

Waterberekeningen Waalweelde West

Als bijdrage aan de ruimtelijke plannen voor de waterveiligheid



Colofon

In opdracht van:	WaalWeelde West (Provincie Gelderland en de gemeenten Maasdriel, Zaltbommel, Neerijnen en Lingewaal)
Medegefinancierd door:	Deltaprogramma Rivieren
Uitgevoerd door:	Deltares in samenwerking met ARCADIS
Auteurs:	Bas van de Pas (Deltares) Claus van den Brink (Arcadis) Pascal Weidema (Arcadis)
Met dank aan:	Irma Bijker, Erwin Klerkx, Sonja Sprokkereef, Rogier van Aaken, Frederike Klooster – Valk (allen Provincie Gelderland) André Hendriks, Nathalie Asselman en Bonne van der Veen (allen Deltares)
Foto's:	https://beeldbank.rws.nl
Lay-out:	Welmoed Jilderda (Deltares)
Datum:	oktober 2012

Waterberekeningen Waalweelde West

Als bijdrage aan de ruimtelijke plannen voor de waterveiligheid



Samenvatting

In het kader van de Structuurvisie wil WaalWeelde West een zo groot mogelijke bijdrage leveren aan de opgave om een afvoer van 18.000 kubieke meter per seconde (m³/s) bij Lobith, in het jaar 2100, veilig te kunnen afvoeren. De waterstandsdeling die hiervoor gerealiseerd moet worden noemen we de taakstelling. Hiermee sluit WaalWeelde West aan op de ambities van het Deltaprogramma Rivieren. Bij de invulling van de planalternatieven is nadrukkelijk gezocht naar mogelijkheden om de rivier te verruimen en zo de benodigde waterstandsdeling te realiseren. Uiteindelijk zijn 48 rivierverruimingsmaatregelen ontworpen, waarvan er 29 opgenomen zijn in de planalternatieven. Binnen de waterberekeningen voor WaalWeelde West zijn alle maatregelen afzonderlijk als ook de alternatieven als geheel beoordeeld op:

- 1 De waterstandsdeling
- 2 Het effect op scheepvaart

Tevens zijn de planalternatieven beoordeeld op het eventueel veroorzaken van extra hinder en schade, zoals extra overstromingen, erosie en aanzanding van uiterwaarden.

Uiteindelijk zijn 3 planalternatieven opgesteld waarvan één alternatief een focus heeft op hoogwaterveiligheid (blauw), één op natuur (groen) en één op stedelijke ontwikkelingen (rood). Uit de waterberekeningen komt naar voren dat niet alleen met rivierverruimende

maatregelen in WaalWeelde West de taakstelling in WaalWeelde West gerealiseerd kan worden. Hiervoor zijn aanvullende maatregelen nodig benedenstroom van Gorinchem in het Rijn-Maasmondig gebied. Echter wordt wel verwacht dat alternatief Blauw in combinatie met een aantal aanvullende uiterwaardmaatregelen op de Middenwaal, de taakstelling van Zaltbommel tot Beuningen goed kan halen. Hiervoor is wel de maatregel bypass Varik – Opijnen noodzakelijk, die als plan veruit het beste scoort op waterstandsdeling. De Alternatieven Groen en Rood halen nergens op de Waal de taakstelling.

Op het gebied van de effecten op de scheepvaart komen tussen de alternatieven geen grote verschillen naar voren. Gezien de aard en schaalgrootte van de alternatieven zullen bij alle alternatieven wel lokale effecten optreden. Een sterke afwisseling van erosie en sedimentatie in de vaarweg en dwarsstromen bij het in en uitstromen, kunnen daarbij hinderlijk zijn. Door met zomerkaden het stroombeeld te beïnvloeden kan de laterale uitwisseling over de lengte worden beïnvloed. Hierdoor kunnen de dwarsstromen worden verminderd en kan de sedimentatie en erosie in de vaarweg worden verdeeld over diepere en ondiepere riviertrajecten. Hoewel verruiming van uiterwaarden in beginsel de bodem van de vaarweg doet opveren en dus per saldo de neiging heeft om te leiden tot een vermindering van de waterdiepte, blijkt in de praktijk, met een uitgekiende rivierverruiming, de negatieve effecten kunnen worden beperkt en soms zelfs per saldo een betere bevaarbaarheid kunnen opleveren.



Inhoud

1	De context	6	4	Resultaten	22
1.1	Structuurvisie WaalWeelde West	6	4.1	Hoogwaterveiligheid	22
1.2	Relatie Deltaprogramma	6	4.1.1	De beoordeling van de rivierverruimende plannen	22
1.3	WaalWeelde is een pilot voor Deltaprogramma Rivieren	7	4.1.2	Onzekerheden in de rivierverruimende plannen	22
1.4	Wateropgave voor WaalWeelde West	7	4.1.3	Onzekerheden in de waterveiligheidsopgave	23
1.5	Doel waterberekeningen	8	4.1.4	Beoordeling van de alternatieven rood, groen en blauw	25
2	Rivierkundige werking van de Waal	10	4.2	Scheepvaart (morfologie)	28
2.1	Plangebied	10	4.3	Hiinder en schade	30
2.2	Rivierkundige werking en samenhang	10	5	Conclusies	32
2.3	Afhankelijkheid van Rijnmond en Merwede gebied en stroomopwaartse werking van rivierverruimende maatregelen	11	5.1	De meest effectieve maatregelen	32
3	Het ontwerpen en beoordelen van rivierverruimende plannen en alternatieven	14	5.2	Restlengten dijkversterking	33
3.1	Uitgangssituatie WaalWeelde West	14	5.3	De alternatieven in relatie tot het rivierkundig beoordelingskader	34
3.2	Hoe zijn de rivierverruimende plannen ontwikkeld en getoetst	14	5.4	Eindconclusies	34
3.2.1	Ontwerpen van de rivierverruimende plannen	14		Bijlagen	36
3.2.2	Toetsen ruimtelijke plannen	16	B1	Hydraulische effecten van rivierverruimende plannen	36
3.2.2.1	Schematiseren van de ruimtelijke plannen	16	B2	Overzicht alternatieven en de rivierverruimende plannen	38
3.2.2.2	Berekenen effect van de ruimtelijke plannen op de waterstand	17	B3	De alternatieven met de rivierverruimende plannen	40
3.2.3	Ontwerpen van alternatieven	18			
3.2.4	Blokkendoos WaalWeelde West	19			
3.2.5	Toetsen van alternatieven	19			

1

De context



1.1 Structuurvisie WaalWeelde West

De provincie Gelderland en de gemeenten Neerijnen, Zaltbommel, Maasdriel en Lingewaal werken aan de integrale gebiedsontwikkeling WaalWeelde West gericht op het jaar 2050, en met een doorkijk naar 2100. Zij willen de uitkomsten van deze gebiedsontwikkeling vastleggen in een provinciale en intergemeentelijke structuurvisie. In 2014 moet dit bekrachtigd zijn.

De doelstelling van WaalWeelde West is richting te geven aan de toekomstige inrichting en uitstraling van de Waal en haar veelzijdige oevers.

In de structuurvisie WaalWeelde West wordt gewerkt aan de volgende thema's:

- Ontwikkeling in het gebied zodat hoogwaterveiligheid op de lange termijn (2100) gegarandeerd is;
- Versterking van ruimtelijke kwaliteit van het gebied;
- Versterking van de economie;
- Voldoen aan natuurdoelstellingen voor het gebied;
- Verbetering recreatief gebruik en aantrekken van toerisme;

- Zichtbaar maken van de cultuurhistorie;
- Ontwikkelingen klimaat en energie.

Ruimtelijke kwaliteit en integraliteit zijn de kernopgaven: door samen te werken wordt de Waal duurzaam, mooier, veiliger, natuurlijker en economisch sterk. De verschillende ruimtelijke initiatieven en maatregelen worden in een structuurvisie verankerd, zodat er duidelijkheid en zekerheid wordt gegeven aan initiatiefnemers, grondeigenaren en beleidsmakers. De uitdaging is tot slot om het proces van de structuurvisie zo te organiseren dat er maximaal draagvlak wordt gecreëerd bij burgers, belangenpartijen en andere betrokkenen voor de maatregelen die worden opgenomen.

1.2 Relatie Deltaprogramma

Binnen de Structuurvisie ligt de hoogste prioriteit bij hoogwaterveiligheid. Het hoogwater in 1995 liet zien hoe kwetsbaar dit gebied is voor overstromingen. Investeren in veiligheid blijft belangrijk, zeker als door de klimaatverandering meer kans ontstaat op extreem hoge waterstanden.

WaalWeelde West heeft ervoor gekozen om bij de uitwerking van de structuurvisie, vooruit te lopen op de ambities en doelstellingen van het Deltaprogramma. Het doel is om Nederland ook voor de volgende generaties te beschermen tegen hoogwater en te zorgen voor voldoende zoetwater. Ook hier geldt een focus op het jaar 2050 met een doorkijk naar 2100. Het Deltaprogramma is een nationaal programma. Rijksoverheid, provincies, gemeenten en waterschappen werken hierin samen met inbreng van maatschappelijke organisaties.

1.3 WaalWeelde is een pilot voor Deltaprogramma Rivieren

Het deelprogramma Rivieren van het Deltaprogramma richt zich primair op veiligheid tegen overstromingen op de lange termijn (tot het jaar 2100). In de afgelopen eeuwen zijn de rivieren steeds verder ingesnoerd, omdat er meer ruimte nodig was voor wonen, werken en recreëren. De rivieren zijn bedijkt en de dijken zijn weer verhoogd en verlegd. Door bevolkingsontwikkeling en economische groei is de waarde van het gebied achter de dijken steeds verder toegenomen. Het rivierengebied is een aantrekkelijk gebied om te leven, wonen, werken, recreëren en investeren én moet dat volgens het Deltaprogramma Rivieren ook blijven.

Het project WaalWeelde heeft een officiële status als pilot voor het “Deltaprogramma Rivieren” verworven. WaalWeelde dient hiermee als koploper, waarbij de korte termijn regionale ambities en de lange termijn wateropgaven tegelijkertijd opgepakt worden. Dit is een

aanpak die door het Deltaprogramma steeds nadrukkelijker wordt omarmd, maar waarmee nog weinig concrete ervaring is opgedaan.

1.4 Wateropgave voor WaalWeelde West

WaalWeelde West heeft ervoor gekozen om bij de uitwerking van de structuurvisie, zoveel mogelijk aan te sluiten bij de ambities en doelstellingen van het Deltaprogramma. WaalWeelde West heeft dan ook de volgende doelstelling voor hoogwaterveiligheid:

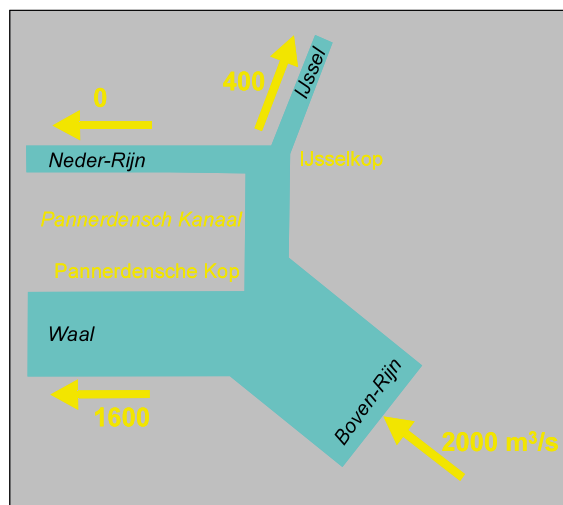
Een zo groot mogelijke bijdrage leveren aan de opgave om een afvoer van 18.000 kubieke meter per seconde (m^3/s) bij Lobith in het jaar 2100 veilig te kunnen afvoeren. Hierbij worden de volgende inrichtingscriteria gehanteerd:

- Optimale rivierverruiming, streven naar hydraulisch samenghangend pakket van maatregelen;
- Zoveel mogelijk uitgaan van verbreed rivierlint, dat wil zeggen zoveel mogelijk buitendijkse maatregelen en alleen waar dat onvoldoende is ook binnendijkse maatregelen meenemen;
- Toepassen van stroomlijningsprincipe: de ingrepen optimaliseren de doorstroming.

De Waal is er, na uitvoering van Ruimte voor de Rivier in 2015 op ingericht, om de huidige maatgevende afvoer bij Lobith van maximaal 16.000 m^3/s veilig af te kunnen voeren.

