

Notitie

Aan : Waterschap Peel en Maasvallei
Van : Tjeerd Driessen, Marcel van den Berg
Datum : 7 april 2015
Kopie : George Peters
Onze referentie : 9X4447/N/904200/Nijm

Betreft : Aanvulling op rivierkundige beoordeling

INTRODUCTIE

Waterschap Peel en Maasvallei voert als onderdeel van de Maaswerken het project prioritaire dijkversterking Maas uit. Voor verschillende locaties langs de Maas worden dijkversterkingen uitgevoerd. Deze notitie beschrijft de rivierkundige beoordeling van het definitief ontwerp van Dijkkring Mook (DR54). Ook beschrijft deze notitie de wijzigingen van het definitief ontwerp van Dijkringen Afferden (DR56) en Bergen (DR59) ten opzichte van de voorkeursvarianten. Voor deze laatste twee dijkkringen zijn de voorkeursvarianten namelijk reeds rivierkundig beoordeeld. Deze beoordeling is omschreven in notitie (Ref: 9X4447/N006/904200/Nijm) van 31 januari 2014. De rivierkundige effecten van de wijzigingen in het definitief ontwerp van Dijkringen Afferden en Bergen zijn met expert judgement beoordeeld.

MOOK

1. Uitgangspunten

De rivierkundige beoordeling die is uitgevoerd voor Dijkkring Mook wordt in deze notitie omschreven. Met RWS Zuid- Nederland (ref: Jan Bremer, 6-1-2015) is afgesproken dat alle situaties in dijkkring Mook beoordeeld mogen worden met expert judgement, omdat de ingrepen te kleinschalig zijn en vrijwel niet goed te beoordelen zijn met het huidige rekenrooster. Een uitzondering is de ingreep bij de Bloemenstraat nabij Milsbeek. Deze ingreep moet beoordeeld worden met een rivierkundige WAQUA berekening. Hiervoor worden de volgende uitgangspunten gebruikt, zoals in overleg met RWS Zuid-Nederland (ref: Jan Bremer, 22-01-2014) is vastgesteld:

- Het Rivierkundig Beoordelingskader 2.01 (zie Appendix A) is gebruikt voor de beoordeling van de twee voorkeursvarianten van projectgebied Mook.
- Voor de schematisatie is gebruik gemaakt van Baseline versie 4.03. Voor het hydraulisch rekenmodel is WAQUA gebruikt met versie Simona 2006_01;
- Het gehanteerde Baseline 4 referentiemodel is: 'KRW3_01'. Deze schematisatie beslaat de gehele Nederlandse Maas. Het model is aangeleverd door RWS Zuid-Nederland (Ed Lemaire, donderdag 18 december 2014).
- Het gebruikte rekenrooster betreft: 'Maaskm140_165.rgf'. Dit rooster hoort bij het deelgebied maaskilometers 140 en 165.
- De aspecten 'Hinder of schade' en 'Bodemligging en morfologie' zijn kwalitatief beschreven.

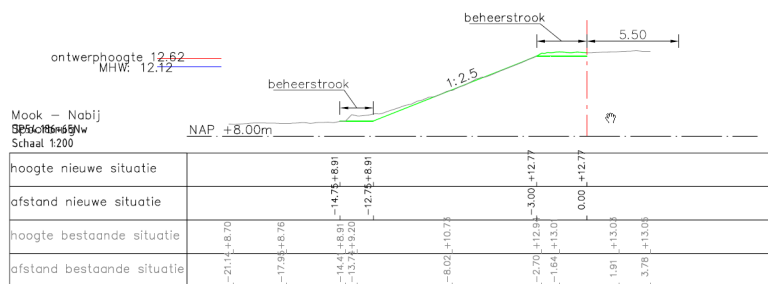
Verder wordt gebruik gemaakt van het toetsingskader hoe Rijkswaterstaat kijkt naar de rivierkundige effecten. In dit document (Ref: 'Dijkaanleg of kadeaanleg door de waterbeheerder 27012014 waterschap.doc) staat onder meer dat bij sluitstukkaden geldt dat er in de as van de rivier een eventuele waterstandsverhoging beperkt moet blijven tot 1 cm.

2. Ontwerputgangspunten dijkversterking Dijkkring 54 Mook

De dijkversterking bij Mook kan in verschillende trajecten worden opgedeeld. Per traject wordt hieronder ingegaan op de rivierkundige consequenties van de ingrepen. In de meeste gevallen komt de situatie in de Baseline referentie schematisatie niet goed overeen met de werkelijke situatie en is het rekenrooster te grof voor de daadwerkelijke ingreep. Hierdoor is het niet goed mogelijk de ontwerpsituatie rivierkundig te toetsen met WAQUA. In dat geval is er voor gekozen om door middel van expert judgement de rivierkundige effecten te beoordelen.

Bovenstreams brug Mook

Op dit traject wordt de dijk geherprofileerd waardoor de teenlijn niet of nauwelijks verplaatst, zie Figuur 1. In de referentie schematisatie ligt de teenlijn binnenwaarts van de werkelijke teenlijn. Door de nieuwe teenlijn in de schematisatie op te nemen zou als het ware een buitenwaartse verschuiving worden beoordeeld. Aangezien dit onrealistisch is, en omdat de verschuiving bovendien minimaal is, zal de nieuwe teenlijn niet worden opgenomen in de schematisatie. Hydraulisch gezien heeft de aanpassing niet of nauwelijks effect. Er wordt geen rivierkundig effect verwacht door de ingreep.



Figuur 1: Ontwerpdwarsprofiel traject brug Mook.

Keermuur Mook

Het zuidelijke deel van de keermuur bij Mook wordt circa 0,7 m naar buiten verplaatst, Het noordelijk deel wordt circa 0,7 m tot maximaal 2 m naar buiten verplaatst. Dit deel van de keermuur valt overigens buiten de referentie schematisatie. Het noordelijke deel zal dus geen hydraulische effecten hebben in de berekeningen.

In de uiteindelijke rivierkundige berekeningen komt de muur terecht op de rand van een roostercel van circa 10 m breed. Bij een buitenwaartse verplaatsing van circa 0,7 m zal de muur naar alle waarschijnlijkheid op de rand van de betreffende roosterzellen blijven liggen. In overleg met RWS Zuid-Nederland is besloten deze aanpassing niet door te rekenen met WAQUA. Hydraulisch gezien heeft de aanpassing niet of nauwelijks effect. Er wordt geen rivierkundig effect verwacht door de ingreep.

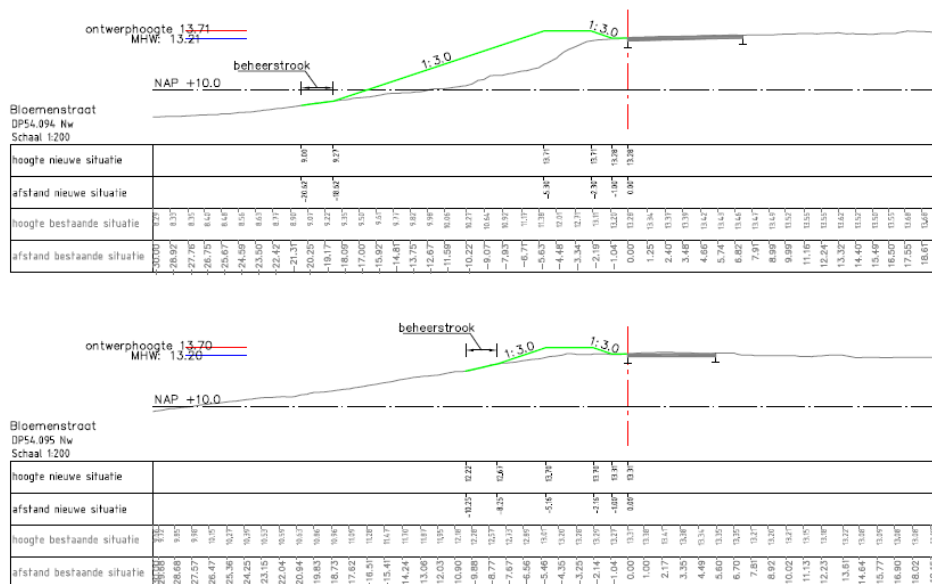
Kanaalweg (monding Mookerplas)

De aanpassing aan de Kanaalweg valt buiten de schematisatie en betreft een aanpassing aan de binnenzijde. Deze aanpassing is niet mee te nemen in Baseline en heeft hydraulisch geen invloed. Dit traject is daarom in overleg met RWS Zuid Nederland buiten beschouwing gelaten.

Bloemenstraat nabij Milsbeek

Op dit gedeelte van het traject wordt de kruin van de dijk verhoogd en het talud aangevuld, zie Figuur 2. De situatie in de referentie schematisatie komt niet goed overeen met situatie o.b.v. AHN2 in het westelijk deel van dit traject. De ligging en hoogte van de kruin komt niet overeen met de werkelijke situatie. Omdat de kade voorkomt dat bij hoogwater het achterliggende gebied overstroomt heeft de verhoging van de kruin potentieel hydraulische effecten.

