

Datum:
13 maart 2019

Auteur:
Laura Bergsma

Bestemd voor:
Rijkswaterstaat

Referentie:
WOSPU-1672037726-665

Controle:
Jan Cirkel, Marcel v.d. Berg

Titel:

Onderbouwing buitenwaartse versterking Wolferen – Sprok
Versie 2, 13 maart 2020

Inleiding

De Waaldijk tussen Wolferen en Sprok voldoet niet aan de wettelijke normen voor hoogwaterveiligheid. Waterschap Rivierenland kreeg daarom van het nationale Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) de opdracht om te dijk te versterken. Voor het project dijkversterking Wolferen-Sprok (WOS) is als resultaat van de verkenningsfase eind 2018 het voorkeursalternatief (VKA) tot stand gekomen in afstemming met Rijkswaterstaat als bevoegd gezag rivierkunde.¹ Het VKA bestaat uit een buitenwaartse stabiliteitsberm over het gehele dijktraject en een aantal maatwerklocaties (locaties waar een grondoplossing niet zondermeer past) waarbij acht mogelijkheden tot een kleine asverschuiving binnenwaarts en buitenwaarts zijn benoemd. In januari 2019 zijn de eerste uitkomsten van de rivierkundige waterstandseffecten voor het VKA met Rijkswaterstaat besproken. In de planuitwerkingsfase die in januari 2019 is gestart, is het VKA geoptimaliseerd waarin de rivierkundige effecten zijn meegenomen en door het opstellen van ontwerpen invulling is gegeven aan de maatwerklocaties.

Bij dijkversterkingsmaatregelen moet een afweging gemaakt worden tussen binnendijkse- of buitendijkse (rivierwaartse) verbreding van de dijk. De ruimte buitendijks is schaars en dient zo veel mogelijk beschikbaar te blijven voor de afvoer en de berging van rivierwater. Een redeneerlijn is afgesproken tussen het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en de Unie van Waterschappen bekrachtigt in het HWBP op 26 februari 2018.² De redeneerlijn geeft aan hoe te handelen indien binnendijkse maatregelen redelijkerwijs niet mogelijk zijn. In het afwegingsproces van het ontwerp is een onderbouwing nodig waarom een binnenwaartse versterking redelijkerwijs niet mogelijk is. Daarbij betreft een buitendijkse dijkversterking een zorgplicht voor een zo gering mogelijke waterstandsverhoging.

Dit memo dient ter verantwoording aan Rijkswaterstaat voor de keuzes om buitenwaarts te versterken in de dijkversterking WOS. De buitenwaartse versterkingen voorkomend in het VKA zijn tijdens de planuitwerkingsfase zo veel mogelijk voorkomen waarbij de stappen van de redeneerlijn zijn gevolgd. In dit memo is het afwegingsproces onderbouwd voor de noodzakelijke buitenwaartse maatregelen voor de dijkversterking WOS.

¹ Witteveen+Bos (2018). Notitie Voorkeursalternatief – Integrale verkenning Dijkversterking Wolferen-Sprok en Dijkteruglegging Oosterhout.

² Rivierkundig beoordelingskader v.5.0, 4 juni 2019

<https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/waterwet/@178387/rivierkundig/>

Redeneerlijn buitenwaarts versterken

De redeneerlijn buitenwaarts³ versterken biedt afwegingsruimte wanneer het voorkomen van buitendijkse dijkversterkingen redelijkerwijs niet lukt. Rijk en waterschappen zijn over de volgende stappen in de redeneerlijn overeengekomen:

1. Buitendijkse (rivierwaartse) dijkversterkingen zo veel mogelijk voorkomen.
2. Indien dit redelijkerwijs niet lukt, worden waterstandseffecten als gevolg van buitendijkse maatregelen gecompenseerd. Er is ruimte om de compensatie plaats- en tijdsafhankelijk en op verschillende niveaus te realiseren.
3. In een riviertakanalyse brengen dijkbeheerder(s) i.s.m. de rivierbeheerder, de cumulatieve effecten van (potentiële) buitendijkse versterkingsmaatregelen op riviertakniveau in beeld. Zo mogelijk afgezet tegen (potentiële) compenserende maatregelen m.b.v. initiatieven van derden (bijv. KRW) of de VKS uit de LATR.
4. Keringbeheerders spannen zich in om:
 - i. waterstandseffecten op te vangen binnen de projectscope of d.m.v. meekoppeling bij overige projecten in het rivierbed (bijv. KRW), gelijktijdig met de dijkversterking in hetzelfde projectgebied.
 - ii. of, indien dit niet lukt, de waterstandseffecten op programma-/ gebiedsniveau te compenseren.
5. Resterende waterstandseffecten kunnen worden gesaldeerd op riviertakniveau binnen de LTAR. Financiële afspraken zijn onderdeel van deze overdracht.
6. Indien saldering binnen LTAR desondanks niet mogelijk is, bijv. in het benedenriviergebied,

In het afwegingsproces naar het ontwerp in stap 1 zijn de volgende afwegingsaspecten van belang en dienen in het voorkeursbesluit benoemd en toegelicht te worden indien gekozen wordt voor buitendijks versterken:

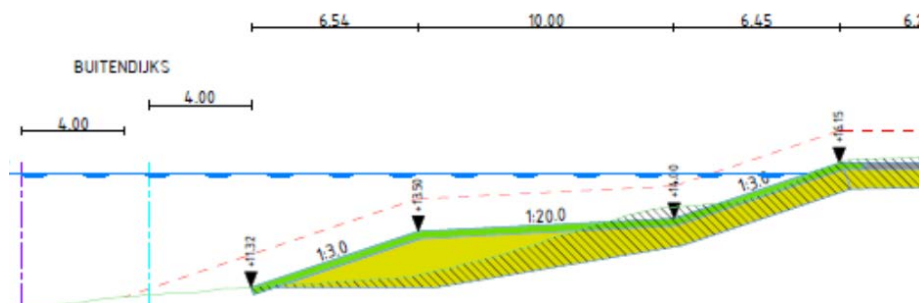
- Binnendijkse versterking is redelijkerwijs niet mogelijk wanneer een binnendijkse oplossing:
 - a. Tot onredelijk hoge **kosten** leidt ten opzichte van een buitendijkse oplossing incl. compenserende maatregelen;
 - b. **Technisch** zeer lastig te realiseren is of grote uitvoeringsrisico's met zich meebrengt;
 - c. Aantasting van belangrijke **maatschappelijke waarden** oplevert. Bijvoorbeeld wanneer omwonenden onevenredig veel nadelen ondervinden van de oplossing of wanneer belangrijke cultuurhistorische of landschappelijke waarden aangetast worden.
- Buitendijkse versterking is mogelijk indien deze:
 - a. Niet op een **hydraulisch ongunstige locatie** ligt. Bijvoorbeeld als deze geen hydraulisch knelpunt versterkt of creëert en de afvoerverdeling op de splitsingspunten niet significant verandert. Ook bij eventuele reserveringen van ruimte voor een toekomstige vergroting van de bergings- en/of afvoercapaciteit zal kritisch gekeken moeten worden of buitendijks versterken mogelijk is.
 - b. Geen belemmering oplevert voor het **veilig en doelmatig gebruik** van het rivierbed, waaronder de scheepvaartfunctie.

³ Dijkversterkingen langs de grote rivieren, redeneerlijn buitendijks versterken. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en Unie van Waterschappen. Versie maart 2018.

Stap 1: Buitendijkse (rivierwaartse) dijkversterkingen zo veel mogelijk voorkomen

Verkenningfase (tot januari 2019)

In het VKA bestaat de buitendijkse dijkversterking uit het toevoegen van een buitenwaartse stabiliteitsberm met een hoogte van ca. 2 m boven maaiveld en een lengte van 10 m langs nagenoeg het gehele traject van 13.3 km (zie Figuur 1). Verder zijn er over het gehele dijktraject acht potentiële locaties met een buitenwaartse asverschuiving benoemd om binnenwaartse waarden, m.n. (monumentale) bebouwing, te sparen. Daarnaast zijn er ook vijf mogelijkheden verkend voor binnendijkse verleggingen om juist weer buitenwaarts ruimte te creëren (zie Figuur 1).

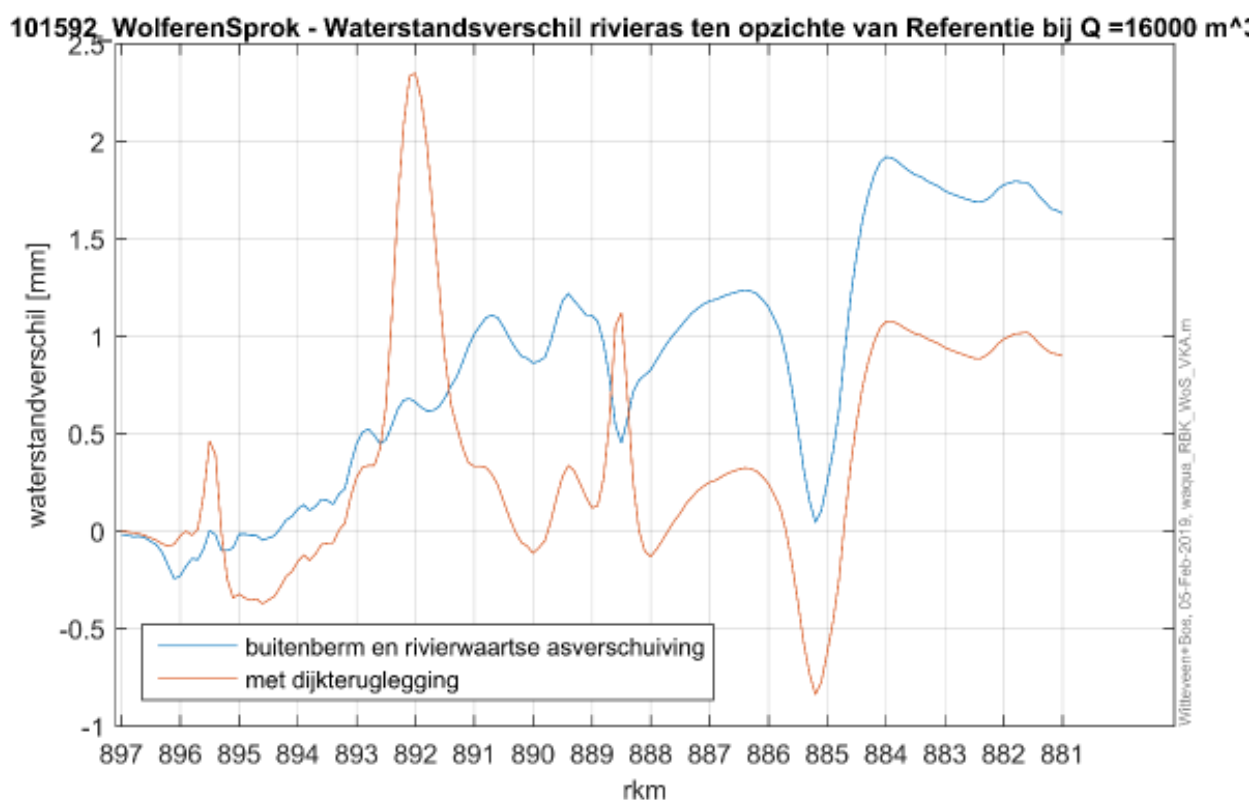


Figuur 1: Buitendijkse stabiliteitsberm in VKA ontwerp

Om een inzicht te krijgen in de waterstandseffecten van de buitenwaartse en binnenwaartse maatregelen zijn met het rivierkundig model Simona2017v2 de waterstandverschillen ten opzichte van de referentiesituatie voor WOS bepaald. Figuur 2 toont het waterstandseffect op de rivieras voor het VKA (rode lijn) en het worst case alternatief die bestaat uit het VKA zonder de vijf dijkerugleggingen (blauwe lijn). In de grafiek is te zien dat de dijkerugleggingen zorgen voor een verlaging van de gehele opstuwing. Er ontstaan echter drie lokale opstuwingspieken direct benedenstrooms van de binnendijkse verplaatsingen. De pieken ter hoogte van rkm 888,5, 889.5 en 892 komen boven de 1,0 mm uit en voldoen daarmee niet aan het Rivierkundig Beoordelingskader⁴ en zouden gecompenseerd moeten worden.

