

Achtergrondrapport Watersystemen

Milieueffectrapport deel 2

Dijkversterking Jaarsveld - Klaphek



**STERKE
LEKDIJK**

JAARVELD - KLAPHEK



HOOGHEEMRAADSCHAP
DE STICHTSE
RIJNLANDEN

Colofon

Rapportgegevens	
Rapporttitel	Achtergrondrapport Watersystemen
Ondertitel	Milieueffectrapport deel 2 Dijkversterking Jaarsveld - Klaphek
DMS nummer:	DM2057066
Versie:	1.0
Datum:	3 maart 2025

Vrijgave:

Verantwoordelijkheid	Functie	Naam	Paraaf
Opsteller:	(Senior) adviseur omgeving	PvV, TvdL, JR	
Autorisator	Omgevingsmanager	JtH	
Vrijgever	Projectmanager	HF	

Documenthistorie:

Versie	Datum	Toelichting
V0.1	-	Werkdocument
V0.2	16 oktober 2024	Concept
V0.3	22 november 2024	Concept, verwerking reviewcommentaar
V0.4	2 december 2024	Eindconcept, review bevoegd gezag
V1.0	3 maart 2025	Definitief

Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden
Poldermolen 2
030 634 57 00 **T**
sterkelekdijk@hdsr.nl **E**
hdsr.nl/sterkelekdijk **W**

**STERKE
LEKDIJK**

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding en context	4
1.2	Doel van dit achtergrondrapport	4
1.3	Begrenzing en gebiedsindeling	4
1.4	Leeswijzer	5
2	Wettelijk en beleidsmatig kader	6
2.1	Wet- en regelgeving	6
2.2	Beleid	8
3	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	10
3.1	Huidige situatie	10
3.1.1	<i>Rivierkunde</i>	10
3.1.2	<i>Grondwatersystemen</i>	11
3.1.3	<i>Oppervlaktewatersysteem</i>	12
3.1.4	<i>KRW-relevant areaal</i>	15
3.2	Autonome ontwikkelingen	16
4	Onderzoeken en uitgangspunten	17
4.1	Eerder uitgevoerde onderzoeken	17
4.2	Uitgangspunten	17
5	Beoordelingskader	18
5.1	Rivierkunde	18
5.2	Grondwatersystemen	18
5.3	Oppervlaktewatersysteem	19
5.4	KRW-relevant areaal	20
Bijlage 1	Beslisschema's Beleidsregel toetsingskader waterkwaliteit	
Bijlage 2	Memo grondwatereffecten	
Bijlage 3	Rapportage rivierkundige beoordeling	

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en context

In het programma Sterke Lekdijk werkt Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (HDSR) aan het versterken van de Lekdijk tussen Amerongen en Schoonhoven. De Lekdijk strekt zich uit langs de noordelijke oever van de Lek en Nederrijn van Amerongen tot Schoonhoven over een lengte van 55 kilometer. De dijk is bijna 1000 jaar oud en beschermt een groot deel van Midden- en West-Nederland tegen hoge waterstanden op de Lek en Nederrijn. HDSR heeft de taak om de dijk aan de nieuwe norm van de Waterwet te laten voldoen.

Het programma Sterke Lekdijk is onderdeel van het Hoogwaterbeschermingsprogramma en is verdeeld in zeven deelprojecten van oost naar west:

- Wijk bij Duurstede – Amerongen
- Irenesluis – Culemborgse Veer
- Culemborgse Veer – Beatrixsluis
- Nieuwegein
- Jaarsveld – Klaphek
- Salmsteke
- Salmsteke – Schoonhoven

Het deelproject Jaarsveld – Klaphek ligt tussen de gemeentegrens van IJsselstein en de begraafplaats van het dorp Jaarsveld. Het deelproject bestrijkt daarmee 9,2 kilometer aan primaire kering.

Het dijktraject voldoet op delen niet aan de in 2017 aangescherpte veiligheidsnormen voor piping en stabiliteit. Versterking is daarom noodzakelijk. In december 2022 heeft het bestuur van HDSR het voorkeursalternatief^[1] vastgesteld. In de verkenningsfase was het project Jaarsveld - Klaphek onderdeel van het project Jaarsveld - Vreeswijk. De plannen voor dit deel van de dijkversterking worden verder uitgewerkt in twee deelprojecten: Jaarsveld - Klaphek en Nieuwegein.

1.2 Doel van dit achtergrondrapport

Na het vaststellen van het voorkeursalternatief is het dijkontwerp uitgewerkt. Het dijkontwerp wordt vastgelegd in een Projectbesluit en hiermee wordt een openbare besluitvormingsprocedure doorlopen. Daarbij is ook een Milieueffectrapport (MER) opgesteld waarin de milieueffecten van het dijkontwerp in kaart zijn gebracht. Het beoordelingskader voor het MER is eerder vastgelegd in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau Sterke Lekdijk^[2]. Milieueffecten krijgen daarmee een volwaardige rol in de totstandkoming van het dijkontwerp.

Dit achtergrondrapport *Watersystemen* is onderdeel van het MER en heeft als doel het beschrijven van de uitgangspunten en het beoordelingskader voor de effectbeoordeling van het thema watersystemen. De effectbeschrijving en -beoordeling zelf is opgenomen in het hoofdrapport MER. Dit achtergrondrapport betreft een bijlage bij het hoofdrapport MER.

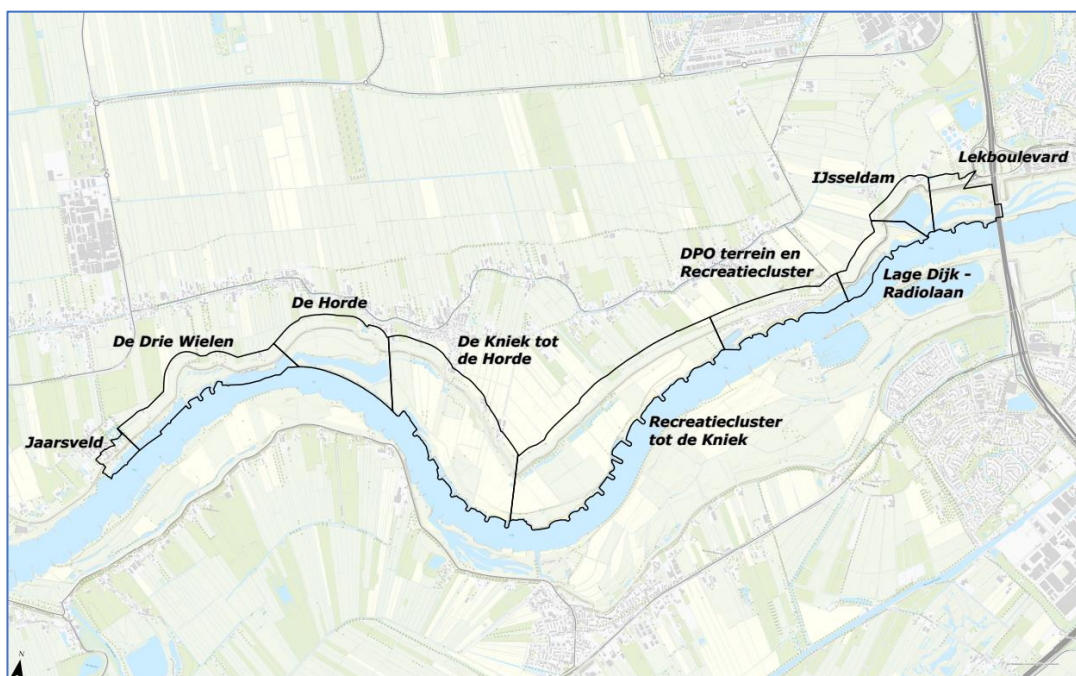
1.3 Begrenzing en gebiedsindeling

Het projectgebied is opgedeeld in 9 dijkvakken welke in naam en nummering zijn overgenomen uit de Verkenningsfase. De dijkvakken zijn gebaseerd op zowel veiligheidsopgave als

landschappelijke kenmerken. Het overzicht van de dijkvakken is gegeven in Tabel 1-1 en Figuur 1-1.

Tabel 1-1 Het overzicht van de dijkvakken met dijkpalen

Dijkvak	Dijkpaal (DP)
Lekboulevard (5.3 deels)	M36 – M39
IJsseldam (6)	M39 – 5
Lage Dijk – Radiolaan (7)	5 – 12
DPO en recreatiecluster (8&9)	12 – 23
Recreatiecluster tot de Kniek (10)	23 – 44
De Kniek tot De Horde (11)	44 – 59
De Horde (12)	59 – 69+50
De Drie Wielen (13)	69+50 – 86
Jaarsveld (14)	86 - 89



Figuur 1-1 Indeling dijkvakken JAK

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 'Wettelijk en beleidsmatig kader' zijn de wetgeving en beleidsstukken beschreven die relevant zijn voor het thema watersystemen. In hoofdstuk 3 'Huidige situatie en autonome ontwikkelingen' is beschreven wat de huidige situatie is en welke relevante ontwikkelingen in de omgeving spelen op het moment van schrijven. In hoofdstuk 4 'Onderzoeken en uitgangspunten' is beschreven welke watergerelateerde onderzoeken zijn gedaan voor dit project en met welk doel, evenals specifieke uitgangspunten voor het thema watersystemen. In hoofdstuk 5 komt het beoordelingskader aan bod en is beschreven op welke manier de effecten binnen het thema watersystemen beoordeeld worden.

2 Wettelijk en beleidsmatig kader

2.1 Wet- en regelgeving

Dit hoofdstuk gaat in op de wet- en regelgeving en het beleidskader voor het thema Watersystemen, en de relevantie daarvan voor het dijkversterkingsproject Jaarsveld – Klaphek. In de onderstaande Tabel 2-1 Figuur 1-1 is ingegaan op achtereenvolgens het Europees, nationaal, provinciaal en gemeentelijk beleid.

Tabel 2-1 Wettelijk kader watersystemen

Beleidsstuk/wet	Uitleg
Richtlijn 2000/60/EG van het Europees parlement en de Raad van 23 oktober 2000	Doelstelling is het realiseren en behouden van chemisch schoon en ecologisch gezond oppervlaktewater en grondwater. De EU-lidstaten moeten deze 'goede toestand' uiterlijk in 2027 realiseren. Er zijn uitzonderingsmogelijkheden. Voor de Kaderrichtlijn Water (KRW) zijn beschermde gebieden aangewezen. In deze gebieden gelden aanvullende omgevingswaarden in het Besluit kwaliteit leefomgeving. Het geldt onder andere voor het Natura 2000-gebied Rijntakken.
Richtlijn 2014/52/EU, Richtlijn 2011/92/EU	Europese richtlijn (EU) over de milieueffectbeoordeling van bepaalde openbare en particuliere projecten. Bij de milieueffectbeoordeling worden de directe en indirecte aanzienlijke effecten van een project per geval op passende wijze geïdentificeerd, beschreven en beoordeeld op verschillende met naam genoemde factoren. Water is een van die factoren. De omgevingswet en de huidige wet Milieubeheer werken de richtlijnen uit. Dit is mede reden om het thema water in het MER uit te werken.
Kaderrichtlijn Water (KRW)	De Kaderrichtlijn Water (KRW) is een Europese richtlijn die is gericht op de bescherming en verbetering van de waterkwaliteit. Het voornaamste doel van de KRW is om een goede ecologische en chemische toestand van alle wateren, zoals rivieren, meren, kust- en grondwater, in de EU te bereiken. De richtlijn stelt specifieke normen voor de kwaliteit van waterlichamen, inclusief grenswaarden voor verontreinigende stoffen.

Beleidsstuk/wet	Uitleg
Omgevingswet (inclusief Waterwet), ingegaan op 01-01-2024	De Omgevingswet is één wet die alle wetten voor de leefomgeving bundelt en moderniseert. De Omgevingswet beschrijft wat onder het beheer van een watersysteem valt. Het beheer is gericht op: - het voorkomen en waar nodig beperken van overstromingen, wateroverlast en waterschaarste, in samenhang met: - het beschermen en verbeteren van de chemische en ecologische kwaliteit van die watersystemen en; - de vervulling van de aan die watersystemen toegekende maatschappelijke functies’. De Waterwet valt onder de Omgevingswet. De Waterwet gaat uit van integraal beheer van het hele watersysteem: het samenhangend geheel van 1 of meer oppervlaktewaterlichamen en grondwaterlichamen, met bijbehorende bergingsgebieden, waterkeringen en ondersteunende kunstwerken. In de Waterwet is onder andere het vegetatieonderhoud in het rivierbed vastgelegd, waarmee wordt voorkomen dat vegetatie tot onverantwoord hoge waterstanden leidt. Dit onderhoud wordt uitgevoerd op basis van de Vegetatielegger.
Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl), geconsolideerde versie februari 2022	In artikel 9.1 van het Besluit kwaliteit leefomgeving staat dat het bij een projectbesluit verplicht is om de waterbelangen mee te wegen ('Watertoets'). Als de effecten van het project op de grondwaterstand niet aanvaardbaar zijn, moet het projectbesluit maatregelen bevatten om die effecten te beperken of ongedaan te maken. De omgevingswaarden beschrijven de normen voor (grond)waterkwaliteit. De Kaderrichtlijn Water (KRW) bevat (onder andere) doelstellingen voor het bereiken van een goede ecologische toestand van aangewezen wateren. Om deze doelstellingen te bereiken, gelden er omgevingswaarden voor oppervlaktewater.
Beleidsregels grote rivieren, 1 april 2024	De beleidslijn schrijft voor welke activiteiten binnen het rivierbed van de grote rivieren zijn toegestaan en onder welke voorwaarden. De rivierkundige voorwaarden zijn nader uitgewerkt in het Rivierkundig Beoordelingskader (RBK), welke gebruikt wordt bij vergunningplichtige activiteiten.
Rivierkundig Beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren (RBK, v6, 2023) Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving.	Het kader gaat in op de te toetsen rivierkundige aspecten van een vergunningsaanvraag, de hierbij te gebruiken rivierkundige modellen en randvoorwaarden en de te hanteren normering (criteria).

Beleidsstuk/wet	Uitleg
Waterschapsverordening en Leggers Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, 1 januari 2024	In de Waterschapsverordening staan regelgeving en beleidslijnen voor waterbeheer binnen het gebied van Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden. Deze verordening bevat verschillende onderdelen die samen zorgen voor een effectief en duurzaam beheer van waterkwaliteit en -kwantiteit, en het onderhoud van waterkeringen en watergangen. De belangrijkste onderdelen zijn; waterkwantiteitsbeheer, waterkwaliteitsbeheer, onderhoud aan Waterstaatswerken, procedures voor vergunningen en meldingen en bepalingen voor de handhaving van de regels en sancties bij overtredingen. Daarnaast omvat de verordening specifieke beleidsregels en aanwijzingsbesluiten die van toepassing zijn op bepaalde gebieden of situaties. Deze kunnen bijvoorbeeld betrekking hebben op beschermde natuurgebieden of stedelijke waterlopen. In de Leggers staat waaraan de waterstaatswerken wat betreft ligging, vorm, afmeting en constructie moeten voldoen en wie verantwoordelijk is voor het onderhoud ervan. Bij het beoordelen van de effecten op watergangen wordt rekening gehouden met de watergangen die op de Legger zijn aangegeven. De watergangen die, al dan niet ter compensatie, worden aangelegd, voldoen aan de Waterschapsverordening van Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden.
Omgevingsverordening provincie Utrecht (gewijzigd vastgesteld op 7 februari 2024)	In de omgevingsverordening staan de regels voor de fysieke leefomgeving. Het omvat de juridische uitwerking van de plannen en ambities uit de provinciale omgevingsvisie. Hoofdstuk 2 van de omgevingsverordening gaat in op het thema watersysteem. De regels die in dit deel van de verordening zijn opgenomen zijn gesteld met het oog op het waarborgen van de veiligheid en het voorkomen of beperken van wateroverlast.

2.2 Beleid

Door overheden worden, naast wet- en regelgeving (zie paragraaf 2.1), ook richtlijnen en visies opgesteld. In Tabel 2-2 hieronder zijn voor het project Jaarsveld – Klaphek relevante beleidsstukken besproken.

Tabel 2-2 Beleidskader watersystemen

Beleidsstuk/wet	Uitleg en relevantie voor het project
Richtlijnen Vaarwegen, 2020, Rijkswaterstaat	Dit is het kader verkeerskundig vaarwegontwerp Rijkswaterstaat. Vaarwegen worden ingericht volgens de Richtlijnen Vaarwegen. Hierin staat bijvoorbeeld hoe bruggen en havens moeten worden gebouwd, onderhouden en bediend. Door alle vaarwegen volgens dezelfde richtlijnen in te richten ontstaat een veiliger vaarwegennetwerk.

Beleidsstuk/wet	Uitleg en relevantie voor het project
Nationale Omgevingsvisie (NOVI), 2020	In de Omgevingswet staat dat het rijk een Nationale Omgevingsvisie (NOVI) moet opstellen. Dit instrument is vergelijkbaar met een structuurvisie. De NOVI is zelfbindend voor het Rijk. Dat betekent dat het Rijk zichzelf verplicht om de visie te realiseren. Met de NOVI geeft het Rijk een langetermijnvisie op de toekomst en de ontwikkeling van de leefomgeving in Nederland. Een van de keuzen in de NOVI is voor een klimaatbestendige inrichting van Nederland. Dat betekent dat we Nederland zo inrichten dat ons land de klimaatveranderingen aankan. Daarvoor is nodig dat we functies meer in evenwicht met natuurlijke systemen (bodem en water) inpassen.
Nationaal Waterprogramma 2022-2027	Het waterbeleid van het Rijk is vastgelegd in het Nationaal Waterprogramma 2022- 2027 (NWP). Het programma geeft een overzicht van de ontwikkelingen binnen het waterdomein en legt nieuw ontwikkeld beleid vast. Belangrijke onderdelen van het NWP zijn de stroomgebiedbeheerplannen en het overstromingsrisicobeheerplan. In het NWP komen het oude Nationaal Waterplan (voor beleid) en het Beheer- en ontwikkelplan voor de rijkswateren (voor beheer) samen.
Omgevingsplan gemeente Lopik	Het omgevingsplan bevat algemene regels van de gemeente voor de fysieke leefomgeving. Vóór de inwerkingtreding van de Omgevingswet stonden deze regels in bestemmingsplannen.
Omgevingsplan gemeente IJsselstein	Het omgevingsplan bevat algemene regels van de gemeente voor de fysieke leefomgeving. Vóór de inwerkingtreding van de Omgevingswet stonden deze regels in bestemmingsplannen.

3 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

3.1 Huidige situatie

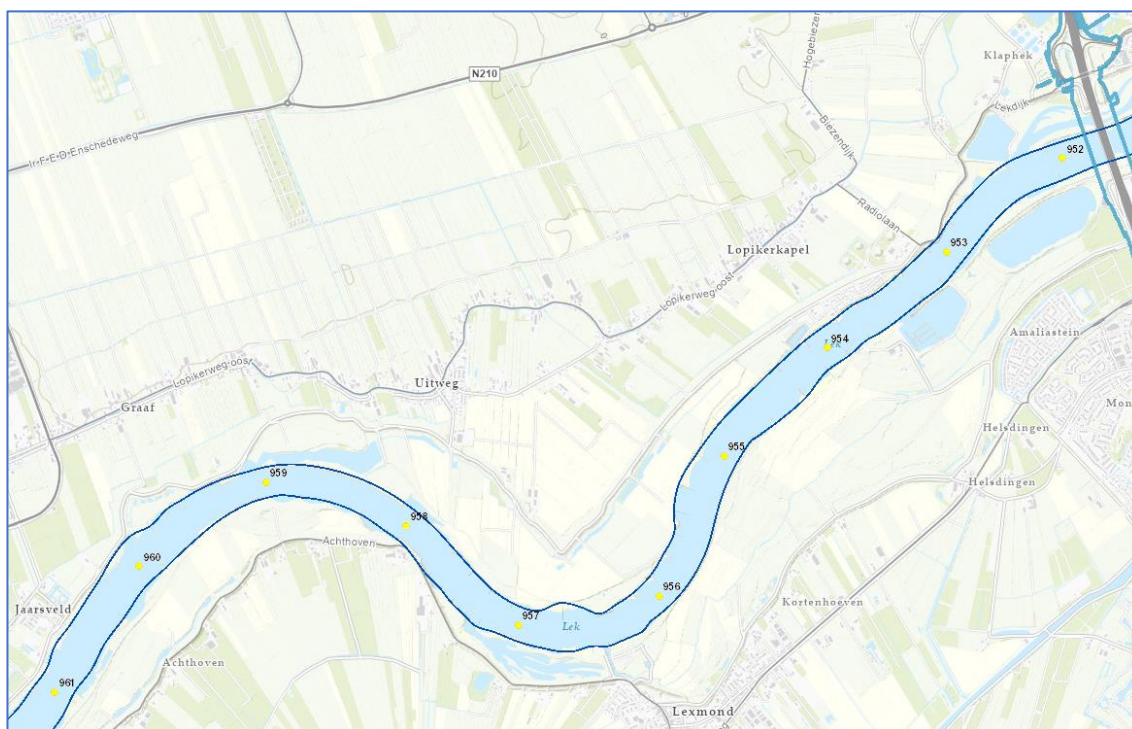
3.1.1 Rivierkunde

De Lek stroomt benedenstrooms van de stuw bij Hagestein vrij af via Rotterdam richting de Noordzee. Stroomopwaarts is de Nederrijn – Lek gestuwd. De rivier staat tot de stuw in Hagestein onder invloed van getij. De waterstand in de rivier is ter hoogte van het plangebied gemiddeld 0,8 tot 0,9 m + NAP. Direct benedenstrooms van de stuw Hagestein zijn de fluctuaties in waterstanden groter (NAP -0,9 tot +4,5 m) dan verder benedenstrooms bij meetpunt Schoonhoven (NAP -0,8 tot +2,8 m).

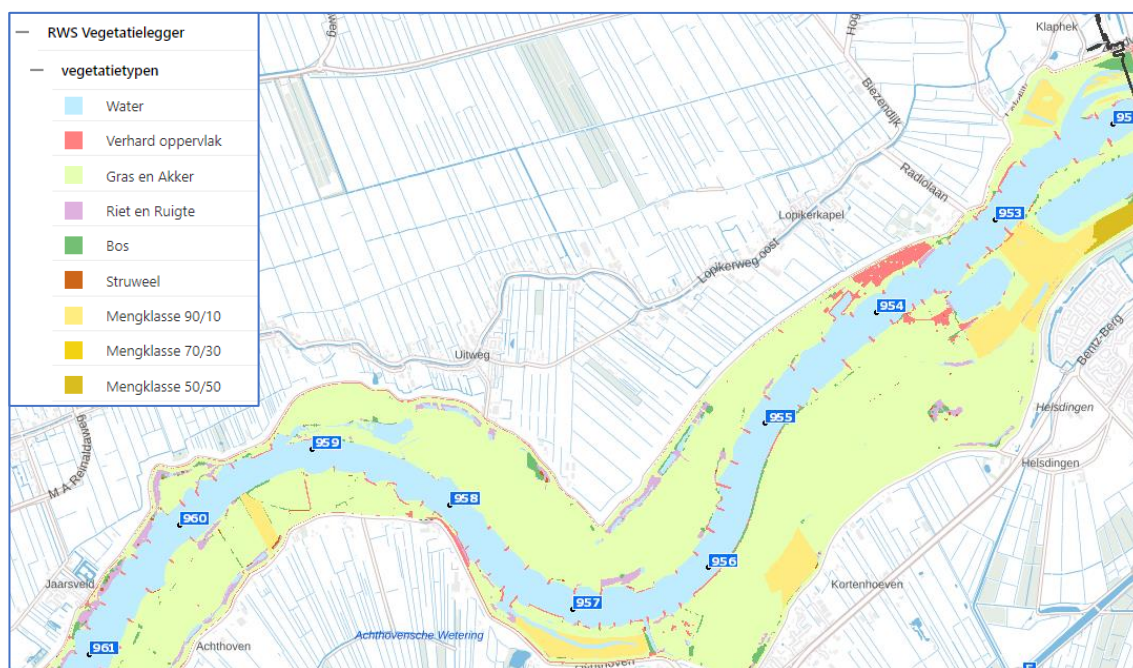
Door een deel van de (bredere) uiterwaarden loopt een zomerkade, die het gebied tot aan de dijk beschermt tegen overstroming. Bij hoge(re) waterafvoeren kan indien gewenst via inlaatwerken in de zomerdijk gecontroleerd water worden ingelaten in het gebied tussen zomerdijk en primaire dijk.

De Lek is een hoofdvaarweg. Per jaar passeren 40 tot 50 duizend schepen met een lading in de orde van 40 tot 50 Megaton het plangebied. Op het beschouwde traject zijn geen veren of aanmeerplekken voor schepen aanwezig.

In de Legger Rijkswaterstaatswerken^[5] is het beheerareaal van Rijkswaterstaat vastgelegd (Figuur 3-1). Ook de normen waaraan deze rijkswaterstaatswerken volgens de Omgevingswet moeten voldoen, staan in de legger. In de Vegetatielegger (Figuur 3-2) is vastgelegd welke begroeiing langs rivieren is toegestaan, om een goede doorstroming in de uiterwaarden handhaven.



Figuur 3-1 Uitsnede uit de Legger Rijkswaterstaatswerken^[5]



Figuur 3-2 Uitsnede uit de Vegetatielegger^[5]

3.1.2 Grondwatersystemen

Het grondwatersysteem rond de dijk bepaalt deels de waterveiligheidsopgave voor de dijk. Het grondwatersysteem kan ook worden beïnvloed door de versterkingsmaatregelen.

De stroming van het grondwater wordt grotendeels bepaald door de samenstelling van de bodem en de hoogteverschillen tussen rivierwaterstanden en het binnendijkse gebied. Er is veel variatie in de ondergrond en variatie in hoogte en daardoor ook een grote variatie in grondwaterstroming.

Bij hoge waterstanden op de Lek neemt de kwelinvloed binnendijs toe, terwijl bij lage waterstanden sprake is van wegzijging (neerwaartse stroming van grondwater). Doordat Jaarsveld relatief laag gelegen is en omdat de doorlatendheid van de bodem groot is door aanwezigheid van een zandige oeverwal kwelt hier veel grondwater op (zeker bij hogere rivierwaterstanden).

In 1999 is in Jaarsveld een zogenoemd 'ontlaststelsel' aangelegd als alternatief voor een dijkverzwaring. Aanleiding voor de aanleg was de bestaande pipingopgave in combinatie met het beschermde dorpsgezicht van Jaarsveld. Tussen de monumentale bebouwing in zijn filters geslagen, die via afvoerleidingen verbonden zijn met een verzamelput, die kan lozen op het oppervlaktewater. Bij normale peilen van de Lek is het systeem gesloten. Bij een hoog rivierpeil (2.40 m +NAP) begint het systeem water uit de bronnen af te voeren naar een sloot, tot het rivierpeil weer zakt. Hierdoor wordt voorkomen dat er opbarsting ontstaat en mogelijk zand voerende wellen en piping optreedt.

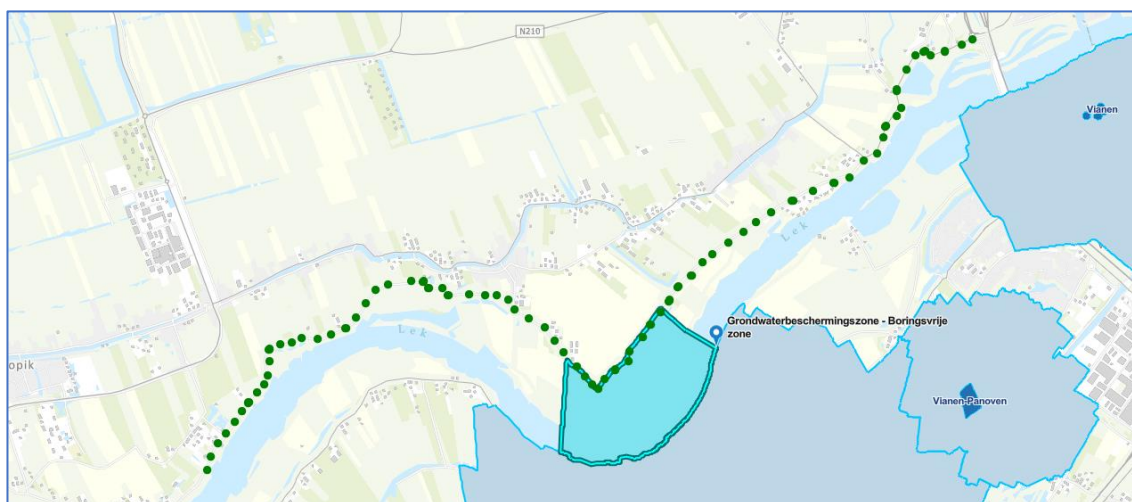
Er zijn meer plekken waar grondwaterstroming bepalend kan zijn voor de opgave en oplossingen voor de dijkversterking. Dit zijn bijvoorbeeld wielen, oude zandwinningen of nevengeulen in de uiterwaarden, als hier slecht doorlatende lagen in de ondergrond zijn doorsneden.

Het maaiveld in de uiterwaard ligt met ongeveer 2,0 - 4,0 meter hoger dan het binnendijkse gebied. Het gebied achter de dijk is een polder, met daarin zichtbaar de zandbanen. Er zijn verschillende omgevingsfactoren die invloed hebben op het grondwatersysteem in de nabijheid van de dijk.

De Holocene deklaag in het gebied is ongeveer 8 meter dik en bestaat uit een combinatie van oude riviergeulafzettingen (zandbanen) en de daarbij behorende overstromingsafzetting (oever en komkleien). De zandige lagen zijn goed doorlatend in vergelijking met de minder doorlatende kleilagen. Onder de Holocene deklaag ligt een afwisseling van watervoerende en slecht doorlatende pakketten.

De freatische grondwaterstand in het achterland wordt sterk bepaald door de oppervlaktewaterstanden in het gebied. Het ondiepe en diepe grondwater wordt gekarakteriseerd door een stroming van zuidwest naar noordoost. Dit is de richting vanuit de rivier de Lek naar het Amsterdam-Rijnkanaal. De stijghoogte in het watervoerende pakket varieert van ca. 2,5 m + NAP in het oosten van het modelgebied tot ca. 1,0 m – NAP in het westen van het projectgebied. De invloed van de rivier de Lek is duidelijk zichtbaar in het stijghoogtepatroon.

Er zijn verschillende wateronttrekkingen in de omgeving van het dijktraject Jaarsveld-Klaphek. Het waterwingebied Vianen is een winning van drinkwaterbedrijf Oasen in het oosten van het projectgebied rondom de A2. Dit is een diepe onttrekking zonder directe invloed op de dijkversterking. De drinkwaterwinning Lexmond Noord betreft een diepe onttrekking ter hoogte van de Kniek in het projectgebied. Ten zuiden van de Lek bevindt zich de onttrekking Lexmond, maar omdat dit aan de overzijde van de Lek ligt, zal het project hiervan ook geen directe invloed ondervinden. In de afbeelding hieronder zijn deze grondwaterwingebieden te zien (het lichtblauw gearceerde gebied betreft de winning Lexmond noord; de groene stippellijn is het dijktracé).



Figuur 3-3 Drinkwaterwinningen rondom dijktracé (lichtblauw gearceerde winning is Lexmond Noord; groene stippellijn is het dijktracé).

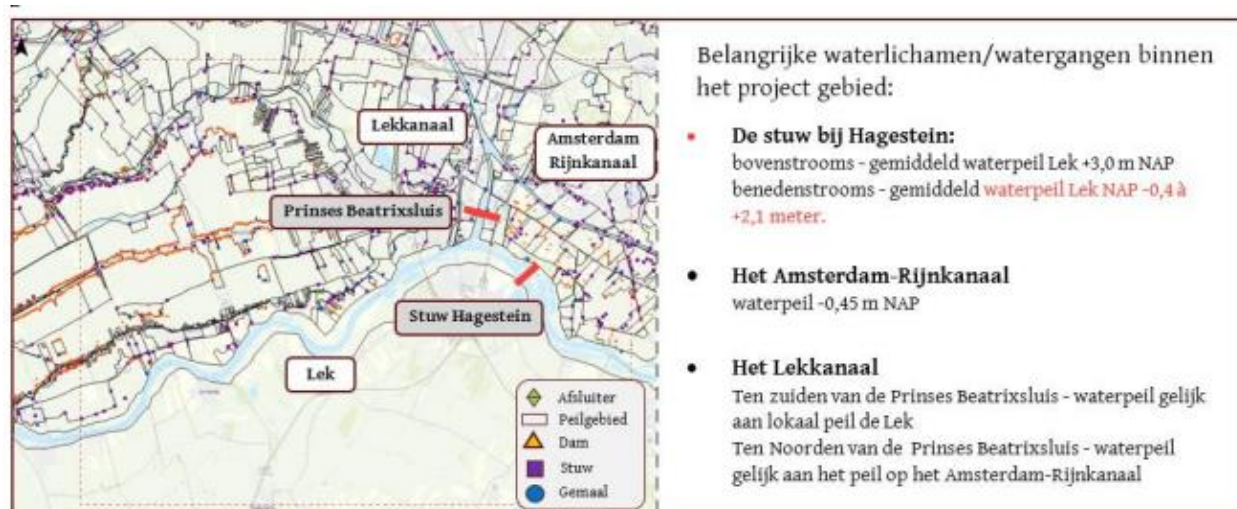
3.1.3 Oppervlaktewatersysteem

Het oppervlaktewatersysteem ten noorden van de Lekdijk omvat een netwerk van waterwegen, sloten en plassen die samenwerken om overtollig regenwater af te voeren en de waterhuishouding te reguleren. Het binnendijkse gebied omvat verschillende polders met elk een eigen peilbeheer, dat wordt gecontroleerd door een netwerk van stuwen en gemalen.

Naast het poldersysteem zijn een aantal waterlichamen/watergangen aanwezig met een invloed op het grondwatersysteem. In het oosten van het modelgebied ligt de stuw bij Hagestein die het waterpeil in de rivier de Lek bepaalt. Het binnendijkse watersysteem watert naar het westen af via twee hoofdwatergangen: de Lopikerwetering en de Enge IJssel (waterpeilen van oost naar west 0,55, 0,36 en 0,13 m NAP). Aan weerszijden liggen verschillende onderbemalingen die via de boezem afwateren. De waterpeilen van deze onderbemalingen variëren van +0,1 tot -1,1 m NAP. Figuur 3-4 en Figuur 3-5 geven een overzicht van het oppervlaktewatersysteem en enkele belangrijke constructies in het projectgebied.



Figuur 3-4 Overzichtskaart oppervlaktewateren projectgebied JAK



Figuur 3-5 Overzicht van belangrijke constructies in het projectgebied

Het oppervlaktewatersysteem aan de noordzijde van de dijk omvat een uitgebreid stelsel van watergangen waarmee de wateraan en -afvoer van het gebied wordt verzorgd. Binnen dit gebied komt een groot aantal kleinere of grotere peilgebieden voor, waarbinnen een bepaald peil wordt aangehouden. Het gebied westelijk van de Radiolaan behoort tot Peilbesluit De

Koekoek (2013) en het gebied oostelijk behoort gedeeltelijk tot de Boezem van de Gekanaliseerde Hollandse IJssel en gedeeltelijk tot peilbesluit Oudegein (2014).