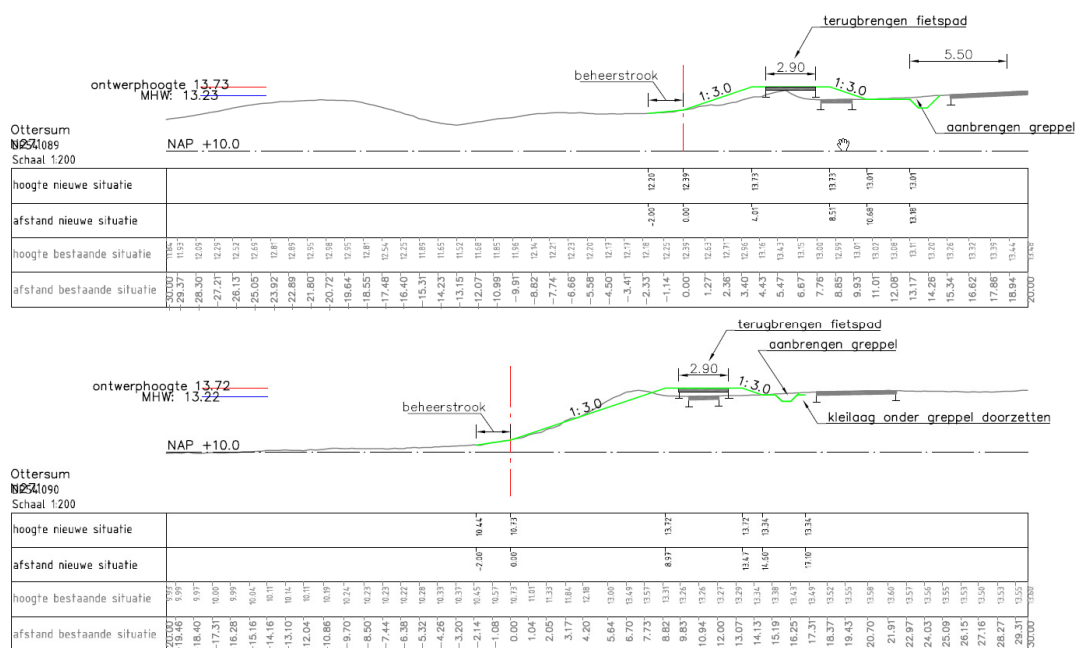
In overleg met RWS Zuid Nederland is daarom besloten om de referentie schematisatie aan te passen door een kade toe te voegen ter plaatse van de werkelijke kruin en deze de huidige hoogte op basis van AHN2 toe te kennen. Indien in de nieuwe referentie de kade overstroomt, moet het rivierkundig effect van de ingreep bepaald worden door deze kade verder op te hogen naar de ontwerphoogte en te vergelijken met de nieuwe referentie.



Figuur 2: Dwarsprofielen traject Bloemenstraat.

Rijksweg Milsbeek

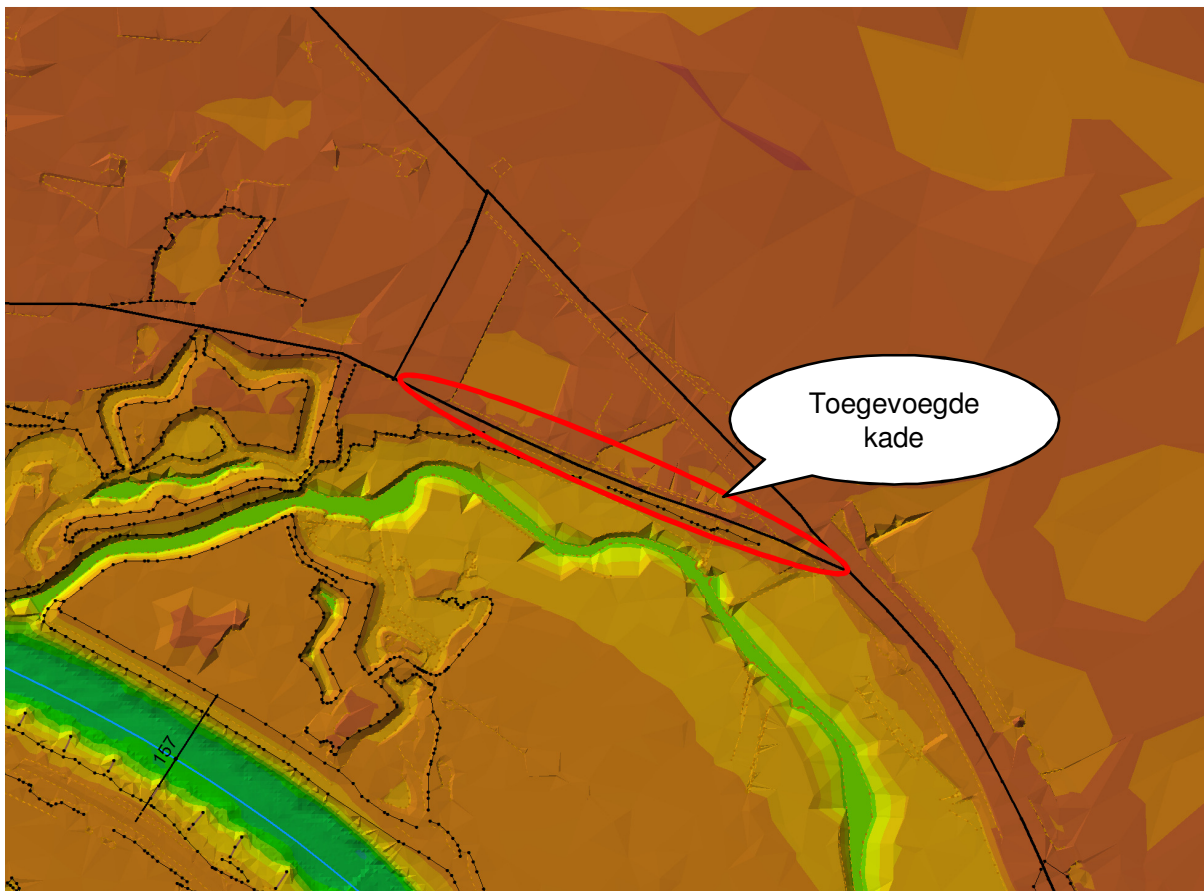
Op dit traject wordt de kruinhoogte nauwelijks aangepast, zie Figuur 3. Het talud wordt daarnaast aangevuld / gestroomlijnd. De situatie in de referentie schematisatie komt niet overeen met situatie o.b.v. AHN2. Het ontwerp heeft naar verwachting weinig tot geen effect, omdat de aanpassing beperkt is en het gebied stroomluw is (stroomsnelheid <0,1 m/s). In overleg met RWS Zuid-Nederland is besloten deze aanpassing niet door te rekenen met WAQUA. Hydraulisch gezien heeft de aanpassing niet of nauwelijks effect. Er wordt geen rivierkundig effect verwacht door de ingreep.



Figuur 3: Dwaarsprofielen traject Rijksweg.

Kleefseweg N291 (tot aan Ven Zelderheide)

Op dit traject wordt de kruinhoogte nauwelijks aangepast, zie Figuur 4. Er is momenteel geen hoogtelijn aanwezig in referentie schematisatie die de kruinhoogte van de Kleefseweg weergeeft. De situatie in de referentie schematisatie komt niet overeen met de werkelijke situatie. Het ontwerp heeft naar verwachting weinig tot geen effect, omdat de aanpassing beperkt is en het gebied stroomluis (stroomsnelheid < 0,03 m/s). Het deel nabij Ven Zelderheide valt in zijn geheel buiten de schematisatie. In overleg met RWS Zuid-Nederland is besloten deze aanpassing niet door te rekenen met WAQUA. Hydraulisch gezien heeft de aanpassing niet of nauwelijks effect. Er wordt geen rivierkundig effect verwacht door de ingreep.



Figuur 5: Bodemhoogte en kades nabij Bloemstraat, Mook

Variant DO

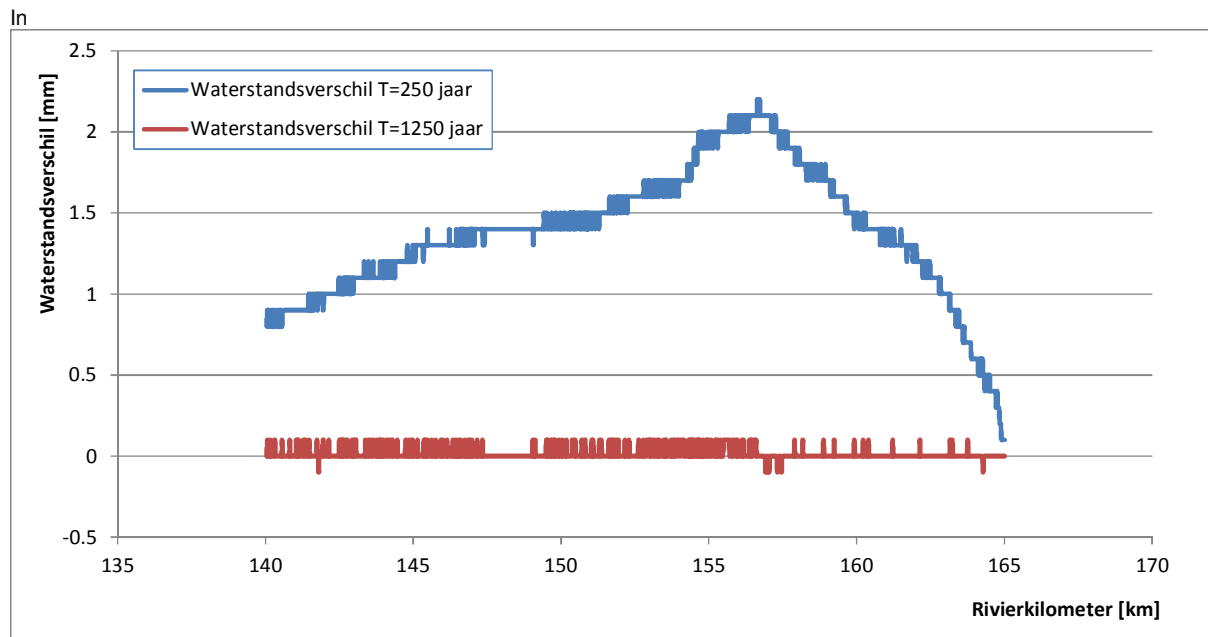
Het DO betreft alleen wijzigingen aan de kruinhoogte van de kade nabij de bloemstraat. De verhoogde kade wordt toegevoegd aan de referentie schematisatie door middel van maatregel ma_bloem_a2. Deze is gelijk aan maatregel ma_bloem_a1 met als enige verschil de kade hoogte. De kade bij de Bloemenstraat wordt door de maatregel verhoogd van circa NAP +13,40m naar circa NAP+13,70m. De variant van het DO heet vervolgens KRW3_bloem_a2.