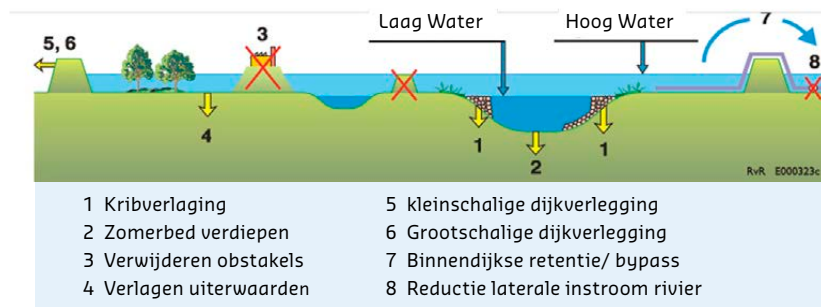
De verwachting is, dat de maatgevende afvoer als gevolg van klimaatverandering omhoog gaat en in het jaar 2100 gelijk zal zijn

aan een afvoer van 18.000 m³/s te Lobith. In dat geval moet de Waal in de toekomst zo ingericht worden dat 1600 m³/s extra kan worden afgevoerd zonder dat de veiligheid van de Nederlandse burger in het geding is en de kans op een dijkdoorbraak toeneemt. Het huidige uitgangspunt binnen het Deltaprogramma is namelijk dat van de 2000 m³/s extra bij Lobith, er 1600 m³/s over de Waal gestuurd moet kunnen worden en 400 m³/s over de IJssel (zie afbeelding 1).



Afbeelding 1: Afvoerverdeling extra water over de Rijn

Voor WaalWeelde West betekent deze toename van de maatgevende afvoer bij Lobith dat de waterstanden in het gebied gemiddeld ongeveer 80 cm hoger worden. De ambitie is niet om hiervoor de dijken overal met 80 cm te verhogen. De ambitie van het Deltaprogramma is om rivierverruimingsmaatregelen in te zetten om de extreme waterstand zoveel mogelijk terug te brengen tot het niveau van 16.000 m³/s. Dit betekent dat er plannen ontwikkeld moeten worden voor WaalWeelde West, die zorgen voor meer ruimte voor de Waal, zodat er bij hoog water 1600 m³/s extra afgevoerd kan worden, zonder dat de dijken moeten worden verhoogd. (zie afbeelding 2).



Afbeelding 2: Ruimtelijke rivierverruimende maatregelen in de rivier

Rivierverruimende maatregelen die binnen WaalWeelde West worden meegenomen in de structuurvisie zijn:

- Uiterwaardplannen in de vorm van vergravingen, aanleg nevengeulen en/of het verwijderen van obstakels in het landschap (maatregel 1, 3 en 4 in afbeelding 2)
- Dijkverleggingen (maatregel 5 en 6)
- Aanleg binnendijkse hoogwater geulen (maatregel 7)

1.5 Doel waterberekeningen

De waterberekeningen hebben twee doelen

- 1 Vooraf kennis inbrengen in het ontwerpproces van de structuurvisie en zodoende samen met de regio plannen te ontwikkelen die op een zo effectief mogelijke manier een bijdrage kunnen leveren aan het verlagen van de waterstand in het gebied.
- 2 Achteraf toetsen van ruimtelijke plannen en de planalternatieven op de bijdrage aan de benodigde waterstandsdeling in WaalWeelde West.

Vragen die onder andere door de waterberekeningen beantwoord kunnen worden zijn:

- Welke ontwerpuitgangspunten kan ik het best hanteren, rekening houdend met andere functies in het gebied zoals landbouw, recreatie en natuur?



- Hoe kan ik dit gebied, vanuit waterveiligheid het beste inrichten?
- In hoeverre en in welke mate levert dit plan een bijdrage aan de waterveiligheid in WaalWeelde West?
- In hoeverre voldoen de planalternatieven aan de veiligheidsopgave van het Deltaprogramma?

Naast het effect op de waterstanden zijn de alternatieven beoordeeld op de effecten op scheepvaart en op plaatselijke hinder en schade in de geul of in de uiterwaarden.

Rivierverruimende maatregelen kunnen op bepaalde plekken in de rivier voor aanzanding zorgen (sedimentatie) terwijl op andere plekken zand wordt weggeslagen (erosie). Deze effecten kunnen invloed hebben op de diepte van de vaargeul.

Bij hinder en schade zijn de volgende elementen onderzocht:

- Het lokaal optreden van hogere waterstanden;
- Eventueel vaker overstroomd van uiterwaarden;
- Dwarsstromen van enige omvang;
- Veranderingen in erosie- en sedimentatiepatronen in de uiterwaarden.



2

Rivierkundige werking van de Waal



2.1 Plangebied

Het plangebied omvat de Waal grofweg ten westen van Tiel tot aan Gorinchem. Voor de Westelijke Waal is kenmerkend dat de breedte van de uiterwaarden sterk varieert. Stroomafwaarts van Zaltbommel zijn de uiterwaarden vaak erg smal. Stroomopwaarts van Zaltbommel zijn de uiterwaarden meestal breder. In vergelijking met de Merwede (stroomafwaarts) is het zomerbed wat smaller, maar in vergelijking met de Waal meer stroomopwaarts is het zomerbed vergelijkbaar van breedte of iets breder. Dit patroon van langzaam versmallende uiterwaarden en een breder zomerbed naarmate men meer stroomafwaarts gaat is kenmerkend voor rivierovergangen naar de Delta toe. Het zelfde beeld is op de Neder-Rijn en Maas waarneembaar. Verder is in het meest westelijke deel van het plangebied nog een lichte getijdewerking vanuit zee waarneembaar. Dit effect is merkbaar tot aan Zaltbommel.



Afbeelding 3: Plangebied WaalWeelde West

2.2 Rivierkundige werking en samenhang

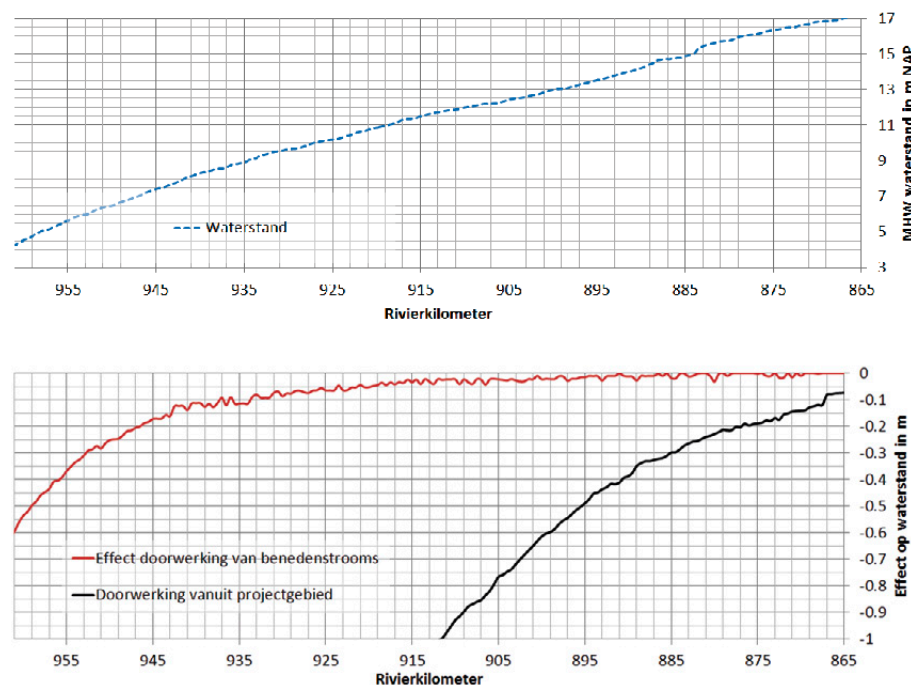
De westelijke Waal heeft een functie voor landbouw, industrie, natuur, afvoer van water, transport, delfstofwinning, wonen en recreatie. Vanuit de wateropgave drukken de functies voor waterafvoer en scheepvaart de grootste stempel op het gebied. De scheepvaart vraagt om een diep en voldoende breed rivierbed bij lage afvoeren. Om voldoende diepte bij laag water te bewerkstelligen is het laag-

waterbed ingesnoerd met kribben en zijn er zomerkaden langs de rivier gelegd die ook de landbouwkundige gebruiksmogelijkheden vergroten (de uiterwaarden overstroomden zo immers minder frequent). De hoogwaterveiligheid vraagt om een zo groot mogelijk hoogwaterbed. Dit wordt bewerkstelligd door de aanwezigheid van uiterwaarden langs de rivier. Helaas liggen door de sterke variatie in breedte delen van de uiterwaarden in de stroomschaduw en dragen niet bij aan het afstromen van hoogwater. Dit is het geval in Munnikenland, Crobbsche waard, Hurwenen en Heesselt.

De variatie in breedte is ook nadelig voor de scheepvaart omdat deze een afwisseling van convergerende en expanderende stroming bij hoogwater laat zien. Dit leidt tot variaties in stroomsnelheden en intensiteit van het transport van sediment (zand en klei) wat na hoogwater een ongelijkmatige bodem van het zomerbed oplevert. Door de rivier op bepaalde smalle plekken weer meer ruimte geven, door bijvoorbeeld een dijkverlegging of aanleg van een hoogwatergeul, kan de afwisseling in stroming getemperd worden.

2.3 Afhankelijkheid van Rijnmond en Merwede gebied en stroomopwaartse werking van rivierverruimende maatregelen

Tijdens extreem hoogwater is het rivierbed tussen de bandijken aan beide zijden van de rivier geheel gevuld. In de onderstaande afbeelding laat de blauwe lijn zien dat het water verhangt bij maatgevende afvoeren en een rechte schuine lijn benaderd. Dit is opmerkelijk want normaal gesproken wordt het verhang van een rivier vlakker naarmate



Afbeelding 4a en 4b: Waterstandsverhang maatgevende afvoeren (a) en werkingsgebied vanuit benedenstrooms (rood) en vanuit het gebied.

men de zee nadert. Dat dit voor de Waal en Merwede bij maatgevende afvoeren niet geldt wordt veroorzaakt doordat de Waal is ingedijkt.

Bij deze hoge waterstanden dringen ingrijpen in een gebied, stroomopwaarts door volgens een zogenaamde uitdempende kromme. Deze kromme is voor maatregelen meer benedenstrooms, afgebeeld met de rode lijn in afbeelding 4b. Voor maatregelen meer bovenstrooms in WaalWeelde West, heeft deze kromme meer de vorm van de zwarte lijn.

De rode lijn in afbeelding 4b laat zien dat een waterstandsdeling van 60 cm bij rivierkilometer 956 (Gorinchem), een effect heeft dat nog merkbaar is tot bovenstrooms van rivierkilometer 905 (10 km ten oosten van Tiel). De zwarte lijn laat zien dat maatregelen in WaalWeelde West vanaf de bovenrand van dit gebied (Tiel) doorwerken tot aan rivierkilometer 865 (Millingen aan de Rijn, deels grens met Duitsland). Hieruit moet worden geconcludeerd dat rivierverruimende ingrepen in het plangebied van WaalWeelde West doorwerken over de hele Waal. Echter wel moet worden opgemerkt dat ten oosten van Tiel de effecten van maatregelen in WaalWeelde West sterker doorwerken stroomopwaarts dan de effecten van maatregelen benedenstroomse daarvan (langs de Merwede benedenstrooms van 961). Voor de Waal ten oosten van Tiel hebben de rivierverruimende maatregelen in WaalWeelde West dus het meeste effect. Ingrepen in WaalWeelde West werken door over de gehele Waal in oostelijke richting. Dit geldt voor het traject tot aan Nijmegen waarin de doorwerking procentueel gezien nog 40% van het totale effect van een rivierverruimende maatregel bij Tiel is.

Voor WaalWeelde West zijn waterstandsverlagende maatregelen ten westen van (benedenstrooms) de Merwede erg belangrijk. Deze maatregelen vertegenwoordigen een belangrijk deel van het totale waterstanddalende effect met name ten westen van Zaltbommel (rivierkilometer 935). Ofwel, om de waterstanden ten westen van Zaltbommel af te laten nemen, moeten bij voorkeur maatregelen worden getroffen in een gebied ten westen van het plangebied WaalWeelde West.

In de praktijk is voor het al dan niet halen van de wateropgave van WaalWeelde West het gebied direct benedenstrooms (Rijnmond/. Merwede) erg belangrijk. WaalWeelde West haalt de wateropgave niet als in Rijnmond en/of in het Merwede gebied onvoldoende maatregelen worden getroffen. Waal Midden en Oost halen de taakstelling niet als in WaalWeelde West onvoldoende maatregelen worden getroffen.



3

Het ontwerpen en beoordelen van rivierverruimende plannen en alternatieven



3.1 Uitgangssituatie WaalWeelde West

De uitgangssituatie voor de Structuurvisie van WaalWeelde West is de situatie dat de Waal, afvoeren van maximaal 16.000 m³/s bij Lobith veilig kan afvoeren. Dit wordt de referentiesituatie 2015 genoemd, die ook gehanteerd wordt binnen het Deltaprogramma Rivieren. Dit is de situatie dat de Ruimte voor de Rivier plannen zijn voltooid. In dit gebied betreft dit de dijkverlegging Munnikkenland en het programma Stroomlijn. Het doel van Stroomlijn is om door ruimtelijke of beheersmaatregelen, de effecten van de verruiging van akkerland, productiegrasland en natuurlijk gras- en hooiland in de uiterwaarden, op de verhoging van de waterstanden te herstellen. De verruiging is veroorzaakt door een extensiever beheer van de uiterwaard in afgelopen 10 a 15 jaar.

Hoe het gebied WaalWeelde West er na Stroomlijn en Ruimte voor de Rivier naar verwachting bij ligt is afgebeeld in afbeelding 5.

