Bijlagenrapport

Projectnummer: 353939
Referentienummer: SWNL0212936-Bijlage
Datum: 29-9-2017

Bij Globaal Milieueffectrapport

Dijkversterking Tiel-Waardenburg (TiWa) en rivierverruiming Varik Heesselt (VaHe)

Sweco
Zernikestraat 17
5612 HZ Eindhoven
Postbus 1265
5602 BG Eindhoven

T +31 88 811 66 00
www.sweco.nl

Sweco Nederland B.V.
Eindhoven
Handelsregister 30129769
Statutair gevestigd te De Bilt

Anouk Meulenbroeks-Leppens
Milieuplanoloog
T +31 88 811 51 78
M +31 6 20 61 39 89

Bijlage 1 Begrippenkader

Aanleghoogte	Kruinhoogte van de waterkering onmiddellijk na het gereedkomen van de dijkversterking inclusief lokale toeslag voor zetting, klink en bodemdaling.
Afvoerverdeling	De verdeling van het water tussen de Rijntakken vanaf het Splitsingspuntengebied.
Alternatief	In de MER wordt een beperkt (smal) aantal kansrijke hoofdoplossingen, alternatieven genoemd, gepresenteerd die nader worden uitgewerkt in varianten.
Archeologie	De bestudering van menselijke geschiedenis door middel van de overblijfselen van materiële cultuur, de omgeving en van dierlijke resten.
Autonome ontwikkeling	Op zichzelf staande ontwikkeling die plaatsvindt als de voorgenomen activiteit niet wordt uitgevoerd. Er wordt rekening gehouden met de uitvoering van beleidsvoornemens waarover al besluitvorming heeft plaatsgevonden.
Benedenstrooms	Deel van de rivier waar het water heen stroomt.
Bevoegd Gezag	De overheidsinstantie die bevoegd is voor het m.e.r. (de provincie Gelderland).
Binnenberm	Extra verbreding aan de binnendijkse zijde van de dijk om het dijklichaam extra steun te bieden.
Buitenberm	Extra verbreding aan de buitendijkse zijde van de dijk om het dijklichaam extra steun te bieden en/of om de golfoploop te reduceren.
Binnendijks	Aan de kant van het land.
Binnenwaartse versterking	Dijkversterkende maatregelen aan de landzijde van de dijk.
BO	Bestuurlijk overleg.
Bovenstrooms	Deel van de rivier tegen de richting van de stroom in.
Bouwsteen	Technisch mogelijke manier om de dijk te versterken.
Buitendijks	Aan de kant van de rivier.
Buitenwaartse versterking	Dijkversterkende maatregelen aan de rivierzijde van de dijk.
Commissie m.e.r.	Onafhankelijke commissie die adviseert over de inhoud en kwaliteit van de informatie in milieueffectrapporten.

Compensatiemaatregelen of inpassingsmaatregelen	Maatregelen die nodig zijn voor een goede inpassing in de omgeving of om nadelige gevolgen voor natuur, water of ruimtelijke kwaliteit te voorkomen, beperken of compenseren.
Cultuurhistorie van het landschap	De wetenschap die zich bezighoudt met de ontstaansgeschiedenis van het landschap.
Damwand	Een grond- en/of waterkerende constructie die tot enkele meters in de bodem wordt aangebracht.
Deltaprogramma	Plannen van de Rijksoverheid ten behoeve van bescherming tegen overstromingen.
Dijk	Een waterkerend grondlichaam.
Dijkring	Een gebied dat beschermd wordt tegen buitenwater door een primaire waterkering of hoge gronden. Gebieden zijn als dijkringgebied aangewezen in de Waterwet.
Dijkvak	Het deel van de dijk dat in beschouwing wordt genomen.
Dijkversterking	Maatregelen om de kwaliteit van de dijken te verbeteren.
Dwarsstroming	Een stroming ongeveer haaks op het vaarwater of de te varen koers.
Habitat	Typische woon- of verblijfplaats van een planten- of diersoort.
Hoogwatergeul	Een door mensen gemaakte aftakking van de rivier die in geval van een extreem hoge waterstand een deel van het water op een gecontroleerde manier afvoert.
Gebiedsvisie	De gebiedsvisie schetst het ontwikkelperspectief voor het gebied (o.a. ter bevordering van de leefbaarheid, economie en ruimtelijke kwaliteit) in samenhang met het voorkeursalternatief voor hoogwaterveiligheid.
HWBP	Hoogwaterbeschermingsprogramma: Het HWBP bevat projecten die als doel hebben primaire waterkeringen te versterken die nu niet aan de wettelijke normen voldoen.
I&M	Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
Instroomopening	Deel van een hoogwatergeul waar het water de geul instroomt.
Intensieve teelt	Op intensieve wijze telen van groente, fruit, bloemen, planten, bomen, bollen of zaden.
KRW Kaderrichtlijn Water	Een Europese Richtlijn die voorschrift aan welke eisen de kwaliteit van het water dient te voldoen.

Kruin	Hoogste punt in het dwarsprofiel van het dijklichaam.
Kwel	Het uittreden van grondwater.
m.e.r.	Milieueffectrapportage, de procedure waarbij nagegaan wordt wat de gevolgen zijn voor het milieu van de voorgenomen activiteit.
Maatgevende waterstand	Waterstand die slechts één keer in een lange periode overschreden mag worden.
Meekoppelkansen	Meenemen van aanvullende doelstellingen van partners in de regio niet-zijnde waterveiligheid. Het zijn kansen om functies aan een hoogwaterveiligheidsmaatregel te koppelen die de ruimtelijke kwaliteit en leefbaarheid van een gebied versterken.
MER	Het milieueffectrapport. De beoordeling van de milieueffecten van de alternatieven en varianten.
MIRT	Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport.
MKBA	Maatschappelijke kosten- en batenanalyse. De beoordeling van de maatschappelijke effecten van de alternatieven en varianten.
Natura 2000	Een samenhangend netwerk van beschermde natuurgebieden op het grondgebied van de lidstaten van de Europese Unie. Dit netwerk wordt de hoeksteen van het EU-beleid voor behoud en herstel van biodiversiteit. Natura-2000 omvat alle gebieden die beschermd zijn op grond van de Vogelrichtlijn (1979) en de Habitatrichtlijn (1992). Beide richtlijnen zijn in Nederland opgenomen in de Natuurbeschermingswet.
Nieuwe normering	Wettelijke normering voor sterkte en hoogte van de dijken op basis van een risicobenadering.
NKO	Notitie Kansrijke Oplossingsrichtingen. De omschrijving en beoordeling van kansrijkheid van de aangereikte oplossingsrichtingen voor hoogwaterveiligheid.
NNN	Natuur Netwerk Nederland (voorheen; EHS, ecologische hoofdstructuur).
NURG	Nadere Uitwerking Rivierengebied.
Oplossingsrichting	De locatiespecifieke oplossingen die zijn aangedragen om de opgave van hoogwaterveiligheid op te lossen. In de eerste fasen van de verkenning tot en met de NKO werd gesproken over oplossingsrichtingen (in het MER wordt gesproken over alternatieven en varianten).
Overslag	Verschijnsel waarbij water over de kruin van de dijk het achterland inloopt omdat de te keren waterstand hoger is dan de kruin.

Piping	Water stroomt via een zandlaag onder een dijk door.
Projectgebied	Het gebied waar de voorgenomen activiteit zich afspeelt. Dit wordt gevormd door het dijktraject Tiel – Waardenburg en de hoogwatergeul.
Plangebied	Het plangebied is het gebied van het dijktraject Tiel-Waardenburg, de hoogwatergeul en het gebied daar tussen in (de dorpspolder).
Polder	Laaggelegen gebied van waaruit overtollige neerslag weggemalen moet worden.
Projectplan Waterwet	Wettelijke procedure om de aanleg of wijziging van een waterstaatswerk te regelen.
Provinciaal inpassingsplan	Een provinciaal bestemmingsplan.
Rivierverruiming	Het vergroten van de bergings- en afvoercapaciteit van de rivier door het verbreden en of verlagen van de uiterwaarden en de inzet van waterbergings- en retentiegebieden.
Studiegebied	Het studiegebied omvat het gebied waar als gevolg van de aanleg van een hoogwatergeul en de dijkversterking relevante effecten te verwachten zijn. Het is het plangebied en het gebied daarbuiten, waar (mogelijk) effecten optreden.
Uitstroomopening	Deel van een hoogwatergeul waar het water de geul uitstroomt.
Variant	Een alternatief geeft de hoofdrichting van een oplossing. Een alternatief kent binnen deze hoofdrichting verschillende keuzes (hoe wordt bijvoorbeeld de geul ingericht?). Dit noemen varianten.
Voorkeursalternatief (VKA)	Gekozen alternatief voor hoogwaterveiligheid
Voorkeursvariant dijkversterking	Ambtelijk en bestuurlijk gedragen ruimtelijke Voorkeursvariant (VKV) voor dijkversterking, passend binnen de VKA van de MIRT-verkenning.
Waterkering	Een dam, dijk, stormvloedkering of keermuur die (overtollig) water tegenhoudt.
Zetting	Verticale vervorming van grondlagen (zakking), hoofdzakelijk als gevolg van een extra aangebrachte bovenbelasting, de eigen massa en/of het uittreden van water.

Bijlage 2 Literatuurlijst

- Antea Group, Samenwerken aan hoogwaterveiligheid. Hoogwaterveiligheid in een samenspel van dijkversterking en rivierverruiming. Arnhem, november 2016.
- RAAP, Kader Ruimtelijke Kwaliteit en Conditionerende onderzoeken (RKC). Dijkverbetering Tiel – Waardenburg (TIWA): onderdeel aardkunde, archeologie en cultuurhistorie. Weesp, 3 mei 2016.
- Juust, Mobiliteitstoets TiWa. Dijkverbeteringstraject Tiel - Waardenburg. Kapelle, 25 april 2016.
- Geofoxx, Conditionerende onderzoeken: deelrapport: vooronderzoek bodem. Dijkverbetering Tiel - Waardenburg. Oldenzaal, 6 april 2016.
- Bombs Away, Vooronderzoek Conventionele Explosieven Dijkverbetering Tiel – Waardenburg. Gemeenten Tiel en Neerijnen. Utrecht, 4 mei 2016.
- Bosch Slabbers, Dijkverbetering Tiel – Waardenburg. Ruimtelijk Kwaliteitskader. Middelburg, augustus 2016.
- Sweco Nederland BV, Notitie Kansrijke Oplossingsrichtingen. Dijkversterking Tiel – Waardenburg en Rivierverruiming Varik – Heesselt. Houten, 2 mei 2017.
- Waterschap Rivierenland, Veiligheidsanalyse, veiligheidsopgave en scopebepaling dijkversterking Tiel – Waardenburg. Tiel, december 2016.
- Waterschap Rivierenland, Legger primaire waterkeringen. Tiel, juni 2016
- Bodemdata, www.bodemdata.nl. Geraadpleegd op 29 mei 2017.
- Provincie Gelderland, Omgevingsverordening Gelderland. Arnhem, juni 2017.
- Waterschap Rivierenland, Watersysteemrapportage 2015. Toestand en trends in kwantiteit en kwaliteit van het oppervlaktewater. Tiel, 5 juni 2015.
- Stichting voor Bodemkartering (STIBOKA), Bodemkaart van Nederland. Wageningen, 1968.
- Dinoloket, www.dinoloket.nl. Geraadpleegd op 29 mei 2017
- Provincie Gelderland, Atlas Gelderland (http://kaarten.gelderland.nl/viewer/app/AtlasGelderland). Geraadpleegd op 13 juni 2017.
- Bosch Slabbers, Gebiedsatlas dijkverbetering Tiel – Waardenburg. Middelburg, april 2016.

- Nederland fietsland. Overzichtskaart fietsknooppuntennetwerk (http://www.nederlandfietsland.nl/fietsrouteplanner). Geraadpleegd op 6 juni 2017.
- Brandweer Gelderland Zuid. https://www.brandweer.nl/gelderlandzuid/kazernes. Geraadpleegd op 6 juni 2017.
- Rijkswaterstaat, geluidsproductie rijkswegen (https://geoservices.rijkswaterstaat.nl/apps/pdokkaart/applicaties/geluidskaart). Geraadpleegd op 14 juni 2017.
- Atlas Leefomgeving, www.atlasleefomgeving.nl. Geraadpleegd op 13 juni 2017.
- Waterschap Rivierenland, Keur Waterschap Rivierenland 2014. Tiel, 2014.
- Risicokaart, www.risicokaart.nl. Geraadpleegd op 14 juni 2017.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Structuurvisie buisleidingen 2012 -2035. ’s-Gravenhage, 12 oktober 2012.

Bijlage 3 Uitgebreide beschrijving alternatieven c.q. varianten

Inleiding

Voor de ontwikkeling van de hoogwatergeul Varik - Heesselt en de dijkverbetering Tiel – Waardenburg dient een milieueffectrapport (MER) opgesteld te worden. In dit MER worden drie verschillende alternatieven onderzocht op hun milieueffecten. In voorliggende bijlage zijn drie verschillende alternatieven met binnen elk alternatief twee varianten onderzocht op hun milieueffecten. De basis voor de alternatieven c.q. varianten is gelegd in de Notitie Kansrijke Oplossingsrichtingen (NKO). In een aantal integrale sessies (april en mei 2017) met opdrachtgever, adviseurs van Sweco en andere deskundigen zijn ze verdiept en op passende en onderscheidende wijze uitgewerkt. Binnen het proces van de gebiedsvisie zijn de beelden eind juni 2017 gedeeld met omwonenden.

In het hoofdrapport van het MER worden de alternatieven en varianten beknopt beschreven. Voor de uitgebreidere beschrijving wordt de lezer verwezen naar deze bijlage.

Voorliggende MER is het Globaal MER. Dit betekent dat de beschrijving van de alternatieven c.q. varianten op hoofdlijnen plaatsvindt. In dit stadium van de planontwikkeling vindt dus geen gedetailleerde uitwerking van alternatieven c.q. varianten plaats, maar voor het beoordelen van criteria zijn wel van enkele uitgangspunten uitgegaan. Het gaat in dit stadium van het onderzoek en dus in dit Globaal MER echter om de hoofdkeuzes tussen alternatieven c.q. varianten. De uitwerking van de alternatieven c.q. varianten en de effectbeschrijving en beoordeling zijn daarop gericht in dit Globaal MER. Op basis van de resultaten van effectbeschrijvingen en beoordelingen wordt, mede op basis van kosten en opbrengsten en financierbaarheid, een Voorkeursalternatief aangegeven door de besturen van betrokken overheden. De verdere uitwerking vindt dan plaats in het vervolg op dit Globaal MER, namelijk het Specifiek MER. Die uitwerking vindt plaats voor het Voorkeursalternatief. Dan wordt een meer gedetailleerde beschrijving gemaakt van dit Voorkeursalternatief, vindt gedetailleerder onderzoek plaats en wordt ook een gedetailleerdere effectbeschrijving gemaakt. Zo wordt in het onderzoek en de besluitvorming steeds verder gedetailleerd en getrechterd.

Beschrijving alternatief 1: dijkversterking

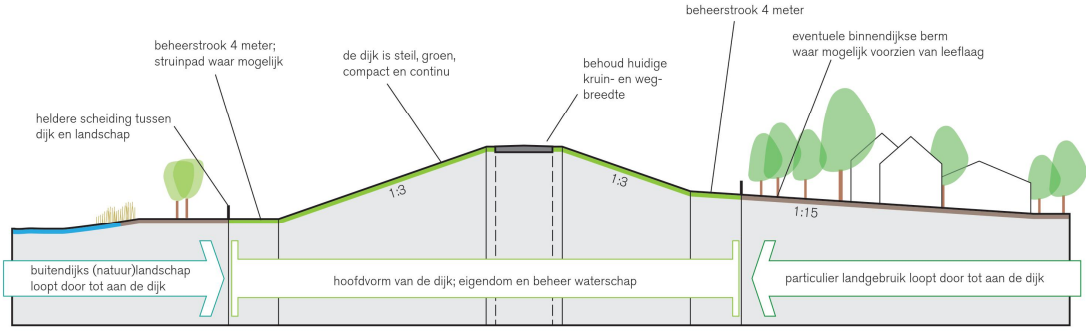
In dit alternatief is sprake van een traditionele dijkversterking waarbij de dijk wordt verhoogd en verbreed en het bestaande tracé en het tracéverloop van de Waalbandijk het uitgangspunt vormen voor de dijkversterking. Er is met name gekeken of een dijk binnenwaarts of buitenwaarts in grond kan worden versterkt, waar deze beide mogelijkheden beperkt zijn en andere dijkversterkingsmogelijkheden nodig zijn. Het uitgangspunt voor de dijkversterking overeenkomstig het HWBP is sober en doelmatig en dient tevens een robuuste oplossing voor het waterveiligheidsprobleem te zijn.
Voor de dijkversterking is de volgende redeneerlijn gehanteerd (bij de afzonderlijke beschrijvingen wordt hierop nader ingegaan):

- Binnendijks in grond versterken waar mogelijk.
- Als dit niet mogelijk is buitenwaarts in grond versterken.
- Wanneer zowel binnenwaartse als buitenwaartse dijkversterking niet mogelijk is, wordt uitgegaan van ruimtebesparend in grond, constructies of innovatieve oplossingen.

In het alternatief dijkversterking is sprake van 2 varianten:
- Variant 1a: een traditionele dijk;
- Variant 1b: een dikke dijk.

Variant 1a: een traditionele dijk

Het Ruimtelijk Kwaliteitskader voor de dijkversterking Tiel-Waardenburg vormt het richtinggevend kader voor de traditionele dijk in deze variant. Het binnendijkse landschap loopt door tot aan de dijk. Ook buitendijkse natuur- en landschapswaarden lopen door tot aan de dijk (zie figuur B2.1).



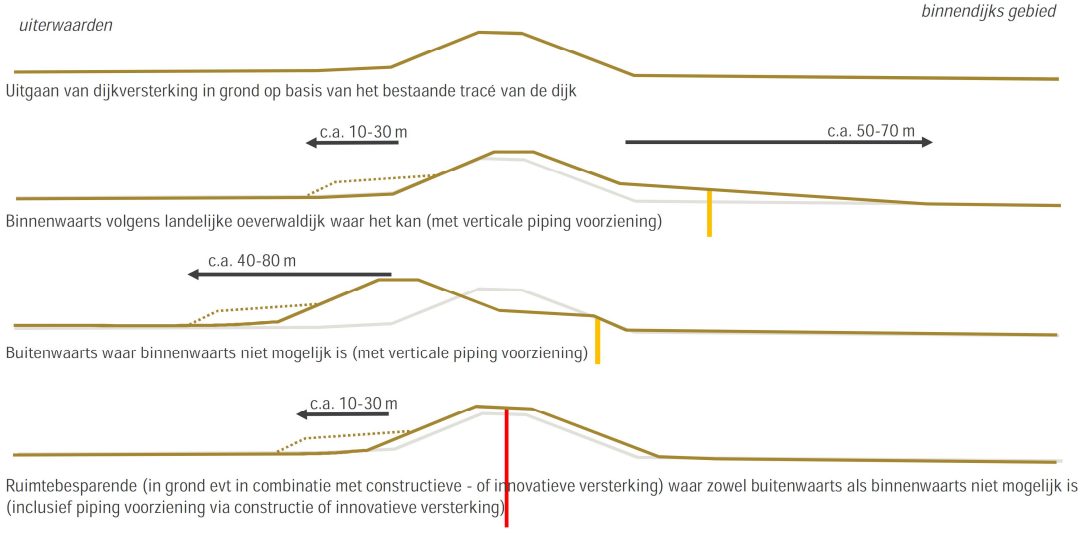
Figuur B2.1: principeprofiel voor dijkverbetering Tiel-Waardenburg (bron: Ruimtelijk Kwaliteitskader dijkverbetering Tiel-Waardenburg).

Naast de beheerstrook van ca 4 m dient conform de keur van het waterschap rekening te worden gehouden met circa 6 m profiel van vrije ruimte voor eventuele toekomstige uitbreiding/versterking van de dijk. Op het ruimtegebruik is dit laatste dus niet van invloed. De dijk heeft in de variant ‘traditionele dijk’ een relatief smalle kruin (minimaal 6 m breed of de breedte van de bestaande dijk wordt aangehouden) met taluds van 1:3. De dijk kent een benodigde hoogte bij zichtjaar 2075 die circa 0,20 meter tot 1 meter hoger is dan de dijk in de huidige situatie. In deze variant wordt de dijk in grond versterkt door binnendijks of buitendijks de bestaande dijk met grond aan te vullen zowel in hoogte als in de breedte. Daarbij worden steunbermen toegepast. Brede bermen zijn nodig om piping (dat is de stroming van zand van buitendijks naar binnendijks waardoor de waterkering kan bezwijken) te voorkomen.
Binnendijks, aansluitend op de steunberm van de dijk wordt rekening gehouden met een ‘profiel van vrije ruimte’ van vooralsnog 6 meter breed om de benodigde ruimte voor toekomstige dijkversterkingen vast te leggen. Ook wordt verwacht dat er steunbermen aan de buitenzijde nodig zijn.

Voor de dijkversterking is de volgende redeneerlijn gehanteerd (zie ook de figuur B2.2):
- Binnendijks in grond versterken waar mogelijk.
- Als dit niet mogelijk is buitenwaarts in grond versterken.
- Wanneer zowel binnenwaartse als buitenwaartse dijkversterking niet mogelijk is, wordt gekozen voor ruimtebesparend in grond of met constructies of innovatieve oplossingen.

Ter plaatse van de landgoeddijk (zie figuur B2.3) is sprake van belangrijke cultuurhistorische- en natuurwaarden aan beide zijden van de dijk. Daarom wordt zowel

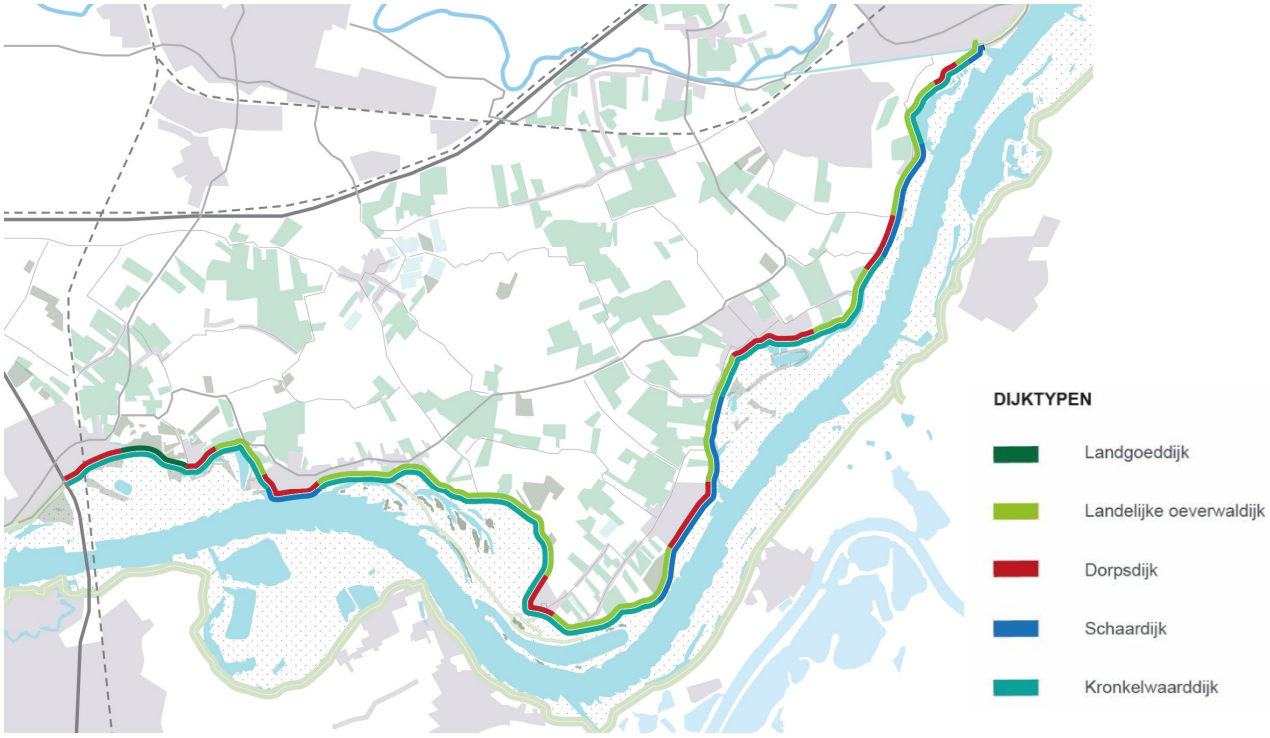
binnendijkse -als buitendijkse dijkversteking beschouwd om de effecten tegen elkaar af te kunnen wegen en inzicht te krijgen wat de best passende maatregelen zijn. Constructieve of innovatieve oplossingen als maatregel horen daar ook bij.



Figuur B2.2: schematische weergave basisprincipe redeneerlijn traditionele dijkversterking met indicatie steunberm aan buitenzijde en indicatie ruimtebeslag

1. Binnenwaartse dijkversterking

In principe wordt uitgegaan voor een binnenwaartse dijkversterking. Hierbij wordt aangesloten op het Ruimtelijk Kwaliteitskader waarin binnenwaartse versterking als inpassingsprincipe is aangegeven waar sprake is van het dijktype 'landelijke oeverwaldijk' (zie figuur B2.3) het landschap moet doorlopen tot aan de dijk. Daarom wordt gekozen voor een landschapsberm bij de dijk met een flauw talud van 1:15 à 1:20, aansluitend op het binnendijktalud. De berm kan in principe, onder voorwaarden, weer uitgegeven worden of terug worden gegeven aan de omgeving (met een leeflaag). De buitendijkse teen van de huidige dijk verschuift niet (zonder rekening te houden met een steunberm). Dit betekent binnenwaarts een relatief groot ruimtebeslag waardoor dit niet op alle locaties mogelijk is. De berm kan in principe, onder voorwaarden, weer uitgegeven worden of terug worden gegeven aan de omgeving (met een leeflaag). Het wordt uitgegeven tot 4 meter uit de knik van het talud naar de berm. De buitendijkse teen van de huidige dijk verschuift niet (zonder rekening te houden met een steunberm).



Figuur B2.3: dijktypen (bron: Ruimtelijk Kwaliteitskader dijkverbetering Tiel-Waardenburg)

2. Buitenwaartse dijkversterking

In het ruimtelijk kwaliteitskader wordt uitgegaan van zoveel mogelijk behoud van woningen. Als de dijk niet binnenwaarts versterkt kan worden vanwege de aanwezigheid van dorpen en bebouwingsclusters en herbouw van dergelijke grote aantallen niet realistisch (technisch, financieel, maatschappelijk) is, dan wordt een buitenwaartse versterking aangehouden. Hierbij wordt de as van de bestaande dijk buitenwaarts verschoven. De mate van buitenwaartse verschuiving is afhankelijk van de binnendijkse bebouwing en de situering ten opzichte van de rivier. Wanneer natuurwaarden worden geraakt zal dit in het MER als effect beschreven worden en gemitigeerd of gecompenseerd moeten worden.

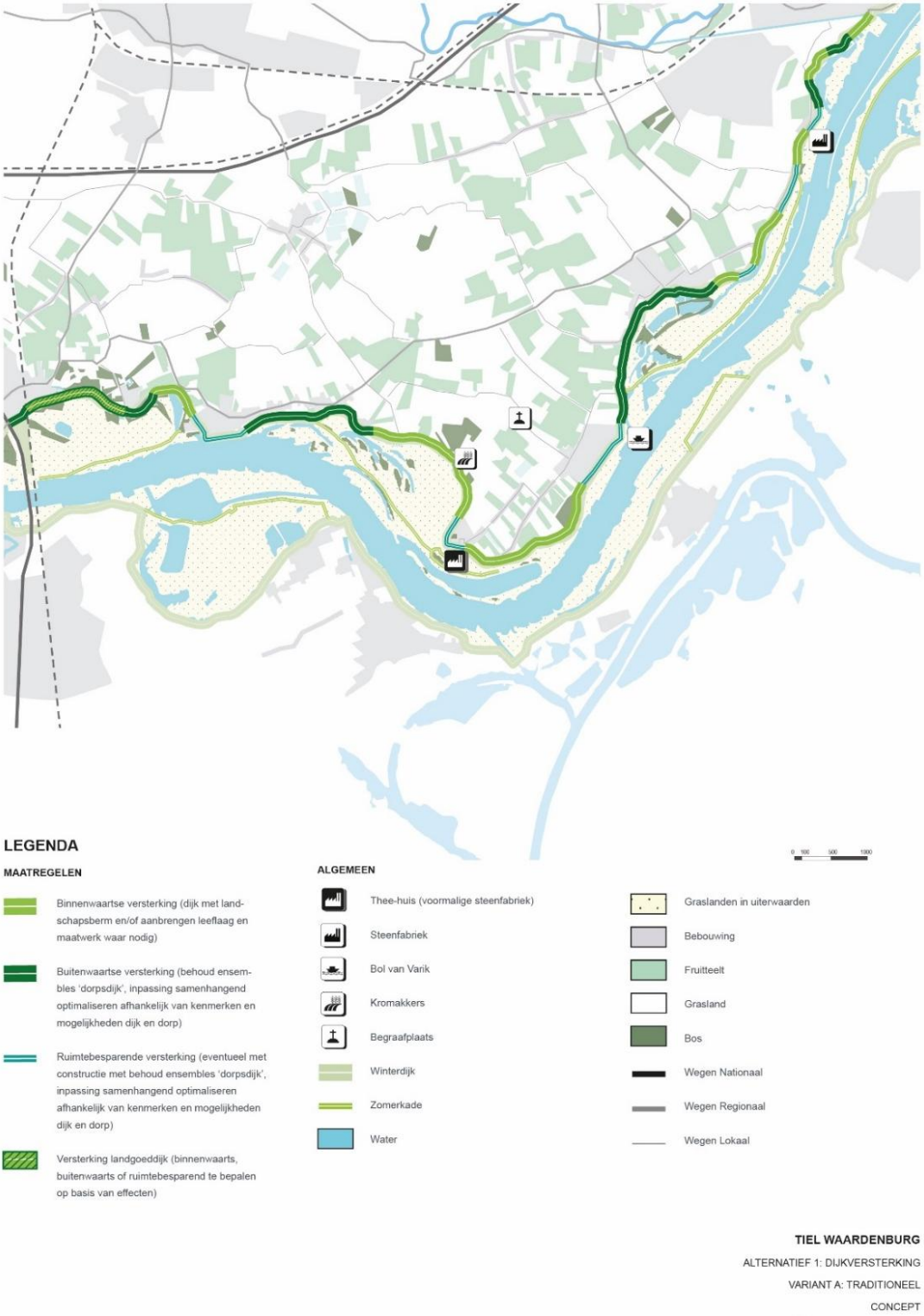
Waar sprake is van het dijktype ‘landelijke oeverwaldijk’ (zie figuur B2.3) wordt een dijk met een flauw talud (1:15 a 1:20) toegepast, aansluitend op het binnendijktalud. De berm kan in principe, onder voorwaarden, weer uitgegeven worden of terug worden gegeven aan de omgeving (met een leeflaag). Van deze manier van buitenwaarts versterken is uitgegaan ten oosten van Opijnen en ten westen van Ophemert.

Ter plaatse van het dijktype ‘dorpsdijk’ (zie figuur B2.3) wordt bij buitenwaartse versterking de dijk juist zo dicht mogelijk bij de bebouwing gehouden, waarbij de tuinen en het gebruik ook in de nieuwe situatie, door lopen tot aan de dijk. Deze inpassing heeft als doel de samenhang tussen dijk en dorp te behouden; het wordt behandeld als een ‘ensemble’. De dijk wordt ingepast afhankelijk van de kenmerken van de dijk en de dorpen. Van deze manier van buitenwaarts versterken is uitgegaan bij Waardenburg, bij Neerijnen, het bebouwingscluster tussen de Esterweg en de Waalbandijk, bij Ophemert, ten noorden van de steenfabriek en bij het bebouwingscluster bij Passewaaij.

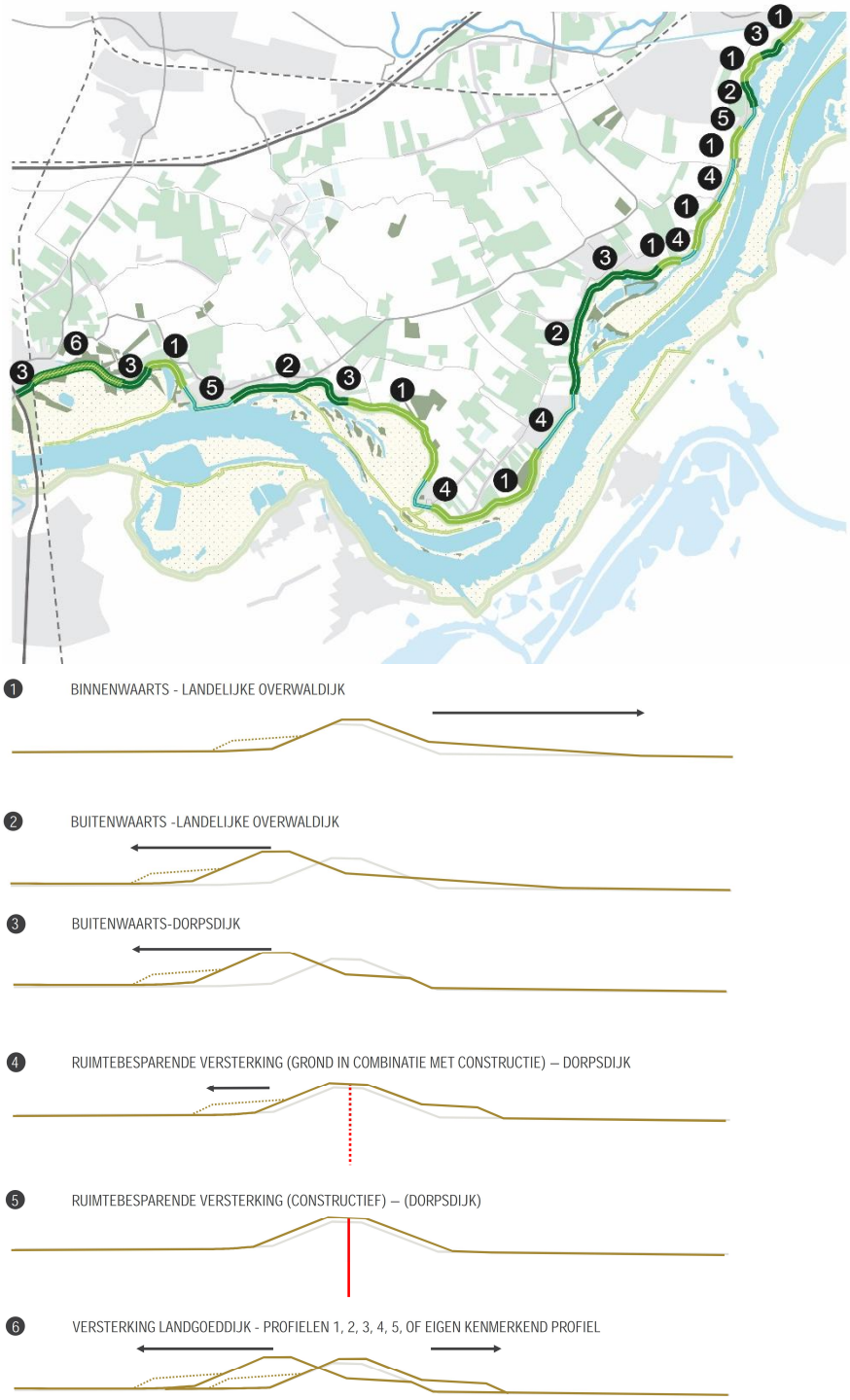
3. Ruimtebesparende versterking
Wanneer buitenwaartse versterking niet mogelijk is in verband met rivierkundige eisen (dicht bij stroombed), wordt de versterking gerealiseerd met zo min mogelijk ruimtebeslag buitendijks. Dit kan door middel van een dijkversterking in grond in combinatie met een constructie of een geheel constructieve versterking. Hierbij is het van belang dat sprake is van een ruimtelijk samenhangend geheel. Van deze ruimtebesparende versterking is uitgegaan bij Opijnen, Heesselt, Varik, het bebouwingscluster ten oosten van Ophemert waar de Waalbandijk naar buiten buigt, bij Zennewijnen en bij de steenfabriek.

4. Bebouwing
Het streven is om de aanwezige woningen (zowel binnendijkse als buitendijkse locaties) zoveel mogelijk te laten staan. Waardevolle bebouwingsensembles worden behouden waardoor dorpen hun nauwe relatie met de dijk houden. Bij monumenten zal gezocht worden naar maatwerkoplossingen. Als de positie van een huis niet past in de dijkversterking dan wordt geprobeerd het huis te behouden door bijvoorbeeld te herbouwen of door op te vijzelen. Mogelijk dienen (in afstemming tussen waterschap en de eigenaren) ten behoeve van de dijkversterking ook woningen gesloopt te worden.

5. Compensatie en mitigatie
Wanneer natuurwaarden worden geraakt zal dit gemitigeerd of gecompenseerd moeten worden. Compenseren is het vervangen van waarden die verloren gaan door deze op een andere locatie te realiseren zoals oppervlak voor de rivier. Mitigeren is het treffen van maatregelen om effecten te verzachten.
Indien bij de effectbeschrijving in het Globaal MER blijkt dat compensatie nodig is voor natuur en de omvang daarvan is bepaald, wordt bij rekening gehouden met de mogelijkheden die de uiterwaarden daarvoor bieden. Wanneer het binnendijkse watersysteem wordt aangetast zal mitigatie danwel compensatie hiervan binnendijks plaatsvinden.
De compensatie van hydraulische effecten in de uiterwaarden wordt gezocht in de vorm van de aanleg van (droge) geulen, verdieping van geulen of door maaiveldverlaging. Bij de benodigde compensatie wordt ingespeeld op de natuurlijke ondergrond en historische opbouw door het reliëf te volgen, door oude stroomgeulen en restanten van het historisch riviersysteem te volgen en door inpassing in de (verkavelings)structuur. De compenserende maatregelen worden opgebouwd vanuit ruimtelijke kenmerken en elementen van de uiterwaarden.



Figuur B2.4 variant 1a 'traditionele dijkversterking'



Figuur B2.5 schematische weergave locatie profielen variant 1a 'traditionele dijkversterking'

Variant 1b: een dikke dijk

In deze variant is sprake van een ‘dikke dijk’ (zie figuur B2.6). In het ‘plan Waalzinnig’ is het concept van de dikke dijk benoemd. De dijk heeft een brede kruin (circa 40 meter breed) zodat de dijk niet kan doorbreken en overslagbestendig is. Op deze manier worden ook de faalmechanismen stabiliteit binnenwaarts en buitenwaarts voor zeer lange periode opgelost. De dijk heeft taluds van 1:3 en een kruinhoogte die ongeveer gelijk is aan de kruin van de huidige dijk. Dit is mogelijk omdat een brede kruin de toeslag op de hoogte die normaal voor overslag bij een traditionele dijkversterking wordt meegerekend voor overslag van water, onnodig maakt. De dijk is in de toekomst eenvoudig uitbreidbaar in hoogte om te voldoende aan veiligheidsnormen wanneer dit noodzakelijk blijkt. Bij de toepassing van een dikke dijk blijft de ondergrond onder de dijk intact. De verdikking van de dijk wordt uitgevoerd door toepassen van klei, om de stabiliteit te garanderen. Aansluitend op het binnentalud is 4 meter werkruimte benodigd. De totale fysieke breedte van de dijk van teen tot teen bedraagt circa 80-100 meter. Overigens is nog geen rekening gehouden met ruimte benodigd voor op- en afritten hetgeen gezien het relatief steile talud bijzondere aandacht zal vragen bij de inpassing.

Vanwege de dikke kruin van de dijk kan de waterkering meerdere functies vervullen, bijvoorbeeld voor recreatieve verbindingen of ruimtelijke ontwikkelingen (inpassing vindt plaats op basis van de uitgangspunten en benoemde ontwerpopgaven in het Ruimtelijk Kwaliteitskader).

Figuur B2.6: schematische weergave principeprofiel van de ‘dikke dijk’

In deze variant wordt de dijk in grond versterkt door binnendijks of buitendijks klei tegen de dijk aan te brengen. In principe geldt ook hier de redeneerlijn waarbij in eerste instantie wordt gekozen voor een binnenwaartse dijkversterking met maatwerk voor knelpunten zoals huizen en op- en afritten. Maatwerk voor knelpunten zoals huizen en op- en afritten is hier lastiger dan bij de traditionele dijk vanwege het steile talud van de dijk.

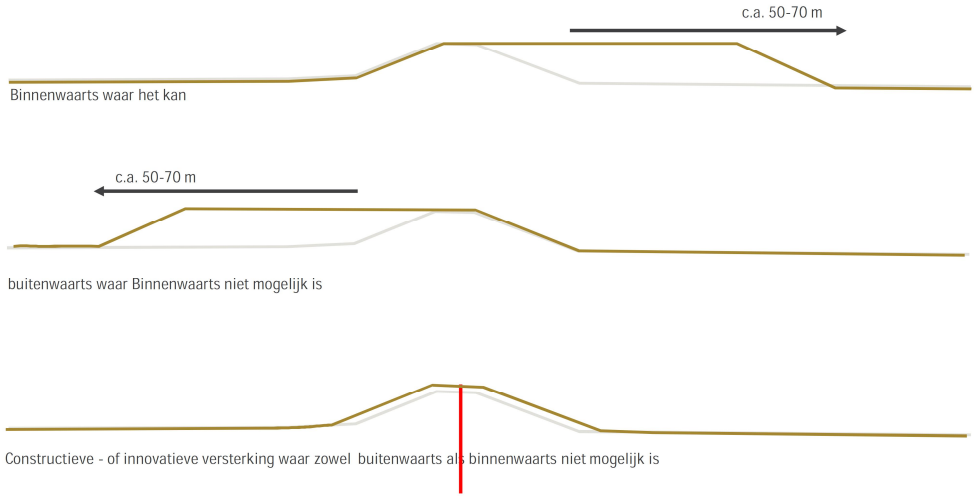
In het Ruimtelijk Kwaliteitskader wordt uitgegaan van zoveel mogelijk behoud van woningen. Wanneer binnenwaartse dijkversterking niet mogelijk is vanwege dorpen en bebouwingsclusters en herbouw van dergelijke grote aantallen niet realistisch (technisch, financieel, maatschappelijk) is of daar waar de verdikking van de dijk gerealiseerd wordt, dan wordt een buitenwaartse dijkversterking aangehouden. Hiervan wordt uitgegaan bij Waardenburg, Neerijnen, ten westen van Opijnen (met een later toe te spitsen dikke dijk bij het Bitumarin-terrein), het bebouwingscluster tussen de Esterweg en de Waalbandijk, bij Heesselt, Varik tot Ophemert, het bebouwingsclusters ten oosten van Ophemert, Zennewijnen, ten noorden van de steenfabriek, en bij het bebouwingscluster van Passewaaij.

De dikke dijk is als concept zo consequent mogelijk toegepast. Het concept gaat uit van een breed grondlichaam. Waar een grondlichaam onmogelijk is vanwege scheepvaart en het stroombed wordt geraakt, kan alleen een constructie worden toegepast om de gehele dijk op een zelfde veiligheidsniveau te krijgen. Dat mogelijk een compensatie voor rivierruimte en natuur nodig is, is een logisch gevolg van het concept dikke dijk (zou rekening gehouden worden met het niet verder of beperkt vernauwen van de ruimte tussen de Waaldijk aan de Noordzijde en aan de Zuidzijde, dan zal een groot deel van de versterking uit constructies bestaan, dit past niet binnen het concept en is niet realistisch).

Het aanbrengen van een dikke dijk is niet toepasbaar over het gehele traject. Als buitenwaartse versterking niet mogelijk is dan wordt een constructie toegepast conform de principes van een doorbraakvrije dijk. Hiervan is sprake bij:

- grote negatieve rivierkundige effecten: verdere vernauwing van het stroombed van de rivier waardoor extra opstuwing wordt verwacht met effecten voor scheepvaart en morfologie;
- specifieke eigendomssituaties: ter plaatse van de steenfabriek en mogelijk bij het terrein van Bitumarin.

Doorbraakvrije constructies (gecontroleerd falen door overstromen) worden aangelegd voor een overstromingskans van 1:100.000 (uitgaande van een vaker gehanteerd uitgangspunt van 10 maal zwaarder dan de ondernorm van 1:10.000). Constructieve versterking wordt voorgesteld bij Opijnen, en de steenfabriek bij Zennewijnen.



Figuur B2.7: Schematische weergave basisprincipe redeneerlijn dikke dijk

<u>1. Bebouwing</u>

Bij de dijkversterking is het streven om de woningen (zowel binnendijkse als buitendijkse locaties) zo veel mogelijk te laten staan. Waardevolle bebouwingsensembles worden behouden waardoor dorpen hun nauwe relatie met de dijk houden. Bij monumenten zal gezocht worden naar maatwerkoplossingen. Als de positie van een huis niet past in de dijkversterking dan wordt geprobeerd het huis te behouden door bijvoorbeeld te herbouwen of te vijzelen. De kruin van de dijk biedt daarvoor een passende vestigingsplaats. Mogelijk dienen (in afstemming tussen waterschap en eigenaren) ten behoeve van de dijkversterking ook woningen gesloopt te worden.

2. Compensatie

Indien bij de effectbeschrijving in het Globaal MER blijkt dat compensatie nodig is voor natuur en de omvang daarvan is bepaald, wordt rekening gehouden met de mogelijkheden die de uiterwaarden daarvoor bieden. Wanneer het binnendijkse watersysteem wordt aangetast zal compensatie danwel mitigatie hiervan binnendijks plaatsvinden.

Compensatie van hydraulische effecten door buitenwaartse versterking wordt gezocht in de aanleg van geulen, verdieping van geulen of door maaiveldverlaging in de uiterwaarden. In principe worden droge geulen gerealiseerd. Bij een tekort aan grond zal van droge geulen naar natte geulen worden overgegaan. Ook kunnen nieuwe killen gerealiseerd worden (dit levert bodemmateriaal op) deels als herstelmaatregelen van de bestaande killen die verloren gaan.

Bij de benodigde compensatie wordt ingespeeld op de natuurlijke ondergrond en historische opbouw door het reliëf te volgen, door oude stroomgeulen en restanten van het historisch riviersysteem te volgen en door inpassing in de (verkavelings)structuur. De compenserende maatregelen worden opgebouwd vanuit ruimtelijke kenmerken en elementen van de uiterwaarden.

De hydraulische effecten van de dikke dijk zijn mogelijk ook te compenseren door een dijkteruglegging tussen Varik en Heesselt toe te passen. Om de vergelijking met traditionele dijk zuiver te houden en het concept en de gevolgen van de dikke dijk consequent in beeld te brengen wordt dijkteruglegging op voorhand in deze variant niet toegepast. Na het bepalen van effecten zal blijken of sprake is van nut/noodzaak van combinatie met dijkteruglegging.

Figuur B2.8 variant 1b dikke dijk

Beschrijving alternatief 2 Dijkversterking met binnendijkse rivierverruiming door realisatie van een Hoogwatergeul tussen Varik en Heesselt.

Inleiding
Met de realisatie van een Hoogwatergeul (HWG) wordt gestreefd naar een waterstandsdaling van ten minste 40 cm bovenstrooms van de hoogwatergeul. Daarbij is uitgegaan van een Bovenrijnafvoer van 16.000m^3/s bij Lobith. Voor wat betreft de inrichting is in de Notitie Kansrijke Oplossingsrichtingen aangegeven dat wordt uitgegaan twee varianten voor wat betreft de inrichting:

Variant 2A. inrichting gericht op economie en landbouw
Variant 2B. inrichting gericht op natuur

Voor een beter begrip van de HWG en de wijze waarop de varianten binnen dit alternatief zijn uitgewerkt volgt hier eerst een algemene toelichting op het principe van de HWG.

1. Hydraulisch principe
Een belangrijke eis vanuit Rijkswaterstaat, als beheerder van de rivier de Waal, is dat de geul niet vaker meestroomt dan 1 keer per 15 jaar vanwege de invloed op de morfologie en bevaarbaarheid van de Waal. Een waterstand van NAP +8,79 m op de Waal nabij de instroom in de Stiftsche Uiterwaard heeft een herhalingstijd van eens in de 15 jaar. Voor de ligging en dimensionering van de hoogwatergeul wordt in deze fase aangesloten bij de eerdere modelberekeningen die zijn uitgevoerd door HKV (VHb5, verkenning hoogwaterstandsverlagend effect, september 2016). Hierbij waren de berekeningen gericht op een zodanige dimensionering dat een waterstandsdaling van circa 40 cm mogelijk blijkt bij een Bovenrijnafvoer van 16.000 m^3/s.

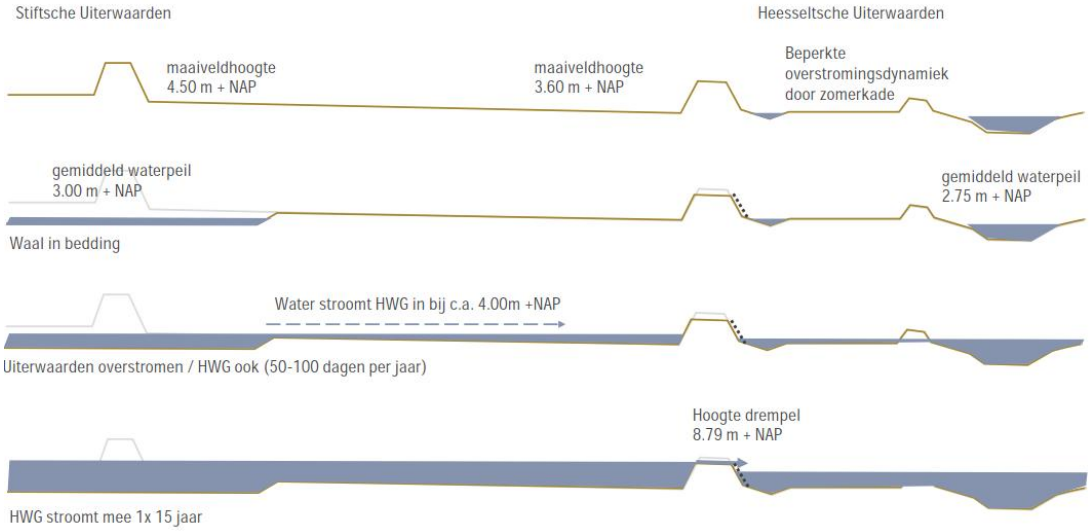
Het principe van dit model is een instroomgeul in directe verbinding met de Waal door een verlaging van de Stiftsche Uiterwaarden tot in de hoogwatergeul waarbij een deel van de Waalbandijk wordt verwijderd. Dit laatste is nodig omdat de hoogwatergeul een versmalling vormt en de stroming hier sterk toeneemt en de erosie en ondermijning van de dijken als gevolg hiervan te voorkomen. Daarbij is uitgegaan van afgraving van het maaiveld vanaf de huidige Waalbandijk bij de Stiftsche Uiterwaarden tot ca 400 m binnendijks. De afgravingsdiepte bedraagt circa 4 m vanaf het huidige maaiveld, tot NAP +0 m. Hierdoor ontstaat een zgn. versmalde instroom (flessenhals) waarin permanent water staat.

De breedte van de geul dient tenminste 400 m te zijn. Dit betekent dat de totale breedte inclusief de langs de HWG te realiseren nieuwe (hoogwatergeul)dijken circa 600 m breed is. In het ontwerp zoals dat is voorzien in de studie van HKV is het huidige maaiveld aangehouden. Dat ligt bovenstrooms in de hoogwatergeul op ongeveer NAP + 4.00m. Dit niveau wordt bij de uitstroom overschreden bij een debiet van circa 3.160 m^3/s (bij Lobith) en bij de inlaat van de geul bij een debiet van 2.360 m^3/s (bij Lobith). Hierdoor zal de hoogwatergeul circa 50-100 dagen per jaar onder water staan.

Aan het einde van de hoogwatergeul is in het model een waterkerende maatregel (bijv. een drempel) aangebracht met een hoogte van NAP +8,79 m op de dijk bij de Heesseltsche Uiterwaarden die er voor zorgt dat het water niet vaker dan eenmaal per 15 jaar

meestroomt. Als het water in de hoogwatergeul tot boven het niveau van de waterkerende maatregel stijgt, gaat de hoogwatergeul rivierwater afvoeren en stroomt het via de Heesseltsche Uiterwaarden in de Waal.

De werking van de hoogwatergeul is onderstaand verbeeld met enkele doorsneden.



Figuur B2.9 schematische weergave principe functioneren hoogwatergeul

2. Situering

Voor de situering van de hoogwatergeul is in de eerste plaats aangesloten bij het eerder uitgevoerde MIRT-onderzoek (okt 2015) waarbij de opening voor de instroom van rivierwater zodanig is bepaald dat bestaande bebouwing langs de parallel lopende Uilenburgsestraat en de Achterstraat behouden blijven. Hierbij is rekening gehouden met ruimte tussen de Uilenburgsestraat/Achterstraat en de nieuwe dijken van de hoogwatergeul zodat een redelijke/voldoende kavel met tuin resteert voor deze woningen. Een bredere instroomopening zou leiden tot een grotere waterstandsdaling. Dit is eerder in onderzoeken betrokken maar daarvoor is in eerdere instantie niet gekozen vanwege de grote impact op de omgeving. Door de totale breedte van de instroomopening van 600m (incl. de hoogwatergeul dijken) aan te houden wordt aangesloten bij de eerdere uitgangspunten en eerdere communicatie in het gebied en worden de grenzen van het vastgelegde gebied van het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro[1]) niet overschreden. In figuur B3.2 is de Barrogrens met rood aangegeven.

[1] Klimaatverandering en toekomstige hogere rivierafvoeren maken dat uit voorzorg ruimte wordt behouden om in de toekomst maatregelen op het gebied van waterveiligheid te kunnen treffen. Daartoe zijn verschillende gebieden langs de grote rivieren aangewezen die worden gereserveerd voor toekomstige maatregelen. De aanwijzing van die gebieden is vastgelegd in het Besluit algemene regels ruimtelijke ordening (Barro) en de daarbij behorende kaart. Hiermee worden deze gebieden planologisch beschermd.

Figuur B2.10 Barro begrenzing

Het tracé van de hoogwatergeul volgt vervolgens als principe de hoofdstructuur van het cultuurlandschap. Waar mogelijk is een overdimensionering in oppervlakte grond voor de hoogwatergeul gerealiseerd zodat het streven en 'liefst' meer wordt nagevolgd. De overdimensionering zorgt tevens voor een robuust systeem met marge die beperking van de waterstandsdaling, bijvoorbeeld door begroeiing of andere onvoorziene weerstanden in de hoogwatergeul, op kan vangen.

Vanaf de noordelijk gelegen Bommelsestraat is een afstand aangehouden van circa 150 meter; een bruikbare kaveldiepte zowel landbouwkundig als particulier in het landelijk gebied (bron Gebiedsvisie) met voldoende afstand tot nieuwe dijk. Bij de zuidelijke nieuwe (hoogwatergeul)dijk is uitgegaan van de ambitie van het behouden van de Dorpspolder Varik/Heesselt van voldoende formaat (bron Gebiedsvisie). Daarbij zijn in de dorpspolder een aantal te behouden bestaande kwaliteiten aangegeven als 'dwangpunten'. De meest bepalende zijn de kromakkers bij Heesselt en de begraafplaats van Varik. Daarnaast is bij de bepaling van de zuidelijke nieuwe dijk op hoofdlijnen rekening gehouden met het in stand houden van de functionaliteit van de dorpspolder door bestaande weg- en kavelsstructuren. Er is ervan uitgegaan het bebouwingscluster bij de Esterweg aan de dijk ten oosten van Opijnen buiten de hoogwatergeul te houden. Dit is in eerdere modellering ook aangehouden en overeenkomstig de redenatielijn van behoud van de bebouwing bij de Uilenbrugstraat en Achterstraat. De hoogwatergeul wordt benedenstrooms steeds breder, circa 800 meter inclusief de nieuw aan te leggen nieuwe(hoogwatergeul)dijk.

De begrenzing van de hoogwatergeul is in figuur B3.2 in oranje aangegeven. Deze begrenzing is in dit stadium van het project globaal van aard. Nadere studie na afronding van het Globaal MER moet leiden tot een exacte begrenzing van de nieuwe hoogwatergeuldijken en de versmalde instroom.

Om hydraulische effecten en de effecten van de verschillende inrichting van de hoogwatergeul met inrichting natuur en de inrichting landbouw goed te kunnen vergelijken is ervoor gekozen om de dimensionering van beide varianten gelijk te houden.

3. Elementen hoogwatergeul

1. Nieuwe (hoogwatergeul) dijk
De lengte van de hoogwatergeul en daarmee ook de nieuwe (hoogwatergeul) dijken is circa 3,2 km, de dijken hebben een hoogte van ruim 11 m + NAP, wat ten opzichte van het maaiveld een hoogte betekent van circa 7.5 m. De dijk heeft van teen tot teen een breedte van circa 100 m en een kruinbreedte van ongeveer 20 meter. Aan de buitenzijde zullen naar verwachting watergangen komen.

Figuur B2.11. Schematische weergave principeprofiel instroomgeul ter hoogte van de Uilenburgsestraat

2. Instroomgeul
De instroomgeul in de Stiftsche Uiterwaarden loopt door tot in de hoogwatergeul, is watervoerend en staat in directe verbinding met de Waal. De instroomgeul door de Stiftsche is circa 3 meter diep en circa 300m breed. Deze geul is voorzien in aansluiting op de reeds vergunde ontgronding in de uiterwaarden. Zoals eerder aangegeven heeft de versmalde instroomgeul (flessenhals) zelf een instroomopening van 400 m, waarvan 300 meter watervoerend en een diepte van circa 4 m. Vanwege de grote stroming wordt uitgegaan van een afstand tot de dijk van om en nabij de 50 meter om instabiliteit van het nieuwe en bestaande dijklichaam te voorkomen.

3. Waterkerende maatregel, bijvoorbeeld een drempel
In het model van HKV is voorzien in een drempel ter plaatse van de uitstroomopening van de hoogwatergeul. De hoogte van deze drempel is vastgesteld op 8.79 m+ NAP over de gehele lengte van de bestaande Waalbandijk tussen de twee nieuwe (hoogwatergeul) dijken met een lengte van ongeveer 800m. Dit betekent dat de bestaande dijk ter plaatse van de uitstroomopening van de hoogwatergeul verlaagd wordt met circa 2 meter. Door de realisatie van de drempel, plaats en met een hoogte van 8.79 m+ NAP wordt voldaan aan de (rivierkundige) eis van Rijkswaterstaat om te komen tot een meestroomfrequentie van de hoogwatergeul van maximaal 1/15jaar. Hoe breder de uitstroomopening, des te groter de doorstroomcapaciteit is en dus hoe groter de waterstandsdaling. Om erosie aan beide zijden van de drempel te voorkomen wordt de drempel voorzien van steenbekleding.

4. Brug
Voor de situatie dat de hoogwatergeul onder water staat is het noodzakelijk twee hoogwatervrije bruggen te realiseren met een hoogte die minimaal gelijk is aan de nieuwe dijkhoogte van de Waalbandijk. De noodzaak van twee te realiseren bruggen is afgeleid uit de eisen vanuit de Veiligheidsregio. Een tweede brug is vanuit veiligheid belangrijk, omdat een situatie met water in de nevengeul (ook zonder dreiging van een dijkdoorbraak of overstroming) wekenlang kan aanhouden en twee onafhankelijke routes in en uit het gebied een randvoorwaarde zijn voor:

- een effectieve hulpverlening (zowel het gebied in als uit);
- evacuatie van bewoners uit het gebied: bij hoogwater (juist vanwege de badkuip is een snelle evacuatie van levensbelang), maar ook bij andere ongevallen. Bijvoorbeeld bij een aanvaring op de Waal waarbij gevaarlijke stoffen betrokken zijn;
- de bereikbaarheid van de dijkring in het algemeen. Ook als één van de twee bruggen geblokkeerd/ dicht is, om welke reden dan ook, is de andere brug nog te gebruiken. Dat bevordert de zelfredzaamheid van de bewoners van het gebied.

5. Overige maatregelen
Omdat er ten gevolge van de aanleg van dijken verschillende afgesloten poldereenheden ontstaan is het noodzakelijk om gemalen te realiseren en het bestaande watersysteem ten noorden en ten zuiden van de hoogwatergeul aan te passen. De bestaande hoogspanningsmasten waarvan er drie in de hoogwatergeul komen te liggen zullen moeten worden voorzien van bescherming en worden opgehoogd zodat ze voldoende beschermd zijn tegen het water in de hoogwatergeul en veiligheid in verband met doorrijhoogte gegarandeerd worden.

Variant 2a: Hoogwatergeul Varik-Heesselt – economie en landbouw

1. Gewenste landbouw
In de landbouwvariant is het de wens om het gebied en het functioneren van de landbouw zo veel mogelijk in stand te houden. De hoogwatergeul wordt daarom met een landbouwfunctie een ‘onopvallende’ (bron Gebiedsvisie) en met zo weinig mogelijk functionele effecten geïntegreerd met het binnendijkse gebied. De huidige gronden en structuur binnen de hoogwatergeul worden daarom zo veel als mogelijk in stand gehouden. De functioneren van de dorpspolder Varik-Heesselt blijft zo veel als mogelijk gelijk aan de huidige situatie (bron Gebiedsvisie) en wordt waar mogelijk fysiek verbonden met de omgeving. Wel zijn maatregelen om nodig om het waterpeil op orde te houden en effecten zoals kwel te voorkomen.

Het zo optimaal mogelijk benutten van de hoogwatergeul voor de landbouw betekent dat de hoogwatergeul niet te vaak onder water mag staan en alleen in extreme hoogwatersituaties dienst moet doen. De eerder genoemde situatie dat de hoogwatergeul per jaar 50 a 100 dagen onder water staat en een meestroomfrequentie heeft van 1 keer per 15 jaar zijn problematisch voor de landbouw. Reëler is om uit te gaan van een overstromingsfrequentie van eens per “bedrijfsgeneratie” en daarmee van 1 keer per circa 50 jaar[2]. Dit komt overeen met een waterpeil in de Waal van NAP + 9,30 m. Dit uitgangspunt moet nader worden

[2] Dit is ook het principe zoals dit in de hoogwatergeul Veessen Wapenveld (en andere gebieden waarbij hoogwaterbescherming en landbouw samengaan) is toegepast om landbouw mogelijk te maken.

bepaald aan de hand van de in het kader van het MER uit te voeren hydraulische berekeningen.

In de toekomstige hoogwatergeul is het gebruik als weidebouw/veehouderij daarom een logisch uitgangspunt. Fruitteelt of andere hoge gewassen zorgen voor een te grote weerstand bij het meestromen van de hoogwatergeul en het meestromen heeft grote economisch gevolgen vanwege de onherstelbare schade aan de bomen. Dit betekent dat de huidige fruitteelt uit het gebied van de hoogwatergeul zal moeten verdwijnen. Weidebouw/veehouderij is de andere belangrijke landbouwactiviteit die het gebied kent. Hierop wordt daarom voortgebouwd. Om schade en weerstand in de hoogwatergeul te beperken worden opstallen zoals schuren en woningen buiten de hoogwatergeul gehouden.

Principeprofiel HWG economie en landbouw

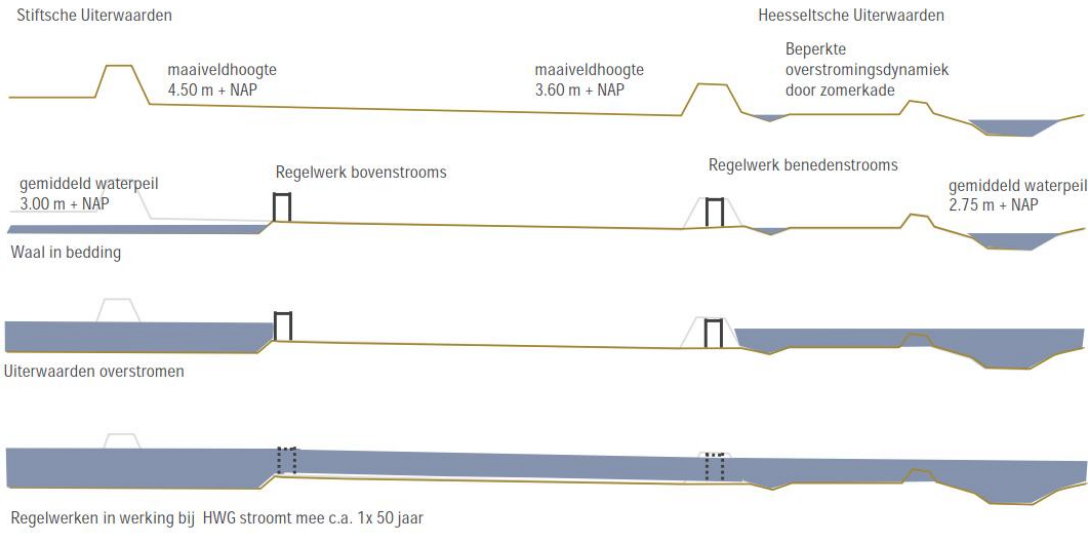
Figuur B2.12 Schematische weergave principe doorsnede hoogwatergeul – Landbouw (400m breedte)

2. Functioneren hoogwatergeul van de landbouwvariant

Om te voorkomen dat de hoogwatergeul 50 a 100 dagen per jaar onder water staat en om het meestromen te beperken tot 1 keer per 50 jaar is het nodig dat niet alleen aan de uitstroomzijde, maar ook aan de instroomzijde van de hoogwatergeul een waterkerende maatregel wordt gerealiseerd. Voor voldoende afvoer geven vaste drempels te veel weerstand en wordt de nagestreefde waterstandsdaling niet voldoende bereikt[3]. Deze weerstand kan worden opgeheven door regelwerken in plaats van drempels toe te passen. Er is bij de berekening van de waterstandsdaling uitgegaan van een balgstuw aan de instroomzijde, omdat deze goed regelbaar is. Valmuren zijn ook een optie maar deze zijn minder beheersbaar. De waterkerende maatregel dient te worden uitgevoerd over de volle breedte van de instroomopening van 400m, zowel beneden- als bovenstrooms. Aan de instroomzijde valt de waterkerende maatregel samen met het einde van de zgn. flessenhals. Aan de uitstroomzijde kan de locatie samenvallen met de ligging van de huidige Waalbanddijk. De lokale wegenstructuur blijft behouden, met dijkovergangen over de nieuwe dijk. De brugverbindingen naar/van de dorpspolder kunnen via de waterkerende maatregelen verlopen.

De hydraulische berekeningen dienen uit te wijzen of de inschattingen op basis van expert judgement correct zijn. Onder meer zal worden onderzocht of het mogelijk is benedenstrooms met een vaste drempel te werken. Het principe van het functioneren van de hoogwatergeul met landbouw is geschetst in figuur B2.13.

[3] Om het meestromen van eens in de 50 jaar te kunnen borgen dient een bovenstroomse waterpeil van circa NAP +9.40m te kunnen worden gekeerd en dient de benedenstroomse drempel een waterstand van circa NAP +8.10 m te kunnen keren. Op basis van expert judgement is ingeschat dat bij het toepassen van vaste drempels geen 40 cm maar minder dan 30 cm hoogwaterstandsdaling wordt bereikt.



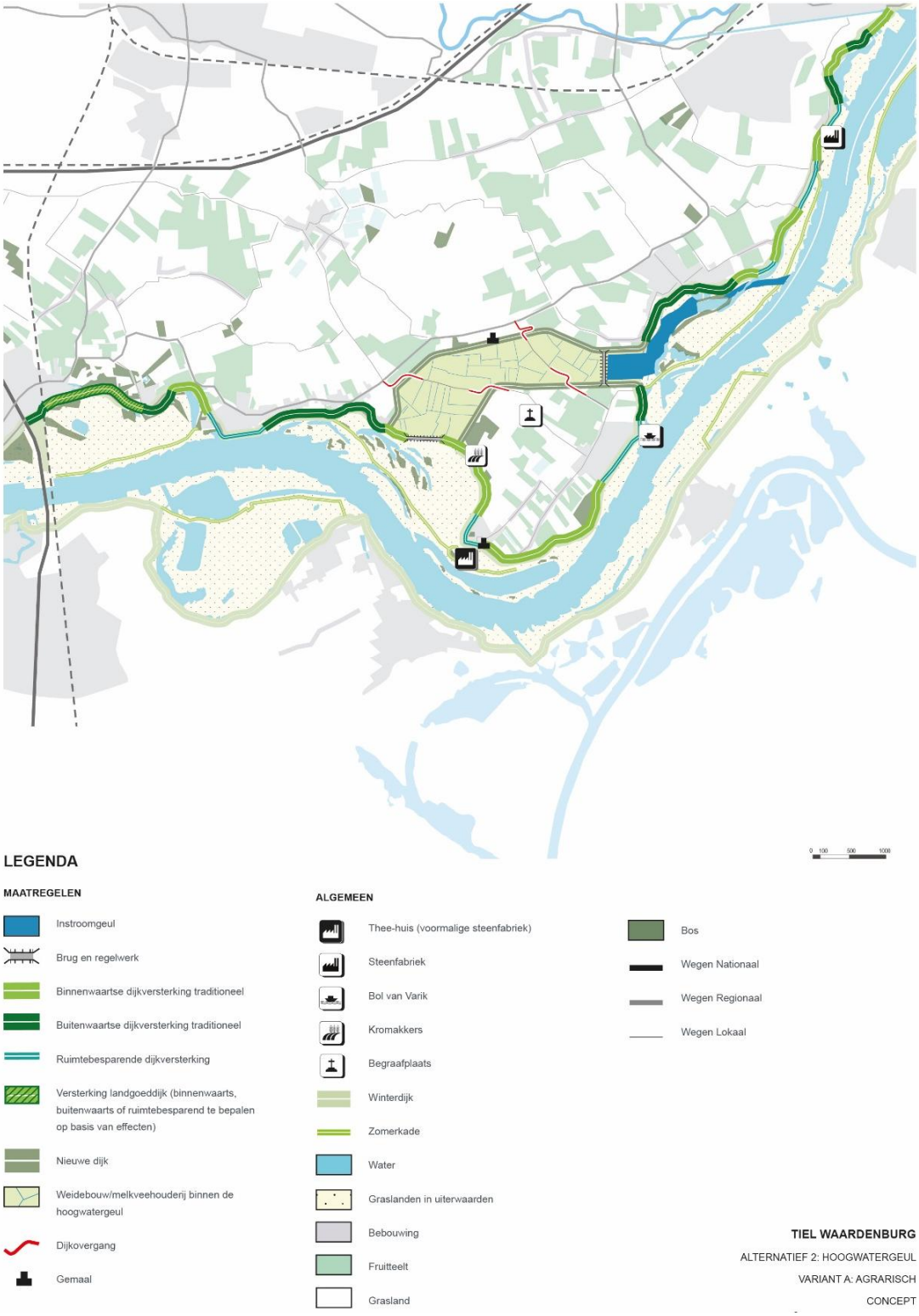
Figuur B2.13 Schematische weergave principe functioneren hoogwatergeul - Landbouw

3. Hoogwatergeul + Dijkversterking

In verband met de noodzakelijke stabiliteit van de dijk zal aansluitend op de rivierverruimende maatregelen altijd nog een dijkversterking benodigd zijn. De effecten van waterstandsdaling leiden dus naar verwachting niet tot een substantiële vermindering van het ruimtebeslag van de te versterken dijken langs de Waal. Dus binnen marges van Globaal MER is er geen groot onderscheid. Wel zal in het Globaal MER blijken hoe groot de vermindering van de dijkhoogte is. Voor de dijkversterking langs de Waal wordt daarom uitgegaan van de traditionele dijkversterking zoals genoemd onder variant 1A.

Conform het uitgangspunt zoals verwoord in de brief van ministerie van Infrastructuur en Milieu[4] dient voor de dijken ter plaatse van de dorpspolder te worden uitgegaan van een toelaatbare overstromingskans van 1/30.000. Dit is een normklasse hoger dan voor een reguliere dijk met een toelaatbare overstromingskans van 1/10.000. Deze hogere normering zorgt niet voor een substantiële vermeerdering van het ruimtebeslag. Daarom wordt uitgegaan van de traditionele dijkversterking zoals genoemd onder variant 1A.

[4] Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Rijkswaterstaat. Advies Uitgangspunt voor ontwerp dijken nieuwe ringvormige dijktraject Varik Heesselt. Utrecht, 23 september 2016.



Figuur B2.14 variant 2a hoogwatergeul Varik- Heesselt- economie en landbouw

Variant 2b: Hoogwatergeul Varik-Heesselt - natuur

1. Gewenste natuur

Voor een natuurlijke inrichting wordt aangesloten bij natuurwaarden in de bestaande uiterwaarden en passend bij het geregeld onderwater lopen van de Hoogwatergeul en de functie voor rivierverruiming en dus een goede doorstroming bij hoogwater. De ambitie is om waarde aan de natuur van riviersysteem toe te voegen[5]. Meerwaarde betekent een rietmoeras met plas-draszones op basis van een gedempt- laagdynamisch systeem. Dit systeem heeft de volgende kenmerken:

- Kommoerassen met regelmatige korte ondiepe overstromingen en waar diepe overstromingen zeldzaam zijn;
- Natuurlijk peildynamiek: zomer laag en vasthouden, winter hoog, uitzakken in voorjaar (maart) gestuurd vanuit grondwater;
- Rietmoeras, plas-dras zones en natte graslanden gunstig zijn als leefgebied voor kwalificerende (broed)vogels;
- Geïsoleerde poelen plassen gunstig als leefgebied voor kamsalamander en andere amfibiesoorten.

Dit systeem ontbreekt vrijwel in het hoogdynamische systeem van de Waal en is een ontbrekende schakel tussen Rijnstrangengebied en de Biesbosch.

Het systeem ontwikkeld zich als een kommoeras dat bestaat uit rietmoeras, open water, natuurlijke graslanden en struweel. Het rietmoeras staat bij gemiddelde waterstanden op de rivier onder een dunne laag water. Bij lage rivierwaterstanden vallen de moerassen droog door verdamping en wegzijging van water. Deze droogval is gunstig voor de ontwikkeling en instandhouding van moerasvegetaties. Periodieke hoge waterstanden zijn geen probleem en zelfs gunstig. Bescherming met een zomerkade tegen te frequente middelhoge waterstanden in de zomer is wel wenselijk. Een uitstroomvoorziening (sluisje) in de zomerkade zorgt er voor dat het waterpeil na een hoogwater op de rivier weer uit zakt naar het gewenste voorjaarspeil (waarbij het rietmoeras onder een dunne laag water staat en de graslanden droog staan). Het gebied kan zich ontwikkelen tot een belangrijk leefgebied voor moerasvogels zoals de roerdomp en grote karekiet en soorten als de otter en de bever. Geïsoleerde watertjes die ontstaan na een hoogwater kunnen een belangrijk leefgebied zijn voor amfibieën zoals de kamsalamander en de heikikker. In de zone boven de gemiddelde waterstand (inundatie <150 dagen) ontwikkelen zich graslanden en afhankelijk van het beheer ook ooibos. Hoogteverschillen binnen het gebied zorgen voor extra variatie in de begroeiing. Voor de ontwikkeling van het rietmoeras zal het gebied ondiep moeten worden afgegraven.

---

[5] Voor de aansluiting van de hoogwatergeul op de bestaande uiterwaarden geldt dat de huidige aanwezige kwalificerende habitattypen zo veel mogelijk worden ontzien. Aantasting daarvan leidt namelijk snel tot compensatieplicht. Voor leefgebieden van soorten geldt een minder strikt regime. Om nieuwe natuur in de hoogwatergeul (grotendeels buiten begrenzing N2000) te kunnen inzetten als mitigatie/compensatie voor N2000, dient de geul te worden opgenomen in de begrenzing van het N2000-gebied Rijntakken. Hiervoor is een wijziging van het aanwijzingsbesluit nodig. Naast bestaande natuur moet ook rekening worden gehouden met de uitbreidingsdoelen voor N2000. Ingrepen mogen er namelijk niet toe leiden dat uitbreidingsdoelen niet meer gerealiseerd kunnen worden.

Bij de inrichting is het van belang rekening te houden met de grote gevoeligheid van een gedempt dynamisch systeem. Concreet betekent dit inundatie/het onder water staan in het voorjaar (vanaf april) moet worden voorkomen omdat voor moerasvegetaties en soortenrijke vochtige graslandvegetaties dan het vegetatie (groei) seizoen begint. De aanwezigheid van jonge verlandingsvegetaties zijn van belang voor veel moerasbroedvogels. Als de dynamiek te hoog wordt, staat verlanding de ontwikkeling van moeras echter in de weg, terwijl een te lage dynamiek tot te veel verlanding en bosvorming zal leiden. Beperkte doorspoeling buiten vegetatieseizoen (in de winter) mag, een te grote waterkolom voor langere periode is onwenselijk en mag niet vaker dan eens in de ca. 5 jaar voorkomen[6]. Voor de inrichting betekent dit dat het maaiveld gradiënt rijk moet zijn waarbij de benodigde grondwaterstanden voor moeras en vochtig grasland varieert tussen 80 cm onder maaiveld tot 20 cm boven maaiveld.

2. Functioneren natuur voor hoogwatergeul

Om de gewenste natuur te realiseren zijn de volgende uitgangspunten voor de inrichting van belang:

- Het rietmoeras moet een minimale omvang van 20-30 hectare beslaan, wil het de gewenste soorten gaan herbergen.
- Een eventuele waterkolom mag niet te lang blijven hangen, vanaf april moet het waterpeil bij voorkeur zijn uitgezakt zodat moeras en waterplanten kunnen gaan kiemen. Dit betekent dat:
  - Water moet weg kunnen lopen, zeker in voorjaar, natuurlijk verhang heeft de voorkeur, zo wordt een robuust zelfsturend systeem ontwikkeld.
  - Dit kan worden gerealiseerd door de hoogwatergeul benedenstrooms met de Waal te verbinden. Daarmee overstromen de hoogste delen in de hoogwatergeul als laatste. Daarnaast is de waterstand aan deze zijde gemiddeld lager (het opgeteld verschil in inundatiediepte is c.a. 1 meter).
- Voor het peilbeheer geldt een streven naar hoge grondwaterstanden in de winter en uitzakken vanaf voorjaar (maart);
- Eens in de 5 jaar wordt aan de benedenstroomse zijde een waterpeil bereikt van NAP circa 7,70 a7,80 + m NAP. Lager gelegen delen zullen 50-100 dagen per jaar onder water staan. Om ook delen te creëren (bijv. langs de zijkant van de hoogwatergeul) is mogelijk een bekading tot dit ongeveer dat peil niveau nodig om een frequentie van 1/5 jaar te realiseren. De kades liggen in de stroomrichting en buiten de hoofdstroom om weerstanden zoveel mogelijk te voorkomen. Ook zijn kunstwerken nodig om na overstroming van de kade het water weer uit het gebied te laten stromen. Deze maatregel om de gewenste natuur te kunnen realiseren is vergaand (hydraulisch functioneren hoogwatergeul en aanleg-beheer kosten) en is in concept niet zelfsturend/robuust. Daarom is deze oplossing vooralsnog niet opgenomen in de ontwerptekening. Nader onderzoek na de keuze voor een variant moet uitwijzen of de gewenste natuur ook zonder een hoge kade kan worden aangelegd. Omdat het laten

[6] Ontwikkeling van het gewenste systeem moet goed begeleid worden. Voor moerasontwikkeling heeft het voorkeur om in het begin na aanleg vrij lang hoge(re) waterstanden vasthouden. Dit wordt veroorzaakt doordat moerassen ecologisch gezien op de plaatsen liggen waar zich ook makkelijk zachthoutooibos vestigt. Wat zich ontwikkelt, moeras of ooibos, is afhankelijk van de omstandigheden in de eerste jaren na het uitgraven van het terrein. Als die jaren vrij nat zijn, met langdurig stagnerend water na een overstroming is de kans op moerasontwikkeling groot. Als de waterstand al snel in het voorjaar zakt is de kans op ooibosontwikkeling groter.

ontwikkeling van riet precisie vereist is het in Nederland gebruikelijk om dergelijke gebieden (deels) te isoleren en met regelwerken aan te sturen.

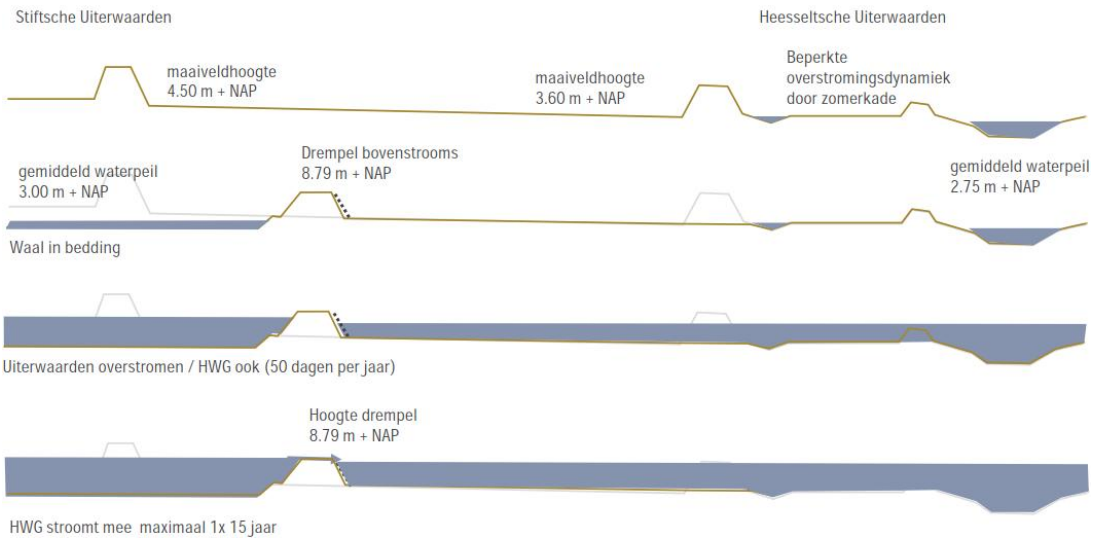
- Voor een robuust en aanpasbaar systeem is veel ruimte gewenst met voldoende gradiënten, variatie en hoogteverschillen, zelfsturend systeem, zo weinig mogelijk kunstwerken
- Graven geul voor meer reliëf/ gradiënten;
  - Gewenste subtiele hoogteverschillen tot max. ca. 1,5 meter
  - Raken van zand in ondergrond voor een meer oligotroof systeem
  - Daarbij veel overgangssituaties en verhang, zodat, afhankelijk van het functioneren van het systeem moeras altijd ergens een plek kan vinden in de hele hoogwatergeul (robuust en flexibel)
  - Geïsoleerde poelen voor amfibieën en vissen

Figuur B2.15 Schematische weergave principe functioneren hoogwatergeul - Natuur

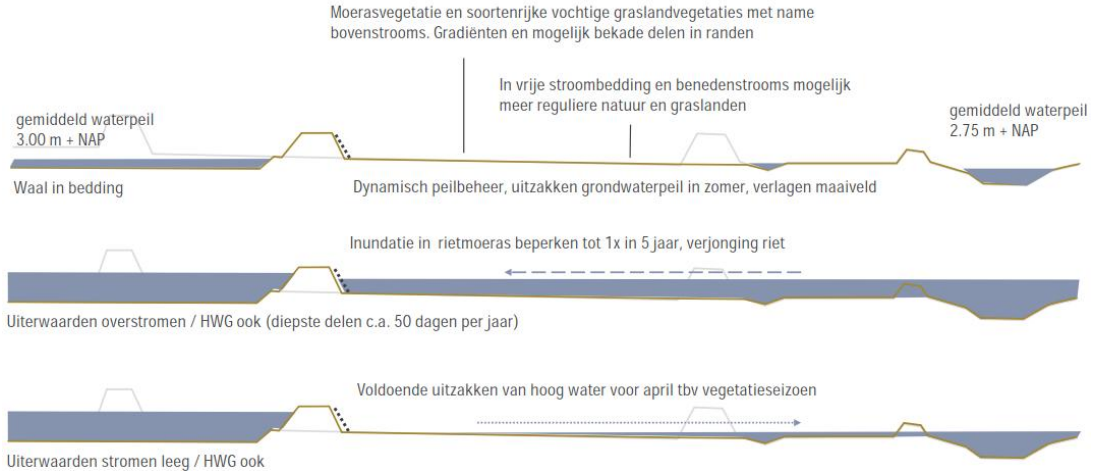
De drempel achter instroomgeul markeert de aanwezige oeverwal en wordt in grond uitgevoerd met flauwe taluds en als een natuurlijk onderdeel van het toekomstige maaiveld van de hoogwatergeul ingepast. Daarmee wordt een samenhangend geheel gecreëerd. Waar nodig wordt steenbestorting op het talud toegepast. Centraal in de hoogwatergeul is in een stroombedding (verlaagd maaiveld en/of watergang) voorzien waardoor de weerstand die het gevolg is van natuurbeplanting wordt voorkomen. In de stroombedding en de moerassen wordt de grond zo ontgraven dat de gewenste gradiënten gerealiseerd worden. De grond wordt gebruikt voor de aanleg van de nieuw te realiseren (hoogwater)dijken langs de hoogwatergeul en de drempel. Daar waar bij ontgraving de zandondergrond wordt bereikt kunnen door grondwater mesotrofe milieus ontstaan met grote zeggemoerassen.

De inrichting ten behoeve van natuur zorgt ervoor dat de hoogwatergeul gemarkeerd wordt en een nadrukkelijk afwijkende inrichting heeft ten opzichte van het binnendijkse gebied. Het vertoont sterke verwantschap met de uiterwaarden. Het dijktracé van de Waalbandijk wordt onderbroken, waardoor de dorpspolder Varik-Heesselt ontstaat. De lokale wegenstructuur in de hoogwatergeul verdwijnt en zou kunnen worden ingezet als onderdeel van een netwerk van recreatiepaden. De route van/naar de dorpspolder verloopt via de bruggen in combinatie met de drempel bovenstrooms en benedenstrooms.

De hoogwatergeul is een zelfregulerend open systeem. Er is geen gemaal noodzakelijk. Voor de dorpspolder is wel een gemaal nodig gericht op het handhaven van het huidige peilregime. Het gemaal kan uitslaan richting Heesseltsche uiterwaarden aan de zuidzijde van de hoogwatergeul. Aandachtspunt voor de dorpspolder is de aan- en afvoer van water die via de Linge loopt. De hoogwatergeul doorsnijdt dit systeem. Het watersysteem ten noorden van de hoogwatergeul moet hersteld worden omdat het systeem wordt doorsneden. Het functioneren van de hoogwatergeul is in de figuren B2.16 en B2.17 schematisch weergegeven:



Figuur B2.16: Schematische weergave principe functioneren variant 2b hoogwatergeul - natuur



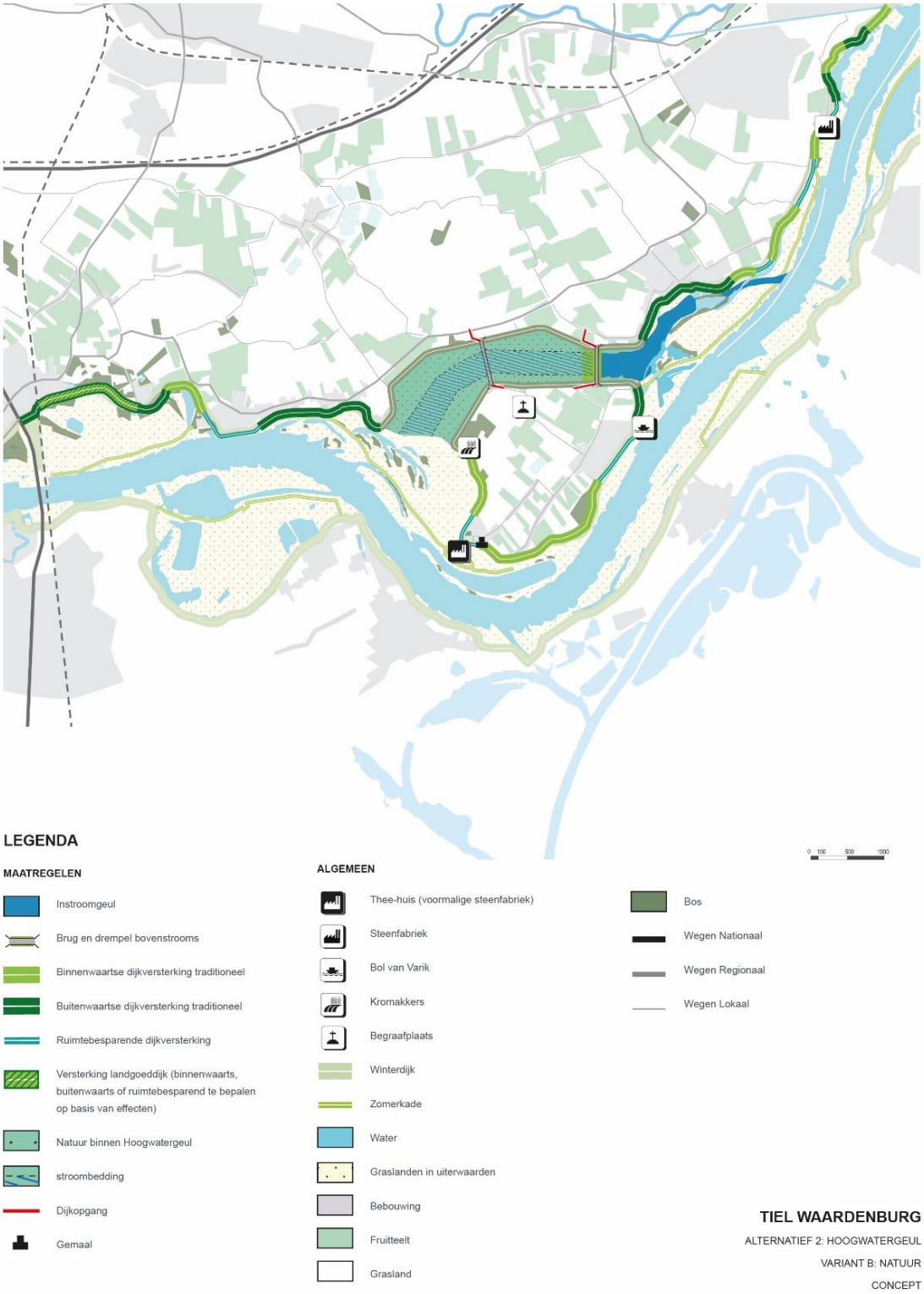
Figuur B2.17 Schematische weergave principe van regulier overstroming (niet meestromen) variant 2b hoogwatergeul-natuur

<u>3. Hoogwatergeul + Dijkversterking</u>

In verband met de noodzakelijke stabiliteit van de dijk zal aansluitend op de rivierverruimende maatregelen altijd nog een dijkversterking benodigd zijn. De effecten van waterstandsdaling leiden dus naar verwachting niet tot een substantiële vermindering van het ruimtebeslag van de te versterken dijken langs de Waal. Dus binnen marges van Globaal MER is er geen groot onderscheid. Wel zal in het Globaal MER blijken hoe groot de vermindering van de dijkhoogte is. Voor de dijkversterking langs de Waal wordt daarom uitgegaan van de traditionele dijkversterking zoals genoemd onder variant 1A.

Conform het uitgangspunt zoals verwoord in de brief van ministerie van Infrastructuur en Milieu[7] dient voor de dijken ter plaatse van de dorpspolder te worden uitgegaan van een toelaatbare overstromingskans van 1/30.000. Dit is een normklasse hoger dan voor een reguliere dijk met een toelaatbare overstromingskans van 1/10.000. Deze hogere normering zorgt niet voor een substantiële vermeerdering van het ruimtebeslag. Daarom wordt uitgegaan van de traditionele dijkversterking zoals genoemd onder variant 1A.

[7] Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Rijkswaterstaat. Advies Uitgangspunt voor ontwerp dijken nieuwe ringvormige dijktraject Varik Heesselt. Utrecht, 23 september 2016.



Figuur B2.18 variant 2b hoogwatergeul Varik-Heesselt -natuur

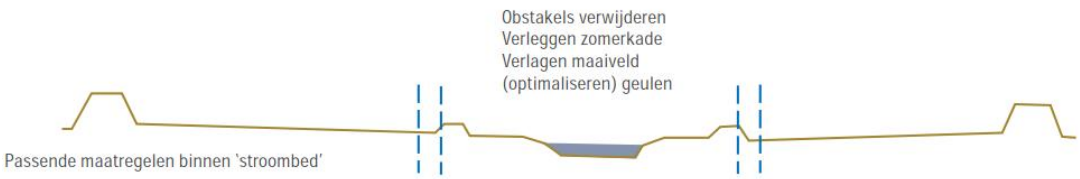
Beschrijving alternatief 3: dijkversterking en buitendijkse rivierverruiming

Algemeen
Dit alternatief bestaat uit een dijkversterking met buitendijkse rivierverruiming door de realisatie van geulen buitendijks, het verwijderen van obstakels in de uiterwaarden, dijkterugleggingen en mogelijk maaiveldverlaging. In dit alternatief is sprake van 2 varianten:

- Variant 3a: hierbij wordt gestreefd naar een maximale waterstandsdaling;
- Variant 3b: hierbij wordt eveneens waterstandsdaling nagestreefd maar wordt rekening gehouden met doelstellingen vanuit natuur en wordt rekening gehouden met de meerwaarde voor de natuur.

<u>1. geen rivierverruiming binnen het stroombed</u>
Algemeen uitgangspunt bij buitendijkse rivierverruiming is dat het functioneren (afvoer en transport) van de Waal niet in het geding mag komen. Er dient altijd voldoende water in de Waal aanwezig te zijn zodat de Waalbedding niet wordt aangetast, en de scheepvaart en waterafvoer geen gevaar loopt. Rivierverruimende maatregelen binnen het gebied waar de Waal de grootste stroomsnelheid heeft, in het stroombed, zijn het meest effectief. In de huidige situatie worden de vereiste waterstanden voor de scheepvaart als kritisch beschouwd. Maatregelen in het stroombed zijn dan ook (zeer) beperkt mogelijk. Daarom worden hier in principe geen maatregelen genomen. Een overzicht van maatregelen die maatregelen in het stroombed zouden zijn:

- Verlagen maaiveld;
- Terugleggen zomerkade;
- Aanleg nevengeulen[8];
- Optimaliseren bestaande geulen;
- Verwijderen of stroomlijnen obstakels;
- Verlaging kribben (De kribben zijn recentelijk verlaagd en blijven behouden);
- Aanbrengen langsdammen en verwijderen kribben (Kribben vallen onder obstakels, eventueel kunnen langsdammen als vervanging daarvan worden toegepast net als bij Tiel. Dit is nu nog een pilot waarvan de resultaten en effecten nog duidelijk moeten worden, Vanwege de recentelijke kribverlaging en de experimentele fase van de langsdammen wordt dit in de uitwerking van alternatief 3 in het Globaal MER niet meegenomen).



Figuur B2.19 Rivierverruimende maatregelen binnen het stroombed

[8] Voor de Heesseltsche uiterwaarden wordt hierbij het huidige plan als uitgangspunt gehanteerd.

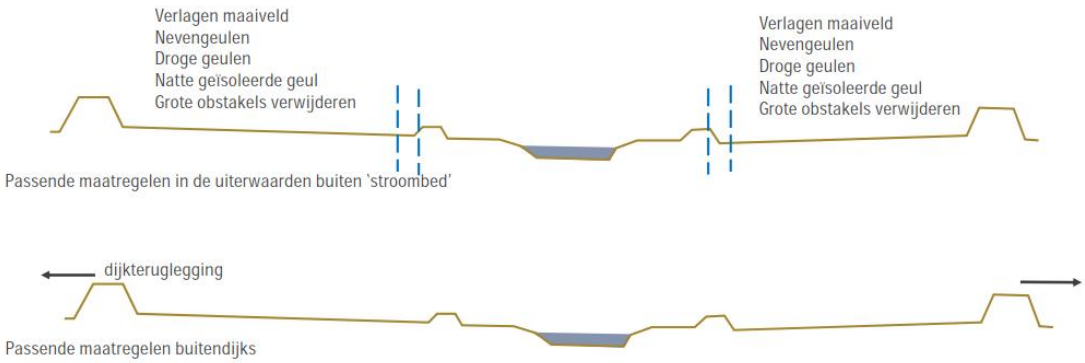
2. Algemene uitgangspunten buitendijkse rivierverrruiming buiten het stroombed
Waterstandsdaling door rivierverruimende maatregelen heeft bovenstrooms effect, dit neemt af naar mate er meer afstand is tot de maatregel. Door over de hele lengte rivierverruimende maatregelen te spreiden binnen het effect gebied kan de waterstandsdaling 'opgeteld' worden zodat het effect bovenstrooms wordt uitgebreid.

Rivier verruimende maatregelen buiten het stroombed zijn beperkt effectief tenzij (zie figuur 4.2):

- een verbinding wordt gemaakt via een nevengeul
  - Om effect op waterstand voor scheepvaart wordt bovenstrooms een drempel aangebracht zodat de nevengeul alleen gaat meestromen als dit voor het functioneren van de rivier kan;
  - Geulen niet te dicht bij de dijk liggen bv binnen 100m van de dijk;
  - Geulen dicht bij de rivier houden voor meer effect;
- de afstand tussen winterdijken wordt vergroot (knelpunten verwijderen) door bijvoorbeeld een dijkverlegging of een omvangrijk obstakel
- Dijkteruglegging alleen op de locatie waar relatief grote waterstandverlaging te verwachten is met weinig effect aan de binnendijkse kant

Overige rivier verruimende maatregelen buiten het stroombed zijn:

- Verlagen maaiveld:
- Natte geulen;
- Droge geulen;
- Verwijderen obstakels, waar onder het verwijderen van beplanting.



Figuur B2.20 Rivierverruimende maatregelen buiten het stroombed.

Bij maatregelen zoals het verlagen van het maaiveld komen de hoge gronden waarop glanshaver- en vossenstaarthooilanden zich bevinden in beeld, verwijderen hiervan is onwenselijk vanwege de hoge natuurwaarden en de ambitie dit habitattype uit te breiden.

Het verwijderen van obstakels in de uiterwaarden heeft een beperkt effect het zou dan met name gaan om het verwijderen van bomen. Ooibossen behoren tot habitattypen, kappen hiervan levert naar verhouding tot de waterstandsdaling een groot negatief effect op voor natuurwaarden en is daarom niet als maatregel opgenomen.

Variant 3a: buitendijkse rivierverruiming- streven naar maximaal haalbare waterstandsdaling

In deze variant wordt gestreefd naar maximaal haalbaar waterstandsdaling door in de uiterwaarden zoveel mogelijk rivierverruimende maatregelen te treffen. Maximaal haalbaar wil zeggen dat de maatregelen voldoende reëel en uitvoerbaar zijn. Randvoorwaarde is dat de maatregelen de waterafvoer en de transportfunctie van de Waal niet beïnvloeden.

In de uiterwaarden worden in deze variant de volgende maatregelen getroffen:

- Aanleg nevengeulen in de Rijswaard, Heesseltsche Uiterwaarden, Stiftsche Uiterwaarden en bij Passewaaij (hierover is afstemming met het project/ de dijkversterking voor Gorinchem-Waardenburg.
  - Voor de inpassing wordt uitgegaan van het Ruimtelijk Kwaliteitskader. Bij de benodigde buitendijkse maatregelen wordt ingespeeld op de natuurlijke ondergrond en historische opbouw door het reliëf te volgen, door oude stroomgeulen en restanten van het historisch riviersysteem te volgen en door inpassing in de (verkavelings)structuur waaronder de zomerkaden. De maatregelen worden opgebouwd vanuit ruimtelijke kenmerken en elementen van de uiterwaarden.
- Dijkteruglegging Varik-Heesselt. Hier staan een beperkt aantal woningen en het kwelbos is van beperkte waarde en een dijkteruglegging op deze locatie levert een belangrijke bijdrage aan de reeks van rivierverruimende maatregelen in deze variant.
  - Dijkteruglegging bij Zennewijnen is niet realistisch omdat hiervoor een groot deel van het dorp moet verdwijnen.
  - Dijkteruglegging bij de Bol van Varik is niet realistisch. De Bol vormt ongeveer de belangrijkste cultuurhistorische waarde van Varik en zou verdwijnen; een ingrijpende maatregel, voor een beperkt stukje dijkteruglegging.
- Obstakel verwijdering: stroomlijnen van de hoogwatervrije gebieden door grond rond de steenfabriek en rond het Theehuis Heesselt (voormalige steenfabriek) te verwijderen.
    - Beplanting verwijderen. Dit betreft beplanting buiten de te realiseren/uit te breiden geulen. Daarbij geldt dat het beperkte oppervlaktes zijn waarbij, om de variant realistisch te houden, het beplanting betreft van minder hoge natuurwaarden. Op veel hoog gelegen plaatsen liggen belangrijke habitattypen (glanshaver- en vossenstaart hooiland) Een groot deel van de aanwezige beplanting is reeds verwijderd op plaatsten waar de nevengeulen van deze variant zijn voorzien[9].
- Voor de situering van de nevengeulen is zoveel mogelijk aangesloten bij het Maatregelen boek Waal en Merwedes (mei 2015): aansluiten bij natuurlijke laagtes en patronen in uiterwaarden (aansluiten bij bestaande laagtes en inpassing binnen principes RKK en beperken grondverzet);
- Systeemeigen ontwerp: er is sprake van passende geulstructuren, die aansluiten bij de eigenheid/DNA van het Waalsysteem. De Waal kenmerkt zich van nature door meestromende geulen of eenzijdig aangetakte geulen met veel zanddynamiek, zowel op de oevers als in de geulen;

[9] In berekeningen voor waterstandsdaling is aanbevolen wel alle bomen te verwijderen om zo het maximale effect te kunnen laten zien. Reden is het belang van de ingreep van een hoogwatergeul t.o.v. van wat maximaal mogelijk is aan waterstandsdaling in de uiterwaarden helder te hebben, ook in de discussie en afweging tussen de effecten van de beide alternatieven.

- Gebiedseigen dimensies nevengeulen:
  Breedte is ondergeschikt aan de rivier. De breedtes zijn variabel, maar globaal gezien is er ca. max. 100 m aangehouden (afgeleid Peters e.a. (2006: Handboek Cyclische Verjonging. Radboud Universiteit Nijmegen. Studie i.s.m. Rijkswaterstaat, Staatsbosbeheer en Stichting Ark.);
- Niet overmatig diep, ca. max 3-4 m bij mediaan peil (ca 2000 – 2100 m3/s bij Lobith), < 1 m (bij laagwater, dit doet zich voor bij afvoer < 1000 m3/s bi Lobith. Als geulen te diep worden aangelegd zullen ze vaak sneller vol zanden omdat ze overgedimensioneerd zijn ten opzichte van de hoeveelheid water in sediment die er doorheen stroomt. Hierdoor zitten ze relatief snel weer op een meer passende diepte.
  Ook zouden geulen bij een grotere diepte in de pleistocene ondergrond kunnen komen, waardoor extra kwel en/of wegzijging kan ontstaan. De huidig gedimensioneerde geulen hebben hier geen invloed op.
- Om het effect op waterstand voor scheepvaart wordt bovenstrooms een drempel aangebracht zodat de nevengeul alleen gaat meestromen als dit voor het functioneren van de rivier kan;
- Geulen worden niet aangelegd binnen 100m van de dijk;
- Geulen bij voorkeur dicht bij de rivier houden indien geulen worden gerealiseerd met het oog op waterstandsdaling, maar blijven ca. 50 meter van de rivier af;
- Geulen krijgen een talud van 1:3 of flauwer. De zijkanten van de geulen kunnen worden bekleed met zinkstukken (van wilgentenen) en stortstenen om erosie tegen te gaan;
- Hoge delen zijn vaak van grote natuurwaarde, om de variant realistisch te houden is, indien mogelijk effect op deze waarden vermeden.

1. Buitendijkse rivierverruiming + Dijkversterking
In verband met de noodzakelijke stabiliteit van de dijk zal aansluitend op de rivierverruimende maatregelen altijd nog een dijkversterking benodigd zijn. De effecten van waterstandsdaling leiden dus naar verwachting niet tot een substantiële vermindering van het ruimtebeslag van de te versterken dijken langs de Waal. Dus binnen marges van Globaal MER is er geen groot onderscheid. Wel zal in het Globaal MER blijken hoe groot de vermindering van de dijkhoogte is. Voor de dijkversterking langs de Waal wordt uitgegaan het zoveel mogelijk sparen van de uiterwaarden. De reden hiervoor is dat het gaat om rivierverruiming waarbij het volume van de uiterwaarden niet wordt beperkt. Daarnaast wordt hiervoor gekozen om variant 3a vergelijkbaar te maken aan variant 3b waar de natuurwaarden centraal staan.

Het principe is binnenwaarts in grond met buitenberm, of beperkt buitenwaarts (waar geen habitattypen) met een ruimtebesparende versterking, allebei met mitigatie. Waar binnendijks ook grote waarden zijn zoals bij landgoeddijk is uitgegaan van een constructieve versterking. Het dijktalud zelf is, met name aan de zuidzijde, ook van waarde voor de natuur.

Figuur B2.21 variant 3a buitendijkse rivierverruiming- streven naar maximaal haalbare waterstandsdaling

Variant 3b: streven afweging van waterstandsdaling in het licht van doelstelling vanuit natuur

In deze variant wordt net als bij variant 3a ook gestreefd naar waterstandsdaling door de realisatie van geulen, het verwijderen van obstakels en dijkteruglegging. De maatregelen mogen uiteraard ook hier de waterafvoer en de transportfunctie van de Waal niet beïnvloeden. In tegenstelling tot variant 3a wordt bij de maatregelen rekening gehouden met de aanwezige N2000 gebieden en het ontwikkelen van natuurwaarden. Daarbij geldt dat de gebieden die mede zijn aangewezen als Habitatrichtlijngebied de meeste waarde hebben en bij het treffen van maatregelen zoveel mogelijk worden ontzien[10].

Meerwaarde voor natuur kan gecreëerd worden door, het uitbreiden en robuuster maken van habitattypen, variaties in abiotische omstandigheden te versterken of te behouden, toevoegen van ontbrekende of beperkt aanwezige waarden en verhogen van meerwaarde voor gebieden die weinig waarde hebben. Passende maatregelen die worden genomen voor meerwaarde voor natuur:

- Plas dras en gradiënten (porseleinhoen, steltlopers) in open droge geulen (behoud foerageergebied kwalificerende herbivore watervogels);
- Plas-dras gradiënten en meer zanddynamiek in (nieuwe, maar vooral optimaliseren van bestaande natte geulen door brede flauwe oevers en robuuster maken van de omvang (tot 80-120 m breedte, flauwe oevers en tot circa 2- 2,5 m diepte, 1 km lengte);
- Uitbreiden beperkt overstroomde natte waterpartijen dicht bij dijk, veelal ‘killen’ (van cultuurhistorisch waardevolle oude rivierbeddingen) t.b.v. habitattype ‘Meren met krabbenscheer en fonteinkruid’. Beheer speelt hier een belangrijke rol, deze killen verlanden langzaam door sedimentatie bij overstroming uiterwaarden;
- Verondiepen diepe waterpartijen (t.b.v. habitattype meren met krabbenscheer en fonteinkruid);
- Verwijderen populierenbossen ten gunste van bovenstaande maatregelen;
- Bij dijkteruglegging ook ten gunste van bovenstaande maatregelen.

Ook bij deze maatregelen geldt als randvoorwaarde dat de maatregelen geen waterstandsdaling in het stroombed mogen veroorzaken waardoor het scheepvaartverkeer en de waterafvoer gevaar loopt.

