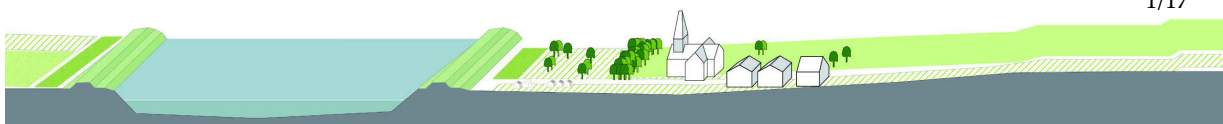


BIJLAGE 6: WATERSTANDSEFFECTEN OP PROJECTLOCATIES HWBP- NOORDELIJKE MAASVALLEI VANUIT DIJKVERSTERKING, SYSTEEMMAATREGELEN & KOPLOPERPROJECTEN EN LANGE TERMIJN-MAATREGELEN



1. Aanleiding

Het is de vraag of maatregelen langs het Maastraject elkaar onderling beïnvloeden. Dit is bijvoorbeeld een hoofdpunt in het Advies Reikwijdte en Detailniveau van de Provincie Limburg voor de dijktrajecten Well, Arcen en Thorn-Wessem [ref 1], hetgeen is overgenomen in het Advies Reikwijdte en Detailniveau van de gemeenten Peel & Maas en Venlo voor dijktraject Baarlo – Hout-Blerick. In beide wordt een gevoeligheidsanalyse gevraagd naar rivierverruimingsmaatregelen. Onderstaand is een gecombineerde samenvatting weergegeven uit het advies van de Commissie m.e.r., hetgeen de basis vormde voor de bovengenoemde adviezen van de bevoegde gezagen:

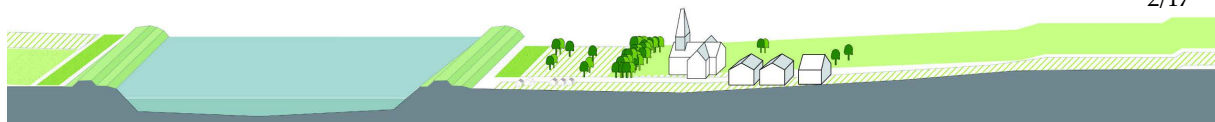
“Geef inzicht in de samenhang tussen de doelen van diverse dijkversterkingsmaatregelen (hoogwaterbescherming) op de Noordelijke Maasvallei gecombineerd met een vijftal systeemmaatregelen (MIRT-verkenningen) in het kader van het Deltaprogramma Maas. In aanvulling op deze maatregelen is er ook gevraagd om te kijken naar de mogelijke invloed van een aantal lange termijn-maatregelen die in de nabije omgeving van deze projectlocaties liggen. De systeemmaatregelen betreffen nadere uitwerkingen op de dijktrajecten Well, Arcen, Baarlo – Hout-Blerick en Thorn-Wessem. De projecten Venlo-Velden incl. koploper Venlo (ook wel MMMV) vallen ook onder het programma maar worden niet nader uitgewerkt door het Ingenieursbureau Noordelijke Maasvallei. In 2017 is een verkennend onderzoek verricht, dat als bijlage bij de NRD is gevoegd. In dit onderzoek wordt gesteld dat de verschillende maatregelen geen onderlinge rivierkundige afhankelijkheid hebben. Dat wil zeggen dat een gekozen maatregel op het ene dijktraject geen invloed zou hebben op de keuzes die voor andere dijktrajecten worden gemaakt. De Commissie adviseert deze conclusies in het MER nader te onderbouwen. Aangezien alle dijktrajecten onderdeel uitmaken van hetzelfde watersysteem ligt het voor de hand dat maatregelen met een waterstandsverlagend of juist -verhogend effect mede bepalend kunnen zijn voor de opgave op andere locaties. Een maatregel met een groot waterstandsverlagend effect op de ene locatie kan bijvoorbeeld betekenen dat op andere locaties minder ingrijpende maatregelen nodig zijn”

Binnen het Hoogwaterbeschermingsprogramma Noordelijke Maasvallei (HWBP-NM) versterkt Waterschap Limburg (WL) de komende jaren verschillende dijktrajecten tussen Thorn-Wessem (dijktraject 79) en Nieuw-Bergen (dijktraject 57). Binnen het HWBP-NM spelen de opgaven dijkversterking (nieuwe normering) en systeemwerking een belangrijke rol. Aanvullend is gekeken naar de waterstandseffecten van de lange termijn-maatregelen.

Om een beeld te geven van bovenstaande is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd naar de waterstandseffecten van dijkversterkingen HWBP-NM (paragraaf 2), systeemopgave incl. koploperprojecten (paragraaf 3) en lange termijn-maatregelen (paragraaf 4). Tot slot is geanalyseerd wat de maatregelen betekenen voor de benodigde dijkhoogte (paragraaf 5).

2. Dijkversterkingsopgave HWBP

Binnen de opgave van dijkversterking zijn er meerdere (oplossing)mogelijkheden. Ze bestaan uit het verhogen, versterken en het eventueel verleggen van de primaire kering. De verhoging van de dijk (oftewel loslaten van de overstroombaarheid) levert een waterstandsverhoging (dit is zichtbaar als rode lijn in Figuur 1) en is gekoppeld aan de systeemopgave, doordat compensatie hiervan plaatsvindt

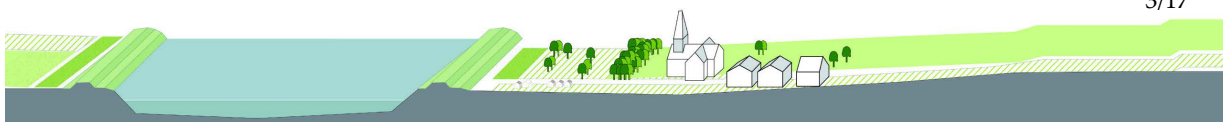


door dijkverleggingen en retentiegebieden in de vorm van een aantal plaatselijke systeemmaatregelen (vastgelegd in een bestuurlijke overeenkomst). Het versterken of verleggen van de (overige) dijken kan zowel binnendijks (landinwaarts) of buitendijks (rivierwaarts) uitgevoerd worden. Voor deze integrale principeoplossingen zijn in de verkenningsfase rivierkundige berekeningen uitgevoerd. Deze staan weergegeven in de kleuren “groen (binnendijkse verleggingen), roze (huidig tracé rivierwaarts versterken met 15 m) en oranje (rivierwaarts verleggen)” in Figuur 1. Deze principeoplossingen geven alleen de effecten weer op het stromend regime van de rivier met behulp van stationaire berekeningen. De bijhorende rivierkundige effecten zijn doorgerekend bij een (piek)afvoer van 4.000 m³/s en op een verfijnd rekenrooster. De principeoplossing “binnendijks versterken” heeft geen rivierkundig effect en is daarom ook niet getoond in de betreffende figuur. De effecten op het bergend regime zijn niet integraal berekend en liggen veelal lager dan de effecten op het stromend regime. Dit komt doordat het bij de dijkversterkingsopgave binnen HWBP-NM met name gaat om relatief kleine en laag gelegen gebieden.