3.2 Hoe zijn de rivierverruimende plannen ontwikkeld en getoetst

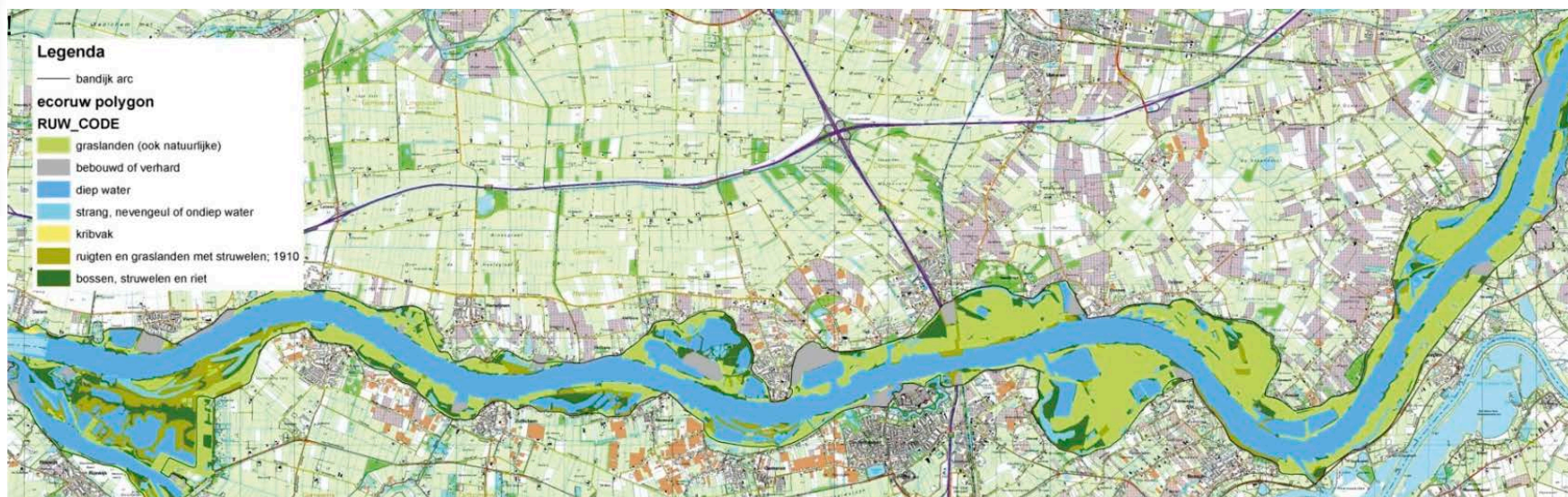
De provincie Gelderland begeleidt, ook namens de 4 gemeenten, vanuit de regio de zoektocht naar de rivierverruimende maatregelen in het licht van de wateropgave. Deltares en Arcadis ondersteunen dit vanuit de vakdiscipline hoogwaterveiligheid en rivierkunde. Het proces is weergegeven in onderstaande afbeelding.

3.2.1 Ontwerpen van de rivierverruimende plannen

De selectie en de ontwerpen van de ruimtelijke plannen zijn gebaseerd op regionale bijeenkomsten met deskundigen.

Uitgangspunten voor een rivierverruimend plan:

- Een ruimtelijke beperking: een samenhangend ruimtelijk plan over één of meerdere uiterwaarden of binnendijks.
- Het is een ruimtelijke verandering op de referentiesituatie 2015



Afbeelding 5: Rivierkundige uitgangssituatie WaalWeelde West op basis van het Deltaprogramma (referentiesituatie 2015)

- Het heeft een waterstandeffect bij een maatgevende afvoer van 18.000 m³/s bij Lobith.
- Zomerbedverdiepingen zijn niet meegenomen als rivierverruimend plan, aangezien het niet een ruimtelijk inrichtingsplan is.
- De maatregel “Kribben vervangen door langsdammen” wordt echter wel meegenomen aangezien het effect heel substantieel is..
- Bestaande ruimtelijke maatregelen uit het Ruimtelijke Investeringsprogramma WaalWeelde (RIW) worden meegenomen, zoals deze in het kader van de MIRT-toets zijn meegenomen.
- Maatregelen die al in het kader van Ruimte voor de Rivier zijn ontworpen en opgenomen in het maatregelenboek Waal, worden zoveel mogelijk “hergebruikt”.

Vertrekpunt

Het vertrekpunt van het ontwerpen van de rivierverruimende plannen waren de 3 alternatieven (rood, blauw en groen) die in het voorjaar van 2011 op basis van een regioproces zijn vastgesteld. Het doel van de alternatieven is om een zo breed mogelijk pakket aan mogelijke ruimtelijke plannen te verkrijgen en mee te nemen richting de uiteindelijke besluitvorming naar een nieuwe structuurvisie.

Uit de 3 alternatieven zijn de ruimtelijke plannen gedestilleerd, die in aanmerking komen voor een hydraulische toetsing. Dit betekent, dat deze plannen invloed uitoefenen op de waterstand in een hoogwatersituatie. Tevens is gekeken naar plannen die eerder in het kader van Ruimte voor de Rivier bedacht zijn. In deze fase leverde dit 24 ruimtelijke plannen op.

De waterworkshop

De 3 alternatieven zijn besproken in een waterworkshop met water-experts van stakeholders. Hierbij zijn ideeën voor nieuwe ruimtelijke plannen naar voren gekomen. Uiteindelijk is de lijst met plannen uitgebreid naar totaal 34.

De integrale workshop

De 3 nieuwe alternatieven zijn besproken in een integrale workshop, waarbij alle sectorale stakeholders aanwezig waren. Dit heeft geleid tot nieuwe aanpassingen in de alternatieven en ook tot nieuwe plannen. In de volgende fases, in de toetsingsfases, hebben ook nog aanpassingen plaatsgevonden. Uiteindelijk zijn 48 rivierverruimende plannen ontworpen en beoordeeld.

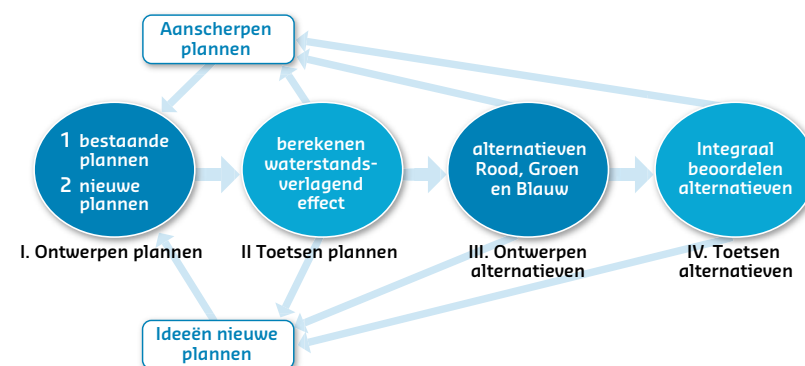
3.2.2 Toetsen ruimtelijke plannen

Voor het toetsen van het effect van de ruimtelijke plannen op de waterstand op de rivier, wordt gebruik gemaakt van een 2-dimensionaal hydraulisch computermodel. Dit model bootst de stroming van het water en de waterstanden op de rivier na. Het gebruikte model is wettelijk vastgelegd en wordt het wettelijk modelinstrumentarium, bestaande uit Baseline en Waqua, genoemd. De gebruikte software en

de gebiedsbeschrijvingen van de referentiesituatie, zoals die vastgelegd zijn in het model zijn gelijk aan die van het Deltaprogramma.

3.2.2.1 Schematiseren van de ruimtelijke plannen

Ruimtelijke plannen, die op papier bedacht en uitgewerkt zijn, moeten voor de waterberekeningen worden overgenomen (geschematiseerd) in Baseline. Baseline is een geografische applicatie die plannen zo vertaald, dat ze op geen goede manier in het 2-dimensionaal computermodel Waqua worden ingevoerd. Hier worden speciale eisen aan gesteld, zowel technisch als inhoudelijk. De gehanteerde richtlijnen en de concrete ontwerpuitgangspunten zijn in het onderstaande kader weergegeven.



Afbeelding 6: Processchema waterberekeningen

Ontwerpprincipes rivierverruimende plannen

Voor het schematiseren van maatregelen in Baseline (geografische applicatie ter voorbereiding van de invoer van maatregelen in het waterbewegingsmodel Waqua), is aangesloten bij de richtlijnen in de volgende basisdocumenten:

- De ontwerprichtlijnen voor het maken van nieuwe Baseline maatregelen zijn overgenomen uit "Kader hydraulische



analyse PKB-studie, Deelrapport A, september 2003, Q3244, Crebas et al.". Genoemd rapport beschrijft welke aannamen zijn gedaan om PKB-maatregelen (uit het maatregelboek) te modelleren in Baseline/WAQUA.

- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Baseline maatregelen, eisen en richtlijnen, 2007.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, leidraad Rivieren, 2007.

Gehanteerde ontwerppunten zijn:

- Ruimtelijke plannen liggen minimaal 50 meter van de bandijk en 50 meter van de teen van de krib.
- Nevengeulen en strangen liggen minimaal 100 meter uit de Bandijk.
- In en uitstroom van geulen en strangen liggen altijd tussen de kribben.
- Een geul is altijd eenzijdig aangetakt aan de Rivier (benedenstrooms), en bovenstrooms wordt de geul ontworpen met een drempel en een duiker.
- De hoogte van het huidige maaiveld wordt aangehouden als ontwerphoogte bij instroom van de geulen (hoogte met een afvoer van 4500-5000m³/s bij Lobith).

- Vanuit ecologie is het gewenst een nevengeul minimaal 11 maanden per jaar te laten meestromen. De stroomsnelheid moet variëren rond de 0,3 meter per seconde. Vanwege morfologische effecten, mag een geul niet meer dan 3 % van de afvoer afsnoepen.
- Bij grote dijkverlegging wordt aangehouden dat die pas gaan meestromen bij hoogwater. De bestaande dijk wordt verlaagd tot een hoogte, waarbij deze bij een terugkeertijd van 1 op 500 jaar pas overstroomt. Voordeel is dat deze maatregel goed zijn werk doet bij extreem hoogwater en dat de negatieve effecten op scheepvaart en morfologie nihil zijn. Verder hoeft aan de inrichting van het gebied ook weinig te veranderen omdat het gebied nog steeds zeer zelden onderstroomt.
- Bij vergravingen wordt gebruik gemaakt van richtlijnen voor gewenste ecotoop-ontwikkeling (minimale vereiste voor de hoogte t.o.v. de mediane waterstand).
- De bodem van nevengeulen en strangen wordt 2 meter onder de mediane waterstand gelegd.
- De bodem van plassen ligt 4 meter onder de mediane waterstand.
- Landgebruik wordt toegekend aan vooraf gedefinieerde ecotooptypes, zoals bos, ruigten, natuurlijk grasland, permanent water, etc.

3.2.2.2 Berekenen effect van de ruimtelijke plannen op de waterstand

De vraag die hier beantwoord wordt is in welke mate de ruimtelijke plannen afzonderlijk zorgen voor een waterstanddaling op de Waal bij een extra afvoer van 2000 m³/s bij Lobith. Hiervoor zijn voor 3 verschillende situaties de waterstanden bepaald op de as van de rivier:

- 1 De maatgevende hoogwaterstanden op de Waal. Deze zijn de huidige vastgestelde hoogwaterstanden bij een afvoer van 15.000 m³/s volgens zogenaamd HR1996. Dit zijn de waterstanden voor de uitvoering van de PKB ruimte voor de rivier met een afvoer van 15.000 m³/s. De ambitie van het Deltaprogramma is door

het ontwikkelen van rivierverruimende plannen, de extreme waterstand, ook bij 18.000 m³/s bij Lobith, zoveel mogelijk terug te brengen op het huidige waterstandsniveau. Dit zijn dus de gewenste waterstanden na uitvoering van het Deltaprogramma.

- 2 De waterstanden bij een afvoer van 18.000 m³/s bij Lobith en de referentiesituatie van 2015 (conform afbeelding 5). Dit is de situatie als er geen ruimtelijke plannen worden ontwikkeld. Dit wordt de 0-situatie genoemd. Het verschil tussen de gewenste waterstanden en de waterstanden in de 0-situatie noemen we de taakstelling of opgave.

- 3 De waterstanden bij een afvoer van $18.000 \text{ m}^3/\text{s}$ bij Lobith en de referentiesituatie van 2015, maar met opname van het ruimtelijk plan waarover het effect op de waterstand wordt berekend. De uitkomst van deze berekening geven de waterstanden bij uitvoering van het onderzochte ruimtelijk plan weer. Met deze berekening kan worden nagegaan in hoeverre de verkende maatregel bijdraagt aan het oplossen van de taakstelling.

Het waterstandseffect van een rivierverruimende plan op de verschillende locaties op de rivier, is het verschil tussen de waterstanden

uit de laatste berekening met de 0-situatie. Op een bepaalde locatie (rivierkilometer) op de rivier zal het effect van een maatregel maximaal zijn. Dit is meestal iets stroomopwaarts van de plek waar de rivierverruiming is gepland. Het effect van een rivierverruimend plan werkt stroomopwaarts door in de vorm van een “uitdempende kromme”, zoals beschreven in paragraaf 2.3. Afhankelijk van de grootte van het plan en de precieze locatie in WaalWeelde West, kan het waterstandsverlagend effect nog doorwerken tot oostwaarts van Nijmegen.