⁴ Rivierkundig beoordelingskader v.5.0, 4 juni 2019

<https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/waterwet/@178387/rivierkundig/>



Figuur 2: Waterstandseffecten voor het VKA met alle buitenwaartse verplaatsingen en buitenbermen (blauwe lijn / worst case) en dezelfde variant inclusief alle dijkerugleggingen (rode lijn).

Planuitwerkingsfase (vanaf januari 2019)

In het VKA zijn maatwerklocaties benoemd waarbij voor acht potentiële locaties een buitenwaartse asverschuiving als mogelijke oplossing is genoemd. In de planuitwerkingsfase is het ontwerp geoptimaliseerd waarbij de maatwerklocaties verder zijn uitgewerkt in verschillende varianten in zogeheten casussen. De varianten zijn integraal afgewogen op haalbaarheid om tot een voorkeursvariant te komen. In de integrale afweging is rekening gehouden met de afwegingsaspecten van de redeneerlijn.

Bij het uitwerken en optimaliseren van het VKA in de planuitwerkingsfase is gewerkt aan het beperken van de mogelijk rivierkundig effecten. De volgende buitenwaartse aspecten zijn in onderstaande sub paragrafen nader toegelicht:

- A. Locaties buitenwaarts versterken VKA
- B. Bermen
- C. Verschuiving binnentalud vierkant versterken
- D. Casus 12: Slijk - Ewijk
- E. Casus 17: Waaldijk 6
- F. Casus 19: Wolferen

A) *Locaties buitenwaarts versterken VKA*

Tabel 1 geeft een overzicht van de casussen die een potentiële buitenwaartse asverschuiving bevatten in het VKA. In de uitwerking van de casussen blijkt dat buitenwaarts versterken zonder directe compensatie in m² onoverkomelijk bezwaren geeft vanwege het ruimtebeslag op Natura 2000.

Voor de casussen 3, 8, 10, 11, 13 en 14 uit Tabel 1 is een andere variant zonder buitenwaarts versterken mogelijk die zowel technisch uitvoerbaar en inpasbaar is. Dit maakt de variant met de buitenwaartse asverschuiving voor deze casussen naar verwachting niet vergunbaar vanwege de Natura 2000 en is om die reden afgefallen in het verdere ontwerp.

Tabel 1: *Overzicht van de acht buitendijkse dijkversterkingen in het VKA*

Nr	Casus	Dijksectie	Dijkpaal	Rivierkm	Aan de orde in planuitwerking
1	3. Buurtschap Lent	6.2	164,9 -165	884.8	Nee
2	8. Oosterhout dorp	11	199 – 203.5	888	Nee
3	10. Bunt / Klein Altena	12.7	215 – 217	889.5	Nee
4	11. Dijkwoningen van Kleef	13.2	226,8 – 228.2	890.6	Nee
5	13. Dijkwoningen Slijk-Ewijk	13.6	223 - 227	891	Nee
6	14. Waaldijk 13	13.7	239 -240	891.7	Nee
7	19. Wolferen	17.1	281 - 282	895.6	Ja
8	19. Wolferen	17.5	286 -287	896	Ja

B) *Bermen*

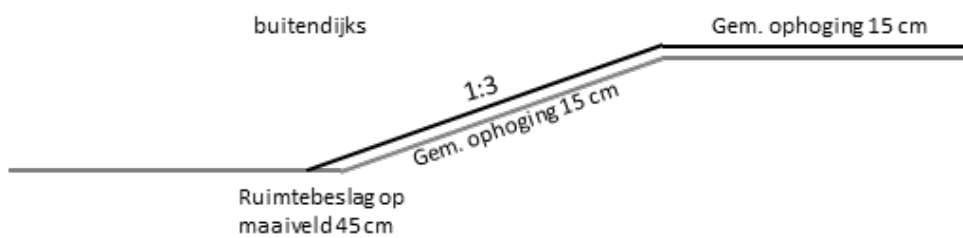
Door de optimalisatie van het ontwerp is de buitenwaartse stabiliteitsberm uit het VKA (ca. 2 m hoog en 10 m lang) over het gehele traject niet meer aan de orde. Het buitentalud voldoet met een taludhelling van 1:3 wat alleen bij een kruiverhoging bij vierkant versterken leidt tot een beperkte buitenwaartse verschuiving van de teen. Het effect van deze verschuiving is verder uitgewerkt in C.