Maatregelen opgenomen in deze variant die tevens effectief zijn voor waterstandsdaling, rekening houdende met natuur:

- Optimaliseren geulen t.b.v. plas-dras en zanddynamiek)
    - Rijswaard (bestaande waarden natuur hoog, geen behoefte aan extra nevengeulen vanuit natuur maar wel vanuit waterstandsdaling) Heesseltsche uiterwaarden (bestaande geul optimaliseren voor natuur);
    - Stiftsche uiterwaarden (bestaande geulen optimaliseren voor natuur);
    - Passewaaij (bestaande geul optimaliseren voor natuur).
- Droge geulen en maaiveldverlaging t.b.v. plas-dras en variatie ondergrond en gradiënten. (huidige graslanden exclusief ‘oud hoevig land’ dicht bij dijken), ook ter

[10] In het recent ter inzage gelegde ontwerp Natura 2000 Beheerplan zijn de uitbreidingsdoelstellingen voor Natura 2000 per deelgebied geformuleerd. Hiermee wordt rekening gehouden.

plaatse van de dijkteruglegging Varik-Heesselt aansluitend op het project Heesseltsche uiterwaarden

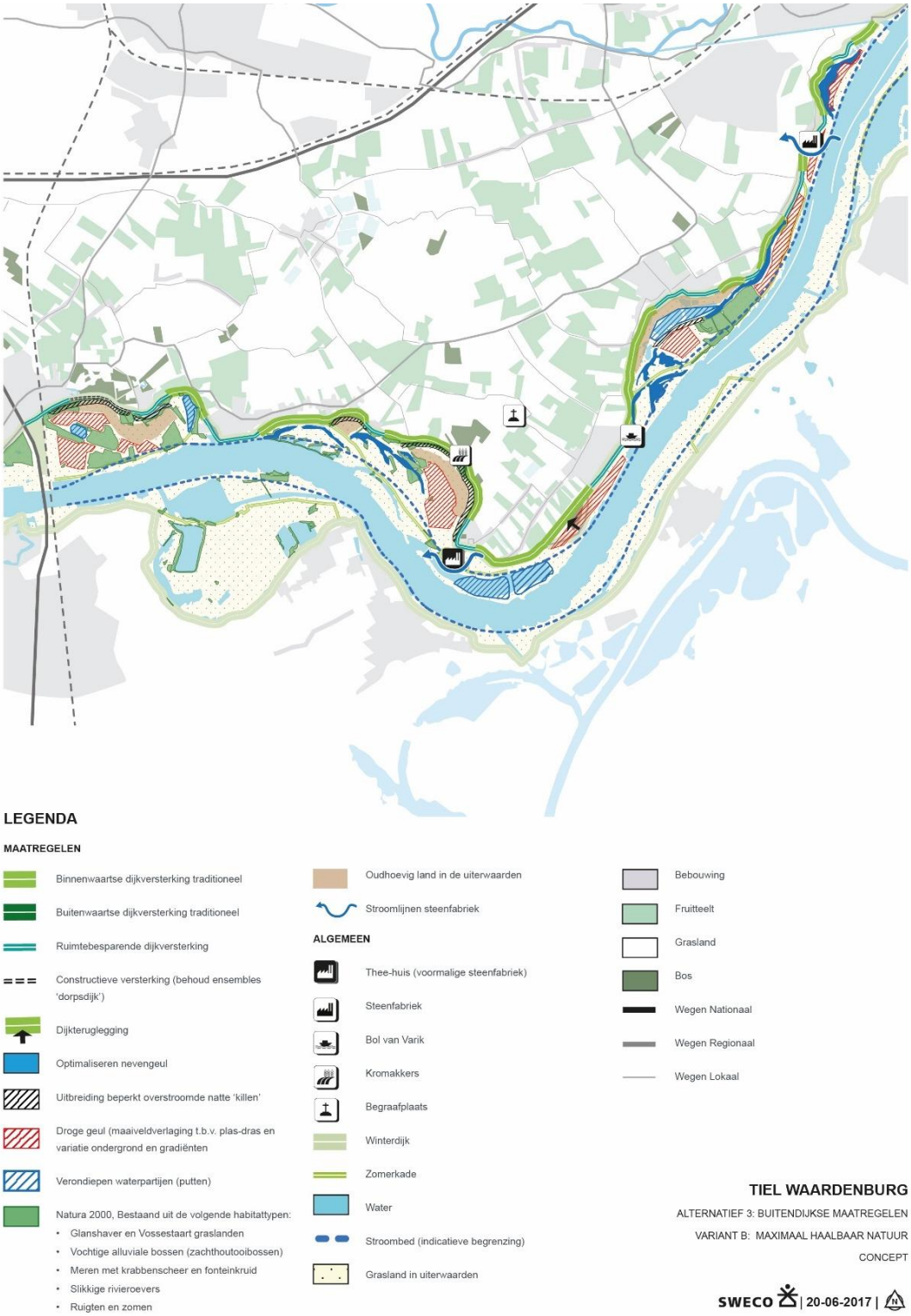
- Niet voor natuur maar meegenomen: stroomlijnen obstakels
  - Steenfabriek
  - Theehuis Heesselt (voormalige steenfabriek)

Figuur B2.22 Schematische weergave principeprofiel droge geul

De maatregelen worden opgebouwd vanuit ruimtelijke kenmerken en elementen van de uiterwaarden. Er wordt ingespeeld op de natuurlijke ondergrond en historische opbouw door het reliëf te volgen, door oude stroomgeulen en restanten van het historisch riviersysteem te volgen en door inpassing in de (verkavelings)structuur waaronder de zomerkaden. Oudhoevig land is behouden en levert als cultuurlijke grond een bijdrage aan de variëteit aan natuurwaarden, zoals meidoornhagen.

1. Buitendijkse rivierverruiming + Dijkversterking
In verband met de noodzakelijke stabiliteit van de dijk zal aansluitend op de rivierverruimende maatregelen altijd nog een dijkversterking benodigd zijn. De effecten van waterstandsdaling leiden dus naar verwachting niet tot een substantiële vermindering van het ruimtebeslag van de te versterken dijken langs de Waal. Dus binnen marges van Globaal MER is er geen groot onderscheid. Wel zal in het Globaal MER blijken hoe groot de vermindering van de dijkhoogte is. Voor de dijkversterking langs de Waal wordt uitgegaan het zoveel mogelijk sparen van de uiterwaarden. De reden hiervoor is dat het gaat om rivierverruiming waarbij het volume van de uiterwaarden niet wordt beperkt.
Voor de dijkversterking langs de Waal wordt ervan uitgegaan de natuurwaarden zoveel mogelijk te sparen, overeenkomstig het doel van variant 3b waar behoud en ontwikkeling van de natuurwaarden centraal staan.

Het principe is binnenwaarts in grond met buitenberm, of beperk buitenwaarts (waar geen habitattypen) met een ruimtebesparende versterking, allebei met mitigatie. Waar binnendijks ook grote waarden zijn zoals bij landgoeddijk is uitgegaan van een constructieve versterking. Het dijktalud zelf is, met name aan de zuidzijde, ook van waarde voor de natuur.



Figuur B2.23 variant 3b buitendijkse rivierverruiming- natuur

Bijlage 4

OVERZICHTSKAART POSITIES

POSITIE 1

POSITIE 1 - ALTERNATIEF 1A BINNENWAARTS

Huidige situatie

Alternatief 1A binnenwaarts

POSITIE 1 - ALTERNATIEF 1A BUITENWAARTS

Huidige situatie

Alternatief 1A buitenwaarts

POSITIE 1 - ALTERNATIEF 1B BINNENWAARTS

Huidige situatie

Alternatief 1B binnenwaarts

POSITIE 1 - ALTERNATIEF 1B BUITENWAARTS

Huidige situatie

Alternatief 1B buitenwaarts

POSITIE 1 - ALTERNATIEF 3A-B CONSTRUCTIEF

Huidige situatie

Alternatief 3A-B constructief

POSITIE 2

POSITIE 2 - ALTERNATIEF 1A

Huidige situatie

Alternatief 1A

POSITIE 2 - ALTERNATIEF 1B

Huidige situatie

Alternatief 1B

POSITIE 2 - ALTERNATIEF 2A

Huidige situatie

Alternatief 2A

POSITIE 2 - ALTERNATIEF 2B

Huidige situatie

Alternatief 2B

POSITIE 3

POSITIE 3 - ALTERNATIEF 1A

Huidige situatie

Alternatief 1A

POSITIE 3 - ALTERNATIEF 1B

Huidige situatie

Alternatief 1B

POSITIE 3 - ALTERNATIEF 2A

Huidige situatie

Alternatief 2A

POSITIE 3 - ALTERNATIEF 2B

Huidige situatie

Alternatief 2B

POSITIE 3 - ALTERNATIEF 3A

Huidige situatie

Alternatief 3A

POSITIE 3 - ALTERNATIEF 3B

Huidige situatie

Alternatief 3B

POSITIE 4

POSITIE 4 - ALTERNATIEF 2A

Huidige situatie

Alternatief 2A

POSITIE 4 - ALTERNATIEF 2B

Huidige situatie

Alternatief 2B

POSITIE 5

POSITIE 5 - ALTERNATIEF 2A

Huidige situatie

Alternatief 2A

POSITIE 5 - ALTERNATIEF 2B

Huidige situatie

Alternatief 2B

POSITIE 6

POSITIE 6 - ALTERNATIEF 1A

Huidige situatie

Alternatief 1A

POSITIE 6 - ALTERNATIEF 1B

Huidige situatie

Alternatief 1B

POSITIE 6 - ALTERNATIEF 2A-B

Huidige situatie

Alternatief 2A-B

POSITIE 6 - ALTERNATIEF 3A

Huidige situatie

Alternatief 3A

POSITIE 6 - ALTERNATIEF 3B

Huidige situatie

Alternatief 3B

POSITIE 7

POSITIE 7 - ALTERNATIEF 1A

Huidige situatie

Alternatief 1A

POSITIE 7 - ALTERNATIEF 1B

Huidige situatie

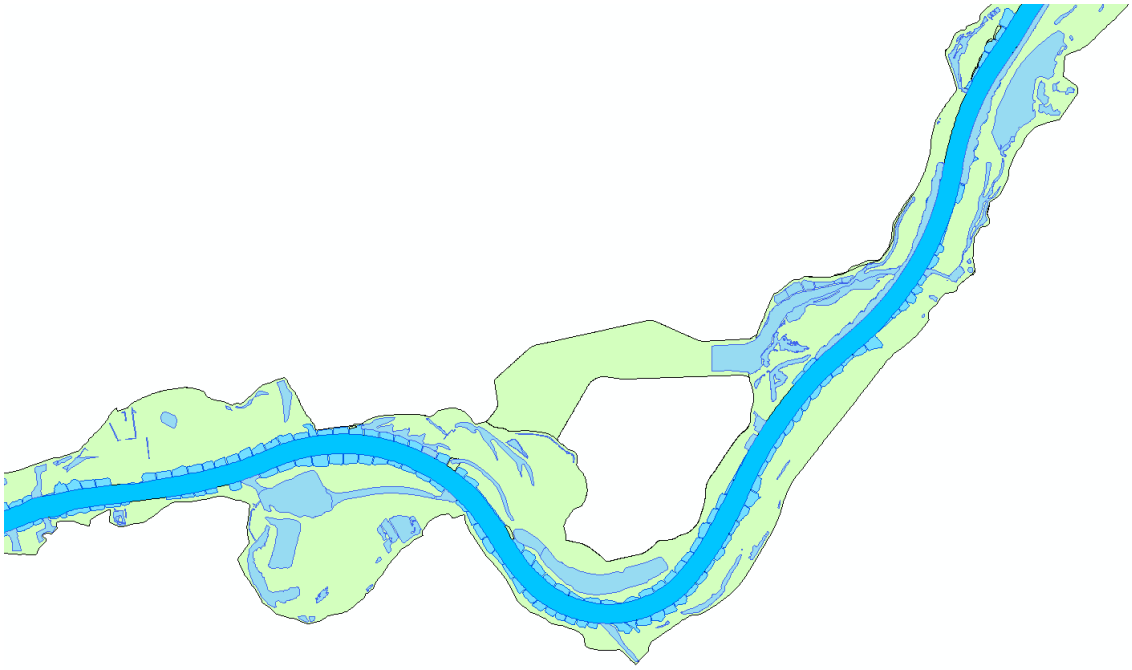
Alternatief 1B

Bijlage 5

MIRT-verkenning 'Dijkversterking Tiel-Waardenburg en rivierverruiming Varik-Heesselt'

MER-achtergrondrapport Rivierkunde

Opdrachtgever: Waterschap Rivierenland / Provincie Gelderland



oktober 2017

Colofon

Titel:	MIRT-verkenning 'Dijkversterking Tiel-Waardenburg en rivierverruiming Varik-Heesselt', MER-achtergrondrapport Rivierkunde
Opdrachtgever:	Waterschap Rivierenland / provincie Gelderland
Opdrachtnemer:	Riquest / Agtersloot Hydraulisch Advies / GeoSpace (in onderaanneming van Sweco Nederland BV)
Auteur:	ir. D.G. Meijer
Collegiale toets:	drs. R.C. Agtersloot, ing. E. Korporaal
Vrijgave:	ing. L.J. Broersma
Status:	concept 0.7
Datum:	3 oktober 2017
Projectcode:	062.01/03/08, project 353939 (inkoopnummer 201700127)
Document:	MER_TiWaVaHe_rivierkunde_C0.7.docx

Inhoud

1 Inleiding ... 1
1.1 Achtergrond ... 1
1.1.1 De opgave ... 1
1.1.2 Rivierverruiming in relatie tot dijkversterking ... 1
1.2 Doelstelling ... 2
1.3 Uitgangspunten ... 2
1.4 Alternatieven en varianten ... 2
1.5 Aanpak ... 2
1.6 Beoordelingskader ... 3
2 Referentiesituatie ... 4
2.1 Referentiesituatie MER ... 4
2.1.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen ... 4
2.1.2 De Waal in het plangebied: uitgevoerde en vastgestelde projecten ... 4
2.1.3 Baseline-gebiedsmodel ... 5
2.1.4 Samenhang met andere projecten in onderzoek ... 5
2.2 Hydraulische eigenschappen van de referentiesituatie ... 5
2.2.1 Maatgevende hoogwaterstanden in rivieras en op de uiterwaarden ... 5
2.2.2 Afvoerverdeling op splitsingspunt Pannerdensche Kop ... 6
2.2.3 Waterbouwkundige constructies in de Waal ... 6
2.2.4 Scheepvaart en huidige dwarsstroming in de vaargeul ... 6
2.3 Morfologie (sediment in de Waal en uiterwaarden) ... 7
2.4 MER-alternatieven ... 7
3 Alternatief 1: dijkversterking ... 8
3.1 Variant 1a: een traditionele dijk ... 8
3.2 Variant 1b: een dikke dijk ... 8
3.3 Verwerking in het Baseline-gebiedsmodel ... 9
3.4 Hydraulische effecten ... 9
3.4.1 Effecten op waterstanden ... 9
3.4.2 Effecten op stroomsnelheden ... 10
3.4.3 Dwarsstroming in de normaallijn (rechteroever) ... 11
3.5 Prognose van morfologische effecten ... 11
3.6 Samenvatting effecten dijkversterking (alternatief 1) ... 11
4 Alternatief 2: dijkversterking en binnendijkse rivierverruiming door realisatie van een hoogwatergeul tussen Varik en Heesselt ... 12
4.1 Variant 2a: hoogwatergeul Varik-Heesselt – economie en landbouw ... 12
4.2 Variant 2b: hoogwatergeul Varik-Heesselt – natuur ... 13
4.3 Verwerking in het Baseline-gebiedsmodel ... 14
4.4 Hydraulische effecten ... 14
4.4.1 Effecten op waterstanden ... 14

4.4.2 Effecten op stroomsnelheden ... 15
4.4.3 Debiet in de hoogwatergeul ... 15
4.4.4 Dwarsstroming in de normaallijn (rechteroever) ... 15
4.4.5 Afvoerverdeling Pannerdensche Kop ... 16
4.5 Prognose van morfologische effecten ... 16
4.6 Samenvatting effecten hoogwatergeul Varik-Heesselt (alternatief 2) ... 17
5 Alternatief 3: dijkversterking en buitendijkse rivierverruiming ... 18
5.1 Variant 3a: streven naar maximaal haalbare waterstandsdaling ... 18
5.2 Variant 3b: afweging streven naar waterstandsdaling in het licht van doelstelling vanuit natuur ... 18
5.3 Verwerking in het Baseline-gebiedsmodel ... 19
5.4 Hydraulische effecten ... 19
5.4.1 Effecten op waterstanden ... 19
5.4.2 Effecten op stroomsnelheden ... 20
5.4.3 Dwarsstroming in de normaallijn (rechteroever) ... 20
5.5 Prognose van morfologische effecten ... 21
5.6 Samenvatting effecten van geulen in de uiterwaard (alternatief 3) ... 21
6 Samenvatting van de resultaten ... 23
6.1 Waterstandseffect bij 18.000 m^3/s ... 23
6.2 Afvoerverdeling op het splitsingspunt Pannerdensche Kop ... 24
6.3 Morfologie van het zomerbed (tevens vaargeul) ... 24
6.4 Dwarsstroming in de normaallijn ... 24
6.5 Scoringstabellen ... 25
6.6 Mitigerende maatregelen ... 26
7 Conclusies en aanbeveling ... 27
7.1 Conclusies ... 27
7.2 Aanbeveling ... 27
8 Referenties ... 28

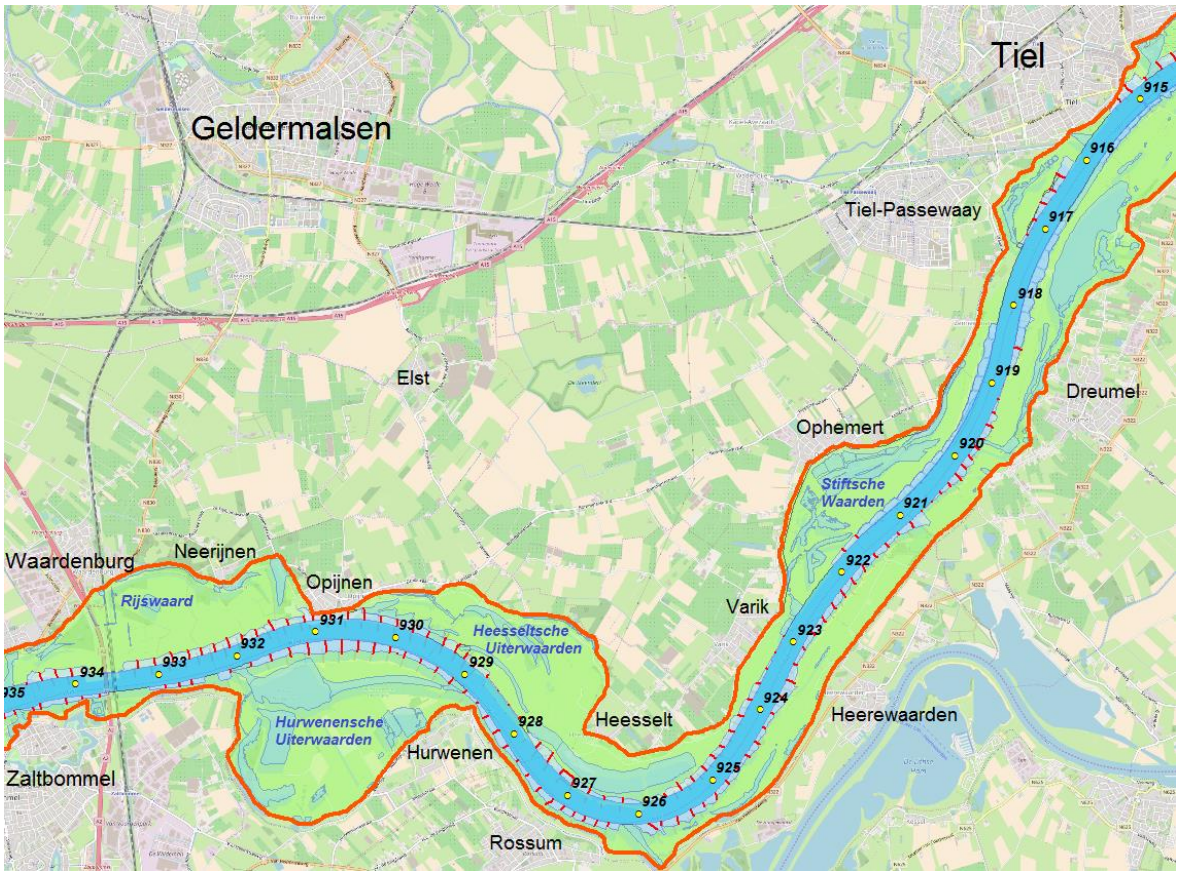
Bijlage 1 Criteria van het Rivierkundig Beoordelingskader 4.0
Bijlage 2 Referentiesituatie
Bijlage 3 Alternatief 1: dijkversterking
Bijlage 4 Alternatief 2: dijkversterking en binnendijkse rivierverruiming door realisatie van een hoogwatergeul tussen Varik en Heesselt
Bijlage 5 Alternatief 3: dijkversterking en buitendijkse rivierverruiming
Bijlage 6 Overzicht Baseline-maatregelen en WAQUA-modelsimulaties
Bijlage 7 Waterstanden Waal bij 16.000 m^3/s (Lobith)
Bijlage 8 Waterstanden Waal bij 18.000 m^3/s (Lobith)

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

1.1.1 De opgave

Het dijktraject Tiel – Waardenburg langs de Waal is grotendeels afgekeurd op hoogte en stabiliteit. De stabiliteitsopgave kan alleen worden aangepakt door dijkversterking. De hoogteopgave kan door dijkverhoging of met rivierverruiming of in combinatie worden opgepakt. Een van de opties is waterstandsdaling door middel van rivierverruiming. Een waterstandsdaling kan leiden tot minder dijkverhoging. Voor Varik – Heesselt speelt daarnaast nog een andere opgave: het verbeteren van de leefbaarheid en ruimtelijke kwaliteit en het waar mogelijk benutten van kansen voor gebiedsontwikkeling. Deze zijn in het project benoemd als nevendoelstelling. Het plangebied ligt langs de Waal tussen Tiel en Waardenburg, zie Figuur 1.



Figuur 1 Plangebied Tiel-Waardenburg / Varik-Heesselt (noordelijke oever): rkm 916,0 – 933,5

De Waal maakt een scherpe bocht richting het zuiden en buigt ter hoogte van Heesselt met een lange slinger westwaarts. De oostelijke grens wordt bepaald door de bebouwing van Tiel tussen de Waal en de Linge. De noordelijke begrenzing is een bundeling van het stroomgebied van de Linge, A15 en Betuweroute. Aan de westzijde vindt het studiegebied een grens in de spoorlijn en de A2, die samenvallen met de overgang naar grootschalige open komgronden van het rivierengebied.

1.1.2 Rivierverruiming in relatie tot dijkversterking

Vanuit de Voorkeursstrategie (Deltaprogramma Maas en Rijntakken) is geconstateerd dat ingezet wordt op een krachtig samenspel van dijkversterking en rivierverruiming voor het waarborgen van de waterveiligheid in het gehele rivierengebied voor de langere termijn. Voor het riviergedeelte dat samenhangt met het dijktraject Tiel – Waardenburg is een streven geformuleerd om in de Waalbocht bij Heesselt een waterstandsdaling van ten minste 40 cm te realiseren. Een dergelijke waterstandsdaling is bovenstrooms merkbaar tot aan Nijmegen, en biedt voor een lang dijktraject voordelen, voor met name de dijkhoogte. En wanneer de waterstanden bij piekafvoeren minder hoog zijn, is de kans op een dijkdoorbraak minder groot tussen Heesselt en Nijmegen. Het totale riviersysteem wordt robuuster.

Rivierverruiming kan zowel buitendijks als binnendijks worden uitgevoerd. Daarmee behoren zowel het binnendijkse gebied als de uiterwaarden in het gebied Tiel – Waardenburg tot het plangebied.

1.2 Doelstelling

Doel van het hydraulisch modelonderzoek is een effectbeschrijving van drie alternatieven met elk twee ontwerpvarianten (totaal dus 6 varianten) voor de herinrichting van het plangebied. Voorliggend verslag geldt als achtergronddocument Rivierkunde van het plan-MER, behorende bij de MIRT-verkenning Tiel-Waardenburg / Varik-Heesselt.

1.3 Uitgangspunten

De uitgangspunten van het project zijn vastgelegd in de opdrachtomschrijving van Waterschap Rivierenland en Provincie Gelderland. Daarnaast is met de rivierbeheerder Rijkswaterstaat Oost-Nederland is afgestemd, dat voor de modellering wordt uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- Gebruik is gemaakt van het WAQUA-deelmodel *beno15_5_20m_waal-v2* met verfijnd rooster (gemiddeld 20 m in lengterichting) en het hieraan ten grondslag liggende Baseline-gebiedsmodel *rijn-beno15_5-v2*. Dit model is anticiperend op de toekomst en beschrijft de Waal na afronding van alle op dit moment vastgestelde projecten, zoals Heesseltsche Uiterwaarden en Stiftsche Waarden.
- Als leidraad geldt het Rivierkundig Beoordelingskader (Rijkswaterstaat, 2017), een document dat Rijkswaterstaat als Bevoegd Gezag hanteert voor het beoordelen van de vergunbaarheid van ingrepen binnen het hoogwaterbed van de rivier.
- Gerekend wordt met stationaire debieten, waarbij zowel naar laagwater- als hoogwatereffecten wordt gekeken.
- Baseline 5.3 is gebruikt voor het verwerken van geometrische aanpassingen in het model.
- Waqua in Simona (2015 patch 8) is toegepast als modelleringssoftware.
- In de analyse is het gehele afvoerspectrum bestreken, van 600 tot 18.000 m^3/s, waaronder ook het door het RBK voorgeschreven afvoerniveau van 16.000 m^3/s (Lobith).

1.4 Alternatieven en varianten

In dit MER zijn de volgende alternatieven (cijfers) en varianten (letters) beschouwd:

1. dijkversterking
   a. een traditionele dijk
   b. een dikke dijk
2. dijkversterking en binnendijkse rivierverruiming door realisatie van een Hoogwatergeul tussen Varik en Heesselt
   a. hoogwatergeul Varik-Heesselt – economie en landbouw
   b. Hoogwatergeul Varik-Heesselt – natuur
3. dijkversterking en buitendijkse rivierverruiming
   a. streven naar maximaal haalbare waterstandsdaling
   b. afweging streven van waterstandsdaling in het licht van doelstelling vanuit natuur.

1.5 Aanpak

Het beheer- en onderhoudsmodel 2015 (beno15_5-v2) is de basis voor de gebiedsmodellering en de hydraulische berekeningen. Er heeft een aantal actualisaties plaatsgevonden. De toegeleverde Autocad-ontwerpen en shape-bestanden (Sweco, 2017) zijn omgezet in Baseline-maatregelen (dataprotocol Baseline 5.3), die zijn aangebracht in het referentiemodel. Hieruit zijn zes gebiedsmodellen ontstaan, die elk een ontwerpvariant vertegenwoordigen. De uitgevoerde modelsimulaties staan in Tabel 1 opgesomd. De hoogste afvoerniveaus (16.000 en 18.000 m^3/s te Lobith) hebben betrekking op hoogwaterveiligheid. De overige afvoerniveaus geven inzichten in meer alledaagse effecten, zodat gevolgen voor grondwater en morfologie beoordeeld kunnen worden.

Tabel 1 Overzicht van gesimuleerde hydraulische stationaire afvoeren

debiet Q (m^3/s)	toelichting	referentie	alternatief 1	alternatief 2	alternatief 3
600	Extreem laagwater	x	x	-	x
1.020	OLR (20 d/j onderschrijding	x	x	-	x
1.276	GLG (6 w/j onderschrijding)	x	x	-	x
2.000	Mediaan debiet (6 mnd/j overschrijding)	x	x	-	x
3.322	GHG (6 w/j overschrijding)	x	x	x	x
4.000	Middelhoge afvoer	x	x	x	x
6.000	Hoge afvoer (1/1)	x	x	x	x
8.000	Niet-extreem hoogwater (1/5)	x	x	x	x
10.000	Scheepvaart (1/15)	x	x	x	x
16.000	Hoogwaterveiligheid (1/1250)	x	x	x	x
18.000	Hoogwaterveiligheid (klimaatopgave)	x	x	x	x

1.6 Beoordelingskader

Het Rivierkundig Beoordelingskader 4.0 (Rijkswaterstaat 2017) schrijft voor hoe effecten van ruimtelijke ingrepen binnen de begrenzing van het hoogwaterbed geanalyseerd moeten worden. Belangrijke criteria, die onderstaand nader toegelicht worden, zijn (zie Bijlage 1):

- Waterstandseffect bij 16.000 m^3/s, de (voorheen) maatgevende rivierafvoer waarop de dijkhoogten zijn ontworpen:
  - in de rivieras;
  - bij de waterkeringen;

  In deze rapportage kijken we naar beide afvoerniveaus: 16.000 m3/s omdat het in het beoordelingskader staat en 18.000 m3/s omdat we in het kader van het Deltaprogramma toekomstgericht kijken. Het hydraulisch effect van ingrepen is overigens niet erg gevoelig voor de hoogte van de afvoer. De waterstandsdaling kan bij benadering worden geïnterpreteerd als afname in de hoogteopgave van de waterkering.
- Dwarsstroming in de normaallijn bij de maximale rivierafvoer waarbij er nog sprake is van scheepvaart (hiervoor hanteren wij 10.000 m^3/s). In ons project bevinden alle ingrepen zich op de rechteroever (noordelijke rivierzijde) en kijken we uitsluitend naar de effecten in de rechter normaallijn.
- Morfologische effecten (erosie of aanzanding) in het zomerbed (tevens vaargeul) op de lange termijn, tevens incidenteel effect na een enkel hoogwater. Voor dit criterium is niet strikt een morfologische modelsimulatie noodzakelijk en kan worden volstaan met een expertoordeel of een indicatieve berekening met behulp van het hulpprogramma WaqMorf.

2 Referentiesituatie

2.1 Referentiesituatie MER

2.1.1 Huidige situatie en autonome ontwikkelingen

De huidige situatie plus de autonome ontwikkelingen vormen de referentie bij het bepalen van de effecten van de voorgenomen rivierverruiming Varik-Heesselt en de dijkverbetering Tiel-Waardenburg in het MER. Met autonome ontwikkelingen wordt de toekomstige ruimtelijke ontwikkeling van het gebied bedoeld zonder de realisatie van de voorgenomen activiteit of één van de alternatieven. Het gaat daarbij om ontwikkelingen waarover al besluitvorming heeft plaatsgevonden (en waarvoor de financiering is geregeld) of demografische ontwikkelingen, klimaatveranderingen, e.d. Dat betekent dat de volgende autonome ontwikkelingen in de beschouwing worden meegenomen:

- Hoogwaterbeschermingsprogramma: de dijkversterkingen die nodig zijn als gevolg van de eerste en tweede wettelijke toetsing van waterkeringen (voor zover niet al gereed);
- Programma Ruimte voor de Rivier om de Rijn in te richten voor een afvoer van 16.000 m^3/s (voor zover niet al gereed);
- Overige maatregelen die zijn vastgelegd in een bestuursovereenkomst. Dit betreft bijvoorbeeld de Waalweelde projecten (waaronder de herinrichting van de Heesseltsche Uiterwaarden) en het project Stroomlijn (vegetatie in uiterwaarden op orde, o.a. in Stiftsche Waarden).

In de volgende paragraaf worden de projecten nader gespecificeerd. Voor het MER is als referentiejaar het jaar 2030 gekozen om de milieueffecten te kunnen beschouwen. In het MER wordt per milieuthema een beschrijving gegeven van de referentiesituatie waarmee de effecten worden vergeleken.

2.1.2 De Waal in het plangebied: uitgevoerde en vastgestelde projecten

Het plangebied beslaat de noordelijke oever (rechteroever) van de Waal tussen de rivierkilometers 916,0 (Tiel) en 933,5 (brug A2), zie Figuur 1. Basis voor de effectbeschrijving is niet de huidige situatie, maar de situatie waarbij de autonome ontwikkeling, zoals is vastgesteld in het beheer- en onderhoudsmodel van Rijkswaterstaat, zijn meegenomen. De autonome ontwikkeling omvat, naast de meest actuele peilingen en gebiedsbeschrijving, alle in uitvoering zijnde en reeds vastgestelde projecten. Voor het bepalen van de effecten is gebruik gemaakt van een riviermodel[1]. In het model zit niet de actuele vegetatie, maar het streefbeeld van de vegetatie volgens de legger van Rijkswaterstaat. De volgende ontwikkelingen zijn opgenomen:

<u>Kribverlaging en langsdammen Waal</u>
In 2015 is in het kader van Ruimte voor de Rivier de kribverlaging in de Waal opgeleverd. Bovendien zijn tussen Wamel en Ophemert aan beide zijden langsdammen aangelegd.

<u>Hurwenen</u>
In 2015 is aan de zuidzijde een nevengeul bij Hurwenen gerealiseerd (een KRW-project).

<u>Stiftsche Waarden</u>
In de Stiftsche Waarden loopt een project in het kader van het Programma Stroomlijn. Hier vindt vegetatiebeheer plaats (o.a. het kappen van bomen) teneinde de doorstroming te verbeteren.

<u>NURG Herinrichting Heesseltsche Uiterwaarden</u>
In het kader van de Nadere Uitwerking Riviergebied (NURG) worden de Heesseltsche Uiterwaarden (grenzend aan de zuidzijde van het plangebied) heringericht. De aanbesteding van de herinrichting is reeds in 2015 gestart. Het project is naar verwachting in 2019 afgerond en opgeleverd. Zoals reeds aangegeven wordt de herinrichting van de Heesseltsche Uiterwaarden in het MER beschouwd als autonome ontwikkeling. Daarnaast dient mogelijk wel als gevolg van rivierverruiming Varik-Heesselt verdere optimalisatie van de uiterwaarden plaats te vinden. Hier wordt in het MER nader aandacht aan besteed.

[1] Waqua in Simona 2015 patch 8; referentiemodel rijn-beno15_5-v2, aangevuld met enkele actualisaties, resulterend in varik_ref

2.1.3 Baseline-gebiedsmodel

Bovenstaande uitgevoerde en lopende projecten zijn aanleiding geweest voor het actualiseren van het referentiemodel. Het Baseline-gebiedsmodel rijn_beno15_5-v2 is in een aantal stappen geactualiseerd met o.a. de genoemde projecten (zie Bijlage 6-2), resulterend in referentiemodel varik_ref.

2.1.4 Samenhang met andere projecten in onderzoek

Ontwikkelingen die relevant zijn voor de beoogde rivierverruiming en dijkverbetering zijn onderstaand opgesomd. Dit betreft echter nog niet vastgestelde projecten:

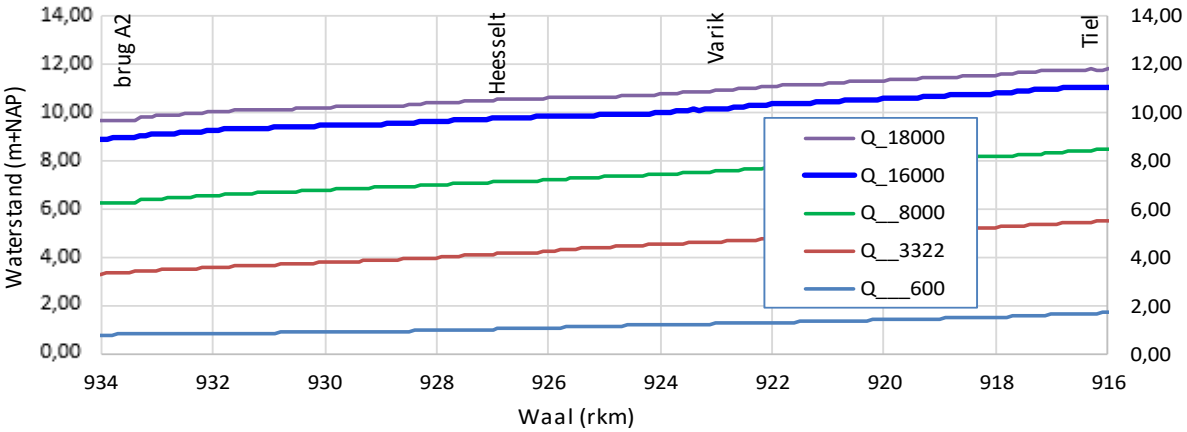
Verkenning Uiterwaarden Wamel-Dreumel-Heerewaarden (UWDH)
Met het oog op natuurontwikkeling zijn met de ruilverkaveling Land van Maas en Waal gronden uitgeruild. Daardoor is een nagenoeg aaneengesloten gebied in de uiterwaarden van Wamel, Dreumel en Heerewaarden in handen van overheden gekomen. De provincie Gelderland zet samen met Rijkswaterstaat vanuit de KRW-opgave en Staatsbosbeheer vanuit de NURG-opgave een vervolgstap om met de omgeving en belanghebbenden een plan op te stellen voor de inrichting van circa 250 ha (Natura 2000 en GNN-opgave). De plannen omvatten de maatregelen onder andere als meestromende nevengeul, eenzijdig aangetakte strangen, aanleg van ooibos en natuurlijke graslanden. Er is gedurende de verkenning afstemming geweest met het project Uiterwaarden Wamel Dreumel Heerewaarden (UWDH).

Overige projecten
Binnen het plangebied speelt een aantal kleinere initiatieven, zoals woningbouwplan Molenblok Varik, Bato's Erf, Slingerbos Ophemert en Bitumarin bij Opijnen. Verder kan de rivierverruiming Varik-Heesselt gevolgen hebben voor dijkverbeteringen stroomopwaarts van Heesselt, zoals de dijkverbeteringen Neder-Betuwe en Wolferen – Sprok. Tot slot kan rivierverruiming buitendijkse oplossingen compenseren bij de dijkverbetering Gorinchem – Waardenburg. In het MER wordt gekeken welke projecten nog meer relevant kunnen zijn. Deze worden meegenomen bij de effectbepalingen in het MER.

2.2 Hydraulische eigenschappen van de referentiesituatie

2.2.1 Maatgevende hoogwaterstanden in rivieras en op de uiterwaarden

Elk dijktraject heeft een norm (faalkans), waarbij het totaal van alle faalmechanismen (overstromen, bezwijken door piping, afschuiven enz.) niet hoger mag zijn dan de faalkans. De rivierkundige beoordeling is gebaseerd op het Rivierkundig Beoordelingskader (Rijkswaterstaat, 2017) met een debiet van 16.000 m^3/s (ijkpunt Lobith, Bovenrijn). In dit project zijn de effectbeschrijvingen aangevuld met een brede reeks van rivierafvoeren, waaronder ook 18.000 m^3/s, waarmee wordt aangesloten bij het Deltaprogramma Rivieren. Bijlage 2 laat de waterstanden ruimtelijk zien.



Figuur 2 Verhanglijnen van de referentiesituatie (autonome ontwikkeling) bij diverse afvoerniveaus (in m^3/s te Lobith)

2.2.2 Afvoerverdeling op splitsingspunt Pannerdensche Kop

De Waal neemt ongeveer twee-derde van de Rijnafvoer voor haar rekening. Een voorwaarde die aan herinrichtingsprojecten wordt gesteld, is dat de afvoerverdeling over de Rijntakken niet beïnvloed mag worden.

Overigens merken wij op, dat in het kader van Ruimte van de Rivier vele projecten hebben plaatsgevonden (bijvoorbeeld Kribverlaging Waal, Hondsbroeksche Pleij, Millingerwaard), die individueel wel degelijk van invloed waren op de afvoerverdeling, maar onderdeel waren van een integraal pakket dat in zijn geheel de afvoerverdeling over de Rijntakken in stand houdt. Zo kan ook naar de rivierverruimingsprojecten in het kader van het Deltaprogramma worden gekeken, waar de onderzochte ingrepen ook onderdeel van uitmaken.

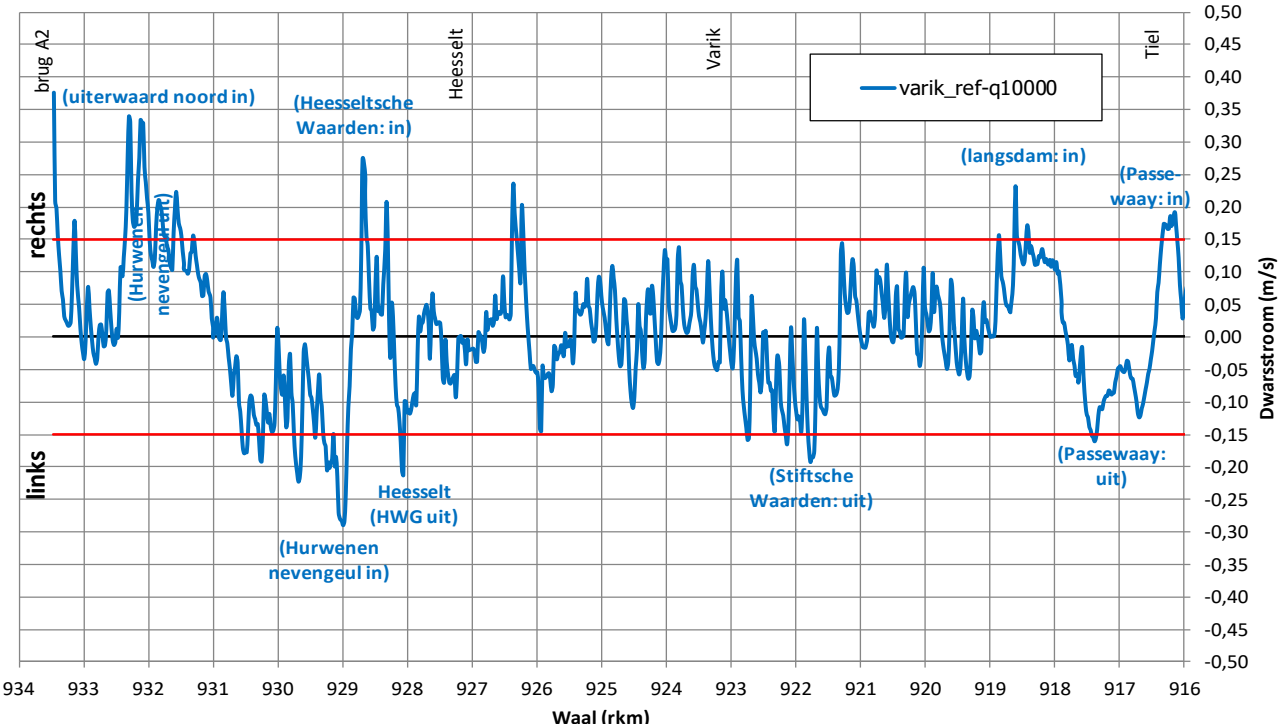
2.2.3 Waterbouwkundige constructies in de Waal

De Waal is een ongestuwde rivier en vormt een open binnenvaartverbinding tussen Rotterdam en het Ruhrgebied. Er bevinden zich twee waterbouwkundige constructies in het plangebied: een sluis bij Tiel naar het Amsterdam-Rijnkanaal, en een sluis bij St. Andries naar de Maas. De benedenstroomse begrenzing is de brug van de A2 (met spoorbrug).

2.2.4 Scheepvaart en huidige dwarsstroming in de vaargeul

Voor de scheepvaart stelt het Rivierkundig Beoordelingskader als richtlijn dat er bij bevaarbare rivier-afvoeren geen dwarsstroming op de normaallijn mag optreden van meer dan 0,15 m/s (en 0,3 m/s bij een maximum dwarsstroomdebiet van 50 m^3/s).

Een hoogste bevaarbare afvoer is formeel in Nederland niet gedefinieerd. Gebruikelijk is om het debiet van 10.000 m^3/s bij Lobith als richtlijn te hanteren, een afvoer die gemiddeld eens per 15 jaar wordt overschreden. Een dwarsstroming kan worden becijferd op basis van de hoek (α) tussen de stroomrichting en de richting van de normaallijn ($U_{dwars} = U \cdot \sin \alpha$). Figuur 3 laat voor de referentiesituatie de dwarsstroming op de noordelijke uiterste vaarlijn (de normaallijn) zien. De figuur laat al zien dat er een duidelijke relatie met bestaande en vastgestelde maatregelen is, en dat aan de waarde van 0,15 niet altijd strikt voldaan wordt.



Figuur 3 Dwarsstroming in de referentiesituatie (autonome ontwikkeling): rechter normaallijn (10.000 m^3/s te Lobith)

2.3 Morfologie (sediment in de Waal en uiterwaarden)

Bij het thema morfologie wordt onderscheid gemaakt tussen de riviermorfologie op systeemniveau en lokale morfologische verschijnselen en effecten.

Ten aanzien van het eerste is het bekend dat de Rijntakken met een doorgaande bodemdaling te kampen hebben. Over het geheel genomen bereikt minder sediment (voornamelijk zand uit het bodemtransport) de Bovenrijn bij Lobith, dan er in het gehele Rijntakkengebied aan sedimenttransport plaatsvindt. Het gevolg hiervan is een trend van doorgaande bodemdaling. Deze bodemdaling manifesteert zich niet overal in gelijke mate. In de buitenbocht van St. Andries (rkm 925,2 – 928,2) is in 1999 een vaste laag gerealiseerd om de vaarweg te verbeteren. Door het vastleggen van de buitenbocht op voldoende vaardiepte blijven de stroomsnelheden en dus de vaardiepten in de binnenbocht op peil.

In het MER richten we ons vooral op lokale morfologische effecten van ingrepen. Morfologische effecten ontstaan vooral op locaties waar de stroomsnelheid in stroomrichting door de ingrepen verandert, en dat bij morfologisch relevante rivierafvoeren. Een afvoer is morfologisch relevant, wanneer hij voldoende vaak (en langdurig) voorkomt en tevens een substantieel sedimenttransport vertegenwoordigt. De allerlaagste afvoeren hebben relatief weinig sedimenttransport en de allerhoogste afvoeren hebben relatief weinig gewicht in de statistiek.

Van alle typen maatregelen heeft dijkversterking meestal slechts een beperkt negatief effect op de stroomsnelheden, dus op de riviermorfologie. Alleen situaties van bijvoorbeeld buitendijkse versterking bij een schaardijk leiden tot grotere effecten.

Hoogwatergeulen in de uiterwaard kunnen merkbare (plaatselijke) morfologische effecten in de rivier tot gevolg hebben. Deze geulen bieden plaatselijk extra afvoercapaciteit, waardoor op deze locaties lagere stroomsnelheden in het zomerbed ontstaan. Bij een (in stroomrichting) afnemende stroomsnelheid is er kans op sedimentatie, wat hinderlijk voor de scheepvaart is en vraagt meer periodiek onderhoud.

2.4 MER-alternatieven

In ons plangebied bestaan de genoemde typen ingrepen reeds, of ze komen in de onderzochte alternatieven en varianten van dit MER voor. De mate waarin de beschreven effecten in de varianten van dit MER aan de orde zijn, zal blijken uit de beoordeling van de drie hoofdalternatieven:

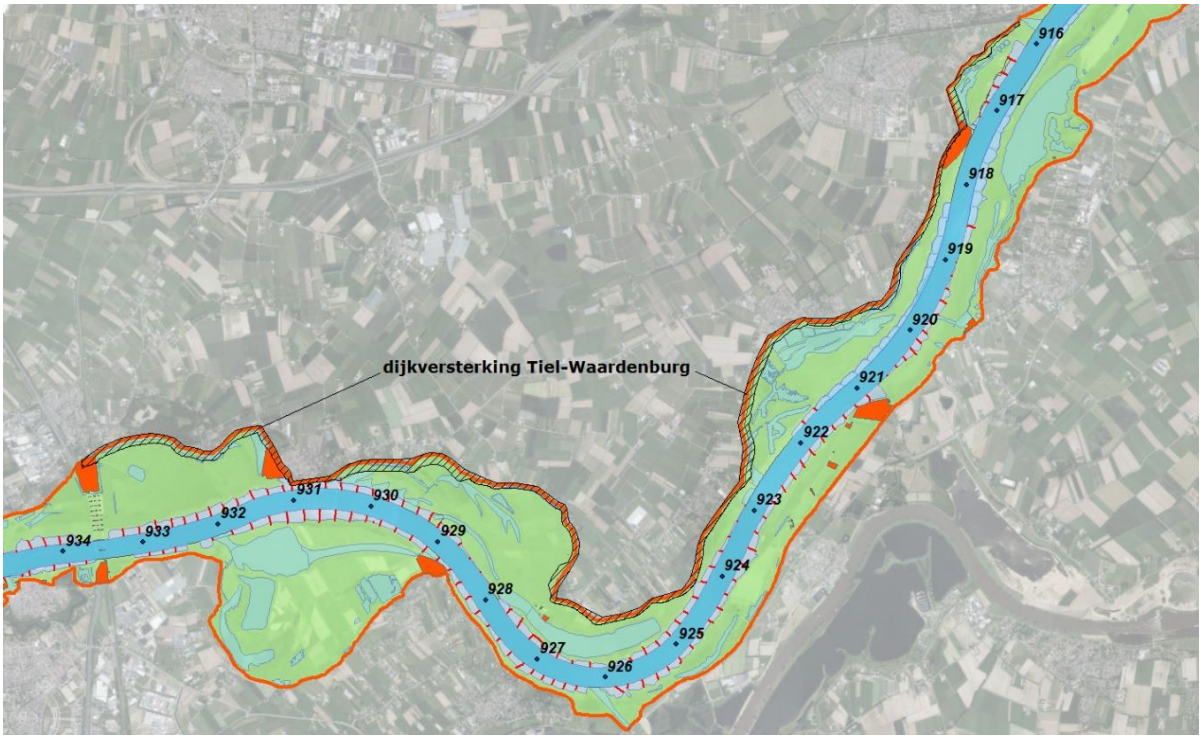
1. uitsluitend dijkversterking,
2. dijkversterking en binnendijkse rivierverruiming (hoogwatergeul Varik-Heesselt),
3. dijkversterking en buitendijkse rivierverruiming (geulen in de uiterwaard).

Elk hoofdalternatief kent twee varianten. De volgende hoofdstukken behandelen de alternatieven achtereenvolgens.

3 Alternatief 1: dijkversterking

3.1 Variant 1a: een traditionele dijk

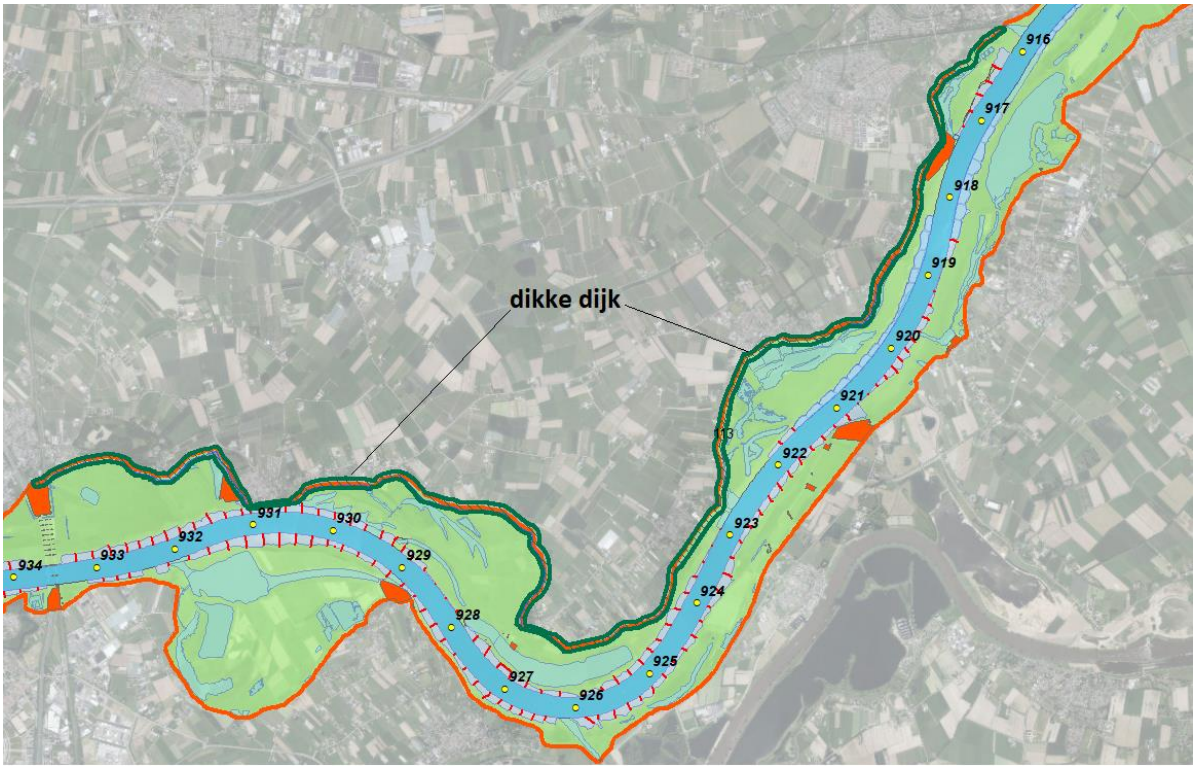
Variant 1a gaat uit van een traditionele dijkversterking met een buitendijkse steunberm. Het traject is in Figuur 4 weergegeven.



Figuur 4 Ruimtebeslag variant 1a: een traditionele dijk

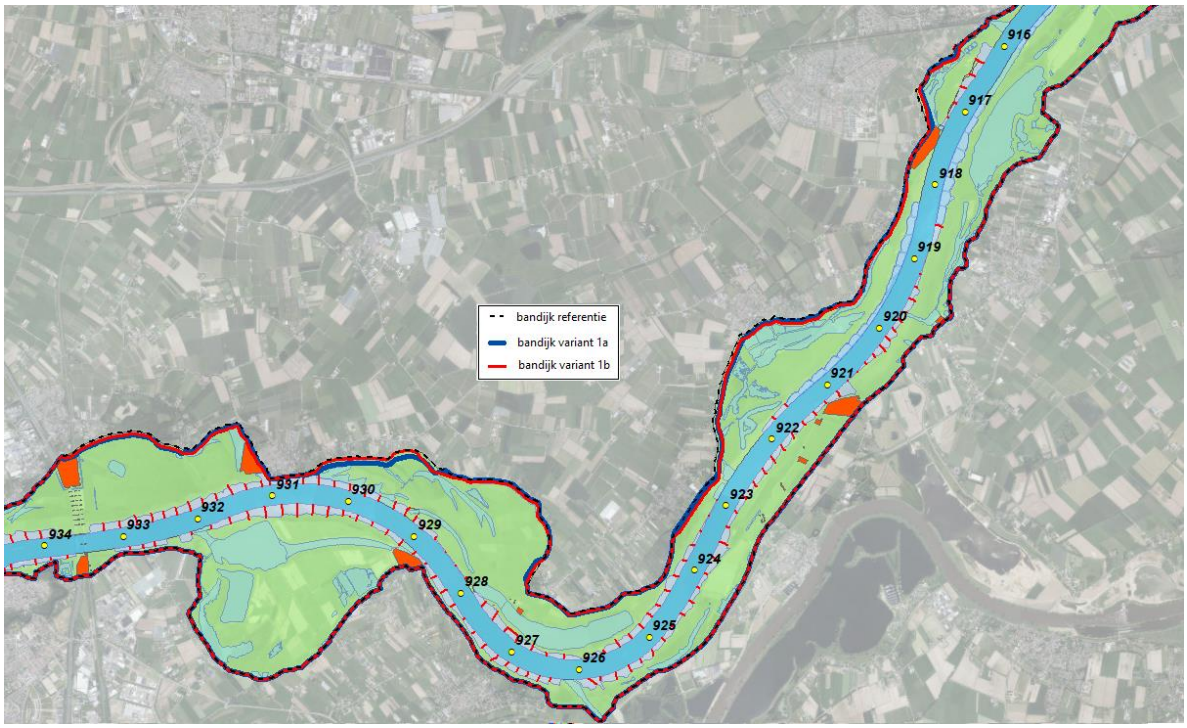
3.2 Variant 1b: een dikke dijk

De tweede variant gaat uit van een dikke dijk, die constructief zo robuust is dat hij niet kan bezwijken.



Figuur 5 Vergelijking ruimtebeslag varianten 1a en 1b bij de Heesseltsche uiterwaarden (Opijnen)

Het extra ruimtebeslag, dat hiermee gepaard gaat, vindt voornamelijk aan binnendijkse zijde plaats (Figuur 5). De tracés verschillen van locatie tot locatie. Wat dit betekent voor het tracé van de buitenkruinlijn, hetgeen voor de doorstroming het belangrijkst is, laat Figuur 6 zien. Op sommige locaties ligt de buitenkruinlijn van variant 1a verder naar buiten, op andere die van variant 1b.



Figuur 6 Vergelijking tracé buitenkruinlijn bij referentie, variant 1a en variant 1b

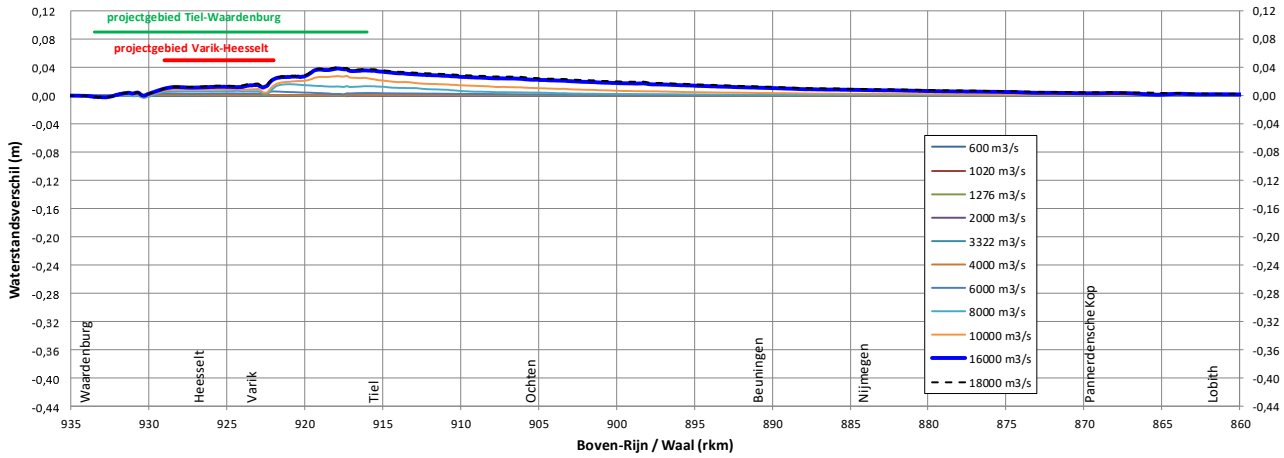
3.3 Verwerking in het Baseline-gebiedsmodel

Beide ontwerpen zijn door Sweco aangeleverd in de vorm van een rudimentair ruimtelijk Autocad-ontwerp, bestaande uit een begrenzing, insteeklijnen en ontwerplijnen. Deze zijn omgezet in Baseline-maatregelen, die vervolgens in het referentiemodel zijn aangebracht, resulterend in een tweetal modelvarianten. De bodemhoogten van de Baseline-modellen zijn zichtbaar in Bijlage 3-2 en Bijlage 3-3. Na omzetting in WAQUA zijn de verschillen met het referentiemodel geverifieerd (Bijlage 3-4 en Bijlage 3-5). De figuren laten zien dat op diverse locaties (Opijnen, Varik en Ophemert) de dijk naar buiten toe breder is geworden. Het verschil tussen beide varianten is niet erg duidelijk. Het meerdere in de breedte van de dikke dijk bevindt zich vooral aan de binnendijkse zijde van de huidige buitenkruinlijn en is daardoor in de figuur onzichtbaar.

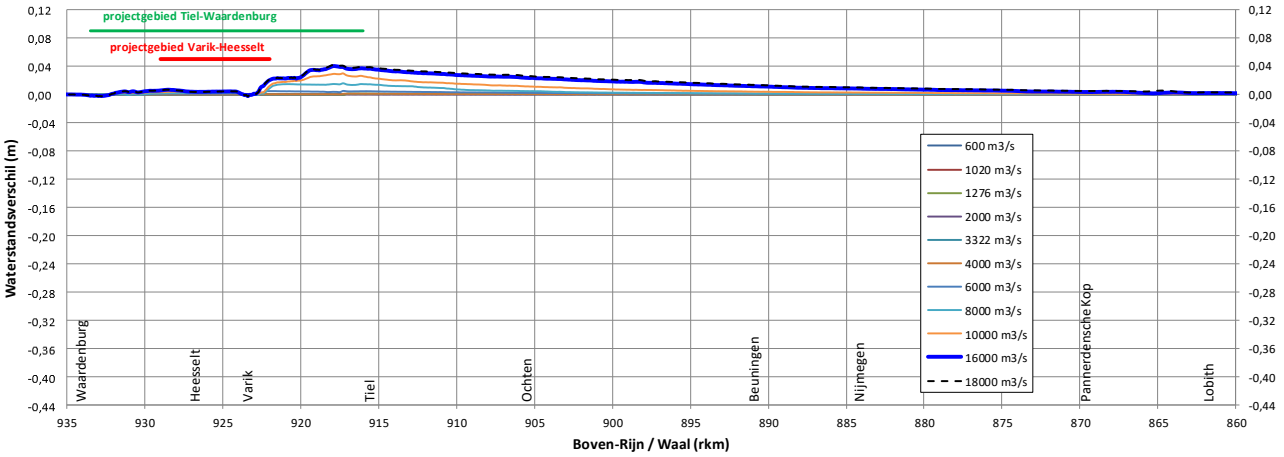
3.4 Hydraulische effecten

3.4.1 Effecten op waterstanden

Beide ontwerpen zijn niet volumeneutraal, zie opnieuw Figuur 6. Aan buitendijkse zijde vindt een geringe, doch wel merkbare profielvernauwing plaats, die een opstuwing van 4 cm tot gevolg heeft. Het effect vindt duidelijk in drie stapjes plaats (van beneden- naar bovenstrooms), die een eenduidige relatie met de dorpen Opijnen, Varik en Ophemert hebben, zie Figuur 7 en Figuur 8. Bijlage 3-7 en Bijlage 3-8 laten de effecten ruimtelijk zien (16.000 m^3/s te Lobith). Wij gaan ervan uit dat dit effect in het definitief ontwerp door nadere detaillering nog aanzienlijk gereduceerd kan worden.



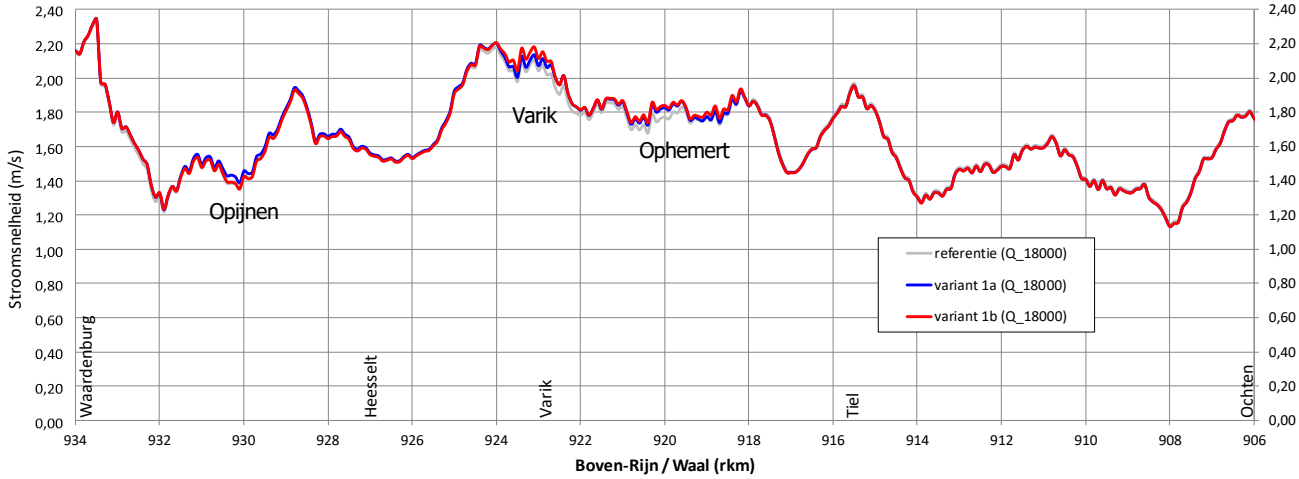
Figuur 7 Waterstandseffect bij diverse uiteenlopende afvoerniveaus (variant 1a)



Figuur 8 Waterstandseffect bij diverse uiteenlopende afvoerniveaus (variant 1b)

3.4.2 Effecten op stroomsnelheden

Hoewel niet vanzelfsprekend, treden in het algemeen de hoogste stroomsnelheden op bij de hoogste afvoeren. Figuur 9 laat stroomsnelheden zien bij het hoogste onderzochte afvoerniveau (18.000 m^3/s). De maximale stroomsnelheid bedraagt 2,2 m/s (rkm 924: bij de uitstulping van de dijk tussen Varik en Heesselt), waarbij de referentiesituatie en beide varianten onderling niet verschillen. Juist bovenstrooms (rkm 923) is een effect van de verbreding van de dijk op de stroomsnelheid te zien (beide varianten).

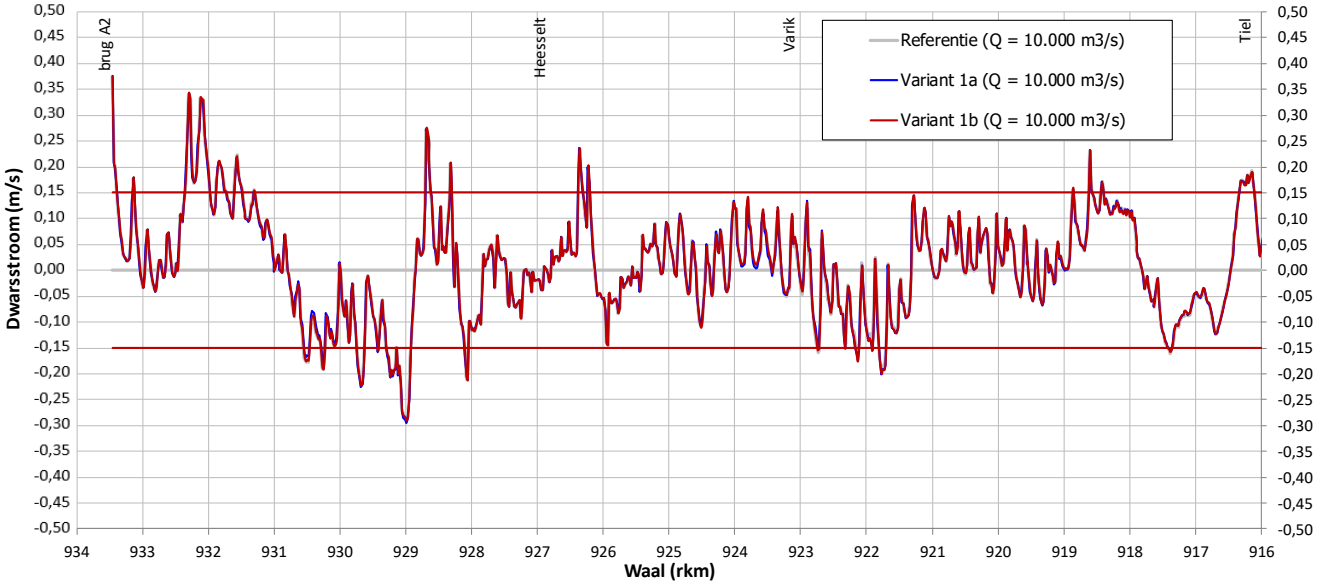


Figuur 9 Stroomsnelheden in de referentiesituatie en beide beschouwde varianten bij extreem hoogwater (18.000 m^3/s)

De verschillen zijn echter zeer beperkt in omvang. Bijlage 3-8 en Bijlage 3-9 tonen het ruimtelijk beeld bij de maatgevende afvoer van het RBK (16.000 m^3/s te Lobith).

3.4.3 Dwarsstroming in de normaallijn (rechteroever)

Voor het thema dwarsstroming kijken we naar een afvoerniveaus van 10.000 m^3/s (Lobith), zoals reeds vermeld in paragraaf 0. De dijkverbetering heeft geen enkele invloed op de stroomrichting in de vaargeul, zoals blijkt uit Figuur 10. Alle lijnen vallen samen.



Figuur 10 Dwarsstroming in de rechter normaallijn voor de beide varianten in vergelijking met de referentie (10.000 m^3/s te Lobith)

3.5 Prognose van morfologische effecten

Op de plaatsen waar de buitendijkse dijkversterking dicht op de oever plaatsvindt (Opijnen, Varik en Ophemert, zie ook Figuur 7 en Figuur 8) is er een klein effect op de stroomsnelheden bij morfologisch relevante afvoeren. Dit leidt potentieel tot een neerwaartse aanpassing van de evenwichtsbodemligging op deze drie locaties van minder dan 0,10 m (Bijlage 3-10). De maximale aanpassing bij een incidenteel hoogwater (Bijlage 3-11) is hieraan gelijk.

De analyse is alleen voor variant 1b gedaan. Aangenomen mag worden dat het effect voor variant 1a in dezelfde orde van grootte ligt. Opgemerkt wordt dat deze uitkomst indicatief is en bovendien opgeteld moet worden bij de huidige bodemtrend. Omdat dit MER zich uitsluitend richt op de effecten van de ingrepen is dit niet nader uitgezocht.

3.6 Samenvatting effecten dijkversterking (alternatief 1)

De resultaten laten zien dat de hydraulische (en naar ons oordeel tevens de morfologische) effecten van beide varianten niet onderscheidend zijn. De ruimtelijke impact van variant 1b is aan binnendijkse zijde echter veel groter, hetgeen uiteraard niet uit deze rivierkundige analyse blijkt.

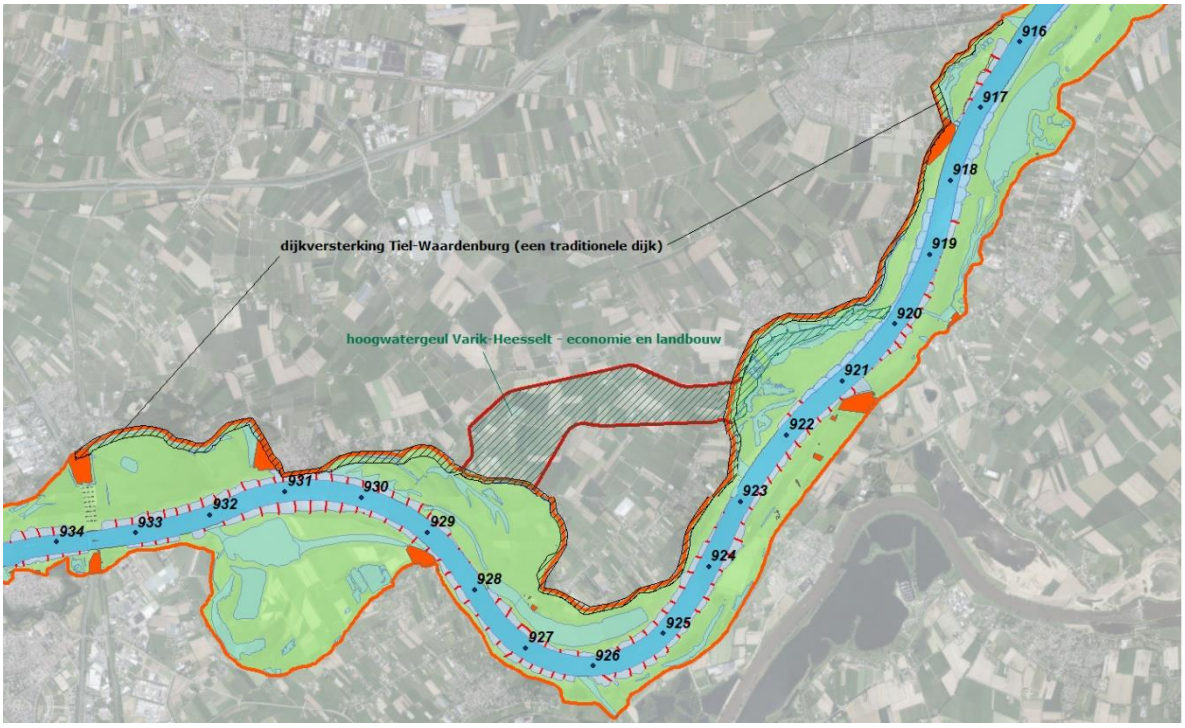
Volgens het Rivierkundig Beoordelingskader (Bijlage 1) zijn er op twee punten bezwaren van de rivierbeheerder te verwachten. De maatgevende waterstanden gaan tot 0,04 m omhoog (punten 1.1a en 1.2) en de versterking aan buitendijkse zijde verkleint het rivierprofiel (punt 1.1b). Een compenserende maatregel die beide problemen tegelijk kan oplossen bestaat uit ondiepe geulen, die zodanig gedimensioneerd zijn dat beide effecten ten minste tot nul worden teruggebracht, of eventueel tot een kleine netto verruiming leiden.

4 Alternatief 2: dijkversterking en binnendijkse rivierverruiming door realisatie van een hoogwatergeul tussen Varik en Heesselt

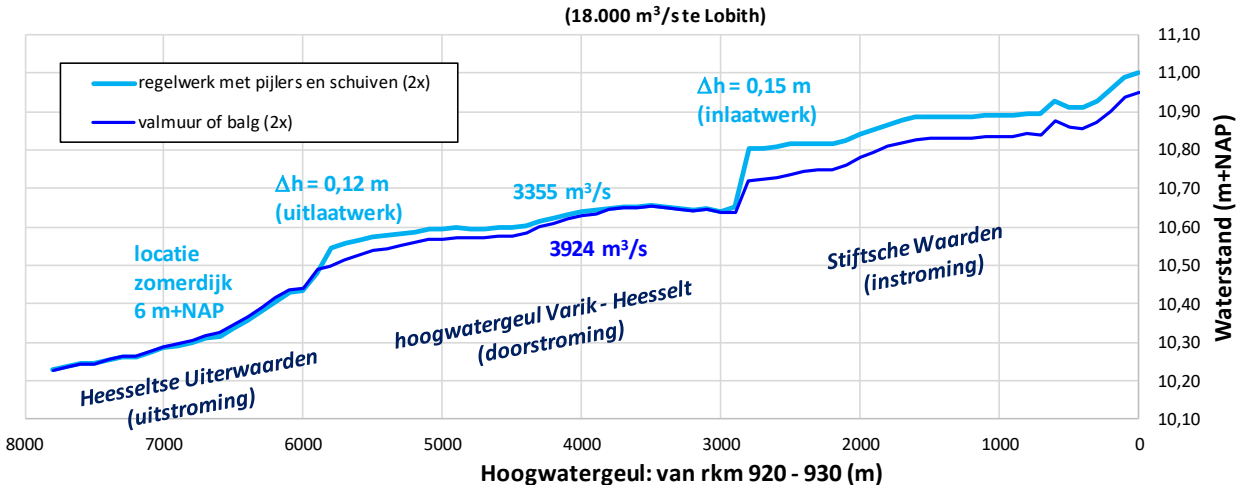
4.1 Variant 2a: hoogwatergeul Varik-Heesselt – economie en landbouw

De variant "economie en landbouw" van de hoogwatergeul Varik-Heesselt kent geen vergraving in het (op dit moment) buitendijkse deel van de geul, zodat de landbouwfunctie behouden blijft. Formeel wordt het gebied buitendijks, omdat er inundatie en doorstroming bij hoogwater kan plaatsvinden. Aan weerszijden is deze groene geul daarom bedijkt.

Bovenstrooms, tussen rkm 920 en de instroomopening, is een aanstroomgeul voorzien. Hierbij is wel sprake van vergraving van de uiterwaard teneinde de aanstroming van de hoogwatergeul te optimaliseren. De traditionele dijkversterking (is tevens onderdeel van het ontwerp, met uitzondering van de instroom- en de uitstroomopening. Door de waterstandsdaling kan de maatvoering van de dijk aangepast worden (voor zover het de hoogteopgave betreft). Voor de modellering is dit echter van ondergeschikt belang en is het ontwerp van variant 1a toegepast.



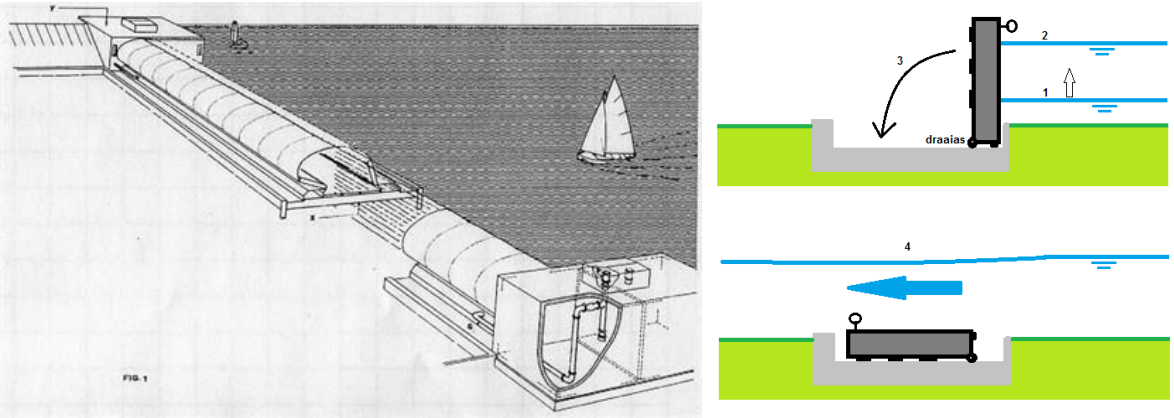
Figuur 11 Ruimtebeslag variant 2a: hoogwatergeul Varik-Heesselt – economie en landbouw



Figuur 12 Verhanglijn in variant 2a: hoogwatergeul Varik-Heesselt – economie en landbouw

De inzet van de geul vindt in hoogst uitzonderlijke gevallen plaats, zodat de landbouwgrond zijn waarde vrijwel volledig kan behouden. Met een inzet van gemiddeld ca. eens in de 50 jaren wordt rekening gehouden. Dit vereist een regelwerk aan beide zijden (lengte ca. 400 m). Indien er alleen aan bovenstroomse zijde een regelwerk zou zijn, zou de geul onderdeel worden van de benedenstroomse uiterwaard en bij hoogwater vanuit deze zijde kunnen instromen.

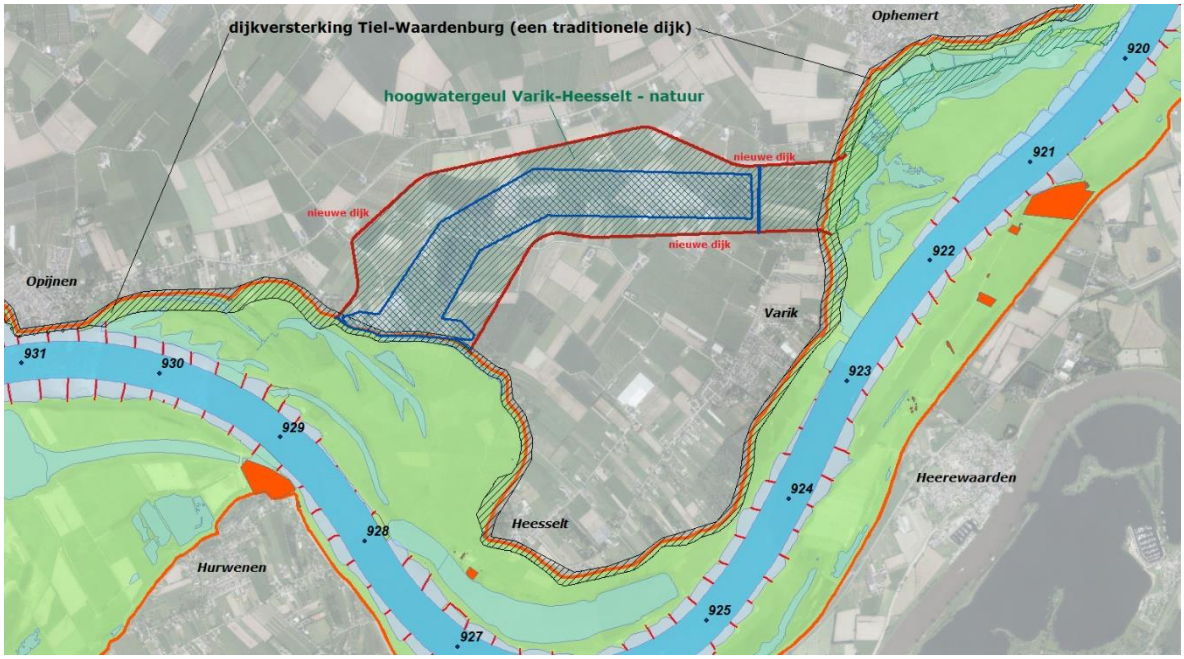
Dit is onwenselijk, zodat ook hier een regelwerk noodzakelijk is. In eerste instantie is aan beide zijden een traditioneel regelwerk met pijlers, schuiven en een drempel gemodelleerd. Uit deze resultaten is echter gebleken dat hierbij aanzienlijke stromingsweerstand optreedt. Een weerstandloze oplossing zou het geuldebiet met ca 570 m^3/s doen toenemen en tevens de bovenstroomse waterstand aanvullend 5 cm verlagen (Figuur 12). Een dergelijke oplossing is denkbaar in de vorm van een valmuur of balgstuw (Figuur 13). Tevens is de verwachting dat de kosten van een dergelijke oplossing lager zijn dan van twee regelwerken. Met deze geoptimaliseerde variant zijn de overige effecten bepaald.



Figuur 13 Balgstuw of valmuur aan bovenstroomse zijde (variant 2b) of aan beide zijden (variant 2a) van de hoogwatergeul Varik-Heesselt

4.2 Variant 2b: hoogwatergeul Varik-Heesselt – natuur

In de tweede variant "natuur" is er sprake van een aanvullende verdieping in de stroombaan tot ca. 2,25 m+NAP (Figuur 14). Dit deel zal niet permanent onder water staan, maar er zal sprake zijn van een vochtig milieu met bijbehorende vegetatieontwikkeling (riet en ruigte). In deze variant is er alleen aan bovenstroomse zijde een barrière (zie Figuur 13). De benedenstroomse zijde is verbonden met de uiterwaard en ligt achter de zomerdijk. De instroomfrequentie vanuit deze zijde is eens per 1 tot 2 jaar.



Figuur 14 Ruimtebeslag variant 2b: hoogwatergeul Varik-Heesselt – natuur (vergraven deel in blauw)

De inzet van de geul is gemaximeerd tot hydraulische condities, overeenkomend met een frequentie van eens per 15 jaar (ca. 10.000 m^3/s). In de praktijk zal er geen reden zijn om de geul vaker te laten meestromen dan de hoogwaterveiligheid vereist. Gezien de hoge normen horen hier lagere frequenties bij. Niettemin kunnen er redenen zijn om de geul daadwerkelijk vanaf het genoemde afvoerniveau te laten meestromen, zoals het behouden van operationele ervaring en het publieke bewustzijn dat zich hier een hoogwatergeul bevindt.

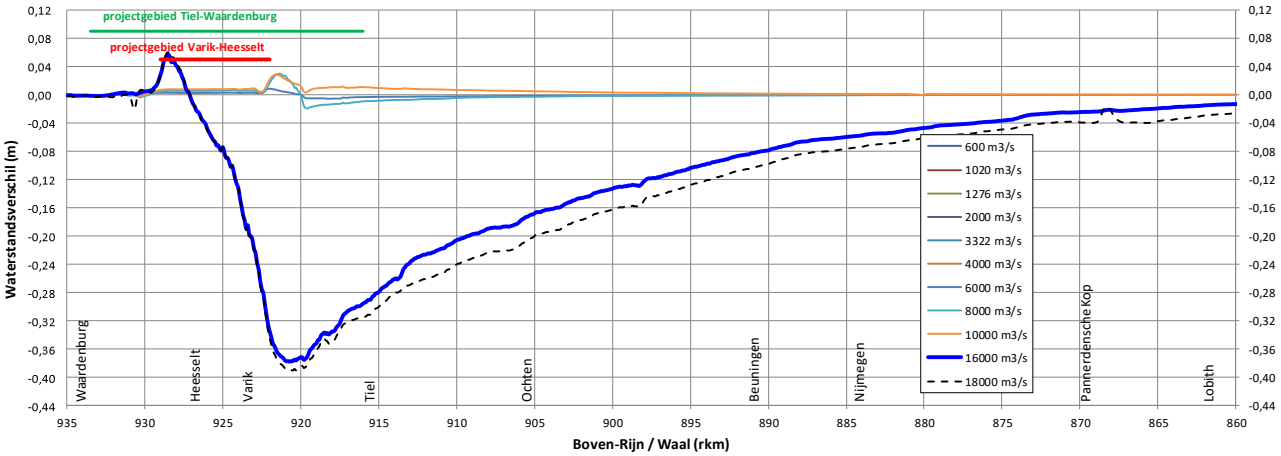
4.3 Verwerking in het Baseline-gebiedsmodel

Beide ontwerpen zijn door Sweco aangeleverd in de vorm van een rudimentair ruimtelijk Autocad-ontwerp, bestaande uit een begrenzing, insteeklijnen en ontwerplijnen. Bijlage 4-2 en Bijlage 4-3 laten voor beide varianten de bodemhoogten zien en het langsprofiel van de hoogwatergeul. De toegepaste vegetatiecodes zijn in Bijlage 4-4 en Bijlage 4-5 getoond. Na omzetting in WAQUA zijn de verschillen met het referentiemodel geverifieerd (Bijlage 4-6 en Bijlage 4-7).

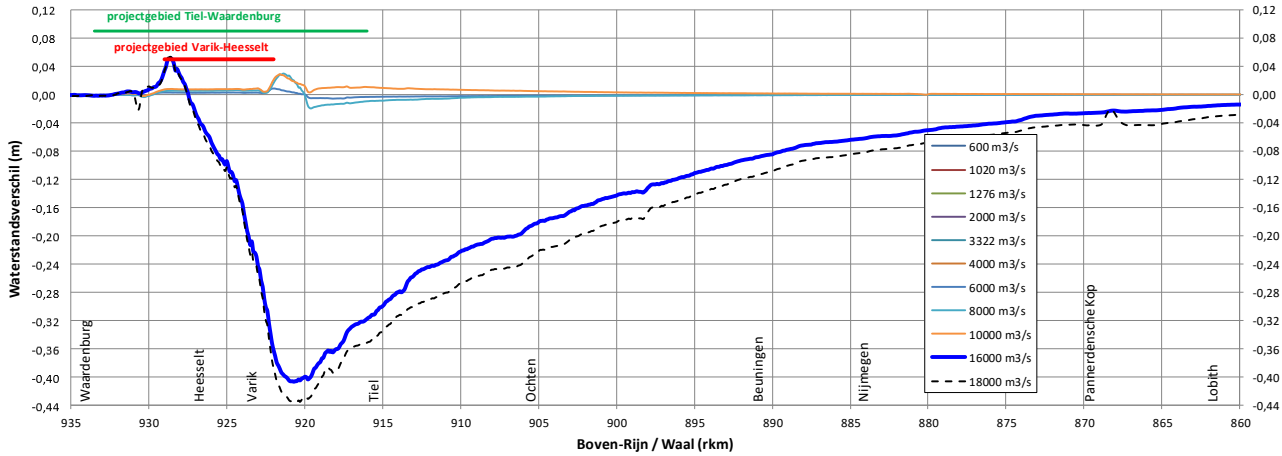
4.4 Hydraulische effecten

4.4.1 Effecten op waterstanden

Voor beide varianten is het waterstandseffect bij 16.000 en 18.000 m^3/s weergegeven in Figuur 15 en Figuur 16. Bijlage 4-8 en Bijlage 4-9 laten de effecten ruimtelijk zien (16.000 m^3/s te Lobith). Bij lagere debieten is de hoogwatergeul als gesloten verondersteld. De natuurgeul blijkt effectiever dan de landbouwgeul. Blijkbaar compenseert de verdieping ruimschoots voor de iets ruwere vegetatie. Onderstaande figuren laten zien dat de instroomgeul (rondom rkm 920) ook een klein effect sorteert zonder dat de hoogwatergeul meestroomt. Bij 6000 m^3/s en lager is dit vrijwel niet meer te merken. Lagere debieten dan 3322 m^3/s voegen niets toe en zijn niet doorgerekend.



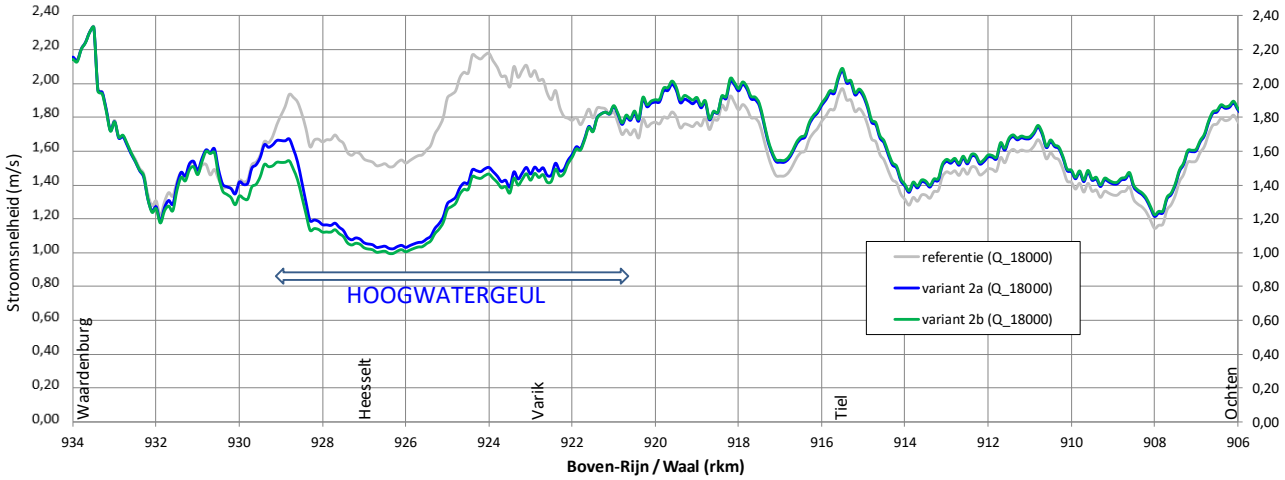
Figuur 15 Waterstandseffect bij diverse uiteenlopende afvoerniveaus (variant 2a)



Figuur 16 Waterstandseffect bij diverse uiteenlopende afvoerniveaus (variant 2b)

4.4.2 Effecten op stroomsnelheden

De stroomsnelheden worden in Bijlage 4-10 en Bijlage 4-11 ruimtelijk getoond (16.000 m³/s te Lobith). Figuur 17 laat de stroomsnelheden in de rivieras zien (18.000 m³/s te Lobith). De afname in de Waal parallel aan de hoogwatergeul is overweldigend. Bovenstrooms is er een lichte toename, omdat hetzelfde debiet door een iets kleiner profiel (wegens de waterstandsdaling) moet plaatsvinden. Bijlage 4-12 en Bijlage 4-13 laten de stroomsnelheidsverschillen ruimtelijk zien (16.000 m³/s te Lobith).



Figuur 17 Stroomsnelheden in de referentiesituatie en beide beschouwde varianten bij extreem hoogwater (18.000 m³/s)

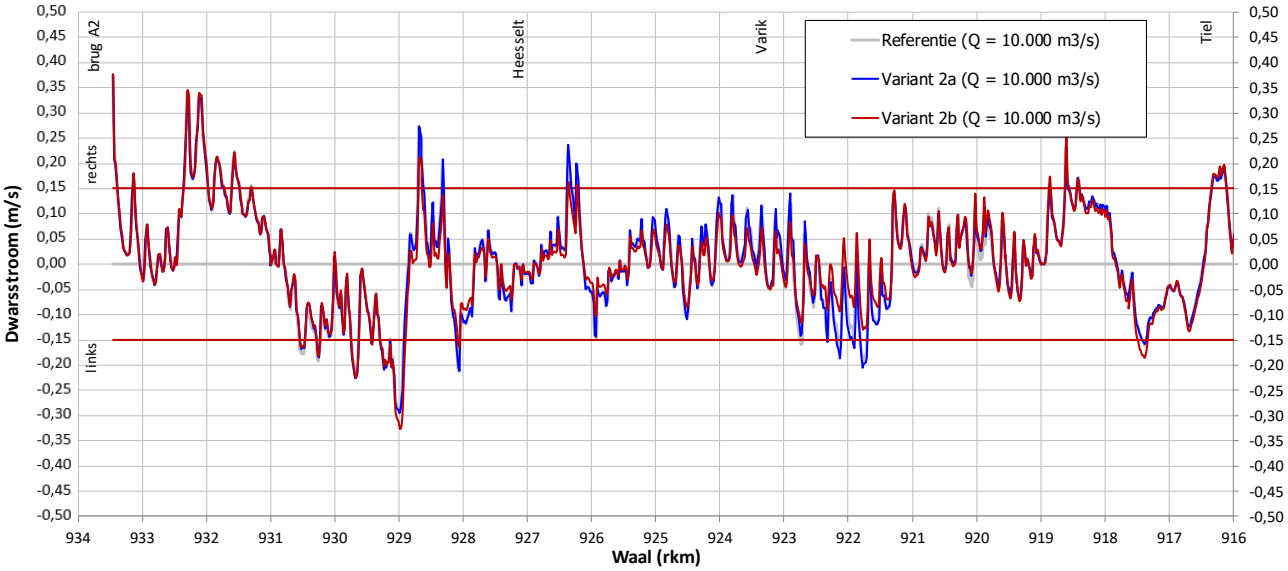
4.4.3 Debiet in de hoogwatergeul

Het debiet in de hoogwatergeul is in Tabel 2 weergegeven. Volledigheidshalve zijn de varianten van voor de optimalisatie ook getoond. De vetgedrukte waarden zijn de in dit verslag gepresenteerde varianten. De getallen laten overtuigend de meerwaarde zien van de weggevallen hydraulische weerstand bij de instroming. Vooral de vaste drempel (variant 2b) blijkt een ongunstig concept.

Tabel 2 Debiet in de hoogwatergeul (m³/s)

Variant		Debiet te Lobith (m³/s)	
		16.000	18.000
2a	regelwerken (2x)	2.849	3.355
	valmuur of balg (2x)	**3.334**	**3.924**
2b	vaste drempel	1.619	2.693
	valmuur of balg	**3.470**	**4.182**

4.4.4 Dwarsstroming in de normaallijn (rechteroever)



Figuur 18 Dwarsstroming in de rechter normaallijn voor de beide varianten in vergelijking met de referentie (10.000 m³/s te Lobith)

Dwarsstroming bij de inzet van de geul is niet beschouwd, omdat de geul bij bevaarbare rivierafvoeren niet ingezet zal worden. Er is geen dwarsstroming te verwachten, anders dan het effect van de bovenstroomse instroomgeul. Figuur 18 laat zien dat de doorstroming van de Stiftsche Waarden iets groter zal zijn dan in de referentiesituatie, hetgeen zich uit in een iets sterkere uitstroming rondom rkm 920 en terugstroming rondom rkm 922. Deze waarde bevindt zich rondom de richtlijn van het Rivierkundig Beoordelingskader (0,15 m naar links).

4.4.5 Afvoerverdeling Pannerdensche Kop

Voor beide varianten geldt, dat de sterke waterstandsdaling van de hoogwatergeul Varik-Heesselt, die doorloopt tot de Pannerdensche Kop, ertoe leidt dat de afvoerverdeling tussen het Pannerdensch Kanaal en de Waal beïnvloed wordt, hetgeen strijdig is met criterium 1.3 van het Rivierkundig Beoordelingskader (zie Bijlage 1). Het waterstandseffect is hier nog ca. 0,05 m, een waarde de afvoerverdeling wel degelijk blijkt te beïnvloeden. Uit de berekeningen blijkt dit in eerste instantie niet, omdat met een vaste afvoer op de Waal is gerekend. Teneinde het effect op de afvoerverdeling te bepalen zijn nieuwe simulaties uitgevoerd, waarbij de afvoerverdeling in de Rijntakken vrijgelaten is. Tabel 3 geeft hiervan het resultaat.

Tabel 3 Debieten in de Rijntakken bij een vrije afvoerverdeling (m^3/s)

Rijntak	Referentie		Variant 2b (tiwa-2b2)		Effect	
	16.000	18.000	16.000	18.000	16.000	18.000
Lobith	16.000	18.002	16.000	18.002	0	1
Waal	10.165	11.718	10.193	11.770	**28**	**52**
Pannerdensch Kanaal	5.835	6.281	5.808	6.229	**-27**	**-52**
Nederrijn	3.337	3.381	3.323	3.355	-14	-25
IJssel	2.504	2.906	2.491	2.878	-13	-28

De getallen in de gele vlakjes zijn het effect op de afvoerverdeling bij de Pannerdensche Kop en zouden volgens het Rivierkundig Beoordelingskader tussen -5 en 5 m^3/s moeten liggen. Het niet voldoen aan dit criterium getuigt in zekere zin juist van het succes van de ingreep, omdat er zo veel waterstandsdaling is. Voor variant 2a is deze analyse niet gedaan. Het resultaat kan echter ook voor variant 2a van toepassing verklaard worden, omdat deze variant vrijwel hetzelfde waterstandseffect heeft.

Zoals reeds vermeld in paragraaf 0 voldoen de kribverlaging in de Waal en vele andere projecten van Ruimte voor de Rivier ook niet aan dit criterium. Hierbij gold echter dat het programma Ruimte voor de Rivier als geheel aan het criterium moest voldoen (anders zou immers nooit waterstandsdaling in de splitsingspunten kunnen plaatsvinden). Omdat niet alle projecten op dezelfde dag opgeleverd kunnen worden is er bij beide splitsingspunten in de uiterwaarden een regelwerk voor tussentijdse compensatie[2]. Dit regelwerk vormt een variabele weerstand op de rechteroever en beïnvloedt de afvoer richting het Pannerdensch Kanaal. Vanzelfsprekend kan dit regelwerk ook ingezet worden voor projecten van na Ruimte voor de Rivier. Wij stellen dan ook voor de ingreep als onderdeel van een groter programma te beschouwen (het Deltaprogramma), dat in zijn geheel de afvoerverdeling niet mag beïnvloeden. Het is niet bekend of het regelbereik voldoende is om het getoonde effect te compenseren. Enkele andere potentiële mitigerende maatregelen staan in paragraaf 6.6 genoemd.

4.5 Prognose van morfologische effecten

Evenals bij het thema dwarsstroming geldt voor de morfologie dat er alleen effecten kunnen ontstaan door de bovenstroomse instroomgeul. De operationele inzet van de hoogwatergeul is te zeldzaam om voor de langjarige ontwikkeling morfologisch relevant te kunnen zijn. Bijlage 4-14 en Bijlage 4-15 laten een prognose zien, die een zeer gering effect naast de instroomgeul laat zien (minder dan 10 cm sedimentatie). Opnieuw is er geen verschil tussen een jaargemiddelde prognose en een potentieel incidenteel effect na een hoogwater, omdat het een relatief gering effect betreft. Op de drie locaties (Opijnen, Varik en Ophemert) zien we een neiging tot lichte erosie. Dit is een effect van de dijkversterking die ook onderdeel van het alternatief is (vergelijk met Bijlage 3-10 en Bijlage 3-11).

[2] Pannerdensche Kop: zie http://www.rijnwaardenseuiterwaarden.nl/pages/regelwerk-pannerden.aspx?blF=0

Bij inzet van de geul kan een incidenteel effect ontstaan. Dit is bepaald bij een afvoer van 10.000 m^3/s (te Lobtih). Bijlage 4-16 geeft hiervan het resultaat. Bovenstrooms van de geul blijft de erosie onder 0,10 m. Parallel aan de geul blijft de sedimentatie ook onder 0,10 m. In de figuur is het effect over de gehele lengte naast de hoogwatergeul weergegeven. Er zal tijdens een hoogwater niet genoeg tijd zijn om de gehele lengte op te vullen. Rekening gehouden dient te worden met een voorplanting van het sedimentfront met een snelheid van ca. 10 meter per dag. Het betreft een tijdelijk effect dat zich na verloop van tijd ook weer oplost en ontwikkelt richting het jaargemiddelde effect (Bijlage 4-14). Opgemerkt wordt dat dit effect aanzienlijk groter kan zijn, indien van een groter incidenteel Rijndebiet (dan 10.000 m^3/s) zou worden uitgegaan.

4.6 Samenvatting effecten hoogwatergeul Varik-Heesselt (alternatief 2)

De hoogwatergeul Varik-Heesselt heeft een sensationele waterstandsdaling tot gevolg, die tot de Pannerdensche Kop merkbaar is. Hiermee wordt de hoogteopgave voor de waterkeringen aanzienlijk gereduceerd. De variant "natuur" is door de geulverdieping nog iets sterker dan de variant "economie en landbouw". De belangrijkste overweging moet echter het gewenste landgebruik zijn. Het behoud van de landbouwfunctie kan een belangrijke overweging zijn, maar kost wel een extra regelbaar werk aan benedenstroomse zijde (valmuur of balg).

Opgemerkt wordt dat er nog optimalisatiemogelijkheden zijn. Als belangrijkste wordt de locatie van de uitstroomopening genoemd. Die zou met hetzelfde ruimtebeslag maximaal in benedenstroomse richting moeten opschuiven om maximaal effect te sorteren. Dit geldt voor beide varianten.

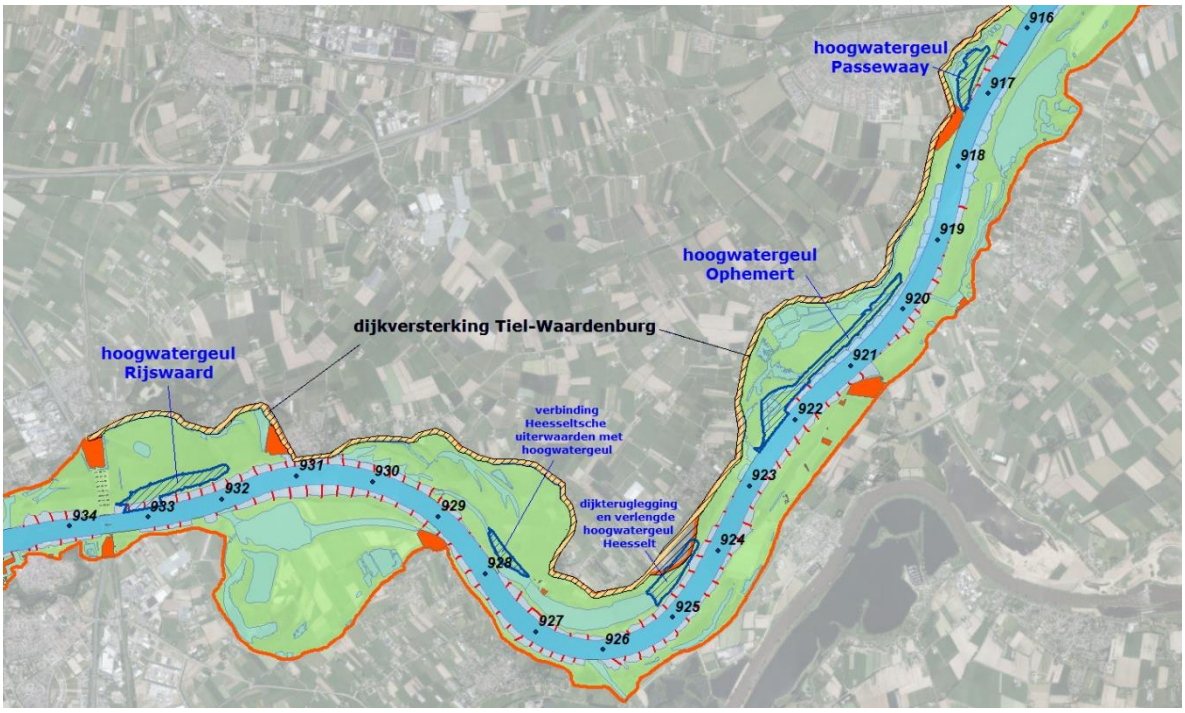
Bij beide varianten is er sprake van een menselijk handelen voor het inzetten van de hoogwatergeul. Dit heeft als voordeel dat er vrijwel geen ongewenste bijwerkingen zijn. Voor scheepvaart geldt dat de inzet nooit bij bevaarbare afvoeren zal plaatsvinden. Voor morfologie geldt dat de inzet van de geul dermate zeldzaam zal zijn dat de hoogwatergeul morfologisch niet relevant is. Het effect van alleen de instroomgeul (in de Stiftsche Waarden) is te gering om zorgwekkend te zijn. Het incidentele effect bij inzet van de hoogwatergeul blijkt ook beperkt (op basis van een simulatie bij 10.000 m^3/s te Lobith).

Ten aanzien van het Rivierkundig Beoordelingskader wordt het criterium afvoerverdeling opnieuw genoemd, waar de ingreep niet aan voldoet. Het gehele programma Ruimte voor de Rivier heeft ondanks dit criterium kunnen plaatsvinden, hoewel veel maatregelen individueel niet aan dit criterium voldeden. Zo bevelen wij ook aan de maatregel als onderdeel van een groter programma (het Deltaprogramma) te beschouwen, dat in zijn geheel de afvoerverdeling niet mag beïnvloeden. Op het splitsingspunt Pannerdensche Kop bevindt zich een constructie die de afvoerverdeling tussen het Pannerdensch Kanaal en de Waal kan bijsturen indien deze verdeling van de gewenste waarden dreigt af te wijken (evenals op de Hondbroeksche Pleij bij de IJsselkop). Indien voor dit alternatief wordt gekozen, bevelen wij aan te onderzoeken of deze constructie aanpassing behoeft. Voor een nadere toelichting en mogelijke mitigerende maatregelen verwijzen wij naar paragrafen 4.4.5 en 6.6.

5 Alternatief 3: dijkversterking en buitendijkse rivierverruiming

5.1 Variant 3a: streven naar maximaal haalbare waterstandsdaling

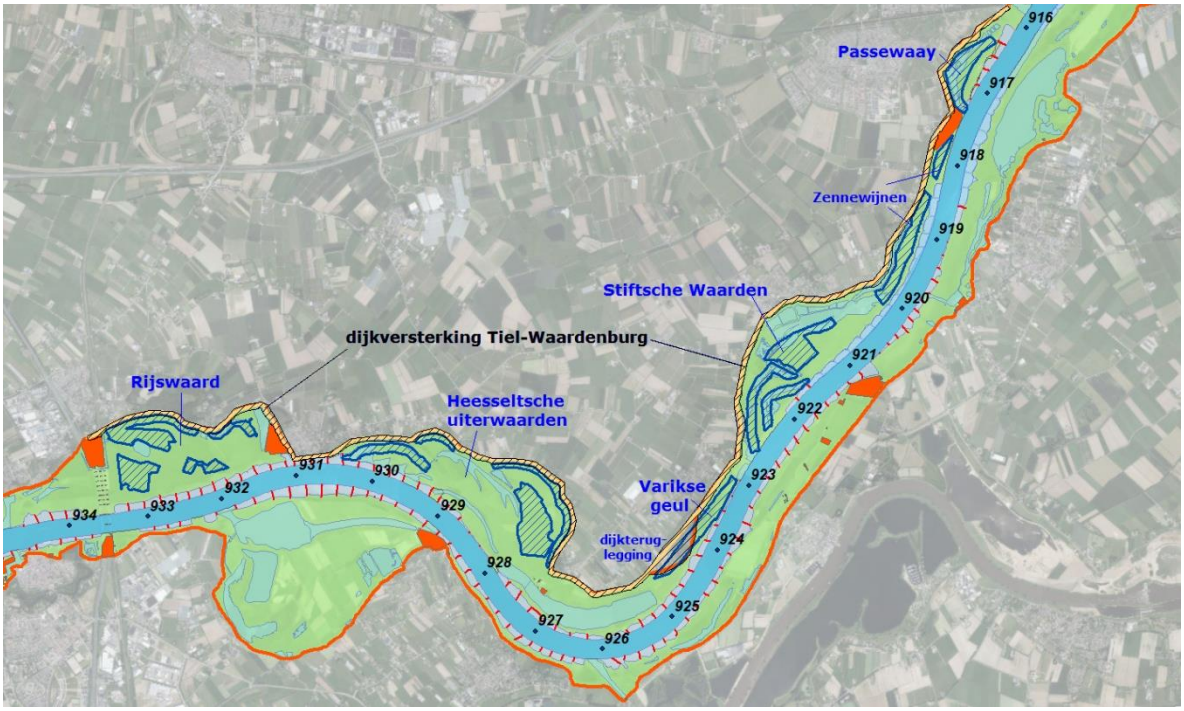
Alternatief 3 voorziet in een dijkteruglegging tussen Varik en Heesselt (rkm 924-925) en een aantal geulen in de noordelijke uiterwaard. Variant 3a bestaat uit diepe natte geulen (zie Figuur 19) en is gericht op maximaal hydraulisch effect. De dijkversterking is gebaseerd op variant 1a met aanpassingen.



Figuur 19 Ruimtebeslag ingrepen variant 3a: streven naar maximaal haalbare waterstandsdaling

5.2 Variant 3b: afweging streven naar waterstandsdaling in het licht van doelstelling vanuit natuur

Variant 3b bestaat vooral uit ondiepe droge geulen en is meer gericht op natuurwaarden (Figuur 20).



Figuur 20 Ruimtebeslag ingrepen variant 3b: afweging waterstandsdaling / doelstelling vanuit natuur

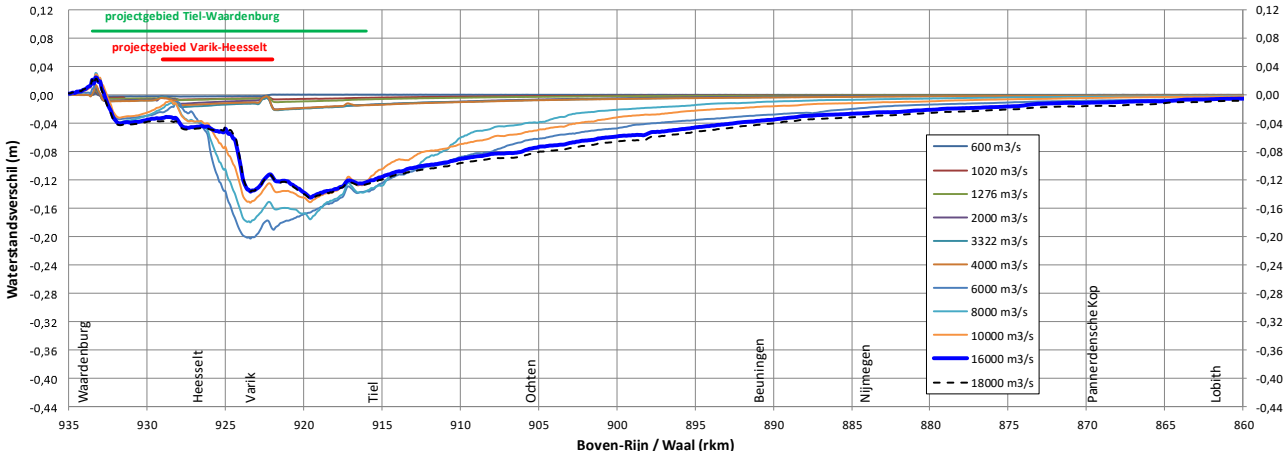
5.3 Verwerking in het Baseline-gebiedsmodel

Beide ontwerpen zijn door Sweco aangeleverd in de vorm van een rudimentair ruimtelijk Autocad-ontwerp, bestaande uit een begrenzing, insteeklijnen en ontwerplijnen. Bijlage 5-2 en Bijlage 5-3 laten voor beide varianten de bodemhoogten zien. De toegepaste vegetatiecodes zijn in Bijlage 5-4 en Bijlage 5-5 getoond. Na omzetting in WAQUA zijn de verschillen met het referentiemodel geverifieerd (Bijlage 5-6 en Bijlage 5-7).