4. Rivierkundige beoordeling

De rivierkundige berekeningen zijn voor twee afvoeren uitgevoerd behorend bij een terugkeertijd van 250 en 1250 jaar. RWS Zuid –Nederland heeft voor beide afvoeren een WAQUA deelmodel aangeleverd voor het deelgebied tussen rivierkilometer 140 en 165. De berekeningen zijn stationair uitgevoerd. In totaal zijn voor deze beoordeling dus 4 berekeningen gedaan: 2 afvoeren voor de referentie 'KRW3_bloem_a1' en 2 afvoeren voor de variant 'KRW3_bloem_a2'.

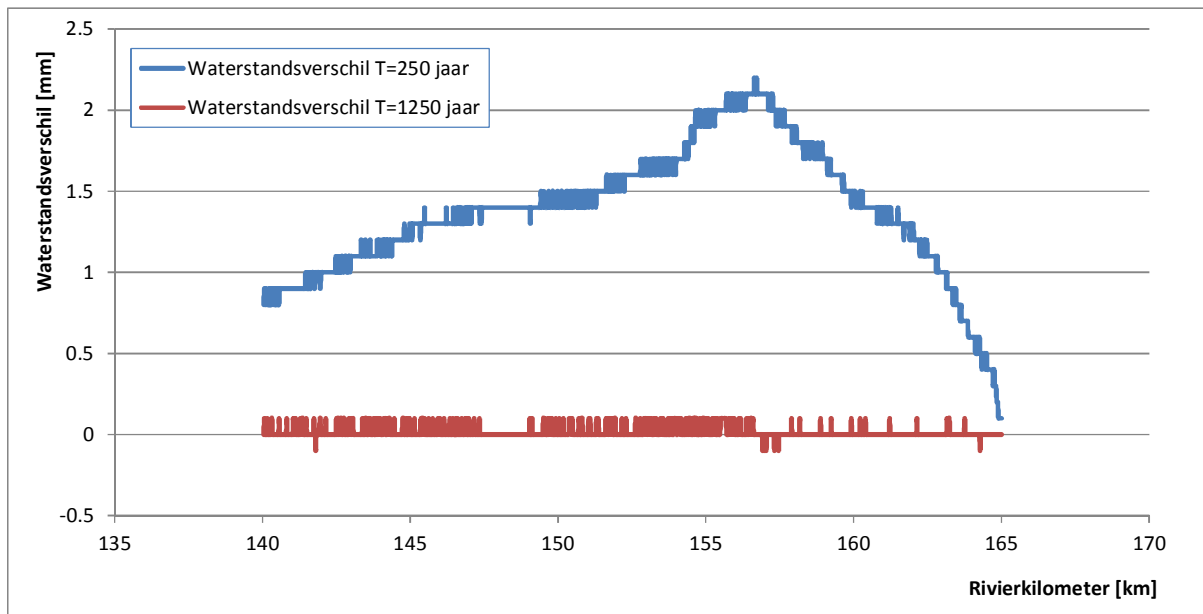
Voor de beoordeling van het aspect 'Hydraulische effecten' zijn berekeningen uitgevoerd bij een maatgevende, constante afvoer bij de instroomrand op rkm 140.03 van 3360 m³/s (terugkeertijd van 250 jaar) en 3744 m³/s (terugkeertijd van 1250 jaar). Voor de bepaling van effecten op de aspecten 'Hinder of schade' en 'Bodemligging en morfologie' is een kwalitatieve beoordeling gegeven.

Waterstandseffect bij MHW in de as van de rivier



Figuur 6 is het waterstandsverschil per berekening weergegeven per 20 meter afstand op de as van de rivier als gevolg van de maatregel *ma_bloem_a2*. Voor de berekening met een terugkeertijd van 1250 zijn de waterstandsverschillen minimaal (<0,1mm). Dit komt omdat bij deze waterstand zowel de huidige kering als de verhoogde kering overstroomt. Bij een terugkeertijd van 250 jaar zijn de waterstandsverschillen groter; maximaal verhoging van circa 2,2mm. In dit geval overstroomt de kade alleen in de referentie situatie, na ophoging overstroomt achterliggende gebied niet meer. Dit heeft dus ook invloed op de berekende waterstanden.

Het waterstandsverschil van de ingrepen is maximaal op rivierhectometer 156,7. Het effect op de bovenstroomse rand van het model is <1mm. Het is daarom naar verwachting niet nodig om dit effect in rekening te brengen voor bovenstrooms gelegen deelmodellen van de Maas.



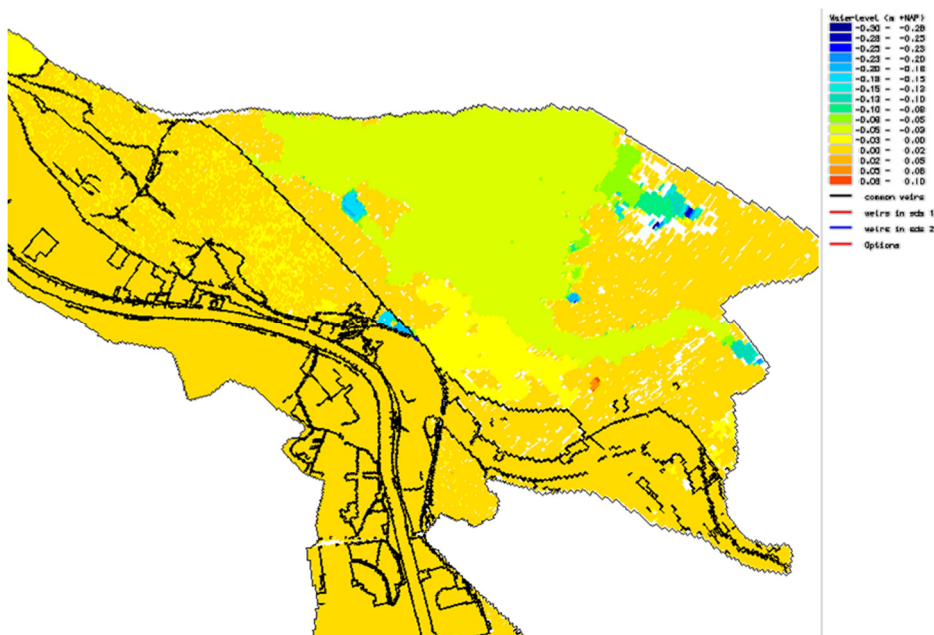
Figuur 6: Waterstandsverschillen bij twee MHW afvoeren op de as van de rivier.

Het DO van de versterking bij Mook zorgt voor een beperkte opstuwing van maximaal 2,2mm in de rivieras. Dit is ruim binnen de toegestane van marge van 1 cm voor dit dijkversterkingsproject.

Waterstandseffect bij MHW buiten de as van de rivier

De 1/250 jaar waterstanden bij dijkkring Mook zijn ongeveer NAP+13,50m. De 1/1250 jaar waterstanden bij dijkkring Mook zijn ongeveer NAP+13,95m. De kade bij de Bloemenstraat wordt verhoogd van circa NAP+13,40m naar circa NAP+13,70m. Voor de berekeningen met een 1/250 jaar terugkeertijd worden dus de grootste effecten verwacht, in deze berekening overstroomt de kade in de variant niet en in de referentie wel.

Figuur 7 geeft het waterstandsverschil weer buiten de as van de rivier bij een afvoer van 1/250 jaar. Hierin is te zien dat de verhoging van de kade invloed heeft op de waterstanden in het achterliggende gebied. Deze worden over het algemeen lager, op een zeer lokale verhoging na. Figuur 8 geeft het waterstandsverschil weer buiten de as van de rivier bij een afvoer van 1/1250 jaar. De verschillen zijn minimaal (<2cm) ten opzichte van de referentie situatie.



Figuur 7: Waterstandsverschil dijkkring Mook bij een 1/250 jaar afvoer



Figuur 8: Waterstandsverschil dijkkring Mook bij een 1/1250 jaar afvoer.

Hinder of schade (Stroombeeld in uiterwaard)

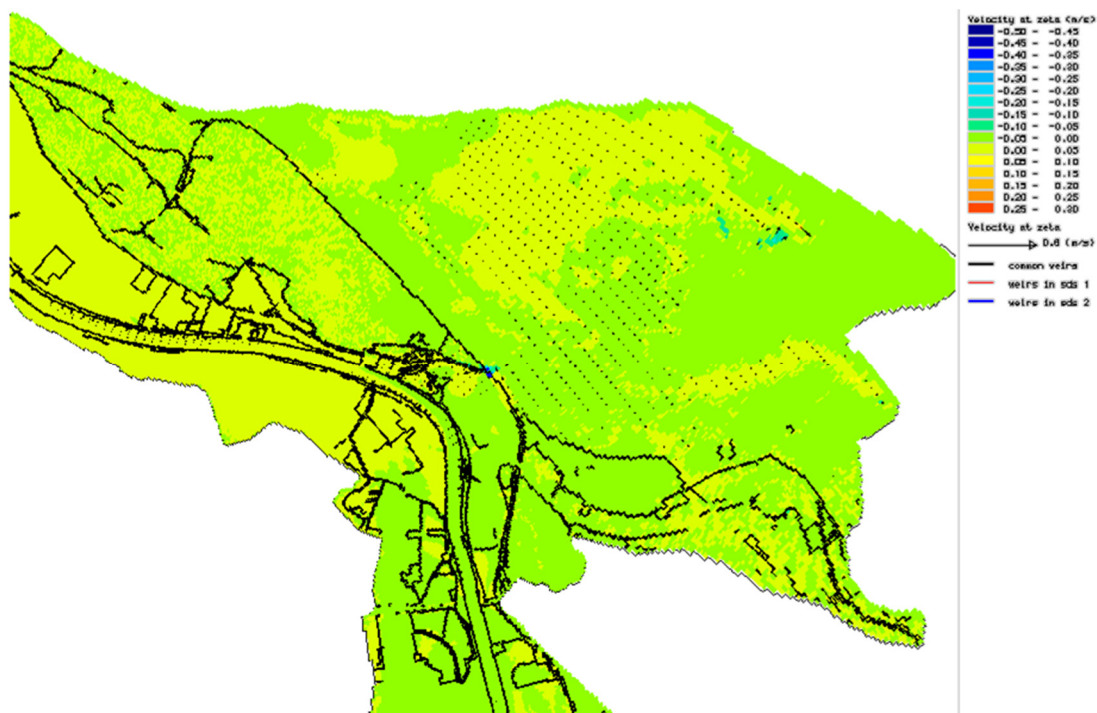
Er is geen sprake van aan- of aftakkingen van een nevengeul. Er is daarom geen toetsing van dwarsstroming uitgevoerd.