De watergangen die het meest van belang zijn voor de waterafvoer hebben op basis van de legger van het waterschap de status van 'primaire' watergang. Tussen ongeveer DP17 en DP33 (zie Figuur 3-6) ligt een primaire watergang relatief dicht (50 tot 100 meter) parallel langs de binnenzijde van de dijk. Dit geldt ook voor het traject tussen DP 55 en DP84/87. Tussen DP28 tot DP59 (zie Figuur 3-7) ligt ook een primaire watergang langs de buitenzijde van de dijk (20 tot 50 meter vanaf de dijk).





Figuur 3-8 Tertiaire watergangen binnenzijde dijk Boezem van de Gekanaliseerde Hollandse IJssel DP5 - DP13

3.1.4 KRW-relevant areaal

KRW-relevant areaal is het gebied dat geschikt is voor bodemdieren, vissen of waterplanten. Deze gebieden zijn belangrijk voor het halen van de doelen die zijn vastgelegd in de Kaderrichtlijn Water. Deze gebieden zijn weergegeven in de [KRW viewer RWS Oost- en Zuid-Nederland \(rijkswaterstaat.nl\)](https://rijkswaterstaat.nl)^[3].

In de uiterwaarden gaat het daarbij over het algemeen om gebieden die meer dan 50 dagen per jaar onder water staan, maar de afperking is niet geheel eenduidig.

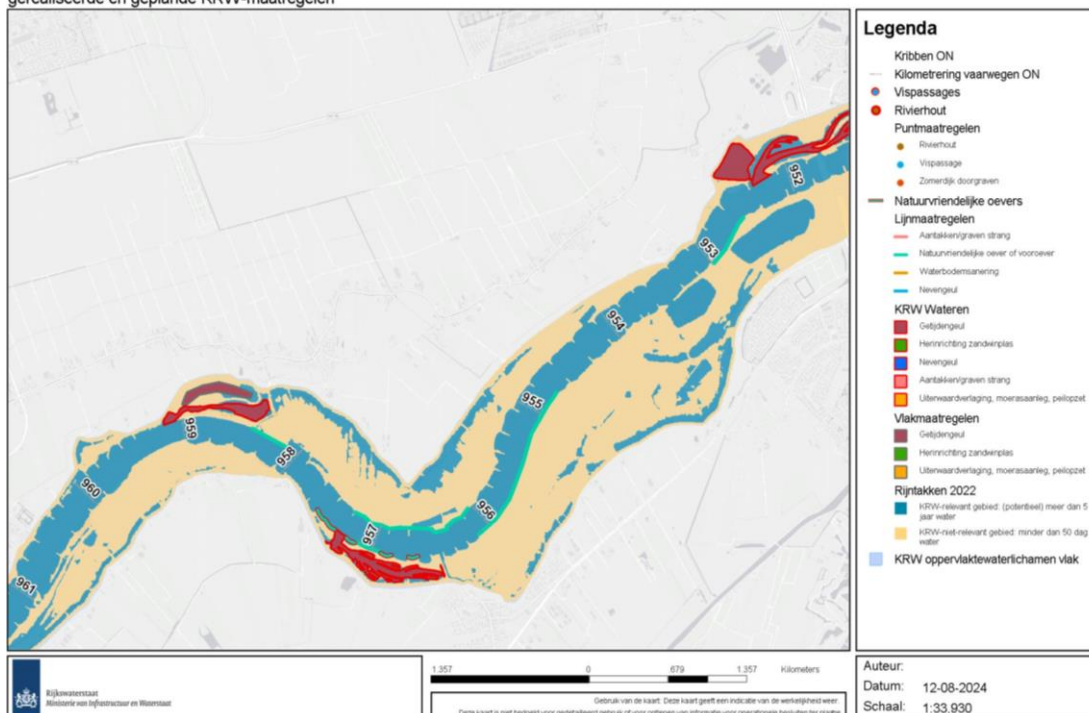
In de huidige situatie zijn er in het plangebied verschillende gebieden die (potentieel) relevant zijn voor de KRW (zie Figuur 3-9). In deze gebieden is niet per definitie waardevolle natuur aanwezig. Het zijn locaties waar de condities voor natuurontwikkeling gunstig zijn. Dit geldt voor macrofauna, oeverplanten, vis en waterplanten.

De afgelopen jaren zijn maatregelen uitgevoerd om de ecologische kwaliteit van de uiterwaarden, conform de 'maatlatten' die hiervoor zijn vastgesteld, te verbeteren. In dat kader is er een getijdegeul gerealiseerd in de Bossenwaard, in het meest oostelijke deel van het plangebied (Dijkvakken: Lekboulevard, IJsseldam en Lage Dijk – Radiolaan). Daarnaast is een getijdegeul gerealiseerd in De Horde. De voorgenomen extra getijdengeul bij De Horde wordt door Rijkswaterstaat in samenspraak met de provincie Utrecht als afzonderlijk project voorbereid.

Nieuwe maatregelen zoals "ontstening" en natuurvriendelijke oevers vinden niet plaats nabij de dijk.

KRW-relevant gebied

gerealiseerde en geplande KRW-maatregelen



Figuur 3-9 (Potentieel) KRW-relevante gebieden binnen dijktracé JAK en geplande en gerealiseerde KRW-maatregelen.

3.2 Autonome ontwikkelingen

Ten westen van het plangebied vindt op het moment van schrijven het dijkversterkings- en uiterwaardherinrichtingsproject Salmsteke plaats. Omdat de verwachting is dat Salmsteke tegen de tijd van uitvoering van Jaarsveld – Klaphek is afgerond, wordt uitgegaan van een gerealiseerde rivierdijk en heringerichte uiterwaard met KRW-geul bij Salmsteke als referentiesituatie.

De Europese Unie heeft vastgesteld dat in 2027 alle wateren binnen haar grenzen in een goede toestand moeten verkeren. Dit omvat zowel de fysisch-chemische condities als de biologische condities. Om dat te bereiken voert Rijkswaterstaat een programma uit met KRW-maatregelen. In dat kader is een plan in de maak om de bestaande geul in De Horde aan te passen, om de kwaliteit verder te verbeteren. Daarbij wordt ook invulling gegeven aan doelen die de provincie heeft voor het Natuurnetwerk Nederland (NNN). Over dit plan is nog geen publiekrechtelijk besluit genomen.

4 Onderzoeken en uitgangspunten

4.1 Eerder uitgevoerde onderzoeken

Tabel 4-1 Eerder uitgevoerde onderzoeken

Naam onderzoek	Uitgevoerd door:	Datum:	Onderwerp
Rivierkundige beoordeling voorkeursontwerp Planuitwerking JAK	WSP	29-09-2024	Rivierkundige beoordeling voorkeursontwerp
Rapportage grondwatersysteem	WSP	19-06-2024	Effecten grondwater door maatregelen ten behoeve van dijkversterking
MER-verkenningsfase JAV: Effectnotitie Rivierkunde	WSP	11-07-2022	Ten behoeve van het MER in de verkenningsfase is er een effectnotitie rivierkunde opgesteld. Het doel van deze notitie is het beoordelen van de effecten van de veiligheidsmaatregelen van de kansrijke alternatieven op rivierkundig vlak.
MER-verkenningsfase JAV: Effectnotitie binnendijks watersysteem	WSP	05-04-2022	Ten behoeve van het MER in de verkenningsfase is er een effectnotitie binnendijks watersysteem opgesteld. Het doel van deze notitie is het beoordelen van de effecten van de veiligheidsmaatregelen van de kansrijke alternatieven op het binnendijks watersysteem.
Geohydrologisch model ontlaststelsel Jaarsveld	WSP	22-12-2021	Deze rapportage betreft de omschrijving van het ontlaststelsel bij Jaarsveld en het bijbehorende grondwatermodel waarmee bepaald is wat de capaciteit van het ontlaststelsel zou moeten zijn.

4.2 Uitgangspunten

Ten behoeve van de planuitwerking is de laatste versie van het rivierkundig model opgevraagd bij Rijkswaterstaat. Eventuele rivierkundige effecten dienen te worden gecompenseerd. In het kader van de Verkenning is een geohydrologisch model opgesteld om de effecten van de verschillende bouwstenen en alternatieven in kaart te brengen. Ten behoeve van de planuitwerking is een nieuw model gemaakt in afstemming met de deeltrajecten Culemborgseveer–Beatrixsluis en Salmsteke–Schoonhoven van Sterke Lekdijk. Hierbij is een uniforme aanpak gevolgd op basis van het Utrechts Grondwatermodel. Eerst is een basismodel opgesteld en dat is vervolgens verbeterd en gekalibreerd op basis van meetgegevens uit het gebied.

5 Beoordelingskader

5.1 Rivierkunde

Dit aspect beschrijft de effecten van de dijkversterking op de stroming van de rivier. Alle buitendijkse maatregelen op, of boven het maaiveld, kunnen in meer of mindere mate hier effect op hebben. Vooral maatregelen die leiden tot een verruwing of versmalling van het stroomgebied van de rivier kunnen leiden tot negatieve effecten. Omdat de rivierafvoer deels belemmerd wordt, ontstaan er hogere waterstanden of verandert de dwarsstroming in de rivier. Maatregelen die bijdragen aan meer ruimte voor de rivier, en minder hinder in de afvoer, kunnen op een positieve manier bijdragen aan de effectbeoordeling op het gebied van rivierkunde.

De rivierkundige effecten worden getoetst door rivierkundig specialisten aan de hand van het Rivierkundig Beoordelingskader. Het ontwerp krijgt een positieve, neutrale of negatieve beoordeling gebaseerd op in hoeverre het voldoet aan het beoordelingskader. De wijze waarop scores worden toebedeeld aan rivierkundige effecten, is beschreven in Tabel 5-1.

Tabel 5-1 Beoordelingskader aspect rivierkunde

Effectscore	Toelichting
+	Het ontwerp voldoet aan de normen uit het Rivierkundig beoordelingskader en heeft een positieve invloed op de waterstanden (waterstandsverlagingen) op de rivier en daarmee de waterveiligheid. Mogelijk heeft het ontwerp ook op andere belangen positieve effecten.
0	Het ontwerp voldoet aan de normen uit het rivierkundig beoordelingskader.
-	Het ontwerp voldoet (deels) niet aan de normen uit het rivierkundig beoordelingskader. Met kleine compenserende maatregelen kunnen de negatieve effecten worden beperkt waardoor het ontwerp wel voldoet.
--	Het ontwerp heeft negatieve effecten op de rivier, waardoor niet kan worden voldaan aan de normen uit het rivierkundig beoordelingskader. Grote compensatiemaatregelen zijn noodzakelijk om wel aan de norm te voldoen.
---	Het ontwerp heeft negatieve effecten op de rivier, waardoor niet kan worden voldaan aan de normen uit het rivierkundig beoordelingskader. Compensatiemaatregelen zijn niet voldoende om aan de norm te voldoen.

5.2 Grondwatersystemen

Dit aspect beschrijft de effecten van de dijkversterking op het grondwatersysteem. Het aanbrengen van grootschalige horizontale pipingmaatregelen (pipingbermen) en verticale pipingmaatregelen kan een effect hebben op het grondwatersysteem. Dit effect kan afgeleide effecten met zich meebrengen, bestaand uit:

- schade aan bebouwing en infrastructuur door zetting en grondwaterstand;
- natschade;
- waterbezwaar; en
- veranderende grondwaterstand in natuurgebieden.

De wijze van beoordeling is erop gericht om verschillende varianten kwantitatief te kunnen vergelijken. De effecten van de dijkversterkingsmaatregelen op het grondwater zoals berekend met de 3D-grondwatermodellering vormen de basis voor de beoordeling.

Tabel 5-2 Beoordelingskader aspect grondwatersystemen

Effectscore	Beoordeling ten opzichte van de referentiesituatie
+	N.v.t.
0	Geen of nagenoeg geen effect op het grondwaterstanden (0 tot 5 cm)
-	Kleine effecten op grondwaterstanden (5 tot 10 cm)
--	Matige effecten op grondwaterstanden (10 tot 30 cm)
---	Grote effecten op grondwaterstanden (>30 cm)

5.3 Oppervlaktewatersysteem

Dit aspect beschrijft de effecten van de dijkverbetering op het functioneren van het oppervlaktewatersysteem en het waterbergend vermogen. Dergelijke effecten kunnen bijvoorbeeld optreden als voor verbreding van het dijklichaam slootdempingen nodig zijn. In dit geval neemt het waterbergend vermogen van het watersysteem af, en kan de waterafvoer mogelijk verstoord zijn. Op grond van de waterschapsverordening dienen dempingen overigens wel gecompenseerd te worden.

Ook kan het zijn dat het oppervlaktewatersysteem meer of minder water hoeft af te voeren als gevolg van dijkversterkingsmaatregelen. Dit kan aan de orde zijn bij de aanleg van extra verhard oppervlak en bij veranderingen in de grondwaterstroming van en naar het oppervlaktewatersysteem. Op grond van de waterschapsverordening dient bij aanleg van extra verhard oppervlak compensatie plaats te vinden.

De effectbeoordeling voor het oppervlaktewatersysteem vindt plaats door te beoordelen in hoeverre er door de versterkingsmaatregelen wijzigingen zijn te verwachten in de afwatering (positief of negatief) en/of het waterbergend vermogen (gelijkblijvend of positief). Voor het waterbergend vermogen geldt dat dempingen van bestaand oppervlaktewater gecompenseerd dienen te worden. Daarbij is de voorkeur dat watercompensatie plaatsvindt in hetzelfde peilgebied als de demping. Het beste is om dit in de directe omgeving van de demping te doen.

De mogelijke effecten op de afwatering worden kwalitatief beoordeeld en de mogelijke effecten op het waterbergend vermogen kwantitatief op basis van de veranderingen in wateroppervlak. Daarbij vindt vervolgens een kwalitatieve beoordeling plaats op basis van de locaties waar deze veranderingen plaatsvinden. De eindbeoordeling vormt een combinatie van de beoordelingen voor beide subaspecten.

Aspect	Subcriteria	Wijze van beoordeling
Oppervlaktewatersysteem	Afwatering	Kwalitatief
	Waterbergend vermogen	Kwantitatief en kwalitatief (locatie)

De wijze waarop scores worden toebedeeld aan effecten op het oppervlaktewatersysteem, is beschreven in Tabel 5-3.

Tabel 5-3 Beoordelingskader aspect Oppervlaktewatersysteem

Effectscore	Beoordeling ten opzichte van de referentiesituatie
+	De afwatering verbetert en/of het waterbergend vermogen neemt duidelijk toe
o	De afwatering verandert niet (significant) en er is geen verandering in waterbergend vermogen; watercompensatie vindt plaats in de directe nabijheid van de demping (en in hetzelfde peilgebied)
-	De afwatering wordt licht negatief beïnvloed en/of watercompensatie vindt plaats in benedenstrooms peilgebied van de demping, of op relatief grote afstand van de demping binnen hetzelfde peilgebied
--	De afwatering wordt negatief beïnvloed en/of watercompensatie vindt plaats in bovenstrooms peilgebied van de demping
---	De afwatering wordt sterk negatief beïnvloed en/of er wordt geen of onvoldoende watercompensatie gerealiseerd.

5.4 KRW-relevant areaal

De dijkversterking ligt in of grenst aan het KRW-waterlichaam Nederrijn-Lek. De dijkversterking kan daarmee effecten hebben op het KRW relevant areaal (paragraaf 0) binnen dit waterlichaam. Ingrepen in dit areaal die effect hebben op leefomstandigheden, soorten of de chemische samenstelling, hebben een effect op het ecosysteem. Om te voorkomen dat er negatieve effecten optreden als gevolg van ingrepen zoals de dijkversterking, hanteert Rijkswaterstaat de Beleidsregel toetsingskader waterkwaliteit^[4].

In het Nationaal Waterprogramma hanteert Rijkswaterstaat het Toetsingskader waterkwaliteit. Het Toetsingskader waterkwaliteit geeft expliciet aan hoe Rijkswaterstaat als bevoegd gezag of wettelijk adviseur nieuwe fysieke ingrepen toetst aan de vereisten van de KRW. Waar de KRW-inrichtingsmaatregelen tot doel hebben om de ecologische of chemische toestand te verbeteren, richt het toetsingskader zich op behoud. Dit betekent het voorkomen van nieuwe belemmeringen om de goede toestand te bereiken en het voorkomen van achteruitgang. Rijkswaterstaat beoordeelt hiermee of nieuwe initiatieven een risico vormen voor de KRW-doelen. De verantwoordelijkheid voor het (laten) uitvoeren van een toets op de ecologische effecten ligt bij de initiatiefnemer, in dit geval het projectteam Sterke Lekdijk. Voor ieder initiatief dat vergund wordt, moeten negatieve effecten worden vereffend binnen hetzelfde waterlichaam en kwaliteitselement en binnen dezelfde KRW-periode. Het toetsingskader waterkwaliteit maakt niet langer als bijlage deel uit van het Nationaal Water Programma (NWP), maar wordt om redenen van flexibiliteit opgenomen in een beleidsregel^[4].

In dit geval (rivieren) is ecologisch relevant areaal gelijk aan dat van KRW-relevant areaal (permanent of niet-permanente watervoerende gebied tussen de dijken, dat tenminste 50 dagen per jaar is geïnundeerd, ongeacht of het in verbinding staat met het zomerbed van de rivier).

De centrale vraag die Rijkswaterstaat zich stelt bij het uitvoeren van deze toetsing is: *'Kunnen de KRW-doelstellingen waarop de activiteit mogelijk effecten heeft nog behaald worden als de activiteit daadwerkelijk plaatsvindt?'* Om dit te beoordelen worden de drie stroomschema's uit het toetsingskader (zie bijlage 1) doorlopen. Dit gebeurt op basis van expert inschattingen. De stroomschema's worden per dijkvak doorlopen, om per dijkvak de eventuele negatieve effecten op het KRW-relevant areaal in beeld te krijgen.

Het beoordelingskader voor het KRW-relevant areaal is het toetsingskade waterkwaliteit, met de drie stroomschema's (zie bijlage 1). De stroomschema's zijn gericht op het beoordelen van

mogelijke verslechtering van de ecologische of chemische toestand als gevolg van fysieke ingrepen of lozing/emissies van stoffen.

In het stroomschema deel 1 van het toetsingskader wordt gekeken naar:

- 1A. De locatie van de ingreep;
- 1B. Effecten op een concreet geplande of reeds uitgevoerde KRW-maatregel;
- 1C. Het voorkomen van de activiteit op de lijst van ingrepen van ondergeschikt belang voor de ecologische kwaliteit, én het plaatsvinden van de ingreep in een ecologisch gezien niet kwetsbaar gebied;
- 1D. Of de ingreep een fysieke ingreep of een lozing betreft.

Uit het eerste stroomschema volgt of Stroomschema deel 2 'Effecten van lozingen' en/of Stroomschema deel 3 'Effecten van fysieke ingrepen' nog moet worden doorlopen.

Het beoordelingskader (Tabel 5-4) voor het aspect KRW-relevant areaal is opgesteld op basis van de stroomschema's. De eerste stap hierin is vaststellen of er raakvlak is van maatregelen met KRW-relevant areaal. Zo niet, dan is er geen sprake van effecten op het KRW-relevant areaal.

Tabel 5-4 Beoordelingskader aspect KRW-relevant areaal

Effectscore	Beoordeling ten opzichte van de referentiesituatie
+	De activiteit heeft een positieve invloed op de biologische kwaliteitselementen en/of chemische toestand; er is een positief effect op de KRW-doelen.
0	Er zijn geen negatieve effecten op de biologische kwaliteitselementen of de chemische toestand te verwachten.
-	De activiteit heeft een onacceptabele negatieve ¹ invloed op één of meerdere aspecten van de biologische kwaliteitskenmerken en/of chemische toestand. De negatieve effecten kunnen door middel van kleine aanvullende maatregelen worden vereffend.
--	De activiteit heeft een onacceptabele negatieve invloed ¹ op één of meerdere aspecten van de biologische kwaliteitskenmerken en/of chemische toestand. Om de negatieve effecten te voorkomen of vereffenen zijn aanzienlijke aanvullende maatregelen nodig.
---	De activiteit heeft een onacceptabele negatieve invloed ¹ op één of meerdere aspecten van de biologische kwaliteitskenmerken en/of chemische toestand. De negatieve effecten kunnen niet worden voorkomen of vereffend met aanvullende maatregelen, de ingreep kan niet plaatsvinden.

¹ Elk negatief effect op de biologische kwaliteitselementen of de chemische toestand is onacceptabel

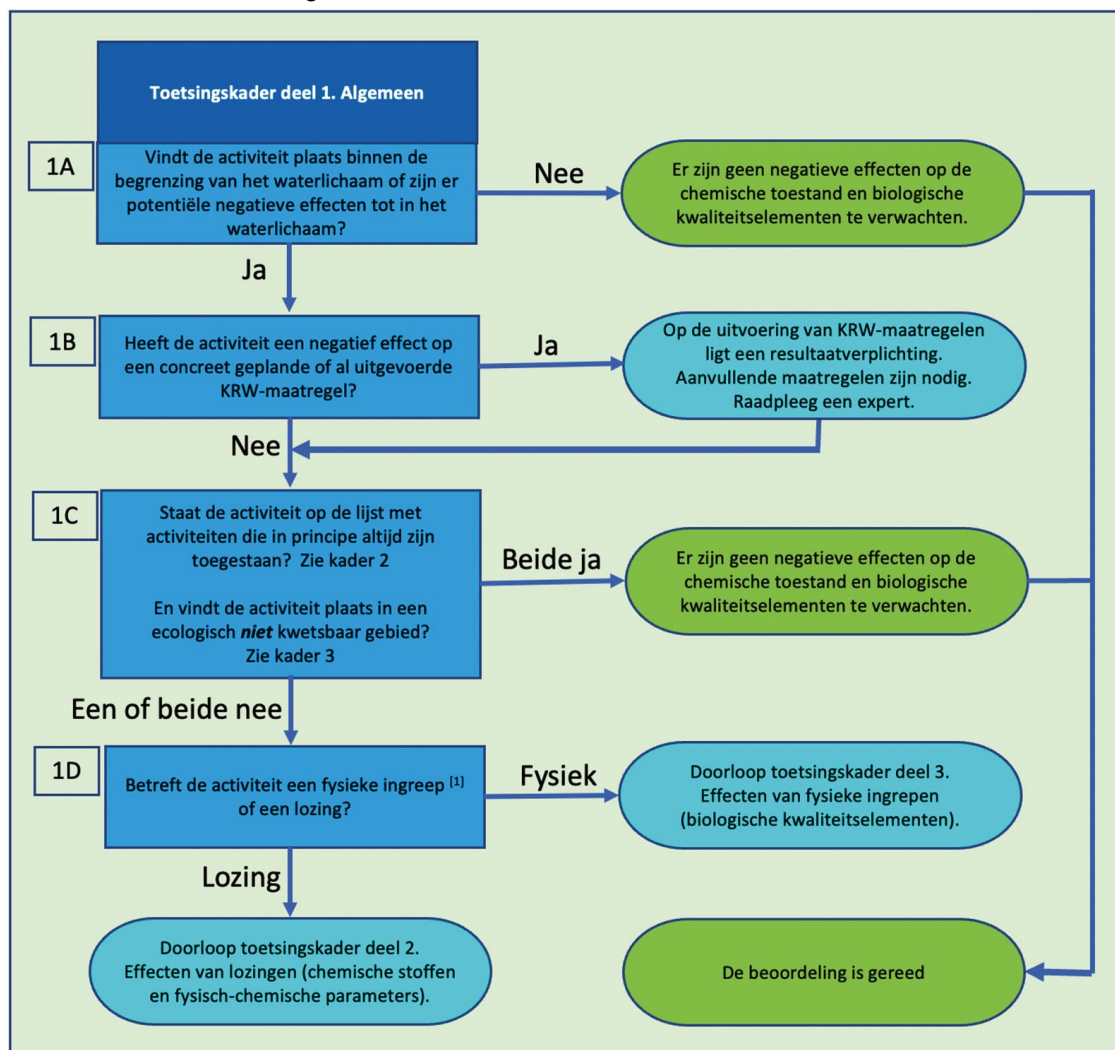
Referenties

- [1] Publieksfolder Voorkeursalternatief Jaarsveld-Vreeswijk; Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, november 2022. Te raadplegen via <https://www.hdsr.nl/buurt/sterke-lekdijk/jaarsveld-vreeswijk/documenten-jaarsveld/>.
- [2] Notitie Reikwijdte en Detailniveau Sterke Lekdijk (online); Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, z.d.. Te raadplegen via: <https://www.hdsr.nl/buurt/sterke-lekdijk/documenten/>.
- [3] KRW viewer RWS Oost- en Zuid-Nederland; RWS Oost-Nederland, z.d.. Te raadplegen via:
https://maps.rijkswaterstaat.nl/gwproj55/index.html?viewer=ON_KRW.Webviewer_extern.
- [4] Beleidsregel toetsingskader waterkwaliteit; Minister van Infrastructuur en Waterstaat, maart 2022. Te raadplegen via: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0046422/2024-01-01>.
- [5] Leggers; Rijkswaterstaat, 2022. Te raadplegen via:
<https://maps.rijkswaterstaat.nl/geoweb55/index.html?viewer=LeggerRijkswaterstaatswerken>
<https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/waterkeringen/leggers>.

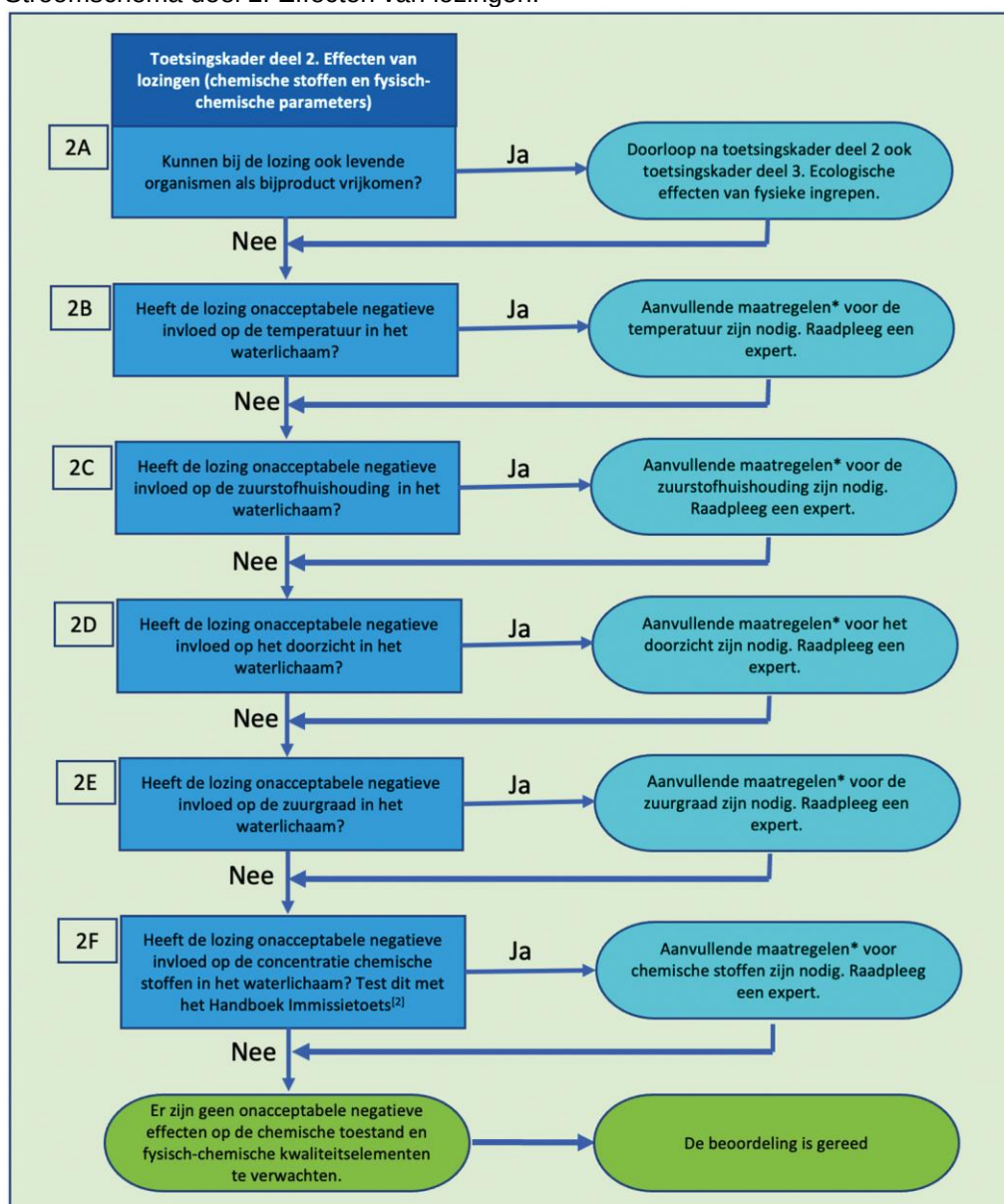
Bijlage 1 Beslisschema's Beleidsregel toetsingskader waterkwaliteit

Hieronder staan de gebruikte beslisschema's voor het toetsingskader waterkwaliteit. Voor verdere uitleg en tekstkaders zie: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2022-6470.html>

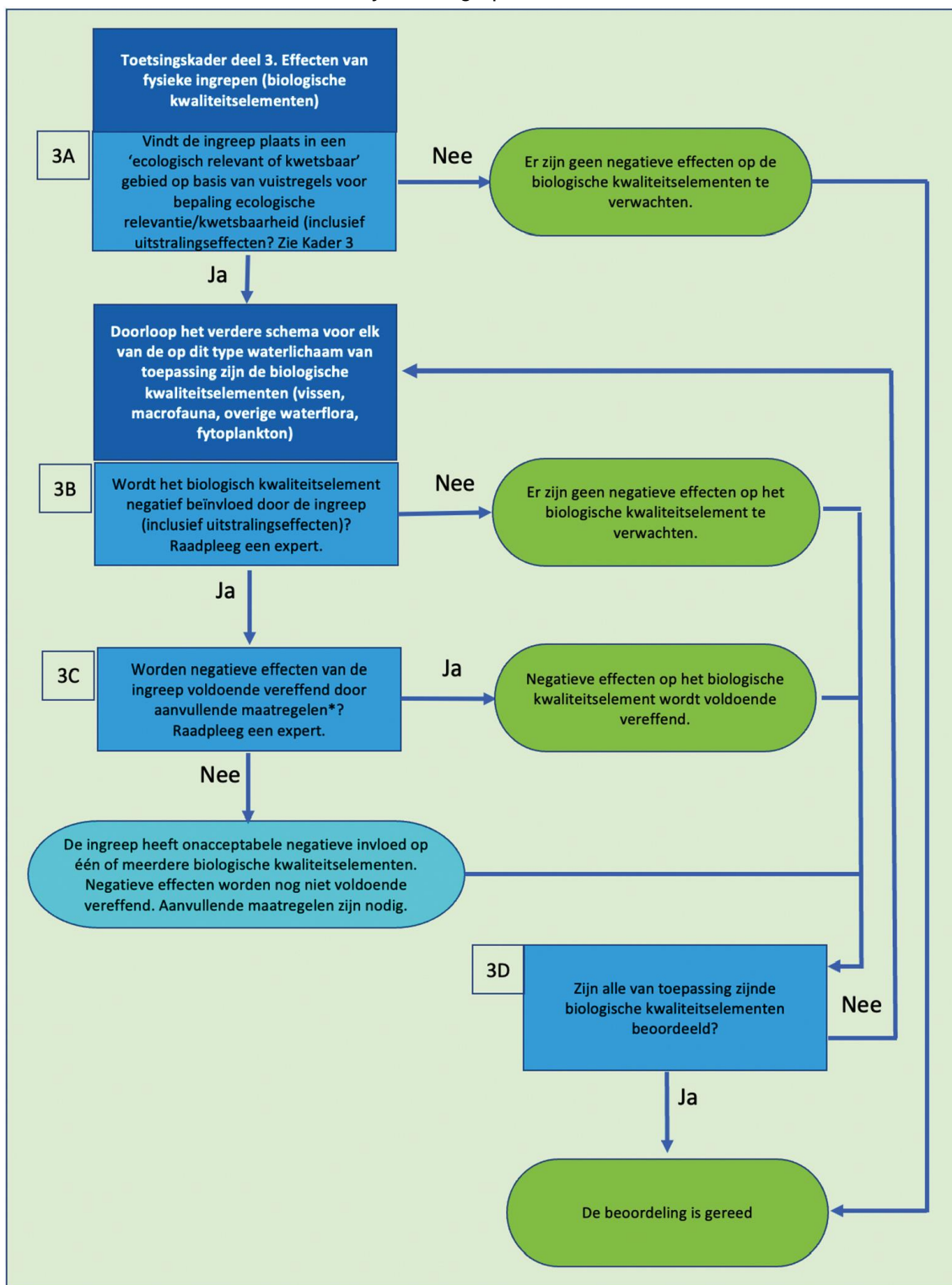
Stroomschema deel 1. Algemeen



Stroomschema deel 2. Effecten van lozingen.



Stroomschema deel 3. Effecten van fysieke ingrepen.



Bijlage 2 Memo grondwatereffecten

MEMO

PROJECT	Planuitwerking JAK
PROJECTNUMMER	WAB018503
ONDERWERP	Effectbepaling maatregelen ten behoeve van dijkversterking
AAN	Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden
AUTEUR	A. Dehghanipour
GEZIEN	M. van Lipzig
STATUS	Definitief
DATUM	24 oktober 2024

1 INLEIDING

Delen van het dijktraject Jaarsveld-Klaphek (JAK), traject Sterke Lekdijk, voldoen niet aan de wettelijke veiligheidsnorm en zijn daarom opgenomen in het dijkverbeteringsprogramma van HDSR. Binnen de planuitwerking rondom dit traject wordt op korte termijn het vergunningenontwerp (VGO) vastgesteld, waarin een meerdere maatregelen worden toegepast die er voor moeten zorgen dat het dijktraject JAK weer aan de wettelijke veiligheidsnorm voldoet 0.

De implementatie van verticale maatregelen en grootschalige horizontale maatregelen (berm) kunnen zowel positieve als negatieve effecten hebben op het geohydrologische systeem van het plangebied. Om de impact van individuele maatregelen integraal te kunnen beoordelen, en bij negatieve effecten eventuele passende beheersmaatregelen te kunnen treffen, is een tijdsafhankelijk grondwatermodel van het projectgebied ontwikkeld en gekalibreerd. Dit grondwatermodel is ontwikkeld met behulp van UGM-framework (Utrechts Grondwatermodel, RHDHV/Sweco). Uitgebreide details over de ontwikkeling en kalibratie van het model zijn te vinden in het rapport 0. In deze memo wordt omschreven hoe de maatregelen in het grondwatermodel zijn verwerkt en welke effect ze op het geohydrologisch systeem hebben bij dagelijkse grondwaterstanden en bij de hoogwatergolf uit 2011. Bij deze hoogwatergolf zijn de hoogste rivierwaterstanden waargenomen, binnen de simulatieperiode van het grondwatermodel waarvan ook meetgegevens beschikbaar zijn.