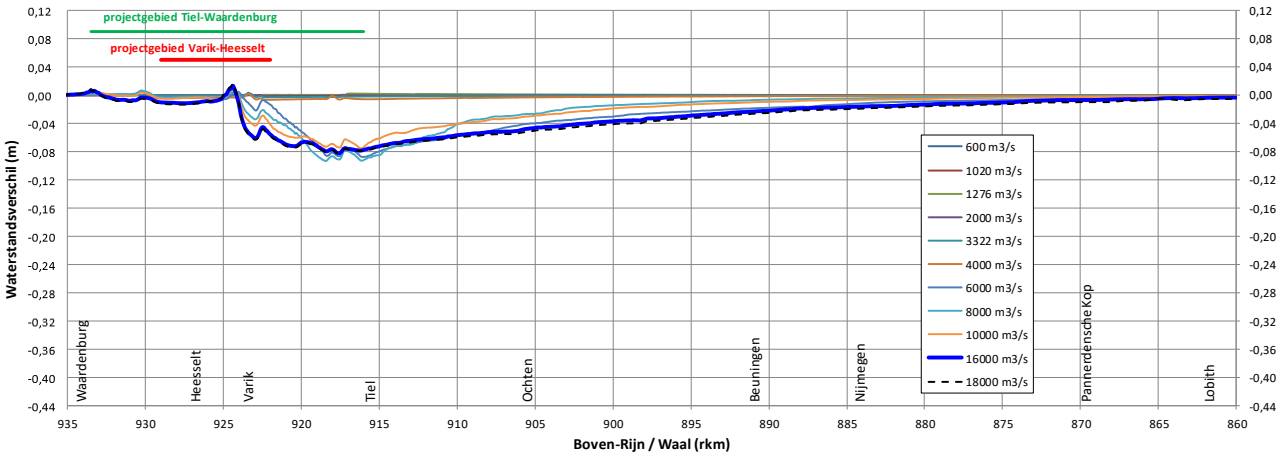
5.4 Hydraulische effecten

5.4.1 Effecten op waterstanden

Voor beide varianten is het waterstandseffect voor het gehele afvoerbereik weergegeven in Figuur 21 en Figuur 22. Variant 3a laat bij Varik een effect van 0,20 m zien bij 6000 m^3/s (Lobith), maar dit is voor hoogwaterveiligheid niet relevant. Bijlage 5-8 en Bijlage 5-9 laten de effecten ruimtelijk zien (16.000 m^3/s te Lobith). Het maximale effect bedraagt 0,14 m in variant 3a en 0,08 m in variant 3b. De waterstandsverhoging van 0,06 m bij de teruggelegde dijk van Varik is geen opstuwing, maar een opgeheven Bernoulli-effect, dat op geen enkele wijze zorgwekkend is. In de referentiesituatie is hier een waterstandsdaling juist achter de vernauwing, die na de teruglegging is opgeheven.



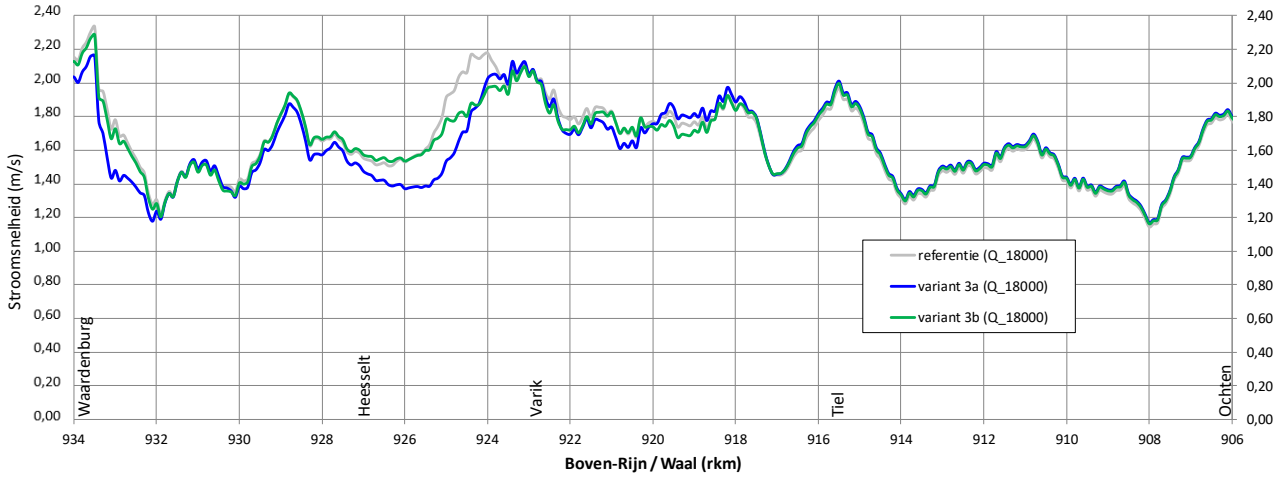
Figuur 21 Waterstandseffect bij diverse uiteenlopende afvoerniveaus (variant 3a)



Figuur 22 Waterstandseffect bij diverse uiteenlopende afvoerniveaus (variant 3b)

5.4.2 Effecten op stroomsnelheden

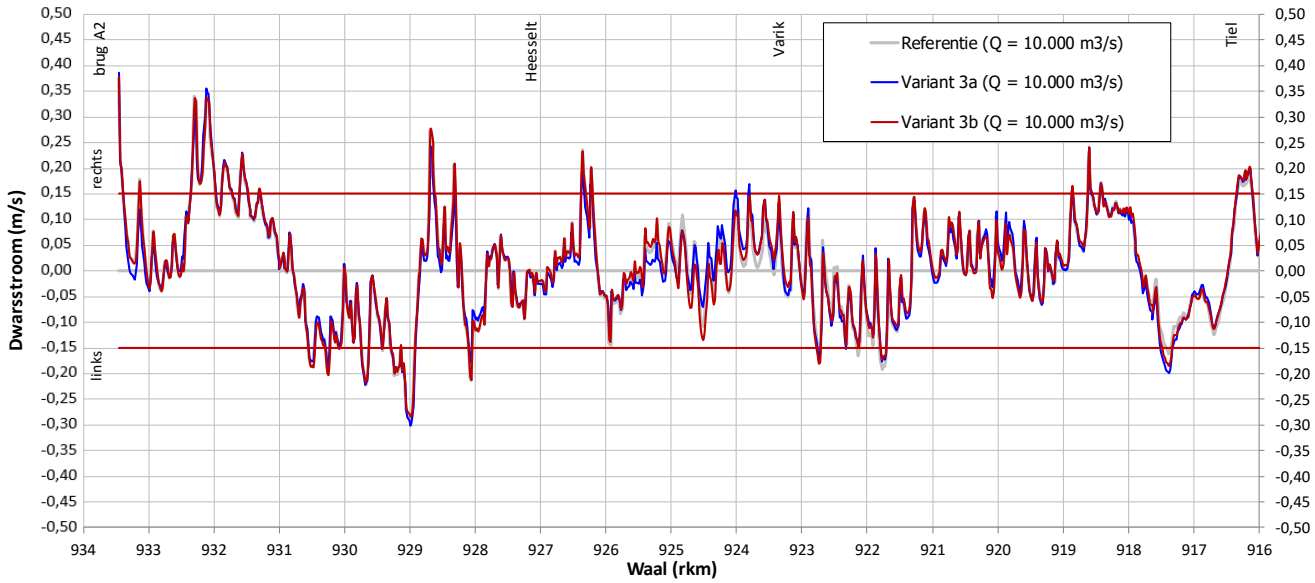
De stroomsnelheden worden in Bijlage 5-10 en Bijlage 5-11 ruimtelijk getoond (16.000 m³/s te Lobith). Figuur 23 laat de stroomsnelheden in de rivieras zien (18.000 m³/s te Lobith). In de Waal is er parallel aan de verlengde hoogwatergeul Heesselt een afname in stroomsnelheid te zien (variant 3a). In variant 3b is dit in veel mindere mate het geval. Bijlage 5-12 en Bijlage 5-13 laten de stroomsnelheidsverschillen ten opzichte van de referentie ruimtelijk zien (16.000 m³/s te Lobith).



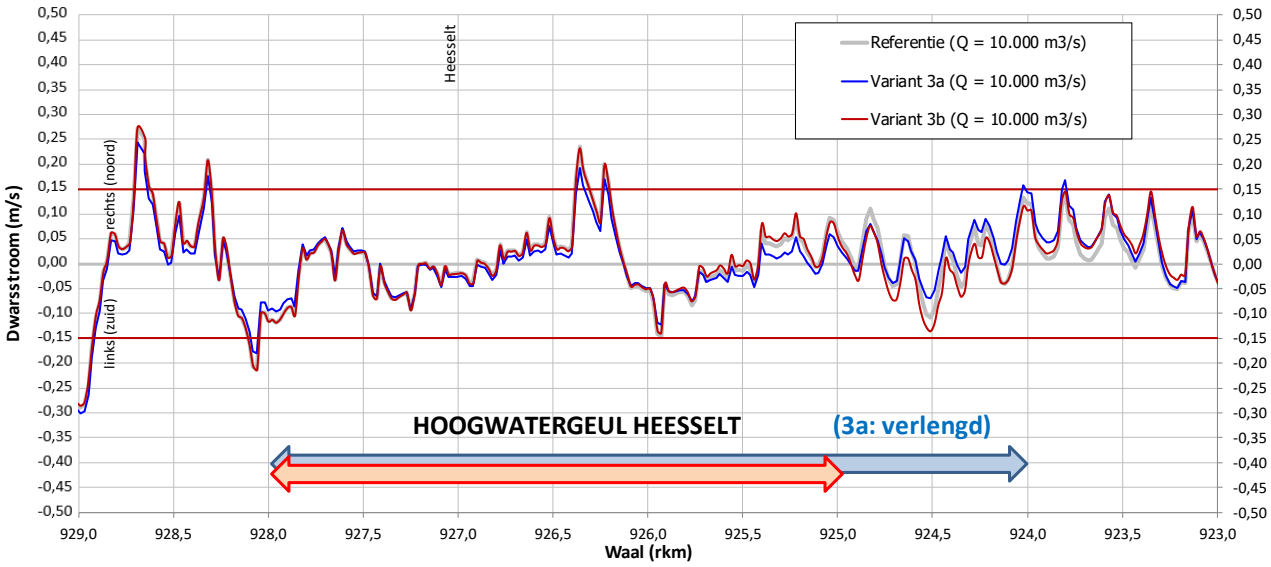
Figuur 23 Stroomsnelheden in de referentiesituatie en beide beschouwde varianten bij extreem hoogwater (18.000 m³/s)

5.4.3 Dwarsstroming in de normaallijn (rechteroever)

Figuur 24 laat zeer geringe effecten op de dwarsstroming zien. Variant 3a laat bij de verlengde hoogwatergeul Heesselt (totaal bereik rkm 924 – 928) wel enig effect zien, maar dat bevindt zich grotendeels binnen de bandbreedte. Bij rkm 926,-926,5 levert variant 3a zelfs een verbetering ten opzichte van de referentiesituatie (waaraan variant 3b hier gelijk is). Een waarschijnlijke verklaring voor het geringe effect is dat de instroming van de hoogwatergeul zeer geleidelijk plaatsvindt, mede dankzij de bovenstrooms hiervan gelegen dijkteruglegging. De verlenging (variant 3a) zorgt voor een meer geleidelijke instroming van de geul. Figuur 26 zoomt nader in op het bereik van de hoogwatergeul in de binnenbocht.



Figuur 24 Dwarsstroming in de rechter normaallijn voor de beide varianten in vergelijking met de referentie (10.000 m³/s te Lobith)



Figuur 25 Dwarsstroming in de rechter normaallijn voor de beide varianten in vergelijking met de referentie (10.000 m³/s te Lobith), ingezoomd rondom de verlengde hoogwatergeul Heesselt

5.5 Prognose van morfologische effecten

Een morfologische prognose is alleen voor variant 3a gedaan. De evenwichtssituatie bij jaargemiddelde afvoeren (Bijlage 5-14) wijst in de richting van zeer lichte bodemdaling bovenstrooms van het plangebied. Twee potentiële aanzandingslocaties bevinden zich naast de hoogwatergeul Rijswaard resp. de verlengde hoogwatergeul Heesselt (beide 0,50 ~ 0,60 m). Ten aanzien van deze laatste locatie is het van belang te beseffen dat zich hier in de buitenbocht de vaste laag van St. Andries bevindt. Het is niet te verwachten dat in deze buitenbocht daadwerkelijk sedimentatie zal optreden. Zelfs als het tijdelijk gebeurt, zal de vaste laag na verloop van tijd weer schoonspoelen en alsnog neerslaan. In de binnenbocht (en hierdoor in de bocht als geheel) kan er zodoende wel degelijk binnen het vaarprofiel sprake van significante aanzanding zijn.

Over het geheel genomen kan worden gesteld, dat variant 3a morfologisch ongunstiger is dan de eerder beschouwde varianten 1b en 2a. De aanzanding is dermate, dat het ontwerp zonder mitigatie niet vergunbaar lijkt. Voor een variant met geulen in de uiterwaard komt dit resultaat overeen met de verwachting. De maximale bodemuitslag (potentieel incidenteel effect na een hoogwater: Bijlage 5-15) wijst in dezelfde richting, maar met grotere bodemveranderingen dan op basis van de jaargemiddelde afvoer.

Van variant 3b is geen morfologisch effect bepaald. Het is echter te verwachten dat het effect geringer is dan dat van variant 3a, omdat de vergraving en de hydraulische effecten ook geringer zijn.

5.6 Samenvatting effecten van geulen in de uiterwaard (alternatief 3)

De waterstandsdaling van variant 3a komt niet in de buurt van die van de hoogwatergeul Varik-Heesselt (alternatief 2). Voor een groot deel heeft dit te maken met gebrek aan handelingsvrijheid in het plangebied. Zo kunnen alleen locaties op de noordelijke oever gezocht worden, maar niet voorbij de brug onder de A2. In een flankerende gevoeligheidsanalyse (Meijer, 2017) is buiten de kaders van het MIRT-onderzoek gekeken, waarbij nog tal van mogelijkheden werden geïdentificeerd, zoals verlenging van de geul Rijsweerd onder de A2 naar de Kerkeweerd, het opwaarderen van de nevengeul Hurwenen tot een hoogwatergeul, het verwijderen van het hoogwatervrije terrein (voormalige steenfabriek) bij Hurwenen, het meegeven van een taakstelling aan de geul bij Heerewaarden (project UWDH) en het toepassen van nog een langsdam. Met dergelijke toevoegingen kan het effect van alternatief 2 wel degelijk benaderd of geëvenaard worden.

Ten aanzien van morfologische effecten wordt opgemerkt, dat variant 3a een aanzienlijke sedimentatie in de Waalbocht laat zien. Hier bevindt zich in de buitenbocht de vaste laag van St. Andries. Het is niet te verwachten dat in deze buitenbocht daadwerkelijk sedimentatie zal optreden. Zelfs als het tijdelijk gebeurt, zal de vaste laag na verloop van tijd weer schoonspoelen en alsnog neerslaan. In de binnenbocht (en hierdoor in de bocht als geheel) kan er zodoende wel degelijk binnen het vaarprofiel sprake van significante aanzanding zijn.

Ten aanzien van dwarsstroming lijkt het probleem bij variant 3a mee te vallen omdat het rechttrekken van de dijk tussen Varik en Heesselt een verbinding met de Stiftsche Waarden legt en voorkomt dat de verlengde hoogwatergeul plotseling grootschalig vanuit de Waal gevoed wordt en tot grote dwarsstroming leidt. Een vergelijkbaar effect lijkt er tussen de hoogwatergeul en de Heesseltsche Uiterwaarden aan de hand te zijn.

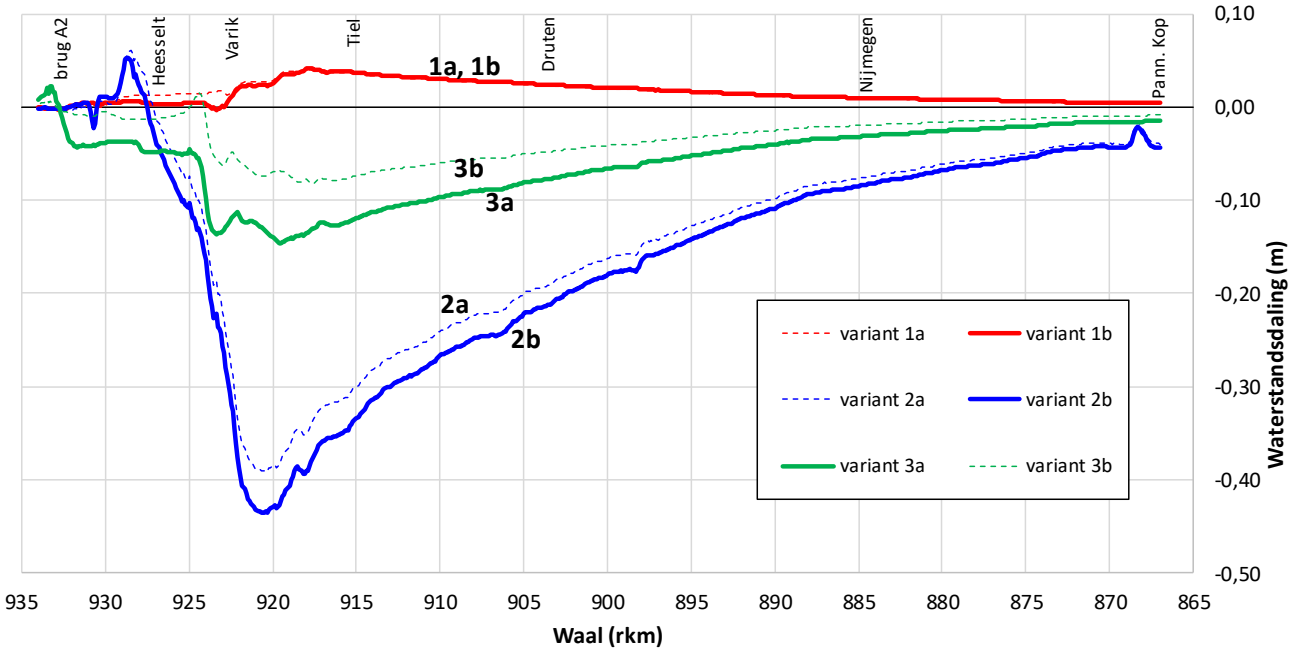
Variant 3b is een zeer gematigde variant en heeft ten aanzien van hoogwater zeer geringe meerwaarde. De eventuele negatieve bijwerkingen (dwarsstroming) zijn eveneens zeer beperkt. De hoogwater-bescherming komt van de dijkversterking, waarbij de geulen compensatie bieden (overcompensatie tot 8 cm). Indien de vergunbaarheid van de dijkversterking het enige doel is, kunnen de ontwerpen zelfs verder gereduceerd worden. Een morfologische analyse van variant 3b heeft niet plaatsgevonden. We kunnen er echter van uitgaan dat de morfologische effecten minder ingrijpend zijn dan die van variant 3a, omdat variant 3b hydraulisch minder sterke effecten vertoont.

6 Samenvatting van de resultaten

6.1 Waterstandseffect bij 18.000 m³/s

Figuur 26 laat het waterstandverlagend effect in de rivieras bij 18.000 m³/s (Lobith) zien.

Varianten 1a en 1b leveren geen waterstandsdaling op. Uit de modelberekeningen blijkt dat er zelfs een waterstandverhogend effect is. De lichte opstuwing is te verklaren uit het feit dat er een buitendijkse steunberm is die het totale rivierprofiel in lichte mate verkleint (variant 1a). De dikke dijk (variant 1b) is vooral binnendijks verbreed zodat deze grotere breedte voor de doorstroming van de rivier niet onderscheidend is ten opzichte van variant 1a.



Figuur 26 Waterstandsdaling in de rivieras (18.000 m³/s te Lobith)

De hoogwatergeul Varik-Heesselt (alternatief 2), die op (huidig) binnendijks grondgebied is ontworpen, heeft een grote waterstandsdaling van maximaal ca. 0,40 m bij de instroomlocatie in de Stiftsche Waarden tot gevolg. Dit effect is tot de Pannerdensche Kop merkbaar. De variant "natuur" (2b) doet het iets beter dan de variant "economie en landbouw" (2a) vanwege een iets diepere, enigszins drassige geul. Variant 2a vormt daarentegen een volledig groene geul zonder vergraving teneinde de landbouw mogelijk te houden. De natuurvariant heeft meer vegetatie (dus hydraulische ruwheid), maar het blijkt dat de grotere diepte daarvoor voldoende compensatie biedt. De natuurvariant staat aan benedenstroomse zijde in open verbinding met de uiterwaard, en kan dus bij hoogwater van deze kant instromen, nog zonder dat de geul meestroomt.

Aan bovenstroomse zijde (beide varianten 2a en 2b) bevindt zich een nader te detailleren constructie die bij hoge waterstanden zo min mogelijk "weerstand" oplevert. Hierbij kan gedacht worden aan een balgstuw, die bij beperkte hoogwaters opgeblazen kan worden om instroom in de hoogwatergeul te voorkomen, maar bij extreem hoogwater neergelaten kan worden zodat de weerstand op de stroming zo laag mogelijk zal zijn. Ook kan gedacht worden aan een valmuur die neergelaten kan worden. Variant 2a (economie en landbouw) moet in alle gevallen waarbij de geul niet ingezet wordt, droog blijven. Daarvoor is aan zowel boven- als benedenstroomse zijde een constructie nodig (Figuur 13).

Alternatief 3, met geulen in de uiterwaard, biedt binnen de kaders en het plangebied van deze MIRT-verkenning geen mogelijkheid om het waterstandverlagend effect van alternatief 2 te evenaren (zie Figuur 3). De ecologisch optimale variant (3b) richt zich meer op een buitendijkse invulling met natuurwaarden, hetgeen resulteert in ondiepere geulen, meer vegetatie en daardoor minder waterstandsdaling.

Tabel 4 Samenvatting waterstandseffecten

Waterstandseffect	variant 1a	variant 1b	variant 2a	variant 2b	variant 3a	variant 3b
maximaal effect (m)	0,04	0,04	-0,38	-0,44	-0,14	-0,08
ter plaatse van rkm	917,9	917,9	920,7	920,5	919,6	917,6
cumulatief effect (m^2)	1004	965	-8082	-10593	-3750	-2082

6.2 Afvoerverdeling op het splitsingspunt Pannerdensche Kop

De sterke waterstandsdaling van de hoogwatergeul Varik-Heesselt (alternatief 2), die doorloopt tot de Pannerdensche Kop, is potentieel in strijd met het criterium dat de afvoerverdeling niet beïnvloed mag worden. Het effect is hier nog ca. 0,05 m, een waarde de afvoerverdeling wel degelijk blijkt te beïnvloeden. Wij stellen voor de ingreep als onderdeel van een groter programma te beschouwen (het Deltaprogramma), dat in zijn geheel de afvoerverdeling niet mag beïnvloeden. Binnen het Deltaprogramma dient naar mitigatie te worden gezocht. Voor de hand ligt te kijken naar het project Klimaatpark IJsselpoort. De Pannerdensche Kop bevat een constructie, waarmee de afvoerverdeling (binnen een beperkt regelbereik) na de aanleg van individuele maatregelen bijgestuurd kan worden. Dit kan worden ingezet om tijdelijke onevenwichtigheden bij te sturen, zolang mitigerende projecten nog niet uitgevoerd zijn.

Bij de overige alternatieven is er geen invloed op de afvoerverdeling te verwachten.

6.3 Morfologie van het zomerbed (tevens vaargeul)

Vooral de geulen in de uiterwaard kunnen tot merkbare morfologische effecten leiden. Vanzelfsprekend zijn de effecten bij grotere geulen (variant 3a) sterker dan bij kleinere geulen (variant 3b). De aandrijvende kracht van morfologische veranderingen (aanzanding of erosie) zijn discontinue stroomsnelheden. De hoogwatergeul Varik-Heesselt (alternatief 2) is een zeer grote geul, maar zolang hij niet ingezet wordt, zal er nagenoeg geen jaargemiddeld morfologisch effect zijn. Deze geul zal door middel van een constructie (valmuur of balg) worden afgesloten en slechts bij zeer extreme gevallen mogen meestromen. Variant 2b (natuur) mag eens in de 15 jaren meedoen, en variant 2a (economie en landbouw) slechts eens in de 50 jaren. In de praktijk zal bij een menselijke handeling geen reden zijn om tussen beide varianten onderscheid in de meestroomfrequentie te maken en wordt de geul pas ingezet wanneer het nodig is. Zelfs een frequentie van eens in de 15 jaar is morfologisch niet zwaarwegend. De achtergrond dat er toch een licht morfologisch effect in de tabel is aangegeven (0/-) heeft te maken met de de conclusie dat er in incidentele gevallen bij een grote hoogwatergeul een morfologisch effect zal zijn, dat enig onderhoud vereist. Indien voor deze analyse een hoger debiet wordt toegepast, zal deze score ook negatiever kunnen uitvallen (met een lagere frequentie).

6.4 Dwarsstroming in de normaallijn

De redenering voor dwarsstroming voor de scheepvaart volgt dezelfde lijn als die van de morfologie. Daar waar discontinuïteiten in de stroomsnelheid ontstaan, is sprake van een dwarsstroming. Bij alternatief 3a blijkt dit echter mee te vallen omdat het rechttrekken van de dijk tussen Varik en Heesselt een verbinding met de Stiftsche Waarden legt en voorkomt dat de verlengde hoogwatergeul plotseling grootschalig vanuit de Waal gevoed wordt en tot grote dwarsstroming leidt. Een vergelijkbaar effect lijkt er tussen de hoogwatergeul en de Heesseltsche Uiterwaarden aan de hand te zijn.

6.5 Scoringstabellen

Onderstaande tabellen vatten de resultaten samen (zeer positief ++, positief +, enigszins positief 0/+, neutraal 0, enigszins negatief 0/-, negatief – resp. zeer negatief --). De criteria zijn met de opdrachtgever opgesteld, waarbij de cijfers binnen haken verwijzen naar de criteria van het Rivierkundig Beoordelingskader (Bijlage 1).

Toelichting op de mate van robuustheid: dit is onderverdeeld in de mate waarin de variant betrouwbaar is (1), ongevoelig is voor onzekerheden (2) en de mate waarin de oplossing adaptief is. Dit laatste kan ook worden vertaald door de mate waarin kosten nodig zijn bij toekomstige afwijkingen (3). Varianten 2a en 2b voegen ruimte toe aan het riviersysteem en maken het mogelijk de hoogwatergeul ook in andere situaties in te zetten, ofwel de drempel(s) aan te passen aan de afwijkingen die optreden. Ook bij varianten 3a en 3b wordt ruimte toegevoegd aan het waalsysteem, waarbij bij variant 3b nog mogelijkheden zijn voor aanpassingen/uitbreidingen als zich andere situaties voordoen. Bij de andere varianten wordt geen ruimte aan het Waalsysteem toegevoegd en moet vooral met het bestaande riviersysteem worden gewerkt.[3]

Rivierkunde

Variant	1a	1b	2a	2b	3a	3b
Mate van toe- of afname maatgevende hoogwaterstand in rivieras en op uiterwaarden (bovenstrooms en benedenstrooms) [1.1, 1.2] [1])	-	-	++	++	+	0/+
Mate van verandering afvoerverdeling op splitsingspunt Pannerdensche Kop [1.3]	0	0	0/-	0/-	0	0
Effect op waterbouwkundige constructies (in de Waal)	0	0	0	0	0	0
Morfologie: mate van sedimentatie in de Waal (baggerwerk, hinder) en rivierverruiming (beheer en onderhoud) [3.1]	0	0	0/-	0/-	--	-
Mate van dwarsstroming in de vaargeul (hinder scheepvaart) [2.3]	0	0	0/-	0/-	0/-	0/-
Mate van robuustheid watersysteem Waal [2])	0	0	++	++	0/+	0

[1]) Let op, de beoordeling van waterstandsdaling is in bovenstaande tabel tegengesteld aan het fysisch effect:
+ = positieve beoordeling (waterstandsdaling),
- = negatieve beoordeling (waterstandstoename).

[2]) Alternatieven 1 en 3 zijn niet substantieel verschillend ten opzichte van de referentie. Bij deze varianten zullen bij ontwikkelingen in klimaat of onverwachte extreme afvoeren niet extra of meer mogelijkheden in het riviersysteem kunnen worden getroffen om deze gevolgen op te vangen. Bij variant 2 is er extra ruimte toegevoegd aan het riviersysteem en kan deze ruimte in de vorm van de hoogwatergeul meer worden ingezet door de instroom of de capaciteit van de geul te vergroten en/of de geul frequenter in te zetten. Hiermee voegt de hoogwatergeul robuustheid toe aan het riviersysteem van de Waal doordat het systeem adaptief is en minder gevoelig voor onzekerheden.

Waterkeringen

Variant	1a	1b	2a	2b	3a	3b
Effect op de dijkversterkingsopgave langs de Waal (voornamelijk bovenstrooms van Heesselt tot Nijmegen) [1])	-	-	++	++	+	0/+
Effect op compensatieverplichting water HWBP [2])	0	0	0	0	0	0
Mate van robuustheid waterkering [3])	0	++	0	0	0	0

[1]) gekoppeld aan eerste beoordeling van eerste tabel
[2]) aangenomen als nul, immers het gaat hier niet om de opgave zelf.
[3]) Alleen de variant 2b voegt robuustheid toe doordat de dikke dijk makkelijker kan worden uitgebreid (adaptief is). In alle andere gevallen zal bij afwijkingen in de vorm van hogere rivierwaterstanden als gevolg van grotere afvoeren, de waterkering weer ingrijpend moeten worden aangepast.

[3] Vanuit de "Lange Termijn Ambitie Rivieren" (Vereniging Nederlandse Riviergemeenten) lopen er studies naar een duurzaam en robuust riviersysteem. Mogelijk leidt nieuwe kennis op dit vlak tot wijzigingen in de beoordelingstabel.

Opgemerkt wordt, dat het morfologisch effect in de eerste tabel bij alternatief 2 (hoogwatergeul Varik-Heesselt) gebaseerd is op het incidentele effect bij de inzet van de geul (bij 10.000 m^3/s te Lobith). Indien voor de analyse een hoger debiet wordt aangenomen, zal deze score ook negatiever kunnen uitvallen. Het morfologisch effect bij variant 3b is niet bepaald met behulp van WaqMorf maar beoordeeld op basis van de verwachting dat dit kleiner moet zijn dan dat van variant 3a.

6.6 Mitigerende maatregelen

Ten aanzien van potentiële mitigerende maatregelen wordt verwezen naar de volgende effecten:

- Waterstandstoename en afname bergend profiel bij buitendijkse dijkversterking (alternatief 1, beide varianten):
  - compensatiegeulen (zoals variant 3b, eventueel nog beperkter).
- Afvoerverdeling Pannerdensche Kop (alternatief 2, beide varianten):
  - Het zoeken naar mitigerende projecten in het Pannerdensch Kanaal of verder benedenstrooms, waardoor de afvoerverdeling weer hersteld wordt (te denken valt aan project IJsselpoort);
  - een ingreep met een waterstandverhogend effect in de Waal van ca. 5 cm, juist benedenstrooms van de Pannerdensche Kop (dit kan een nieuwe constructie zijn, indien de bestaande aan de zijde van het Pannerdensch Kanaal uit haar regelbereik geraakt is);
  - bijstellen van de bestaande constructie bij de Pannerdensche Kop, indien het regelbereik dit toelaat (dit kaan uitsluitend een tijdelijke maatregel van de beheerder zijn, in afwachting van een mitigatieproject).
- Morfologisch effect (variant 3a):
  - ontwerpoptimalisatie teneinde vaarwegonderhoud te minimaliseren.

Met nadruk wordt gesteld dat deze beschouwing naar benodigde compensatie kwalitatief is. Eventuele compensatiemaatregelen zijn in het kader van deze MIRT-verkenning niet uitgewerkt.

7 Conclusies en aanbeveling

7.1 Conclusies

Op basis van de gepresenteerde analyse trekken we de volgende conclusies:

- Een oplossing met alleen dijkversterking (alternatief 1 volgens beide varianten) vereist op basis van het Rivierkundig Beoordelingskader (punten 1.1 en 1.2) compensatie in de vorm van geringe rivierverruiming. De geulen van variant 3b zijn een goed voorbeeld en kunnen zelf in beperktere mate uitgevoerd worden, indien compensatie het enige doel is.
- De hoogwatergeul Varik-Heesselt (alternatief 2) leidt tot ca. 40 cm waterstandsdaling met een reikwijdte tot de Pannerdensche Kop. Variant 2b (natuur) vereist aan bovenstroomse zijde een constructie (valmuur of balg) die door menselijk handelen geactiveerd moet worden. Aan benedenstroomse zijde kan de geul vrij instromen vanuit de uiterwaard (achter de zomerdijk). Variant 2a (economie en landbouw) heeft aan beide zijden een constructie nodig, teneinde de geul altijd voor landbouw geschikt te houden zolang de geul niet ingezet wordt. Er zijn geen ongewenste bijwerkingen op de scheepvaart en de morfologie, zolang de geul niet wordt ingezet. Voor het grensgeval van mogelijke inzet van de variant "natuur" (10.000 m^3/s te Lobith) is een analyse gemaakt, waaruit blijkt dat de maximale tijdelijke morfologische effecten binnen 10 cm blijven. De afvoerverdeling bij hoogwater tussen de Waal en het Pannerdensch Kanaal wordt zonder nadere maatregel wel beïnvloed. Hiervoor worden in deze rapportage potentiële compenserende maatregelen aangedragen.
- Met behulp van geulen in de uiterwaard (alternatief 3) kan ook een waterstandsdaling worden gerealiseerd. Binnen de kaders van het plangebied is meer dan 14 cm niet haalbaar gebleken (variant 3a). Indien omgevingsprojecten zouden worden betrokken is aanzienlijk meer effect te behalen, maar dat valt buiten de scope van de MIRT-verkenning. Dwarsstroming voor de scheepvaart blijkt geen probleem. Ten aanzien van morfologie is zonder verdere optimalisatie substantieel vaarwegonderhoud te verwachten. Variant 3b levert weinig op voor hoogwaterveiligheid, maar heeft ook geringere negatieve bijwerkingen.

7.2 Aanbeveling

Op basis van de gepresenteerde analyse doen we de volgende aanbeveling:

- Op basis van het MER-onderzoek van deze MIRT-verkenning dient een voorkeursvariant te worden gekozen, waarna nadere uitwerking kan plaatsvinden, vooral op het punt van eventuele benodigde compensatiemaatregelen.

8 Referenties

Barneveld H., Silva J. Vieira da, 2016: Hoogwatergeul Varik-Heesselt, Verkenning hoogwaterstand-verlagend effect, Opdrachtgever: Rijkswaterstaat WVL, PR2771.40 september 2016, HKV lijn in water

Meijer D.G., 2017a: Aanvullingen op document "Oplossingen Hoogwaterveiligheid, inventarisatie", 6 februari 2017, opdrachtgever: WRL (in onderaanneming van Sweco), 062.04, Riquest

Meijer D.G., 2017b: Evaluatie ontwerpen studie Varik-Heesselt (HKV-studie van 2016), 17 februari 2017, opdrachtgever: WRL (in onderaanneming van Sweco), 062.04, Riquest

Meijer D.G., 2017c: Oriënterend MapTable-onderzoek Tiel-Waardenburg / Varik-Heesselt, concept C2.3, opdrachtgever: Sweco Nederland BV, 12 september 2017, Riquest

Pas B. van de, Brink C. van de, Weidema P., 2012: Waterberekeningen Waalweelde West als bijdrage aan de ruimtelijke plannen voor de waterveiligheid, in opdracht van: Waalweelde West (Provincie Gelderland en de gemeenten Maasdriel, Zaltbommel, Neerijnen en Lingewaal), oktober 2012, ARCADIS, Deltares

Sweco, 2017: diverse toeleveringen van de ontwerpvarianten (Autocad en shape):
- 1a: Variant 1A.dwg (3 augustus 2017)
- 1b: pg1b1_DikkeDijk_buitendijks_20170830.shp en pg1b2_DikkeDijk_buitendijks_20170830.shp
- 2a: MER-Alternatief 2- Hoogwatergeul Variant A Agrarisch.zip (DWG-bestanden, 6 juni 2017)
- 2b: MER-Alternatief 2- Hoogwatergeul Variant B Natuur.zip (DWG-bestanden, 6 juni 2017)
- 3a: pg3a_MaxWaterstandsdaling_20170831.shp
- 3b: MER-Alternatief 3- Variant B - Maximale natuur.zip (DWG-bestanden, 2 juni 2017)

Bijlage 1 Criteria van het Rivierkundig Beoordelingskader 4.0

Bron: Rijkswaterstaat, 2017 (pagina's 11 en 12)

Tabel 4. Rivierkundige beoordelingsaspecten en -criteria in de Rijntakken

	§	Rivierkundig beoordelings-aspect	Beoordelingscriterium	Toe-lichting	Beoorde-laar
Hoogwaterveiligheid	1.1	Maatregel in stroomvoerend deel rivier: Maatgevende Hoogwaterstand (MHW) op de as van de rivier	Stroomvoerend: geen waterstandverhoging[a)] op de as van de rivier bij een Boven-Rijn afvoer van bij 16.000 m^3/s. Voor overgangsgebieden gelden andere maatgevende condities	1.1 R1+R2 R3+R10	RWS-ON
		Maatregel in bergend deel rivier: Volume waterberging	Bergend: geen vermindering bergend volume	1.1	
	1.2	Maatgevende Hoogwaterstand (MHW) buiten de as van de rivier	Geen waterstandverhoging langs de primaire kering of hoge grondenlijn bij een Boven-Rijn afvoer van 16.000 m^3/s. Voor overgangsgebieden gelden andere maatgevende condities	1.2 R1+R2 R3+R10	RWS-ON (in overleg met de waterkering-beheerder)
	1.3	Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij maatgevende Boven-Rijn afvoer	Verandering afvoerverdeling bij de splitsingspunten dient kleiner te zijn dan 5 m^3/s bij Boven-Rijn afvoer van 16.000 m^3/s	1.3 R3+R4	RWS-ON
	1.4	Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij hoge Boven-Rijn afvoer	Verandering afvoerverdeling bij de splitsingspunten dient kleiner te zijn dan 20 m^3/s bij Boven-Rijn afvoer van 10.000 m^3/s	1.4 R3+R4	RWS-ON
	1.5	IJsafvoer	Een goede geleiding van water en ijs dient gewaarborgd te blijven	1.5	RWS-ON
Hinder of schade door hydraulische effecten	2.1	Inundatiefrequentie van de uiterwaard	De mate van verandering van de inundatiefrequentie van een of meerdere uiterwaarden. Kies daarvoor een of meerdere afvoeren die dit aspect inzichtelijk maken[b)].	2.1 R5	RWS-ON (eventueel in overleg met de terrein-eigenaren)
	2.2	Stroombeeld in de uiterwaard	De mate van verandering van de grootte en richting stroomsnelheden in een of meerdere uiterwaarden bij de voor de lokale situatie representatieve omstandigheden.	2.2 R5	RWS-ON (eventueel in overleg met de terrein-eigenaren)
	2.3	Stroombeeld in vaarweg	De ingreep mag niet resulteren in een absolute dwarsstroming in de vaarweg groter dan 0,3 m/s bij een geconcentreerde dwarsstroming met een debiet kleiner dan 50 m^3/s; De ingreep mag niet resulteren in een absolute dwarsstroming in de vaarweg groter dan 0,15 m/s bij een geconcentreerde dwarsstroming met een debiet groter dan 50 m^3/s. Of het moet aantoonbaar zijn dat de toename padbreedte schip t.g.v. dwarsstroom kleiner is dan ½B; Bij hoge tot extreme Boven-Rijn afvoeren is dit beoordelingscriteria niet van toepassing.	2.3 R6	RWS-ON
	2.4	Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij hoge Boven-Rijn afvoer	Verandering afvoerverdeling bij Boven-Rijn afvoer van 10.000 m^3/s. Voor dit aspect is er geen beoordelingscriterium.	2.4 R7	RWS-ON
	2.5	Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij een lage Boven-Rijn afvoeren	Verandering afvoerverdeling mag niet groter zijn dan 1 m^3/s bij Boven-Rijn afvoer van 1020 m^3/s (OLA)[c)]	2.5 R8	RWS-ON
	2.8	Onttrekking water uit zomerbed Rijntakken	Geen ongewenste afname van de waterdiepte t.g.v. de onttrekking van water uit het zomerbed bij lage en mediane Boven-Rijn afvoeren	2.8	RWS-ON

Tabel 4. Rivierkundige beoordelingsaspecten en -criteria in de Rijntakken (vervolg)

	§	Rivierkundig beoordelings-aspect	Beoordelingscriterium	Toe-lichting	Beoorde-laar
Morfologische effecten	3.1	Sedimentatie en erosie van het zomerbed (+ oevers) 1. door ingrepen zomerbed 2. door ingrepen winterbed	Bij erosie: -geen verlaging gemiddelde bodemligging zomerbed[d]; -geen erosie van het zomerbed in de directe nabijheid van primaire waterkeringen; -geen oevererosie[d]; -Beperkte ontgronding bij constructies per hoogwater; -geen erosie ter hoogte van kabels, leidingen en tunnels met een te kleine gronddekking; Bij sedimentatie: - geen sedimentatie in de vaargeul conform BPRW; -geen vermindering vaargeulafmetingen bij lage tot gemiddelde rivierafvoeren[e]; -geen verhoging van de maatgevende waterstanden op lange termijn; Generiek: -beperkte hinder door baggeren en/of terugstorten; behouden vlotheid en veiligheid scheepvaartverkeer; -geen onacceptabele terugschrijdende erosie of sedimentatie i.v.m. risico verandering afvoerverdeling bij maatgevende Boven-Rijn afvoer of OLA;	3.1 R9+R11	RWS-ON (eventueel in overleg met de waterkering-beheerder)
	3.2	Sedimentatie en erosie van uiterwaard en nevengeulen: 1. sedimentatie winterbed 2. erosie winterbed	Bij sedimentatie: - Acceptabele beheerskosten[f] voor baggeren nevengeulen; Bij erosie: -geen zijdelingse verplaatsing van een nevengeul richting een primaire waterkering. Nevengeul moet op voldoende afstand blijven van de primaire waterkering, buiten de beschermingszone van de primaire kering. De beschermingszones worden bepaald door de keringbeheerders; - geen zijdelingse verplaatsing van een nevengeul richting het zomerbed van de rivier, waardoor er kans bestaat dat de nevengeul een kortsluiting veroorzaakt met het zomerbed; - stroomsnelheid in een zandige nevengeul bij bankfull afvoer moet kleiner blijven dan 0,3 m/s[g]; - geen bodemerosie langs primaire waterkering; - stabiliteit van belangrijke constructies in de uiterwaard mag niet verminderen;	3.2 R12	RWS-ON (eventueel in overleg met de waterkering-beheerder en/of terrein-eigenaren)

a) In de praktijk kan een waterstandsverhoging tot 1 mm in de as van de rivier worden toegestaan. Zie ook paragraaf 1.1.[2]

b) Keuze afvoerniveaus afhankelijk van de afvoer(en) waarop de ingreep invloed heeft op het instromen van de betreffende uiterwaard.

c) In bijzondere gevallen kan de beheerder de verdeling van de afvoer bij een ingreep ook opvragen bij andere afvoeren van de Boven-Rijn dan OLA, bijvoorbeeld bij een gemiddelde Boven-Rijn afvoer.

d) Bij erosie in zomerbed en op oevers geldt het principe 'nee, tenzij', om het belang van het functioneren van het waterstaatwerk i.r.t. veiligheid en scheepvaart te borgen. Gecontroleerde erosie kan wel worden toegestaan als aan deze voorwaarden wordt voldaan. Een voorbeeld hiervan zijn de aanleg van natuurvriendelijke oevers t.b.v. de Kaderrichtlijn Water. Een ander voorbeeld is de Ruimte voor de Rivier maatregel 'zomerbedverdieping'. Deze is alleen in het overgangsgebied van de Rijntakken mogelijk met aanvullend sedimentbeheer, o.a. om terugschrijdende erosie tegen te gaan.

e) Voor specifieke criteria en afmetingen: zie Bijlage 9.[2]

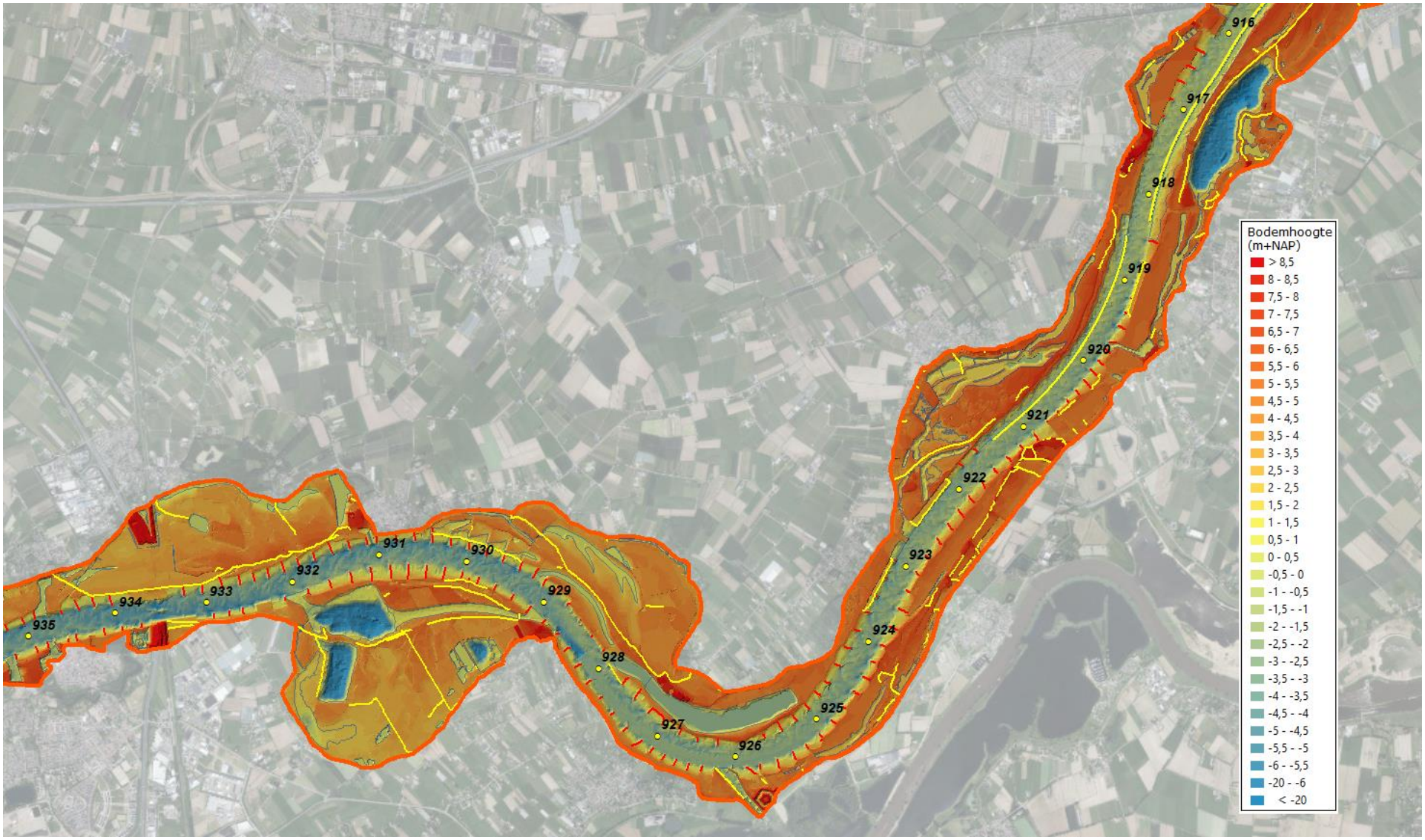
f) Wat 'acceptabele beheerskosten' zijn, kan van dienst tot dienst verschillen en is ter beoordeling van het bevoegd gezag.

g) Richtlijn voor zandige rivierbodem. Exacte waarde hangt af van lokale bodemsamenstelling en –ruwheid.

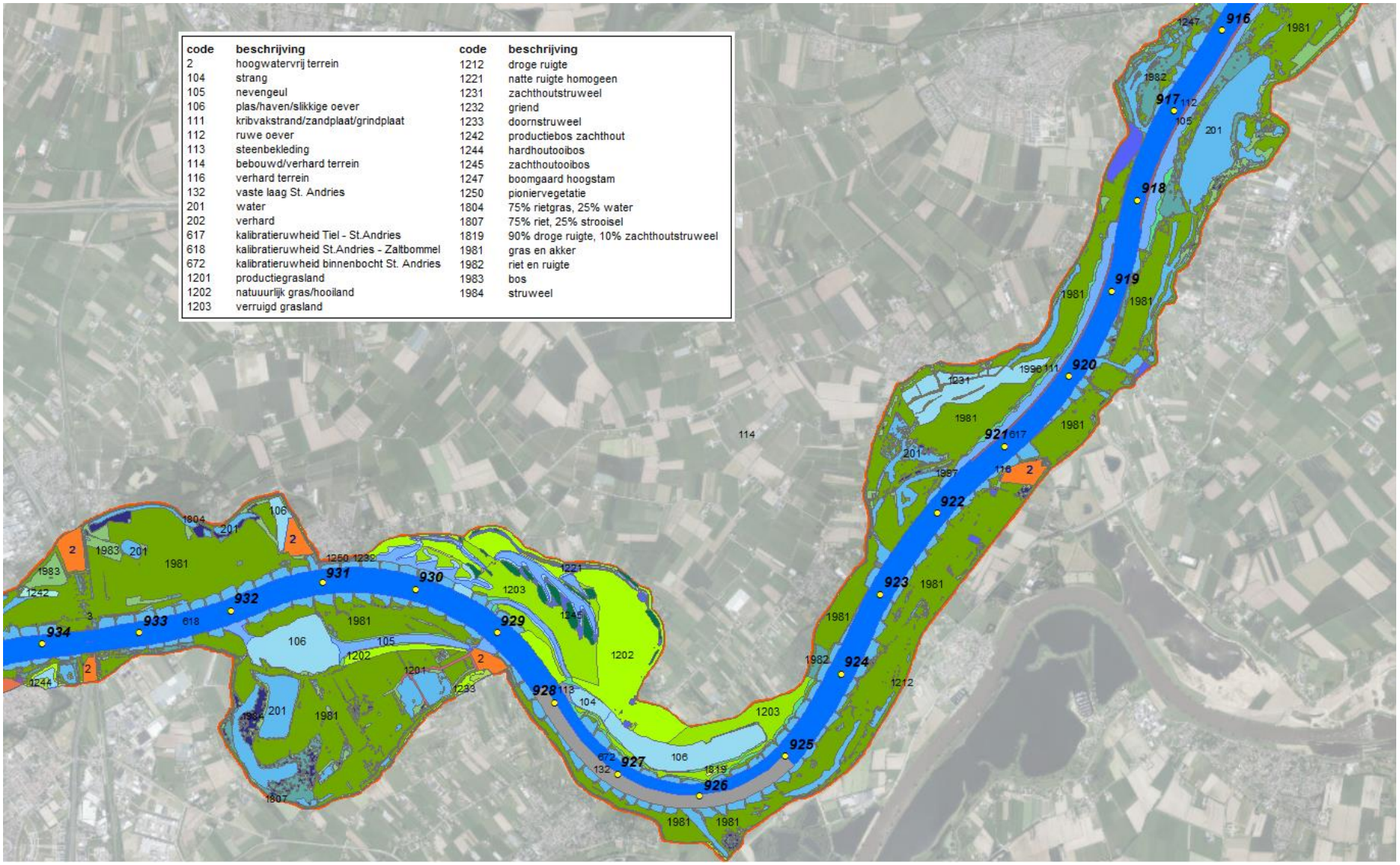
[4] Deze verwijzing betreft het Rivierkundig Beoordelingskader (Rijkswaterstaat, 2017) en niet voorliggende rapportage.

Bijlage 2 Referentiesituatie

Bodemhoogten

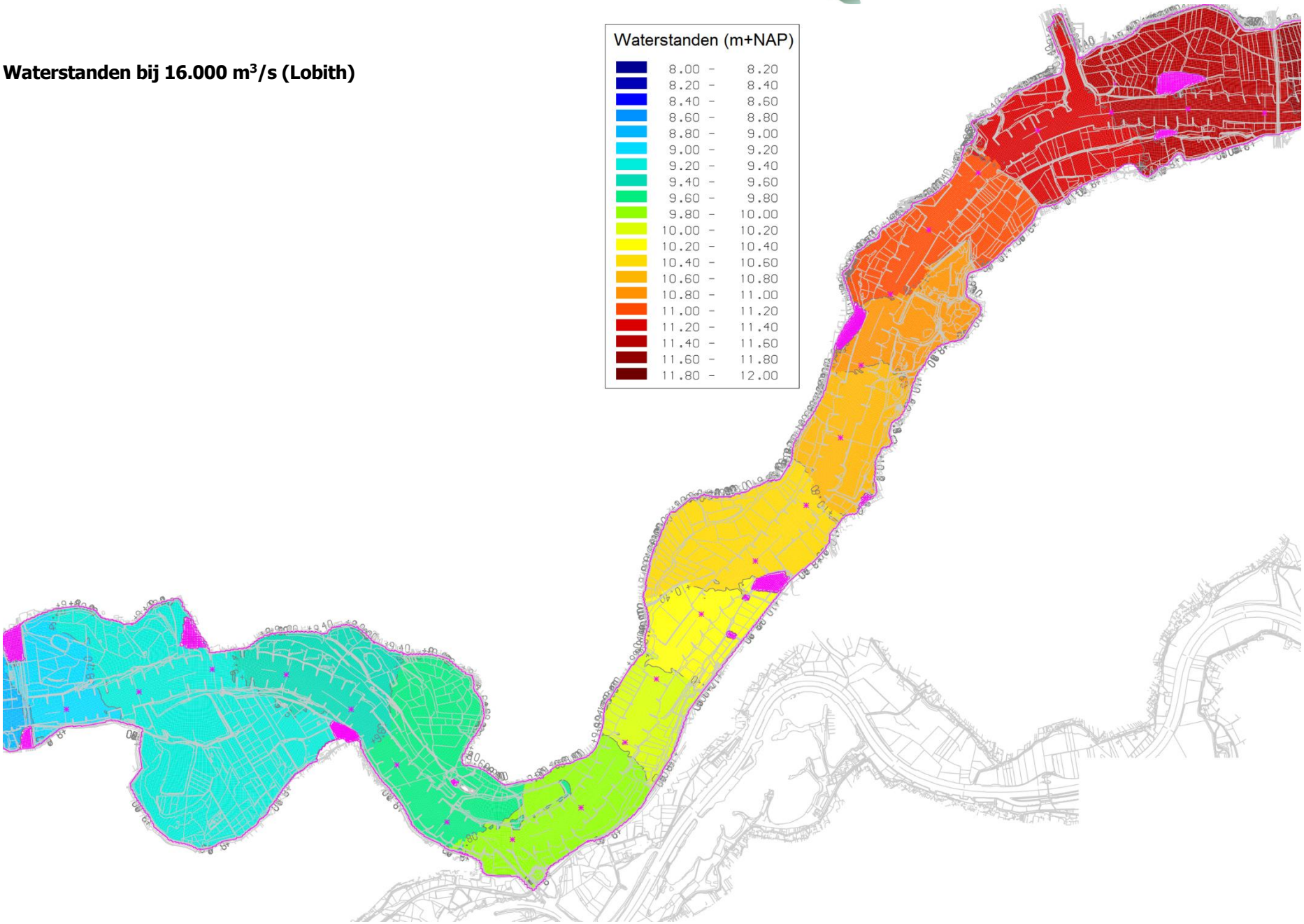


Vegetatie / landgebruik en hydraulische ruwheid

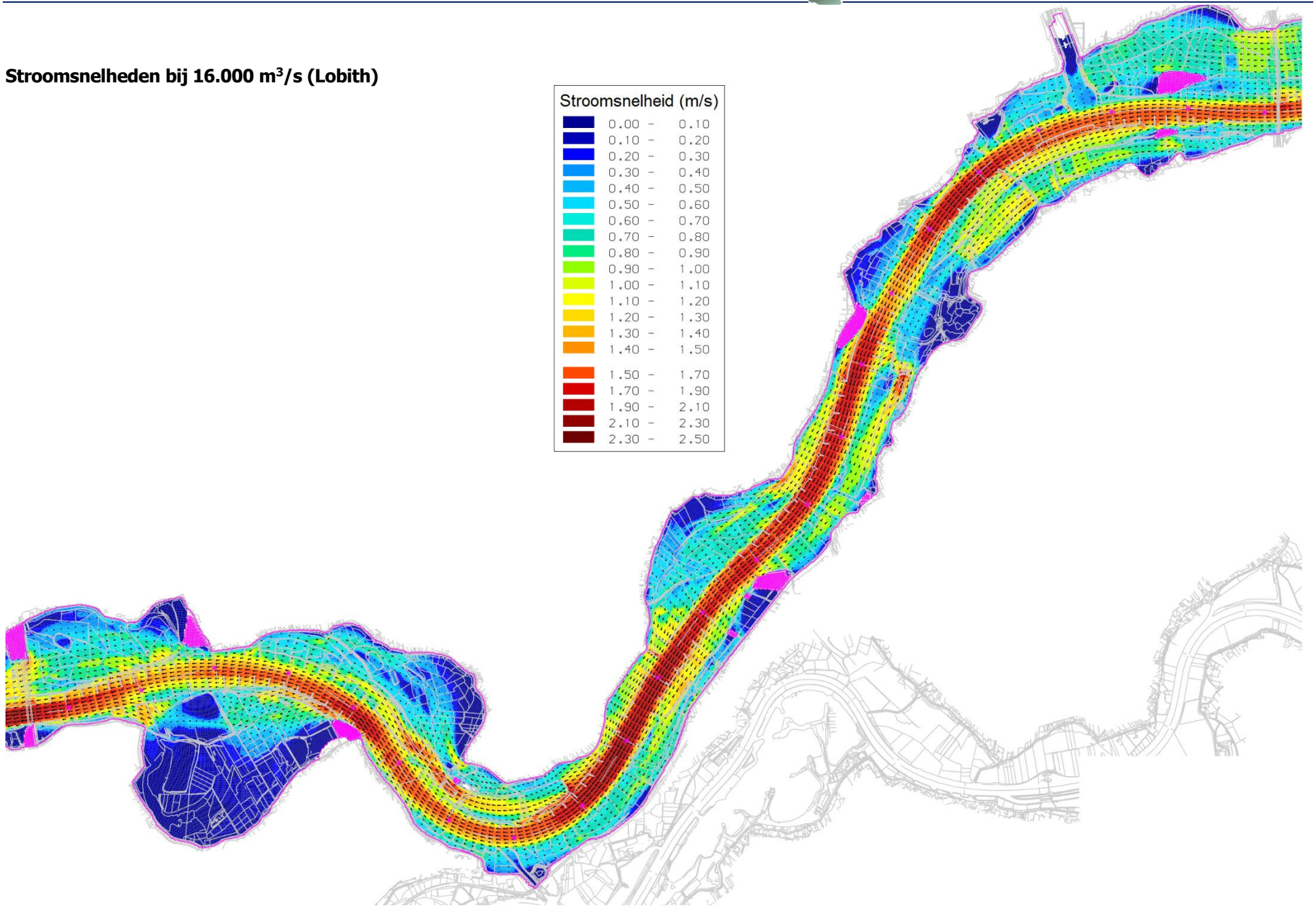


code	beschrijving	code	beschrijving
2	hoogwatervrij terrein	1212	droge ruigte
104	strang	1221	natte ruigte homogeen
105	nevengeul	1231	zachthoutstruweel
106	plas/haven/slikkige oever	1232	griend
111	kribvakstrand/zandplaat/grindplaat	1233	doornstruweel
112	ruwe oever	1242	productiebos zachthout
113	steenbekleding	1244	hardhoutooibos
114	bebouwd/verhard terrein	1245	zachthoutooibos
116	verhard terrein	1247	boomgaard hoogstam
132	vaste laag St. Andries	1250	pioniervegetatie
201	water	1804	75% rietgras, 25% water
202	verhard	1807	75% riet, 25% strooisel
617	kalibratieruwheid Tiel - St.Andries	1819	90% droge ruigte, 10% zachthoutstruweel
618	kalibratieruwheid St.Andries - Zaltbommel	1981	gras en akker
672	kalibratieruwheid binnenbocht St. Andries	1982	riet en ruigte
1201	productiegrasland	1983	bos
1202	natuuurlijk gras/hooiland	1984	struweel
1203	verruigd grasland		

Waterstanden bij 16.000 m³/s (Lobith)



Stroomsnelheden bij 16.000 m³/s (Lobith)



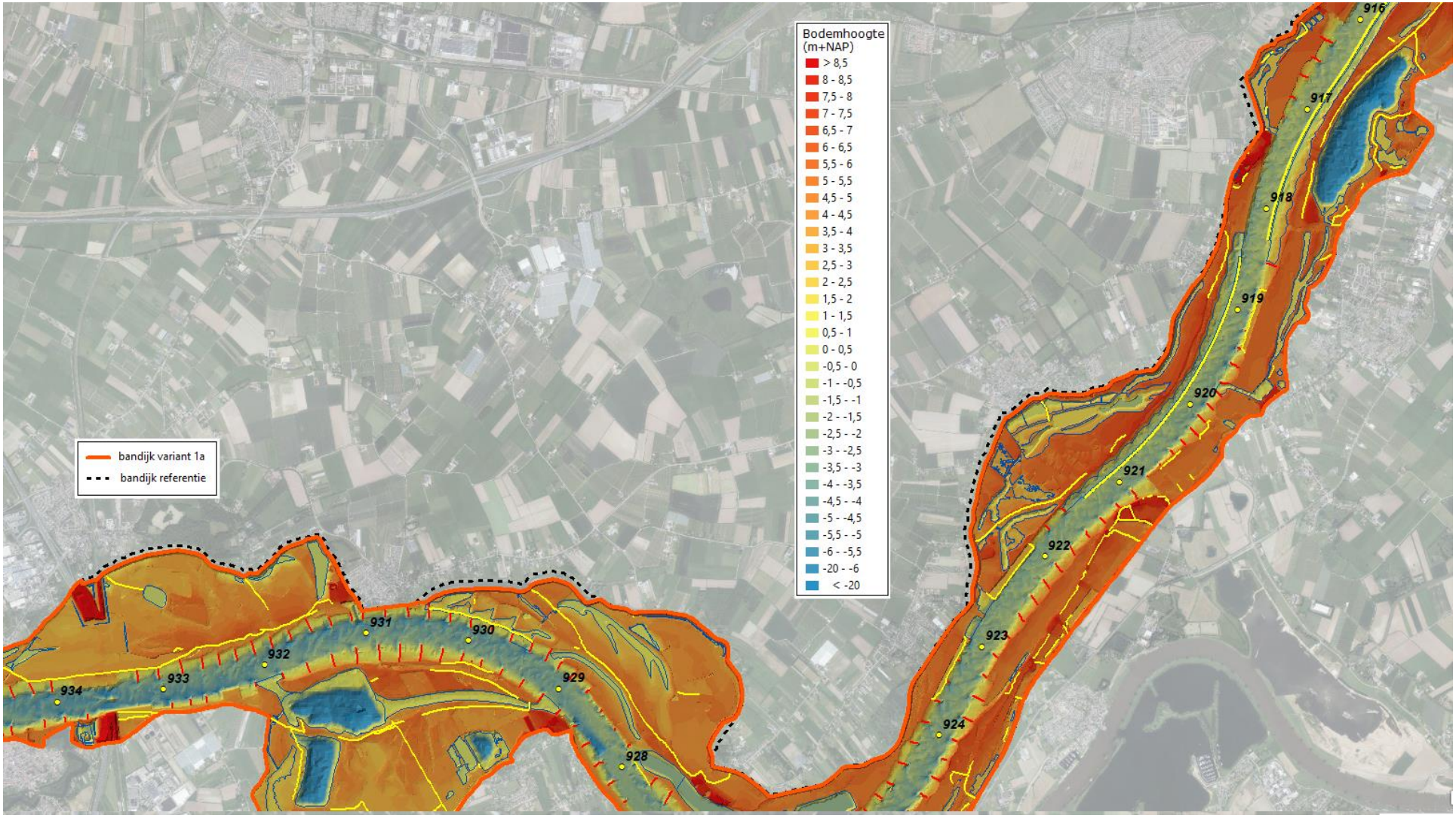
Bijlage 3 Alternatief 1: dijkversterking

Varianten:

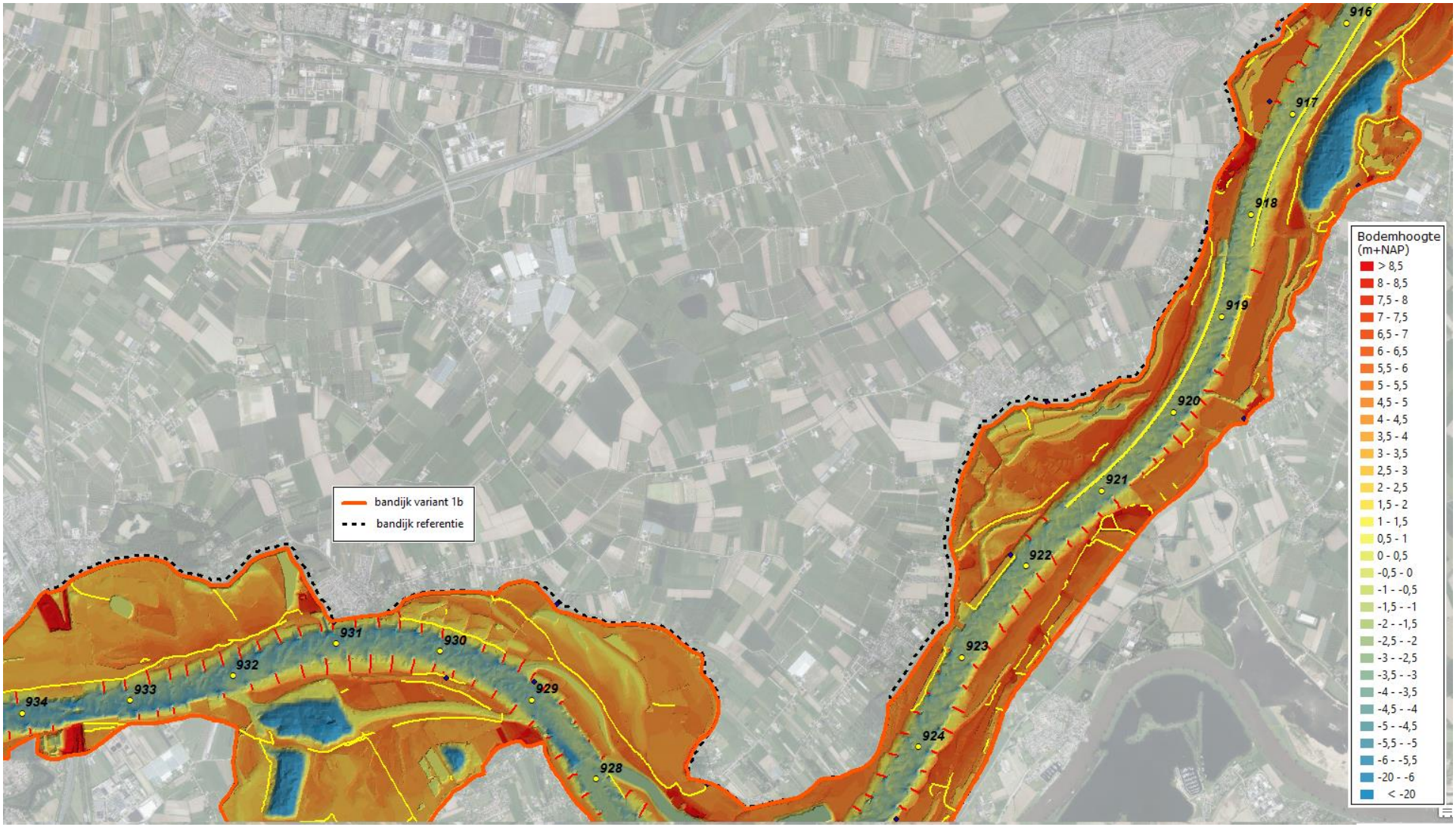
1. **1a. een traditionele dijk**
2. **1b. een dikke dijk**

Bodemhoogten en tracé waterkering (buitenkruinlijn)

Variant 1a: een traditionele dijk

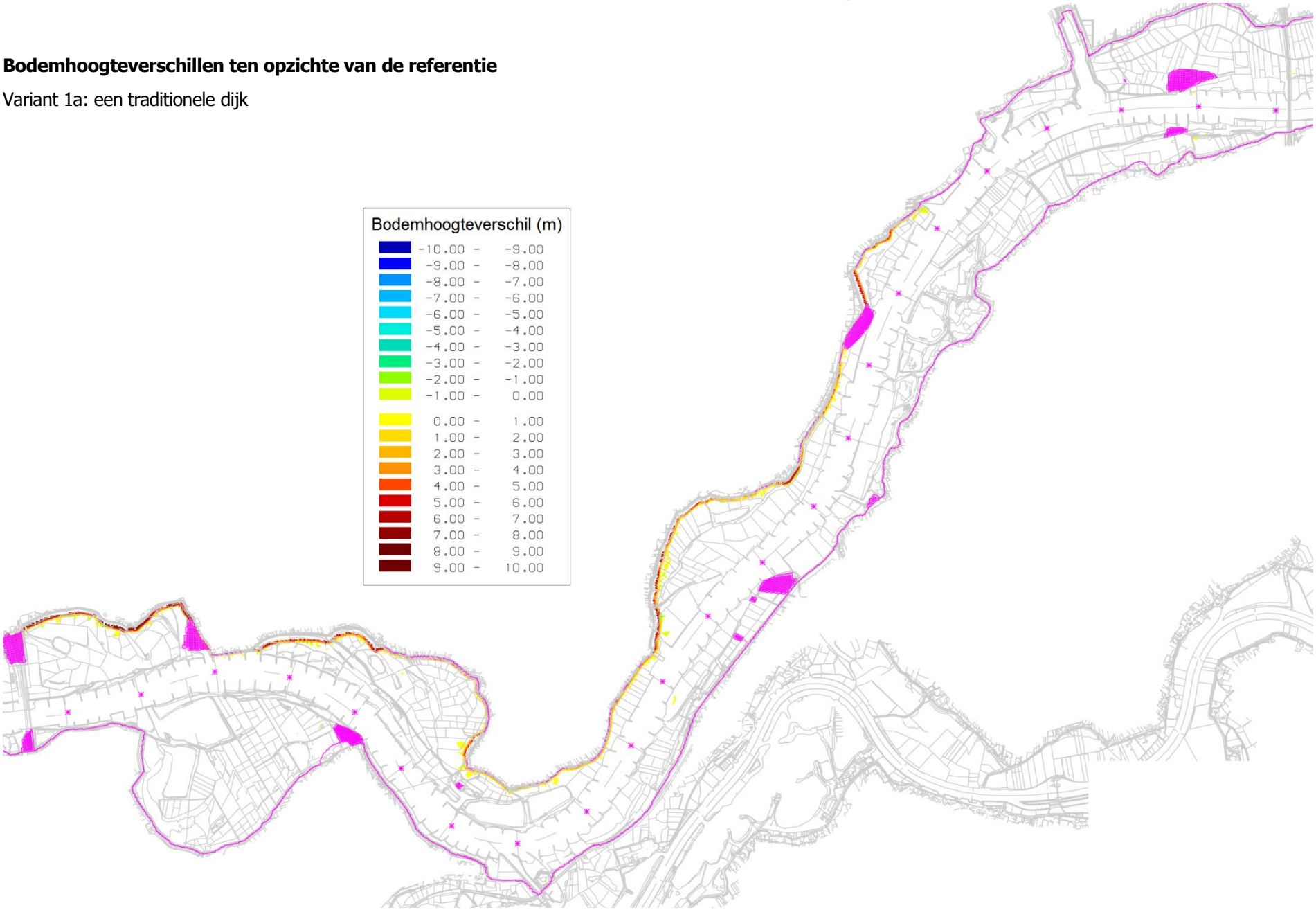


Variant 1b: een dikke dijk

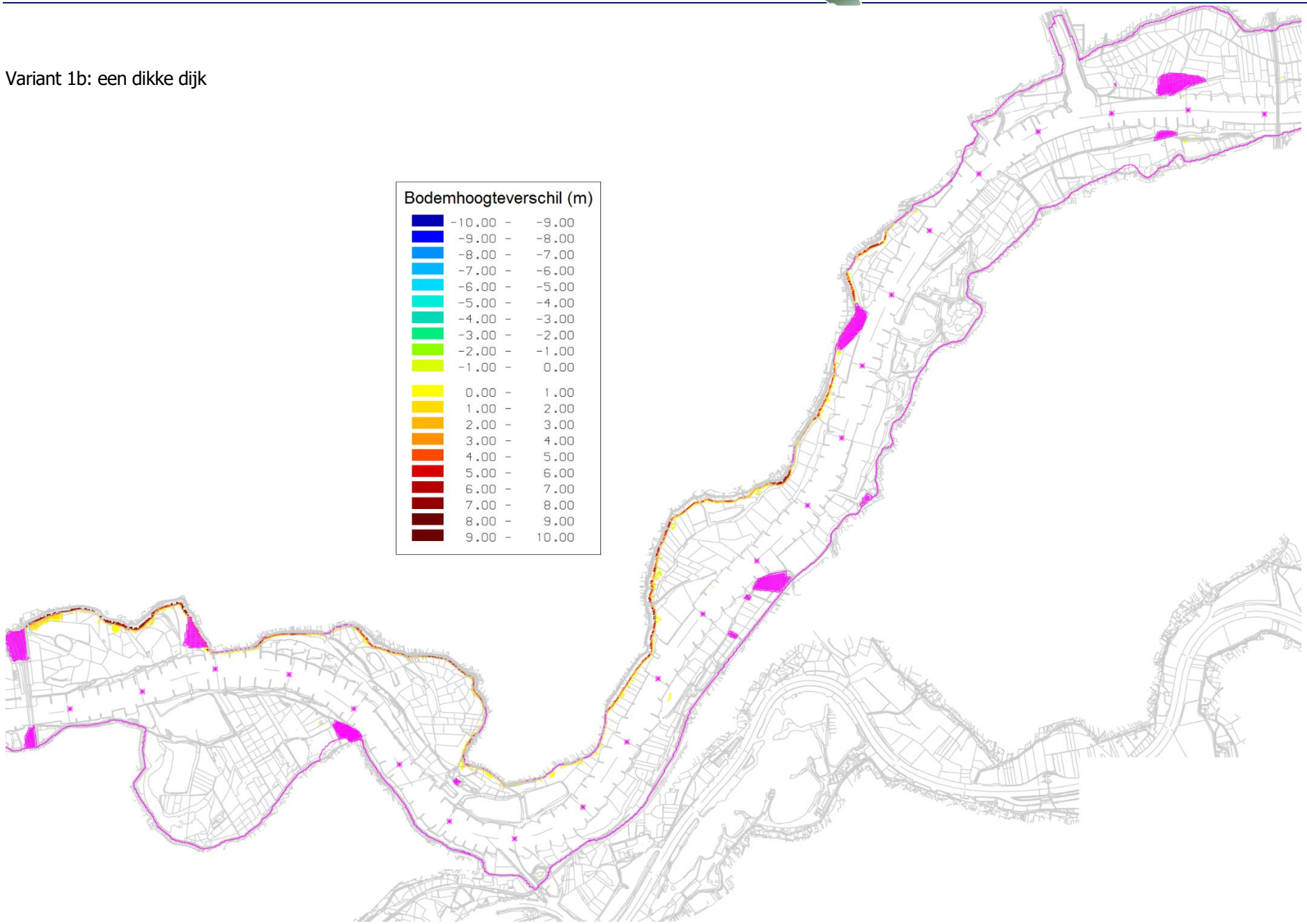


Bodemhoogteverschillen ten opzichte van de referentie

Variant 1a: een traditionele dijk

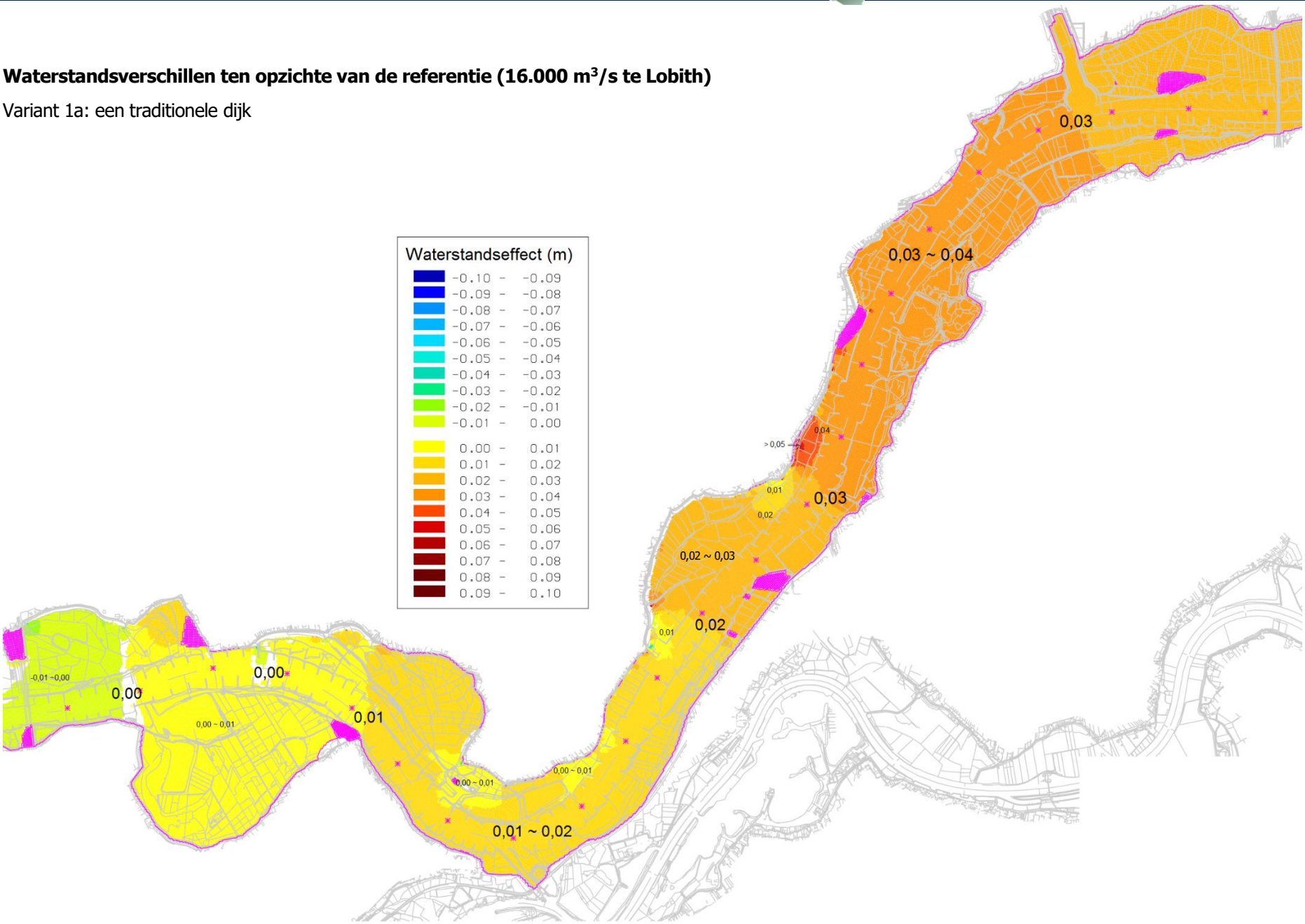


Variant 1b: een dikke dijk

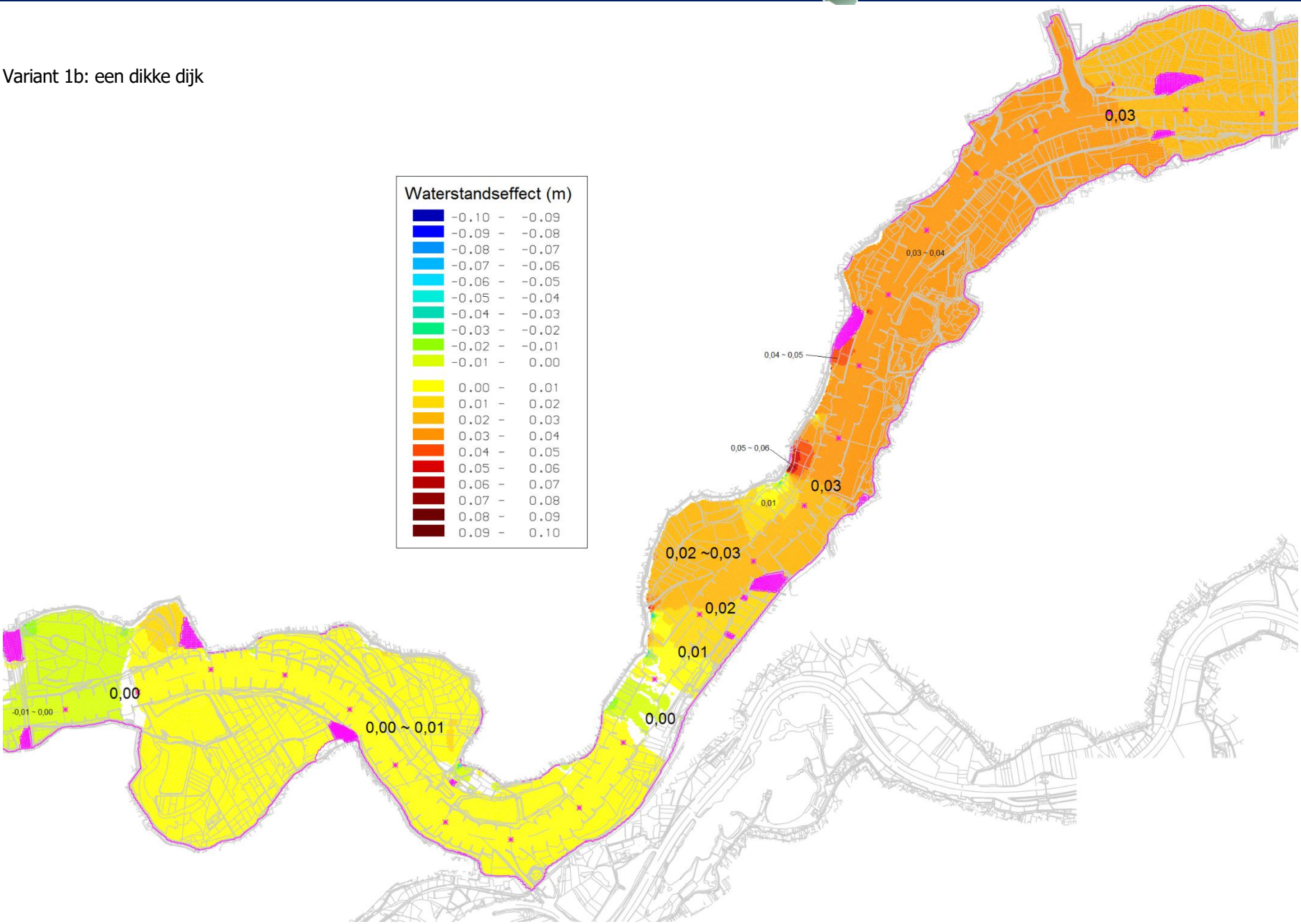


Waterstandsverschillen ten opzichte van de referentie (16.000 m³/s te Lobith)

Variant 1a: een traditionele dijk

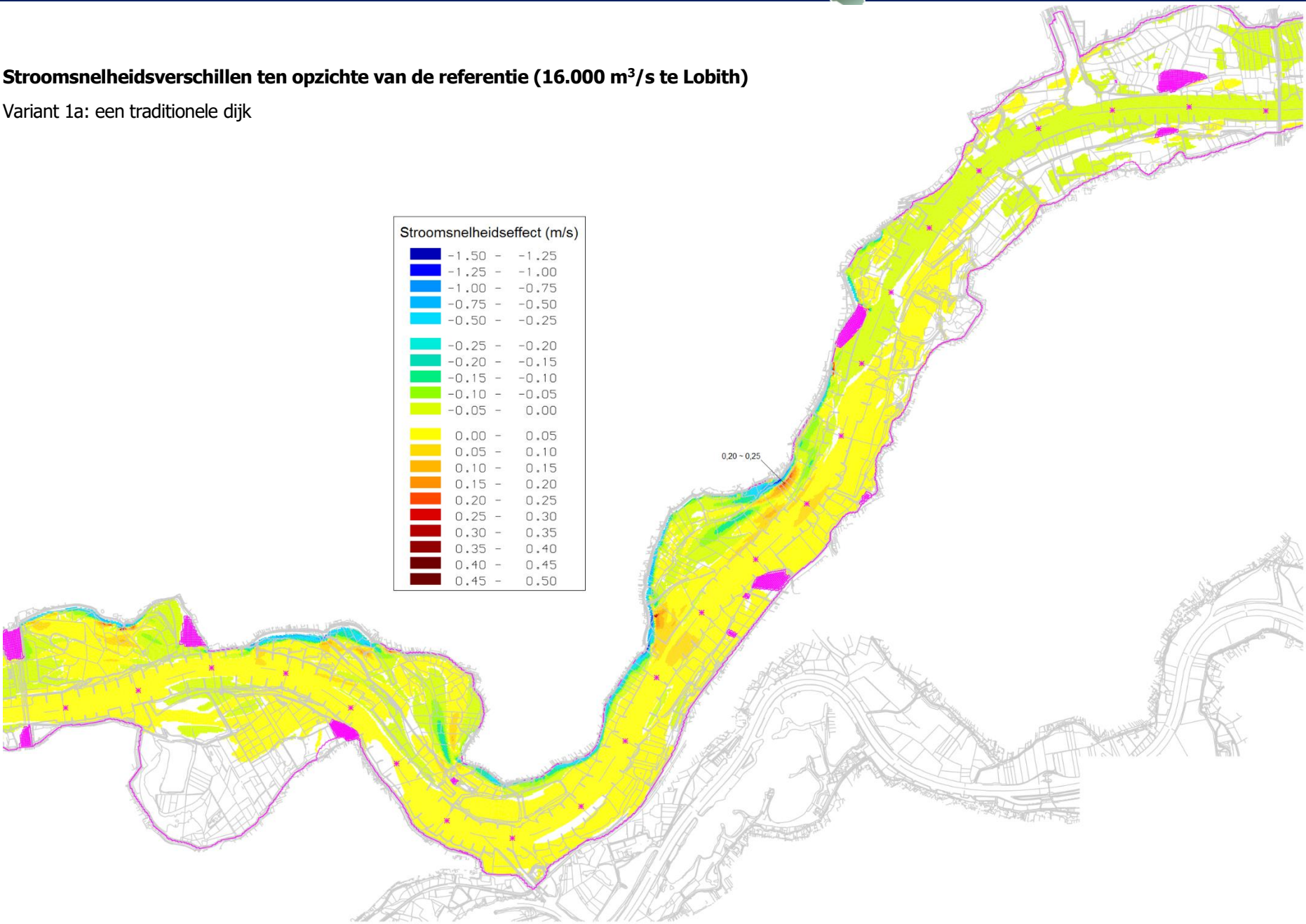


Variant 1b: een dikke dijk

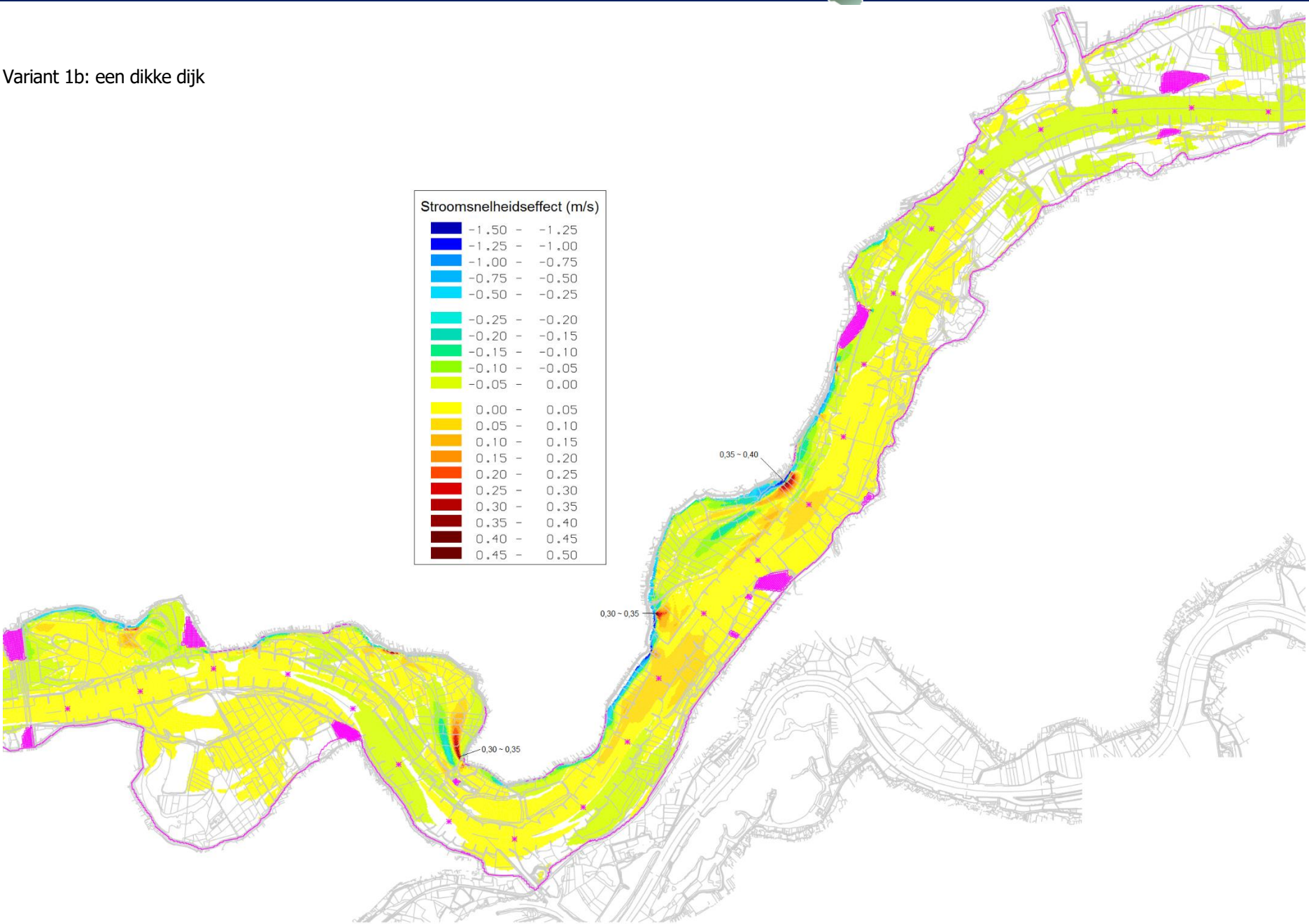


Stroomsnelheidsverschillen ten opzichte van de referentie (16.000 m³/s te Lobith)

Variant 1a: een traditionele dijk



Variant 1b: een dikke dijk

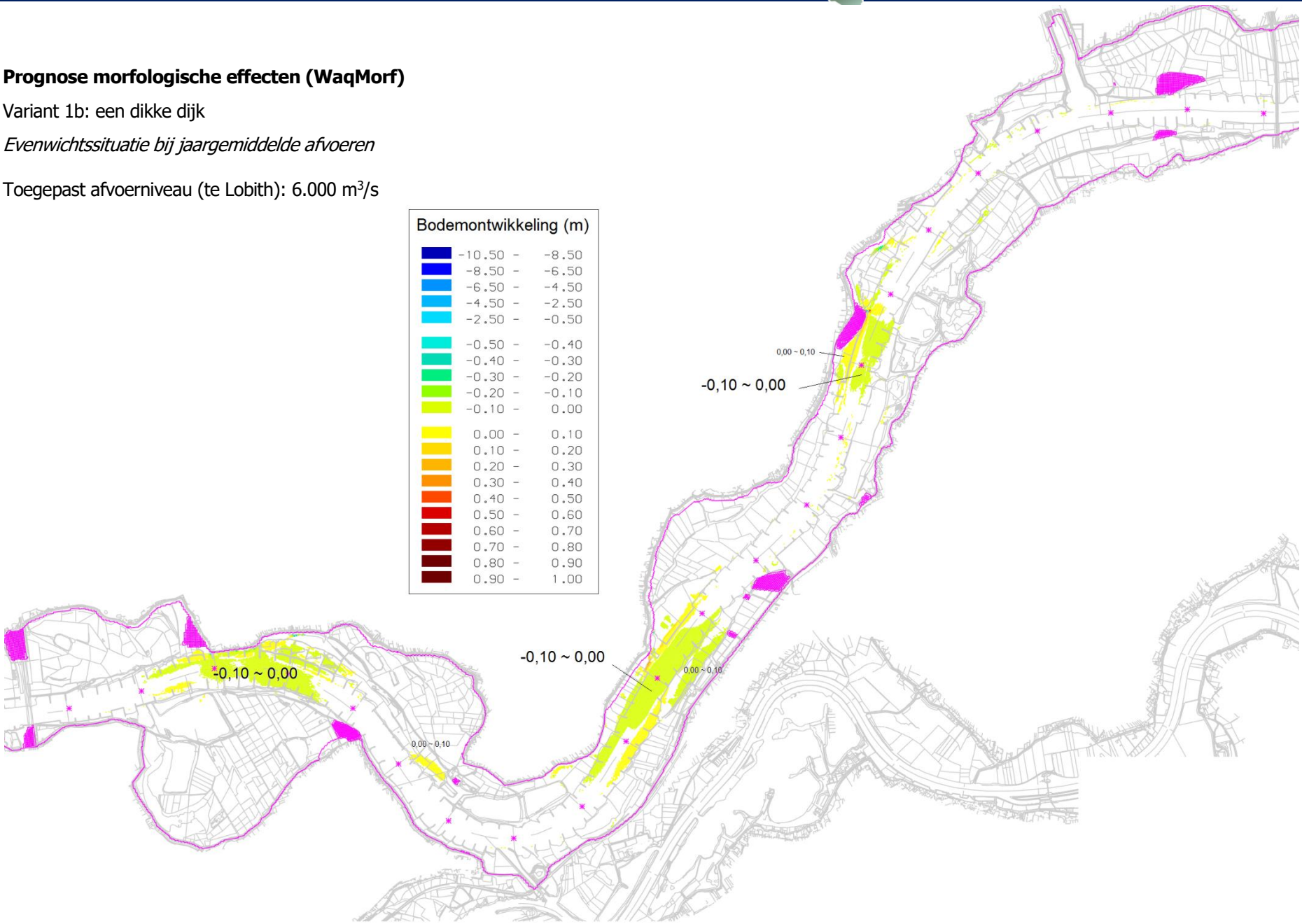


Prognose morfologische effecten (WaqMorf)

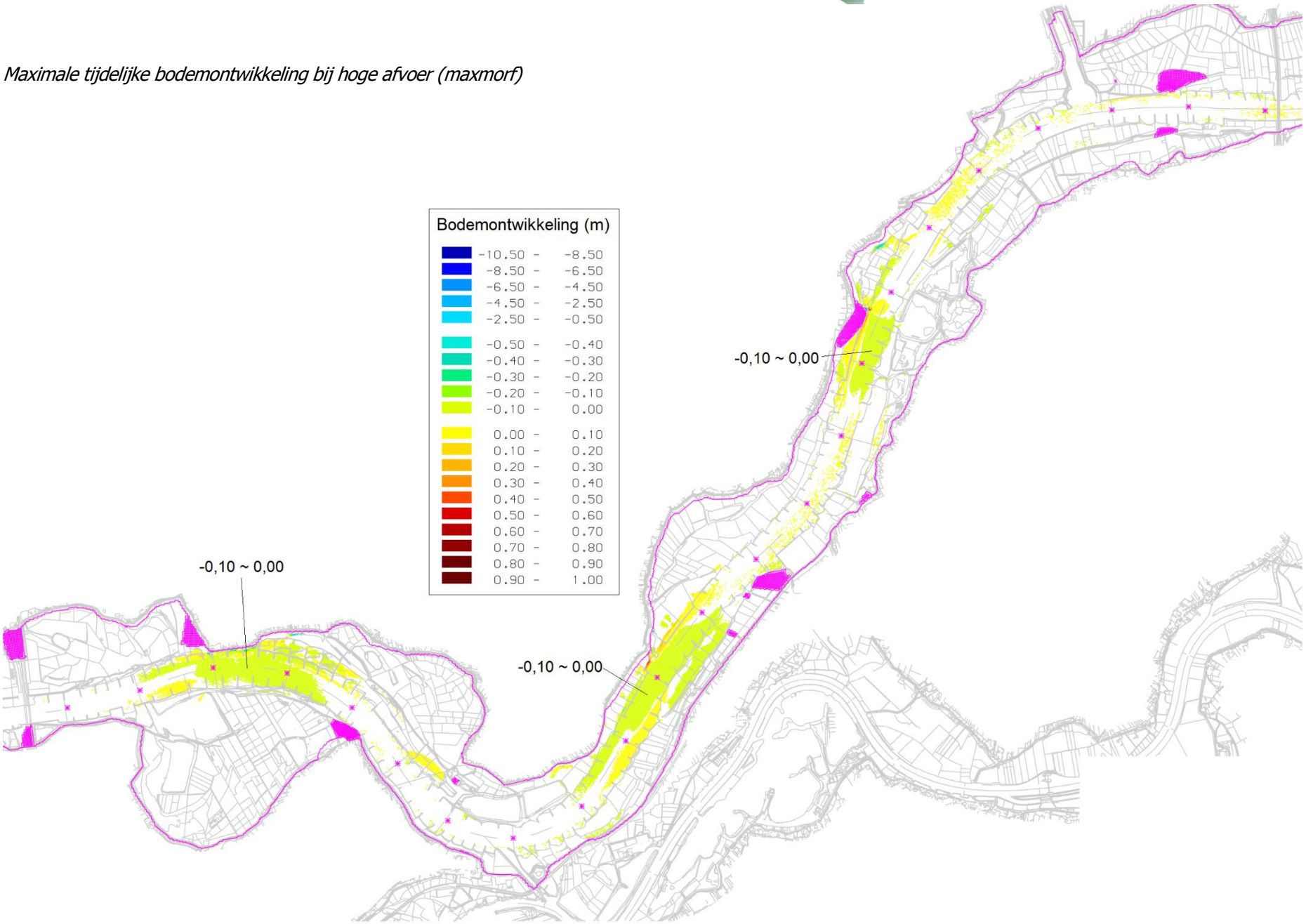
Variant 1b: een dikke dijk

Evenwichtssituatie bij jaargemiddelde afvoeren

Toegepast afvoerniveau (te Lobith): 6.000 m^3/s



Maximale tijdelijke bodemontwikkeling bij hoge afvoer (maxmorf)



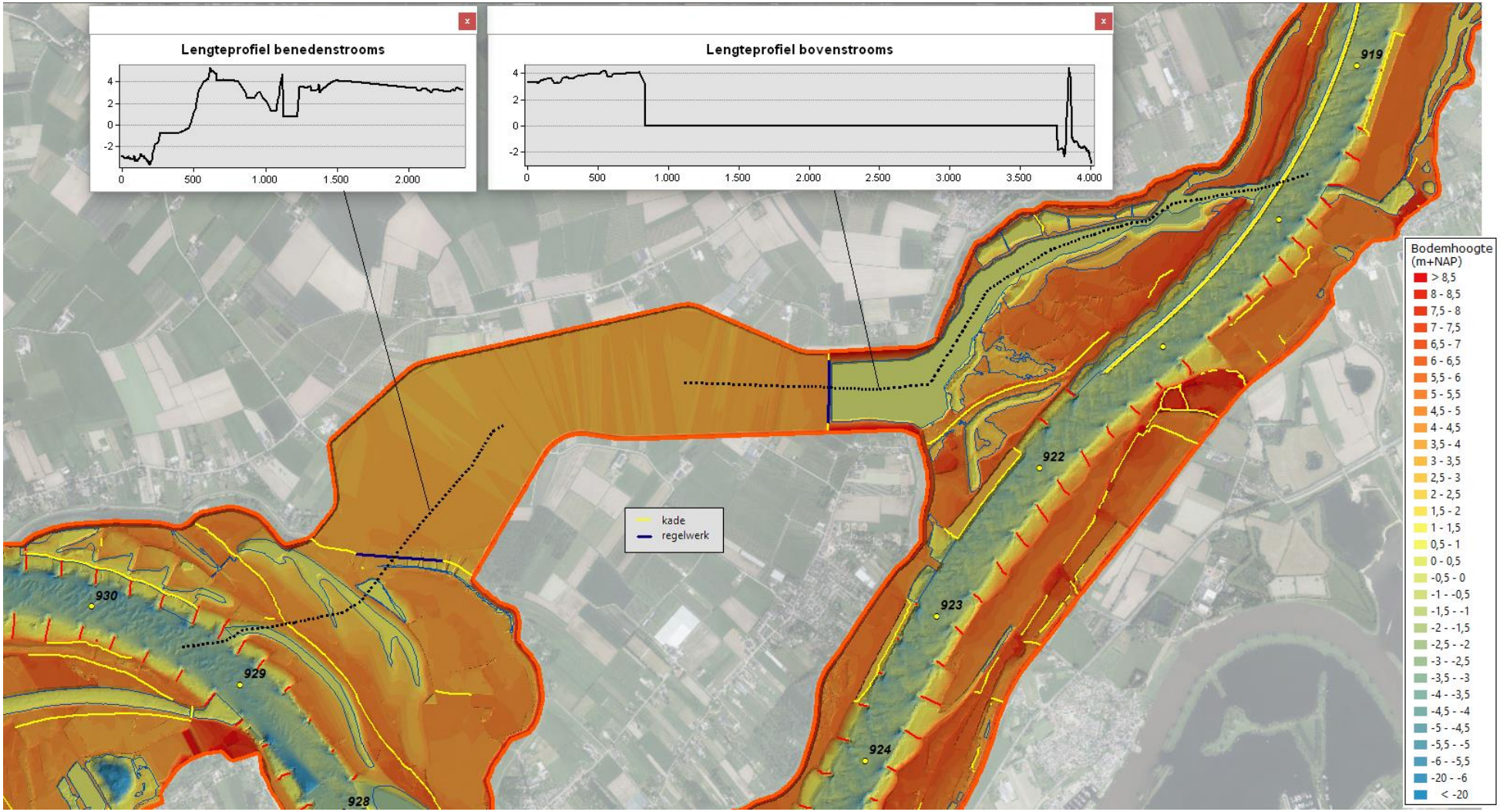
Bijlage 4 Alternatief 2: dijkversterking en binnendijkse rivierverruiming door realisatie van een hoogwatergeul tussen Varik en Heesselt

Varianten:

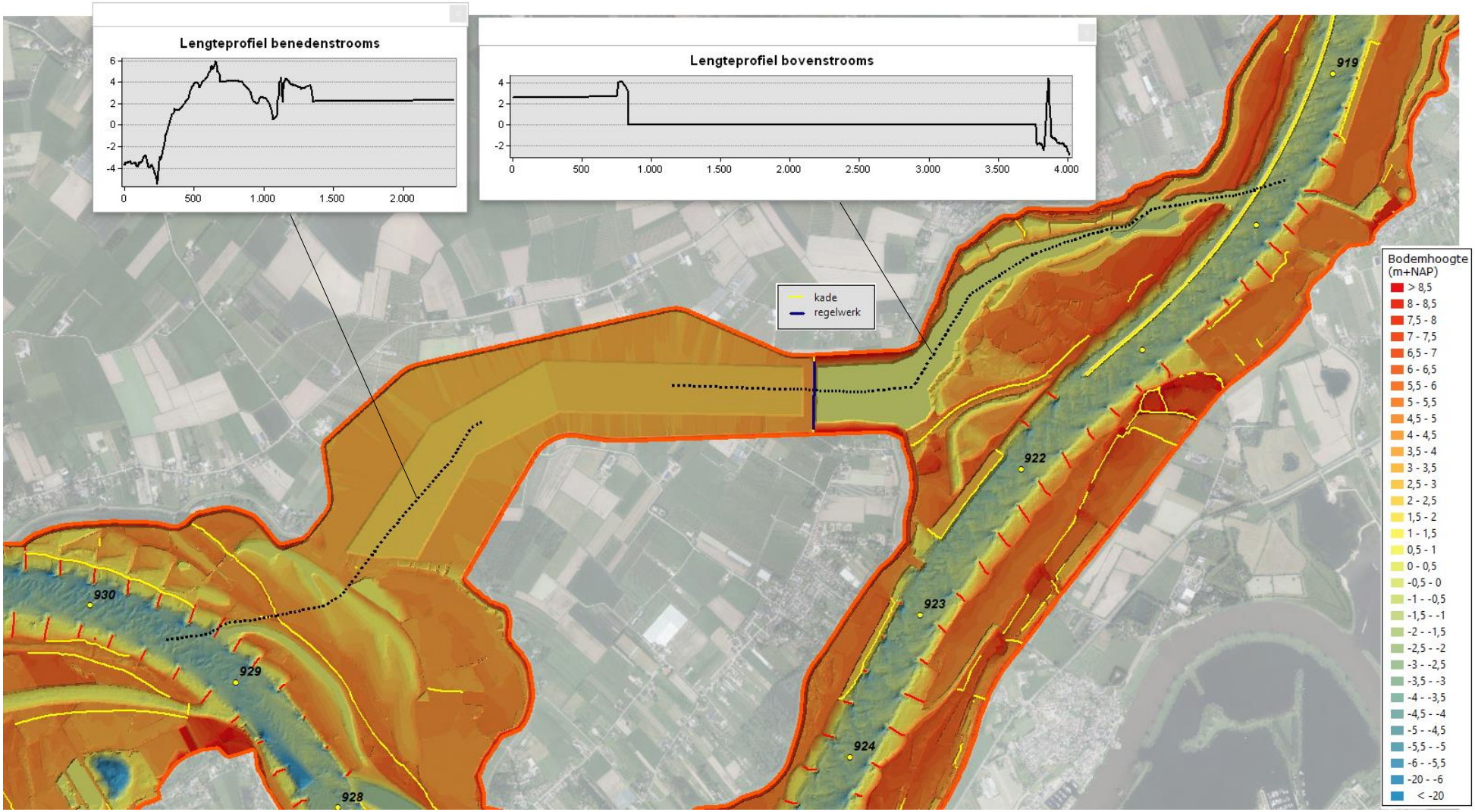
2a. hoogwatergeul Varik-Heesselt – economie en landbouw
2b. hoogwatergeul Varik-Heesselt – natuur