Afbeelding 7: Locaties rivierkilometers WaalWeelde West

3.2.3 Ontwerpen van alternatieven

In het kader van de structuurvisie en de milieueffectbeoordeling worden planalternatieven voor het gehele gebied ontworpen. Deze alternatieven worden zo samengesteld, dat uiteindelijk alle mogelijke ruimtelijke plannen in één van de alternatieven terug te vinden zijn.

Uiteindelijk kan hieruit weer een gedragen voorkeursalternatief (VKA) worden samengesteld. Er zijn uiteindelijk drie planalternatieven opgesteld waarvan één alternatief een focus heeft op hoogwaterveiligheid (blauw), één op natuur (groen) en één op stedenbouwkundige ontwikkelingen (rood).



Bij het samenstellen van de alternatieven vormden de 3 alternatieven (rood, blauw en groen) die in het voorjaar van 2011 op basis van een regioproces zijn vastgesteld het vertrekpunt. Deze alternatieven zijn steeds bijgesteld op basis van diverse regiobijeenkomsten met alle stakeholders en op basis van de waterberekeningen, waarbij nieuwe ruimtelijke plannen werden ontworpen en geoptimaliseerd.

3.2.4 Blokkendoos WaalWeelde West

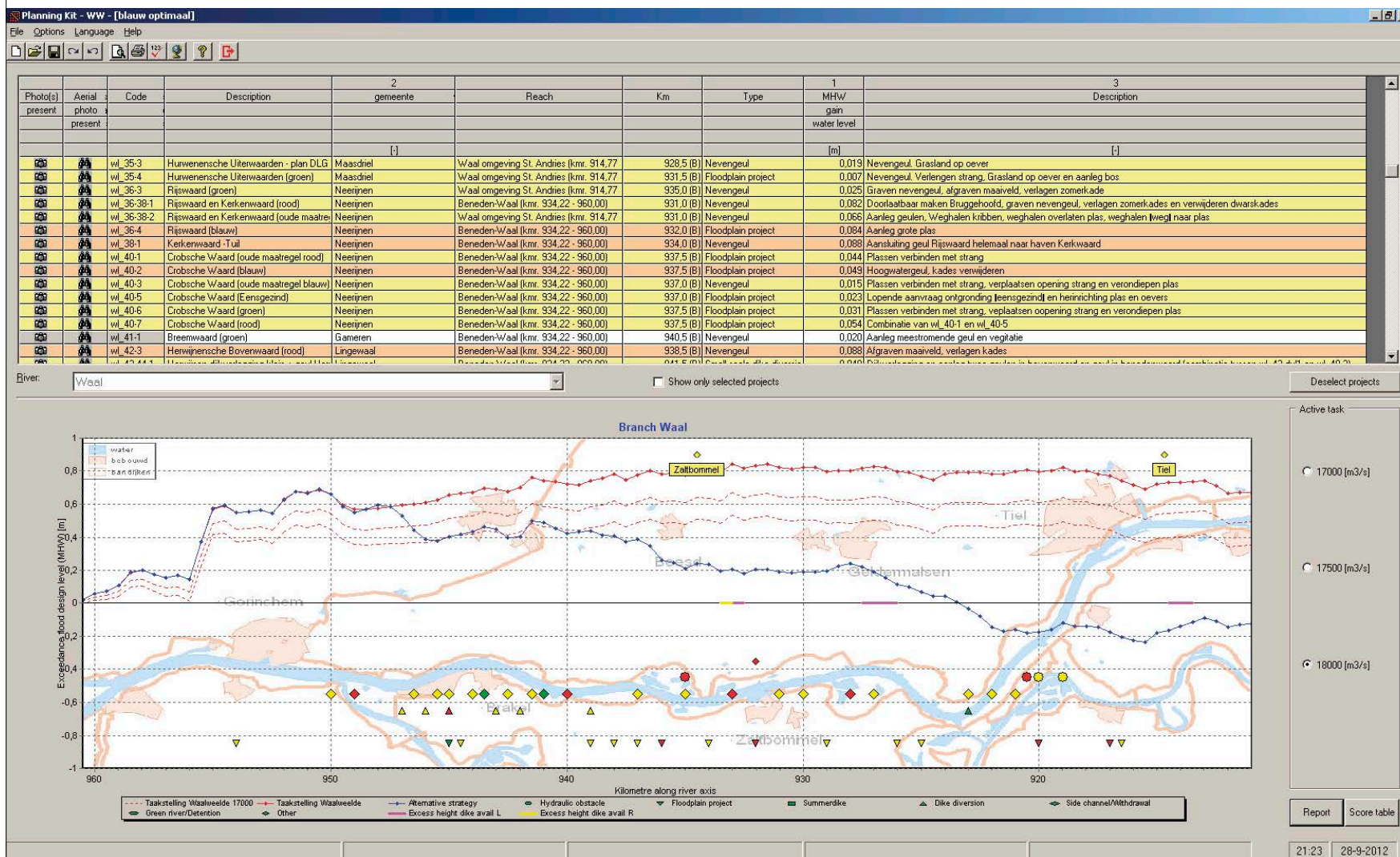
Voor WaalWeelde West is “De blokkendoos” ontwikkeld, een beslissingsondersteunend instrument. In de blokkendoos zijn alle rivierverruimende plannen terug te vinden met informatie en tekeningen over het ontwerp. Ook is van alle plannen het waterstandsverlagend effect in het plangebied WaalWeelde West weergegeven. In de Blokkendoos is het mogelijk meerdere plannen te selecteren, zodat de waterstandseffecten van de geselecteerde plannen worden opgeteld. Op deze manieren kunnen alternatieven worden samengesteld, met uiteindelijk resultaat een nieuwe lijn van de hoogwaterstanden, na uitvoering van de gekozen maatregelen. De blokkendoos zorgt ervoor dat plannen die elkaar overlappen niet tegelijk kunnen worden gekozen.

Afbeelding 8 is het hoofdscherm van de Blokkendoos, waarin alle maatregelen in alternatief Blauw zijn geselecteerd. Het waterstandseffect van het alternatief en in hoeverre de wateropgave wordt gehaald is meteen zichtbaar in het onderste deel van het scherm. De rode lijnen zijn van boven naar beneden respectievelijk de waterstanden bij 18.000 m³/s 17.500 m³/s en 17.000 m³/s in het gebied, maar zonder dat er maatregelen worden getroffen. De blauwe lijn is in dit geval de waterstandslijn bij 18.000 m³/s, als alternatief blauw wordt uitgevoerd (alle plannen van alternatief blauw zijn namelijk geselecteerd). De rechte 0-lijn, is de “taakstellingslijn” en op locaties waar de blauwe lijn hier onder komt, wordt de taakstelling op die locatie, op basis van de geselecteerde maatregelen gehaald.

In de Blokkendoos zijn de alternatieven op te slaan en later weer oproepbaar. Dit instrument is tijdens de workshops gebruikt ter ondersteuning van het keuze- en zoekproces naar alternatieven.

3.2.5 Toetsen van alternatieven

In de Blokkendoos kunnen van de planalternatieven heel makkelijk de waterstandseffecten over heel WaalWeelde West worden uitgerekend, door alle losse plannen per alternatief te selecteren. Echter, de blokkendoos telt de effecten van losse ruimtelijke plannen op en houdt geen rekening met de invloed van de plannen op elkaar. Om dit effect wel mee te nemen zijn van de uiteindelijke 3 planalternatieven zogenaamde “pakkettoetsen” uitgevoerd. De pakkettoetsen worden op dezelfde manier uitgevoerd als de effectbepaling van de losse ruimtelijke plannen (zie paragraaf 3.2.2.2.). Het enige verschil is dat bij berekening 3, niet één ruimtelijke plan wordt opgenomen in het model, maar de hele set van ruimtelijke plannen uit het betreffende alternatief. De pakkettoetsen worden gezien als de meest betrouwbare methode voor het bepalen van de waterstandseffecten van de planalternatieven en de mate dat deze alternatieven de wateropgave voor WaalWeelde West oplossen.



Afbeelding 8: Blokkendoos Waalweelde West



4 Resultaten



4.1 Hoogwaterveiligheid

4.1.1 De beoordeling van de rivierverruimende plannen

Er zijn 48 rivierverruimende plannen uitgewerkt. Deze ruimtelijke plannen zijn uitgebreid beschreven in een apart document: “Maatregelenboek WaalWeelde West”. In Bijlage 1 van dit document zijn de plannen kort opgesomd, en worden de berekende maximale waterstandseffecten gepresenteerd.

4.1.2 Onzekerheden in de rivierverruimende plannen

Om de hoogwaterveiligheid te verbeteren kan men onder ander rivierverruimende maatregelen treffen. Of een maatregel na aanleg ook werkelijk het beoogde effect heeft is in enige mate onzeker. Die onzekerheid wordt veroorzaakt door kennisleemten enerzijds en natuurlijke variabiliteit anderzijds. In tabel 1 zijn de rivierverruimende plannen en de typen maatregelen samengevat en is bij elke maatregel vermeld in welke mate zij een betrouwbare bijdrage geeft aan de hoogwaterveiligheid.

Vanuit hoogwaterveiligheid zijn maatregelen die vernauwingen op specifieke locaties oplossen het meest effectief en daardoor vaak betrouwbaar. Aan de andere kant van het spectrum zijn natuurgerichte maatregelen doorgaans het meest onbetrouwbaar. Hierbij speelt mee dat de uiterwaardenbeheer vaak kostbaar is, om de vegetatie op tijd te snoeien. Dit leidt er toe dat er een neiging is het beheer te extensiveren waardoor veel uiterwaarden na natuurgerichte herinrichting verruigen. Hierdoor neemt de ruwheid van de uiterwaard toe. Dit leidt tot opstuwing van het water en dus hogere waterstanden. Ook beogen natuurgerichte maatregelen vaak meer dynamiek in het gebied te brengen. Die dynamiek veroorzaakt vaak extra sedimentatie, waardoor het effect ook af neemt.



Type rivierverruimend plan	Type maatregel	Betrouwbaarheid bijdrage	Toelichting
Retentie		Matig	Gevoelig voor timing van het hoogwater en vorm van de hoogwatergol
Uiterwaardplan	Uiterwaard verlaging	Matig	Vatbaar voor verruiging van vegetatie en sedimentatie
	Verlaging zomerkaden	Matig	Vatbaar voor verruiging (landbouwkundige geschiktheid neemt af) en sedimentatie
	Nevengeul	Matig	Vatbaar voor verruiging door vegetatie en sedimentatie
	Verwijdering hoogwater vrij terrein	Hoog	Vergroot de afvoercapaciteit
	Doorlatend maken landhoofden	Hoog	Verruimingseffect
Kribverlaging		Hoog/Matig	Verruimingseffect, gevoelig voor sedimentatie in de vaarweg
Hoogwatergeul		Hoog	Vatbaar voor sedimentatie
Zomerbed verdieping		Matig	Heeft een verruimingseffect, wel gevoelig voor sedimentatie, beheer is cruciaal
Dijkverlegging / bypass		Hoog	Heeft een afvoer en/of bergingseffect en een verruimingseffect. Doorgaans i.c.m. landbouw of water

Tabel 1: Onzekerheden in de rivierverruimende plannen

4.1.3 Onzekerheden in de waterveiligheidsopgave

De waterveiligheid kent in de huidige situatie een aantal risico's en kansen voor de toekomst. Deze zijn uiteengezet in de volgende tabel.

Onzekerheden	Verandering	Risico/kans	Plausibiliteit
Rivierafvoer bovenstrooms	Toename afvoercapaciteit bovenstrooms	Risico: Toename afvoer	Waarschijnlijk
	Afname berging bovenstrooms	Risico: Toename afvoer	Onwaarschijnlijk
	Toename berging door retentie bovenstrooms	Kans: afname afvoer	Waarschijnlijk
	Afname afvoercapaciteit bovenstrooms	Kans: afname afvoer	Onwaarschijnlijk
	Toename maximale neerslag	Risico: Toename afvoer	Waarschijnlijk
	Afname maximale neerslag	Kans: afname afvoer	Onwaarschijnlijk
	Vertraging afstroming	Kans: afname afvoer	Onwaarschijnlijk
	Versnelling afstroming	Risico: Toename afvoer	Onwaarschijnlijk
Effect van benedenstrooms	Zeespiegelstijging	Risico: hogere waterstand	Waarschijnlijk
	Stijging waterstanden door afname afvoercapaciteit	Risico: hogere waterstand	Onwaarschijnlijk
	Daling waterstanden door toename afvoercapaciteit	Kans: lagere waterstand	Onwaarschijnlijk, maar mogelijk als Merwede wordt verbreed
Afvoercapaciteit rivier ter plaatse van WaalWeelde West	Aanzanding en aanslibbing	Risico: afname capaciteit	Waarschijnlijk
	Afname afvoercapaciteit door onvoldoende vegetatiebeheer	Risico: afname capaciteit	Onwaarschijnlijk, op basis van project Stroomlijn
	Toename afvoercapaciteit door rivierverruimingsmaatregelen	Kans: toename afvoercapaciteit	Onwaarschijnlijk, door ambities Deltaprogramma

Tabel 2: Onzekerheden met het oog op hoogwaterveiligheid

De tabel laat zien dat zonder ingrijpen er aanleidingen zijn om te vrezen dat de hoogwaterveiligheid achteruit gaat. Echter er worden nu maatregelen getroffen die de hoogwaterveiligheid verhogen. Rivierkundig gezien zijn rivierverruimende plannen die bovenstrooms de afstroming verminderen het meest wenselijk daar zij in een groot gebied de kans op het optreden van hoge waterstanden verkleinen. Hieronder vallen naast retentiegebieden ook rivierverruimingen in de breedte (dijkverleggingen) bovenstrooms. Ook in het gebied zelf leveren rivierverruimingen in de breedte een bijdrage aan het verminderen van de wateroverlast benedenstrooms. Echter, slechts een combinatie van meerdere grotere dijkverleggingen over een groot gebied heeft merkbare effecten benedenstrooms.

