

Titel : Memo verwachte rivierkundige effecten
Ondertitel : Dijkversterking Wijk bij Duurstede - Amerongen
Datum : 01-07-2022
Aan : WAM projectteam en RWS-ON
Van : Auteur: Niels Welsch (Sweco), collegiale toets: Roel Velner (Sweco)
Betreft : Quickscan verwachte rivierkundige effecten van een tweetal koppelkansen en opgave aanleggen beheerstrook en taludherstel
DMS-nummer : 012539-MEM-22350
Bijlagen : "Praatprent-052-0.1.pdf" en "D2.0 20200219 WAM-49412 (dd 2020).pdf"

1.1 Introductie en aanleiding voor dit memo

Bij de dijkversterking Sterke Lekdijk (WAM) zijn een tweetal koppelkansen benoemd die mogelijk geïntegreerd worden in het DO. Ook is er een opgave voor het aanleggen van een beheerstrook en taludherstel. Dit memo beschrijft de resultaten van een quickscan naar verwachte rivierkundige effecten als gevolg van deze ingreepen. De quickscan is vooral op een kwalitatieve manier uitgevoerd door bestaande kaarten en (model)informatie te analyseren met behulp van expert judgement. Daarnaast is gebruik gemaakt van een analytische formule om een benadering te geven van verwachte opstuwing op de as van de rivier. Dit memo is tot stand gekomen na afstemming met het bevoegd gezag (Rijkswaterstaat Oost-Nederland) en wordt gebruikt als onderbouwing voor een Projectplan Waterwet.

Voor het Projectplan Waterwet dient aangetoond te worden dat de (combinatie van) ingreepen voldoen aan de eisen zoals gesteld in het Rivierkundig Beoordelingskader (RBK) 5.0. Het RBK maakt hierin onderscheid in drie onderdelen: hoogwaterveiligheid (bergend vermogen en waterstanden), hinder of schade door hydraulische effecten (o.a. stroombeelden en afvoerverdeling op de splitsingspunten) en morfologische effecten. De relevante ingreepen worden in dit memo getoetst op bovenstaande onderdelen. Vervolgens zal aan het einde een totaaloverzicht gegeven worden van de conclusies van de quickscan per ingreep.

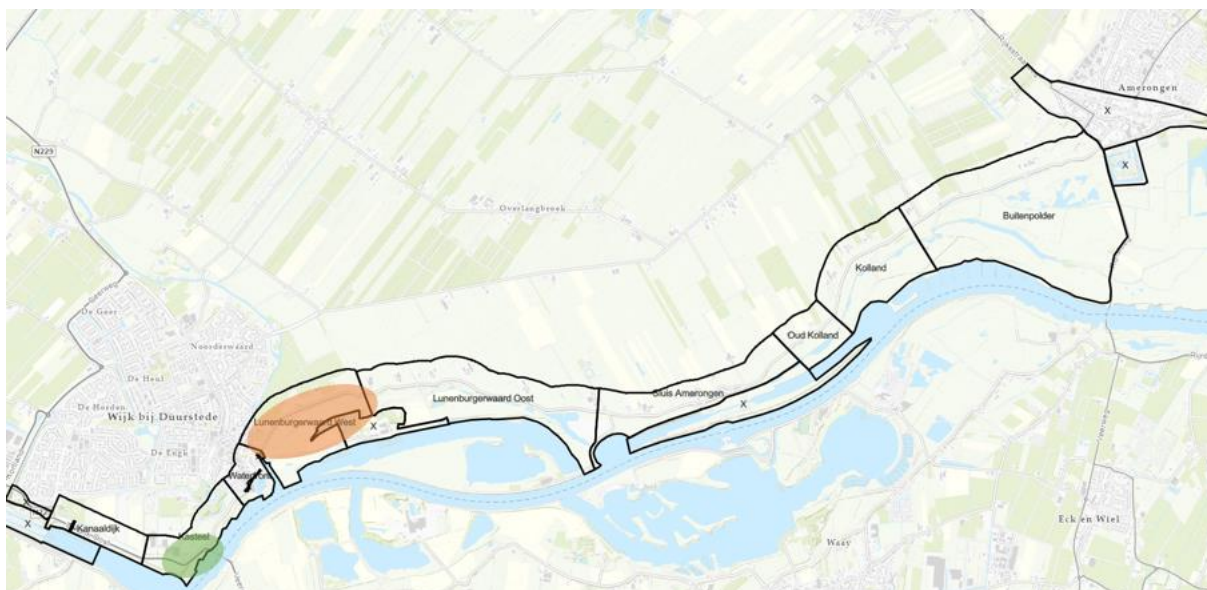
Bij koppelkansen 3 wordt bij de dijkversterking ook een 'plusvariant': een variant die de huidige koppelkansen vergroot. Deze plusvariant is in dit memo niet opgenomen, omdat deze ook niet onderdeel is van het Projectplan Waterwet. Hoewel bij een combinatie van ingreepen de rivierkundige effecten elkaar kunnen versterken of juist compenseren zijn de ingreepen in dit memo individueel beoordeeld. De quickscan die bij iedere ingreep wordt gepresenteerd moet dus op zichzelf geïnterpreteerd worden. Er is voor gekozen voor deze individuele beoordeling omdat het nog onzeker is welke koppelkansen meegenomen zullen worden in vervolgstadia van het project WAM en in een nog later stadium ook richting Projectplan Waterwet en uitvoering gebracht zullen worden. De uitgangspunten bij de uitgevoerde analyse zijn hieronder per ingreep beschreven. Als deze uitgangspunten worden aangepast bij de verdere

uitwerking, dan zal opnieuw een rivierkundige analyse worden uitgevoerd om de nieuwe situatie te toetsen, en zal deze opnieuw met Rijkswaterstaat worden besproken.

1.2 Overzicht totale projectgebied met beschouwde ingrepen

In totaal worden in dit memo drie ingrepen beoordeeld, waarvan de ligging is weergegeven in Figuur 1.2.1:

- Koppelkans 3: Natuurontwikkeling Lunenburgerwaard, aanbrengen reliëf in de Lunenburgerwaard West;
- De aanleg van een beheerstrook en taludherstel;
- Koppelkans 4: Verbeteren vrij liggend fietspad tussen beermuur en Princes Irenesluis (Variant 1 Fietspad en voetpad langs de Veerweg).



Figuur 1.2.1 Overzicht van projectgebied met ligging van ingrepen getoetst in dit memo. Koppelkans Lunenburgerwaard West (oranje), vrijliggend fietspad (groen), aanleg beheerstrook en taludherstel (hele dijktracé, zie voor beter inzicht in dit tracé de pdf: "Praatprent-052-0.1.pdf").

