelijk contactpersoon

H. Bouwmeester (GeoSpace)
Ron Agtersloot (Agtersloot Hydraulisch Advies)

Type bestand	
ArcInfo coverages voor gebruik met de maatregelenmixer in Baseline. Meegeleverde bestanden:	
	Originele shapefiles (data/shapefiles)
X	Gebruikte bronbestanden (data/source)
	Aanvulling voor ruw.karak (waqua)

Karakteristieken en toepassingseisen		
Maatregel is gebaseerd op:	Beno13_5-v2	
Ingemixte maatregelen:	N.v.t	
Gebruikt Baseline Protocol		Protocol 3
		Protocol 4
	x	Protocol 5
Vegetatiecodering		PKB
		Handboek stromingsweerstand
	X	Niet van toepassing
Geschikt voor conversie naar	X	WAQUA
		Delft3D
		Sobek

Dataset herkomst	
Grenzen	
normaall	X
oeverl	X
secties	X
wc_omtrek	Bepaald door de invoermodule Baseline.
winbed	X

Hooglijn	
bandijk	X
breukl	Er zijn meerdere breuklijnen gemodelleerd. 1) teenlijn van de kades zijn overgenomen als breuklijnen uit het ontwerp. Eerst is generalise toegepast (tolerantie van 0,1m) om het aantal nodes op de teenlijnen te verminderen. Doel was het bodemhoogtemodel zo min mogelijk te verstoren. Daarom zijn de kruinhoogtes bepaald met surface-spot op basis van de referentie. 2) aansluitingen van slootjes ed. op de teenlijn van de kade
hverschil	X
kade	Over een lengte van 1900m is de kade aangepast. In het ontwerp bestond de kade uit twee parallele lijnen, met meestal onderlinge afstand 4,5 m. De gemodelleerde kade ligt tussen deze twee lijnen in, ofwel met parallel copy (met 2,25 m) ofwel handmatig. Dijkvak 1 heeft een kruinhoogte van 17,91m+NAP. Dijkvakken 2 t/m 9 een kruinhoogte van 18,11m+NAP. Dijkvak 10 een kruinhoogte van 18,01m+NAP. De teenhoogtes van de kades zijn bepaald met de Hoogtelijnmodule 2.1, op basis van het TIN uit de referentie en de toegevoegde breuklijnen als teenlijn.
krib	X

Hoogpunt	
oeverhgt	X
plashgt	X
winbedhgt	Winterbedhoogtepunten tussen kade en teenlijnen zijn uit de referentieschematisatie verwijderd.
zombedhgt	X

Meetpunt	
meetpunt	X
uitvloc	X

Oppwater	
plassen	X

Overig	
bronput	X
kunstwrk	X

Rivgeom	
rivieras	X
rivierkm	X

Ruwheid	
bomen	X

ecoruw	X
ecotoop	X
heggen	X
hwatvrij_l	X
hwatvrij_v	X
lanen	X
zombed	X

Opmerkingen

De maatregelen en WAQUA schematisatie zijn in maart 2015 opgeleverd. In juni 2016 merkte Rijkswaterstaat op dat over twee transecten (1 en 10) de kruinhoogtes van de kades niet overeenkwamen met het DO. Er is toen ook een nieuw ontwerp (2) aangeleverd en een overzicht van de nieuwe hoogtes. De maatregel is aan de hand hiervan geactualiseerd.

De invoermodule 5.2.4 met ArcGIS 9.3 werkte niet goed bij het bepalen van teenhoogtes van kades en hoogtverschillen. Daarom is de maatregel in Baseline 4 gemaakt en vervolgens geconverteerd naar 5.

Inwinningsdata

Bron:	Ontwerpschets 1: (source\Lottum-3D-kruin-teen.dwg)	Inwinningsdatum:	2015/03/09
	Ontwerpschets 2: (../source/ACAD2010-Dijk_lottum_DO_V4.0.dwg)	Inwinningsdatum:	2016/07/11
	Dijkvakken overzicht: (../source/Dijkvakken Lottum.pdf)	Inwinningsdatum:	2016/07/11

Leveringsdatum

12 juli 216