In dit rapport worden eerst maatregelen gepresenteerd. Vervolgens wordt toegelicht hoe deze maatregelen in het grondwatermodel worden toegepast. Ten slotte worden de effecten van deze maatregelen op GHG, GLG en hoogwatergolven gepresenteerd.

2 INTRODUCTIE VAN DE MAATREGELEN

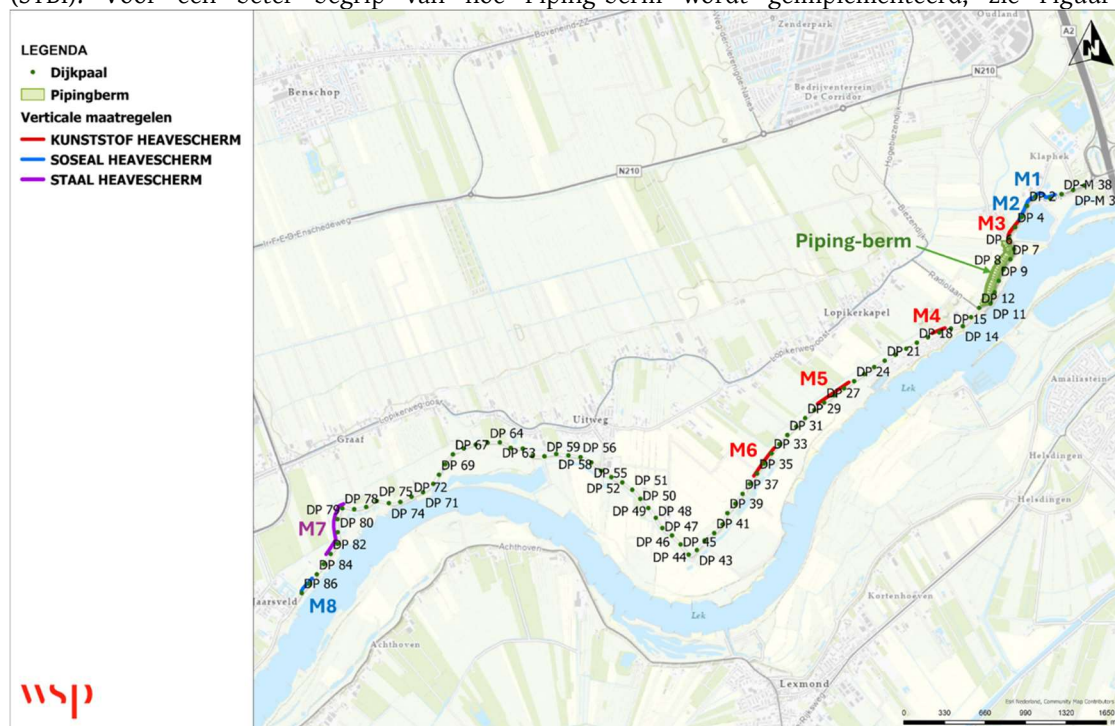
In het algemeen zijn twee categorieën maatregelen gepresenteerd om de dijk te versterken: (1) verticale maatregelen langs de dijk en (2) piping berm.

Verticale maatregelen langs de dijk worden onderverdeeld in drie categorieën:

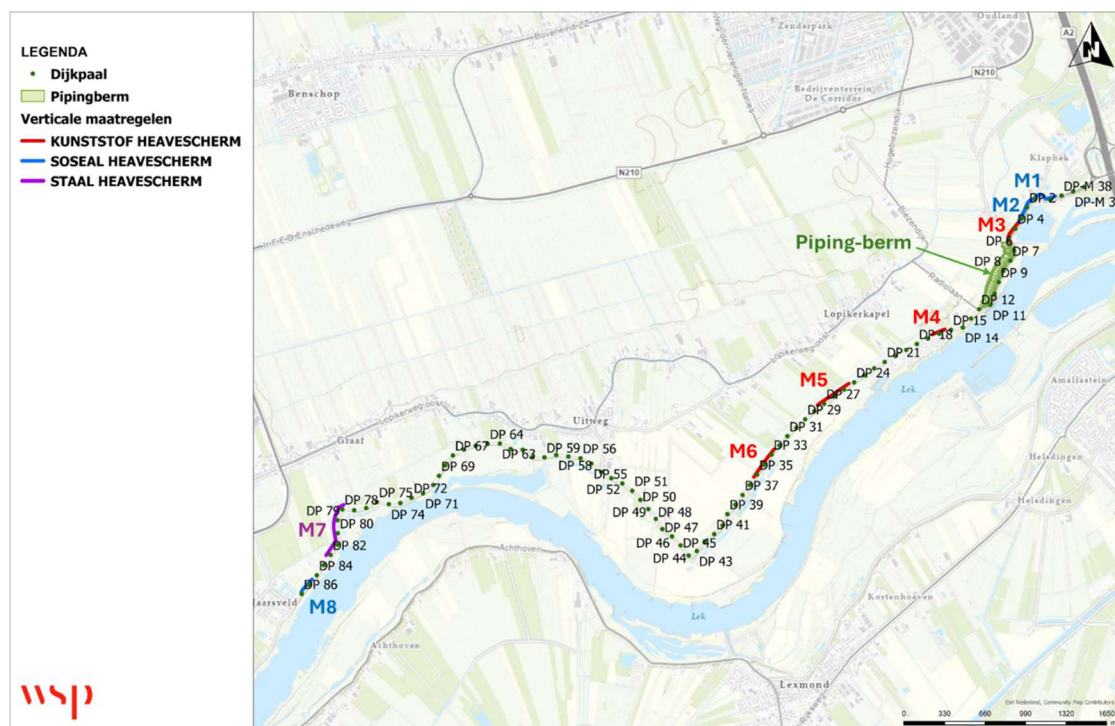
- SoSEAL Heavescherm: Deze maatregel sluit volledig de pipinggevoelige (tussen)zandlaag af door het injecteren van materiaal in het zand, waardoor het zand waterondoorlatend wordt. Deze maatregel kan alleen worden toegepast in zandige lagen.
- Kunststof Heavescherm: Dit is een scherm dat 5 meter diep in het pipinggevoelige zand wordt geplaatst om piping te voorkomen.
- Heavescherm : Het puntniveau van deze maatregel bevindt zich op NAP - 15 m.

Zie Bijlage A, Figuur A 1 voor een beter begrip van de manier waarop deze verticale maatregelen worden toegepast ten opzichte van de ondergrond. In Figuur A 2 tot en met Figuur A 4 voor de dwarsdoorsneden en de toepassing per maatregel in het grondwatermodel.

De Piping-berm omvat de realisatie van een verhoging met een dikte van 1 tot 1,5 meter om de weerstand tegen piping te vergroten (STPH) en de macrostabiliteit van het binnentalud te versterken door het eigen gewicht (STBI). Voor een beter begrip van hoe Piping-berm wordt geïmplementeerd, zie Figuur A 5. Zie



Figuur 2-1 voor de ligging van de genoemde maatregelen en piping-berm in het studiegebied.

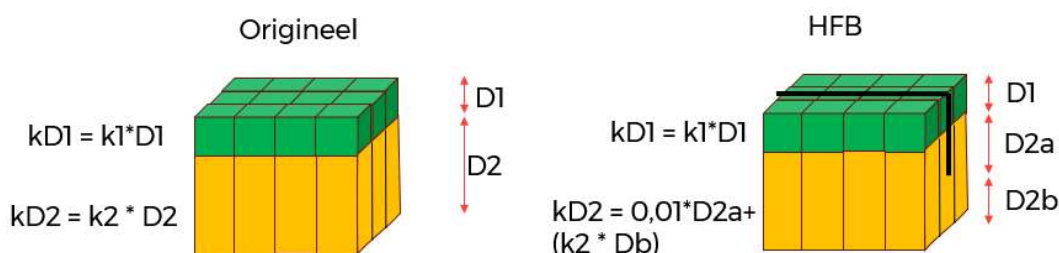


Figuur 2-1. Ligging van de maatregelen ten opzichte van het dijktraject. De locaties van deze maatregelen (M1 t/m M8) zijn ingezoomd weergegeven in Figuur A 2 tot en met Figuur A 4.

3 TOEPASSING VAN DE MAATREGELEN

Figuur B 1 toont de ondergrondse schematisatie van het gekalibreerde grondwatermodel voor het studiegebied (zie [2] voor meer details). Zoals te zien is in deze figuur, worden aquifers 2, 3 en 4 beschouwd als tussenzandlaag (onderdeel van de deklaag). Aquifer 5 is het eerste watervoerend pakket onder de deklaag. De methoden die worden gebruikt om maatregelen in het grondwatermodel toe te passen zijn als volgt:

- SoSEAL Heavescherm: Deze maatregel wordt uitgevoerd als ondoordringbare breuken (HFB-pakket) in aquifers 2, 3 en 4 (tussenzandlagen). Het HFB (Horizontal Flow Barrier) pakket is een van de MODFLOW-pakketten die wordt gebruikt om barrières te simuleren die de horizontale stroming tussen cellen in een grondwatermodel beperken.
- Kunststof Heavescherm: het kunststof heavescherm wordt tot 5 m in de tussenzandlaag aangebracht. Op veel locaties betekent dit dat de maatregel niet de gehele tussenzandlaag afsluit (aquifer 2). Toepassing van het HFB-pakket is hierdoor niet direct voor de hand liggend. Volgens de methode die eerder is toegepast bij andere deeltrajecten van Sterke Lekdijk, wordt de Horizontale waterdoorlatendheid (KHV) voor aquifer 2 aangepast volgens de puntdiepte van de Kunststof Heavescherm, met behulp van de volgende vergelijkingen in Figuur 3-1:



Figuur 3-1. Principe implementeren ondoorlatende verticale maatregel zonder gebruik te maken van de module HFB.

- Heavescherm: Deze maatregel wordt ook uitgevoerd als ondoordringbare breuken (HFB-pakket) in aquifers 2, 3 en 4 (tussenzandlagen). Daarnaast werd, gezien het puntniveau deze maatregel in aquifer 5, de horizontale waterdoorlatendheid (KHV) van deze laag aangepast met behulp van vergelijking 1.
- Piping berm: Om de piping berm te schematiseren, werd de dikte van de berm toegevoegd aan de toplaag van zowel aquitard 1 als aquifer 1. Deze techniek verhoogde de dikte van de Aquitard 1 zonder de dikte (en waterdoorlatendheid) van de Aquifer 1 te beïnvloeden.

4 EFFECT VAN DE MAATREGELEN

In deze sectie worden de berekende effecten van de maatregelen op de stijghoogte in de tussenzandlaag (aquifer 2) en op de stijghoogten in eerste watervoerende pakket (aquifer 5) getoond voor twee situaties:

- Effecten op de gemiddeld hoogste/ laagste grondwaterstand (GHG en GLG);
- Effecten op de grondwaterstand tijdens een hoogwatergolf (overeenkomend met de rivierwaterstand van 18 januari 2011).

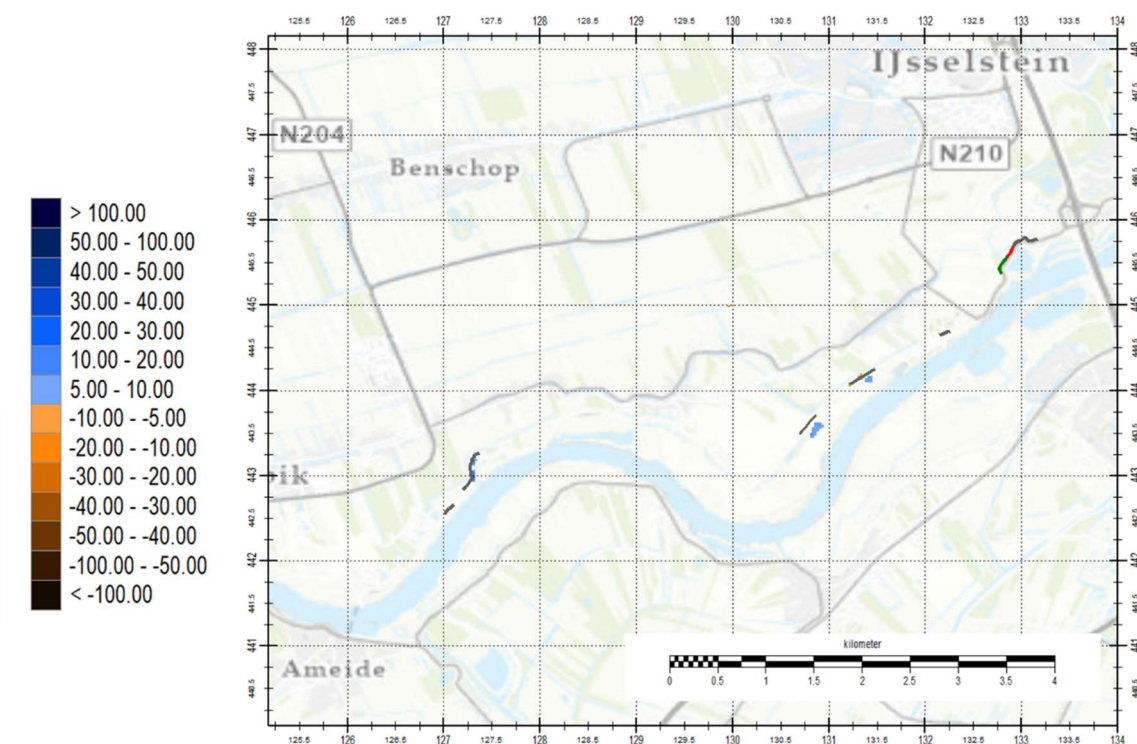
4.1 EFFECTEN OP DE GEMIDDELD HOOGSTE/ LAAGSTE GRONDWATERSTAND (GHG EN GLG)

Het berekende effect is in Figuur 4-1 en Figuur 4-2 weergegeven voor de GHG en GLG. De berekende effecten zijn als volgt:

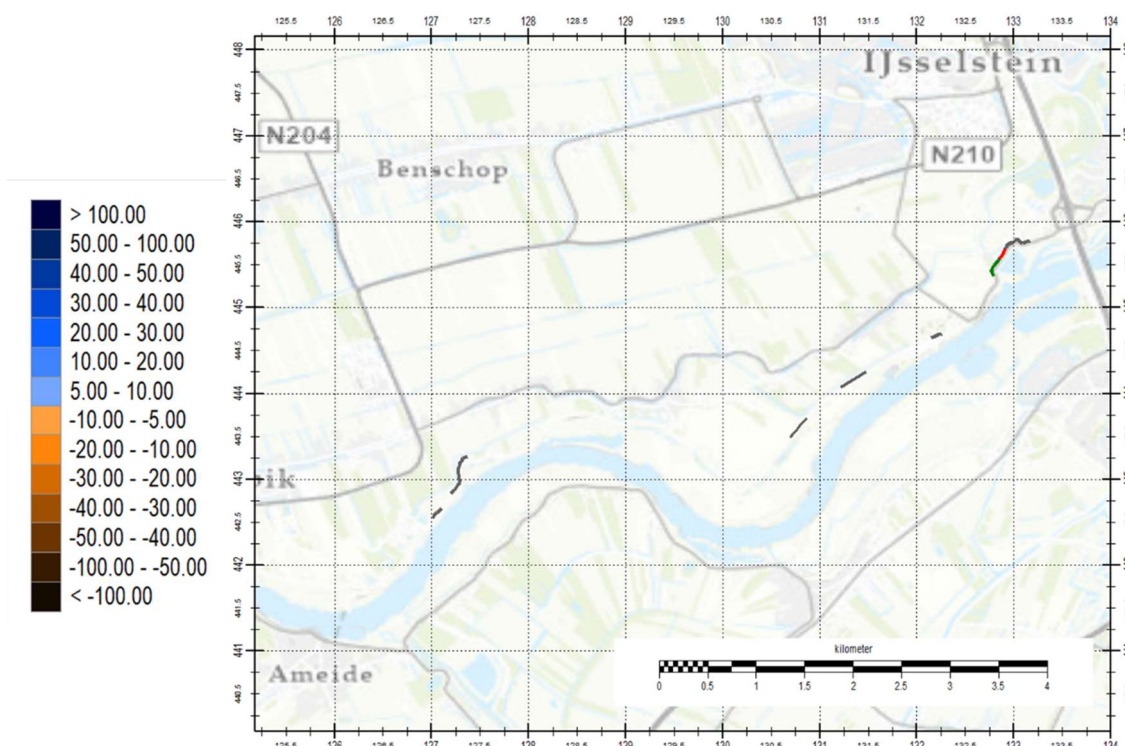
- Het berekende effect op de stijghoogte in de tussenzandlaag is zeer beperkt en lokaal, en de effecten ervan worden hoofdzakelijk waargenomen rondom de maatregelen.
- Er wordt geen significant effect berekend op de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket. Eigenlijk is de absolute verandering in stijghoogte overal minder dan 2 cm.

4.2 EFFECTEN OP DE GRONDWATERSTAND TIJDENS EEN HOOGWATERGOLF

Om het effect van de maatregelen op het grondwaterniveau tijdens hoogwatergolf van de rivier te evalueren, werd het verschil in stijghoogte in de tussenzandlaag en stijghoogte in het eerste watervoerend pakket tussen het model na implementatie van de maatregelen en het basismodel berekend voor 18 januari 2011. De resultaten worden gepresenteerd in Figuur 4-3. De resultaten laten zien dat de veranderingen in stijghoogte (max. 20 cm) in de tussenzandlaag zeer lokaal en grotendeels beperkt zijn tot de gebieden waar de maatregelen zijn toegepast. Er wordt geen significant effect berekend op de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket en de absolute verandering in stijghoogte is overal (uitzondering enkele cellen) minder dan 2 cm.

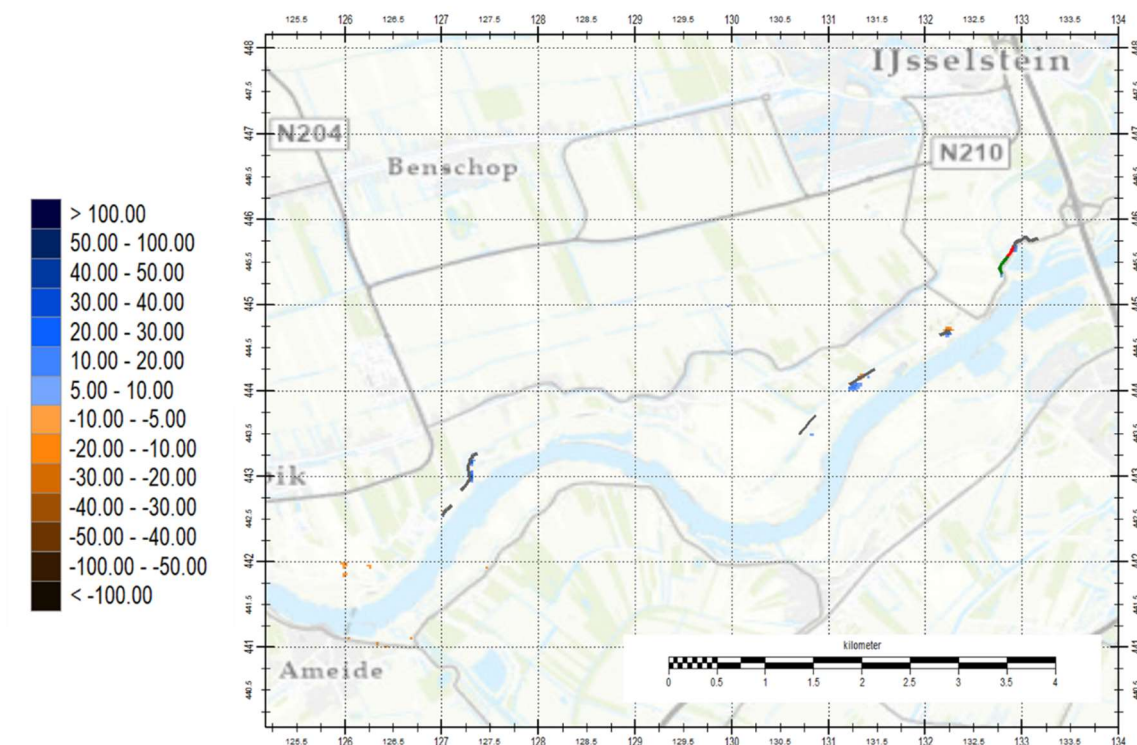


(a)

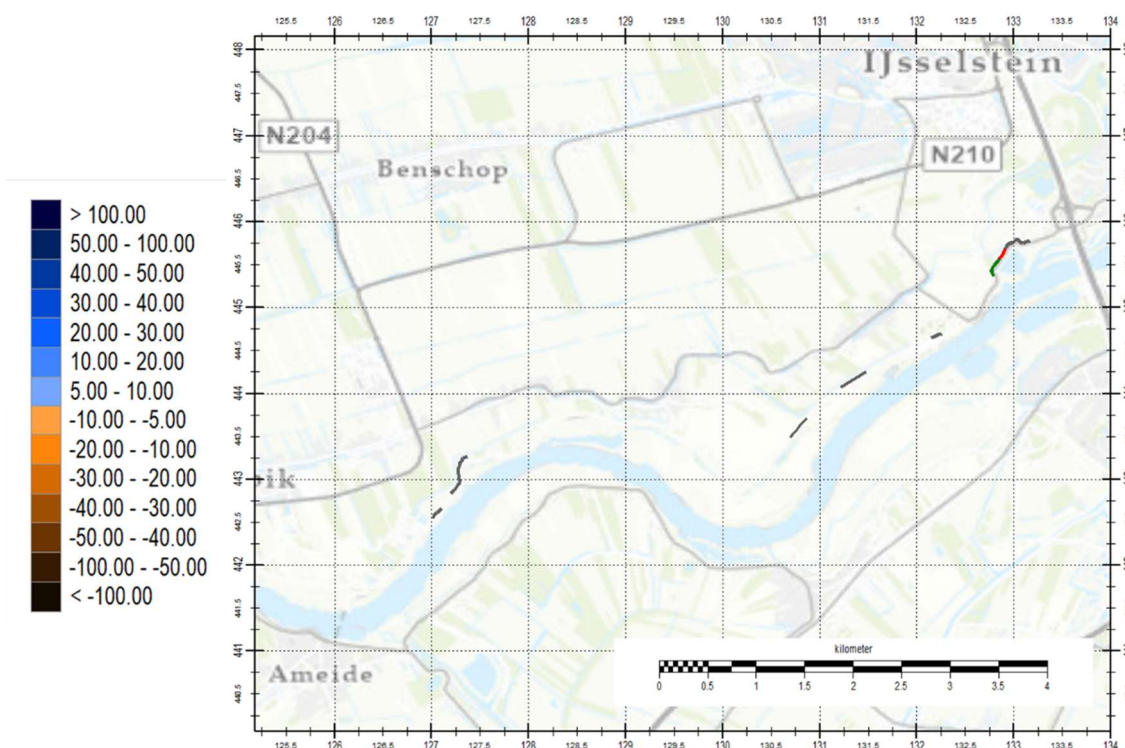


(b)

Figuur 4-1. Berekend effect van de maatregelen op (a) de gemiddeld laagste stijghoogte in de tussenzandlaag (GLG), en (b) de gemiddeld laagste stijghoogte (GLS) in het eerste watervoerend pakket. Let op: De kaarten tonen het verschil [cm] tussen de toekomstige en de huidige situatie.

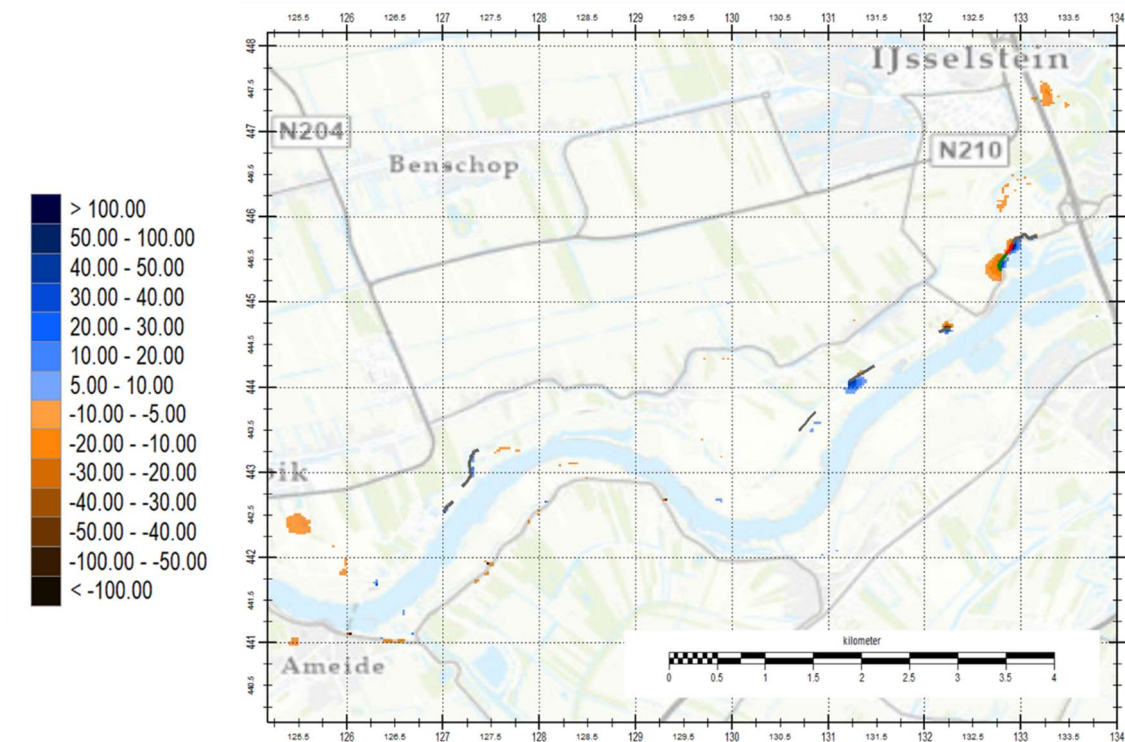


(a)

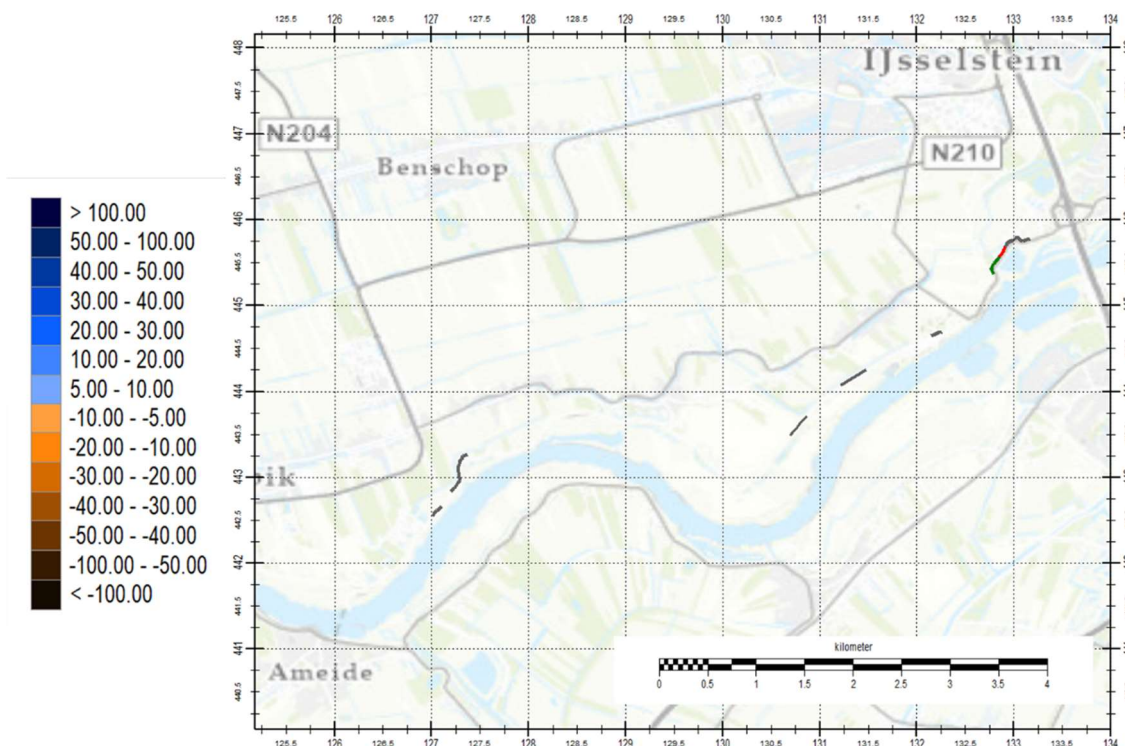


(b)

Figuur 4-2. Berekend effect van de maatregelen op (a) de gemiddeld hoogste stijghoogte in de tussenzandlaag (GHG), en (b) de gemiddeld hoogste stijghoogte (GHS) in het eerste watervoerend pakket. Let op: De kaarten tonen het verschil [cm] tussen de toekomstige en de huidige situatie.



(a)



(b)

Figuur 4-3. Berekend effect van de maatregelen tijdens een hoogwatergolf (a) op de stijghoogte in de tussenzandlaag (b) stijghoogte in het eerste watervoerende pakket. Let op: De kaarten tonen het verschil [cm] tussen de toekomstige en de huidige situatie.

5 EFFECT VAN DE PIPING BERM

Vergelijkbaar met de berekende effecten van de maatregelen worden de effecten van de piping berm op de stijghoogte in de tussenzandlaag (aquifer 2) en op de grondwaterstanden in het eerste watervoerende pakket (aquifer 5) berekend voor twee situaties:

- Effecten op de gemiddeld hoogste/laagste grondwaterstanden (GHG en GLG);
- Effecten op de grondwaterstanden tijdens een hoogwatergolf (overeenkomend met de rivierwaterstand van 18 januari 2011).

De resultaten laten zien dat de absolute verandering in stijghoogte nihil is, minder dan 0,15 cm. Dit geeft aan dat de piping berm geen invloed heeft op de stijghoogte in de tussenzandlaag en op de grondwaterstanden in het eerste watervoerende pakket.

6 CONCLUSIES

De resultaten van de studie laten zien dat de effecten van de geïmplementeerde maatregelen en de piping berm op het grondwatersysteem overwegend beperkt en lokaal zijn. De belangrijkste bevindingen kunnen als volgt worden samengevat:

- Effecten van de maatregelen op de gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand (GHG en GLG):
 - De berekende effecten op de stijghoogte in de tussenzandlaag zijn zeer beperkt en worden voornamelijk waargenomen in de directe omgeving van de maatregelen.

- Er is geen significant effect berekend op de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket.
- Effecten van de maatregelen op de grondwaterstand tijdens een hoogwatergolf:
 - Het verschil in stijghoogte in de tussenzandlaag en stijghoogte in het eerste watervoerend pakket tussen het model na implementatie van de maatregelen en het basismodel werd berekend voor 18 januari 2011. De resultaten tonen aan dat de veranderingen in stijghoogte in de tussenzandlaag zeer lokaal zijn en grotendeels beperkt blijven tot de gebieden waar de maatregelen zijn toegepast.
 - Er is geen significant effect berekend op de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket.
- Effecten van de piping berm:

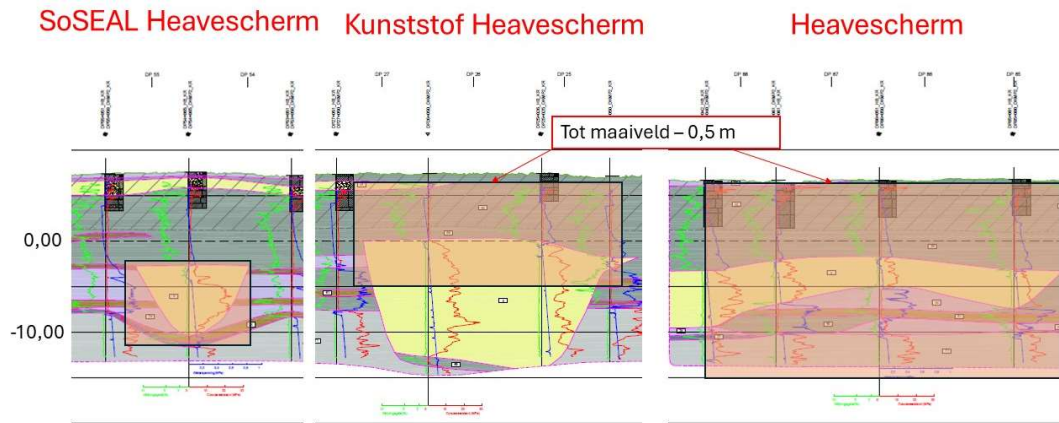
Door de piping berm toe te passen in het grondwatermodel is de absolute verandering op de stijghoogte in de tussenzandlaag en de grondwaterstanden in het eerste watervoerende pakket verwaarloosbaar klein voor verschillende situaties (GHG, GLG en tijdens een hoogwatergolf). Dit geeft aan dat de piping berm geen invloed heeft op de grondwaterstand.

Al met al wijzen de bevindingen erop dat de impact van de maatregelen op de stijghoogte in de tussenzandlagen gering is en voornamelijk binnen de directe omgeving van de maatregelen blijft en er is geen significant effect op de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket.