1.3 Resultaten verkennende rivierkundige berekeningen VKA fase (d.d. 2020)

Tijdens de totstandkoming van het voorkeursalternatief is in het jaar 2020 een variant onderzocht en gerapporteerd waarbij er sprake was van een rivierwaartse dijkversterking tussen de 2 en 5 meter. De rivierkundige effecten van deze ingreep zijn destijds in kaart gebracht door berekeningen in Waqua. Hierbij was de conclusie dat de rivierkundige effecten van de rivierwaartse dijkverbreding overal binnen de getolereerde 1 mm opstuwung op de rivier-as bleven. Verdere toelichting op de uitgevoerde simulaties is opgenomen in het memo met kenmerk "D2.0 20200219 WAM-49412" (zie bijlage). De inzichten verkregen door deze

berekeningen uit 2020 worden gebruikt bij het beoordelen van de rivierkundige effecten van een de aanleg van de beheerstrook en het taludherstel.

1.4 Relatie met de ‘redeneerlijn buitendijks versterken’

In 2017 is geconstateerd dat er in het rivierengebied een forse dijkversterkingsopgave lag. Bij veel van die dijkversterkingen moesten omvangrijke bermen worden gerealiseerd voor het verbeteren van de macrostabiliteit. Dit bleek binnendijks op sommige locaties niet mogelijk vanwege de aanwezigheid van bijvoorbeeld monumentale bebouwing. In die gevallen kwam een buitenwaartse versterking in beeld, waarbij de as van de dijk rivierwaarts wordt verlegd.

De ruimte buitendijks (in het rivierbed) is echter schaars en moet zo veel mogelijk beschikbaar blijven voor de afvoer en berging van rivierwater. In de Redeneerlijn buitendijks (rivierwaarts) versterken (december 2017 vastgesteld door RWS/DGWB in samenspraak met Unie van Waterschappen/HWBP) is toegelicht hoe te handelen indien binnendijkse ingrepen redelijkerwijs niet mogelijk zijn. Elementen van de redeneerlijn zijn dat de waterstandseffecten (zoveel mogelijk binnen de projectscope) worden gecompenseerd. Indien dit niet mogelijk is kan worden meegekoppeld met andere projecten of op programma- / gebiedsniveau. Bij onder meer dijkversterking Gorinchem-Waardenburg is gebruik gemaakt van de redeneerlijn. Hier is de as van de dijk op enkele plaatsen buitenwaarts verschoven en zijn de rivierkundige effecten binnen het project gecompenseerd.

Bij dijkversterking WAM is in de verkenning een versterking langs de buitenzijde van de dijk onderzocht als één van de varianten. In het huidige dijkontwerp is echter geen sprake van buitenwaartse versterking zoals bedoeld in de redeneerlijn. De pipingopgave wordt opgelost door middel van een combinatie van technische ingrepen aan de binnenzijde en aan de buitenzijde van de dijk. De buitenwaartse versterkingen zijn ingrepen onder het maaiveld.

2 Quickscan rivierkundige effecten van de ingrepen

In dit hoofdstuk beschrijven we achtereenvolgens de quickscan van:

- Koppelkans 3: Natuurontwikkeling Lunenburgerwaard West (par. 2.1);
- De aanleg van een beheerstrook en taludherstel (par. 2.2);
- Koppelkans 4: Verbeteren fietspad tussen beermuur en Princes Irenesluis (par. 2.3).

Elke paragraaf is opgebouwd uit de volgende beschreven onderdelen:

1. Locatie
2. Beschrijving ingreep
3. Veranderingen ten opzichte van de huidige situatie
4. Quickscan rivierkundige effecten

De eerste drie onderdelen vormen de beschrijving van de ingreep. Onderdeel vier bevat de rapportage van de quickscan naar de verwachte rivierkundige effecten.

2.1 Natuurontwikkeling Lunenburgerwaard West (koppelkans 3)

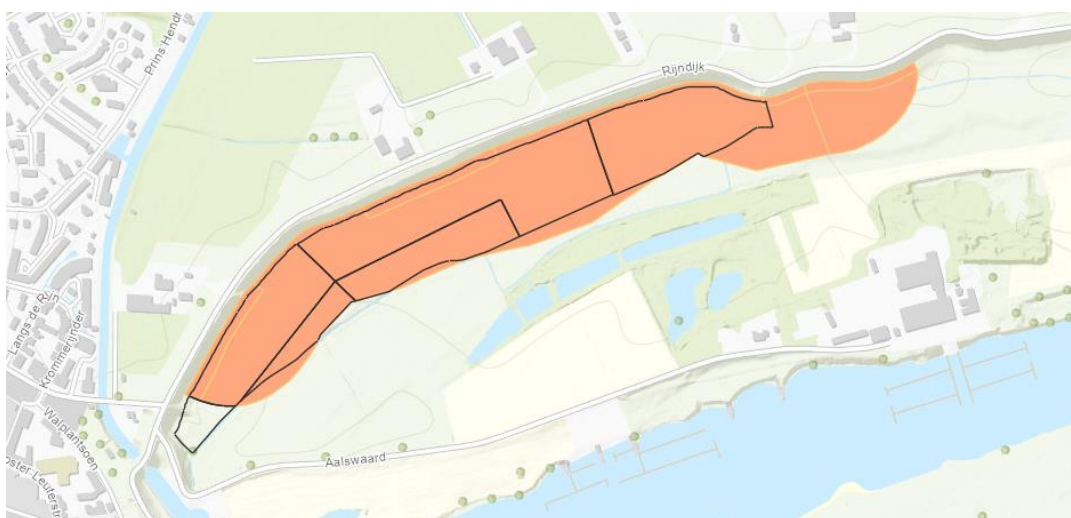
2.1.1 Locatie

Koppelkans 3 ligt in het gebied de Lunenburgerwaard West, ten oosten van Wijk bij Duurstede tussen dijkpaal 74 en 85, zie Figuur 2.1.

2.1.2 Beschrijving ingreep

Vanuit de hoogwaterveiligheidseisen zal er in de Lunenburgerwaard West een horizontale pipingingreep getroffen worden. De ligging hiervan is weergegeven middels het oranje gebied in Figuur 2.1. De pipingingreep wordt ingevuld door middel van het realiseren van een klei-inkassing of door het ingraven van een bentonietmat. Het is op dit moment nog niet duidelijk welk van beide ingreepen daadwerkelijk gekozen wordt. Indien er gekozen wordt voor de realisatie van een klei-inkassing wordt er een kleilaag van ruim een meter dikte op 80cm onder het maaiveld aangebracht. De bentonietmat wordt 1 cm dik en ook op 80cm onder het maaiveld aangebracht. De diepte van 80cm onder maaiveld wordt aangehouden om te voorkomen dat (wortels van) vegetatie en eventuele bovengrondse activiteiten de mat of klei-inkassing perforeren.