Voor de berekeningen met een terugkeertijd van 250 jaar geldt dat de verhoogde kade in de variant niet overstroomt en in de referentie wel. Voor een terugkeertijd van 1/1250 jaar overstroomt de kade in beide gevallen. Het stroombeeld in de uiterwaard verandert daarom bij een afvoer met een terugkeertijd van 1250 jaar dus nauwelijks, zoals is te zien in Figuur 9. De verschillen in de stroomsnelheid zijn vrijwel overal kleiner dan 1cm/s.

Bij de berekeningen met een terugkeertijd van 250 jaar zijn de verschillen groter, zie Figuur 10. De berekende stroomsnelheidsverschillen zijn alsnog kleiner dan 0,1 m/s. Dit leidt niet tot hinder of schade naar aanleiding van de ingreep.



Figuur 9: Stroomsnelheidsverschil tussen de variant en de referentie bij een 1/1250 jaar afvoer.



Figuur 10: Stroomsnelheidsverschil tussen de variant en de referentie bij een 1/250 jaar afvoer.

Bodemligging en morfologie

In zomerbed zijn de stroomsnelheidsverschillen altijd kleiner dan 0,01 m/s (zie ook Figuur 9 en Figuur 10). Er is een zeer lichte toename van stroomsnelheid berekend. De verwachting is dat er geen tot nauwelijks toename van erosie van het zomerbed zal optreden.

In het winterbed treden alleen bij hoge herhalingstijden zeer beperkte verschillen (van orde grootte centimeters) op in de stroomsnelheden. De verwachting is daarom dat dit geen effect zal hebben op erosie of aanzanding van het winterbed.

Afferden (DR56)

De rivierkundige notitie (Ref: 9X4447/N006/904200/Nijm) van 31 januari 2014 beschrijft de maatregel 'ma_ afferden_b1'. Hierin is een buitendijkse verlegging beschreven van 1 meter, evenals een zuidwaartse verplaatsing van 40 à 45 meter van een bestaande kade ten westen van Hengeland en ten zuiden van Hotel Auberge de Papenberg. In de rivierkundige beoordeling is het waterstandseffect op de rivieras onderzocht en is geconcludeerd dat de ingrepen géén effect op de waterstand in de rivieras hebben.

Locatie Hengeland

Definitief ontwerp

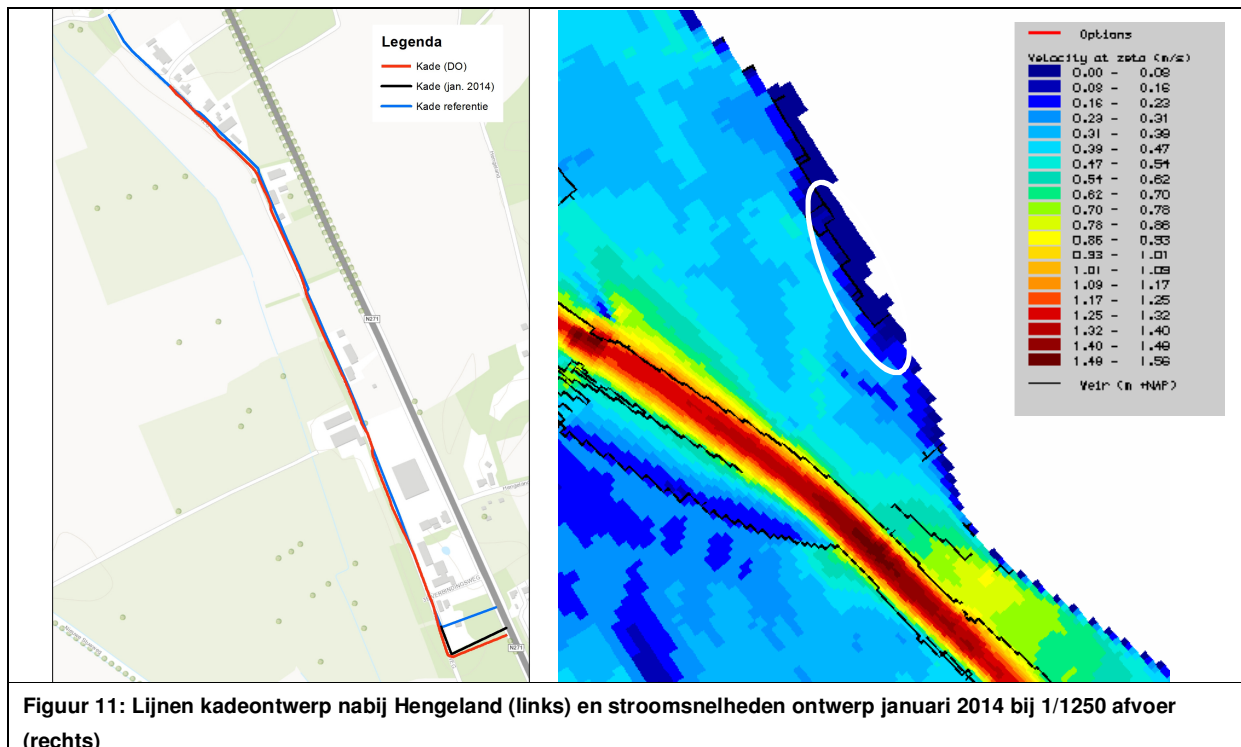
In onderstaande figuur 11 is de kadeliijn uit de referentiesituatie (KRW3_00) weergegeven met een blauwe lijn. De zuidwaartse verplaatsing van de kade is zichtbaar door de zwarte lijn. In het definitief ontwerp (DO) is de kade 6 tot 10 meter verder zuidwaarts verplaatst ten opzichte van de eerdere verplaatsing (zie rode lijn). De huidige kade die langs de Hengeland noordwaarts loopt, zal over een traject van 830 meter op sommige plekken buitenwaarts (in westelijk richting) verlegd worden tot maximaal 6 meter. De kade wordt tevens opgehoogd met 15 tot 70 cm.

Rivierkundig effect DO

De kadeverlegging zal naar verwachting géén tot erg weinig effect op de waterstand in de rivieras hebben, omdat de celbreedte lokaal 40 meter is. De aanpassing vindt dus plaats op subgrid niveau en werkt dus naar verwachting niet of nauwelijks door in de WAQUA schematisatie. Bovenstrooms bij de Veerweg is de doorstroombreedte het meest beperkt. Het gebied bij Hengeland bevindt zich verder in de luwe zijde benedenstrooms van de Veerweg. De stroomsnelheid langs de kade bij Hengeland is daardoor met 0 tot 0,2 m/s bij een 1/1250 afvoer relatief laag (zie figuur 11). Hierdoor zal het waterstandseffect gering zijn. In de rivierkundige beoordeling van januari 2014 gaf de zuidwaartse verplaatsing van 40 tot 45 meter geen effect. De verwachting is dat een verder zuidwaartse verplaatsing van de kade met 6 tot 10 meter ook geen effect zal geven.

Conclusie Hengeland

De conclusie wordt getrokken dat de aanpassingen bij Afferden in het DO ten opzichte van het eerdere ontwerp, dat rivierkundig is getoetst in januari 2014, beperkt zijn, dat géén tot zeer geringe toename van waterstandsopstuwung in de rivieras te verwachten is en dat een eventuele waterstandsopstuwung minder dan 1 cm zal bedragen.



Bergen (DR59)

De rivierkundige notitie (Ref: 9X4447/N006/904200/Nijm) van 31 januari 2014 beschrijft de maatregel 'ma_bergen_b1'. Hierin is onder andere sprake van een generieke kadeophoging, binnen- en buitendijkse verlegging, verwijderen van de coupure bij de Maasstraat en ophogen van vijf bestaande wegovertgangen. In de rivierkundige beoordeling van 2014 is het waterstandseffect op de rivieras onderzocht en is geconcludeerd dat de ingrepen bij een 1/250 en 1/1250 afvoer een maximale waterstandsverhoging hebben in de rivieras van respectievelijk 3,9 mm en 14,3 mm. In overleg tussen het Waterschap Peel en Maasvallei en RWS Zuid-Nederland (RWS-ZN) op 19 februari 2014 is gebleken dat de aangeleverde referentieschematisatie (KRW3_00) foutief is. De waakhoogte op de kades in deze schematisatie is 30 cm, terwijl dit 50 cm had moeten zijn. In een nieuwe berekening van RWS-ZN is gebleken dat de maximale waterstandsverhoging minder is en minder dan 1 cm.