C) *Verschuiving buitentalud vierkant versterken*

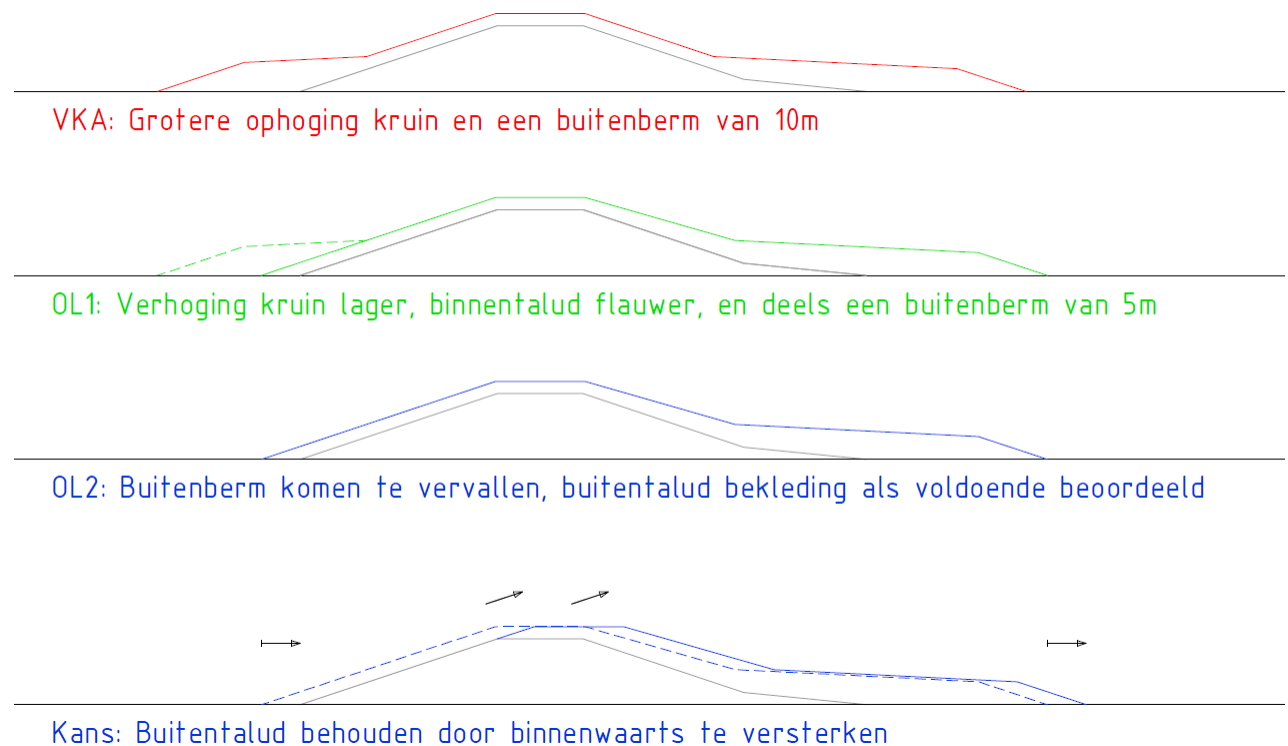
In de planuitwerkingsfase is besloten om vierkant te versterken waardoor er een beperkte buitenwaartse verschuiving van het buitentalud optreedt als gevolg van de kruinverhoging. De keuze voor vierkant versterken is genomen omdat het zorgt voor een opgehoogde weg recht boven de bestaande verharding of fundering. Als er gekozen wordt voor een totale verschuiving van het talud binnenwaarts, komt de rand van de verharding aan de binnendijkse zijde buiten het bestaande cunet te liggen en geeft daarbij een risico op ongelijke zettingen en scheuren in de verharding van de dijk. Bovendien moet dan een deel van de bestaande verharding en fundering worden verwijderd en afgevoerd. Een totale verschuiving binnenwaarts brengt daardoor uitvoeringsrisico's met zich mee en is daardoor redelijkerwijs niet mogelijk.

De buitenwaartse verschuiving van het talud bedraagt gemiddeld 15 cm wat bij een bestaand en ontwerp talud van 1:3 resulteert in een verschuiving van de teenlijn van ca. 45 cm (zie Figuur 3). Met de optimalisatie van het ontwerp wordt een binnenwaartse versterking mogelijk waar de bekleding buitenwaarts voldoen en het bestaande talud al een helling van 1:3 of flauwer heeft. Voor vier trajecten is besloten om het buitentalud te behouden en alleen binnendijks te versterken.

De waterstandseffecten en mogelijke compensatie op deze buitendijkse maatregel zijn in stap 2 verder uitgewerkt.



Figuur 3: Buitenwaarts effect bij gem. 15 cm ophoging dijkkrui

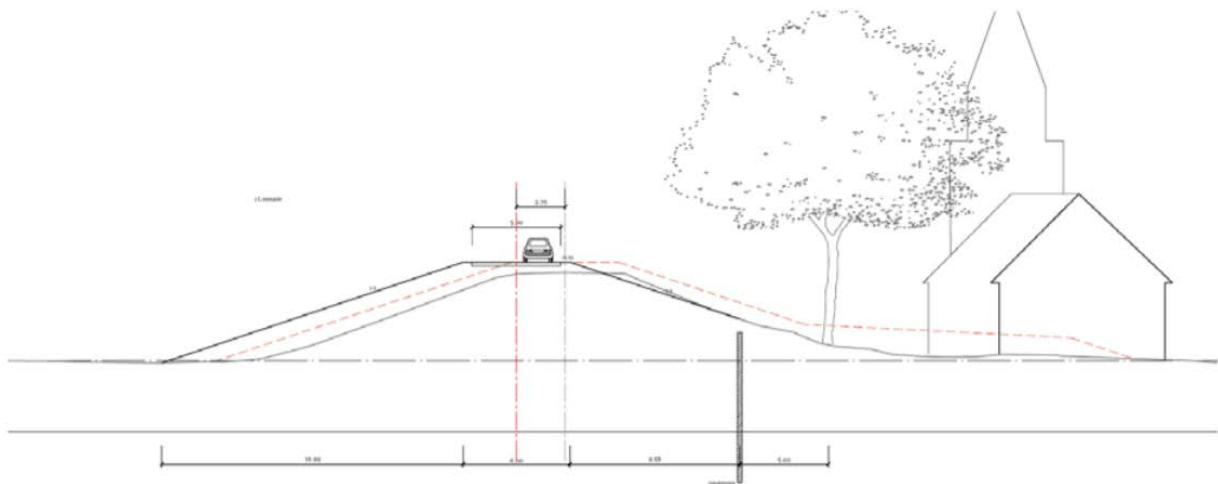


Figuur 4 Optimalisatie dijkversterkingsontwerp WOS vanuit VKA naar DO

D) Casus 12: Slijk - Ewijk

In de casus Slijk – Ewijk (dorpsentree Slijk – Ewijk) is de beschikbare ruimte binnendijks te klein zonder Rijksmonumenten (kerk en kerktoren ter plaatse van Dorpsstraat 70) te raken. Er zijn verschillende alternatieven beschouwd om de invloed buitendijks te minimaliseren. Het alternatief waarbij binnendijkse maatregelen worden getroffen met een zelfstandig kerende constructie geplaatst in de kern van de dijk geeft slechte uitbreidingsmogelijkheden en onredelijk hoge kosten ten opzichte van een buitendijkse oplossing.