Koppelkans 3 is het ontwikkelen van natuur in de Lunenburgerwaard West, door het afplaggen van een voedselrijke toplaag van 20 cm. Deze koppelkans is aangedragen door de Provincie Utrecht. Het betreffende gebied is zwart omlijnd in Figuur 2.1. Afgesproken is dat het project WAM onderzoekt of dit kan in combinatie met de horizontale pipingingreep, omdat hiervoor al grootschalig grondwerk wordt verricht. Naast het afgraven van de toplaag, wordt ook reliëf aangebracht in de uiterwaard. Voor beide onderdelen van de koppelkans (afplaggen en reliëf aanbrengen) is het uitgangspunt om geen rivierkundige effecten teweeg te brengen. De grond die vrijkomt bij het afplaggen zal in het geval van de bentonietmat onder de mat worden teruggebracht. In het geval van een klei-inkassing wordt de vrijgekomen grond afgevoerd naar buiten het gebied. De benodigde grond die nodig is voor het aanbrengen van het reliëf in de uiterwaard komt vrij uit delen in het gebied waar de grond wordt afgegraven om het reliëf aan te passen. Dit wordt onder andere gedaan om een ongehinderde afwatering te bevorderen en zo ingesloten laagtes te voorkomen.

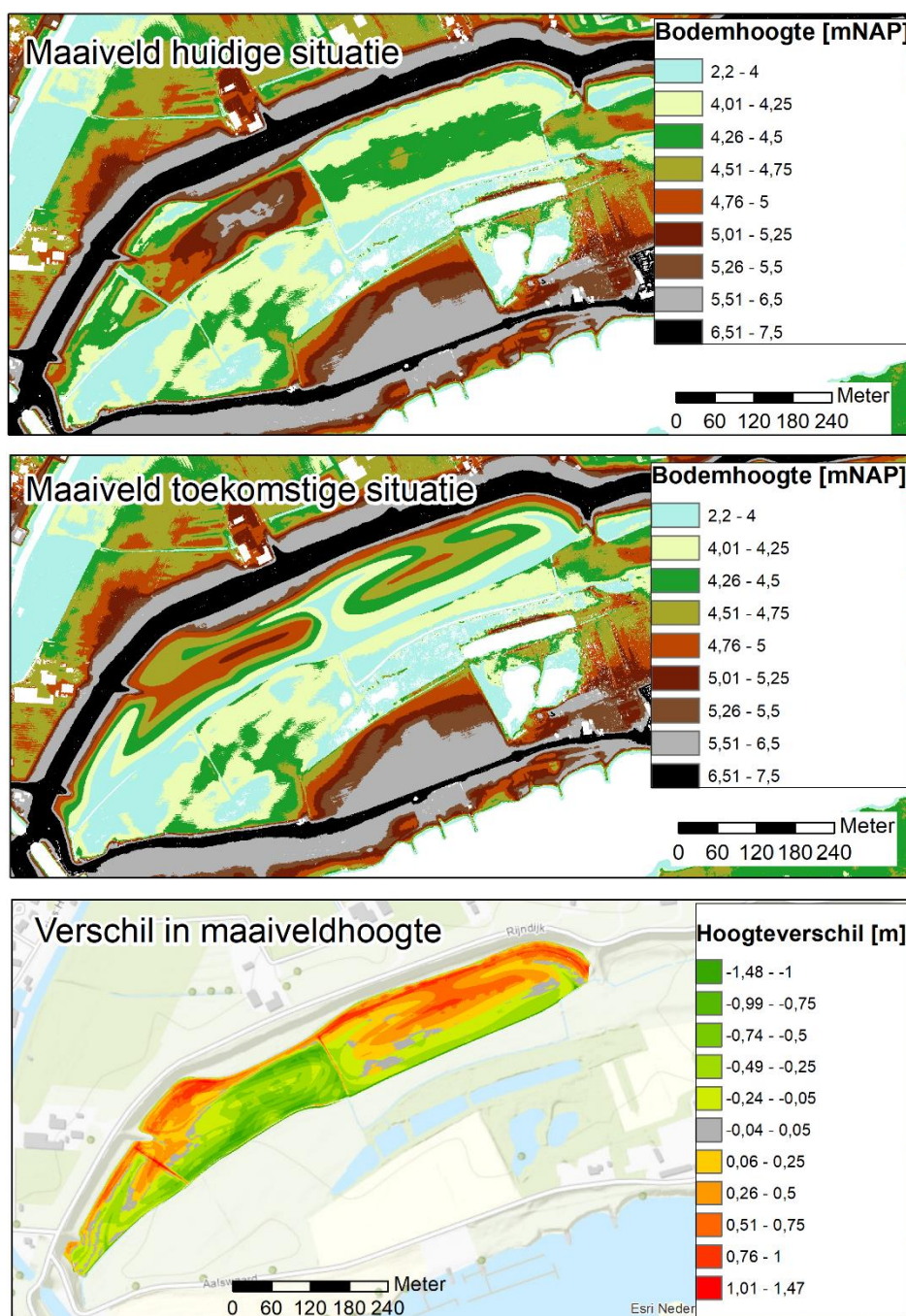


Figuur 2.1. Gebiedsbeslag van de ingrepen in de Lunenburgerwaard West. Het oranje gebied betreft de locatie van de horizontale pipingingreep. De zwarte lijnen beschrijven de omtrek van het gebied dat binnen de koppelkans zal worden afgeplagd.

2.1.3 Veranderingen ten opzichte van huidige situatie

Het aanleggen van een horizontale pipingingreep in combinatie met de afplagging leidt niet tot een ophoging- of verlaging van het maaiveld. De afgeplagde grond zal bij voorkeur worden afgevoerd. Deze afgevoerde grond zal worden vervangen door voedselarme grond die vrijkomt bij het creëren van ruimte voor het kleipakket. Het restant grond dat vrijkomt door de klei-inkassing en niet ter vervanging van de afgeplagde grond dient wordt ook afgevoerd. Indien er een bentonietmat ingegraven wordt, dan zal dit geen effect hebben op de bodemhoogte in het oranje gearceerde deel in Figuur 2.1.

