



Nader onderzoek Brakel

Dijkverlegging Brakel en alternatieven vergeleken

Provincie Gelderland

17 september 2014

Definitief rapport

BD3108

Documenttitel Nader onderzoek Brakel
Dijkverlegging Brakel en alternatieven
vergeleken
Verkorte documenttitel Nader onderzoek dijkverlegging Brakel
Status Definitief rapport
Datum 17 september 2014
Projectnaam Nader onderzoek Brakel
Projectnummer BD3108
Opdrachtgever Provincie Gelderland
Irma Bijker-de Ligny
Referentie BD3108/R0001/500846/Nijm

Auteur(s) David Heikens, m.m.v. Gert-Jan Akkerman
Collegiale toets Erik Zigterman, Huib van der Kolk
Datum/paraaf 17 september 2014
Vrijgegeven door David Heikens
Datum/paraaf 17 september 2014



INHOUDSOPGAVE

| | Blz. | |
|-------|--|----|
| 1 | INLEIDING | 1 |
| 1.1 | Aanleiding voor dit onderzoek | 1 |
| 1.2 | Nader onderzoek Brakel in relatie tot besluitvorming | 2 |
| 2 | WERKWIJZE | 4 |
| 2.1 | Gevolgde stappen | 4 |
| 2.2 | Begeleiding | 5 |
| 2.3 | Gebruikte documenten | 5 |
| 2.4 | Uitgangspunten | 5 |
| 2.5 | De klimaatveranderingsopgave nader beschouwd | 6 |
| 3 | HUIDIG PLAN – SAMENVATTING STRATEGIE EN UITGANGSPUNTEN | 8 |
| 3.1 | Inleiding | 8 |
| 3.2 | Structuurvisie Waalweelde West | 9 |
| 3.2.1 | Kader en doel | 9 |
| 3.2.2 | De strategie: uitgangspunten voor de keuze van maatregelen | 9 |
| 3.2.3 | Afwegingen binnen locaties | 10 |
| 3.3 | Advies Voorkeursstrategie Deltaprogramma Waal en Merwedde | 11 |
| 3.3.1 | Inleiding | 11 |
| 3.3.2 | Dijkversterking | 11 |
| 3.3.3 | Motivatie maatregelen in advies Voorkeursstrategie | 12 |
| 3.4 | Resultierend maatregelenpakket rivierverruiming | 12 |
| 4 | UITGANGSSITUATIE ZONDER DIJKTERUGLEGGING BRAKEL | 14 |
| 5 | ALTERNATIEF 1 VOOR DIJKVERLEGGING BRAKEL: EXTRA RIVIERVERRUIMINGSMAATREGELEN | 16 |
| 5.1 | Werkwijze | 16 |
| 5.2 | Effecten van rivierverruiming | 16 |
| 5.3 | Analyse keuzes op huidige rivierverruimingslocaties | 17 |
| 5.3.1 | Brakel en Ruijterwaard – varianten | 17 |
| 5.3.2 | Brakel en Ruijterwaard – bewonersvariant | 18 |
| 5.3.3 | Overige rivierverruimingslocaties | 21 |
| 5.4 | Quick scan naar andere potentiële rivierverruimingslocaties | 23 |
| 5.5 | Wijziging van de programmering | 23 |
| 6 | ALTERNATIEF 2 VOOR DIJKVERLEGGING BRAKEL: DIJKVERHOOGING | 24 |
| 6.1 | Dijkverhoging in relatie tot het komende dijkversterkingsprogramma | 24 |
| 6.2 | Consequenties van het schrappen van dijkverlegging Brakel | 28 |

| | | |
|-------|---|----|
| 7 | BEVINDINGEN, VERGELIJKING EN CONCLUSIES | 30 |
| 7.1 | Bevindingen | 30 |
| 7.2 | Vergelijking alternatieven | 31 |
| 7.2.1 | Alternatief 1: rivierverruiming volgens bewonersvariant, en evt. aanvulling | 31 |
| 7.2.2 | Alternatief 2 voor dijkverlegging Brakel: dijkverhoging | 33 |
| 7.3 | Conclusie | 33 |

Bijlagen

| | |
|---|---|
| 1 | Kaart maatregelen in de Structuurvisie Waalweelde West en het advies voor de Voorkeursstrategie |
| 2 | Waterstandsopgave op kaart |
| 3 | Verslag doorrekening bewonersvariant |
| 4 | Berekeningen: 4-0 Verzamelde berekeningen 4-1 Blokkendoos-rapport VKS incl Brakel-Ruijterwaard 4-2 Blokkendoos-rapport combinatiemaatregel Brakel-Ruijterwaard |
| 5 | Varianten rivierverruiming |
| 6 | Cijfers waterstandsopgaven |
| 7 | Rivierkundige situatie Brakel |
| 8 | Notitie VKA+ Munnikenland |

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding voor dit onderzoek

Sinds de studies voor het programma Ruimte voor de Rivier bestaan er plannen voor een dijkverlegging bij het dorp Brakel, aan de Waal. Met de dijkverlegging wordt beoogd ruimte te geven aan de rivier om de gevolgen van de klimaatverandering op te vangen. De dijkverlegging is momenteel als maatregel opgenomen in:

- het concept-ontwerp van de Structuurvisie Waalweelde West (hierna te noemen: Structuurvisie);
- het advies van de verzamelde regionale partijen voor de Voorkeursstrategie voor de Waal en Merwedens in het kader van het nationale Deltaprogramma;
- de Voorkeursstrategie Rijntakken van het Deltaprogramma¹.

Bij consultatie van de betrokken partijen en belanghebbenden over de Structuurvisie en het advies voor de Voorkeursstrategie zijn sterk kritische reacties gegeven op de dijkteruglegging Brakel. Er zijn onder meer kanttekeningen geplaatst bij de effectiviteit van de maatregel in relatie tot de kosten en impact ervan. De Gemeenteraad van Zaltbommel heeft in januari 2013 besloten om in te stemmen met de ontwerp-structuurvisie WaalWeelde West, met uitzondering van (onder meer) de dijkteruglegging bij Brakel.

In reactie hierop heeft de Stuurgroep Delta Rijn in mei 2014 besloten om een nader onderzoek uit te voeren naar de dijkteruglegging. Het resultaat van dit onderzoek ligt momenteel voor u.

Het primaire doel van het onderzoek is om een beter onderbouwde keuze te kunnen maken voor de keuze voor een rivierverruimingsmaatregel, danwel voor maatregelen aan de (bestaande) dijken.



Figuur 1. Kaart Brakel (bron: Globespotter)

¹ Dit rapport is geschreven rond Prinsjesdag 2014. De inhoud van het rapport is (mede) gebaseerd op het advies voor de Voorkeursstrategie vanuit de regio. Op moment van presenteren van het rapport zal de Voorkeursstrategie door de Minister van Infrastructuur en Milieu bekend gemaakt zijn.

1.2 Nader onderzoek Brakel in relatie tot besluitvorming

De resultaten van dit Nader onderzoek naar de dijkteruglegging Brakel worden meegenomen bij de besluitvorming over en verdere uitwerking van de Structuurvisie Waalweelde West en het Deltaprogramma Rivieren². De Structuurvisie en het Deltaprogramma kennen elk hun eigen proces en besluitvorming. Er worden op korte termijn geen formele besluiten genomen over de maatregel dijkteruglegging Brakel alléén. Ter toelichting wordt hieronder kort ingegaan op de status en de te verwachten besluiten over de Structuurvisie en het Deltaprogramma.

De **Structuurvisie Waalweelde West** is tot stand gekomen door samenwerking van de Provincie Gelderland en vier gemeenten. Een Structuurvisie bevat de hoofdlijnen van de voorgenomen ontwikkeling van een gebied en de hoofdlijnen van het te voeren ruimtelijk beleid. Met de vaststelling van de intergemeentelijke en provinciale Structuurvisie Waalweelde West leggen de vier gemeenten Lingewaal, Maasdriel, Neerijnen en Zaltbommel en de Provincie Gelderland gezamenlijk één juridisch zelfbindend planologisch kader vast. Dit houdt in dat bij nieuwe bestemmingsplannen, en omgevingsvergunningen voor projecten waarmee wordt afgeweken van een vigerend bestemmingsplan, rekening moet worden gehouden met het beleid in deze Structuurvisie.

Een belangrijk onderdeel van de Structuurvisie betreft de omgang met de gevolgen van de klimaatverandering voor het westelijk deel van de Waal. De Structuurvisie bevat op dit punt een strategie én een voorstel voor maatregelen op verschillende locaties. Zowel de strategie als de maatregelen maken onderdeel uit van het planologisch kader dat de Provincie en de Gemeenten met elkaar afspreken.

Streven is om de ontwerp-Structuurvisie medio 2015 vast te laten stellen door Provinciale Staten en de Gemeenteraden van de betrokken gemeenten. Over de inhoud van de Structuurvisie is afgelopen jaren intensief overlegd met de betrokken partijen en er zijn diverse reactiemomenten geweest voor belanghebbenden en belangstellenden. De eenmaal vastgestelde Structuurvisie is echter niet vatbaar voor beroep of bezwaar. Beroep of bezwaar aantekenen is pas mogelijk bij de doorwerking van de Structuurvisie in een Bestemmingsplan of Inpassingsplan.

In het kader van het nationale **Deltaprogramma** wordt een aantal Deltabeslissingen van de Minister van Infrastructuur en Milieu voorbereid. Op Prinsjesdag 2014 zal de Minister vijf beslissingen bekend maken. Eén van deze beslissingen betreft de Rijn-Maasdelta, waarin wordt gekozen om de afvoerverdeling over de Rijntakken niet te wijzigen. Daarmee is ook de maatgevende waterstand op de Waal te bepalen. Gebaseerd op de richtinggevende uitspraken van alle vijf deltabeslissingen wordt voor de Maas en de Rijntakken gekozen voor een Voorkeursstrategie ten aanzien van de omgang met de gevolgen van klimaatverandering. Ten behoeve van deze beslissing hebben de regionale partijen rond de riviertakken (Provincies, waterschappen, gemeenten, RWS) een advies afgegeven; het hier relevante advies betreft de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes.

² Een inhoudelijke toelichting op de Structuurvisie Waalweelde West en het Deltaprogramma wordt gegeven in hoofdstuk 3 van dit rapport.

Het besluit van de Minister betreft alleen de strategie per riviertak. De Minister besluit hiermee niet over individuele rivierverruimings- of dijkversterkingslocaties; dergelijke besluiten worden pas in de komende (tientallen) jaren genomen.

Gebaseerd op het Nationaal Waterplan is in het BARRO (Besluit Algemene Regels Ruimtelijke Ordening) vastgelegd welke gebieden voor hoogwaterveiligheid zijn gereserveerd. Daar hoort het gebied van de beoogde dijkverlegging Brakel ook toe. Wijzigingen van het BARRO vereisen een zorgvuldige procedure. Wijzigingen zijn niet aan de orde voordat de Omgevingswet in werking treedt.

2 WERKWIJZE

2.1 Gevolgde stappen

In het kader van het Nader onderzoek Brakel zijn de volgende stappen genomen.

Het onderzoek is gestart op 1 juli 2014. Die dag is startoverleg gevoerd met de vertegenwoordigers van de betrokken overheden; de Provincie Gelderland, de Gemeente Zaltbommel, het Waterschap Rivierenland en Rijkswaterstaat, waarin de werkwijze is doorgesproken en nadere afspraken zijn gemaakt. De documentatie die ten grondslag heeft gelegen aan de Structuurvisie Waalweelde West en het advies voor de Voorkeursstrategie is ter beschikking gesteld.

Vervolgens is een workshop gehouden met vertegenwoordigers van direct belanghebbenden in Brakel die alle in het gebied van de dijkverlegging wonen c.q. gevestigd zijn. Vertegenwoordigd waren:

- de Vereniging Waalschade Brakel Benedeneind;
- de Voetbal Vereniging Brakel;
- het kassenbedrijf Satter Orchids.

De belanghebbenden hebben hun bezwaren toegelicht, en ideeën aangedragen voor alternatieve maatregelen ter vervanging van de dijkverlegging. Deze zijn ter plekke besproken, waarna de bijeenkomst is afgesloten met een kort veldbezoek.

Daarna is alle aangedragen inhoudelijke informatie bestudeerd. Eén van de kennislacunes betrof de aard en omvang van de dijkversterkingsmaatregelen die in de komende jaren gepland zijn, en de gevolgen hiervoor als de dijkverlegging Brakel niet door zou gaan. Om hier meer zicht op te krijgen is een overleg gehouden met deskundigen van het Waterschap Rivierenland (Evert Hazenoot en Peter Damen) en specialisten van Royal HaskoningDHV (Joost van der Schrier en Peter van de Scheer). Hoewel het Nader onderzoek een review van bestaande informatie betrof, is in overleg met de Provincie Gelderland en Rijkswaterstaat besloten om één inhoudelijk aanvullende actie uit te voeren, namelijk het berekenen van het effect van een rivierverruimingsvariant die tijdens de workshop in Brakel door de belanghebbenden was aangedragen.

Vervolgens is de rapportage opgesteld. Deze volgt de onderstaande vragen:

- wat is het huidige plan met betrekking tot hoogwaterbescherming voor de Waal in de toekomst, conform de Structuurvisie Waalweelde West en advies Voorkeursstrategie? (hoofdstuk 3)
- wat verandert er als daaruit de dijkteruglegging Brakel zou worden geschrapt? (hoofdstuk 4)
- welke mogelijkheden zijn er om de dijkteruglegging te vervangen door extra rivierverruimingsmaatregelen in Brakel of elders? (hoofdstuk 5)
- wat zijn de consequenties als het schrappen van de dijkteruglegging Brakel zou worden opgevangen met extra dijkverhoging? (hoofdstuk 6)
- wat zijn de bevindingen hieruit? zijn er alternatieven voor dijkteruglegging Brakel, en zo ja, wat zijn hiervan de consequenties? wat volgt hier voor advies uit? (hoofdstuk 7)

Na opstelling van de rapportage is deze besproken met de ambtelijk begeleiders. Een samenvatting van de resultaten is gepresenteerd aan de vertegenwoordiging van belanghebbenden waarmee de workshop was gehouden. Tot slot zijn de resultaten gepresenteerd aan de bestuurlijke begeleidingsgroep van het Nader onderzoek.

2.2 Begeleiding

Dit onderzoek is ambtelijk begeleid door:

- Irma Bijker – de Ligny Provincie Gelderland
- Sonja Seuren Provincie Gelderland
- Rien van Zetten Deltaprogramma Rivieren
- Auke Sybesma Gemeente Zaltbommel
- Evert Hazenoot Waterschap Rivierenland

2.3 Gebruikte documenten

De volgende documenten zijn voor dit Nader onderzoek gebruikt:

- Concept-ontwerp Structuurvisie Waalweelde West (Provincie Gelderland, Gemeenten Lingewaal, Maasdriel, Neerijnen en Zaltbommel, 2013)
- Eindconcept MER Waalweelde West (Arcadis, december 2013)
- Bundel documenten voor workshop VKA voor MER Waalweelde West (Arcadis, oktober 2012)
- Waterberekeningen Waalweelde West (Deltares i.s.m. Arcadis, oktober 2012)
- Advies voor de Voorkeursstrategie Waal en Merweddes (Provincie Gelderland, april 2014)
- Maatregelenboek bij de Structuurvisie Waalweelde West (Deltares, oktober 2012)
- Maatregelenboek Ruimte voor de Rivier, Bovenrijn/Waal (RIZA, 2003).

2.4 Uitgangspunten

Het Nader onderzoek Brakel is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- Het onderzoek betreft een review van de bestaande onderzoek; er wordt geen nieuw onderzoek verricht.
- Het studiegebied betreft het gebied van Waalweelde West, waar de effecten van dijkteruglegging Brakel zich afspelen.
- In het onderzoek wordt nagegaan wat de effecten zijn als dijkverlegging Brakel niet doorgaat. Vervolgens moeten alternatieve rivierverruimende maatregelen worden onderzocht, en ook het alternatief van (extra) dijkverhoging in plaats van de dijkverlegging.
- Het onderzoek is vaktechnisch van aard en gericht op dijkverlegging Brakel. Dit houdt in dat de hoofdlijn van het advies voor de Voorkeursstrategie (o.a.: rivierverruiming als reactie op klimaatverandering) geen onderwerp van onderzoek is. Evenmin gaat het onderzoek in op de ruimtelijke visies die ten grondslag liggen aan de Structuurvisie Waalweelde West en het advies voor de Voorkeursstrategie. Er wordt ook geen beoordeling uitgevoerd van het MER bij de Structuurvisie, het gevoerde proces van rekenen, tekenen, consultatie van partijen en besluitvorming of de bestuurlijke afweging van belangen.

2.5 De klimaatveranderingsopgave nader beschouwd

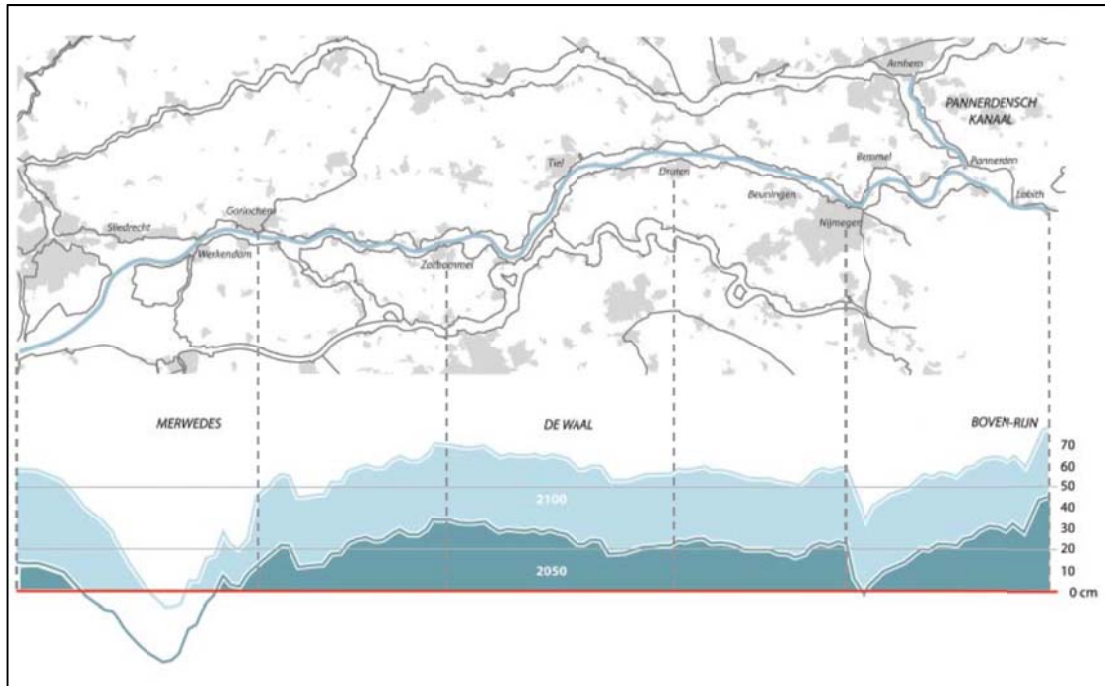
De uitgangssituatie voor de Structuurvisie van WaalWeelde West is de situatie in 2015. De Rijntakken kunnen in 2015 naar verwachting maximaal 16.000 m³/s bij Lobith veilig afvoeren, door realisatie van de rivierverruimingsmaatregelen in het kader van Ruimte voor de Rivier, en maatregelen m.b.t. het beheer van de uiterwaarden (op korte termijn zichtbaar in de vorm van het verwijderen van vegetatie) in het kader van het project Stroomlijn van Rijkswaterstaat.

De maatregelen van Ruimte voor de Rivier zijn er op gericht om de waterstandseffecten teniet te doen van de stijging van de maatgevende afvoer bij Lobith van 15.000 m³/s naar 16.000 m³/s. Omdat de effecten van rivierverruimingsmaatregelen altijd in bovenstroomse richting afnemen, moeten er meerdere maatregelen langs de rivier worden getroffen om de waterstand bij hoogwater omlaag te brengen. De waterstandseffecten zijn direct bovenstrooms van de rivierverruimingslocaties zijn vaak wat groter dan ter plekke nodig, maar dat is vaak onvermijdelijk om verder bovenstrooms (waar niet altijd rivierverruiming mogelijk is) ook nog voldoende effect te sorteren.

In de toekomst wordt door klimaatverandering een verdere toename van de rivierafvoer verwacht. Een politiek vastgesteld uitgangspunt voor het Deltaprogramma is dat de maatgevende afvoer bij Lobith zal stijgen naar 17.000 m³/s in 2050 en 18.000 m³/s in 2100. Er ontstaan dus opnieuw waterstandsstijgingen waarop moet worden geanticipeerd. Wij noemen dit de “waterstandsopgave”.

De waterstandsopgave is weergegeven in onderstaande figuur. Hierin is het volgende te zien. Het donker gekleurde vlak geeft de waterstandsopgave aan bij een toename van de afvoer van 16.000 m³/s naar 17.000 m³/s. Het licht gekleurde vlak erboven geeft de waterstandsopgave aan bij een afvoerstijging tot 18.000 m³/s.

Opvallend is dat de waterstandsopgave tot 17.000 m³/s nogal verschilt in grootte; gemiddeld is deze ca. 20 cm., maar er komen ook locaties voor waar deze gelijk is aan 0 (bij Nijmegen) en aan de benedenstroomse zijde (links in de figuur) duiken de lijnen zelfs onder de nul. Dit komt door het effect van de Ruimte voor de Rivier-maatregelen, die soms overgedimensioneerd zijn, zoals hierboven uitgelegd. Bij Nijmegen is dat het effect van Ruimte voor de Waal – Nijmegen (dijkteruglegging Lent), benedenstrooms is dat het effect van Noordwaard. Van dit effect kan geprofiteerd worden bij de opvang van de gevolgen van de afvoerstijging naar 17.000 m³/s en hoger.



Figuur 2. Waterstandsopgave door klimaatverandering, in 2050 en 2100

3 HUIDIG PLAN – SAMENVATTING STRATEGIE EN UITGANGSPUNTEN

3.1 Inleiding

De wijze waarop de waterveiligheid in het westelijk deel van de Waal in de toekomst moet worden gerealiseerd, is bestudeerd in het kader van de Structuurvisie Waalweelde West en in het kader van het regioadvies voor de Voorkeursstrategie van het Deltaprogramma Rivieren (kortweg: Voorkeursstrategie) (zie ook hfst. 1). Voor een nadere toelichting op het doel, achtergronden en werkproces bij de opstelling van de Structuurvisie Waalweelde (West) en het Deltaprogramma wordt verwezen naar de literatuur (zie o.a. par. 2.2) Onderstaande samenvatting gaat vooral in op de overwegingen die ten grondslag liggen aan de inhoud beide programma's voor het gebied van Waalweelde West.