In de uitwerking van de maatwerkoplossing is daarom gekozen om buitendijks te versterken. De variant met het toepassen van een constructie aan de binnenzijde van de dijk met een overslagdebit 10 l/s/m geeft de minste ruimtebeslag op de Nature 2000-gebied (Figuur 5). Binnen de technische mogelijkheden en in balans met de aanwezige waarden is het ontwerp geoptimaliseerd waarbij de dijkas ca. 3.5 m buitendijks verschuift. De waterstandseffecten en mogelijke compensatie voor de waterstandseffecten worden verder uitgewerkt in stap 2.

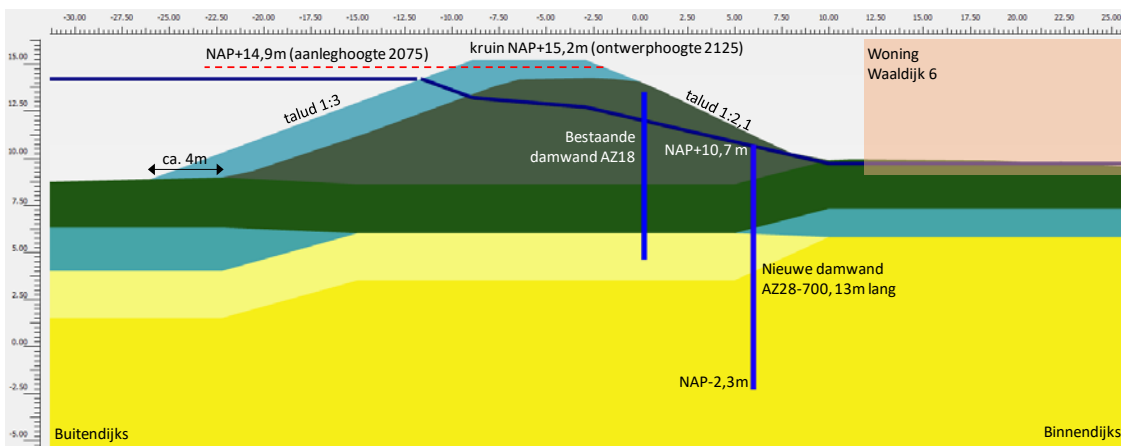


Figuur 5: Buitendijks versterken bij casus 12 Slijk – Ewijk

E) Casus 17: Waaldijk 6

In de casus Waaldijk 6 staan de monumentale boerderij en vloodschuur dicht op de dijk. In het VKA was gekozen voor een binnenwaartse versterking met een maatwerklocatie voor behoud van deze panden. Doordat de panden relatief hoog liggen en de dijk in de bestaande situatie al een relatief steil binnentalud heeft (1:1,5) is bij een binnendijkse maatregel het onvermijdelijk dat de panden aangetast of verwijderd moeten worden. Aangezien de boerderij is aangewezen als gemeentelijk monument, worden met een binnendijkse maatregel de maatschappelijk waarden ontoelaatbaar aangetast. Voor de uitwerking van de maatwerkoplossing is daardoor als uitgangspunt genomen dat de versterking niet tot extra ruimtebeslag mag leiden aan de binnenzijde van de dijk. Door het bestaande steile talud zoveel mogelijk te behouden wordt buitendijks ruimtebeslag zo veel mogelijk beperkt. Dit heeft als gevolg dat bij de versterking er aanspraak gemaakt zal worden op het buitendijkse ruimtebeslag behorend tot Natura 2000 en het Gelders Natuurnetwerk.

In de uitwerking van de casus blijken de verschillen tussen de varianten niet onderscheidend te zijn in buitendijks ruimtebeslag en lokaal impact. De voorkeursvariant leidt buitenwaarts tot circa 4 m extra ruimtebeslag op maaiveld over een lengte van ca. 100 m tussen dijkpaal DD270⁺¹⁰ – DD271⁺¹⁰ (Figuur 6). De waterstandseffecten en mogelijke compensatie voor de waterstandseffecten zijn verder uitgewerkt in stap 2.