Het aanbrengen van reliëf in de uiterwaard levert wel een verandering in maaiveldhoogte op. In Figuur 2.2 is de huidige bodemhoogte op basis van AHN3 voor de Lunenburgerwaard West samen met het toekomstige ontwerp voor het nieuwe reliëf in de Lunenburgerwaard West weergegeven. De reeds aanwezige grondrug wordt iets verlaagd, om ten oosten hiervan een nieuwe lagere grondrug aan te brengen. Hiermee worden ingesloten laagtes voorkomen. De hoogtelijnen voor de toekomstige situatie zijn in stappen van 25cm ingetekend. Hierdoor ontstaat er een getrapt beeld als het ontwerp met het huidige AHN3 raster wordt samengevoegd. In de praktijk zal de herinrichting glooiend worden aangelegd tussen de hoogtelijnen. Het materiaal dat nodig is om het maaiveld op te hogen komt vrij uit de plekken waar het maaiveld wordt verlaagd. Netto wordt er dus geen grond aangevoerd.



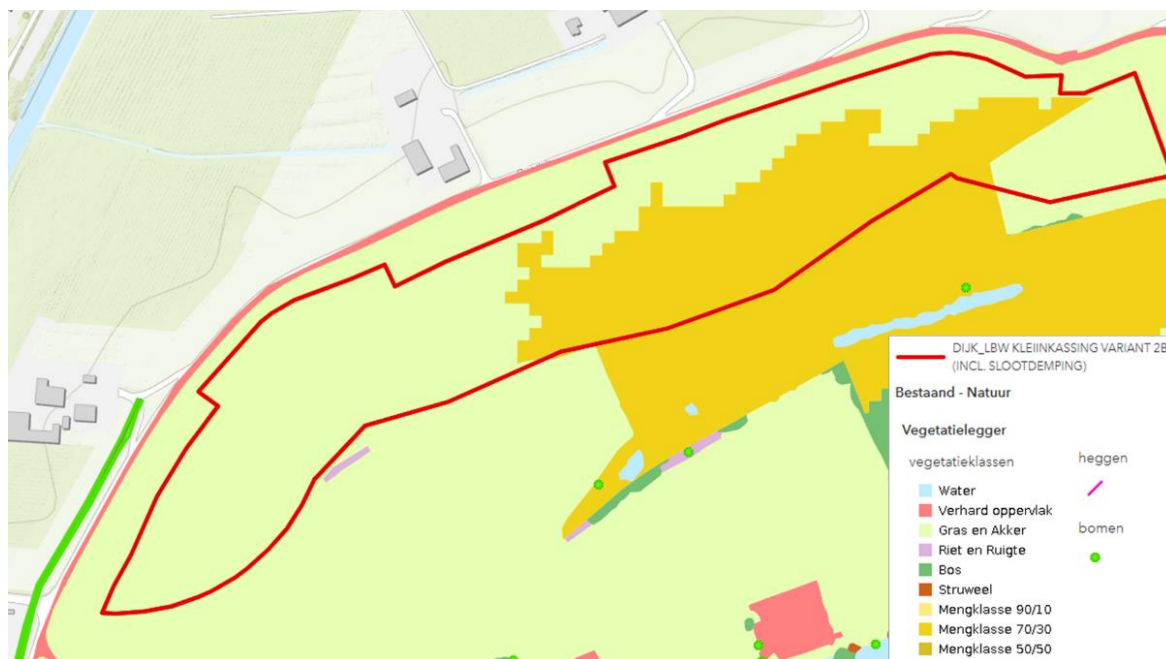
Figuur 2.2. Maaiveldhoogte in de huidige en toekomstige situatie en het verschil tussen beiden voor het ontwerp van de Lunenburgwaard West.

De verandering in bodemhoogte tussen de huidige en toekomstige situatie is weergegeven in Figuur 2.2. Te zien is dat de maximale toename in bodemhoogte 1,3m bedraagt. De toename bevindt zich vooral bij de aansluiting met de teen van de dijk en op de plekken waar de twee huidige aanwezige watergangen die haaks op de dijk liggen worden gedempt. Hiermee wordt de afwatering naar de sloot bevorderd. Tegelijkertijd worden ingesloten laagtes voorkomen. De reeds aanwezige grondrug wordt verlaagd met ongeveer 25 cm tot 5.25 mNAP (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).

Vegetatieontwikkeling

Het afplaggen van de toplaag heeft als doel om natuurontwikkeling te realiseren. In de huidige situatie (Figuur 2.3) bestaat het gebied volgens de Vegetatielegger 2020 uit een combinatie van “gras en akker” en “mengklasse 70/30”. In het gebied van de natuurontwikkeling bevinden zich daarnaast geen bomen en heggen.

In de toekomstige situatie zal het gebied worden ontwikkelend met glanshaverhooiland. Conform het beeldenboek vegetatiebeheer wordt glanshaverhooiland ingedeeld in de klasse “gras en akker”. Dit is minder ruw dan de huidige aanwezige “mengklasse 70/30”. Vanuit het project is de wens echter om de vegetatielegger niet aan te passen. De vegetatieontwikkeling wordt om die reden dus ook niet meegenomen in de quickscan van de rivierkundige effecten.



Figuur 2.3. Vegetatieklassen in de huidige situatie. Het rood omlijnde gebied beslaat het oppervlak waarin de ingreep plaatsvindt.

2.1.4 Quicksan rivierkundige effecten 'natuurontwikkeling Lunenburgerwaard West'

Impact op de waterstand

De locatie van deze koppelkans ligt in een regime dat volgens het Beleidsboek Grote Rivieren geclassificeerd kan worden als stroomvoerend regime. Beoordelingscriterium 1.1 uit het RBK 5.0 schrijft daarom voor dat de opstuwing veroorzaakt door deze koppelkans onder 1mm dient te blijven. Het aanbrengen van reliëf in de Lunenburgerwaard West leidt tot een lokale verhoging van het maaiveld en op een andere locatie tot een verlaging van het maaiveld. De verhoging van het maaiveld zal naar verwachting leiden tot een lokale belemmering van de rivierafvoer, terwijl de maaiveldverlaging de lokale rivierafvoer juist zal versoepelen. De mate waarin beide effecten optreden is mede afhankelijk van de ligging en de (directe) omgeving. In dit memo is op een conservatieve manier geanalyseerd. We benaderen de opstuwing als gevolg van de ophoging met een analytische formule. Voor deze benadering hebben we gebruik gemaakt van onderstaande formule, afkomstig uit de RIZA nota "Ruimte voor de rivier door herinrichting van de Afferdensche en Deestsche Waarden":

$$\Delta h = \left[\left(\frac{Q_1}{Q_2} \right)^2 - 1 \right] \Delta H_0$$

Waarbij Q staat voor de afvoer door de vaargeul in m³/s, H voor het verhang in mm over de lengte van de ingreep en het subscript 0 staat voor de huidige situatie en subscript 1 staat voor de toekomstige situatie. We gaan in de berekening uit van een stroomsnelheid in de huidige situatie op de locatie van de ingreep tussen 0,2 en 0,3 m/s bij MHW (zoals berekend in 2020). Om de belemmering in doorstroomoppervlak te bepalen, bepalen we het dwarsprofiel op twee locaties:

1. Daar waar momenteel het maaiveld binnen het projectgebied het hoogste is (Figuur 2.4, lijn 1), hier ontstaat de meest relevante toename in doorstroomoppervlak;
2. Daar waar in het ontwerp de toename in maaiveldhoogte het meeste toeneemt (Figuur 2.4, lijn 2), hier ontstaat de grootste afname in.