In het gebied zelf zijn verruimingen in breedte én diepte, waar mogelijk in vernauwingen, meestal de effectiefste bestrijding van hoogwater.

Voor de berekeningen van een verwachte hoogwaterstand op de Waal, wordt uitgegaan van een maatgevende benedenwaterstand van NAP +4.34 meter. In deze waarde is een zeespiegelstijging meegenomen van 35 cm tot 2050 en 85 cm tot 2100. Deze waarde is een middenwaarde. De kans dat de zeespiegel stijging hierop achter blijft of niet optreedt is klein. Voor de berekeningen is uit gegaan van een maatgevende afvoer van 18.000 m³/s (QWaal = 11768 m³/s). De kans dat deze optreedt, is voor de korte termijn waarschijnlijk veel kleiner

dan de beoogde kans van eens in de 1250 jaar, omdat grote delen van het bovenstroomse rivierengebied zullen overstromen en zo fungeren als berging zodra deze afvoer optreedt. Daardoor is de kans dat deze afvoer het projectgebied bereikt op dit moment uiterst klein.

Onderwerp	Verwachte kans	Aanname
Maatgevend beneden-peil van +4.34 m	ongeveer een terugkeertijd van 1 in de 1250 jaar	Redelijk
Q Lobith 18.000 m ³ /s	Voorlopig veel kleiner dan een terugkeertijd van 1 in de 1250 jaar Na 2050 mogelijk een terugkeertijd van 1 in de 1250 jaar	Veilig/ conservatief

Tabel 3: Samenvatting onzekerheden randvoorwaarden

Er zijn onzekerheden in de opgave, maar alles wijst erop de resultaten echter overwegend in de richting van afnemende hoogwaterveiligheid. Gegeven dat de waarde van het beschermde gebied almaar toeneemt, getuigt het van verstandig beleid om ondanks die onzekerheden de opgave neer te leggen zoals hij is gedefinieerd door het Deltaprogramma.

De kans op het winnen van de staatsloterij

De kans dat men in de staatsloterij de hoofdprijs wint is ongeveer 1 op 5 miljoen.

Als men 50 jaar lang elke dag mee zou doen aan een trekking dan doet men in totaal 18.250 pogingen. De kans dat je in die 50 jaar de loterij eenmaal wint is dan 1 op 273.972. De kans dat men in die 50 jaar te maken heeft met een maatgevende afvoer is 1 op 25. De kans op het eenmaal in 50 jaar meemaken van een maatgevende afvoer is 10958 keer groter dan het winnen van de staatsloterij.

4.1.4 Beoordeling van de alternatieven rood, groen en blauw

Van de 48 ontworpen rivierverruimende plannen zijn 29 plannen opgenomen in de 3 planalternatieven. Het gaat om:

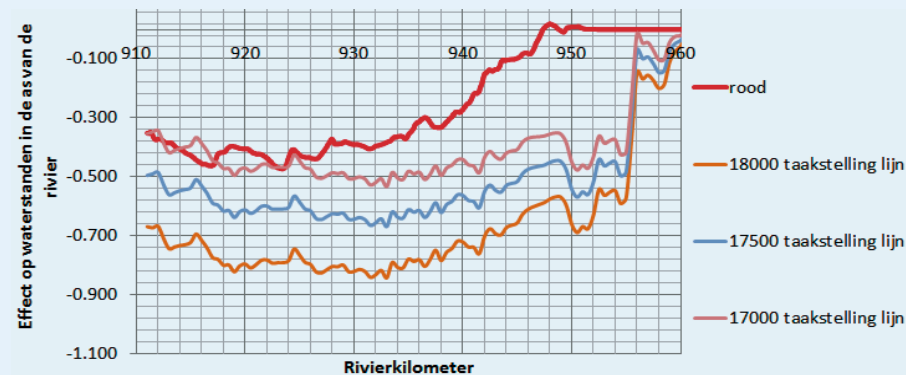
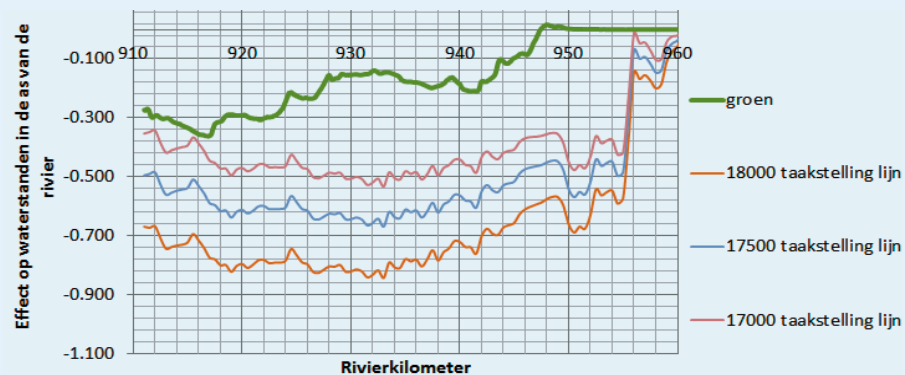
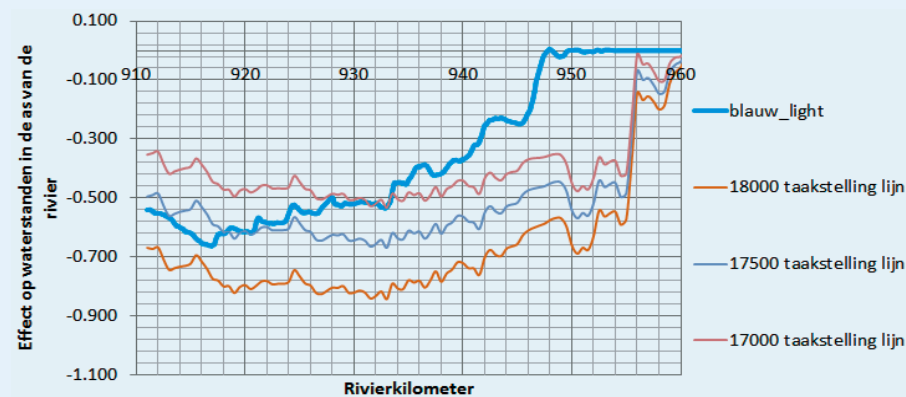
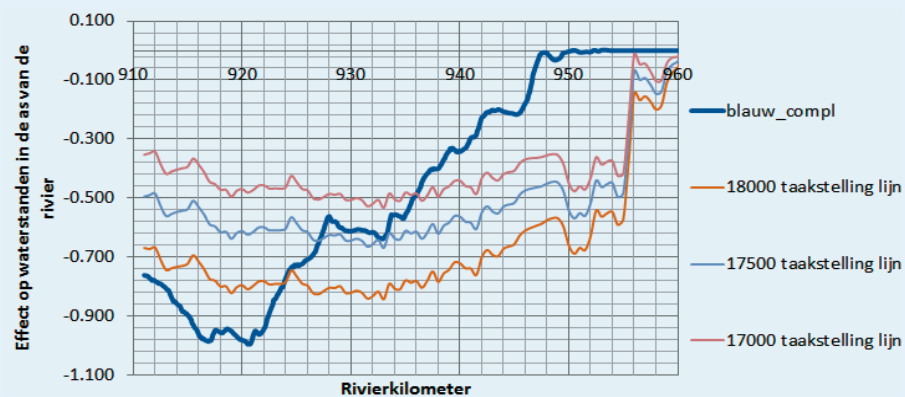
- 24 uiterwaardplannen (vergravingen, aanleg van nevengeulen en/of het verwijderen van obstakels in het landschap) op totaal 21 uiterwaardlocaties
- 2 dijkverleggingen
- 2 binnendijkse hoogwatergeulen
- 1 langsdam

De tabel in Bijlage 2 laat zien hoe de 29 plannen zijn opgenomen in de alternatieven Rood, Groen en Blauw. In Bijlage 3 worden deze alternatieven met de plannen ook op kaart weergegeven.

De effecten van de alternatieven zijn, zoals beschreven in hoofdstuk 3, doorgerekend met een afvoer van 18.000 op de Bovenrijn (QWaal = 11768 m³/s) zonder rekening te houden met eventuele retentie in het Rijnstrangengebied. Het verschil tussen deze waterstanden en de 0-situatie is het waterstandsverlagend effect van de afzonderlijke alternatieven.

In afbeelding 9 is het effect van de berekende alternatieven afgezet tegen de taakstelling bij een drietal afvoeren. Opgemerkt dient te worden dat voor alternatief Blauw (=blauw compleet) ook een lichtere versie doorgerekend is (blauw light). In blauw light zijn de grote binnendijkse plannen, Groene rivier Varik-Opijnen en Bypass Haaften, uit het alternatief gehaald en is daarvoor in de plaats de dijkverlegging Heesselt toegevoegd.

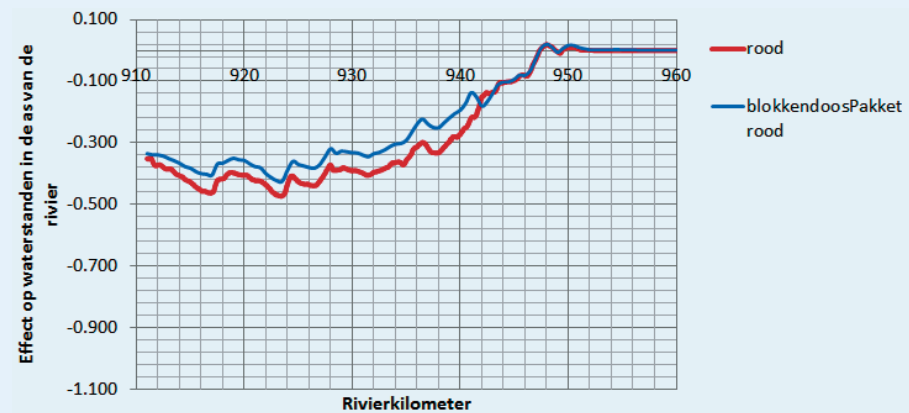
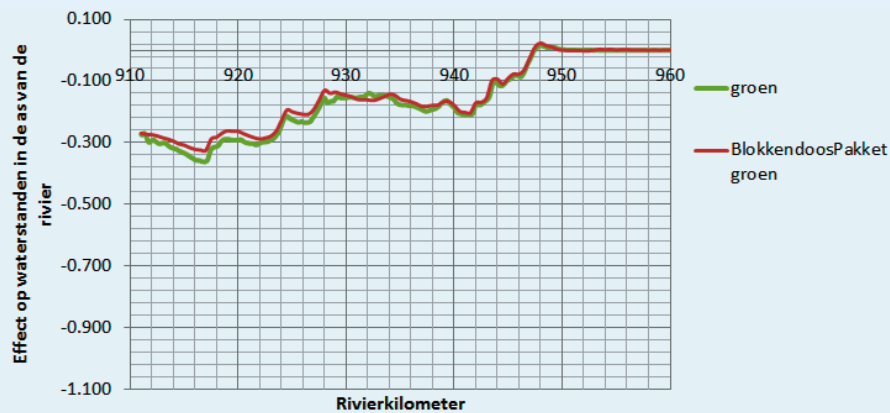
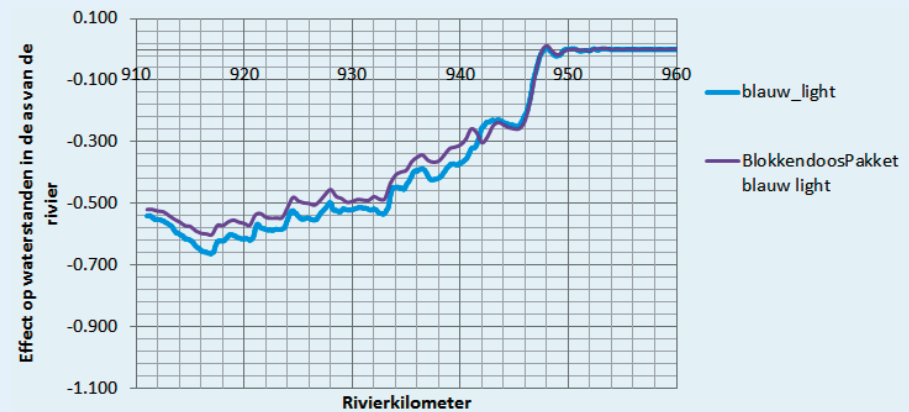
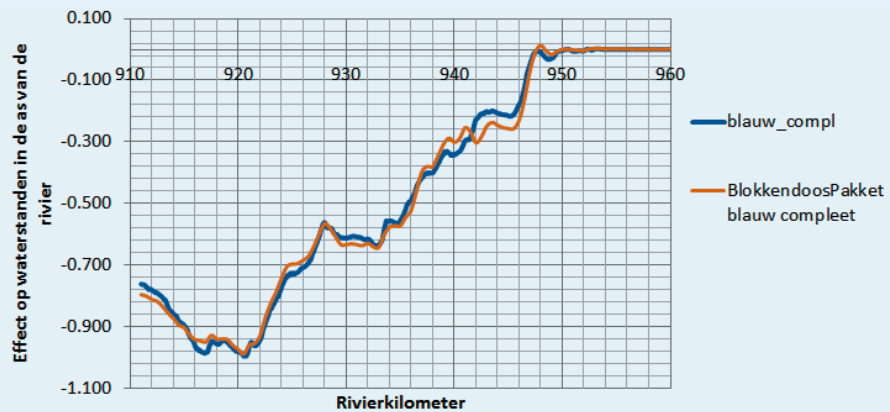
De afbeelding laat zien dat benedenstrooms van rivierkilometer 935 (Zaltbommel) geen van de pakketten de taakstelling haalt. Dit vloeit voort uit het feit dat in de berekeningen is aangenomen dat benedenstrooms van Gorinchem geen maatregelen worden getroffen. Om de waterstanden benedenstrooms van km 935 te laten dalen is het noodzakelijk om verder benedenstrooms maatregelen te treffen.