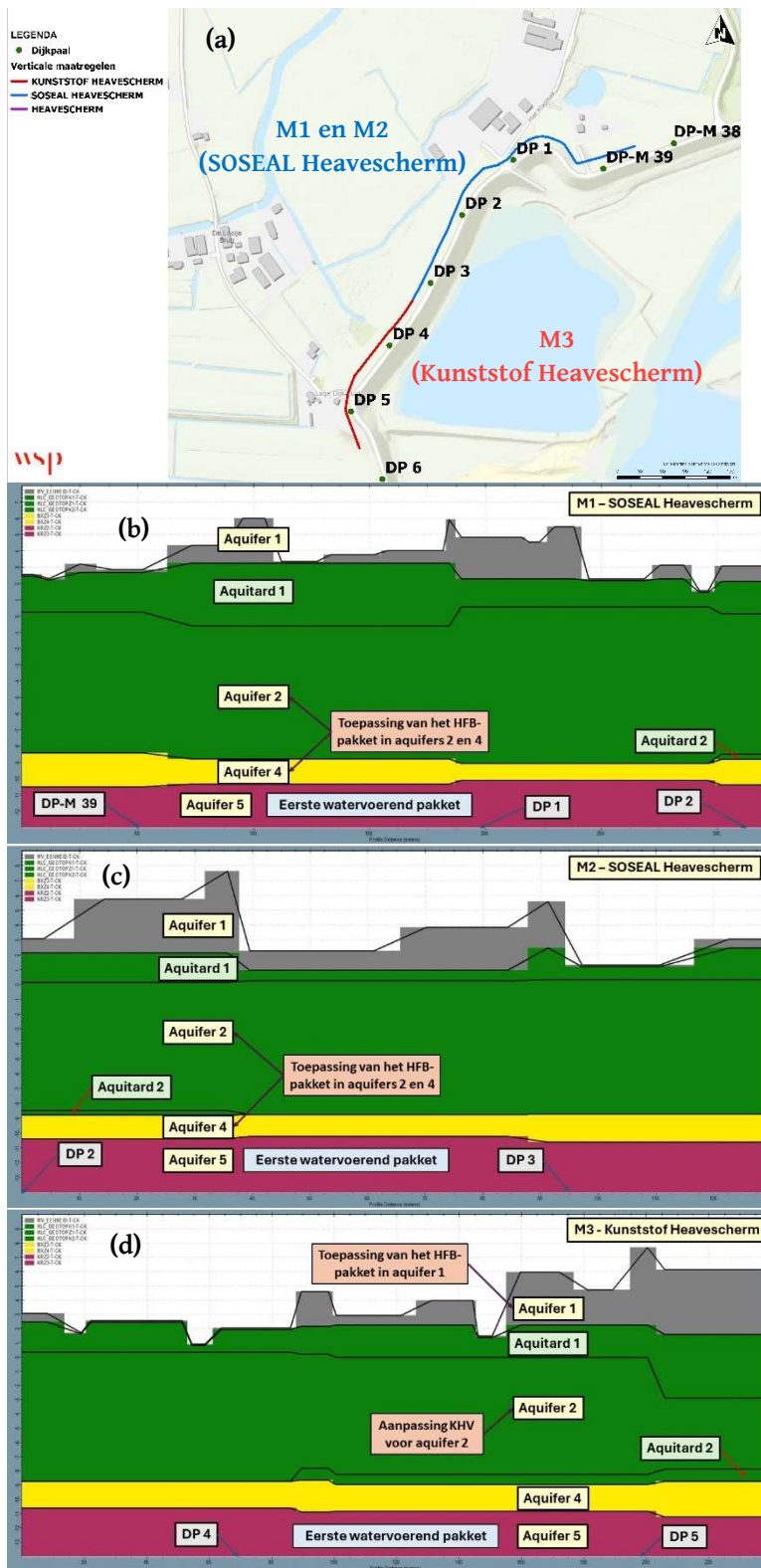
7 REFERENTIES

- [1] HDSR, WSP & Strootman landschapsarchitecten, Dijkversterking Jaarsveld-Vreeswijk Voorkeursalternatief, d.d. 11-07-2022.
- [2] WSP, Planuitwerking JAK: Beschrijving Basismodel Grondwater, d.d. 21-11-2023.

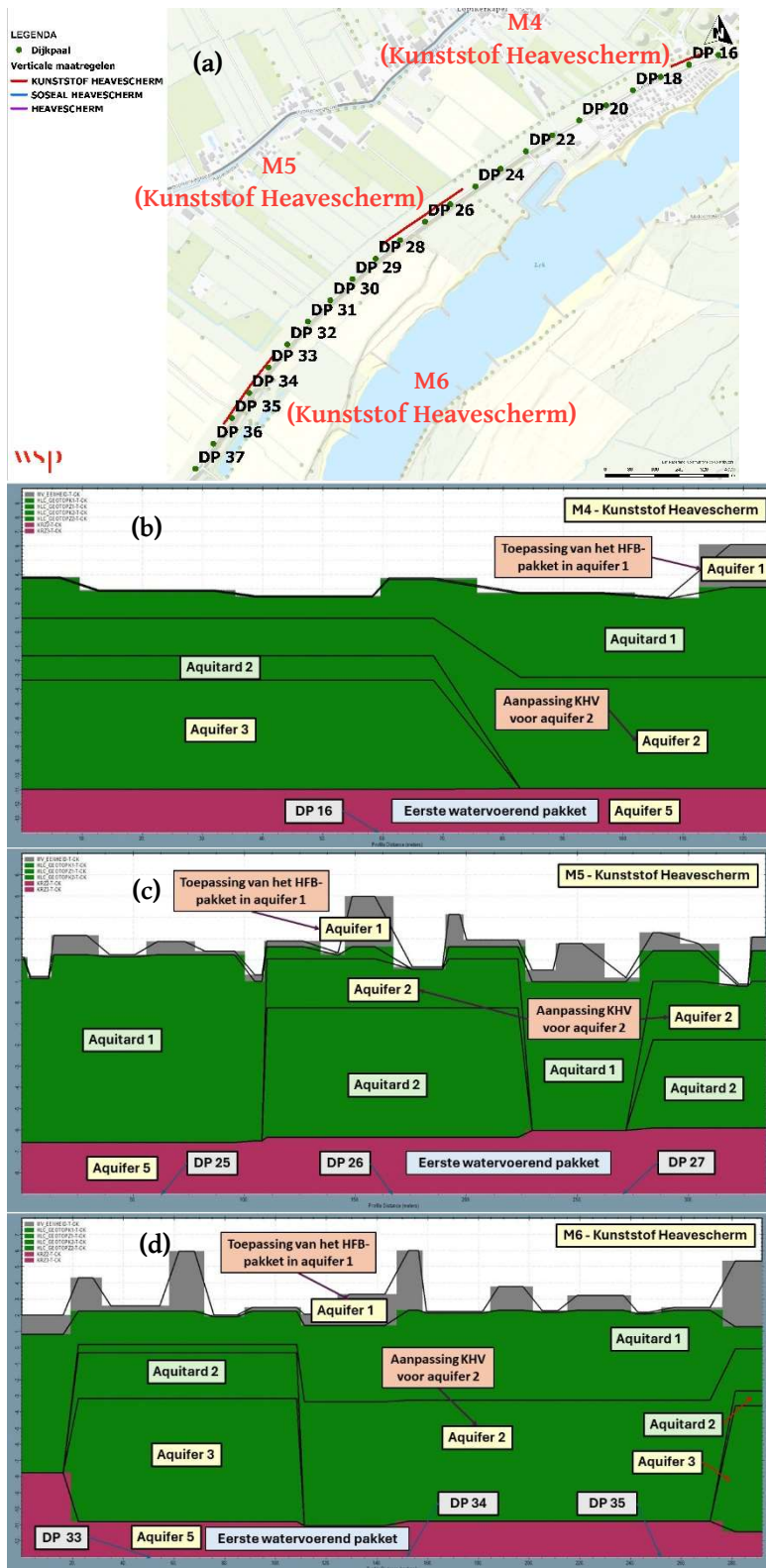
BIJLAGE A MODELLERING VAN DE VERTICALE MAATREGELEN EN DE PIPINGBERM



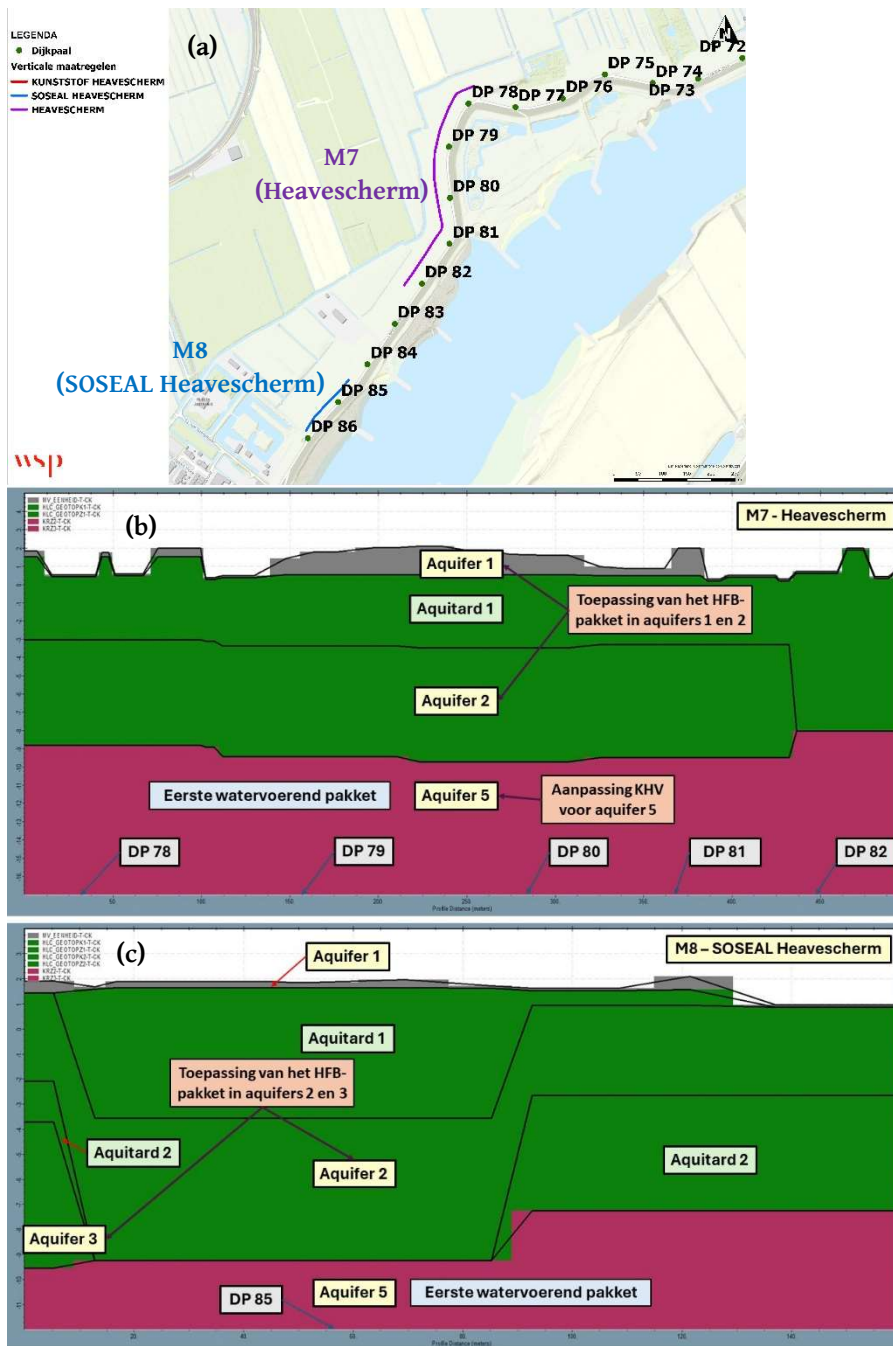
Figuur A 1: Installeren van verticale maatregelen ter voorkoming van piping



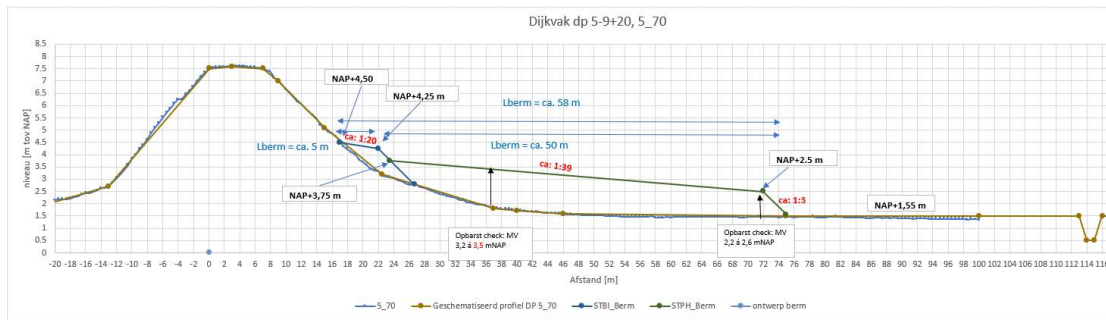
Figuur A 2: Ingezoomde locatie van de maatregelen M1 t/m M3 en doorsneden van het ondergrondmodel in het grondwatermodel.



Figuur A 3: Ingezoomde locatie van de maatregelen M4 t/m M6 en doorsnedes van het ondergrondmodel in het grondwatermodel.

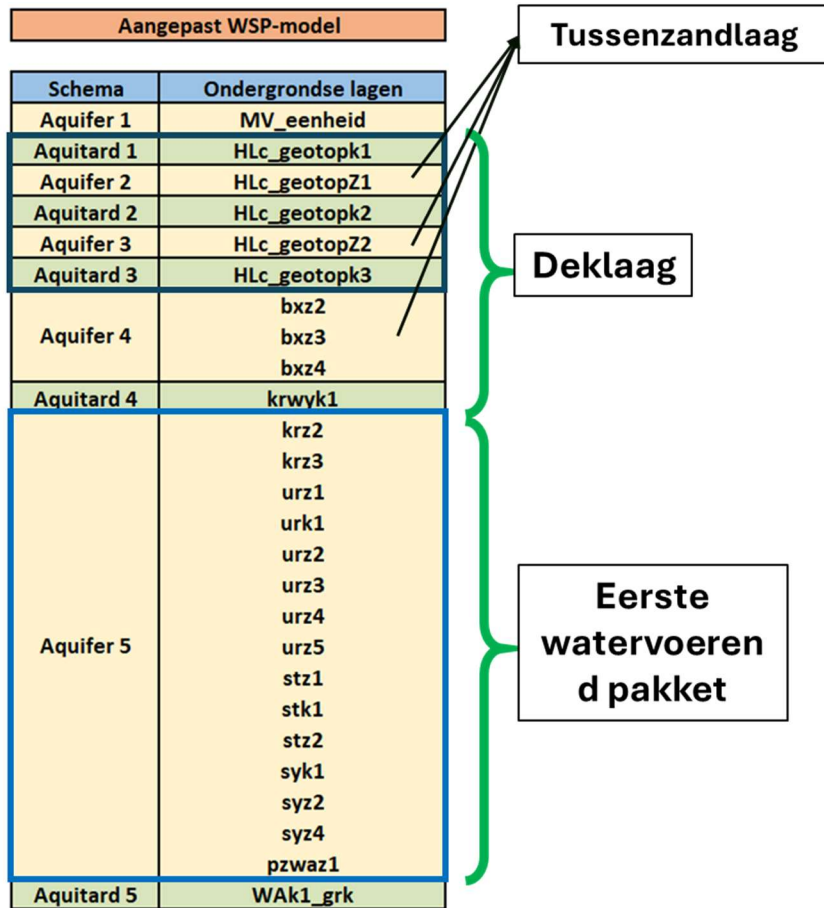


Figuur A 4: Ingezoomde locatie van de maatregelen M7 en M8 en doorsnedes van het ondergrondmodel in het grondwatermodel.



Figuur A 5: Implementatie van Piping-berm: Verhoogde weerstand tegen piping (STPH) en verbeterde macrostabiliteit van het binnentalud (STBI)

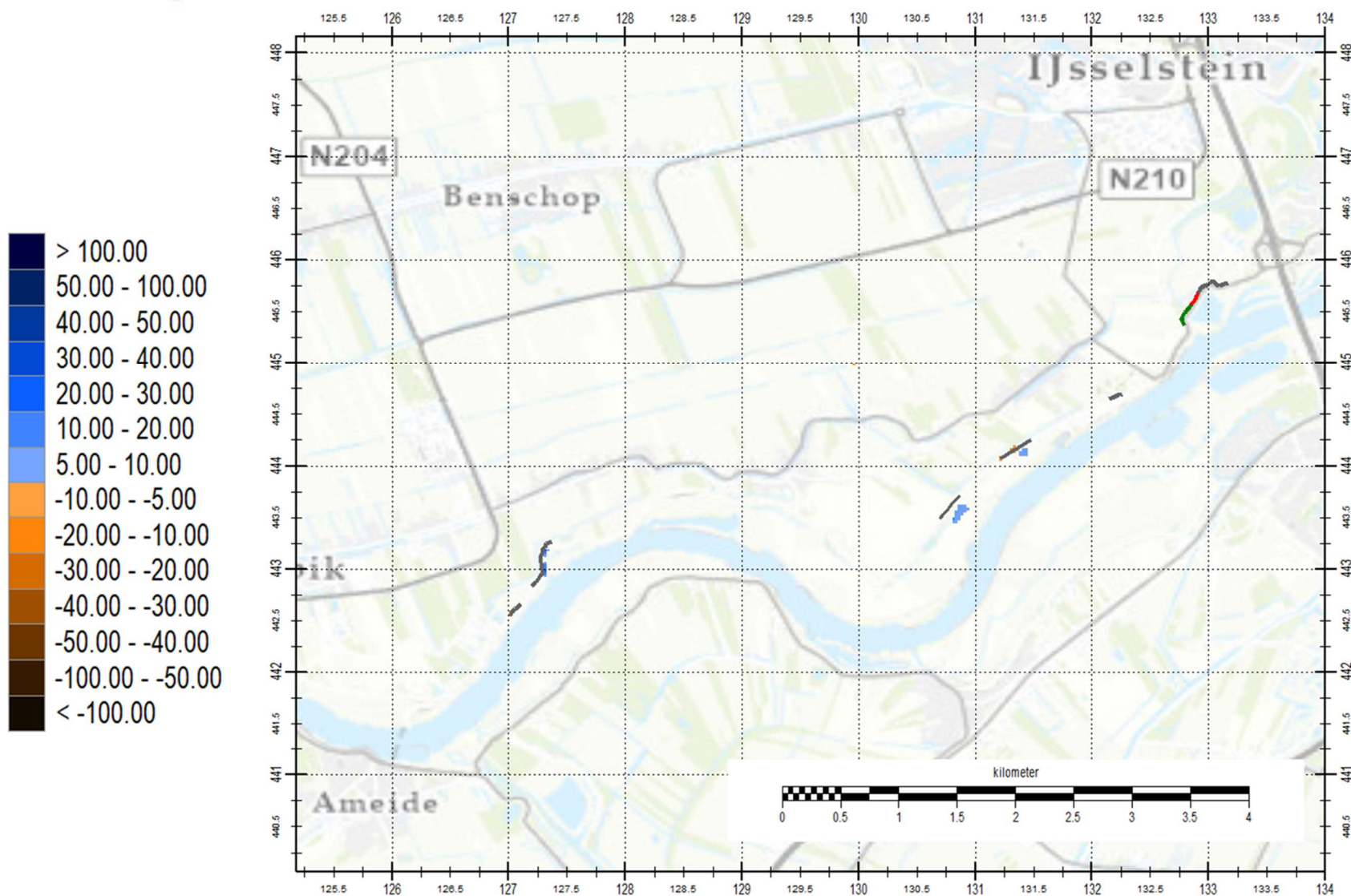
BIJLAGE B



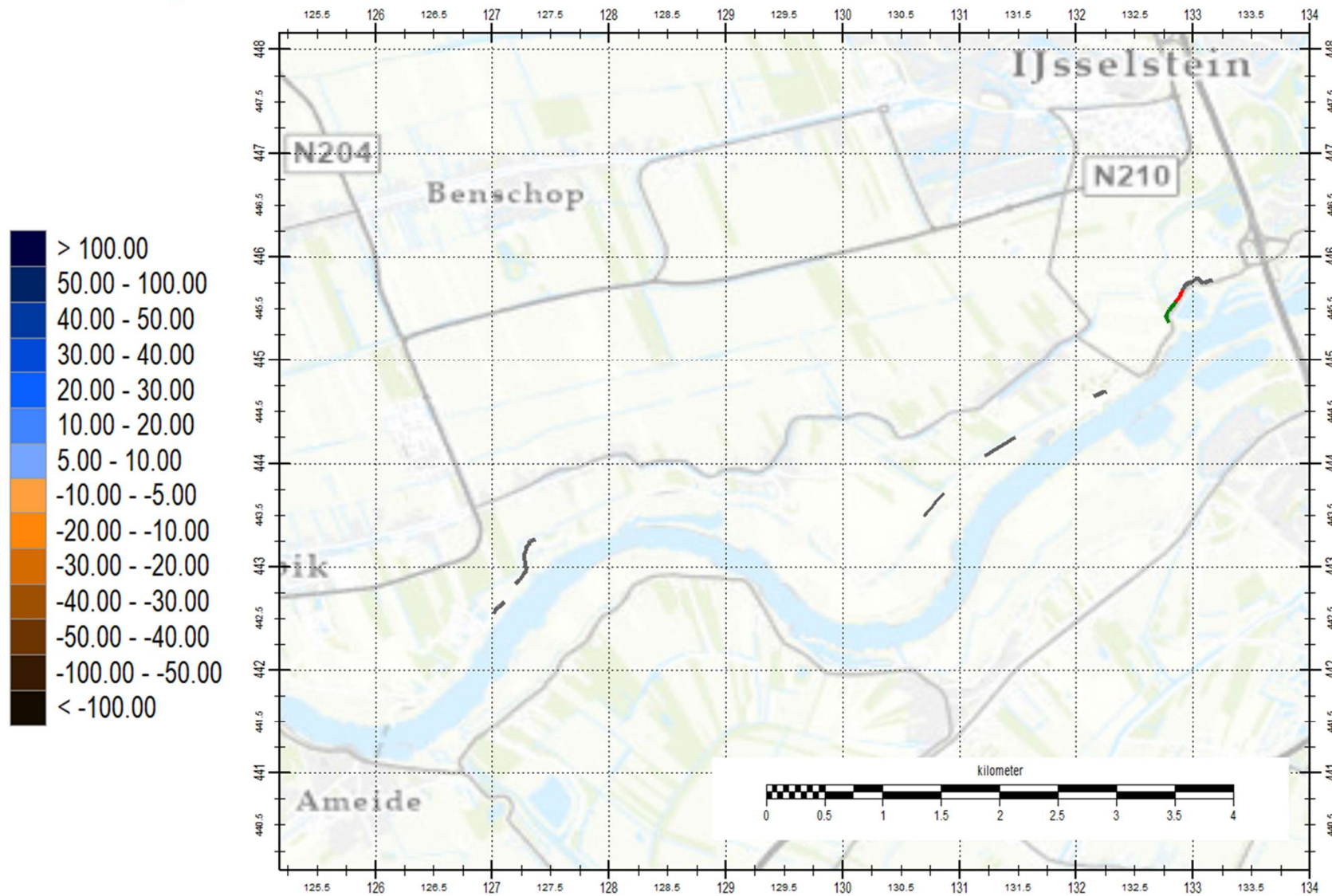
Figuur B 1: De ondergrondse schematisatie in het gekalibreerde grondwatermodel

BIJLAGE C

— Resultaten

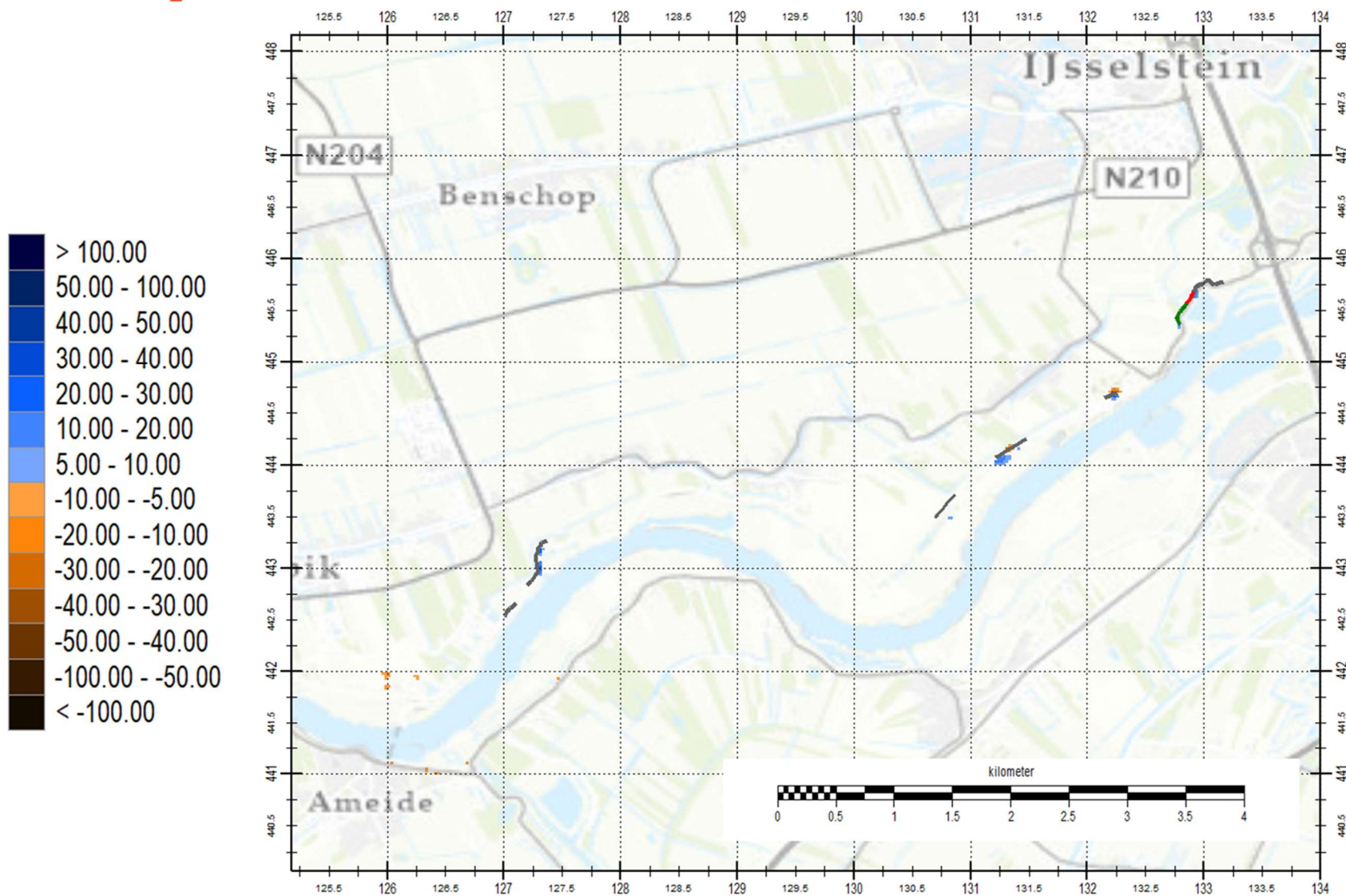


(a)

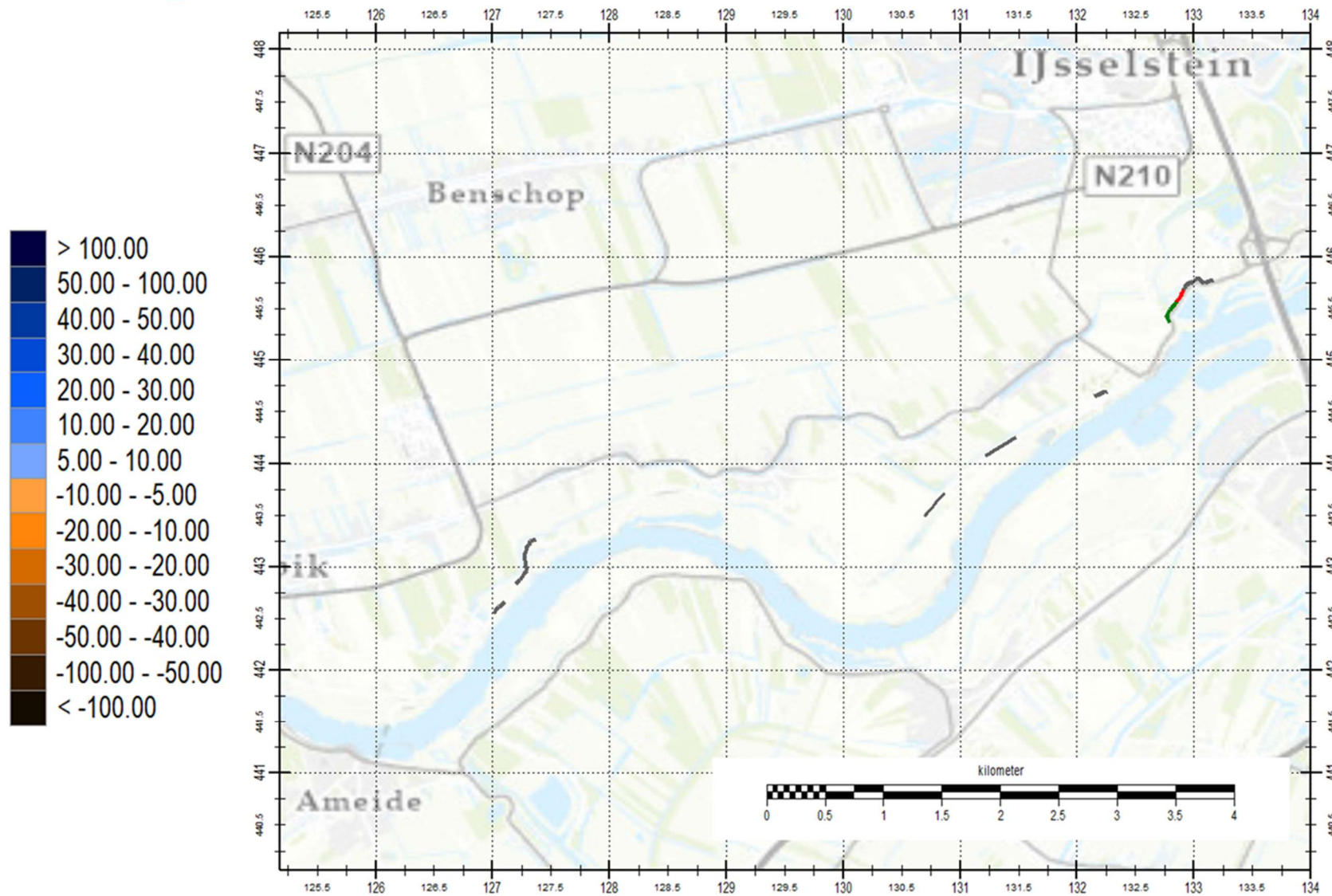


(b)

Figuur C1. Berekend effect van de maatregelen op (a) de gemiddeld laagste stijghoogte in de tussenzandlaag (GLG), en (b) de gemiddeld laagste stijghoogte (GLS) in het eerste watervoerend pakket. Let op: De kaarten tonen het verschil [cm] tussen de toekomstige en de huidige situatie.

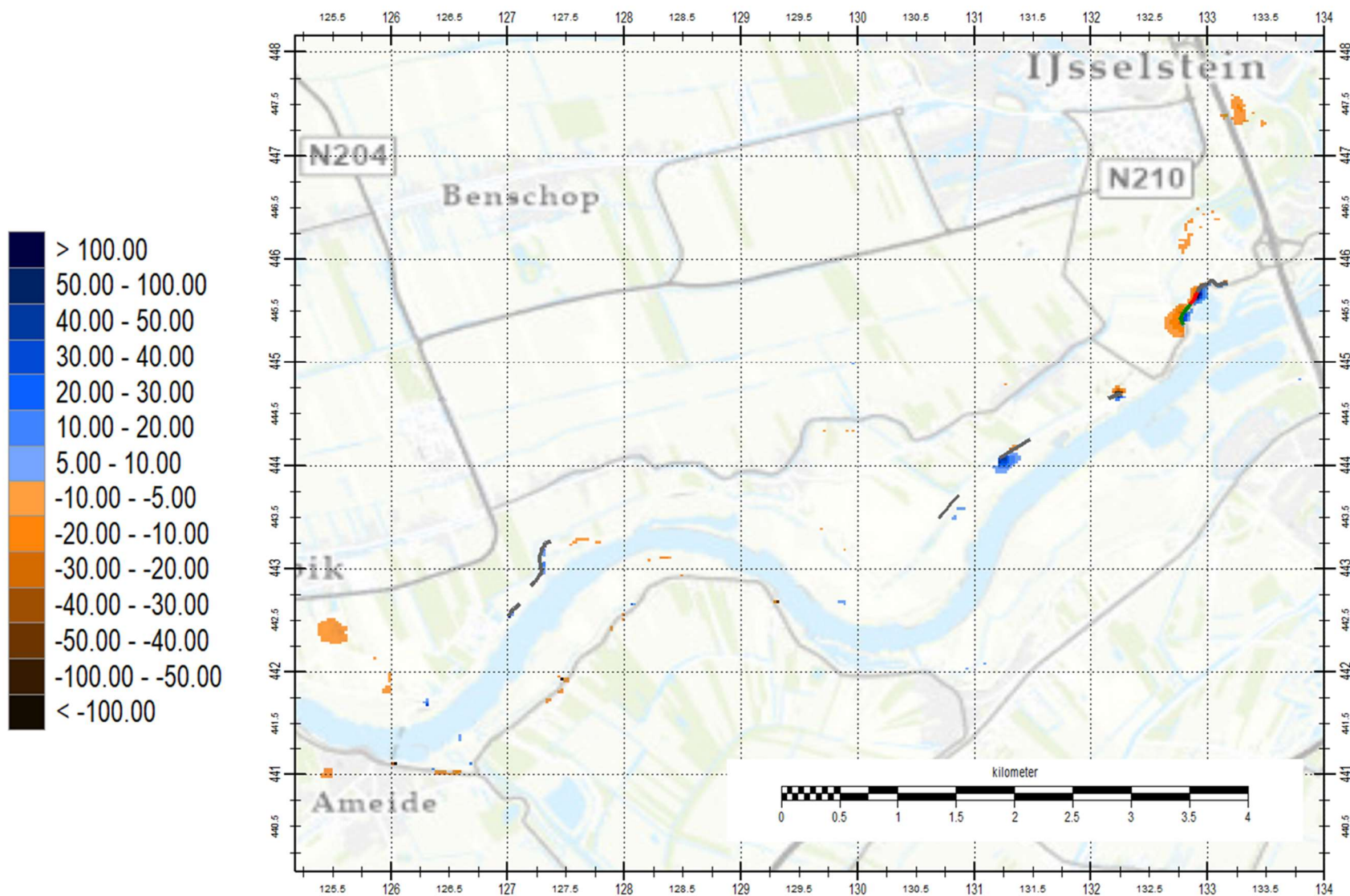


(a)

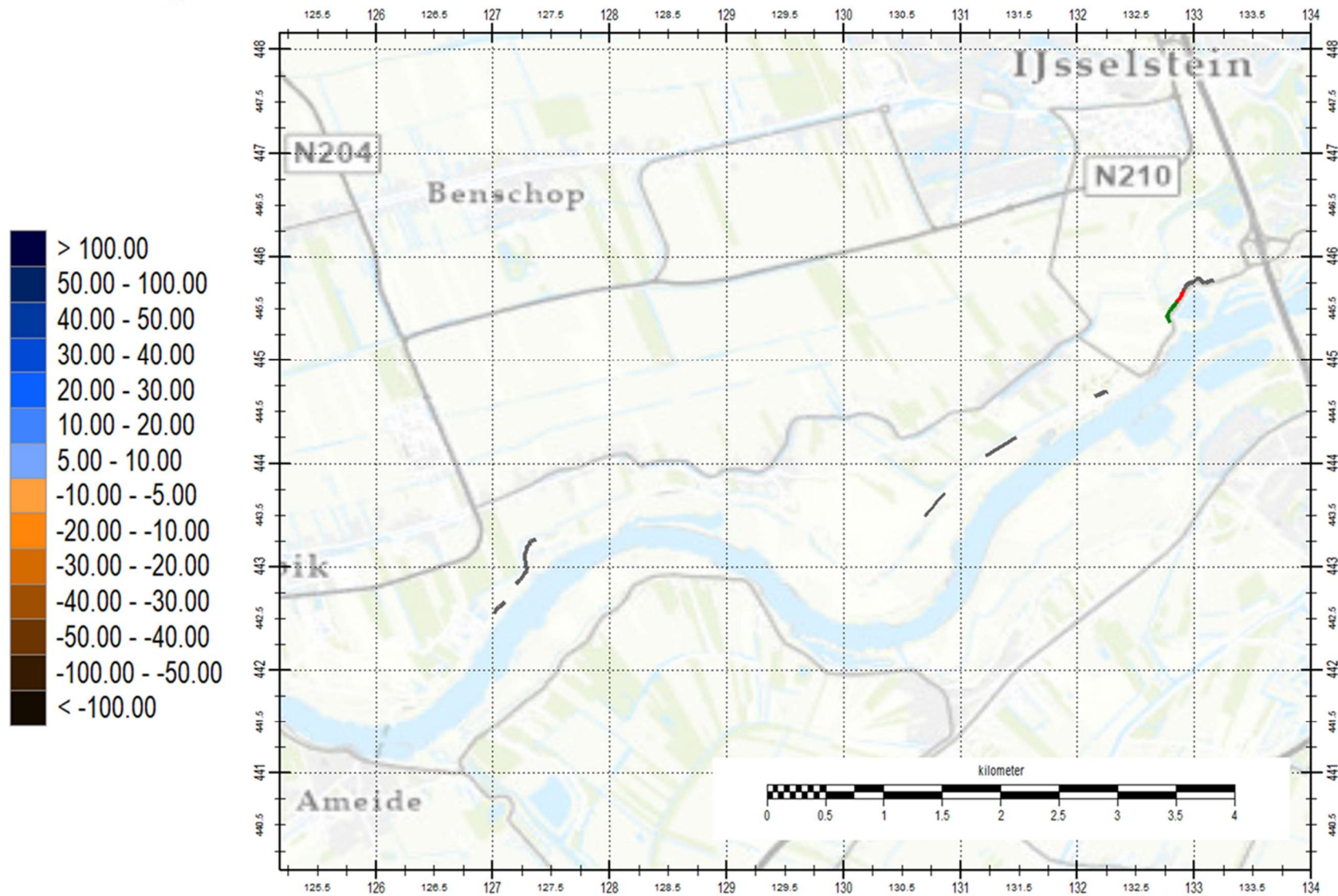


(b)

Figuur C2. Berekend effect van de maatregelen op (a) de gemiddeld hoogste stijghoogte in de tussenzandlaag (GHG), en (b) de gemiddeld hoogste stijghoogte (GHS) in het eerste watervoerend pakket. Let op: De kaarten tonen het verschil [cm] tussen de toekomstige en de huidige situatie.