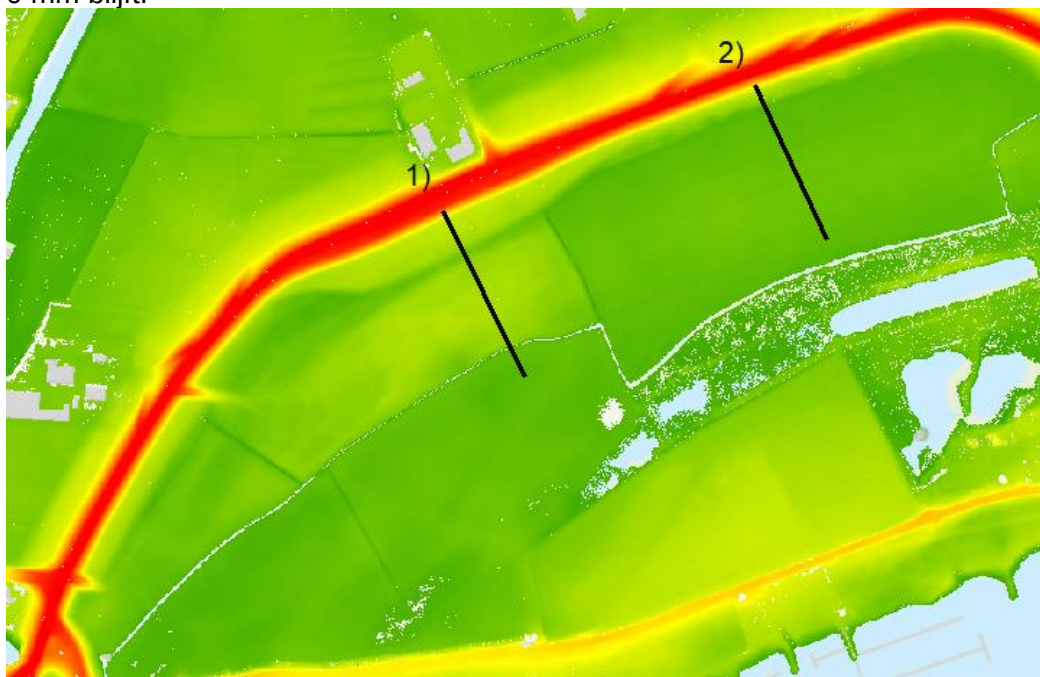
Door het verschil in bodemhoogte in de huidige en toekomstige situatie per locatie van elkaar af te trekken kan de verandering in doorstroomoppervlak worden bepaald. De bodemhoogte op de raaien is afgeleid middels een GIS analyse. Uit de maaiveldveranderingen op de locatie van de dwarsprofielen volgt dat op de eerste locatie er sprake is van een afname in doorstroomoppervlak van ongeveer 50 m². Op basis van de bovenstaande formule levert dit een waterstandsverlaging tussen 0.7 en 1 mm. Op de tweede locatie, daar waar het maaiveld verhoogd wordt, verdwijnt er ongeveer 35 m² doorstroomoppervlak. Volgens bovenstaande formule resulteert dit in een waterstandsverhoging tussen 0.5 en 0.7 mm. Aangezien de waterstandsverlaging direct benedenstrooms van de waterstandsverhoging ontstaat, wordt verwacht dat beide effecten met elkaar verrekend mogen worden. Dit verwachten we omdat de waterstandsverhoging door de maaiveldverhoging binnen de invloedslengte van de waterstandsverlaging door de maaiveldverlaging ligt. De invloedslengte is de afstand waarover

een ruimtelijke verandering effect heeft op de waterstand. Deze benaderen we aan de hand van een vuistregel:

$$\text{invloedslengte} = \text{lengte ingreep} + 3 * \text{breedte ingreep}.$$

Vullen we deze vuistregel in met de eigenschappen van de maaiveldverlaging, lengte is 250m en breedte is 77m, dan vinden we een invloedslengte van 481m. De invloedslengte van de maaiveldverhoging bovenstrooms, met een lengte van 315m en een breedte van 60m, is ongeveer 496m. Daarmee zijn de invloedslengtes ongeveer gelijk en kunnen we de verhoging en verlaging bij elkaar optellen. Daarnaast scheidt een zomerkade met een hoogte van 7 mNAP het zomerbed van de uiterwaard. Door de hoogte van deze kade, zal de kade op zichzelf als stuw functioneren: het gebied achter de zomerkade zal zich eerst als een badkuip vullen. Op het moment dat de rivierafvoer ook door het gebied van de ingreep zal stromen moet er in het gebied al ongeveer 1.3m water staan om over de zomerkade uit de uiterwaard te stromen. Eventuele kleine waterstandsverschillen in de uiterwaard zullen door de zomerkade worden uitgevlakt en op de as van de rivier niet meer zichtbaar zijn.

De benadering geeft daarmee aan dat deze ingreep naar verwachting aan beoordelingscriterium 1.1 voor stroom voerende regimes uit het RBK 5.0 voldoet, omdat de opstuwing naar verwachting (en na verrekening van verlagingen en verhogingen) op of onder 0 mm blijft.



Figuur 2.4. Locatie van de cross-secties waar het verschil in doorstroomoppervlak voor de analytische vuistregel is bepaald.