Het proces dat leidt tot de Structuurvisie Waalweelde West van het gebied is al gestart in 2011. Bij het opstellen van de Voorkeursstrategie voor het Deltaprogramma kon daarom gebruik gemaakt worden van de onderzoeken en bevindingen uit de studies en afwegingen voor de Structuurvisie Waalweelde West. De insteek van de Structuurvisie en het advies voor het de Voorkeursstrategie van het Deltaprogramma is wel enigszins verschillend:

- Waalweelde West beschouwt de inrichting van de Waal in vier gemeenten in het westelijk deel van de rivier: Lingewaal, Maasdriel, Neerijnen en Zaltbommel (rivierkilometer 915 tot 952), terwijl het advies voor de Voorkeursstrategie betrekking heeft op de gehele Waal inclusief de Boven-Rijn, het Pannerdensch kanaal én de Merwedede (Boven-, Beneden- en Nieuwe Merwede).
- Waalweelde West heeft nadrukkelijk meerdere opgaven op en langs de Waal als vertrekpunt; niet alleen de verbetering van de waterveiligheid, maar ook de ontwikkeling van natuur, recreatie en toerisme, bedrijvigheid en wonen. Het Deltaprogramma voor de rivieren is primair gericht op de hoogwaterveiligheid.
- In Waalweelde West worden naast rivierverruimende maatregelen ook herinrichtingen van uiterwaarden beschreven die geen extra ruimte voor de rivier opleveren en dus geen verbetering van de waterveiligheid. Deze maatregelen voldoen wel aan andere doelen van Waalweelde West (zoals natuurontwikkeling); maar komen in de Voorkeursstrategie niet voor.

Ondanks de verschillen in aanpak is het pakket aan rivierverruimende maatregelen in de Voorkeursstrategie voor het gebied van Waalweelde West wel gelijk aan dat in de Structuurvisie Waalweelde-West.

De inhoud van de Structuurvisie en het advies voor de Voorkeursstrategie voor wat betreft de oplossing van de waterveiligheidsopgave wordt hieronder kort toegelicht.

3.2 Structuurvisie Waalweelde West

3.2.1 Kader en doel

In de Structuurvisie Waalweelde West wordt het zorgen voor hoogwaterveiligheid langs de Waal, ook in de toekomst, als belangrijkste opgave gezien. Om dit te bereiken worden in het kader van de Structuurvisie bewust alleen rivierverruimende maatregelen beschouwd. Met de rivierverruimende maatregelen wordt de waterstandsstijging als gevolg van de verwachte grotere afvoeren beperkt. Feitelijk zorgen de maatregelen er voor dat de afvoercapaciteit van de Waal wordt vergroot: de rivier kan bij gelijkblijvende hoogwaterstand méér water verwerken. Gegeven de voorspelde toename van de maatgevende afvoer bij Lobith van 16.000 m³/s nu naar 18.000 m³/s in 2100, zouden de waterstanden in de Waal stijgen met 60 tot 80 cm., indien geen maatregelen worden getroffen. Het doel dat in de Structuurvisie is gesteld, is om met de rivierverruimingsmaatregelen een zo groot mogelijke bijdrage te leveren aan het compenseren van deze verwachte waterstandsstijging. Met de maatregelen moeten grootschalige en ingrijpende dijkverhogingen grotendeels worden voorkómen.

Of de maatregelen in de Structuurvisie Waalweelde West daadwerkelijk gerealiseerd gaan worden en zo ja, op welke termijn, is in belangrijke mate afhankelijk van het beschikbaar zijn of komen van financiële middelen. Omdat hierover maar nog geen volledige zekerheid bestaat, is een fasering aangebracht in het uitvoeringsprogramma, dat aan de Structuurvisie gekoppeld is:

- De maatregelen waarvoor nu financiering aanwezig is, zijn opgenomen in fase 1 (maatregelen in uitvoering, naar verwachting in 2015 gereed) en fase 2, uit te voeren tot 2020.
- de maatregelen waarvoor financiering nog niet zeker is, zijn opgenomen in fase 3 (uit te voeren in de periode 2020-2030) en fase 4 (uitvoering na 2030).

De dijkteruglegging Brakel is opgenomen in fase 3.

3.2.2 De strategie: uitgangspunten voor de keuze van maatregelen

Het pakket aan rivierverruimingsmaatregelen in de Structuurvisie Waalweelde West is tot stand gekomen op grond van een algemene strategie bestaande uit een aantal uitgangspunten en inrichtingscriteria. Daarnaast zijn afwegingen per locatie gemaakt op grond van de effectiviteit en de consequenties van de maatregelen (zie par. 3.2.3).

Als algemene uitgangspunten en criteria worden genoemd:

(in par 3.1.1:)

- “optimale rivierverruiming, streven naar hydraulisch samenhangend pakket van maatregelen;
- zo veel mogelijk uitgaan van een 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.” (in par. 3.1.3):
- “flessenhalzen in het hoogwaterbed zoveel mogelijk opruimen om opstopping en erosie tot een minimum te beperken;
-

- grote effecten in het stroombeeld bij niet maatgevende afvoeren bestrijden en vermijden om hoge beheers- en onderhoudskosten uit te sluiten;
- uiterwaardenmaatregelen zoveel mogelijk flankeren met langsdammen om schade aan de vaarweg te voorkomen.”

Vervolgens wordt gebiedsspecifiek duidelijk richting gekozen (par. 3.1.3): “bij de belangrijkste flessenhalzen (de bocht bij Heesselt, Zaltbommel-Rijswaard en Brakel) worden de grootste rivierverruimende maatregelen getroffen”. De bijbehorende maatregelen staan elders vermeld:

- flessenhals Zaltbommel: Rijswaard, Crobsche waard, en verlenging overnachtinghaven Haaften in de Kerkewaard
- bocht bij Heesselt: bypass Varik-Heesselt, (naast de in voorbereiding zijnde Heesseltsche uiterwaarden)
- Brakel: combinatie maatregelen Brakel en Ruijterwaard

Verder is bij de toelichting op de belangrijke fase 3 van het uitvoeringsprogramma vermeld (par. 7.2.5): “De overheden die samenwerken in WaalWeelde West hebben ervoor gekozen om maximaal in te zetten op de realisatie van de watermaatregelen die de meeste centimeters waterstanddaling opleveren. Dit is gedaan om te voorkomen dat er gedurende een (te) lange tijd grote reserveringen in een gebied bestaan, die ruimtelijk-economische ontwikkelingen belemmeren. Op deze manier wordt er zo snel als mogelijk duidelijkheid gecreëerd naar het gebied. Het gaat hierbij met name om de bypass Varik-Heesselt en de combinatie van maatregelen bij Brakel en de Ruijterwaard.”

3.2.3 Afwegingen binnen locaties

De Structuurvisie beschrijft het eindresultaat van een proces van onderzoeken, afwegen en besluiten, waarbij zowel de karakteristieken van het gehele gebied en de individuele locaties in beschouwing zijn genomen. Voor elke potentiële rivierverruimingslocatie is dit proces gevoerd. Een beeld hiervan is te vinden in de Milieueffectrapportage (MER) die bij de Structuurvisie hoort. Voor elke locatie zijn namelijk vier integrale alternatieven opgesteld: een basisalternatief met de huidige situatie en autonome ontwikkelingen (ontwikkelingen waartoe reeds besloten is en die buiten het kader van Structuurvisie Waalweelde West vallen), en alternatieven met de focus op waterveiligheid (blauw), natuurontwikkeling (groen), of op ruimtelijk economische ontwikkelingen zoals woningbouw, bedrijvigheid en recreatie (rood). De effecten en consequenties van de maatregelen zijn beschreven in het MER. Vervolgens is per locatie een keuze gemaakt voor het aan te houden Voorkeursalternatief (VKA), dat uitgangspunt vormt voor de Structuurvisie.

Een korte samenvatting van deze gegevens is opgenomen bij de beoordeling van de locaties, in par. 5.3 van dit rapport. De gevolgen van het resulterend pakket rivierverruimingsmaatregelen zijn vermeld in par. 3.4.

3.3 Advies Voorkeursstrategie Deltaprogramma Waal en Merwedees

3.3.1 Inleiding

Door klimaatverandering stijgt de maatgevende afvoer van de grote rivieren en stijgt de zeespiegel. Tegelijkertijd hebben we te maken met bodemdaling en een toename van het aantal bewoners en de economische waarden achter de dijken. Het Deltaprogramma is opgezet met als doel om de waterveiligheid in Nederland ook in de verre toekomst te garanderen. De hiervoor benodigde beslissingen zijn voorbereid in 9 deelprogramma's, waaronder een deelprogramma Rivieren.

Voor de verschillende riviertakken zijn adviezen opgesteld door de regio aan de Deltacommissaris, over de aan te houden Voorkeursstrategie van maatregelen om de waterveiligheid te garanderen. Voor de Waal en Merwedees is dit advies opgesteld door de volgende partijen: de Provincie Gelderland, Noord-Brabant en Zuid-Holland, de gemeentes, de waterschappen Rijn & IJssel en Rivierenland en Rijkswaterstaat. Op het moment van opstellen van dit voorliggende rapport is het regioadvies voor de Voorkeursstrategie het meest recente document van het Deltaprogramma met betrekking tot de Waal. In het advies voor de Voorkeursstrategie komen dezelfde rivierverruimingsmaatregelen voor als in de Structuurvisie Waalweelde West, inclusief de dijkverlegging Brakel. De keuzes voor de rivierverruimingsmaatregel zijn in het advies soms op iets andere manier verwoord, daarom wordt het advies in par. 3.2.3 kort behandeld.

3.3.2 Dijkversterking

Naast rivierverruimingsmaatregelen beschrijft het advies voor de Voorkeursstrategie ook de ontwikkelingen met betrekking tot de dijken. In de meest recente landelijke toetsing van de waterkeringen is een groot deel van de Waal- en Merwede-dijken afgekeurd op sterkte. Ook piping is een serieus probleem; de precieze omvang en de oplossingen worden momenteel onderzocht. Er moet daarom vanaf 2015 tot na 2030 rekening worden gehouden met een urgent en omvangrijk dijkversterkingsprogramma, dat zal worden uitgevoerd in het kader van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Ook in het gebied van Waalweelde West staan deze dijkversterkingen gepland, voor de trajecten: Gorinchem, Vuren-Haaften, Bommelerwaard, Lingewaal-Neerijnen, Waardenburg-Opijnen, Opijnen-Ophemert en Heerewaarden.

Een tweede belangrijke ontwikkeling is de implementatie van nieuwe normen voor de waterkeringen. De huidige normen dateren uit de jaren '60 en gaan primair uit van maatgevende waterstanden bij een bepaalde kans van voorkomen. Na jarenlange voorbereiding is een nieuw normenstelsel opgesteld. De nieuwe normen gaan niet uit van waterstanden maar van een basisveiligheid voor iedereen achter de dijk. Per gebied wordt vervolgens bepaald welke eisen moeten worden gesteld aan de waterkeringen die het betreffende gebied beschermen. Deze eisen zijn vaak niet uniform per dijkkring, maar zullen per dijktraject verschillen. De nieuwe normen zijn nog niet geheel uitgewerkt, ze zijn nog niet formeel vastgesteld, en nog nergens toegepast. De dijkversterking Waardenburg-Vuren(-Gorinchem) is één van de eerste projecten waar deze normen zullen worden gebruikt voor het ontwerp (zie ook hfst. 5). Politiek is afgesproken dat de waterkeringen uiterlijk in 2050 voldoen aan de nieuwe normen.

3.3.3 Motivatie maatregelen in advies Voorkeursstrategie

Gegeven de gevolgen van de klimaatverandering, kan de waterveiligheid langs de rivieren met verschillende typen maatregelen worden gegarandeerd; met rivierverruiming en met dijkverhoging (dijkversterking is los van de klimaatverandering in ieder geval nodig, zoals toegelicht in de voorgaande paragraaf). In het advies voor de Voorkeursstrategie voor de Waal en Merwedede wordt primair gekozen voor rivierverruiming als reactie op de klimaatverandering. Dijkverhoging komt op de tweede plaats, als aanvullende maatregel of als vervanging van rivierverruiming indien bijvoorbeeld rivierverruiming niet kosteneffectief is, bedreigend is voor de ruimtelijke kwaliteit of niet kan rekenen op draagvlak.

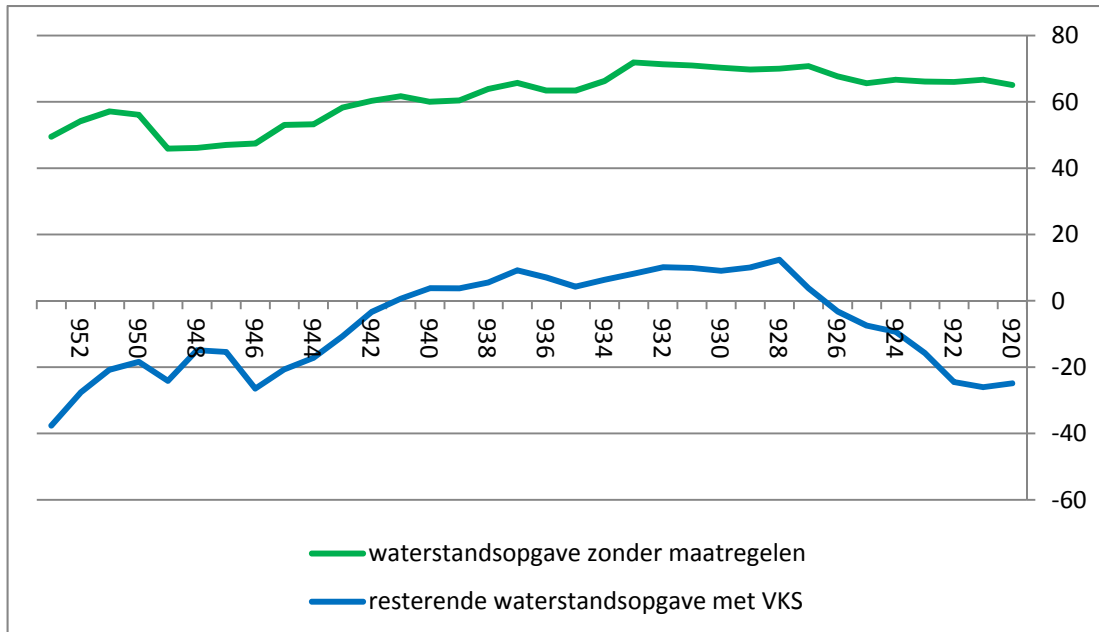
Qua rivierverruiming wordt als eerste gekozen voor een aantal grote ingrepen, dit zijn: voor de Merwede: dijkverlegging Werkendam, en voor de Waal enerzijds de combinatie dijkverlegging Brakel – Ruijterwaard en anderzijds de bypass Varik-Heesselt. Naast deze grote maatregelen wordt een serie kleinschaliger rivierverruimingsmaatregelen voorzien op verspreide locaties (zie par. 3.4). Aanvullingen op dit pakket zijn mogelijk met langsdammen, opruimen van hoogwatervrije terreinen of door private initiatieven.

3.4 Resultierend maatregelenpakket rivierverruiming

De Structuurvisie en het advies voor de Voorkeursstrategie beschrijven eenzelfde pakket aan rivierverruimingsmaatregelen. Dit pakket is afgebeeld op een kaart in bijlage 1 van dit rapport.

De rivierverruimingsmaatregelen volgens het huidige plan compenseren voor een groot deel van de Waal de waterstandsstijging door klimaatverandering, zowel in 2050 (met maatgevende afvoer 17.000 m³/s bij Lobith) als in 2100 (met maatgevende afvoer 18.000 m³/s). Op het traject tussen Rossum (rivierkilometer 927) en Zuilichem (rivierkilometer 942) resteert een waterstandsstijging van maximaal 12 cm.³ bij een afvoer van 18.000 m³/s. De waterstandsopgave bij 18.000 m³/s is weergegeven in onderstaande figuur.

³ Reconstructie met Blokkendoos levert een waterstandsopgave van maximaal 12,4 cm. op; in Structuurvisie wordt 15 cm. genoemd. Verschil is wellicht gelegen in nevengeul Avelingen, die wel in de Voorkeursstrategie is opgenomen maar niet in de Structuurvisie wordt genoemd



Figuur 3. Waterstandsopgave (in cm.) in 2100 zonder en met het huidige plan aan rivierverruimingsmaatregelen conform het advies voor de Voorkeursstrategie (VKS)

De resterende waterstandsopgave in 2100 is ook op kaart afgebeeld, zie bijlage 2 figuur A, en in tabel in bijlage 6.

4 UITGANGSSITUATIE ZONDER DIJKTERUGLEGGING BRAKEL

De vraagstelling van dit onderzoek betreft een afweging van het huidige plan van rivierverruimingsmaatregelen inclusief de dijkteruglegging Brakel (conform de Structuurvisie Waalweelde West en het advies voor de Voorkeursstrategie) met de situatie zonder de dijkteruglegging Brakel maar met alternatieven voor de dijkteruglegging (extra rivierverruiming of dijkverhoging). Uitgangspunt voor het zoeken naar alternatieven is dus de situatie met het huidige plan aan rivierverruimingsmaatregelen maar zónder de dijkteruglegging Brakel.

De situatie is geconstrueerd met behulp van de Blokkendoos van Rijkswaterstaat. Dit is een database aan eerder doorgerekende rivierverruimingsmaatregelen die met elkaar gecombineerd kunnen worden. Dit instrument is ook gebruik voor de Structuurvisie en het advies voor de Voorkeursstrategie.

In de uitgangssituatie wordt de dijkteruglegging wel geschrapt, maar niet de geplande maatregel in de Ruijterwaard direct bovenstrooms. Voor de Ruijterwaard is de variant “blauw” aangehouden, conform het huidige plan. Waar de combinatiemaatregel Brakel-Ruijterwaard bij een afvoer van 18.000 m³/s resulteert in een waterstandsverlaging van maximaal 17,7 cm⁴. (bron: MER en maatregelenboek bij Structuurvisie Waalweelde West), geeft de maatregel Ruijterwaard blauw een maximale verlaging van 11 cm. (zie par. 4.3.3 hieronder). NB: De maxima kunnen wel op verschillende punten van de rivier gemeten zijn, en ook kunnen de uitgangspunten van de berekeningen van elkaar verschillen. Daarom kunnen maximale waterstanden niet altijd eenvoudigweg met elkaar worden vergeleken. Een differentiatie per rivierkilometer is in ieder geval belangrijk.

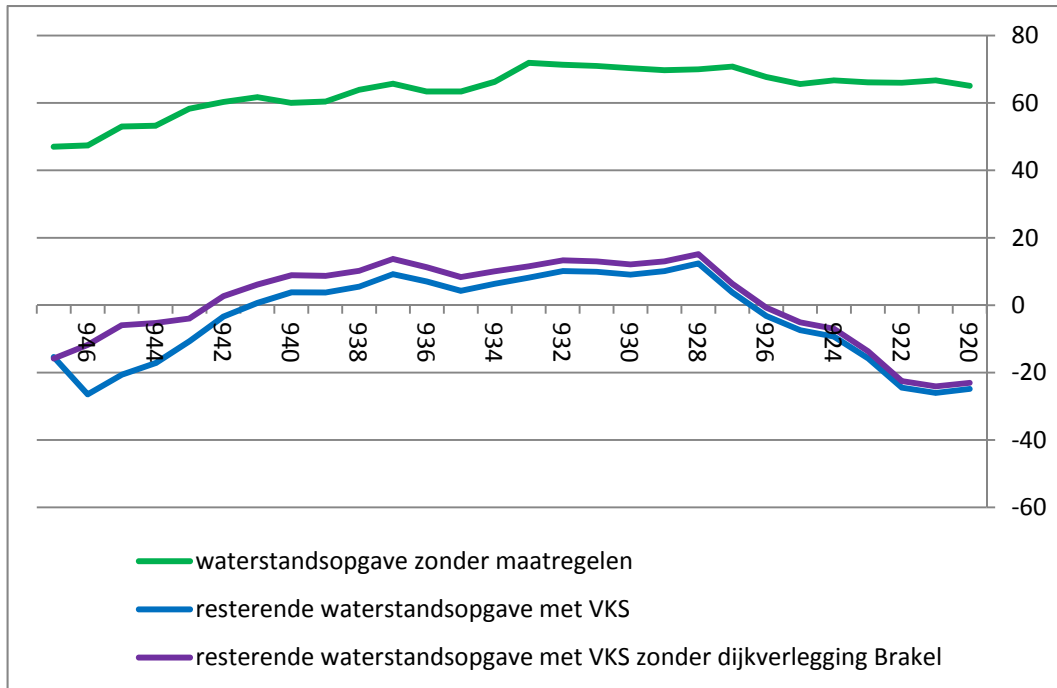
Bij uitvoering van het huidige plan aan rivierverruimingsmaatregelen wordt de waterstandsstijging door stijging van de maatgevende rivierafvoer over het grootste deel van de Waal teniet gedaan; zoals toegelicht in par. 3.4 resteert er bij een afvoer van 18.000 m³/s een waterstandsstijging op het traject tussen Rossum (rivierkilometer 927) en Zuilichem (rivierkilometer 942). Door het schrappen van de dijkteruglegging bij Brakel wordt deze waterstandsstijging enkele centimeters groter (zie onderstaande figuren).

Voor het effect van het schrappen van dijkverlegging Brakel is m.n. het effect relevant op het traject waar een resterende waterstandsopgave aanwezig is; dat is vanaf rivierkilometer 942. Hier is het effect van het schrappen van dijkverlegging Brakel een waterstandsverhoging 6,0 cm. Dit effect neemt af in bovenstroomse richting; bij Zaltbommel zorgt het schrappen van dijkteruglegging Brakel voor een waterstandsstijging van 4,1 cm.