Afbeelding 9: Het waterstandseffect van de berekende alternatieven afgezet tegen de taakstelling bij een drietal afvoeren:
(linksboven = alternatief blauw, rechtsboven = alternatief blauw light, linksonder = alternatief groen, rechtsonder = alternatief rood)

Verder is te zien dat alleen het eerste pakket (Blauw compleet) de hoogste en op dit moment beleidsmatig geldende taakstelling haalt. Deze wordt gehaald bovenstrooms van rivierkilometer 924

(ten zuiden van Varik). Varianten Blauw light, Rood en Groen blijven daarbij achter.



Afbeelding 10: Vergelijking waterstandseffect van de alternatieven berekend met de Blokkendoos en met een Pakketsom
(linksboven = alternatief blauw, rechtsboven = alternatief blauw light, linksonder = alternatief groen, rechtsonder = alternatief rood)

In afbeelding 10 zijn de berekende waterstanden vergeleken met de waterstanden uit de Blokkendoos. Hieruit blijkt dat deze waterstanden zeer dicht bij elkaar liggen. Hieruit wordt geconcludeerd dat de

blokkendoos als hulpmiddel voor het bepalen van pakketten van maatregelen in WaalWeelde West betrouwbaar is.

4.2 Scheepvaart (Morfologie)

Het verlagen van hoogwaterstanden in de rivier, wordt vaak bereikt door de weerstand van het hoogwaterprofiel in zowel zomer- als winterbed te verminderen. Dit waterstandsdalende effect wordt in de meeste gevallen bereikt door stroomsnelheden in de hoofdgeul te verminderen. Het zij door verdieping van het zomerbed of door de afleiding van meer water via de oeverzone of het winterbed. Als gevolg van de verminderde stroming door het zomerbed neemt ook het sedimenttransport lokaal af. Hierdoor wordt de rivier ondieper daar waar de verruiming is gepleegd. De mate waarbij aanzanding optreedt wordt bepaald door de mate waarmee de stroomsnelheden veranderen en de frequentie waarmee dit gebeurt. De mate waarmee de stroomsnelheid verandert kan worden afgemeten aan de grootte van het waterstandsdalende effect en de lengte die de maatregel beslaat om dit tot stand te brengen. Dit is samengevat in de volgende vergelijking.

$$\Delta z = \Delta h \times \frac{T}{L}$$

waarin:

Δz = mate van aanzanding of verondieping

Δh = waterstandsdalende effect van de maatregel

T = frequentie waarmee het effect van de maatregel optreedt

L = lengte waarover de maatregel het effect tot stand brengt (spreiding)

Naast de grootte van het effect is de hinderlijkheid van de aanzanding voor scheepvaart vooral afhankelijk hoe ondiep de vaarweg nu is en bepalend voor hoeveel aanzanding de scheepvaart nog kan verdragen.

In afbeelding 11 zijn de waterdiepten bij lage afvoeren afgebeeld binnen de vaarweg. Hierbij is de diepte ingedeeld in klassen. Blauwe kleuren geven aan dat de diepte meer dan 4 meter is wat toereikend

is. Bij geel is de waterdiepte tussen 3.5 en 4 meter en daarmee kritisch voor de scheepvaart. De overige kleuren geven gebieden aan waar de diepte ontoereikend is.

De afbeelding laat zien dat de diepte ten westen van Hurwenen overwegend toereikend is. Alleen het stuk tussen Zaltbommel en de Crobsche waard is ondiep in de binnenbocht. Ten oosten van Hurwenen komen meer gele en oranje gebieden voor. Hier kunnen de waterdiepten tekort schieten tijdens lage afvoeren.

Aan de hand van de waterdiepte bij lage afvoeren is voor elke rivierverruimend plan een inschatting gemaakt of aanzanding door de maatregel meer of minder bezwaarlijk is. Die inschatting is uitgedrukt in een kental. Een waarde van 1 betekent dat de maatregel mogelijk tot sedimentatie leidt. Een kental van 0 betekent dat waarschijnlijk geen problemen te verwachten zijn. Maatregelen die tussen beide uiterste zitten krijgen 0.5 als kental. Vervolgens is per maatregel de morfologische hinder voor de scheepvaart ingeschat (indicatief).

Van de volgende ruimtelijke plannen wordt het grootste nadelige effect verwacht op de vaarweg:

1 Rijswaard (m.n. de Blauwe variant).

De maatregel behaalt een groot effect in een korte lengte tussen in en uitstroompunt. Dit is mogelijk dankzij een extra afvoer door de uiterwaarden over dit stuk. Deze extra afvoer door de uiterwaarden leidt tot een vermindering van de stroomsnelheid in het zomerbed tijdens hoogwater met als gevolg een verminderde frictie in het zomerbed en lagere waterstanden bovenstrooms. Dat de lagere waterstanden worden bereikt met een ingreep die een korte lengte heeft impliceert dat de afname van de frictie in het zomerbed relatief groot is. Deze sterke verminderde frictie in het zomerbed leidt tot een verminderde sedimentafvoer en daardoor een hogere bodem.



Afbeelding 11: Waterdiepte kaart bij lage afvoeren

Bij het instroompunt neemt door de verlaagde waterstanden de stroomsnelheid toe. Hierdoor erodeert hier de bodem. Tot slot erodeert ook benedenstrooms van de ingreep de bodem in dit geval door een verminderde sedimentaanvoer. Dit bij elkaar veroorzaakt deze maatregel een sterke afwisseling van de bodemhoogte op een kort traject. Dit effect valt bij deze maatregel samen met een riviertraject waarin voor de scheepvaart, een beperkte overruimte is in de waterdiepte bij laagwater (zie afbeelding 11). Al met al is hinder van deze maatregel te verwachten.

2 Stiftsche Uiterwaarden.

De maatregel omvat een verregaande verlaging van de zomerkade en het maaiveld. Daarnaast is er een nevengeul in het gebied toegevoegd. De maaiveld en zomerkade verlagingen gaan ver en hierdoor gaat het gebied frequent doorstromen. Ook de nevengeul zorgt voor een frequentere doorstroming. Die zaken samen leiden ertoe dat de

stroming vrijwel het gehele jaar minder is dan in de huidige situatie. Hierdoor veert de bodem van het zomerbed op. Bij de Stiftsche Uiterwaarden valt dit bovendien samen met een riviertraject waarin de waterdiepte bij laagwater erg beperkt is (zie afbeelding 11). Vandaar dat hinder van deze maatregel kan worden verwacht.

3 Kop van Heerewaarden (varianten Rood en Groen).

Deze maatregelen omvatten een verregaande verlaging van de zomerkade en het maaiveld en er wordt een nevengeul aangelegd. De maaiveld en zomerkade verlagingen zijn van dien aard dat het gebied frequent doorstroomt. Ook de nevengeul zorgt voor een frequentere doorstroming. De stroming is hierdoor vrijwel het gehele jaar minder dan in de huidige situatie en zal de bodem van het zomerbed opveren. Ook hier valt dit samen met een riviertraject waarin de waterdiepte bij laagwater al erg beperkt is (zie afbeelding 11). Al met al wordt ook van deze maatregel hinder verwacht.

Ook van de groene variant van de Herwijnnense Boven- en Benedenwaard en van de bypass Varik – Opijnen worden nadelige effecten verwacht omdat de hydraulische effecten bij hoogwater groot zijn. In deze twee gevallen zijn ze naar verwachting goed te verhelpen door de doorstroomfrequentie te beperken met een lange zomerkade die weinig weerstand veroorzaakt.

Nadat alle rivierverruimende plannen zijn beoordeeld is het totale effect per pakket bepaald als het gemiddelde van de deeleffecten groter dan 0. Dit levert de volgende beoordeling voor de alternatieven op:

Blauw	Groen	Rood
0.54	0.50	0.47

Tabel 4: De alternatieven beoordeeld op scheepvaart

Verhoudingsgewijs wordt van het Blauwe alternatief de meeste hinder verwacht. Dit wordt veroorzaakt door de grote hydraulische effecten die bij dit alternatief bij hoge afvoeren optreden. Rood scoort iets beter dan groen wat terug te voeren is op een vrij negatieve beoordeling van de geulen in de Herwijnnense boven en benedenwaarden. In feite zijn de verschillen tussen de pakketten erg klein en moeten de alternatieven als het gaat om morfologische effecten in de vaarweg worden beoordeeld als gelijkwaardig.

4.3 Hinder en schade

Overige aspecten van hinder en schade per alternatief kwalitatief onderzocht. Het gaat hierbij om:

- het lokaal optreden van hogere waterstanden,
- het vaker overstromen van uiterwaarden,
- dwarsstromen van enige omvang en
- veranderingen in erosie en sedimentatiepatronen in de uiterwaarden.

Lokaal optreden van hogere waterstanden

Door de rivierverruimende maatregelen dalen de waterstanden. Dit effect is in alle alternatieven ter hoogte van rivierkilometer 945 (Brakel) meer dan 10 cm. Door de ingrepen kunnen lokaal, benedenstrooms van de rivierverruiming, hogere waterstanden ontstaan maar dit verschil is doorgaans niet groter dan 10 cm en in de meeste gevallen slechts enkele centimeters. Hieruit moet worden geconcludeerd dat bij alle pakketten dit type hinder verminderd. Dit geldt in het gebied van WaalWeelde West maar ook stroomopwaarts tot aan grofweg de Pannerdense Kop.

Benedenstrooms van rivierkilometer 945 is dit anders. In het gebied benedenstrooms van rivierkilometer 945 kunnen ingrepen een waterstandsverhoging in de uiterwaard of aan de bandijk veroorzaken die groter is dan de daling van de waterstanden op die plaat. Hierdoor kan het zijn dat deze ingrepen slechts kunnen worden uitgevoerd als zij worden geflankeerd met een dijkverzwaring. Een dergelijke situatie is bijvoorbeeld te verwachten bij alle ingrepen in en rondom de Dalemsche Waard waaronder de ingrepen in het Heuff-terrein. Het is zeer waarschijnlijk dat hier een flankerende dijkverzwaring nodig is. Netto echter vermindert deze hinder in alle pakketten.



Het vaker overstromen van de uiterwaarden

Nagenoeg alle ingrepen in de uiterwaarden verhogen de overstromingsfrequentie. Dit vermindert doorgaans de geschiktheid van de gronden voor andere functies dan natuur. Voor de maatregelen in de vaargeul (zomerbed) geldt dit niet. Deze maatregelen, bijvoorbeeld aanleg langsdammen, leiden tot lagere waterstanden in de rivier. Hierdoor neemt de overstromingsfrequentie van bovenstrooms gelegen uiterwaarden af. Netto echter overheersen in alle alternatieven de uiterwaardplannen. In alle alternatieven moet worden gerekend op meer hinder door toegenomen overstromingsfrequenties.

Dwarsstromen van enige omvang

Alle uiterwaardplannen ontlelen hun werking aan het versneld afvoeren van water door de uiterwaard. Dit leidt tot een toename van de uitwisseling van water tussen de uiterwaard en het zomerbed. Hierdoor geldt voor alle pakketten dat de dwarsstromen meer hinder zullen veroorzaken. Dit is vooral het geval wanneer het water geconcentreerd op een punt terug in de rivier stroomt. In de praktijk echter kunnen de dwarsstromen doorgaans goed worden verdeeld over een bredere zone, wanneer bij het in en uitstroompunt voldoende ruimte wordt genomen. Verwacht wordt daarom dat bij uitwerking van de plannen de dwarsstromen voldoende kunnen worden beperkt zodat zij ook voor de scheepvaart aanvaardbaar is.