Een aanvullende opmerking is dat de projectlocaties Kessel (uit Waterwet) en Groot-Boller inmiddels zijn komen te vervallen uit het programma van HWBP-NM en dat dijktraject Roermond-Willem-Alexander nieuw is toegevoegd. Deze nieuwe inzichten zijn niet verwerkt in deze principeoplossingen, maar het zal geen ander (effect)beeld leveren ten aanzien van de gevoeligheidsanalyse. De rivierkundige effecten (stromend regime) treden alleen op binnen het programma van HWBP tussen rivierkilometers 63 – 144 (dijktrajecten Thorn-Wessem en Nieuw-Bergen) en liggen in orde van enkele cm's (zie Tabel 1). Buiten het programmagebied zijn er geen effecten, deze worden ook niet getoond in de betreffende figuur. Aanvullende toelichting op deze principe oplossingen is beschreven in een apart memo [ref 4].

Tabel 1: Rivierkundige effecten van integrale principe oplossingen m.b.t. dijkversterkingsopgave

Principeoplossingen	Maximaal effect op de as van de rivier [cm]
Binnendijks verleggen (maximaal)	-1,3 cm
Huidig tracé versterken (+15 m)	+1,7 cm
Rivierwaarts verleggen (maximaal)	+3,0 cm

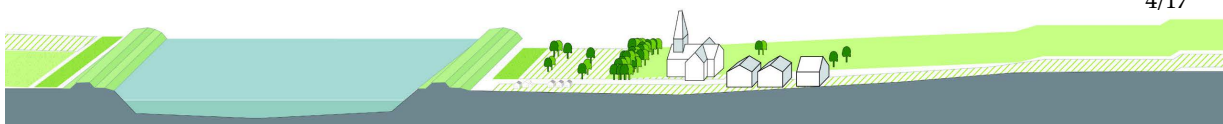


3. Systeemopgave (incl. koploperprojecten)

Als gevolg van klimaatverandering zullen de afvoeren en waterstanden in de toekomst op de Maas toenemen. Om hierop in te spelen zijn in het recente verleden klimaatscenario's ontwikkeld tot aan het zichtjaar 2100. Tegelijkertijd is er de wens om de betrouwbaarheid van het huidige riviersysteem in de Limburgse Maasvallei (met 42 overstroombare keringen) te verbeteren en heeft het Deltaprogramma Rivieren met regionale partijen een aanpak opgesteld om een robuust veiligheidssysteem op de Maas te ontwikkelen. Deze aanpak houdt in dat de overstroombaarheid van 42 dijktrajecten op de Limburgse Maas wordt losgelaten. De hiervoor benodigde verhoging van de primaire kering sluit aan op de eisen die gesteld worden bij de nieuwe normering die per 1 januari 2017 van kracht is. De verhoogde waterstand die wordt veroorzaakt door het niet meer overstroomd van de keringen wordt beperkt door het toepassen van een twaalfstal systeemmaatregelen, die een belangrijke bijdrage aan afvoer- en/of bergingscapaciteit van de rivier hebben. Met deze systeemmaatregelen wordt een belangrijk deel van het rivierbed behouden, wat tevens mogelijkheden biedt om op langere termijn aanvullende verruimingsmaatregelen (o.a. Deltaprogramma) te realiseren, die zijn bedoeld om de klimaatverandering in de toekomst verder op te vangen.

Binnen het programmagebied van HWBP-NM bevindt zich een vijftal systeemmaatregelen (Thorn-Wessem, Baarlo-Hout-Blerick, Venlo-Velden, Arcen en Well) en het koploperproject Venlo. Buiten het programmagebied van HWBP-NM bevindt zich nog een tweetal koploperprojecten, te weten de MIRT-projecten Oeffelt en Ravenstein – Lith. Door het Ingenieursbureau Noordelijke Maasvallei worden voorsnog alleen de maatregelen Thorn-Wessem, Baarlo - Hout-Blerick, Arcen en Well nader verkend en hiervoor worden MER'en opgesteld. Voor de gevoeligheidsanalyse zijn de uitwerkingalternatieven meegenomen zoals beschreven in Tabel 4. De bijbehorende rivierkundige effecten zijn doorgerekend bij een (piek)afvoer van 4.000 m³/s en op een grof rekenrooster. De integrale ophoging van alle Limburgse dijktrajecten (oftewel loslaten van de overstroombaarheid, hier uitgedrukt t.o.v. kruinhoogte Maaswerken) levert een max. waterstandsverhoging van ca. 18 cm binnen het programmagebied rondom Venlo (rode lijn in Figuur 1). Doordat de Limburgse dijktrajecten niet meer overstroombaar zijn neemt het bergend volume van de rivier af. Door een toename van de afvoer op de Maas nemen de waterstanden ook buiten Limburg en het programmagebied van HWBP-NM toe. Deze toename ligt benedenstrooms en ligt in de orde van 11 cm. In Limburg kunnen deze effecten alleen gecompenseerd worden met ingrepen in het bergend regime. Dergelijke gebieden in deze omvang zijn zeldzaam waardoor er een restopgave zal zijn voor de Maas benedenstrooms van het programmagebied HWBP-NM.

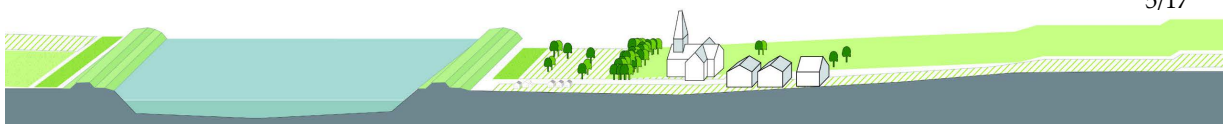
Met de systeemmaatregelen (dijkverleggingen) en koploperprojecten wordt een integrale waterstandsdeling bewerkstelligd op de rivier (zie blauwe lijn Figuur 1). Een vergelijkbare (plausibele) waterstandsverlaging is meegenomen in de hydraulische ontwerpvoorwaarden van de dijkversterkingsopgave in HWBP-NM, wetende dat in de Plausibele Middenwaarden de nieuwe inzichten uit de lopende nadere verkenning van de systeemmaatregelen niet zijn meegenomen. In onderstaande uitwerking van de gevoeligheidsanalyse is voor het gemak geen onderscheid gemaakt tussen de systeemmaatregelen en de koploperprojecten. Beleidsmatig zijn alleen de systeemmaatregelen bedoeld ter compensatie van het effect loslaten overstroombaarheid.