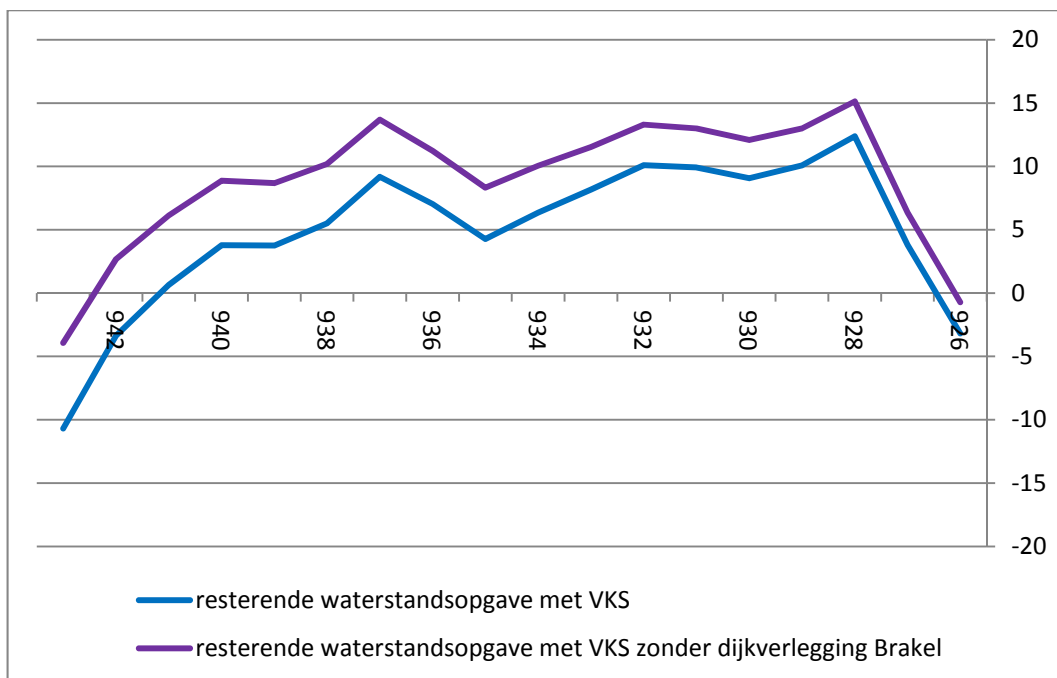
Het verschil in de resterende waterstandsopgave is ook op kaart uitgezet in bijlage 2; vergelijk hiervoor de figuren A en B.

De waterstandsopgave voor en na maatregelen, en het verschil dat het schrappen van dijkteruglegging Brakel hierin maakt, is afgebeeld in onderstaande twee figuren.

⁴ Tijdens dit Nader onderzoek Brakel is gebleken dat de 17,7 cm. deels berust op een rekenfout. Een gecorrigeerde berekening was voor het afronden van dit onderzoek nog niet beschikbaar.



Figuur 4. Waterstandsopgave bij 18.000 m³/s (2100), zonder en met het huidige plan aan rivierverruimingsmaatregelen, en het effect van het schrappen van dijkteruglegging Brakel



Figuur 5. Resterende waterstandsopgave bij 18.000 m³/s (2100) bij het huidige plan aan rivierverruimingsmaatregelen, en het effect van het schrappen van dijkteruglegging Brakel (uitvergroting van figuur 4).

5 ALTERNATIEF 1 VOOR DIJKVERLEGGING BRAKEL: EXTRA RIVIERVERRUIMINGSMAATREGELEN

5.1 Werkwijze

Een van de belangrijkste vragen die de Provincie Gelderland in het kader van dit onderzoek heeft gesteld is, of er alternatieven voor de dijkverlegging Brakel, enerzijds door andere rivierverruimingsmaatregelen (alternatief 1, besproken in dit hoofdstuk), anderzijds door dijkverhoging (alternatief 2, besproken in hfst. 6).

Alternatieve rivierverruimingsmaatregelen zijn door ons gezocht op verschillende manieren. Als eerste is gezocht in de brondocumenten voor het huidige pakket aan rivierverruimingsmaatregelen, te weten: de alternatieven per locatie in de Milieu-effectrapportage bij de Structuurvisie Waalweelde West en het Maatregelenboek bij deze Structuurvisie. Vervolgens is ook het maatregelenboek bestudeerd dat is opgesteld ten tijde van Ruimte voor de Rivier, waarin grotendeels dezelfde locaties worden behandeld. De locaties met hun varianten worden besproken in par. 5.3. Nader toelichting bij maatregelen is waar nodig opgezocht in het rapport Waterberekeningen Waalweelde West of opgevraagd bij de Provincie Gelderland.

Daarnaast is in het kader van dit onderzoek middels een quick scan nagegaan of er eventueel potentiële rivierverruimingslocaties geïdentificeerd kunnen worden die niet in de Structuurvisie of het advies voor de Voorkeursstrategie zijn beschouwd (par. 5.4). Tenslotte bespreken we kort het issue wijziging van de programmering (par. 5.5).

Wij hebben geen nieuwe ontwerpen van rivierverruimingsmaatregelen opgesteld op deze doorgerekend. De enige uitzondering daarop is in overleg met de Provincie Gelderland en Rijkswaterstaat gemaakt voor een variant voor Brakel die door een vertegenwoordiging van de bewoners van Brakel is aangedragen (zie par. 5.3.2).

Vooraf wordt enige uitleg gegeven over de werking van rivierverruimingsmaatregelen (volgende paragraaf).

5.2 Effecten van rivierverruiming

Rivierverruiming kan worden ingedeeld naar typen van verruiming (uiterwaardverlaging, dijkverlegging, nevengeulen etc.); voor een algemene beschouwing hiervan wordt verwezen naar de veelheid van rapporten (bijv. van het programma Ruimte voor de Rivier) die hierop ingaan. Hier is vooral relevant in hoeverre er buitendijkse rivierverruiming (tussen de bandijken van de rivier) kan worden gerealiseerd zonder binnendijkse maatregelen te hoeven nemen. In het gebied van Waalweelde West kunnen verschillende rivierverruimende maatregelen effectief zijn; neven- of hoogwatergeulen, uiterwaardverlaging, dijkeruglegging en obstakelverwijdering.

Rivierverruimingsmaatregelen zijn het meest effectief direct aan de bovenstroomse zijde van de maatregel; daar wordt de grootste waterstandsdeling bereikt. Verder naar bovenstroomse richting nemen de effecten af. Een maat voor deze afname is de halveringslengte, dat is de afstand in bovenstroomse richting waarbij de helft van het waterstandsverlagend effect nog merkbaar is.

Deze afstand is nabij Brakel orde 10 tot 15 km., dus globaal de afstand Brakel-Zaltbommel. Op een afstand van ca. 20 tot 30 km is dus nog circa 25% van het effect merkbaar. Het loont dus om rivierverruimende maatregelen te nemen in of op zo kort mogelijke afstand van het gebied waar de waterstandsverhoging optreedt; dat is in dit geval Zuilichem-Rossum (zie par. 3.4).

Rivierverruiming heeft niet alleen waterstandseffecten, en vraagt in praktijk dus een bredere afweging. Ook de morfologie van de rivier kan worden beïnvloed (bedding stabiliteit, afzetting van sediment in de uiterwaarden). Te grote morfologische veranderingen kunnen een gevaar opleveren voor de algehele rivierstabiliteit en de scheepvaart kan hinder ondervinden van bijvoorbeeld teveel aanzanding in de hoofdgeul (dus is er dan meer baggeronderhoud nodig). Ook kan een toename van dwarsstroming bijvoorbeeld van en naar nevengeulen een gevaar voor de scheepvaart opleveren. Verder dienen ook lange en grote nevengeulen voldoende 'gecontroleerd' te worden zodat ze niet te breed gaan worden. Soms is het hiertoe nodig om een beweegbare drempelconstructie in de nevengeul aan te brengen.

Verder kunnen rivierverruimende maatregelen effecten hebben op flora en fauna, grondwater (bijv. een toename van de kwel of de waterstanden binnendijs) of bodemkwaliteit en bestaande functies (bijv. landbouw) kunnen worden aangetast. Rivierverruiming biedt ook kansen, voor natuurontwikkeling, recreatie of delfstoffenwinning. Al deze aspecten, maken een integraal rivierverruimingsplan tot een complex geheel, waarbij niet altijd de ogenschijnlijk meest voor de hand liggende maatregelen kunnen worden gerealiseerd.

5.3 Analyse keuzes op huidige rivierverruimingslocaties

We bespreken de situatie en de maatregelen bij Brakel zelf, dan de rivierverruimingslocaties van benedenstrooms (Munnikenland) en vervolgens in bovenstroomse richting. Basisgegevens van de varianten zijn opgenomen in bijlage 5.

5.3.1 Brakel en Ruijterwaard – varianten

Voor de locaties Brakel en Ruijterwaard zijn diverse varianten onderzocht, met diverse uitgangspunten. Voor de beschrijving van de maatregelen en hun consequenties wordt verwezen naar de Structuurvisie, de MER en het Maatregelenboek bij de Structuurvisie. Een kort overzicht is opgenomen in bijlage 5. Enige basisinformatie over de rivierkundige situatie bij Brakel is opgenomen in bijlage 7.

In de Structuurvisie en het advies voor de Voorkeursstrategie is hier een combinatiemaatregel opgenomen van de locaties Brakel en Ruijterwaard, met de dijkeruglegging bij Brakel, en een geul door de Ruijterwaard, en een geul langs Brakel (zie figuur hieronder). De maatregel wordt verder bekend verondersteld; zie voor een beschrijving onder meer de MER bij de Structuurvisie Waalweelde West. De hydraulisch belangrijkste rivierverruimende ingrepen betreffen:

- dijkeruglegging over max. 280 meter
- aanleg van een geul door de Ruijterwaard tot de Brakelse benedenwaarden
- verwijdering dwarskaden
- langsdam bij de instroom van de geul in de Ruijterwaard
- waterdoorlatend maken van de veerdam van Brakel.

De maximale waterstandsaling bij 18.000 m³/s van deze combinatiemaatregel is 17,7 cm.⁵ ter plaatse van Brakel (bron: MER en maatregelenboek bij Structuurvisie Waalweelde West).



Figuur 6. Impressie van de combinatiemaatregel Brakel-Ruijterwaard (bron: Maatregelenboek bij Structuurvisie Waalweelde West)

5.3.2 Brakel en Ruijterwaard – bewonersvariant

Op 14 juli heeft een overleg plaatsgevonden in het kader van dit onderzoek met een vertegenwoordiging van enkele belanghebbenden in Brakel. Aanwezig waren:

- van de Vereniging Waalschade Brakel Benedeneind: René Poorter, Walter Kooijman, Catharinus Versteeg, Kees Alberts
- van de Voetbal Vereniging Brakel: Bennie van Veen, Frank Noten;
- namens kassenbedrijf Satter: Jan van der Linden;
- van de Gemeente Zaltbommel: Koen Dalhuisen;
- van Royal HaskoningDHV: David Heikens, Erik Zigterman, Gert-Jan Akkerman.

In het overleg heeft de Vereniging Waalschade Brakel Benedeneind enkele alternatieve maatregelen in de directe omgeving van Brakel aangegeven die in de plaats zouden kunnen komen van de dijkverlegging. Deze maatregelen zijn ter plekke globaal besproken op hun effectiviteit. Een combinatie van enkele van deze maatregelen werd door de vertegenwoordigers van Royal HaskoningDHV als mogelijk effectief alternatief geïdentificeerd. (NB: Voor het begrip van deze maatregelen adviseren wij de basisinformatie over de rivierkundige situatie bij Brakel te bekijken die in bijlage 7 van dit rapport is opgenomen).

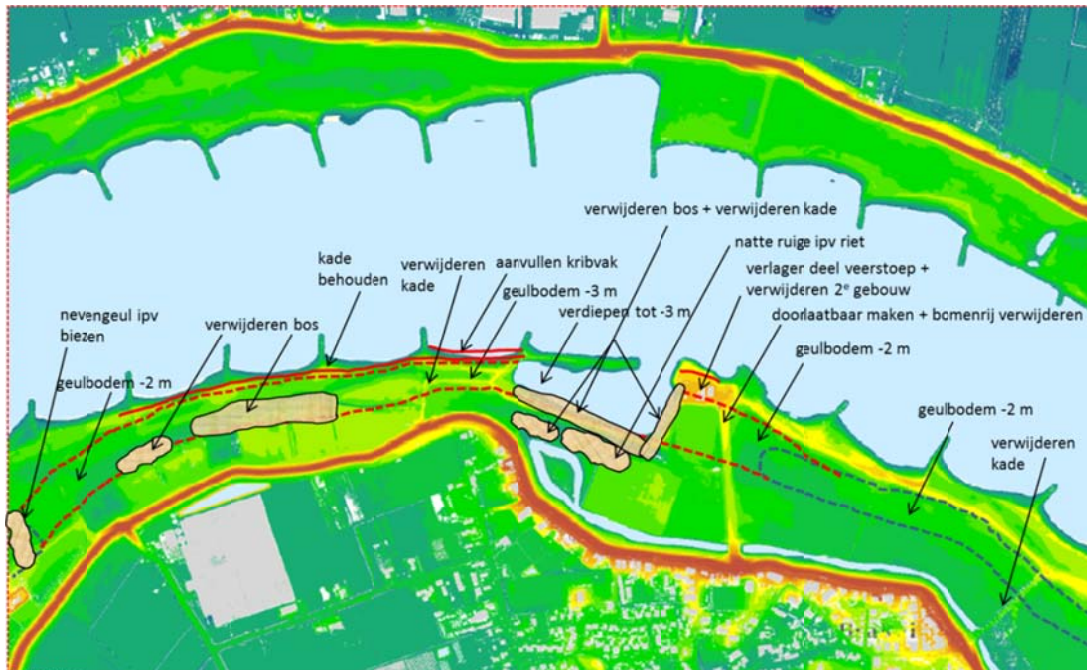
⁵ Tijdens dit Nader onderzoek Brakel is gebleken dat de 17,7 cm. deels berust op een rekenfout. Een gecorrigeerde berekening was voor het afronden van dit onderzoek nog niet beschikbaar.

Deze “bewonersvariant” zonder de dijkeruglegging bestaat uit de volgende maatregelen:

1. Een lange geul van de Ruijterwaard voorlangs de dijk van Brakel tot aan Munnikenland. Een dergelijke geul is ook opgenomen in de combinatiemaatregel van de Structuurvisie, maar in de bewonersvariant is deze geul wat smaller en ligt dichterbij de rivier. De geul loopt door de (niet meer in gebruik zijnde) haven bij Brakel. De geul blijft op veilige afstand van de dijk.
2. Verwijdering dwarsdammen, bossages en obstakels ten behoeve van de geul, op dezelfde wijze als in de combinatiemaatregel;
3. Verlaging van een deel van het hooggelegen terrein nabij de veerstoep en verwijderen van het kleedkamer-gebouw van de Voetbalvereniging aldaar; deze maatregel is gebonden aan de bewonersvariant. De voetbalvelden van deze vereniging worden zowel in de oorspronkelijke combinatiemaatregel als in de bewonersvariant doorsneden. In beide gevallen zal de voetbalclub op de betreffende locatie dus niet meer op dezelfde wijze kunnen functioneren.
4. Extra verlaging (ten opzichte van de combinatiemaatregel) van het relatief hooggelegen maaiveld van de uiterwaard bij Brakel.



Figuur 7. Uiterwaarden Brakel, direct benedenstrooms van het haventje



Figuur 8. Maatregelen bewonersvariant (zoals uiteindelijk geschematiseerd t.b.v. doorrekening)



Figuur 9. Kleedkamer-gebouw Voetbalvereniging Brakel

Na overleg met de begeleiders van dit onderzoek van de Provincie Gelderland en het Deltaprogramma Rivieren is besloten om deze bewonersvariant hydraulisch door te rekenen. Een verslag hiervan is opgenomen in bijlage 3.

Gestart is met de reconstructie van de berekening van de combinatiemaatregel. Vermoedelijk door kleine modelverschillen kwam de waterstanddaling bij 18.000 m³/s in deze berekening uit op 18,4 cm. (in plaats van 17,7 cm die eerder was uitgerekend (bron: MER en Maatregelenboek bij Structuurvisie Waalweelde West); zie bijlage 3. Het effect van de bewonersvariant kwam op een waterstandsding van 14,9 cm. bij 18.000 m³/s. Met de bewonersvariant wordt daarmee het grootste deel van het waterstandseffect van de combinatiemaatregel behaald.

De resterende waterstandsopgave na uitvoering van de bewonersvariant is opgenomen in tabel in bijlage 6, en afgebeeld op kaart in bijlage 2, figuur C. In de tabel en de figuur kan ook een vergelijking worden gemaakt met de oorspronkelijke waterstandsopgave zonder en met rivierverruiming volgens het huidige plan.

5.3.3 Overige rivierverruimingslocaties

Munnikenland

Het Ruimte voor de Rivier-project Munnikenland is momenteel in uitvoering. Eén van de maatregelen die in dit project niet zijn uitgevoerd is de aansluiting tussen de geplande geulen, waar momenteel een transportleiding van waterleidingbedrijf Dunea een obstakel vormt. Ten tijde van de planstudie van het betreffende project is deze extra maatregel niet opgenomen vanwege de kosten voor aanpassing aan de leiding. Mocht de leiding op zeker moment vervangen moeten worden, dan is een aanpassing ten behoeve van rivierverruiming wellicht goedkoper.

De effecten van deze verbinding van geulen zijn destijds door Royal Haskoning berekend (notitie d.d. 11-7-2008, zie bijlage 8). De te bereiken waterstandsding is maximaal 2,3 cm. In het Maatregelenboek van de Structuurvisie Waalweelde West is een kleiner effect opgenomen (max. 0,7 cm., code berekening wl_45-48p), kennelijk met andere uitgangspunten.

De verbinding van de geulen is niet opgenomen in de Structuurvisie of het advies voor de Voorkeursstrategie, maar is ons inziens op termijn nog wel het overwegen waard. De (extra) kosten zullen hierbij vooral bepalend zijn. Momenteel worden deze in het kader van de Structuurvisie Waalweelde West (en voorheen ook in de Planstudie Munnikenland) als hoog ingeschat, wat de maatregel vooralsnog onaantrekkelijk maakt.

Herwijnsense (boven- en beneden)waarden

Voor de Herwijnsense waarden is in de loop van de tijd een groot aantal maatregelen overwogen. Voor de beschrijving van de maatregelen en hun consequenties wordt wederom verwezen naar de Structuurvisie, de MER en het Maatregelenboek bij de Structuurvisie. Daarnaast hebben wij voor deze locatie ook het Maatregelenboek van Ruimte voor de Rivier geraadpleegd. Een kort overzicht van de varianten is opgenomen in bijlage 5.

In de Structuurvisie Waalweelde West en het advies voor de Voorkeursstrategie is niet gekozen voor rivierverruiming in de Herwijnsense waarden. De effecten van de rode, groene en blauwe variant zoals in het MER opgenomen worden daarvoor te groot geacht. Deze varianten gaan wel alle drie uit van een vorm van dijkeruglegging, wat de rivierverruiming inderdaad ingrijpend maakt.

Echter, naar onze inschatting is het realiseren van een nevengeul conform maatregel zoals opgenomen in het Maatregelenboek van Ruimte voor de Rivier (code 42-2) wél een kansrijke en niet heel complexe ingreep, met een relevant waterstandseffect (max. 2,6 cm. bij Zuilichem). Deze maatregel is ons inziens geschikt om mee te nemen als aanvulling op de mogelijkheden voor rivierverruiming.

Breemwaard

Voor de Breemwaard zijn in het MER voor de Structuurvisie Waalweelde West drie varianten overwogen (zie bijlage 5).

In de Structuurvisie en het advies voor de Voorkeursstrategie is niet gekozen voor de rivierverruiming en natuurontwikkeling in de Breemwaard, zoals opgenomen in de groene variant van het MER Waalweelde West. Gekozen is voor het behoud van de gave oeverwal en de geïsoleerde laag-dynamische strang van de Breemwaard en vermijden van eventuele morfologische effecten. Ons inziens zou de variant Breemwaard groen met het aantakken van de nevengeul een interessante optie zijn, met een waterstandsverlaging op een relevant traject (bovenstrooms van Zuilichem). De effecten zoals beschreven in het MER zijn ons inziens niet zodanig groot dat deze maatregel op voorhand af zou moeten vallen. De maatregel is ons inziens geschikt om mee te nemen als aanvulling op de mogelijkheden voor rivierverruiming.

Crobsche waard

Voor de Crobsche waard zijn in het MER voor de Structuurvisie drie varianten overwogen (zie bijlage 5). In het kader van Ruimte voor de Rivier zijn destijds nog enkele andere varianten doorgerekend, maar deze zijn nu niet in de Structuurvisie Waalweelde West of het bijbehorende MER meegenomen; deze varianten zijn in een aparte tabel in bijlage 5 vermeld. De variant met het grootste rivierverruimende effect is hierbij gekozen. Deze keuze geeft voor ons geen aanleiding tot opmerkingen.

Kerkewaard

Voor de Kerkewaard zijn in het MER voor de Structuurvisie drie varianten overwogen (zie bijlage 5). De uiteindelijk gekozen maatregel heeft een groot effect. De keuze geeft verder geen aanleiding tot opmerkingen.

Haaften

Voor Haaften is 1 variant overwogen, namelijk een bypass (de rode en groene variant zijn op deze locatie niet ingevuld). Deze variant is niet gekozen om duidelijke redenen (o.a. verwijdering van woningen en bedrijven, doorsnijding van verbindingen, sterke aantasting landschap). Deze keuze geeft voor ons voorsnog geen aanleiding tot opmerkingen.

Rijswaard

Voor de Rijswaard zijn in het MER voor de Structuurvisie drie varianten overwogen (zie bijlage 5). De afweging en het resultaat geeft voor ons geen aanleiding tot opmerkingen.

Maatregelen verder bovenstrooms

In de Hurwenensche uiterwaarden, de Heesseltsche uiterwaarden en de Stiftsche uiterwaarden zijn herinrichtingsmaatregelen in uitvoering dan wel in vergevorderd stadium van voorbereiding. Deze maatregelen hebben wij in onze analyse verder buiten beschouwing gelaten.

5.4 Quick scan naar andere potentiële rivierverruimingslocaties

Na de bestudering van de rivierverruimingslocaties die in de literatuur waren opgenomen, hebben wij vervolgens nog een quick scan uitgevoerd naar eventueel andere potentiële rivierverruimingslocaties met significante omvang in het gebied van Waalweelde West. Op basis van de stromingsbeelden bij maatgevend hoogwater (waterstandsverloop, verdeling stroombanen en stroomsnelheden uit het rekenmodel WAQUA) zijn de locaties met aanwijzingen voor een beperking in de afvoercapaciteit opgezocht (steile verhangen, hoge stroomsnelheden en een concentratie van stroombanen). Alle locaties met een dergelijk significant effect komen overeen met de locaties waar maatregelen zijn overwogen. Onze conclusie is derhalve dat bij de Structuurvisie Waalweelde West en het advies voor de Voorkeursstrategie geen significante potentiële rivierverruimingslocaties over het hoofd zijn gezien.