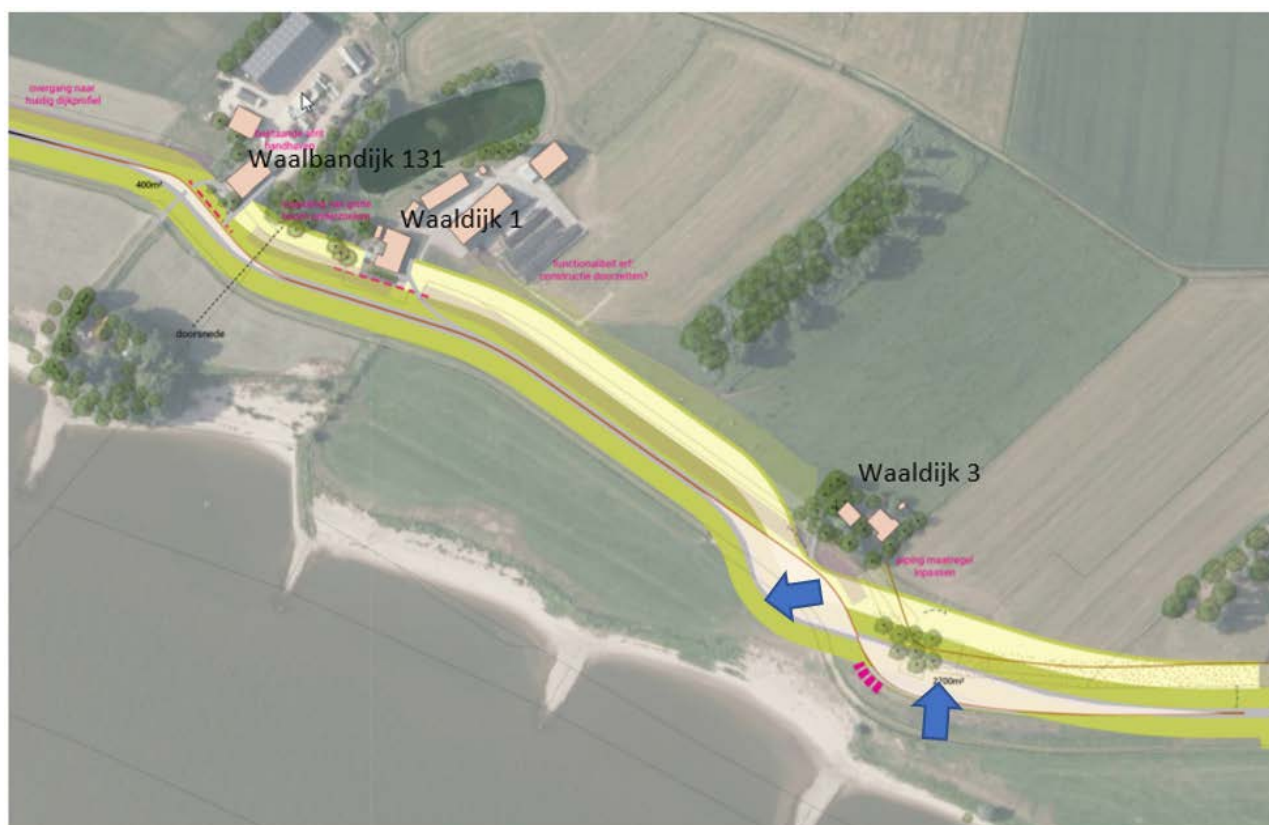


Figuur 6: Buitenwaarts versterken met behoud binnendijks ruimtebeslag bij casus 17 Waaldijk 6

F) Casus 19: Wolferen

In de casus 19 Wolferen is bij Waaldijk 1 en Waalbandijk 131 een rijksmonument aanwezig, waardoor het ruimtebeslag binnendijs kleiner wordt en er onvoldoende ruimte is voor een binnenwaartse stabiliteitsberm zonder aantasting van de maatschappelijk waarden van de gebouwen. In de uitwerking van de varianten geeft de variant met een lokale toepassing van een constructie bij Waaldijk 1 en 3 negatieve gevolgen voor beheer en onderhoud van de dijk en voor het draagvlak voor de erfbeplanting. In de uitwerking van de maatwerkoplossing is daardoor gekozen voor de variant met as-verschuivingen bij Waaldijk 3 en een buitenwaartse versterking bij Waalbandijk 131 waardoor over een groter traject een toekomstbestendige dijkversterking in grond mogelijk wordt.

De as-verschuiving bij Wolferen geeft een versterking zowel binnenwaarts als buitenwaarts (Figuur 7). Ter hoogte van Waaldijk 3 vindt een buitenwaartse verplaatsing plaats van ca. 20 m, waardoor de aanwezige woning, schuur en erfbeplanting behouden kunnen worden. De buitendijkse verplaatsing bij Wolferen was door de aanwezigheid van de bebouwing niet verder te optimaliseren. Omdat de dijk opschuift, wordt de bovenstrooms gelegen bocht in de dijk ca. 20 m landinwaarts verlegd om netto waterstandsraling te creëren. Daarnaast geeft het extra ruimtebeslag als gevolg van de ophoging bij Waalbandijk 131 een versterking van ca. 2-3 m buitenwaarts. Door de gedeeltelijke dijkteruglegging bij Waaldijk 3 ontstaat er per saldo meer ruimte in de uiterwaard. Dit betekent dat er geen areaal Natura 2000 verloren gaat, maar juist beperkt toeneemt. Daarmee speelt het vergunningsaspect op natuur hier niet. De waterstandseffecten en mogelijke compensatie voor de waterstandseffecten worden verder uitgewerkt in stap 2.