Bodemhoogten

Variant 2a: hoogwatergeul Varik-Heesselt – economie en landbouw

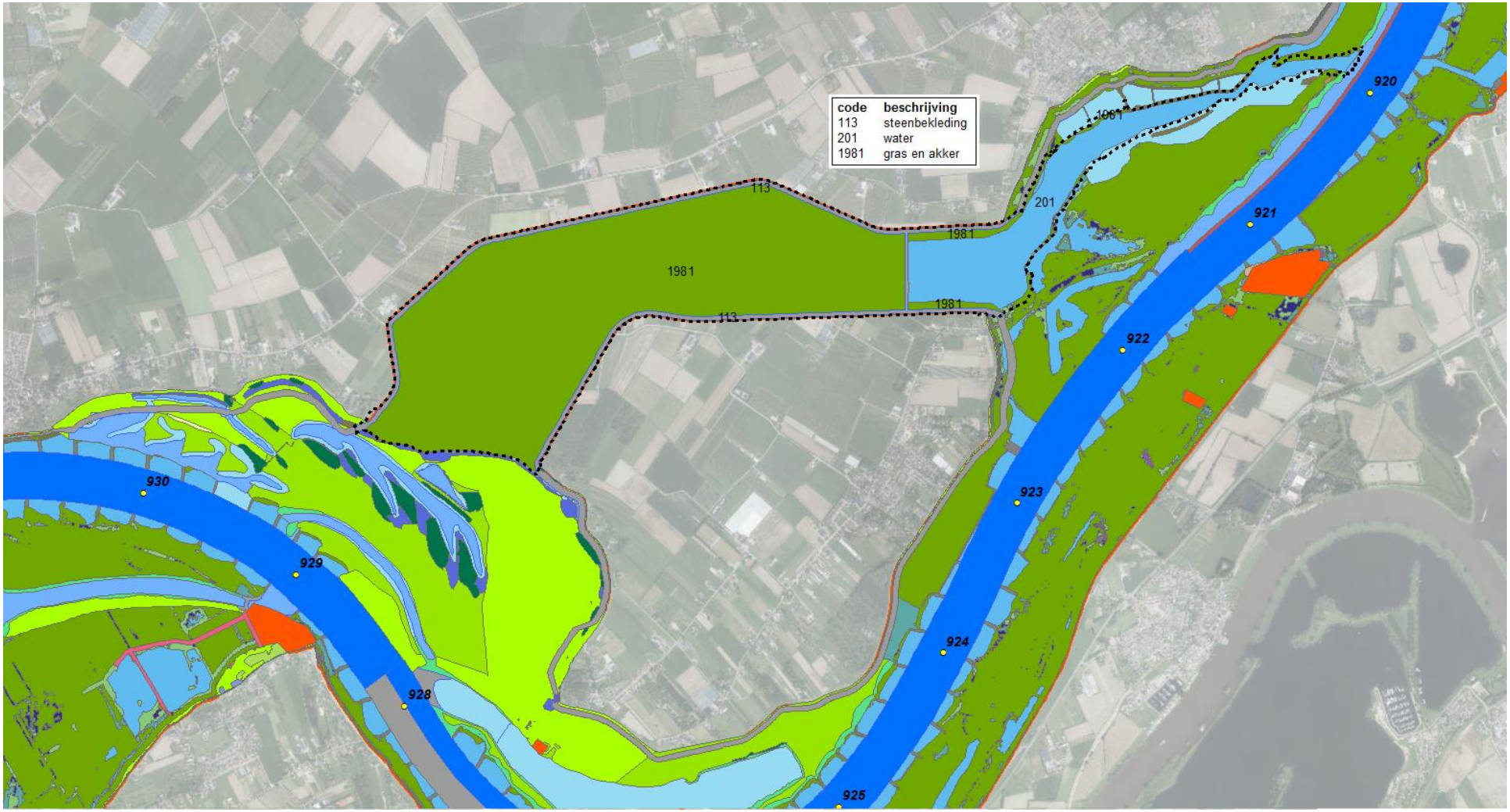


Variant 2b: hoogwatergeul Varik-Heesselt – natuur

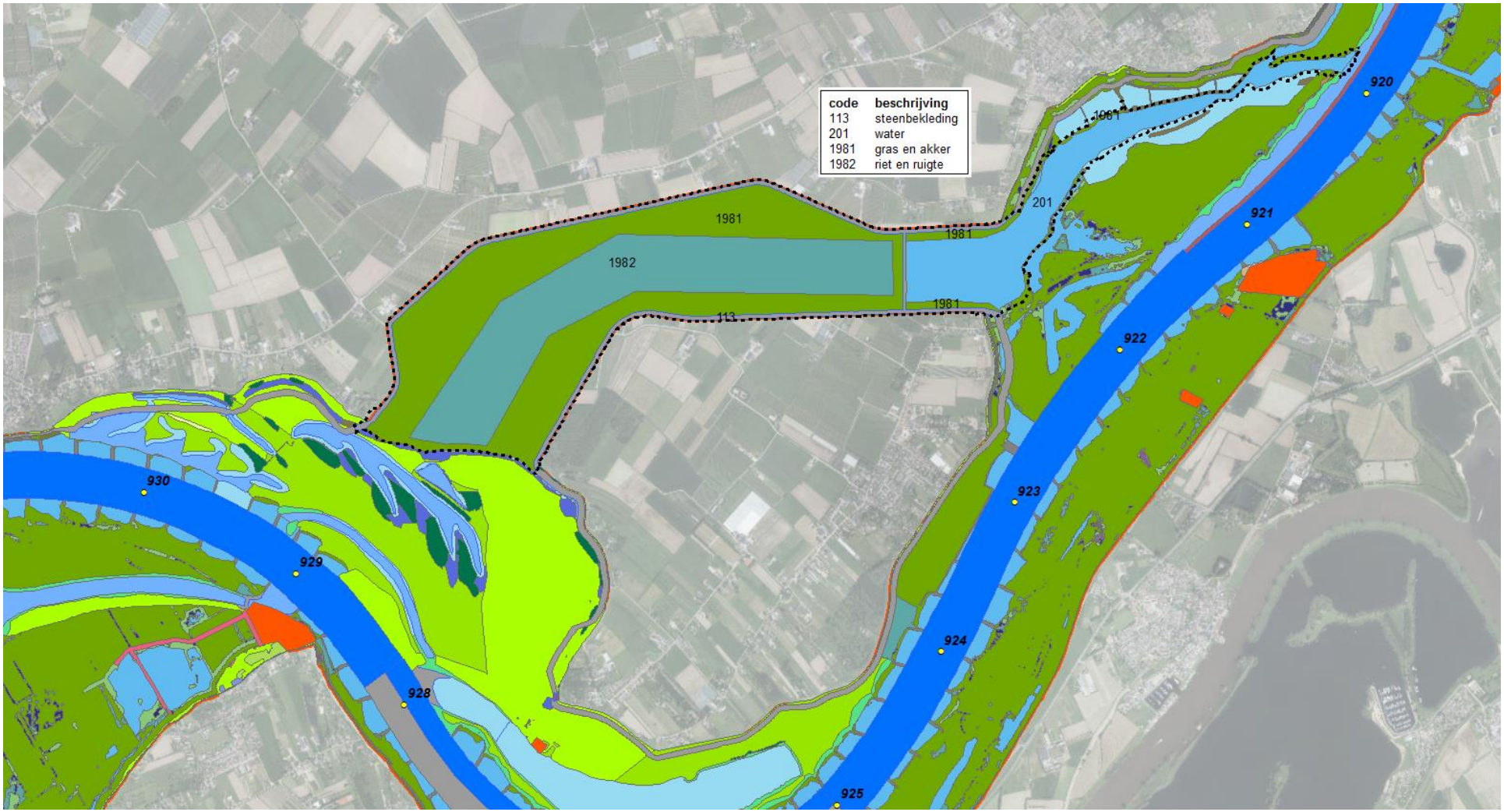


Vegetatie en hydraulische ruwheden

Variant 2a: hoogwatergeul Varik-Heesselt – economie en landbouw

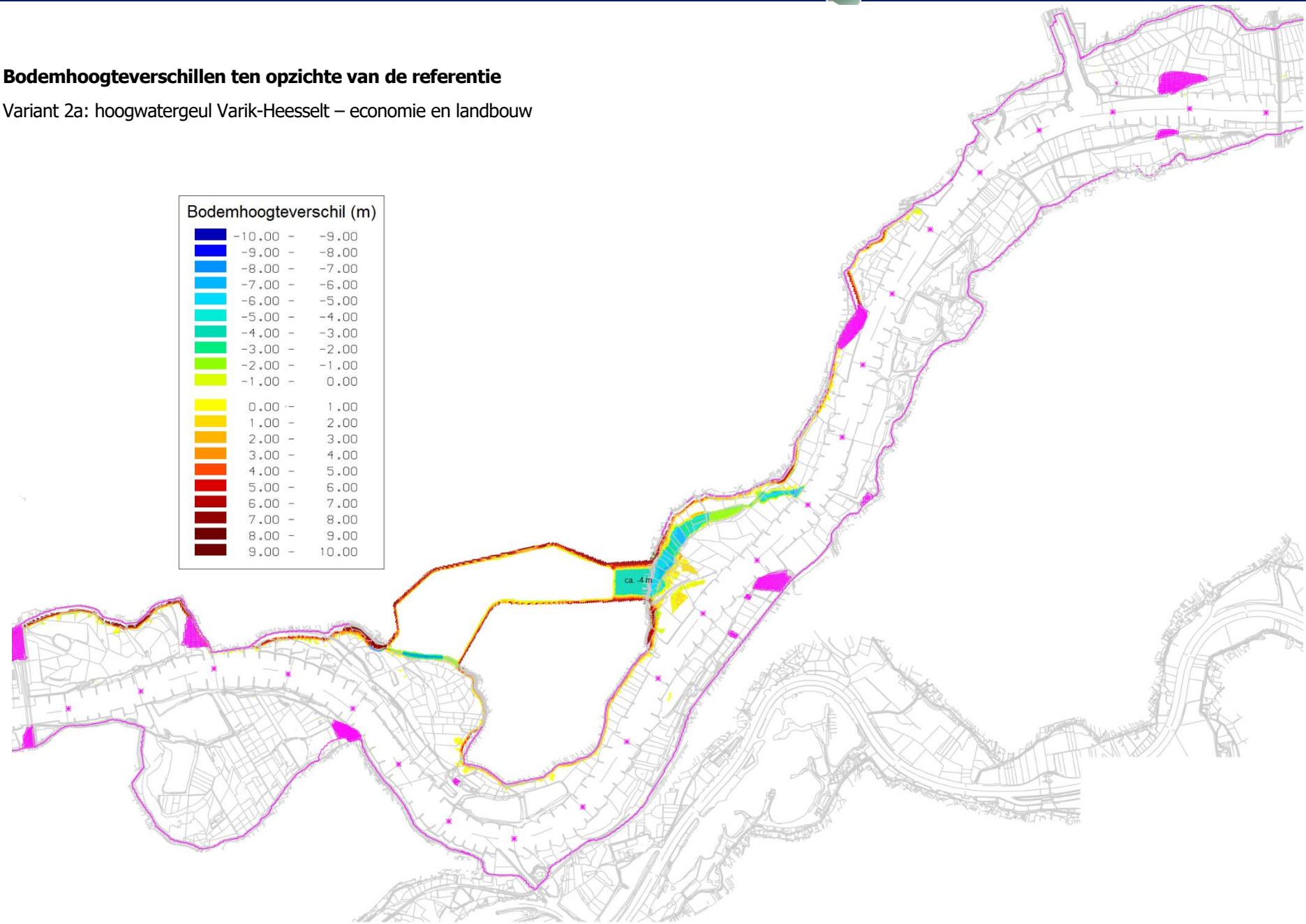


Variant 2b: hoogwatergeul Varik-Heesselt – natuur

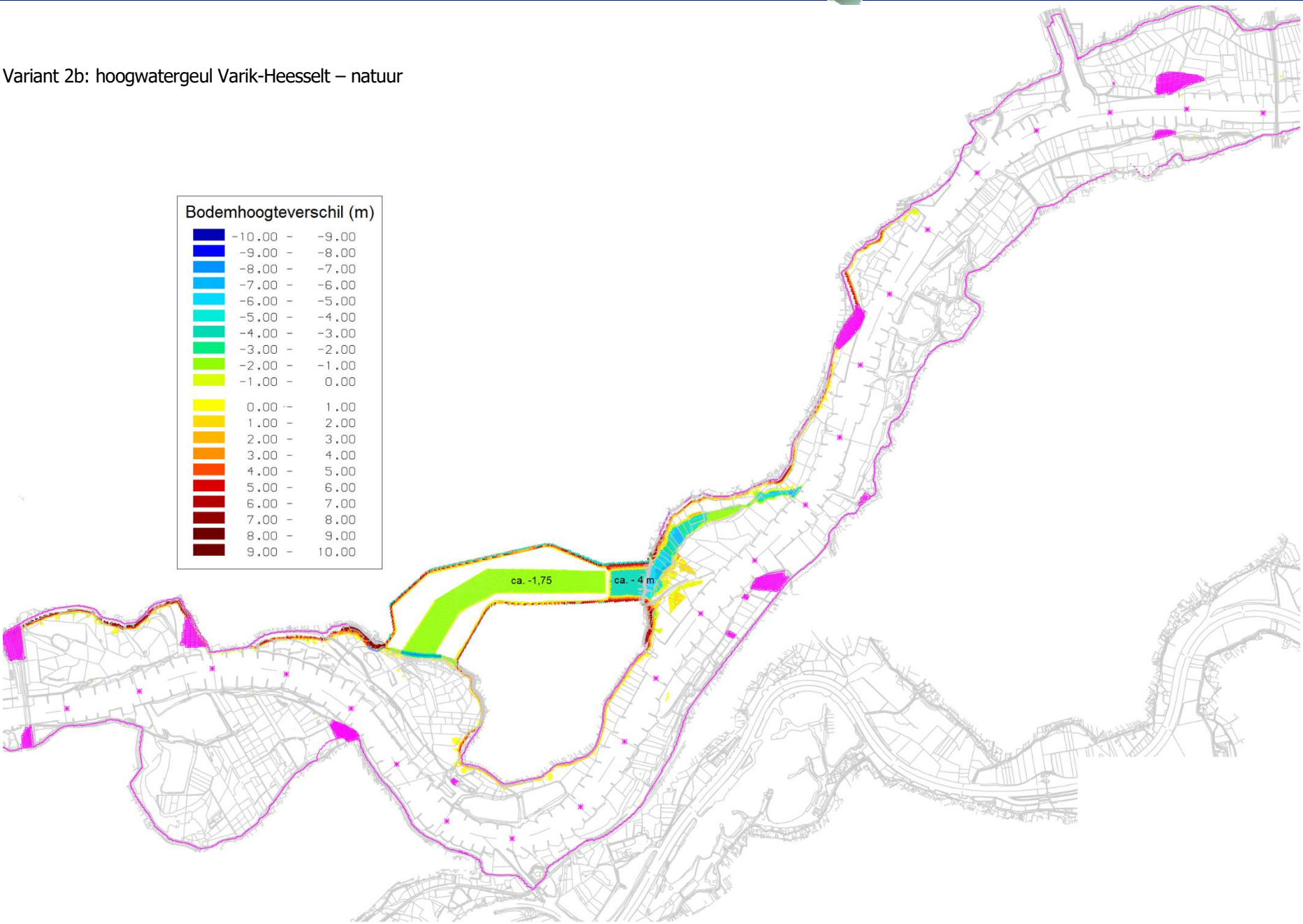


Bodemhoogteverschillen ten opzichte van de referentie

Variant 2a: hoogwatergeul Varik-Heesselt – economie en landbouw

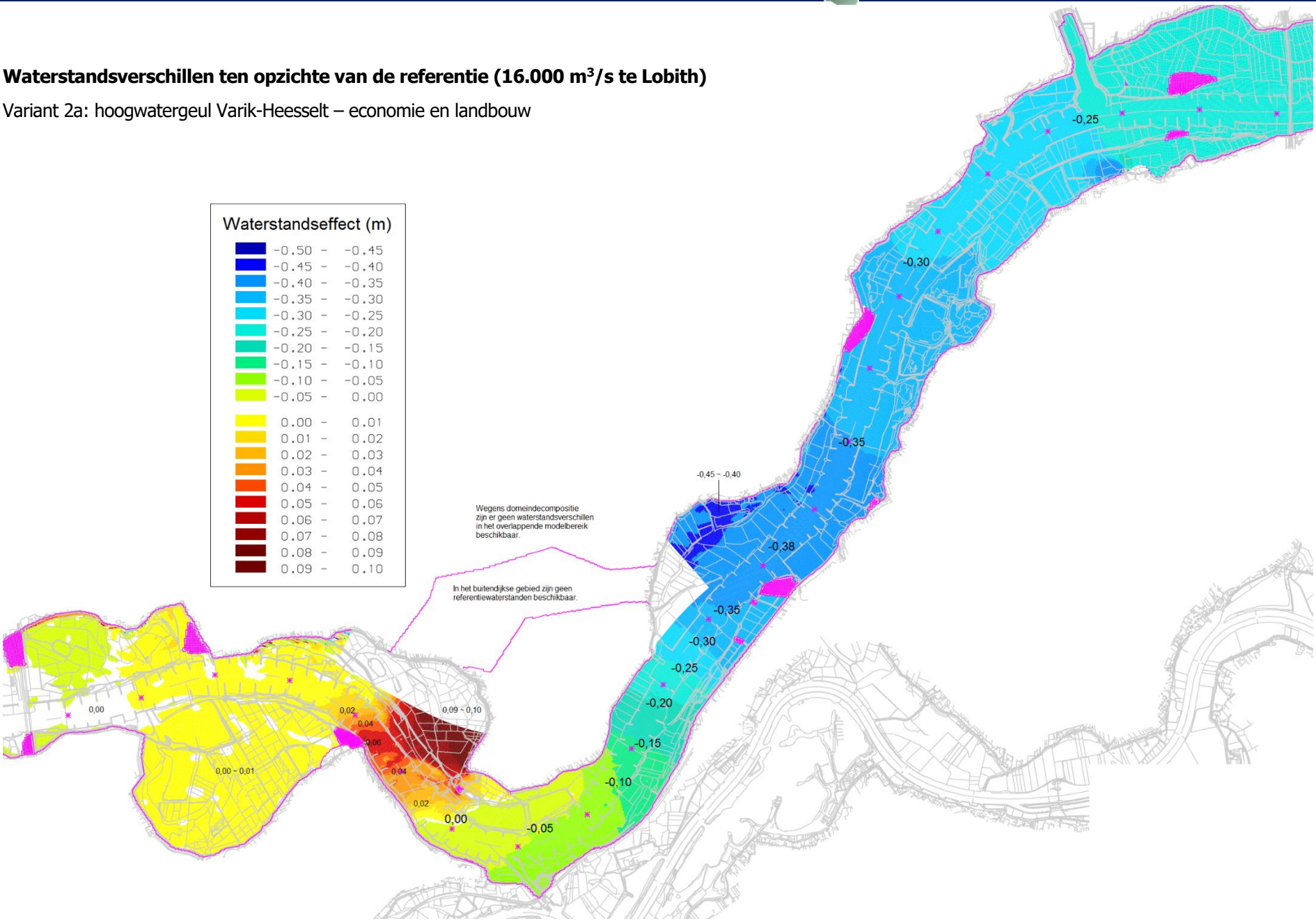


Variant 2b: hoogwatergeul Varik-Heesselt – natuur

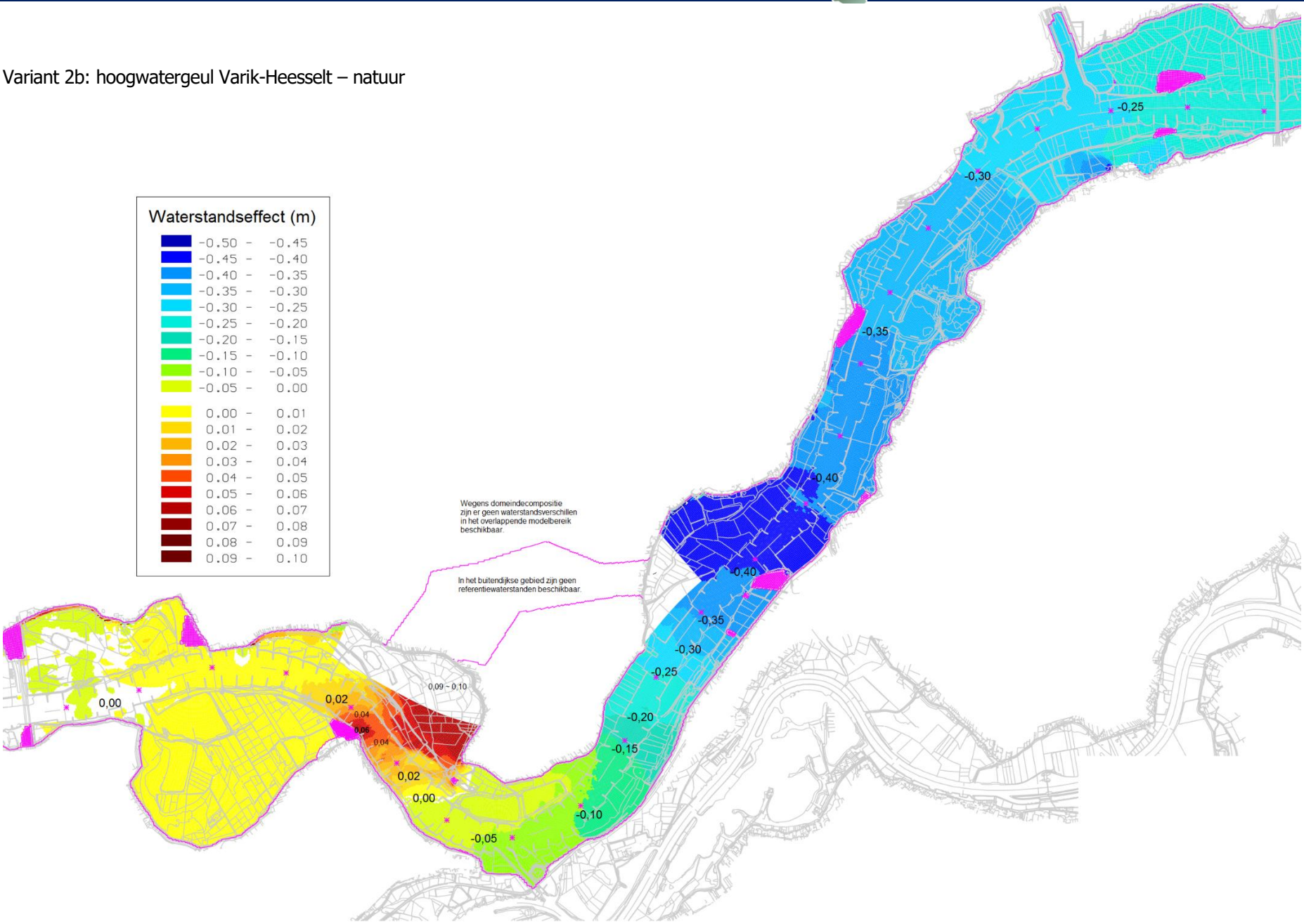


Waterstandsverschillen ten opzichte van de referentie (16.000 m³/s te Lobith)

Variant 2a: hoogwatergeul Varik-Heesselt – economie en landbouw

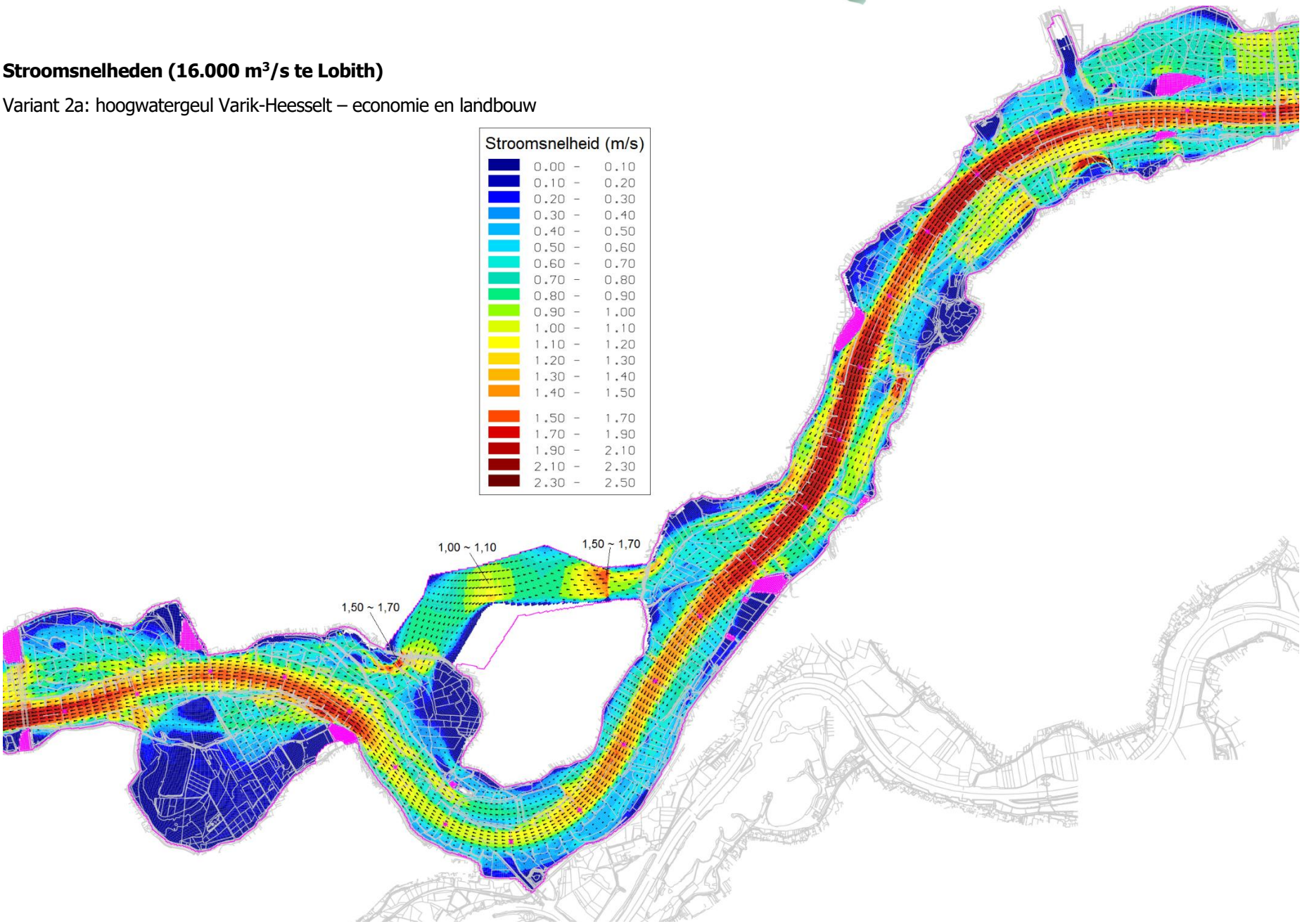


Variant 2b: hoogwatergeul Varik-Heesselt – natuur

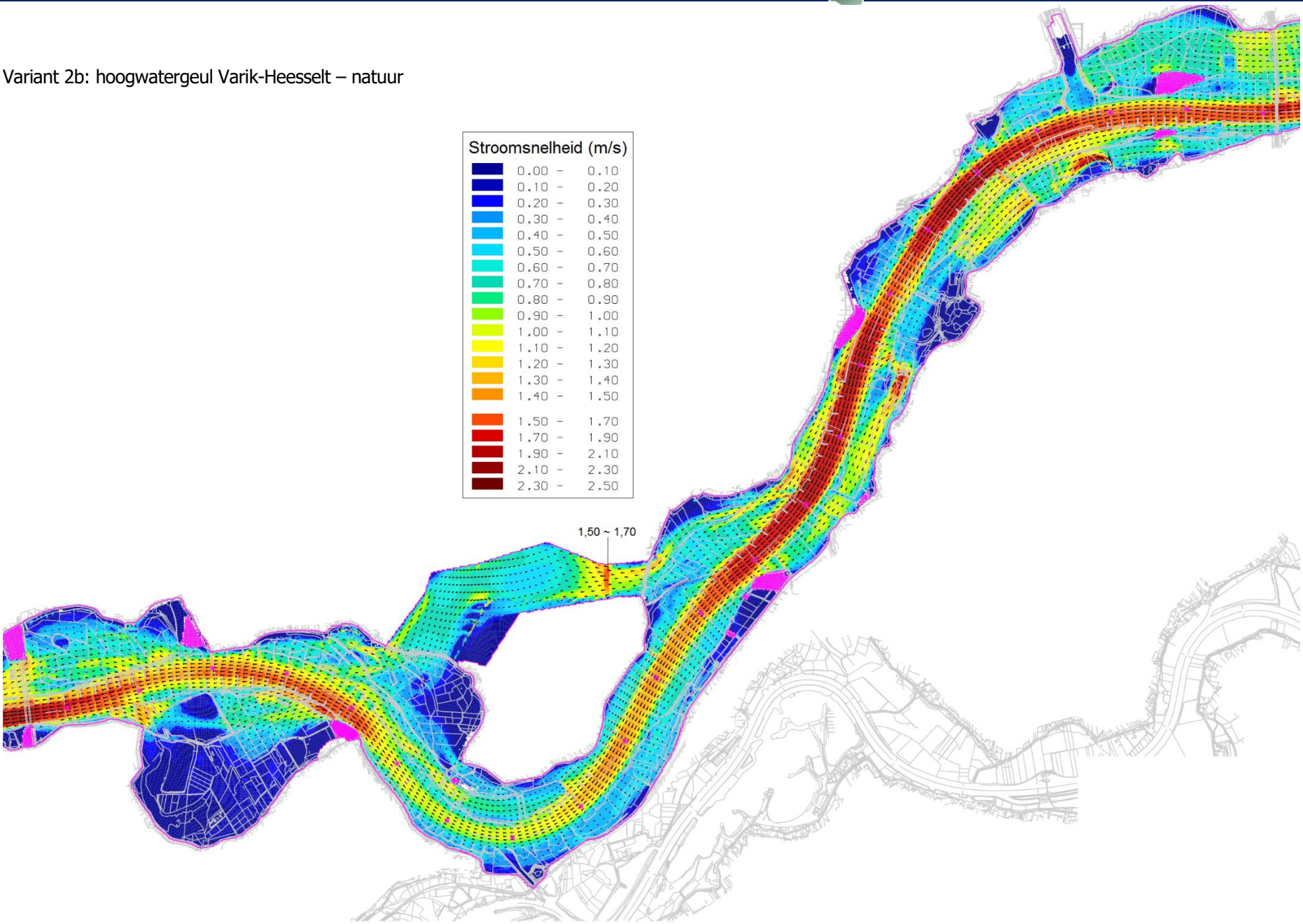


Stroomsnelheden (16.000 m³/s te Lobith)

Variant 2a: hoogwatergeul Varik-Heesselt – economie en landbouw

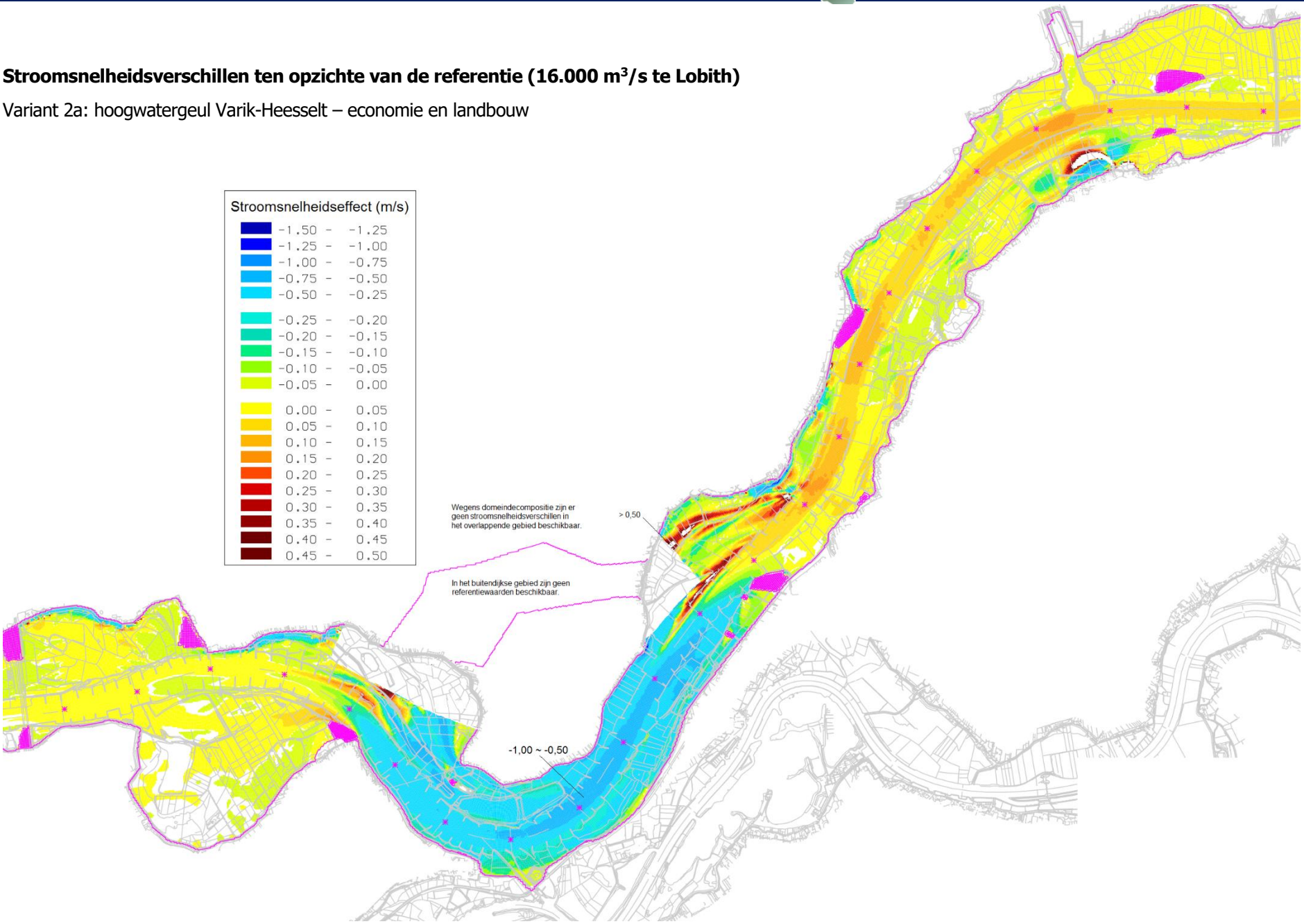


Variant 2b: hoogwatergeul Varik-Heesselt – natuur

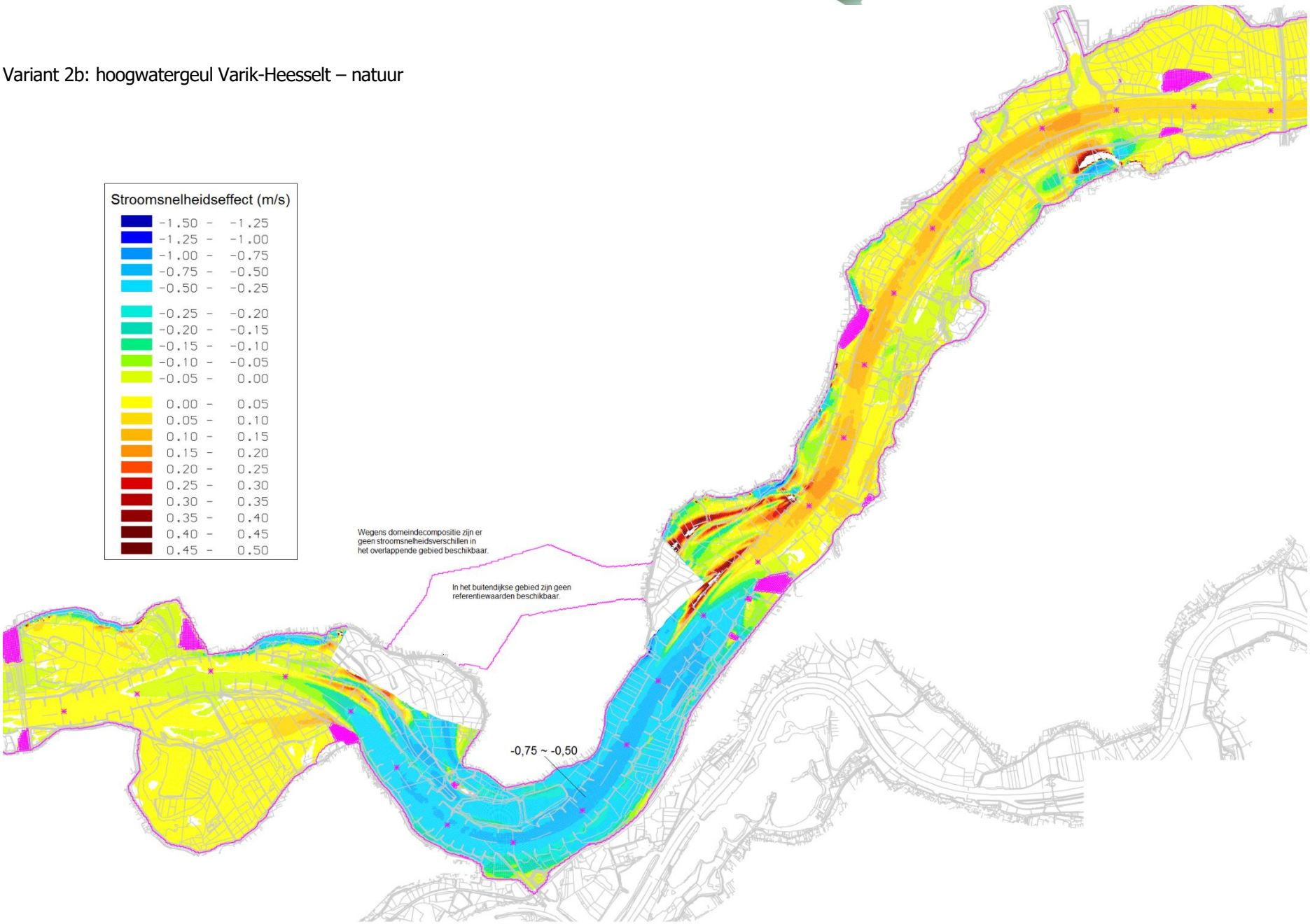


Stroomsnelheidsverschillen ten opzichte van de referentie (16.000 m³/s te Lobith)

Variant 2a: hoogwatergeul Varik-Heesselt – economie en landbouw



Variant 2b: hoogwatergeul Varik-Heesselt – natuur

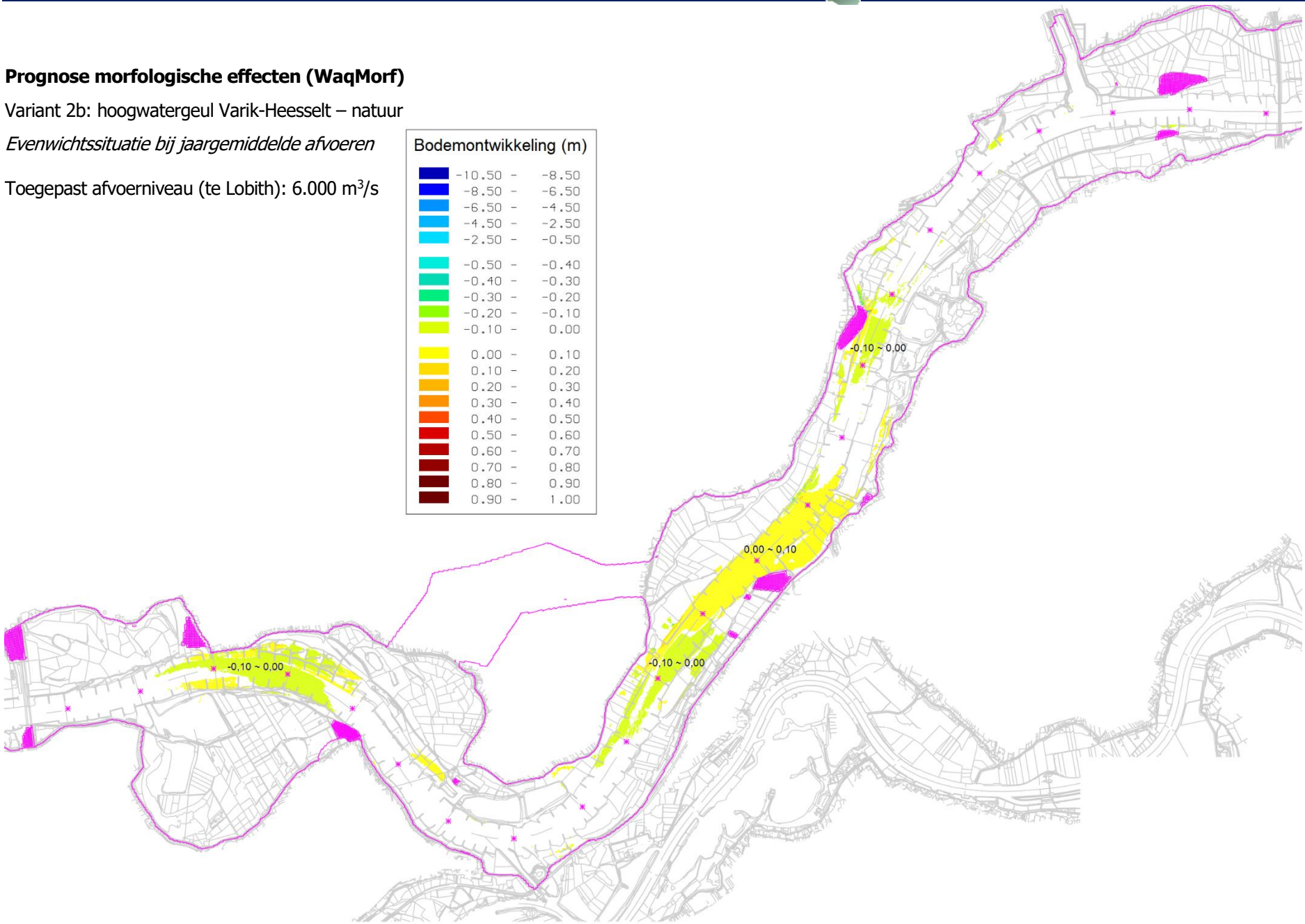


Prognose morfologische effecten (WaqMorf)

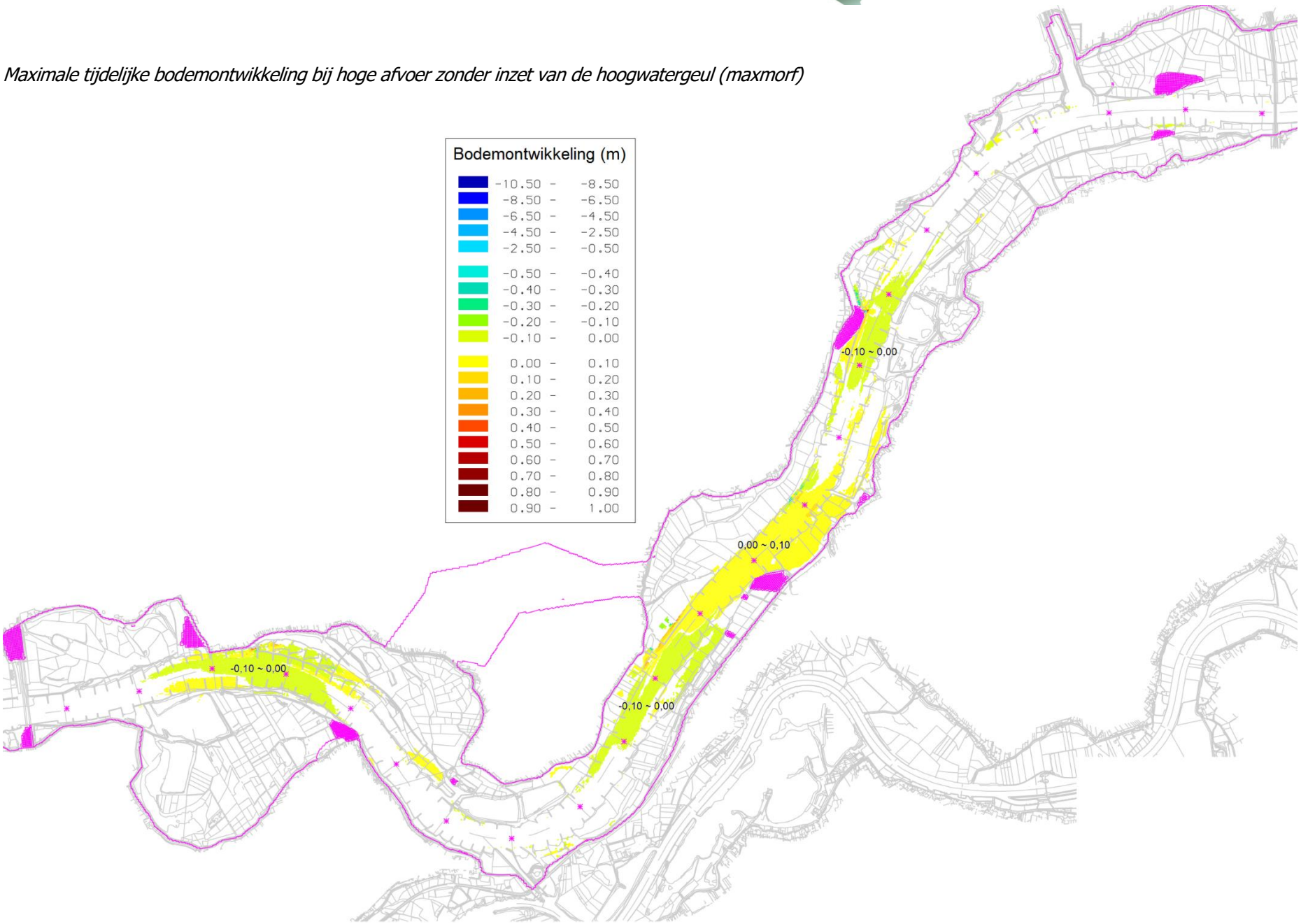
Variant 2b: hoogwatergeul Varik-Heesselt – natuur

Evenwichtssituatie bij jaargemiddelde afvoeren

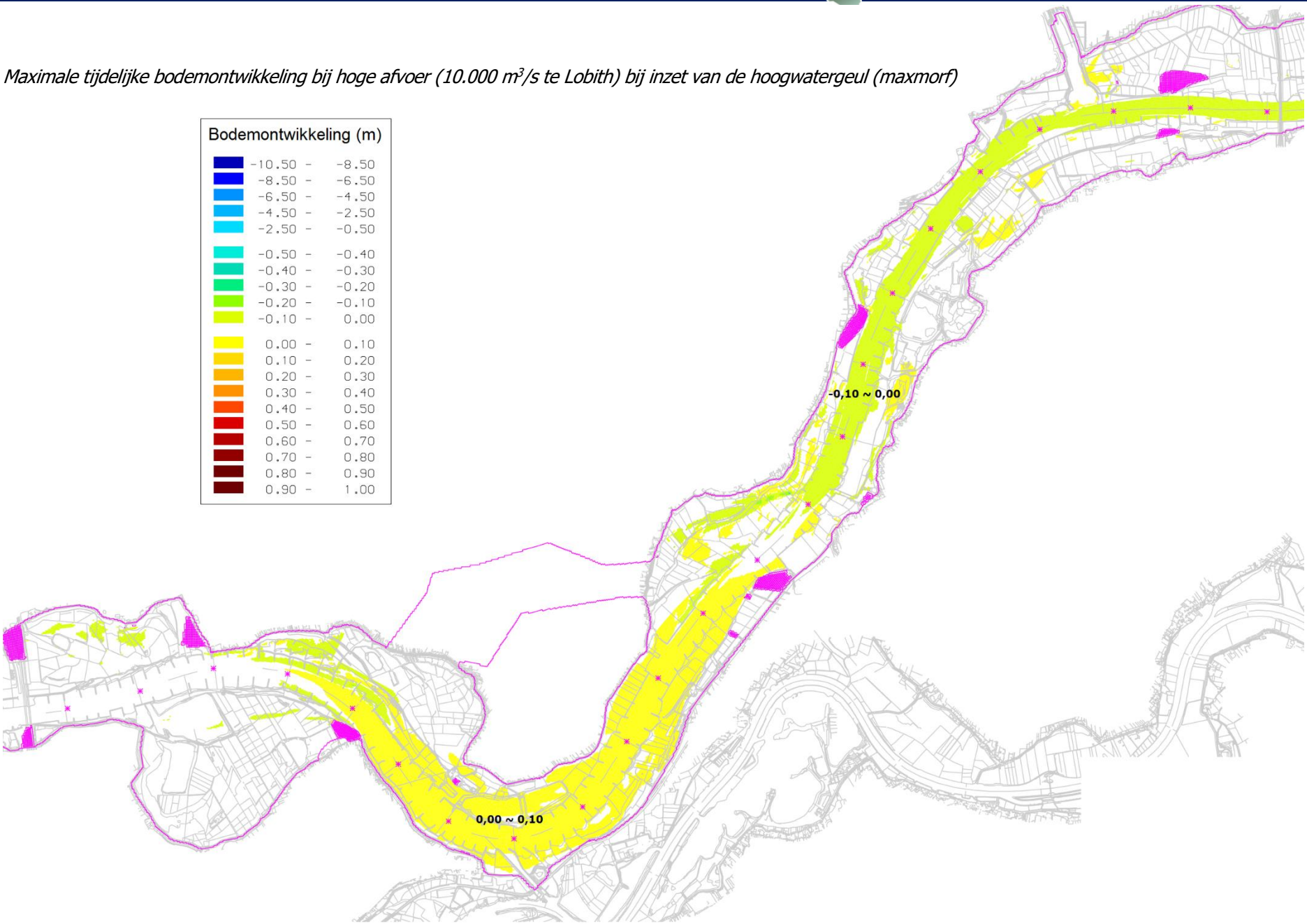
Toegepast afvoerniveau (te Lobith): 6.000 m³/s



Maximale tijdelijke bodemontwikkeling bij hoge afvoer zonder inzet van de hoogwatergeul (maxmorf)



Maximale tijdelijke bodemontwikkeling bij hoge afvoer (10.000 m³/s te Lobith) bij inzet van de hoogwatergeul (maxmorf)



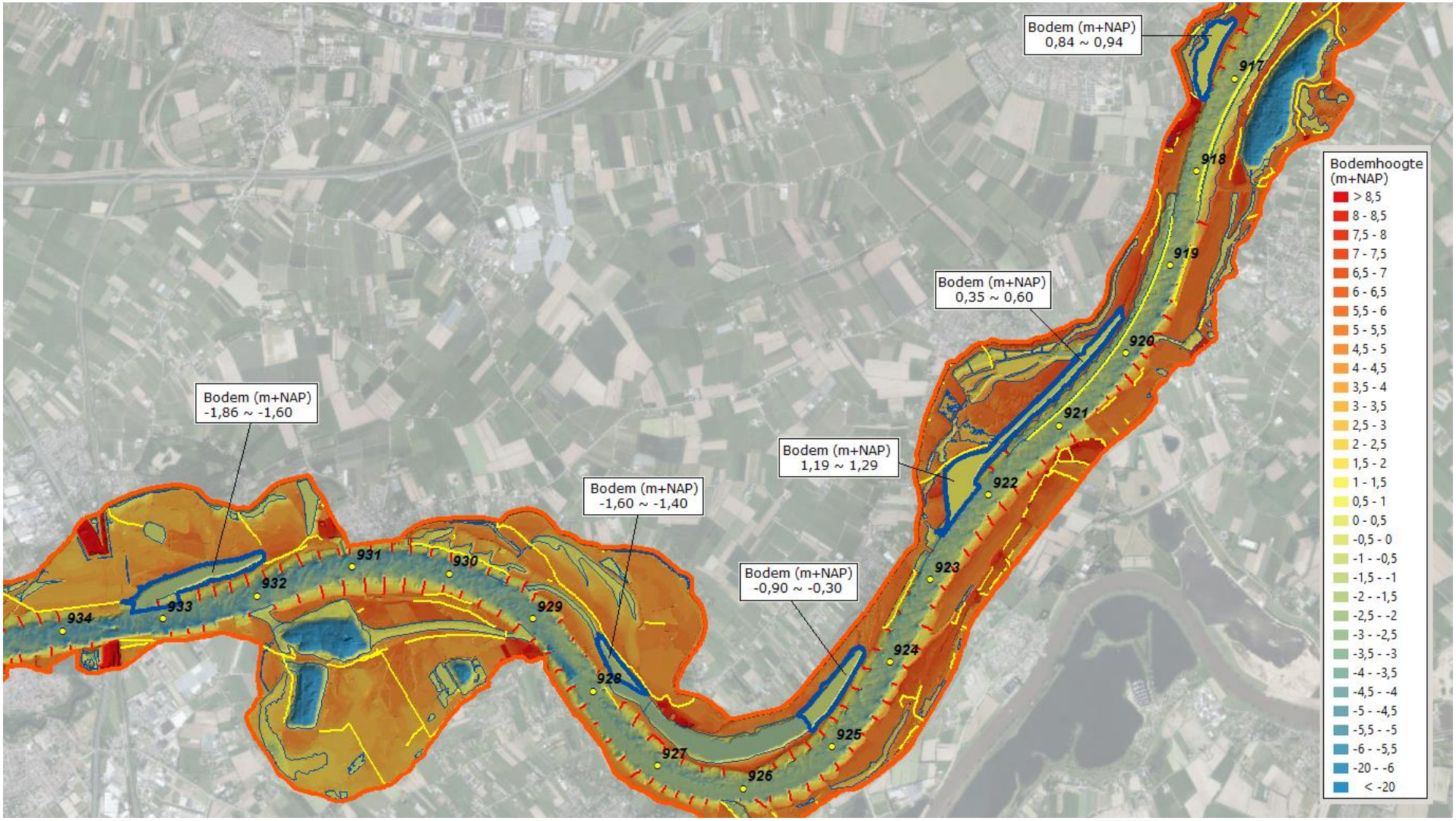
Bijlage 5 Alternatief 3: dijkversterking en buitendijkse rivierverruiming

Varianten:

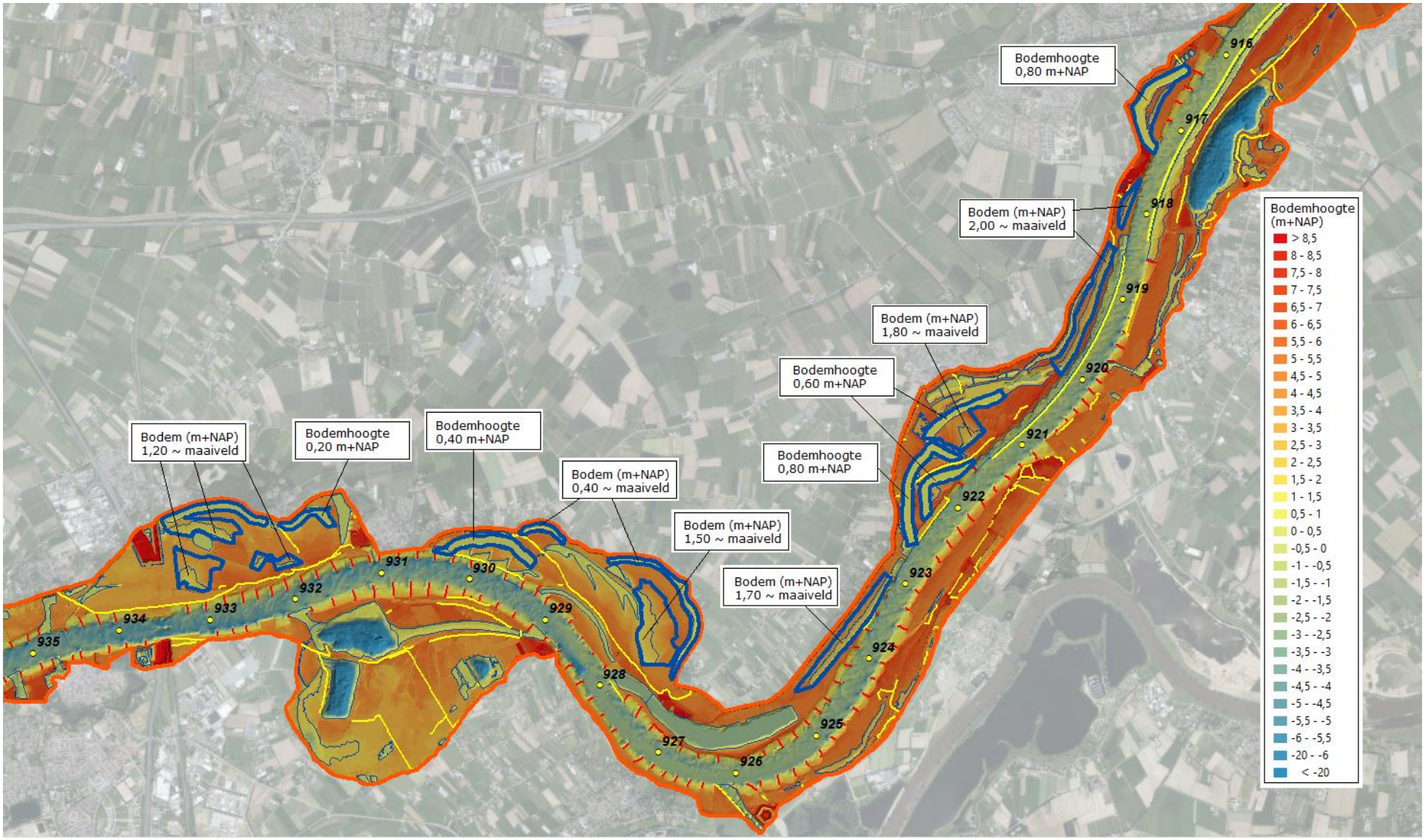
3a. streven naar maximaal haalbare waterstandsdaling
3b. afweging streven naar waterstandsdaling in het licht van doelstelling vanuit natuur

Bodemhoogten

Variant 3a: streven naar maximaal haalbare waterstandsdaling

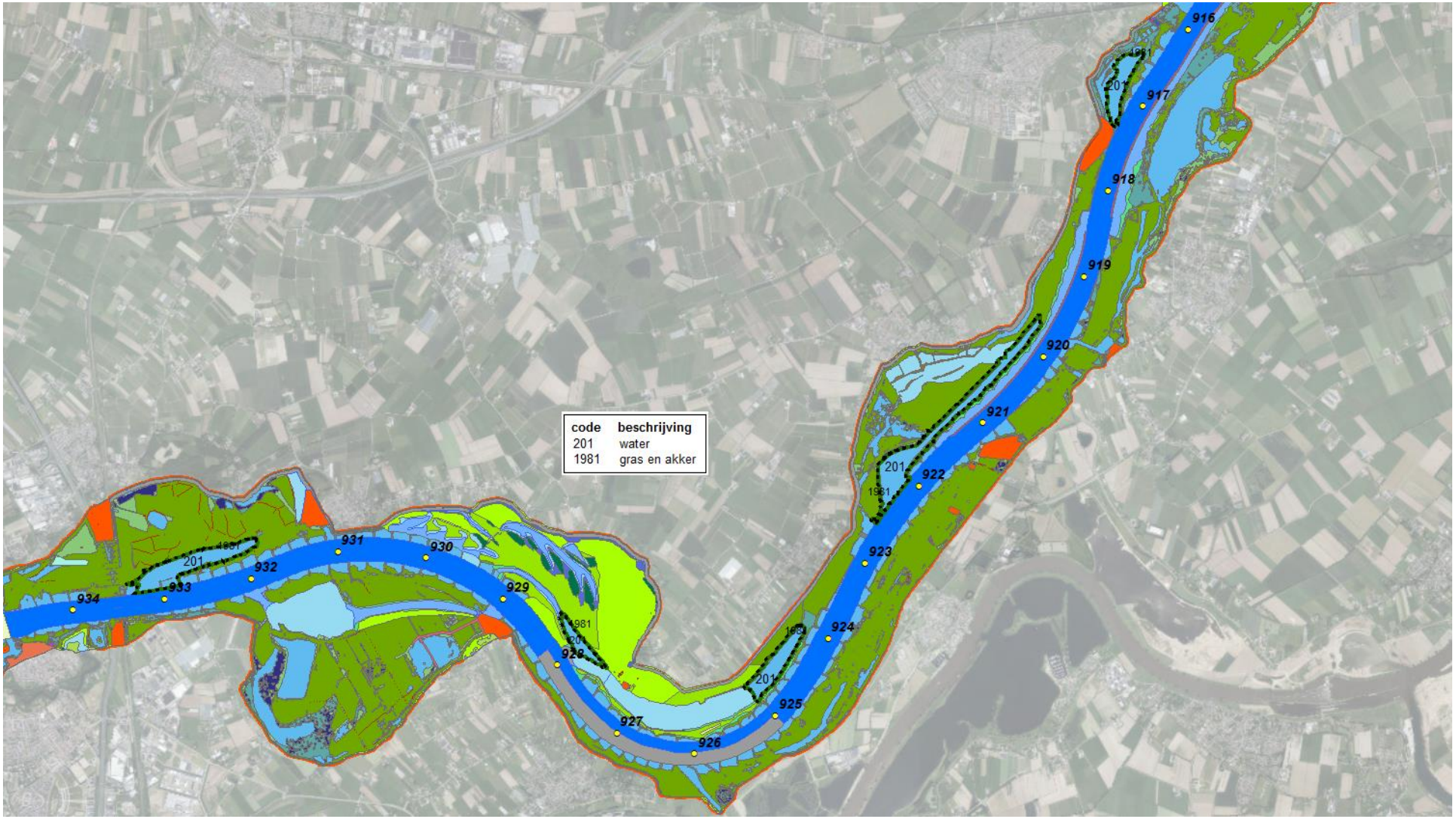


Variant 3b: afweging streven naar waterstandsdaling in het licht van doelstelling vanuit natuur

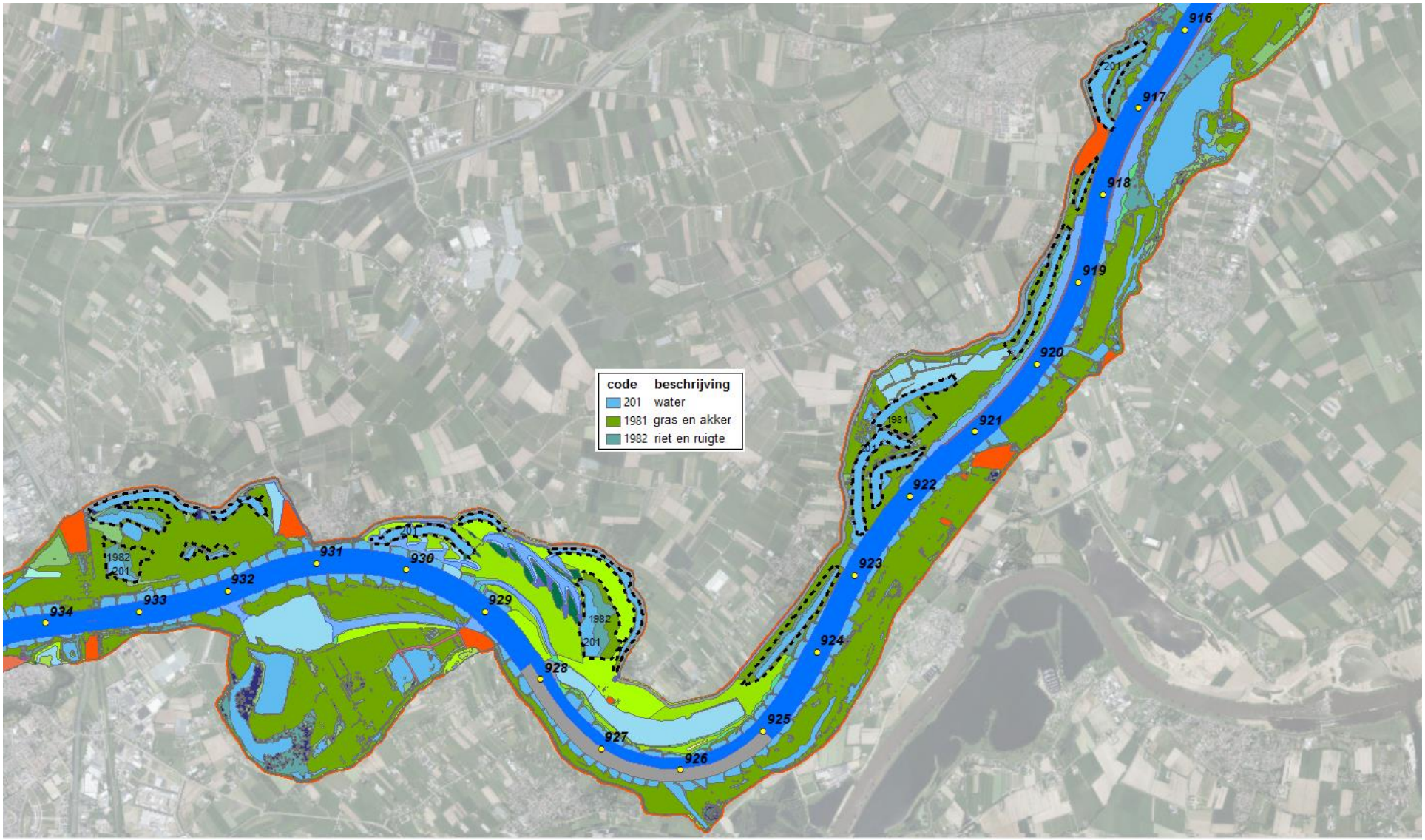


Vegetatie en hydraulische ruwheden

Variant 3a: streven naar maximaal haalbare waterstandsdaling

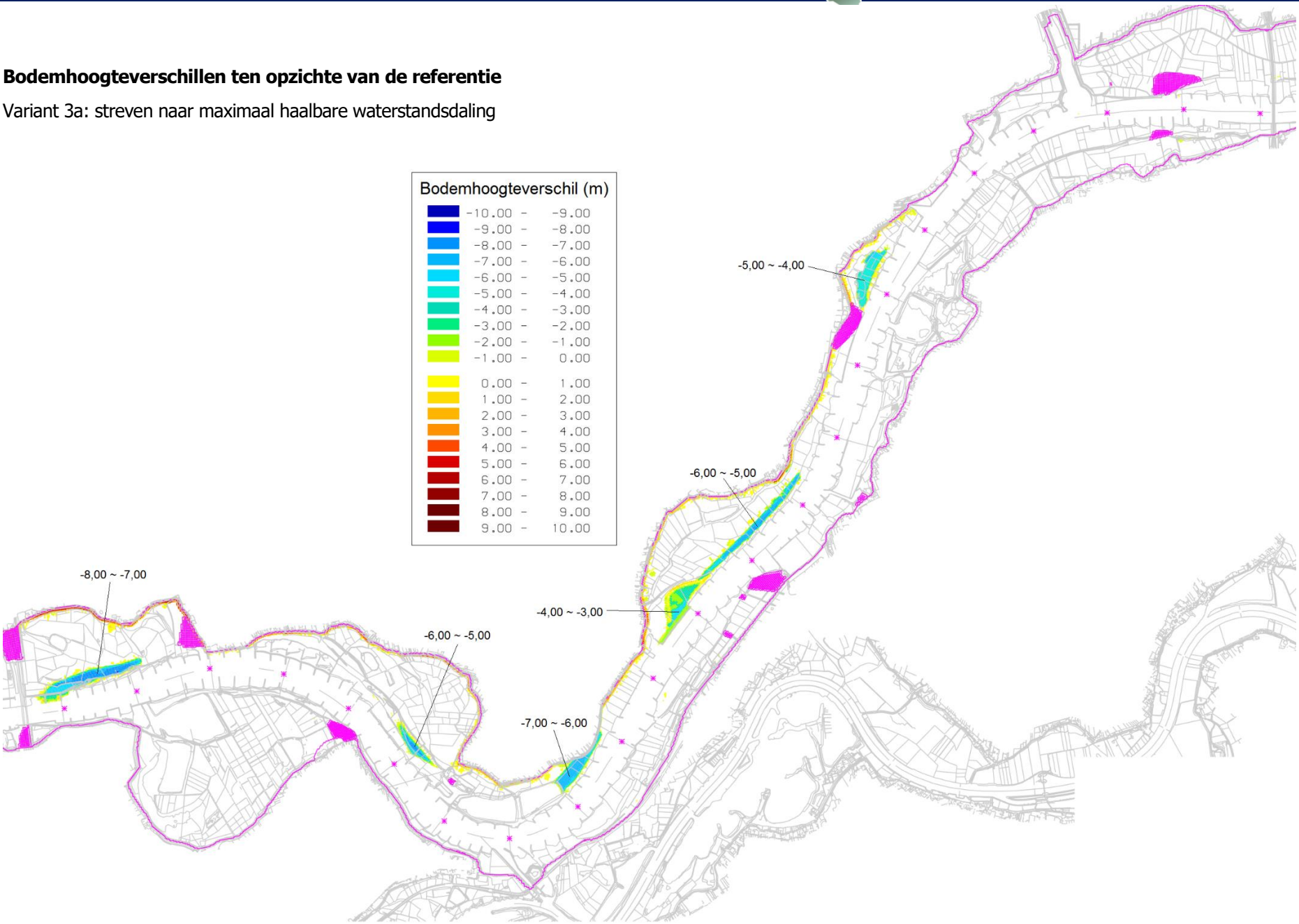


Variant 3b: afweging streven naar waterstandsdaling in het licht van doelstelling vanuit natuur

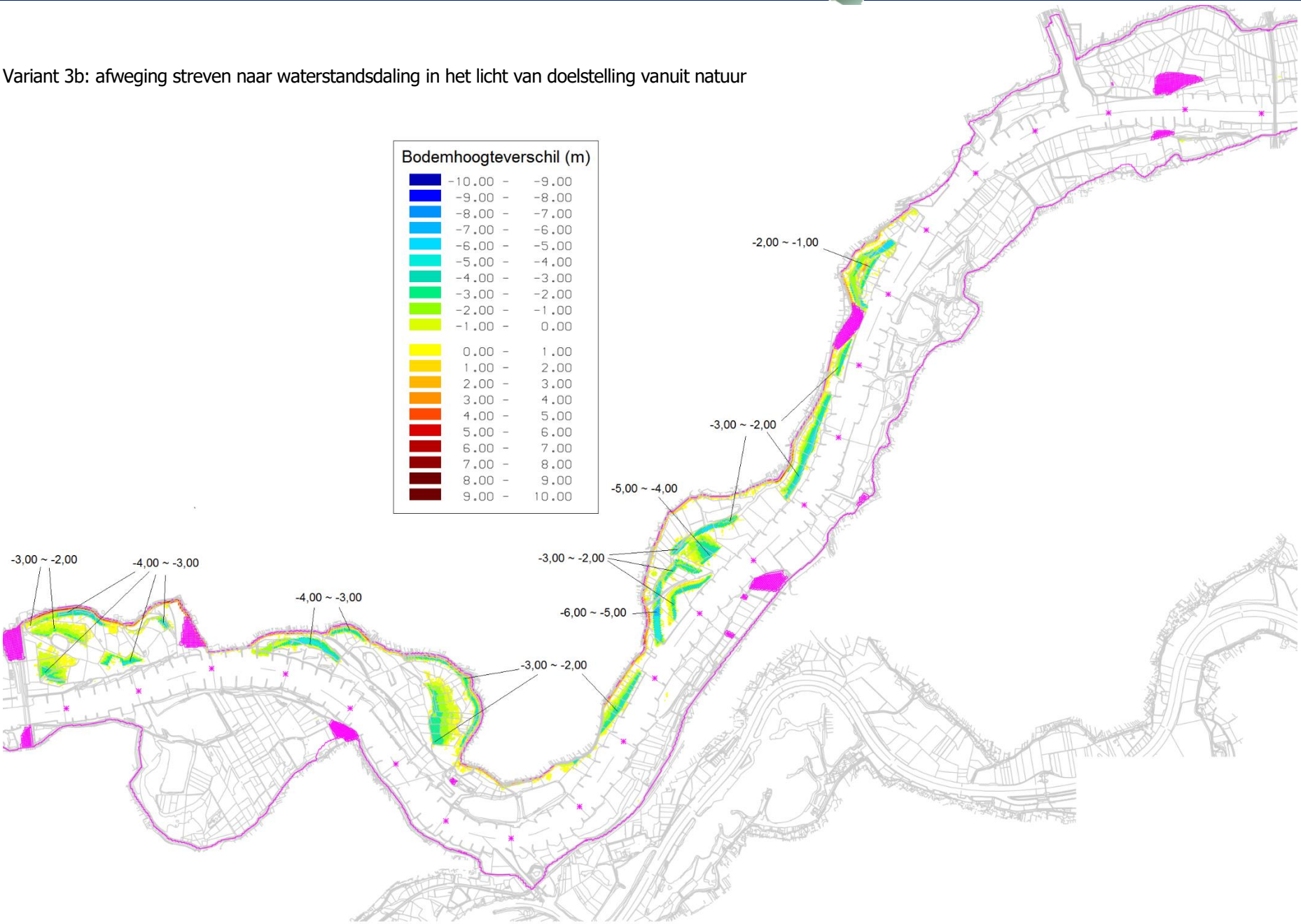


Bodemhoogteverschillen ten opzichte van de referentie

Variant 3a: streven naar maximaal haalbare waterstandsdaling

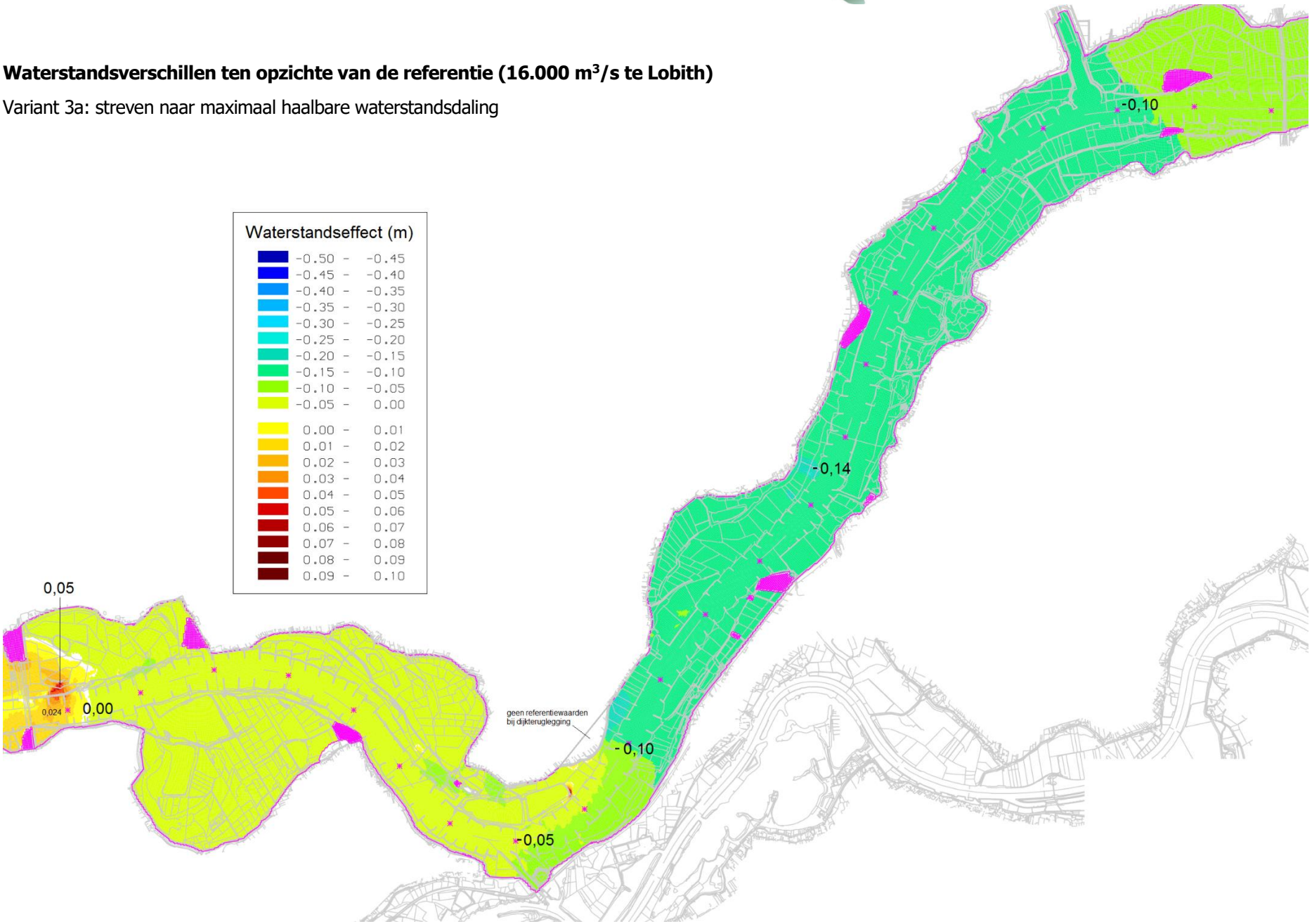


Variant 3b: afweging streven naar waterstandsdaling in het licht van doelstelling vanuit natuur

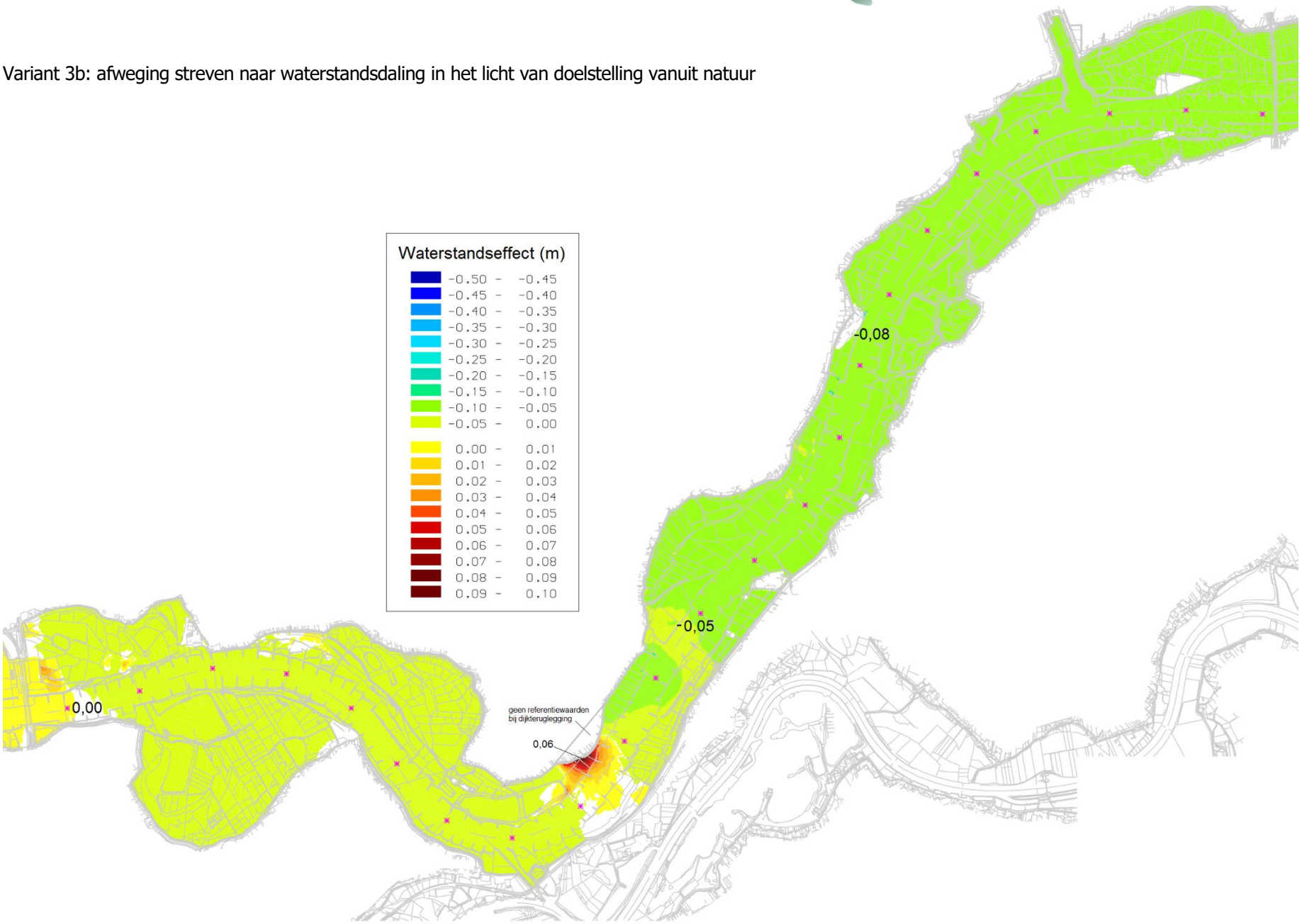


Waterstandsverschillen ten opzichte van de referentie (16.000 m³/s te Lobith)

Variant 3a: streven naar maximaal haalbare waterstandsdaling

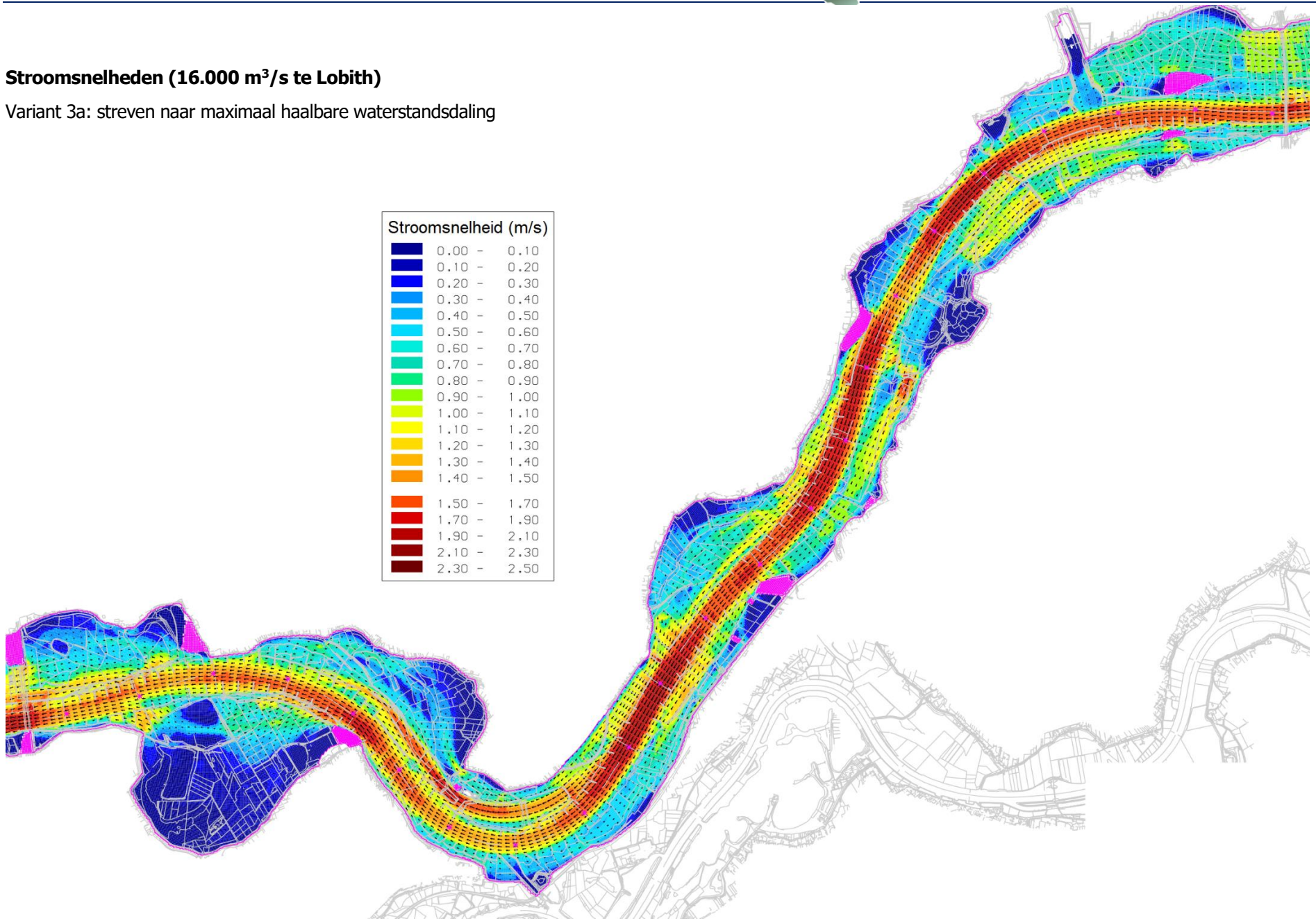


Variant 3b: afweging streven naar waterstandsdaling in het licht van doelstelling vanuit natuur

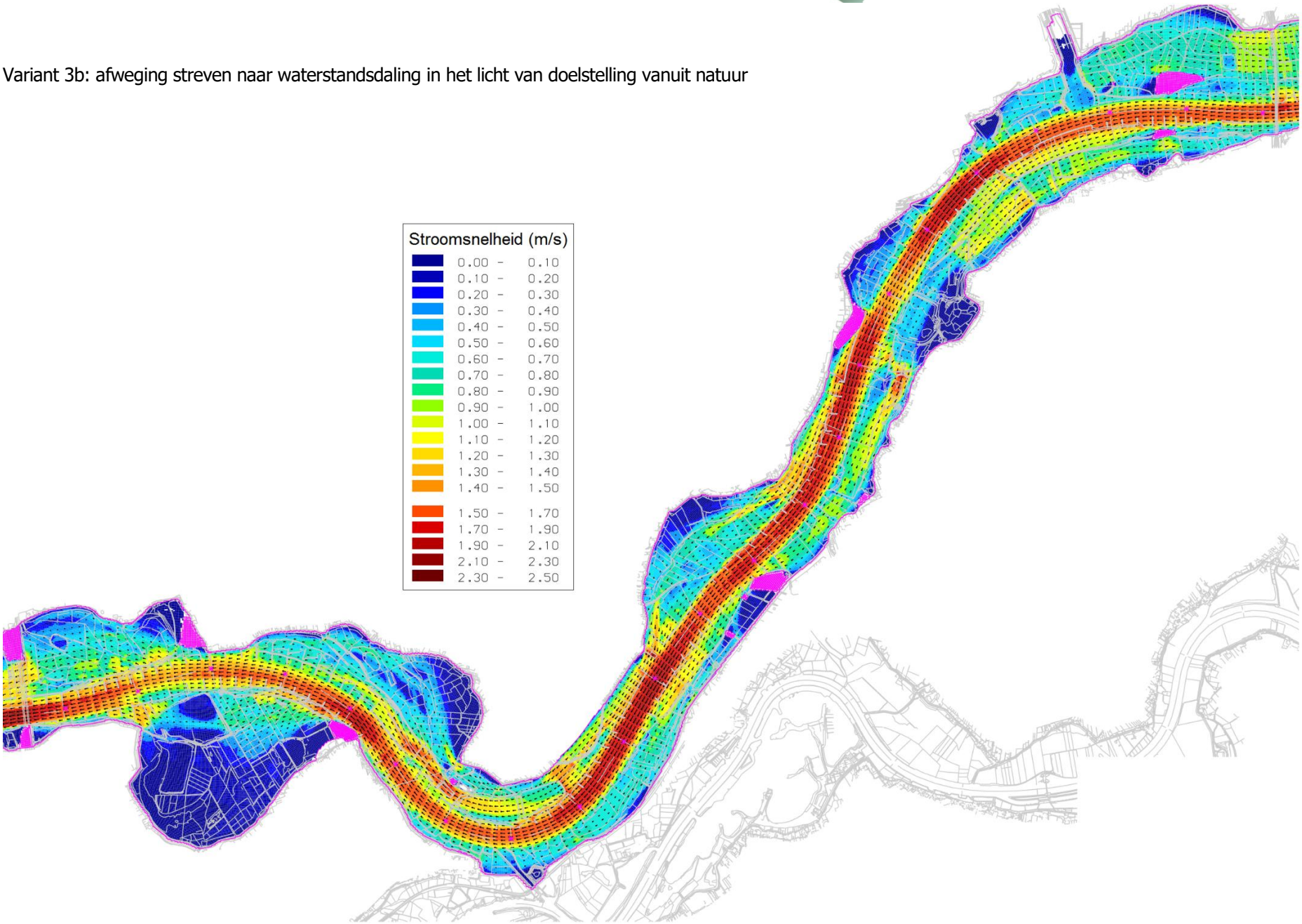


Stroomsnelheden (16.000 m³/s te Lobith)

Variant 3a: streven naar maximaal haalbare waterstandsdaling

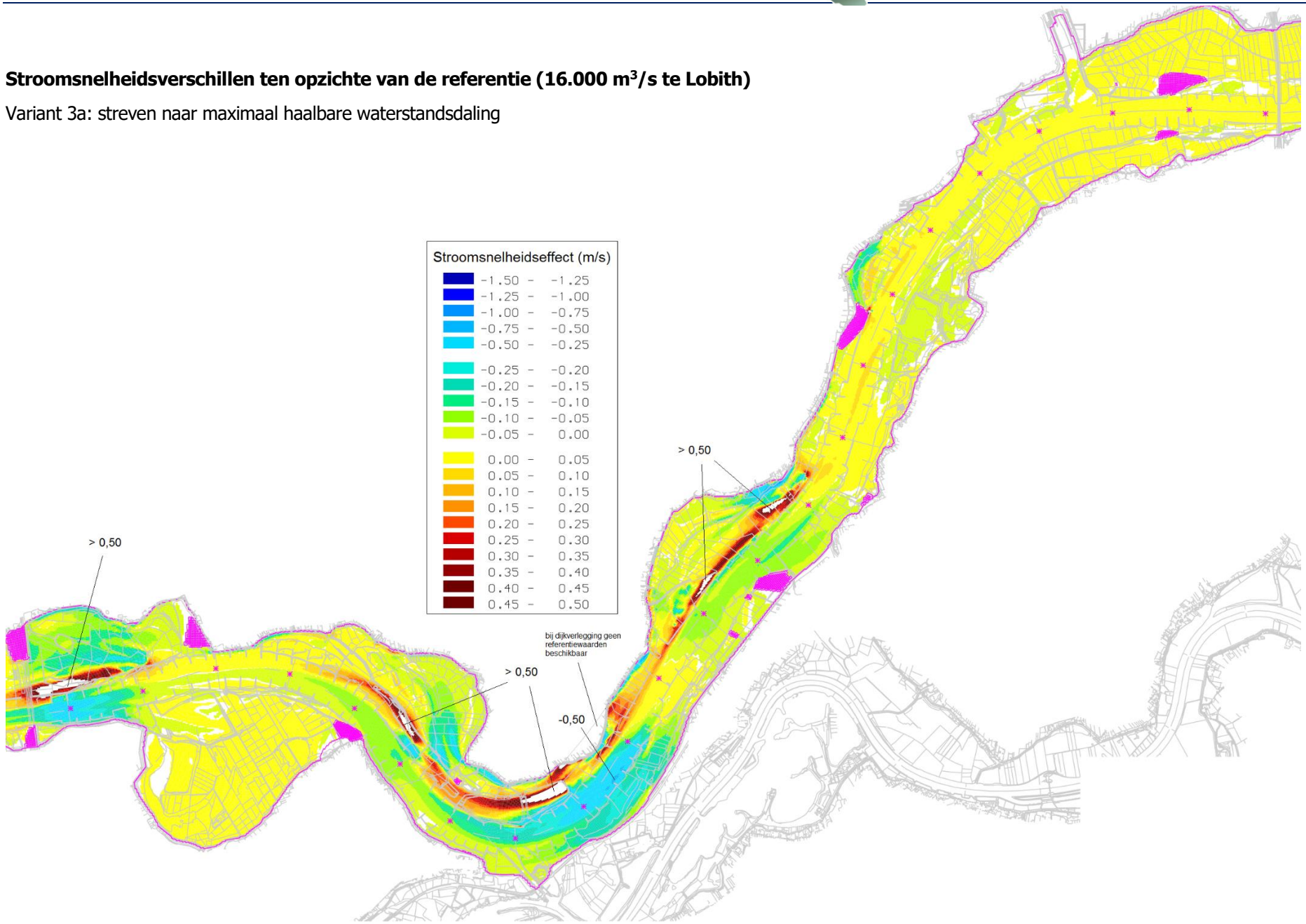


Variant 3b: afweging streven naar waterstandsdaling in het licht van doelstelling vanuit natuur

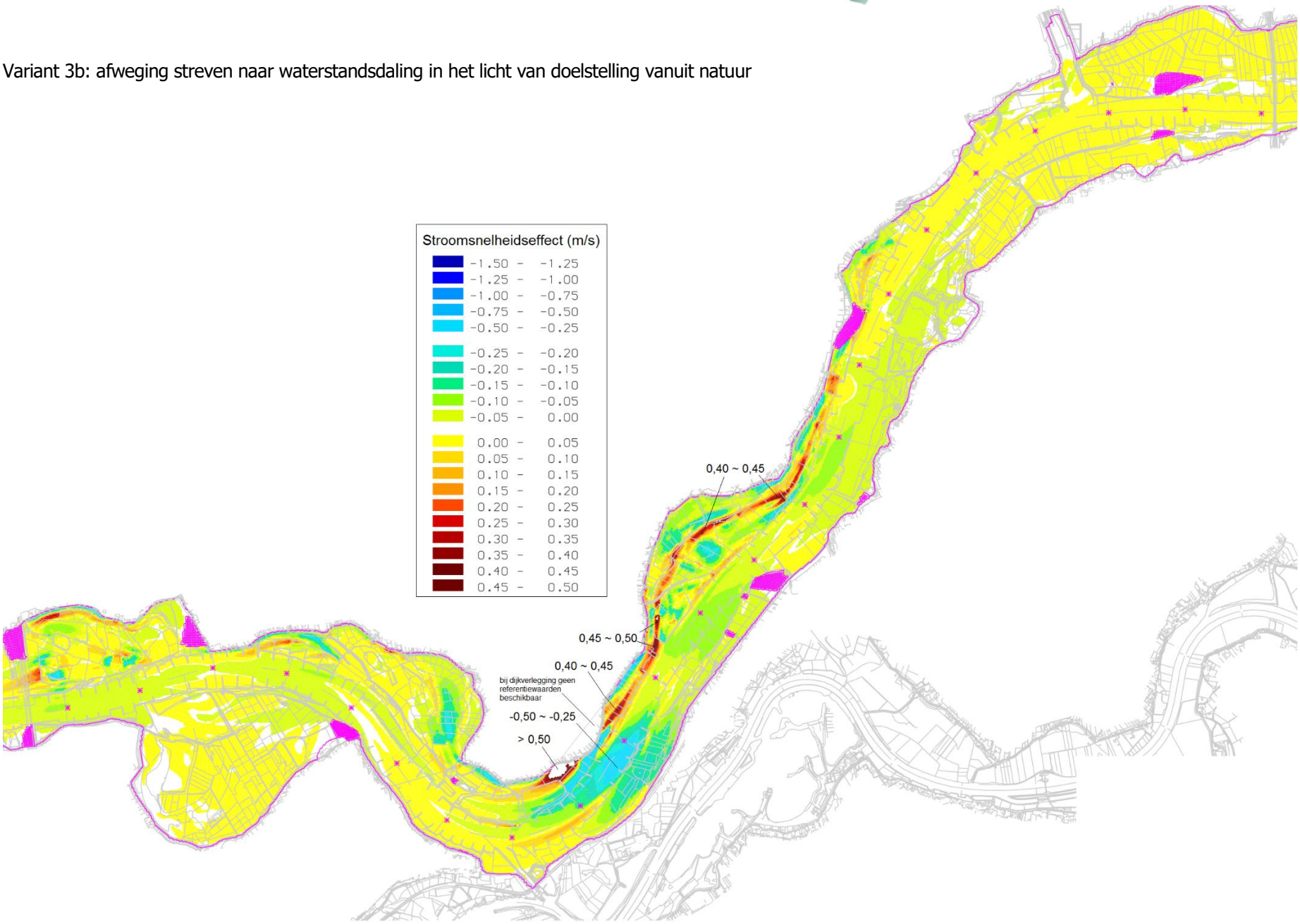


Stroomsnelheidsverschillen ten opzichte van de referentie (16.000 m³/s te Lobith)

Variant 3a: streven naar maximaal haalbare waterstandsdaling



Variant 3b: afweging streven naar waterstandsdaling in het licht van doelstelling vanuit natuur

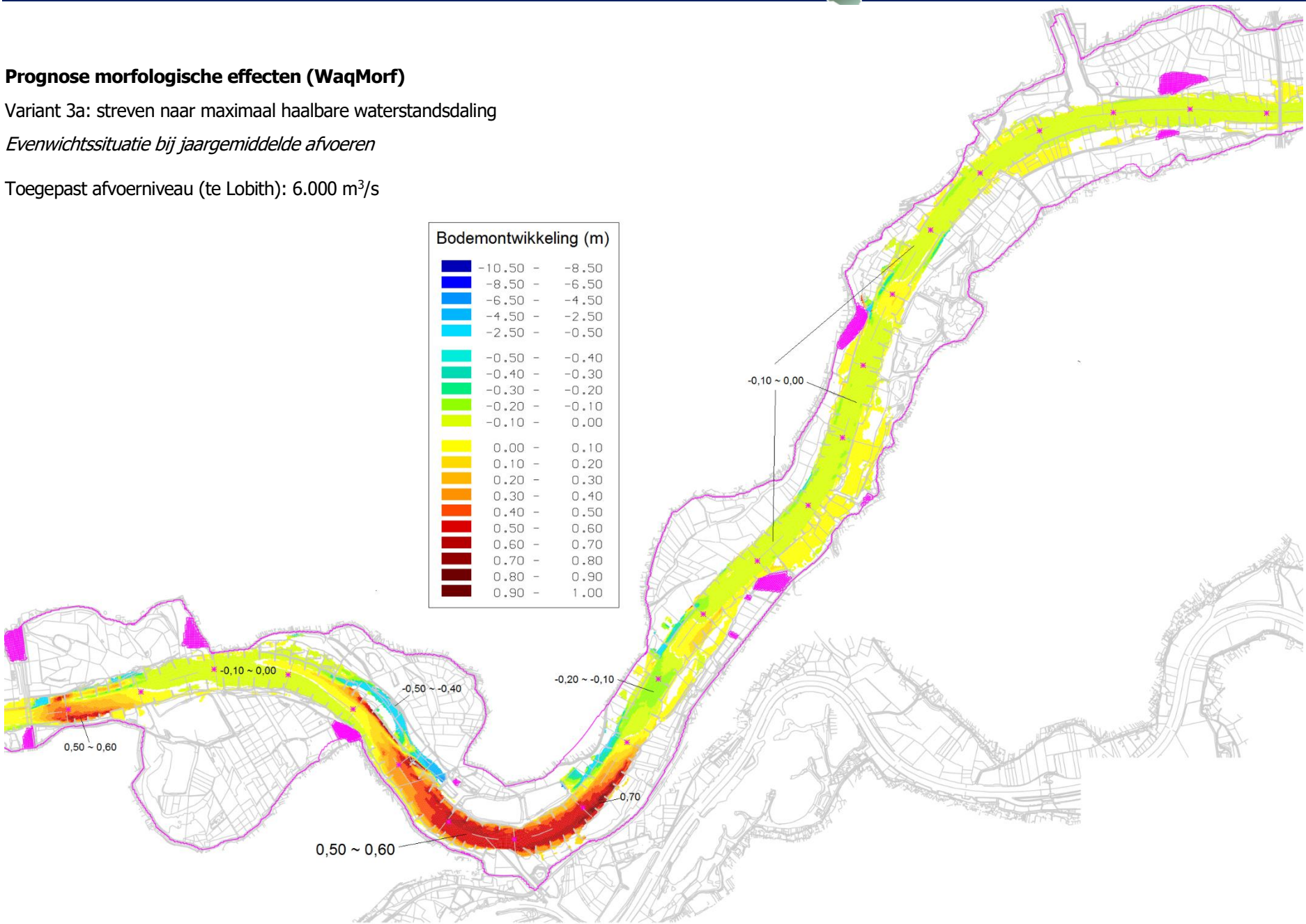


Prognose morfologische effecten (WaqMorf)

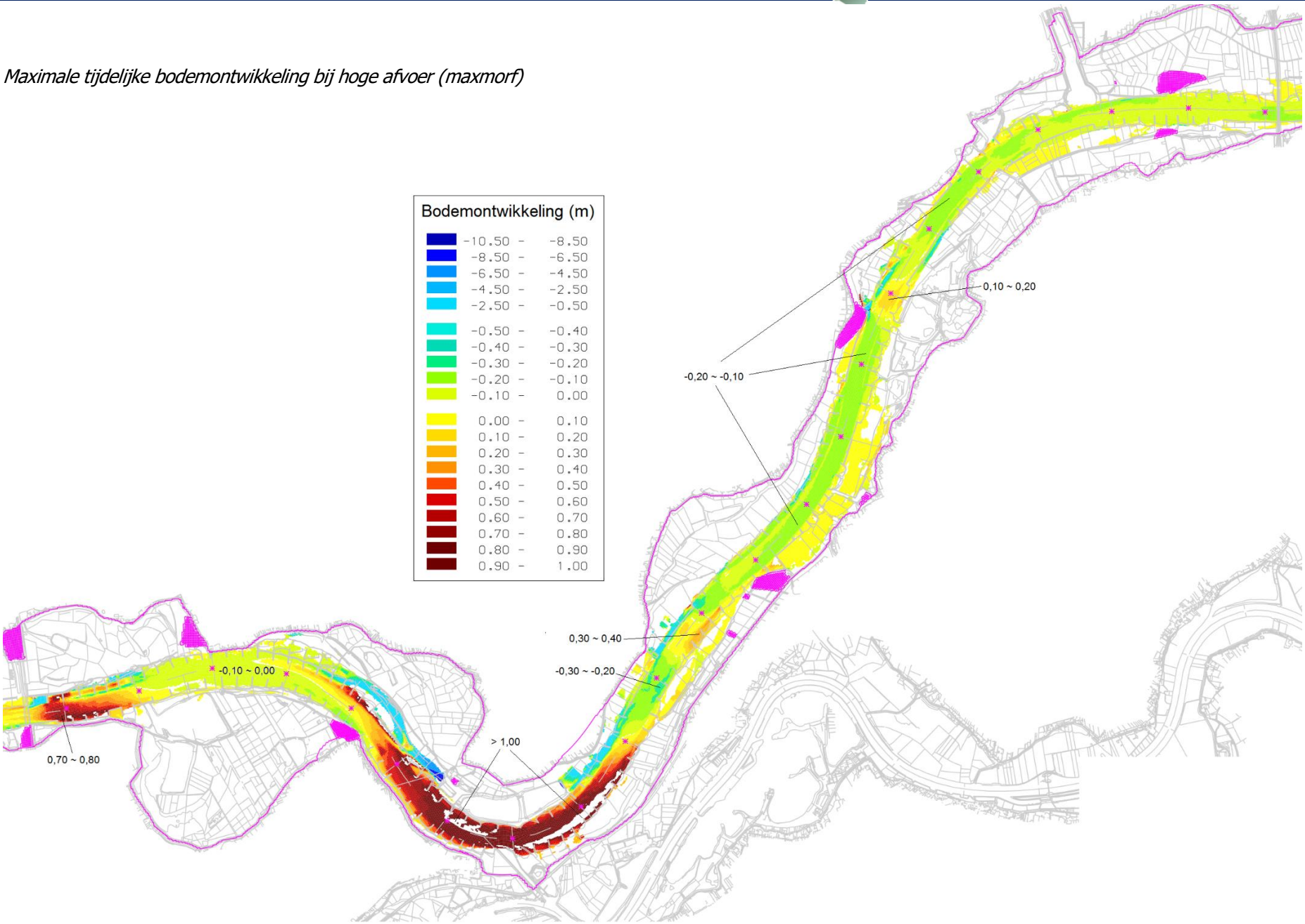
Variant 3a: streven naar maximaal haalbare waterstandsdaling

Evenwichtssituatie bij jaargemiddelde afvoeren

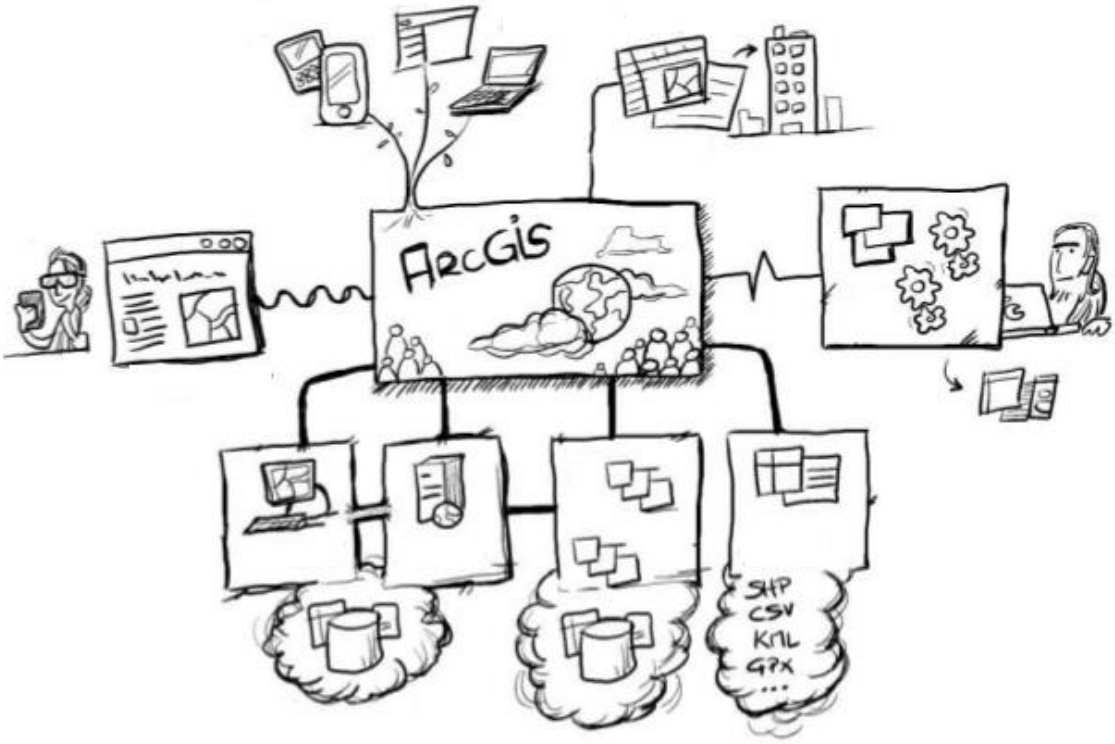
Toegepast afvoerniveau (te Lobith): 6.000 m^3/s



Maximale tijdelijke bodemontwikkeling bij hoge afvoer (maxmorf)



Bijlage 6 Overzicht Baseline-maatregelen en WAQUA-modelsimulaties



Baseline-maatregelen en gebiedsmodellen

De basis voor onderstaande Baseline-gebiedsmodellen is het model baseline-rijn-beno15_5-v2.