5.5 Wijziging van de programmering

De geplande rivierverruimingsmaatregelen uit de Voorkeursstrategie en de Structuurvisie worden gespreid uitgevoerd over een lange periode, tussen 2015 en 2100. Een aanzet tot programmering is opgenomen in beide genoemde documenten. De dijkverlegging Brakel staat gepland voor de periode tot 2030. Het is mogelijk om de uitvoeringsvolgorde aan te passen, bijvoorbeeld de maatregel bij Brakel pas na 2030 uit te voeren, en andere maatregelen die na 2030 staan gepland eerder uit te voeren. Maar inhoudelijk is dit niet werkelijk een alternatief, er van uitgaande dat uiteindelijk (in 2100) eenzelfde rivierverruimend effect moet worden gehaald. Bestuurlijk kunnen andere overwegingen een rol spelen, zoals de wens om snel duidelijkheid te geven over ingrijpende maatregelen. In dit onderzoek is de uiteindelijke horizon van 2100 gehanteerd, met het volledige pakket aan rivierverruimingsmaatregelen dat daarvoor nodig is.

6 ALTERNATIEF 2 VOOR DIJKVERLEGGING BRAKEL: DIJKVERHOOGING

6.1 Dijkverhoging in relatie tot het komende dijkversterkingsprogramma

De dijken in het rivierengebied zullen in de komende periode tot 2100 bijna allemaal moeten worden versterkt. Daar zijn twee los van elkaar staande aanleidingen voor: a) nieuwe normen, die bijna overal leiden tot strengere eisen aan de dijk, en b) dijken die op basis van de huidige normen afgekeurd zijn. Dit wordt hieronder toegelicht.

In de komende decennia wordt in het kader van het HWBP een omvangrijk dijkversterkingsprogramma uitgevoerd. Over de aard en omvang van de versterkingsmaatregelen is momenteel nog weinig bekend, enerzijds omdat de studies naar deze dijkversterkingen nog niet zijn gestart, en anderzijds omdat de dijkversterkingen zullen worden gebaseerd op nieuwe normen. Deze normen zijn a) nog niet geheel uitgewerkt, en b) nog niet op de betreffende dijken toegepast. Het eerste traject in het gebied van Waalweelde West waar in het najaar van 2014 met het onderzoek naar de benodigde dijkversterking wordt gestart is Gorinchem – Waardenburg.

De noodzaak tot dijkversterking komt primair voort uit geconstateerde sterkteproblemen, die niets te maken hebben met de gevolgen van de komende klimaatverandering. De sterktekortoren kunnen worden opgelost met verbreding van de dijk en/of het aanbrengen van allerlei soorten harde of zachte constructies, zoals (dam)wanden, of geotextiel. Deze maatregelen worden vaak aan de binnenzijde van de dijk genomen, soms ook in de bestaande dijk, en ook versterkingsmaatregelen aan de buitenzijde behoren tot de mogelijkheden. Ook dijkverhoging kan op voorhand niet worden uitgesloten als de overslag van golven over de dijk bij hoogwater te groot geacht wordt om het binnentalud te beschermen. Nader onderzoek per dijktracé moet dit te zijner tijd uitwijzen.

Dijkversterking is vaak een ingrijpende operatie. Dijken zijn vaak geen geïsoleerd liggende objecten, maar zijn in de loop van de decennia verweven geraakt met de omgeving. Op, aan en rond de dijken wordt gewoond en gewerkt, er lopen wegen en paden overheen, soms groeit er bijzondere vegetatie op of direct in de omgeving, en de dijken hebben ook waarde als markante landschappelijke elementen.

Dijkversterking leidt dikwijls tot een groter ruimtebeslag, en heeft daarbij vrijwel altijd consequenties voor de omgeving. In het meest eenvoudige geval van een groene dijk in een onbebouwd gebied kan dijkversterking al maatregelen vergen zoals het verleggen van naburige watergangen of wegen of de aankoop van gronden. Is er voldoende ruimte binnendijks aanwezig, dan wordt een uitbreiding van de dijk vaak naar binnendijkse richting gerealiseerd, om de ruimte voor de rivier te sparen en daarmee verhoging van de waterstanden te voorkómen. Is infrastructuur of bebouwing aanwezig op of rond de dijk, dan wordt dijkversterking al direct complex.

Het verwijderen van bebouwing wordt tegenwoordig zo veel mogelijk voorkómen, bijvoorbeeld door om de bebouwing heen te werken met harde constructies zoals wanden.

Hoe een dijkversterking in dit soort gevallen uitpakt, wordt pas duidelijk na locatiespecifieke afwegingen, waarbij verschillende factoren een rol spelen, zoals:

- de geometrie en de opbouw van de dijk;
- de positie van bebouwing en infrastructuur ten opzichte van de dijk;
- de benodigde versterking van de dijk;
- de beschikbare ruimte voor verschillende typen versterkingsmaatregelen;
- de kosten van de maatregelen;
- de eisen of wensen ten aanzien van de inpassing van de dijk in de omgeving.

Ook om deze redenen kan momenteel niet worden voorspeld hoe de geplande dijkversterkingen langs de Waal juist bij gevoelige locaties zoals woningen uit zullen pakken.



Figuur 10. Woning aan de Waaldijk bij Waardenburg

Er is in de nieuwe systematiek van het HWBP geen vaste levensduur meer waarvoor de dijk moet worden ontworpen (eerder was dat: 50 jaar voor groene dijken, 100 jaar voor harde constructies). Voor de versterking moet een afweging gemaakt worden van de investering in dijkversterking en de termijn waarvoor deze wordt gemaakt. Er zijn dus ook geen vooraf vastgestelde afvoeren waarvan de waterstanden maatgevend moeten worden genomen voor het dijkontwerp. Per traject kan dus worden overwogen of de dijk nu op beperkte schaal wordt versterkt zodat deze voor de komende 20 jaar aan de eisen voldoet, of dat een grotere investering wordt gepleegd zodat er 60 jaar lang geen versterking meer nodig is.

Bij de dijkversterkingen in de komende jaren zal wel rekening worden gehouden met de verwachte waterstandsstijgingen als gevolg van de klimaatverandering. Door rivierverruiming worden de waterstandsstijgingen beperkt; hoe omvangrijker het effect van de rivierverruimingsmaatregelen, des te kleiner wordt de waterstandsstijging waar de dijken op moeten worden aangepast.

Het kan voorkomen dat de dijken momenteel nog zodanig hoog zijn dat een bepaalde waterstandsstijging nog kan worden toegelaten zonder dat de dijk verhoogd dient te worden; de dijk heeft dan “overruimte”. Of deze overruimte momenteel aanwezig is, en zo ja waar en hoeveel, is momenteel nog niet bekend. In het kader van dit onderzoek wordt hier geen rekening mee gehouden.

Is er geen overruimte aanwezig (en is de dijk nu ook niet te laag), en wordt geen rekening gehouden met de eisen vanuit golfoverslag, dan werkt de stijging van een waterstand bij maatgevend hoogwater meestal 1 op 1 door naar de vereiste hoogte van de kruin van de dijk. De resterende waterstandsstijging na rivierverruiming zoals gepresenteerd in hoofdstuk 4 kan dan uiteindelijk leiden tot een even grote verhoging van de dijk. (Uiteindelijk, omdat de komende dijkversterkingen ontworpen worden op de waterstanden bij een maatgevende afvoer van 17.000 m³/s bij Lobith, die in 2050 verwacht wordt, terwijl de waterstanden in hoofdstuk 4 de situatie bij 18.000 m³/s betreffen). De extra waterstandsverhoging door het schrappen van rivierverruimingsmaatregelen zoals bij Brakel leidt dan tot een extra dijkverhoging.

De stijging van de maatgevende waterstand vraagt niet alleen om een hogere dijk, want ook sterkte-aspecten van de dijk worden door de waterstand beïnvloed, zoals stabiliteit en piping (gegeven de hogere waterdruk). Een waterstandsstijging kan dus niet alleen tot een hogere dijk leiden maar ook tot extra versterkingsmaatregelen, zoals een extra verbreding van de dijk, of bij constructies een vergroting van de constructie. Ook dit is per dijktracé maatwerk.

Een andere consequentie die dijkverhoging met zich mee kan brengen is de beperking of het verlies van zichtlijnen over de dijk. Door significante dijkverhoging kan een dorp vanuit de rivier minder zichtbaar worden. Van de ander kant af kunnen bewoners hun uitzicht op de rivier verliezen, dat ze hebben vanaf de begane grond hebben of soms nog vanaf de eerste verdieping van hun huis.



Figuur 11. Woningen aan de dijk bij Haften

De bewoning langs de dijken in het gebied van Waalweelde West is zeer divers. Er zijn huizen boven op de dijk, buitendijks, op het dijktalud, net aan de teen van de dijk of op enige afstand ervan, bijvoorbeeld met een weg ertussen of een stuk groen talud (zie voorbeelden in onderstaande figuur).



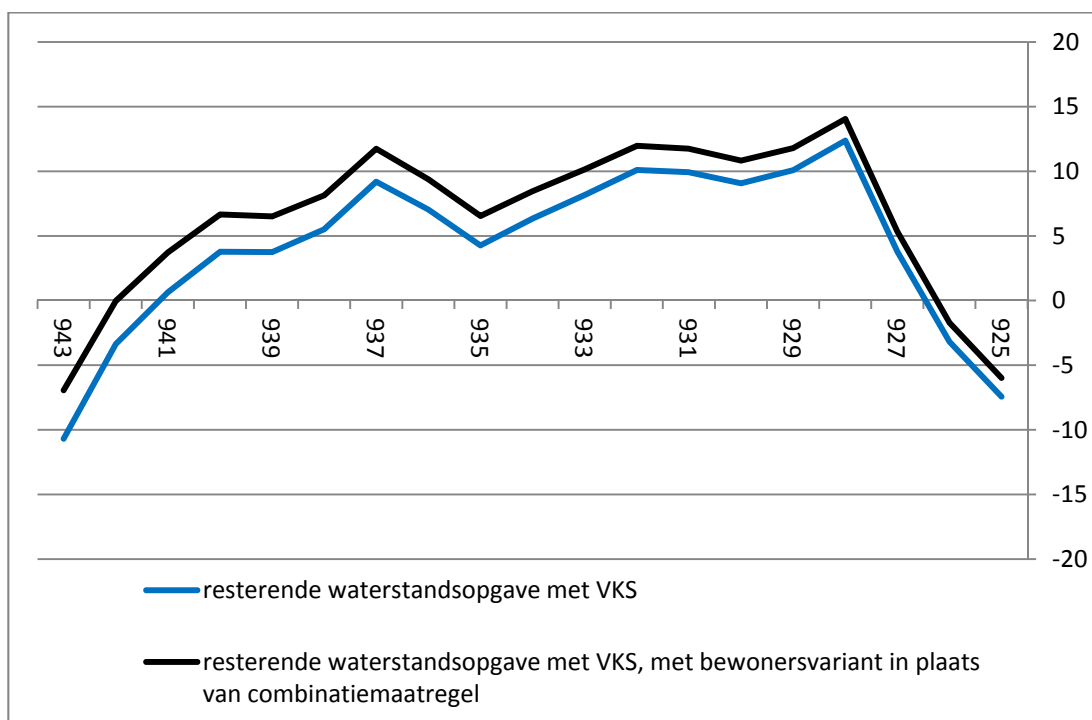
Figuur 12. Bebouwing op diverse locaties aan de Waaldijk

Net als bij de dijkversterkingsmaatregelen kan op voorhand niet voorspeld worden welke consequenties een dijkverhoging voor dit soort maatschappelijk gevoelige locaties zal hebben. Duidelijk is wel dat een noodzaak tot dijkverhoging de benodigde aanpassing van de dijk niet eenvoudiger maakt, en in de regel ook duurder.

6.2 Consequenties van het schrappen van dijkverlegging Brakel

Door de verwachte vergroting van de maatgevende rivierafvoer stijgen de waterstanden; deze stijging kan op de Waal voor een groot deel teniet worden gedaan met het pakket aan rivierversuimingsmaatregelen conform het huidige plan zoals opgenomen in het advies voor de Voorkeursstrategie. Op het traject tussen Rossum en Zuilichem (rivierkilometer 927 tot 942) lukt dit niet; daar resteert een waterstandsstijging van 0 tot maximaal 12 centimeter (maximum bij Hurwenen), bij Zaltbommel is de stijging ca. 6 cm. (zie de figuur A in bijlage 2).

Het schrappen van de dijkverlegging Brakel zorgt voor een **extra** waterstandsstijging van 6,0 cm. (net bovenstrooms van Zuilichem), 4,1 cm. bij Zaltbommel en 2,6 cm. bij Rossum (zie figuur B in bijlage 2). Indien de bewonersvariant voor Brakel wordt uitgevoerd, wordt deze extra waterstandsstijging beperkt tot 3,3 cm. (bij Zuilichem), 2,2 cm. bij Zaltbommel en 1,5 cm. bij Rossum (zie figuur C in bijlage 2 en onderstaande figuur). Zouden aanvullende maatregelen bij de Herwijnsense benedenwaard en de Broomwaard worden uitgevoerd dan wordt de extra waterstandsstijging nog iets kleiner.



Figuur 13. Resterende waterstandsopgave bij VKS, en bij VKS met bewonersvariant in plaats van combinatiemaatregel

Het is momenteel niet mogelijk te voorspellen wat de consequenties van deze extra waterstandsstijgingen zouden kunnen zijn voor de uit te voeren dijkversterkingsmaatregelen langs het betreffende dijktrajecten van de Waal, en daarmee evenmin voor de omgeving van de dijk en de daaraan verbonden belangen. Daarvoor is op dit moment teveel onduidelijkheid over de manier waarop de nieuwe normen voor de dijken uit zullen pakken, hoe de eisen vervolgens per locatie naar maatregelen worden vertaald, welke waterstandsstijging de dijken eventueel zonder consequenties kunnen opvangen door overhoogte. Daarnaast zijn de extra waterstandsstijgingen ook zodanig klein dat er geen harde uitspraken over de consequenties kunnen worden gedaan.

7 BEVINDINGEN, VERGELIJKING EN CONCLUSIES

7.1 Bevindingen

Huidig plan van rivierverruimingsmaatregelen in Structuurvisie Waalweelde West en advies Voorkeursstrategie

1. In de basisinformatie van het opstellen van de Structuurvisie Waalweelde West en het advies voor de Voorkeursstrategie zijn ons inziens alle significante potentiële rivierverruimingslocaties in beschouwing genomen.
2. Bij de afweging van inrichtingsvarianten voor de potentiële rivierverruimingslocaties is voor het overgrote deel van de locaties een variant gekozen waarin de mogelijkheden voor rivierverruiming voldoende zijn benut.
3. Het advies voor de Voorkeursstrategie is uitgangspunt voor dit onderzoek. De resultaten van dit onderzoek geven ook géén aanleiding om deze Voorkeursstrategie te herzien.
4. Er zijn twee reële alternatieven voor de dijkverlegging Brakel. Deze worden hieronder beschreven.

Alternatief 1 voor dijkverlegging Brakel: rivierverruiming volgens bewonersvariant en evt. aanvulling

5. Er is een kansrijk alternatief voor de huidige combinatiemaatregel met dijkteruglegging Brakel, namelijk een variant die door de bewoners is ingebracht (kortweg: de bewonersvariant). De bewonersvariant gaat uit van de huidige dijk en een geul voorlangs tussen dijk en oever, terwijl de combinatiemaatregel uitgaat van dijkteruglegging en een *bredere* geul voorlangs de *teruggelegde* dijk. In beide gevallen wordt dit gecombineerd met een geul in de Ruijterwaard.
6. Met de bewonersvariant kan het grootste deel van de waterstandseffecten van de combinatiemaatregel worden behaald⁶. De bewonersvariant past in de Voorkeursstrategie en bij het principe van de “ruggengraat” aan maatregelen uit deze strategie. Het grootste deel van de geplande rivierverruimingsmaatregelen blijft ongewijzigd.
7. Aanvullend op de bewonersvariant zijn rivierverruimingsmaatregelen met een kleiner effect mogelijk:
 - a. Herwijnnense bovenwaard: hier is ten tijde van Ruimte voor de Rivier een nevengeul onderzocht met een significant rivierverruimend effect. Deze variant is niet in het huidige plan opgenomen, terwijl hier ons inziens wel op een relatief eenvoudige wijze een relevante waterstandsstijging mee kan worden behaald.
 - b. Broomwaard: hier is gekozen om geen rivierverruimingsmaatregelen uit te voeren, terwijl verruiming hier wel mogelijk is met ons inziens vrij beperkte consequenties.

⁶ Voor de bewonersvariant is een maximale waterstandsverlaging van 14,9 cm. berekend. Voor het combinatiealternatief werd tot nu toe in het proces van de Structuurvisie Waalweelde West en het advies voor de Voorkeursstrategie 17,7 cm. aangehouden. Tijdens dit Nader onderzoek Brakel is gebleken dat de 17,7 cm. deels berust op een rekenfout. Een gecorrigeerde berekening was voor het afronden van dit onderzoek nog niet beschikbaar. De conclusies in dit hoofdstuk zullen daardoor naar verwachting niet veranderen.

Op termijn zou tenslotte in het gebied van Munnikenland een verbinding overwogen kunnen worden van de geulen in het gebied, over de Dunea-leiding die daar aanwezig is. Deze ingreep zou moeten worden uitgevoerd wanneer de betreffende leiding aan vervanging toe is, om daarmee de hoge kosten te drukken. Volgens de huidige inzichten zijn de kosten relatief erg hoog.

Alternatief 2 voor dijkverlegging Brakel: dijkverhoging

8. Als dijkverlegging Brakel niet wordt uitgevoerd, zal de waterstand tijdens maatgevend hoogwater van 18.000 m³/s (verwacht vanaf 2100) extra stijgen met maximaal 6 cm in het gebied waar na uitvoering van de Voorkeursstrategie een waterstandsopgave resteert (bij Zaltbommel: 4 cm).
9. Indien de dijkverlegging Brakel niet wordt uitgevoerd en de bewonersvariant in de plaats komt van de combinatiemaatregel, dan is de extra waterstandsverhoging naar verwachting gering (1 tot 3 cm).
10. In de komende decennia zullen grote dijkversterkingen worden uitgevoerd in het kader van het HWBP. Vanwege de nieuwe normen voor de dijken is het momenteel niet te voorspellen wat de omvang, het ruimtebeslag en de consequenties van deze dijkversterkingen zullen zijn.
11. Het is daardoor evenmin te voorspellen wat de precieze gevolgen zullen zijn van de waterstandsverhoging indien dijkverlegging Brakel in de plaats komt van de combinatiemaatregel.
12. Het is mogelijk dat er nog enige overruimte op de dijkhoogte aanwezig is, waardoor een waterstandsstijging niet 1 op 1 leidt tot een noodzaak tot dijkverhoging. Of dit voorkomt, is nog niet bekend; vooralsnog kan hier geen rekening mee worden gehouden.
13. Zo lang de consequenties van het schrappen van dijkverlegging Brakel op de dijkverhoging elders niet duidelijk zijn, is dijkverhoging ons inziens eveneens een alternatief voor dijkverlegging Brakel.

7.2 Vergelijking alternatieven

De consequenties en effecten van het huidige plan aan rivierverruimingsmaatregelen zijn in het MER voor de Structuurvisie Waalweelde West en in de Structuurvisie uitgebreid beschreven. Bij de vergelijking van de alternatieven voor dijkverlegging Brakel beschouwen we alleen de verschillen die de alternatieven maken ten opzichte van het huidige plan.

7.2.1 Alternatief 1: rivierverruiming volgens bewonersvariant, en evt. aanvulling

De verschillen tussen alternatief 1 en het huidige plan met dijkverlegging Brakel kunnen vanuit verschillende invalshoeken worden bekeken. Deze verschillen zijn deels heel tastbare effecten, deels hebben ze betrekking op de strategie van rivierbeheer voor de toekomst.

Waterveiligheid (tot 2100)

Met *Alternatief 1* (de bewonersvariant) kan het grootste deel van de waterstandseffecten van de combinatiemaatregel worden behaald⁷. Er is wel een verschil in waterstandseffect.

Bij *alternatief 1* wordt de afvoercapaciteit van de Waal ter plaatse vergroot door buitendijkse maatregelen. De flessenhals tussen de dijken ter hoogte van Brakel wordt bij *alternatief 1* niet opgeheven, maar het effect ervan wordt wel aanzienlijk verminderd.

Mochten de voorspelde effecten van de het pakket aan rivierverruimingsmaatregelen na uitwerking van het ontwerp lager uitvallen (de praktijk leert dat dit geregeld voorkomt), dan is er bij het *huidige plan* alsnog de mogelijkheid om de rivierverruimingsmaatregelen in de Breemwaard en de Herwijnsense bovenwaarden uit te voeren. Zouden deze maatregelen worden ingezet als aanvulling op de bewonersvariant (*alternatief 1*), dan is er nadien iets minder ruimte voor opvangen van tegenvallers.

In het geval van *alternatief 1* behoudt de dijk bij Brakel zijn huidige positie. Wanneer de huidige dijk op termijn versterkt zou moeten worden op grond van de nieuwe ontwerpnormen, dan is op het bebouwde binnentalud de ruimte beperkt; versterking zal maatwerk vergen. Bij verlegging van de dijk volgens het *huidige plan* wordt deze ruimte waarschijnlijk gecreëerd, maar gezien de ligging van het dorp Brakel direct achter de dijk zal ook hierbij maatwerk nodig zijn.

Ruimte

Op het gebied van ruimte heeft *alternatief 1* bij Brakel evidente voordelen ten opzichte van het huidige plan. De belangrijkste zijn:

- maximaal 20 tot 25 huizen⁸ in het gebied waar de dijkverlegging is gepland hoeven niet te worden verwijderd;
- het kassenbedrijf van Satter Orchids in Brakel hoeft niet te worden verwijderd cq. verplaatst;
- de ruimte binnendijs (incl. eventuele uitbreidingsruimte) voor het dorp Brakel blijft bij *alternatief 1* gelijk, waar deze bij het *huidige plan* verkleind wordt.

Zowel bij het huidige plan als bij *alternatief 1* zal de voetbalvereniging Brakel naar verwachting moet verdwijnen van de huidige locatie gezien de doorsnijding van hun velden. De overige effecten in de Ruijterwaard blijven bij *alternatief 1* naar verwachting vrijwel gelijk aan het huidige plan.

De aanvullende maatregelen in de Herwijnsense Bovenwaard en de Breemwaard worden buitendijs gerealiseerd. Voor de maatregelen hoeven geen woningen of bedrijven te worden verwijderd. Er is door ons geen onderzoek gedaan naar eventueel andere obstakels zoals grote leidingen in het ingrepengebied van deze locaties.

⁷ Voor de bewonersvariant is een maximale waterstandsverlaging van 14,9 cm. berekend. Voor het combinatiealternatief werd tot nu toe in het proces van de Structuurvisie Waalweelde West en het advies voor de Voorkeursstrategie 17,7 cm. aangehouden. Tijdens dit Nader onderzoek Brakel is gebleken dat de 17,7 cm. deels berust op een rekenfout. Een gecorrigeerde berekening was voor het afronden van dit onderzoek nog niet beschikbaar. De conclusies in dit hoofdstuk zullen daardoor naar verwachting niet veranderen.