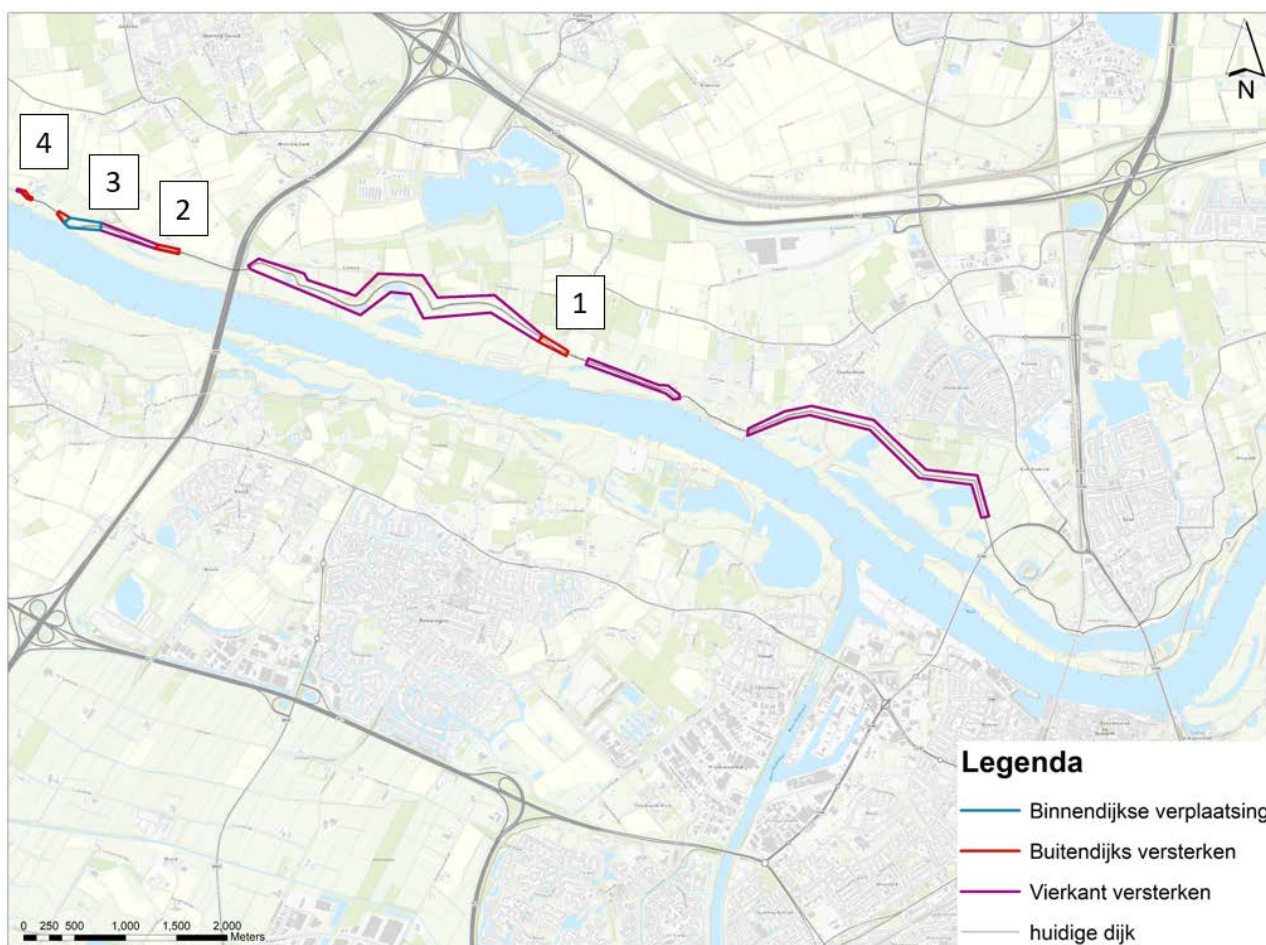


Figuur 7: As-verschuiving bij Waaldijk 3 voor casus 19 Wolferen

Stap 2: Verkenning compensatie buitendijkse maatregelen

Voor de buitendijkse dijkversterkingen die niet te voorkomen zijn moeten de waterstandseffecten boven 1,0 mm merkbaar over een langer traject worden gecompenseerd. De buitenwaartse maatregelen in het huidige ontwerp bestaan uit:

- Vierkant versterken op bepaalde trajecten;
- [1] Een versterking met een ruimtebeslag van ca. 3.5 m bij Slijk – Ewijk;
- [2] Een versterking met een ruimtebeslag van ca. 4 m bij Waaldijk 6;
- [3] Een as-verschuiving van ca. 20 m bij Wolferen, en
- [4] Een versterking met een ruimtebeslag van ca. 2.5 m bij Waalbandijk 131.



Figuur 8: Overzicht locaties met buitenwaartse, binnenwaartse en vierkante versterkingen

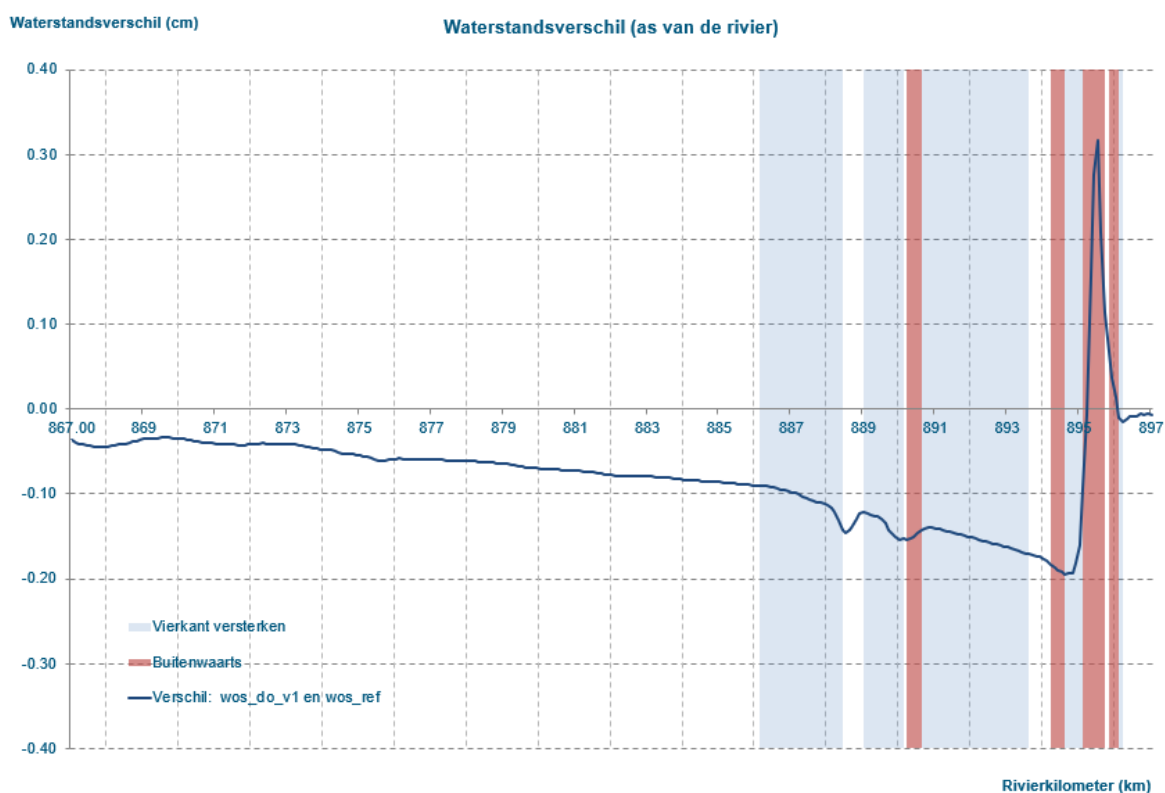
De waterstand bij maatgevend hoogwater (MHW) op de rivieras voor het ontwerp t.o.v. de referentiesituatie is weergegeven in Figuur 9. Het grootste effect is zichtbaar bij rivierkilometer (rkm) 895 bij de as-verschuiving bij Wolferen. Lokaal zorgt de as-verschuiving voor een waterstandsverlagend effect van 1.9 mm. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de as-verschuiving bijdraagt aan het waterstandsverlagend effect op de as van de rivier. Er is ook een opstuwingspiek direct benedenstrooms van de as-verschuiving te zien, deze is 3.1 mm. Hierover staat het volgende in het RBK5.0:

“Bij ingrepen die een waterstandsverlagend effect hebben, ontstaat benedenstrooms van de waterstandsvaling in bijna alle gevallen een lokale opstuwing, de zogenaamde benedenstroomse piek. Het bevoegd gezag kan instemmen met een benedenstroomse piek in het geval deze 1 mm of meer bedraagt, indien er sprake is van een ruime netto waterstandsverlaging, dat wil zeggen dat de oppervlakte van de verlaging veel groter is dan de oppervlakte van de verhoging.”