(a)



(b)

Figuur 7-1. Berekend effect van de maatregelen tijdens een hoogwatergolf (a) op de stijghoogte in de tussenzandlaag (b) stijghoogte in het eerste watervoerend pakket. Let op: De kaarten tonen het verschil [cm] tussen de toekomstige en de huidige situatie.

Bijlage 3 Rapportage rivierkundige beoordeling



WATERSCHAP HOOGHEEMRAADSCHAP DE STICHTSE RIJNLANDEN

PLANUITWERKING JAK

RIVIERKUNDIGE BEOORDELING VOORKEURSONTWERP

14 NOVEMBER 2024



WSP NEDERLAND B.V.
RINGWADE 41
3439 LM NIEUWEGEIN

+31 (0)88 910 20 00
wsp.com/nl

PROJECTNUMMER
WAB018503

DOCUMENTNUMMER
versie v1



COLOFON

RAPPORTHISTORIE

0.1	29 augustus 2024	Initiële versie ter interne review
0.2	25 september 2024	Conceptversie review HDSR
1.0	7 oktober 2024	Definitieve versie
2.0	14 november 2024	Aanvulling n.a.v. ontwerpwijziging

CONTACTGEGEVENS

M. Hendriksen
06-12159516
merel.hendriksen@wsp.com

AUTORISATIE

PROJECTNUMMER	DOCUMENTNUMMER	VERSIE	STATUS
WAB018503	WAB018503-v1-JAK-RivierkundigeBeeoordeling	V2.0	Definitief

OPGESTELD DOOR	FUNCTIE	DATUM	PARAAF
M. Hendriksen	Adviseur Rivierkunde	29 augustus 2024	MH
P. van der Wal	Adviseur GIS en Rivierkunde	10 september 2024	PvdW

GEVERIFIEERD DOOR	FUNCTIE	DATUM	PARAAF
F. Hoefsloot	Sen. Specialist Rivierkunde	19 september 2024	FH

GOEDGEKEURD DOOR	FUNCTIE	DATUM	PARAAF
M. Hendriksen	Projectleider rivierkunde	14 nov 2024	MH

INHOUDS- OPGAVE

1	INLEIDING	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Projectverloop	4
1.3	Projectgebied	4
1.4	Beschrijving Vergunningenontwerp	5
1.5	Leeswijzer	6
2	UITGANGSPUNTEN	7
2.1	Model-uitgangspunten	7
2.2	Baseline schematisatie	7
2.3	Hydraulische uitgangspunten	11
2.3.1	Systeemanalyse	11
2.3.2	Hoogwaterveiligheid	12
2.3.3	Hinder en schade door hydraulische effecten	12
2.3.4	Morfologische effecten	13
2.4	Rivierkundige beoordelingskader	13
3	RIVIERKUNDIGE ANALYSE	15
3.1	Hoogwaterveiligheid	15
3.1.1	Hoogwaterreferentie op de as van de rivier	15
3.1.2	Hoogwaterreferentie buiten de as van de rivier	15
3.1.3	IJsafvoer	19
3.2	Hinder en schade door hydraulische effecten	21
3.2.1	Stroombeeld in de uiterwaard	21
3.2.2	Stroombeeld in de vaarweg	30
3.3	Morfologische effecten	34
3.3.1	Kwalitatieve beschouwing	34
3.3.2	Morfologie in het zomerbed	35
3.3.3	Morfologie in het winterbed	35
4	EFFECTEN OVERZICHT	37
	OVERZICHT BIJLAGE(N)	
	Bijlage 1	
	— Schematisatie ruwheden	

1 INLEIDING

Voorliggende rapportage van de rivierkundige beoordeling is onderdeel van de MER-dijkversterking Jaarsveld-Klaphek (JAK). In deze fase wordt het vergunningenontwerp (VO) beoordeeld op de milieueffecten. Voor een uitgebreide beschrijving van dit ontwerp wordt verwezen naar de Ontwikkelnotitie VO JAK¹.

1.1 AANLEIDING

De dijkversterking Jaarsveld – Klaphek gaat gepaard met veranderingen aan de rivierzijde van de dijk, in het winterbed van de Lek. Om te bepalen of deze werkzaamheden vergunbaar zijn, wordt het ontwerp beoordeeld op basis van het Rivierkundig Beoordelingskader 6.0.

Dit document dient als een ondersteunend document bij de beoordeling van het aspect rivierkunde in het MER.

1.2 PROJECTVERLOOP

Het project bevindt zich momenteel in de planuitwerking. In de verkenningsfase zijn twee voorkeursalternatieven uitgewerkt en daaruit is het voorkeursalternatief (VKA) ontworpen. In deze fase was nog sprake van een langer dijktraject: het liep van Jaarsveld tot Vreeswijk. De rivierkundige beoordeling hiervan is uitgewerkt in een notitie².

In de huidige fase is het dijktraject opgedeeld in twee deeltrajecten: 1) Jaarsveld-Klaphek en 2) Klaphek-Vreeswijk. In dit rapport wordt het voorkeursontwerp (VO) op het deeltraject Jaarsveld-Klaphek rivierkundige getoetst.

1.3 PROJECTGEBIED

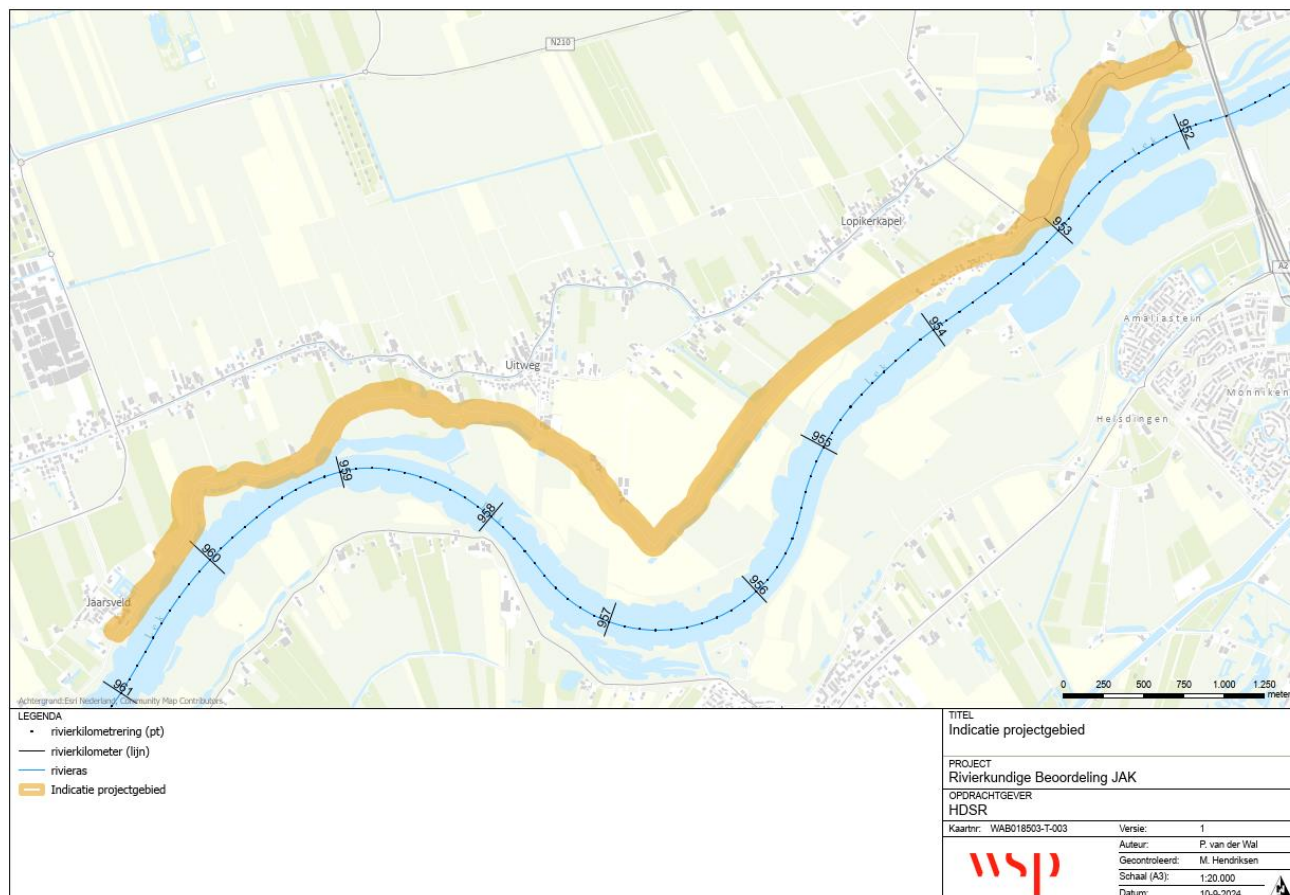
Het projectgebied van de dijkversterking Jaarsveld – Klaphek ligt tussen de westkant van het plaatsje Jaarsveld (dijkpaal 89, rivierkilometer 960.8) en de gemeentegrens aan de westzijde van de A2 (rivierkilometer 952.0), zie Figuur 1. Het dijktraject is ongeveer 8,5 kilometer lang en bevindt zich langs de noordzijde van de Lek, op de rechteroever van de rivier. Het landschap rondom de dijk is afwisselend, waardoor de identiteit van de dijk continu verandert. De dijk loopt vanaf de A2 in benedenstroomse richting door een landelijk gebied (ongeveer 8km) tot in het dorp Jaarsveld (ongeveer 0,5km).

Het traject van de dijkversterking Jaarsveld – Vreeswijk ligt benedenstrooms van stuw Hagestein en daarmee in het vrij afstromende deel van de Lek. De rivier de Lek wordt intensief gebruikt door scheepvaart en staat in open verbinding met zee. Door de open verbinding is dit deel van de Lek onderhevig aan getij. Bij lage afvoeren bedraagt de getij-amplitude ongeveer 1 meter³. Daarnaast is de rivierafvoer op de Lek bij afvoeren lager dan 3.630 m³/s (bij Lobith) sterk afhankelijk van de stuwen in de Nederrijn.

¹ Ontwikkelnotitie VHO – integraal vergunningenontwerp JAK, 4 oktober 2024, Sterke Lekdijk

² JAV_MER-deel 1 bijlage 3 effectnotitie rivierkunde 95%, 23 juni 2022, Sterkelek dijken + WSP.

³ Gebaseerd op waterstanden in Schoonhoven en bij stuw Hagestein over een periode van 28 dagen <https://waterinfo.rws.nl/>, september 2024



Figuur 1: Indicatie projectgebied

1.4 BESCHRIJVING VERGUNNINGENONTWERP

In relatie tot rivierkunde betreft deze dijkversterking buitendijks voornamelijk het aan- en/of terugbrengen van het 1op3 talud. Dit betekent een aanpassing in het winterbed van de Lek en hiervoor is een rivierkundige beoordeling noodzakelijk. Daarnaast bestaat de dijkversterking uit de aanleg van een beheerstrook (meekoppelkans). Ook deze moet worden getoetst, aangezien het buitendijks in het winterbed is ontworpen.

Voor een uitgebreide beschrijving van dit ontwerp wordt verwezen naar de Ontwikkelnotitie VO JAK¹. Het ontwerp, en daarmee deze toetsing is alleen gebaseerd op de gebruiksfase.

AANLEGFASE

Tijdens de aanleg kunnen de werkzaamheden aan de dijk mogelijk ook effect hebben op het riviersysteem. Voorbeelden van maatregelen die tijdelijke effecten kunnen hebben op het riviersysteem zijn buitendijkse depot- en overslaglocaties, van waaruit grond wordt aan- en afgevoerd. De tijdelijke effecten van dit type maatregelen op het riviersysteem zijn niet onderzocht, aangezien de locaties hiervan op het moment van schrijven niet bekend en concreet zijn. Mocht voor de aanleg tijdelijke aanpassingen in het winter- of zomerbed plaatsvinden, dan moeten de tijdelijke effecten hiervan in beeld worden gebracht, zodat eventuele maatregelen kunnen worden voorzien.

ONTWERPWIJZIGING NOVEMBER 2024

In oktober 2024 is nog een ontwerpwijziging van het ontwerp doorgevoerd. Het betreft een reeks kleinere en grotere wijzigingen die mogelijk van invloed zijn op de rivierkundige effectbeoordeling. Voor rivierkunde is het ontwerp beschouwd en is de enige buitendijkse wijziging dat op een traject van 1 km, ter hoogte van de camping Klein Scheveningen, tussen dijkpaal 16 en 28 geen taludverflauwing naar 1op3 plaatsvindt. De beheerstrook wordt hier nog wel aangelegd. Daarmee leidt deze wijziging niet direct tot een andere schematisatie in het rivierkundig model⁴, en leidt het tot een verwaarloosbaar effect op de rivierkundige effecten.

1.5 LEESWIJZER

Hoofdstuk 2 bevat de uitgangspunten voor de rivierkundige beoordeling van het ontwerp. Hierin zijn zowel algemene uitgangspunten, rivierkundige uitgangspunten uit het Rivierkundig Beoordelingskader 6.0 (RBK) als andere hydraulische uitgangspunten op basis van een systeemanalyse opgenomen. Daarnaast zijn de uitgangspunten voor de schematisatie van de dijkversterking in Baseline opgenomen.

Hoofdstuk 3 geeft de beoordeling per rivierkundig beoordelingsaspect en -criterium in de Rijntakken, conform het Rivierkundige Beoordelingskader (RBK 6.0).

Hoofdstuk 4 voorziet in een overzicht van de effecten per beoordelingsaspect en -criterium.

⁴ In hoofdstuk 2 wordt uitgelegd hoe het ontwerp wordt vertaald naar een schematisatie voor het rivierkundig model.

2 UITGANGSPUNTEN

2.1 MODEL-UITGANGSPUNTEN

De algemene uitgangspunten die zijn gehanteerd bij de rivierkundige beoordeling zijn als volgt:

- Het Ontwerp van de dijkversterking wordt getoetst aan het Rivierkundig Beoordelingskader 6.0 (RBK)*. De criteria worden toegelicht in paragraaf 2.4.
- Door RWS-ON is in oktober 2019 het baselinemodel rij-n-beno18_5-v1 uitgeleverd. In januari 2024 is in vooroverleg met RWS-ON bevestigd dat dit model nog steeds gebruikt kan worden voor dit project. Het model is bij aanlevering aangevuld met 5 door RWS-ON aangeleverd maatregelen (le_beatrix_a1, le_hdsrrf_a1, le_lekwrdr_c1, le_nieuweg_a1, le_rvdl_a1). Dit resulteert in de referentie Baseline-schematisatie "sterkelekdijken_ref".
- Aangeleverde en toegepaste model is beno18_5_20m_nrlk-v1.
- Voor de schematisatie en berekeningen is gebruik gemaakt van ArcGIS 10.6.1, Baseline versie baseline_v_5.3.3.1808, Simona2021 en Waqua.
- Indien nodig wordt voor de morfologische berekeningen wordt gebruikgemaakt WAQMorf.

2.2 BASELINE SCHEMATISATIE

De dijkversterking JAK bestaat aan de rivierzijde voornamelijk uit een maatregel waarbij het talud van de dijk wordt verflauwd. Daarnaast wordt onder aan de dijk een beheerstrook aangelegd, waarvoor op sommige locaties het maaiveld moet worden opgehoogd.

Het vertalen van het ontwerp naar de rivierkundige schematisatie in Baseline kan op verschillende manieren worden geïnterpreteerd. Onderstaande aanpak voor de Baseline schematisatie is afgestemd met bevoegd gezag RWS-ON⁵. De schematisatie is gebaseerd op de methodiek voor rivierwaartse dijkversterking uit bijlage 15 van het RBK.

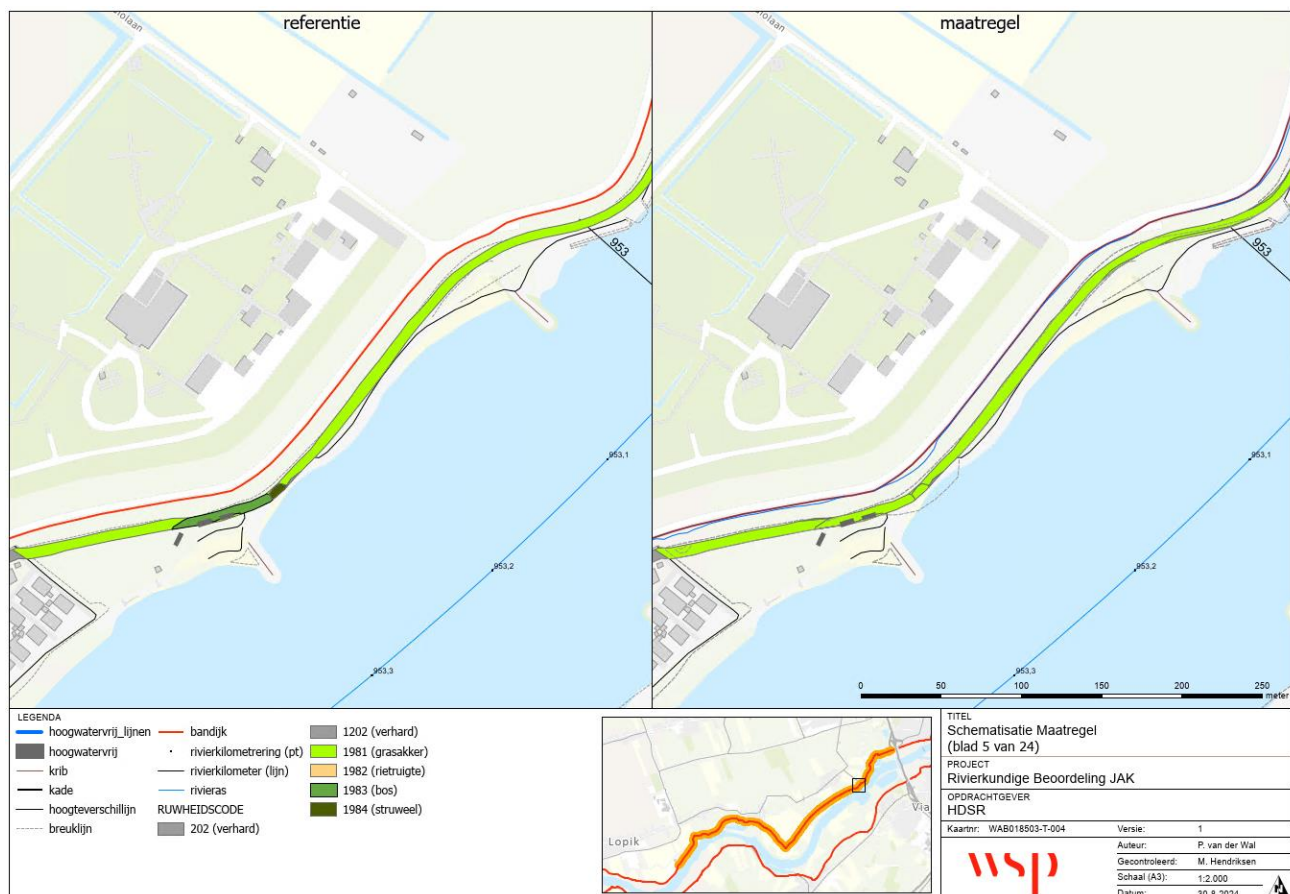
Het ontwerp is beschikbaar in een 3D-model. Het volumeverschil tussen het AHN (huidige situatie) en het model is input voor de uitwerking van de schematisatie. Met een GIS-analyse is iedere 5 meter langs het dijktraject een dwarsprofiel getrokken en de volumeverandering uitgerekend conform bijlage 15 van het RBK. De volumeverandering per dwarsprofiel wordt omgerekend tot een rivierwaartse fictieve verplaatsing van de bandijk langs het hele traject, waarbij rekening wordt gehouden met de dijkhoogte. Deze verplaatsing wordt geschematiseerd met een hoogwatervrije lijn. Op locaties waar geen verplaatsing optreedt, sluit de hoogwatervrije lijn aan op de bandijk uit de referentie.

In het model wordt daarnaast de huidige teenlijn van de dijk behouden, zodat geen maaiveld veranderingen plaatsvinden tussen bestaande teen en bandijk. Daarnaast is de nieuwe teen van de beheerstrook geschematiseerd met een breuklijn. Eventuele maaiveldaanpassingen buitendijks van deze lijn leiden in theorie wel tot zichtbare maaiveldveranderingen, maar komen in het vergunningenontwerp niet voor.

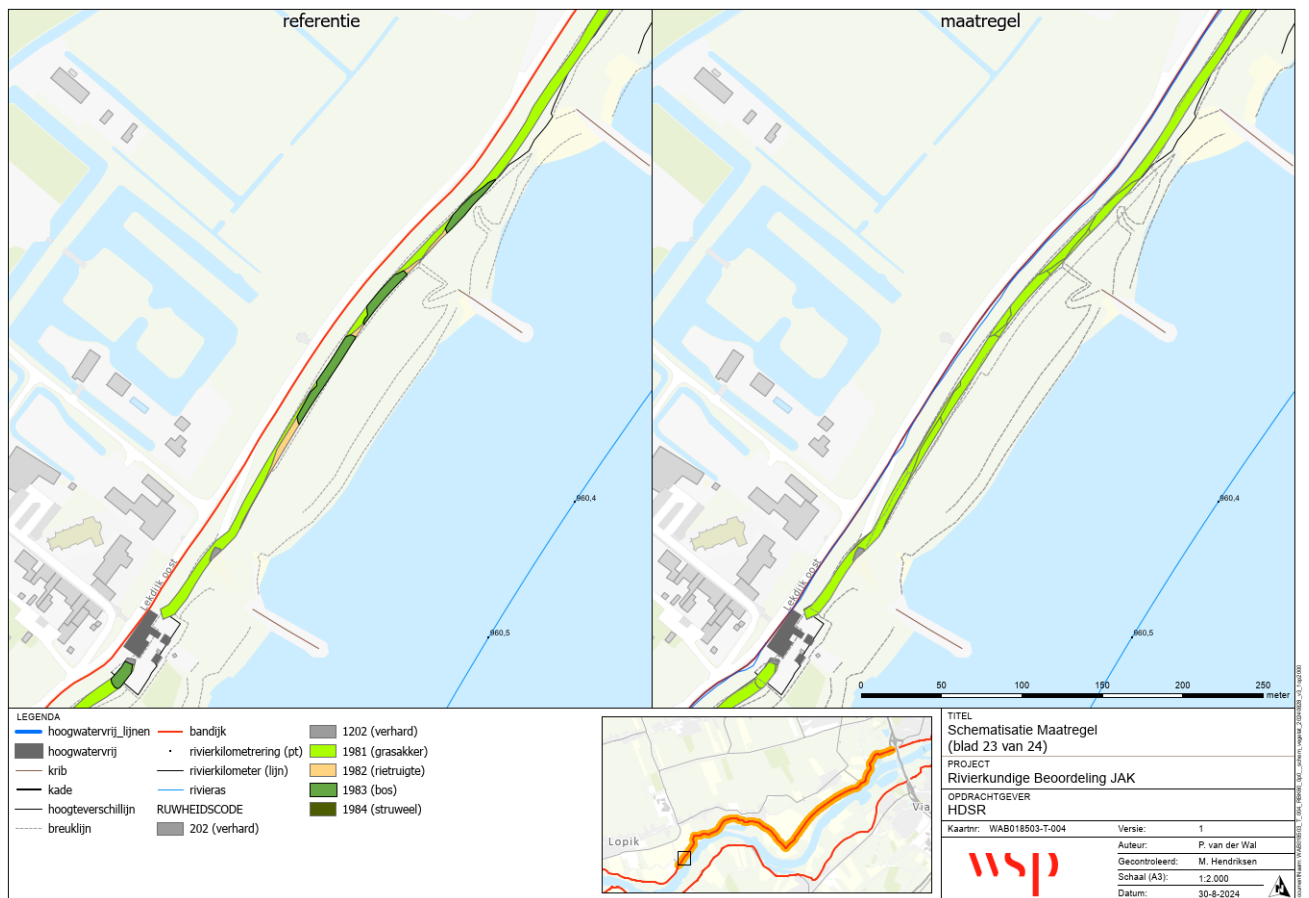
Door aanleg van de dijkversterking en beheerstrook wordt voor de vegetatie in het aangepaste gebied aangehouden dat ruwheidsklasse gras/akker wordt toegepast. Langs het gehele traject wordt de ruwheid

⁵ Overleg op d.d. 18 juni n.a.v. voorstel in memo WAB018503-D-xxx-v1-Toepassing_Memo_rivierwaartse_versterking_20240606

daarop aangepast. Wanneer in de huidige situatie sprake is van verhardingen (bijvoorbeeld bij een afrit), dan zijn deze behouden gebleven. Twee voorbeelden van het verschil in ruwheid tussen referentie en variant hierdoor zijn getoond in Figuur 2 en Figuur 3. Een kaartserie van het gehele gebied is opgenomen in de Bijlage.



Figuur 2: Voorbeeld verandering ruwheid

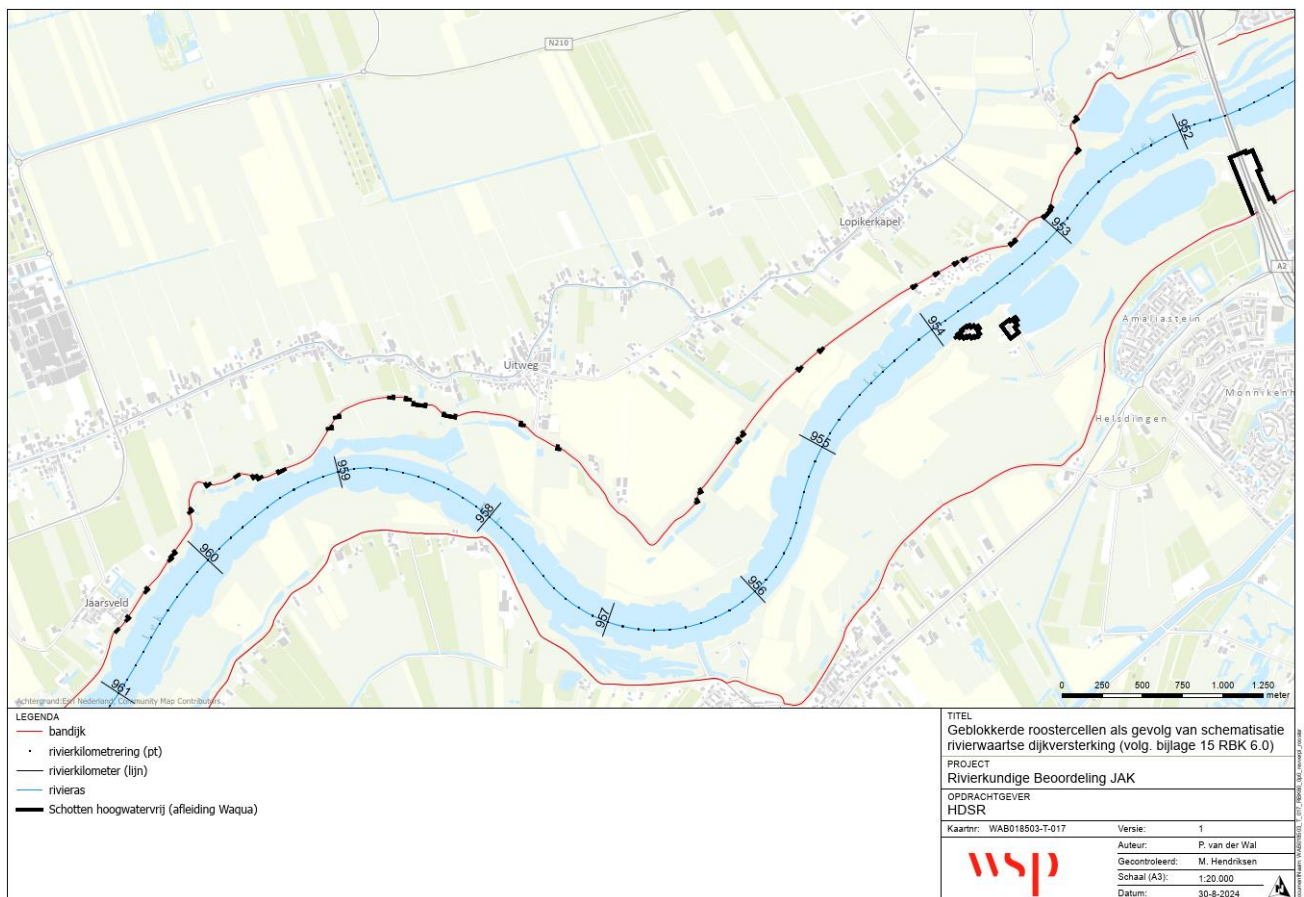


Figuur 3: Voorbeeld grootste verandering ruwheid

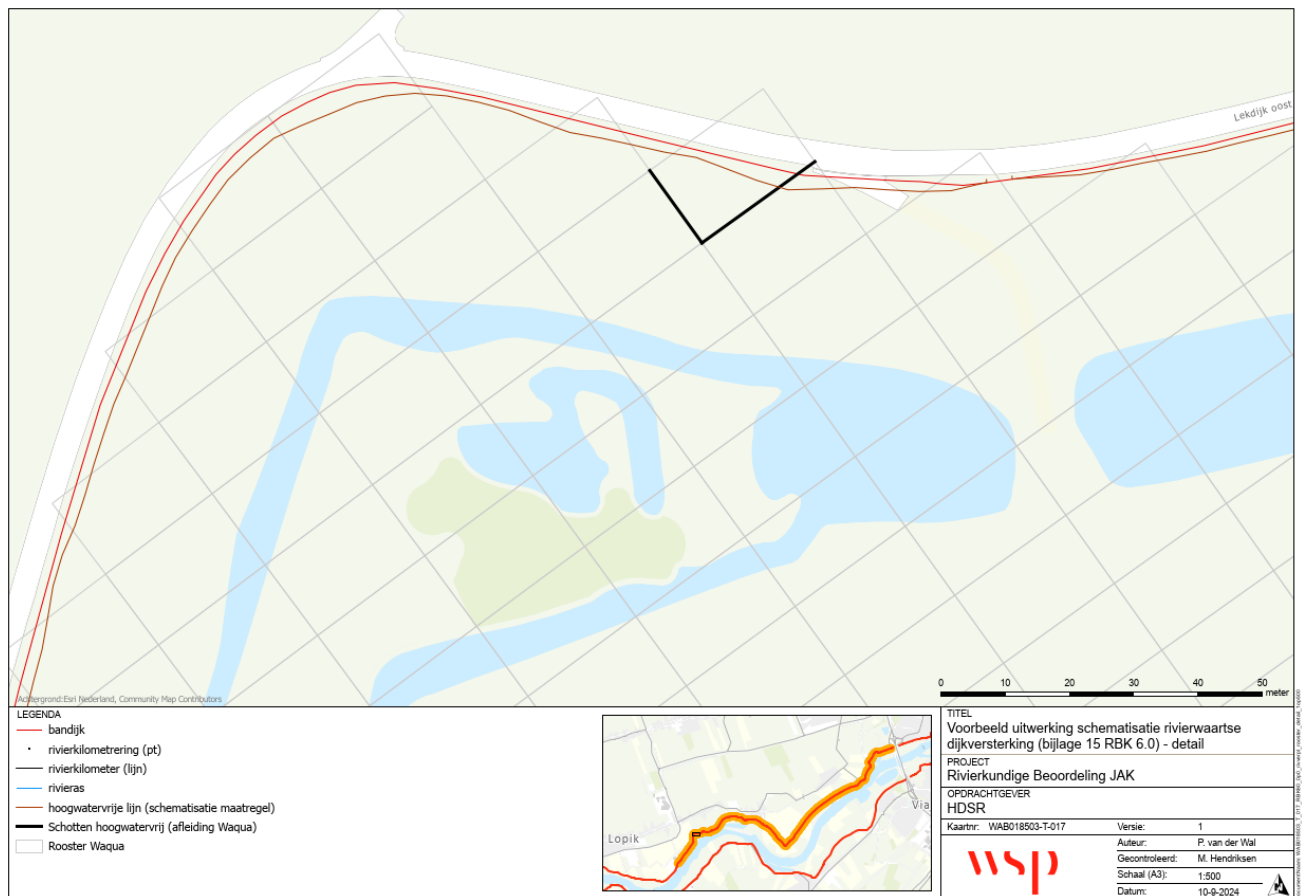
PROJECTIE OP HET WAQUA-ROOSTER

In Figuur 4 is te zien hoe de wijze van schematiseren uitwerkt op de selectie van roosterzellen die hoogwatervrij worden. Hoe groter de rivierwaartse verplaatsing van het talud, hoe groter de kans dat het midden van een roostercel achter de hoogwatervrije lijn terechtkomt, waarmee de roostercel dan hoogwatervrij wordt.