⁸ bron: MER bij Structuurvisie Waalweelde West

Milieu

Als milieueffect van de dijkverlegging in het *huidige plan* is in het MER bij de Structuurvisie Waalweelde West onder meer opgenomen: de aantasting van de cultuurhistorisch waardevolle dorpskern van Brakel en het Nationaal landschap Nieuwe Hollandse Waterlinie. Deze effecten treden bij alternatief 1 niet op. De milieueffecten van de *alternatief 1 (bewonersvariant)* zijn verder niet onderzocht.

De aantasting van aardkundige waarden die in het MER wordt genoemd is verbonden aan de geul buitendijks. Mogelijk treedt dit effect ook bij alternatief 1 op. Effecten op grondstromen zijn ons inziens niet bepalend voor de keuze tussen de alternatieven.

De milieueffecten van de rivierverruiming in de **Breemwaard** volgens de groene variant treden op bij *alternatief 1* (en niet bij het *huidige plan*). De effecten zijn opgenomen in het MER bij de Structuurvisie Waalweelde West. Als belangrijkste gunstige effecten worden genoemd:

- Positief voor EHS en N2000 doelen (beschermde vissoorten);
- Nieuwe biotopen vormen leefgebieden voor beschermde soorten waaronder de bever.

Als negatieve effecten worden genoemd:

- Een permanent meestromende nevengeul kan bezwaarlijke negatieve morfologische effecten hebben. Door de drempel wordt de afvoer enigszins gekneld;
- Dubbele doorsnijding van de gave oeverwal door de nevengeul.

Effecten op grondstromen en recreatie worden in het kader van dit Nader onderzoek niet bepalend geacht voor de keuze tussen de alternatieven.

Er is nog geen onderzoek gedaan naar de milieueffecten van de rivierverruiming in de **Herwijnense bovenwaard**.

7.2.2 Alternatief 2 voor dijkverlegging Brakel: dijkverhoging

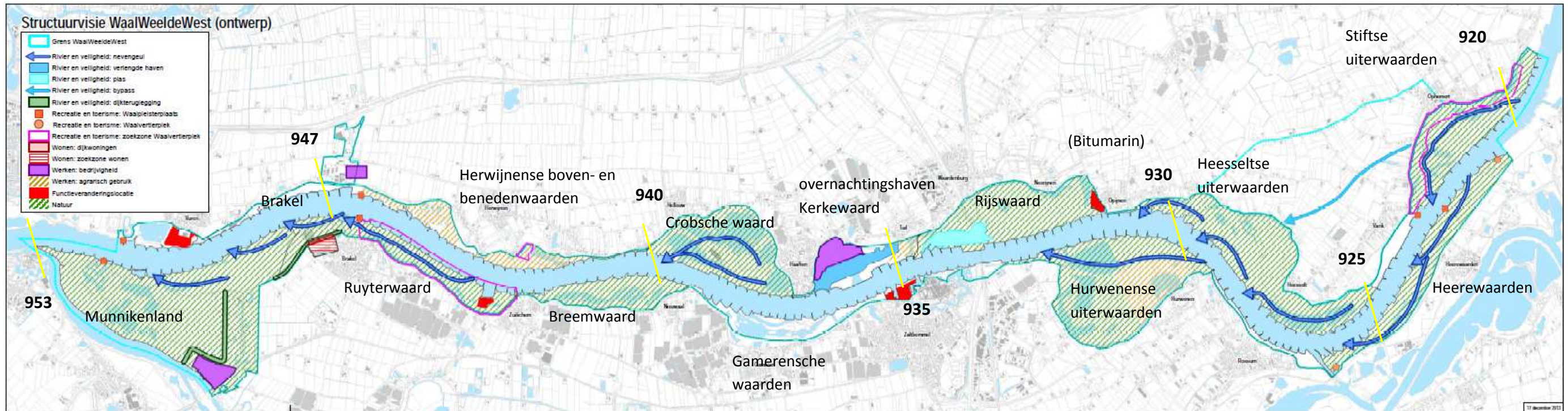
De consequenties van alternatief 2 voor dijkverlegging Brakel, te weten: extra dijkverhoging kunnen momenteel niet worden voorspeld. Daarvoor ontbreekt inzicht in impact van de nieuwe ontwerpnormen en de aard en omvang van de geplande dijkversterkingen. Ook relevant is of er nog overruimte aanwezig is in de hoogte van de huidige dijken. Deze inzichten zijn wel nodig om de impact te kunnen bepalen van de stijging van de maatgevende waterstand door het schrappen van dijkverlegging Brakel (max. 6 cm.).

7.3 Conclusie

Er is een kansrijk alternatief voor de dijkverlegging Brakel, met relatief beperkte (extra) consequenties, namelijk rivierverruiming volgens de bewonersvariant, aan te vullen met maatregelen in de Breemwaard en de Herwijnense bovenwaarden. Ook het alternatief van extra dijkverhoging is interessant; momenteel ontbreekt echter inzicht in de consequenties daarvan.

Wij adviseren beide alternatieven nader te onderzoeken op hun gevolgen (o.a. morfologische effecten, consequenties voor de dijk en z'n omgeving) en hun kosten, en alternatieven mee te nemen in het vervolgproces richting besluitvorming.

Bijlage 1
Kaart maatregelen in de Structuurvisie Waalweelde
West en het advies voor de Voorkeursstrategie



Structuurvisie Waalweelde West

De Structuurvisie bevat locaties met rivierverruimende maatregelen en locaties waar geen rivierverruiming wordt gerealiseerd. De rivierverruimende maatregelen zijn hieronder vet gedrukt. De maatregelen zijn ingedeeld naar de programmering zoals in de Structuurvisie opgenomen.

De maatregelen uit Fase 1 zijn niet opgenomen in het advies voor de Voorkeursstrategie, aanwezig deze horen bij Ruimte voor de Rivier of andere projecten. Fase 2 bevat twee rivierverruimingsmaatregelen (Heesseltsche uiterwaarden en Stiftsche uiterwaarden), waarvoor in het verleden (in het kader van andere programma's) al gekozen is; deze maatregelen doorlopen momenteel de procedures voor vergunningen en publiekrechtelijke besluiten. Ook deze maatregelen zijn niet opgenomen in het advies voor de Voorkeursstrategie.

- Fase 1 (gereed/in uitvoering): Breemwaard, Gamerensche waarden, Hurwenense uiterwaarden, Munnikenland
 - Fase 2 (2015-2020, financiering zeker): Poederoijen, Kop van Heerewaarden, Heesseltse uiterwaarden, Stiftse uiterwaarden
 - Fase 3 (2020-2030, financiering nog te regelen): **Brakel**, **Bypass Varik-Heesselt**, Herwijnsche boven- en benedenwaarden, **Ruijterwaard**, Rijswaard natuurontwikkeling
 - Fase 4 (na 2030): reservering bedrijventerrein Zeiving-Oost, **Crobsche waard**, **Rijswaard** hoogwaterveiligheid, overnachtingshaven **Kerkewaard**
- Private initiatieven PM

Advies Voorkeursstrategie Waal/Merweddes

Het advies voor de Voorkeursstrategie omvat rivierverruimings- en dijkversterkingsmaatregelen. De rivierverruimende maatregelen zijn hieronder vet gedrukt. De maatregelen zijn ingedeeld naar de programmering zoals in het advies opgenomen. De maatregelen bij de Merweddes zijn hieronder niet vermeld.

2015-2030:

- Dijkversterking HWBP: Tiel, Opijnen-Ophemert, Waardenburg-Opijnen, Vuren-Haafden, Lingewaal -Neerijnen, Gorinchem, Heerewaarden, Bommelerwaard
- **Hoogwatergeul Varik-Heesselt**
- **Combinatiemaatregel Brakel-Ruijterwaard**

2030-2050:

- Dijken op orde brengen en voldoen aan nieuwe normering
- Dijkverhoging

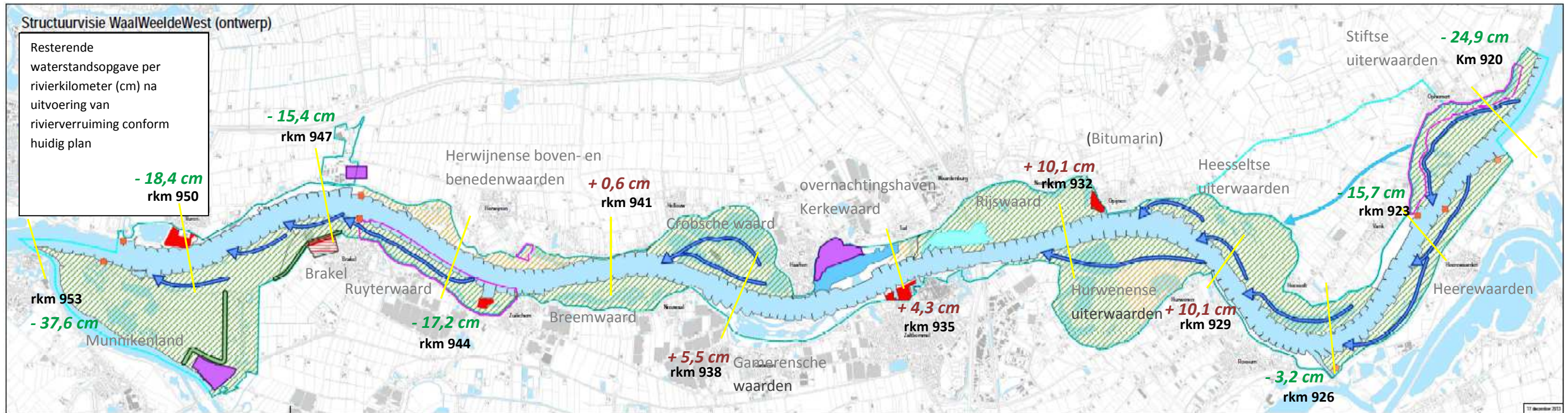
2050-2100:

- **Rijswaard**
- **Kerkewaard**
- **Crobsche waard**

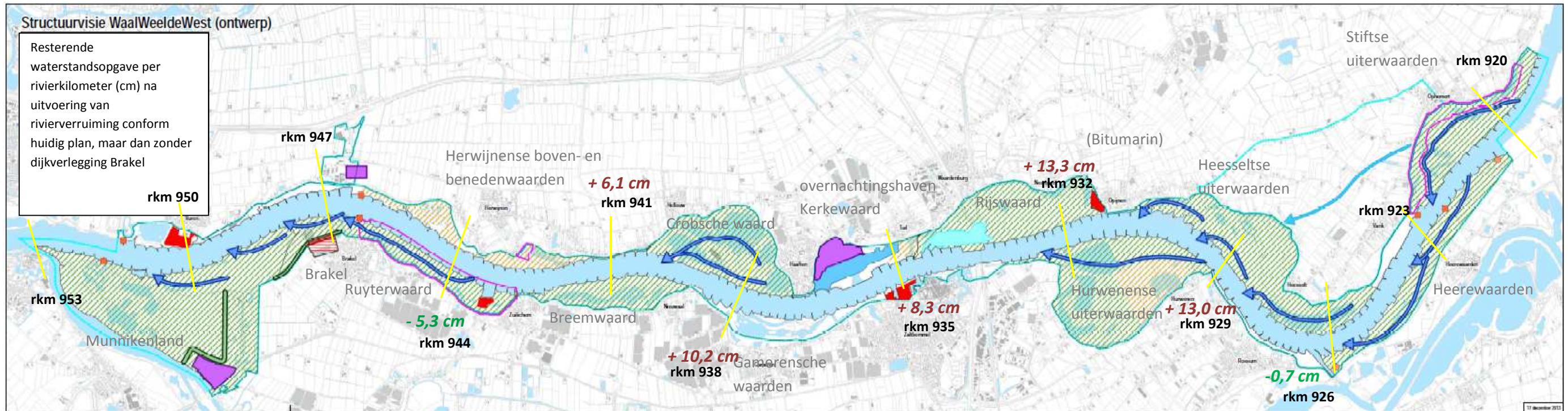
Adaptief te programmeren maatregelen PM

Bijlage 2

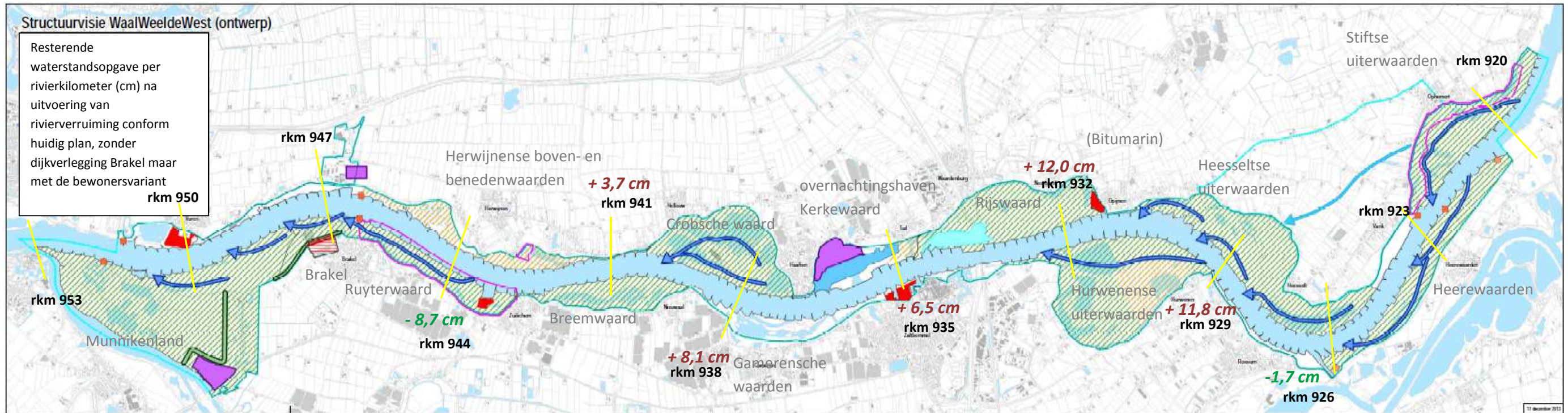
Waterstandsopgave op kaart



Figuur A. Resterende waterstandsopgave na uitvoering van rivierverruiming volgens het huidig plan, zoals opgenomen in het advies voor de Voorkeursstrategie, en (voor het gebied van Waalweelde West) in de Structuurvisie Waalweelde West



Figuur B. Resterende waterstandsopgave na uitvoering van rivierverruiming volgens het huidig plan, zoals opgenomen in het advies voor de Voorkeursstrategie, en (voor het gebied van Waalweelde West) in de Structuurvisie Waalweelde West, maar dan zonder dijkverlegging Brakel (maar wel met Ruijterwaard). (NB: vnl. de waterstandsopgave groter dan 0 is hier weergegeven)



Figuur C. Resterende waterstandsopgave na uitvoering van rivierverruiming volgens het huidig plan, zoals opgenomen in het advies voor de Voorkeursstrategie, en (voor het gebied van Waalweelde West) in de Structuurvisie Waalweelde West, met de bewonersvariant in plaats van de combinatiemaatregel (NB: vnl. de waterstandsopgave groter dan 0 is hier weergegeven)

Bijlage 4.0

Verzamelde berekeningen

VERZAMELDE RESULTATENBEREKENINGEN MET BLOKKENDOOS EN WAQUA

BIJ AFVOER 18.000 m3/s (maatgevende afvoer verwacht in 2100)

omkaderde cijfers zijn opgenomen in figuren in het rapport en bijlagen 1 en 6

| A | B | C | D | E | F | G | | H | I | J | K | L |
|------------------|--------------|---|---|--|--|--|--------------|--|---|---------------------------------|--|---|
| | | waterstandsopgave door klimaatverandering, zonder maatregelen | waterstandsopgave met VKS incl. combinatiemaatregel Brakel-Ruijterwaard blauw | effect combinatiemaatregel | effect Ruijterwaard alleen | stijging maatgevende waterstand door schrappen dijkteruglegging Brakel op traject met restopgave | opmerkingen | waterstandsopgave met VKS excl. dijkverlegging Brakel incl. Ruijterwaard blauw | effect van combinatiemaatregel | effect van bewoners-variant | verschil = verandering waterstandsopgave indien dijkteruglegging Brakel vervangen wordt door bewonersvariant | waterstandsopgave indien dijkteruglegging Brakel vervangen wordt door bewonersvariant |
| rivier-kilometer | locatie | in cm. | in cm. | in cm. | in cm. | in cm. | | kolom D+G | in cm. | in cm. | in cm. | in cm. |
| bron: | | Blokkendoos (zie bijlage 4-1) | Blokkendoos (zie bijlage 4-1) | Blokkendoos (wl_43-45-1) (zie bijlage 4-2) en zie ook opm. [1] hieronder | resultaten berekening wl_43-6 aangeleverd door Arcadis | kolom E-F, zie opm. [2] hieronder | | | WAQUA-berekening, zie bijlage 3. zie ook opm. [3] hieronder | WAQUA-berekening, zie bijlage 3 | kolom J - I | kolom D + K |
| 920 | | 65,1 | -24,9 | 5,3 | 3,5 | 1,8 | | -23,0 | -5,9 | -4,7 | 1,1 | -23,8 |
| 921 | | 66,7 | -26,0 | 5,6 | 3,7 | 1,9 | | -24,1 | -6,2 | -5,0 | 1,2 | -24,8 |
| 922 | | 66,0 | -24,5 | 5,9 | 3,9 | 2,0 | | -22,5 | -6,4 | -5,2 | 1,2 | -23,3 |
| 923 | | 66,1 | -15,7 | 6,2 | 4,1 | 2,1 | | -13,6 | -6,8 | -5,5 | 1,3 | -14,4 |
| 924 | | 66,7 | -9,3 | 6,6 | 4,3 | 2,3 | | -7,0 | -7,2 | -5,8 | 1,4 | -8,0 |
| 925 | | 65,6 | -7,4 | 7,0 | 4,6 | 2,4 | | -5,1 | -7,6 | -6,1 | 1,5 | -6,0 |
| 926 | | 67,7 | -3,2 | 7,2 | 4,7 | 2,5 | | -0,7 | -7,8 | -6,3 | 1,5 | -1,7 |
| 927 | Rossum | 70,8 | 3,8 | 7,5 | 4,9 | 2,6 | | 6,3 | -8,1 | -6,5 | 1,5 | 5,3 |
| 928 | | 70,0 | 12,4 | 8,0 | 5,2 | 2,8 | | 15,1 | -8,6 | -7,0 | 1,7 | 14,0 |
| 929 | | 69,7 | 10,1 | 8,3 | 5,4 | 2,9 | | 13,0 | -9,0 | -7,3 | 1,7 | 11,8 |
| 930 | | 70,3 | 9,1 | 8,5 | 5,5 | 3,0 | | 12,1 | -9,2 | -7,4 | 1,8 | 10,8 |
| 931 | | 71,0 | 9,9 | 8,8 | 5,7 | 3,1 | | 13,0 | -9,5 | -7,7 | 1,8 | 11,7 |
| 932 | | 71,3 | 10,1 | 9,1 | 5,9 | 3,2 | | 13,3 | -9,8 | -7,9 | 1,9 | 12,0 |
| 933 | | 71,9 | 8,2 | 9,6 | 6,2 | 3,4 | | 11,5 | -10,3 | -8,3 | 2,0 | 10,1 |
| 934 | | 66,3 | 6,3 | 10,3 | 6,6 | 3,7 | | 10,1 | -11,0 | -8,8 | 2,1 | 8,5 |
| 935 | Zaltbommel | 63,4 | 4,3 | 11,2 | 7,1 | 4,1 | | 8,3 | -11,8 | -9,5 | 2,3 | 6,5 |
| 936 | | 63,4 | 7,0 | 11,5 | 7,3 | 4,2 | | 11,2 | -12,2 | -9,8 | 2,3 | 9,4 |
| 937 | | 65,7 | 9,2 | 12,3 | 7,8 | 4,5 | | 13,7 | -13,0 | -10,5 | 2,6 | 11,7 |
| 938 | | 63,9 | 5,5 | 12,7 | 8,0 | 4,7 | | 10,2 | -13,4 | -10,8 | 2,6 | 8,1 |
| 939 | | 60,4 | 3,7 | 13,3 | 8,4 | 4,9 | | 8,7 | -14,1 | -11,3 | 2,8 | 6,5 |
| 940 | | 60,0 | 3,8 | 13,9 | 8,8 | 5,1 | | 8,9 | -14,8 | -11,9 | 2,9 | 6,7 |
| 941 | | 61,7 | 0,6 | 14,9 | 9,4 | 5,5 | | 6,1 | -15,7 | -12,7 | 3,1 | 3,7 |
| 942 | | 60,3 | -3,4 | 16,1 | 10,1 | 6,0 | | 2,7 | -17,0 | -13,7 | 3,3 | 0,0 |
| 943 | Zuilichem | 58,3 | -10,7 | 17,2 | 10,4 | 6,8 | | -3,9 | -18,2 | -14,4 | 3,8 | -6,9 |
| 944 | | 53,2 | -17,2 | 16,1 | 4,2 | 11,9 | zie opm. [4] | -5,3 | -17,0 | -8,5 | 8,5 | -8,7 |
| 945 | Ruijterwaard | 53,0 | -20,7 | 17,5 | 2,8 | 14,7 | zie opm. [4] | -5,9 | -18,4 | -7,3 | 11,1 | -9,6 |
| 946 | | 47,4 | -26,5 | 14,5 | -0,2 | 14,7 | zie opm. [4] | -11,8 | -14,9 | -3,6 | 11,4 | -15,1 |
| 947 | Brakel | 47,0 | -15,4 | 0,4 | 0,8 | -0,4 | zie opm. [4] | -15,8 | -1,0 | 1,0 | 2,0 | -13,4 |
| 948 | | 46,1 | -14,9 | | | | | | 5,0 | 0,9 | -4,0 | -18,9 |
| 949 | | 45,9 | -24,2 | | | | | | 1,1 | 0,1 | -1,0 | -25,1 |
| 950 | | 56,1 | -18,4 | | | | | | -0,2 | -0,2 | 0,0 | -18,5 |
| 951 | | 57,1 | -20,8 | | | | | | -0,2 | -0,2 | 0,0 | -20,7 |
| 952 | | 54,2 | -27,7 | | | | | | -0,3 | -0,3 | 0,0 | -27,7 |
| 953 | | 49,5 | -37,6 | | | | | | -0,3 | -0,3 | 0,0 | -37,6 |

opm. [1] Tijdens dit Nader onderzoek Brakel is gebleken dat de 17,7 cm. deels berust op een rekenfout. Een gecorrigeerde berekening was voor het afronden van dit onderzoek nog niet beschikbaar.