Maatregel	naam	Referentie varik_ref	Variant 1a tiwa-1a_a1	Variant 1b tiwa-1b_a2	Variant 2a tiwa-2a_a1	Variant 2b tiwa-2b_a1	Variant 3a tiwa-3a_a2	Variant 3b tiwa-3b_a1
Diverse actualisaties	wl_wamelrf_a1	X	X	X	X	X	X	X
	wl_dreumrf_a1	X	X	X	X	X	X	X
	wl_heererf_a1	X	X	X	X	X	X	X
	wl_ldamref_a1	X	X	X	X	X	X	X
	wl_wdhref_a1	X	X	X	X	X	X	X
	wl_tielref_a1	X	X	X	X	X	X	X
	wl_stiftrf_a1	X	X	X	X	X	X	X
	wl_sw_vg_a2	X	X	X	X	X	X	X
	wl_uwdhstr_a1	X	X	X	X	X	X	X
	wl_hurwene_c1	x	x	x	x	x	x	x
Traditionele dijkversterking	wl_tiwa-1a_a1		x		x	x		
Dikke dijk	wl_tiwa-1b_a2			x				
Hoogwatergeul Varik-Heesselt economie en landbouw	wl_tiwa-2a_a1				x			
Hoogwatergeul Varik-Heesselt natuur	wl_tiwa-2b_a1					x		
Traditionele dijkversterking met enkele aanpassingen	wl_tiwa-3_a1						x	x
Geulen in uiterwaard (maximaal hydraulisch effect)	wl_tiwa-3a_a2						x	
Geulen in uiterwaard (afweging hydr. effect / natuur)	wl_tiwa-3b_a1							x

WAQUA-modelsimulaties

Variant	Baseline	Waqua	Afvoer Rijn te Lobith (m^3/s)										
			600	1020	1276	2000	3322	4000	6000	8000	10000	16000	18000
Referentie	varik_ref	varik_ref	_00600	_01020	_01276	_02000	_03322	_04000	_06000	_08000	_10000	_16000	_18000
Variant 1a	tiwa-1a_a1	tiwa-1a_a1	_00600	_01020	_01276	_02000	_03322	_04000	_06000	_08000	_10000	_16000	_18000
Variant 1b	tiwa-1b_a2	tiwa-1b_a2	_00600	_01020	_01276	_02000	_03322	_04000	_06000	_08000	_10000	_16000	_18000
Variant 2a	tiwa-2a_a1	tiwa-2a1_wl_a1 [1])	-	-	-	-	_03322	_04000	_06000	_08000	_10000	_16000	_18000
		tiwa-2a1_gl_a1 [2])	-	-	-	-	_03322	_04000	_06000	_08000	_10000	_16000	_18000
Variant 2b	tiwa-2b_a1	tiwa-2b2_wl_a1 [1])	-	-	-	-	_03322	_04000	_06000	_08000	_10000	_16000	_18000
		tiwa-2b2_gl_a1 [2])	-	-	-	-	_03322	_04000	_06000	_08000	_10000	_16000	_18000
Variant 3a	tiwa-3a_a2	tiwa-3a_a2	_00600	_01020	_01276	_02000	_03322	_04000	_06000	_08000	_10000	_16000	_18000
Variant 3b	tiwa-3b_a1	tiwa-3b_a1	_00600	_01020	_01276	_02000	_03322	_04000	_06000	_08000	_10000	_16000	_18000

[1]) Waal [2]) hoogwatergeul Varik-Heesselt (domeindecompositie)

Bijlage 7 Waterstanden Waal bij 16.000 m³/s (Lobith)

Waterstanden Waal bij 16.000 m³/s (Lobith)

Waterstanden (m+NAP)								Waterstandsverschillen (m)						
rkm	referentie	variant 1a	variant 1b	variant 2a	variant 2b	variant 3a	variant 3b	variant 1a	variant 1b	variant 2a	variant 2b	variant 3a	variant 3b	rkm
916,0	11,038	11,073	11,074	10,742	10,720	10,914	10,960	0,036	0,037	-0,296	-0,317	-0,123	-0,078	916,0
916,5	11,022	11,057	11,058	10,721	10,699	10,897	10,944	0,035	0,036	-0,301	-0,323	-0,125	-0,078	916,5
917,0	11,004	11,039	11,040	10,697	10,675	10,883	10,928	0,035	0,036	-0,307	-0,329	-0,121	-0,076	917,0
917,5	10,907	10,944	10,946	10,583	10,558	10,778	10,825	0,037	0,039	-0,324	-0,348	-0,129	-0,082	917,5
918,0	10,815	10,853	10,854	10,480	10,454	10,682	10,738	0,038	0,040	-0,335	-0,361	-0,133	-0,077	918,0
918,5	10,762	10,798	10,797	10,425	10,399	10,626	10,683	0,036	0,036	-0,337	-0,362	-0,135	-0,079	918,5
919,0	10,693	10,729	10,727	10,340	10,314	10,553	10,621	0,037	0,034	-0,352	-0,379	-0,139	-0,072	919,0
919,5	10,633	10,667	10,666	10,267	10,239	10,489	10,566	0,034	0,033	-0,367	-0,394	-0,145	-0,067	919,5
920,0	10,580	10,608	10,605	10,209	10,181	10,443	10,513	0,027	0,024	-0,372	-0,400	-0,138	-0,067	920,0
920,5	10,529	10,555	10,551	10,151	10,123	10,399	10,456	0,027	0,023	-0,377	-0,406	-0,130	-0,072	920,5
921,0	10,459	10,485	10,481	10,082	10,053	10,336	10,389	0,026	0,022	-0,376	-0,405	-0,122	-0,070	921,0
921,5	10,410	10,436	10,433	10,045	10,017	10,288	10,346	0,026	0,023	-0,365	-0,394	-0,123	-0,064	921,5
922,0	10,356	10,379	10,376	10,021	9,994	10,241	10,300	0,023	0,020	-0,335	-0,362	-0,115	-0,056	922,0
922,5	10,272	10,285	10,283	9,997	9,971	10,153	10,227	0,013	0,011	-0,275	-0,301	-0,119	-0,046	922,5
923,0	10,172	10,187	10,173	9,954	9,929	10,040	10,111	0,015	0,001	-0,218	-0,243	-0,132	-0,061	923,0
923,5	10,117	10,132	10,117	9,928	9,904	9,983	10,067	0,015	-0,001	-0,190	-0,213	-0,134	-0,050	923,5
924,0	10,008	10,020	10,010	9,875	9,853	9,904	9,994	0,012	0,003	-0,133	-0,154	-0,104	-0,014	924,0
924,5	9,950	9,962	9,954	9,848	9,827	9,888	9,959	0,012	0,004	-0,102	-0,122	-0,062	0,009	924,5
925,0	9,897	9,910	9,901	9,823	9,803	9,850	9,896	0,012	0,004	-0,074	-0,094	-0,048	-0,002	925,0
925,5	9,881	9,893	9,885	9,814	9,795	9,830	9,873	0,012	0,004	-0,067	-0,087	-0,051	-0,008	925,5
926,0	9,846	9,858	9,849	9,798	9,778	9,799	9,837	0,012	0,004	-0,048	-0,067	-0,047	-0,008	926,0
926,5	9,804	9,816	9,808	9,777	9,759	9,760	9,795	0,012	0,004	-0,027	-0,046	-0,044	-0,010	926,5
927,0	9,767	9,778	9,771	9,759	9,741	9,721	9,756	0,011	0,004	-0,008	-0,026	-0,046	-0,011	927,0
927,5	9,711	9,723	9,716	9,731	9,714	9,665	9,700	0,011	0,005	0,019	0,003	-0,046	-0,011	927,5
928,0	9,658	9,670	9,664	9,699	9,685	9,621	9,647	0,012	0,006	0,041	0,027	-0,037	-0,011	928,0
928,5	9,577	9,589	9,584	9,634	9,627	9,545	9,566	0,012	0,007	0,057	0,050	-0,031	-0,011	928,5
929,0	9,526	9,536	9,532	9,555	9,560	9,494	9,516	0,010	0,006	0,029	0,034	-0,033	-0,010	929,0
929,5	9,504	9,511	9,509	9,512	9,517	9,471	9,497	0,006	0,005	0,008	0,012	-0,034	-0,007	929,5
930,0	9,466	9,469	9,470	9,471	9,474	9,431	9,463	0,003	0,004	0,005	0,008	-0,035	-0,003	930,0
930,5	9,419	9,421	9,422	9,421	9,422	9,382	9,413	0,001	0,003	0,001	0,002	-0,038	-0,006	930,5
931,0	9,376	9,379	9,380	9,378	9,380	9,337	9,368	0,003	0,003	0,002	0,003	-0,039	-0,008	931,0
931,5	9,353	9,356	9,357	9,356	9,357	9,314	9,346	0,003	0,004	0,003	0,004	-0,039	-0,007	931,5
932,0	9,286	9,287	9,287	9,287	9,287	9,249	9,280	0,001	0,001	0,001	0,001	-0,037	-0,005	932,0
932,5	9,197	9,196	9,196	9,196	9,197	9,183	9,195	-0,002	-0,002	-0,001	-0,001	-0,014	-0,003	932,5
933,0	9,122	9,119	9,119	9,120	9,120	9,141	9,125	-0,003	-0,002	-0,002	-0,002	0,019	0,003	933,0
933,5	8,958	8,956	8,956	8,957	8,957	8,980	8,965	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	0,021	0,007	933,5
934,0	8,924	8,923	8,923	8,923	8,923	8,932	8,926	0,000	0,000	-0,001	-0,001	0,008	0,002	934,0

Bijlage 8 Waterstanden Waal bij 18.000 m³/s (Lobith)

Waterstanden Waal bij 18.000 m³/s (Lobith)

Waterstanden (m+NAP)								Waterstandsverschillen (m)						
rkm	referentie	variant 1a	variant 1b	variant 2a	variant 2b	variant 3a	variant 3b	variant 1a	variant 1b	variant 2a	variant 2b	variant 3a	variant 3b	rkm
916,0	11,792	11,829	11,831	11,477	11,440	11,665	11,713	0,037	0,039	-0,315	-0,351	-0,126	-0,079	916,0
916,5	11,779	11,816	11,817	11,461	11,424	11,651	11,700	0,037	0,038	-0,318	-0,354	-0,128	-0,079	916,5
917,0	11,763	11,800	11,801	11,441	11,404	11,639	11,686	0,037	0,038	-0,322	-0,359	-0,124	-0,077	917,0
917,5	11,669	11,708	11,710	11,334	11,295	11,539	11,587	0,039	0,041	-0,335	-0,374	-0,130	-0,082	917,5
918,0	11,582	11,622	11,623	11,231	11,191	11,447	11,504	0,040	0,041	-0,350	-0,391	-0,135	-0,078	918,0
918,5	11,523	11,561	11,560	11,177	11,137	11,385	11,443	0,038	0,037	-0,346	-0,386	-0,138	-0,080	918,5
919,0	11,452	11,490	11,487	11,088	11,046	11,310	11,379	0,038	0,035	-0,365	-0,406	-0,142	-0,073	919,0
919,5	11,393	11,429	11,427	11,014	10,970	11,247	11,325	0,036	0,034	-0,379	-0,423	-0,147	-0,069	919,5
920,0	11,340	11,369	11,365	10,956	10,912	11,201	11,271	0,029	0,025	-0,384	-0,428	-0,140	-0,069	920,0
920,5	11,289	11,317	11,313	10,899	10,854	11,157	11,215	0,027	0,023	-0,390	-0,436	-0,132	-0,074	920,5
921,0	11,216	11,244	11,239	10,828	10,783	11,092	11,144	0,027	0,023	-0,388	-0,433	-0,124	-0,072	921,0
921,5	11,168	11,195	11,191	10,791	10,747	11,044	11,102	0,027	0,024	-0,377	-0,421	-0,124	-0,066	921,5
922,0	11,115	11,139	11,136	10,770	10,727	10,999	11,057	0,024	0,021	-0,345	-0,387	-0,116	-0,058	922,0
922,5	11,030	11,045	11,042	10,749	10,710	10,910	10,982	0,015	0,012	-0,281	-0,320	-0,120	-0,048	922,5
923,0	10,928	10,945	10,929	10,708	10,671	10,795	10,865	0,017	0,001	-0,220	-0,257	-0,133	-0,063	923,0
923,5	10,875	10,892	10,874	10,684	10,648	10,742	10,823	0,017	-0,001	-0,192	-0,227	-0,134	-0,052	923,5
924,0	10,764	10,779	10,767	10,632	10,600	10,665	10,751	0,015	0,003	-0,132	-0,164	-0,099	-0,013	924,0
924,5	10,706	10,720	10,711	10,605	10,575	10,651	10,718	0,014	0,005	-0,101	-0,131	-0,055	0,012	924,5
925,0	10,656	10,670	10,660	10,582	10,553	10,612	10,656	0,014	0,004	-0,074	-0,103	-0,044	0,000	925,0
925,5	10,642	10,656	10,646	10,575	10,546	10,592	10,635	0,014	0,004	-0,067	-0,096	-0,050	-0,007	925,5
926,0	10,611	10,625	10,615	10,560	10,532	10,562	10,601	0,014	0,004	-0,051	-0,079	-0,049	-0,010	926,0
926,5	10,568	10,581	10,572	10,540	10,513	10,522	10,557	0,013	0,003	-0,029	-0,056	-0,047	-0,011	926,5
927,0	10,529	10,542	10,533	10,521	10,495	10,481	10,517	0,013	0,004	-0,008	-0,034	-0,048	-0,013	927,0
927,5	10,469	10,482	10,474	10,492	10,468	10,420	10,456	0,012	0,005	0,022	-0,002	-0,049	-0,013	927,5
928,0	10,415	10,427	10,421	10,460	10,439	10,374	10,401	0,012	0,006	0,046	0,024	-0,041	-0,013	928,0
928,5	10,331	10,343	10,337	10,391	10,381	10,293	10,318	0,012	0,007	0,060	0,050	-0,037	-0,013	928,5
929,0	10,278	10,288	10,283	10,306	10,311	10,240	10,265	0,010	0,006	0,029	0,034	-0,037	-0,012	929,0
929,5	10,258	10,265	10,264	10,263	10,268	10,221	10,250	0,006	0,005	0,004	0,010	-0,037	-0,009	929,5
930,0	10,221	10,224	10,226	10,227	10,233	10,183	10,216	0,002	0,004	0,006	0,012	-0,038	-0,005	930,0
930,5	10,173	10,174	10,176	10,170	10,171	10,132	10,165	0,001	0,003	-0,003	-0,002	-0,041	-0,008	930,5
931,0	10,128	10,132	10,132	10,128	10,130	10,087	10,118	0,003	0,004	0,000	0,002	-0,042	-0,010	931,0
931,5	10,107	10,111	10,111	10,106	10,110	10,065	10,099	0,004	0,004	-0,002	0,003	-0,042	-0,008	931,5
932,0	10,039	10,041	10,040	10,036	10,041	10,000	10,032	0,001	0,001	-0,003	0,002	-0,039	-0,007	932,0
932,5	9,950	9,948	9,948	9,947	9,948	9,932	9,945	-0,002	-0,002	-0,002	-0,002	-0,018	-0,004	932,5
933,0	9,871	9,868	9,868	9,868	9,869	9,887	9,874	-0,003	-0,003	-0,003	-0,002	0,016	0,003	933,0
933,5	9,698	9,696	9,696	9,697	9,696	9,720	9,706	-0,002	-0,002	-0,001	-0,002	0,021	0,008	933,5
934,0	9,661	9,661	9,661	9,660	9,659	9,669	9,664	0,000	0,000	-0,001	-0,002	0,008	0,003	934,0

Sweco Nederland B.V.
De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt
www.sweco.nl

Riquest
Durgerdamhaven 26
3826 BR Amersfoort
www.riquest.nl

Agtersloot Hydraulisch Advies
Ouddorp 22
5954 BD Beesel
www.agtersloot.nl

GeoSpace
Roseboomlaan 38
6717 ZB Ede
www.geospace.nl

Bijlage 6

Rapport

Projectnummer: 353939
Referentienummer: SWNL0213526
Datum: 28-9-2017

Globaal MER Tiel Waardenburg

Technisch rapport grondwater

Definitief

Sweco
Velperweg 26
6824 BJ Arnhem
Postbus 485
6800 AL Arnhem

T +31 88 811 66 00
www.sweco.nl

Sweco Nederland B.V.
Arnhem
Handelsregister 30129769
Statutair gevestigd te De Bilt

Pim Dik
adviseur waterbeheer
T +31 88 811 60 96
M +31 6 20 08 81 22

Verantwoording

Titel	Globaal MER Tiel Waardenburg
Subtitel	Technisch rapport grondwater
Projectnummer	353939
Referentienummer	SWNL0213526
Revisie	Definitief
Datum	28-9-2017

Auteur(s)	Pim Dik
E-mailadres	pim.dik@sweco.nl

Gecontroleerd door	Rob Buitelaar
Paraaf gecontroleerd	
Goedgekeurd door	Louis Broersma
Paraaf goedgekeurd	

Inhoudsopgave

1 INLEIDING 5

1.1 AANPAK EN AFBAKENING 5
1.2 MODELLEN 5
1.3 SCENARIO´S EN MAATGEVENDE OMSTANDIGHEDEN 6
1.4 MODELBEREKENINGEN 6
1.4.1 Riviermodel: effecten op maatgevende (hoogwater)standen 6
1.4.2 Grondwatermodel: effecten op de kwelintensiteit en GLG / GHG 6

2 BASISMODEL 8

2.1 UITGANGSMODEL 8
2.2 BESCHOUWING BASISMODEL 8
2.2.1 Deklaag 8
2.2.2 Klimaat 10
2.2.3 Watersysteem binnendijks 10
2.2.4 Natuurontwikkeling 10
2.2.5 Woningbouw 10
2.3 BETROUWBAARHEID MODEL 10
2.4 DEELMODELLEN GHG, GLG EN T=10 11
2.5 REFERENTIE 12
2.5.1 Beschrijving 12
2.5.2 Freatische grondwaterstanden 12
2.5.3 Stijghoogten watervoerend pakket 14
2.5.4 Kwel 16

3 EFFECTBEREKENING 19

3.1 ALTERNATIEF 1A DIJKVERSTERKING: TRADITIONEEL 19
3.1.1 Beschrijving 19
3.1.2 Modelimplementatie 19
3.1.3 Effect op grondwaterstanden en stijghoogten 19
3.1.4 Effect op kwel 23
3.2 ALTERNATIEF 1B DIJKVERSTERKING: EEN DIKKE DIJK 25
3.2.1 Beschrijving 25
3.2.2 Modelimplementatie 25
3.2.3 Effect op grondwaterstanden en stijghoogten 25
3.2.4 Effect op kwel 29
3.3 ALTERNATIEF 2A HOOGWATERGEUL VARIK-HESSELT: ECONOMIE EN LANDBOUW 31
3.3.1 Beschrijving 31
3.3.2 Modelimplementatie 31
3.3.3 Effect op grondwaterstanden en stijghoogten 31
3.3.4 Effect op kwel 34
3.3.5 Effect op opbarsten van de deklaag 36
3.4 ALTERNATIEF 2B HOOGWATERGEUL VARIK-HESSELT: NATUUR 38
3.4.1 Beschrijving 38
3.4.2 Modelimplementatie 38
3.4.3 Effect op grondwaterstanden en stijghoogten 39
3.4.4 Effect op kwel 42
3.4.5 Effect op opbarsten van de deklaag 44
3.5 ALTERNATIEF 3A DIJKVERSTERKING EN BUITENDIJKSE RIVIERVERRUIMING 44

3.6 ALTERNATIEF 3B AFWEGING STREVEN VAN WATERSTANDSDALING TEGEN DOELSTELLING NATUUR 47
3.6.1 Beschrijving 47
3.6.2 Modelimplementatie 47
3.6.3 Effect op grondwaterstanden en stijghoogten 47
3.6.4 Effect op kwel 51

1 Inleiding

1.1 Aanpak en afbakening

In de nota reikwijdte NRD is beschreven welke analyses moeten worden uitgevoerd, die gezamenlijk het effect van de verschillende dijkversterkingsvarianten inclusief rivierverruiming op de waterhuishouding beschrijven. Het betreft een globale beschrijving van die effecten, met als doel om op voorhand de impact te bepalen, op basis waarvan principekeuzes worden gemaakt. Het doel is dan ook niet om de absolute waarheid zo dicht mogelijk te benaderen, maar om onderlinge verschillen tussen referentie (huidige situatie) en varianten inzichtelijk te maken. De volgende effecten zijn van belang:

1. **Veranderingen van grondwaterstanden en de hoeveelheid kwel**
2. *Veranderingen in het functioneren van het oppervlaktewatersysteem*
3. *Mogelijkheid tot het behalen van de waterkwaliteitsdoelen volgend uit de KRW*
4. *Veranderingen van de grondwaterkwaliteit*

Voor een volledig beeld zijn de effecten bepaald in zowel natte als droge perioden, door middel van een globaal kwantitatief modelonderzoek. Hierin zit een zekere volgordelijkheid: veranderingen in rivierwaterstanden beïnvloeden lokaal de grondwaterstanden, die op hun beurt lokaal de afvoer via het oppervlaktewatersysteem beïnvloeden.

In deze rapportage wordt ingegaan op de aspecten van het grondwater en worden de ”**Veranderingen van grondwaterstanden en de hoeveelheid kwel**” bepaald en de bijbehorende achtergronden beschreven.
Een bijzondere situatie doet zich voor bij variant 2a en 2b. Bij extremere Waalstanden voert de nieuwe binnendijkse geul water en ligt rondom het gebied met de kernen Varik en Heeselt de Waal. De vraag is of de waterdruk in het watervoerend pakket zo hoog wordt dat dit gevolgen heeft voor de stabiliteit van de deklaag. In de paragrafen over de varianten 2a en 2b is hier aandacht aan besteed.

1.2 Modellen

Voor het bepalen van de effecten worden modellen van het Rijkswaterstaat (riviermodel) en Waterschap (grondwatermodel en oppervlaktewatermodel) gebruikt. Eerst worden de effecten van dijkversterking op de rivierwaterstanden bepaald. De uitkomsten worden gebruikt als randvoorwaarden voor het grondwatermodel, waarmee de maatgevende grondwaterstanden (GXG) en de (toename/afname van de) kwelintensiteit bepaald.

De modellen voor de effectbeschrijving zijn een riviermodel (Baseline, WAQUA B&O), voor de afleiding van maatgevende rivierwaterstanden) en een regionaal grondwatermodel (MORIA, voor het bepalen van effecten op de grondwaterstanden en kwel). Het betreft een globaal onderzoek, waarvoor de beschikbare tijd in het MER-proces beperkt is. Uitgangspunt is dat wordt gewerkt met het beschikbare instrumentarium en alleen onderscheidende berekeningen worden gemaakt.

Uitgangspunten grondwatermodel:

- Gebruik van de Moria versie 3.2 op de MORIA rekenserver.
- Beperkte aanpassingen, verfijning (zandbanen) in de schematisatie.
- Geen kalibratie en validatie
  Wel zullen de kalibratieresultaten van het model worden betrokken om de betrouwbaarheid te duiden.
- Stationaire berekeningen.
- Pragmatische aanpak, die voor de scenario’s onderscheidende resultaten genereren.

· Geen klimaatopslag.

1.3 Scenario´s en maatgevende omstandigheden

Voor de effecten op het grondwater zijn vier scenario's doorgerekend met een A en B variant. Dit zijn de huidige situatie en de drie alternatieven voor de rivierverruiming en dijkversterking. Daar waar tussen scenario's of varianten modelmatig geen onderscheid is, zijn deze niet apart doorgerekend.

De tijdshorizon voor de MER-beoordeling is 2030, waarbij effecten t.o.v. de huidige situatie en onderlinge verschillen in effecten moeten worden beoordeeld. De beoordeling van klimaateffecten op zich is geen onderdeel van de MER-beoordeling. Uiteraard zullen in de ontwerpfase deze effecten wel meegenomen moeten worden. De scenario's worden vervolgens met een aantal maatgevende omstandigheden doorgerekend: droog, nat en een extreme rivierafvoer.

1.4 Modelberekeningen

1.4.1 Riviermodel: effecten op maatgevende (hoogwater)standen

De volgende berekeningen zijn per scenario (en variant) uitgevoerd:

· Afvoer GLG situatie (6 weken per jaar onderschrijding)
· Afvoer GHG situatie (6 weken per jaar overschrijding)
· Jaarlijkse afvoer (maatgevend hoogwater, MH)
· Tienjaarlijkse afvoer
· Extreme afvoer

Met het grondwatermodel zijn de GLG-, de GHG- en de T10-situatie doorgerekend.

Voor het bepalen van de afvoersituatie van de GLG en de GHG in de huidige situatie is een statistische analyse uitgevoerd op de daggemiddelde rivierafvoer van 2000-2015 (zie onderstaande tabel). Voor de GLG en GHG is deze afvoer gebruikt om een rivierwaterstand af te leiden die als randvoorwaarde wordt gebruikt in het grondwatermodel MORIA.

reeks 2000-2015 daggemiddelde waterstanden en dagafvoeren bij 8:00 hr				
Parameter	Percentielwaarden	Q Lobith (m3/s)	daggemiddelde waterstand bij Tiel [cm]+NAP	daggemiddelde waterstand bij Zaltbommel ([cm]+NAP)
min	0,000	795	192	54
percentiel	0,005	893	222	70
GLG	0,115	1276	320	121
mediaan	0,500	1953	432	192
gemiddelde		2231	456	216
GHG	0,885	3322	611	332
max	1,000	9372	959	677

1.4.2 Grondwatermodel: effecten op de kwelintensiteit en GLG / GHG

Belangrijkste toetscriteria voor WSRL zijn de verandering in kwel en wegzijging en de verandering van grondwaterstanden voor de verschillende alternatieven/varianten. Deze zijn met MORIA berekend en zijn beschrijven. Hierbij is de Richtlijn kwel en wegzijging richtinggevend waarin de toetscriteria en benodigde effectbeschrijvingen zijn opgenomen, met dien verstande dat we pas in een verkenningsfase zitten. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd: stationair rekenen en geen ontwerp van compenserende/mitigerende maatregelen: dit komt in een latere fase van de dijkversterking pas aan de orde.

De volgende berekeningen zijn per scenario (en variant) uitgevoerd:

- Droge omstandigheden (gemiddeld laagste grondwaterstand)
- Natte omstandigheden (gemiddeld hoogste grondwaterstand)
- Tienjaarlijkse rivierafvoer (T=10 hoogwatersituatie, met bijbehorende grondwaterstand afgeleid van hoogwater 2003)

2 Basismodel

2.1 Uitgangsmodel

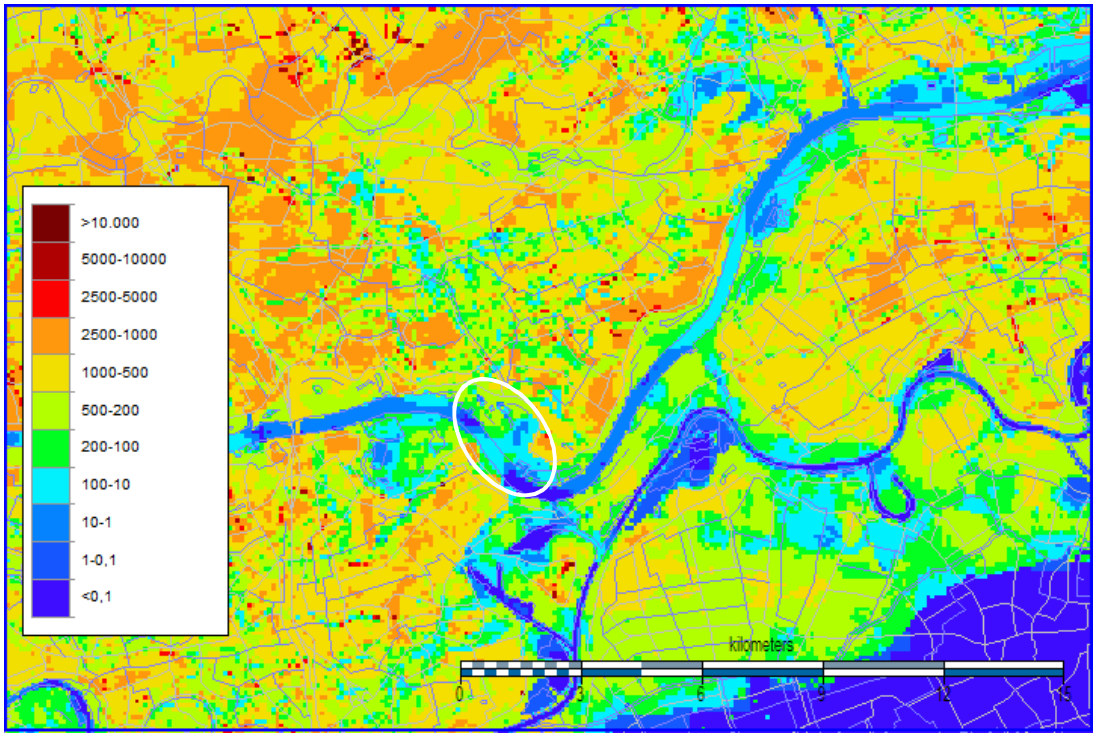
Gebruik van de Moria versie 3.2 op de MORIA rekenserver.

2.2 Beschouwing basismodel

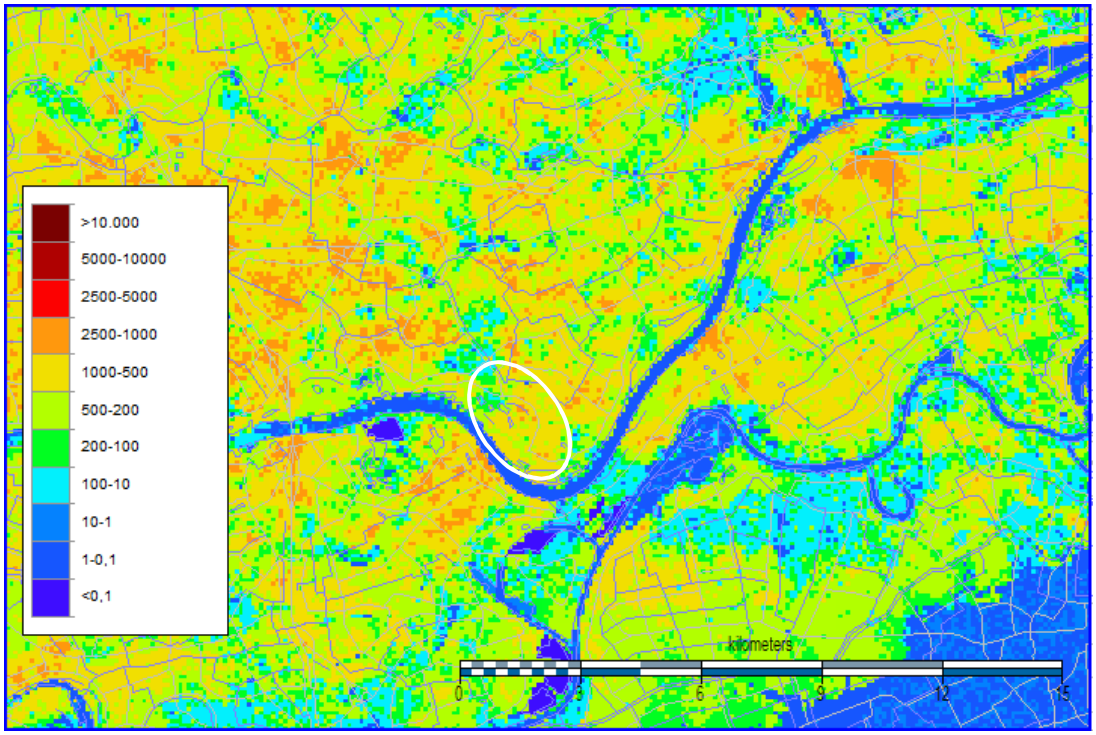
2.2.1 Deklaag

In MORIA 3.2 is GEOTOP als basis voor de deklaagschematisatie gebruikt. Dit is de meest gedetailleerde gebiedsdekkende informatie die beschikbaar is. In 2011 is een zandbanenkaart opgeleverd, waarvan de gegevens zijn verwerkt in MORIA 2.0. De vraag is of de zandbanenkaart aanvullende gegevens bevat die GEOTOP niet bevat en als er verschillen zijn welke deze zijn en welke het meest de realiteit beschrijven. Als vergelijking is daarom de c-waarde van MORIA2.0 vergeleken met die van MORIA3.2[1].De blauwe kleuren geven de lage waarden en daarmee de dunne plekken in de deklaag aan. In de beide figuren is als voorbeeld een verschil aangegeven met een witte ovaal. In een vervolgonderzoek zal detailinformatie nader inzicht moeten geven welke representatie de werkelijkheid het dichtst benadert.

[1] Voor MORIA v3.2 is het lagenmodel opgenomen op de server van MORIA onder E:\MORIA\dbase\versie3.0\TOPBOT_V3_1



Figuur 2-1 C-waarde MORIA2.0



Figuur 2-2 C-waarde MORIA3.2 (gebaseerd op GEOTOP "Produktspecificatie ondergrondmodel GeoTop", TNO 2016 R10577|1.3)

2.2.2 Klimaat

De beoordeling van klimaateffecten op zich is geen doel van de MER-beoordeling. Er worden derhalve geen aparte berekeningen voor klimaatscenario's gemaakt. Uiteraard zullen in de ontwerpfase deze effecten wel meegenomen moeten worden.

2.2.3 Watersysteem binnendijks

Er zijn geen aanpassingen in peilen te verwachten.

2.2.4 Natuurontwikkeling

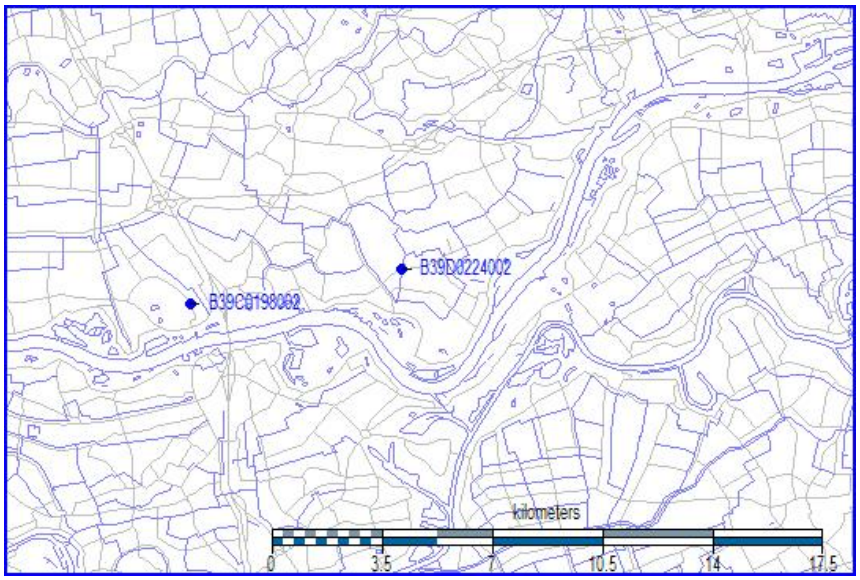
Diverse instandhoudingsmaatregelen zijn geformuleerd. Betreffende maatregelen zullen naar verwachting beperkt invloed hebben op het functioneren van het grondwatersysteem. Ze zijn niet onderscheidend in de varianten.

2.2.5 Woningbouw

Deze verandering zal eveneens naar verwachting beperkt invloed hebben op het functioneren van het grondwatersysteem. Het is niet onderscheidend in de varianten.

2.3 Betrouwbaarheid model

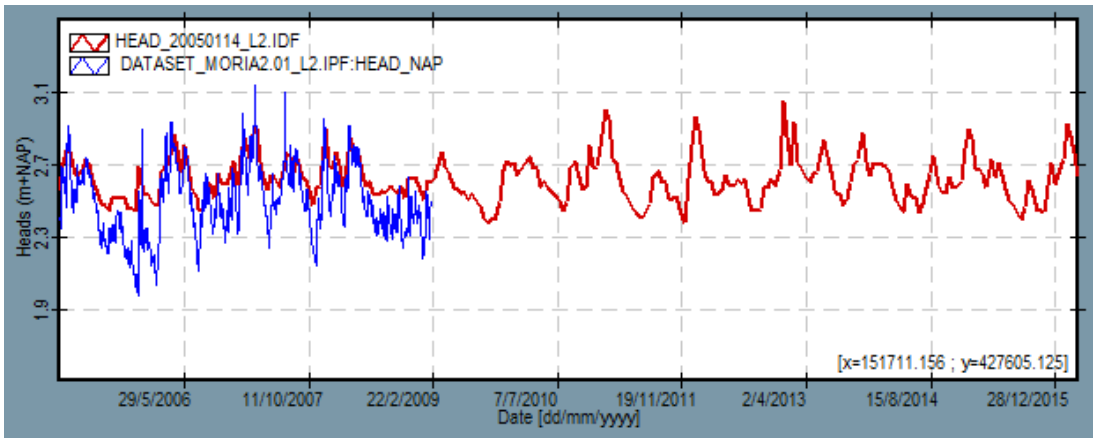
Geen kalibratie en validatie is uitgevoerd. Wel zullen de beschikbare kalibratieresultaten van het model worden betrokken om de betrouwbaarheid te duiden. In de bestaande dataset (MORIA2.01) zijn twee peilfilters aanwezig die dicht in de buurt van de rivier liggen en meetgegevens bevatten (Figuur 2-3). Uit de peilfilters (Figuur 2-4 en Figuur 2-5) blijkt dat peilfilter D0224-2 de hogere grondwaterstanden goed weet te simuleren. Bij de lagere grondwaterstanden zijn de gesimuleerde grondwaterstanden te hoog (gesimuleerde GLG circa 0,25 m te hoog). Voor peilfilter C0198-2 is de dynamiek groter maar geldt eigenlijk hetzelfde als voor D0224-2. Ook hier worden de lagere grondwaterstanden enigszins te hoog gesimuleerd (circa 0,25 m in een GLG-situatie).



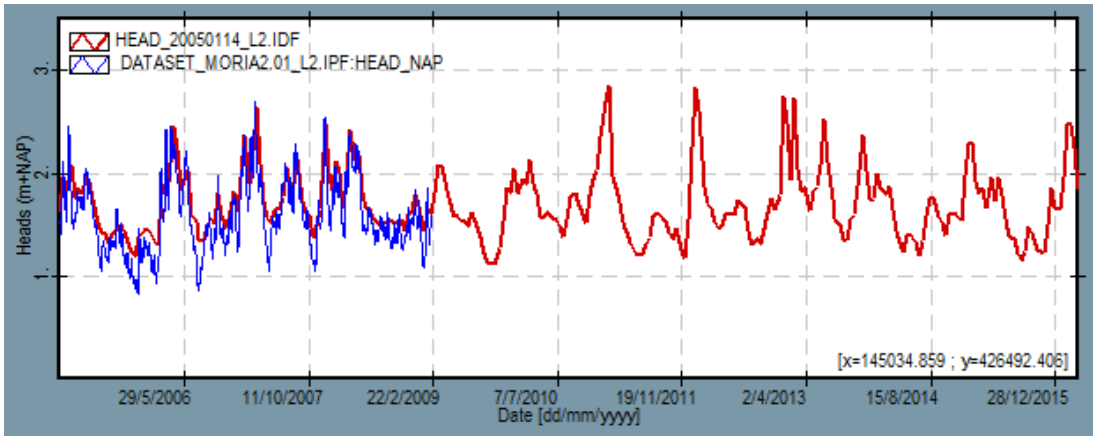
Figuur 2-3 Ligging meetpunten watervoerend pakket (modellaag 2)

De beide punten geven een indicatie van de betrouwbaarheid van het model en tonen dat het model in staat is de dynamiek in de tijdreeksen redelijk te voorspellen. De lagere grondwaterstanden worden enigszins te hoog gesimuleerd. Onduidelijkheid is er ook over de dikte en weerstand van de deklaag. In een vervolgonderzoek zal daar nader aandacht

aan besteed moeten worden. Dit kan lokaal invloed op de berekende grondwaterstanden en stijghoogten hebben.



Figuur 2-4 Peilfilter B39D0224-2 (modellaag 2, blauw: meting, rood: simulatie)



Figuur 2-5 Peilfilter B39C0198-2 (modellaag 2)

2.4 Deelmodellen GHG, GLG en T=10

Het dynamische model simuleert de grondwaterdynamiek voor een lange periode. Op basis hiervan is de GHG- en GLG-situatie afgeleid, die samen een karakteristiek van de grondwaterdynamiek geven. Op 07-01-2003 was er sprake van een T=10-situatie: de grondwatersituatie op deze datum is een voorbeeld van een situatie bij een hoge rivierstand. Deze 3 situaties zijn ook met het stationaire model gesimuleerd.

Hierbij zijn de volgende aanpassingen aan het model gedaan:

- De rivierstand voor een GHG-, GLG- en T=10-situatie zijn als randvoorwaarde opgelegd. Dit zijn de rivierstanden bij een afvoer van 1276, 3322 en 9200 m3/s.
- Voor de oppervlaktewaterstanden binnendijks wordt voor de GHG-situatie van het winterpeil uitgegaan, voor de GLG-situatie van het zomerpeil en voor de T=10-situatie van eveneens het winterpeil.
- Het neerslagoverschot is zo gekozen dat ruimtelijk gezien de GHG- en GLG-situatie zo goed mogelijk worden gesimuleerd.

Dit zo goed mogelijk is bepaald door de RMSE[2] en de gemiddelde fout te bepalen als verschil tussen de GHG en GLG van het niet-stationaire model en de simulatie met het stationaire model. Dit is gedaan voor het interessegebied, dat is het binnendijkse gebied. Voor de GHG-situatie bleek een gemiddeld neerslagoverschot van circa 2,8 mm/d te leiden tot de beste simulatie van de GHG-situatie. Voor de GLG-situatie is dat een gemiddeld verdampingsoverschot van 0,1 mm/d.

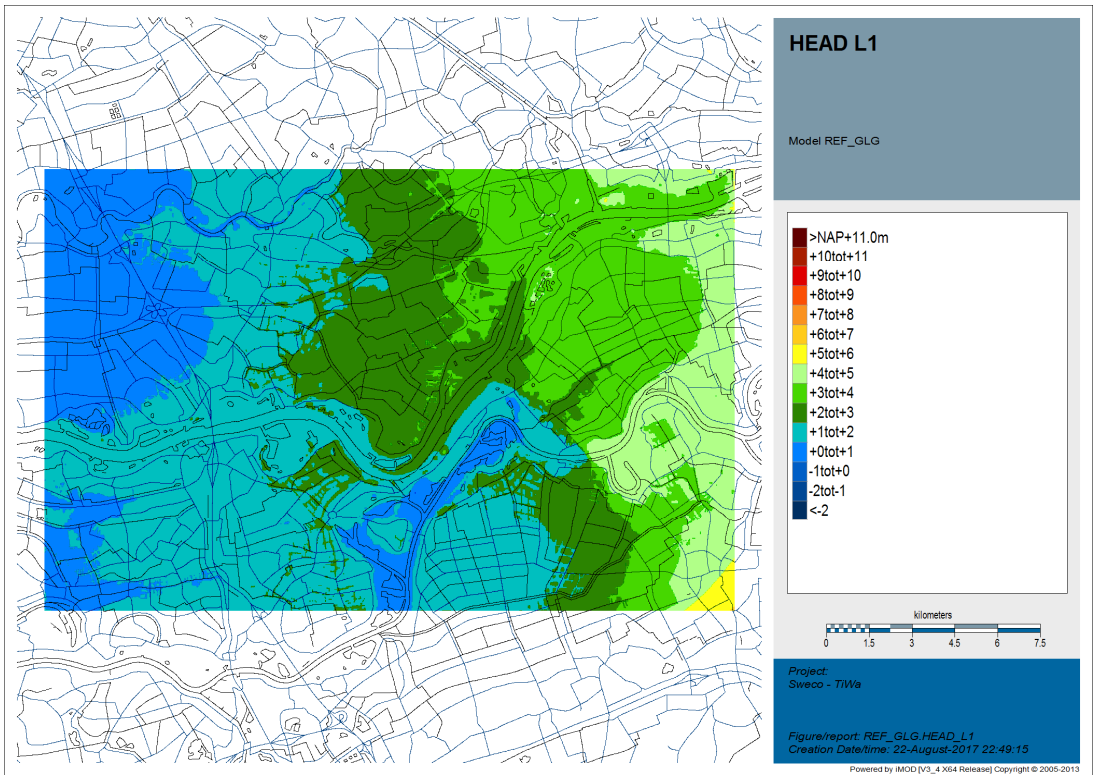
2.5 Referentie

2.5.1 Beschrijving

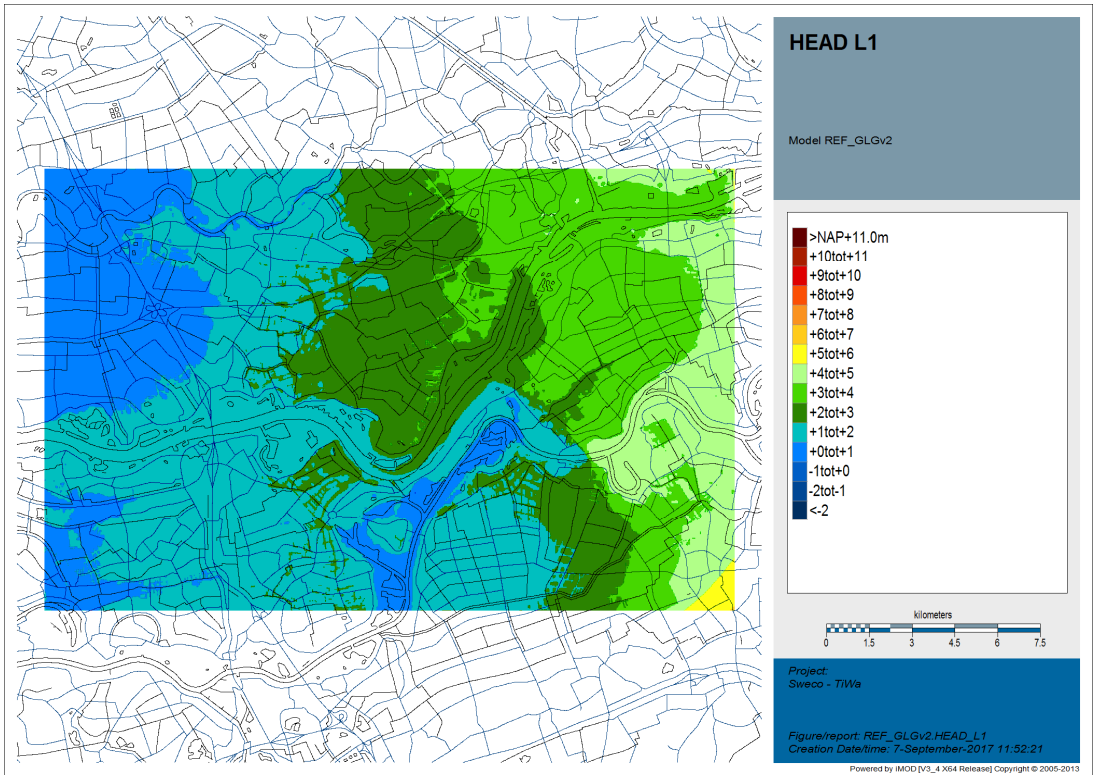
De referentie is de huidige situatie zonder maatregelen zoals die gekarakteriseerd wordt door de GHG-, GLG- en T=10-situatie. Voor deze situaties worden achtereenvolgens de freatische grondwaterstanden, de stijghoogten in het watervoerend pakket en de kwel over de deklaag beschreven.

2.5.2 Freatische grondwaterstanden

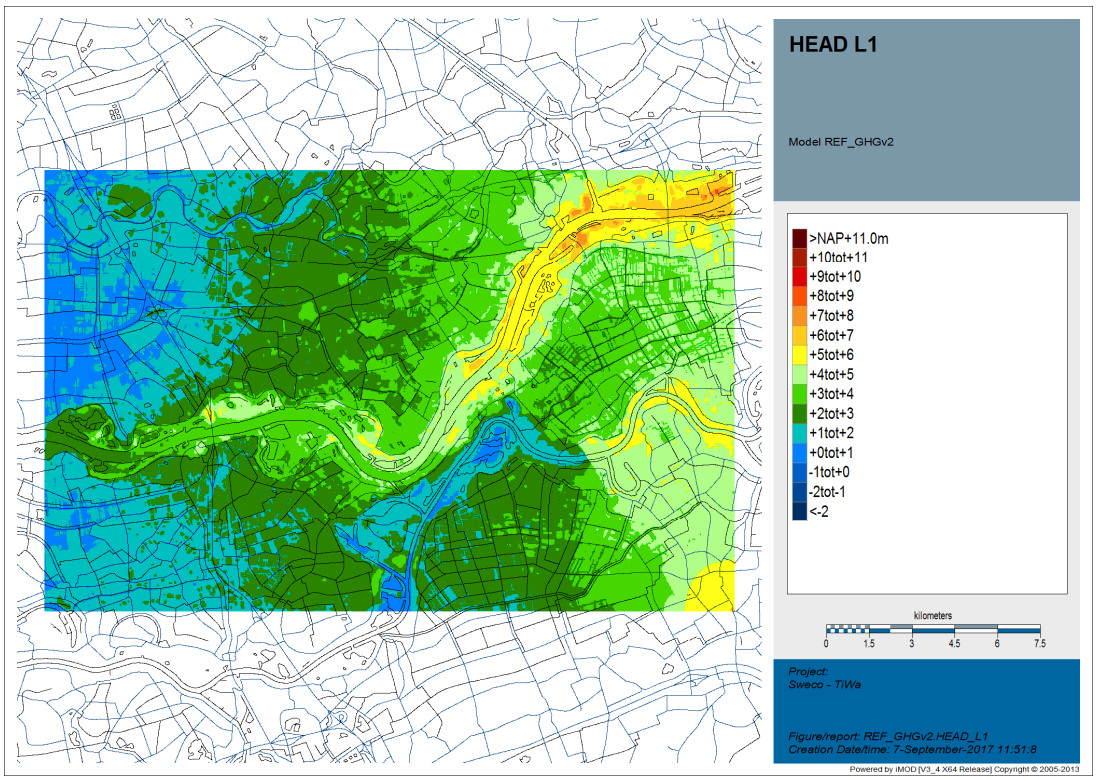
In Figuur 2-6 tot en met Figuur 2-8 zijn de freatische grondwaterstanden weergegeven voor 3 situaties. Opgemerkt wordt dat de berekende grondwaterstanden ter plaatse van de rivier enigszins verschillen van de rivierstanden doordat er een (beperkte) weerstand tussen aanwezig is.



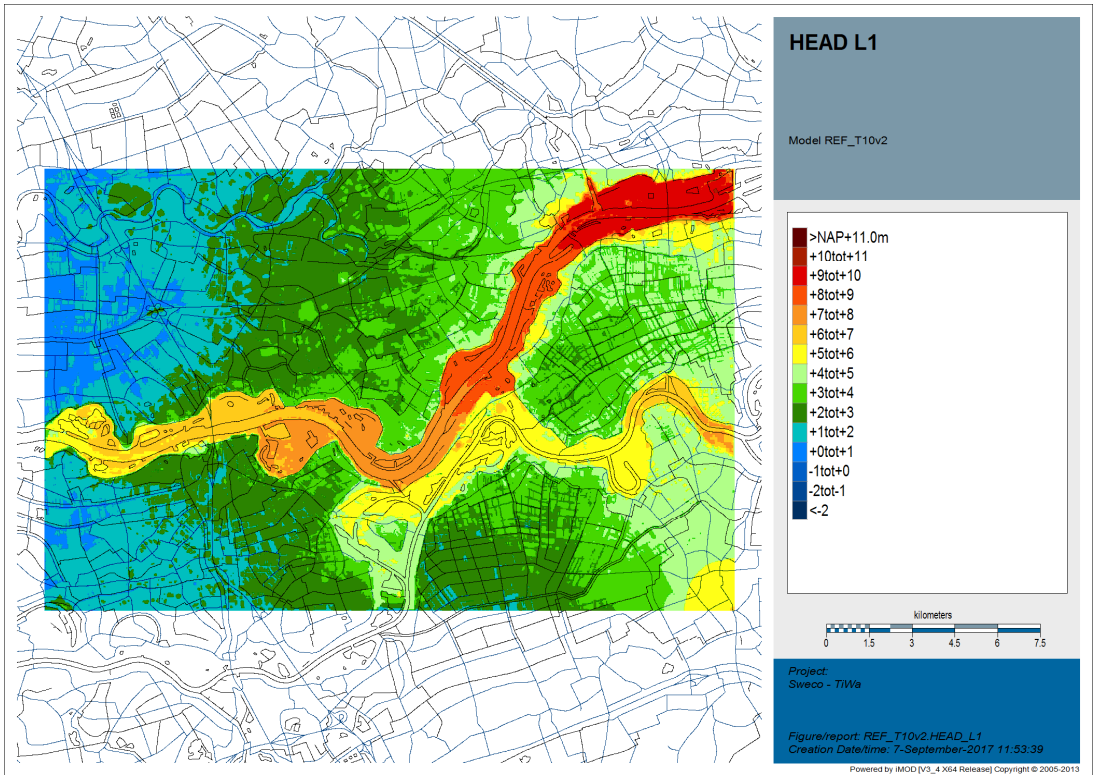
[2] Root Mean Square Error (RMSE): een maat voor de afwijking tussen berekende en gemeten waarden.



Figuur 2-6 Freatische grondwaterstanden in GLG-situatie



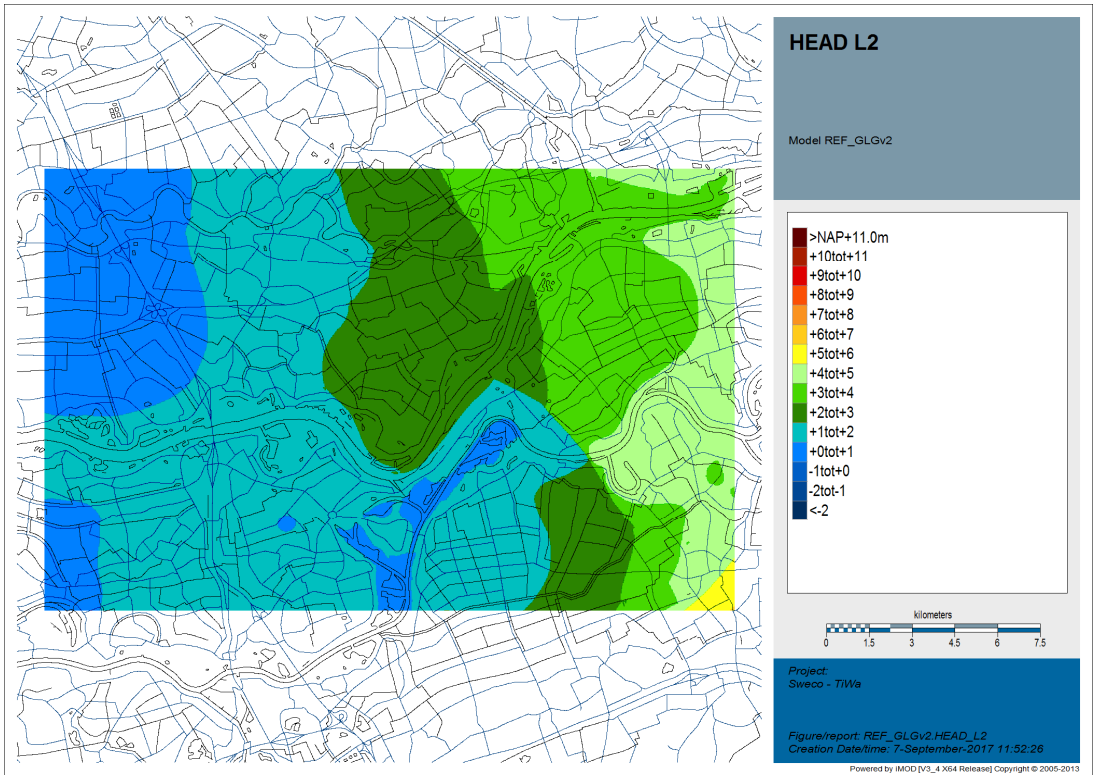
Figuur 2-7 Freatische grondwaterstanden in GHG-situatie



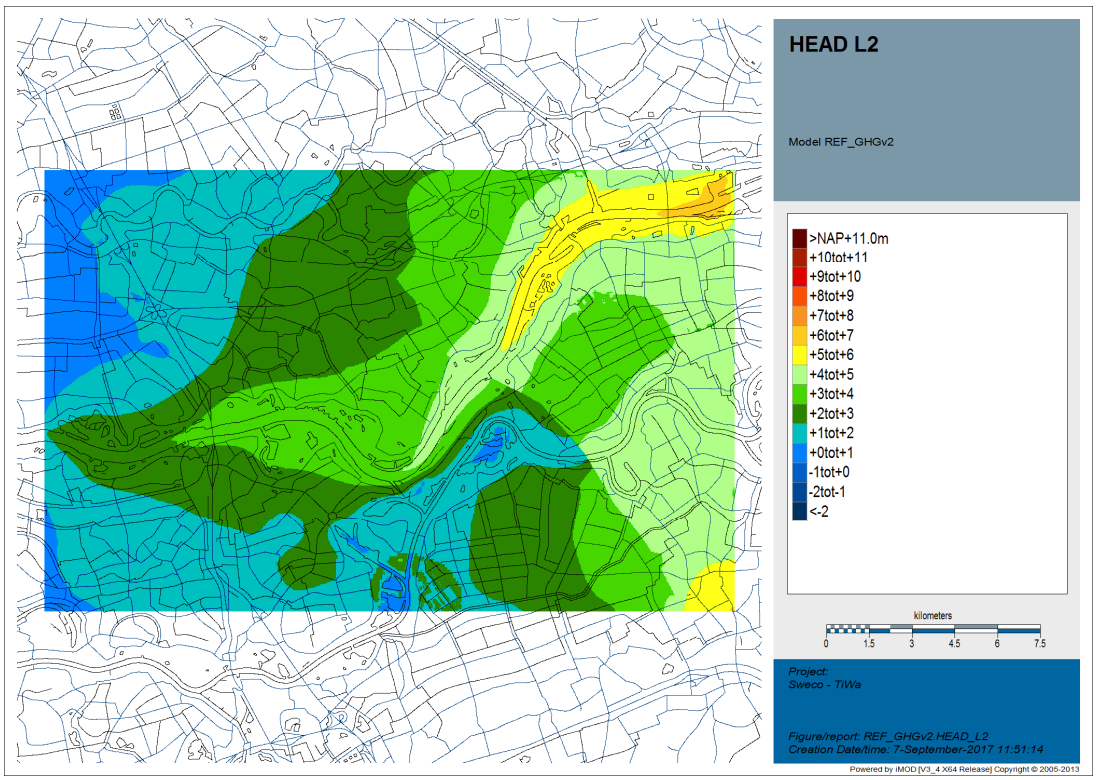
Figuur 2-8 Freatische grondwaterstanden in T10-situatie

2.5.3 Stijghoogten watervoerend pakket

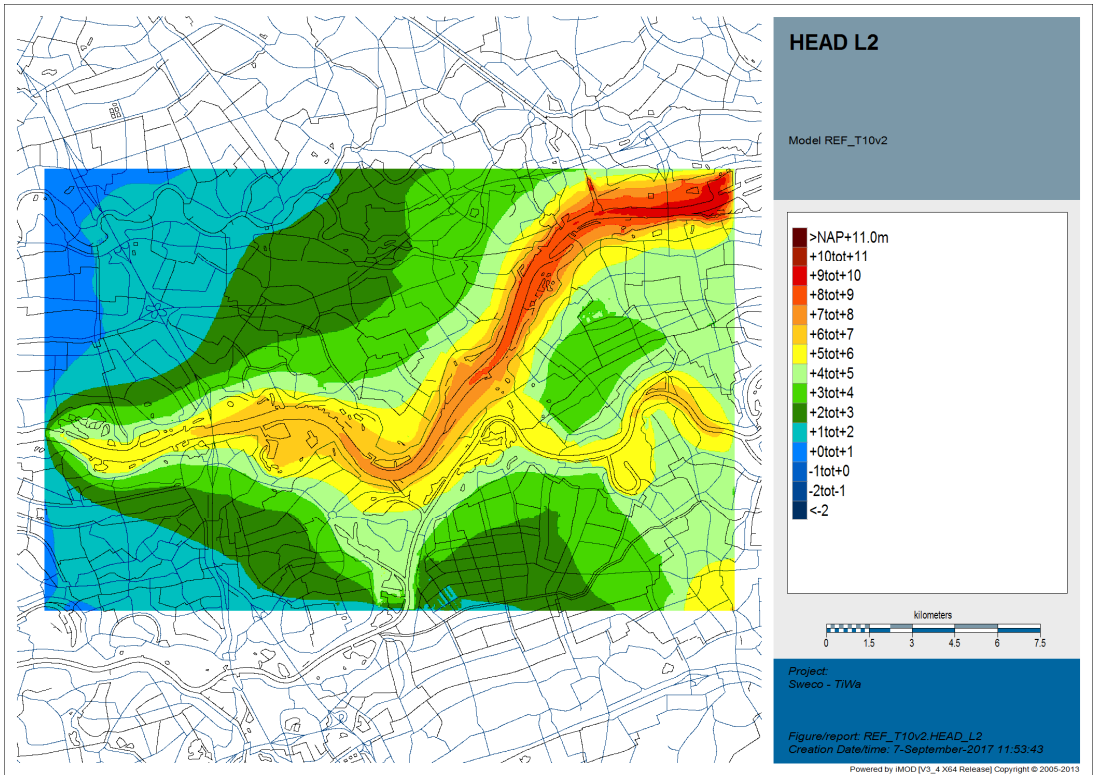
In Figuur 2-9 tot en met Figuur 2-11 zijn de stijghoogten weergegeven voor 3 situaties. Duidelijk volgt hieruit de sterk infiltrerende werking van de rivier tijdens een GHG en T=10-situatie.



Figuur 2-9 Stijghoogten watervoerend pakket in GLG-situatie



Figuur 2-10 Stijghoogten watervoerend pakket in GHG-situatie

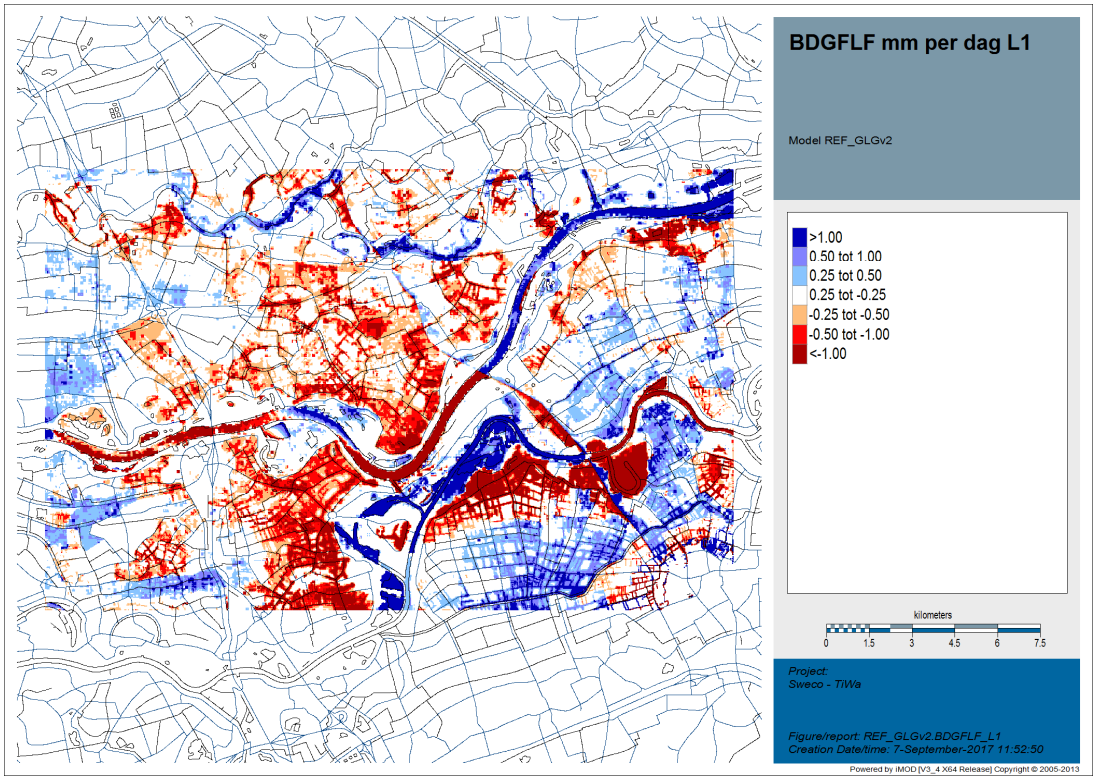


Figuur 2-11 Stijghoogten watervoerend pakket in T10-situatie

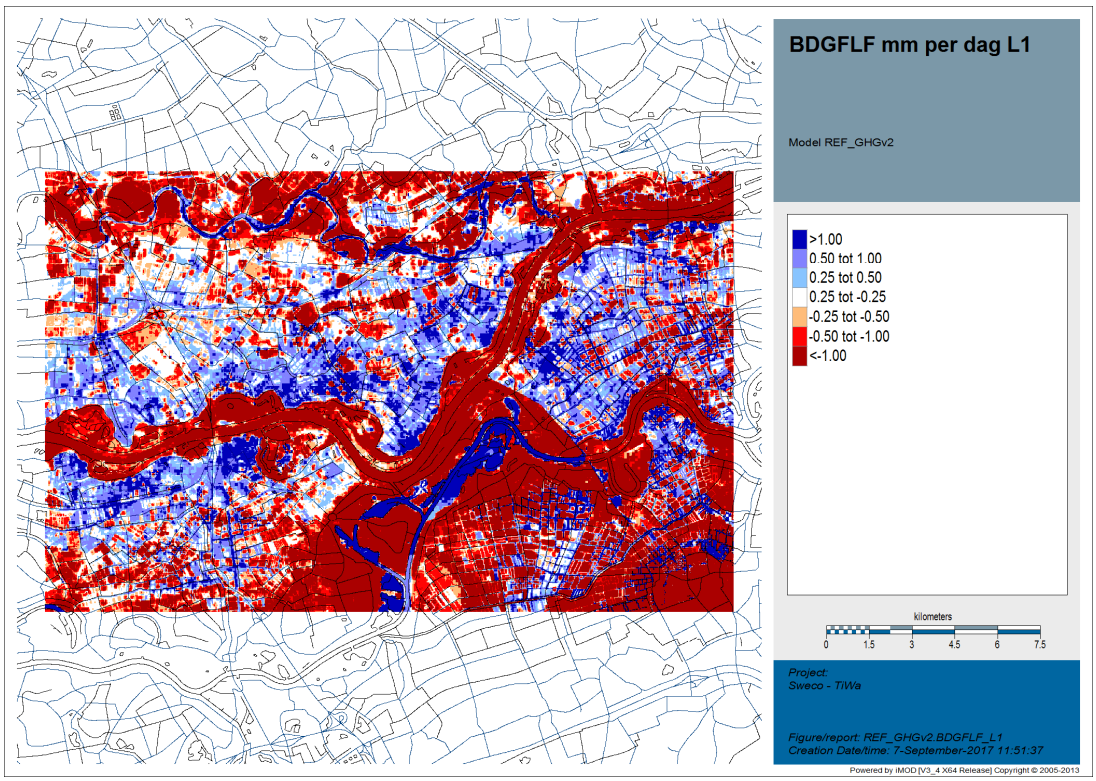
2.5.4 Kwel

Gepresenteerd in deze paragraaf is de kwel over de deklaag. Dit is 1) het verschil tussen de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket en de freatische grondwaterstand in de deklaag en

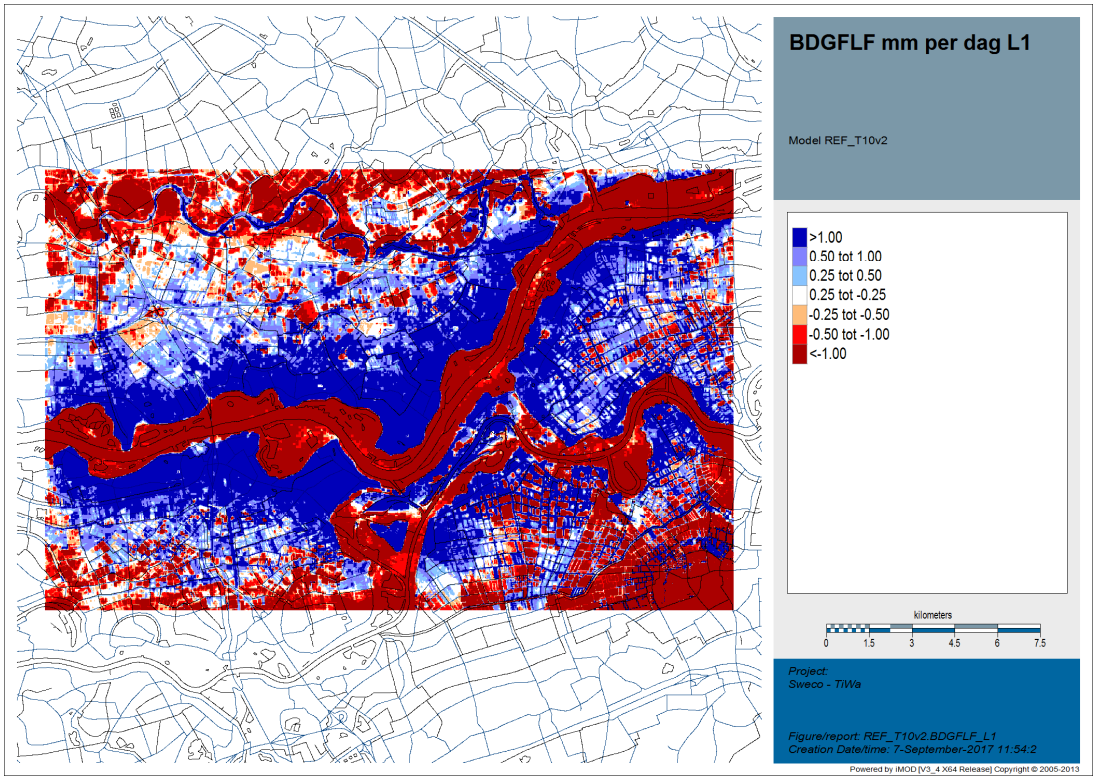
2) dit verschil gedeeld door de weerstand van de deklaag. Duidelijk is de verhoging van de kwelintensiteit bij hogere rivierstanden.



Figuur 2-12 Kwel over de deklaag in GLG-situatie (blauw: kwel, rood: wegzijging)



Figuur 2-13 Kwel over de deklaag in GHG-situatie (blauw: kwel, rood:wegzijging)



Figuur 2-14 Kwel over de deklaag in T10-situatie (blauw: kwel, rood:wegzijging)

3 Effectberekening

De alternatieven hebben op verschillende manieren effecten op het grondwatersysteem. Niet ieder onderdeel van een scenario heeft invloed op het grondwatersysteem. In de beschrijving van een alternatief wordt gefocused op de onderdelen die wel invloed hebben. Onderscheid wordt gemaakt in de volgende maatregelen:

- Graven van geulen
  De geulen kunnen zowel binnendijks als buitendijks worden gegraven.
  Het verlagen van het maaiveld in de uiterwaarden of binnendijks leidt tot een afname van de weerstand van de deklaag. Uitgegaan is van een afname gelijk aan de mate van doorsnijding (met een maximum weerstand van 100 dagen per m deklaag). Indien de geul diep genoeg is kan deze de deklaag geheel doorsnijden. Als dit het geval is wordt er vanuit gegaan dat een zekere bodemweerstand in de geul aanwezig blijft (minimaal 5 dagen).
- Ruimtebeslag dijk
  Door dijkverbreding kunnen aanwezige watergangen gedempt worden. In deze fase vindt geen ontwerp van maatregelen plaats, daarom is er modelmatig van uitgegaan dat alle watergangen ter plaatse van het geplande dijktracé verwijderd worden.
- Verleggen dijk
  Indien de dijk wordt verlegd richting binnendijks dan zal een nieuw buitendijks gebied ontstaan waar de rivier haar invloed kan uitoefenen.
- Verandering rivierpeilen
  De maatregelen in de rivier hebben invloed op de rivierstanden. De aanpassingen van de standen worden meegenomen in de modelberekeningen.

De effectbeschrijving richt zich op 3 situaties:

- Droge omstandigheden (gemiddeld laagste grondwaterstand)
- Natte omstandigheden (gemiddeld hoogste grondwaterstand)
- Tienjaarlijkse rivierafvoer (T=10 hoogwatersituatie)

De effecten op de freatische grondwaterstanden worden beschreven. Tevens worden de effecten op de stijghoogten in het watervoerend pakket gepresenteerd. De effecten zijn relatief ten opzichte van de huidige situatie.
Afhankelijk van de Waalstand inunderen de uitwaarden. Indien in een effectberekening de Waalstand hoger is dan maaiveld dan worden voor dat gebied geen resultaten voor de grondwaterstand weergegeven: er is dan immers geen sprake van een grondwaterstand. De effecten op de stijghoogten in het watervoerend pakket zijn wel voor het gehele gebied gepresenteerd.

3.1 Alternatief 1a Dijkversterking: traditioneel

3.1.1 Beschrijving

De dijk wordt traditioneel versterkt. Hierbij wordt de dijk ook verbreed wat leidt tot het dempen van verschillende waterlopen.

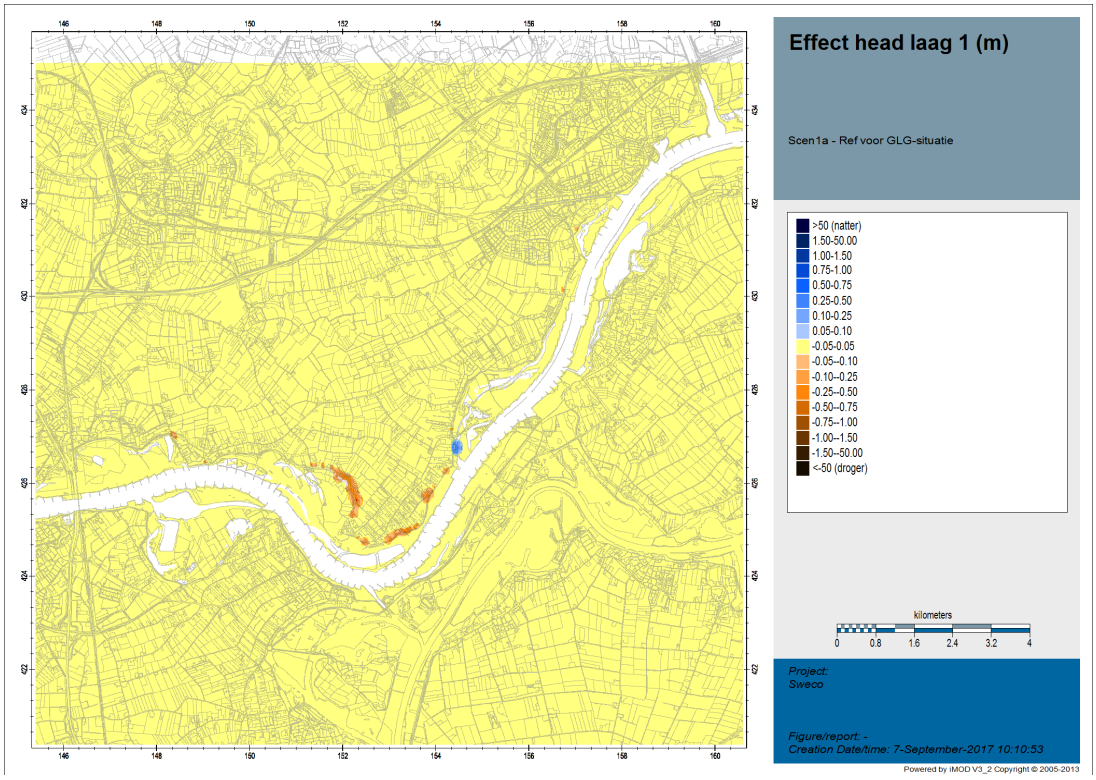
3.1.2 Modelimplementatie

Op de locatie van de dijk worden de waterlopen gedempt. Er is geen rekening gehouden met het graven van nieuwe watergangen.
De rivierstanden per situatie worden opgelegd.

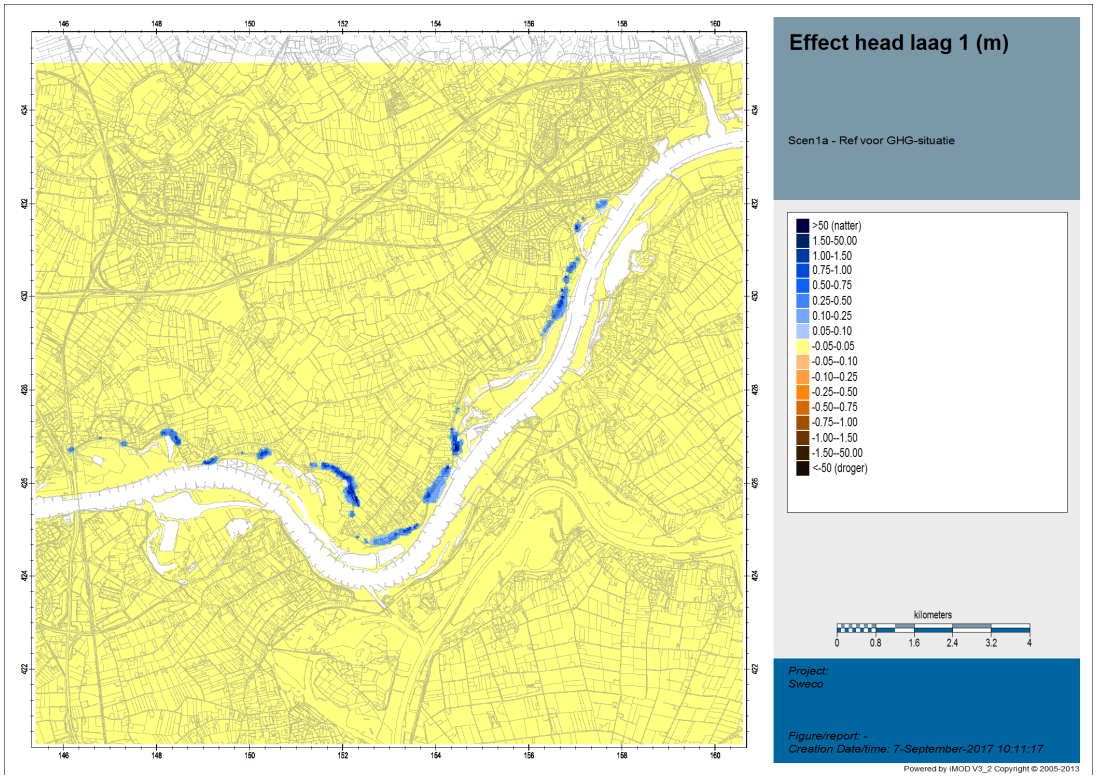
3.1.3 Effect op grondwaterstanden en stijghoogten

In Figuur 3-1 tot en met Figuur 3-9 zijn de effecten weergegeven. De stijghoogten in het watervoerend pakket worden volgens de berekening minder dan 5 cm beïnvloed. De freatische grondwaterstanden worden zoals verwacht lokaal door het dempen van

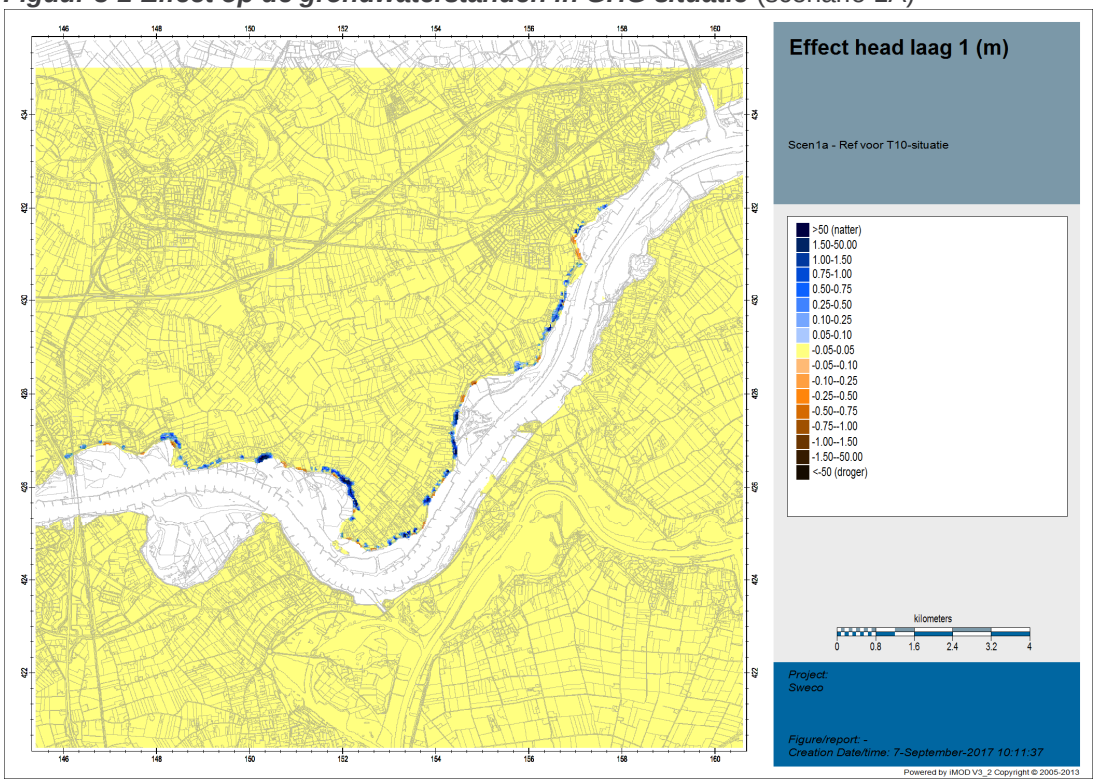
watergangen beïnvloed. In de GLG-situatie is er in enkele gevallen sprake van een verlaging van de grondwaterstanden door verminderde infiltratie vanuit de verwijderde waterlopen.
Verschillende waterlopen zullen teruggebracht worden waardoor de effecten verder zullen afnemen.



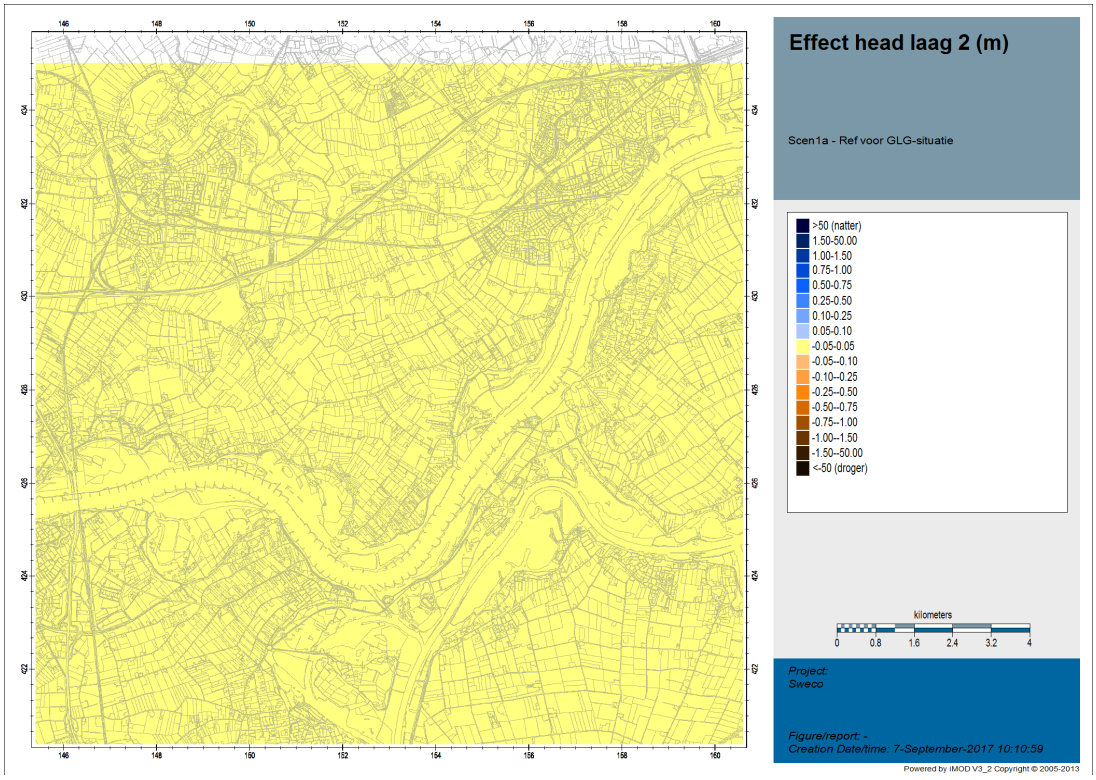
Figuur 3-1 Effect op de grondwaterstanden in GLG-situatie (scenario 1A)



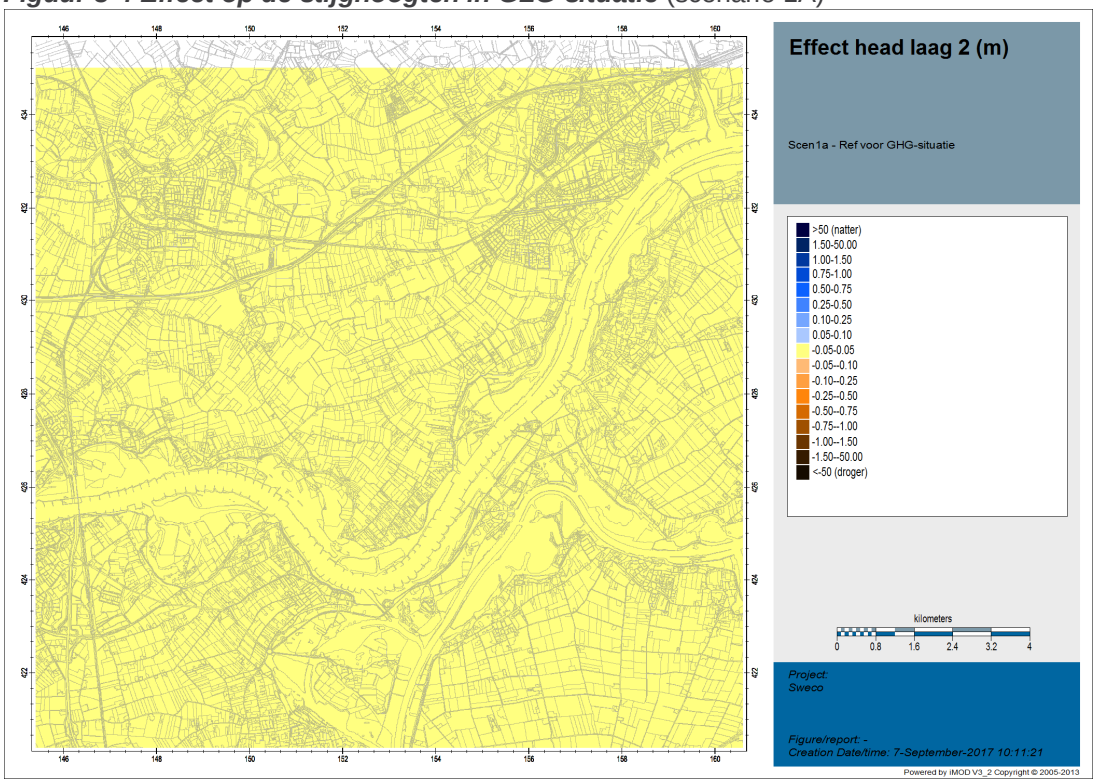
Figuur 3-2 Effect op de grondwaterstanden in GHG-situatie (scenario 1A)



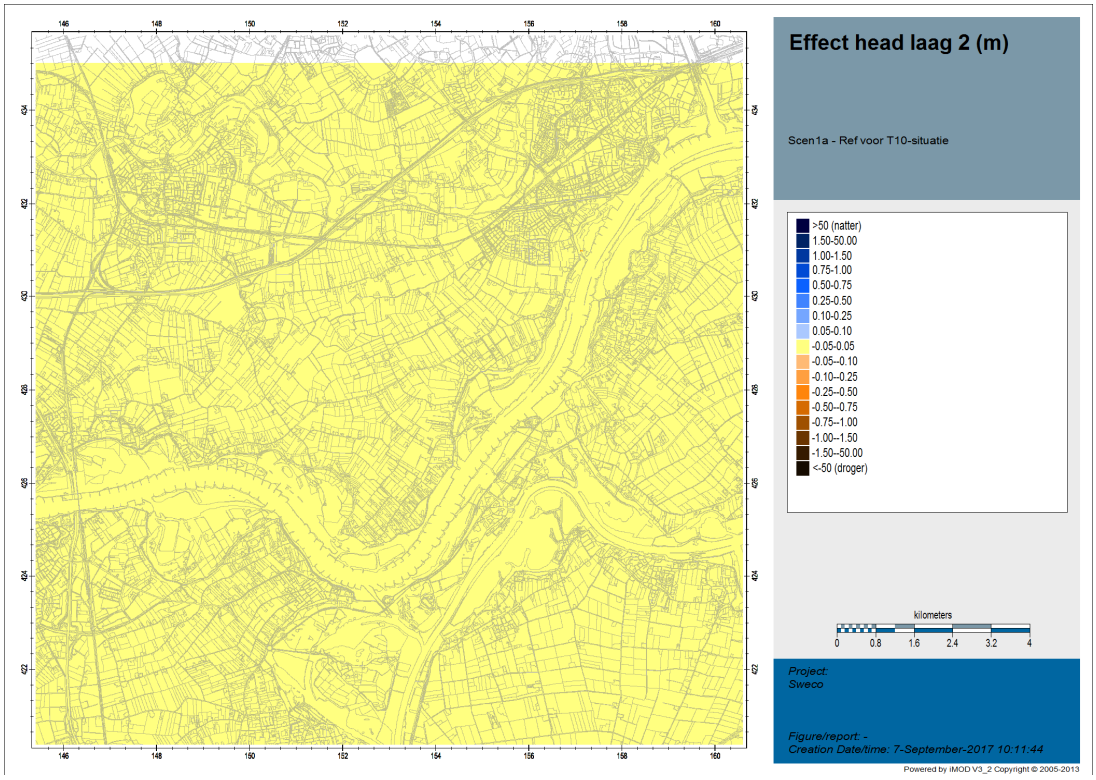
Figuur 3-3 Effect op de grondwaterstanden in T10-situatie (scenario 1A)



Figuur 3-4 Effect op de stijghoogten in GLG-situatie (scenario 1A)



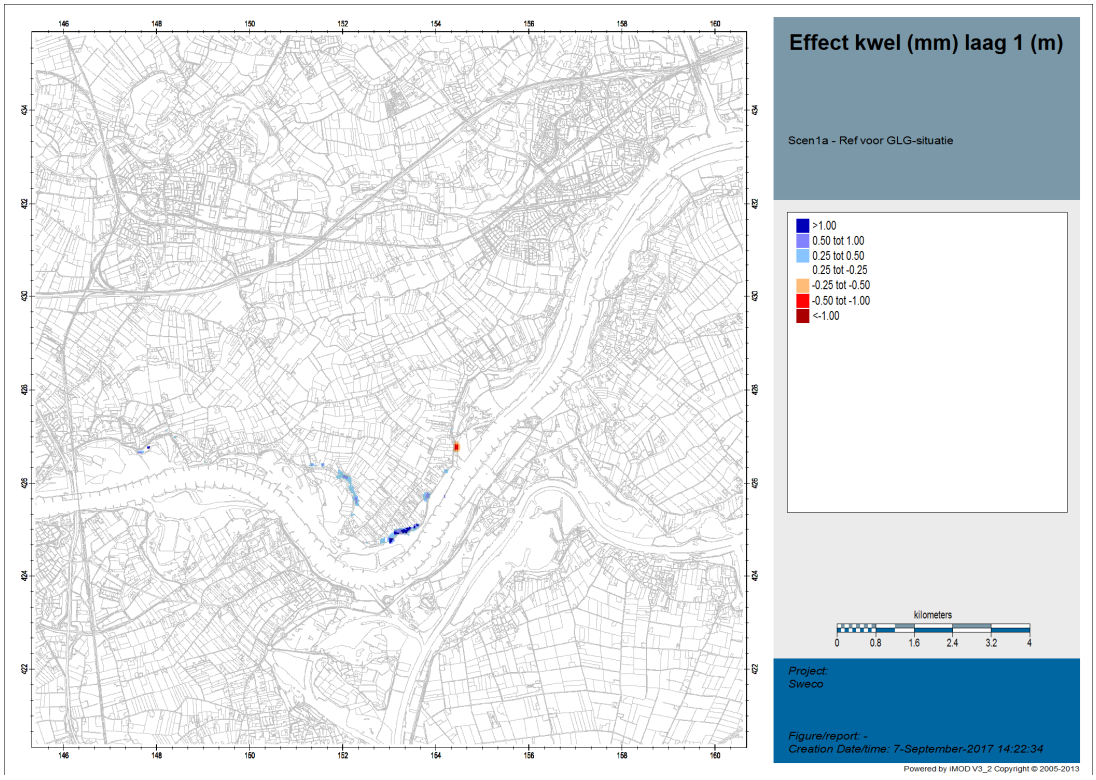
Figuur 3-5 Effect op de stijghoogten in GHG-situatie (scenario 1A)



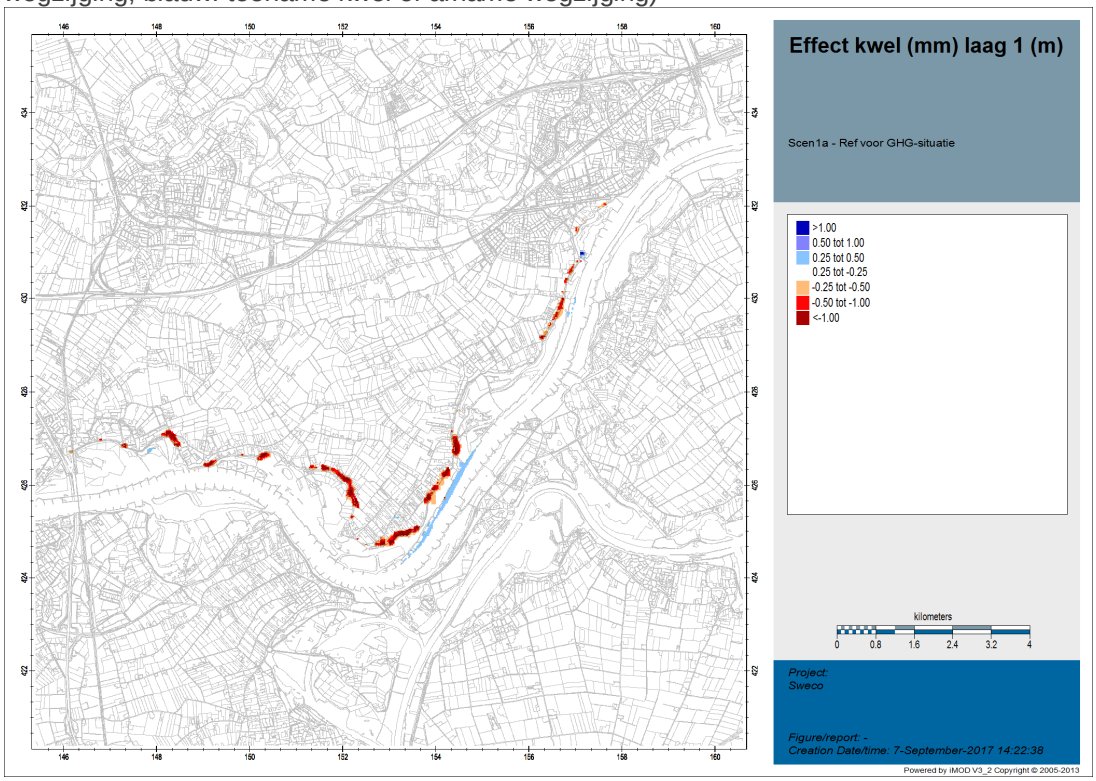
Figuur 3-6 Effect op de stijghoogten in T10-situatie (scenario 1A)

3.1.4 Effect op kwel

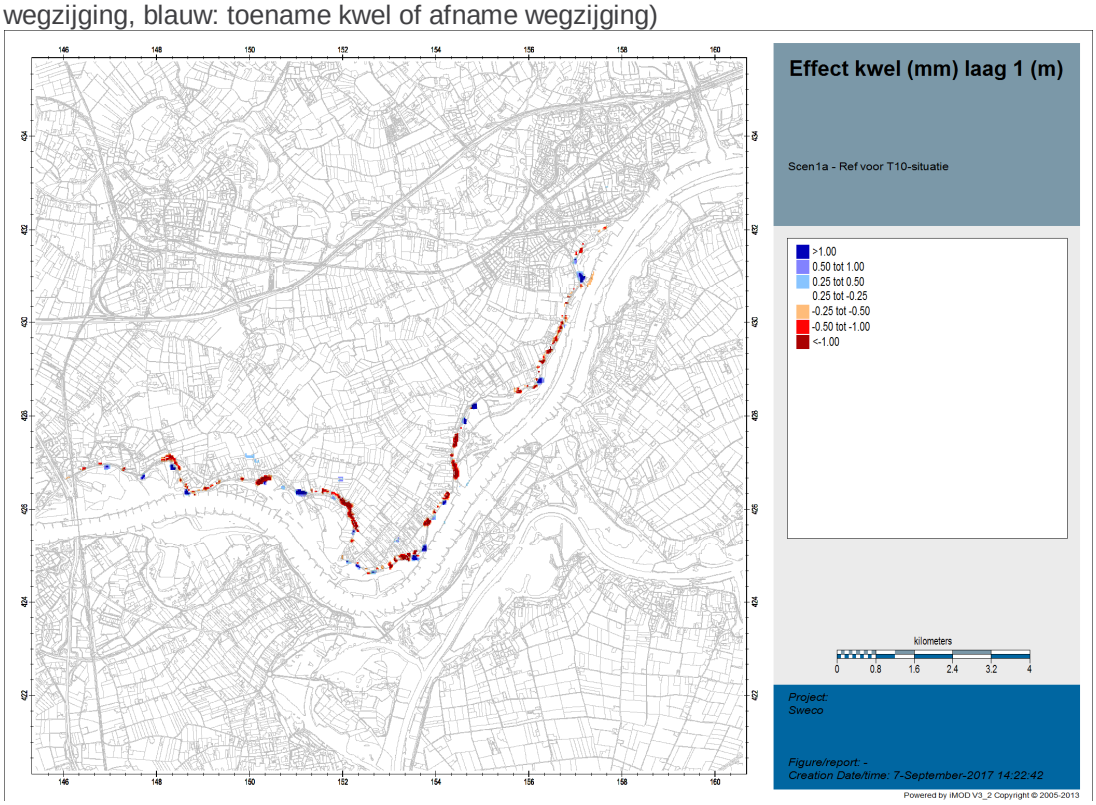
In Figuur 3-7 tot en met Figuur 3-9 zijn de effecten op de kwel weergegeven. Deze is natuurlijk sterk gelinkt aan de effecten op de grondwaterstanden. Lokaal is er in de GLG-situatie sprake van afname van de wegzijging. In de GHG- en T10-situatie is er alleen dicht bij de dijk een beperkt effect berekend: alleen direct langs de dijk is een afname van de kwel berekend.



Figuur 3-7 Effect op de kwel in GLG-situatie (scenario 1A, rood: afname kwel of toename wegzijging, blauw: toename kwel of afname wegzijging)



Figuur 3-8 Effect op de kwel in GHG-situatie (scenario 1A, rood: afname kwel of toename wegzijging, blauw: toename kwel of afname wegzijging)



Figuur 3-9 Effect op de kwel in T10-situatie (scenario 1A, rood: afname kwel of toename wegzijging, blauw: toename kwel of afname wegzijging)

3.2 Alternatief 1b Dijkversterking: een dikke dijk

3.2.1 Beschrijving

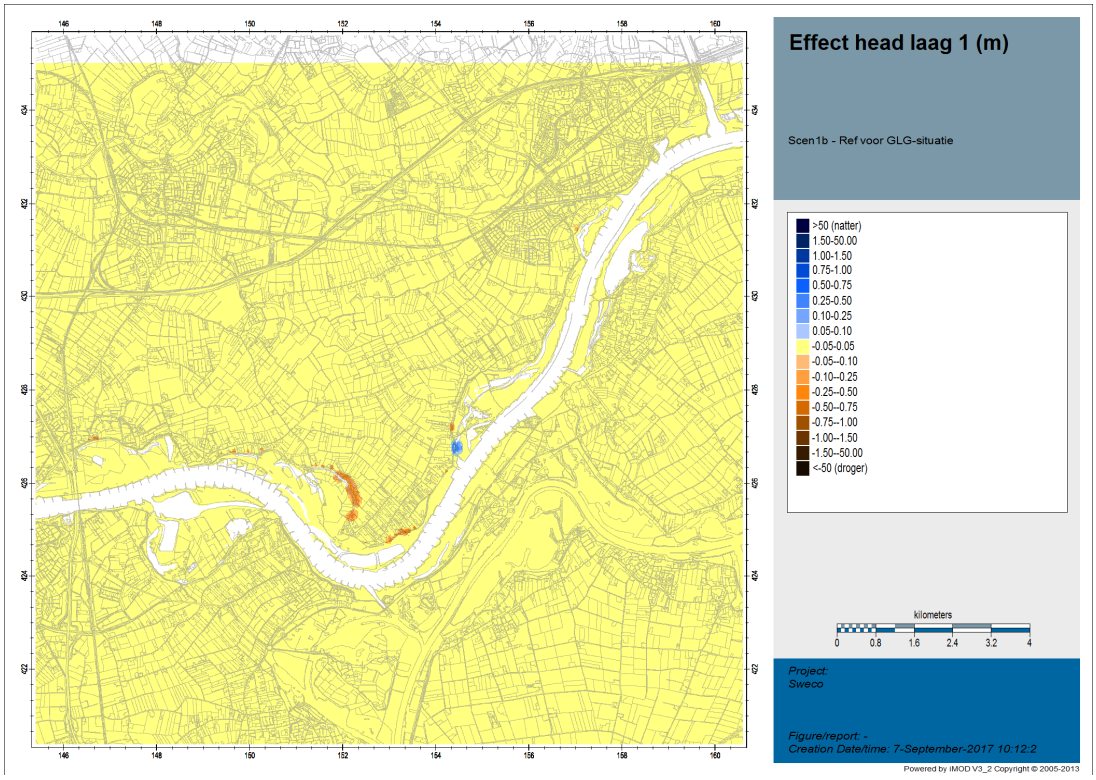
De dijk wordt verbreed wat leidt tot het dempen van verschillende waterlopen.

3.2.2 Modelimplementatie

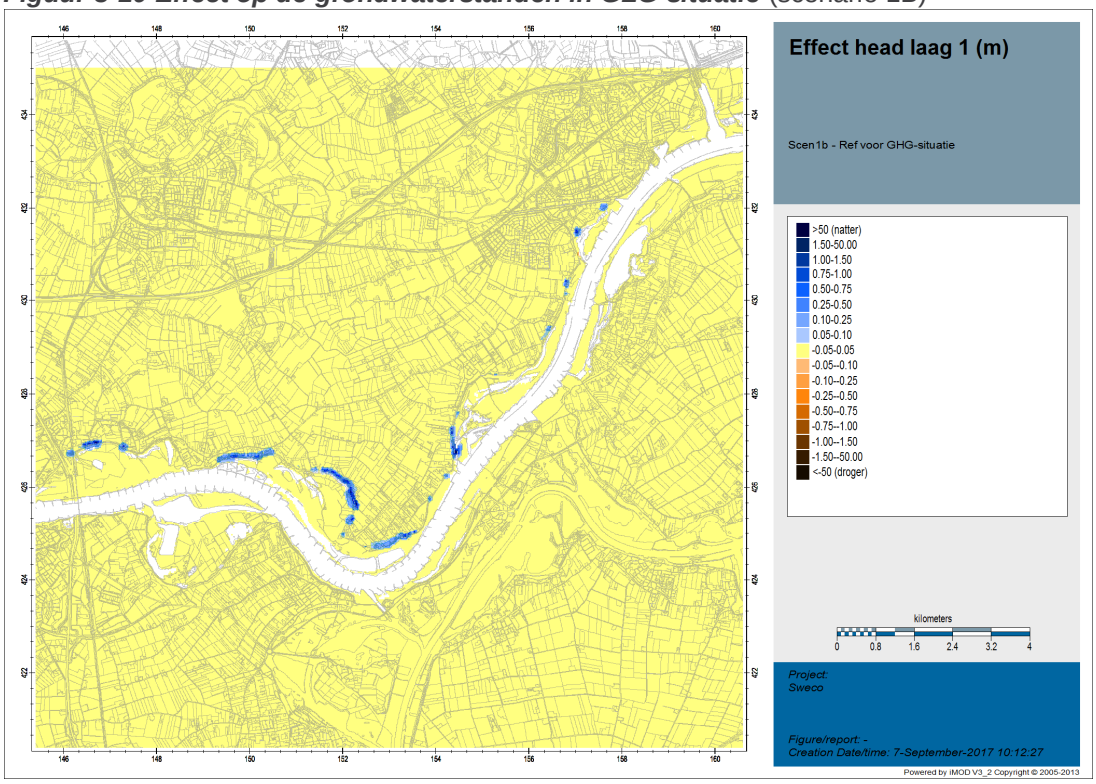
Op de locatie van de dijk worden de waterlopen gedempt. Er is geen rekening gehouden met het graven van nieuwe watergangen.
De rivierstanden per situatie worden opgelegd.

3.2.3 Effect op grondwaterstanden en stijghoogten

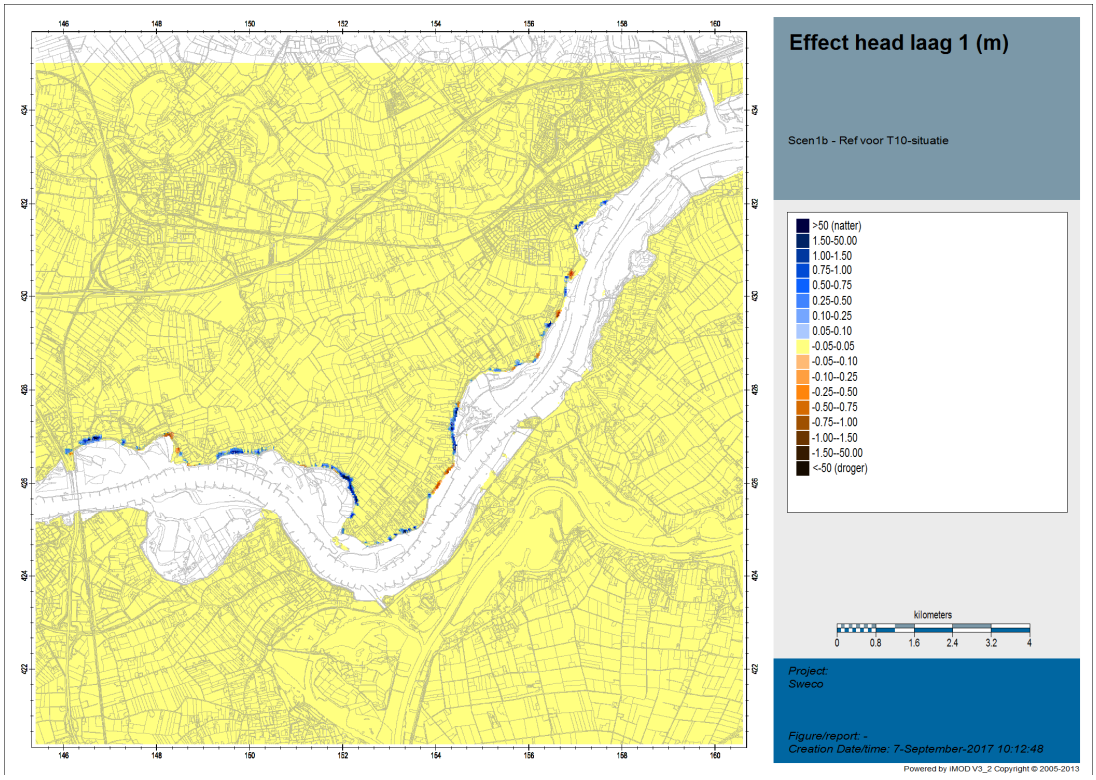
In Figuur 3-10 tot en met Figuur 3-15 zijn de effecten weergegeven. De effecten komen sterk overeen met scenario 1A waarbij de locatie van het optreden van effecten kan verschillen. De stijghoogten in het watervoerend pakket worden volgens de berekening minder dan 5 cm beïnvloed. De freatische grondwaterstanden worden zoals verwacht lokaal door het dempen van watergangen beïnvloed. In de GLG-situatie is er in enkele gevallen sprake van een verlaging van de grondwaterstanden door verminderde infiltratie vanuit de verwijderde waterlopen.
Verschillende waterlopen zullen teruggebracht worden waardoor de effecten verder zullen afnemen.