Locatie Maasstraat (59b)

Definitief Ontwerp

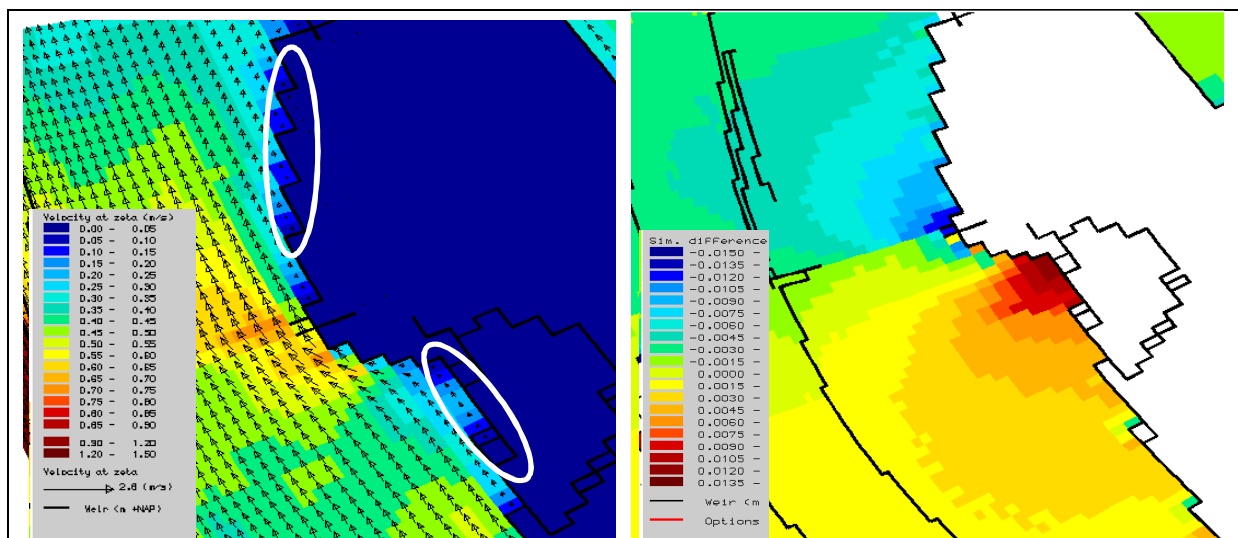
In onderstaande figuur 13 is de kadeliijn uit de referentiesituatie (KRW3_00) weergegeven met een blauwe lijn. In het eerdere ontwerp werd de coupure bij de Maasstraat verwijderd en was er sprake van een buitenwaartse verlegging (zie zwarte lijn). In het definitief ontwerp (DO) is de coupure nog steeds vervangen voor een wegovertgang, maar is er geen buitendijkse verlegging meer (zie rode lijn). Ten zuiden van de nieuwe wegovertgang is de kadeliijn in het DO tot aan de kruising van de Aijenseweg en de Krommen Dijk bijna overal met circa 6,5 meter verder naar buiten verlegd ten opzichte van het eerdere ontwerp. Dit komt doordat een tuimelkade aan de buitenzijde van de Aijenseweg wordt aangebracht en buiten de bestaande percelen gebleven moet worden. Ten noorden van de nieuwe wegovertgang tot aan de noordelijke zijde van de dijkkring is de kade in het definitief ontwerp 3 meter minder ver naar buiten gelegd dan in het ontwerp van januari 2015.

Rivierkundig effect

De aanpassing in het definitief ontwerp heeft naar verwachting een positief effect op het waterstandseffect in de rivieras. De teruglegging van de kade op de originele positie is een wijziging van 28 meter ten opzichte van het vorige ontwerp en verbetert de doorstroming ten opzichte van het eerdere ontwerp. De wijziging zal naar verwachting merkbaar zijn in een WAQUA-schematisatie, omdat de celbreedte ter plekke 23 meter is. In de eerdere beoordeling bleek bij een 1/250 afvoer dat deze locatie gevoelig is voor waterstandsofopstuwing (zie figuur 3). Wijzigingen op deze locatie hebben verder relatief snel effect op de rivieras, omdat de afstand tot het zomerbed maar 350 meter is en de wegovertgang haaks op de stroming staat. De wijzigingen bovenstrooms en benedenstrooms van de nieuwe wegovertgang zijn van kleinere orde grootte en vinden plaats op subgrid niveau. Tevens bevindt het noordelijke deel zich in de stroomluwe zijde van de wegovertgang en bevindt het zuidelijke deel zich in een stroomluw deel, omdat de kade op dit deel verder van het zomerbed afloopt (zie witte cirkels in figuur 12). Het effect hiervan is daarom naar verwachting nihil of erg klein. Indien enig effect op zou treden, dan hebben de veranderingen ten noorden en zuiden van de nieuwe wegovertgang respectievelijk een positief en negatief effect.

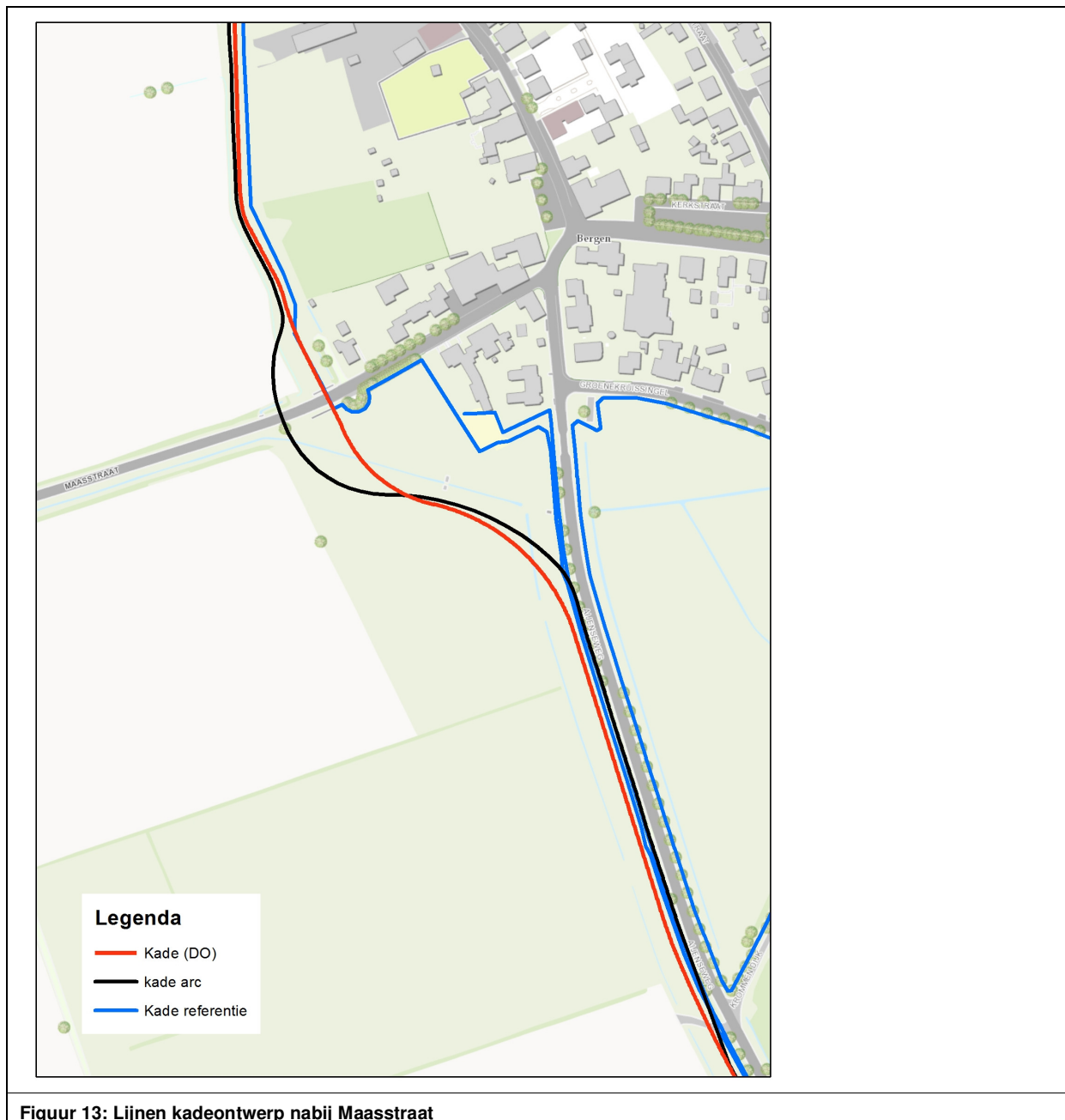
Conclusie Maasstraat

De conclusie wordt getrokken dat de aanpassing van de wegovertgang bij de Maasstraat in het DO van Bergen (DR59) ten opzichte van het eerdere ontwerp, dat rivierkundig is getoetst in januari 2014, voor een afname zorgt van de waterstandsofopstuwing in de rivieras. De rivierkundige effecten als gevolg van de nieuwe wegovertgang zijn hiermee zoveel mogelijk beperkt. Verder zijn de kleine wijzigingen ten noorden en zuiden van de wegovertgang dermate gering dat deze naar verwachting geen of zeer geringe waterstandseffecten veroorzaken in de rivieras.



Figuur 12: Stroomsnelheden (links) en waterstandsverschil¹ (rechts) nabij Maasstraat in ontwerp januari 2014 bij 1/250 afvoer

¹ Alle waterstandsverschilplaatjes voor Bergen zijn gemaakt ten opzichte van KRW3_00. Formeel is KRW3_01 de vigerende referentieschematisatie. Hierin is 50 cm waakhoogte meegenomen voor de kades in plaats van 30 cm. Dit kan mogelijk andere plaatjes opleveren en is vooral bij de 1/1250 afvoer van belang, omdat bij deze afvoer de kades overstromen. Dit heeft echter geen effect op de expert judgement.



Figuur 13: Lijnen kadeontwerp nabij Maasstraat

Locatie Kerkstraat (59d4)

Definitief Ontwerp

In onderstaande figuur 14 is de kadelijs uit de referentiesituatie (KRW3_00) weergegeven met een blauwe lijn. In het eerdere ontwerp werd een buitendijkse verlegging van de kade locatie voorzien (zie zwarte lijn). In het definitief ontwerp (DO) is de kade echter meer naar binnen verlegd ter hoogte van de wegovertgang (zie rode lijn). Deze binnendijkse verlegging loopt op tot 5,5 m ten opzichte van de referentie en is maximaal meer dan 12 meter ten opzichte van het eerdere ontwerp. Dit zorgt er voor dat de wegovertgang (die haaks op de stroming staat) ook voor minder obstructie zal zorgen in het DO.