opm. [2] effect dijkverlegging Brakel (incl. geul voorlangs) = schrappen combinatiemaatregel, maar behouden Ruijterwaard blauw

opm. [3]: omwille van de vergelijking tussen de combinatiemaatregel en de bewonersvariant is voor beide uitgegaan van eenzelfde rekenmethode, namelijk WAQUA (zie bijlage 3)

opm. [4] het is de vraag of de effecten benedenstrooms van rkm. 944 in kolom G op deze wijze mogen worden gereconstrueerd Deze effecten benedenstrooms van rkm. 944 zijn echter niet van belang voor het traject met de restopgave (rkm. 927-943)

Bijlage 4.1

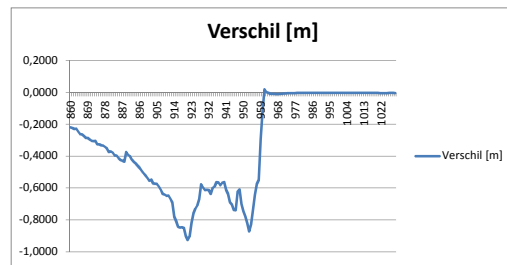
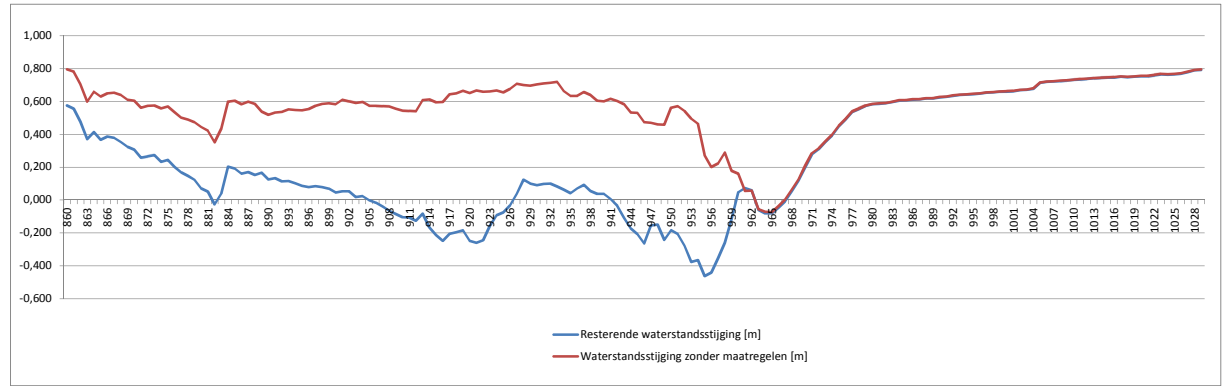
Blokkendoos-rapport VKS incl. Brakel-Ruijterwaard

BLOKKENDOOS-BEREKENING: KLIMAATVERANDERING MET MAATREGELEN CONFORM VORKEURSSTRATEGIE (INCL. BRAKEL-RUIJTERWAARD BLAUW)

| Titel | Code | Type | Km van | Km tot | Riviertak | Rivierdeel | MHW winst m | MHW winst m2 | |
|---|----------------------|---|--------|--------|-----------|------------|---------------------------|--------------|---------|
| Rijnstrangen kleine variant (DPR) | 90001k_hi | Groene rivier / retentie / Rivierkering | | 863 | 867 | BR | Boven-Rijn | -0,2 | 22017,8 |
| Uiterwaardvergraving Huissensche waarden + ontzanding (WaalWeelde) | r_05-06-comb | Uiterwaardproject | | 876 | 878 | PK | Pannerdesch kanaal | 0,0 | 1294,8 |
| Oosterhoutse Waard (Dijkverlegging Oosterhout) (WaalWeelde) | wl_13-dvl2 | Dijkverlegging | | 888 | 890 | WA | Midden-Waal | -0,1 | 1002,0 |
| Gouverneurische Polder (WaalWeelde) | wl_21-4 | Uiterwaardproject | | 902 | 906 | WA | Midden-Waal | -0,1 | 794,0 |
| Groot Willemspolder (WaalWeelde) | wl_25-3 | Nevengeul / Hoogwatergeul | | 909 | 912 | WA | Midden-Waal | 0,0 | 1034,3 |
| Uiterwaardplan Stiftsche Uiterwaarden (PKB) | wl_30-1 | Uiterwaardproject | | 917 | 920 | WA | Waal omgeving St. Andries | -0,1 | 1101,7 |
| Combinatie groene rivier Varik-Oplijnen en Heesseltsche Uiterwaarden geoptimaliseerd (WaalWeelde) | wl_70006p2 | Groene rivier / retentie / Rivierkering | | 921 | 930 | WA | Waal omgeving St. Andries | -0,5 | 10905,1 |
| Hurwenensche Uiterwaarden Basis (WaalWeelde) | wl_35-1 | Uiterwaardproject | | 928 | 932 | WA | Waal omgeving St. Andries | 0,0 | 903,9 |
| Kerkenwaard -Tuil Rood (WaalWeelde) | wl_38-1 | Nevengeul / Hoogwatergeul | | 934 | 937 | WA | Beneden-Waal | -0,1 | 2008,4 |
| Rijswaard Blauw-Groen (WaalWeelde) | wl_36-5 | Uiterwaardproject | | 934 | 934 | WA | Beneden-Waal | -0,1 | 1719,8 |
| Crobsche Waard (variant 7: rood) (WaalWeelde) | wl_40-7 | Uiterwaardproject | | 939 | 940 | WA | Beneden-Waal | -0,1 | 1141,7 |
| Brakelsche Benedenwaarden en geul Ruyterwaard Blauw (WaalWeelde) | wl_43-45-1 | Uiterwaardproject | | 947 | 951 | WA | Beneden-Waal | -0,2 | 3852,9 |
| Nevengeul Sleeuwijk (DPR) | MW9_4_MW9_5_DPR | Nevengeul / Hoogwatergeul | | 953 | 957 | BOME | Boven-Merwede | -0,2 | 3710,8 |
| Zomerbedverdieping Bovenmerwede (PKB) | MW42_1 | Zomerbedmaatregel | | 953 | 961 | BOME | Boven-Merwede | -0,3 | 6119,4 |
| Uiterwaarden Werkendam & Dijkverlegging Werkendam Noord (DPR) | MW9_6_MW9_dvdamn_DPR | Uiterwaardproject | | 957 | 962 | BOME | Boven-Merwede | -0,2 | 3733,6 |
| Afgraven Avelingen natuur (DPR) | MW9_3_DPR | Uiterwaardproject | | 958 | 960 | BOME | Boven-Merwede | -0,1 | 1882,0 |

| | |
|----------------------------------|----------|
| Referentie | 2100 DPR |
| Strategie: | 2100 |
| Geselecteerd zichtjaar: | 1 / 1250 |
| Geselecteerd beschermingsniveau: | |

| Riviertak | Rivierkm | Resterende waterstandsstijging [m] | Waterstandsstijging zonder maatregelen [m] | Verschil [m] |
|-----------|----------|------------------------------------|--|--------------|
| BR | 860 | 0,576 | 0,796 | -0,220 |
| BR | 861 | 0,557 | 0,781 | -0,225 |
| BR | 862 | 0,476 | 0,705 | -0,230 |
| BR | 863 | 0,372 | 0,599 | -0,227 |
| BR | 864 | 0,414 | 0,659 | -0,245 |
| BR | 865 | 0,367 | 0,630 | -0,263 |
| BR | 866 | 0,387 | 0,650 | -0,264 |
| BR | 867 | 0,379 | 0,653 | -0,274 |
| WA | 868 | 0,354 | 0,640 | -0,286 |
| WA | 869 | 0,323 | 0,610 | -0,287 |
| WA | 870 | 0,307 | 0,604 | -0,297 |
| WA | 871 | 0,258 | 0,561 | -0,303 |
| WA | 872 | 0,266 | 0,573 | -0,307 |
| WA | 873 | 0,273 | 0,576 | -0,303 |
| WA | 874 | 0,232 | 0,557 | -0,325 |
| WA | 875 | 0,244 | 0,570 | -0,326 |
| WA | 876 | 0,202 | 0,534 | -0,332 |
| WA | 877 | 0,168 | 0,502 | -0,334 |
| WA | 878 | 0,147 | 0,489 | -0,342 |
| WA | 879 | 0,123 | 0,475 | -0,352 |
| WA | 880 | 0,071 | 0,445 | -0,374 |
| WA | 881 | 0,052 | 0,421 | -0,369 |
| WA | 882 | -0,027 | 0,351 | -0,378 |
| WA | 883 | 0,041 | 0,436 | -0,395 |
| WA | 884 | 0,203 | 0,599 | -0,396 |
| WA | 885 | 0,192 | 0,604 | -0,412 |
| WA | 886 | 0,161 | 0,584 | -0,423 |
| WA | 887 | 0,170 | 0,599 | -0,429 |
| WA | 888 | 0,153 | 0,586 | -0,433 |
| WA | 889 | 0,166 | 0,539 | -0,373 |
| WA | 890 | 0,126 | 0,519 | -0,393 |
| WA | 891 | 0,133 | 0,533 | -0,400 |
| WA | 892 | 0,114 | 0,536 | -0,422 |
| WA | 893 | 0,116 | 0,552 | -0,436 |
| WA | 894 | 0,102 | 0,548 | -0,446 |
| WA | 895 | 0,086 | 0,547 | -0,461 |
| WA | 896 | 0,080 | 0,554 | -0,474 |
| WA | 897 | 0,084 | 0,574 | -0,490 |
| WA | 898 | 0,079 | 0,585 | -0,506 |
| WA | 899 | 0,068 | 0,589 | -0,521 |
| WA | 900 | 0,046 | 0,584 | -0,538 |
| WA | 901 | 0,054 | 0,610 | -0,556 |
| WA | 902 | 0,054 | 0,600 | -0,546 |
| WA | 903 | 0,019 | 0,590 | -0,571 |
| WA | 904 | 0,023 | 0,596 | -0,573 |
| WA | 905 | -0,001 | 0,574 | -0,575 |
| WA | 906 | -0,017 | 0,574 | -0,591 |
| WA | 907 | -0,040 | 0,571 | -0,611 |
| WA | 908 | -0,066 | 0,570 | -0,636 |
| WA | 909 | -0,085 | 0,555 | -0,640 |
| WA | 910 | -0,105 | 0,544 | -0,649 |
| WA | 911 | -0,105 | 0,542 | -0,647 |
| WA | 912 | -0,126 | 0,540 | -0,666 |
| WA | 913 | -0,083 | 0,608 | -0,691 |
| WA | 914 | -0,166 | 0,613 | -0,779 |
| WA | 915 | -0,213 | 0,594 | -0,807 |
| WA | 916 | -0,249 | 0,596 | -0,845 |
| WA | 917 | -0,205 | 0,643 | -0,848 |
| WA | 918 | -0,197 | 0,650 | -0,847 |
| WA | 919 | -0,184 | 0,665 | -0,849 |
| WA | 920 | -0,249 | 0,651 | -0,900 |
| WA | 921 | -0,260 | 0,667 | -0,927 |
| WA | 922 | -0,245 | 0,660 | -0,905 |
| WA | 923 | -0,157 | 0,661 | -0,818 |
| WA | 924 | -0,093 | 0,667 | -0,760 |
| WA | 925 | -0,074 | 0,656 | -0,730 |
| WA | 926 | -0,032 | 0,677 | -0,709 |
| WA | 927 | 0,038 | 0,708 | -0,670 |
| WA | 928 | 0,124 | 0,700 | -0,576 |
| WA | 929 | 0,101 | 0,697 | -0,596 |
| WA | 930 | 0,091 | 0,703 | -0,612 |
| WA | 931 | 0,099 | 0,710 | -0,611 |
| WA | 932 | 0,101 | 0,713 | -0,612 |
| WA | 933 | 0,082 | 0,719 | -0,637 |
| WA | 934 | 0,063 | 0,663 | -0,600 |
| WA | 935 | 0,043 | 0,634 | -0,591 |
| WA | 936 | 0,070 | 0,634 | -0,564 |
| WA | 937 | 0,092 | 0,657 | -0,565 |
| WA | 938 | 0,055 | 0,639 | -0,584 |
| WA | 939 | 0,037 | 0,604 | -0,567 |
| WA | 940 | 0,038 | 0,600 | -0,562 |
| WA | 941 | 0,006 | 0,617 | -0,611 |
| WA | 942 | -0,034 | 0,603 | -0,637 |
| WA | 943 | -0,107 | 0,583 | -0,690 |
| WA | 944 | -0,172 | 0,532 | -0,704 |
| WA | 945 | -0,207 | 0,530 | -0,737 |
| WA | 946 | -0,265 | 0,474 | -0,739 |
| WA | 947 | -0,154 | 0,470 | -0,624 |
| WA | 948 | -0,149 | 0,461 | -0,610 |
| WA | 949 | -0,242 | 0,459 | -0,701 |
| WA | 950 | -0,184 | 0,561 | -0,745 |
| WA | 951 | -0,208 | 0,571 | -0,779 |
| WA | 952 | -0,277 | 0,542 | -0,819 |
| BOME | 953 | -0,376 | 0,495 | -0,871 |
| BOME | 954 | -0,365 | 0,464 | -0,829 |
| BOME | 955 | -0,463 | 0,274 | -0,737 |
| BOME | 956 | -0,441 | 0,201 | -0,642 |



| rasterende waterstandsstijging in cm.: | |
|--|--|
| -24,9 | |
| -26,0 | |
| -24,5 | |
| -15,7 | |
| -9,3 | |
| -7,4 | |
| -3,2 | |
| 3,8 | |
| 12,4 | |
| 10,1 | |
| 9,1 | |
| 9,9 | |
| 10,1 | |
| 8,2 | |
| 6,3 | |
| 4,3 | |
| 7,0 | |
| 9,2 | |
| 5,5 | |
| 3,7 | |
| 3,8 | |
| 0,6 | |
| -3,4 | |
| -10,7 | |
| -17,2 | |
| -20,7 | |
| -26,5 | |
| -15,4 | |
| -14,9 | |
| -24,2 | |
| -18,4 | |
| -20,8 | |
| -27,7 | |
| -37,6 | |

| | | | | |
|------|------|--------|--------|--------|
| BOME | 957 | -0,353 | 0,222 | -0,575 |
| BOME | 958 | -0,261 | 0,289 | -0,550 |
| BOME | 959 | -0,116 | 0,178 | -0,294 |
| BOME | 960 | 0,047 | 0,160 | -0,113 |
| BOME | 961 | 0,074 | 0,055 | 0,019 |
| NIME | 962 | 0,059 | 0,058 | 0,001 |
| NIME | 963 | -0,060 | -0,056 | -0,004 |
| NIME | 964 | -0,081 | -0,072 | -0,009 |
| NIME | 965 | -0,081 | -0,073 | -0,008 |
| NIME | 966 | -0,046 | -0,036 | -0,010 |
| NIME | 967 | -0,008 | 0,003 | -0,011 |
| NIME | 968 | 0,052 | 0,063 | -0,011 |
| NIME | 969 | 0,116 | 0,126 | -0,010 |
| NIME | 970 | 0,199 | 0,209 | -0,010 |
| NIME | 971 | 0,278 | 0,285 | -0,007 |
| NIME | 972 | 0,309 | 0,315 | -0,006 |
| NIME | 973 | 0,352 | 0,358 | -0,006 |
| NIME | 974 | 0,393 | 0,398 | -0,005 |
| NIME | 975 | 0,447 | 0,452 | -0,005 |
| NIME | 976 | 0,490 | 0,494 | -0,004 |
| NIME | 977 | 0,536 | 0,540 | -0,004 |
| NIME | 978 | 0,554 | 0,557 | -0,003 |
| NIME | 979 | 0,572 | 0,575 | -0,003 |
| HODI | 980 | 0,583 | 0,586 | -0,003 |
| HODI | 981 | 0,585 | 0,588 | -0,003 |
| HODI | 982 | 0,588 | 0,591 | -0,003 |
| HODI | 983 | 0,596 | 0,599 | -0,003 |
| HODI | 984 | 0,605 | 0,608 | -0,003 |
| HODI | 985 | 0,606 | 0,609 | -0,003 |
| HODI | 986 | 0,611 | 0,614 | -0,003 |
| HODI | 987 | 0,612 | 0,615 | -0,003 |
| HODI | 988 | 0,618 | 0,621 | -0,003 |
| HODI | 989 | 0,618 | 0,621 | -0,003 |
| HODI | 990 | 0,624 | 0,627 | -0,003 |
| HODI | 991 | 0,627 | 0,630 | -0,003 |
| HODI | 992 | 0,634 | 0,637 | -0,003 |
| HODI | 993 | 0,639 | 0,642 | -0,003 |
| HODI | 994 | 0,641 | 0,644 | -0,003 |
| HODI | 995 | 0,644 | 0,647 | -0,003 |
| HODI | 996 | 0,647 | 0,650 | -0,003 |
| HODI | 997 | 0,653 | 0,656 | -0,003 |
| HODI | 998 | 0,655 | 0,658 | -0,003 |
| HAVL | 999 | 0,659 | 0,661 | -0,002 |
| HAVL | 1000 | 0,659 | 0,662 | -0,003 |
| HAVL | 1001 | 0,661 | 0,664 | -0,003 |
| HAVL | 1002 | 0,668 | 0,671 | -0,003 |
| HAVL | 1003 | 0,671 | 0,673 | -0,002 |
| HAVL | 1004 | 0,677 | 0,680 | -0,003 |
| HAVL | 1005 | 0,713 | 0,715 | -0,002 |
| HAVL | 1006 | 0,719 | 0,721 | -0,002 |
| HAVL | 1007 | 0,721 | 0,724 | -0,003 |
| HAVL | 1008 | 0,724 | 0,727 | -0,003 |
| HAVL | 1009 | 0,727 | 0,730 | -0,003 |
| HAVL | 1010 | 0,731 | 0,734 | -0,003 |
| HAVL | 1011 | 0,733 | 0,736 | -0,003 |
| HAVL | 1012 | 0,736 | 0,739 | -0,003 |
| HAVL | 1013 | 0,740 | 0,742 | -0,002 |
| HAVL | 1014 | 0,742 | 0,745 | -0,003 |
| HAVL | 1015 | 0,744 | 0,747 | -0,003 |
| HAVL | 1016 | 0,745 | 0,748 | -0,003 |
| HAVL | 1017 | 0,750 | 0,753 | -0,003 |
| HAVL | 1018 | 0,747 | 0,750 | -0,003 |
| HAVL | 1019 | 0,750 | 0,753 | -0,003 |
| HAVL | 1020 | 0,753 | 0,756 | -0,003 |
| HAVL | 1021 | 0,753 | 0,757 | -0,004 |
| HAVL | 1022 | 0,759 | 0,763 | -0,004 |
| HAVL | 1023 | 0,764 | 0,768 | -0,004 |
| HAVL | 1024 | 0,763 | 0,767 | -0,004 |
| HAVL | 1025 | 0,765 | 0,769 | -0,004 |
| HAVL | 1026 | 0,769 | 0,772 | -0,003 |
| HAVL | 1027 | 0,778 | 0,781 | -0,003 |
| HAVL | 1028 | 0,789 | 0,792 | -0,003 |
| HAVL | 1029 | 0,791 | 0,795 | -0,004 |

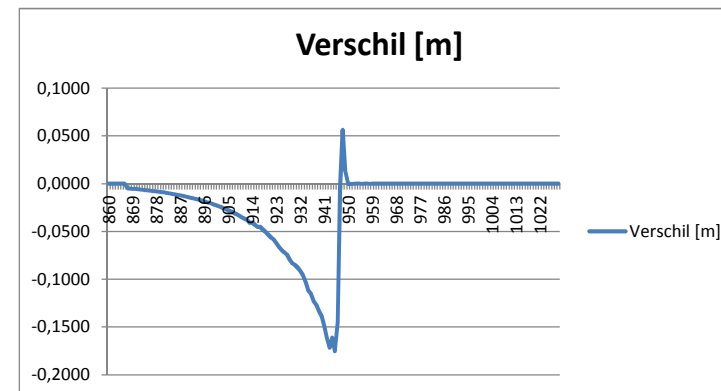
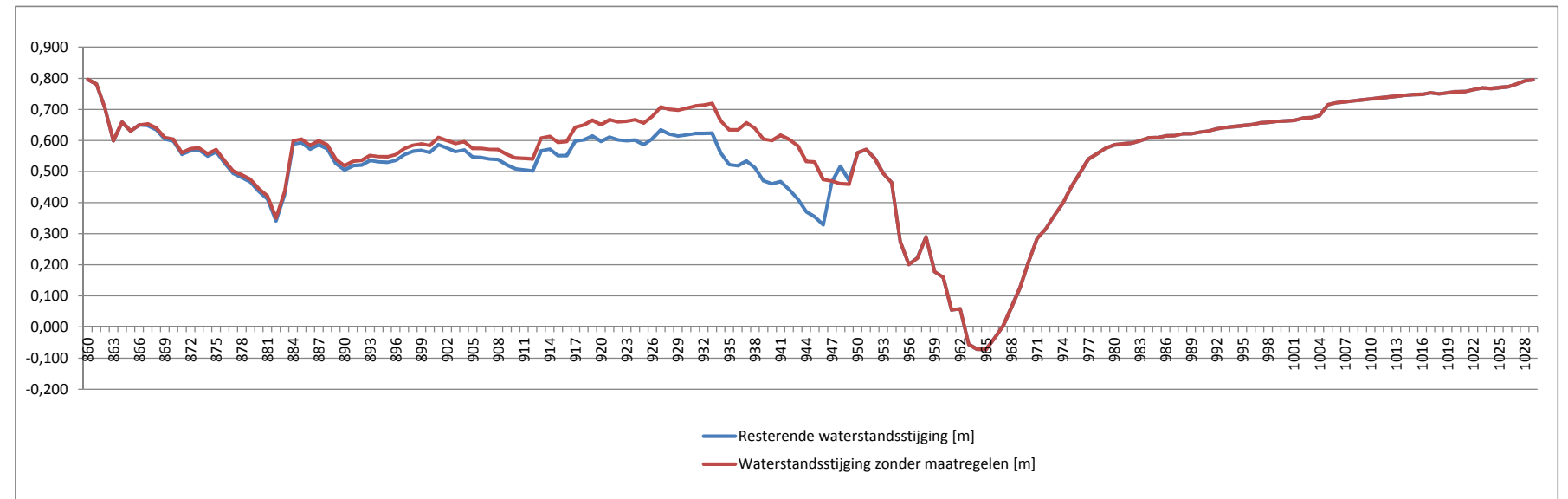
Bijlage 4.2
Blokkendoos-rapport combinatiemaatregel
Brakel-Ruijterwaard