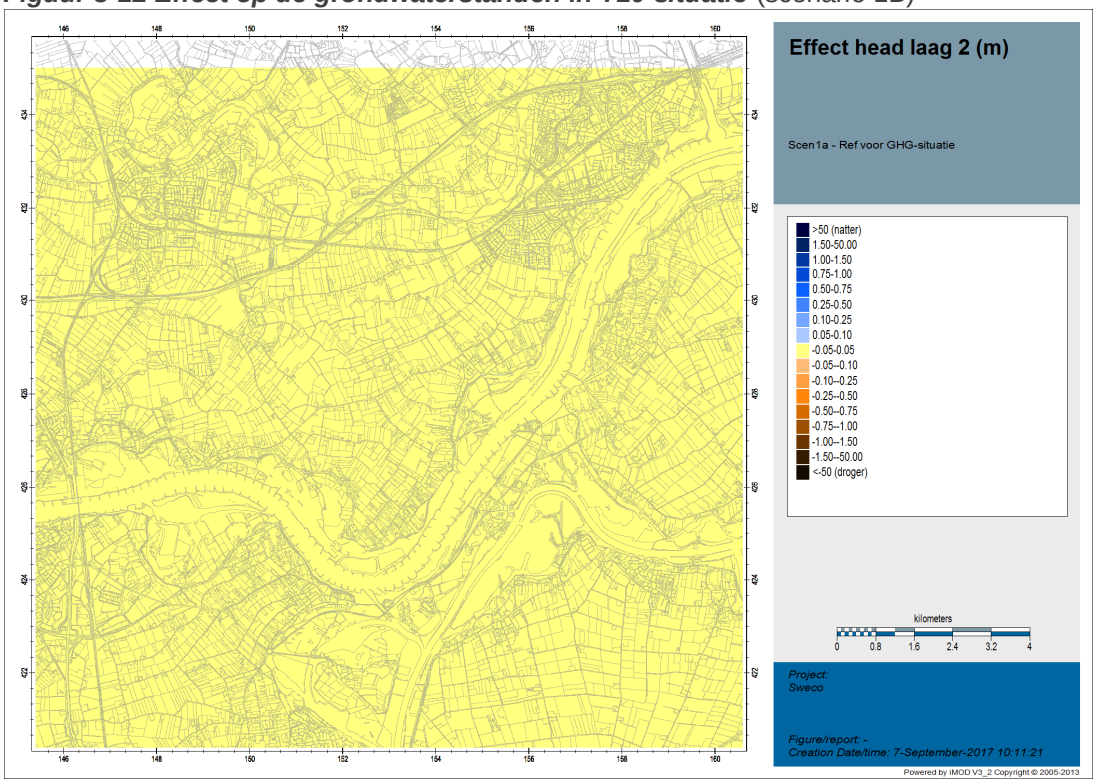
Figuur 3-10 Effect op de grondwaterstanden in GLG-situatie (scenario 1B)



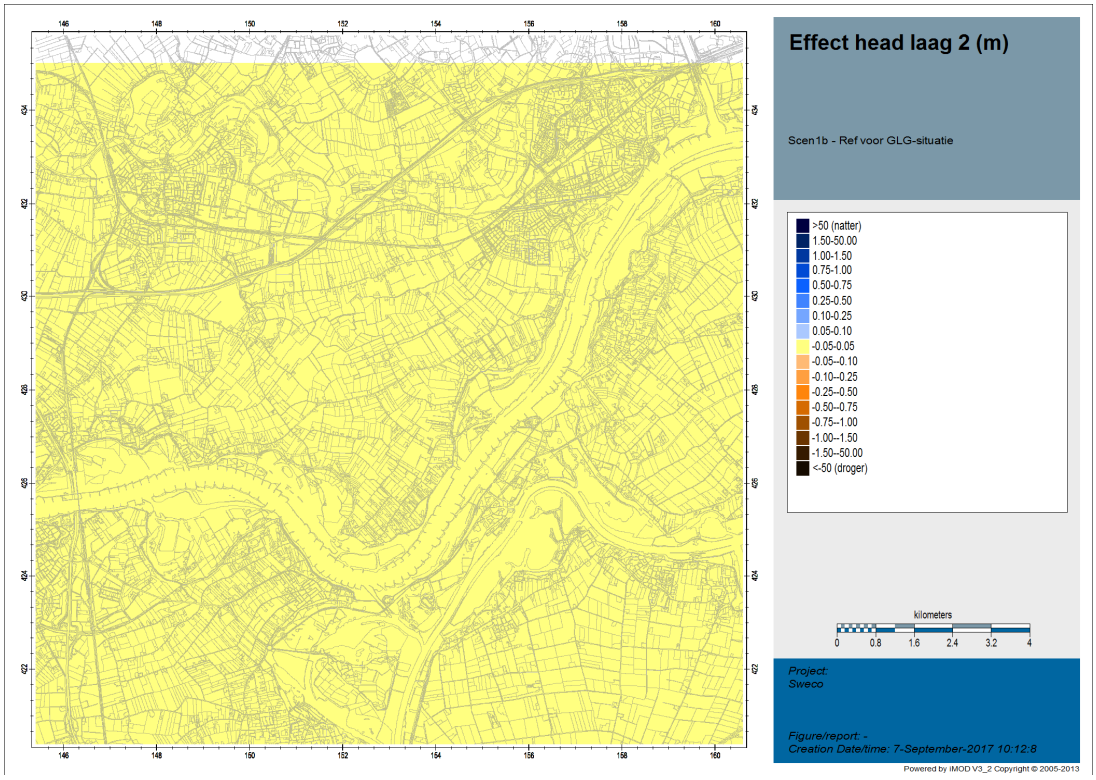
Figuur 3-11 Effect op de grondwaterstanden in GHG-situatie (scenario 1B)



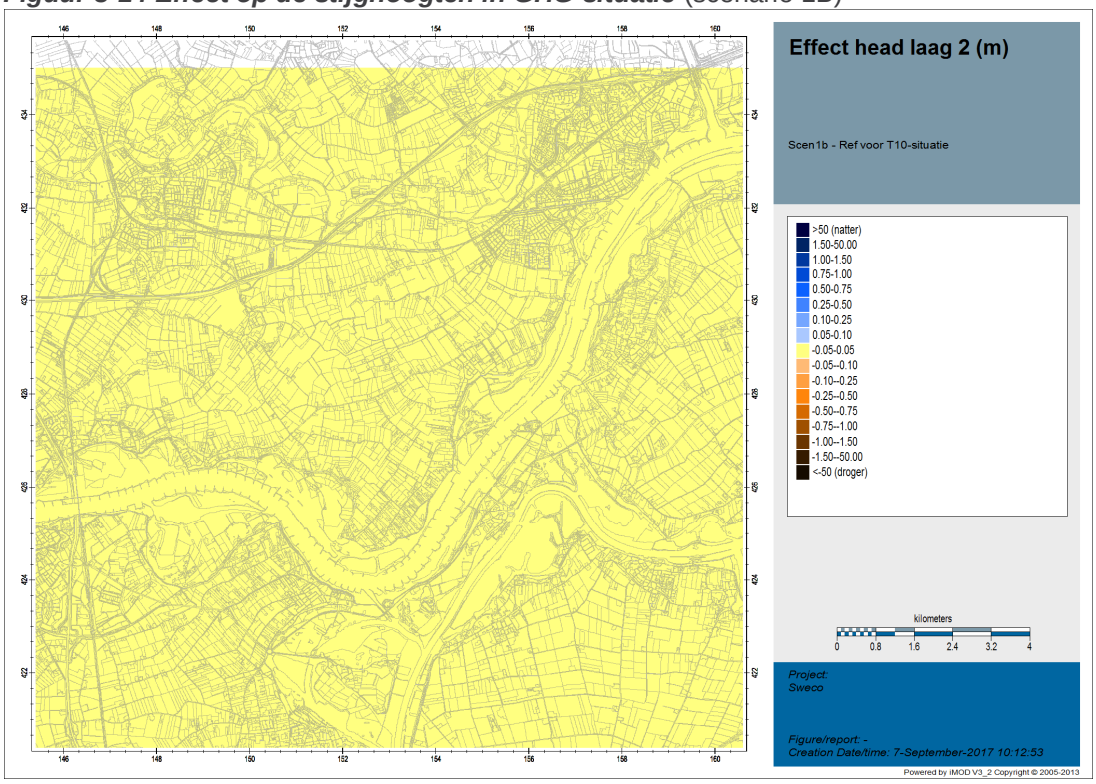
Figuur 3-12 Effect op de grondwaterstanden in T10-situatie (scenario 1B)



Figuur 3-13 Effect op de stijghoogten in GLG-situatie (scenario 1B)



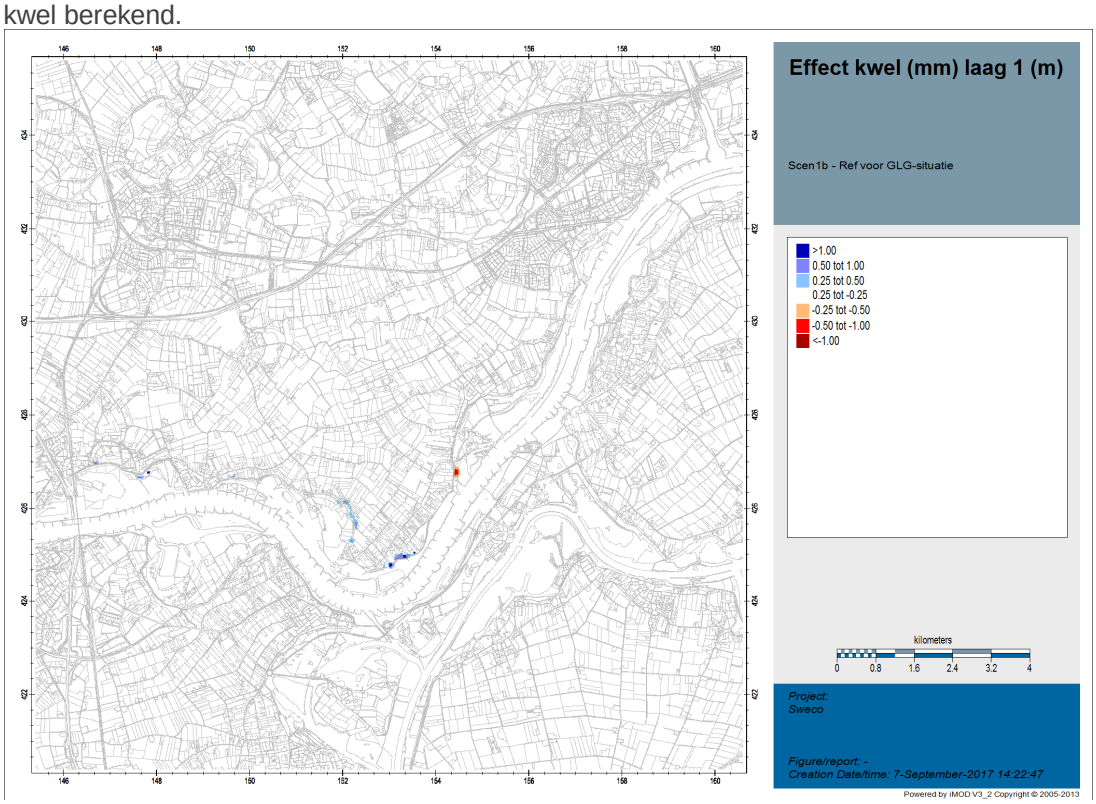
Figuur 3-14 Effect op de stijghoogten in GHG-situatie (scenario 1B)



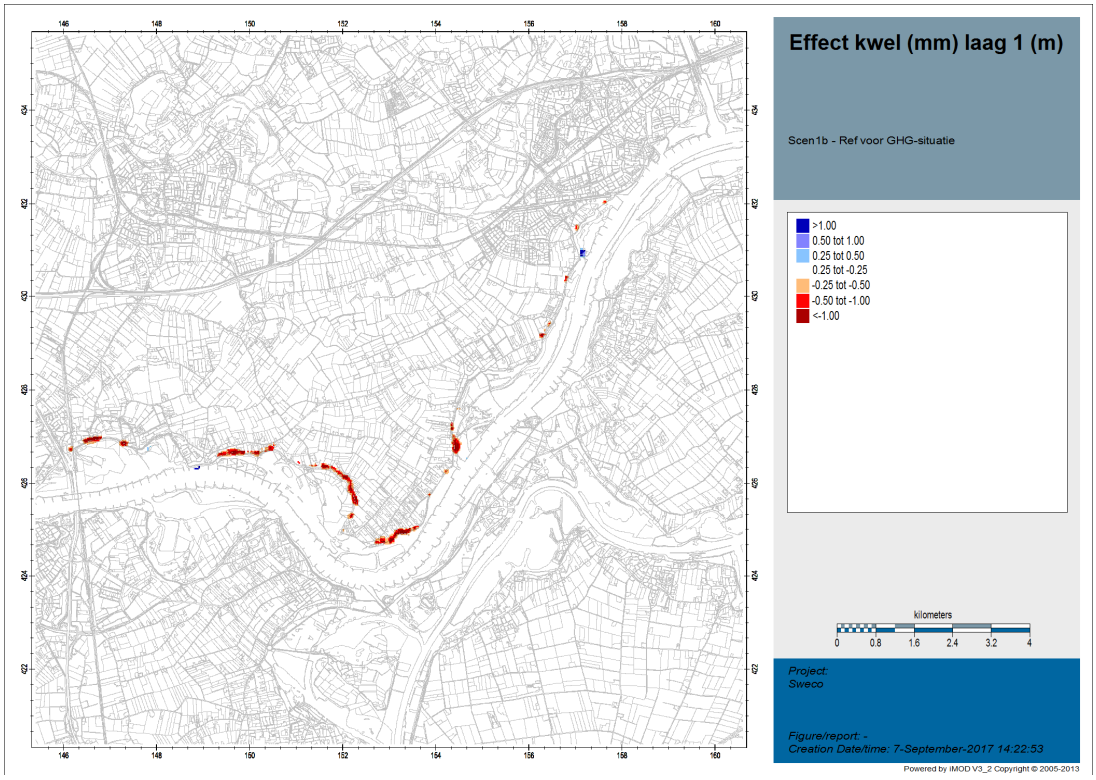
Figuur 3-15 Effect op de stijghoogten in T10-situatie (scenario 1B)

3.2.4 Effect op kwel

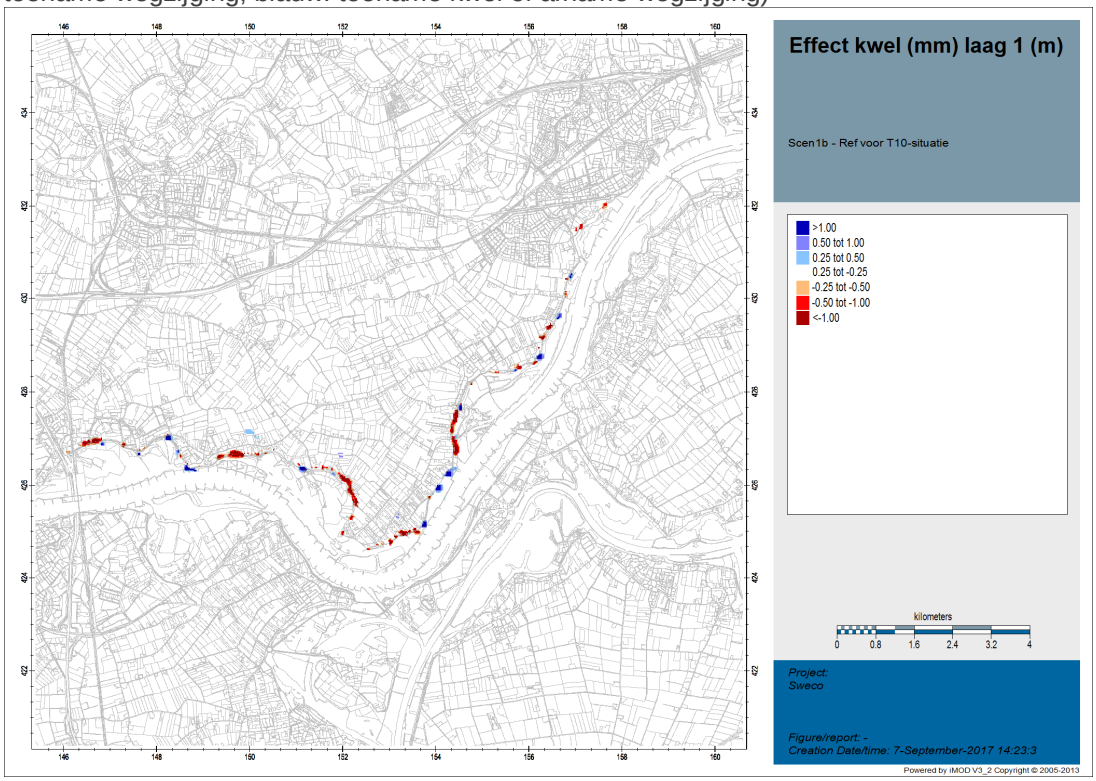
In Figuur 3-16 tot Figuur 3-18 en met zijn de effecten op de kwel weergegeven. Deze is natuurlijk sterk gelinkt aan de effecten op de grondwaterstanden. Lokaal is er in de GLG-situatie sprake van afname van de wegzijging. In de GHG- en T10-situatie is er alleen dicht bij de dijn een beperkt effect berekend: alleen direct langs de dijk is een afname van de kwel berekend.



Figuur 3-16 Effect op de kwel in GLG-situatie (scenario 1B, rood: afname kwel of toename wegzijging, blauw: toename kwel of afname wegzijging)



Figuur 3-17 Effect op de kwel in GHG-situatie (scenario 1B, rood: afname kwel of toename wegzijging, blauw: toename kwel of afname wegzijging)



Figuur 3-18 Effect op de kwel in T10-situatie (scenario 1B, rood: afname kwel of toename wegzijging, blauw: toename kwel of afname wegzijging)

3.3 Alternatief 2a Hoogwatergeul Varik-Hesselt: economie en landbouw

3.3.1 Beschrijving

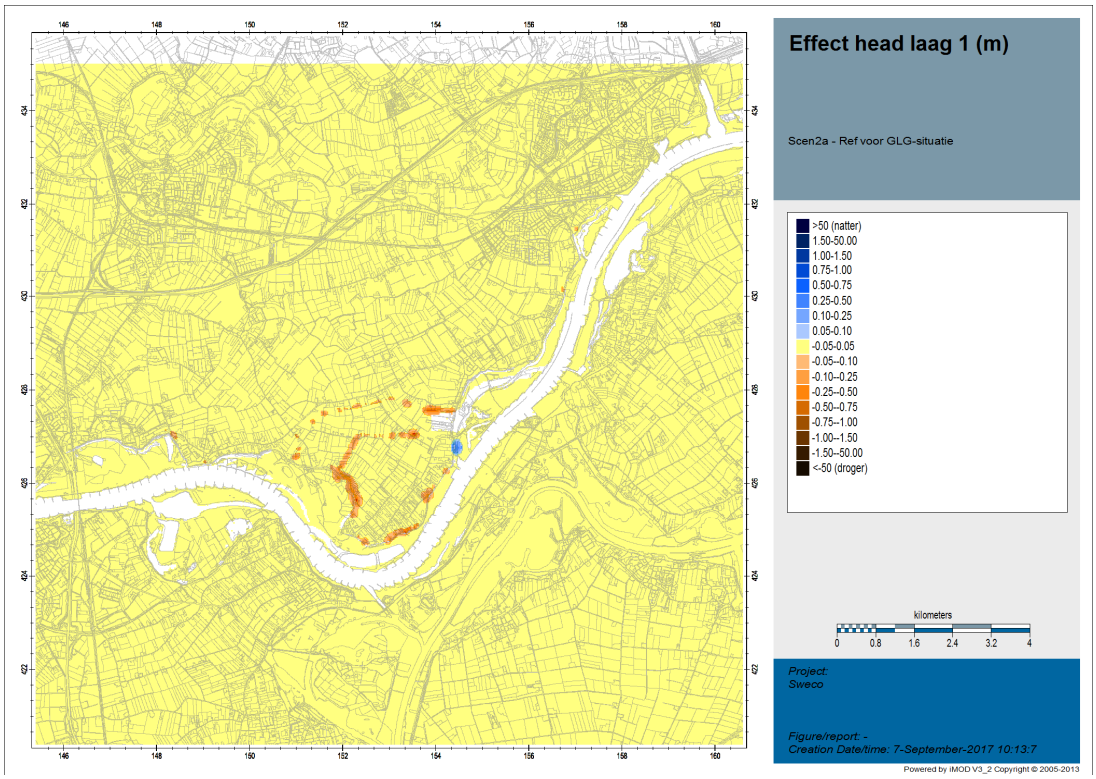
Kenmerk is het realiseren van een meestromende geul, die alleen bij rivierwaterstanden met een frequentie van kleiner dan eens per 50 jaar gaat meestromen. Voor de GLG, GHG en T10-situatie stroomt de geul dus niet mee. Het huidige peilbeheer en waterlopenstelsel wordt in de geul gehandhaafd.
Ter plaatse van de te realiseren dijken komen de aanwezige waterlopen te vervallen.

3.3.2 Modelimplementatie

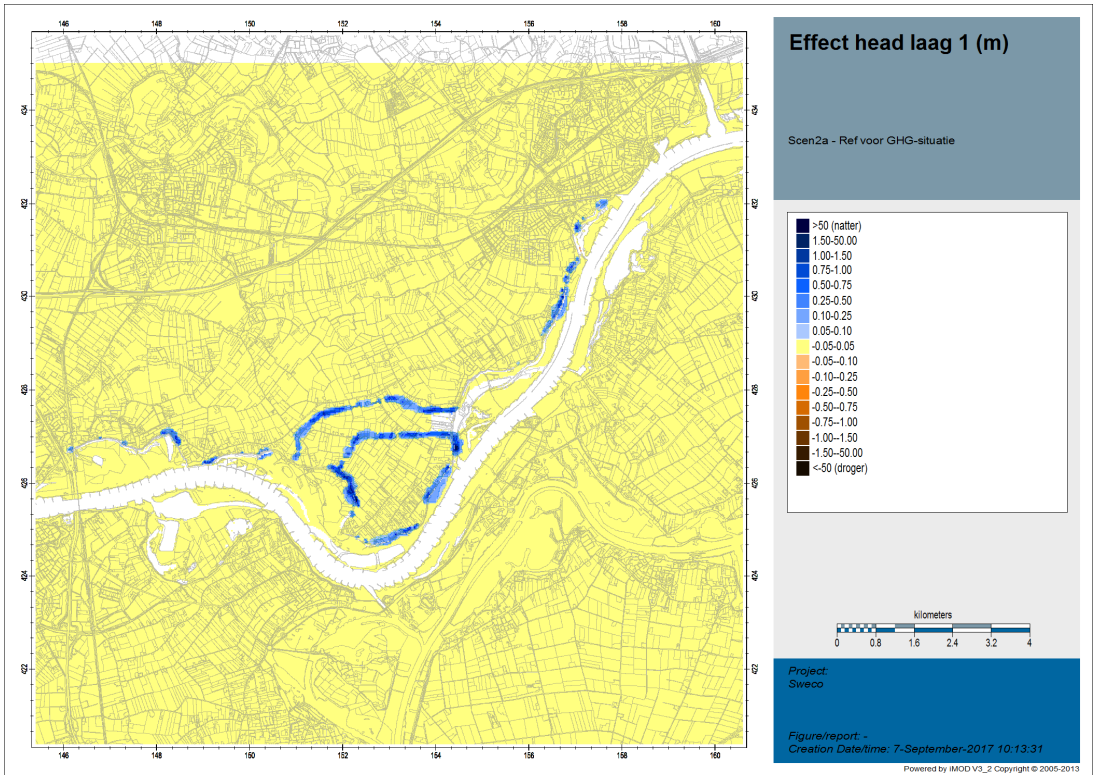
Op de locatie van de dijk worden de waterlopen gedempt. Er is geen rekening gehouden met het graven van nieuwe watergangen.
De rivierstanden per situatie worden opgelegd.

3.3.3 Effect op grondwaterstanden en stijghoogten

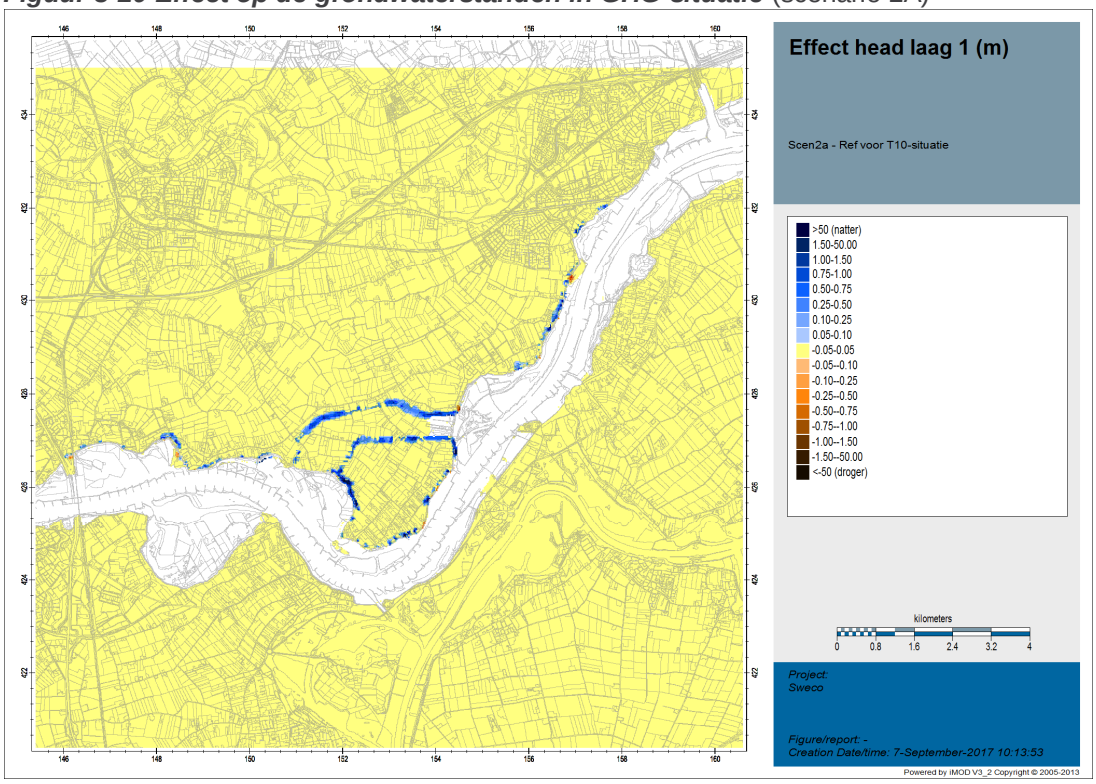
In Figuur 3-19 tot en met Figuur 3-24 zijn de effecten weergegeven. De effecten komen sterk overeen met scenario 1A en 1B in de zin van het optreden van de effecten ter plaatse van de te realiseren dijken. De stijghoogten in het watervoerend pakket worden volgens de berekening minder dan 5 cm beïnvloed. De freatische grondwaterstanden worden zoals verwacht lokaal door het dempen van watergangen beïnvloed. In de GLG-situatie is er in enkele gevallen sprake van een verlaging van de grondwaterstanden door verminderde infiltratie vanuit de verwijderde waterlopen.
Verschillende waterlopen zullen teruggebracht worden waardoor de effecten verder zullen afnemen.



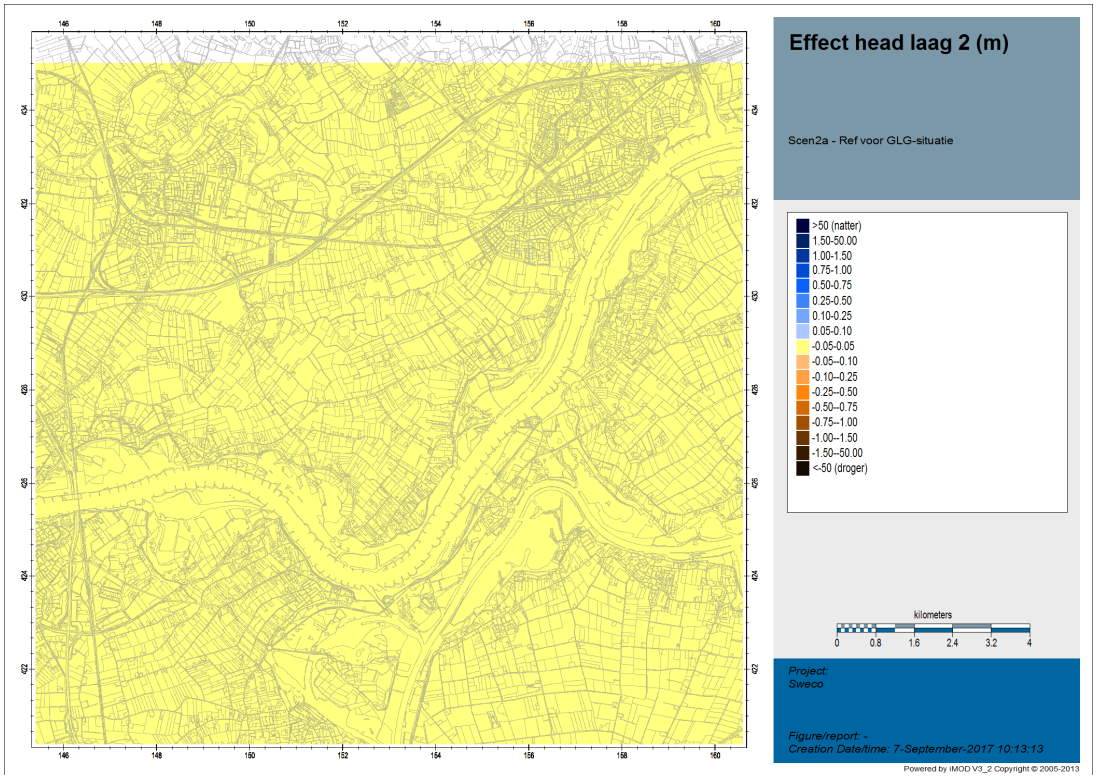
Figuur 3-19 Effect op de grondwaterstanden in GLG-situatie (scenario 2A)



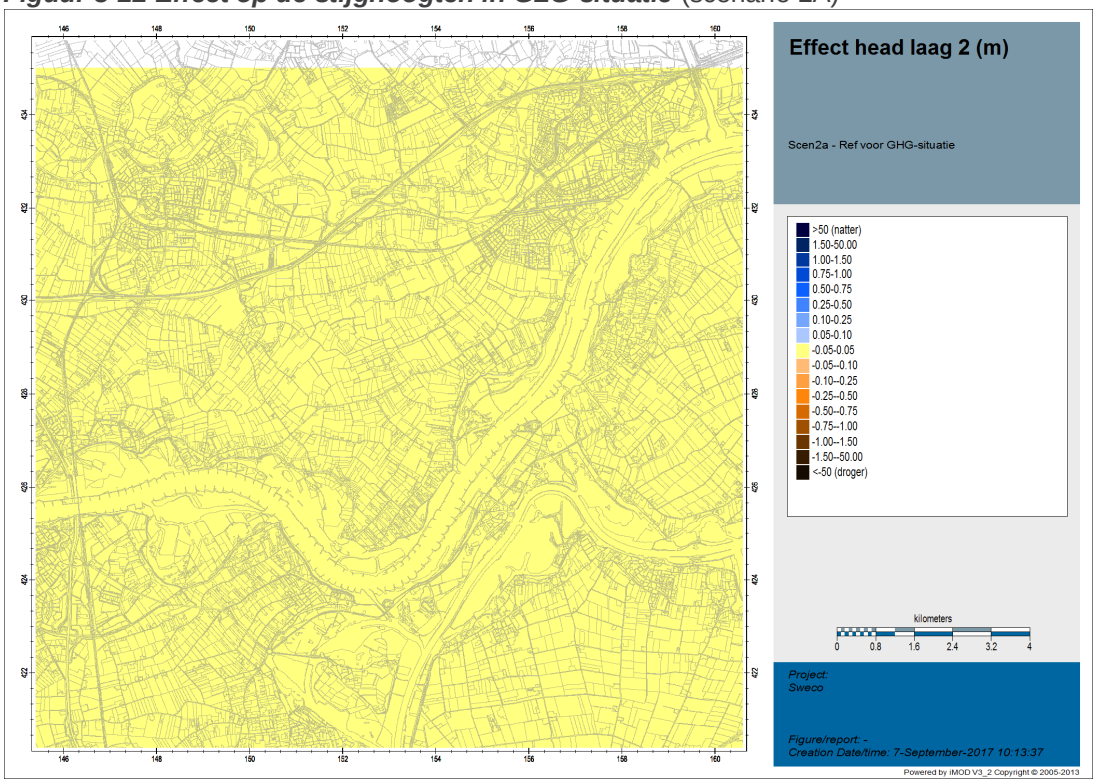
Figuur 3-20 Effect op de grondwaterstanden in GHG-situatie (scenario 2A)



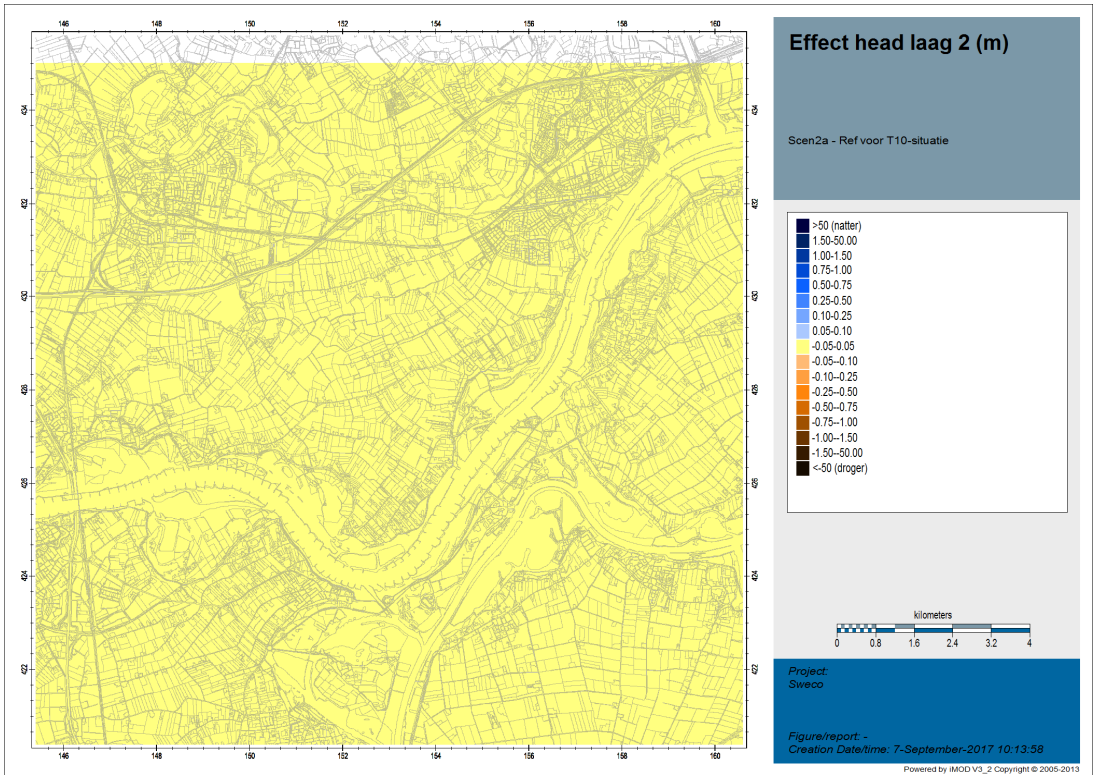
Figuur 3-21 Effect op de grondwaterstanden in T10-situatie (scenario 2A)



Figuur 3-22 Effect op de stijghoogten in GLG-situatie (scenario 2A)



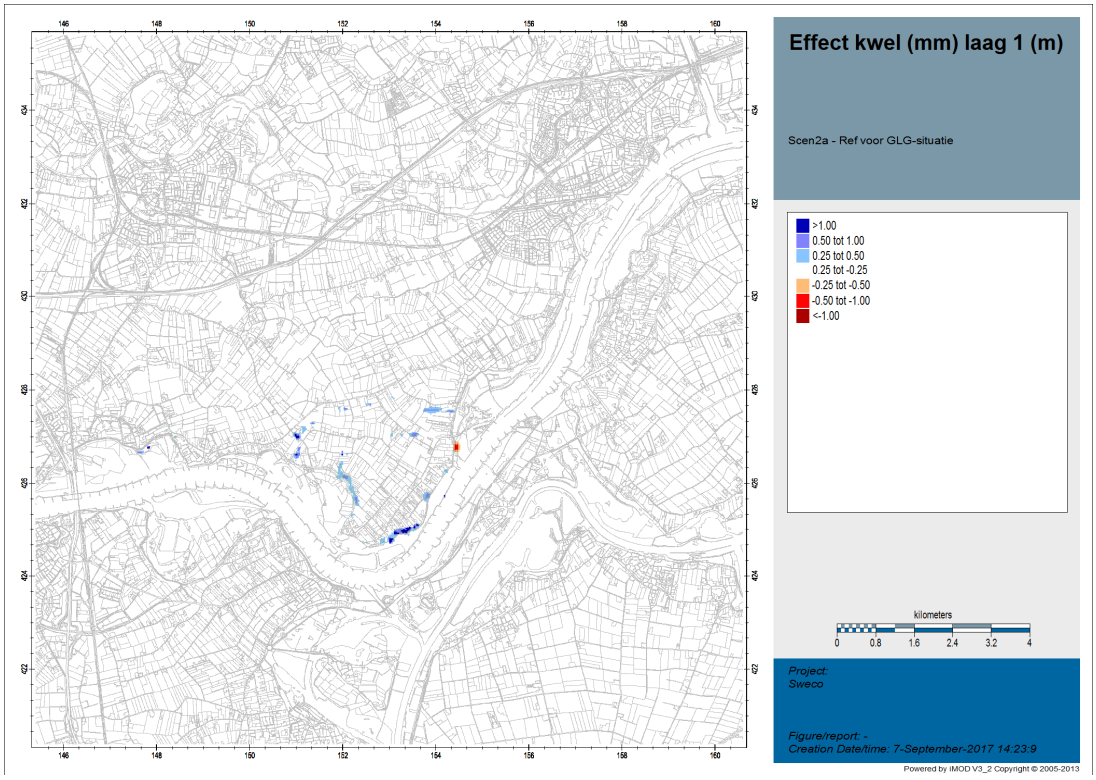
Figuur 3-23 Effect op de stijghoogten in GHG-situatie (scenario 2A)



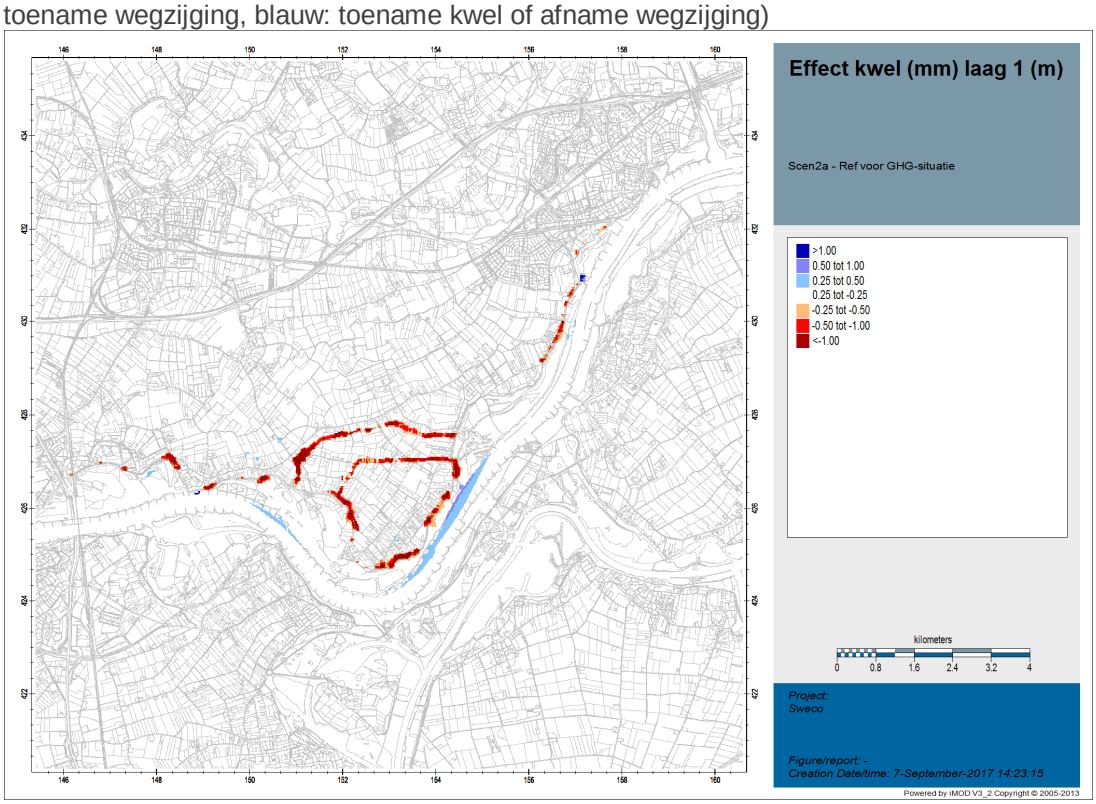
Figuur 3-24 Effect op de stijghoogten in T10-situatie (scenario 2A)

3.3.4 Effect op kwel

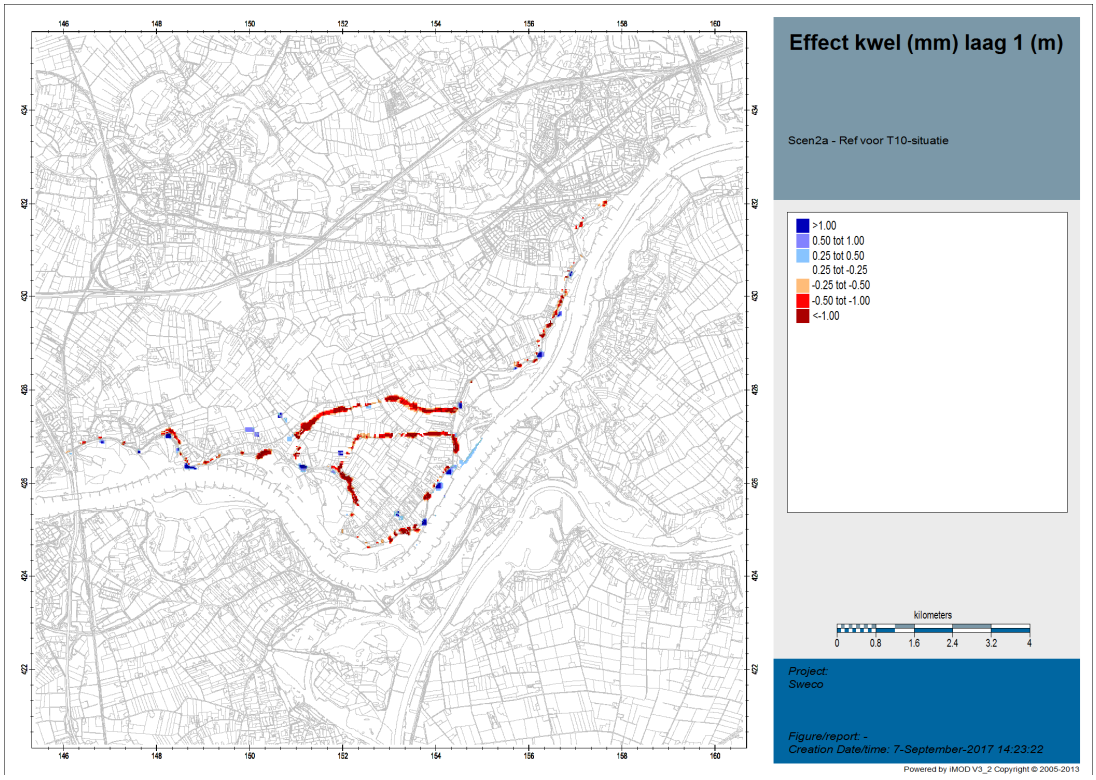
In Figuur 3-25 tot Figuur 3-27 en met zijn de effecten op de kwel weergegeven. Deze is natuurlijk sterk gelinkt aan de effecten op de grondwaterstanden. Lokaal is er in de GLG-situatie sprake van afname van de infiltratie. In de GHG-situatie is ook een beperkte vermindering van de wegzijging t.p.v. de rivier zichtbaar als gevolg van de licht verminderde ontwatering binnendijks.



Figuur 3-25 Effect op de kwel in GLG-situatie (scenario 2A, rood: afname kwel of toename wegzijging, blauw: toename kwel of afname wegzijging)



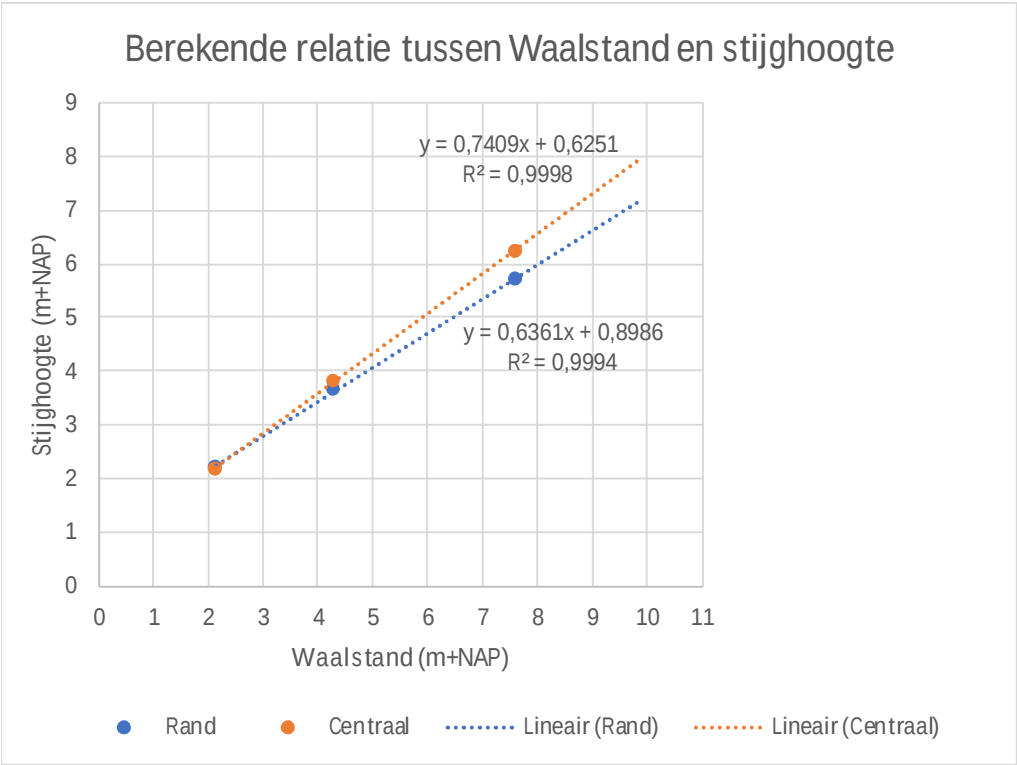
Figuur 3-26 Effect op de kwel in GHG-situatie (scenario 2A, rood: afname kwel of toename wegzijging, blauw: toename kwel of afname wegzijging)



Figuur 3-27 Effect op de kwel in T10-situatie (scenario 2A, rood: afname kwel of toename wegzijging, blauw: toename kwel of afname wegzijging)

3.3.5 Effect op opbarsten van de deklaag

Een bijzondere situatie doet zich voor bij variant 2a en 2b. Bij extremere Waalstanden voert de nieuwe binnendijkse geul water en ligt rondom het gebied met de kernen Varik en Heeselt de Waal. De vraag is of de waterdruk in het watervoerend pakket zo hoog wordt dat dit gevolgen heeft voor de stabiliteit van de deklaag.
In variant 2B is in de T=10-situatie het gebied Varik-Heeselt omringt door water. Variant 2B is een worstcase voor variant 2A omdat in 2A de binnendijkse geul niet wordt uitgegraven en daar de weerstand van de deklaag dus intact blijft.
In Figuur 3-28 zijn de kenmerkende rivierstanden en stijghoogten weergegeven voor een punt midden en aan de zuidrand in dit gebied. Tevens is de lineaire (regressie)relatie tussen de Waalstand en de stijghoogte weergegeven met een extrapolatie tot een hoge stand (NAP 9,91 m bij 16000 m3/s). Hieruit blijkt dat bij deze hoge stand de stijghoogte in het watervoerend pakket tot NAP +7 à +8 m oploopt.



Figuur 3-28 Relatie tussen de Waalstand en de stijghoogte (punt rand: 153000,425000, punt centraal: 153000, 426000)

De kans op opbarsten of opdrijven van de deklaag is afhankelijk van verschillende factoren: maaiveldhoogte, dikte deklaag en soortelijk gewicht van het materiaal in de deklaag. In Tabel 3-1 is dit weergegeven, uitgaande van een soortelijk gewicht van 1700 kg/m3 als gemiddeld voor het deklaag materiaal en van een stijghoogte van NAP +7,5 m. Een veiligheidsfactor van minimaal 1,1 wordt gewoonlijk geëist bij het voorkomen van opbarsten (de neerwaartse druk is dan 1,1 maal zo groot als de opwaartse druk). Hieruit volgt dat bij een extreme situatie de deklaag waarschijnlijk niet stabiel is voor een groot deel van het gebied. Het is de vraag wat er dan gebeurt: mogelijk dat lokaal wellen ontstaan, of dat lokaal de bodem van een watergang eruit gedrukt wordt, of dat over een groter gebied het maaiveld gaat opdrijven.

*Tabel 3-1 Veiligheidsfactor tegen opbarsten bij verschillende maaiveldhoogten en dikten van de deklaag**

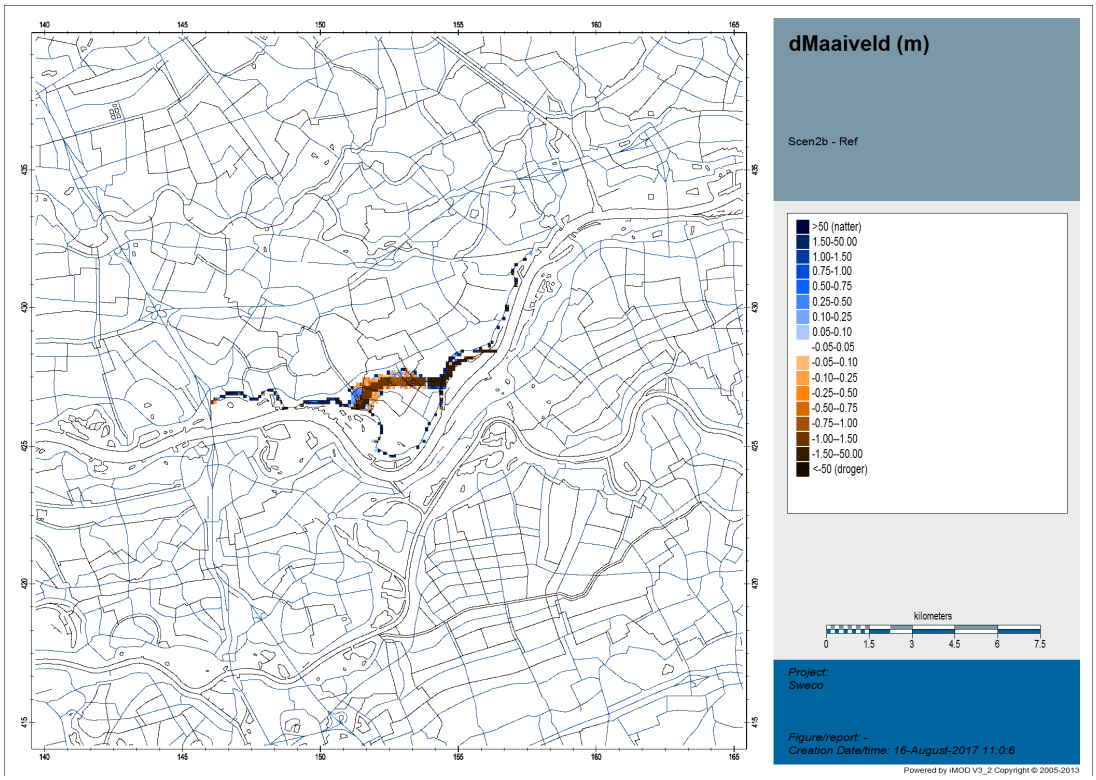
	maaiveldhoogte (m+NAP)		
dikte deklaag (m)	3,4	3,8	4,2
4,5	0,9	0,9	1,0
5	0,9	1,0	1,0
5,5	1,0	1,0	1,1
6	1,0	1,1	1,1
6,5	1,0	1,1	1,1
7	1,1	1,1	1,2

**uitgaande van een soortelijk gewicht van 1700 kg/m3 als gemiddeld voor het deklaag materiaal en van een stijghoogte van NAP +7,5 m*

3.4 Alternatief 2b Hoogwatergeul Varik-Hesselt: natuur

3.4.1 Beschrijving

Kenmerk is het realiseren van een meestromende geul, die alleen bij rivierwaterstanden met een frequentie van kleiner dan T15 gaat meestromen. Het benedenstroomse uitstroompunt van de geul staat in verbinding met de rivier. Als de rivierstand hoog genoeg stijgt zal dus ook bij minder extreme gebeurtenissen dan T15 de geul inunderen.
De geul wordt verdiept, daarmee komt het huidige waterlopenstelsel in de geul te vervallen.



Figuur 3-29 Verandering van de maaiveldhoogte ter plaatse van de geul (scenario 2B)

Ter plaatse van de te realiseren dijken komen de aanwezige waterlopen te vervallen.

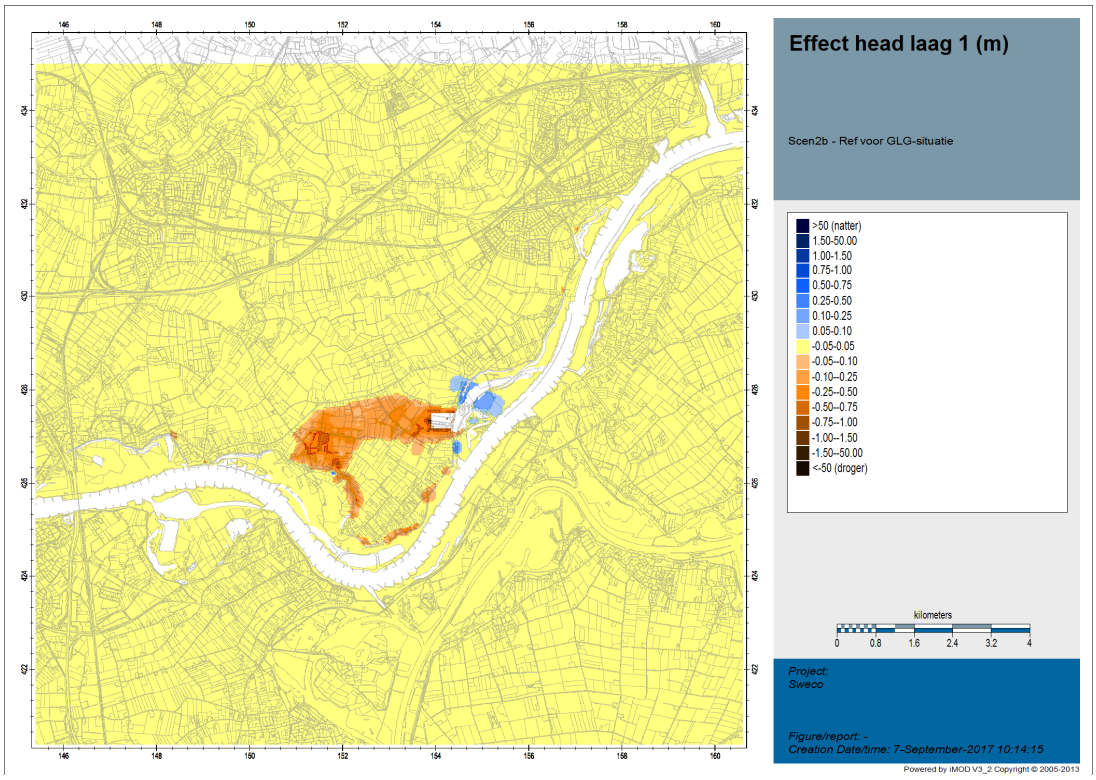
3.4.2 Modelimplementatie

Op de locatie van de nieuwe dijk worden de waterlopen gedempt. Er is geen rekening gehouden met het graven van nieuwe watergangen, als vervanging van de bestaande.
Als de rivierstand hoog genoeg stijgt zal dus ook bij minder extreme gebeurtenissen dan T15 de geul inunderen. De rivierstand bij GLG, GHG en T10 is vergeleken met de nieuwe maaiveldhoogte in de geul en indien deze hoger is als rivier ingebracht (conductivity=125 m2/d, infiltratiefactor =1). De rivierstanden per situatie worden opgelegd.
De weerstand van de deklaag is verminderd conform de mate van de doorsnijding van de deklaag. Vooral bij het instroompunt van de geul wordt de deklaag zo goed als geheel doorsneden en blijft een lage weerstand over: in het model is ter plaatse van de geul een infiltratieweerstand van 5 dagen (RIV-module), daarbij dient de weerstand van de deklaag opgeteld worden.

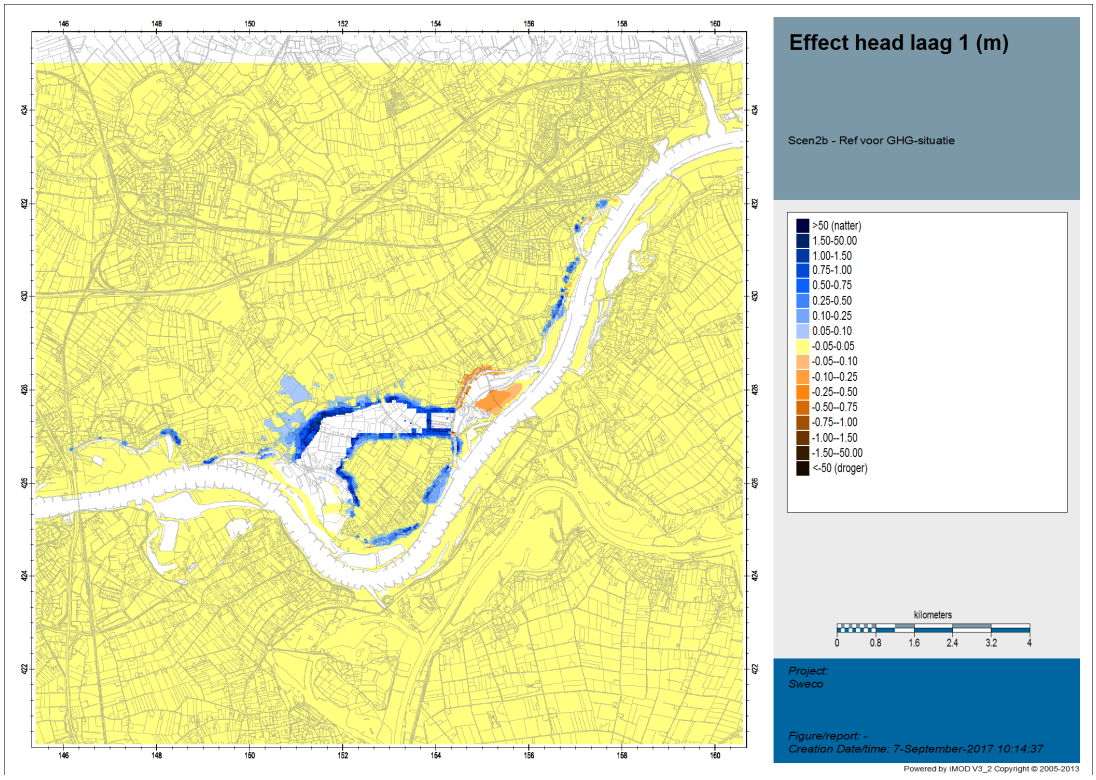
De geul wordt verdiept en het waterlopenstelsel in de geul komt te vervallen. Als de geul droog staat zal het maaiveld als drainagemiddel fungeren: dit is via de runoff-module (OLF) geïmplementeerd.

3.4.3 Effect op grondwaterstanden en stijghoogten

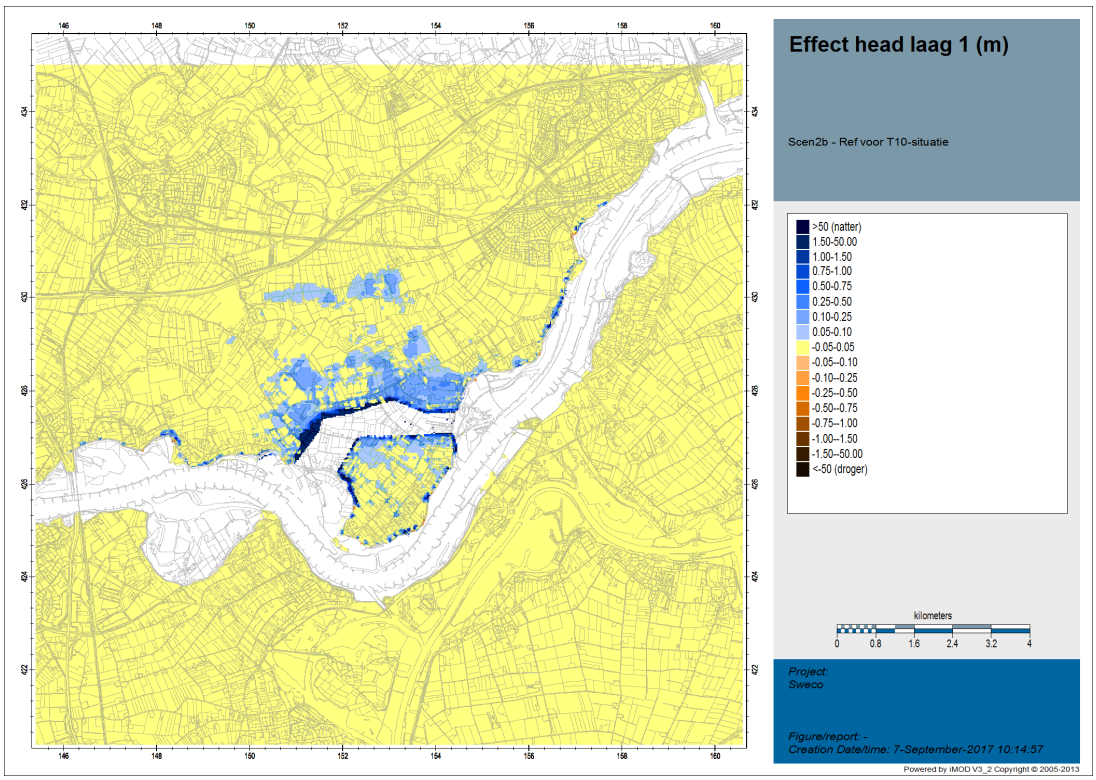
In Figuur 3-30 tot en met Figuur 3-35 zijn de effecten weergegeven. In de GLG-situatie staat de geul droog, dan zijn de Waalstanden ter plaatse lager dan de maaiveldhoogte. In de huidige situatie (referentie) is er ter plaatse van de geul wegzijging vanuit het oppervlaktewater naar de ondergrond. Door het vervallen van de watergangen komt deze voeding van het grondwater te vervallen en daalt de grondwaterstand. In de uiterwaarden bij Ophemert is een lichte verhoging van de grondwaterstanden berekend, die te maken heeft met een aanpassing van de weerstand van de deklaag. Tijdens een GHG- en T10-situatie staat in de geul water, wat ook binnendijks voor verhoging van de grondwaterstanden zorgdraagt. In de T10-situatie lopen de effecten op tot 0,30 m.
De stijghoogten in het watervoerend pakket worden volgens de berekening ter plaatse van de geul tot circa 1 m verhoogd in geval van een T10-situatie.



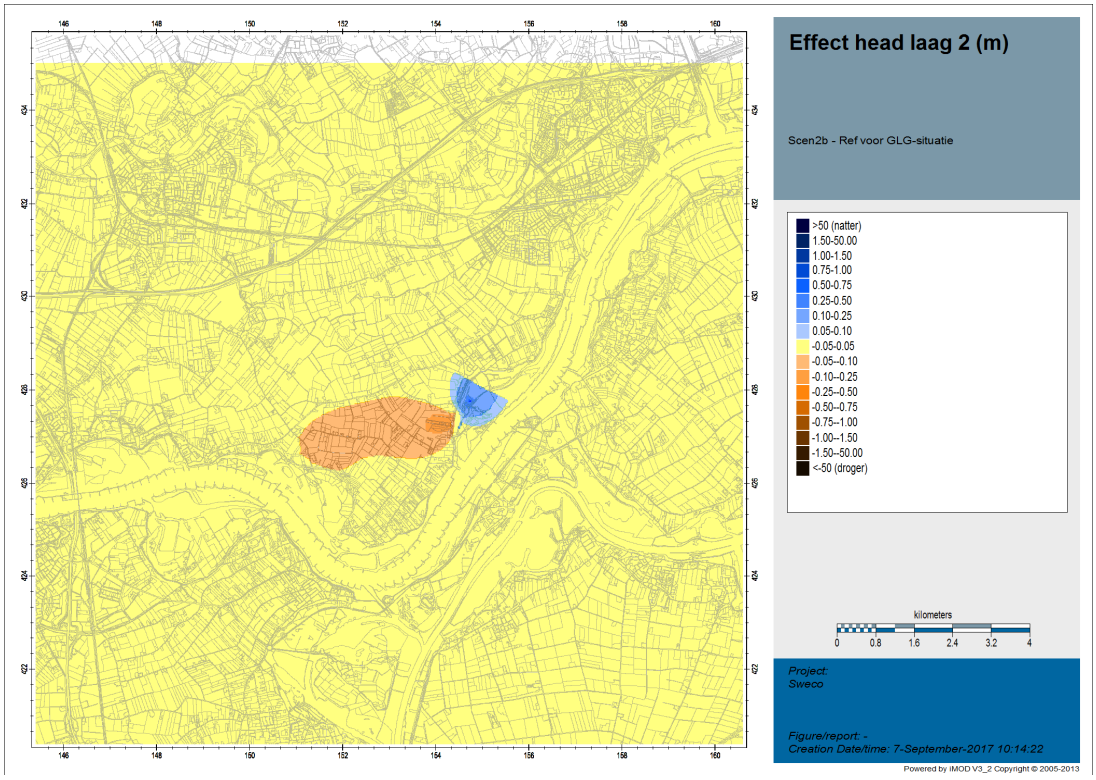
Figuur 3-30 Effect op de grondwaterstanden in GLG-situatie (scenario 2B)



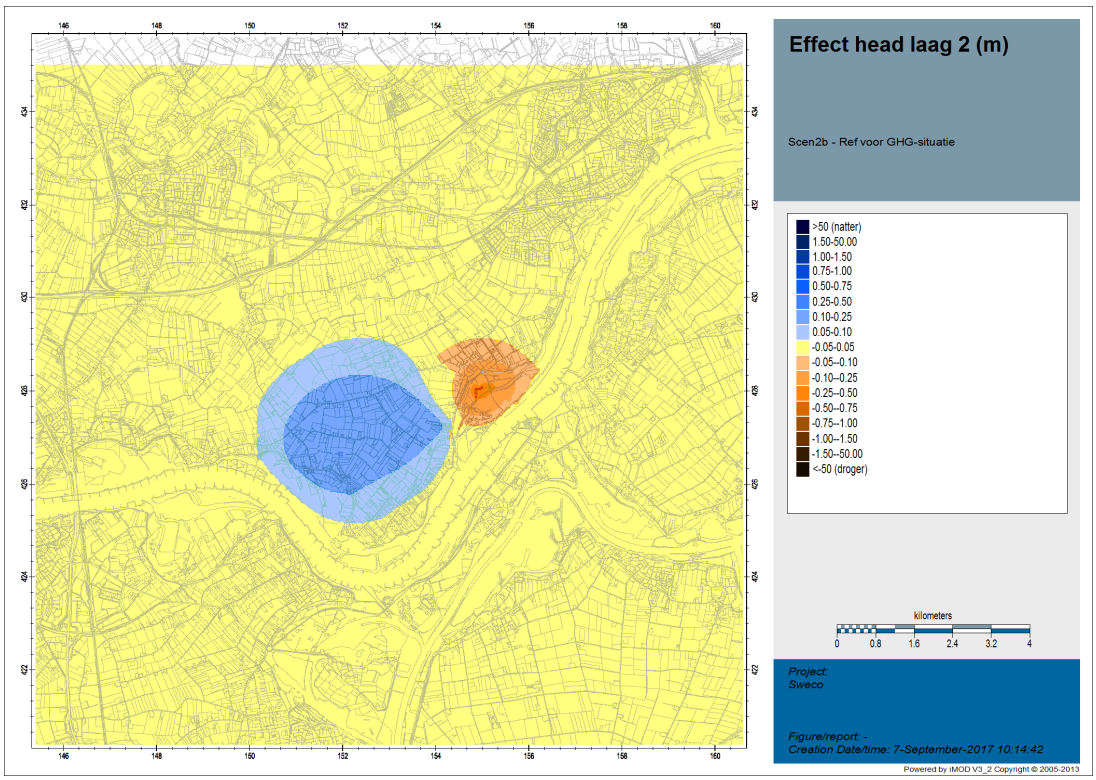
Figuur 3-31 Effect op de grondwaterstanden in GHG-situatie (scenario 2B)



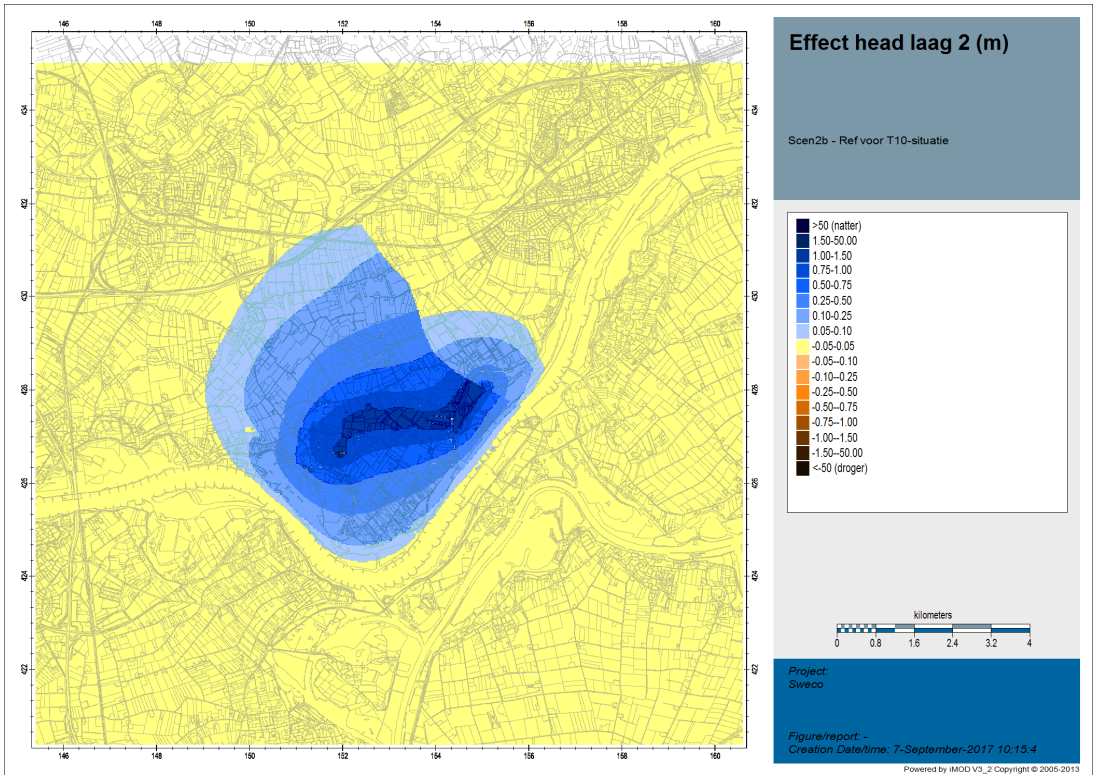
Figuur 3-32 Effect op de grondwaterstanden in T10-situatie (scenario 2B)



Figuur 3-33 Effect op de stijghoogten in GLG-situatie (scenario 2B)



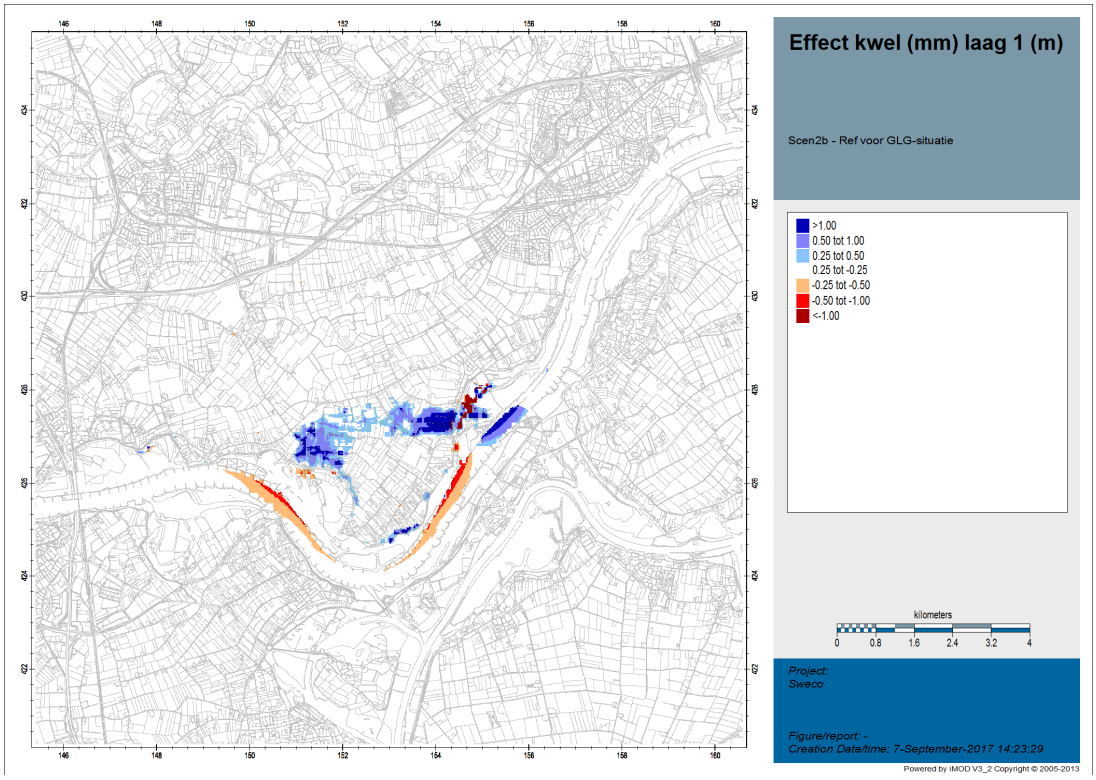
Figuur 3-34 Effect op de stijghoogten in GHG-situatie (scenario 2B)



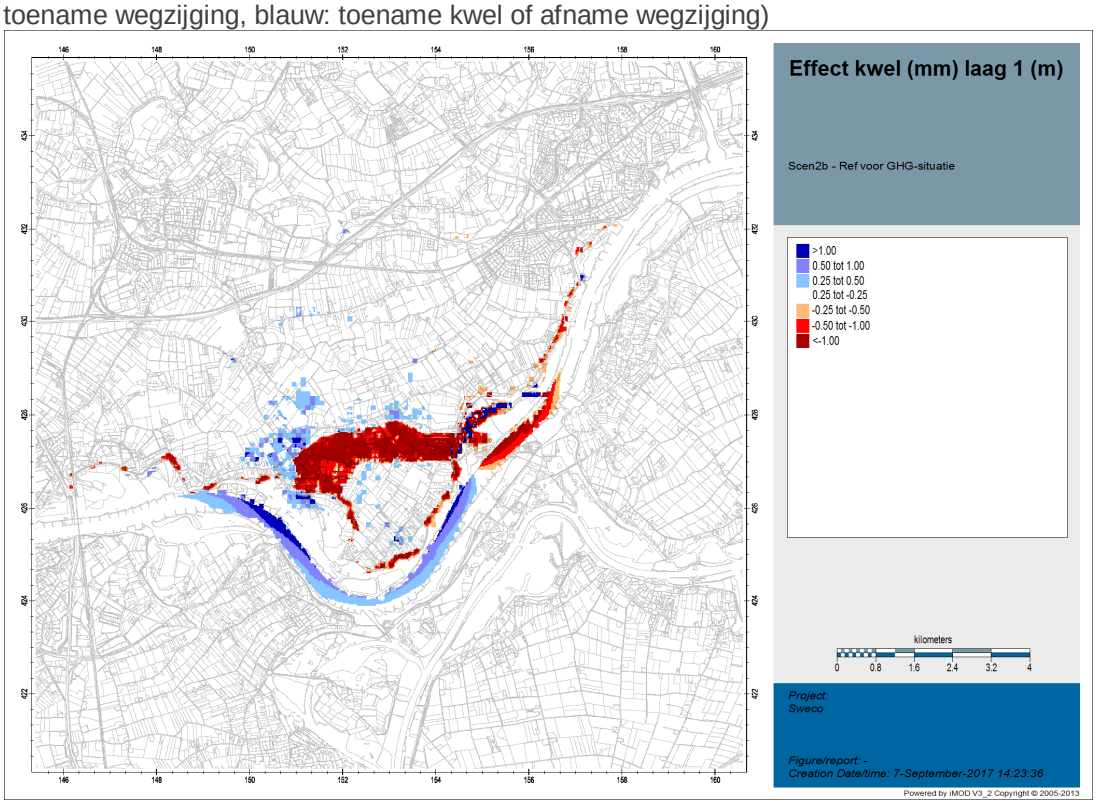
Figuur 3-35 Effect op de stijghoogten in T10-situatie (scenario 2B)

3.4.4 Effect op kwel

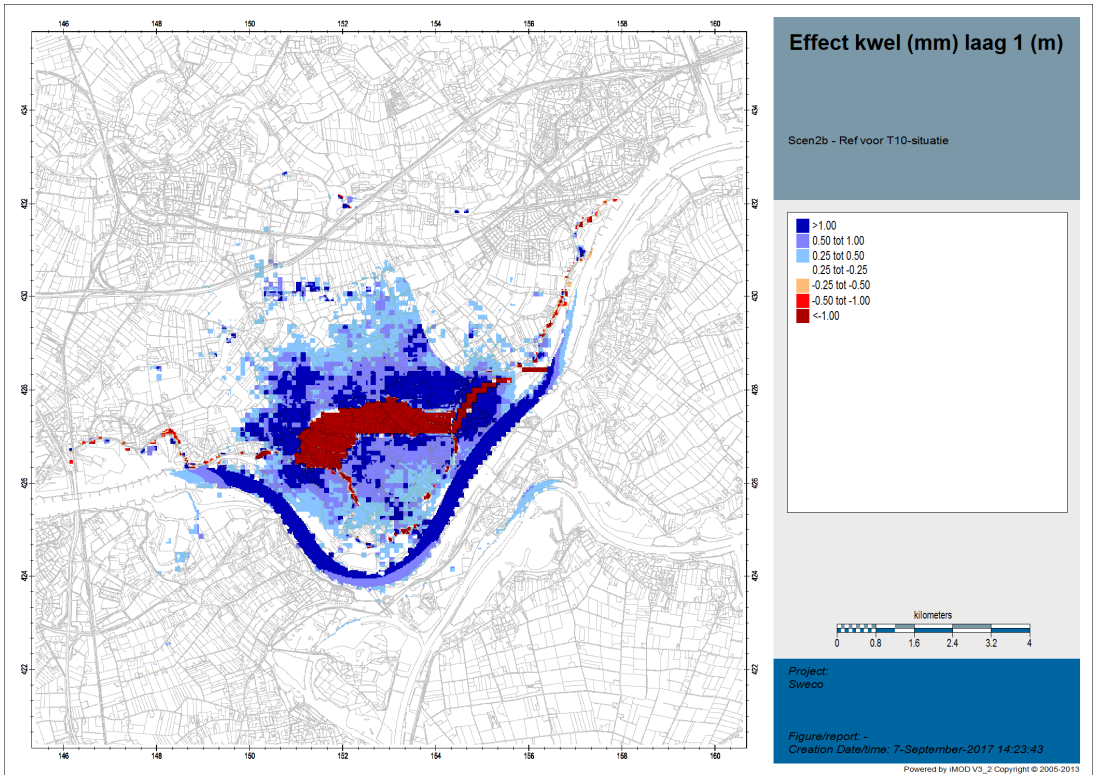
In Figuur 3-36 tot en met Figuur 3-38 zijn de effecten op de kwel weergegeven. Door het vervallen van de watergangen komt de voeding van het grondwater te vervallen en daalt de grondwaterstand. In de GLG-situatie neemt daardoor ter plaatse van de geul de voeding van het grondwater af in vergelijking met de huidige situatie. In de GHG-situatie is juist een toename van de wegzijging ter plaatse van de geul zichtbaar en de toename van de kwel aan de binnendijkse zijde. Dit effect treedt nog sterker op in de T10 situatie met kweltoenames tot 4 mm/d.



Figuur 3-36 Effect op de kwel in GLG-situatie (scenario 2B, rood: afname kwel of toename wegzijging, blauw: toename kwel of afname wegzijging)



Figuur 3-37 Effect op de kwel in GHG-situatie (scenario 2B, rood: afname kwel of toename wegzijging, blauw: toename kwel of afname wegzijging)



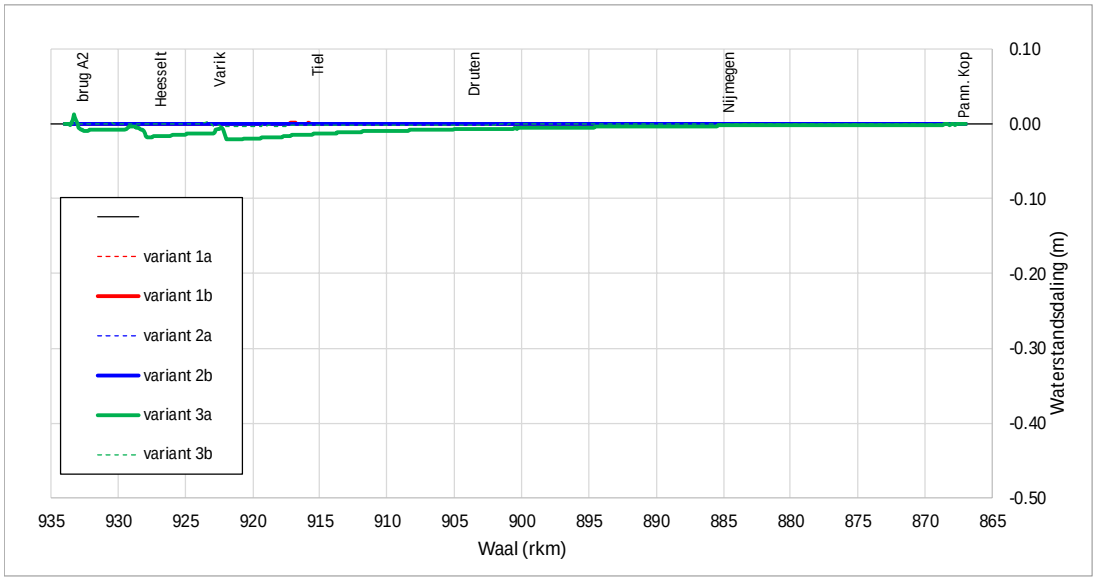
Figuur 3-38 Effect op de kwel in T10-situatie (scenario 2B, rood: afname kwel of toename wegzijging, blauw: toename kwel of afname wegzijging)

3.4.5 Effect op opbarsten van de deklaag

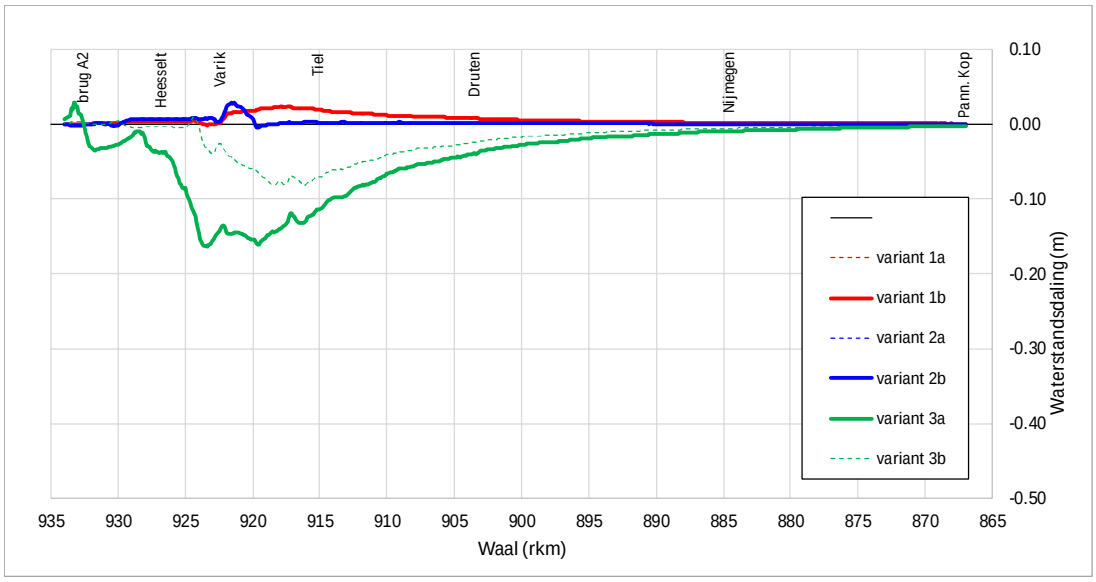
Zie paragraaf 3.3.5.

3.5 Alternatief 3a Dijkversterking en buitendijkse rivierverruiming

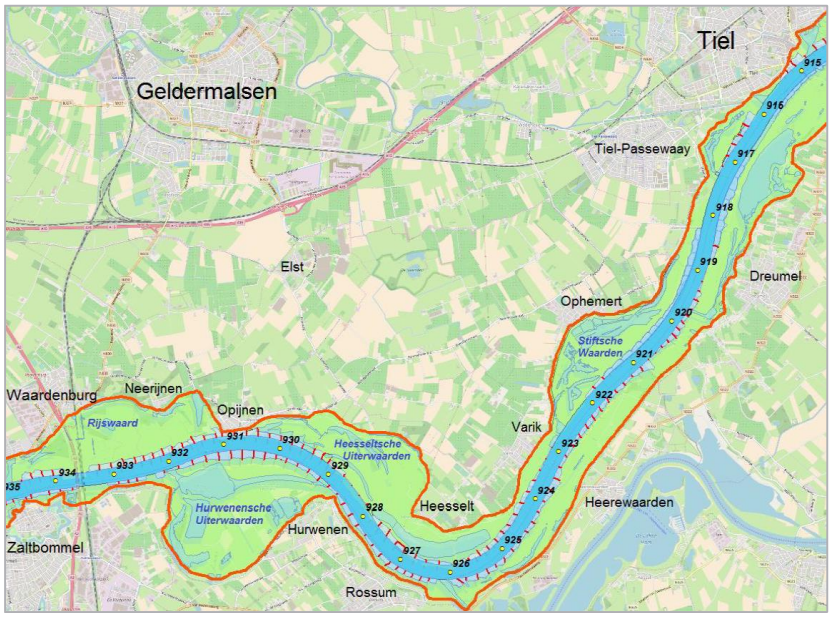
Alternatief 3A is niet doorgerekend met het geohydrologische model omdat het ontwerp van deze variant laat in het proces nog is aangepast. Wel is het mogelijk op basis van de effectberekeningen van andere varianten een inschatting te doen van de effecten van deze variant. De variant die het meeste lijkt op de variant 3a is variant 3b. Met het rivierkundige model is het effect op de waterstanden berekend. In Figuur 3-39 en Figuur 3-40 zijn voor respectievelijk variant 3a en 3b de berekende rivierverlagingen t.o.v. de huidige situatie weergegeven (voor de kilometrering zie Figuur 3-41). Hieruit blijkt voor de GLG- en GHG-situatie de rivierstand onafhankelijk van de variant maar beperkt worden beïnvloed: in variant 3a is het effect maximaal 2 cm. Voor de T10-situatie zijn de effecten het grootst bij variant 3a: zowel qua maximale verlaging als qua lengte van het traject. Een invloed van 10 cm of meer is er tussen rkm 913 en 925, dat is van Tiel tot circa Heesselt.



Figuur 3-39 Waterstandseffect bij een afvoerniveau van 3322 m3/s

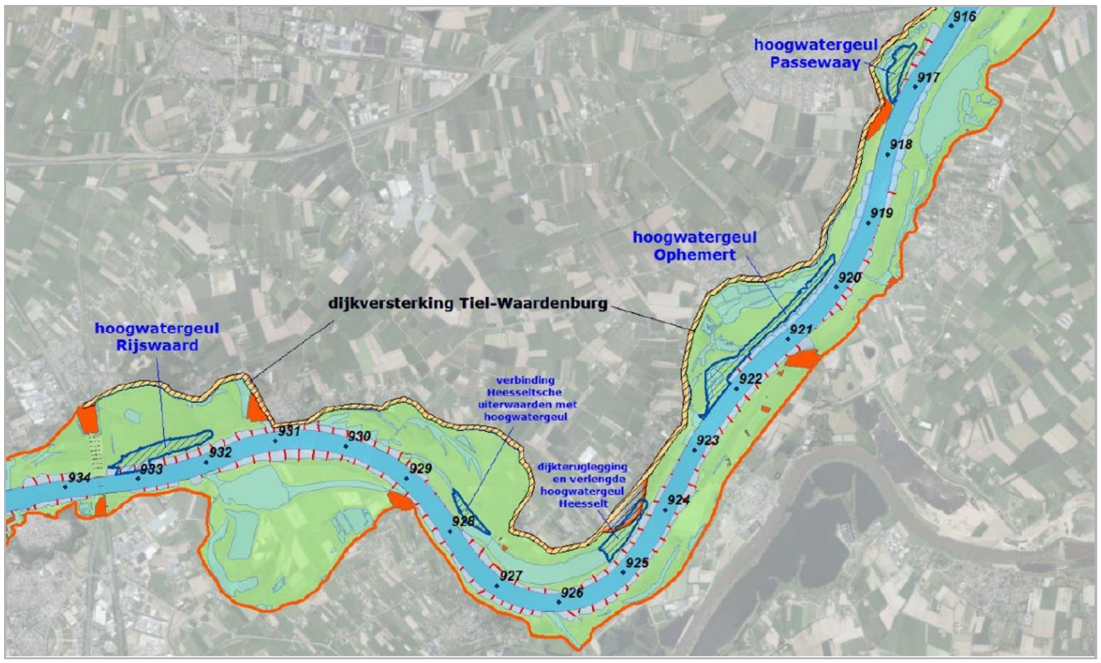


Figuur 3-40 Waterstandseffect bij een afvoerniveau van 9200 m3/s

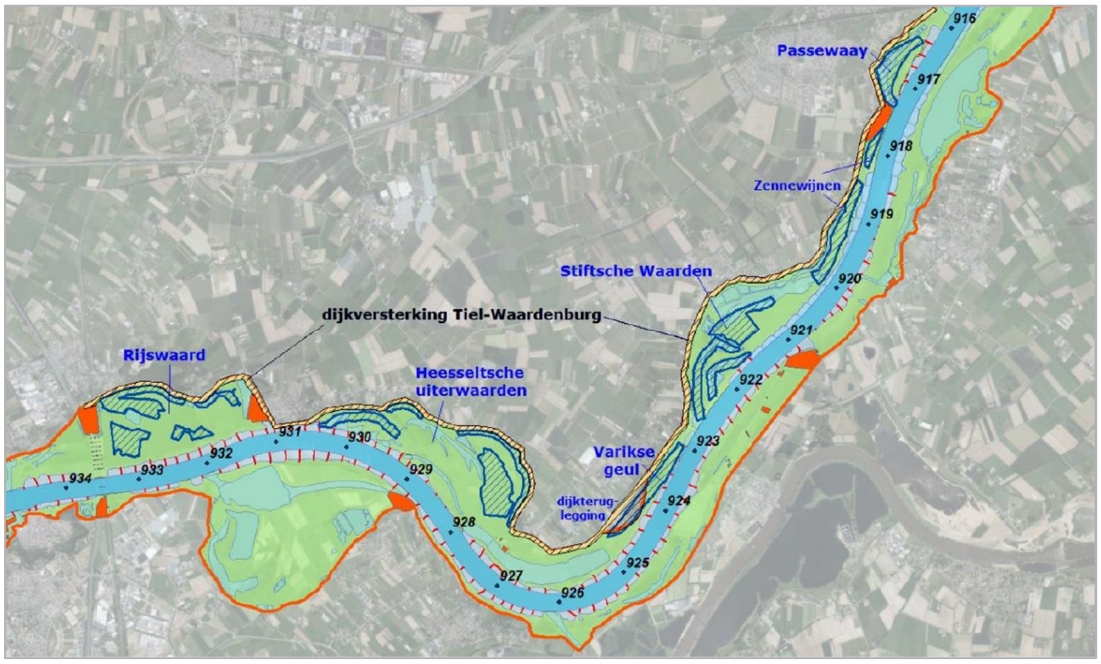


Figuur 3-41 Rivier met kilometrering (bron: MER-achtergrondrapport Rivierkunde,2017)

Een tweede verandering met invloed op de grondwaterstanden binnendijks is de aanpassing van het geulpatroon. De geulen liggen in vergelijking met variant 3B dichter bij de rivier, waardoor de kwellengte toeneemt in vergelijking met variant 3b. Tevens zal zo veel als mogelijk een kleilaag van 1 meter (conform de huidige gegevens) aanwezig blijven.



Variant 3a



Variant 3b

Figuur 3-42 Verandering geulen variant 3a en 3b (bron: MER-achtergrondrapport Rivierkunde,2017)

Verwacht wordt daarom dat de effecten beperkt en niet groter dan die van variant 3B zijn. Met name het effect dat binnendijks van de Stiftsche Waarden voor variant 3b in de T10-situatie is berekend is in variant 3a naar verwachting veel beperkter.

3.6 Alternatief 3b Afweging streven van waterstandsdaling tegen doelstelling natuur

3.6.1 Beschrijving

Dijkversterking met buitendijkse rivierverruimende maatregelen wordt gecombineerd met naast de waterstandsverlagende functie een focus op beperken van effecten op natuur en rekening houden met mogelijkheden voor natuurontwikkeling.
De dijk wordt verhoogd en versterkt. In deze variant wordt gestreefd naar waterstandsdaling door de realisatie van geulen, het verwijderen van obstakels en dijkteruglegging. In het geval van een T10-situatie neemt de rivierwaterstand bij Tiel met circa 5 cm af, bij Zaltbommel bedraagt de daling minder dan 1 cm.

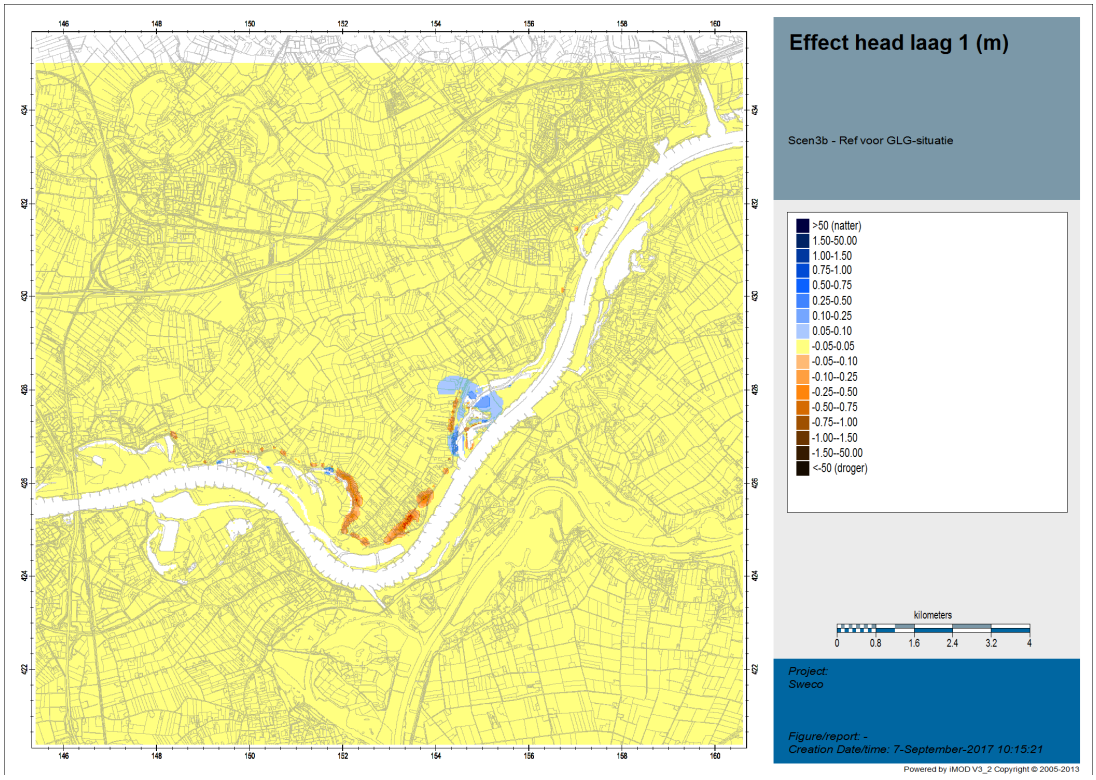
3.6.2 Modelimplementatie

Op de locatie van de dijk worden de waterlopen gedempt. Ter plaatse van de nieuwe of verdiepte geulen wordt het maaiveld verlaagd en de weerstand van de deklaag aangepast. Er is geen rekening gehouden met het graven van nieuwe watergangen. De rivierstanden per situatie worden opgelegd.

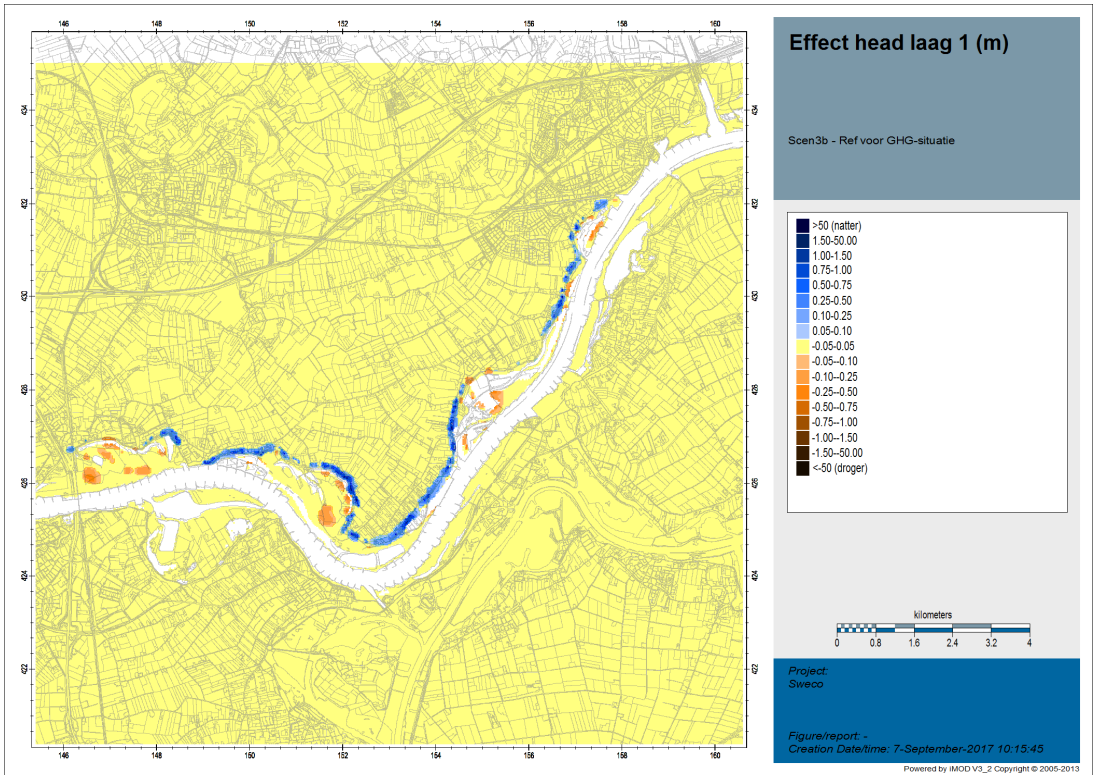
3.6.3 Effect op grondwaterstanden en stijghoogten

In Figuur 3-43 tot en met Figuur 3-48 zijn de effecten weergegeven. De stijghoogten in het watervoerend pakket worden volgens de berekening in de GLG en GHG-situatie alleen lokaal beïnvloed. In geval van de T10-situatie is naast een verhoging ter plaatse van de verdiepte geulen tevens het effect van de rivierstandsverlaging te zien.

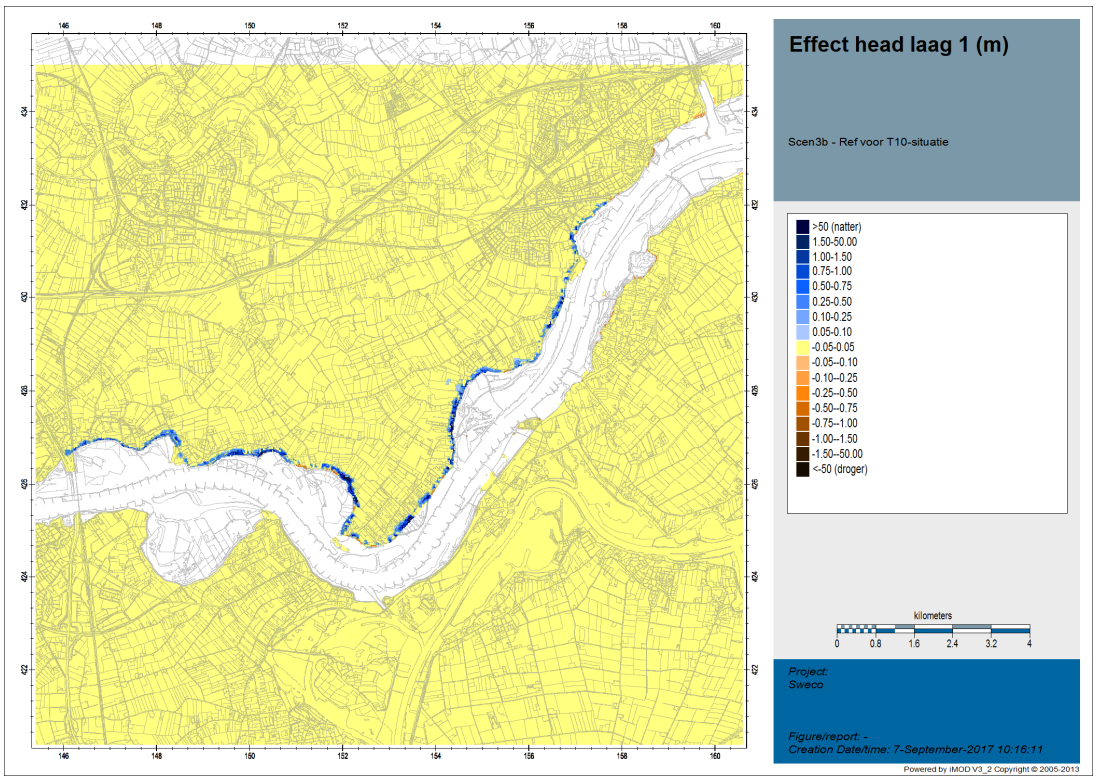
De freatische grondwaterstanden worden zoals verwacht lokaal door het dempen van watergangen beïnvloed. Verschillende waterlopen zullen teruggebracht worden waardoor de effecten verder zullen afnemen.
Tevens is het berekende effect van de gegraven geulen dat de grondwaterstanden in een GLG-situatie maar beperkt veranderen. Ook binnendijks is lokaal een verhoging van de grondwaterstand berekend. Opvallend is dat dit in een GHG-situatie niet zo is. In deze situatie zijn wel in de uiterwaarden verlagingen berekend door de lagere deklaagweerstand (en de daardoor hogere wegzijging naar de diepere lagen).