Rivierkundig effect

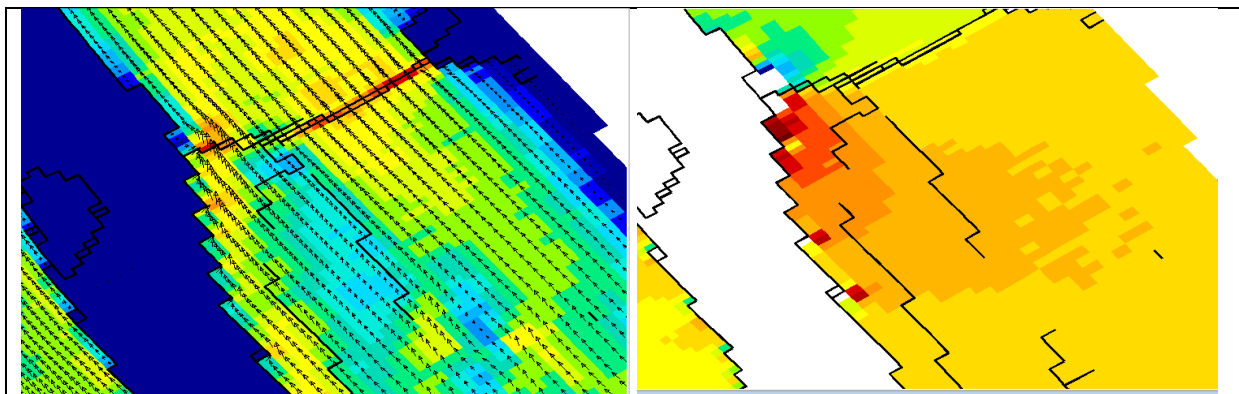
De aanpassing in het definitief ontwerp heeft naar verwachting een verlagend effect op de waterstand in de rivieras. De locatie is weliswaar niet dichtbij de rivieras, maar de eerdere buitendijkse verlegging inclusief wegovergang had een relatief groot effect op de waterstand (zie figuur 15). Dit kwam naar verwachting doordat de wegovergang haaks op de stroming staat en de stroomsnelheid meer dan 0,5 m/s is. Nu de verlegging van buitendijks naar binnendijks gaat, zal dit een waterstandsverlagend effect hebben en wordt de rivierkundige situatie voordeliger ten opzichte van het eerdere ontwerp.

Conclusie Kerkstraat

De conclusie wordt getrokken dat de binnenwaartse versterking van de kade bij de wegovergang van de Kerkstraat in het DO van Bergen (DR59) ten opzichte van het eerdere ontwerp, dat rivierkundig is getoetst in januari 2014, voor een kleine afname zorgt van de waterstandsopstuwung in de rivieras.



Figuur 14: Lijnen kadeontwerp Kerkstraat



Figuur 15: Stroomsnelheden (links) en waterstandsverschil² (rechts) nabij Kerkstraat in ontwerp januari 2014 bij 1/250 afvoer

Locatie historische tuin (59d7)

Definitief Ontwerp

In onderstaande figuur 16 is de kadelijns uit de referentiesituatie (KRW3_00) weergegeven met een blauwe lijn. In het eerdere ontwerp werd geen wijziging van de kade locatie voorzien (zie zwarte lijn). In het definitief ontwerp (DO) is de kade echter naar buiten verlegd (zie rode lijn), omdat er een historische tuin aanwezig is die een monumentale status heeft. Zodoende is binnendijks versterken hier geen optie. Aan de noordzijde van de tuin zal de kade over een lengte van circa 50 meter met 3 tot 4 meter naar buiten verlegd worden. Aan de oostzijde van de tuin zal over een traject van circa 125 meter de kade naar buiten worden verlegd tot maximaal 8,3 meter ter hoogte van de wegoevergang van de Aijerdijk.

Rivierkundig effect

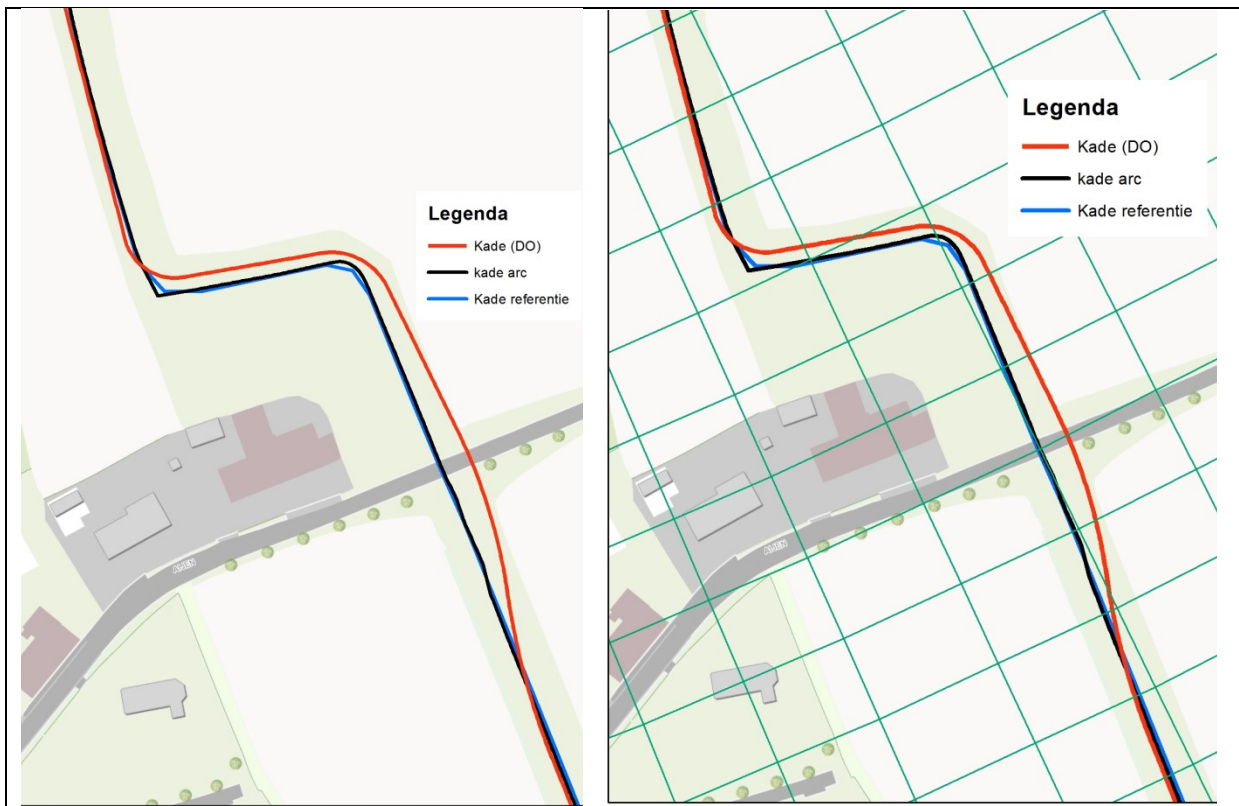
De aanpassing in het definitief ontwerp aan de noordzijde van de tuin heeft naar verwachting geen effect op het waterstandseffect in de rivieras. De locatie is in een stroomluwe locatie met geen stroomsnelheid en wordt niet aangestroomd (zie witte cirkel in figuur 17).

Het traject aan de oostzijde zal naar verwachting geen tot erg weinig invloed hebben, omdat de buitenwaartse verplaatsing tot maximaal 8,3 meter een wijziging op subgridsniveau is. Het is niet aannemelijk dat de vertaling van de kade op het WAQUA rooster anders zal zijn. Indien er wel enig invloed is van deze verandering dan zal het effect op de rivieras zeer minimaal zijn, omdat de ontwerp wijziging aan de oostelijke zijde van de dijkkring zit en niet aan de westelijke zijde waar de rivieras loopt.

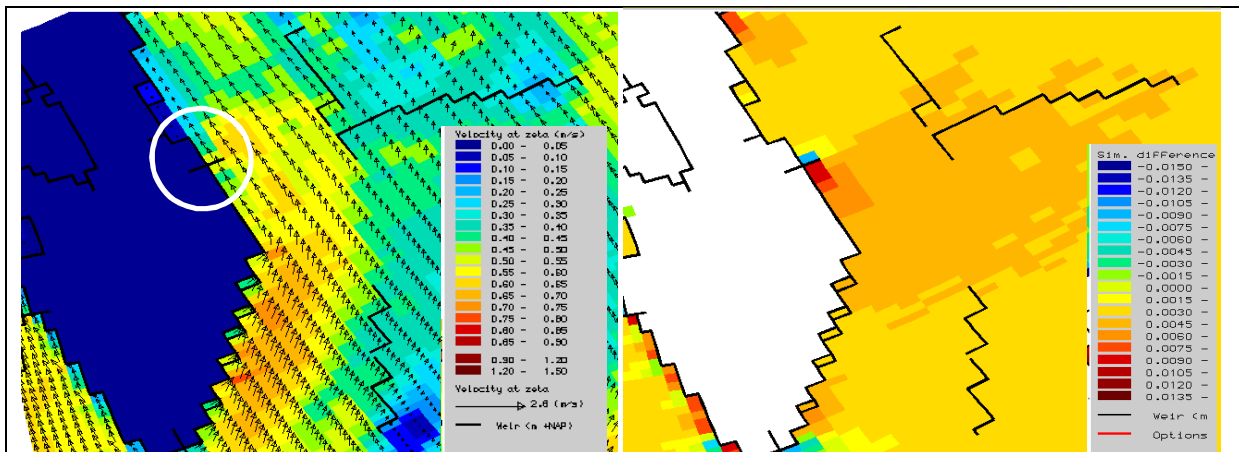
Conclusie historische tuin

De conclusie wordt getrokken dat de buitenwaartse versterking van de kade bij de historische tuin in het DO van Bergen (DR59) ten opzichte van het eerdere ontwerp, dat rivierkundig is getoetst in januari 2014, voor géén tot zeer geringe toename zorgt van de waterstandsopstuwings in de rivieras.