STERKE LEKDIJK

MEMO

Impact op de afvoerverdeling

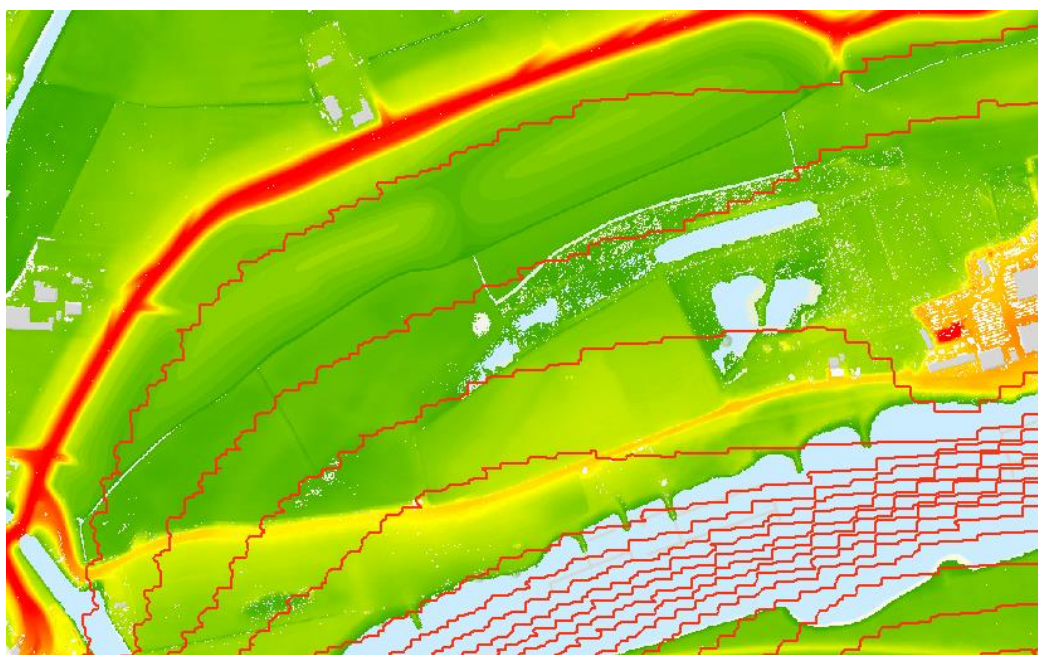
De ingreep bevindt zich ongeveer 46 rivierkilometers benedenstrooms van het splitsingspunt de IJsselkop en 56 rivierkilometers van de Pannerdensche Kop. Eventuele rivierkundige effecten door deze ingreep moet dus ver in bovenstroomse richting doorwerken om de dynamiek, en daarmee de afvoerverdeling, op deze splitsingspunten te beïnvloeden. Door deze grote afstand tot het splitsingspunt, zal de afvoerverdeling door deze ingreep naar verwachting niet veranderen.

Impact op het stroombeeld en onttrekking van water uit het zomerbed van de Rijntakken

Voor de scheepvaart is het onder andere belangrijk dat de dwarsstroming niet te groot wordt. In het RBK wordt daarom ook getoetst op stroombeeld in de vaarweg en de uiterwaard. De ingreep ligt zoals beschreven achter een zomerkade die het zomerbed van het winterbed scheidt bij afvoeren onder $8000\text{m}^3/\text{s}$. Bij afvoeren onder $8000\text{m}^3/\text{s}$ treden dus geen veranderingen in het stroombeeld in het zomer en winterbed op. Van onttrekking van water uit het zomerbed bij lage en mediane afvoeren is dus ook geen sprake.

Bij afvoeren groter dan $8000\text{m}^3/\text{s}$ zal het winterbed mee gaan stromen met de rivier. Voordat een ruimtelijke verandering op deze locatie in het winterbed de stroming in het zomerbed zal beïnvloeden, moet de waterstand hier ten minste gelijk zijn aan de hoogte van de zomerkade. Het winterbed zal eerst 'vol moeten lopen'. Wanneer dat het geval is, is de waterdiepte op de locatie van de ingreep al ruim 1m; de ingreep is al volledig overstroomd. Daarnaast wordt de ingreep in lijn met de huidige stroombanen aangelegd, zie Figuur 2.5. Hierdoor zal het water langs de huidige stroombanen blijven stromen. Van toename in dwarsstroming in de vaarweg is dus geen sprake.

Op basis van deze redenering concluderen we dat het ontwerp van de ingreep voldoet aan de eisen uit het RBK5.0 op het gebied van stroombeelden en onttrekking van water uit de Rijntakken.



Figuur 2.5. Maaiveldhoogte in de Lunenburgerwaard West voor de toekomstige situatie samen met de stroombanen in de huidige situatie. De stroombanen zijn ingetekend per 100m³/s.

Impact op de morfologie

Ingrepen in de uiterwaard van de rivier kunnen leiden tot aanzanding en/of erosie in zowel het zomerbed als in het winterbed. In het RBK 5.0 zijn daarom twee beoordelingscriteria opgenomen waarbij getoetst wordt op de erosie die de ingreep in het rivierbed veroorzaakt.

Effecten in het zomerbed

De ingreep in de Lunenburgerwaard West vindt plaats in het gedeelte van de uiterwaard dat door een zomerkade gescheiden wordt van de vaargeul. Door de hoogte van deze zomerkade op 7 mNAP, zal het gebied waarin de ingreep plaatsvindt pas bij afvoeren boven 8000 m³/s mee gaan stromen op basis van de betrekkinglijnen (RWS, 2018). Voor afvoeren onder 8000 m³/s hebben veranderingen in de uiterwaard dus geen effecten op het stroombeeld in de vaargeul. Daardoor wordt er geen erosie in het zomer- en winterbed verwacht door de erosie bij afvoeren onder 8000 m³/s.

Bij afvoeren boven 8000 m³/s kan in theorie de ingreep wel leiden tot een bodemontwikkeling in het zomerbed. Een vereiste hiervoor is dat de stroomsnelheid (en daarmee de waterstand) in het zomerbed door de ingreep wordt aangetast. Eerder in dit memo is geconcludeerd dat de ingreep geen effecten zal hebben op de waterstand. Daarmee is dus ook de verwachting dat er geen morfologische effecten op zullen treden in het zomerbed. Ook niet bij afvoeren hoger dan 8000 m³/s.

STERKE LEKDIJK

MEMO

Effecten in het winterbed

In het winterbed, en dan enkel lokaal in de omgeving van de veranderingen van het reliëf, zullen bij afvoeren boven 8000 m³/s mogelijk kleinschalige morfologische ontwikkelingen optreden. De aanwezige zomerkade functioneert echter als een drempel voor het sediment, waardoor sediment uit de vaargeul naar verwachting niet in het winterbed zal belanden en andersom. Daarnaast zullen de stroomsnelheden nabij de bodem in de uiterwaard in het projectgebied door de aanwezigheid van de relatief hoge zomerkade niet toenemen. De stroomsnelheidsverschillen zijn daarmee zodanig klein dat er ten gevolge van de ingrepen geen verandering optreedt ten opzichte van de huidige situatie. Er treden dus geen veranderingen op in het winterbed.

Op basis van bovenstaande redenering concluderen we daarmee dat het ontwerp van de ingreep voldoet aan de eisen uit het RBK 5.0 op het gebied van morfologie in het zomer- en winterbed.

2.2 De aanleg van een beheerstrook en taludherstel

2.2.1 Locatie

De ingreep waarbij er een beheerstrook wordt aangelegd betreft het gehele tracé van het dijkherstel. Het taludherstel vindt plaats op de locaties waar het talud door inklinking van de dijk te steil is geworden (zie Figuur 2.2.1).