De maximale waterstandsdeling wordt bereikt met het koploperproject Oeffelt en ligt in orde van 23 cm. Bij de systeemmaatregel Well bedraagt de maximale integrale waterstandsdeling circa 18 cm (waarvan circa 8 cm wordt veroorzaakt door koploper Oeffelt). De maximale rivierkundige effecten bij de overige systeemmaatregelen liggen lager, maar vormen samen wel een integrale waterstandsdeling op de rivier waarbij het effect met name langer doorwerkt in stroomopwaartse richting. Het rivierkundig effect van Thorn-Wessem werkt in deze gevoeligheidsanalyse niet optimaal doordat de inlaatdrempel van het retentiegebied geoptimaliseerd is voor een (piek)afvoer van 4.100 m³/s (in plaats van bij een afvoer van 4.000 m³/s). Om deze reden wordt de afvoergolf in onderliggende berekening met een piekwaarde van 4.000 m³/s niet optimaal afgetopt.

Met de gebroken zwarte lijn is bij benadering de restopgave van “loslaten overstroombaarheid” weergegeven, rekening houdend met dat de koploperprojecten hierin zijn meegenomen. De beschouwde systeemmaatregelen leveren een significante bijdrage in het compenseren van het effect loslaten overstroombaarheid. Naast de resterende opgave zijn er lokaal nog wel wat restpunten. Deze restpunten worden vooral veroorzaakt door de zaagtandpieken van de betreffende rivierverruimingsmaatregelen. Zowel de restopgave als de restpunten moeten zoveel mogelijk gecompenseerd worden met de overige zeven systeemmaatregelen. Hiervan heeft een vijftal systeemmaatregelen een rivierkundig effect binnen het programmagebied van HWBP-NM. Het betreft de mogelijke bergings- en retentiegebieden “Nattehoven – Grevenbicht – Roosteren”, “Ohe en Laak – Stevensweert” en “Geijsteren” en de dijkerugleggingen bij “Lottum” en “Bergen”. Volgens een eerdere verkenning liggen de rivierkundige effecten van deze individuele (systeem)ingrepen in orde van enkele cm’s [ref 9]. Hierin werken de retentie-bergingsgebieden tevens niet optimaal, omdat deze zijn geoptimaliseerd voor een andere (piek)afvoer.

Al met al is de gemiddelde waterstandsverlaging binnen het gehele programmagebied van NM, gelegen tussen rivierkilometers 63 – 144, gelijk aan 9 cm, zie ook Tabel 3. Binnen het programmagebied kan de waterstandsverlaging lokaal (op kleinere deeltrajecten) natuurlijk wel lager en/of hoger zijn dan de hiergenoemde gemiddelde trajectwaarden.



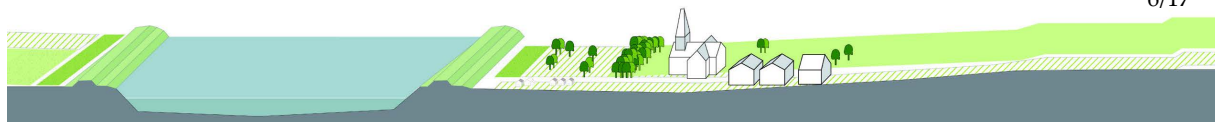
4. Lange termijn-maatregelen

In kader van het Deltaprogramma is een groot aantal verruimingsmaatregelen nader verkend om de klimaatverandering in de toekomst op te vangen. Deze lange termijn-maatregelen hebben geen formele status en hiermee ook geen direct zicht op de hiervoor benodigde financiering, maar een aantal van deze maatregelen wordt door de overheid toch beschouwd als kansrijk voor de toekomst. In “GS advies NRD van 19 juni 2018” is door Provincie Limburg een gevoeligheidsanalyse gevraagd naar de waterstandseffecten van een aantal lange termijn-maatregelen, die in de nabije omgeving zijn gelegen van de MER-locaties Thorn-Wessem, Arcen en Well [ref 1]. Door het bestuur van gemeenten Peel & Maas en Venlo zijn voor dijktraject Baarlo – Hout-Blerick ook een aantal lange termijn-maatregelen aangedragen.

De lijst van lange termijn-maatregelen die zijn aangedragen door de Provincie Limburg en gemeenten Peel & Maas en Venlo zijn weergegeven in Tabel 2. Om snel inzicht te krijgen in de waterstandseffecten van deze aanvullende lange termijn-maatregelen wordt er teruggegrepen op de rivierkundige verkenningen die in het verleden zijn uitgevoerd in het kader van het Deltaprogramma. In dit geval bij een afvoer van 4.200 m³/s. De waterstandseffecten in de vorm van een verhanglijn vanuit deze verkenningen zijn grotendeels beschikbaar via het Deltaportaal. Van deze gegevens is dan ook veelal gebruik gemaakt om de gevoeligheidsanalyse aan te vullen met de mogelijke invloed op waterstanden door deze lange termijn-maatregelen.

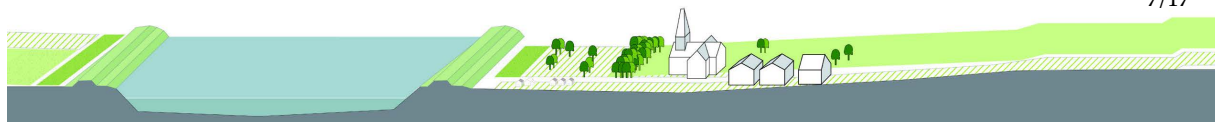
Tabel 2: Lijst lange termijn-maatregelen en bijhorende individuele waterstandseffecten

Locatie	Lange termijn-maatregelen	Individuele waterstandseffecten van lange termijn-maatregelen
Thorn-Wessem	• Verbeteren doorstroming Maasplassen • Meestromen Lateraalkanaal en/of verlagen dam Lateraalkanaal • Oeververlaging Maasgouw Noord (“Maasbracht – Molengreend” en “De Slaag”)	Voor maatregel “verbeteren doorstroming Maasplassen” is er teruggegrepen op geclusterde maatregel “Maasplassen cluster 1” uit het Deltaportaal. De hiernaast genoemde maatregelen zijn hierin inbegrepen, maar het cluster omvat aanvullend nog 27 extra verruimingsmaatregelen. De individuele effecten van onderstaande ingrepen zijn overgenomen uit factsheets “20180827” die zijn opgesteld op het resultaat van het onderzoekstraject Voorkeursstrategie fase 1 en 2 (2012 – 2014)”: • Oeververlaging Maasbracht–Molengreend: ca. -2,5 cm • Oeververlaging De slaag: ca. -3,0 cm • Doorstroming Lateraalkanaal: ca. -18,0 cm • Verlagen dam Lateraalkanaal: ca. -9 cm
Baarlo – Hout-Blerick	• Weerdverlaging Steyl • Rivierverruiming Venlo ter hoogte van Zuiderbrug (A73)	De weerdverlaging bij Steyl staat ook wel bekend binnen het Deltaportaal als weerdverlaging Tegelen (MC08) en levert individueel ca. -5 cm. Rivierverruiming bij Venlo is binnen het Deltaportaal ook wel bekend als een geclusterde maatregel Venlo regio 2 (MC09) en bestaat uit een dijkverlegging Venlo en Blerick, jachthaven Blerick, brug A67 en Raaijweide II, allen gelegen tussen rivierkilometers 105 en 112. De ingreep ligt hiermee