² Alle waterstandsverschilplaatjes voor Bergen zijn gemaakt ten opzichte van KRW3_00. Formeel is KRW3_01 de vigerende referentieschematisatie. Hierin is 50 cm waakhoogte meegenomen voor de kades in plaats van 30 cm. Dit kan mogelijk andere plaatjes opleveren en is vooral bij de 1/1250 afvoer van belang, omdat bij deze afvoer de kades overstromen. Dit heeft echter geen effect op de expert judgement.



Figuur 16: Lijnen kadeontwerp nabij Maasstraat zonder (links) en met (rechts) WAQUA rooster



Figuur 17: Stroomsnelheden (links) en waterstandsverschil (rechts) nabij historische tuin in ontwerp januari 2014 bij 1/250 afvoer

Locatie Kampweg (59d9)

Definitief Ontwerp

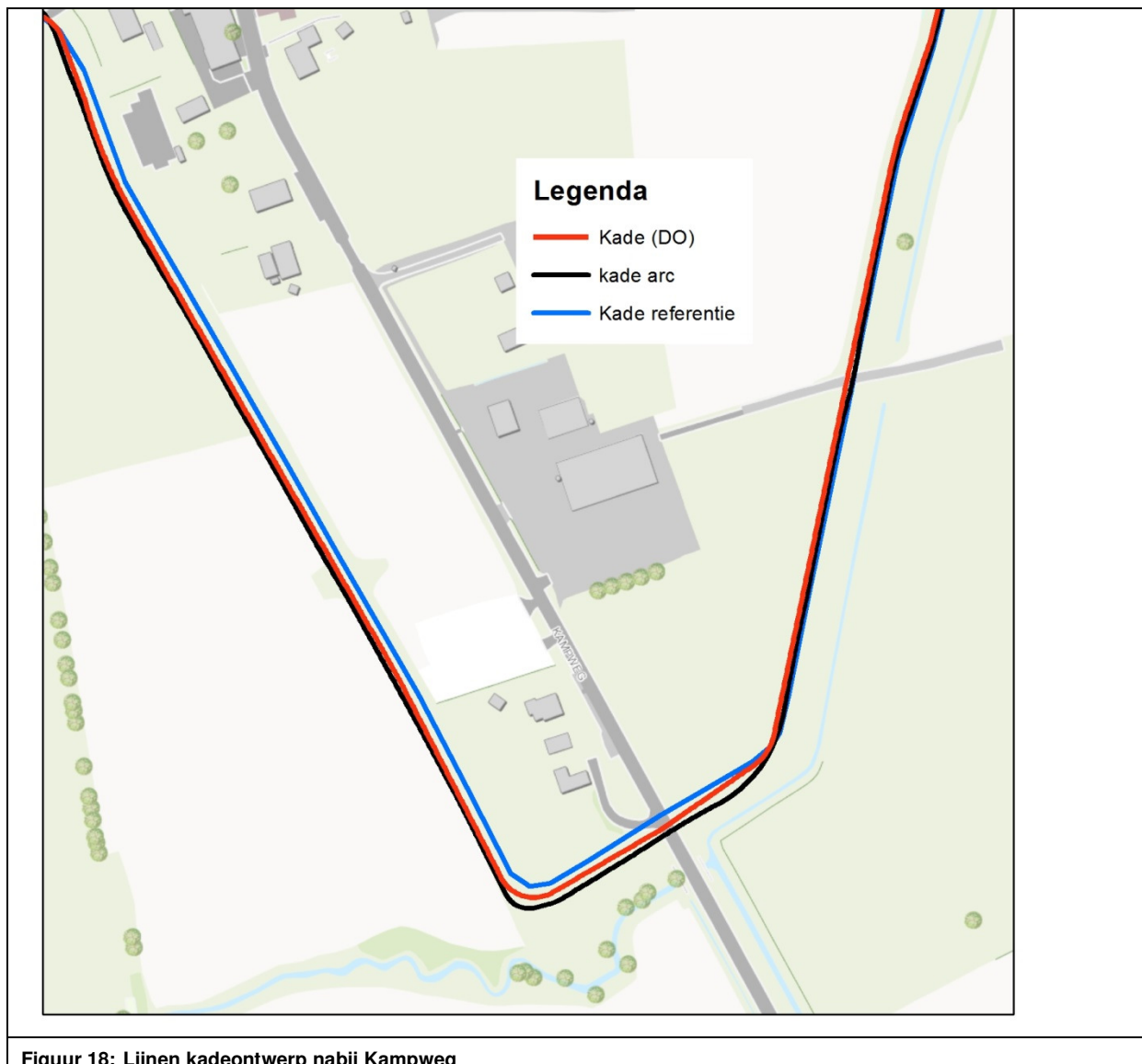
In onderstaande figuur 18 is de kadeliijn uit de referentiesituatie (KRW3_00) weergegeven met een blauwe lijn. In het eerdere ontwerp werd een buitendijkse versterking de kade locatie voorzien (zie zwarte lijn). In het definitief ontwerp (DO) is de kade echter 3 tot 4,5 meter minder ver naar buiten verlegd (zie rode lijn).

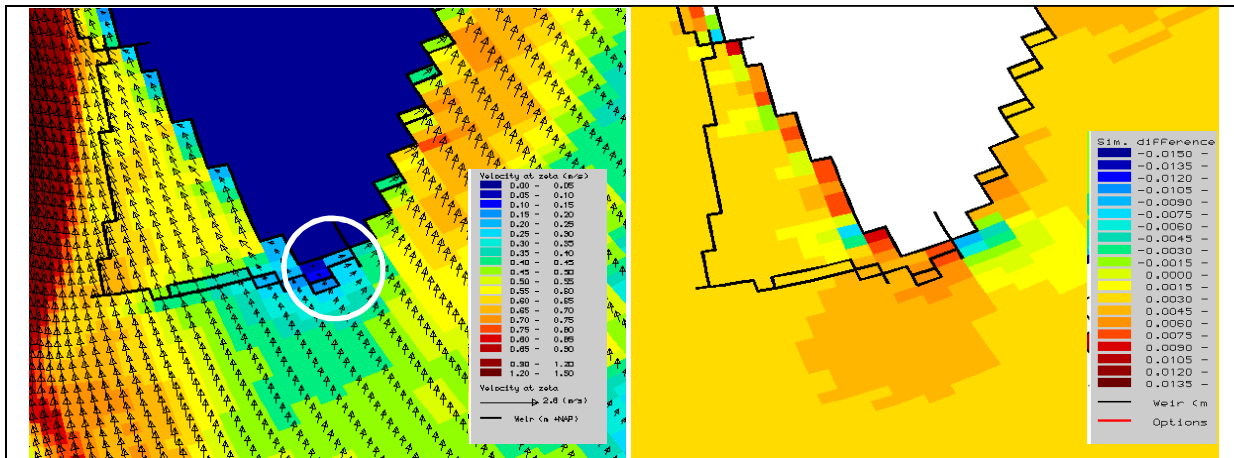
Rivierkundig effect

Het rivierkundig effect van de buitendijkse versterking en de wegovergang van de Kampweg conform het ontwerp in januari 2014 is zichtbaar in figuur 19. In het definitief ontwerp is de kade 9minder ver naar buiten verlegd en zal de wegovergang ook minder ver naar buiten verlegd worden. Logischerwijs zal het waterstandsverschil lokaal (en op de rivieras) minder groot zijn. Enig verschil zal naar verwachting niet zichtbaar zijn in WAQUA, omdat de wijziging op subgrid niveau aanwezig is. Indien er wel enig invloed is van deze verandering dan zal het effect op de rivieras beperkt zijn en ook in positieve richting zijn.

Conclusie Kampweg

De conclusie wordt getrokken dat de buitenwaartse versterking van de kade bij de Kampweg in het DO van Bergen (DR59) ten opzichte van het eerdere ontwerp, dat rivierkundig is getoetst in januari 2014, voor géén tot zeer geringe afname zorgt van de waterstandopstuwing in de rivieras.





Figuur 19: Stroomsnelheden (links) en waterstandsverschil t.o.v. KRW3_00 (rechts) nabij Kampweg in ontwerp januari 2014 bij 1/250 afvoer

Locatie Evenemententerrein Aaijen (59e1 en 59e2)