2.2.2 Beschrijving ingreep

Beheerstrook

Langs de dijk is in de huidige situatie op veel plekken geen beheerstrook aanwezig. Deze is wel noodzakelijk, zowel langs de binnenzijde als de buitenzijde van de dijk, voor inspectie en onderhoud. De noodzaak hiervan is groter geworden dan voorheen, door de hogere eisen die de Waterwet stelt aan de dijk en de kwaliteit van de grasmat. Daarom wil HDSR overal langs de dijk beheerstroken realiseren die te allen tijde toegankelijk zijn.

Taludherstel

Over meer dan 80% van de lengte van de dijk worden de taluds van de dijk aangepast. Het oorspronkelijke talud is na de vorige dijkversterking veelal aangelegd met een taludhelling van 1:3. Die situatie is in de huidige legger waterkeringen vastgelegd. In de loop der jaren is het talud op veel plaatsen ingezakt naar een hol profiel met een steile bovenkant en een minder steile onderkant. Waar taluds steiler zijn uitgezakt dan 1:2,7 daar wordt het talud wederom naar (minimaal) 1:3 gebracht. Dit om te voldoen aan de Basisspecificatie Primaire Waterkeringen van HDSR (datum, bestuurlijke behandeling). HDSR kiest ervoor om dit groot onderhoud mee te nemen met de dijkversterking als integraal onderdeel van het ontwerp van de nieuwe dijk.

2.2.3 Verandering ten opzichte van huidige situatie

In de toekomstige situatie wordt een beheerstrook aangelegd. Deze strook is maximaal 5,5 m breed en wordt tegen de teen van de dijk aangelegd. Om de strook een egale hoogte te maken leidt dit tot verschillende bodemhoogteveranderingen. Daarnaast wordt de strook op een tweetal locaties hoger aangelegd, in verband met de drooglegging. Voor de toegang tot de beheerstrook worden meerdere toe- en afritten aangelegd (ter hoogte van bestaande op- en afritten). Deze komen tegen de dijk aan, waardoor ze parallel aan de stroomrichting van de rivier komen te liggen (zie Figuur 2.2.1 en de bijlage “Praatprent-052-0.1.pdf”).

Vegetatieontwikkeling

Bij deze ingreep is geen sprake van vegetatieontwikkeling. Na de aanleg van de beheerstrook zal er een onverharde, gemaaide grasstrook van 2 meter breed zijn aangebracht. Nu is er sprake van “Gras en Akker” volgens de legger. Dat blijft zo, een onverharde, gemaaide grasstrook valt ook in de categorie “Gras en Akker”.



Figuur 2.2.1. Hoogteverschil tussen huidig AHN3 en de aan te leggen beheerspaden. Op basis van "Praatprent-052 versie 0.1".

2.2.4 Quickscan rivierkundige effecten 'beheerstrook en taludherstel'

Impact op de waterstand

In de Waqua berekeningen ten tijde van het vaststellen van het VKA d.d. 2020 is een (inmiddels weer verlaten) variant getoetst waarbij de dijk 2 tot 5 m rivierwaarts versterkt zou worden. Deze variant heeft een grotere impact op de rivierkunde dan de hier in dit memo behandelde beheerstrook. Bij dit alternatief uit 2020 bleef de opstuwing op de rivier-as onder 1 mm, waarmee het ontwerp voldeed aan de eisen betreffende de waterstand in het RBK 5.0. De ingreep betreft ook een verhoging van de bodem aan de rivierwaartse teen van de dijk. Deze bodemhoogte verandering is echter vele malen kleiner dan de eerder getoetste variant. Aangezien ook de toe- en afritten van en naar de beheerstrook parallel aan de dijk lopen, ontstaan er in de nieuwe situatie geen blokkades in de stroomrichting. Omdat de eerdere variant, met een grotere rivierkundige ingreep, voldeed, zal deze ingreep naar verwachting ook voldoen aan de eisen uit het RBK 5.0.

Impact op de afvoerverdeling

Gezien de grote afstand tussen de ingreep en de splitsingspunten en de waterstandsverandering die naar verwachting lokaal onder 1 mm op de rivier-as blijft zal er naar verwachting geen verandering in de afvoerverdeling optreden. Deze conclusie is eerder ook bevestigd middels de verkennende berekeningen bij het VKA in 2020.

Impact op het stroombeeld en onttrekking van water uit zomerbed Rijntakken

De ingreep vindt plaats in het winterbed dat door een zomerkade van het zomerbed wordt gescheiden. Deze zomerkade overstroomt bij een afvoer van 8000m³/s, waardoor er bij lagere afvoeren geen rivierkundige effecten optreden als gevolg van deze ingreep. Van onttrekking

STERKE LEKDIJK

MEMO

van water uit het zomerbed van de Rijntakken bij lage en mediane Boven-Rijn afvoeren is dus geen sprake. De zomerkade zorgt er ook voor dat ingrepen in het winterbed pas effecten op het stroombeeld in het zomerbed hebben indien de waterstand in de uiterwaard hoger is dan de zomerkade. Bij deze waterstand is de verandering in maaiveld gering ten opzichte van de waterdiepte (centimeters t.o.v. meters). Tevens speelt mee dat de ingreep tegen de teen van de winterdijk ligt, waardoor deze parallel ligt aan de huidige stroombanen. Vanwege beide factoren zal de ingreep de stroombanen in de vaarweg en het winterbed niet beïnvloeden. Daarmee voldoet deze ingreep aan de eisen uit het RBK5.0 op het gebied van stroombeelden en onttrekking van water uit de Rijntakken.

Impact op de morfologie

Effecten in het zomerbed

De ingreep bevindt zich in het winterbed tegen de teen van de winterdijk. Net als bij de ingreep in de Lunenburgerwaard West zorgt een zomerdijk voor een scheiding tussen het zomer- en winterbed bij lage afvoeren. Pas bij een afvoer hoger dan $8000\text{m}^3/\text{s}$ bij Lobith zal het winterbed mee gaan stromen op basis van betrekkinglijnen (RWS, 2018) Bij afvoeren lager dan $8000\text{m}^3/\text{s}$ zullen er dus geen morfologische effecten optreden.