In Figuur 5 zijn de banddijk en de berekende hoogwatervrije lijn te zien, en de roostercel die hiermee hoogwatervrij is geworden. Als de banddijk net iets anders lag ten opzichte van de roostercellen worden andere cellen hoogwatervrij gemaakt. Bij de beoordeling van aspecten moet daarom rekening gehouden worden met de vertaling van de verandering van het talud dat leidt tot een berekend effect dat gemiddeld genomen over het traject wel klopt, maar locatie specifiek te veel of juist geen effecten laat zien.



Figuur 4: Effect wijze schematisatie maatregel volgens bijlage 15 van het RBK 6.0. De roostercellen die hoogwatervrij worden, liggen min of meer willekeurig verspreid langs de dijk en lijken weinig relatie te hebben met de omvang van de rivierwaartse verplaatsing



Figuur 5: Detail van effect wijze schematisatie maatregel volgens bijlage 15 van het RBK 6.0.

2.3 HYDRAULISCHE UITGANGSPUNTEN

2.3.1 SYSTEEMANALYSE

Het traject van de dijkversterking Jaarsveld – Vreeswijk ligt benedenstrooms van stuw Hagestein en daarmee in het vrij afstromende deel van de Lek. De rivier de Lek wordt intensief gebruikt door scheepvaart en staat in open verbinding met zee. Door de open verbinding is dit deel van de Lek onderhevig aan getij. Daarnaast is de rivierafvoer op de Lek bij afvoeren lager dan 3.630 m³/s sterk afhankelijk van de stuwen in de Nederrijn.

De uiterwaarden van de Lek zijn op dit traject voor een deel beschermd door zomerkaides waardoor ze pas bij hoge afvoeren (8.000 – 10.000 m³/s Lobith) overstromen. Het gaat hierbij om een opgetelde lengte van zo'n 5km. Op andere locaties, zoals bij Vianen bovenstrooms van het projectgebied, overstroomt de uiterwaard al bij een veel lagere afvoer (4.000 m³/s Lobith), op deze plek is rivierverruiming toegepast (Ruimte voor de Lek). Daarnaast ligt over een lengte van 500m een verhoogd aangelegde camping die tot een afvoer van 13.000 m³/s droog blijft. Over in totaal ongeveer 2 kilometer van het traject bevindt de primaire kering zich binnen 100m van het zomerbed, en bij het DPO terrein (rkm 953,2) is geen uiterwaard aanwezig.

Vanaf ongeveer 6000 m³/s gaan bij rkm 951 de nevengeulen meestromen. Deze nevengeulen zorgen ervoor dat het water bij hoge afvoeren de versmalling van het winterbed als gevolg van de brug voor de A2 makkelijker kan passeren. Bij deze afvoer vindt verder benedenstrooms noch in de uiterwaarden aan de linker

kant als aan de rechter kant nog geen relevante stroming plaats. Wel beginnen vanaf deze afvoeren de uiterwaarden tussen het zomerbed en de zomerkades onder water te staan.

Nabij de primaire kering ligt de uiterwaard hoger zodat dit deel van de uiterwaard pas bij 7.000 m³/s Lobith overstroomt.

Bij de hoogwaterreferentie is over de lengte van het traject een grote variatie in de hoeveelheid water die door de uiterwaarden links en rechts van het zomerbed stroomt. Het deel van de afvoer door het zomerbed varieert van 38% tot 74%. Er is bij verschillende hoge afvoeren veel variatie in de stroomrichting en stroomsnelheid van het water dankzij de verschillende kades met verschillende hoogtes in het gebied.

2.3.2 HOOGWATERVEILIGHEID

Voor de hoogwaterveiligheid moeten verschillende aspecten uit het RBK getoetst worden. Bij een afvoer van 16.000 m³/s bij Lobith, wordt ongeveer 3.390 m³/s door de Nederrijn-Lek afgevoerd. Het gaat hierbij om het stroomvoerend deel van de rivier. Die moet worden getoetst. Het is hier geen bergend gebied, dus dit aspect uit het RBK hoeft niet verder te worden getoetst.

Ook de invloed van de maatregel buiten de as van de rivier, op de waterstand bij de kering wordt getoetst voor 16.000 m³/s.

Het projectgebied ligt benedenstrooms van stuw Hagestein en ver benedenstrooms van de splitsingspunten Pannerdensch Kop en IJsselkop. Het project kan daardoor geen invloed hebben op afvoerverdeling bij maatgevende en hoge Boven-Rijn afvoer en wordt daarom ook niet verder getoetst in deze rapportage.

Als laatste aspect is ijsafvoer van belang.

2.3.3 HINDER EN SCHADE DOOR HYDRAULISCHE EFFECTEN

De dijkversterking van de primaire kering heeft geen invloed op de inundatie van de uiterwaarden. Dit aspect uit het RBK wordt dan ook niet verder getoetst.

Zoals in paragraaf 2.3.1 beschreven stromen de nevengeulen in bij 6.000 m³/s en de uiterwaarden mee vanaf 7.000 m³/s. De maatregel langs de primaire kering grenst altijd aan het maaiveld van de uiterwaard, dus pas bij 8.000 m³/s stroomt het water langs de maatregelen. De verwachting is dat de maatregel langs de primaire kering weinig tot geen invloed heeft op de stroombeelden in de uiterwaard en vaarweg. Om dit te onderbouwen zijn voor 8.000 m³/s de stroombeelden uitgewerkt. Voor 10.000 en 16.000 m³/s zijn ook de stroombeelden in de uiterwaard uitgewerkt conform RBK.

De maatregel bevindt zich in de uiterwaarden, nabij de primaire kering waar pas vanaf 7.000 m³/s water staat. Hierom heeft het project geen invloed op lage afvoeren en is er geen sprake van "een daling in de waterstand bij Lobith afvoeren vanaf 2.000 m³/s en lager" conform RBK⁶. Hierom heeft het project voor het hoofdvaarwegennet (HVWN) geen effect. Daarnaast is de verwachting dat dit project geen tot verwaarloosbare stroomsnelheidsverschillen initieert en daardoor geen aanzandingseffect heeft. De kering ligt

⁶ Beoordeling waterdiepte-effecten door rivierprojecten in de hoofdvaarwegen in de Rijntakken", Rijkswaterstaat Oost-Nederland, 1 juni 2021

relatief ver van het zomerbed en heeft pas bij hoge afvoeren een zeer minimaal effect⁷. Hierom wordt het aspect "onttrekking water uit zomerbed" niet verder getoetst.

Voor de effectbeoordeling op de afvoerdeling geldt dat het projectgebied benedenstrooms van stuw Hagestein ligt, en ver benedenstrooms van de splitsingspunten Pannerdensche Kop en IJsselkop, en de grensregio Nederland-Duitsland. Het project kan daardoor geen invloed hebben op afvoerdeling of het grensgebied bij maatgevende en hoge Boven-Rijn afvoer en wordt daarom ook niet verder getoetst in deze rapportage.

2.3.4 MORFOLOGISCHE EFFECTEN

De maatregel bevindt zich in de uiterwaarden, nabij de primaire kering waar pas vanaf 7.000 m³/s water staat. De verwachting is dat de maatregel geen invloed heeft op de morfologie. De inundatiefrequentie verandert niet en de maatregel bevindt zich relatief ver van het zomerbed. Voor zowel het zomer- als winterbed wordt dit kwalitatief beschouwd op basis van de stroombeelden en stroomsnelheidsveranderingen. Dit is gedaan bij 8.000 m³/s. De verwachting is dat de veranderingen in stroomsnelheid, en daarmee de morfologie zeer laag tot verwaarloosbaar zijn. De resultaten van de berekeningen zijn dusdanig klein, dat WAQMORF niet is uitgewerkt.

2.4 RIVIERKUNDIGE BEOORDELINGSKADER

In de paragraaf hiervoor (2.3) is per paragraaf uit het RBK toegelicht wat de uitgangspunten voor het projectgebied zijn. In Tabel 1 is dit samengevat, en daarbij zijn de te beoordelen aspecten uit het Rivierkundig Beoordelingskader, de onderliggende criteria en de gebruikte uitgangspunten voor de, in hoofdstuk 3 uitgewerkte, rivierkundige analyses opgenomen. Bij alle aspecten moet in ogenschouw worden genomen dat het dijkontwerp waarvoor de berekeningen na schematisatie (volgens bijlage 15 uit het RBK) enkel gemiddeld genomen te interpreteren zijn, maar die zeer locatie specifiek nabij de maatregel niet geldig zijn. Dit is ook beschreven in paragraaf 2.2 over de Baseline schematisatie.

⁷ Dit wordt verderop in de rapportage ook duidelijk uit paragraaf 3.2.1 en 3.2.2.

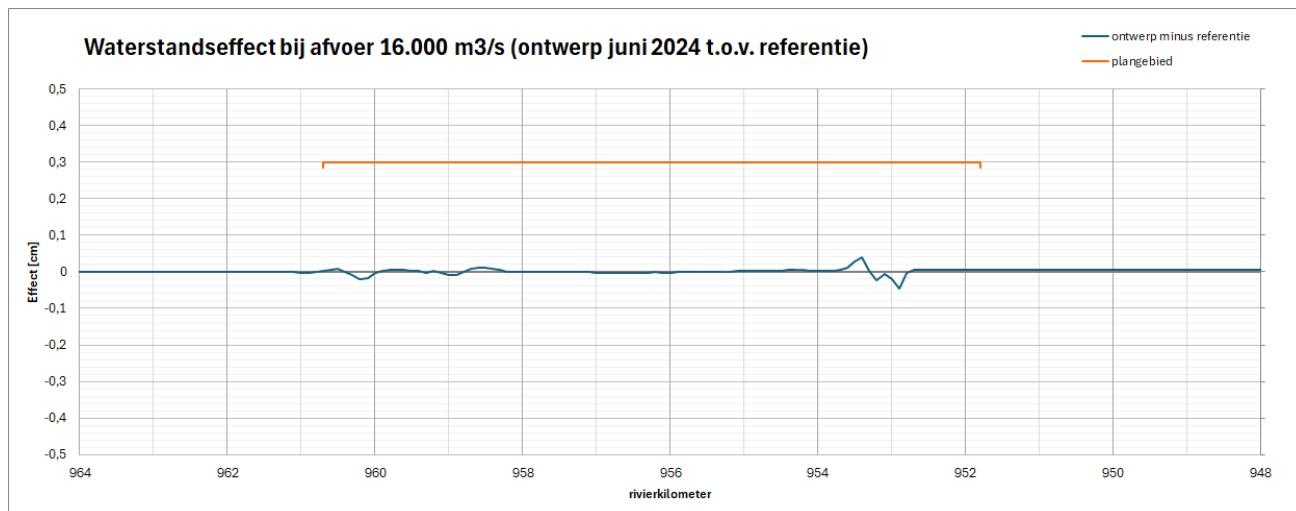
Tabel 1: Criteria RBK 6.0 en uitgangspunten voor de benodigde WAQUA-berekeningen

	RBK	Te beoordelen effect	Paragraaf rapport	Afvoer [m3/s] bij Lobith	Toelichting
Hoogwaterveiligheid	1.1	Maatregel in stroomvoerend deel rivier: Hoogwaterreferentie op de as van de rivier	3.1.1	16.000	3.390 m ³ /s op de Lek
		Maatregel in bergend deel rivier: volume waterberging	N.v.t.	N.v.t.	Geen bergend gebied
	1.2	Hoogwaterreferentie buiten de as van de rivier	3.1.2	16.000	3.390 m ³ /s op de Lek
	1.3	Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij maatgevende Boven- Rijn afvoer	N.v.t.	N.v.t.	Ver bovenstrooms invloed projectgebied
	1.4	Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij hoge Boven- Rijn afvoer	N.v.t.	N.v.t.	Ver bovenstrooms invloed projectgebied
Hinder of schade door hydraulische effecten	1.5	IJs afvoer	3.1.3	-	Getoetst op vijf aspecten
	2.1	Inundatiefrequentie van de uiterwaard	N.v.t.	N.v.t.	Maatregel geen invloed op de inundatie
	2.2	Stroombeeld in de uiterwaard	3.2.1	8.000, 10.000, 16.000	Uiterwaarden stromen mee vanaf 7.000 m ³ /s
	2.3	Stroombeeld in vaarweg	3.2.2	8.000, 10.000	Uiterwaarden stromen mee vanaf 7.000 m ³ /s
	2.4	Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij hoge Boven- Rijn afvoer	N.v.t.	N.v.t.	Ver bovenstrooms invloed projectgebied
	2.5	Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij een lage Boven-Rijn afvoeren	N.v.t.	N.v.t.	Ver bovenstrooms invloed projectgebied
	2.8	Onttrekking water uit zomerbed Rijntakken	N.v.t.	N.v.t.	Maatregel geen invloed op lage afvoeren
	2.9	Waterstand en stroombeeld in de vaargeul in de Nederlands-Duitse grensregio bij lage en mediane Boven- Rijn afvoeren	N.v.t.	N.v.t.	Ver bovenstrooms invloed projectgebied
	3.1	Sedimentatie en erosie van het zomerbed (+ oevers) 1. door ingrepen zomerbed 2. door ingrepen winterbed	3.3.2	8.000	Kwalitatief
Morfologische effecten	3.2	Sedimentatie en erosie van uiterwaard en nevengeulen: 1. sedimentatie winterbed 2. erosie winterbed	3.3.3	8.000	Kwalitatief

3 RIVIERKUNDIGE ANALYSE

3.1 HOOGWATERVEILIGHEID

3.1.1 HOOGWATERREFERENTIE OP DE AS VAN DE RIVIER

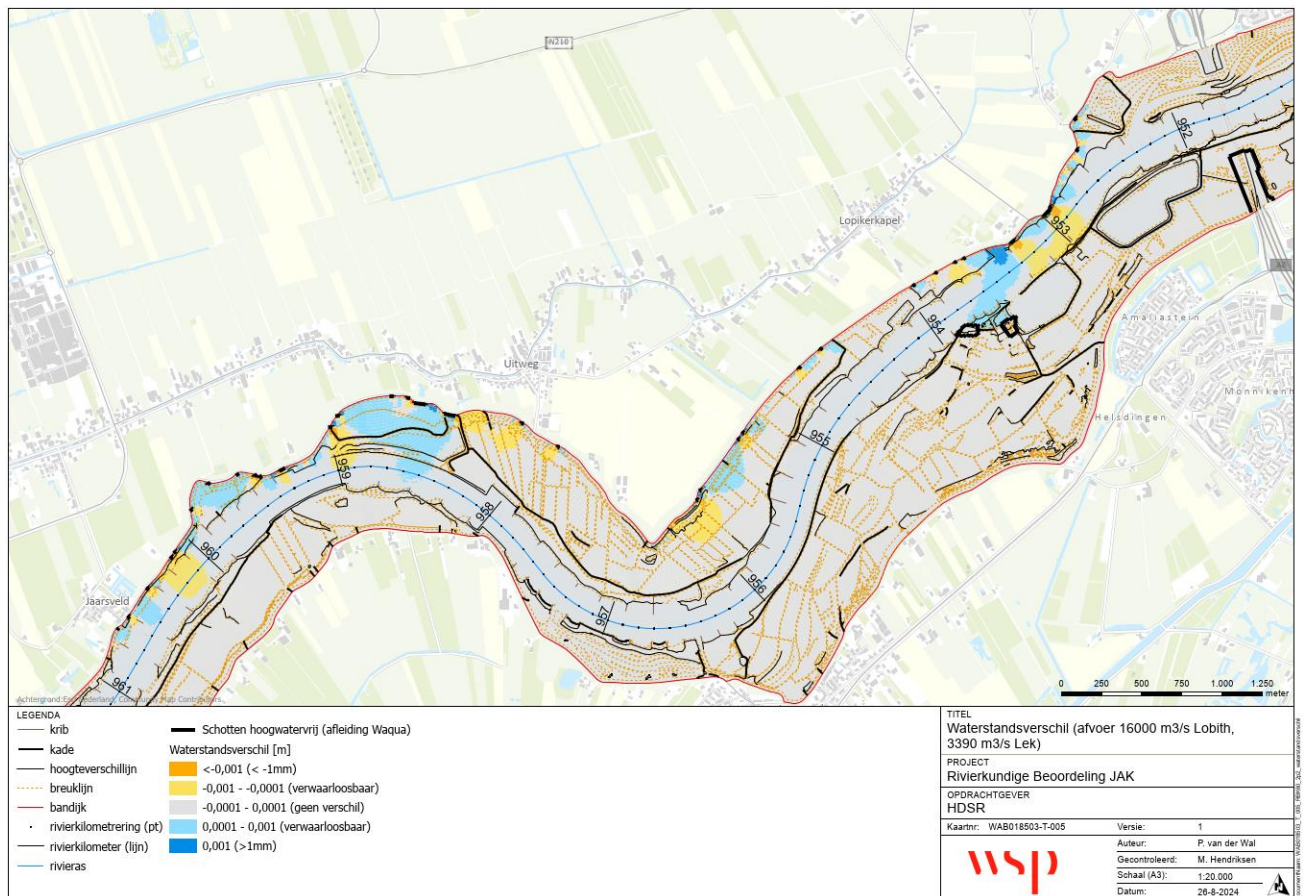


Figuur 6: Waterstandseffect ontwerp bij hoogwaterreferentie (16.000 m³/s)

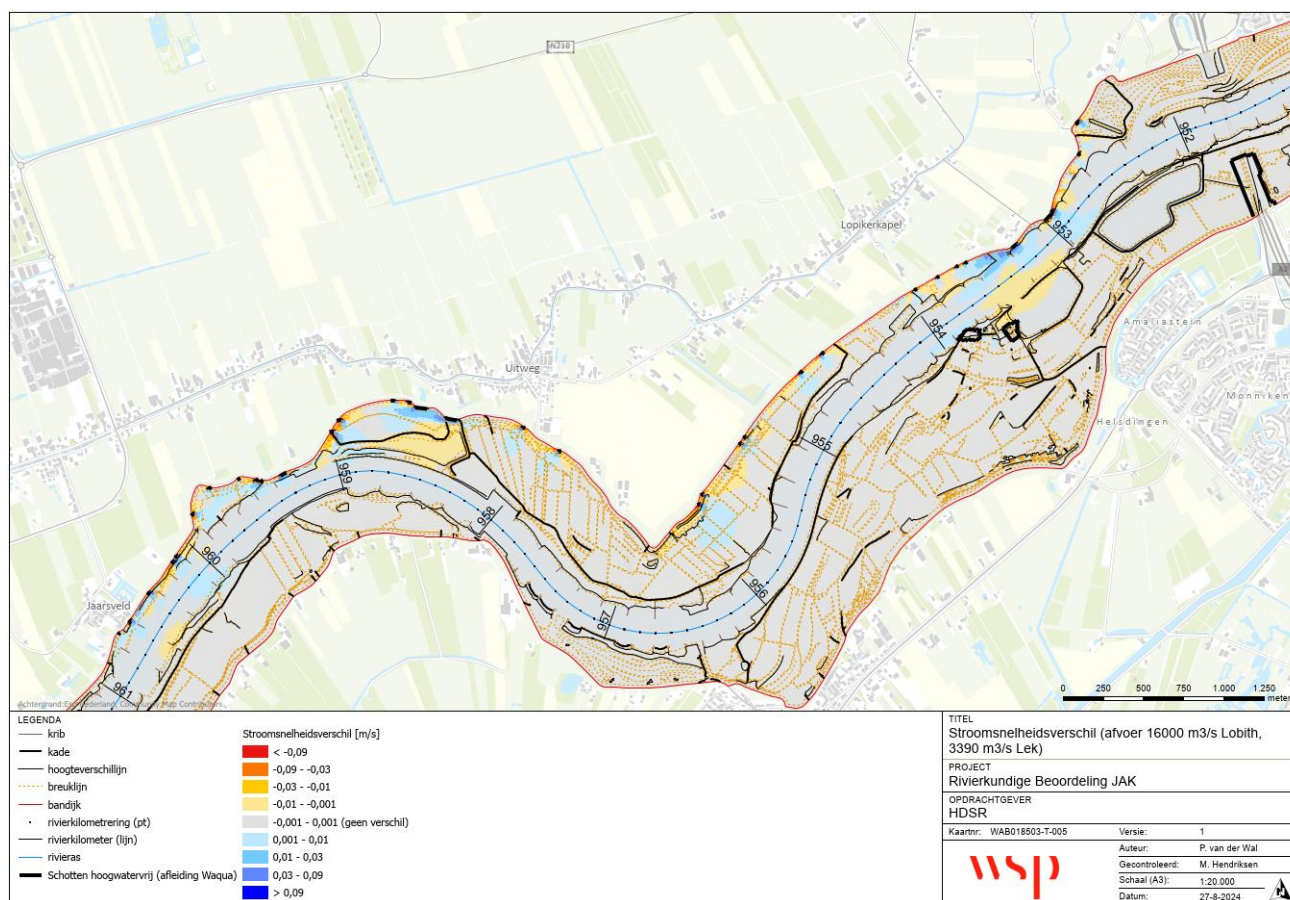
In Figuur 6 is af te lezen dat de berekende stijging van de waterstand bij rivierkilometer 953,4 maximaal is met zo'n 0,4mm. Door de methode voor schematiseren is dit een overschatting van het optredende effect. Echter is het effect nu ook al ruim kleiner dan 1 mm.

3.1.2 HOOGWATERREFERENTIE BUITEN DE AS VAN DE RIVIER

Het effect van de maatregel buiten de as van de rivier wordt in beeld gebracht met een kaarten van de waterstanden, stroomsnelheden en verschilkaarten voor een afvoer van 16.000 m³/s.



Figuur 7: Waterstandsverschil bij hoogwaterreferentie (16.000 m³/s)

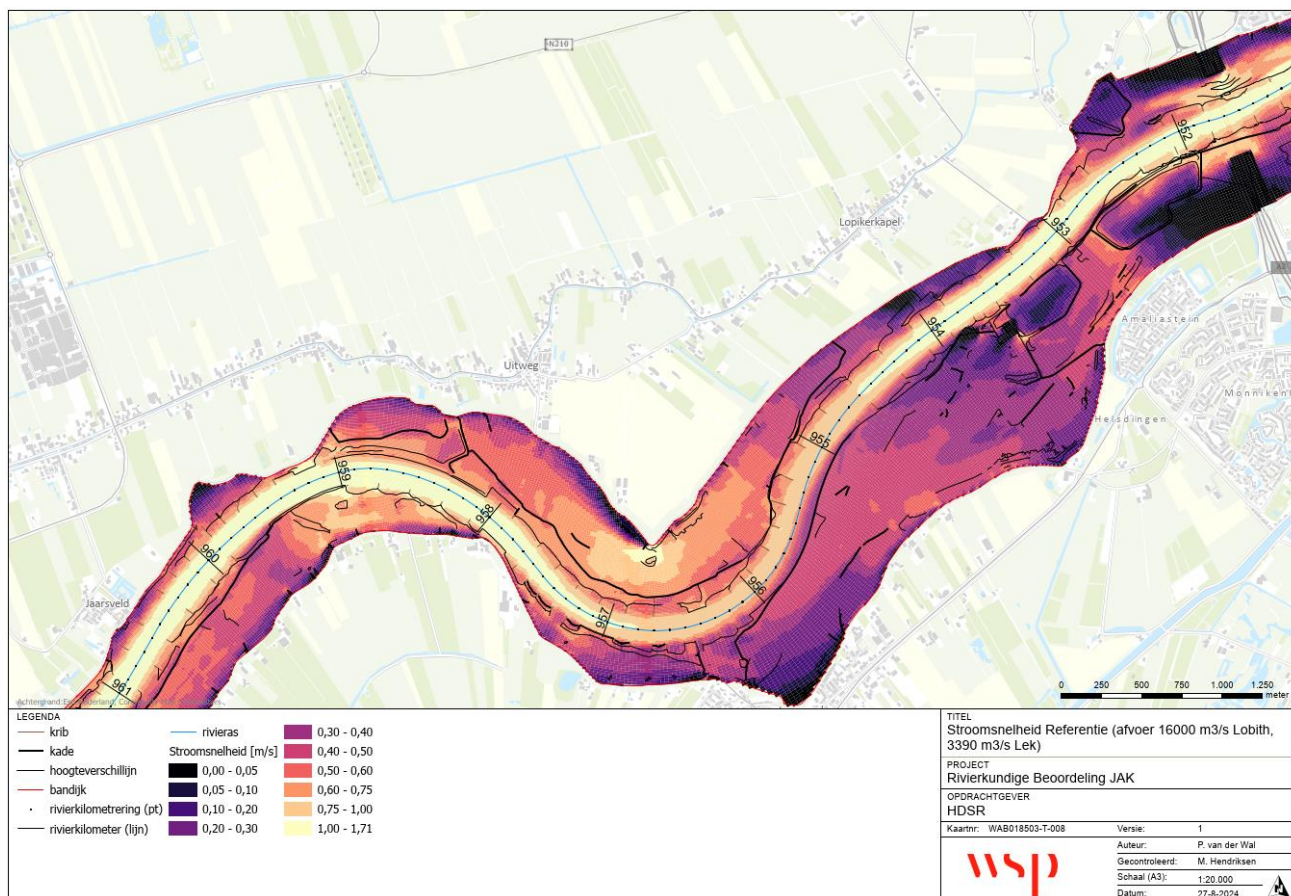


Figuur 8: Stroomsnelheidsverschil bij hoogwaterreferentie (16.000 m³/s)

De wijze van modelleren en de schematisatie volgens bijlage 15 van het Rivierkundig Beoordelingskader versie 6.0 leidt ertoe dat een kleine rivierwaartse verplaatsing van de kering wordt vertaald in het incidenteel afsluiten van roosterzellen (hoogwatervrij). Welke cellen wel en niet worden afgesloten is enigszins toeval, zie ook uitleg in paragraaf 2.2.

In Figuur 7 en Figuur 8 is te zien dat berekende waterstandsverschillen eigenlijk overal kleiner zijn dan 1 mm, en daarom als verwaarloosbaar beschouwd mogen worden. Echter, er is een verklaarbaar patroon zichtbaar. De berekende ritmische verschillen van toenames en afnames van dezelfde orde grootte in waterstand en stroomsnelheid worden gevonden rondom de afgesloten roosterzellen.

Het betekent daarom ook dat in de praktijk het water zich nabij de dijk anders door het winterbed beweegt dan wordt berekend. Het water komt in de praktijk immers parallel stromend aan de dijk geen hindernissen tegen. Op enige afstand tot de dijk (zoals bijvoorbeeld op de rivieras) zijn de resultaten al wel beter te interpreteren. In dit geval kan worden vastgesteld dat de effecten op waterstand en of stroomsnelheid verwaarloosbaar of zeer klein zijn, zodat er geen nadelige gevolgen ontstaan als gevolg van de ingreep.

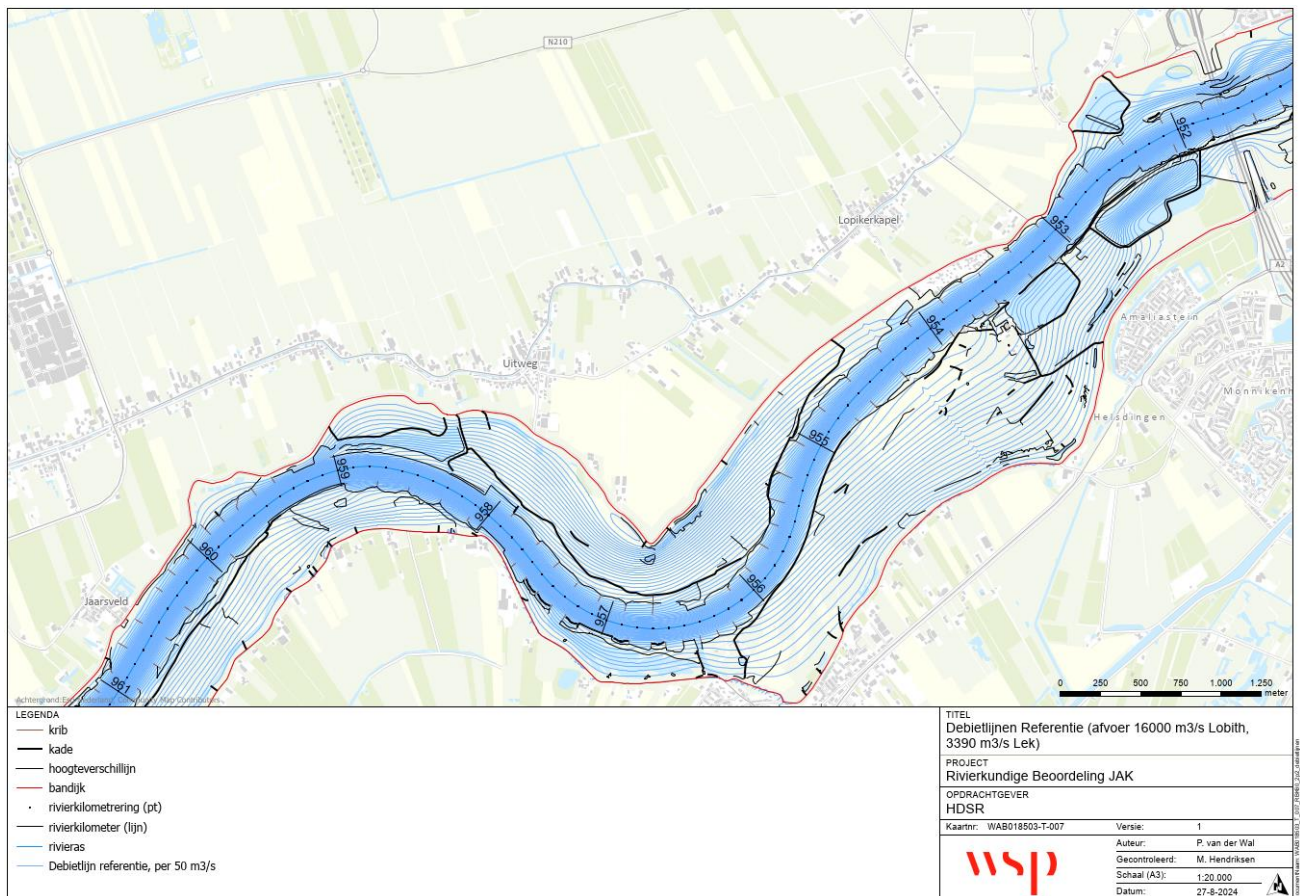


Figuur 9: Stroomsnelheid referentiesituatie bij afvoer 16.000 m³/s

In Figuur 9 valt op:

- Grote variatie in stroomsnelheid in de uiterwaarden, en direct langs de dijk.
- Op rechteroever bij rkm 953 en 959 zomerbed rivier nabij dijk, hoge stroomsnelheden
- Op linkeroever bij rkm 957,7 – 958,0 zomerbed rivier nabij dijk, hoge stroomsnelheden
- Rivierkilometer 956,5: Rondom haakse bocht in dijk piek in stroomsnelheid tot > 1 m/s. In de luwte direct benedenstrooms langs de dijk zeer lage stroomsnelheid.
- Stroomsnelheid zomerbed vertoont ook grote verschillen. Variatie in verhouding van hoeveelheid water die door zomerbed en winterbed wordt afgevoerd.

De stroomsnelheden bij de referentiesituatie (Figuur 9) laat zien dat er binnen het gebied veel variatie optreedt, en geeft daarmee al een idee van de grote dynamiek bij deze afvoer. Hele kleine effecten van deze maatregel (die niet gemakkelijk te modelleren is) zullen op deze dynamiek een verwaarloosbaar effect hebben.



Figuur 10: Debietlijnen referentiesituatie bij afvoer 16.000 m³/s

In Figuur 9 valt op:

- Neer rkm 957,0 (direct benedenstrooms van knik in dijk rkm 956,7)
- Neer rkm 951,8 (direct benedenstrooms van landhoofd A2knik in dijk rkm 956,7)
- Tussen rkm 955,0 en 955,7 dwarsstroming van linkeroever in zomerbed, en vanuit zomerbed naar rechteroever.
- Effect van kades bij afvoer 16.000 m³/s minder zichtbaar op stroomrichting dan bij afvoer van 10.000 m³/s

Er is geen zichtbaar verschil berekend tussen de debietlijnen voor de referentiesituatie en het ontwerp.

3.1.3 IJSAFVOER

- De ingreep betreft geen aanpassing van de normaalbreedte van de rivier.
- De ingreep laat gestrekte oevers in stand.
- De ingreep betreft geen nevengeul (of een aanpassingen daarvan), en geeft dan ook geen toename van de kans op eventuele stukken ijs die in de hoofdgeul terecht komen.
- De berekende waterstands- en stroomsnelheidsverschillen zijn dusdanig klein, dat aangenomen mag worden dat er geen morfologische effecten zullen optreden, zie Figuur 7 en Figuur 8. Er zullen dan ook geen ondieptes in het zomerbed ontstaan.

- De uiterwaarden inunderen vanaf een afvoer van ongeveer 7000 m³/s (Lobith). De wijze van modelleren en de schematisatie volgens bijlage 15 van het Rivierkundig Beoordelingskader versie 6.0 leidt ertoe dat op een enkele plek stroomsnelheidsverschillen worden berekend. In theorie kan hiermee dan ook een ander Froude-getal worden berekend. Echter, de wijze van schematisatie van de rivierwaartse dijkversterking is niet geschikt om dergelijke conclusies te trekken. In de praktijk is van een stroomsnelheidsafname geen sprake, omdat het talud van de dijk immers parallel aan de bestaande dijk (en tot meestal slechts 1-2 m) wordt verplaatst zodat het water nagenoeg zijn snelheid behoudt. Daarnaast wordt aan de voet van het talud zelfs op een enkele plek wat ruwe vegetatie omgezet in grasakker, wat lokaal eerder tot een kleine toename van stroomsnelheid leidt.