	• Kwelgeulen nabij Baarlo – Hout-Blerick	zuidelijker dan de projecten Venlo-Velden incl. koploper Venlo (ook wel MMMV) en vormt hiermee een aanvullende rivierverruiming. De geclusterde maatregel Venlo regio 2 is wellicht groter dan bedoeld is, maar bijpassend in kader van deze gevoeligheidsanalyse. Het geclusterde effect van deze maatregel bedraagt ca. -11 cm. Voor de kwelgeulen bij Baarlo – Hout-Blerick bestaat nog geen individuele verhanglijn in waterstanden (ook niet in het Deltaportaal). Aangezien de kwelgeulen primair geen hoogwaterveiligheidsdoelstelling kennen is het meenemen van deze ingreep binnen de gevoeligheidsanalyse niet relevant. Effect hiervan is wel inzichtelijk gemaakt in het plan-MER van Baarlo – Hout-Blerick o.b.v. expert judgement. Lokaal leveren de kwelgeulen een effect van ca. -3 cm.
Arcen	• Hoogwatergeul Arcen • Weerdverlaging plan Hertogbroek	: ca. -1,5 cm : ca. -20,7 cm
Well	• zuid-geul Well • Hoogwatergeul Afferden • Dijkverlegging Wanssum-West (uitwerking kades overstroombaar) • Hoogwatergeul Vierlingsbeek • Groene rivier Vortum	: ca. -14,5 cm : ca. -9,6 cm : ca. -6 cm : ca. -1,2 cm : ca. -16,5 cm

In Figuur 2 zijn de individuele waterstandseffecten (op gehele rivierkilometers) getoond van de lange termijn-maatregelen uit Tabel 2. De effecten zijn veelal gebaseerd op resultaten uit het Deltaportaal. In het algemeen hebben deze lange termijn-maatregelen een waterstandsverlaging variërend van 1 – 20 cm. Een uitzondering vormt de maatregel “Maasplassen cluster 1” waarbij de waterstandsverlaging lokaal kan oplopen tot ruim 60 cm. De verklaring hiervoor is, naast de genoemde maatregelen nabij Thorn-Wessem in Tabel 2, dat aanvullend nog 27 extra verruimingsmaatregelen als clustermaatregel is opgenomen in het Deltaportaal. De individuele effecten van de ingrepen nabij Thorn-Wessem in Tabel 2 zijn overgenomen uit factsheets “20180827” die zijn opgesteld op het resultaat van het onderzoekstraject Voorkeursstrategie fase 1 en 2 (2012 – 2014). Hieruit volgt dat de individuele waterstandseffecten in de vorm van verlaging uiteenlopen van 2,5 tot 18 cm, met hierin de grootste bijdrage vanuit de ingreep doorstroming van het Lateraalkanaal. Aanvullend is het plan Hertogbroek binnen het programma van HWBP-NM met rivierkundige berekeningen nader verkend [ref 8]. Deze ingreep is aangedragen vanuit Dorpsraad Arcen en is (nog) niet opgenomen in het Deltaprogramma. De maximale waterstandsverlaging van deze ingreep is

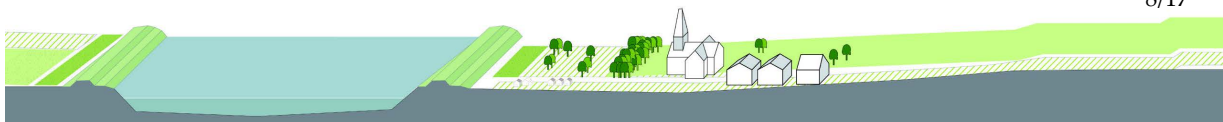


berekend op 20,7 cm en is gebaseerd op een forse weerdverlaging in combinatie met een eenzijdig aangetakte geul. Rekening houdend met de scheepvaartfunctie (dwarsstroming en sedimentatie op het zomerbed) zal de ingreep nog nader geoptimaliseerd moeten worden. Verwachting hierbij is dat de waterstandsverlaging met 25% - 50% zal afnemen.

In Figuur 3 zijn de integrale waterstandseffecten (op gehele rivierkilometers) weergegeven van alle verruimingsmaatregelen op de verschillende projectlocaties binnen het programmagebied van HWBP-NM. Hierbij zijn de integrale effecten van de systeemmaatregelen en koploperprojecten als basis genomen, waarbij aanvullend de effecten van de lange termijn-maatregelen gestapeld in de vorm van een blokkendoos zijn opgeteld. Doordat het rivierkundig effect van de clustermaatregel “Maasplassen cluster 1” uit 31 verruimingsmaatregelen bestaat is deze apart meegenomen in een aanvullende integrale verhanglijn van de waterstandsverlaging in de betreffende grafiek.

In Tabel 3 zijn de trajectgemiddelde waterstandsverlagingen binnen het programmagebied getoond. Met aanvullende lange termijn-maatregelen kan de waterstand gemiddeld verder verlaagd worden tot circa 37 cm. Dit als een gemiddelde over het totale traject van het programmagebied tussen rivierkilometers 63 – 144 en is inclusief betere doorstroming van Maasplassen “Maasplassen cluster 1”. Gezien de clustermaatregel een groot aantal maatregelen betreft op een relatief klein traject van de Maas zal de benodigde financiering hiervoor een lange tijdshorizon hebben en/of zelfs helemaal niet haalbaar. Zonder deze clustermaatregel bedraagt de totale trajectgemiddelde verlaging over het gehele programmagebied nog 26 cm.

In het noordelijk deel van het programmagebied kan de waterstandsdeling lokaal maximaal oplopen tot 45 cm. De gemiddelde waterstandsdeling op het noordelijk deel van het programmagebied, het deeltraject tussen rivierkilometers 100 – 144, bedraagt 33 cm. In het zuidelijk deel van het programmagebied kan de waterstandsdeling lokaal zelfs maximaal oplopen tot ca. 65 cm. Dit ten gevolge van betere doorstroming van Maasplassen. De gemiddelde waterstandsdeling op het zuidelijk deel van het programmagebied, het deeltraject tussen rivierkilometers 63 – 100, bedraagt 42 cm.