Definitief Ontwerp

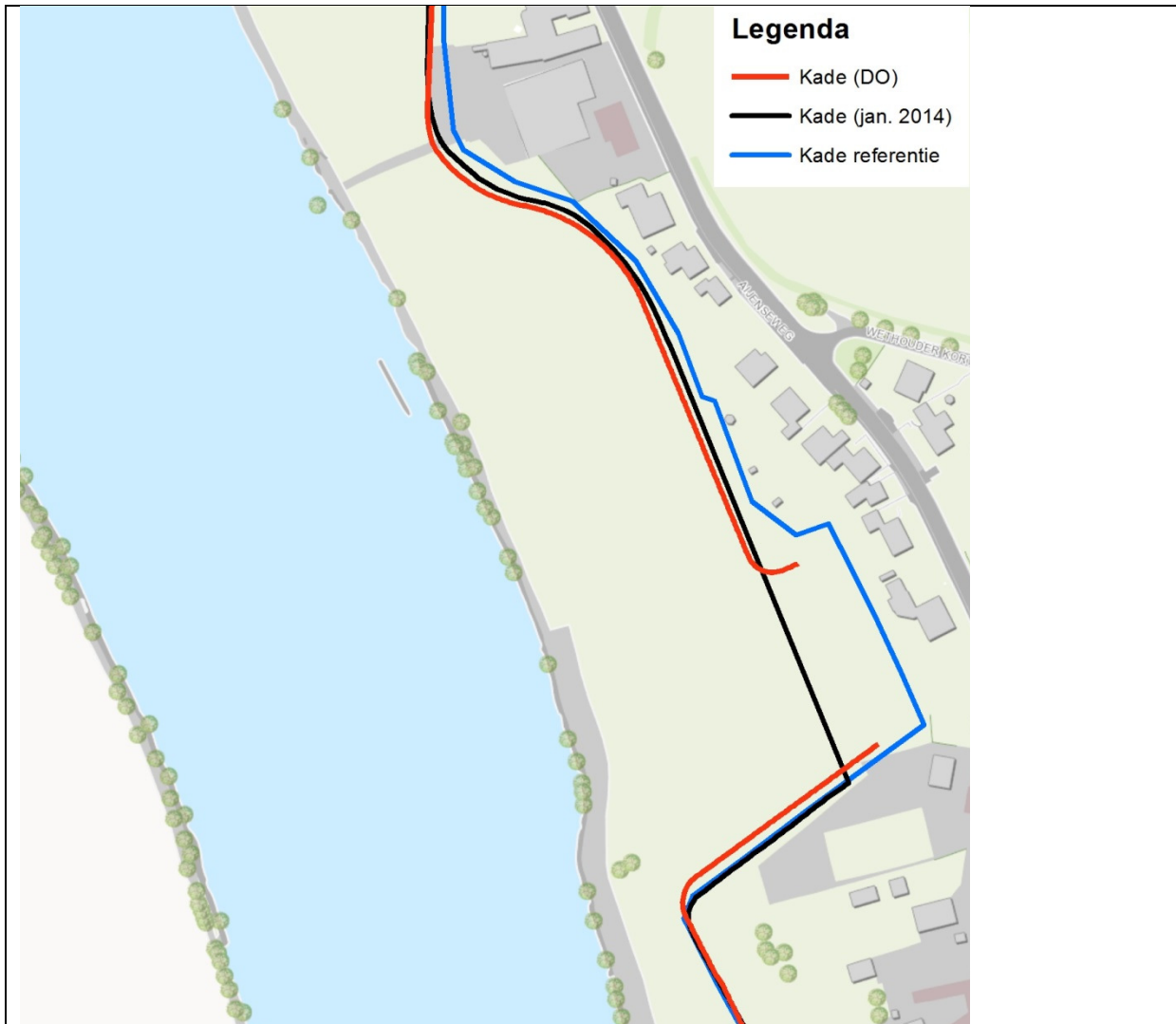
In onderstaande figuur 20 is de kadeliijn uit de referentiesituatie (KRW3_00) weergegeven met een blauwe lijn. In het eerdere ontwerp werd geen wijziging voorzien nabij het evenemententerrein. In Noordwaartse richting was wel sprake van een buitendijkse versterking (zie zwarte lijn). In het definitief ontwerp (DO) volgt de kadeliijn de oorspronkelijke lijn uit de referentie tot aan het evenemententerrein. Nadat de kade de hoek omgaat in oostelijke richting zal de kade circa 6 meter verder naar buiten komen te liggen dan eerder was aangegeven (zie rode lijn). De reden hiervoor is het niet doorkruisen van een bestaand perceel. Vervolgens sluit de kade aan op bestaande hoge grond. Ten noorden van de hoge grond is de kadeliijn in het DO 3 tot 4 meter verder naar buiten verlegd ten opzichte van de eerdere kadeliijn. Dit heeft ook te maken met het feit dat de kade buiten bepaalde percelen moet blijven.

Rivierkundig effect

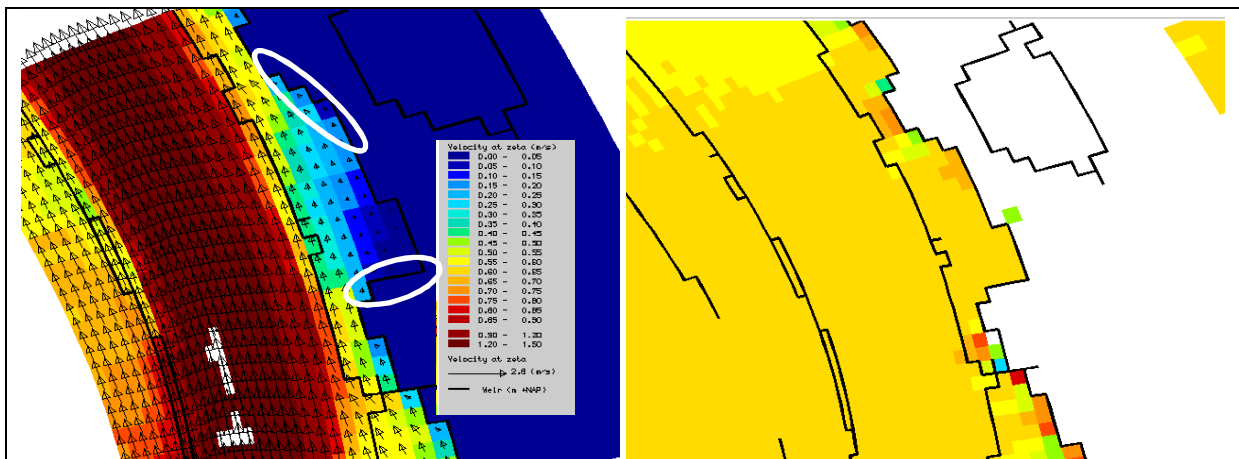
Het rivierkundig effect van de buitendijkse versterking conform het ontwerp in januari 2014 is zichtbaar in figuur 21. In het definitief ontwerp is de kade verder naar buiten verlegd. De verlegging nabij het evenemententerrein vindt weliswaar plaats nabij het zomerbed, maar bevindt zich tevens in een stroomluwe hoek (zie figuur 21). Ten noorden van de hoge grond is de buitenwaartse verlegging vergroot. Hierbij wordt opgemerkt dat de verlegging uit het eerdere ontwerp vrijwel geen waterstandsopstuwung gaf (zie figuur 21) en dat ook deze zijde lage stroomsnelheden heeft. Het is mogelijk dat waterstandsopstuwung lokaal (en op de rivieras) groter wordt. De effecten zijn naar verwachting klein, omdat de wijziging op subgrid niveau aanwezig is. Indien er een waterstandsverhoging in de as van de rivier optreedt is deze naar verwachting klein en in ieder geval kleiner dan 1 cm.

Conclusie Evenemententerrein Aaijen

De conclusie wordt getrokken dat de buitenwaartse versterking van de kade nabij het evenemententerrein in het DO van Bergen (DR59) ten opzichte van het eerdere ontwerp, dat rivierkundig is getoetst in januari 2014, mogelijk voor een waterstandsopstuwung kan zorgen in de rivieras. De opstuwung is naar verwachting klein, omdat een eerdere buitenwaartse versterking reeds weinig tot geen waterstandseffect gaf, het gebied in een stroomluw gedeelte ligt en de ingrepen op sub-grid niveau plaatsvinden.



Figuur 20: Lijnen kadeontwerp nabij evenemententerrein Aaijen



Figuur 21: Stroomsnelheden (links) en waterstandsverschil t.o.v. KRW3_00 (rechts) nabij evenemententerrein Aaijen in ontwerp januari 2014 bij 1/250 afvoer

Conclusies

Deze notitie komt tot de volgende conclusies:

Mook:

- Het DO van dijkkring Mook zorgt bij een 1/250 jaar afvoer voor een waterstandsophoging in de as van de rivier van maximaal 2,2 mm op rkm 156,7. Deze waterstandsophoging is lager dan 1 cm en is daardoor toelaatbaar.
- Er is geen waterstandsdeling- of verhoging in de as van de rivier berekend bij een 1/1250 jaar afvoer.
- Buiten de as van de rivier is lokaal waterstandsdeling te verwachten, omdat minder inundatie optreedt in het achterliggende gebied.
- Het stroombeeld wijzigt in de variant weinig van de referentiesituatie. Lokaal zijn de stroomsnelheidsverschillen bij een 1/250 afvoer maximaal 0,1 m/s. Er wordt geen schade en hinder verwacht als gevolg van de geplande ingrepen.
- De stroomsnelheidsverschillen in het zomerbed zijn zo beperkt dat geen extra aanzanding en/of erosie wordt verwacht.
- Alle criteria voor de aspecten voor de Maas conform het Rivierkundig Beoordelingskader in combinatie met de criteria voor Sluitstukkaden worden voor het DO van dijkkring Mook niet overschreden.

Afferden en Bergen-Aaijen

- Voor de dijkringen 56 (Afferden) en 59 (Bergen-Aaijen) zijn voor de locaties waar het ontwerp afwijkt van het ontwerp in januari 2014 de volgende conclusies getrokken op basis van expert judgement:

Locatie / traject	Oordeel t.o.v. rivierkundige beoordeling VKV januari 2014
Hengeland (56)	Géén tot zeer geringe toename waterstandsverschil
Maasstraat (59b)	Afname van waterstandsverschil
Kerkstraat (59d4)	Kleine afname waterstandsverschil
Historische tuin (59d7)	Géén tot zeer geringe toename waterstandsverschil
Kampweg (59d9)	Géén tot zeer geringe afname van waterstandsverschil
Evenemententerrein (59e1 en 59e2)	Kleine toename waterstandsverschil

- Voor Dijkkring 56 (Afferden) wordt geen significante waterstandsverhoging verwacht op de as van de rivier. Hiermee voldoet deze dijkkring aan de eis dat het maximale waterstandsverschil kleiner dan 1 cm moet zijn.
- Voor Dijkkring 59 (Bergen-Aaijen) wordt geen significante waterstandsverhoging verwacht op de as van de rivier ten opzichte van de beoordeling in januari 2014. Het toenmalige ontwerp voor deze dijkkring voldeed aan de eis dat het maximale waterstandsverschil kleiner dan 1 cm moet zijn. Het definitieve ontwerp voor deze dijkkring voldoet daarom ook aan deze eis.