BLOKKENDOOS-BEREKENING: KLIMAATVERANDERING MET MAATREGELEN CONFORM VOORKEURSSTRATEGIE - EFFECTEN COMBINATIEMAATREGEL BRAKEL - RUIJTERWAARD BLAUW

| Titel | Code | Type | Km van | Km tot | Riviertak | Rivierdeel | MHW winst m | MHW winst m2 | Minimale investeringskosten (ME) | Investeringskosten (ME) | Maximale investeringskosten (ME) |
|---|------------|-------------------|--------|--------|-----------|--------------|----------------|-----------------|--|----------------------------|--|
| Brakelsche Benedenwaarden en geul Ruyterwaard Blauw (WaalWeelde) | wl_43-45-1 | Uiterwaardproject | 947 | 951 | WA | Beneden-Waal | -0,2 | 3852,9 | 23,1 | 77,1 | 231,3 |
| | | | | | | | | | Totaal: | Totaal: | Totaal: |
| | | | | | | | | | 23,1 | 77,1 | 231,3 |

| | |
|-------------------------------------|------------------------|
| Strategie: | Referentie 2100 DPR |
| Geselecteerd zichtjaar: | 2100 |
| Geselecteerd beschermingsniveau: | 1 / 1250 |

| Riviertak | Rivierkm | Resterende waterstandsstijging [m] | Waterstandsstijging zonder maatregelen [m] | Vershil [m] |
|-----------|----------|---------------------------------------|---|-------------|
| BR | 860 | 0,796 | 0,796 | 0,000 |
| BR | 861 | 0,781 | 0,781 | 0,000 |
| BR | 862 | 0,705 | 0,705 | 0,000 |
| BR | 863 | 0,599 | 0,599 | 0,000 |
| BR | 864 | 0,659 | 0,659 | 0,000 |
| BR | 865 | 0,630 | 0,630 | 0,000 |
| BR | 866 | 0,650 | 0,650 | 0,000 |
| BR | 867 | 0,648 | 0,653 | -0,005 |
| WA | 868 | 0,635 | 0,640 | -0,005 |
| WA | 869 | 0,605 | 0,610 | -0,005 |
| WA | 870 | 0,598 | 0,604 | -0,006 |
| WA | 871 | 0,555 | 0,561 | -0,006 |
| WA | 872 | 0,567 | 0,573 | -0,006 |
| WA | 873 | 0,570 | 0,576 | -0,006 |
| WA | 874 | 0,550 | 0,557 | -0,007 |
| WA | 875 | 0,563 | 0,570 | -0,007 |
| WA | 876 | 0,527 | 0,534 | -0,007 |
| WA | 877 | 0,494 | 0,502 | -0,008 |
| WA | 878 | 0,481 | 0,489 | -0,008 |
| WA | 879 | 0,466 | 0,475 | -0,009 |
| WA | 880 | 0,436 | 0,445 | -0,009 |
| WA | 881 | 0,412 | 0,421 | -0,009 |
| WA | 882 | 0,341 | 0,351 | -0,010 |
| WA | 883 | 0,426 | 0,436 | -0,010 |
| WA | 884 | 0,588 | 0,599 | -0,011 |
| WA | 885 | 0,593 | 0,604 | -0,011 |
| WA | 886 | 0,572 | 0,584 | -0,012 |
| WA | 887 | 0,587 | 0,599 | -0,012 |
| WA | 888 | 0,573 | 0,586 | -0,013 |
| WA | 889 | 0,526 | 0,539 | -0,013 |
| WA | 890 | 0,505 | 0,519 | -0,014 |
| WA | 891 | 0,518 | 0,533 | -0,015 |
| WA | 892 | 0,521 | 0,536 | -0,015 |
| WA | 893 | 0,536 | 0,552 | -0,016 |
| WA | 894 | 0,531 | 0,548 | -0,017 |
| WA | 895 | 0,529 | 0,547 | -0,018 |
| WA | 896 | 0,535 | 0,554 | -0,019 |
| WA | 897 | 0,555 | 0,574 | -0,019 |
| WA | 898 | 0,565 | 0,585 | -0,020 |
| WA | 899 | 0,568 | 0,589 | -0,021 |
| WA | 900 | 0,562 | 0,584 | -0,022 |
| WA | 901 | 0,587 | 0,610 | -0,023 |
| WA | 902 | 0,576 | 0,600 | -0,024 |
| WA | 903 | 0,564 | 0,590 | -0,026 |
| WA | 904 | 0,569 | 0,596 | -0,027 |
| WA | 905 | 0,546 | 0,574 | -0,028 |
| WA | 906 | 0,545 | 0,574 | -0,029 |
| WA | 907 | 0,540 | 0,571 | -0,031 |
| WA | 908 | 0,538 | 0,570 | -0,032 |
| WA | 909 | 0,521 | 0,555 | -0,034 |
| WA | 910 | 0,509 | 0,544 | -0,035 |
| WA | 911 | 0,505 | 0,542 | -0,037 |



| | | | | |
|------|-----|--------|--------|--------|
| WA | 912 | 0,502 | 0,540 | -0,038 |
| WA | 913 | 0,567 | 0,608 | -0,041 |
| WA | 914 | 0,572 | 0,613 | -0,041 |
| WA | 915 | 0,551 | 0,594 | -0,043 |
| WA | 916 | 0,551 | 0,596 | -0,045 |
| WA | 917 | 0,598 | 0,643 | -0,045 |
| WA | 918 | 0,602 | 0,650 | -0,048 |
| WA | 919 | 0,614 | 0,665 | -0,051 |
| WA | 920 | 0,598 | 0,651 | -0,053 |
| WA | 921 | 0,611 | 0,667 | -0,056 |
| WA | 922 | 0,602 | 0,660 | -0,059 |
| WA | 923 | 0,599 | 0,661 | -0,062 |
| WA | 924 | 0,601 | 0,667 | -0,066 |
| WA | 925 | 0,587 | 0,656 | -0,070 |
| WA | 926 | 0,605 | 0,677 | -0,072 |
| WA | 927 | 0,634 | 0,708 | -0,075 |
| WA | 928 | 0,620 | 0,700 | -0,080 |
| WA | 929 | 0,614 | 0,697 | -0,083 |
| WA | 930 | 0,618 | 0,703 | -0,085 |
| WA | 931 | 0,622 | 0,710 | -0,088 |
| WA | 932 | 0,622 | 0,713 | -0,091 |
| WA | 933 | 0,623 | 0,719 | -0,096 |
| WA | 934 | 0,560 | 0,663 | -0,103 |
| WA | 935 | 0,522 | 0,634 | -0,112 |
| WA | 936 | 0,519 | 0,634 | -0,115 |
| WA | 937 | 0,534 | 0,657 | -0,123 |
| WA | 938 | 0,512 | 0,639 | -0,127 |
| WA | 939 | 0,471 | 0,604 | -0,133 |
| WA | 940 | 0,461 | 0,600 | -0,139 |
| WA | 941 | 0,468 | 0,617 | -0,149 |
| WA | 942 | 0,442 | 0,603 | -0,161 |
| WA | 943 | 0,411 | 0,583 | -0,172 |
| WA | 944 | 0,371 | 0,532 | -0,161 |
| WA | 945 | 0,355 | 0,530 | -0,175 |
| WA | 946 | 0,329 | 0,474 | -0,145 |
| WA | 947 | 0,466 | 0,470 | -0,004 |
| WA | 948 | 0,517 | 0,461 | 0,056 |
| WA | 949 | 0,472 | 0,459 | 0,013 |
| WA | 950 | 0,561 | 0,561 | -0,001 |
| WA | 951 | 0,571 | 0,571 | 0,000 |
| WA | 952 | 0,542 | 0,542 | 0,000 |
| BOME | 953 | 0,495 | 0,495 | 0,000 |
| BOME | 954 | 0,464 | 0,464 | 0,000 |
| BOME | 955 | 0,274 | 0,274 | 0,000 |
| BOME | 956 | 0,201 | 0,201 | 0,000 |
| BOME | 957 | 0,222 | 0,222 | 0,000 |
| BOME | 958 | 0,289 | 0,289 | 0,000 |
| BOME | 959 | 0,178 | 0,178 | 0,000 |
| BOME | 960 | 0,160 | 0,160 | 0,000 |
| BOME | 961 | 0,055 | 0,055 | 0,000 |
| NIME | 962 | 0,058 | 0,058 | 0,000 |
| NIME | 963 | -0,056 | -0,056 | 0,000 |
| NIME | 964 | -0,072 | -0,072 | 0,000 |
| NIME | 965 | -0,073 | -0,073 | 0,000 |
| NIME | 966 | -0,036 | -0,036 | 0,000 |
| NIME | 967 | 0,003 | 0,003 | 0,000 |
| NIME | 968 | 0,063 | 0,063 | 0,000 |
| NIME | 969 | 0,126 | 0,126 | 0,000 |
| NIME | 970 | 0,209 | 0,209 | 0,000 |
| NIME | 971 | 0,285 | 0,285 | 0,000 |
| NIME | 972 | 0,315 | 0,315 | 0,000 |
| NIME | 973 | 0,358 | 0,358 | 0,000 |
| NIME | 974 | 0,398 | 0,398 | 0,000 |
| NIME | 975 | 0,452 | 0,452 | 0,000 |
| NIME | 976 | 0,494 | 0,494 | 0,000 |
| NIME | 977 | 0,540 | 0,540 | 0,000 |
| NIME | 978 | 0,557 | 0,557 | 0,000 |
| NIME | 979 | 0,575 | 0,575 | 0,000 |
| HODI | 980 | 0,586 | 0,586 | 0,000 |
| HODI | 981 | 0,588 | 0,588 | 0,000 |
| HODI | 982 | 0,591 | 0,591 | 0,000 |
| HODI | 983 | 0,599 | 0,599 | 0,000 |

| | | | | |
|------|------|-------|-------|-------|
| HODI | 984 | 0,608 | 0,608 | 0,000 |
| HODI | 985 | 0,609 | 0,609 | 0,000 |
| HODI | 986 | 0,614 | 0,614 | 0,000 |
| HODI | 987 | 0,615 | 0,615 | 0,000 |
| HODI | 988 | 0,621 | 0,621 | 0,000 |
| HODI | 989 | 0,621 | 0,621 | 0,000 |
| HODI | 990 | 0,627 | 0,627 | 0,000 |
| HODI | 991 | 0,630 | 0,630 | 0,000 |
| HODI | 992 | 0,637 | 0,637 | 0,000 |
| HODI | 993 | 0,642 | 0,642 | 0,000 |
| HODI | 994 | 0,644 | 0,644 | 0,000 |
| HODI | 995 | 0,647 | 0,647 | 0,000 |
| HODI | 996 | 0,650 | 0,650 | 0,000 |
| HODI | 997 | 0,656 | 0,656 | 0,000 |
| HODI | 998 | 0,658 | 0,658 | 0,000 |
| HAVL | 999 | 0,661 | 0,661 | 0,000 |
| HAVL | 1000 | 0,662 | 0,662 | 0,000 |
| HAVL | 1001 | 0,664 | 0,664 | 0,000 |
| HAVL | 1002 | 0,671 | 0,671 | 0,000 |
| HAVL | 1003 | 0,673 | 0,673 | 0,000 |
| HAVL | 1004 | 0,680 | 0,680 | 0,000 |
| HAVL | 1005 | 0,715 | 0,715 | 0,000 |
| HAVL | 1006 | 0,721 | 0,721 | 0,000 |
| HAVL | 1007 | 0,724 | 0,724 | 0,000 |
| HAVL | 1008 | 0,727 | 0,727 | 0,000 |
| HAVL | 1009 | 0,730 | 0,730 | 0,000 |
| HAVL | 1010 | 0,734 | 0,734 | 0,000 |
| HAVL | 1011 | 0,736 | 0,736 | 0,000 |
| HAVL | 1012 | 0,739 | 0,739 | 0,000 |
| HAVL | 1013 | 0,742 | 0,742 | 0,000 |
| HAVL | 1014 | 0,745 | 0,745 | 0,000 |
| HAVL | 1015 | 0,747 | 0,747 | 0,000 |
| HAVL | 1016 | 0,748 | 0,748 | 0,000 |
| HAVL | 1017 | 0,753 | 0,753 | 0,000 |
| HAVL | 1018 | 0,750 | 0,750 | 0,000 |
| HAVL | 1019 | 0,753 | 0,753 | 0,000 |
| HAVL | 1020 | 0,756 | 0,756 | 0,000 |
| HAVL | 1021 | 0,757 | 0,757 | 0,000 |
| HAVL | 1022 | 0,763 | 0,763 | 0,000 |
| HAVL | 1023 | 0,768 | 0,768 | 0,000 |
| HAVL | 1024 | 0,767 | 0,767 | 0,000 |
| HAVL | 1025 | 0,769 | 0,769 | 0,000 |
| HAVL | 1026 | 0,772 | 0,772 | 0,000 |
| HAVL | 1027 | 0,781 | 0,781 | 0,000 |
| HAVL | 1028 | 0,792 | 0,792 | 0,000 |
| HAVL | 1029 | 0,795 | 0,795 | 0,000 |

Bijlage 5

Varianten rivierverruiming

Bijlage 5. Varianten voor rivierverruiming op diverse locaties

Tabel 1. Varianten Brakel

| varianten | dijkverlegging (basis) | blauw | groen | rood |
|---|--|--|------------------|------------------|
| code berekening | wl_45-dvl | | | |
| bron | Maatregelenboek SV WWW | MER WWW | MER WWW | MER WWW |
| aard maatregel | dijkteruglegging | dijkteruglegging en geulen doorverbonden | dijkteruglegging | dijkteruglegging |
| maximale waterstands­daling bij 18.000 m3/s | 9,5 cm | 12,1 cm | 9,5 cm | 9,5 cm |
| keuze in huidig plan | In het huidige plan is gekozen voor een combinatiemaatregel Brakel en Ruijterwaard (code wl_43-45-1). waterstands­daling bij 18.000 m3/s 17,5 cm | | | |

Tabel 2. Varianten Ruijterwaard

| varianten | blauw | groen | rood |
|---|---|-----------------------------------|-----------------------------------|
| code berekening | wl_43-6 | wl_43-7 | wl_43-5 |
| bron | MER WWW | MER WWW en Maatregelenboek SV WWW | MER WWW en Maatregelenboek SV WWW |
| rivierverruimende maatregelen | lange nevengeul die veerdam Brakel doorsnijdt | nevengeul tot veerdam Brakel | nevengeul tot veerdam Brakel |
| maximale waterstands­daling bij 18.000 m3/s | 11,0 cm | 7,9 cm | 7,9 cm |
| keuze in huidig plan | In het huidige plan is gekozen voor een combinatiemaatregel Brakel en Ruijterwaard (code wl_43-45-1). waterstands­daling bij 18.000 m3/s 17,7 cm (bron: maatregelenboek bij SV WWW) | | |

Tabel 3. Varianten Herwijjnense waarden

| varianten | basisvariant | blauw | groen | rood |
|---|--|-----------------------------|---|-----------------------------|
| code berekening | wl 42-2 | wl 42-3 | wl 42-44-1 | wl 42-3 |
| bron | Maatregelenboek bij SV WWW | Maatregelenboek en MER WWW | Maatregelenboek en MER WWW | MER WWW |
| rivierverruimende maatregelen | strang, afgraven maaiveld, verwijderen kades | dijkverlegging en nevengeul | kleine dijkverlegging en geul in Benedenwaard | dijkverlegging en nevengeul |
| maximale waterstands­daling bij 18.000 m3/s | 2,6 cm. | 8,8 cm | 4,9 cm | 8,8 cm |
| keuze in huidig plan | in het huidige plan is geen keuze gemaakt voor rivierverruiming in de Herwijjnense waarden | | | |

Tabel 4. Varianten Herwijnsse waarden uit Maatregelenboek Ruimte voor de Rivier

| | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| varianten (vervolg) | bovenwaard | bovenwaard | benedenwaard |
| code berekening | W 42-1 | W 42-2 | W 44-1 |
| bron | Maatregelenboek RvR | Maatregelenboek RvR | Maatregelenboek RvR |
| rivierverruimende maatregelen | verlaging maaiveld en kades | strang, verlaging maaiveld en kades | maaiveldverlaging |
| maximale waterstands­daling bij 18.000 m3/s | 0,8 cm | 2,6 cm | 0,3 cm |
| keuze in huidig plan | zie bovenstaande tabel | | |

Tabel 5. Varianten Breemwaard

| | | | |
|---|--|---------|-------------------|
| varianten | rood | blauw | groen |
| code berekening | WL 40-7 | WL 40-2 | |
| bron | MER WWW | MER WWW | MER WWW |
| rivierverruimende maatregelen | geen | geen | meestromende geul |
| maximale waterstands­daling bij 18.000 m3/s | 0 cm | 0 cm | 2,0 cm |
| keuze in huidig plan | in het huidige plan is geen keuze gemaakt voor rivierverruiming in de Breemwaard | | |

Tabel 6. Varianten Crobsche waard

| | | | |
|---|---|--------------------------------|-------------------|
| varianten | rood | blauw | groen |
| code berekening | WL 40-7 | WL 40-2 | WL 40-6 |
| bron | MER WWW | MER WWW | MER WWW |
| rivierverruimende maatregelen | verbinden plassen | nevengeul en maaiveldverlaging | verbinden plassen |
| maximale waterstands­daling bij 18.000 m3/s | 5,4 cm | 5,0 cm | 3,2 cm |
| keuze in huidig plan | In het huidige plan is gekozen voor de rivierverruimingsmaatregelen uit de rode variant | | |

Tabel 7. Varianten Crobsche waard in Maatregelenboek Ruimte voor de Rivier

| | | |
|---|--|--|
| varianten (vervolg) | strangen | nevengeul |
| code berekening | WL 40-1 | WL 40-2 |
| bron | Maatregelenboek RvR | Maatregelenboek RvR |
| rivierverruimende maatregelen | verbinden plassen met strangen, verlagen kades | nevengeul, verlaging maaiveld en kades |
| maximale waterstands­daling bij 18.000 m3/s | 3,6 cm | 4,0 cm |
| keuze in huidig plan | zie voorgaande tabel | |

Tabel 8. Varianten Kerkewaard

| varianten | blauw | groen | rood |
|---|---|----------------------------|----------------------------|
| code berekening | | | |
| bron | MER WWW | MER WWW | MER WWW |
| rivierverruimende maatregelen | - | - | geul richting Tuil |
| maximale waterstands­daling bij 18.000 m3/s | PM (niet in MER opgenomen) | PM (niet in MER opgenomen) | PM (niet in MER opgenomen) |
| keuze in huidig plan | In het huidig plan is gekozen voor uitbreiding van de haven, met een maximale waterstands­verlaging van 8,8 cm. (code berekening wl_38-1) | | |

Tabel 9. Variant Haften

| | |
|---|--|
| varianten | blauw |
| code berekening | wl_50001na |
| bron | MER WWW |
| rivierverruimende maatregelen | bypass rond Haften |
| maximale waterstands­daling bij 18.000 m3/s | 18 cm. |
| keuze in huidig plan | in het huidige plan is niet gekozen voor rivierverruiming bij Haften |

Tabel 10. Varianten Rijswaard

| varianten | blauw | groen | rood |
|---|---|---------------------------------|-----------------------------|
| code berekening | .. | .. | .. |
| bron | MER WWW | MER WWW | MER WWW |
| rivierverruimende maatregelen | lange geul | korte geul, eenzijdig aangetakt | lange geul, verlaging kades |
| maximale waterstands­daling bij 18.000 m3/s | 8,8 cm | 2,5 cm. | 8,3 cm. |
| keuze in huidig plan | In het huidig plan is gekozen voor een geul en een ingekorte plas met langsdam, met maximale waterstands­daling van 7 cm. (code berekening wl_36-5) | | |

Bijlage 6

Cijfers waterstandsopgaven

Bijlage 6 Cijfers Waterstandsopgaven

Tabel 1. Waterstandsopgave door stijging maatgevende rivierafvoer van 16.000 m³/s (nu) naar 18.000 m³/s (2100), na uitvoering rivierverruimingsmaatregelen

| rivierkilometer | locatie | resterende waterstandsopgave (in cm.) | | verschil (cm.) |
|-----------------|--------------|---------------------------------------|---|----------------|
| | | na uitvoering van huidig plan | na uitvoering van huidig plan maar zonder dijkverlegging Brakel | |
| 925 | | -7,4 | -5,1 | 2,4 |
| 926 | | -3,2 (waterstands-daling) | -0,7 | 2,5 |
| 927 | Rossum | +3,8 (waterstands-stijging) | +6,3 (waterstands-stijging) | 2,6 |
| 928 | | +12,4 | +15,1 | 2,8 |
| 929 | | +10,1 | +13,0 | 2,9 |
| 930 | | +9,1 | +12,1 | 3,0 |
| 931 | | +9,9 | +13,0 | 3,1 |
| 932 | | +10,1 | +13,3 | 3,2 |
| 933 | | +8,2 | +11,5 | 3,4 |
| 934 | | +6,3 | +10,1 | 3,7 |
| 935 | Zaltbommel | +4,3 | +8,3 | 4,1 |
| 936 | | +7,0 | +11,2 | 4,2 |
| 937 | | +9,2 | +13,7 | 4,5 |
| 938 | | +5,5 | +10,2 | 4,7 |
| 939 | | +3,7 | +8,7 | 4,9 |
| 940 | | +3,8 | +8,9 | 5,1 |
| 941 | | +0,6 | +6,1 | 5,5 |
| 942 | | -3,4 (waterstands-daling) | +2,7 | 6,0 |
| 943 | Zuilichem | -10,7 | -3,9 (waterstands-daling) | 6,8 |
| 944 | | -17,2 | -5,3 | 11,9 |
| 945 | Ruijterwaard | -20,7 | -5,9 | 14,7 |
| 946 | | -26,5 | -11,8 | 14,7 |
| 947 | Brakel | -15,4 | -15,8 | -0,4 |