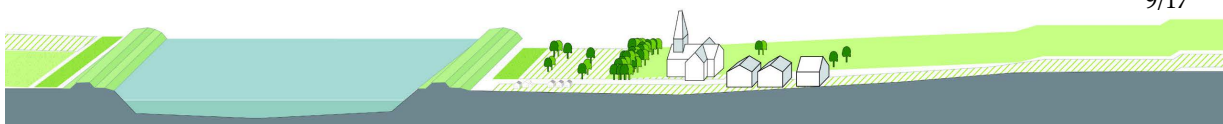


5. Dijkverhogingen in relatie tot waterstandseffecten door dijkversterking, systeem- & koplopermaatregelen en lange termijn-maatregelen op de Noordelijke Maasvallei

De gemiddelde dijkverhoging, t.o.v. de huidige kruinhoogte, bedraagt circa 1,1 – 1,6 meter binnen de opgave van HWBP-NM [ref 11]. De dijktrajecten Thorn-Wessem en Heel (in het bijzonder) vormen hierop een uitzondering omdat de huidige kruinhoogte al bijzonder hoog ligt. De waterstandsverhoging door eventuele (rivierwaartse) dijkverleggingen binnen de dijkversterkingsopgave zijn beperkt tot maximaal 3 cm (zie Tabel 1). Deze hebben een verwaarloosbaar effect op de opgave m.b.t. de hoogte van de dijk. Het ophogen van de dijk zelf conform de nieuwe normering is niet verwaarloosbaar en moet zoveel mogelijk gecompenseerd worden door de verschillende systeemmaatregelen. In Tabel 3 zijn verschillende trajectgemiddelde effecten binnen het programmagebied van HWBP-NM getoond van verschillende systeem- en koploperprojecten, aangevuld met lange termijn-maatregelen.

De trajectgemiddelde waterstandsdeling met alleen systeem- en koplopermaatregelen over het gehele programmagebied bedraagt 9 cm. In aanvulling met lange termijn-maatregelen kan een trajectgemiddelde waterstandsdeling bereikt worden van 33 cm in het noordelijk deel van het programmagebied (traject tussen rivierkilometers 100 – 144). In aanvulling met betere doorstroming Maasplassen “Maasplassen cluster 1” kan een trajectgemiddelde waterstandsdeling bereikt worden van 42 cm in het zuidelijk deel van het programmagebied (traject tussen rivierkilometers 63 – 100). Lokaal kan de waterstand nabij Arcen en Well met 45 cm verlaagd worden, die in stroomafwaartse richting vrijwel direct weer opgevolgd wordt door een abrupte afname in waterstandsverlaging (ofwel waterstandstijging). Bij Arcen speelt hierbij het hydraulisch knelpunt (flessenhals) een belangrijke rol dat moeilijk is op te lossen met alleen verruimingsmaatregelen. Bij Well is ook een vrij abrupte afname in waterstandsdeling (ofwel stijging) te constateren. Dit heeft grotendeels te maken met de zaagtandpieken van andere rivierverruimingen zoals o.a. zuid geul Well en met het feit dat de rivier hier ook relatief smal is. Bij Thorn-Wessem kan de waterstandsdeling oplopen tot maximaal 65 cm als gevolg van de betere doorstroming van de Maasplassen. Aangezien het integrale plan een groot aantal maatregelen betreft op een relatief klein traject van de Maas zal de benodigde financiering hiervoor een lange tijdshorizon hebben en/of zelfs wellicht helemaal niet haalbaar in deze vorm. Ook speelt bij Thorn-Wessem de toekomstvastheid van de Koningsteendam een rol, die opeenvolgend langs de kering Thorn-Wessem tot een waterstandstijging kan zorgen in orde van 10 à 20 cm [ref 7].

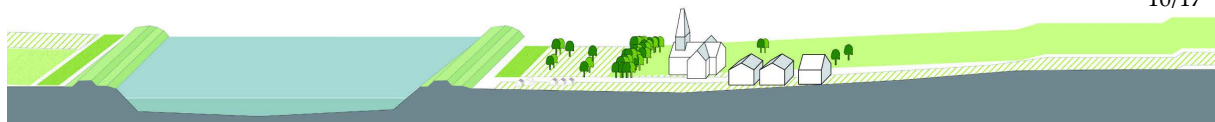
Er is onderzocht welke waterstandseffecten optreden door systeem- en koplopermaatregelen waarvoor financiering is gereserveerd. Dit tezamen noemen we maatregelpakket A. Uitgedrukt in percentages bewerkstelligen de systeem- en koplopermaatregelen een (programma)trajectgemiddelde waterstandsdeling in orde van 9 cm. Een waterstandsdeling van 9 cm is ongeveer 8% van de dijkverhoging. In de huidige ontwerprandvoorwaarden van HWBP-NM (nieuwe normering) is hiermee rekening gehouden. Deze orde van waterstandsdeling in het programmagebied zal de afweging van alternatieven (tracékeuzes) van nieuwe dijktracés binnen het programma niet beïnvloeden.



Toevoeging van lange termijn-maatregelen waarvoor nog geen financiering gereserveerd is aan de systeem- en koplopermaatregelen (maatregelpakket A) levert een (programma)trajectgemiddelde waterstandsdaling op in orde van 37 cm. Dit omvat maximaal 34% van de dijkverhoging. Dit kan de tracékeuze mogelijk lokaal beïnvloeden. Met nadruk op 'lokaal', doordat er ook delen aanwezig zijn waarbij de waterstandsdaling abrupt weer afneemt, zoals bij Arcen en Well.

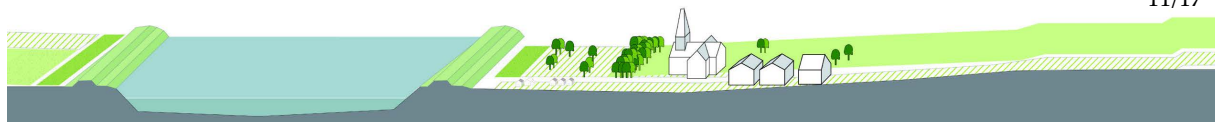
Tabel 3: trajectgemiddelde waterstandseffecten binnen het programmagebied van HWBP-NM

Traject binnen programma gebied	Systeem- en koploper-maatregelen	Systeem- en koploper-maatregelen + lange termijn-maatregelen (excl. doorstroming Maasplassen)	Systeem- en koploper-maatregelen + lange termijn-maatregelen (incl. doorstroming Maasplassen)
	Gemiddeld waterstandseffect [cm]	Gemiddeld waterstandseffect [cm]	Gemiddeld waterstandseffect [cm]
Traject rkm 63 – 100	-7 cm	-19 cm	-42 cm
Traject rkm 100 – 144	-11 cm	-33 cm	-33 cm
Totale programmagebied 63 - 144	-9 cm	-26 cm	-37 cm