3.2 HINDER EN SCHADE DOOR HYDRAULISCHE EFFECTEN

3.2.1 STROOMBEELD IN DE UITERWAARD

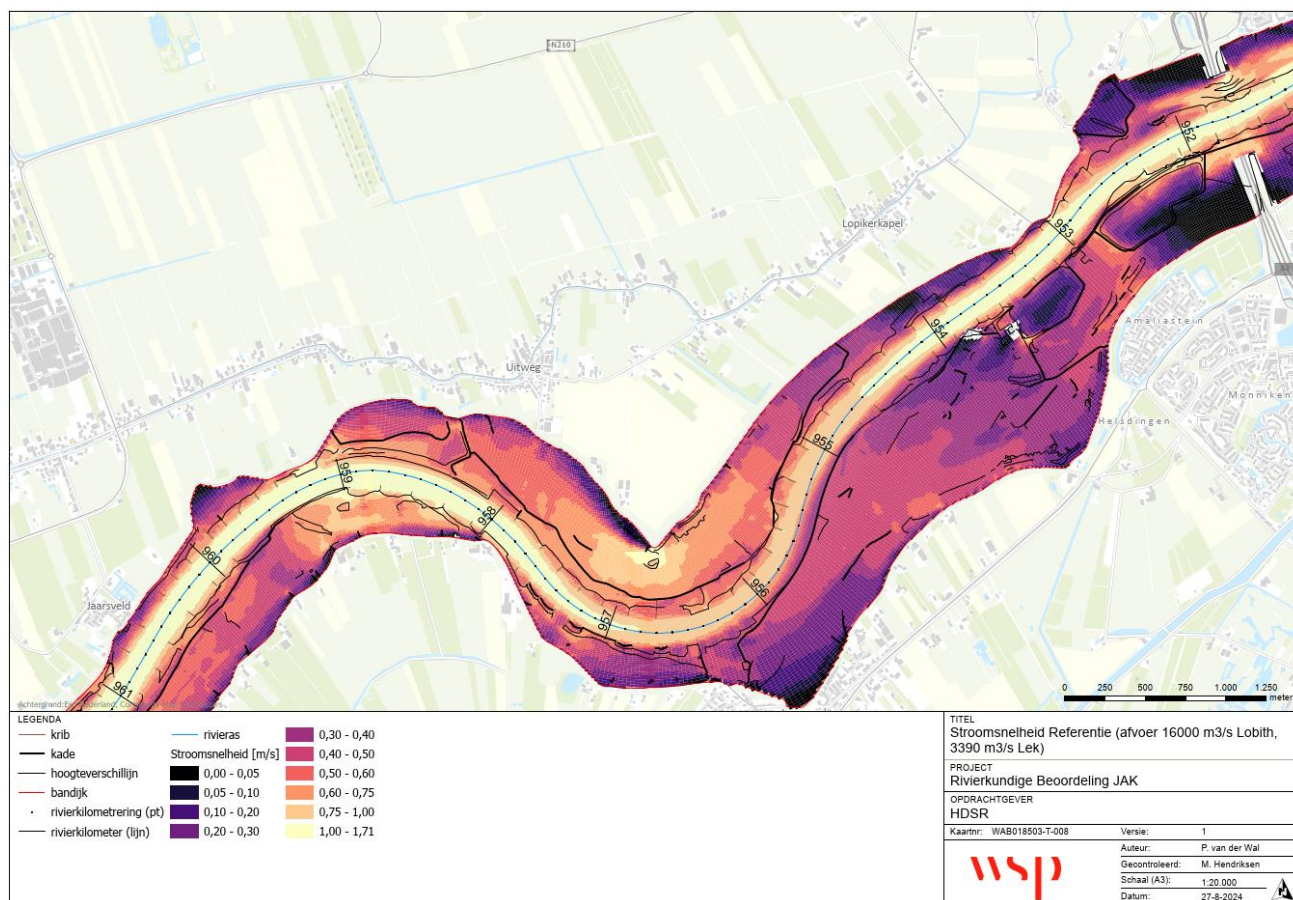
Aangezien de maatregel pas effecten kan laten zien bij afvoeren boven de 7000 m³/s, worden hinder en schade hieronder beoordeeld voor afvoeren van 16.000, 10.000 en 8.000 m³/s.

Bij een afvoer toenemend tot 10.000 m³/s raken de kades overstroomd en door de lage stroomsnelheden ontstaat daarachter sedimentatie. Bij nog verder toenemende afvoeren nemen ook de stroomsnelheden in de uiterwaarden toe tot snelheden (ver) boven 0.3 m/s (zie Figuur 11) waardoor in deze fase van het hoogwater in de uiterwaarden ook sprake kan zijn van erosie. Wanneer de afvoer weer afneemt volgt weer een fase waarin in de uiterwaarden de stroomsnelheden afnemen, en depositie weer kan optreden. De vorm van de hoogwatergolf ("hoe lang bestaan bepaalde stromingscondities?") is dan ook zeer bepalend voor of een plek netto erosie of sedimentatie optreedt. Het eventuele effect van deze maatregel hierop is niet meetbaar, maar in ieder geval verwaarloosbaar of afwezig.

Alle figuren in deze paragraaf beschouwend kan worden gesteld dat morfologische effecten tot een afvoer van 7000 m³/s niet zullen optreden. Bij hogere afvoeren zijn morfologische effecten zeer klein of afwezig en niet te berekenen. Van schade is daarom geen sprake.

AFVOER 16.000 M³/S

In Figuur 11 is de stroomsnelheid voor de referentiesituatie opgenomen, in Figuur 12 de bijbehorende debietlijnen en in Figuur 13 het stroomsnelheidsverschil met de variant (ontwerp).

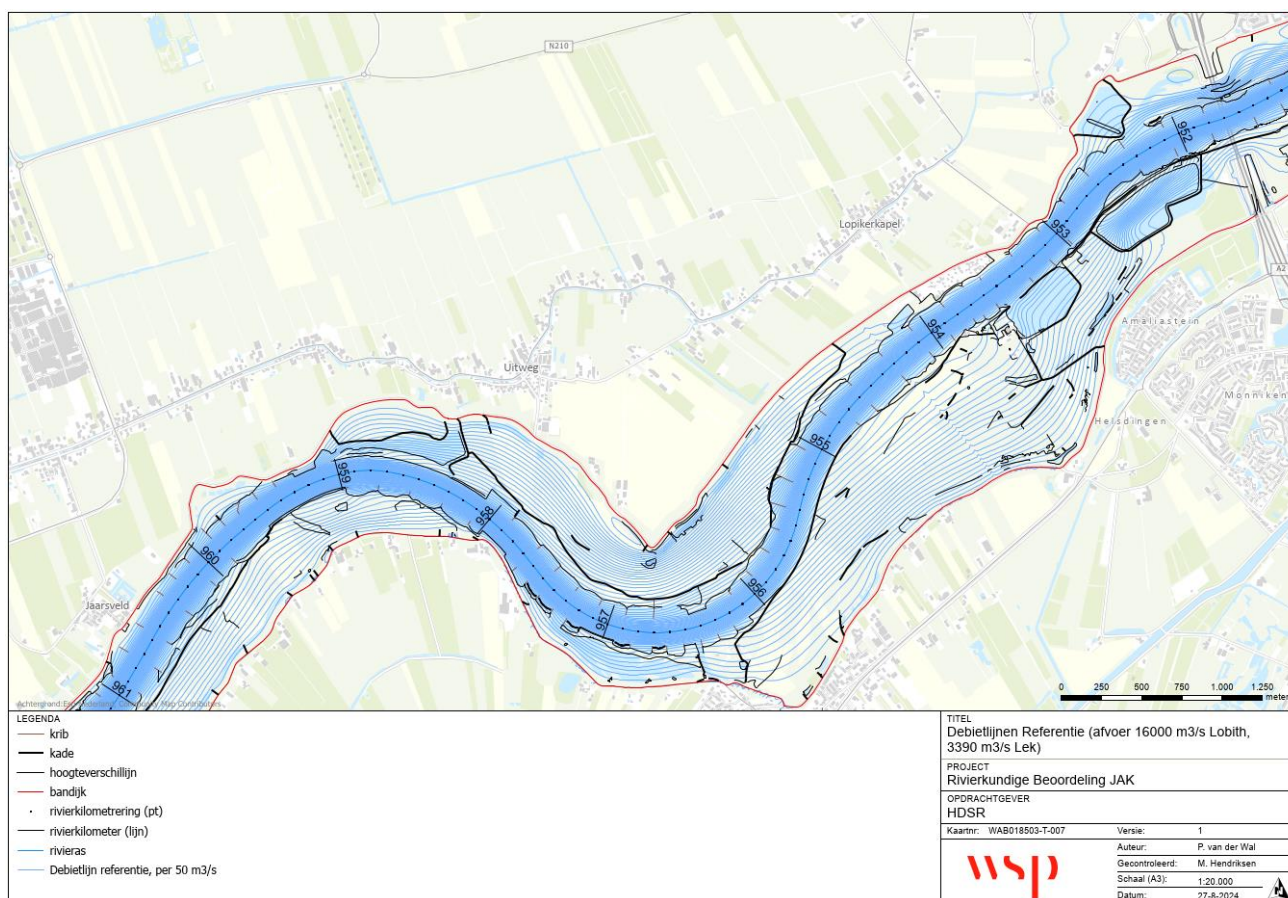


Figuur 11: Stroomsnelheid referentiesituatie bij afvoer 16.000 m³/s

In Figuur 11 valt bij de stroomsnelheid in het gebied op:

- Grote variatie in stroomsnelheid in de uiterwaarden, en direct langs de dijk.
- Op rechteroever bij rkm 953 en 959 zomerbed rivier nabij dijk, hoge stroomsnelheden
- Op linkeroever bij rkm 957,7 – 958,0 zomerbed rivier nabij dijk, hoge stroomsnelheden
- Rivierkilometer 956,5: Rondom haakse bocht in dijk piek in stroomsnelheid tot > 1 m/s. In de luwte direct benedenstrooms langs de dijk zeer lage stroomsnelheid.
- Stroomsnelheid zomerbed vertoont ook grote verschillen. Variatie in verhouding van hoeveelheid water die door zomerbed en winterbed wordt afgevoerd.
- Terrein bij chaletpark Klein Scheveningen, in uiterwaarden bij Lopikerkapel (rkm 953,4 – 953,9) inundeert met lage stroomsnelheden.

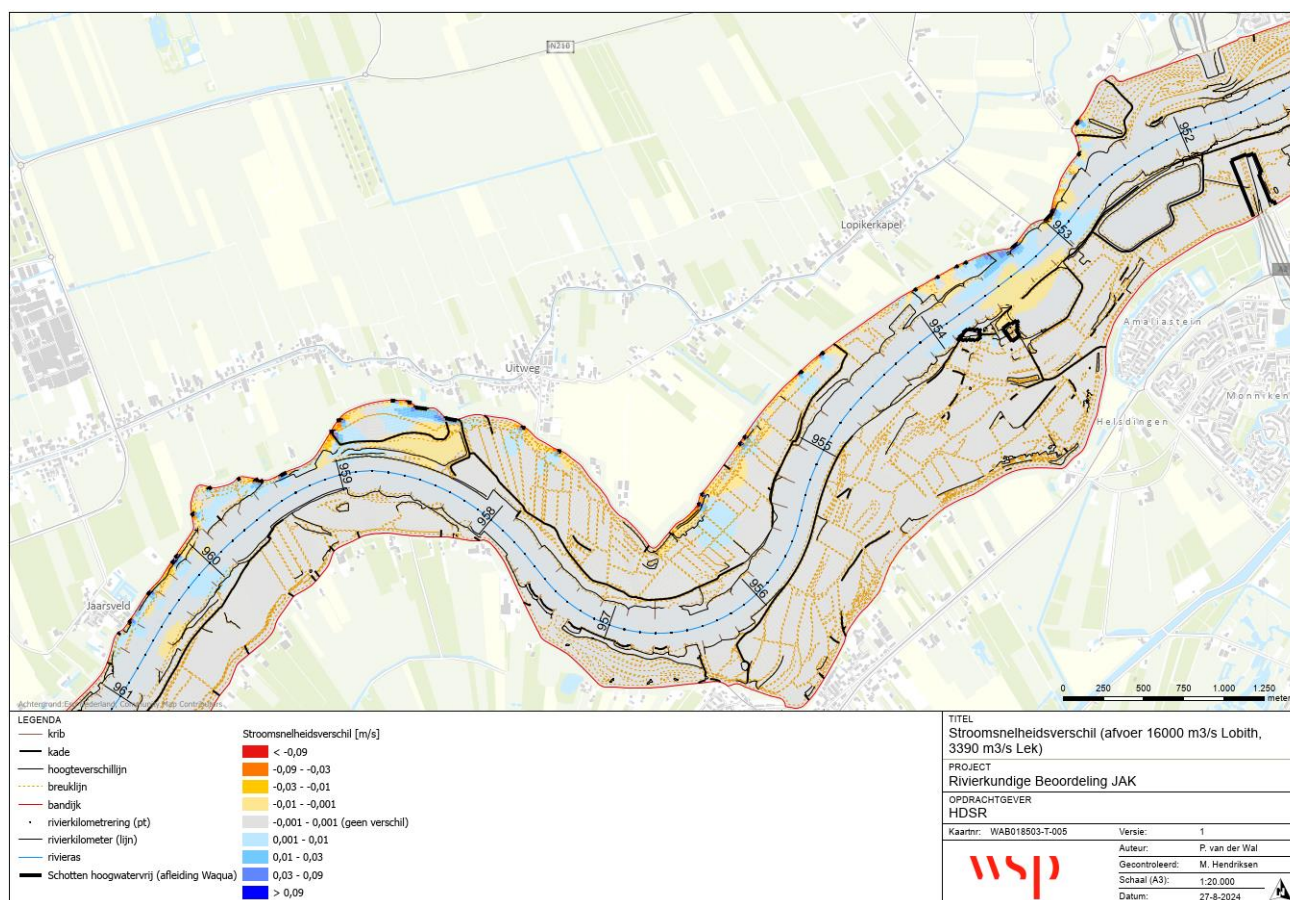
Een hoogwater heeft een groot effect op erosie en sedimentatie in het gebied. Vanuit het zomerbed komt veel sediment op de uiterwaarden terecht, en op enkele plekken spoelt het materiaal in de uiterwaarden zelfs weg.



Figuur 12: Debietslijnen referentiesituatie bij afvoer 16.000 m³/s

In Figuur 12 valt bij de debietslijnen op:

- Neer rkm 957,0 (direct benedenstrooms van knik in dijk rkm 956,7)
- Neer rkm 951,8 (direct benedenstrooms van landhoofd A2knik in dijk rkm 956,7)
- Tussen rkm 955,0 en 955,7 dwarsstroming van linkeroever in zomerbed, en vanuit zomerbed naar rechteroever.
- Effect van kades bij afvoer 16.000 m³/s minder zichtbaar op stroomrichting dan bij afvoer van 10.000 m³/s

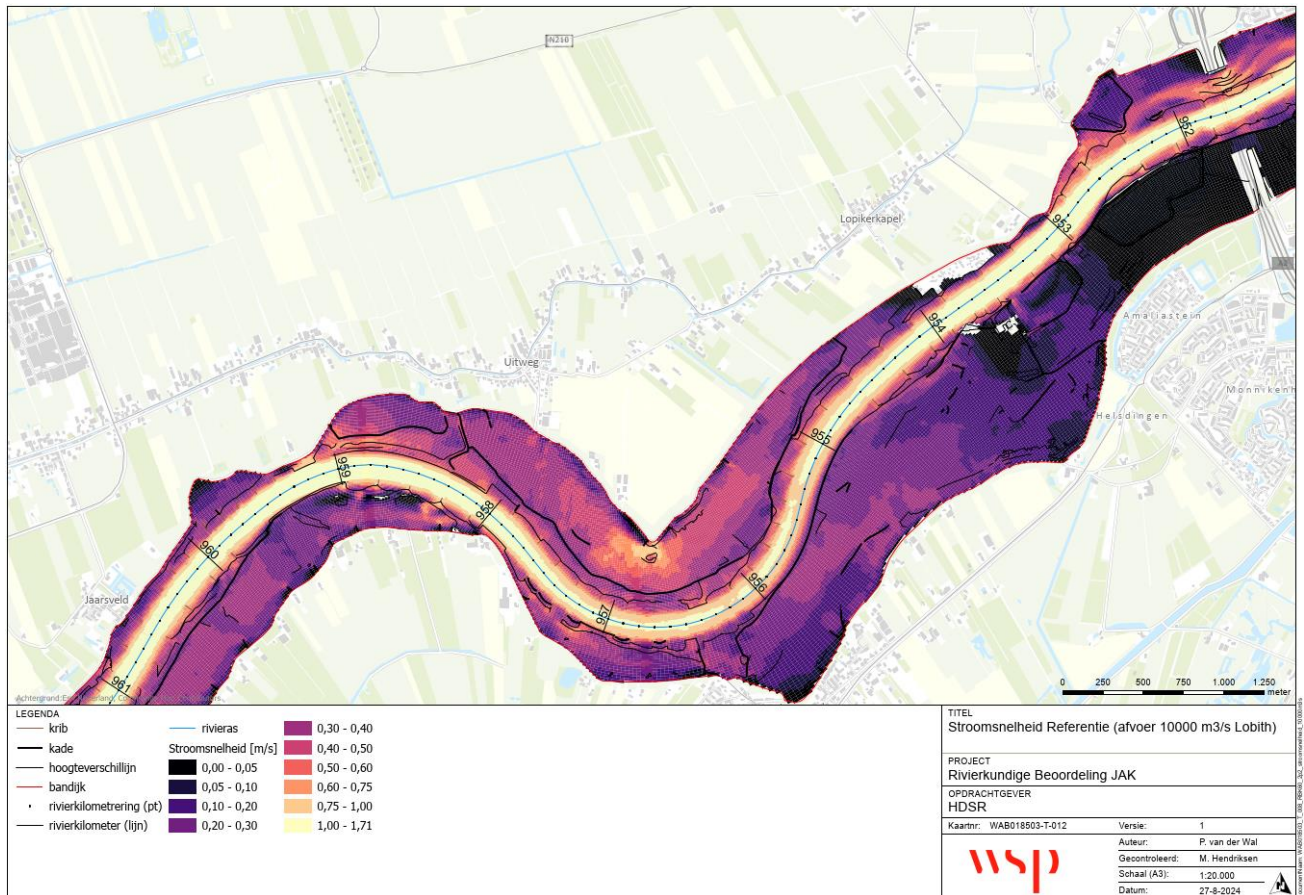


Figuur 13: Stroomsnelheidsverschil bij afvoer 16.000 m³/s

In Figuur 13 blijken berekende ritmische toe- en afnames van stroomsnelheid rondom de afgesloten roosterzellen. Het betekent daarom ook dat in de praktijk het water zich nabij de dijk anders door het winterbed beweegt dan wordt berekend. Het water komt in de praktijk immers parallel stromend aan de dijk geen hindernissen tegen. Op enige afstand tot de dijk (zoals bijvoorbeeld op de rivieras) zijn de resultaten al wel beter te interpreteren. In dit geval kan worden vastgesteld dat de effecten op de stroomsnelheid verwaarloosbaar of zeer klein zijn, zodat er geen nadelige gevolgen ontstaan als gevolg van de ingreep.

AFVOER 10.000 M3/S

In Figuur 14 is de stroomsnelheid voor de referentiesituatie opgenomen, in Figuur 15 de bijbehorende debietlijnen en in Figuur 16 het stroomsnelheidsverschil met de variant (ontwerp).

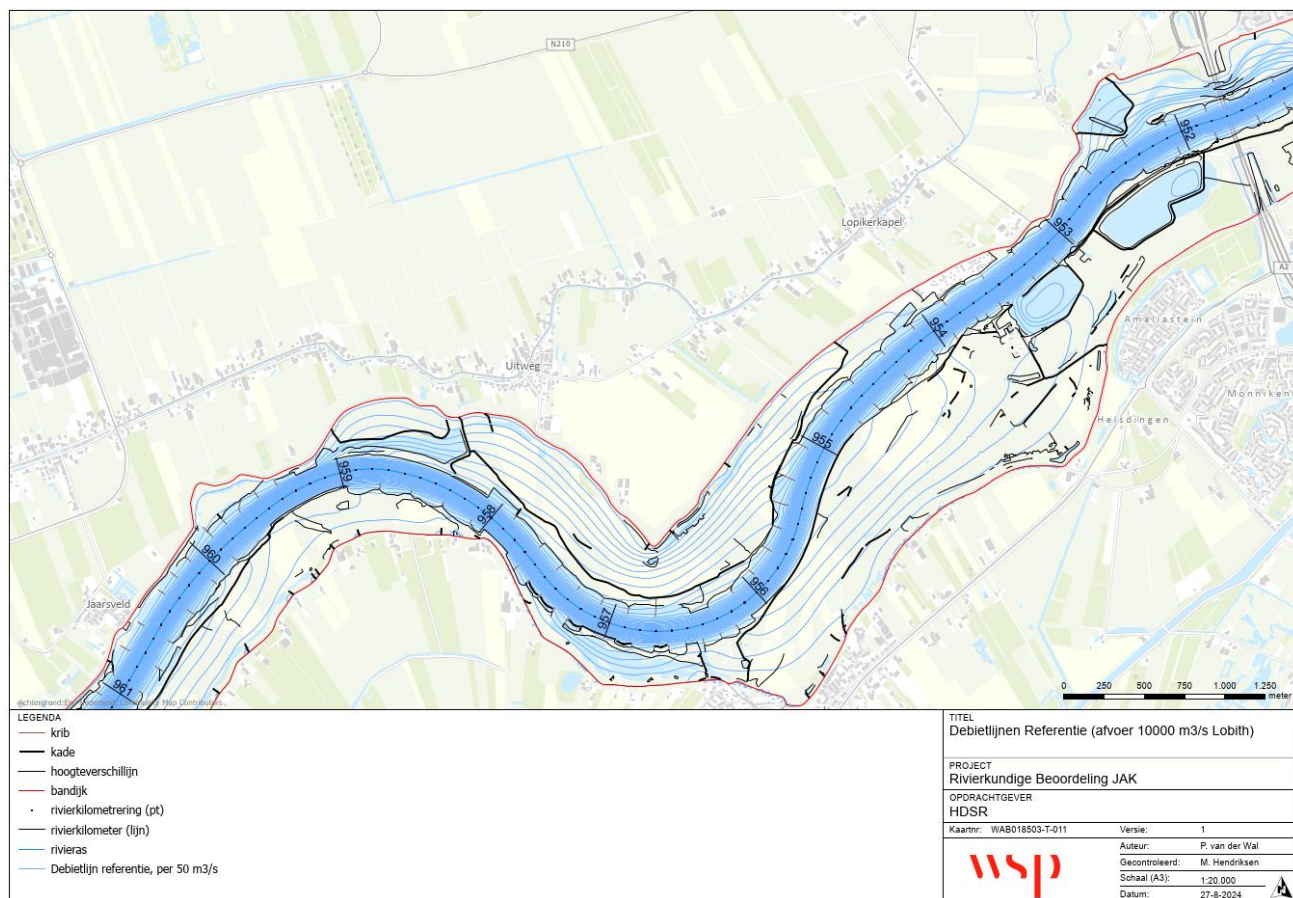


Figuur 14: Stroomsnelheid referentiesituatie bij afvoer 10.000 m³/s

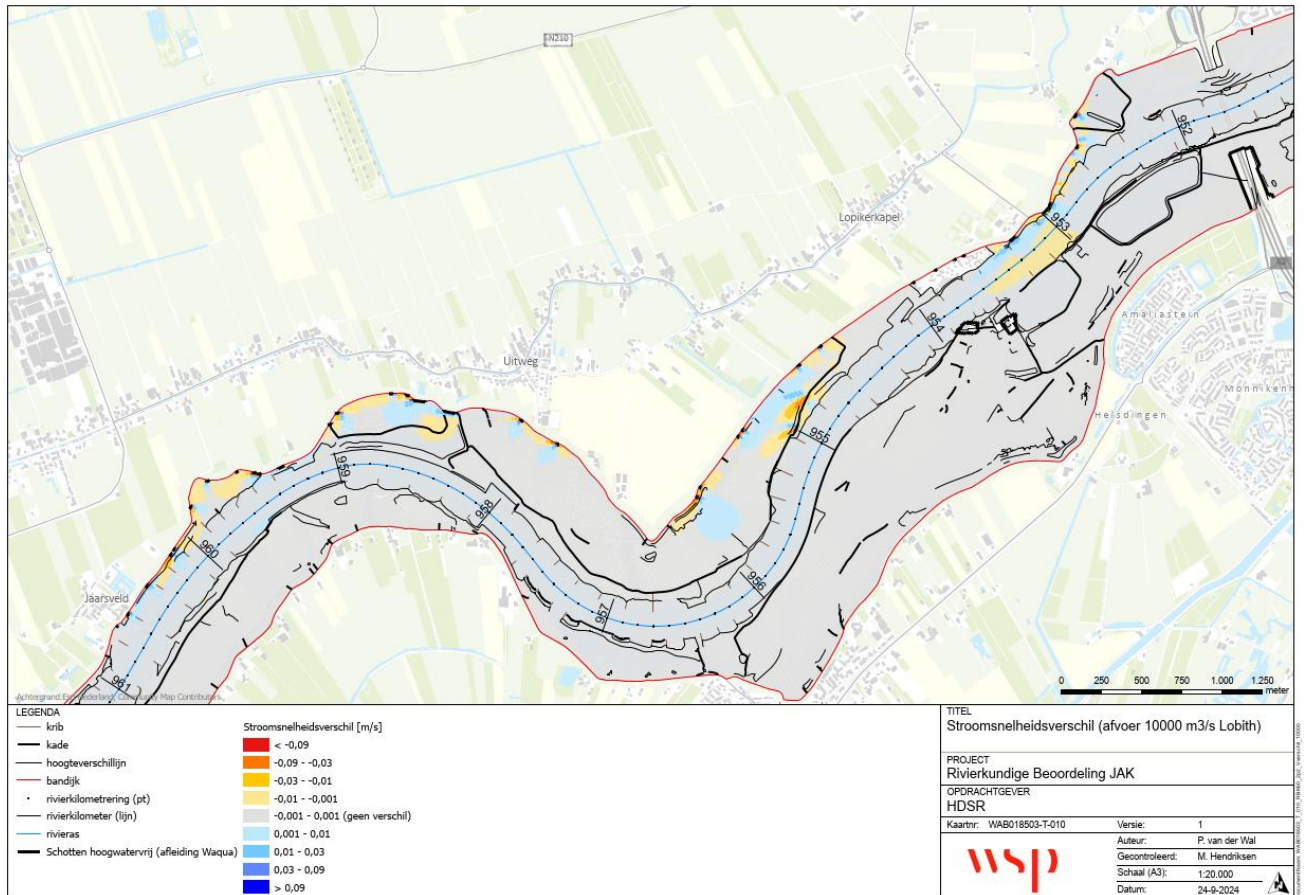
Uit Figuur 14 blijkt voor een afvoer van 10.000 m³/s (bij Lobith) een groot verschil te bestaan tussen stroomsnelheden in het zomer- en winterbed. De stroomsnelheid is in het zomerbed rondom rkm 956 bij deze afvoer zelfs groter dan bij een afvoer 16.000 m³/s.

Uit Figuur 15 blijkt dat bij een afvoer van 10.000 m³/s het meeste water door het zomerbed wordt afgevoerd, maar dat tegelijk de uiterwaarden en alle kades wel overstromen. Hierdoor moet worden verwacht dat bij een hoogwater met een maximale afvoer van 10.000 m³/s veel sediment uit het zomerbed bezinkt op het winterbed.

In Figuur 16 blijken berekende ritmische toe- en afnames van stroomsnelheid rondom de afgesloten roosterzellen. Het betekent daarom ook dat in de praktijk het water zich nabij de dijk anders door het winterbed beweegt dan wordt berekend. Het water komt in de praktijk immers parallel stromend aan de dijk geen hindernissen tegen. Op enige afstand tot de dijk (zoals bijvoorbeeld op de rivieras) zijn de resultaten al wel beter te interpreteren. In dit geval kan worden vastgesteld dat de effecten op de stroomsnelheid verwaarloosbaar of zeer klein zijn, zodat geen nadelige gevolgen ontstaan als gevolg van de ingreep.



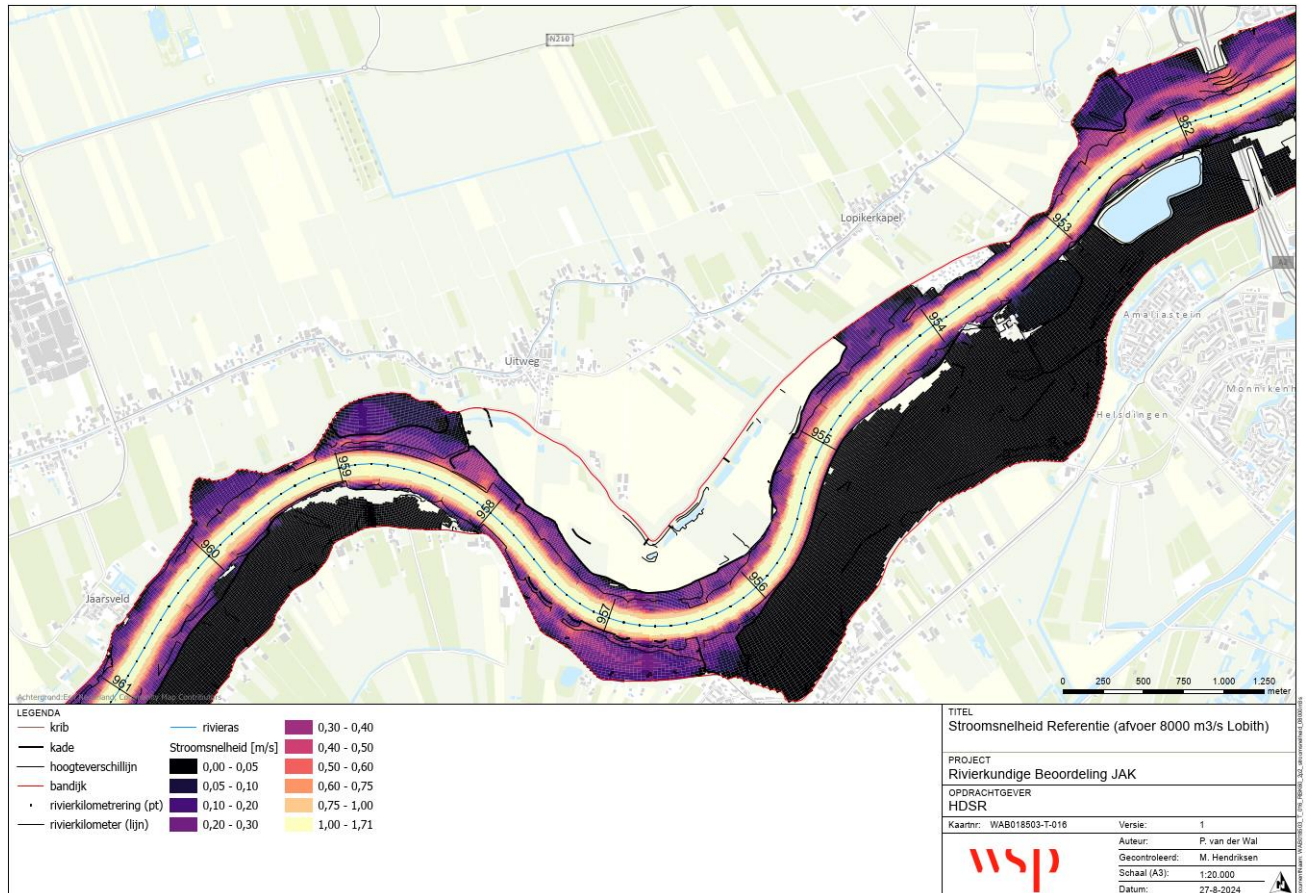
Figuur 15: Debietlijnen referentiesituatie bij afvoer 10.000 m³/s



Figuur 16: Stroomsnelheidsverschil bij afvoer 10.000 m³/s

AFVOER 8.000 M³/S

In Figuur 17 is de stroomsnelheid voor de referentiesituatie opgenomen, in Figuur 18 Figuur 15 de bijbehorende debietlijnen en in Figuur 19 het stroomsnelheidsverschil met de variant (ontwerp).