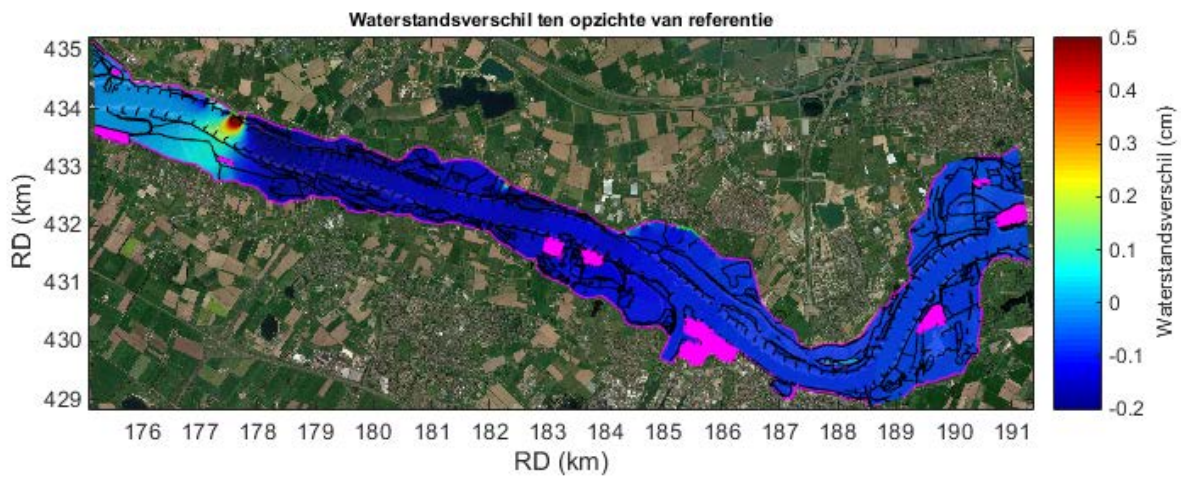
Het oppervlak van de verlaging (die merkbaar is tot aan de modelgrens op de Boven-Rijn) is groter dan de opstuwing. Ter plaatse van de andere buitenwaartse versterkingen is geen opstuwingseffect aanwezig door het waterstandsverlagend effect van de as-verschuiving bij Wolferen.

De MHW-stand in het 2D-vlak verandert minimaal t.o.v. de referentie zoals te zien in Figuur 10. Over het algemeen volgen de waterstandsverschillen in het 2D vlak het patroon dat het waterstandsverschil op de as van de rivier laat zien. Bij de as-verschuiving bij Wolferen zijn lokaal grotere waterstandsverschillen te zien. In Figuur 11 is de opstuwingspiek op de as van de rivier goed te zien. Daarnaast is lokaal direct tegen de dijk op de plek van de as-verschuiving een waterstandsverlagend effect van 3 cm zichtbaar. Rondom de buitenwaartse verplaatsing van de as-verschuiving is een waterstandsverlagend effect te zien van 2 cm. De waterstandseffecten zijn verder beoordeeld op basis van de waterstand in de as van de rivier.

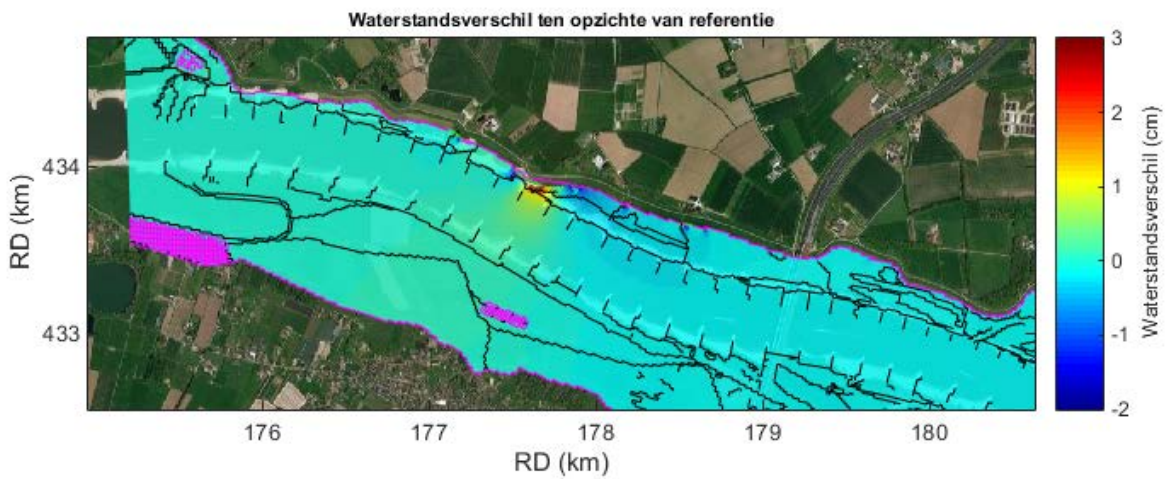
De waterstandseffecten door de buitendijkse aanpassingen zorgen netto voor een waterstandsverlaging en voor een directe benedenstroomse opstuwingspiek van 3,1 mm bij Wolferen. Door de verdere minimale waterstandseffecten hoeft er geen verdere compensatie verkend en uitgevoerd te worden. Hierdoor vervalt de uitwerking van de vervolgstappen 3 t/m 6 uit de redeneerlijn buitenwaarts versterken voor WOS.



Figuur 9: Waterstandsverschil (cm) op de as van de rivier tussen het ontwerp en de referentie



Figuur 10: Waterstandsverschil (cm) in het 2D-vlak tussen het ontwerp en de referentie



Figuur 11: Waterstandsverschil (cm) in het 2D-vlak tussen het ontwerp en de referentie bij buurtschap Wolfereen