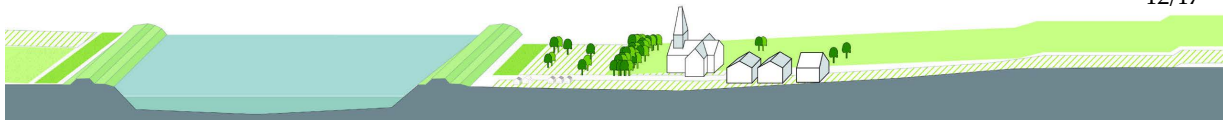


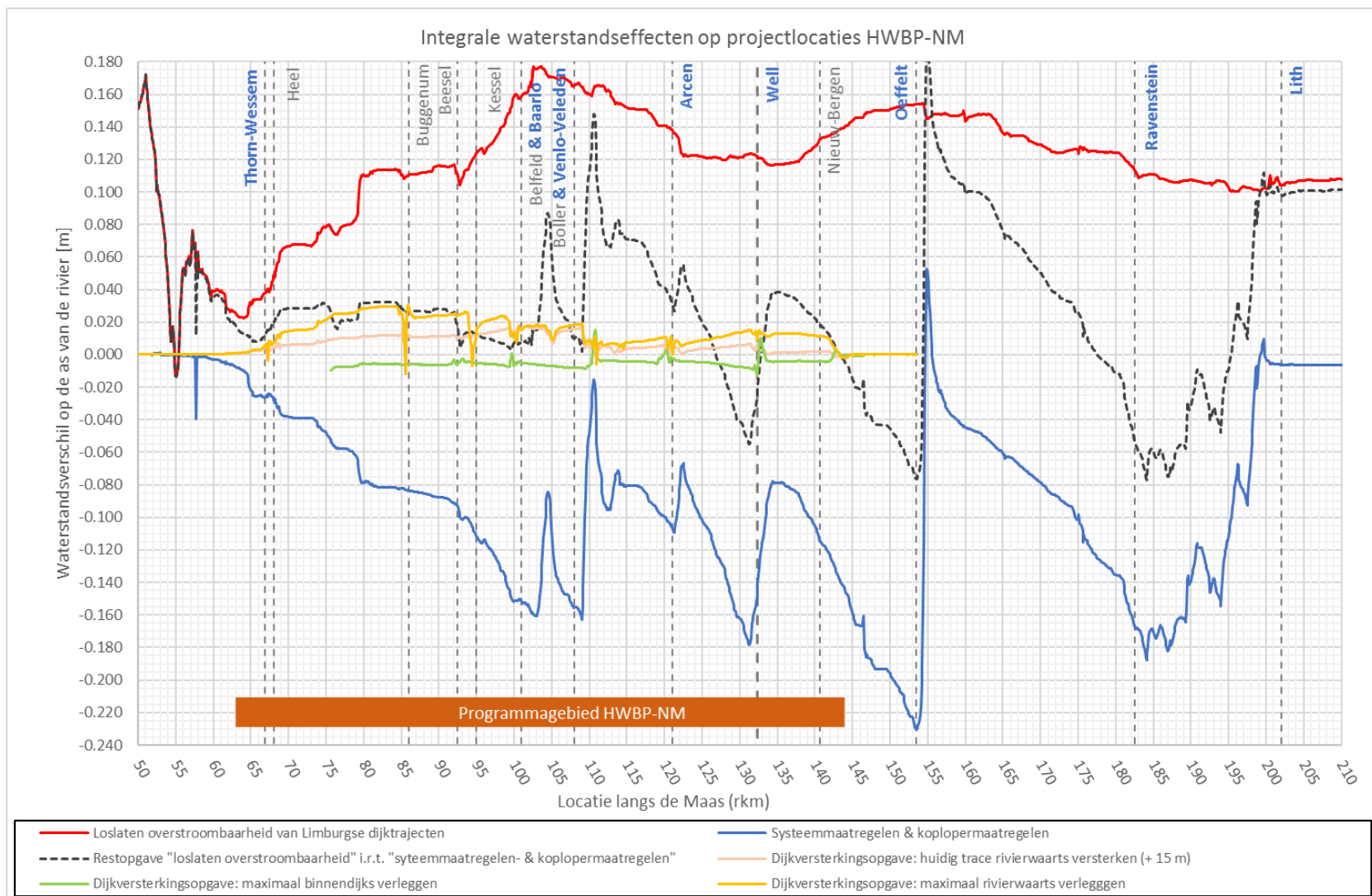
6. Referenties

1. Gedeputeerde Staten van Limburg. (2018). Concept: Advies Reikwijdte en Detailniveau m.e.r. dijkverbetering Well, Arcen en Thorn-Wessem
2. Ingenieursbureau Noordelijke Maasvallei (2019). Deelrapport Rivierkunde: MER fase 1 Well, Hoogwaterbeschermingsprogramma Noordelijke Maasvallei, kenmerk 10136, Waterschap Limburg.
3. Ingenieursbureau Noordelijke Maasvallei (2019). Deelrapport Rivierkunde: MER fase 1 Thorn-Wessem, Hoogwaterbeschermingsprogramma Noordelijke Maasvallei, kenmerk 10137, Waterschap Limburg.
4. Klop, E.R., Agtersloot, R. & Berkhof, A. (2017). Memo: Vergunningenspoor: verkenning van rivierkundige effecten m.b.t. principeoplossingen bij HWBP-dijkversterkingen en mogelijke -verleggingen (IO.27.003), versie 1.0-1, kenmerk 7340, HWBP Noordelijke Maasvallei, Ingenieursbureau Maasvallei, Waterschap Limburg
5. Klop, E.R., Agtersloot, R. & Weidema, P. (2018). Memo: Rivierkundige verkenning systeemwerking Baarlo-Laarbroek (dijkring 70), versie 1.0-2, kenmerk 7595, HWBP Noordelijke Maasvallei, Ingenieursbureau Maasvallei, Waterschap Limburg
6. Klop, E.R., Agtersloot, R. & Weidema, P. (2018). Memo: Rivierkundige verkenning systeemwerking Arcen (dijkring 65), versie 1.0-1, kenmerk 7596, HWBP Noordelijke Maasvallei, Ingenieursbureau Maasvallei, Waterschap Limburg
7. Klop, E.R., van Laarhoven, S. (2019). Memo: Rivierkundige verkenning naar de verlaging van de koningsteendam, versie 1.0, kenmerk 11889, HWBP Noordelijke Maasvallei, Ingenieursbureau Maasvallei, Waterschap Limburg
8. Klop, E.R., van Laarhoven, S. van Duin, M. (2019). Memo: Rivierkundige uitwerking plan Hertogbroek, versie 1.0, kenmerk 12027, HWBP Noordelijke Maasvallei, Ingenieursbureau Maasvallei, Waterschap Limburg
9. van 't Laar, S. & Mattousch, C. (2016). Verbeteren Systeemwerking Maas, Rijkswaterstaat Zuid-Nederland.
10. Vuren, S. van, Vieira da Silva, J. & Ouwerkerk, S. (2017). Memo 2: Uitgangspunten Hydraulische Ontwerpbelasting Maas – HOB Maasvallei Fase 1, HKV.
11. Waterschap Limburg (2017). Communicatietabel aanleghoogte dijktrajecten.