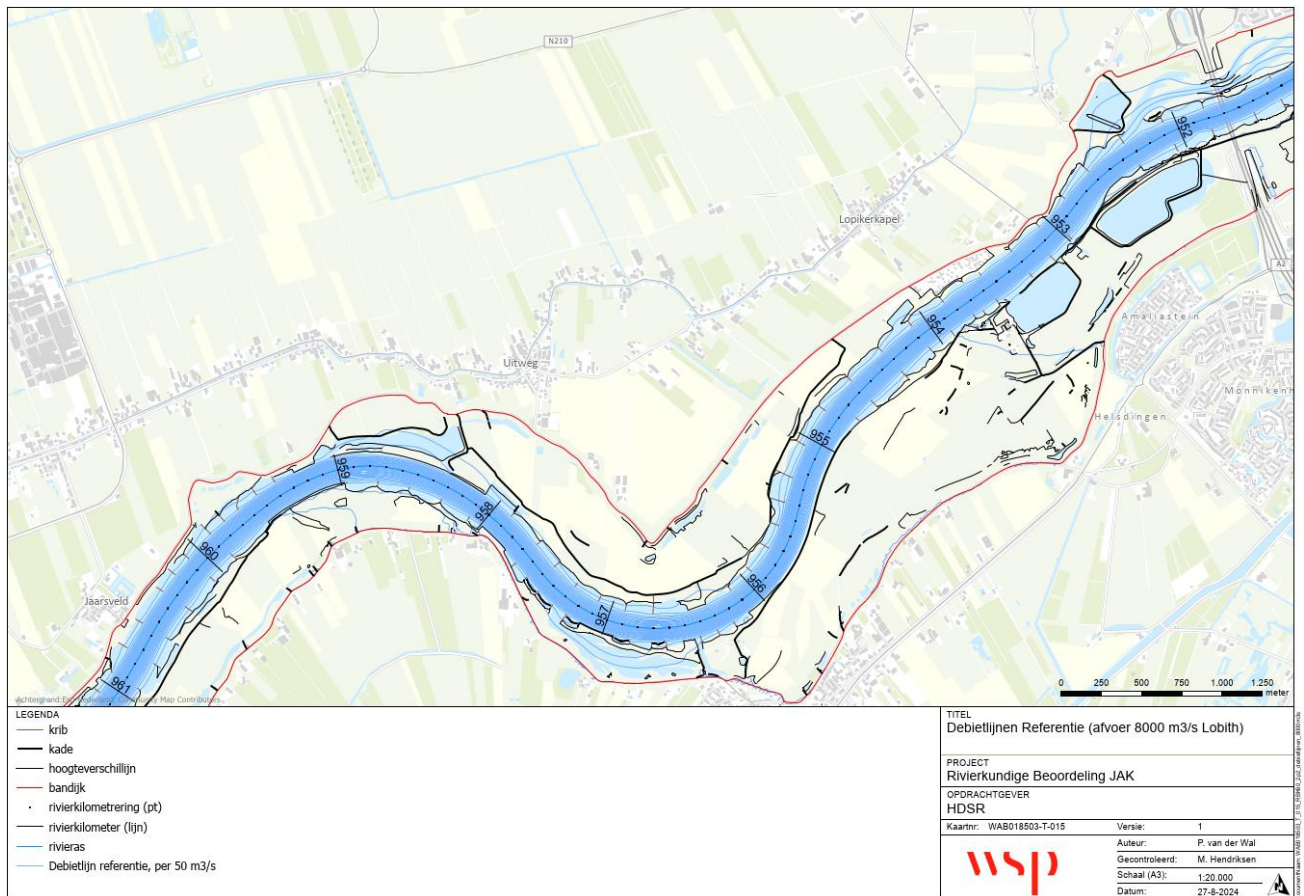


Figuur 17: Stroomsnelheid referentiesituatie bij afvoer 8.000 m³/s

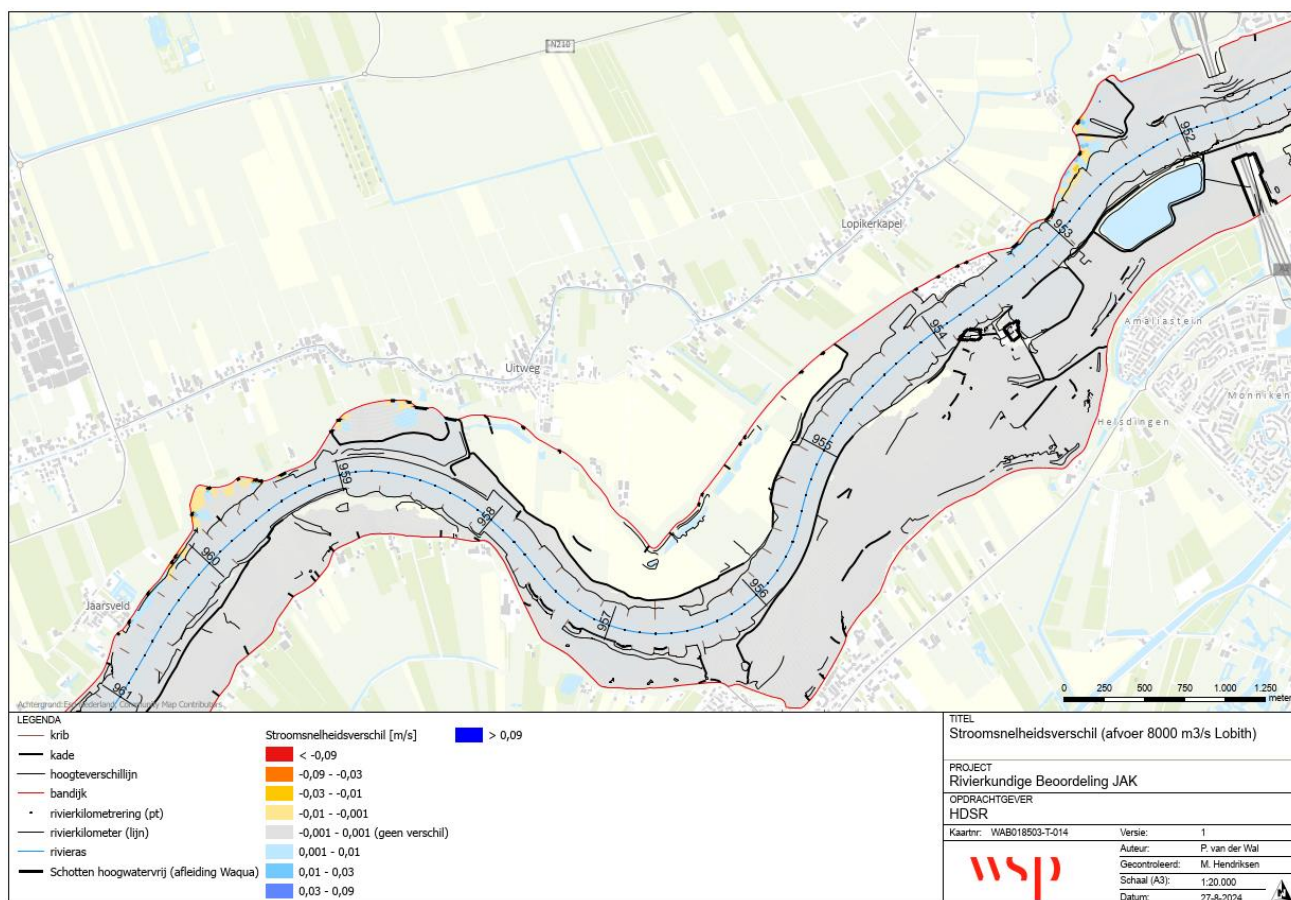
Uit Figuur 17 blijkt dat bij een afvoer van 8.000 m³/s (bij Lobith) over ongeveer de helft van het traject op rechteroever het water weliswaar tegen de dijk aan staat, maar dat hier van hoge stroomsnelheden nog geen sprake is, uitgezonderd bij rkm 959,2.

Uit Figuur 18 blijkt dat bij deze afvoer vrijwel al het water door het zomerbed wordt afgevoerd. Daar waar wel water staat op de uiterwaarden bezinkt materiaal gemakkelijk. Aangezien het water vele kades nog niet overstroomt, bestaat hier bij deze afvoer per definitie nog geen morfologisch effect.

In Figuur 19 blijken zelfs rondom de afgesloten roosterzellen nauwelijks stroomsnelheidsverschillen. Dit komt mede doordat het water bij deze waterstand nog maar langzaam stroomt langs te dijk (zie Figuur 17).



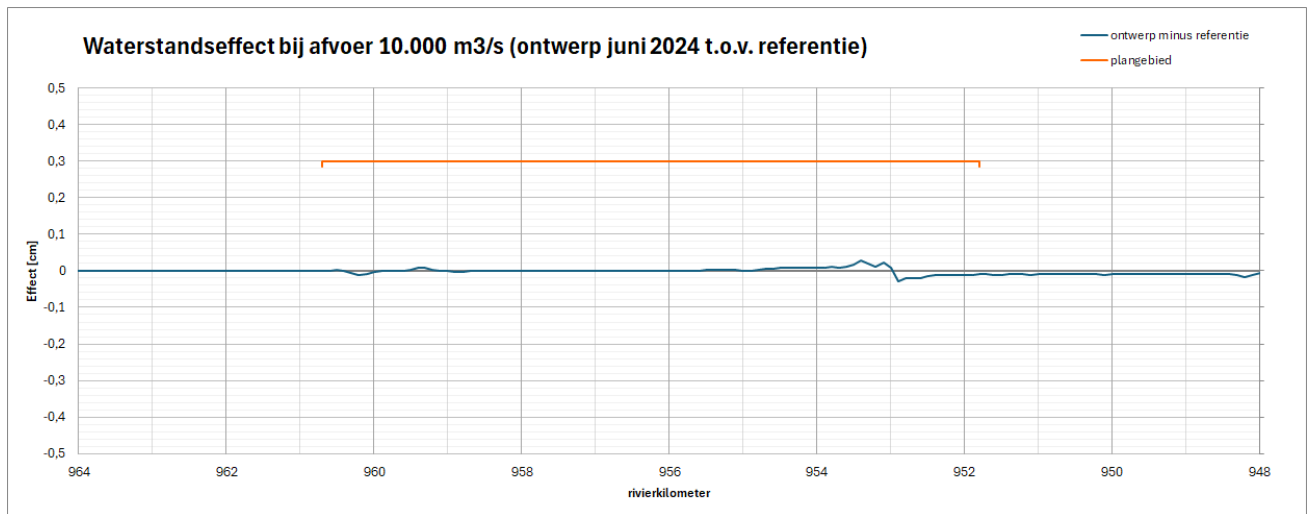
Figuur 18: Debietlijnen referentiesituatie bij afvoer 8.000 m³/s



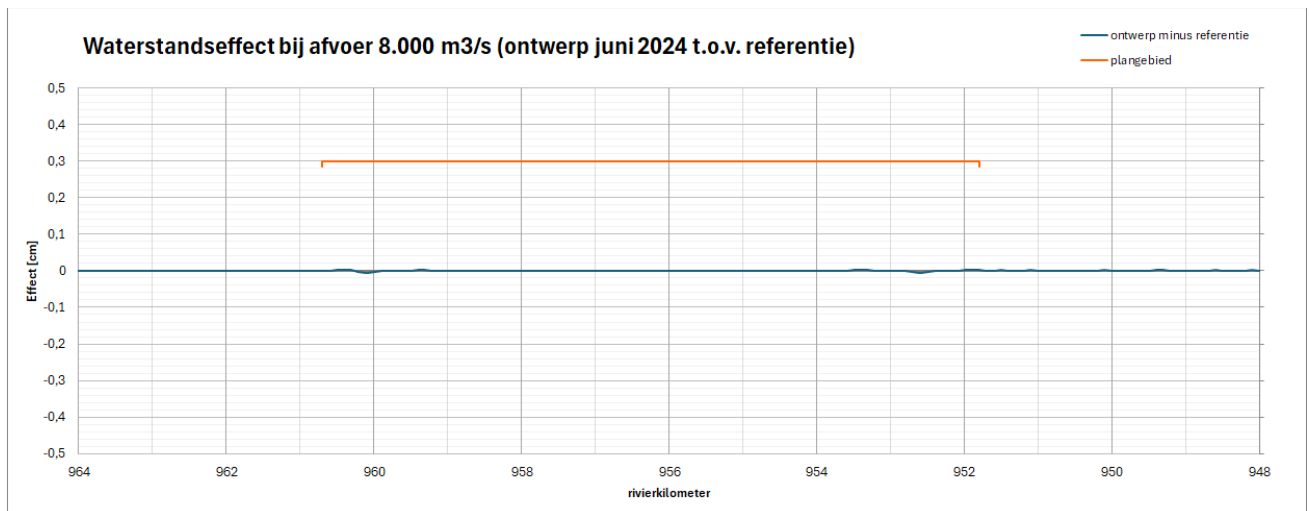
Figuur 19: Stroomsnelheidsverschil bij afvoer 8.000 m³/s

3.2.2 STROOMBEELD IN DE VAARWEG

Er worden geen waterstandseffecten berekend op de as van de rivier voor een afvoer van 10.000 m³/s (< 0,4 mm, zie Figuur 20) en evenmin voor afvoer van 8.000 m³/s (< 0,1 mm, zie Figuur 21). Hierbij ontstaan dan ook geen relevante verschillen in dwarsstroomsnelheid.

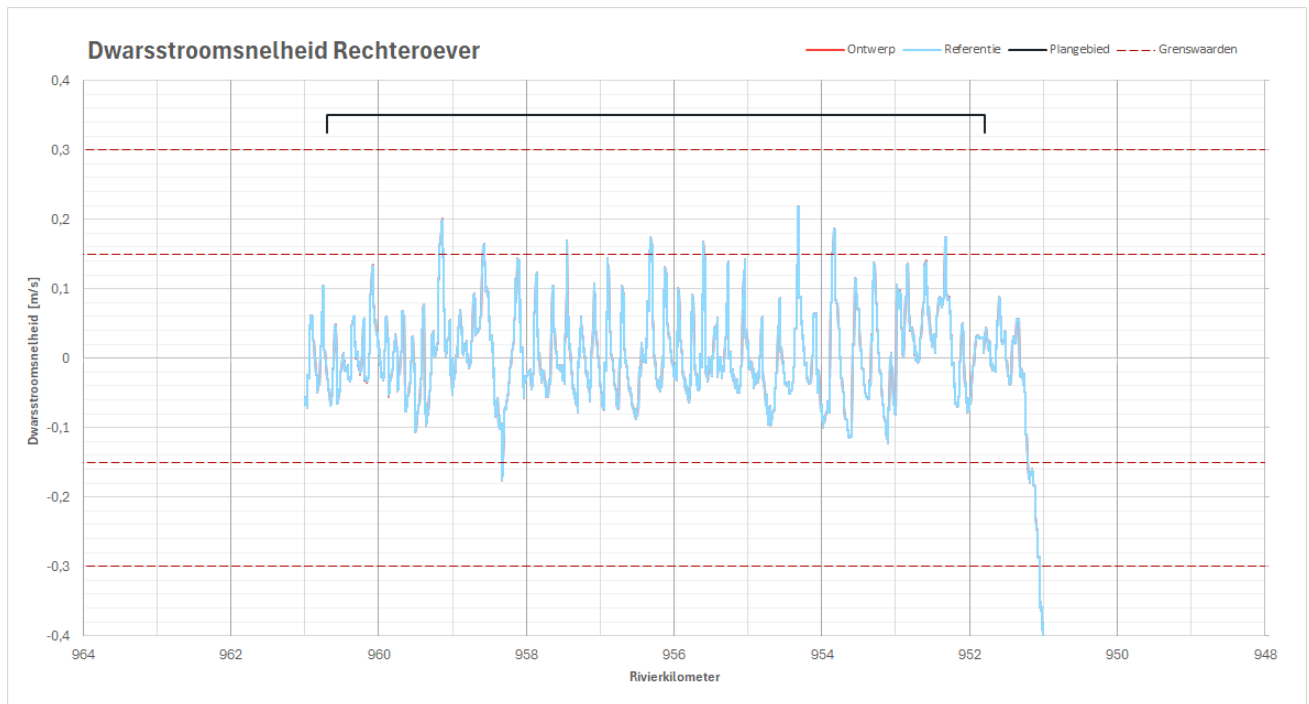


Figuur 20: Waterstandseffect ontwerp bij afvoer van 10.000 m³/s

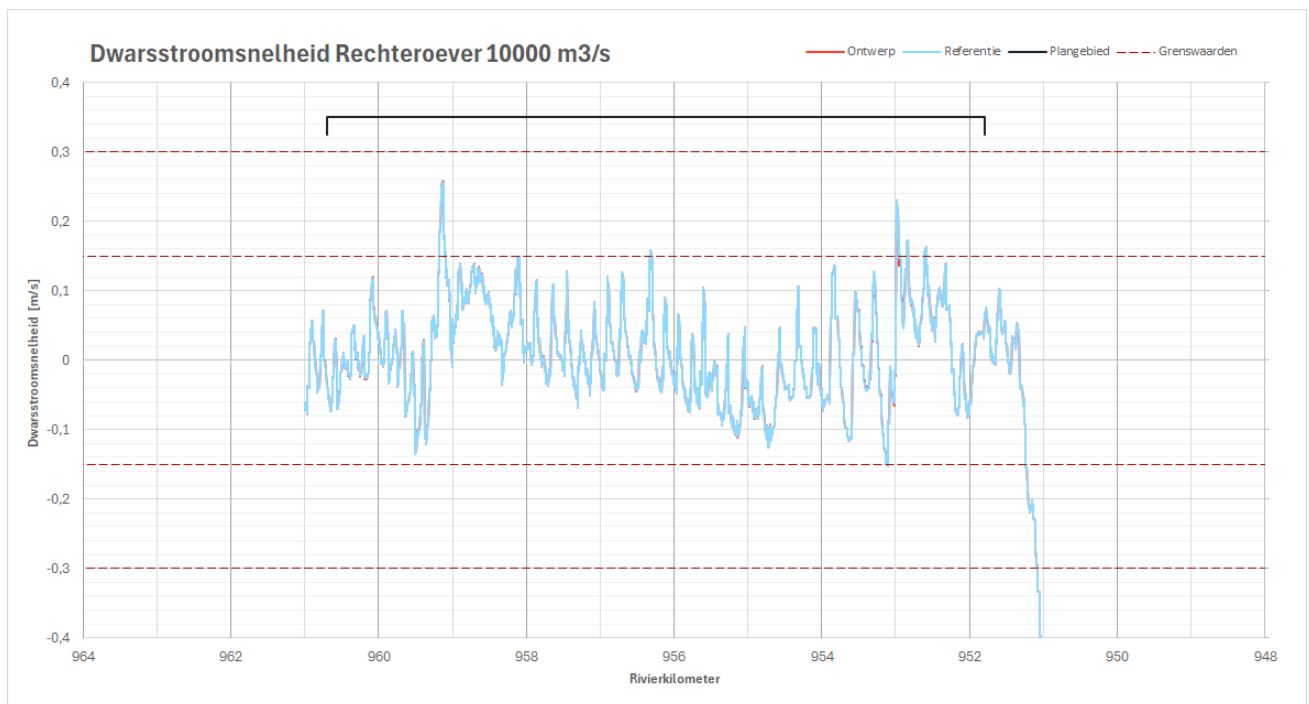


Figuur 21: Waterstandseffect ontwerp bij afvoer van 8.000 m³/s

In de referentiesituatie komen wel al wel piekjes in dwarsstroomsnelheden voor van > 0,15 m/s. Om inzicht te geven in de situatie is voor een afvoer van 8.000 m³/s de dwarsstroomsnelheid van zowel de referentie als het ontwerp in beeld gebracht (Figuur 22, Figuur 24).



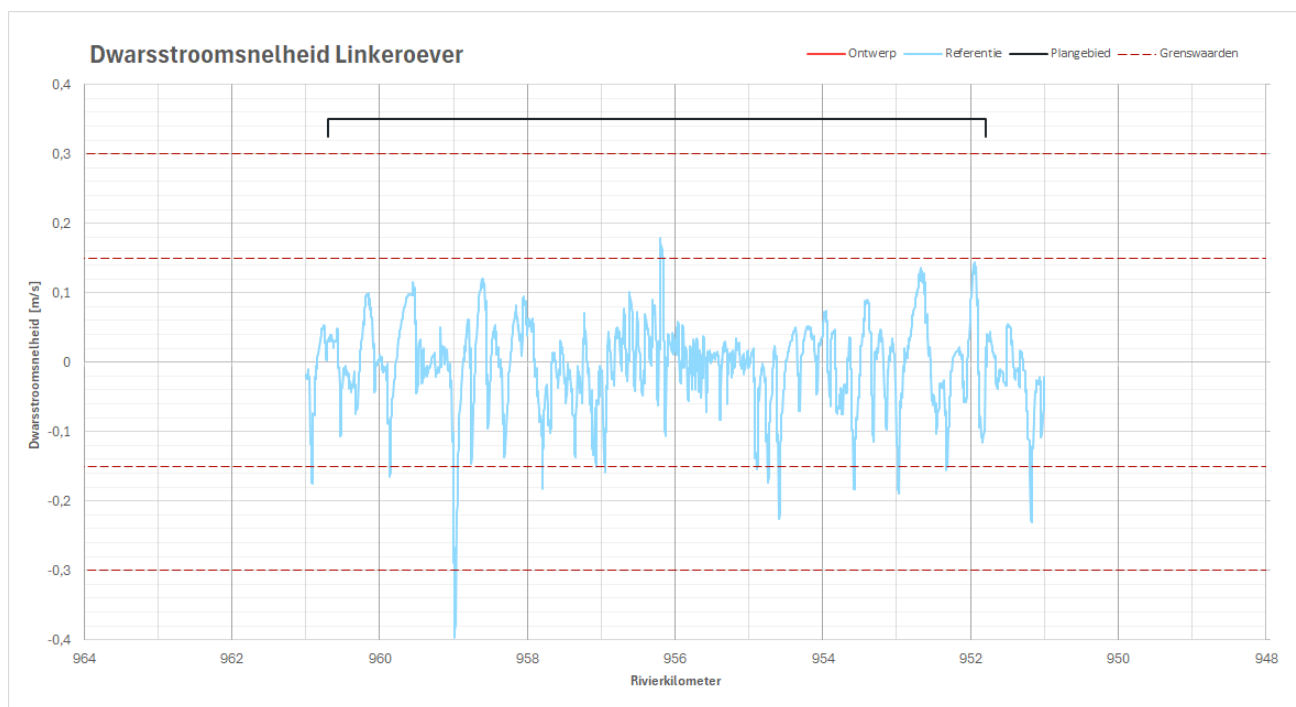
Figuur 22: Dwarsstroomsnelheden op rechteroever bij afvoer van 8.000 m³/s



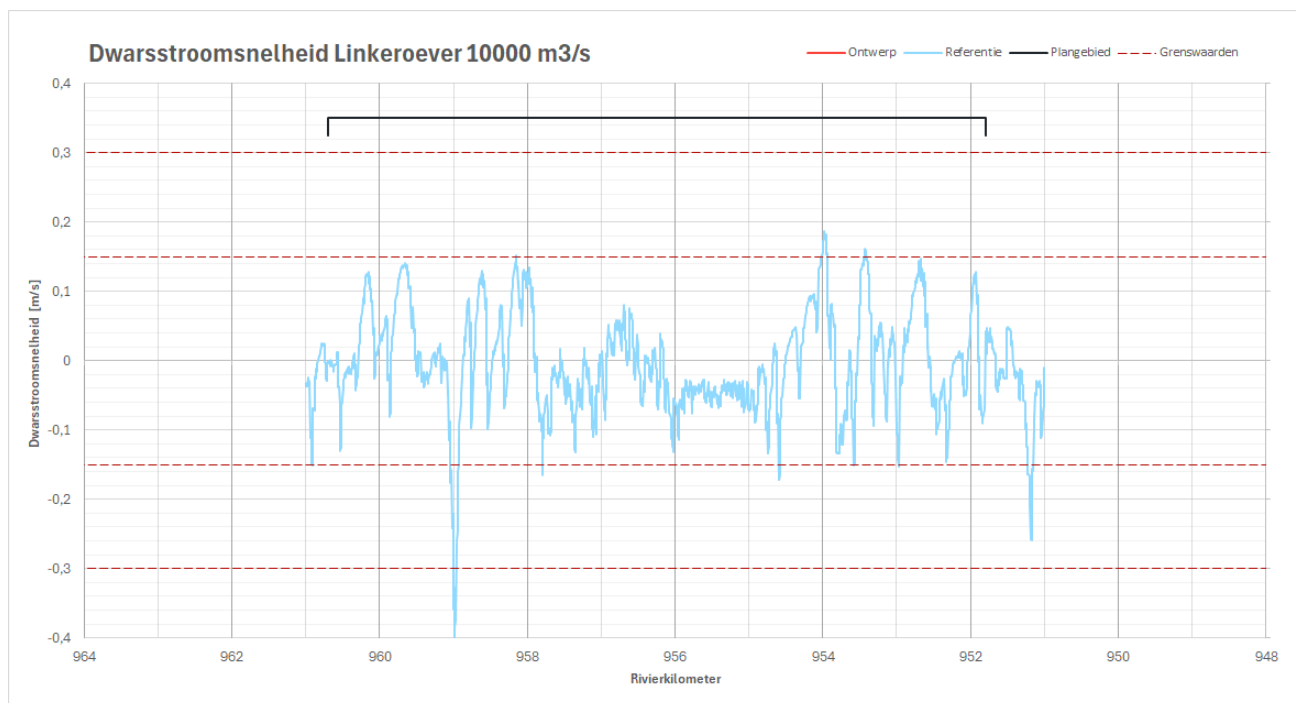
Figuur 23: Dwarsstroomsnelheden op rechteroever bij afvoer van 10.000 m³/s

In Figuur 22 en Figuur 23 valt op dat de dwarsstroomsnelheid van het ontwerp (rood) niet zichtbaar is doordat de lijn vrijwel geheel verdwijnt achter de lijn van de referentiesituatie (blauw). Hieruit is ook te zien dat de berekende verschillen in dwarsstroomsnelheden verwaarloosbaar zijn. Bij rkm 959,1 is in deze grafiek nog net

zichtbaar dat een verwaarloosbare toename van de dwarsstroomsnelheid is berekend: toename ruim kleiner dan 0,001 m/s.



Figuur 24: Dwarsstroomsnelheden op linkeroever bij afvoer van 8.000 m³/s



Figuur 25: Dwarsstroomsnelheden op linkeroever bij afvoer van 10.000 m³/s

Uit Figuur 24 en Figuur 25 blijkt dat de berekende verschillen in dwarsstroomsnelheden ook op de linkeroever verwaarloosbaar zijn.

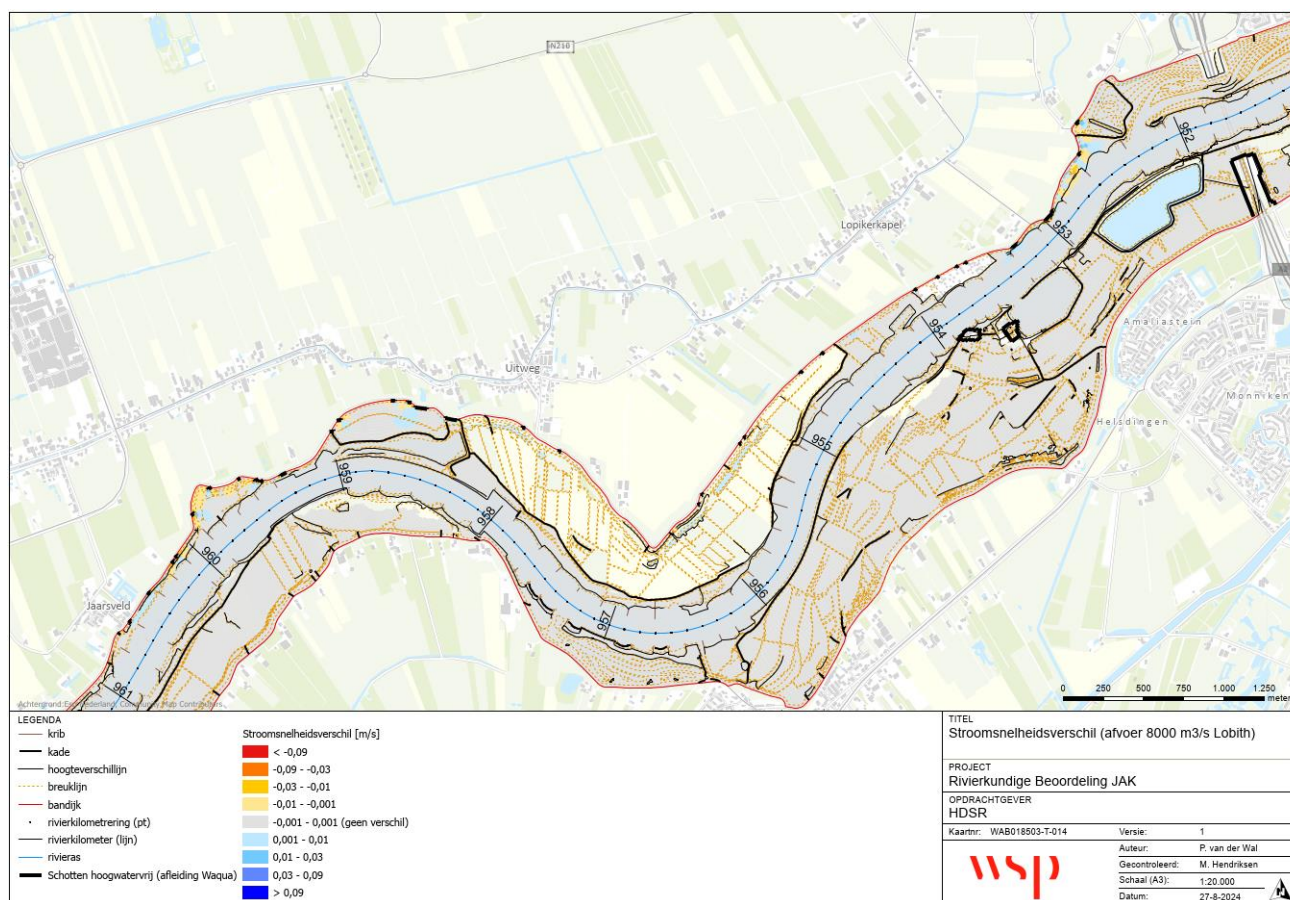
3.3 MORFOLOGISCHE EFFECTEN

In het Rivierkundig Beoordelingskader (6.0) en de Richtlijn morfologische effectbepaling binnen RWS ON worden een aantal aspecten genoemd die in beeld moeten worden gebracht. In de volgende paragrafen komen deze aan bod. Enige overlap bestaat met andere hoofdstukken en tussen de komende paragrafen onderling, maar dat komt de leesbaarheid van de paragrafen afzonderlijk ten goede.

3.3.1 KWALITATIEVE BESCHOUWING

Voor zowel het zomer- als winterbed wordt dit kwalitatief beschouwd op basis van de stroombeelden en stroomsnelheidsveranderingen. Morfologische effecten kunnen optreden wanneer een aantal dagen per jaar veranderde stromingscondities optreden. Voor een afvoer van 8.000 m³/s staat het water op delen van het traject tegen de dijk, en kan een eventueel effect van de dijkversterking op het stroombeeld bestaan.

Bij een afvoer van 8.000 m³/s stroomt het water nog maar langzaam over de teen van de dijk. Daarbij zijn de verschillen in berekende stroomsnelheden minimaal (zie Figuur 26). Dit, in combinatie met de minimale parallelle rivierwaartse verplaatsing van het buitentalud (en het dientengevolge voor 0,4 ha vergladden van kleine oppervlaktes bos en rietruigte tot grasakker), betekent dat enkel minimale effecten verwacht worden.



Figuur 26: Stroomsnelheidsverschil bij afvoer 8.000 m³/s (Lobith)

3.3.2 MORFOLOGIE IN HET ZOMERBED

Er is in de ingreep geen sprake van ingrepen in het zomerbed, en er worden geen nevengeulen gegraven. Vanuit deze aspecten zijn er geen effecten in relatie tot het gebruik en onderhoud van de vaarweg. Van andere grote veranderingen in het winterbed is evenmin sprake. Wel wordt het buitentalud iets rivierwaarts verplaatst.

Zoals gezegd leidt de wijze van modelleren en de schematisatie volgens bijlage 15 van het Rivierkundig Beoordelingskader versie 6.0 tot bepaalde beperkingen, maar op enige afstand van de kering kan het gemiddelde effect van een maatregel wel enigszins worden geïnterpreteerd.

Uit de berekende resultaten blijken in het zomerbed geen snelheidsverschillen te ontstaan, die leiden tot morfologische veranderingen op de korte of lange termijn. Er is dan ook geen aanleiding voor een nadere morfologische analyse van het zomerbed.

3.3.3 MORFOLOGIE IN HET WINTERBED

Er is in de ingreep geen sprake van ingrepen in het zomerbed, en er worden geen nevengeulen gegraven. Vanuit deze aspecten zijn er geen effecten in relatie tot erosie of sedimentatie in het winterbed. Van andere

grote veranderingen (vergravingen) in het winterbed is evenmin sprake. Wel wordt het buitentalud iets rivierwaarts verplaatst.

De wijze van modelleren en de schematisatie volgens bijlage 15 van het Rivierkundig Beoordelingskader versie 6.0 leidt ertoe dat een kleine rivierwaartse verplaatsing van de kering wordt vertaald in het incidenteel afsluiten van roostercellen (hoogwatervrij) waar dan in het model geen water meer doorheen kan stromen. Dit geeft bij een afvoer van 8.000 m³/s nabij de kering soms weliswaar lokaal *berekende* kleine stroomsnelheidsverschillen (zie Figuur 26) tot zo'n 0,03 m/s, maar deze zullen in de praktijk niet voorkomen. Het water beweegt parallel aan de dijk onder min of meer gelijke omstandigheden als bij de huidige situatie. De stroomsnelheidsverschillen zullen verwaarloosbaar zijn, en in het winterbed zeker niet leiden tot ongewenste morfologische effecten.

Bij de zelden voorkomende situatie met een afvoer toenemend tot 10.000 m³/s raken de kades overstroomd en door de lage stroomsnelheden ontstaat daarachter sedimentatie. Bij nog verder toenemende afvoeren nemen ook de stroomsnelheden in de uiterwaarden toe tot snelheden (ver) boven 0.3 m/s (zie Figuur 11) waardoor in deze fase van het hoogwater in de uiterwaarden ook sprake kan zijn van erosie. Wanneer de afvoer weer afneemt volgt weer een fase waarin in de uiterwaarden de stroomsnelheden afnemen, en depositie weer kan optreden.

De vorm van de hoogwatergolf ("hoe lang bestaan bepaalde stromingscondities?") is dan ook zeer bepalend voor of er op een plek netto erosie of sedimentatie optreedt. Het eventuele effect van deze maatregel hierop is niet meetbaar, maar in ieder geval verwaarloosbaar of afwezig.

4 EFFECTEN OVERZICHT

Tabel 2: Overzicht beoordeling effecten uit RBK 6.0

	RBK6.0	Te beoordelen effect	Beschouwing effect	Paragraaf rapport	Afvoer [m3/s]	Advies
Hoogwaterveiligheid	1.1	Maatregel in stroomvoerend deel rivier: Hoogwaterreferentie op de as van de rivier	Piek 0,4 mm	3.1.1	16.000	Voldoet
		Maatregel in bergend deel rivier: volume waterberging	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Voldoet
	1.2	Hoogwater-referentie buiten de as van de rivier	Verwaarloosbaar	3.1.2	16.000	Voldoet
	1.3	Afvoerverdeling bij Pannerdensch Kop en IJsselkop bij maatgevende Boven-Rijn afvoer	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Voldoet
	1.4	Afvoerverdeling bij Pannerdensch Kop en IJsselkop bij hoge Boven-Rijn afvoer	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Voldoet
Hinder of schade door hydraulische effecten	1.5	IJs afvoer	Geen toename $F < 0.08$	3.1.3	-	Voldoet
	2.1	Inundatiefrequentie van de uiterwaard	Onveranderd	N.v.t.	N.v.t.	Voldoet
	2.2	Stroombeeld in de uiterwaard	Verwaarloosbare verschillen	3.2.1	8.000, 10.000, 16.000	Voldoet
	2.3	Stroombeeld in vaarweg	Dwarsstroming onveranderd op linkeroever, verwaarloosbare effecten op rechteroever	3.2.2	8.000, 10.000	Voldoet
	2.4	Afvoerverdeling bij Pannerdensch Kop en IJsselkop bij hoge Boven-Rijn afvoer	Geen effecten	N.v.t.	N.v.t.	Voldoet
	2.5	Afvoerverdeling bij Pannerdensch Kop en IJsselkop bij een lage Boven-Rijn afvoeren	Geen effecten	N.v.t.	N.v.t.	Voldoet
	2.8	Onttrekking water uit zomerbed Rijntakken	Geen onttrekking, geen effecten	N.v.t.	N.v.t.	Voldoet
	2.9	Waterstand en stroombeeld in de vaargeul in de Nederlands-Duitse grensregio bij lage en mediane Boven- Rijn afvoeren	Geen effecten te verwachten	N.v.t.	N.v.t.	Voldoet
	3.1	Sedimentatie en erosie van het zomerbed (+ oevers) 1. Door ingrepen	1. Geen sprake van 2. Geen effect	3.3.2	8.000	Voldoet

		zomerbed 2. Door ingrepen winterbed				
	3.2	Sedimentatie en erosie van uiterwaard en nevengeulen: 1. sedimentatie winterbed 2. erosie winterbed	1. Geen toename sedimentatie 2. Geen toename erosie	3.3.3	8.000	Voldoet

De conclusie voor de beschouwde dijkversterkingsvariant inclusief beheerstrook is: "Voldoet". De conclusie voor een variant exclusief beheerstrook, en met dus nog kleinere verschillen ten opzichte van de referentiesituatie is eveneens: "Voldoet".



OVERZICHT BIJLAGE(N)

Bijlage 1

— Schematisatie ruwheden

BIJLAGE

1

SCHEMATISATIE RUWHEDEN



SCHEMATISATIE RUWHEDEN

Hieronder volgt een kaartserie met de vergelijking in ruwheden voor de referentie en het berekende ontwerp. Wanneer de kaarten op A3 worden afgedrukt is de schaal 1:2000.