Veranderingen van erosie en sedimentatiepatronen in uiterwaarden

Veel ingrepen veranderen de erosie- en sedimentatiepatronen in uiterwaarden. De effecten van erosie zijn of aanvaardbaar of zij worden opgevangen door bodembeschermende maatregelen. De effecten van sedimentatie veroorzaakt doorgaans ook geen hinder, aangezien aanzanding in de uiterwaarden veel geleidelijker gaat dan in het zomerbed en kost daarom ook minder onderhoud.

5

Conclusies

5.1 De meest effectieve maatregelen

De hydraulische effectiviteit van maatregelen wordt uitgedrukt in een waterstands daling. In bijlage 1 is een lijst van alle onderzochte maatregelen opgenomen met het maximale effect. In onderstaande tabel worden de meest effectieve ruimtelijke plannen uit de alternatieven, in relatie tot hoogwaterveiligheid gepresenteerd.

De 4 maatregelen met het grootste effect hebben allen betrekking op het doorstroombaar maken van delen van nu binnendijks gelegen gebied. Klaarblijkelijk is de insnoering door bandijken zodanig dat door correcties daarmee het meeste winst kan worden geboekt. In de lijst valt verder op dat de bypass bij Varik en Opijnen qua hydraulisch effect, met kop en schouders uitsteekt boven de andere maatregelen.

Maatregel	maximaal Effect in m	Locatie	Toelichting
wl_70006p2	-0.45	921.4	Groene rivier Varik-Opijnen en Heesseltsche uiterwaarden (combinatie geoptimaliseerd)
wl_5001na	-0.18	935.3	Bypass Haaften (blauw)
wl_43-45-1	-0.18	942.8	Brakelsche Benedenwaarden en geul Ruijterwaard (blauw)
wl_langsd4	-0.13	942.0	Langsdam Benedenwaal
wl_31-2	-0.11	921.7	Kop van Heerewaarden-Bato's Erf (blauw)
wl_32-34-1	-0.10	924.3	Heesseltsche Uiterwaarden (basis)
wl_45-dvl	-0.10	945.7	Dijkverlegging Brakel (basis)

Tabel 5: De meest effectieve ruimtelijke plannen in relatie tot hoogwaterveiligheid

5.2 Restlengten dijkversterking

In hoofdstuk 4 zijn de effecten van de alternatieven kort besproken. Te zien is dat hier de taakstelling meer of minder wordt gehaald. Op basis van deze lijnen kon worden bepaald waar alsnog dijkverzwaring noodzakelijk is als de afvoer stijgt naar 18.000 m³/s.

Een moeilijkheid hierbij is dat de effecten van maatregelen in Waal-Weelde West doorwerken stroomopwaarts. Hiervoor zijn de volgende twee inschattingen gedaan:

Ten eerste wordt verwacht dat, als er géén maatregelen worden getroffen, de taakstelling niet wordt gehaald van Beuningen (rivierkilometer 890) en Gorinchem (rivierkilometer 956). Hiermee wordt bedoeld dat dan, ook bij een extreem(!) vergaande verruiming van de Middenwaal, de taakstelling over dit traject niet gehaald gaat worden.

Hierdoor raakt het al dan niet halen van de taakstelling op het traject van WaalWeelde West een grotere lengte dan dit traject alleen.

Ten tweede wordt verwacht dat, als WaalWeelde West de taakstelling aan de bovenrand wel haalt, stroomopwaarts met de gekozen ruimtelijke plannen de taakstelling goed kan worden gehaald tot ten minste Beuningen.

Tussen Gorinchem (956) en Beuningen (890) ligt 301 km banddijk. De lengte van de dijk is dus aanmerkelijk langer dan de rivier zelf. Dit komt enerzijds doordat de dijk een veel bochtiger verloop heeft en anderzijds doordat de dijk aan beide zijden van de rivier ligt. Van deze 301 km ligt ongeveer 86 km tussen rivierkilometer 912 en 890. De overige 215 km ligt op het traject van WaalWeelde West. Dit leidt tot de benodigde lengten dijkversterking voor de verschillende varianten (zie tabel 6).

Afvoer	Blauw Compleet	Voldoet tot rkm	Blauw Light	Voldoet tot rkm	Groen	Voldoet tot rkm	Rood	Voldoet tot rkm
	Benodigde versterken dijk lengte		Benodigde versterken dijk lengte		Benodigde versterken dijk lengte		Benodigde versterken dijk lengte	
18.000	167 km	923	>301 km	Niet	>301 km	niet	>301 km	Niet
17.500	134 km	927	200 km	917	>301 km	niet	>301 km	niet
17.000	77 km	935	77 km	935	>301 km	niet	200 km	917

Tabel 6: De benodigde restlengte aan dijkverzwaring van de alternatieven bij verschillende afvoeren, op de plekken waar de alternatieven de taakstelling niet halen.

5.3 De alternatieven in relatie tot het rivierkundig beoordelingskader

De alternatieven zijn op onderling vergelijkbare wijze getoetst op hun effecten op de vaarweg. Hierbij zijn geen grote verschillen aan het daglicht gekomen. Alle pakketten moeten op dit punt als min of meer gelijkwaardig worden geschouwd. De alternatieven zijn niet per plan onderzocht op mogelijke hinder en schade voor derden. Gezien de aard en schaalgrootte van de alternatieven wordt verwacht dat de effecten van hinder en schade door frequentere inundaties, gewijzigde stroming en sedimentafvoer door het zomerbed onvermijdelijk zijn. In de praktijk kunnen zij door het aanleggen van zomerkaden op de juiste plaatsen en met de goede hoogten worden verzacht, maar niet altijd overal tot nul gereduceerd.

5.4 Eindconclusies

- Als men over de gehele Westelijke Waal aan de taakstelling voor de lange termijn wil voldoen dan moet er ten westen van Gorinchem een extra verruiming komen met een waterstands verlagend effect in de orde van 50 cm.
- Als men op de Middenwaal aan de taakstelling voor de lange termijn wil voldoen dan moet er in WaalWeelde West afdoende worden verruimd.

- De 4 maatregelen met het grootste effect omvatten allen het doorstroombaar maken van delen van nu binnendijks gelegen gebied. De insnoering door bandijken is zodanig dat door correcties daarmee de meeste hydraulische winst kan worden geboekt.
- Zonder een Bypass tussen Varik en Opijnen wordt de taakstelling van 18.000 m³/s te Lobith aan de bovenrand niet gehaald. Bij handhaving van een doelstelling om een afvoer van 18.000 m³/s te Lobith veilig af te kunnen voeren is dijkverzwaring tussen Gorinchem en Beuningen noodzakelijk. De lengte daarvan bedraagt tenminste 301 km.
- Zonder een Bypass tussen Varik en Opijnen wordt de taakstelling van 17.500 m³/s te Lobith aan de bovenrand wel gehaald. Dan is dijkverzwaring tussen Gorinchem en Passewaaij (rkm 917) noodzakelijk. De lengte daarvan bedraagt tenminste 200 km.
- Zonder een Bypass tussen Varik en Opijnen wordt de taakstelling van 17.000 m³/s te Lobith aan de bovenrand wel gehaald. Dan is dijkverzwaring tussen Gorinchem en Zaltbommel (rkm 935) noodzakelijk. De lengte daarvan bedraagt tenminste 77 km.
- Met een Bypass tussen Varik en Opijnen wordt de taakstelling van 18.000 aan de bovenrand wel gehaald. Dan is dijkverzwaring tussen Gorinchem en Zaltbommel (rkm 935) noodzakelijk. De lengte daarvan bedraagt tenminste 77 km.



Bijlage 1

Hydraulische effecten van rivierverruimende plannen

Code	Rivierverruimend plan	Max Effect (in meters)	Locatie (rivierkm)	Code	Rivierverruimend plan	Max Effect (in meters)	Locatie (rivierkm)
wl_30-1	Uiterwaardplan Stiftsche Uiterwaarden	-0.06	916.7	wl_40-5	Crobsche Waard (Eensgezind)	-0.02	937.4
wl_30-2	Uiterwaardplan met geul Stiftsche Uiterwaarden (basis)	-0.09	916.7	wl_40-6	Crobsche Waard (groen)	-0.03	937.4
wl_31-2	Kop van Heerewaarden-Bato's Erf (blauw)	-0.11	921.7	wl_40-7	Crobsche Waard (rood)	-0.05	937.4
wl_31-3	Kop van Heerewaarden	-0.07	921.7	wl_41-1	Breemwaard (groen)	-0.02	940.5
wl_31-4	Kop van Heerewaarden (groen)	-0.07	922.2	wl_42-3	Herwijnsche Bovenwaard (rood en blauw)	-0.09	938.5
wl_31-5	Kop van Heerewaarden (rood)	-0.04	921.0	wl_42-dvl1	Herwijnen dijkverlegging klein (groen)	-0.03	938.5
wl_70006h1	Groene rivier Varik-Opijnen	-0.44	921.4	wl_42-dvl2	Herwijnen dijkverlegging groot (blauw)	-0.14	938.5
wl_70006p1	Combinatie Groene rivier Varik-Opijnen en Heesseltsche uiterwaarden	-0.45	921.4	wl_42-44-1	Herwijnen dijkverlegging klein + geul Herwijnsche Benedenwaard (groen)	-0.05	938.5
wl_70006p2	Groene rivier Varik-Opijnen en Heesseltsche uiterwaarden (combinatie geoptimaliseerd)	-0.45	921.4	wl_44-1	Herwijnsche Benedenwaard (oude maatregel groen)	-0.02	944.4

Bijlage 1

Code	Rivierverruimend plan	Max Effect (in meters)	Locatie (rivierkm)	Code	Rivierverruimend plan	Max Effect (in meters)	Locatie (rivierkm)
wl_30212	Dijkverlegging Heesselt (basis)	-0.05	923.4	wl_44-2	Herwijnsche Benedenwaard (groen)	-0.01	944.4
wl_32-34-1	Heesseltsche Uiterwaarden (basis)	-0.10	924.3	wl_43-1	Ruyterwaard	-0.05	942.8
wl_35-1	Hurwenensche Uiterwaarden	-0.04	928.7	wl_43-3	Ruyterwaard (oude maatregel rood)	-0.07	942.8
wl_35-2	Hurwenensche Uiterwaarden - hoogwater-geul (blauw)	-0.04	929.4	wl_43-4	Ruyterwaard (oude maatregel groen)	-0.07	942.8
wl_35-3	Hurwenensche Uiterwaarden - plan DLG (rood)	-0.02	928.5	wl_43-5	Ruyterwaard (rood)	-0.08	942.8
wl_35-4	Hurwenensche Uiterwaarden (groen)	-0.01	928.5	wl_43-6	Ruijterwaard (blauw)	-0.11	942.8
wl_36-3	Rijswaard (groen)	-0.03	931.5	wl_43-7	Ruyterwaard (groen)	-0.08	942.8
wl_36-4	Rijswaard (blauw)	-0.08	931.5	wl_43-45-1	Brakelsche Benedenwaarden en geul Ruyterwaard (blauw)	-0.18	942.8
wl_36-38-1	Rijswaard en Kerkenwaard (rood)	-0.08	931.3	wl_45-dvl	Dijkverlegging Brakel (basis)	-0.10	945.7
wl_36-38-2	Rijswaard en Kerkenwaard (oude maatregel rood)	-0.07	931.3	wl_45-3	Brakelsche Benedenwaarden (blauw)	-0.12	945.7
wl_38-1	Kerkenwaard -Tuil (rood)	-0.09	934.1	wl_45-48p	Munnikenland verbinding geulen (groen en blauw)	-0.01	945.7
wl_50001na	Bypass Haaften (blauw)	-0.18	935.3	wl_47-1	Dalemsche Waard (Hondswaard)	0.00	953.3
wl_40-1	Crobsche Waard (oude maatregel rood)	-0.05	937.4	wl_47-3	Heuff-terrein Vuren (blauw)	-0.02	953.3
wl_40-2	Crobsche Waard (blauw)	-0.05	937.4	wl_47-4	Heuff-terrein Vuren (rood)	-0.02	953.3
wl_40-3	Crobsche Waard (oude maatregel blauw)	-0.02	937.4	wl_langsd4	Langsdam Benedenwaal	-0.13	942.0