Bijlagen

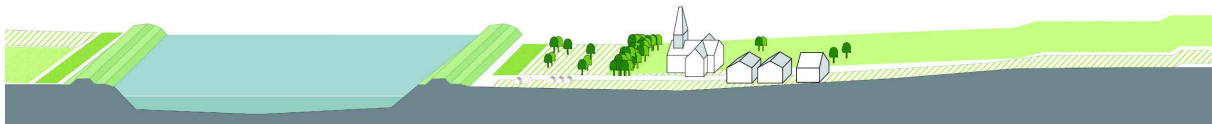




Figuur 1: Integrale waterstandseffecten op projectlocaties HWBP-NM bij een maatgevende (piek)afvoer van $4.000 \text{ m}^3/\text{s}$

Ons kenmerk: 11424

HWBP Noordelijke Maasvallei

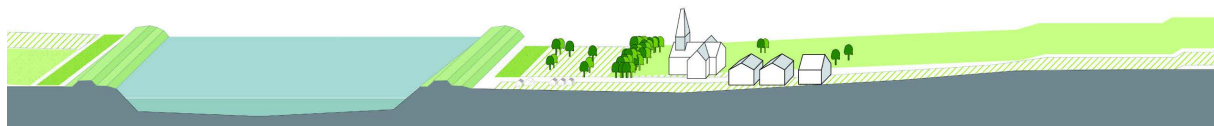


Tabel 4: Waterstandseffecten in mm van verschillende opgaven op verschillende rivierkilometers (ter indicatie)

Locatie		Integrale waterstandseffecten [mm]					
		Systeemopgave			Dijkversterkingsopgave		
		Loslaten van de overstroombaarheid	Systeemmaatregelen- en koplopermaatregelen	Restopgave "loslaten overstroombaarheid" en "systeem- & koplopermaatregelen"	Dijkverleggingen		
Naam	rkm	max25	max25	max 25	Huidig trace rivierwaarts versterken (+ 15 m)	Maximaal binnendijs verleggen	Maximaal rivierwaarts verleggen
Thorn-Wessem	66.9	38	-26	12	4	n.v.t.	6
Heel	68	46	-26	20	4	n.v.t.	7
Buggenum	86	110	-84	27	11	-6	30
Beesel	92.5	110	-93	17	11	-6	24
Kessel	95	124	-112	12	12	-5	17
Belfeld & Baarlo	101	159	-152	7	16	-5	15
Groot-Boller & Venlo-Velden (Steijl-Maashoek)	108	166	-156	10	16	-8	18
Arcen	121	138	-106	32	6	-2	3
Well	132.3	122	-149	-27	4	-13	9
Nieuw-Bergen	140.7	133	-115	18	2	-4	11
Oeffelt	153.5	154	-230	-76	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Ravenstein	182.5	114	-167	-53	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Lith	202	104	-6	98	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.

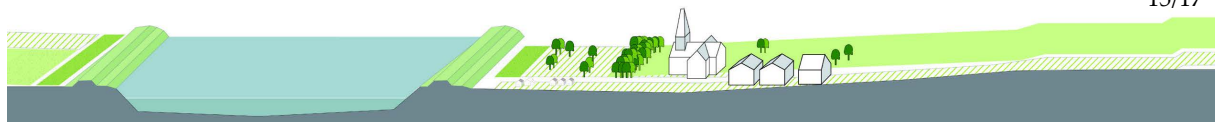
Ons kenmerk: 11424

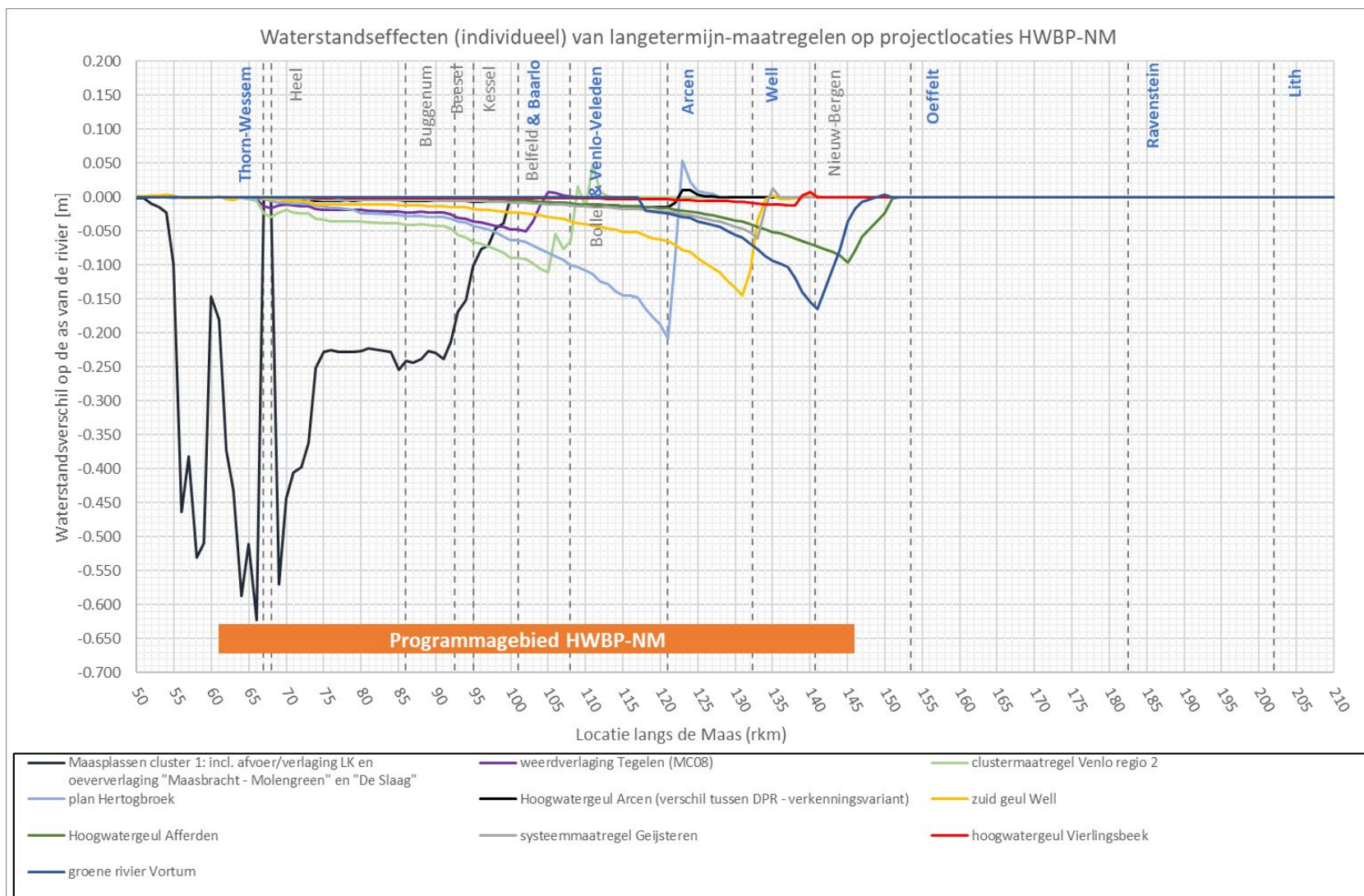
HWBP Noordelijke Maasvallei



Tabel 5: Toelichting van systeemmaatregelen en koploperprojecten in gevoeligheidsanalyse