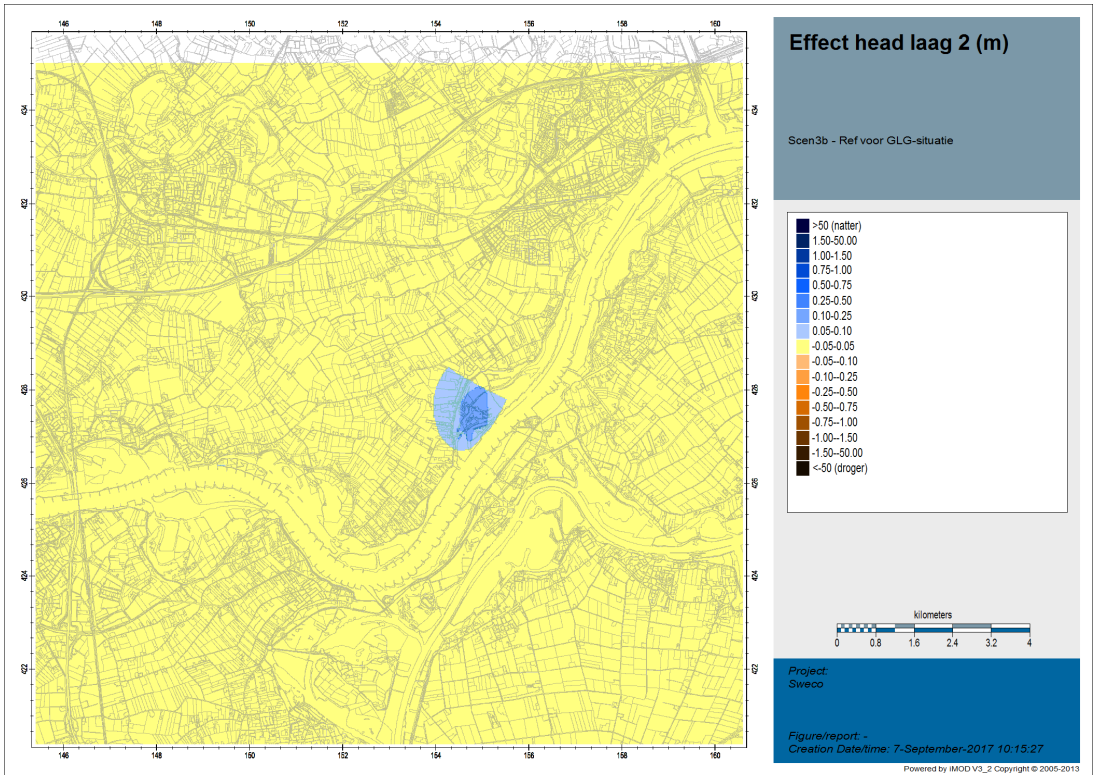
Figuur 3-43 Effect op de grondwaterstanden in GLG-situatie (scenario 3B)



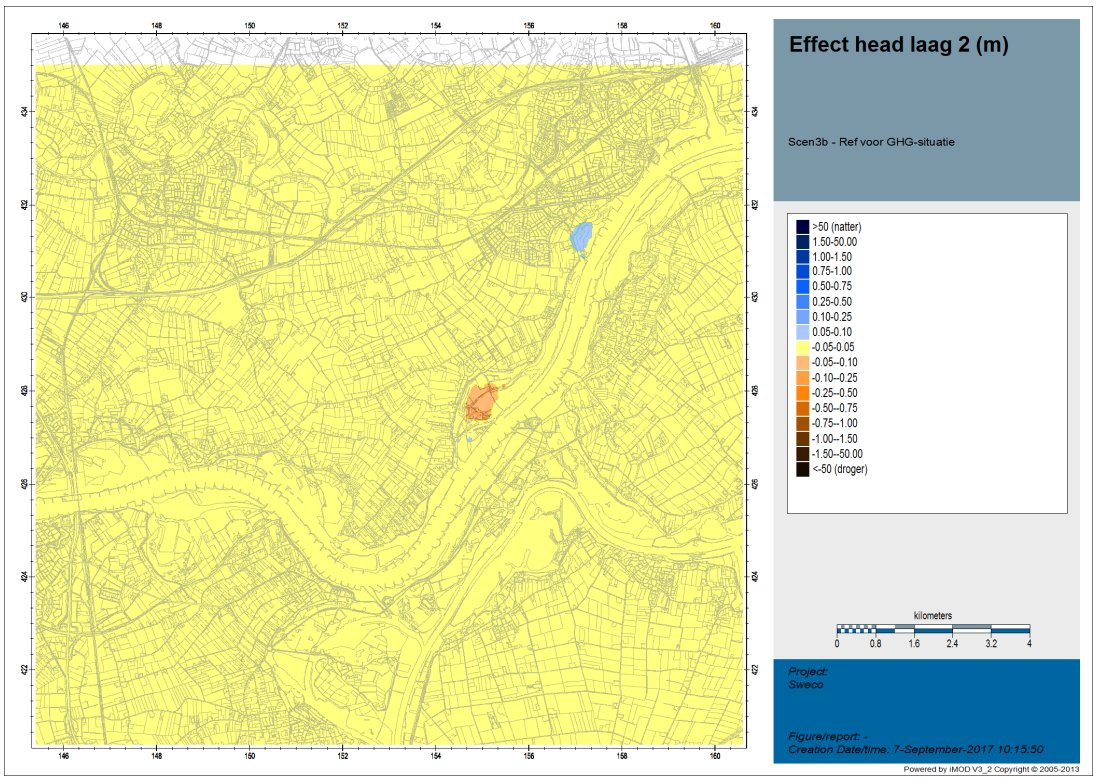
Figuur 3-44 Effect op de grondwaterstanden in GHG-situatie (scenario 3B)



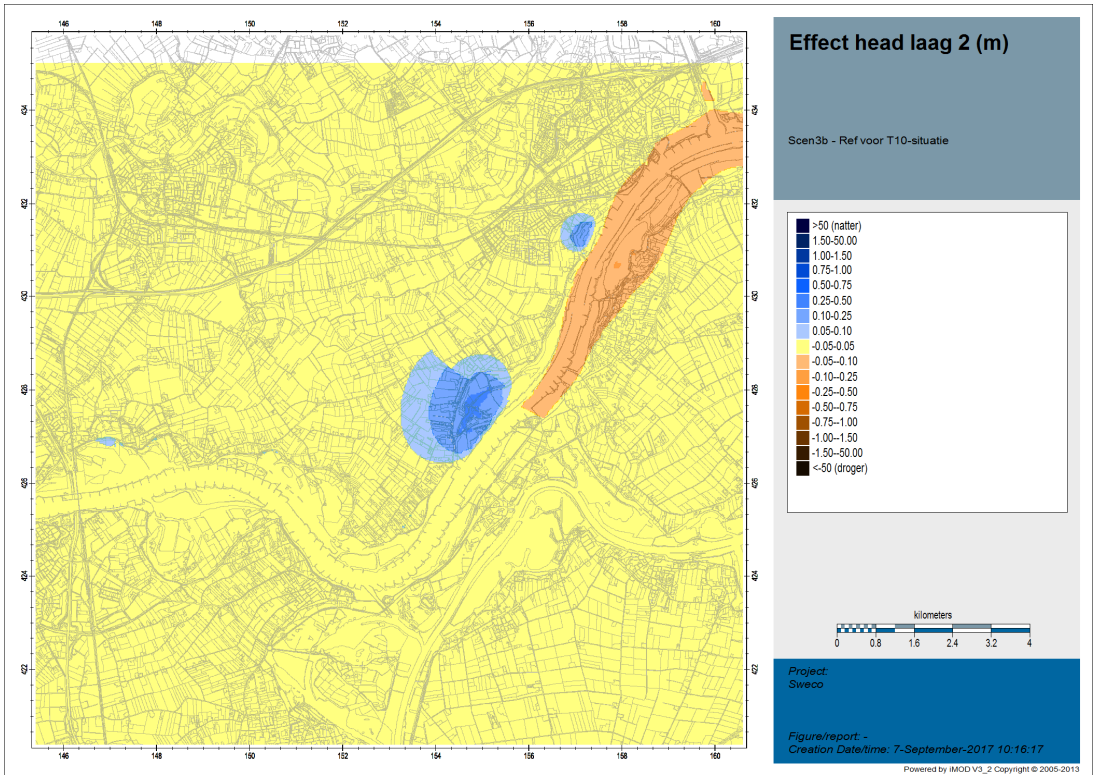
Figuur 3-45 Effect op de grondwaterstanden in T10-situatie (scenario 3B)



Figuur 3-46 Effect op de stijghoogten in GLG-situatie (scenario 3B)



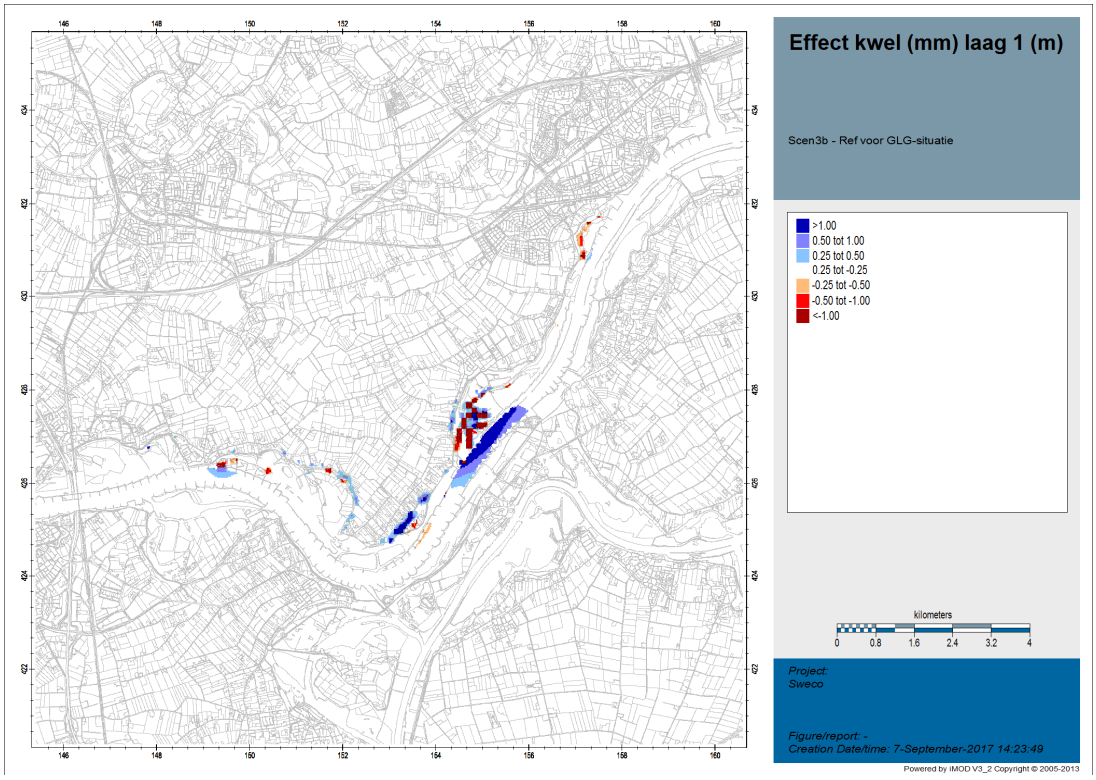
Figuur 3-47 Effect op de stijghoogten in GHG-situatie (scenario 3B)



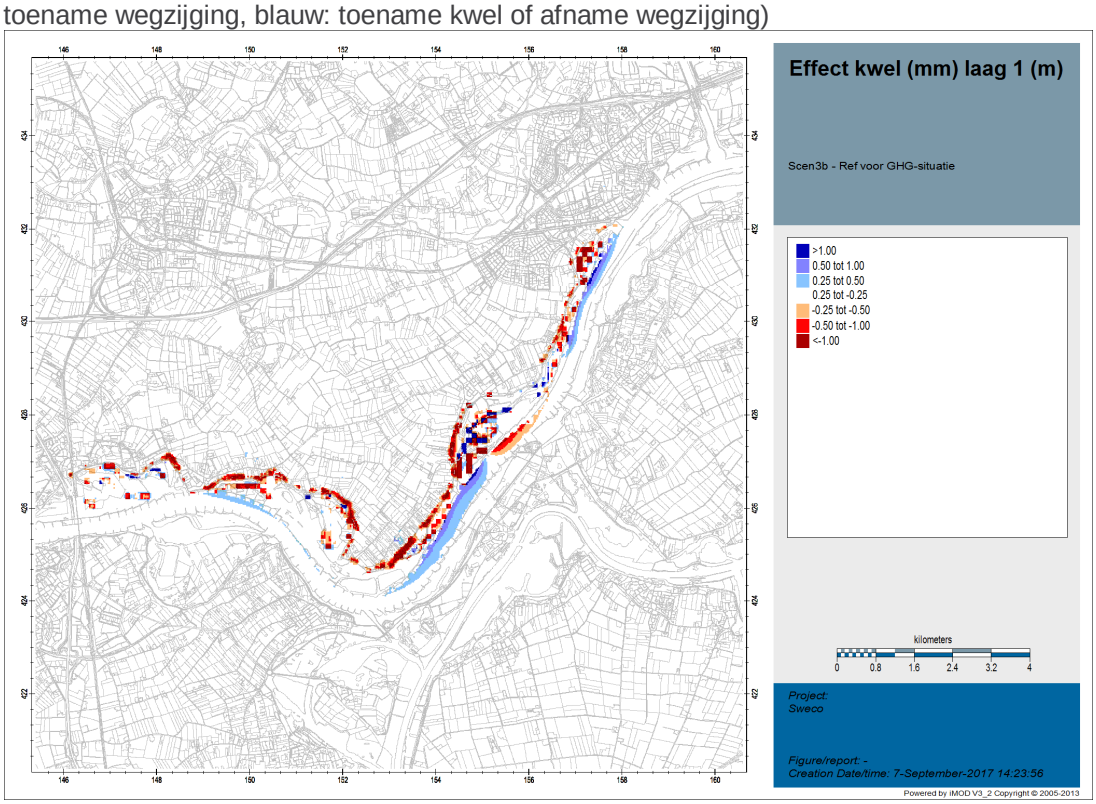
Figuur 3-48 Effect op de stijghoogten in T10-situatie (scenario 3B)

3.6.4 Effect op kwel

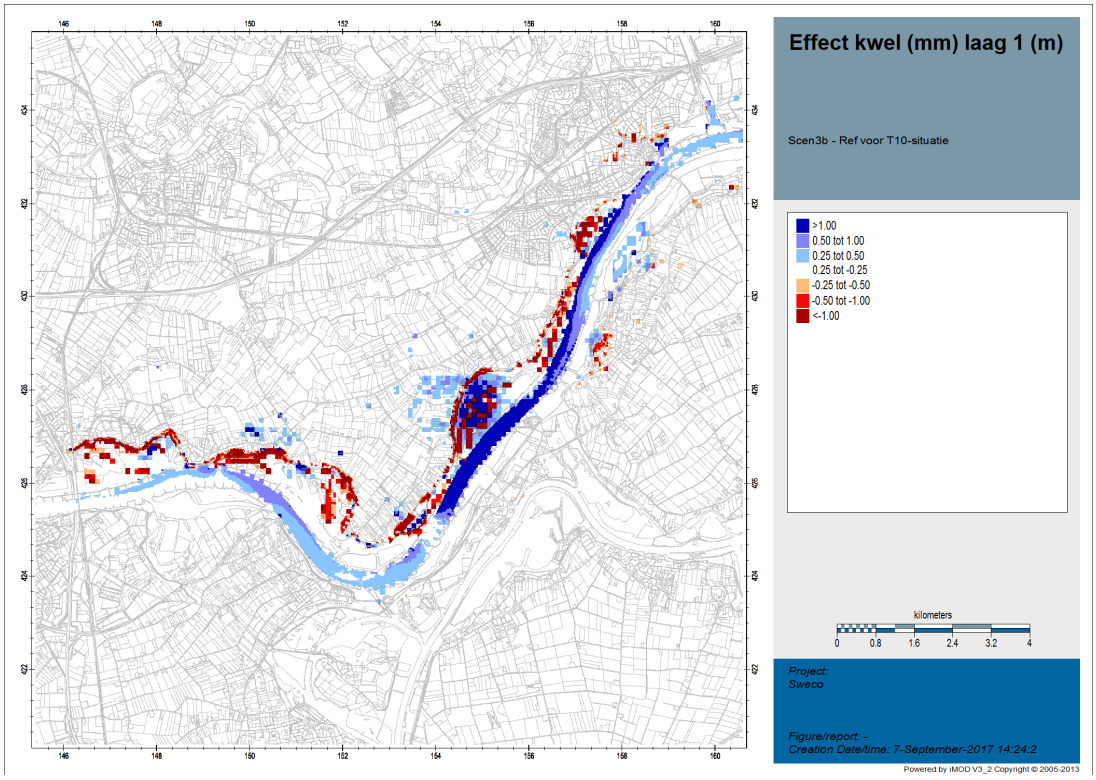
In Figuur 3-49 tot en met Figuur 3-51 zijn de effecten op de kwel weergegeven. Deze is natuurlijk sterk gelinkt aan de effecten op de grondwaterstanden. Lokaal is er in zowel de GLG- als GHG-situatie sprake van afname van de infiltratie. Binnendijks is er echter zo goed als geen verandering.
In de T10-situatie is binnendijks lokaal een toename van de kwel te verwachten van meer dan 0,25 mm/d.



Figuur 3-49 Effect op de kwel in GLG-situatie (scenario 3B, rood: afname kwel of toename wegzijging, blauw: toename kwel of afname wegzijging)



Figuur 3-50 Effect op de kwel in GHG-situatie (scenario 3B, rood: afname kwel of toename wegzijging, blauw: toename kwel of afname wegzijging)



Figuur 3-51 Effect op de kwel in T10-situatie (scenario 3B, rood: afname kwel of toename wegzijging, blauw: toename kwel of afname wegzijging)

Bijlage 7

Rapport

Projectnummer: 353939
Referentienummer: 353939-Uiterwaarden
Datum: 03-10-2017

Studie naar inrichtingsvarianten voor rivierverruiming in uiterwaarden voor MIRT-verkenning Varik Heesselt

Waterstandsverlaging door maatregelen in uiterwaarden

Concept

Sweco
K.P. van der Mandelelaan 41-43
3062 MB Rotterdam
Postbus 4381
3006 AJ Rotterdam

T +31 88 811 66 00
www.sweco.nl

Sweco Nederland B.V.

Handelsregister 30129769
Statutair gevestigd te De Bilt

Erwin Korporaal

T +31 88 811 41 37
M +31 6 51 21 92 25

Verantwoording

Titel	Studie naar inrichtingsvarianten voor rivierverruiming in uiterwaarden voor MIRT-verkenning Varik Heesselt
Subtitel	Waterstandsverlaging door maatregelen in uiterwaarden
Projectnummer	353939
Referentienummer	353939-Uiterwaarden
Revisie	Concept C3.0
Datum	03-10-2017
Auteur(s)	Erwin Korporaal
E-mailadres	erwin.korporaal@sweco.nl
Gecontroleerd door	Ruud Raaijmakers (b.a. J. van Veldhuizen)
Paraaf gecontroleerd	
Goedgekeurd door	Louis Broersma
Paraaf goedgekeurd	

Inhoudsopgave

1 Inleiding 4
1.1 Algemeen 4
1.2 Doelstelling 5
1.3 Status van deze studie 5
1.4 Uitgangspunten ontwerpbasis 6
1.5 Leeswijzer 6
2 Analyse van mogelijkheden 7
2.1 Aanleiding 7
2.2 Van hydraulisch maximaal naar hydraulisch optimaal 7
2.2.1 Van hydraulisch maximaal 7
2.2.2 Naar hydraulisch optimaal 9
3 Hydraulisch optimaal en randvoorwaarden 11
3.1 Proces om te komen tot een (potentieel) haalbaar ontwerp 11
3.2 Stap 1: Komen tot een hydraulische verantwoord ontwerp 11
3.2.1 Habitat- en vogelrichtlijn (Natura 2000) 11
3.2.2 Wegzijging en kwel 12
3.2.3 Rivierkundig Beoordelingskader (RBK) 13
3.2.4 Compensatie als gevolg van dijkversterking 14
3.3 Stap 2: Komen tot een kansrijk ontwerp 14
3.3.1 Relatie met overige projecten 14
3.3.2 Toetsing aan bestaan beleid 15
3.4 Stap 3: Komen tot een haalbaar ontwerp 16
3.4.1 Haalbaar ontwerp 18
4 Samenvatting 20
5 Naschrift 21

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Vanuit de beleidstukken Voorkeursstrategie (Maas en Rijntakken-Deltaprogramma) is herleid dat Nationaal ingezet wordt op een krachtig samenspel van dijkversterking en rivierverruiming voor het waarborgen van de waterveiligheid in het gehele rivierengebied voor de langere termijn.

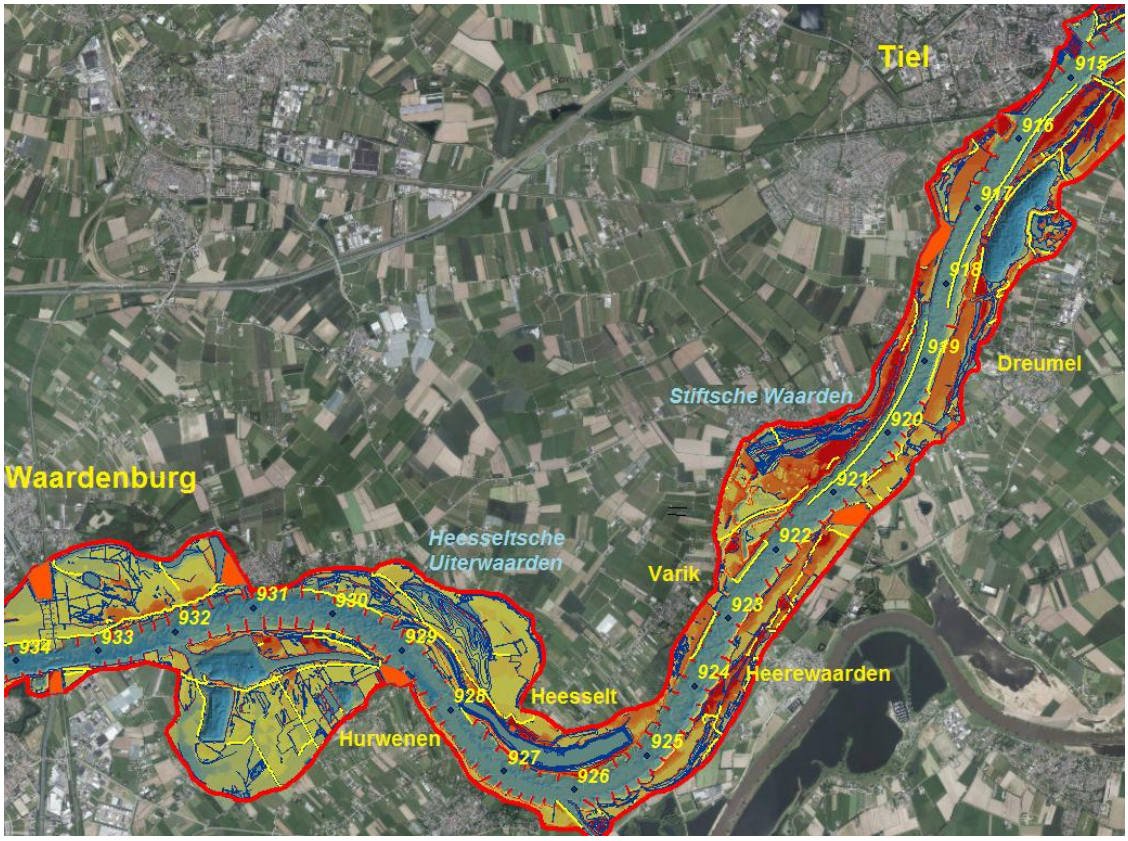
Voor het riviergedeelte dat samenhangt met het dijktraject Tiel – Waardenburg is een streven geformuleerd om in de Waalbocht bij Heesselt een waterstandsdaling van 40 cm te realiseren door middel van rivierverruiming. Een dergelijke waterstandsdaling biedt naar verwachting voordelen, dit voor met name de dijkhoogte. Doordat de waterstanden bij piekafvoeren minder hoog zijn, lijkt de kans op een dijkdoorbraak minder groot te zijn tussen Heesselt en Nijmegen. Een optie is de aanleg van een hoogwatergeul, maar ook een buitendijks systeem behoort tot de mogelijkheden[1].

Rivierverruiming kan zowel buitendijks als binnendijks worden uitgevoerd. Beide zijn kansrijk geacht in de Notitie Kansrijke Oplossingsrichtingen[2] waar achttien oplossingsrichtingen zijn gezeefd naar drie kansrijke alternatieven. Daarmee behoren zowel het binnendijkse gebied als de uiterwaarden in het gebied Tiel – Waardenburg tot het plangebied. In het Milieueffectrapport Dijkversterking Tiel-Waardenburg (TiWa) en rivierverruiming Varik-Heesselt (VaHe) (hierna: het MER) wordt bij de binnendijkse variant gebruik gemaakt van eerdere studies o.a. uitgevoerd door HKV. Buitendijks zijn, in het kader van dit project eerder nog geen studies gedaan. Het Maatregelenboek Voorkeursstrategie Waal en Merwedes, provincie Gelderland mei 2015, geeft echter wel handvatten bij diverse losstaande projecten in de uitwaarden binnen het plangebied door aan te geven welke maatregelen zouden kunnen bijdragen. En het Regionaal voorstel Rijn doet een voorzet voor de programmering.

Projecten die reeds uitgevoerd zijn, uitgevoerd worden, of in de planfase zitten, zijn in figuur 1 afgebeeld.

[1] Bron Pre-verkenning hoogwatergeul bij Varik-Heesselt, provincie Gelderland 2014

[2] Notitie Kansrijke Oplossingen, Dijkversterking Tiel-Waardenburg en rivierverruiming Varik-Heesselt, Sweco, mei 2017



Figuur 1 Plangebied en haar omgeving met hierin uitgevoerde en lopende projecten. Bron: referentiemodel RWS

1.2 Doelstelling

Het doel van deze studie is het inzichtelijk maken van de maatregelen die mogelijk zijn in de uiterwaarden van de Waal ter hoogte van Tiel-Waardenburg en welke bijdrage deze maatregelen leveren aan waterstandsdaling. Nadat het totaal palet van maatregelen is beschouwd, is terug geredeneerd naar alleen die maatregelen die binnen het plangebied Varik Heesselt (noordelijk uiterwaarden) plaatsvinden en in potentie haalbaar[3] worden geacht.

1.3 Status van deze studie

Anders dan het MER, beoogt deze studie geen beoordeling te geven over een m.e.r-variant, maar wil inzicht geven in de diverse ontwerpmogelijkheden indien de scope gericht wordt op de maximaal haalbare waterstanddaling bij een buitendijkse rivierverruiming in een periode tot aan 2021[4]. De rivierverruiming sluit bij voorkeur aan bij de programmering van het HWBP, omdat wordt gestreefd naar een gezamenlijke uitvoering.

[3] Haalbaar in de zin van huidige wet- en regelgeving alsmede vigerend beleid

[4] HWBP-programmering

De ontwerpen zijn meermalen op hoofdlijnen getoetst op hun effecten op de Natura 2000-gebieden en toename van kwel richting het achterland, gezien dit de haalbaarheid in beeld brengt. (Deel)ontwerpen zijn iteratief tot stand gekomen.

1.4 Uitgangspunten ontwerpbasis

Diverse invalshoeken zijn door Sweco en de opdrachtgever onderzocht. Ontwerpen zijn ingevuld op basis van expert judgement en/of best guess. Rivierkundige analyses zijn met behulp van MapTable[5] uitgevoerd. Navolgende rapportage is het resultaat van een iteratief proces met diverse tussenproducten die zelfstandig niet worden gerapporteerd.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de eerste analyse van mogelijkheden gegeven en gaat de studie van een hydraulisch maximaal ontwerp via een hydraulisch optimaal ontwerp In hoofdstuk 3 wordt het hydraulisch optimaal ontwerp naast verschillende randvoorwaarden gelegd om te komen van een kansrijk ontwerp naar een haalbaar ontwerp. Hoofdstuk 4 geeft kort de conclusie van de studie en de uitkomsten van de verschillende stappen om te komen tot een haalbaar ontwerp weer. En in hoofdstuk 5 geeft het naschrift nog enkele ideeën weer die naar aanleiding van de studie naar rivierverruimende maatregelen in de uiterwaarden zijn ontstaan.

[5] In deze rapportage wordt gebruik gemaakt van diverse tabellen en figuren voortvloeiende uit rivierkundige analyses. Deze zijn vastgelegd in een memo (RiQuest, d.d. 12-9-2017)

2 Analyse van mogelijkheden

2.1 Aanleiding

In het kader van de MIRT-Verkenning Varik Heesselt is in 2017 een Notitie Kansrijke Oplossingsrichtingen[6] opgesteld. In deze notitie zijn achttien mogelijke oplossingsrichtingen beoordeeld op hun kansrijkheid. Uiteindelijk zijn daar oplossingsrichtingen uit overgebleven die zijn doorontwikkeld tot drie alternatieven met ieder een a en een b variant, dus een zestal varianten. Dit zijn:

Alternatief 1: Dijkversterking
Variant 1a: traditionele dijk
Variant 1b: dikke dijk

Alternatief 2: Dijkversterking met binnendijkse rivierverruiming in de vorm van de hoogwatergeul Varik - Heesselt
Variant 2a: inrichting gericht op economie en landbouw
Variant 2b: inrichting gericht op natuur

Alternatief 3: Dijkversterking met buitendijkse rivierverruiming door middel van geulen en kan worden gecombineerd met verwijderen obstakels in uiterwaarden en mogelijke dijkterugleggingen
Variant 3a: met streven naar maximale waterstandsdaling
Variant 3b: met streven afweging van waterstandsdaling tegen doelstelling vanuit natuur

In onderhavige studie richten wij ons op een haalbare variant 3a.

In de volgende paragrafen en hoofdstukken wordt de lezer meegenomen in de zoektocht naar het ontwerp voor de haalbare variant 3a.

2.2 Van hydraulisch maximaal naar hydraulisch optimaal

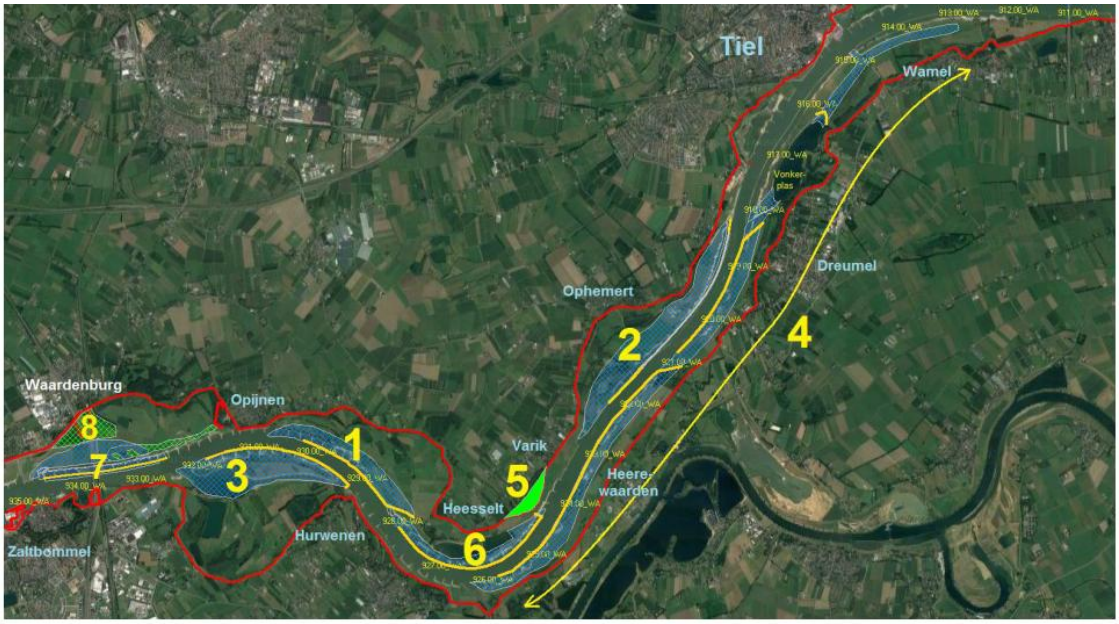
2.2.1 Van hydraulisch maximaal

Om een inzicht te krijgen in de maximale mogelijkheden die de uiterwaarden tussen Tiel en Waardenburg hebben voor het realiseren van waterstandsdaling, is gezocht naar locaties en maatregelen waar van is aan te nemen dat er qua waterstandsdaling winst valt te behalen. Het ontwerp is voorzien van grote maatregelen zoals een dijkteruglegging, extreem gebruik van ruimte en de aanleg van langsdammen[7].

Het ontwerp dat hier uit is gekomen, hydraulisch maximaal, is in de volgende figuur weergegeven.

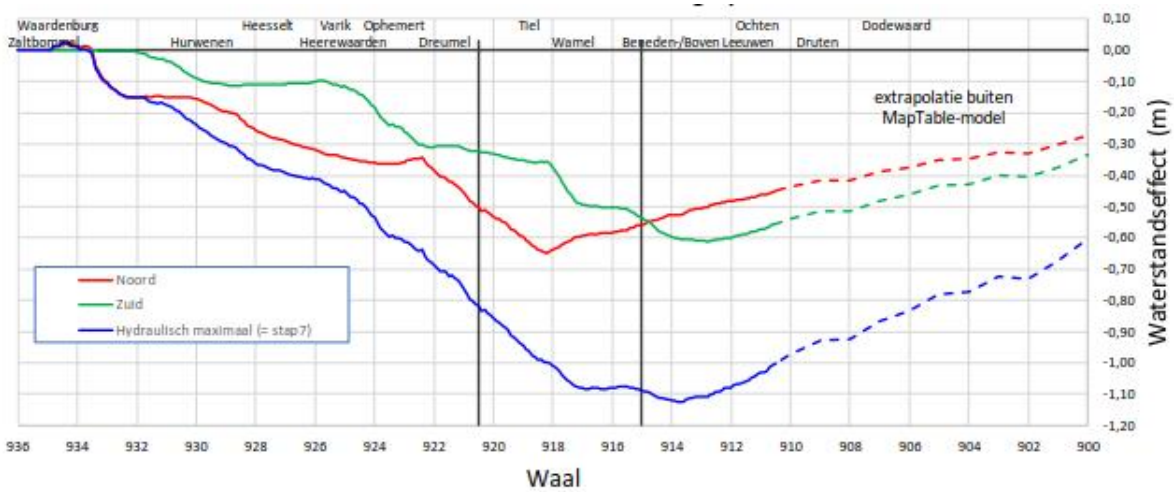
[6] Notitie Kansrijke Oplossingsrichtingen, Sweco, mei 2017

[7] Het rivierkundig effect bij het toepassen van langdammen ligt ten tijde van het schrijven van deze notitie ter evaluatie bij RWS.



Figuur 2 Ontwerp hydraulisch maximaal (de getallen verwijzen naar de rivierverruimende maatregelen, zie ook de bijlage nr. 5 bij het MER Dijkversterking TiWa en rivierverruiming VaHe)

Gebleken is dat op het referentiepunt (rkm 920,5) rekenkundig een waterstandsdaling van circa 82 cm is te realiseren. Figuur 3 geeft de waterstandseffecten weer.



Figuur 3 Effecten op waterstanden

2.2.2 Naar hydraulisch optimaal

Het doel van onderhavige studie was niet om te zoeken naar het realiseren van extremen qua waterstandsverlaging. Het doel was om te komen tot een haalbare buitendijkse oplossing met een vergelijkbare waterstandsdaling als de hoogwatergeulen in het MER (circa 40 cm waterstandsdaling)[8].
In het kader van het Globaal MER gaat het om het afwegen van de verschillende alternatieven c.q. varianten om te komen tot een Voorkeursalternatief. Een min of meer vergelijkbare waterstandsdaling, geeft hiervoor een beter afwegingskader.

Daarom zijn aanpassingen in het hydraulisch maximaal ontwerp gemaakt, zoals bijvoorbeeld het niet verwijderen van grote obstakels in de uiterwaarden. Dit is gedaan vanuit kostenperspectief. Maar ook wordt bij zeer grote ingrepen in de uiterwaarden eerder weerstand verwacht en daarmee mogelijke langlopende juridische procedures. Vanuit dit perspectief redenerend zijn de maatregelen naar een meer optimale variant gebracht. Hierbij zijn de geulen anders ingericht en zijn de langsdammen komen te vervallen[9].

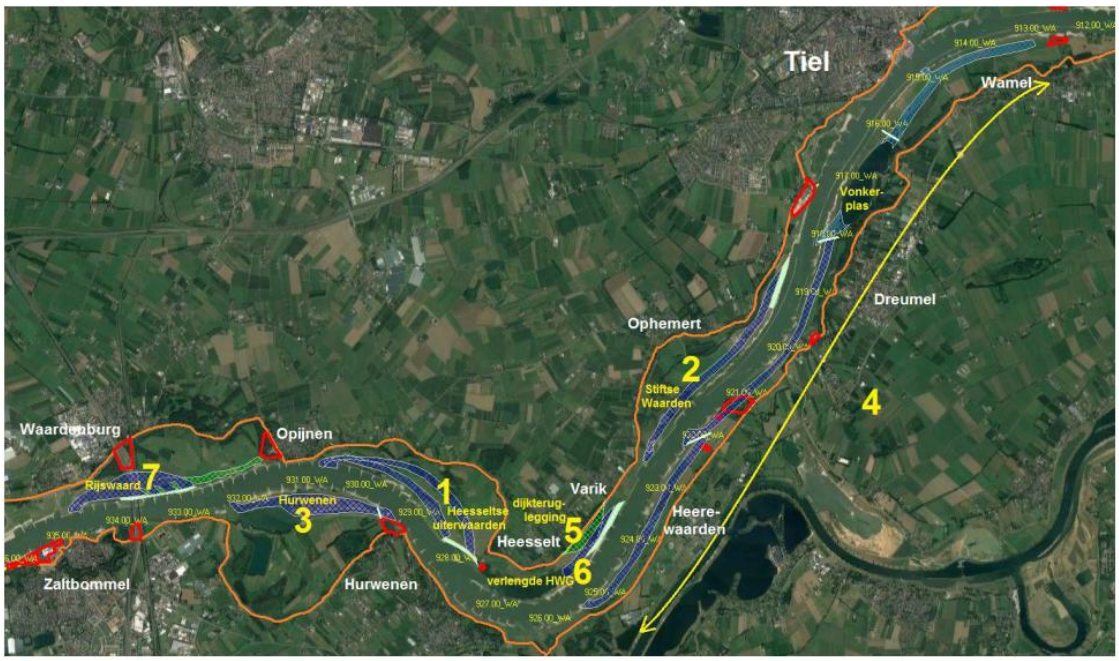
Er is rekening gehouden met:

- Afstand tussen hoofd- en nevengeulen van minimaal 50 meter en een afstand tussen de dijk en de nevengeulen van minimaal 100m[1] om negatieve effecten op de hoofdgeul en de dijken te voorkomen.
- Standaarddiepte, -3.00m[1] ten opzichte van mediaan waterstand. Deze diepte wordt gehanteerd om een toename van kwel richting het achterland te voorkomen.
- Talud (1:3) teneinde maximale capaciteit te realiseren. Steilere taluds zullen (sneller) afkalven en zijn daarom moeilijker te beheren.
- Bekleden van taluds met stortsteen om afkalving te voorkomen.

Dit heeft geleid tot het hydraulisch optimaal ontwerp in de volgende figuur.

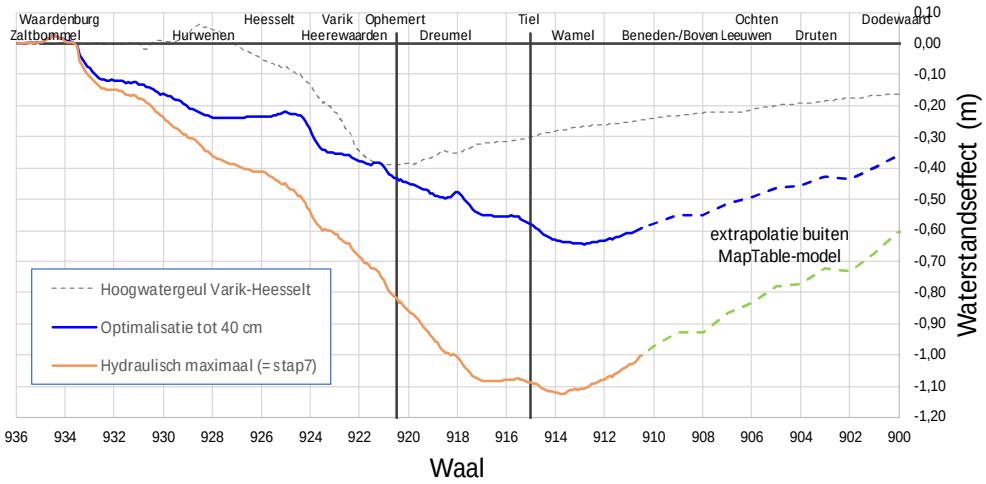
[8] Uit ervaring blijkt overigens dat eerste rekenkundige ontwerpen van geulen vaak minder effectief qua waterstandsdaling zijn dan meer geoptimaliseerde ontwerpen. Zo vallen geulen niet in het stroombed of zijn maatregelen zo duur dat de kosten per behaalde waterstandsdaling (euro/cm) maatschappelijk niet te verantwoorden zijn.

[9] Het effect van het toepassen van langsdammen is ten tijde van deze studie nog niet aan een evaluatie onderworpen, een kosten/baten analyse is zover bekend nog niet gedaan. Wel is bekend at deze maatregel veel kosten met zich meebrengt en gedurende de aanleg een significante stremming op het scheepvaartverkeer geeft.



Figuur 4 Ontwerp hydraulisch optimaal (de getallen verwijzen naar de rivierverruimende maatregelen, zie ook de bijlage nr. 5 bij het MER Dijkversterking TiWa en rivierverruiming VaHe)

Gebleken is dat met deze aanpassingen op het referentiepunt (rkm 920,5) theoretisch een waterstandsdaling van circa 43 cm is te realiseren. Dit is weergegeven in figuur 5.



Figuur 5: Effecten op waterstanden

De waterstandsdaling van ca. 43 cm van het hydraulisch optimaal ontwerp is een waterstandsdaling die vergelijkbaar is met de ontwerpen die gemaakt zijn voor varianten 2a en 2b, waarin waterstandsdaling wordt gerealiseerd door het aanleggen van een hoogwatergeul in het achterland. Dit ontwerp is daarom nader uitgewerkt in de stappen in de volgende paragrafen.

3 Hydraulisch optimaal en randvoorwaarden

3.1 Proces om te komen tot een (potentieel) haalbaar ontwerp

In het hoofdstuk hiervoor is gebleken dat door middel van buitendijkse rivierverruiming een waterstandsdaling is te realiseren die gelijkwaardig is aan de waterstandsdaling die mogelijk is met een hoogwatergeul in het achterland. We noemen dit vooralsnog het hydraulisch optimaal ontwerp.

Vervolgens is de haalbaarheid van het hydraulisch optimaal ontwerp op diverse significante onderdelen getoetst. Het gaat daarbij om bijvoorbeeld ecologsiche randvoorwaarden en consequenties als inzijging en kwel.

Het ontwerp is op basis van voortschrijdend inzicht iteratief verfijnd en aangepast. De doorlopen stappen zijn in de volgende paragrafen beschreven.

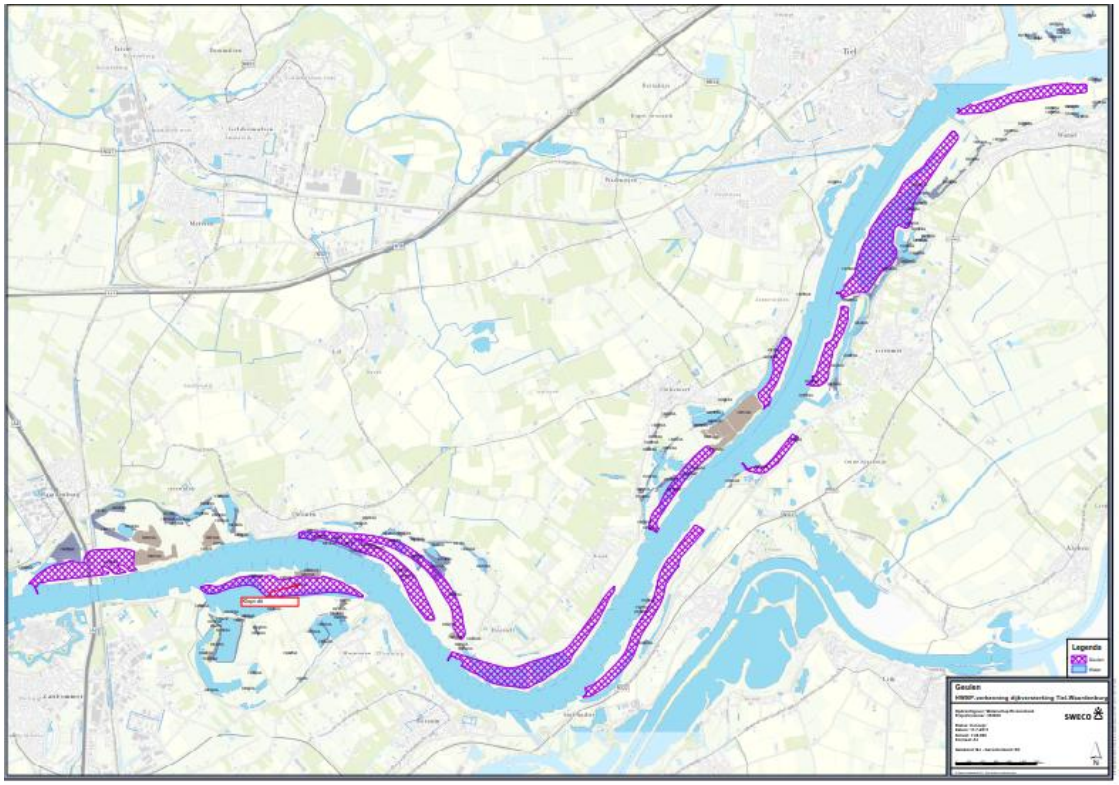
3.2 Stap 1: Komen tot een hydraulische verantwoord ontwerp

Het hydraulisch optimaal ontwerp is doorontwikkeld, waarbij rekening is gehouden met drie criteria die elk afzonderlijk in deze stap worden behandeld. Achtereenvolgend komen hier Natura 2000, wegzijging en kwel en het Rivierkundig Beoordelingskader van RWS aan het bod.

3.2.1 Habitat- en vogelrichtlijn (Natura 2000)

Het werken in de uiterwaarden heeft in zich dat elk potentieel haalbaar ontwerp geen relevante natuurwaarden mag vernietigen of aantasten. Vanuit deze redenatie is het ontwerp aangepast waarbij rekening is gehouden met zogenaamde Natura 2000 Habitatgebieden. Omdat er tijdens de lopende studie onvoldoende informatie beschikbaar was om uitspraken te doen over de effecten in de vogelrichtlijngebieden is aangenomen dat de maatregelen “een effect” hebben op de diverse doelsoorten maar dat deze effecten worden gemitigeerd naar overige gebieden langs de Waal.

Dit heeft geleid tot het volgende ontwerp:



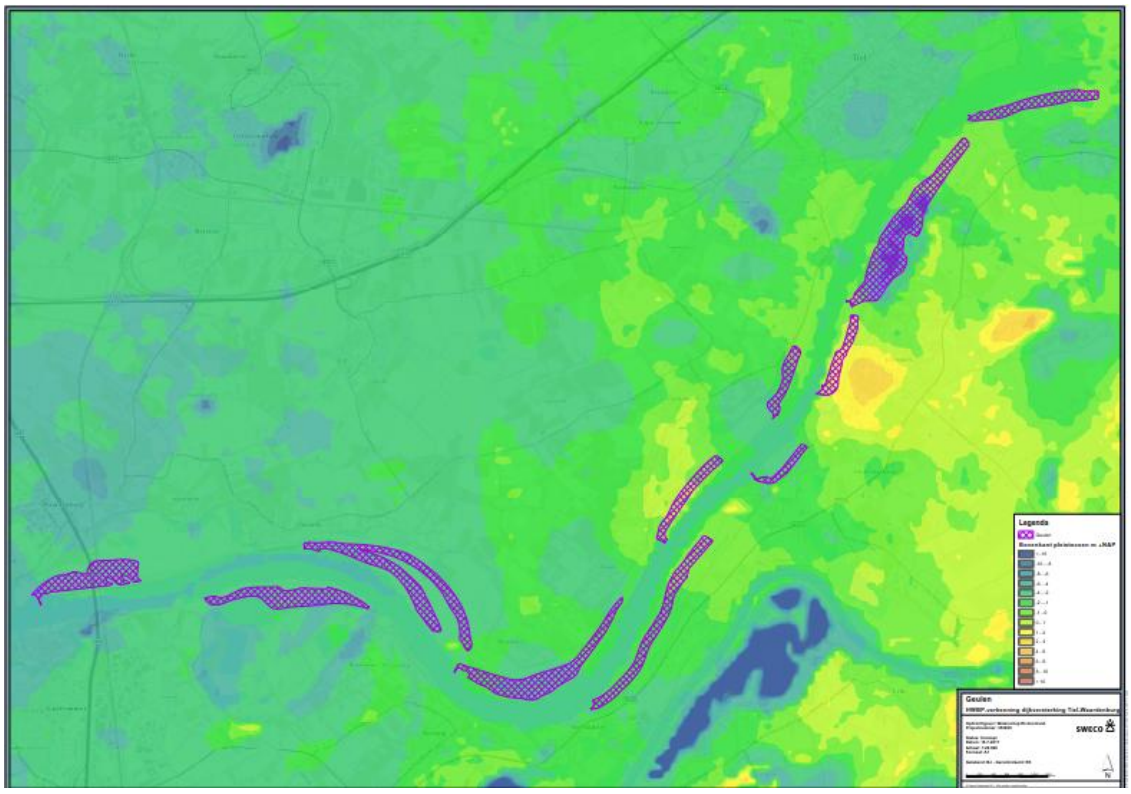
Figuur 6 *Ontwerp rekening houdend met habitatgebieden*
grijs-bruine vlakken zijn Habitatrichtlijngebieden (waar geen ingrepen plaatsvinden)
paars gearceerde vlakken zijn voorgestelde geulen in dit ontwerp

3.2.2 Wegzijging en kwel

Ook is rekening gehouden met effecten op wegzijging en kwel, wanneer ingrepen in de uiterwaarden worden gedaan. In de figuur 7 is de gemiddelde en huidige situatie met kwel en wegzijging weergegeven (zoals berekend met een stationaire model MORIA). Dit geeft onder meer aan dat de rivier altijd en overal infiltreert.

Het graven van extra “te diepe” geulen zal betekenen dat de wegzijging en derhalve de kwel richting het achterland wellicht toe zal nemen. Dit kan worden voorkomen door in het ontwerp rekening te gehouden met het voorkomen van ’contact’ tussen rivierwater en het pleistocene zand[10].Er is daarom voor gekozen de geulen niet dieper te maken van 3 meter. In dat geval zal er een bufferzone tussen het pleistocene zand en het water blijven liggen. Extra kwel richting het achterland wordt daarmee voorkomen.

[10] De mate waarin kwel zal optreden is dus sterk afhankelijk van hoeveel “slecht” doorlatende lagen die na aanleg van geulen nog aanwezig blijven. Het verwachte effect is dat de wegzijging en dus de kwel slechts in beperkte mate zullen toenemen indien in de realisatiefase rekening wordt gehouden met het behoud van slecht doorlatende lagen.



Figuur 7 Analyse hoogte pleistoceen.

Grofweg kan worden geconcludeerd dat het vergraven van geulen tot aan Heesselt tot 0,00 m NAP kunnen worden uitgevoerd, zonder grote negatieve effecten op wegzijging en kwel. Meer oostelijk dient rekening te worden gehouden met een maximale vergraving tot + 1.00 m NAP.

3.2.3 Rivierkundig Beoordelingskader (RBK)

Als derde criterium is het Rivierkundig Beoordelingskader van Rijkswaterstaat in het ontwerp meegenomen[11].

Het is bekend dat hoogwatergeulen in de uiterwaard merkbare (plaatselijke) morfologische effecten in de rivier tot gevolg hebben. Bij een (in stroomrichting) afnemende stroomsnelheid is er een neiging tot sedimentatie en periodiek onderhoud aan de rivier of nevengeul vereist. Voor de scheepvaart stelt het Rivierkundig Beoordelingskader als richtlijn dat er bij bevaarbare rivierafvoeren geen dwarsstroming op de normaallijn mag optreden van meer dan 0,15 m/s.

De geulen in de uiterwaarden zijn daarom na deze analyse ontworpen zonder bovenstroomse aantakking. De geulen stromen dus vol vanaf benedenstroomse zijde.

[11] Bij nadere uitwerkingen zal uiteraard alsnog rekening moeten worden gehouden met de criteria die het beoordelingskader stelt. Een en ander in nader overleg met Rijkswaterstaat.

Ook is er rekening gehouden met het het aanbrengen van taludbestortingen in de geulen om afkalving te voorkomen.
Daarnaast zijn de geulen zo ontworpen dat minimale dwarsstromingen zullen ontstaan; de uitstroomzijde krijgt een flauw talud (15-30 graden) en aan de uitstroomzijde zijn de geulen wijder gedimensioneerd. Deze maatregelen zorgen er voor dat water in een geul langzamer gaat stromen en daardoor tot minder dwarsstromen leidt.

3.2.4 Compensatie als gevolg van dijkversterking

In dit stadium is aangenomen dat het verminderen van de bergingscapaciteit door een buitenwaartse dijkversterking (circa 2 tot 9 cm) kan worden gecompenseerd door het lokaal verlagen van het maaiveld en een dijkteruglegging.

Extra afvoer kan worden gerealiseerd door het graven van nevengeulen (tot maximaal 4 meter beneden mediaan peil) in westelijke richting vanaf Heesselt of door de aanleg van meerdere “kleinere” geulen of natuurwadi’s.

Gebleken is dat met deze aanpassingen in de geulen een hydraulisch verantwoord ontwerp is te krijgen, die op het referentiepunt (rkm 920,5) theoretisch een waterstandsdaling van circa 33 cm kan realiseren.

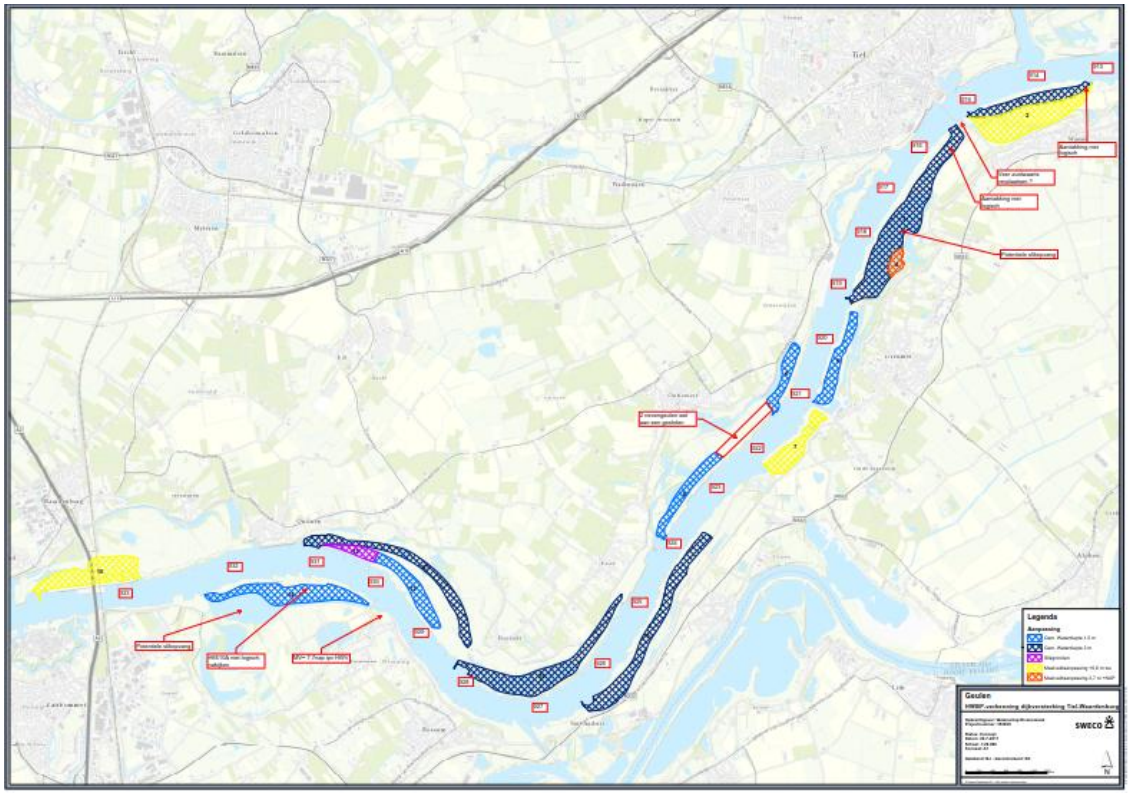
3.3 Stap 2: Komen tot een kansrijk ontwerp

3.3.1 Relatie met overige projecten

Op basis van de verkregen voorgaande inzichten is contact gezocht met de projectorganisaties die werken aan verschillende opgaven aan de zuidoever: Kader Richtlijn Water (KRW), Natura 2000, Gelders Natuurnetwerk (GNN) en Nadere Uitwerking Rivierengebied (NURG). Een deel van het studiegebied ligt immers binnen de projectgrenzen van de Uiterwaarden Wamel, Dreumel en Heerewaarden (UWDH), waar op dit moment een verkenning loopt. Hier zijn momenteel dus nog geen werkzaamheden in het veld gestart.
Bij UWDH is een MIRT2-verkenning uitgevoerd voor de KRW-opgave. Hierin is besloten UWDH als KRW-opgave op te nemen.
Ook zijn de ontwikkelingen bij Hurwenen meegenomen. KRW-maatregelen bij Hurwenen zijn uitgevoerd.

Uit inzichten van voorgenoemde projecten zijn de dieptes van de geulen in (hydraulisch verantwoord) ontwerp gevarieerd om te komen tot een kansrijk ontwerp. Differentiatie in waterdieptes zijn aangebracht ten behoeve van natuur en hebben als doel het ontwerp daarmee natuurvriendelijker en ook kansrijker te maken. Dit mede gelet op het feit de ingrepen midden in Natura 2000-gebied worden uitgevoerd.

Het gepresenteerde ontwerp (figuur 8) voorziet in een aantal extra maatregelen in deze gebieden.



Figuur 8 Ontwerp rekening houdend met natuur (en aan de zuidzijde rekening houdend met de doelstellingen vanuit het UWDH)
De verschillende kleuren van de geulen in de uitwerwaarden, geven de verschillende dieptes van de geulen weer.

In ontwerp zoals weergeven in figuur 8 is gebleken is dat op het referentiepunt (rkm 920,5) een waterstandsdaling van circa 21 cm is te realiseren.

3.3.2 Toetsing aan bestaan beleid

Door provincie Gelderland[12] is daarnaast getoetst aan vigerend beleid en toekomstige beleidsvoornemens in en nabij het plangebied Tiel-Waardenburg. De conclusie is als volgt:

”In de Notitie Reikwijdte en Detailniveau zijn de uiterwaarden zowel aan de noord- als de zuidoever opgenomen als plangebied, waarbij aan wordt gegeven dat het plangebied mogelijk wordt vergroot naar aanleiding van de inbreng van alternatieven. Uit de NKO is buitendijkse rivierverruiming als kansrijk alternatief naar voren gekomen als eén van de drie kansrijke alternatieven. Na vaststelling van de NKO zijn de kansrijke alternatieven verder uitgewerkt en ontworpen. Hierbij is tevens rekening gehouden met eerdere beleidskeuzes en besluitvorming, conform de NRD. In de NRD wordt aangegeven dat projecten waar besluitvorming over heeft plaatsgevonden en financiering is geregeld wordt gezien als

---

[12] MEMO Overzicht verkende mogelijkheden voor rivierverruiming MIRT-verkenning Varik Heesselt, Het trechteringsproces van de verkende rivierverruimende mogelijkheden ter hoogte van Varik-Heesselt naar drie alternatieven, Provincie Gelderland, september 2017

autonome ontwikkeling. In dit kader kan het project UWDH worden gezien als autonome ontwikkeling. Uiterwaarden Hurwenen is reeds uitgevoerd.

De uiterwaarden aan de zuidzijde van de Waal hebben hoge cultuurhistorische waarden en belangrijke ontwikkelkansen voor natuur (hardhoutooibos, stroomdalgrasland en glanshaverhooiland). Dit wordt bevestigd in de structuurvisie WaalWeelde West, waarbij de natuur- en hoogwaterveiligheidsdoelstellingen in samenhang zijn bekeken. Hardhoutooibos is bijvoorbeeld elders moeilijk te realiseren en niet mogelijk aan de noordzijde.

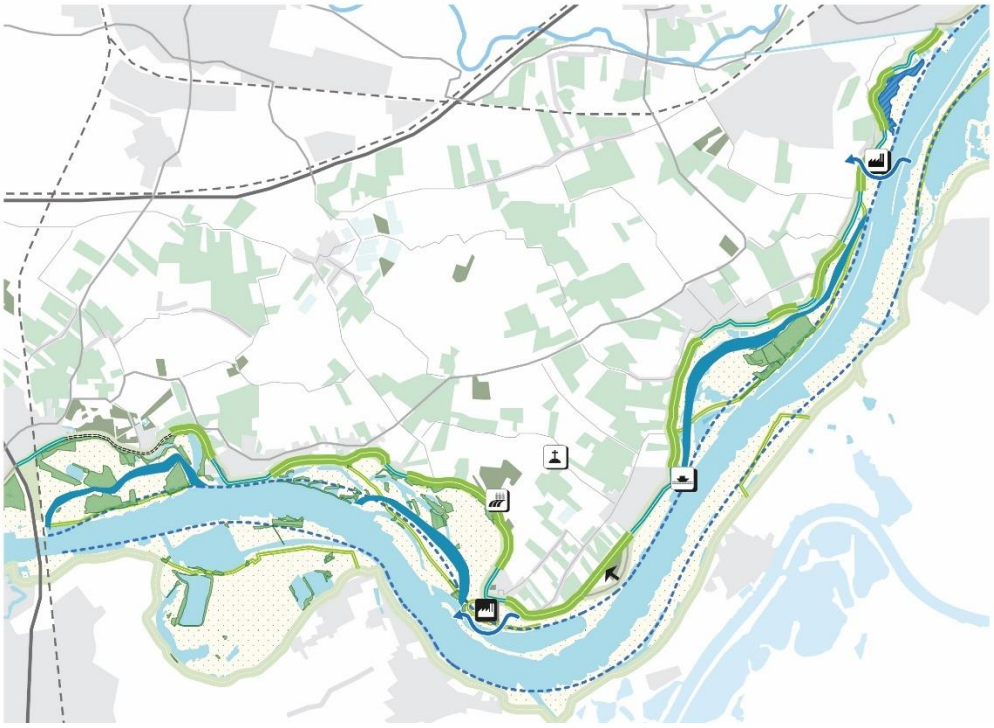
De doelstellingen uit het reeds uitgevoerde project Hurwenen (NURG en KRW) en de lopende verkenning Wamel, Dreumel en Heerewaarden (NURG, KRW, GNN en Natura 2000) zijn niet te combineren met de hoogwaterdoelstellingen. Voor de zuidoever liggen er natuuropgaven en opgaven om de waterkwaliteit te verbeteren (KRW, NURG, Natura 2000). De afmetingen en stroomsnelheden die nodig zijn voor een waterverlagend effect verenigen zich niet met de natuurdoelstellingen. Uit studies die zijn uitgevoerd in het kader van de projecten aan de zuidoever is tevens onderzocht of er een waterstandsdoelstelling kon worden toegevoegd aan het project. Dit blijkt niet mogelijk te zijn. Voor de reeds uitgevoerde nevengeul bij Hurwenen geldt volgens de wet het ‘stand-still’ principe, wat betekent dat de huidige kwaliteit niet mag worden verslechterd bij het realiseren van nieuwe maatregelen.

De buitendijkse rivierverruiming is hierdoor feitelijk enkel mogelijk aan de noordoever van het plangebied.”

3.4 Stap 3: Komen tot een haalbaar ontwerp

Omdat het zoekgebied aan de zuidzijde van de Waal, zoals hiervoor in paragraaf 3.3.2 is aangegeven, is afgevallen, is enkel nog gekeken naar de noordzijde van de Waal, tussen Tiel en Waardenburg.

Het ontwerp is daarop aangepast en opnieuw beschouwd, waarbij alleen rivierverruimende maatregelen aan de noordzijde van de Waal worden toegepast. Hiervoor is een ontwerp gemaakt met geulen die naar verwachting direct vergunbaar zullen zijn. In de volgende figuur is dit ontwerp opgenomen.



Figuur 9 Ontwerp rivierverruimende maatregelen enkel aan de noordzijde van de Waal tussen Tiel en Waardenburg

In ontwerp met geulen aan de noordzijde van de Waal, zoals weergeven in de voorgaande figuur is gebleken is dat op het referentiepunt (rkm 920,5) een waterstandsdaling van circa 8 cm is te realiseren.

Omdat het doel van de variant 3a daarmee niet gehaald werd, is opnieuw gezocht naar een logisch ontwerp voor rivierverruimende maatregelen in de uiterwaarden, aan de noordzijde van de Waal, die tot een maximale waterstandsdaling leiden.
Hiertoe zijn meer ingrijpendere maatregelen in de uiterwaarden toegepast om meer waterstandsdaling te realiseren. Deze maatregelen zullen meer natuur raken. De verwachting is echter dat dit wel vergunbaar zal zijn, maar mogelijk niet direct, maar onder voorwaarden. Dit heeft geleid tot het haalbare ontwerp voor variant 3a.

3.4.1 Haalbaar ontwerp

Om toch een significant waterstandsverlagend effect te kunnen realiseren wordt in het haalbaar ontwerp bij de ontworpen geulen in de Rijswaard en Stiftsche Uiterwaard geen rekening meer gehouden met de aanwezige hectaren glanshaver-hooiland. Hiervoor zal na de passende beoordeling een ADC-toets[13] moeten worden doorlopen.

Indien de activiteit vergunbaar zal blijken te zijn, zal naar verwachting als compensatie circa een factor 1,67 maal de oppervlakte van de vernietigde natuur moeten worden aangelegd. Daarnaast zal RWS haar goedkeuring op het ontwerp moeten geven. Omdat de gevolgde redenatie heeft geleid tot een ontwerp ten behoeve van het Globaal MER is gekozen om deze variant in de Waqua en Waqmorf modellen door te rekenen en de verwachte waterstandsdaling niet in Maptable te simuleren.

Er is in het haalbaar ontwerp rekening gehouden met:

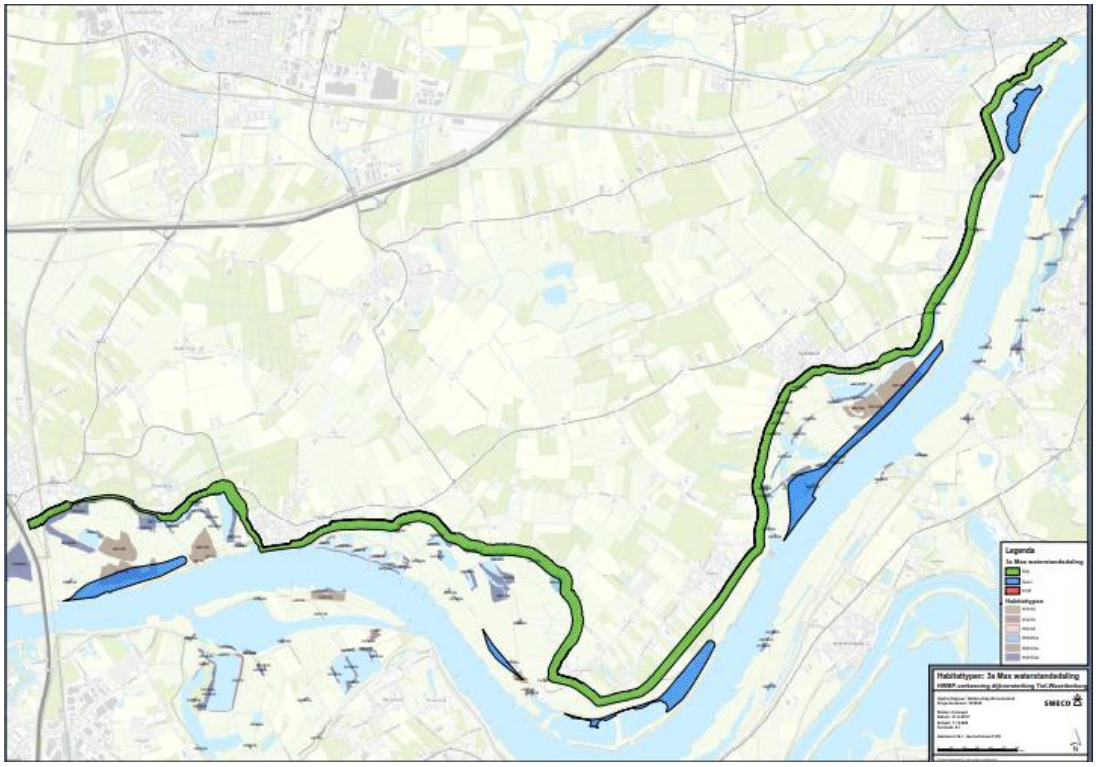
- Afstand tussen hoofd- en nevengeulen van minimaal 50 m en een afstand tussen de dijk en de nevengeulen van minimaal 100 m om negatieve effecten op de hoofdgeul en de dijken te voorkomen.
- Diepte, 4.00 - 3.00 m diep ten opzichte van mediaan waterstand om toename kwel richting het achterland te voorkomen.
- Radius binnen- en buitenbocht van respectievelijk van 30^0 en 15^0 ten einde effecten op dwarsstroming te verminderen
- Talud (1:5) teneinde voldoende capaciteit te realiseren en oeverstabiliteit te waarborgen.
- Bekleden van taluds met stortsteen om afkalving te voorkomen.

[13] *De ADC-toets is een vervolg op de passende beoordeling. Uit de passende beoordeling blijkt dat de instandhoudingsdoelstellingen van het Natura 2000-gebied in gevaar komen. De mitigerende maatregelen zijn niet voldoende om de negatieve gevolgen te voorkomen of verminderen. De vergunning kan alleen worden verleend als het project aan de drie voorwaarden van de ADC-toets voldoet:*

1. Er zijn geen alternatieven voor het project

2. Er is een dwingende reden van openbaar belang

3. Er worden voldoende compenserende maatregelen getroffen



Figuur 10 Haalbaar ontwerp variant 3a: dijkversterking met rivierverruimende maatregelen in de uiterwaarden

In het haalbaar ontwerp zoals weergeven in de voorgaande figuur is gebleken dat op het referentiepunt (rkm 920,5) een waterstandsdaling van circa 13 cm is te realiseren.

4 Samenvatting

Omdat onderhavige studie is uitgevoerd om te komen tot een haalbaar ontwerp voor variant 3a: een variant met dijkversterking en maximale (én vergunbare) om de samenvatting slechts in een tabel te presenteren.

Zo geeft tabel 1 de diverse resultaten weer over het verloop van het effect van de diverse maatregelen op de waterstanden. Om uiteindelijk te komen tot een haalbaar ontwerp. Dit is het ontwerp dat in het Globaal MER als variant 3a nader onderzocht en beoordeeld is op haar milieueffecten.

Tabel 1: samenvatting stappen ontwerp en effect waterstandsverlagend effect

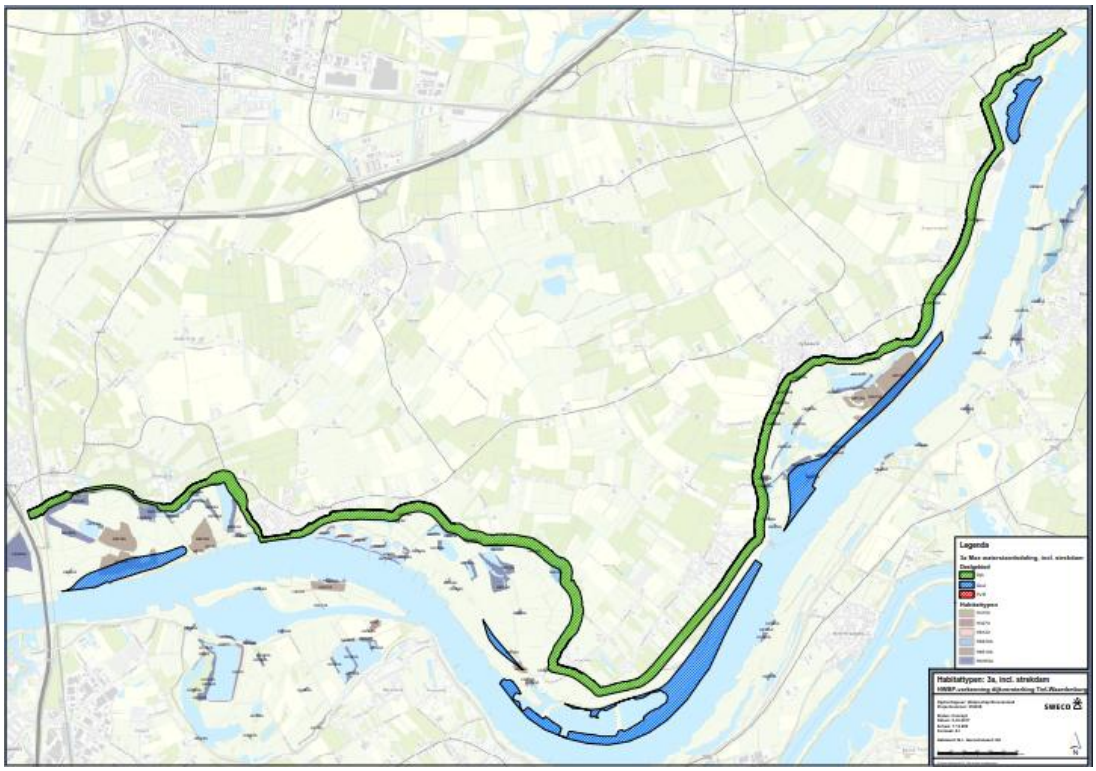
Ontwerp	Waterstandverlagend effect rkm 920,5 (m)
Hydraulisch maximaal ontwerp (maximale ingrepen)*	-0,82
Hydraulisch optimaal (optimalisatie richting 40 cm waterstandsdaling)*	-0,43
Hydraulisch verantwoord (rekening houdend met diverse criteria)*	-0,33
Ontwerp rekening houdend met natuur (differentiatie in dieptes geulen)*	-0,21
Ontwerp geulen noordzijde Waal	-0,08
Haalbaar ontwerp = variant 3a	-0,13

** Uiterwaarden noord- én zuidzijde van de Waal*

5 Naschrift

Naast het gerapporteerde heeft de studie naar rivierverruimende maatregelen in uiterwaarden ook veel kennis opgeleverd omtrent de buitendijkse mogelijkheden die in de uitwaarden kunnen worden gevonden voor een bijdrage aan waterstandsverlaging in de toekomst. Zo zijn er met toepassing van langsdammen en maatregelen buiten het plangebied kansen voor waterstandsverlaging in andere projecten. Hieronder kort enkele mogelijkheden:

- Verlengen van de nevengeul Rijswaard met een geul in de Kerkwaard (onder de rijksweg A2 door). Dit levert een extra waterstanddaling op van circa 5 cm.
- Verwijderen hoogwatervrije gebied nabij de kil van Hurwenen. Dit levert een extra waterstanddaling op van circa 3 cm.
- Aanbrengen van een langsdam nabij Heesselt. Dit levert een extra waterstanddaling op van circa 10 cm.
- Aandacht bij de verdere inrichting van de uiterwaarden in Tranche3 KRW door RWS.
- Aandacht voor kansen om lokale obstakels te verwijderen.
- Aanbrengen van langsdammen op overige interessante locaties zoals nabij de kil van Hurwenen of in de bocht nabij Wamel (zie de figuur hieronder). Indien de evaluatie omtrent de toepassing van langsdammen resulteert tot een besluit om deze maatregel veelvuldig langs de rivieren te gaan toepassen kan een gezamenlijk project tussen RWS en PGD binnen het plangebied zeker interessant zijn .



Figuur 10 Variant op haalbaar ontwerp variant 3a: dijkversterking met rivierverruimende maatregelen in de uiterwaarden, mét strekdammen

Bijlage 8

MEMO Overzicht verkende mogelijkheden voor rivierverruiming MIRT-verkenning Varik Heesselt

Het trechteringsproces van de verkende rivierverruimende mogelijkheden ter hoogte van Varik-Heesselt naar drie alternatieven

Projectnaam

MIRT-Verkenning Varik-Heesselt en HWBP-verkenning Tiel Waardenburg

Zaaknummer

Provincie Gelderland: 2016-006864

Versie

Versie 3.0, september 2017

Inhoudsopgave

1. Inleiding ... 3
   1.1. Afbakening gebied ... 4
2. Trechteringsproces naar MIRT-verkenning Varik-Heesselt ... 5
   2.1. Planologische kernbeslissing Ruimte voor de Rivier ... 6
      Maatregelenboek Boven-Rijn en Waal ... 6
      Genomen besluit ... 7
   2.2. Deltaprogramma ... 8
      Kansrijke strategieën ... 8
      Maatregelenboek Waal en Merwedes ... 9
      Voorkeursstrategie Waal en Merwedes ... 9
      Genomen besluit ... 11
   2.3. Pre-verkenning Varik Heesselt ... 12
   2.4. MIRT-onderzoek Varik Heesselt ... 13
   2.5. Besluit Algemene Regels Ruimtelijke Ordening ... 14
   2.6. Conclusie ... 15
      Hoogwatergeul Varik Heesselt ... 15
      Andere rivierverruimende maatregelen ... 15
3. Trechtering tijdens MIRT-verkenning Varik Heesselt ... 17
   3.1. Startdocument Varik Heesselt ... 17
   3.2. Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) ... 17
   3.3. Notitie Kansrijke Oplossingsrichtingen ... 18
4. Trechtering buitendijkse rivierverruiming (geulen) ... 20
   4.1. Uiterwaarden Hurwenen ... 21
   4.2. Uiterwaarden Wamel, Dreumel en Heerewaarden ... 22
   4.3. Conclusie ... 25

BIJLAGE I: Overzicht rivierkundige maatregelen tussen Varik en Nijmegen ... 1

CONCEPT

1. Inleiding

In het kader van de MIRT-verkenning Varik-Heesselt is door belanghebbenden onder meer de vraag gesteld of er geen alternatieven zijn voor een binnendijkse hoogwatergeul. Zij zijn benieuwd waarom de hoogwatergeul zo belangrijk is voor de regionale Voorkeurstrategie Rivieren en of er wel serieus is gekeken naar alternatieven voor de aanleg van een hoogwatergeul. Voorliggende bijlage maakt inzichtelijk welke alternatieven er in de loop van de tijd in beeld zijn afgewogen en op welke argumenten deze alternatieven wel of niet zijn afgevallen. Alternatieven die reeds zijn uitgevoerd, laten we daarbij buiten beschouwing.

Om de vraag van de belanghebbenden te beantwoorden hebben wij allereerst relevante informatie uit de Planologische Kernbeslissing Ruimte voor de Rivier (PKB), de Structuurvisie Waal-Weelde West, het Deltaprogramma, de preverkenning Hoogwatergeul Varik Heesselt en het MIRT-onderzoek op een rij gezet. Dit zijn de relevante documenten en besluiten die vooraf zijn gegaan aan de MIRT-verkenning.

Vervolgens lichten we de trechtering toe die tijdens de MIRT-verkenning heeft plaatsgevonden conform de motie Smaling en het amendement van de gemeente Neerijnen. Hierin wordt onder andere aandacht gevraagd voor een studie naar mogelijke alternatieven. De inmiddels ingebrachte oplossingsrichingen zijn afgewogen en getrechterd naar drie alternatieven. Dit is gebeurd in Notitie Kansrijke Oplossingsrichtingen (NKO), waar 18 oplossingsrichtingen zijn onderzocht. De stuurgroep en de dagelijkse besturen hebben ingestemd (mei 2017) met de drie nader te onderzoeken alternatieven:

Alt. 1: alleen dijkversterking
Alt. 2: dijkversterking en een binnendijkse hoogwatergeul
Alt. 3: dijkversterking en buitendijkse geulen

De commissie voor de Milieueffectrapportage heeft de NKO beoordeeld. Volgens de commissie is de selectie van de alternatieven op passend detailniveau uitgevoerd en vindt de selectie logisch en navolgbaar uitgevoerd. Volgende de commissie worden er geen oplossingen of alternatieven met minder milieugevolgen over het hoofd gezien. Wel adviseert de commissie voor de MER in het MER goed te onderbouwen welke (milieu)argumenten aan de keuze voor de planonderdelen ten grondslag liggen. Voor deze onderbouwing kan geput worden uit de onderbouwing van eerdere besluiten, zoals Structuurvisie Waalweelde. Een deel van de gevraagde onderbouwing is terug te vinden in voorliggende bijlage.

De alternatieven worden met bijbehorende varianten verder uitgewerkt in het MER en op hun milieueffecten beoordeeld door middel van het beoordelingskader dat is vastgelegd in de NRD. De stuurgroep heeft verzocht om bij alternatief 3 ook de mogelijkheden van buitendijkse rivierverruiming aan de zuidoever in beeld te brengen. Op dit verzoek wordt in deze memo ingegaan. Hierbij is gekeken naar de buitendijkse mogelijkheden in de uiterwaarden ter hoogte van het plangebied. Hierbij is ook modelmatig bepaald wat het waterstandsverlagende effect is van haalbare en vergunde mogelijkheden.

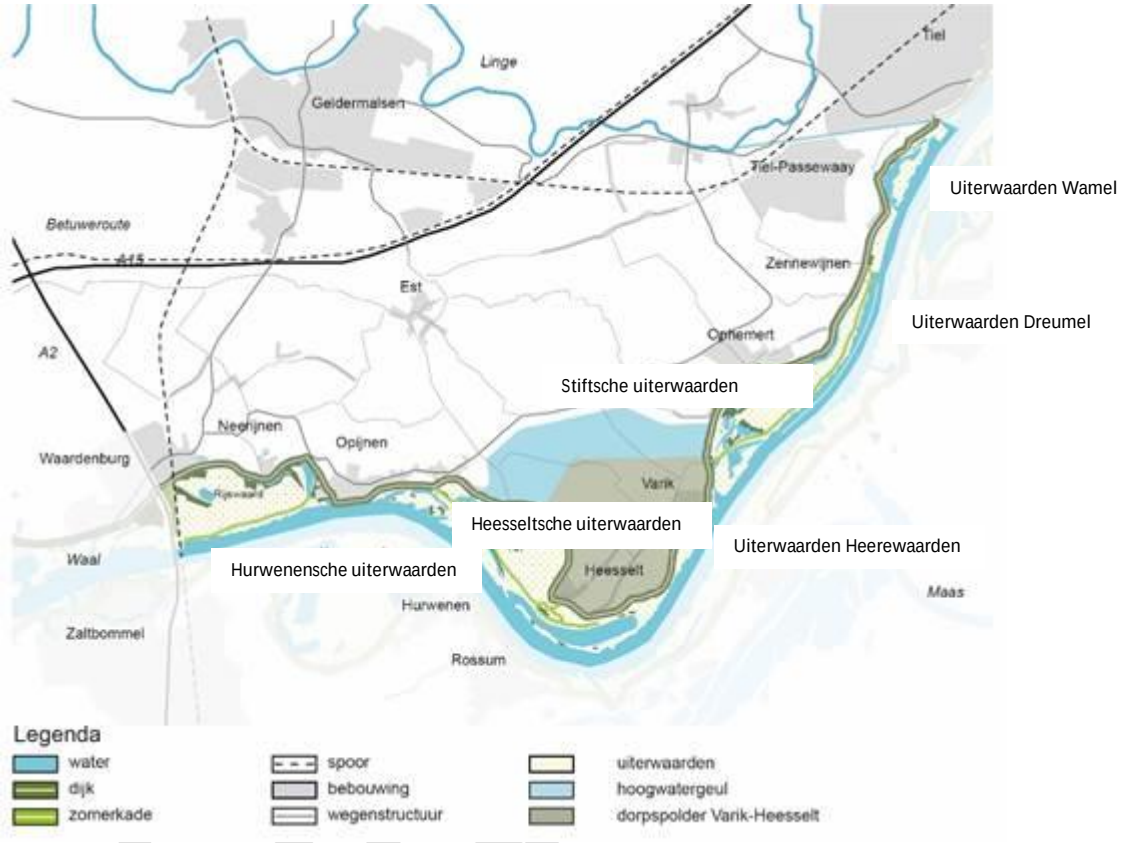
In bijlage 1 bij deze memo is een matrix opgenomen, waarin beschouwde alternatieven de revue passeren. In de matrix hebben we letterlijke teksten opgenomen, zoals die in genomen besluiten zijn terug te vinden. In de laatste kolom van de matrix is per alternatief een indruk gegeven van het effect dat er rivierkundig van mag worden verwacht.

CONCEPT

1.1. Afbakening gebied

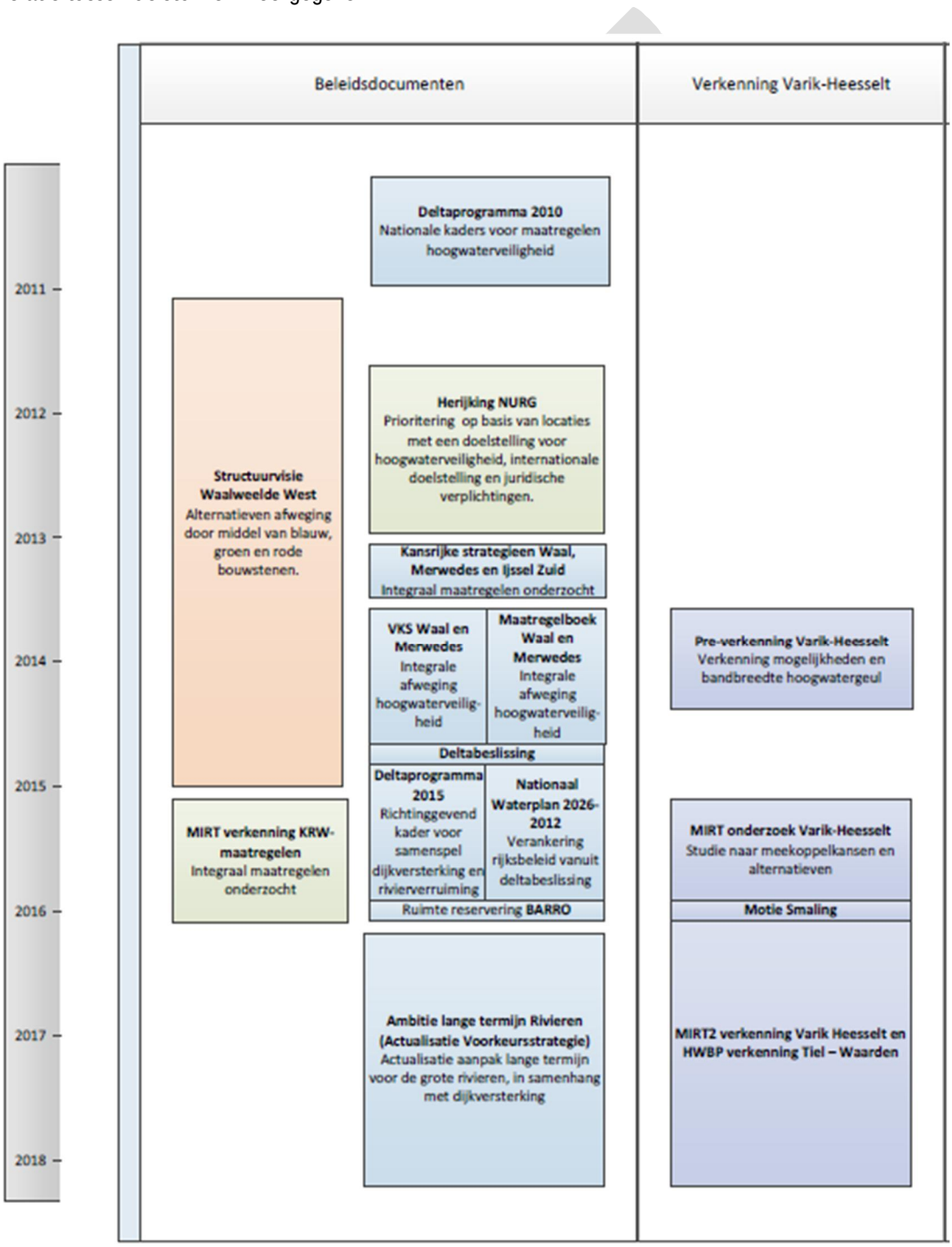
In voorliggende memo wordt ingegaan op het volgende gebied:

- Plangebied MIRT-verkenning Varik Heesselt
- Uiterwaarden Wamel, Dreumel en Heerewaarden
- Hurwenensche Uiterwaarden



2. Trechteringsproces naar MIRT-verkenning Varik-Heesselt

De huidige inspanningen uit het programma Ruimte voor de Rivier zijn voor de lange termijn niet voldoende. Er zijn belangrijke redenen voor extra maatregelen, namelijk de klimaatverandering, de stabiliteit van de huidige dijken en de bodemdaling. Met deze ontwikkelingen als aanleiding zijn verschillende studies uitgevoerd en, expliciet en/of impliciet, keuzes gemaakt voor het gebied nabij Varik en Heesselt. Bij Varik Heesselt maakt de Waal een scherpe bocht en is de rivier relatief smal. Extra ruimte bieden aan de rivier kan hier leiden tot een betere doorstroming en daarmee een waterstandsdaling doorwerkend tot Nijmegen. In onderstaand hoofdstuk is weergegeven welke studies zijn verricht en welke keuzes toen zijn gemaakt om te komen tot rivierverruiming ter hoogte van Varik en Heesselt. In onderstaand schema is schematisch de het tijdpad en dus de relatie tussen de stukken weergegeven:



2.1. Planologische kernbeslissing Ruimte voor de Rivier

In 2001 koos het kabinet voor een trendbreuk in de wijze van bescherming tegen overstromingen. Het kabinet zette zoveel mogelijk in op maatregelen die de rivier meer ruimte gaven en hoge waterstanden voorkwamen. Dijkverbetering werd alleen ingezet op trajecten waar rivierverruiming niet voldoende opleverde of waar het gezien de totale opgave niet financierbaar was. Dat leidde in 2007 tot de inwerkingtreding van de Planologische Kernbeslissing (PKB) Ruimte voor de Rivier. In het kader van deze planstudie zijn maatregelen in het rivierengebied onderzocht op een mogelijke bijdrage aan de gewenste waterstandsverlaging op de korte en lange termijn.

Maatregelenboek Boven-Rijn en Waal

In 2003 publiceerde de projectorganisatie Ruimte voor de Rivier het "maatregelenboek Boven-Rijn/Waal". In het maatregelenboek zijn in totaal 600 mogelijke maatregelen opgenomen, onderverdeeld in uiterwaardmaatregelen, knelpunten, binnendijks maatregelen en overige maatregelen. Het maatregelenboek diende als basis voor de PKB Ruimte voor de Rivier. Het gaf een overzicht van mogelijke maatregelen die van Gorinchem tot de Pannerdense Kop konden worden genomen om in 2015 te voldoen aan het wettelijk vastgelegde beschermingsniveau. Het effect van de maatregelen uit het maatregelenboek, zijn doorgerekend met een numeriek computermodel (WAQUA) en de effecten zijn opgenomen in de zogenaamde "blokkendoos''. De blokkendoos maakt het mogelijk om verschillende combinaties van rivierkundige maatregelen te combineren en het gezamenlijke effect in termen van onder meer waterstandsdaling en kosten te bepalen, door simpelweg maatregelen aan en uit te klikken.

Het maatregelenboek beschouwde diverse maatregelen in de omgeving van Varik en Heesselt, te weten:

- het verlagen van de zomerkade en het maaiveld van de Heesseltsche Middenplaat (tussen Varik en Heesselt);
- het verwijderen van het terrein van de voormalige steenfabriek;
- het terug leggen van de dijk bij Varik en bij Heesselt;
- het verlagen van de kribben in de omgeving St Andries tussen kmr 914,77 en 934,22.

Figuur 1. Van links naar rechts: Heesseltsche Middenplaat, verwijderen voormalige steenfabrieksterrein en dijkteruggleggingen Varik en Heesselt

Verder zijn in het maatregelenboek de eerste contouren van een hoogwatergeul bij Varik Heesselt terug te vinden. Onder de noemer 'groene rivier' werd geopperd om binnendijks een nieuwe rivierloop aan te leggen, die alleen bij extreem hoge afvoeren watervoerend zou zijn. Daarbij was de gedachte dat deze rivier 1 keer per 500 jaar vol water zou stromen. 'Groen' duidde op het huidige grondgebruik (veelal landbouw), maar een andere inrichting met meer natuur was ook mogelijk. Bij een afvoer van 16.000 m3/s, agrarisch gebruik en een meestroomfrequentie van eenmaal per 50 jaar zorgde een groene rivier voor een waterstandsverlaging van ca. 15 cm.

Figuur 2. Groene rivier Varik Heesselt

De herinrichting van de Heesseltsche Uiterwaarden werd in het maatregelenboek beschouwd als een lopend project, waar al invulling werd gegeven aan doelen als natuur en rivierveiligheid en extra's vanuit de PKB Ruimte voor de Rivier niet meer nodig werden geacht.

Genomen besluit

Bij de keuze van maatregelen voor de korte termijn (tot 2015) is gezocht naar een optimale benutting van de destijds aanwezige, buitendijkse ruimte. In een aantal situaties bleek dat er buitendijks (mede vanuit de doelstelling verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit) onvoldoende ruimte was om de taakstelling te halen en is overgestapt naar binnendijks. Hierbij is ook heel nadrukkelijk gekeken naar de lange termijn opgave (robuustheid). Bij zowel binnendijkse als bij buitendijkse oplossingen werd gestreefd naar een goede balans tussen het behoud van bestaande en het ontwikkelen van nieuwe kernkwaliteiten van het gebied.

Voor de Waal is uiteindelijk op basis van het maatregelenboek Boven-Rijn/Waal vooral gekozen voor kribverlaging en het verwijderen van obstakels. Ter hoogte van Varik en Heesselt zette de PKB Ruimte voor de Rivier in op het verlagen van kribben bij Fort Andries.

Voor de langere termijn werd een reservering opgenomen voor het terugleggen van de dijk bij Heesselt. De overige onderzochte maatregelen bij Varik Heesselt, waaronder het aanleggen van de hoogwatergeul Varik Heesselt (wordt genoemd in de spankrachtstudie en het maatregelenboek als groene rivier) vielen destijds binnen de toenmalige context af. Deze maatregelen zouden aanzienlijk meer impact op het gebied hebben dan kribverlaging en waren daardoor minder gemakkelijk uit te voeren. Met uitzondering van de hoogwatergeul zorgden ze bovendien voor minder waterstandsverlaging.

Figuur 3. Maatregelen ter hoogte van voorgenomen hoogwatergeul zoals opgenomen in de PKB Ruimte voor de Rivier (2005) met links de kortetermijnmaatregel en rechts de lange termijn reservering

CONCEPT

2.2. Deltaprogramma

De huidige inpassingen uit het programma Ruimte voor de Rivier blijken voor de lange termijn niet voldoende. Er zijn belangrijke redenen voor extra maatregelen, namelijk de klimaatsverandering, de stabiliteit van de huidige dijken en de bodemdaling. Sinds 2010 is stap voor stap gewerkt aan nationale kaders om de plannen voor extra maatregelen in praktijk te kunnen brengen. In het Deltaprogramma werken overheden en andere organisaties samen aan plannen om Nederland nu en in de toekomst te beschermen tegen hoogwater en om te zorgen voor voldoende zoetwater. Het doel is dat de waterveiligheid en de zoetwatervoorziening in 2050 duurzaam en robuust zijn, zodat Nederland de grotere extremen van het klimaat veerkrachtig kan blijven opvangen.

In 2013 en 2014 werd door de regio en het Deltaprogramma Rivieren op ambtelijk en bestuurlijk niveau gewerkt aan een gezamenlijke voorkeursstrategie, die het rivierengebied voorbereidt op klimaatverandering. Onder regie van de provincie Gelderland en door middel van een uitgebreid regioproces werd de voorkeursstrategie Waal en Merwedes opgesteld. Het regioproces is een gezamenlijk proces van de waterschappen, betrokken riviergemeenten, provincies en het Deltaprogramma Rivieren en Deltaprogramma Rijnmond Drechtsteden (de regio). De voorkeurstrategie was leidend voor het advies van de stuurgroep Delta-Rijn en de Stuurgroep Rijnmond Drechtsteden aan de Deltacommissaris over de langtermijnstrategie voor waterveiligheid in de Nederlandse Rivieren.

Kansrijke strategieën

Als eerste stap in de trechtering naar de voorkeursstrategie Waal en Merwedes zijn kansrijke strategieën ontwikkeld voor de Waal. De kansrijke strategieën geven de bandbreedte weer van de mogelijke maatregelen. Belangrijk was dat daarbij onderscheid werd gemaakt tussen:

- het op orde brengen van de waterveiligheid (dijkverbetering die nodig is vanwege afgekeurde dijken en nieuwe normen/inzichten omtrent de faalmechanismen stabiliteit en 'piping');
- het op orde houden van de waterveiligheid (ingrepen die nodig zijn om de waterstandsstijging op te vangen).

In de nota "Kansrijke strategieën" wordt gesteld dat het niet zo zeer de vraag is of dijkversterking en -verhoging in technische zin een oplossing is voor de extra waterstandstijging die het gevolg is van klimaatverandering. De vraag is veel meer of dit vanuit de diverse gevolgen en effecten een wenselijke keuze is. Dijkversterking kan namelijk op gespannen voet staan met de bestaande bebouwing, landschap, natuurwaarden, cultuurhistorie en belevingswaarden.

Voor rivierverruimende maatregelen wordt onderscheid gemaakt tussen buitendijkse maatregelen (zoals het herinrichten en vergraven van uiterwaarden) en binnendijkse maatregelen (zoals het verleggen van dijken en het binnendijks aanleggen van hoogwatergeulen).

De regio constateerde dat de waterveiligheidsopgave voor de lange termijn niet is op te lossen met alleen buitendijkse maatregelen langs de Waal. Hydraulische knelpunten vallen over het algemeen niet samen met de locaties waar ruimte aanwezig is om het zomer- en winterbed te verlagen. Bovendien moet dan op grote schaal worden ingegrepen in het rivierlandschap, wat ten koste gaat van de aanwezige ruimtelijke kwaliteit. Tot slot is er op veel locaties langs de Waal nu al sprake van binnendijkse kwel. Wanneer op grote schaal buitendijkse maatregelen worden getroffen, zal de kwelproblematiek verder toenemen.

Gezien het bovenstaande zag de regio de grote, binnendijkse maatregelen als 'ruggengraat' van het gewenste eindbeeld voor het jaar 2100. Buitendijkse maatregelen blijven aanvullend nodig om de waterveiligheid op orde te houden. Daarbij worden vanuit dat eindbeeld bewuste keuzes

CONCEPT

gemaakt waar waarden verloren gaan, waar behoud aan de orde is en waar nieuwe waarden worden toegevoegd. De kleinere, buitendijkse maatregelen bouwen voort op deze ruggengraat van binnendijkse maatregelen. Ze worden selectief ingezet om de restopgave voor waterstandsdaling te bewerkstelligen en omdat ze iets in ruimtelijke kwaliteit toevoegen. Deze ruggengraat zou voor de Waal onder meer kunnen bestaan uit een combinatie van de volgende binnendijkse maatregelen:

- De dijkverlegging Loenen/A50
- De dijkverlegging Oosterhout/Slijk Ewijk
- De dijkverlegging Varik-Opijnen
- De hoogwatergeul Varik-Heesselt (destijds bypass Varik Opijnen)
- De dijkverlegging Brakel in combinatie met de geul Ruijterwaard
- De bypass Haaften
- De dijkverlegging Zaltbommel
- De groene Rivier Merwedes
- Als sluitstuk is ook retentie langs de Bovenrijn opgenomen (Rijnstrangen).

De kansrijke strategieën geven de bandbreedte weer van de mogelijke maatregelen. Vanwege de doorwerking op waarden en belangen vormen ze in samenhang (het krachtig samenspel van de twee strategieën), de basis voor de voorkeursstrategie.

Maatregelenboek Waal en Merwedes

In 2014 publiceerde de provincie Gelderland gevolgd op de kansrijke strategieën een maatregelenboek met een overzicht van rivierverruimende maatregelen. Hiervoor maakte de provincie gebruik van maatregelen uit eerdere studies zoals PKB Ruimte voor de Rivier en structuurvisie Waalweelde West (zie volgende paragraaf). Maar er werden ook nieuw maatregelen ontworpen in nauwe en interactieve samenwerking tussen de provincie Gelderland als coördinator van het regioproces, projectorganisatie Deltaprogramma Rivieren en overige betrokken stakeholders. De rekenresultaten werden ook nu opgenomen in een Blokkendoos (net als bij de PKB Ruimte voor de Rivier) waarmee de gezamenlijke effecten van individuele maatregelen kan worden bepaald.

In het deel van de Waal tussen Heesselt en Nijmegen zijn onder andere de volgende maatregelen in het maatregelenboek terug te vinden:

- het aanleggen van een groene hoogwatergeul bij Varik Heesselt;
- het aanleggen van een blauwe hoogwatergeul bij Varik Heesselt;
- het verleggen van de dijk bij Heesselt;
- het verleggen van de dijk, het verwijderen van het hoogwatervrij terrein, het afgraven van het maaiveld, het aanleggen van een langgerekte plas, het verwijderen van de zomerkade en het verlagen van de overige kades in de Stiftsche waarden;
- het aanleggen van een hoogwatergeul in de Grote Willemspolder;
- het verwijderen en verlagen van het (hoogwatervrije) terrein, het vergraven van de strang en het uitbreiden van de plas in de Goeverneursche Polder;
- het verleggen van de dijk bij Oosterhout.

Voorkeursstrategie Waal en Merwedes

Een selectief aantal maatregelen is vervolgens uit het maatregelenboek opgenomen in de voorkeursstrategie. De stuurgroep Delta-Rijn en de Stuurgroep Rijnmond Drechtsteden stelden voor om te kiezen voor een samenspel dijkversterking en rivierverruiming. Zij zien rivierverruimende maatregelen als het op orde brengen en houden van de dijken als ‘ruggengraat’ van de strategie waarmee ze invulling geven aan de waterveiligheidsopgaven:

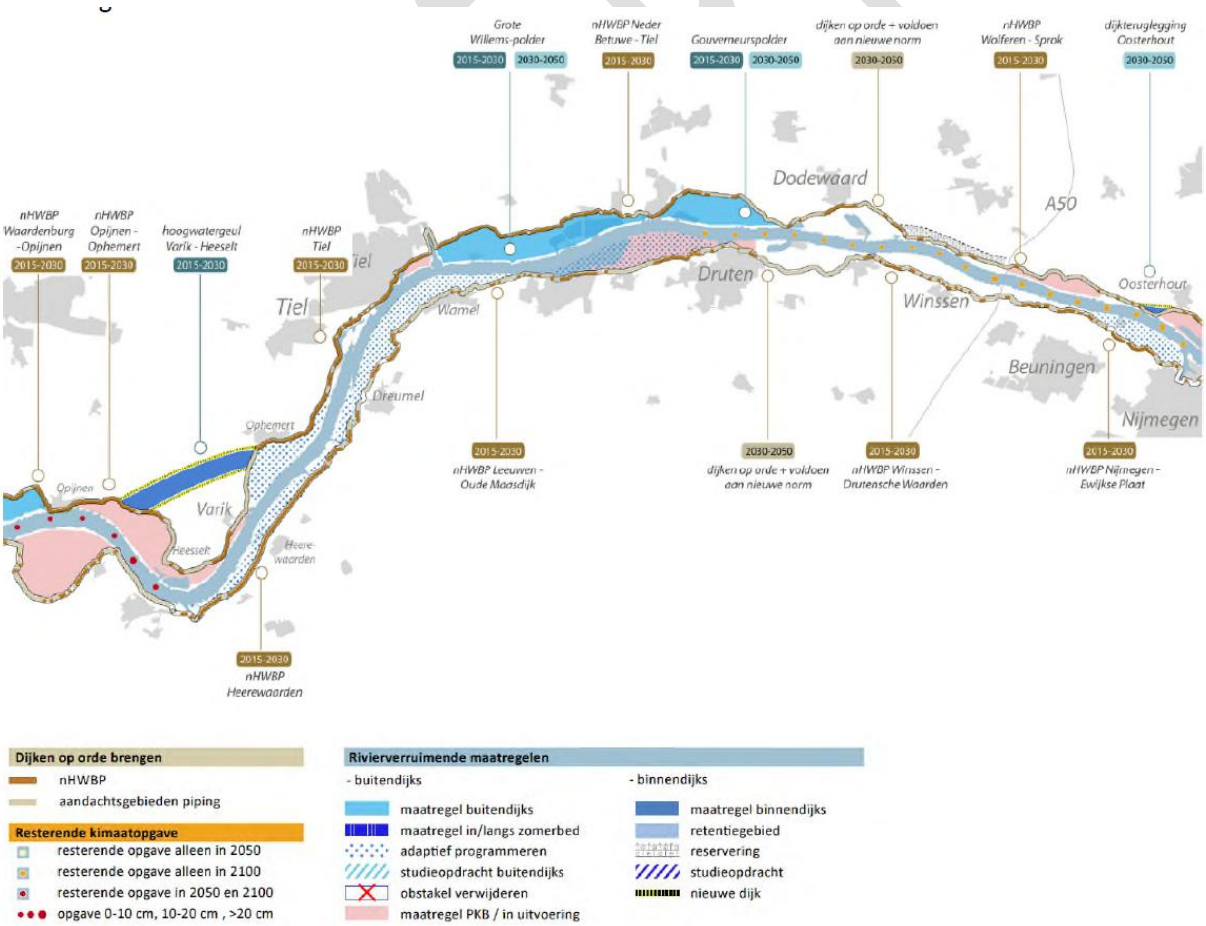
CONCEPT

- De opgaven vanuit het nationale hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP), de nieuwe normering, piping, bodemdaling en zetting van dijken werden met dijkversterking ingevuld.
- Voor de klimaatopgave kiezen de stuurgroepen primair voor rivierverruimende maatregelen: rivierkundige knelpunten worden zoveel mogelijk met ruimtelijke ingrepen opgelost. Daarbij zetten ze éérst in op oplossingen voor knelpunten die een grote waterstanddaling opleveren.

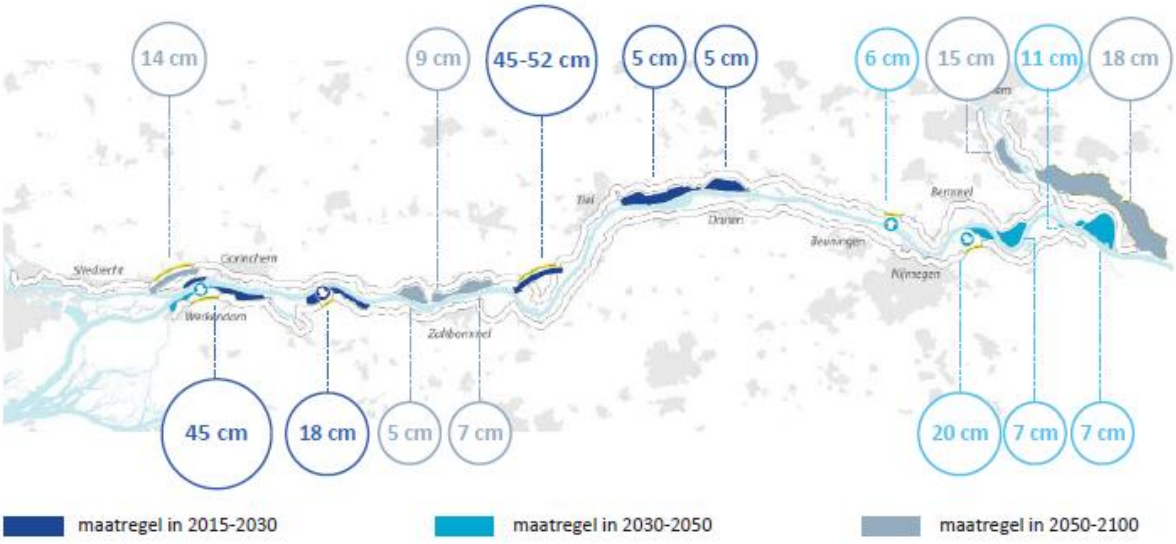
De insteek is dus dat de klimaatopgave wordt opgelost door rivierverruiming. Dijkverhoging komt voor de klimaatopgave pas aan de orde wanneer rivierverruiming:

- niet kosteneffectief is;
- te weinig meekoppelkansen biedt;
- bedreigend is voor de ruimtelijke kwaliteit;
- niet kan rekenen op draagvlak (zowel maatschappelijk als bestuurlijk);
- leidt tot onacceptabele gevolgen voor de scheepvaart;
- leidt tot risico's voor het splitsingspunt/de afvoerverdeling;
- niet logisch is omdat met dijkverhoging eenvoudig bij een bestaande dijkversterking kan worden aangesloten.

Door afweging van bovenstaande punten is gekozen voor de voorkeursstrategie zoals die in onderstaande figuur 5 is gevisualiseerd.



Figuur 5. Uitsnede kaart Voorkeursstrategie Waal en Merwedes



Figuur 6. waterstandsverlaging maatregelen

De hoogwatergeul bij Varik en Heesselt is een belangrijke wervel in de 'ruggengraat' van de strategie waarmee de stuurgroep Delta-Rijn de klimaatopgave wilde invullen. De hoogwatergeul zorgt ter hoogte van Heesselt voor een waterstandsdaling van 45 tot 52 centimeter. Het effect van de hoogwatergeul werkt bovenstrooms door tot de omgeving Nijmegen, waardoor op dit traject wellicht minder investeringen noodzakelijk zijn voor het op hoogte brengen en mogelijk ook versterken van de dijken. Andere redenen voor de stuurgroep Delta-Rijn om te kiezen voor de hoogwatergeul was het bestuurlijk draagvlak vanwege de ruimtelijk/economische meekoppelkansen met andere ruimtelijke functies, zoals duurzame energiewinning, landbouw en recreatie in een integrale gebiedsopgave.

De voorkeursstrategie voorziet op de korte termijn (tot het jaar 2030) ook in een aantal dijkversterkingen, zoals bij Opijnen-Ophemert, Tiel en Waardenburg-Opijnen. Hier ligt een duidelijke koppeling tussen de programmering vanuit het HWBP en de rivierverruimende maatregelen voor klimaatverandering.

Genomen besluit

Op Prinsjesdag 2014 kon het kabinet voorstellen voor deltabeslissingen[1] en voorkeursstrategieën[2] aan de Tweede Kamer voorleggen: structurerende besluiten over het werk aan de delta in de komende decennia. In het najaar van 2014 heeft het Kabinet vijf Deltabeslissingen genomen. Eind 2014 heeft het Rijk deze als beleid vastgelegd in de tussentijdse wijziging van het Nationaal Waterplan 2009-2015. Hierin is opgenomen dat de waterveiligheid in het rivierengebied wordt geborgd door een samenspel van dijkversterking en rivierverruiming. De koepelorganisaties van

[1] Deltabeslissingen zijn hoofdkeuzen voor de aanpak van waterveiligheid en zoetwatervoorziening in Nederland en geven richting aan maatregelen op korte en op lange termijn.
[2] Voorkeurstrategieën geven een concrete, gebiedsgerichte invulling aan de deltabeslissingen. Deze vormen het strategisch kompas voor het programma van maatregelen, op korte en op lange termijn. De voorkeursstrategieën vormen de basis voor het nieuwe uitvoeringsprogramma Deltaplan Waterveiligheid (Lange termijn ambitie rivieren). MIRT-verkenning Varik Heesselt valt onder de voorkeursstrategie Rivieren.

provincies, waterschappen en gemeenten onderstreepten hun commitment aan de gekozen aanpak door de Bestuursovereenkomst Deltaprogramma te ondertekenen, met de afspraak om te bevorderen dat hun leden de deltabeslissingen en voorkeursstrategieën in hun eigen plannen vastleggen. Daarmee beschikt Nederland over de kaders en het kompas om tijdig maatregelen te treffen.

De programmering van de maatregelen uit het Deltaplan Waterveiligheid zijn in hoofdlijnen uitgewerkt in het Deltaprogramma 2015[3]. Het rijksbeleid dat voortvloeit uit deltabeslissingen is verankerd in het Nationaal Waterplan 2016-2021'.

In het deltaprogramma 2015 is voorgesteld om toe te werken naar het starten van MIRT-verkenning Varik Heesselt, met de voorkeursstrategie als richtinggevend kompas en rekening houdend met de urgentie van de dijkversterkingen. In de bijlage (B6 synthesedocument Rivieren) wordt voor de start de volgende argumenten gegeven: "De grote waterstandsverlaging werkt door naar de bovenstrooms gelegen zeer urgente trajecten voor dijkversterking, die in samenhang dienen te worden gerealiseerd. Dit kan een besparing op deze dijkversterkingstrajecten en een bijdrage aan de risicoreductie opleveren. In het gebied van de hoogwatergeul zijn initiatieven voor verkenning van de gebiedsontwikkeling (landbouwstructuurverbetering, natuur en landschap, recreatie en energiewinning) reeds ingezet. "

2.3. Pre-verkenning Varik Heesselt

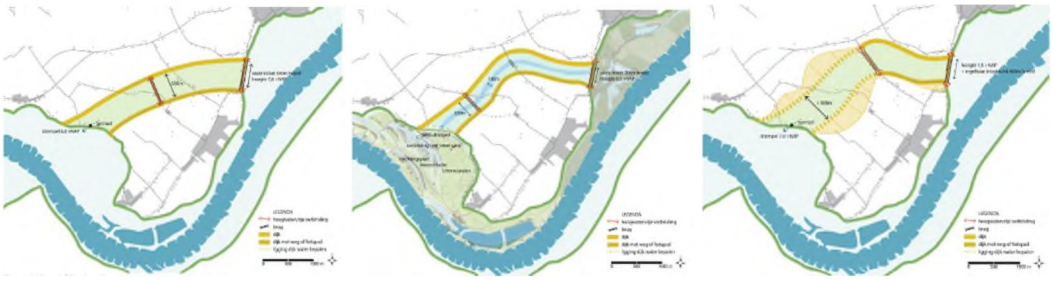
Eind 2013 besloten de provincie Gelderland, de gemeente Neerijnen en het waterschap Rivierland naar aanleiding van het regioproces om de Deltabeslissing Waterveiligheid niet af te wachten. De maatschappelijke impact van een hoogwatergeul en meer inzicht in meekoppelkansen is aanleiding geweest voor het starten van een pre-verkenning. Ze wilden met bewoners en ondernemers in gesprek en er is daarom gestart met een pre-verkenning. In de pre-verkenning is de volgende doelstelling geformuleerd:

- Hoofddoelstelling: Het verhogen van de waterveiligheid: De hoogwatergeul bij Varik en Heesselt heeft als doelstelling het zorgen voor een waterstanddaling op de Waal van minimaal 45 cm bij een Rijnafvoer van 18.000 m3/s bij Lobith in 2100.
- Nevendoelstelling: Benutten van meekoppelkansen op het gebied van infrastructuur, landbouw, wonen, ecologie, recreatie en energie voor ontwikkeling van het gebied zelf zonder significante, negatieve effecten op het nagestreefde (en met de hoogwatergeul beoogde) veiligheidsdoel.

De pre-verkenning heeft verschillende deelstudies opgeleverd, zoals een referentiestudie, een studie naar meekoppelkansen, een gebiedsanalyse en een bandbreedtestudie. Tijdens de brandbreedtestudie zijn de verschillende mogelijkheden voor de aanleg van een hoogwatergeul verkend. Dit resulteerde in drie uitersten voor de vormgeving van de geul: 'ruim', 'compact' en 'functioneel'. Voor elk uiterste zijn globaal de gevolgen voor het gebruik van het gebied verkend, zoals voor wonen, landbouw, natuur, recreatie en wegen. De pre-verkenning is grotendeels op basis van beschikbare informatie en expert judgement uitgevoerd en heeft niet geleid tot bestuurlijke besluitvorming.

[3] Essentieel onderdeel van het Deltaprogramma is het concept van adaptief deltamanagement: vooruitkijken naar de opgaven die voor ons liggen, gezamenlijk de benodigde maatregelen bepalen en steeds checken of we in het goede tempo en in de goede richting werken. Conform de met de Deltawet gewijzigde Waterwet doet de deltacommissaris ieder jaar een voorstel voor het Delta-programma. Onderdeel daarvan is een voorstel voor de programmering van maatregelen in het Deltaplan Water-veiligheid en het Deltaplan Zoetwater

Om meningen en ideeën uit het gebied te verzamelen is bij het opstellen van de bandbreedtestudie samengewerkt met een klankbordgroep. De groep bestond uit belanghebbenden en bewoners uit het gebied van de geul en uit de nabij gelegen dorpen.