Bijlage 2

Overzicht alternatieven en de rivierverruimende plannen



Code	Rivierverruimend plan	Max Effect (in meters)	Locatie (rivierkm)	De Alternatieven		
				rood	groen	blauw
wl_30-2	Uiterwaardplan met geul Stiftsche Uiterwaarden (basis)	-0.09	916.7	X	X	X
wl_31-2	Kop van Heerewarden-Bato's Erf (blauw)	-0.11	921.7			X
wl_31-4	Kop van Heerewarden (groen)	-0.07	922.2		X	
wl_31-5	Kop van Heerewarden (rood)	-0.04	921.0	X		
wl_70006p2	Groene rivier Varik-Opijnen en Heesseltsche uiterwaarden (combinatie geoptimaliseerd)	-0.45	921.4			X
wl_30212	Dijkverlegging Heesselt (basis)	-0.05	923.4	X	X	
wl_32-34-1	Heesseltsche Uiterwaarden (basis)	-0.10	924.3	X	X	
wl_35-2	Hurwenensche Uiterwaarden - hoogwatergeul (blauw)	-0.04	929.4			X
wl_35-3	Hurwenensche Uiterwaarden - plan DLG (rood)	-0.02	928.5	X		
wl_35-4	Hurwenensche Uiterwaarden (groen)	-0.01	928.5		X	
wl_36-3	Rijswaard (groen)	-0.03	931.5		X	
wl_36-4	Rijswaard (blauw)	-0.08	931.5			X

Bijlage 2

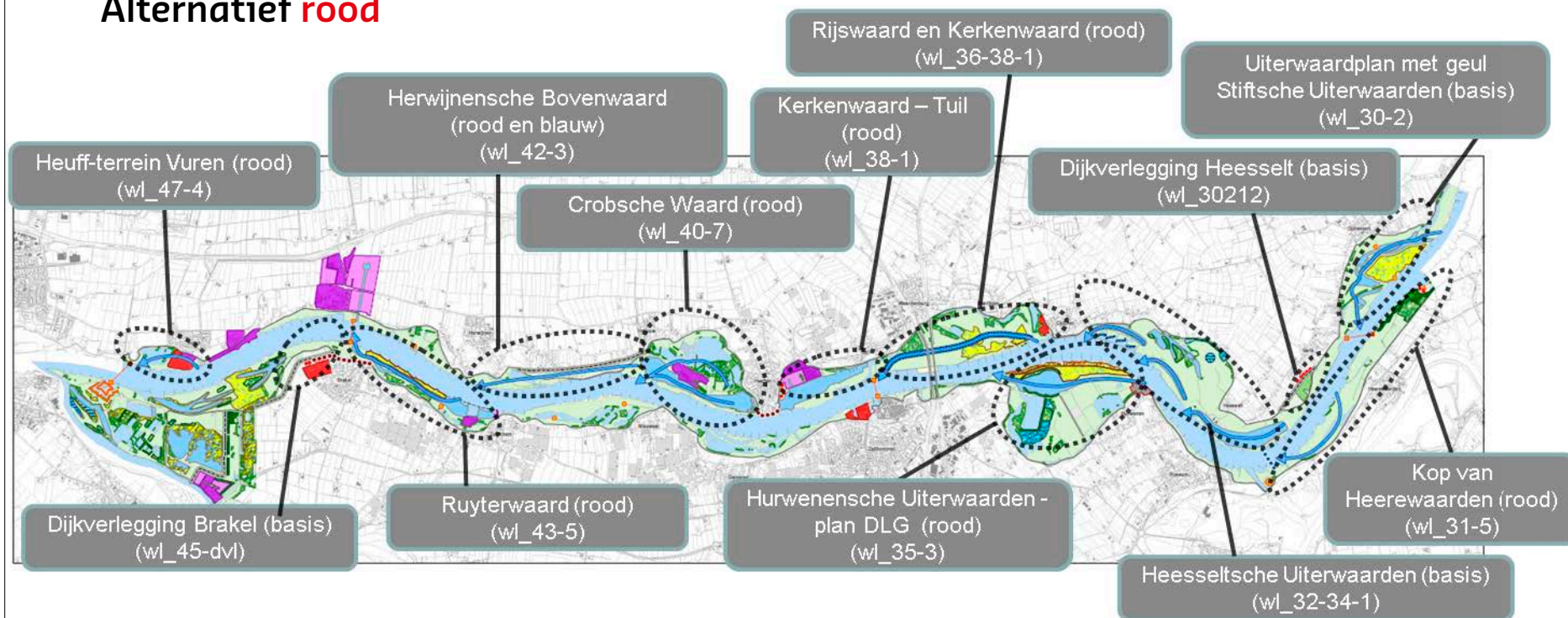
Code	Rivierverruimend plan	Max Effect (in meters)	Locatie (rivierkm)	De Alternatieven		
				rood	groen	blauw
wl_36-38-1	Rijswaard en Kerkenwaard (rood)	-0.08	931.3	X		
wl_38-1	Kerkenwaard –Tuil (rood)	-0.09	934.1	X		X
wl_50001na	Bypass Haaften (blauw)	-0.18	935.3			X
wl_40-2	Crobsche Waard (blauw)	-0.05	937.4			X
wl_40-6	Crobsche Waard (groen)	-0.03	937.4		X	
wl_40-7	Crobsche Waard (rood)	-0.05	937.4	X		
wl_41-1	Breemwaard (groen)	-0.02	940.5		X	
wl_42-3	Herwijnsche Bovenwaard (rood en blauw)	-0.09	938.5	X		X
wl_42-44-1	Herwijnen dijkverlegging klein + geul Herwijnsche Benedenwaard (groen)	-0.05	938.5		X	
wl_43-5	Ruyterwaard (rood)	-0.08	942.8	X		
wl_43-7	Ruyterwaard (groen)	-0.08	942.8		X	
wl_43-45-1	Brakelsche Benedenwaarden en geul Ruijterwaard (blauw)	-0.18	942.8			X
wl_45-dvl	Dijkverlegging Brakel (basis)	-0.10	945.7	X	X	
wl_45-48p	Munnikenland verbinding geulen (groen en blauw)	-0.01	945.7		X	
wl_47-3	Heuff-terrein Vuren (blauw)	-0.02	953.3			X
wl_47-4	Heuff-terrein Vuren (rood)	-0.02	953.3	X		
wl_langsd4	Langsdam Benedenwaal	-0.13	942.0			X

Maatregel Kerkenwaard –Tuil (wl_38-1) is bij de waterberekeningen per abuis wel opgenomen in alternatief Blauw en ook zodanig doorgerekend. Binnen de MER is deze maatregel NIET opgenomen in planalternatief Blauw.

Bijlage 3

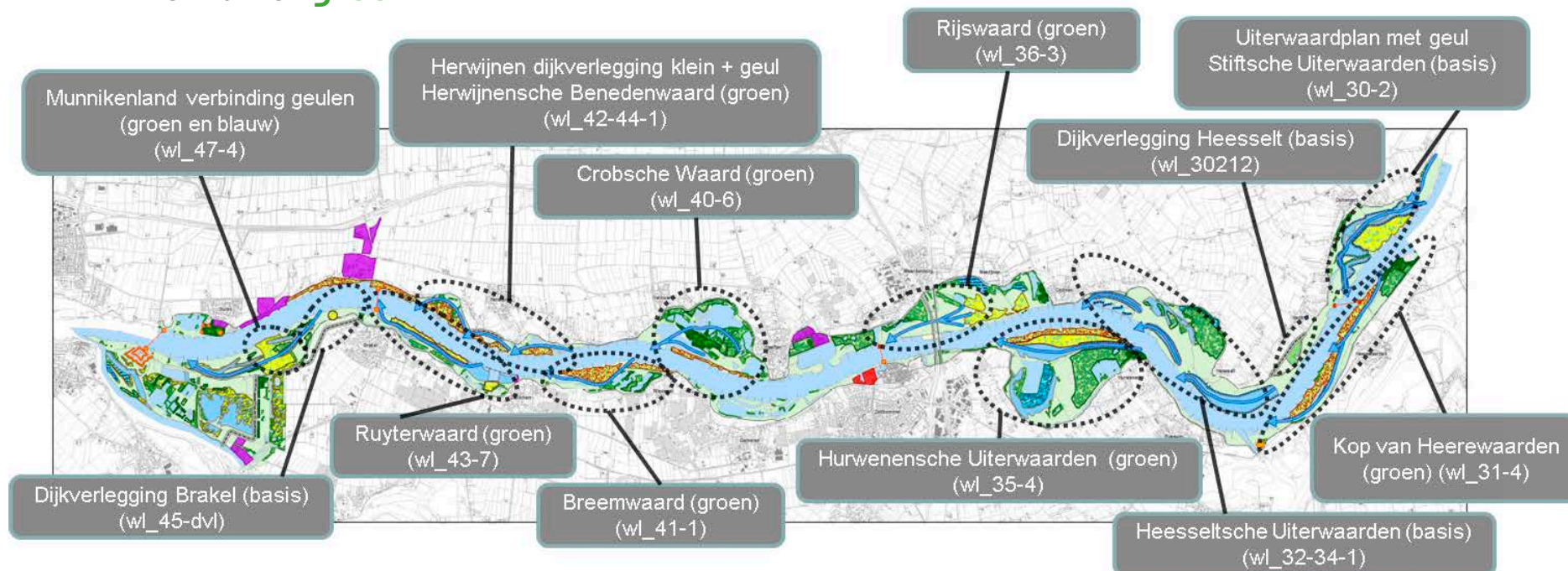
De alternatieven met de rivierverruimende plannen

Alternatief rood



Bijlage 3

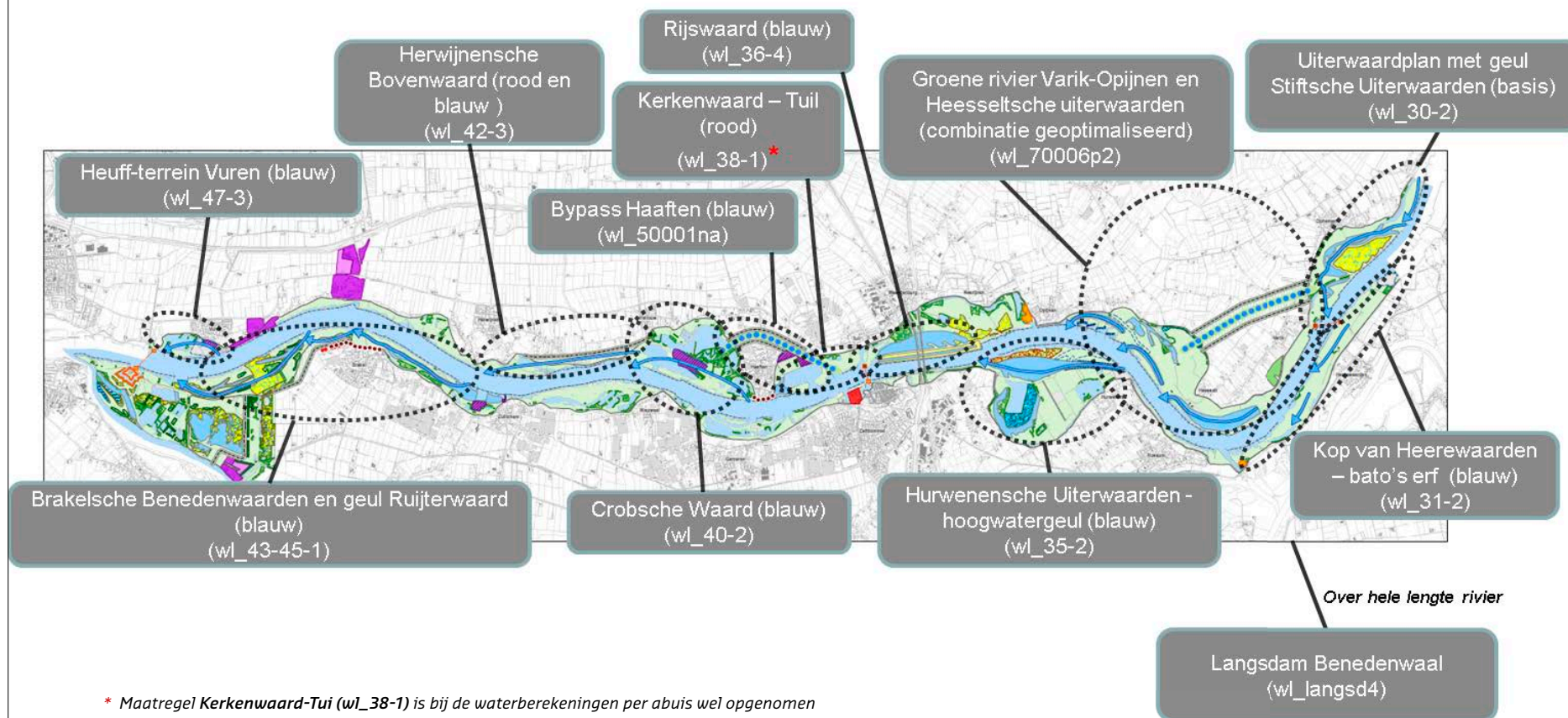
Alternatief groen



Bijlage 3

De alternatieven met de rivierverruimende plannen

Alternatief **blauw**



* Maatregel Kerkenwaard-Tuil (wl_38-1) is bij de waterberekeningen per abuis wel opgenomen in alternatief **Blauw** en ook zodanig doorgerekend. Binnen de MER is deze maatregel NIET opgenomen in planalternatief **Blauw**



Three horizontal bars of varying shades of blue (dark, medium, and light) spanning the width of the page.

Deltares

Postbus 177
2600 MH Delft
T +31 (0)88 335 82 73
info@deltares.nl
www.deltares.nl