Tabel 2. Waterstandsopgave door stijging maatgevende rivierafvoer van 16.000 m3/s (nu) naar 18.000 m3/s (2100), na uitvoering rivierverruimingsmaatregelen

| rivier-kilometer | locatie | resterende waterstandsverhoging (in cm.) | | | verschil kolom C - A (cm.) |
|------------------|--------------|--|---|--|----------------------------|
| | | A | B | C | |
| | | na uitvoering van huidig plan | na uitvoering van huidig plan maar zonder dijkverlegging Brakel | na uitvoering van huidig plan, zonder dijkverlegging Brakel, met bewonersvariant | |
| 925 | | -7,4 (waterstands-daling) | -5,1 | -6,0 (waterstands-daling) | 1,5 |
| 926 | | -3,2 (waterstands-daling) | -0,7 | -1,7 (waterstands-daling) | 1,5 |
| 927 | Rossum | +3,8 (waterstands-stijging) | +6,3 (waterstands-stijging) | +5,3 (waterstands-stijging) | 1,5 |
| 928 | | +12,4 | +15,1 | +14,0 | 1,7 |
| 929 | | +10,1 | +13,0 | +11,8 | 1,7 |
| 930 | | +9,1 | +12,1 | +10,8 | 1,8 |
| 931 | | +9,9 | +13,0 | +11,7 | 1,8 |
| 932 | | +10,1 | +13,3 | +12,0 | 1,9 |
| 933 | | +8,2 | +11,5 | +10,1 | 2,0 |
| 934 | | +6,3 | +10,1 | +8,5 | 2,1 |
| 935 | Zaltbommel | +4,3 | +8,3 | +6,5 | 2,3 |
| 936 | | +7,0 | +11,2 | +9,4 | 2,3 |
| 937 | | +9,2 | +13,7 | +11,7 | 2,6 |
| 938 | | +5,5 | +10,2 | +8,1 | 2,6 |
| 939 | | +3,7 | +8,7 | +6,5 | 2,8 |
| 940 | | +3,8 | +8,9 | +6,7 | 2,9 |
| 941 | | +0,6 | +6,1 | +3,7 | 3,1 |
| 942 | | -3,4 (waterstands-daling) | +2,7 | 0,0 | 3,3 |
| 943 | Zuilichem | -10,7 | -3,9 (waterstands-daling) | -6,9 (waterstands-daling) | 3,8 |
| 944 | | -17,2 | -5,3 | -8,7 | 8,5 |
| 945 | Ruijterwaard | -20,7 | -5,9 | -9,6 | 11,1 |
| 946 | | -26,5 | -11,8 | -15,1 | 11,4 |
| 947 | Brakel | -15,4 | -15,8 | -13,4 | 2,0 |

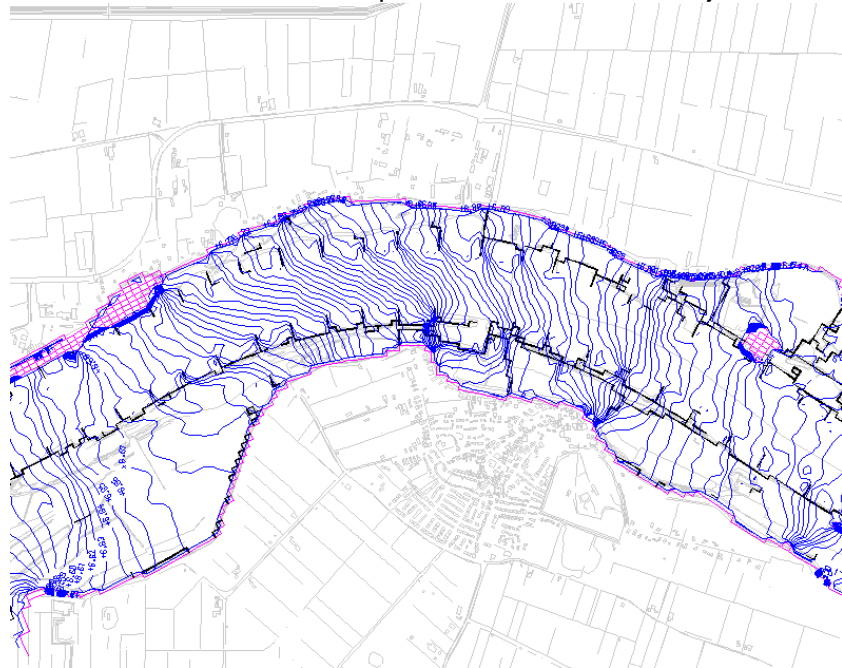
Bijlage 7

Rivierkundige situatie Brakel

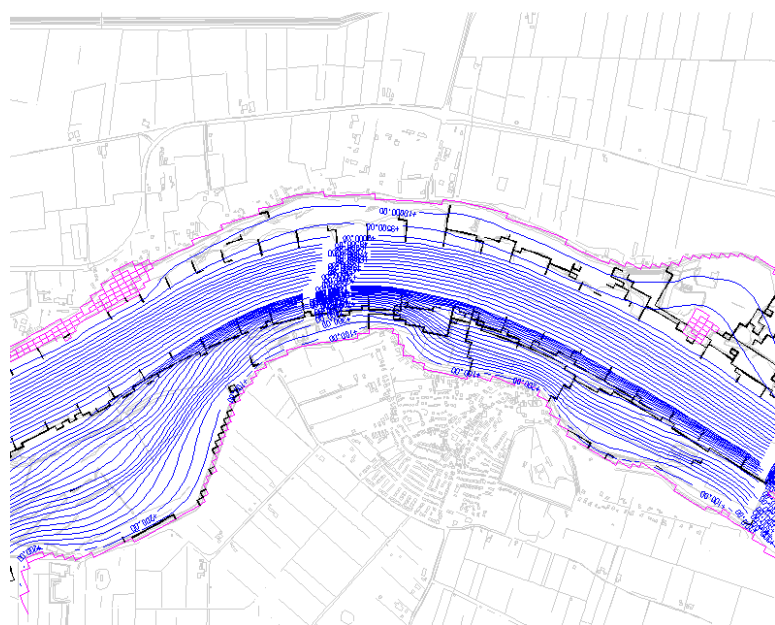
Bijlage 7. Situatie bij Brakel en Ruijterwaard

Voor het begrip van de rivierverruimingsmaatregelen bij Brakel is het goed om enig inzicht te hebben in de rivierkundige situatie ter plekke. Onderstaande informatie helpt daarbij.

In het stromingspatroon van de Waal bij maatgevend hoogwater is de locatie Brakel duidelijk herkenbaar als een rivierkundige flessenhals: er is sprake van een relatief steil verhang (in figuur 6 en 7 te zien als dicht op elkaar staande waterstands- c.q. afvoerlijnen). Het steile verhang is overigens niet alleen aanwezig bij de "punt" van de dijk van Brakel, maar over ca. 2,5 kilometer, vanaf de oostkant van het dorp tot de naar het zuiden wijkende Waarddijk ten westen.



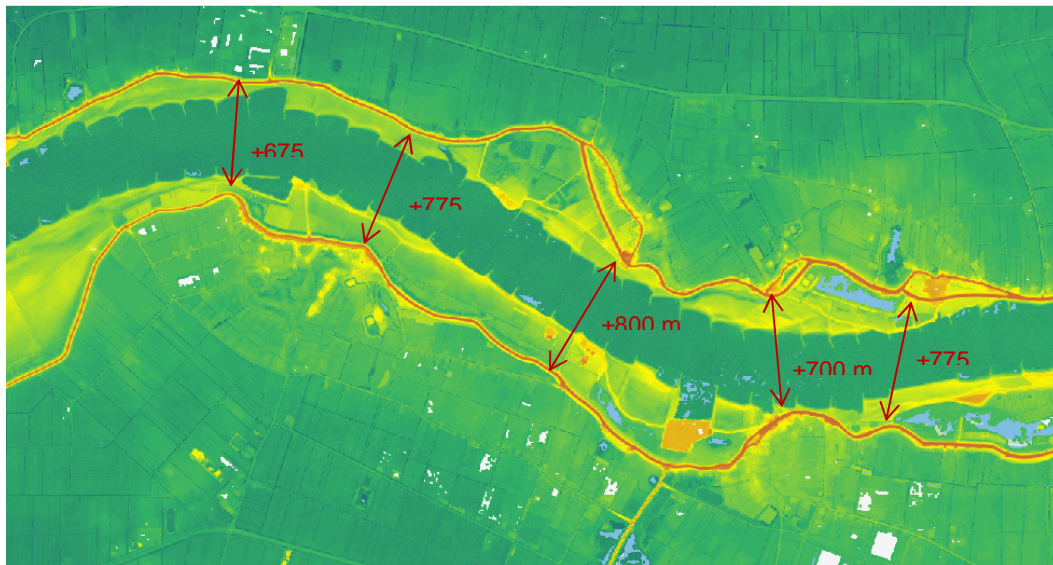
Figuur 1. Waterstandsverloop rond Brakel bij hoogwater



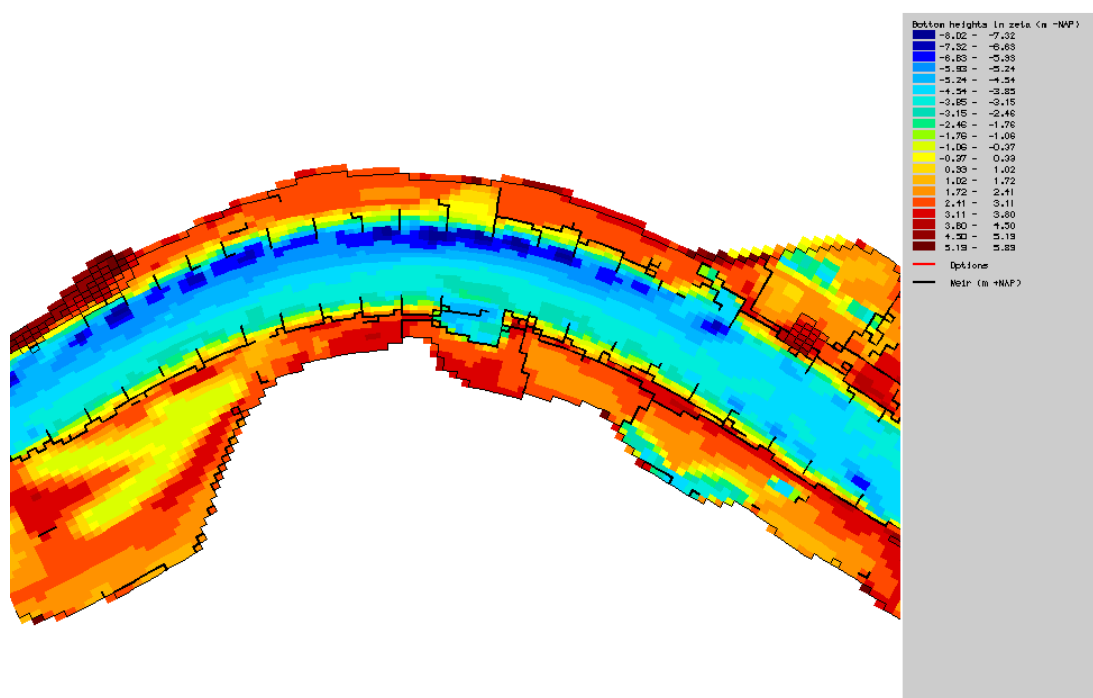
Figuur 2. Stroombanen rond Brakel bij hoogwater

De ruimte tussen de dijken is bij Brakel plaatselijk wat kleiner dan gemiddeld: ca. 675 meter in plaats van 750-800 meter gemiddeld (overigens kent de Waal van oudsher wisselende breedtes

van het winterbed, zoals ook te zien is in figuur 8), onder meer omdat de uiterwaarden aan de noordzijde relatief smal zijn. Verder valt op dat het maaiveld in de uiterwaarden bij Brakel vrij hoog ligt (figuur 9).



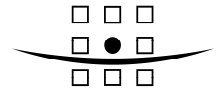
Figuur 3. Afstand tussen de dijken Brakel en bovenstrooms.



Figuur 4. Maaiveldhoogten (hoe roder hoe hoger het maaiveld)

Bijlage 8

Notitie VKA+ Munnikenland



Notitie

Aan : René Tank, Ger de Vrieze
 Van : Wiebe de Jong, Gert-Jan Meulepas
 Datum : 11 juli 2008
 Kopie : Kees Luijt, Marnix de Vriend, archief
 Onze referentie : 9S9885.A1/N0004/901807/MJANS/Nijm

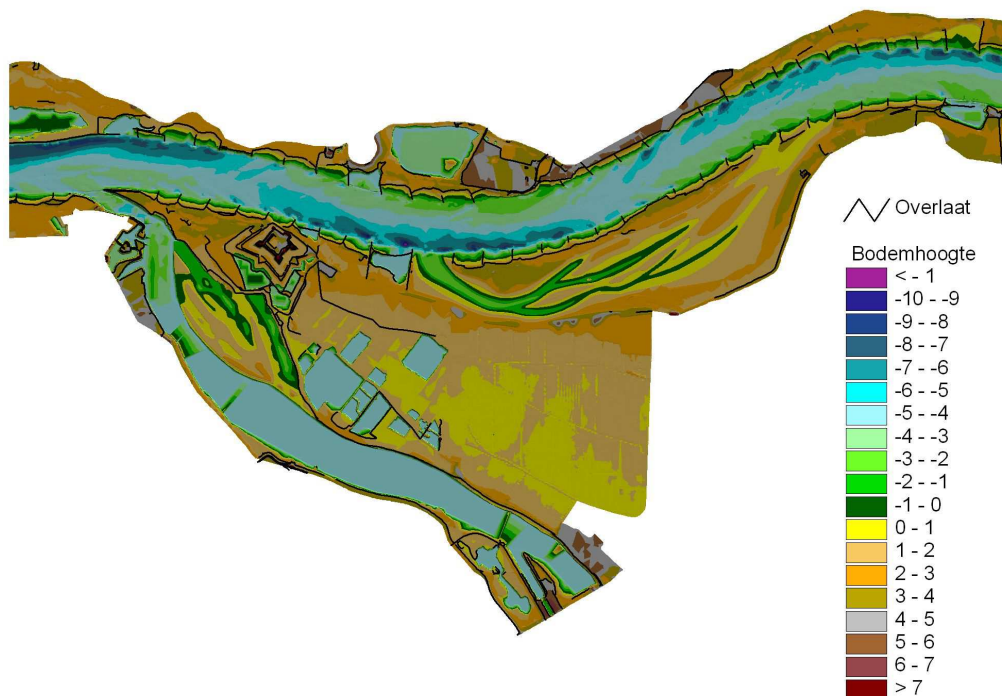
Betreft : Waterstandseffecten VKA+

Inleiding

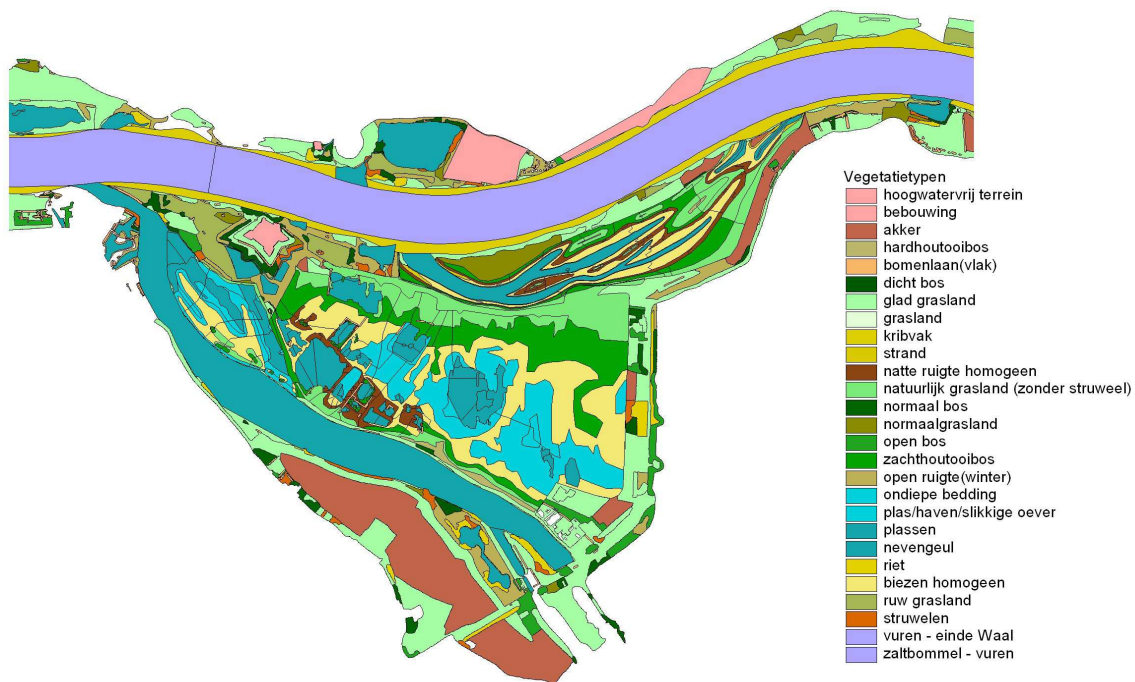
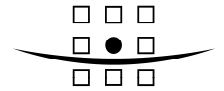
Na de vaststelling van het VKA voor het de maatregelen bij het Munnikenland (vergraving Brakelse Benedenwaard en dijkteruglegging), staat de vraag open wat de effecten zijn van het voorkeursalternatief als in de toekomst alsnog de keuze wordt gemaakt voor het verdiepen van de DZH-leiding in de uiterwaard (verder te noemen VKA+).

Aanpak

Om de waterstandseffecten van het VKA+ te bepalen is uitgegaan van het VKA en is voor de inrichting van de Brakelse Benedenwaarden gekozen voor een gewenst geulenpatroon zoals in Alternatief B. De onderstaande figuren 1 en 2 geven weer welke hoogten en vegetatietypen in het model zijn ingevoerd voor het VKA+.



Figuur 1: Hoogtes VKA+

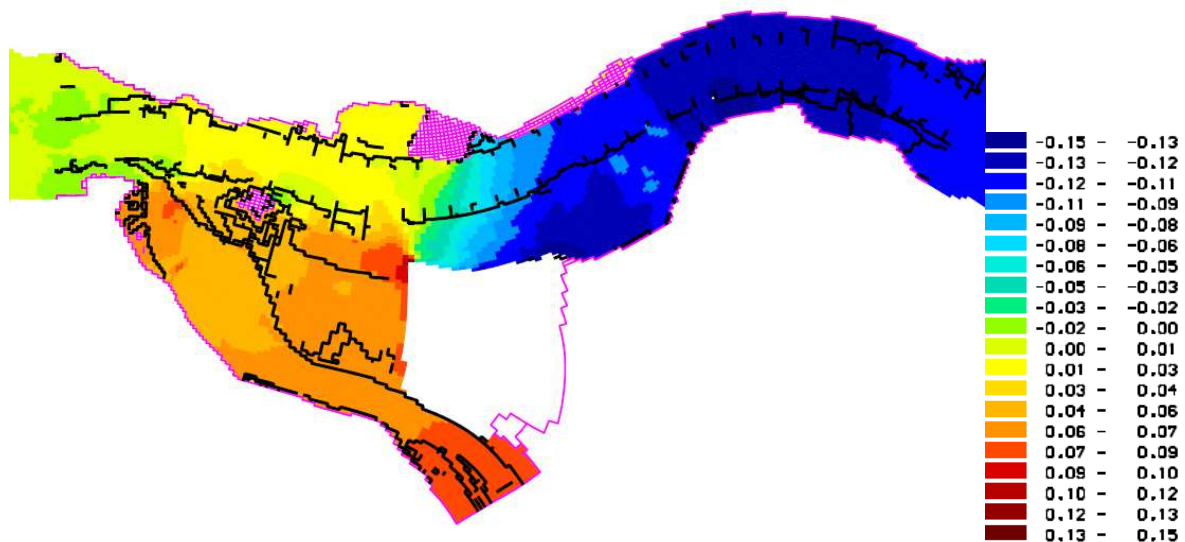


Figuur 2: Ruwheden of vegetatietypen VKA+

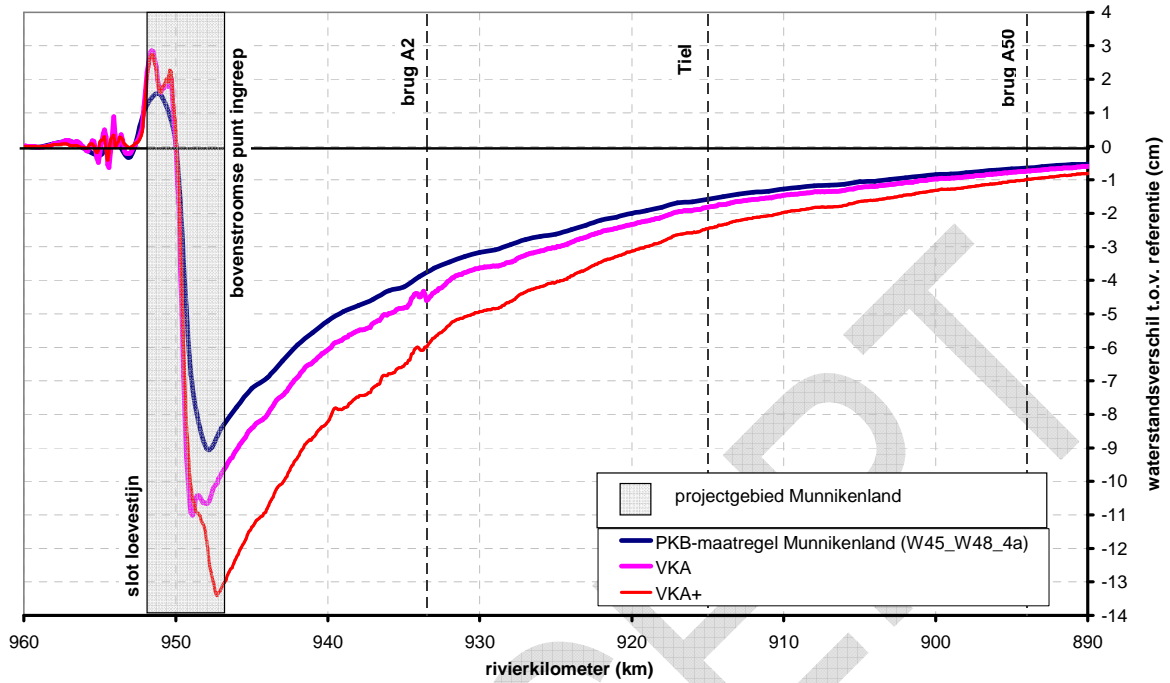
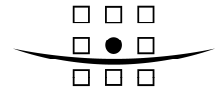
Resultaten

De waterstandseffecten van het VKA+ (bepaald met het hydraulisch rekenmodel Waqua) zijn 2-d weergegeven in figuur 3. Het waterstandseffect op de as van de rivier wordt vergeleken met het VKA en de PKB maatregel in figuur 4. De maximale waterstandsverlaging op de as van de rivier is **13,41 cm** op kmr 947,3. De maximale waterstandsverlaging van VKA was 11,01 cm op kmr 948,9. Het VKA+ geeft 2,3 cm meer waterstandsverlaging.

De maximale opstuwing ten gevolge van het VKA+ langs de bandijk is 7,79 cm. Dit is 0,4 cm meer dan het VKA. De maximale opstuwing treedt op nabij de Wilhelminasluis.



Figuur 3: Waterstandseffect in 2d



Figuur 4: Waterstandseffect in de as

Nijmegen, 11 juli 2008

Wiebe de Jong en Gert-Jan Meulepas