Figuur 7. Alternatieven pre-verkenning met functioneel (links), compact (midden) en ruim (rechts)

2.4.MIRT-onderzoek Varik Heesselt

In een samenwerking met het Rijk is de regio aan zet voor de uitwerking van de Voorkeursstrategie. De hoogwatergeul Varik-Heesselt is onderwerp van gesprek geweest tussen minister Schultz van Haegen en gedeputeerde Meijers tijdens het BO MIRT Oost-Nederland op 27 oktober 2014. Hoewel hier tijdens het BO MIRT niet formeel toe is besloten, is door de provincie Gelderland in samenwerking met het Waterschap Rivierenland, het Ministerie van IenM, Rijkswaterstaat en de gemeente Neerijnen in de periode februari tot oktober 2015 een MIRT-onderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek is gedaan naar aanleiding van een brief van minister Schultz van Haegen (kenmerk: IENM/BSK-2015/8932) waarin gevraagd is om tot een onderbouwd voorstel te komen voor een nadere selectie van kansrijke rivierverruimende maatregelen tot circa 2030, inclusief de samenhang met de dijkversterkingen in het HWBP en mogelijke startbesluiten voor één of meer MIRT-verkenningen naar rivierverruiming. Het MIRT-onderzoek had tot doel om tot een onderbouwd besluit te komen over het starten van een MIRT-verkenning voor de hoogwatergeul Varik-Heesselt.

Het onderzoek richt zich op de vragen zoals deze in de brief van het Rijk zijn opgenomen en de voorwaarden zoals opgenomen in de Spelregels MIRT. Van belang is dat het Rijk eventueel een bijdrage kan leveren aan de meerkosten van rivierverruimende maatregelen ten opzichte van dijkversterkingen. Daar zijn de volgende drie voorwaarden aan gesteld:

1. bijdrage aan waterveiligheid en effectiviteit daarvan;
2. reële kansen om op gebiedsniveau synergie (meekoppelkansen) te realiseren en draagvlak;
3. cofinanciering vanuit de regio en (bij startbeslissing) zicht op financiering van het totale project.

Belangrijke onderdelen van het MIRT-onderzoek zijn een deelstudie naar de meekoppelkansen en een deelstudie naar alternatieven voor de geul. In het onderzoek worden alternatieven voor de hoogwatergeul onderzocht die eerder naar voren zijn gekomen tijdens de structuurvisie Waal-Weelde West en door deskundigen beoordeeld. De alternatieven die eerder naar voren zijn gekomen tijdens het proces van de Structuurvisie Waalweelde zijn tunnelconstructie Kuala Lumpur, bochtverruiming Heesselt, toepassen innovatieve methodes voor dijkverhoging, en de rivier in zijn geheel verleggen naar de noordzijde bij Varik Heesselt.

Het MIRT-onderzoek concludeert dat de hoogwatergeul een belangrijke bijdrage levert aan verlaging van het maatgevend hoogwater (als gevolg van nieuwe normering én klimaatsopgave), een hydraulisch rivierkundig knelpunt oplost en daarmee bijdraagt aan een robuuster riviersysteem en ruimtelijk meerwaarde kan bieden voor de streek door meekoppelkansen (voornamelijk natuur, agrarisch, recreatie). Uit het MIRT-onderzoek komt naar voren dat de hoogwatergeul voor

CONCEPT

een waterstandsdaling van 40 tot 45 centimeter zorgt ter hoogte van Heesselt. Daarnaast concludeert het onderzoek dat het effect van de hoogwatergeul bovenstrooms doorwerkt tot de omgeving Nijmegen, waardoor op dit traject wellicht minder investeringen noodzakelijk zijn voor het op hoogte brengen en mogelijk ook versterken van de dijken.

Het MIRT-onderzoek stelt verder dat dijkverhoging het enige serieuze alternatief is voor de hoogwatergeul. De overige aangedragen alternatieven dragen aanzienlijk minder bij aan waterstandsdaling of zijn financieel onhaalbaar. De dijkverhoging komt conform de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes aan de orde aanvullend op of in plaats van rivierverruiming indien niet kan worden voldaan aan eerdergenoemde opsomming.

Het MIRT-onderzoek is in oktober 2015 voorgelegd aan de Tweede Kamer, waar vervolgens is besloten over te gaan tot een MIRT-verkenning (zei hoofdstuk 3).

2.5.Besluit Algemene Regels Ruimtelijke Ordening

Eind 2015 is voor Varik-Heesselt in het Besluit Algemene Regels Ruimtelijke Ordening (BARRO) een ruimtelijke reservering opgenomen om te voorkomen dat er belemmeringen ontstaan voor de mogelijke aanleg van een geul bij Varik Heesselt. Deze ruimtelijke reservering vervangt vervang de ruimtelijke reservering uit het PKB Ruimte voor de Rivier voor de dijkteruglegging Heesselt die destijds was opgenomen in het BARRO. De aankondiging voor de reservering van Varik Heesselt is opgenomen in de tussentijds wijziging van het Nationaal Waterplan 2009-2015. In de nota van toelichting van de BARRO is opgenomen dat de hoogwatergeul nader wordt onderzocht en uitgewerkt, maar dat er ook naar alternatieven voor de hoogwatergeul wordt gekeken, zoals ook staat omschreven in de structuurvisie Waalweelde West. Mocht op basis van de resultaten van de verkenning gekozen worden voor een alternatief zonder hoogwatergeul, dan zal vervolgens de gebiedsreservering voor de hoogwatergeul komen te vervallen. De argumenten die voor het toevoegen van de ruimtelijke reservering wordt gegeven in de bijlage van het Deltaprogramma 2015 is als volgt:

- voor een dergelijke binnendijkse maatregelen is een reservering nodig om het gebied te vrijwaren van grootschalige ontwikkelingen;
- er is bestuurlijk overeenstemming om voor de verwachte toename van de afvoer (klimaatopgave) ruimtelijke maatregelen in te zetten. Een ruggengraat van maatregelen met oplossingen op de grootste knelpunten levert de meeste flexibiliteit (tijdswinst, veiligheidswinst en grotere levensduur van dijken) volgens de Stuurgroep Waalweelde (maart 2013);
- zoals in de Lange termijnvisie in de PKB Ruimte voor de Rivier staat verwoord en in de analyses binnen het regioproces zijn bevestigd, kan de taakstelling langs de Waal niet in zijn geheel door middel van buitendijkse maatregelen worden gehaald;
- in de ontwerp-structuurvisie Waalweelde-West en het regio-advies Waal-Merwedes is daarom de keuze gemaakt voor een aantal grote rivierverruimende maatregelen. Deze maatregelen vormen de ruggengraat van de voorkeursstrategie Waal-Merwedes. In de stuurgroep Waalweelde is besloten om de opgave op te lossen door eerst grote maatregelen uit te voeren op basis van uitgevoerd onderzoek van Deltares en het MER structuurvisie Waalweelde West.
- met de reservering voor de hoogwatergeul Varik-Heesselt, gecombineerd met andere maatregelen uit de voorkeursstrategie Waal-Merwedes, wordt de klimaatopgave van Varik tot Beuningen over 20 km in bovenstroomse richting op de Waal opgelost en ter plekke levert de maatregel door het grote waterstandsverlagend effect extra veiligheidswinst.

CONCEPT

- de regio ziet kansen om bij Varik-Heesselt de realisatie van de veiligheidsdoelstelling te combineren met lokaal gewenste gebiedsontwikkeling, zoals agrarische structuurversterking, recreatieve uitloopmogelijkheden, sport- en leisure activiteiten en energiewinning uit duurzame bronnen;

2.6. Conclusie

Hoogwatergeul Varik Heesselt

De hoogwatergeul bij Varik en Heesselt komt sinds 2002 voor in de overzichten van mogelijke hoogwaterveiligheidsmaatregelen en is een belangrijke wervel in de 'ruggengraat' van de voorkeurstrategie Waal en Merwedes (2014). Ook in het voorkeursalternatief (januari 2013) van de MER, behorende bij de structuurvisie WaalWeelde West, wordt voorzien in de mogelijke aanleg van de hoogwatergeul.

In het najaar van 2014 heeft het Kabinet vijf Deltabeslissingen genomen. Eind 2014 heeft het Rijk deze als beleid vastgelegd in de tussentijdse wijziging van het Nationaal Waterplan 2009-2015 en uiteindelijk in het Nationaal Waterplan 2016-2021. Hierin is opgenomen dat de waterveiligheid in het rivierengebied wordt geborgd door een samenspel van dijkversterking en rivierverruiming. Op basis van de Waterwet is het nationaal waterplan voor de ruimtelijke aspecten tevens een structuurvisie. Vervolgens is de locatie Varik-Heesselt geland in het Besluit Algemene Regels Ruimtelijke Ordeningen (BARRO). Het BARRO omvat alle ruimtelijke rijksbelangen die juridisch doorwerken op het niveau van structuurvisies en bestemmingsplannen. Hierin is een ruimtelijke reservering opgenomen voor de hoogwatergeul. In de nota van toelichting van de BARRO is opgenomen dat de hoogwatergeul nader wordt onderzocht en uitgewerkt, maar dat er ook naar alternatieven voor de hoogwatergeul wordt gekeken, wat ook is aangegeven in de structuurvisie Waalweelde West.

De hoogwatergeul zorgt naar verwachting uit het MIRT-onderzoek voor een waterstandsdaling van circa 40-45 centimeter ter hoogte van Heesselt. Dat is aanzienlijk meer dan het effect van andere alternatieven die werden onderzocht. Deze resulteerden afzonderlijk van elkaar meestal in een verlaging van maximaal 5 tot 10 cm.

Andere redenen waarom gekozen is voor de hoogwatergeul zijn het bestuurlijk draagvlak vanwege de ruimtelijk/economische meekoppelkansen met andere ruimtelijke functies, zoals duurzame energiewinning, landbouw en recreatie in een integrale gebiedsopgave.

Andere rivierverruimende maatregelen

In de periode van 1995 tot op heden zijn veel rivierverruimende maatregelen de revue gepasseerd en rivierkundig doorgerekend. Met de Blokkendoos was het mogelijk om het effect van maatregelen zowel apart als in onderlinge samenhang te tonen. De verschillende maatregelen zijn in het kader van diverse besluiten die voorafgingen aan de MIRT-verkenning zijn beoordeeld op onder andere bijdrage aan de oplossing van de waterveiligheidsopgave, kosteneffectiviteit, meekoppelkansen, ruimtelijke kwaliteit, draagvlak, gevolgen voor wonen, werken, binnendijkse kwel, natuur, de scheepvaart en gevolgen voor de afvoerverdeling bij de Pannerdensche Kop.

In het MIRT-onderzoek Varik-Heesselt werd geconcludeerd dat de alternatieven die zijn aangedragen door belanghebbenden, zoals verlegging van de Waal in noordelijke richting en ondergrondse oplossingen financieel onhaalbaar zijn en aanzienlijk minder waterstandsdaling geven. Enige serieus alternatief in het MIRT-onderzoek voor de aanleg van een hoogwatergeul Varik Heesselt dat overbleef is de dijkverhoging (zoals verkend in het HWBP project Tiel Waardenburg).

CONCEPT

Wel blijft zowel politiek-bestuurlijk als maatschappelijk het onderzoeken naar alternatieven voor de hoogwatergeul terugkomen.

Naar aanleiding van de uitkomsten uit het MIRT-onderzoek is besloten te starten met een MIRT-verkenning. Het trechteringsproces daarin wordt beschreven in hoofdstuk 3.

CONCEPT

3. Trechtering tijdens MIRT-verkenning Varik Heesselt

3.1. Startdocument Varik Heesselt

Op 5 november 2015 is in het Bestuurlijk Overleg MIRT besloten tot de start van de MIRT-verkenning naar de hoogwatergeul Varik-Heesselt. Tijdens het wetgevingsoverleg Water op 30 oktober 2015 is door het Kamerlid Smaling een motie aangekondigd, met het verzoek aan de minister om niet eerder over te gaan tot de MIRT-verkenning dan nadat overleg is gevoerd met gemeente en provincie en daarbij ruimte te laten voor alternatieven. Op 3 december 2015 is de motie aangenomen (motie Smaling). Daarnaast is van belang dat de gemeenteraad Neerijnen in juli 2015 een amendement heeft aangenomen over de hoogwatergeul, in het kader van de structuurvisie WaalWeelde-West. Hierin wordt onder andere aandacht gevraagd voor een studie naar alternatieven. Aan deze motie Smaling en het amendement is tegemoetgekomen door het opstellen van een Startdocument.

Op 5 april 2016 is het Startdocument vastgesteld door de provincie Gelderland, het ministerie van Infrastructuur en Milieu, Waterschap Rivierenland en de gemeente Neerijnen. Hiermee is MIRT-verkenning officieel van start is gegaan. Vast staat dat de dijk sowieso moet worden versterkt. In de MIRT-verkenning staat de vraag centraal of en hoe rivierverruiming aanvullend een bijdrage kan leveren: wat is de optimale mix van maatregelen?

Als start van deze verkenning wordt in het Startdocument onder meer een omschrijving van de opgave en het doel van de MIRT-verkenning gegeven:

1. Het verhogen van de waterveiligheid (d.m.v. dijkversterking en door streven naar minimaal 40 cm waterstandsdaling)
2. Gebiedsontwikkeling ter versterking van leefbaarheid en ruimtelijke kwaliteit
3. Benutten van combinatiemogelijkheden van dijkversterking en rivierverruiming

Beschreven wordt ook hoe de alternatieven worden meegenomen en de wijze waarop participatie wordt vormgegeven. Daarnaast worden de te doorlopen stappen benoemd. Uiteindelijk moet de verkenning leiden tot één voorkeursalternatief (*hierna*: VKA).

3.2. Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD)

In alle gevallen van dijkversterking (met of zonder rivierverruiming) geldt er een verplichting tot het opstellen van een milieueffectrapport (*hierna*: MER) en het volgen van de m.e.r.-procedure. In onze situatie komt dit MER in twee delen tot stand:

A. Een *globaal MER tijdens de verkenningsfase* ten behoeve van de keuze van het VKA
B. Een *specifiek MER tijdens de planuitwerkingsfase* ten behoeve van de formeel te nemen besluiten

Het globale MER (deel A) en specifieke MER (deel B) worden uiteindelijk samengevoegd tot één MER Dat betekent onder andere dat het voornemen om een plan op te stellen openbaar wordt aangekondigd en gelegenheid wordt geboden voor inspraak en advies. Om dit mogelijk te maken is een Notitie Reikwijdte en Detailniveau (*hierna:* NRD*)* opgesteld. De notitie markeert de start van de gehele m.e.r.-procedure.

Waar het Startdocument een omschrijving van de opgave en het doel van de MIRT-verkenning geeft, beschrijft de NRD de achtergrond, het doel en de aanpak van het proces dat uiteindelijk moet leiden tot een concreet besluit over dijkverbetering en eventueel rivierverruiming. Het zwaartepunt van de NRD ligt met name op het beschrijven van een beoordelingskader. Dit geeft aan welke gevolgen/effecten van de alternatieven worden onderzocht. Het beoordelingskader is een hulpmiddel om de verschillende alternatieven op transparante wijze te beoordelen. Hiermee

CONCEPT

vormt het een basis om de verschillende oplossingsrichtingen te trechteren naar kansrijke alternatieven.

We spreken van oplossingsrichtingen in de eerste fasen van de Verkenning tot en met de Notitie Kansrijke Oplossingsrichtingen, waarin (breed) oplossingsrichtingen voor de opgave worden geïnventariseerd.
In de Notitie Kansrijke Oplossingsrichtingen wordt een keuze gemaakt uit de brede set van oplossingsrichtingen, tot een beperkt (smal) aantal kansrijke alternatieven, die nader worden uitgewerkt en onderzocht (onder andere in het MER).

De Ontwerp NRD heeft in de periode van 21 juli 2016 tot 2 september 2016 ter inzage gelegen. Daarnaast heeft de Commissie MER haar advies uitgebracht. De binnengekomen zienswijzen en adviezen hebben geleid tot een aantal wijzigingen. Het definitieve NRD is in november 2016 vastgesteld.

3.3. Notitie Kansrijke Oplossingsrichtingen

In de Notitie Kansrijke Oplossingen (hierna: NKO) zijn de verschillende voorgestelde oplossingsrichtingen beschouwt en beoordeelt. In totaal zijn in het NKO achttien oplossingsrichtingen beschreven die deels op basis van (eerdere) onderzoeken zijn ontstaan en deels zijn ingebracht door derden (bewoners, belangengroepen, en dergelijke).

Het NKO heeft als doel om onderbouwd te trechteren naar een beperkt aantal kansrijke alternatieven die meegenomen kunnen worden in het Globaal MER. Het NKO geeft aan welke overwegingen van belang zijn bij de beoordeling van de oplossingsrichtingen. Het gaat er daarbij om de mate waarin de oplossingsrichtingen invulling geven aan de beoordelingscriteria zoals die in de NRD zijn vastgesteld. De oplossingsrichting moet kort samengevat voldoen aan:

- De hoofddoelstelling, inhoudende verhogen van hoogwaterveiligheid (de dijk tussen Tiel en Waardenburg moet gaan voldoen aan de normen zoals die per 1 januari 2017 in de Waterwet zijn opgenomen).
- Het plan moet technisch maakbaar en vergunbaar zijn (er moet worden voldaan aan relevante technische vereisten en randvoorwaarden en vigerende wetten en regels, zoals bijvoorbeeld Natura2000).
- Kosten en betaalbaarheid (onevenredig kostbare alternatieven waarvoor geen zicht is op financiering zijn weinig realistisch en hoeven om die reden niet te worden onderzocht).

Daarnaast zijn er de volgende nevendoelstellingen:

- Streven naar 40 cm waterstandsverlaging op de Waal ter hoogte van de bocht in de rivier bij de kernen Varik en Heesselt.
- Ontwikkelkansen voor het plangebied.
- Benutten van combinatiemogelijkheden van rivierverruiming met dijkverbetering en gebiedsontwikkeling.

In het NKO zijn alle oplossingsrichtingen beoordeeld op deze criteria, waarbij de aandacht per oplossingsrichting gericht is op de belangrijkste onderscheidende criteria. Het resultaat daarvan zijn drie kansrijke oplossingsrichtingen, die als alternatieven nader worden beoordeeld in het MER. Elk alternatief bestaat uit twee varianten (a en b):

1. Dijkversterking
   a. Traditionele variant
   b. Dikke dijk variant
2. Dijkversterking met binnendijkse rivierverruiming in de vorm van de hoogwatergeul Varik – Heesselt
   a. Variant inrichting gericht op economie en landbouw
   b. Variant inrichting gericht op natuur
3. Dijkversterking met buitendijkse rivierverruiming door middel van geulen
   a. Variant met streven naar maximale waterstandsdaling

b. Variant met afweging van waterstandsdaling tegen doelstelling vanuit natuur

Het NKO is ter toetsing aan de Commissie m.e.r. voorgelegd. Deze stelt in haar toetsingsadvies van 12 mei 2017 dat de trechtering in het NKO in deze fase op een passend detailniveau is, en dat de selectie logisch en navolgbaar is uitgevoerd. De Commissie heeft in haar toetsingsadvies nog wel enkele adviezen uitgebracht voor bij de nadere uitwerking van de oplossingsrichtingen in het globale MER. Een van deze adviezen luidt om één variant uit te werken die zich richt op het minimaliseren van de gevolgen voor het Natura 2000-gebied, bijvoorbeeld variant 3b.

De NKO, waarin dus het voorstel voor de drie alternatieven, is voorgelegd aan de stuurgroep MIRT-Verkenning Varik-Heesselt en dijksterking Tiel-Waardenburg en aan de besturen van Ministerie Infrastructuur en Milieu, de provincie Gelderland, het waterschap Rivierenland en de gemeenten Neerijnen en Tiel.

De stuurgroep en de dagelijkse besturen hebben in mei 2017 ingestemd met de NKO en de drie nader te onderzoeken alternatieven. De alternatieven worden verder voorliggend in de MER en door middel van het beoordelingskader beoordeeld. Alle afgewogen alternatieven zijn terug te vinden in de bijlage behorend bij dit document.

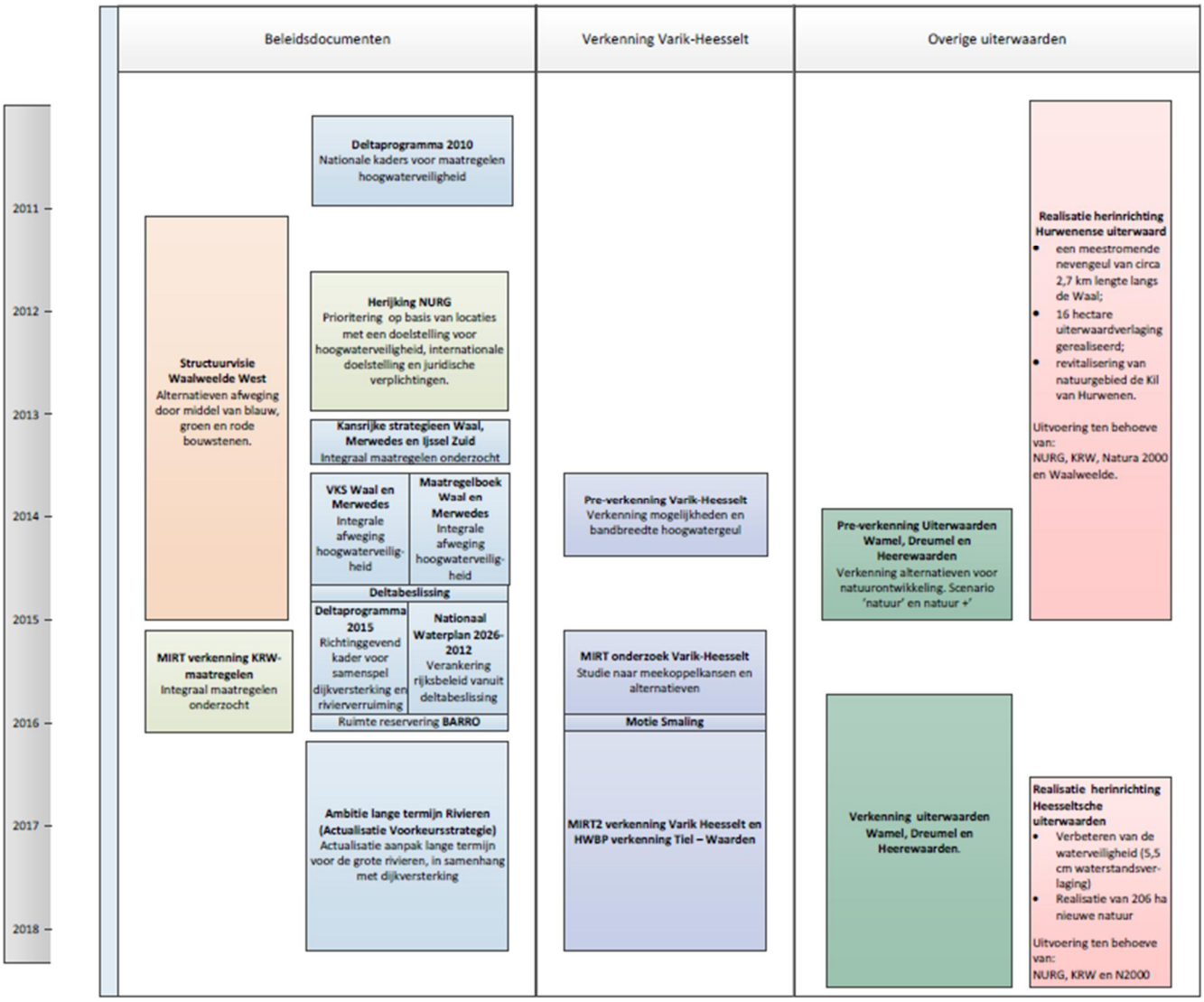
De stuurgroep heeft verzocht om bij variant 3 de (on)mogelijkheden van buitendijkse rivierverruiming aan de zuidoever in beeld te brengen, nadat derden hebben aangegeven dat buitendijkse geulen een vergelijkbaar resultaat zouden opleveren als een binnendijkse hoogwatergeul als beide oevers worden benut. Op dit verzoek wordt in volgend hoofdstuk ingegaan.

CONCEPT

4. Trechtering buitendijkse rivierverruiming (geulen)

Naast dijkversterking en dijkversterking in combinatie met een hoogwatergeul is in de NKO een dijkversterking in combinatie met buitendijkse rivierverruiming (geulen) kansrijk geacht. Er is voorgesteld om deze buitendijkse rivierverruiming in de volgende stap van de verkenning mee te nemen als één van de drie alternatieven, naast dijkversterking en de hoogwatergeul. De aangedragen oplossingsrichting buitendijkse rivierverruiming is in het NKO voorzien van zowel buitendijkse rivierverruiming aan de noord- als aan de zuidoever van de Waal, ter hoogte van het dijktraject Tiel-Waardenburg.

Het plangebied wordt aan de zuidoever gevormd door de uiterwaarden Wamel, Dreumel, Heerewaarden en Hurwenen. In het eerder omschreven trechteringsproces naar de MIRT-verkenning Varik Heesselt (zie voorgaande hoofdstukken) zijn ook deze uiterwaarden de revue gepasseerd op hun bijdrage aan hoogwaterveiligheid. Voor de genoemde uiterwaarden zijn echter bepaalde keuzes gemaakt, die voor het onderzoek naar buitendijkse rivierverruiming van belang zijn. Hieronder worden de keuzes per gebied omschreven. In onderstaand schema is schematisch het tijdpad en dus de relatie tussen de eerder omschreven stukken en de keuzes met betrekking tot buitendijks rivierverruiming aan de zuidoever (onder overige uiterwaarden) weergegeven:



4.1. Uiterwaarden Hurwenen

Aan de noordzijde van de Hurwenense uiterwaard is van 2010 tot 2015 gewerkt aan de herinrichting van de uiterwaard, waarbij een meestromende nevengeul van circa 2,7 km lengte, 16 hectare uiterwaarde vergraving en revitalisering van het natuurgebied de Kil is gerealiseerd. Doel van de ontwikkeling was verbetering van de natuurkwaliteit in het natuurgebied de Kil, verbetering van de waterkwaliteit van de Waal en verbetering van de leefomstandigheden van plant- en diersoort. De ontwikkeling vindt plaats in opdracht van het Rijk en de provincie Gelderland in het kader van NURG en de Kaderrichtlijn Water (hierna: KRW). Onderdeel van de herinrichting is de realisatie van een meestromende nevengeul.

NURG is onderdeel van de Ecologische Hoofdstructuur en heeft als primair doel het realiseren van nieuwe natuur langs de grote rivieren. Daarbij is tevens afgesproken dat NURG-projecten ook dienen bij te dragen aan rivierverruiming. De prioritering heeft plaatsgevonden naar projecten op basis van locaties met een doelstelling voor hoogwaterveiligheid, internationale doelstellingen (Natura2000 en KRW) en een juridische verplichting.

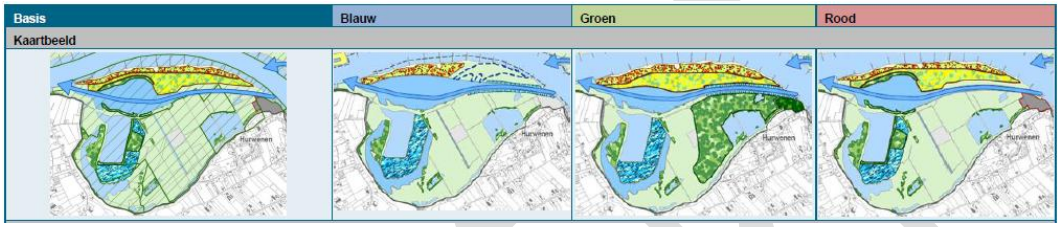
Hurwenen heeft vanuit de NURG een rivierkundige taaksteling. In de PKB Ruimte voor de Rivier is Hurwenen komen te vervallen in het maatregelenpakket, waarmee ook de rivierkundige taakstelling voor de Hurwenense uiterwaard is komen te vervallen. Hierdoor is Hurwenen opgepakt als zelfstandig NURG project. Dit neemt niet weg dat er, naast de korte-termijntaakstelling die door de PKB Ruimte voor de Rivieren wordt ingevuld, er een taakstelling is voor de lange termijn waarop ieder project moet anticiperen. De doelstelling van het project is:

> *"Doel van het NURG-project Hurwenense uiterwaard is het realiseren van een optimale inrichting van de Hurwenense uiterwaard als natuurgebied, die tevens een zo groot mogelijke bijdrage levert aan de vergroting van de afvoercapaciteit van de rivier, voor zover dat verenigbaar is met de gewenste ruimtelijke kwaliteit. Deze bijdrage kan liggen in de orde van grootte van enkele centimeters MHW-verlaging."* (Aanvullende milieueffectrapportage herinrichting Hurwenen, 2007).

De KRW is een Europese Richtlijn. Het belangrijkste doel van de KRW is de algemene bescherming van ecologie van alle wateren, de bescherming van de grondkwaliteit en –kwantiteit, evenals de bescherming van specifieke bescherming van soorten en habitats, drinkwaterbronnen en zwemwater. Naast de inspanningsverplichting tot het beschermen en het verbeteren van oppervlakte- en grondwater bevat de KRW ook zogenaamde 'standstill' verplichtingen. Hiermee wordt getracht een verdere achteruitgang van de watertoestand te voorkomen. Verslechterende ingrepen (zoals het uitbreiden van bebouwing of peilverlaging) zijn nog steeds mogelijk maar moeten gecompenseerd worden. (NB. In de KRW wordt de term 'standstill' niet gehanteerd. In de KRW wordt gesteld dat er geen achteruitgang mag zijn.)

In 2010 is door het Rijk aan het project in Hurwenen een KRW-doelstelling toegevoegd (na het opstellen van de milieueffectrapportage en de geformuleerde doelstelling). De doelstelling van de KRW-maatregel voor de Hurwenense Uiterwaard is een meer natuurlijke toestand voor een sterk veranderd traject van de riviertak Waal. In de geul is een afwisseling tussen ondiep en diep, snel en langzaam stromend water, steile en flauwe oevers. Hierdoor ontwikkelen zich in en langs de geul natuurlijke water- en oevervegetaties die van belang zijn voor de KRW. Het tracé van de nevengeul is zo gekozen, dat bestaande waardevolle natuur op de oeverwal (stroomdalgraslanden, glanshaverhooilanden, meidoorns) zoveel mogelijk wordt behouden. De geulen zijn inmiddels gerealiseerd zonder waterstandsverlaging. Voor deze geul geldt nu de zogenaamde 'standstill' verplichting.

Om tot het ontwerp te komen van de herinchting in de Hurwenense uiterwaard heeft een uitgebreid gebiedsproces plaatsgevonden om te komen tot het recent uitgevoerde herinrichtingsproject (2015). Het project heeft een lange geschiedenis. In de structuurvisie WaalWeelde West zijn de alternatieven voor de Hurwenense uiterwaard nogmaals onderzocht en tegen elkaar afgewogen (zie figuur 8 voor de alternatieven blauw, groen en rood). Het basis alternatief is het ontwerp van de herinrichting van de Hurwenense uiterwaard. Het uiteindelijke voorkeursalternatief van de structuurvisie is vrijwel gelijk aan het (basis) alternatief, met een extra opgave voor hardhoutooibos. Hardhoutooibos is een zeldzaam type, waarvoor de mogelijkheden voor ontwikkelingen beperkt zijn. Voor het basisalternatief is bestuurlijk gekozen, omdat na een lang proces over de uitvoering van de Hurwenensche uiterwaard uiteindelijk maatschappelijk draagvlak is ontstaan. In de voorkeursstrategie Waal en Merwedes is Hurwenen op dezelfde manier opgenomen als in de structuurvisie.



Figuur 8. Alternatieven milieueffectrapportage Hurwenensche uiterwaard

4.2.Uiterwaarden Wamel, Dreumel en Heerewaarden

In de uiterwaarden van Wamel, Dreumel en Heerewaarden (UWDH) hebben Rijkswaterstaat, Provincie Gelderland en Staatsbosbeheer momenteel het voornemen om natuurwaarden te realiseren en de waterkwaliteit te verbeteren. De aanleiding om in de Waaluiterwaarden met natuurontwikkeling aan de slag te gaan is dat in de 2e helft van de 20e eeuw door normalisatie van de rivier, slechte waterkwaliteit en intensief agrarisch gebruik de natuurwaarden langs de Waal steeds meer achteruit zijn gegaan. Herinrichting van het gebied is nodig om de natuur weer te herstellen en te versterken. De uiterwaarden Wamel, Dreumel en Heerewaarden biedt kansen door de ligging van de uiterwaarden tussen de Maas en Waal, centraal in de Gelderse Poort en Biesbosch.

De uiterwaarden Wamel, Dreumel en Heerewaarden bevatten een NURG, KRW en Natura2000 opgaven. Deze opgaven dienen op korte termijn (voor 2021) gerealiseerd te worden. Grote delen van de uiterwaarden in Wamel, Dreumel en Heerewaarden zijn als gevolg van de landinrichting van het Land van Maas en Waal reeds in overheidshanden. Dat biedt een kans om de natuuropgaven voor 2021 te realiseren.

In het verleden zijn voor Wamel, Dreumel en Heerewaarden alternatieven afgewogen op het gebied van hoogwaterveiligheid. In de PKB Ruimte voor de Rivier vielen de maatregelen af om dezelfde redenen als bij Varik Heesselt. De maatregelen zouden aanzienlijk meer impact op het gebied hebben dan kribverlaging en waren daardoor minder gemakkelijk uit te voeren dan andere maatregelen. Bovendien zorgde ze voor minder waterstandsverlaging dan kribverlaging.

In de structuurvisie Waalweelde West en de voorkeursstrategie Waal en Merwedes zijn rivierverruimende maatregelen opnieuw onderzocht. De maatregelen uit het maatregelenboek Waal en Merwedes 'Dreumelsche en Wamelsche Uiterwaard' en 'Kop van Heerewaarden' gaven in de uiterwaarden van Wamel Dreumel en Heerewaarden beide 6 cm waterstandsverlaging. Uiteindelijk is de hoogwaterveiligheidsdoelstelling in de uiterwaarden Wamel, Dreumel en Heerewaarden in

de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes geschrapt. Het afvallen van de doelstelling is het gevolg van nieuwe informatie waaronder maatregelen in Merwedes, rivierkundige overwegingen evenals mogelijke hinder voor de scheepvaart (door sedimentatie) ten gevolge van de nevengeulen. In de voorkeursstrategie is Wamel, Dreumel en Heerewaarden als adaptieve maatregel opgenomen met een neutraal effect op de waterstand.

De waterstand neutrale effect wordt nader toegelicht in de milieueffectrapportage van de structuurvisie Waalweelde West. (Parallel aan de Voorkeursstrategie werd de structuurvisie Waalweelde West opgesteld. Het plangebied van de structuurvisie Waalweelde West bevat niet de uiterwaarden Wamel en Dreumel.) Net als voor de andere uiterwaarden werd voor de Kop van Heerewaarden de alternatieven voor de Kop van Heerewaarden beoordeeld op milieueffecten (zie figuur 9 voor de alternatieven blauw, groen en rood).

Figuur 9. Alternatieven milieueffectrapportage Kop van Heerewaarden

Geconcludeerd is dat de Kop van Heerewaarden van alle uiterwaarden het meest geschikt is voor natuurontwikkeling, gezien de kenmerken van het gebied. In het voorkeursalternatief is daarom gekozen voor het alternatief waarbij hardhoutooibos wordt gerealiseerd in de kop van Heerenwaarden. Hardhoutooibos is een zeldzaam type, waarvoor de mogelijkheden voor ontwikkelingen beperkt zijn. Voor het realiseren van de boskern in de Kop van Heerewaarden is het van belang om enige maatregelen te treffen, zodat het effect van de beperkte opstuwende werking van hardhoutooibos wordt geneutraliseerd. Om het effect te neutraliseren verdient het realiseren van ondiepe geulen de voorkeur aangezien hierdoor tevens kan worden bijgedragen aan de KRW-doelstelling. Om deze reden zijn geulen in het voorkeursalternatief opgenomen, maar zonder waterstandsverlagende doelstelling. Dit mede vanwege de redenen uit de voorkeursstrategie. De ontwikkeling van natuur levert een grote bijdrage aan de kernkwaliteiten van natuurgebieden langs de rivier.

In 2014 is een pre-verkenning voor de uiterwaarden van Wamel, Dreumel en Heerewaarden uitgevoerd om de alternatieven voor natuurontwikkeling te verkennen. Belangrijke aanleiding was de toedeling van 150 ha grond aan BBL in het kader van de landinrichting Land van Maas & Waal en het proces van de structuurvisie. In het kader van de préverkenning zijn twee scenario's verkend: 'Basisnatuur' en 'Natuur +'. Het scenario 'Basisnatuur' is gericht op het realiseren van een basiskwaliteit natuur tegen minimale inspanningen en op korte termijn realiseerbaar. In het scenario 'Natuur +' is gezocht naar een afgewogen ontwerp dat binnen de randvoorwaarden invulling geeft aan de kansen voor verdere natuurontwikkeling, tegen maatschappelijk aanvaardbare kosten. Met dit scenario is de ontwikkeling van KRW-doelen mogelijk. Centraal in dit ontwerp staat het aantakken op de Waal van in totaal vier te graven geulen, waarvan één meestromend.

De préverkenning heeft geleid tot een inrichtingsvisie voor de herinrichting waarin de doelen van meerdere partijen zijn gecombineerd: KRW, Natura 2000, GNN en NURG. Door de samenwerkende partijen provincie Gelderland, Staatsbosbeheer en Rijkswaterstaat is besloten om het scenario Het Natuur + in de verdere planvorming uit te werken.

Gevolgd hierop is in 2015 door Rijkswaterstaat een integrale MIRT-2 verkenning op nationaal niveau uitgevoerd naar het maatregelenprogramma van de KRW 2e tranche (2016-2021). In deze MIRT-verkenning is integraal onderzocht welke maatregelen genomen dienen te worden om de waterkwaliteit zodanig te verbeteren dat aan de Europese doelstellingen wordt voldaan.

De conclusie van deze MIRT-verkenning voor de KRW is dat het aanleggen van een geul en strangen in de uiterwaarden van Wamel, Dreumel en Heerewaarden een bijdrage levert aan de verbetering van de waterkwaliteit en daardoor bijdraagt aan het realiseren van de KRW-doelen. De uiterwaarden Wamel, Dreumel en Heerewaarden zijn daarom opgenomen als KRW-maatregelen Wel wordt in het verkenningenrapport MIRT-2 KRW aangegeven dat om rivierkundige effecten met betrekking tot aanzanding in het zomerbed te beheersen (en toch de KRW-doelen te halen) wordt voorgesteld om de geul bij Wamel, Dreumel en Heerenwaarden te versmallen.[4]

De KRW-maatregelen worden vastgelegd in het Beheer en ontwikkelplan Rijkswateren (BPRW). Met het vaststellen van het BPRW 2016-2021 en het nemen van het MIRT2-besluit (eind 2015) voor alle 2e tranche KRW maatregelen, is dit maatregelenpakket in 2015 definitief geworden. In de MER behorende bij BPRW is bij de beoordeling op de KRW-geulen bij het beoordelingspunt waterveiligheid het volgende opgenomen: “Het ecologische functioneren van een nevengeul neemt toe als de hydraulische ruimte die de kale nevengeul oplevert wordt gebruikt voor het vergunnen van begroeide/beboste oevers. Bij optimale invulling van het ontwerp is het effect op de waterveiligheid neutraal.’’

In 2016 is vervolgens de verkenning gestart naar de mogelijkheden voor natuurontwikkeling en het verbeteren van de waterkwaliteit binnen Uiterwaarden Wamel, Dreumel en Heerewaarden, om de verschillende natuuropgaven tijdig te kunnen realiseren. Met deze opgave moet voor 31 december 2021 ca. 2 kilometer nevengeul en aantakkingen van 5,3 kilometer strangen worden aangelegd in het kader van de KRW. Daarnaast moet In het kader van NURG voor eind 2020 in de Kop van Heerewaarden 135 ha natuur worden ingericht. Ook de provincie Gelderland heeft hier, als onderdeel van het Gelders Natuurnetwerk en Beheerplan Natura 2000 Rijntakken, maatregelen geprogrammeerd die voor 2025 gerealiseerd moeten zijn. Het gaat in totaal onder andere om de realisatie van 125 ha nieuwe natuur en kwaliteitsverbetering van bestaande natuur, ooibosontwikkeling bij Bato’s erf, moerasontwikkeling en te ontwikkelen stroomdalgraslanden. Het ontwikkelen van ooibos en stroomdalgraslanden zijn een belangrijke natuuropgave, die moeilijk te ontwikkelen zijn in het rivierengebied.

Van 1 maart tot en met 11 april 2017 heeft de Notitie Reikwijdte en Detailniveau van de verkenning Wamel, Dreumel en Heerewaarden ter inzage gelegen. In juli 2017 is de Notitie Reikwijdte en Detailniveau vastgesteld waarin de doelstelling van het project is omschreven:

> *‘’Het doel van de herinrichting van de uiterwaarden van Wamel, Dreumel en Heerewaarden is om een schoon en gezond leefgebied te creëren voor mens, dier en plant. Hiertoe worden maatregelen getroffen om de visstanden te verbeteren en meer ruimte te bieden aan andere riviergebonden natuur. Dit doel is vertaald in verschillende Europese, Rijks- en provinciale beleidsprogramma’s: de Kaderrichtlijn Water, Natura 2000, NURG en GNN. Daarnaast is het belangrijk dat de ruimtelijke kwaliteit van het gebied gewaarborgd blijft. (...)”*

[4] Waterstandsverlaging vraagt om brede en/of diepe geulen, die (om sedimentatie te voorkomen) slechts bij hoge rivierafvoeren met de rivier meestromen (bijvoorbeeld 1x per 15 jaar). “KRW-geulen” stromen juist ook bij lagere rivierafvoeren mee, maar ook zij mogen ter voorkoming van sedimentatie de stroming in de hoofdgeul niet te veel vertragen.

Tevens is in de NRD opgenomen dat voor het project geen doelstelling voor hoogwater geldt:

> *"Voor het project UWDH geldt geen doelstelling ten aanzien van het verlagen van het maatgevend hoogwater. Op basis van eerdere afwegingen en keuzes is er voor gekozen het plangebied van UWDH te gebruiken voor de natuuropgaven. Het realiseren van de natuurdoelstellingen is slecht te verenigen met inrichtingsmaatregelen die nodig zouden zijn voor een bijdrage aan het verlagen waterstanden bij hoge rivierafvoeren."*

4.3. Conclusie

In de Notitie Reikwijdte en Detailniveau zijn de uiterwaarden zowel aan de noord- als de zuidoever opgenomen als plangebied, waarbij aan wordt gegeven dat het plangebied mogelijk wordt vergroot naar aanleiding van de inbreng van alternatieven. Uit de NKO is buitendijkse rivierverruiming als kansrijk alternatief naar voren gekomen als eén van de drie kansrijke alternatieven. Na vaststelling van de NKO zijn de kansrijke alternatieven verder uitgewerkt en ontworpen. Hierbij is tevens rekening gehouden met eerdere beleidskeuzes en besluitvorming, conform de NRD. In de NRD wordt aangegeven dat projecten waar besluitvorming over heeft plaatsgevonden en financiering is geregeld wordt gezien als autonome ontwikkeling. In dit kader kan het project UWDH worden gezien als autonome ontwikkeling. Uiterwaarden Hurwenen is reeds uitgevoerd.

De uiterwaarden aan de zuidzijde van de Waal hebben hoge cultuurhistorische waarden en belangrijke ontwikkelkansen voor natuur (hardhoutooibos, stroomdalgrasland en glanshaverhooiland). Dit wordt bevestigd in de structuurvisie WaalWeelde West, waarbij de natuur- en hoogwaterveiligheidsdoelstellingen in samenhang zijn bekeken. Hardhoutooibos is bijvoorbeeld elders moeilijk te realiseren en niet mogelijk aan de noordzijde.

De doelstellingen uit het reeds uitgevoerde project Hurwenen (NURG en KRW) en de lopende verkenning Wamel, Dreumel en Heerewaarden (NURG, KRW, GNN en Natura 2000) zijn niet te combineren met de hoogwaterdoelstellingen. Voor de zuidoever liggen er natuuropgaven en opgaven om de waterkwaliteit te verbeteren (KRW, NURG, Natura 2000). De afmetingen en stroomsnelheden die nodig zijn voor een waterverlagend effect verenigen zich niet met de natuurdoelstellingen. Uit studies die zijn uitgevoerd in het kader van de projecten aan de zuidoever is tevens onderzocht of er een waterstandsdoelstelling kon worden toegevoegd aan het project. Dit blijkt niet mogelijk te zijn. Voor de reeds uitgevoerde nevengeul bij Hurwenen geldt volgens de wet het 'stand-still' principe, wat betekent dat de huidige kwaliteit niet mag worden verslechterd bij het realiseren van nieuwe maatregelen.

De buitendijkse rivierverruiming is hierdoor feitelijk enkel mogelijk aan de noordoever van het plangebied.

CONCEPT

BIJLAGE I: Overzicht rivierkundige maatregelen tussen Varik en Nijmegen

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
Planologische kernbeslissing (PKB) Ruimte voor de Rivier						
Dijkverlegging Varik (700)	N.v.t.	De dijkverlegging omvat het terugleggen van de dijk op het smalste deel van de Heesselsche Middenplaat. De karakteristieke toren van het dijkdorp Varik zal hierdoor buitendijks komen te liggen [Maatregelenboek RvdR 2003].		Afgevallen	Afgevallen op basis van expert judgement omdat de maatregel aanzienlijk minder effectief is dan de bypass Varik-Heesselt (beschouwd d.m.v. de blokkendoos in het kader van de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes, febr 2014).[5]	Ca. 0,5 cm [HKV, 2014]

[5] Op basis van informatie van de heer C v.d. Brink, destijds vanuit Arcadis als rivierkundige betrokken bij het samenstellen van de voorkeurstrategie Waal en Merwedes

CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
Verwijderen knelpunt voormalige steenfabriek (800)	N.v.t.	In de Waalbocht bij St Andries ligt op de noordoever, vlakbij Heesselt een hoogwatervrij terrein. Vroeger stond hier een steenfabriek. Door het verwijderen van dit terrein wordt de doorstroming van de uiterwaard verbeterd en wordt er 6 ha natuur aan de uiterwaard toegevoegd. Natuur is de hoofdkoers van deze uiterwaard. Uitvoering van de maatregel heeft een neutrale bijdrage op de ruimtelijke kwaliteit [Maatregelenboek RvdR, 2003].		Afgevallen	Afgevallen op basis van expert judgement omdat de maatregel aanzienlijk minder effectief is dan de bypass Varik-Heesselt (beschouwd d.m.v. de blokkendoos in het kader van de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes, febr 2014).[1]	Ca. 4 à 5 cm [HKV, 2014]
Heesseltsche Middenplaat (W32-1)	N.v.t.	De aanwezige zomerkade van de uiterwaard wordt verlaagd. Verder wordt bij de hogere delen van de uiterwaard het maaiveld verlaagd en natuurlijk grasland ontwikkeld. De bestaande wandelroute over de dijk wordt gehandhaafd. Deze maatregel heeft een positief effect voor de natuur. Er ontstaat een aaneengesloten natuurgebied met de Heesseltsche Uiterwaard. Het gaat hier om een bescheiden ingreep. [Maatregelenboek RvdR, 2003].		Afgevallen	Afgevallen op basis van expert judgement omdat de maatregel aanzienlijk minder effectief is dan de bypass Varik-Heesselt (beschouwd d.m.v. de blokkendoos in het kader van de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes, febr 2014).[1]	MHW winst 0,3 cm [Maatregelboek RvdR, 2003]
Structuurvisie WaalWeelde West						

CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
Dijkverlegging Heesselt-Varik	Basis alternatief	Dit alternatief betreft een ruimtelijke reservering voor een dijkverlegging voor de lange termijn (conform PKB 2006). Bij de uitvoering van het project moet rekening gehouden worden met de rivierkundige maatregelen in de Heesseltsche Uiterwaarden in verband met de rivierkundige afhankelijkheid [MER Structuurvisie Waalweelde, 2013]		Afgevallen	De reservering is niet noodzakelijk meer door de aanleg van de bypass tussen Varik en Heesselt [Zie ook tussentijdse wijziging van Nationaal Waterplan]	Ca. 3 a 4 cm [HKV, 2014] / ca. 5 cm [zie maatregelboek 2014]
	Alternatief blauw	In dit alternatief wordt de autonome situatie gehandhaafd en wordt de dijk niet verlegd; er vindt dus geen (waterstandverlagende) maatregel plaats [MER Structuurvisie Waalweelde, 2013]		Niet afgevallen	De dijkverlegging is overbodig door de aanleg van de bypass tussen Varik en Heesselt [Besluit Stuurgroep Waalweelde West van 17-01-2013].	0 cm
	Alternatief groen	In dit alternatief wordt de dijk verlegd. Met de dijkverlegging komt het bos buitendijks te liggen. [MER Structuurvisie Waalweelde, 2013].		Afgevallen	De dijkverlegging is overbodig door de aanleg van de bypass tussen Varik en Heesselt [Besluit Stuurgroep Waalweelde West van 17-01-2013]	Ca. 3 a 4 cm [HKV, 2014] / ca. 5 cm [zie maatregelboek 2014]

CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
	Alternatief rood	In dit alternatief wordt de dijk verlegd. Aanvullend worden maximaal 5 dijkwoningen-gebouwd aan de nieuwe dijk [MER Waalweelde, 2013].		Afgevallen	De dijkverlegging is overbodig door de aanleg van de bypass tussen Varik en Heesselt [Besluit Stuurgroep Waalweelde West van 17-01-2013].	Ca. 3 à 4 cm [HKV, 2014]/ ca. 5 cm [zie maatregelboek 2014]
Bypass Varik-Heesselt	Basisalternatief	Het basis alternatief betreft geen aanleg van een bypass [MER Structuurvisie Waalweelde, 2013]		Afgevallen	Zie motivatie alternatief blauw.	0 cm
	Alternatief blauw	Tussen Varik en Heesselt wordt een bypass aangelegd. Beide geleidedijken langs de bypass zijn dusdanig uitgevoerd dat zij tot de primaire waterkering gerekend moeten worden. Varik en Heesselt komen door de aanleg van de bypass gescheiden te liggen. Ontsluiting van het gebied vindt ter plekke van bestaande infrastructuur middels bruggen over de bypass plaats. De exacte loop voor de bypass is nog niet bekend. Voor de effectbe-		Niet afgevallen	- De bypass Varik-Heesselt is cruciaal voor de strategie Ruimte voor de Rivier. Deze maatregel is zeer effectief. Wanneer deze maatregel niet uitgevoerd wordt dan haal je in feite de kern uit de strategie ruimte voor de rivier en wordt dus impliciet gekozen voor de strategie dijkversterking. De discussie over een groene of blauwe variant zou nog gevoerd moeten	45,4 cm [MER Structuurvisie Waalweelde, 2013]

CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
		schrijving is uitgegaan van de zoekzone zoals opgenomen op de kaart [MER Structuurvisie Waalweelde, 2013].			worden [Besluit Stuurgroep WaalweeldeWest van 17-01-2013]. - De hoogwatergeul Varik-Heesselt kan rekenen op veel bestuurlijk draagvlak vanwege de ruimtelijk/economische meekoppelkansen die voor het nieuwe buitendijkse gebied worden uitgewerkt. De maatregel leidt tot grote waterstanddaling, bovenstrooms doorwerkend tot aan omgeving Nijmegen (waardoor op dit traject minder investeringen noodzakelijk zijn in eventuele dijkverhoging) [Voorkeursstrategie, november 2013]. - Gedurende het structuurvisieproces is gebleken dat alleen buitendijkse maatregelen, ongeacht de inhoud van het maatregelenpakket, onvoldoende zijn om de taakstelling te behalen. Binnendijkse maatregelen zoals een Hoogwatergeul Varik-Heesselt zijn daarom belangrijk bij	

CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
					het halen van de doelstellingen voor het thema Rivier en veiligheid. Ook bij de doelstelling in 2050, 17.000 m3/s bij Lobith is een dergelijke hoogwatergeul van groot belang. Het stroomlijningsprincipe levert een belangrijke bijdrage door bij de belangrijke flessenhalzen (de bocht bij Heesselt, Zaltbommel, Haaften en Brakel) de grootste rivierverruimende maatregelen te treffen. Dit betekent echter niet dat in WaalWeelde West de opgave ten aanzien van hoogwaterveiligheid alleen met rivierverruimende maatregelen gehaald kan worden. Met name bij Zaltbommel blijft een beperkte dijkverhoging noodzakelijk. - Maatregelen binnen het plangebied hebben namelijk vooral stroomopwaarts betekenis. [Ontwerp	

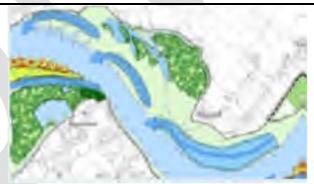
CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
					- Structuurvisie Waalweelde, 2015]. Onderliggende motivatie op basis van expert judgement[1]: - De geul vervangt meerdere kleinere maatregelen (niet alleen dijkverhoging). - Buitendijkse maatregelen hebben meer negatieve neveneffecten op kwel en scheepvaart. - Door een afwisseling van buitendijkse en binnendijkse maatregelen ontstaat meer - ruimtelijke kwaliteit (overal water door veel uiterwaardvergravingen is onwenselijk). - Door de grote maatregelen naar voren te halen (in de tijd) en aanvullend kleinere maatregelen te nemen, ontstaat een meer passend geheel en flexibiliteit in de toekomst (meer handelingsruimte).	

CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
	Alternatief groen	Alternatief groen betreft geen aanleg van de bypass [MER Structuurvisie Waalweelde, 2013]		Afgevallen	Zie motivatie alternatief blauw.	0 cm
	Alternatief rood	Geen bypass [MER Structuurvisie Waalweelde, 2013]		Afgevallen	Zie motivatie alternatief blauw.	0 cm
Heesseltsche Uiterwaarden	Basisalternatief	Geen optimalisatie van het huidige NURG plan Heesseltsche Uiterwaarden [MER Structuurvisie Waalweelde, 2013]		Afgevallen	Het alternatief sluit niet aan bij de plannen voor de bypass [Besluit Stuurgroep Waalweelde West van 1701-2013].	0 cm extra

CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
	Alternatief blauw	Optimalisatie van het huidige NURG plan voor de Heesseltsche Uiterwaarden die gericht is op uitvoering lange termijn (na 2050) i.v.m. de bypass Varik. Hiervoor wordt de kade verlaagd en wordt opgaande begroeiing deels verwijderd [MER Structuurvisie Waalweelde, 2013].		Niet afgevallen	Op de korte termijn wordt in het kader van NURG het plan zoals aangegeven in het basisalternatief uitgevoerd. Ten behoeve van de realisatie van de bypass Varik-Heesselt is er een kleine optimalisatie noodzakelijk. Deze is gericht op de uitstroom van de groene rivier in de Heesseltsche Uiterwaarden. De winterdijk moet deels worden verlaagd en een klein gedeelte opgaande begroeiing moet worden verwijderd. Het moet onderdeel uitmaken van de nadere uitwerking van de bypass Varik-Heesselt [Besluit Stuurgroep Waalweelde West van 1701-2013].	9,6 cm extra
	Alternatief groen	Optimalisatie van het huidige NURG plan die gericht is op uitvoering op de lange termijn (na 2050) tbv natuurontwikkeling. Zachthoutooibos wordt gerealiseerd voor de bever. Bij de inrichting van de geulen worden slikkige oevers gerealiseerd tbv de kwartelkoning en vissen [MER Structuurvisie Waalweelde, 2013].		Afgevallen	Het alternatief sluit niet aan bij de plannen voor de bypass [Besluit Stuurgroep Waalweelde West van 1701-2013].	9,6 cm extra

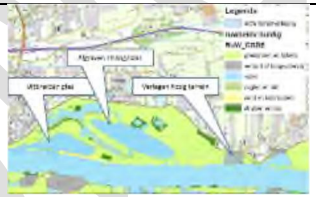
CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
	Alternatief rood	Een kleine optimalisatie van het huidige NURG plan die voorziet in de aanleg ban een plas-dras gebied in het stroomluwe deel van de uiterwaard (op de korte termijn). T.b.v. de porseleinhoen, kamsalamander en kwartelkoning (beheer) [MER Structuurvisie Waalweelde, 2013].		Afgevallen	Het alternatief sluit niet aan bij de plannen voor de bypass [Besluit Stuurgroep Waalweelde West van 1701-2013].	9,6 cm extra
Bypass Haaften	Alternatief blauw	Deze maatregel betreft de aanleg van een bypass om Haaften. Het water dat via de bypass wordt afgevoerd, takt aan op een nevengeul die in de Cobsche Waard wordt aangelegd [MER Structuurvisie Waalweelde, 2013].		Afgevallen	In de ontwerp-structuurvisie is de maatregel geschrapt. Dat had een aantal redenen, te weten: - het voorkomen van schaduwwerking (minder goed verkoopbaar worden van woningen en niet door kunnen gaan van ontwikkelingen) omdat de maatregel pas werd voorzien na 2050; - de gevolgen voor aanwezige functies waaronder (tuinbouw)bedrijven, agrarische bedrijven, sportvelden, woningen, een -Multifunctioneel Centrum en een begraafplaats en (forse) uitbreidingswensen (o.a.	18 cm waterstandsverlaging

CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
					- woningbouw Haaften Noord, aanleg leiding biovergister); - de aanzienlijk mindere waterstandverlaging die met de bypass Haaften werd behaald dan die van een hoogwatergeul bij Varik-Heesselt; - de hoge investeringskosten in relatie tot het te bereiken waterstandsverlagend (weinig aantrekkelijke kosteneffectiviteit).	
	Alternatief groen en rood	Hier is geen sprake van de aanleg van een bypass [MER Structuurvisie Waalweelde, 2013].		Niet afgevallen		-
Deltaprogramma						
Hoogwatergeul Varik Heesselt	Combinatie groene rivier Varik- Opijnen en Heesseltsche Uiterwaarden	Aanleg groene geul in combinatie met optimalisatie heesseltsche uiterwaarden t.b.v. aanleg geul [Maatregelenboek voorkeurstrategie Waal en Merwedes, 2014].		Niet afgevallen	Expert judgement (inschatting van een of meerdere deskundige(n) op grond van zijn kennis en ervaring) in het kader van de voorkeurstrategie Waal en Merwedes ,febr. 2014).	MHW winst waterstand 45,4 cm [Maatregelenboek 2014]

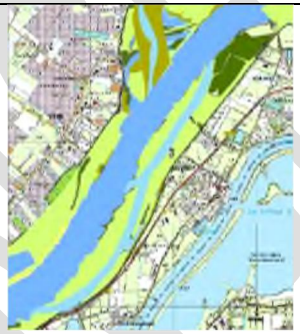
CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
	Blauwe bypass Varik-Opijnen	Aanleg blauwe bypass [Maatregelenboek voorkeurstrategie Waal en Merwedes, 2014].		Afgevallen	Expert judgement in het kader van de voorkeurstrategie Waal en Merwedes ,febr. 2014).	MHW winst waterstand 45,4 cm [Maatregelenboek 2014]
Grote Willemspolder	N.v.t.	De aanleg van een hoogwatergeul (tussen km 909 en 912 op de rechteroever vd Waal) aan de bovenstroomse zijde aangetakt op de plas. Benedenstrooms niet aangetakt. De verbinding van de Waal met de bestaande plas wordt afgesloten [Maatregelenboek voorkeurstrategie Waal en Merwedes, 2014].		Niet afgevallen	Bepaald op basis van expert judgement (beschouwd d.m.v. de blokkendoos in het kader van de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes, febr 2014).	Maximale waterstandsdaling 4,48 cm [Maatregelenboek 2014]
Gouverneursche polder	N.v.t.	De ingreep (tussen rvkm's 902 en 906 op de rechteroever) bestaat uit het verwijderen en verlagen van het (hoogwatervrije) terrein, het vergraven van de strang en het uitbereiden van de plas [Maatregelenboek oorkeurstrategie Waal en Merwedes, 2014].		Niet afgevallen	Bepaald op basis van expert judgement (beschouwd d.m.v. de blokkendoos in het kader van de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes, febr 2014).	Maximale waterstandsdaling 5,29 cm [Maatregelenboek 2014]

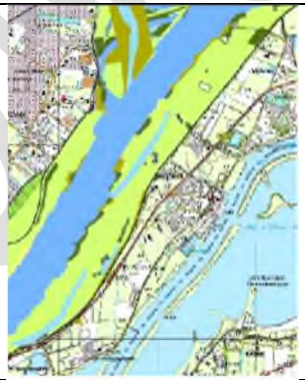
CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
Dijkverlegging Oosterhout	N.v.t.	De aanleg van een nieuwe bandijk en het verwijderen van de oude bandijk (tussen rvkm's 888-890) [Maatregelenboek voorkeurstrategie Waal en Merwedes, 2014].		Niet afgevallen	Bepaald op basis van expert judgement (beschouwd d.m.v. de blokkendoos in het kader van de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes, febr 2014).	Maximale waterstanddaling 5,83 cm [Maatregelenboek 2014]
Stiftsche waarden	N.v.t.	De ingreep) bestaat uit een dijkverlegging, het verwijderen van een steenfabriek/ hoogwatervrij terrein, het afgraven van het maaiveld en ontwikkeling tot natuurlijk grasland, de aanleg van een langgerekte plas, het verwijderen van de zomerkade en het verlagen van de overige kades [Maatregelenboek voorkeurstrategie Waal en Merwedes, 2014].		Adaptief programmeren	Bepaald op basis van expert judgement (beschouwd d.m.v. de blokkendoos in het kader van de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes, febr 2014).	Maximale waterstandsdaling 6,0 cm [Maatregelenboek 2014]
Drutenswaarden	N.v.t.	De ingreep hoogwatergeul (tussen rivierkilometer 912 en 917 op de linker oever) bestaat uit het graven van een grote en kleine geul, het verwijderen van de (toegangs)kade bij de veerpont en overige (drempel)obstakels binnen de vergravingscontour [Maatregelenboek voorkeurstrategie Waal en Merwedes, 2014].		Adaptief programmeren	Bepaald op basis van expert judgement (beschouwd d.m.v. de blokkendoos in het kader van de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes, febr 2014).	Maximale waterstandsdaling 6,0 cm [Maatregelenboek 2014]

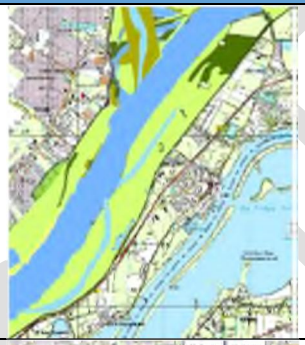
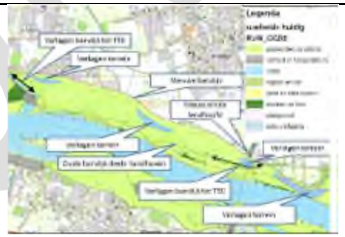
CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
Uiterwaarden Wamel, Dreumel	N.v.t.	De ingreep hoogwatergeul (tussen rivierkilometer 912 en 917 op de linker oever) betreft de aanleg van een grote en kleine geul, verwijderen kade voor toegang veerpont en verwijderen obstakels binnen ontgravingscontour [Maatregelenboek voorkeurstrategie Waal en Merwedes, 2014].		Adaptief program-meren	Bepaald op basis van expert judgement (beschouwd d.m.v. de blokkendoos in het kader van de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes, febr 2014).	Maximale waterstandsdaling 6,13 cm [Maatregelenboek 2014]
Kop van Heerewaarden (groen)	N.v.t.	De ingreep betreft de aanleg van twee prismavormige doorgaande nevengeulen [Maatregelenboek voorkeurstrategie Waal en Merwedes, 2014].		Adaptief programmeren	Bepaald op basis van expert judgement (beschouwd d.m.v. de blokkendoos in het kader van de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes, febr 2014).	Maximale waterstandsdaling 6,7 cm [Maatregelenboek 2014]
Langsdam Middenwaal	N.v.t.	Verwijderen kribben en vervangen door langsdammen tussen rivierkilometer 886,78 en 914,77 [Maatregelenboek voorkeurstrategie Waal en Merwedes, 2014].		Adaptief programmeren	Bepaald op basis van expert judgement (beschouwd d.m.v. de blokkendoos in het kader van de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes, febr 2014).	Maximale waterstandsdaling 10,78 cm [Maatregelenboek 2014]

CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
Langsdam Waal Fort St Andries	N.v.t.	Verwijderen kribben en vervangen door langsdammen tussen rivierkilometer 914,77 en 934,22 [Maatregelenboek voorkeurstrategie Waal en Merwedes, 2014].		Adaptief programmeren	Bepaald op basis van expert judgement (beschouwd d.m.v. de blokkendoos in het kader van de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes, febr 2014).	Maximale waterstandsdaling 6,18 cm [Maatregelenboek 2014]
Beuningse uiterwaarden (fase 2)	N.v.t.	De ingreep hoogwatergeul (tussen rivierkilometer 888 en 890 ten zuiden van de Waal) betreft het verbeteren van de instroom van de geul door het verlagen van het terrein, het verbeteren van de doorstroming door aantakking hoogwatergeul op de bestaande plas en het verwijderen van ruwe vegetatie [Maatregelenboek voorkeurstrategie Waal en Merwedes, 2014].		Adaptief programmeren	Bepaald op basis van expert judgement (beschouwd d.m.v. de blokkendoos in het kader van de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes, febr 2014).	Maximale waterstandsd aling 3,28 cm [Maatregelenboek 2014]
Kop van Heerewaarden (blauw)	N.v.t.	De ingreep betreft het afgraven van het hoogwatervrije terrein, de zomerkade en de uiterwaard. Daarnaast worden de strangen die aanwezig zijn verlengd, verbreed en verdiept en wordt het terrein ingericht als grasland [Maatregelenboek voorkeurstrategie Waal en Merwedes, 2014].		Afgevallen	Bepaald op basis van expert judgement (beschouwd d.m.v. de blokkendoos in het kader van de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes, febr 2014).	MHW winst waterstand 11,1 cm [Maatregelenboek 2014]

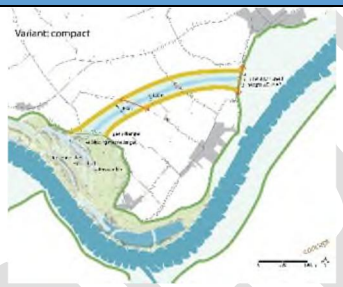
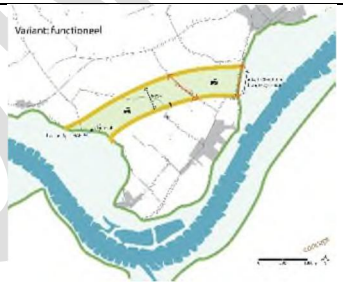
CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
Kop van Heerewaarden (blauw)	N.v.t.	De ingreep betreft de aanleg van een doorgaande nevengeul, het verdiepen van de bestaande hank en het toevoegen van bosschages rond Bato's erf [Maatregelenboek voorkeurstrategie Waal en Merwedes, 2014].		Afgevallen	Bepaald op basis van expert judgement (beschouwd d.m.v. de blokkendoos in het kader van de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes, febr 2014).	MHW winst waterstand 3,6 cm [Maatregelenboek 2014]
Waalwaard (Hiensche Waard)	N.v.t.	De ingreep (tussen rvkm's 897 en 901 op de rechteroever van de Waal) bestaat uit het verlagen van de geulen (tot permanent water), het toegangkelijk maken van de belangrijkste dwarsdammen, het handhaven van de kribben en de voormalige kerncentrale Dodewaard [Maatregelenboek voorkeurstrategie Waal en Merwedes, 2014].		Afgevallen	Bepaald op basis van expert judgement (beschouwd d.m.v. de blokkendoos in het kader van de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes, febr 2014).	Maximale waterstandsd aling 1,64 cm [Maatregelenboek 2014]
Dijkverlegging A50/Dodewaard	N.v.t.	De ingreep dijkverlegging (tussen rvkm's 892 en 898 op de rechteroever van de Waal) bestaat uit de aanleg van een nieuwe bandijk, het verlagen van de huidige banddijk op twee trajecten en het vergraven van een viertal strangen [Maatregelenboek voorkeurstrategie Waal en Merwedes, 2014].		Afgevallen	Bepaald op basis van expert judgement (beschouwd d.m.v. de blokkendoos in het kader van de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes, febr 2014).	Maximale waterstandsd aling 16,63 cm [Maatregelenboek 2014]

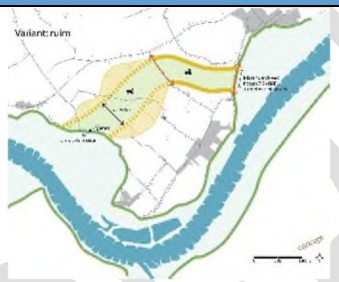
CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
Dijkverlegging Ewijk-Beuningen	N.v.t.	De ingreep dijkverlegging (tussen rvkm's 890 en 894 op de linkeroever van de Waal) bestaat uit de aanleg van een nieuwe bandijk en verlaging van de huidige banddijk op twee trajecten [Maatregelenboek voorkeurstrategie Waal en Merwedes, 2014].		Afgevallen	Bepaald op basis van expert judgement (beschouwd d.m.v. de blokkendoos in het kader van de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes, febr 2014).	Maximale waterstandsdaling 12,52 cm [Maatregelenboek 2014]
Pre-verkenning Hoogwatergeul Varik Heesselt						

CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
	Alternatief Compact	In dit uiterste alternatief neemt de geul zo min mogelijk ruimte in, en worden zoveel mogelijk woningen en bedrijven gespaard. Dat kan door de dijken dichter bij elkaar te leggen en de bodem in de geul te verdiepen. Daardoor staat er altijd wel water in de geul. Omdat hij dieper en smaller is (ongeveer 400 meter breed) past hij tussen de Achterstraat en de Uilenburgsestraat door. De geul maakt een lichte bocht naar het noorden om zoveel mogelijk huizen te ontwijken en buigt dan af naar het zuiden. De zomerdijk in de Heesseltsche Uiterwaarden kan als vaste uitstroomdrempel werken [Pre-verkenning hoogwatergeul bij Varik-Heesselt].		Geen keuze gemaakt	Het geulwater verbindt de natuur in de Stiftsche Waarden en de Heesseltsche Uiterwaarden met elkaar. Eenmaal per vier jaar stroomt er water door de geul heen. Dat moet dan wel zo efficiënt mogelijk door de geul geleid worden. Daarom zijn er in de geul geen mogelijkheden meer voor wonen of landbouw. Wanneer de geul niet stroomt is er wel ruimte voor natuur, wandelen en fietsen en genieten van het uitzicht.	Niet berekend
	Alternatief Functioneel	Dit alternatief is afgeleid van de Structuurvisie WaalWeelde West. Deze hoogwatergeul zou bijna recht lopen, waarbij er niet gegraven wordt in de bodem. Er worden alleen dijken en vaste drempels aangelegd. De hoogte van de instroomdrempel wordt zo gekozen dat de geul eenmaal per vier jaar mee stroomt [Preverkenning hoogwatergeul bij Varik-Heesselt].		Geen keuze gemaakt	In de geul is dan nog wel landbouw mogelijk, maar fruitbomen overleven de komst van het water in de geul niet zomaar. Wonen zou alleen nog kunnen op de hogere delen, zoals op dijken langs de geul. Ook bedrijven zouden moeten verhuizen.	Niet berekend

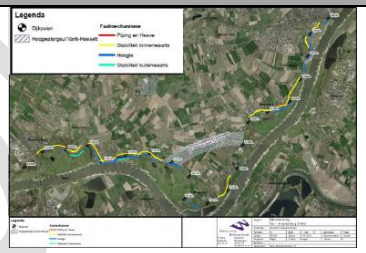
CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
	Alternatief Ruimte	In dit alternatief begint de geul smal, tussen de Achterstraat en de Uilenburgsestraat door. En ook nu volgt een lichte bocht naar het noorden om zoveel mogelijk huizen te ontwijken. Daarna buigt de geul af naar het zuiden en verbreedt hij op sommige plaatsen tot 600 a 800 meter. Daar wordt de bodem van de geul ook niet meer verdiept [Pre-verkenning hoogwatergeul bij Varik-Heesselt].		Geen keuze gemaakt	De gronden in de geul kunnen grotendeels particulier eigendom blijven. Dan zijn wel afspraken nodig over schade wanneer de geul mee stroomt of over de waardedaling van de grond. In alternatief Ruimte kunnen in de geul hogere plateaus of terpen worden gebouwd met woningen en schuren erop. De geul is immers breed genoeg om de verwachte hoeveelheid water door te voeren. Er is dus ruimte voor bewoning, landbouw, natuur en recreatie. Alleen fruitteelt is dan niet meer mogelijk. Voor de inlaat is in dit alternatief uitgegaan van een instelbaar regelwerk.	Niet berekend
Overige alternatieven						
Verwijderen begroeiing uiterwaarden	N.v.t.	Verwijderen groot deel van de bomen in de uiterwaarden Varik, Heesselt, Opijnen, Neerijnen en Hurwenen [Expert judgement, HKV, 2014].		N.v.t.	Expert judgement HKV: De maatregel leidt weliswaar tot verlaging van waterstand, maar niet in dezelfde mate als de voorgestelde bypass VarikHeesselt. Bovendien strookt het niet met de Natura2000-	2 tot 5 à 7 cm [HKV, 2014]

CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
					doelen voor de Uiterwaarden.	
Waal uitdiepen	N.v.t.	Verdiepen van het zomerbed van de Waalmet 1, 2 of 3 meter van Tiel tot na Zaltbommel [Expert judgement, HKV, 2014].		N.v.t.	Expert judgement HKV: Ingeschat wordt dat deze maatregel een vergelijkbaar effect kan opleveren, maar deze maatregel is om andere redenen geen optie. Zo moet behalve het nodige grondverzet ook de fundering van de bruggen bij Zaltbommel worden herzien, moeten alle kruisende leidingen dieper worden aangelegd en moet de vaste laag, die voor de scheepvaart is aangelegd worden opgenomen en op een lager niveau opnieuw worden neergelegd.	Maximale waterstand Verlaging van 0,35 m (bij 1 m), 0,70 m (bij 2 m) en 1,07 m (bij 3 meter) [HKV, 2014]
Graven nevengeul tegen winterdijk	N.v.t.	Het graven van een nevengeul tegen de winterdijk aan [Expert judgement, HKV, 2014].		N.v.t.	Expert judgement HKV: De maatregel leidt weliswaar tot verlaging van waterstand, maar niet in dezelfde mate als de voorgestelde bypass VarikHeesselt.	8 a 9 cm [HKV, 2014]

CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
Bochtcorrectie Varik	N.v.t.	Het vergroten van de bochtstraal van het huidige zomerbed tot ongeveer 2000 m. Het nieuwe zomerbed kan worden begrensd met langsdammen in plaats van met kribben. Het kanaal van St Andries moet dan worden verlegd en kan door middel van een 'circulatiekom' aangesloten worden op de Waal [C. Kooman, 18 april 2014]		N.v.t.	Expert judgement HKV (2015): Met het toepassen van een bochtafsnijding zijn waterstanden bovenstrooms te verlagen. De omvang van de verlaging is in het onderhavige geval echter bij lange na niet voldoende om de gewenste waterstandsdaling te realiseren. Daarnaast leidt het toepassen van een bochtafsnijding tot morfologische gevolgen, voor met name de scheepvaart bij Nijmegen en een versterking van de zogenaamde autonome bodemdaling.	7 à 8 cm [HKV, 2015]
MIRT onderzoek Varik Hee						
Dijkverbetering Tiel-Waardenburg	N.v.t.	Waterschap Rivierenland is in het kader van het Hoogwaterbeschermingsprogramma gestart met een verkenning van de dijkverbetering tussen Tiel en Waardenburg momenteel. De laatste toetsingsronde (2011) toont aan dat delen van de dijk langs de Waal tussen Waardenbug en Tiel niet meer voldoen aan de wettelijke veiligheidsnormen. Het gaat dan met name om de stabiliteit en piping en in beperkte mate om		Geen keuze gemaakt	Het MIRT-onderzoek concludeert dat dijkverhoging het enige, reëel alternatief is voor de hoogwatergeul Varik-Heesselt. Conform de Voorkeursstrategie Waal en Merwedes komt dijkverhoging voor de klimaatopgave aanvullend of in plaats van rivierverruiming aan de orde wanneer rivierverruiming: - niet kosteneffectief is;	-

CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
		hoogte. Alleen rivierverruiming biedt voor deze opgave geen oplossing.			- te weinig meekoppelkansen biedt; - bedreigend is voor de ruimtelijke kwaliteit; - niet kan rekenen op draagvlak; - leidt tot onacceptabele gevolgen voor de scheepvaart; - leidt tot risico's voor het splitsingspunt/de afvoerverdeling; - niet logisch is omdat met dijkverhoging eenvoudig bij een bestaande dijkversterking kan worden aangesloten.	
Hoogwatergeul Varik-Heesselt	Budget variant	De nieuwe dijken hebben het minimale ruimtebeslag van een standaard dijkprofiel met een eenvoudige beheerweg op de kruin. Dit beheerpad kan worden gebruikt als fiets- en wandelroute. De overstromingsfrequentie is eens in de 15 jaar. Hierdoor is het grasland aan weerszijden van de geul economisch bruikbaar voor graasdierhouderij. Het grasland moet intensief beweid worden om de doorstroming van de geul bij deze minimale maatvoering intact		Geen keuze gemaakt	In het kader van het MIRT-onderzoek is een viertal varianten uitgewerkt. Deze varianten kunnen in een verkenning nader worden uitgewerkt qua dimensies, overstromingsfrequentie, gebruik et cetera. De opgestelde bandbreedte-, referentie- en meekoppelstudies voor de hoogwatergeul Varik-Heesselt hebben aangetoond dat er zicht is op	Circa 40-45 cm [HKV, 2015]

CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
		te houden. De geul is een watergang van 100 meter breed, van inlaat tot uitlaat. De bedding is circa 3 meter diep en de waterdiepte is gemiddeld 2 meter. De graslanden aan weerszijden zijn ook ieder 100 meter breed. De inlaat is een vaste constructie van 300 meter breed, met een hoogte van 7,5+NAP. Hierover loopt een brug (7,5 m breed) om Varik en Heesselt toegankelijk te houden. Een extra brug, over de Paasweg of de Weiweg, vormt de tweede ontsluitingsweg van het eiland op hoogwaterniveau. Over de uitlaat loopt een weg op niveau van de drempel. De weg is toegankelijk, maar niet bij hoogwater.			kansrijke, gebiedseigen meekoppelmogelijkheden.	
	Landbouwvariant Weide geul &fruiteiland	De 'Weide Geul & Fruiteiland' stelt het ontwikkelen van het agrarisch karakter van de streek centraal. In de Weide Geul wordt het nieuwe buitendijkse gebied optimaal ingericht voor graasdierhouderij met weilanden. De kavelstructuur wordt verbeterd zodat er aanééngesloten, efficiënt bruikbare percelen ontstaan. Er ontstaat een schaalvergroting van deze rivierkomgronden, maar wel met respect voor de		Geen keuze gemaakt	In het kader van het MIRT-onderzoek is een viertal varianten uitgewerkt. Deze varianten kunnen in een verkenning nader worden uitgewerkt qua dimensies, overstromingsfrequentie, gebruik et cetera. De opgestelde bandbreedte-, referentie- en meekoppelstudies voor de hoogwatergeul Varik-	Circa 40-45 cm [HKV, 2015]

CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
		historisch gegroeide landschapspatronen. Een ruimere geul biedt mogelijkheden voor nieuwe boerderijen op hoogwatervrije terpen, fruitgaarden op flauwe of getrapte zuidhellingen van nieuwe dijken en fiets- en wandelroutes over de dijken.			Heesselt hebben aangetoond dat er zicht is op kansrijke, gebiedseigen meekoppelmogelijkheden.	
	Natuurvariant: levende rivier	De 'Levende Rivier' stelt het ontwikkelen van natuur centraal. Varik-Heesselt ligt op een strategische plek in de ecologische structuur van het rivierengebied waar soorten die zich voortbewegen langs de rivieren elkaar kruisen. Het gebied van de hoogwatergeul heeft daarnaast potentie om zich te ontwikkelen tot zeldzame natuur kenmerkend voor rivierkomgronden; natuur van de gedepte dynamiek. Hierbij horen rietmoerassen, doorsneden door gebieden waar langer water blijft staan, afgewisseld met rivierbossen.		Geen keuze gemaakt	In het kader van het MIRT-onderzoek is een viertal varianten uitgewerkt. Deze varianten kunnen in een verkenning nader worden uitgewerkt qua dimensies, overstromingsfrequentie, gebruik et cetera. De opgestelde bandbreedte-, referentie- en meekoppelstudies voor de hoogwatergeul Varik-Heesselt hebben aangetoond dat er zicht is op kansrijke, gebiedseigen meekoppelmogelijkheden	Circa 40-45 cm [HKV, 2015]
Tunnel-constructie Kuala Lumpur	N.v.t.	In Kuala Lumpur is in 2003 gestart met de bouw van een SMART Tunnel die bij dreigende overstromingen wordt gebruikt voor de afvoer van water. In tijden dat zich geen waterproblemen voordoen, wordt de		Geen keuze gemaakt	Op basis van expert judgement wordt de technische haalbaarheid en de kosteneffectiviteit van tunnels laag ingeschat.	Niet berekend

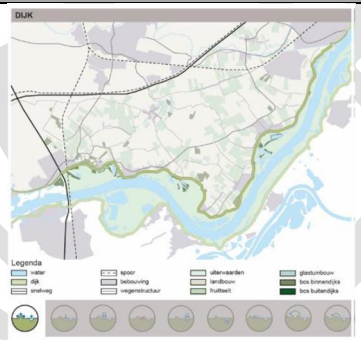
CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
		tunnel gebruikt voor de ontsluiting van het wegverkeer. De aanleg nam ca. 4 jaar in beslag. De kosten bedroegen ca. € 450 miljoen. Geopperd is om in Varik Heesselt meerdere van dit soort tunnels naast elkaar te leggen en deze te construeren met betaalbare materialen.				
Bochtverruiming Heesselt	N.v.t.	Voorgesteld is om de rivierbocht bij Heesselt te verruimen door de uiterwaarden langs de dijk bij Heesselt uit te graven en het bevaarbaar stroomgebied van deWaal in noordelijke richting te verleggen (Plan C. Kooman). Op deze manier zijn waterstanden bovenstrooms te verlagen.		Geen keuze gemaakt	Een verruiming van de rivierbocht op deze plaats leidt dan wellicht tot 5 a 10 cm extra waterstandsdaling, maar dat is op zichzelf niet voldoende om de gewenste waterstandsdaling te realiseren en zal dus altijd gecombineerd moeten worden met andere maatregelen.	Niet berekend, schatting 5 a 10 cm
Toepassen van innovatieve methoden voor dijkverhoging	N.v.t.	Voorgesteld is om beter te kijken naar innovatieve methoden van dijkverhoging.		Geen keuze gemaakt	Een aantal van deze methoden past het waterschap ook daadwerkelijk toe. Innovatieve methoden voor dijkverhoging worden in de verkenningsfase van het hoogwaterbeschermings-projecct Tiel-Waardenburg meegenomen. Belangrijk is wel dat deze	Niet berekend

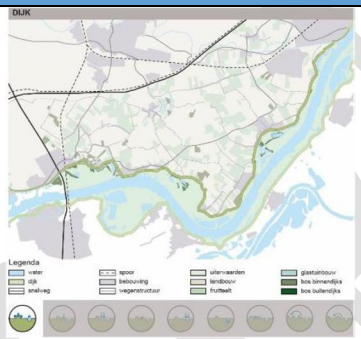
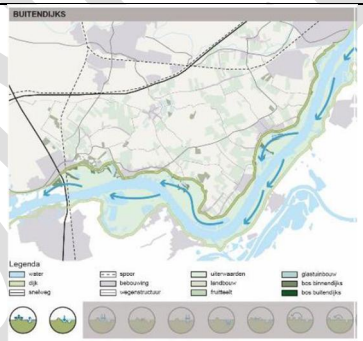
CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
					methoden bedrijfszeker moeten zijn, over grote lengte toepasbaar en kosteneffectief. In het invloedsgebied van de hoogwatergeul geldt immers een hoog beschermingsniveau.	
Rivier in zijn geheel verleggen naar de noordzijde van Varik en Heesselt		In de zienswijze is voorgesteld om deWaal te verplaatsen naar de noordzijde van Varik Heesselt en het huidige traject van de Waal (geheel of gedeeltelijk) te dempen. Voordeel is dat de bocht verdwijnt, het water rechtdoor kan stromen en de waterstand bij extreme afvoeren verlaagt. Ook voor de scheepvaart zou dat een voordeel kunnen zijn. Nadeel is echter dat deWaal aanzienlijk breder is dan de hoogwatergeul die nu in het gebied is geprojecteerd.		Geen keuze gemaakt	Dit alternatief heeft als gevolg dat de rivierverlegging meer huizen en bedrijven moeten worden gesloopt dan bij de aanleg van een hoogwatergeul, met alle maatschappelijke impact van dien. Daarnaast versterken bochtafsnijdingen de autonome bodemdaling tot over grote afstand bovenstrooms van de bochtafsnijding en gaan ze gepaard met morfologisch gevolgen, vooral voor de scheepvaart bij de vaste laag van Nijmegen. Dit nog los van de aanlegkosten die aanzienlijk hoger zullen zijn dan die van een hoogwatergeul. En de consequenties voor de beroepsvaart	Niet berekend

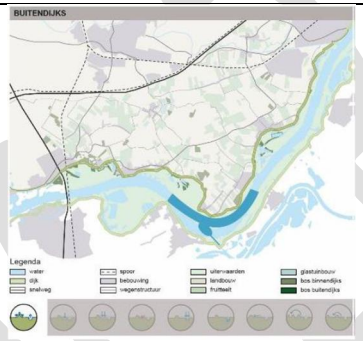
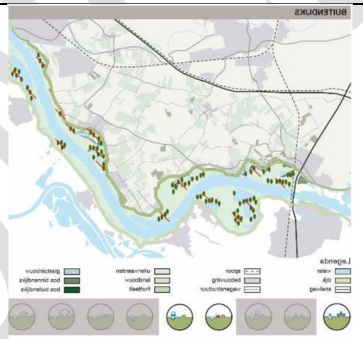
CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
					als de pleziervaart, wanneer het kanaal van Sint Andries tussen de Maas en de Waal moet worden verlegd of komt te vervallen.	
MIRT-verkenning Varik Heesselt: Notitie Kansrijke Oplossingsrichtingen (zeef 1)						
Dijkversterking Tiel-Waardenburg	N.v.t	Dit alternatief heeft als basis een traditionele dijkversterking (oplossingsrichting 1). De maatregelen zorgen er voor dat volledig voldaan wordt aan de hoogwaterveiligheid (conform de nieuwe normen). De dijk wordt afhankelijk van de locatie, opgehoogd met 0,2 tot 1 meter. De versterking zal voornamelijk binnen-, maar soms ook buitendijks kunnen plaatsvinden afhankelijk van de locatie, woningen, natuur, en dergelijke. Daar waar nodig worden specifieke constructies toegepast.		Niet afgevallen	Deze wijze van versterken van de dijk wordt al vele jaren toegepast en daar is dus veel ervaring mee. De dijken zijn ook op basis van de nieuwe normen met deze klassieke dijkversterkingsmaatregelen te versterken en verhogen zodat ze zullen gaan voldoen aan de hoofddoelstelling 'hoogwaterveiligheid'.	-

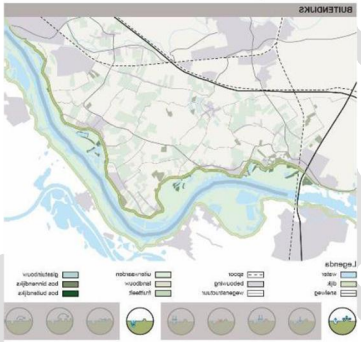
CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
Dijkversterking zonder ophoging	N.v.t.	Deze oplossingsrichting is een voorstel waarbij alleen zwakke plekken worden versterkt. Er vindt geen dijkverhoging plaats. De argumentatie van de indiener is dat een aanpassing van de hoogte niet nodig zou zijn omdat het uitgangspunt van de Rijnafvoer niet klopt.		Afgevallen	De aan te houden afvoer voor de Rijn bij Lobith is voor het Deltaprogramma gebaseerd op het computermodel GRADE. De uitkomsten van dit model zijn voor het waterschap Rivierenland uitgangspunt bij de beoordeling en bij de versterking van alle rivierdijken. Daarmee dus ook voor het traject Varik – Heesselt. De oplossingsrichting voldoet hiermee niet aan de hoofddoelstelling van het project.	-
Dijkversterking met geulen in de uiterwaarden	N.v.t.	Het voorstel van indiener is om buitendijks geulen te graven en daarmee te voorkomen dat er een binnendijkse geul hoeft te worden aangelegd.		Niet afgevallen	Om de hoofddoelstelling te realiseren, is een combinatie met dijkversterking noodzakelijk, omdat de genoemde waterstandsdaling niet voldoende is om de huidige dijken te laten voldoen aan de hoogwaterveiligheidseis. De rivierverruiming leidt wel tot een beperkter maatregelenpakket voor de dijken. Geconcludeerd wordt dat deze oplossingsrichting als kansrijk wordt beschouwd mits we de Natura-2000 waarden	20 - 25 cm [Sweco, 2017]

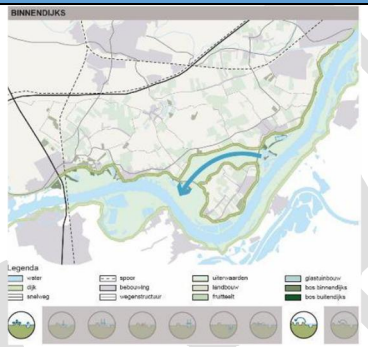
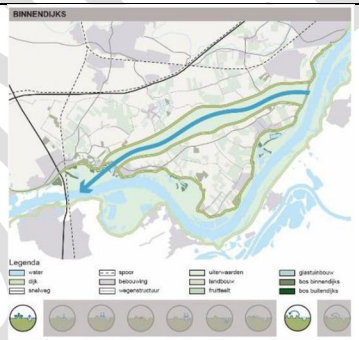
CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
					kunnen mitigeren of compenseren en ook de morfologische effecten kunnen mitigeren.	
Dijkversterking met verlegging hoofdgeul (plan Kooman)	N.v.t.	Bij dit voorstel heeft indiener een oplossing aangedragen waarin hij voorstelt in de bocht bij Heesselt de hoofdgeul van de Waal naar het noorden te verleggen (dichter bij de noordelijke dijk). Daardoor wordt de bocht flauwer hetgeen kleinere stromingsweerstanden oplevert en leidt tot lagere waterstanden.		Afgevallen	Geconcludeerd wordt dat de oplossing leidt tot een geringe waterstandsdaling. De kosten zijn relatief hoog in verhouding tot de te bereiken waterstandsdaling. Daarmee is de meerwaarde van deze oplossingsrichting niet zodanig dat deze als kansrijke oplossingsrichting moet worden beschouwd.	0 – 5 cm [Sweco, 2017]
Dijkversterking met verwijderen obstakels in de uiterwaarden	N.v.t.	Bij dit voorstel worden verschillende objecten verwijderd die weerstand geven voor de stroming in de Waal. Het effect daarvan leidt stroomopwaarts tot lagere waterstanden. Het voorstel betekent dat bomen, struiken, kades, hogere ruggen en gronden, en dergelijke worden verwijderd.		Afgevallen (deels)	Geconcludeerd wordt dat de oplossing, in zijn maximale vorm, relatief duur en lastig is qua vergunbaarheid. Ondanks dat er dan wel een redelijke waterstandsdaling wordt bereikt, wordt de oplossing toch als niet kansrijk beschouwd. Wel zijn (delen van) de voorgestelde maatregelen samen met andere oplossingsrichtingen te combineren.	10 – 15 cm [Sweco,2017]

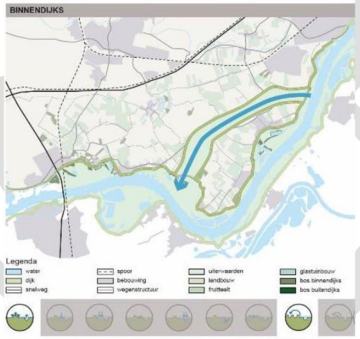
CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
Dijkversterking met uitbaggeren Waal	N.v.t.	Het uitbaggeren van de Waal wordt door diverse mensen als oplossing gezien om te komen tot een rivierverruiming en daarmee een verlaging van waterstanden.		Afgevallen	Het verlagen van de bodem in de Waal ter plaatse van het projectgebied leidt inderdaad bovenstrooms tot een waterstandsdaling die bij hoge afvoeren ligt in de orde van circa 0,30 – 0,40 meter. Maar die verlaging van de waterstanden gebeurt ook bij lage afvoeren. Dat leidt tot geringere waterdiepten bij met name de overgangen in de Waal waar de verdieping niet heeft plaatsgevonden. Daar zal de bevaarbaarheid, die bij de huidige lage waterstanden al lastig is, een nog groter probleem worden. Andere belangrijke aspecten bij deze oplossing zijn de aanwezigheid van de vaste laag bij Sint Andries en de benodigde dekking bij onder de Waal-bodem liggende kabels en leidingen.	30-40 cm [Sweco, 2017]

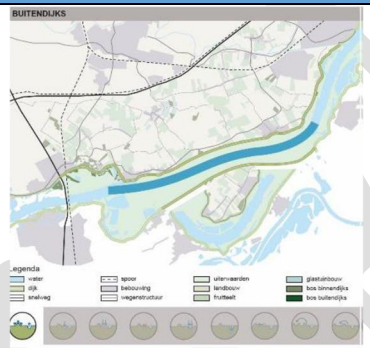
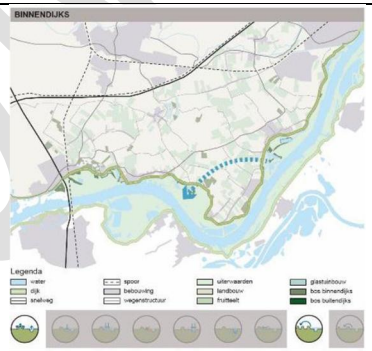
CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
Dijkversterking met binnendijks hoogwater-geulen	Hoogwatergeul tussen Varik en Heesselt	Deze oplossingsrichting gaat uit van een combinatie van dijkversterking met aanleg van een binnendijks gelegen hoogwatergeul die leidt tot een rivierverruiming bij hogere afvoeren. De lengte van deze geul is 3 km. Met deze oplossingen komen, afhankelijk van de oplossing, meerdere dorpen in een soort minipolder te liggen die omgeven is door waterkeringen (dijkring).		Niet afgevallen	Met deze oplossingsrichting wordt kunnen zowel de hoofd- als de nevendoelstellingen behaald worden. De dijkversterking is beperkter dan bij oplossingsrichting 1. Daarnaast biedt de hoogwatergeul kansen voor ontwikkeling van het gebied. Wel heeft de oplossingsrichting een negatief effect op de morfologie, maar dit kan met drempels bij de in- en uitstroom worden voorkomen.	32 – 43 cm [Sweco, 2017]
	Hoogwatergeul tussen Tiel en Neerijnen	Deze oplossingsrichting gaat uit van een combinatie van dijkversterking met aanleg van een binnendijks gelegen hoogwatergeul die leidt tot een rivierverruiming bij hogere afvoeren. De lengte van deze geul is 9 km. Met deze oplossingen komen, afhankelijk van de oplossing, meerdere dorpen in een soort minipolder te liggen die omgeven is door waterkeringen (dijkring).		Afgevallen	Met deze oplossingsrichting wordt kunnen zowel de hoofd- als de nevendoelstellingen behaald worden. De dijkversterking is beperkter dan bij oplossingsrichting 1. Daarnaast biedt de hoogwatergeul kansen voor ontwikkeling van het gebied op regionale schaal. Wel heeft de oplossingsrichting een negatief effect op de morfologie, maar dit kan met drempels bij de in- en uit-	80 cm [Sweco, 2017]

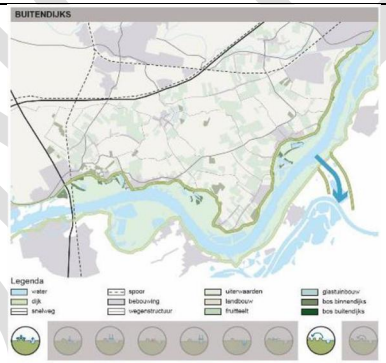
CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
					stroom worden voorkomen. Gezien de kosten en het beschikbare budget wordt echter geconcludeerd dat de oplossingsrichting niet kansrijk is.	
	Hoogwatergeul tussen Tiel en Heesselt	Deze oplossingsrichting gaat uit van een combinatie van dijkversterking met aanleg van een binnendijks gelegen hoogwatergeul die leidt tot een rivierverruiming bij hogere afvoeren. De lengte van deze geul is 7 km. Met deze oplossingen komen, afhankelijk van de oplossing, meerdere dorpen in een soort minipolder te liggen die omgeven is door waterkeringen (dijkring).		Afgevallen	Met deze oplossingsrichting wordt kunnen zowel de hoofd- als de nevendoelstellingen behaald worden. De dijkversterking is beperkter dan bij oplossingsrichting 1. Daarnaast biedt de hoogwatergeul kansen voor ontwikkeling van het gebied op regionale schaal. Wel heeft de oplossingsrichting een negatief effect op de morfologie, maar dit kan met drempels bij de in- en uitstroom worden voorkomen. Gezien de kosten en het beschikbare budget wordt echter geconcludeerd dat de oplossingsrichting niet kansrijk is.	60 cm [Sweco, 2017]

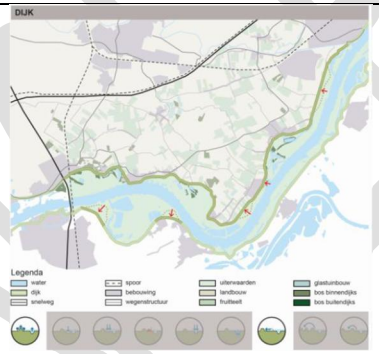
CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
Verleggen Waal plus dijkversterring	N.v.t.	Deze oplossingsrichting is feitelijk een verdere doorvoering van het concept van een binnendijkse hoogwatergeul. In dit geval wordt de nieuw aan te leggen geul zo diep aangelegd dat deze direct als nieuwe vaargeul dienst kan doen en daarmee de primaire afvoer via deze nieuwe geul plaats gaat vinden. Daarmee wordt het huidige stroomgebied gedeeltelijk binnendijks en zijn er mogelijkheden tot herinrichting en ontwikkeling. Dat betekent eveneens dat een deel van de huidige dijken niet meer hoeven te worden versterkt.		Afgevallen	Deze oplossingsrichting is zeer ingrijpend op het riviersysteem. Met name de hydraulische en morfologische effecten op het riviersysteem in Nederland maken deze oplossing onwenselijk. Dat geldt ook voor de invloed van deze aanpassing op de scheepvaart. De vergunbaarheid van deze oplossingsrichting is niet kansrijk. De besluitvorming over deze oplossingsrichting dient op nationaal niveau plaats te vinden. Binnen de contouren van het project wordt deze oplossingsrichting niet kansrijk geacht.	30 cm [Sweco, 2017]
Watertunnel Varik-Heesselt plus dijkversterking	N.v.t.	Deze oplossingsrichting is ingebracht vanuit de insteek dat maatregelen voor rivierverruiming min of meer onzichtbaar in het gebied tussen Varik en Heesselt zouden kunnen worden gerealiseerd door de aanleg van geboorde tunnels.		Afgevallen	Omdat de benodigde capaciteit om te komen tot een voldoende waterstandverlaging (het streven is 0,4 m) nogal groot is, is deze oplossingsrichting erg duur en niet realiseerbaar met gebruik van geboorde tunnels. Dat betekent dat andere methoden gebruikt moeten worden om een of	32 – 43 cm [Sweco, 2017]

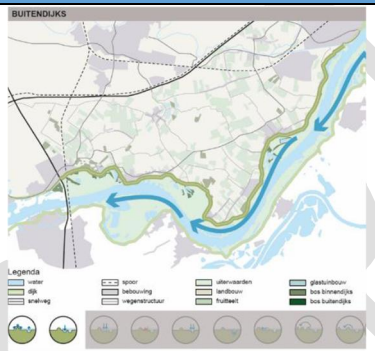
CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
					meerdere tunnels te maken die voldoende capaciteit hebben. Dat kan via het ter plaatse bouwen van tunnels. Vanwege de tijdelijke grote diepe ontgravingen levert dat langdurige hinder op voor de bewoners en schade aan het huidige landschap. Daarnaast zijn de kosten heel hoog en is het beheer van deze tunnels omvangrijk.	
Waal-Maasverbinding plus dijkversterking	N.v.t.	Deze oplossingsrichting gaat uit van het opnieuw verbinden van de Maas en de Waal en dan de Maas als afvoermogelijkheid te gebruiken wanneer de afvoer van de Waal te groot wordt. Dit kan alleen wanneer in het benedenstroomse deel van de Maas voldoende afvoercapaciteit aanwezig is om een deel van het Waalwater af te voeren. Dat vereist lage waterstanden in de Maas en voldoende hoge dijken langs de Maas.		Afgevallen	Helaas is het niet te voorkomen dat hoogwatersituaties in de Waal samenlopen met hoogwater in de Maas. In dat geval is het niet mogelijk om extra water naar de Maas af te voeren. Deze oplossingsrichting is zeer ingrijpend op het riviersysteem in Nederland. De hydraulische effecten op de beide rivieren en de consequenties voor dijken langs de Maas, zouden goed moeten worden onderzocht. Aan de andere kant is in het verleden niet	Afhankelijk van beschikbare capaciteit Maas

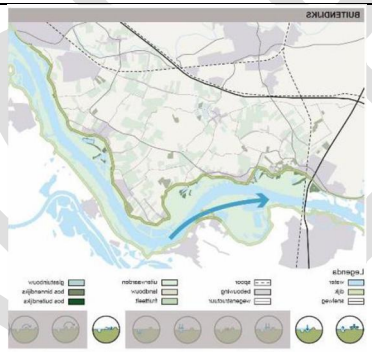
CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
					voor niets besloten om een scheiding aan te brengen in de vorm van de Heerewaardense Afsluitdijk. Het eventueel terugdraaien van dat besluit valt niet binnen de contouren van het project.	
Dijkterug-leggingen plus dijkversterking	N.v.t.	Bij deze oplossingsrichting is de insteek om de rivierverruiming te realiseren door de dijken op locaties waar het kan en waar het effect het grootst is, iets landinwaarts te leggen. In de oplossingsrichting zijn vijf locaties genoemd die op basis van een inschatting, in totaal circa 0,15 m waterstandsverlaging kunnen realiseren.		Afgevallen	Dijkteruglegging heeft op enkele locaties tot gevolg dat woningen geamoveerd moeten worden. Dit brengt hoge kosten met zich mee. Daarnaast wordt met deze oplossingsrichting niet de nevendoelstelling behaald voor de beoogde waterstandsdaling. Wel is het mogelijk om in andere, wel kansrijke oplossingsrichtingen enkele dijkterugleggingen mee te nemen die geen negatieve effecten hebben met betrekking tot woningen.	12-16 cm [Sweco, 2017]

CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
Plan Waalzinnig	N.v.t.	Door de vereniging Waalzinnig is een plan ingediend waarbij het voorstel is om voor de dijksterking niet het uitgangspunt 'traditionele' dijken te kiezen, maar voor het concept 'dikke' dijken. Dat zijn dijken die feitelijk zo robuust zij dat deze niet doorbreken en voor langere termijn dus veiligheid bieden. Deze dikke dijken zullen zo veel als mogelijk buitendijks worden aangelegd. Het tweede element van deze oplossingsrichting is de aanleg van lange geulen in de uiterwaarden. Deels voor het creëren van rivierverruiming als compensatie voor buitendijkse dijkversterkingen en deels om de specie voor de bouw van de dijken te kunnen winnen. Daarmee wordt een win-win situatie gecreëerd. De insteek is dus niet om tot een extra rivierverruiming te komen		Niet afgevallen	De aanleg van deze langgerekte geulen, en ook de dijkverbreding geven een negatief effect op de natuurwaarden omdat dit gebied onder de Natura-2000 gebieden valt. Aanleg van deze geulen en dijkverbreding is alleen mogelijk mits we de Natura-2000 waarden kunnen mitigeren of compenseren. Het concept van dikke dijken wordt door het waterschap beschouwd als goed toepasbaar met een meerwaarde voor waterveiligheid. Wel geldt dat voor het aspect ruimtelijke kwaliteit dit concept wel een verandering betekent waarover nog geen duidelijke uitspraken zijn gedaan. Wellicht dat deze dijken ook mogelijkheden bieden voor interessante ruimtelijke ontwikkelingen. Al met al is de conclusie dat met deze oplossingsrichting de hoofddoelstelling hoogwaterveiligheid zal realiseren en	Per saldo circa 15 cm [Sweco,2017]

CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
					dat er voldoende interessante mogelijkheden zijn om te onderzoeken welke mogelijkheden er zijn voor ruimtelijke ontwikkelingen langs en op de nieuwe dijken.	
Plan Rossum-Hurwenen plus dijkversterking	N.v.t.	Deze oplossingsrichting richt zich op een rivierverruimende maatregel ter plaatse van Hurwenen in de vorm van een dijkteruglegging en het doortrekken van een geul daar ter plaatste.		Afgevallen	De verwachting is dat deze maatregel een waterstandsverlaging van ca. 5 cm zal realiseren. Dat is relatief beperkt zodat de nevendoelstelling niet wordt behaald. Bovendien zullen, om de hoofddoelstelling te realiseren de maatregelen voor de dijkversterking omvangrijk blijven en vergelijkbaar zijn met oplossingsrichting traditionele dijkversterking. Geconcludeerd wordt dat deze oplossingsrichting relatief weinig waterstandsdaling oplevert en op meerdere punten negatief scoort.	5 cm [Sweco, 2017]
Samenwerking Duitsland	N.v.t.	Deze oplossingsrichting bepleit het uitwisselen van Nederlandse kennis op het gebied van watermanagement in een samenwerking met		Afgevallen	De internationale samenwerking met Duitsland is een samenwerking die op	Niet berekend

CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
		Duitsland om bovenstrooms maatregelen toe te passen om de belasting van de Waal in hoogwatersituaties te beperken.			een ander niveau plaatsvindt. Hierover zijn afspraken gemaakt binnen de EU in het kader van de overstromingsrichtlijn.	
Openen sluizen Harinvlietdam	N.v.t.	De oplossingsirchting gaat uit van het openen van de sluizen in de Haringvlietdam om de afvoercapaciteit van de Waal te vergroten en daarmee de waterstand in de Waal te verlagen.		Afgevallen	De oplossingsrichting is van invloed op het gehele riviersysteem en daarmee een landelijke afweging betreft. De haringvlietsluizen worden op dit moment al geopend bij hoogwater	Niet berekend
Meer retentie, minder kanilisatie	N.v.t	De oplossingsrichting gaat uit van retentie bovenstrooms, ook in Duitsland, en het opvangen van water in de Bodensee in Duitsland. Door bovenstrooms water langer vast te houden kan de afvoer via de Waal in hoogwatersituaties worden beperkt.		Afgevallen	Meer retentie is een samenwerking die op een ander niveau plaatsvindt. Hierover zijn afspraken gemaakt binnen de EU in het kader van de overstromingsrichtlijn.	Niet berekend
Andere berekenings-wijze	N.v.t.	De oplossingsrichting gaat uit van het toepassen van een andere berekeningswijze van de Bovenrijnafvoer. De huidige wijze van berekening van de maatgevende afvoerdebieten wordt ter discussie gesteld.		Afgevallen	De berekeningswijze is vastgesteld binnen het Deltaprogramma, waar dit project onder valt.	Niet berekend

CONCEPT

Overzicht maatregelen	Alternatieven	Toelichting	Locatie	Wel/niet afgevallen	Motivatie wel/niet afvallen	Waterstand verlagend effect
Tunnel onder de Waal i.p.v. twee bruggen	N.v.t.	Oplossingsrichting 19 gaat uit van het verwijderen van de twee bruggen bij Zaltbommel en deze te vervangen door twee tunnels onder de Waal door. De landhoofden worden gezien als grote hydraulische obstakels in de rivier en de uiterwaarden voor de wateraf-voer en worden op deze manier verwijderd. Er wordt uitgegaan van een tunnel die circa 10 meter onder de bodem van de Waal doorgaat en net als in de huidige situatie met de brug een 2x3-baans weg krijgt. De tunnel zal voor het spoor uit minimaal twee sporen bestaan.		Afgevallen	Deze oplossingsrichting betreft een afgeweging op nationaal niveau gericht op de verkeersmobiliteit.	5 – 10 cm [Sweco, 2017]

CONCEPT