Systeemmaatregelen	Toelichting op toegepaste uitwerkingsvariant
Thorn-Wessem	Is ingezet op max. oppervlak van retentiegebied met een optimale inlaatdrempel op 24,20 m+NAP voor max. reductie waterstanden bij een afvoerpiek van 4.100 m ³ /s. Dit ten behoeve van reductie van de faalkans op golfoverslag voor keringen binnen het HWBP-NM met een T100 beschermingsniveau (ondergrens). Verdere beschrijving is weergegeven in het MER van Thorn-Wessem [ref 3].
Baarlo - Hout-Blerick	Is ingezet op max. dijkeruglegging met huidige kering verwijderd. Het betreft variant 12 uit de verkenningsstudie [ref 5]. Eventuele geulen en weerdverlagingen zijn niet meegenomen en behoren niet tot de systeemmaatregel.
Meer Maas Meer Venlo (systeemmaatregel Venlo-Velden + koploper Venlo)	Variant is overgenomen uit Plausibele Middenwaarden, waarmee de hydraulische belasting voor de dijkversterkingsopgave is berekend voor HWBP-NM [ref 10]. Het betreft 2 dijkverleggingen met een geul in het zuidelijke gedeelte.
Arcen	Is ingezet op max. dijkeruglegging met de brouwerij beschermd (nieuwe norm). Het betreft variant 8 uit de verkenningsstudie [ref 6].
Well	Is ingezet op max. dijkeruglegging leidend tot twee eilanden. Het betreft alternatief 4 uit het MER [ref 2].
Oeffelt	Variant is overgenomen uit Plausibele Middenwaarden, waarmee de hydraulische belasting voor de dijkversterkingsopgave is berekend voor HWBP-NM [ref 10]. Het betreft het beter doorlaatbaar maken van de N264 (smallere landhoofden) in combinatie met weerdverlaging.
Ravenstein -Lith	Variant is overgenomen uit Plausibele Middenwaarden, waarmee de hydraulische belasting voor de dijkversterkingsopgave is berekend voor HWBP-NM [ref 10]. Het betreft verschillende verruimingsmaatregelen in vorm van weerdverlagingen, geulen en oeverterugleggingen.



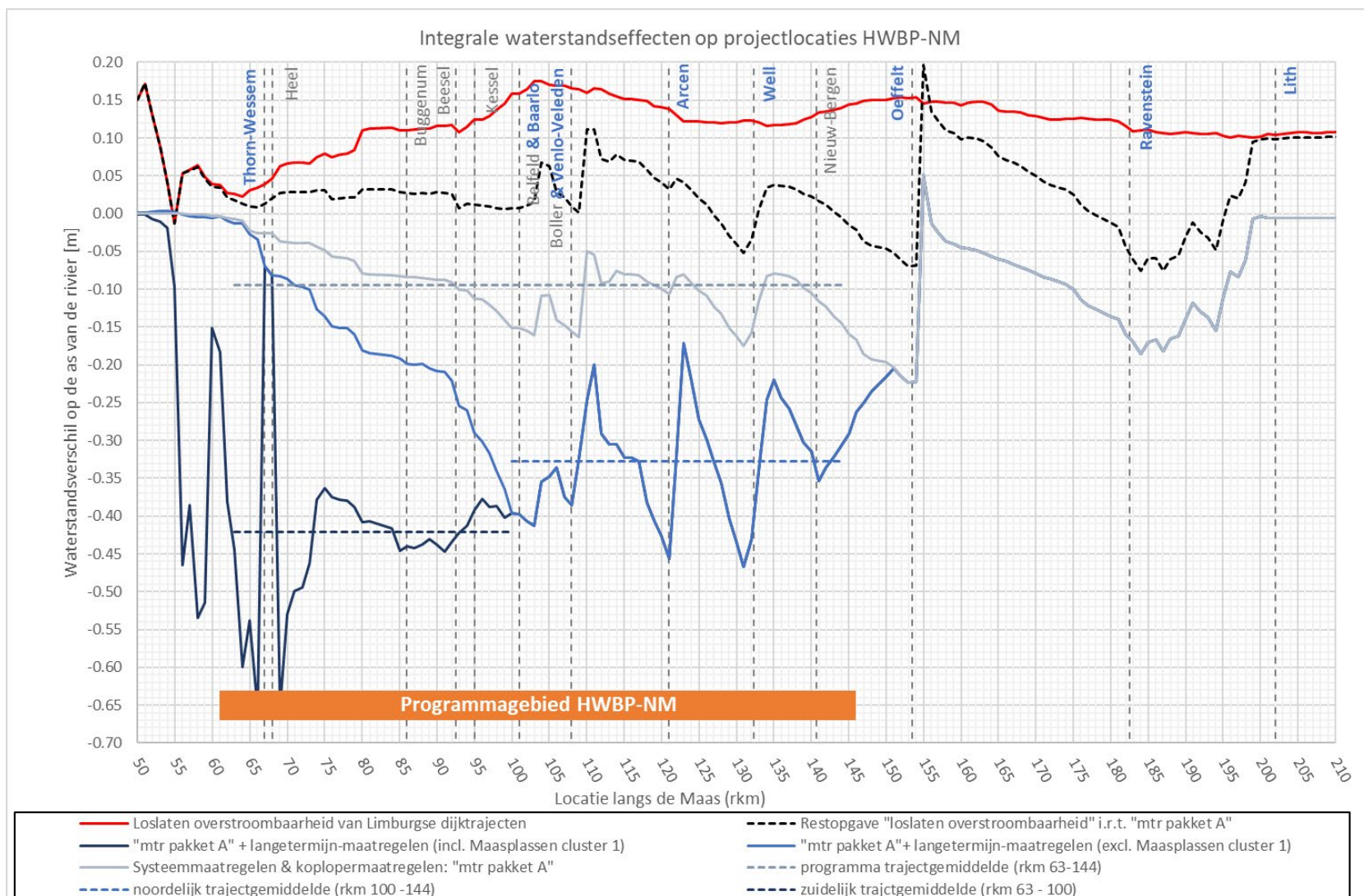


Figuur 2: Waterstandseffecen (individueel) van lange termijn-maatregelen op projectlocaties HWBP-NM bij een (piek)afvoer van $4.200 \text{ m}^3/\text{s}$

Ons kenmerk: 11424

HWBP Noordelijke Maasvallei





Figuur 3: Integrale waterstandseffecten in de vorm van gestapelde effecten uit blokkendoos op projectlocaties HWBP-NM m.b.t. systeemmaatregelen & koploperprojecten en lange termijn-maatregelen (in- en exclusief Maasplassen cluster 1)

Ons kenmerk: 11424

HWBP Noordelijke Maasvallei