Bij afvoeren boven $8000\text{m}^3/\text{s}$ kunnen er morfologische veranderingen in het zomerbed optreden, indien de stroomsnelheden in het zomerbed worden beïnvloed door de ingreep. Om tot veranderingen in stroomsnelheid te komen, zal een deel van de afvoer niet meer door het winterbed maar door het zomerbed moeten gaan stromen. Op de plek van de ingreep, de teen van de winterdijk, zal de stroomsnelheid van nature erg beperkt zijn. Deze beperkte stroomsnelheid in combinatie met een kleinschalige verhoging van het maaiveld, en daarmee beperking van doorstroomoppervlak, zal daarom naar verwachting niet leiden tot een toename van de afvoer door de vaargeul. Uit eerdere berekeningen voor het VKA d.d. 2020 bleek dat dat een rivierwaartse dijkverbreding van 5m leidt tot een relatieve toename in stroomsnelheid van ordegrrootte 0.3% bij MHW. Gezien de kleinschaligere omvang van de ingreep in dit memo (t.o.v. de variant uit 2020) zal de stroomsnelheidstoename door deze ingreep nog kleiner zijn.

Om een inschatting te maken van de grootte van de morfologische impact maken we gebruik van de zogenoemde 'evenredigheidsvuistregel': een jaarronde toename van 1% in afvoer door het zomerbed zal leiden in een 1% toename van de waterdiepte in het zomerbed. Omgekeerd geldt hetzelfde: een jaarronde afname van 1% afvoer, leidt tot een afname van 1% van de waterdiepte.

Als we uitgaan van een zeer conservatieve benadering, waarbij we aannemen dat de stroomsnelheidstoename inderdaad 0.3% is, verwachten we een erosie van 3.1 cm door de ingreep bij jaarrond MHW. In de praktijk zal er uiteraard geen sprake zijn van jaarrond MHW. Het aantal dagen per jaar waarbij wanneer morfologische effecten op kunnen treden, vanaf $8000\text{m}^3/\text{s}$, is niet in de betrekkinglijnen vermeld. Rijkswaterstaat gaat er vanuit dat een afvoer van $6000\text{m}^3/\text{s}$ 5 dagen per jaar wordt overschreden. Houden we dezelfde duur aan voor

STERKE LEKDIJK

MEMO

afvoeren van $8000\text{m}^3/\text{s}$ in deze benadering, wordt een afvoer van $8000\text{m}^3/\text{s}$ 5 dagen per 3,5 jaar (1277 dagen) overschreden. Dit is 0,4% van het jaar. Uitgaande van een lineaire relatie tussen mate van voorkomen en bodemverandering is de verwachte erosie dus ongeveer dan 0.1mm. Zelfs bij een sterk conservatieve benadering is de erosie dus zeer klein. Gezien zeer beperkte erosie wordt verwacht en geen aanzanding, voldoet de ingreep dus aan het RBK 5.0 op het onderdeel morfologie in het zomerbed.

Effecten in het winterbed

Daarnaast bevat het RBK 5.0 een onderdeel morfologie in het winterbed. Daarbij wordt beoordeeld of objecten in het winterbed schade zullen ondervinden door morfologische effecten door de ingreep. De zomerkade die het zomer- van het winterbed scheidt fungeert als drempel voor sediment. Naar verwachting zal er in de praktijk daarom geen uitwisseling van grof (en daarmee morfologisch relevant) sediment tussen zomer- en winterbed plaatsvinden. De verschillen in stroomsnelheid in het winterbed door de ingreep zullen daarnaast naar verwachting zodanig beperkt zijn, dat geen schade aan objecten in het winterbed wordt verwacht. Daarmee voldoet de ingreep ook aan het RBK5.0 op het onderdeel morfologie in het winterbed.

2.3 Verbeteren fietspad tussen beermuur en Prinses Irenesluis (koppelkans 4)

2.3.1 Locatie

Deze koppelkans bevindt zich ten zuiden van Wijk bij Duurstede tussen de beermuur en de Prinses Irenesluis. Tussen dijkpaal 95 en 97, net bovenstrooms van de kruising van de Nederrijn en het Amsterdams-Rijnkanaal (zie Figuur 2.3.1).

2.3.2 Beschrijving ingreep

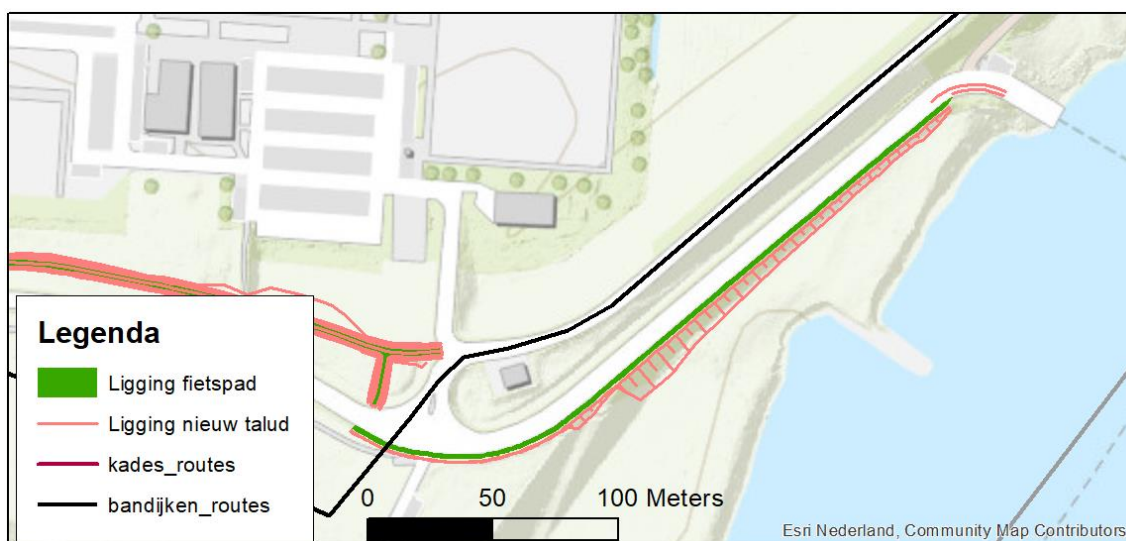
Ten behoeve van het verbeteren van recreatieve mogelijkheden is door de gemeente Wijk bij Duurstede de koppelkans verbeteren vrij liggend fietspad tussen de beermuur en Prinses Irenesluis aangedragen. Hiervoor wordt ook een nieuw fietspad en voetpad langs de Veerweg onderzocht. De ligging van dit fietspad is weergegeven in figuur 2.3.1. Deze koppelkans veroorzaakt mogelijk rivierkundige effecten, omdat er sprake is van een buitendijkse, rivierwaartse verbreding van het talud van de Veerweg. Om het fietspad aan te leggen is 2 meter extra ruimte nodig, waardoor het bestaande talud met 2 meter richting de rivier wordt verschoven (zie figuur 2.3.2).

2.3.3 Verandering ten opzichte van huidige situatie

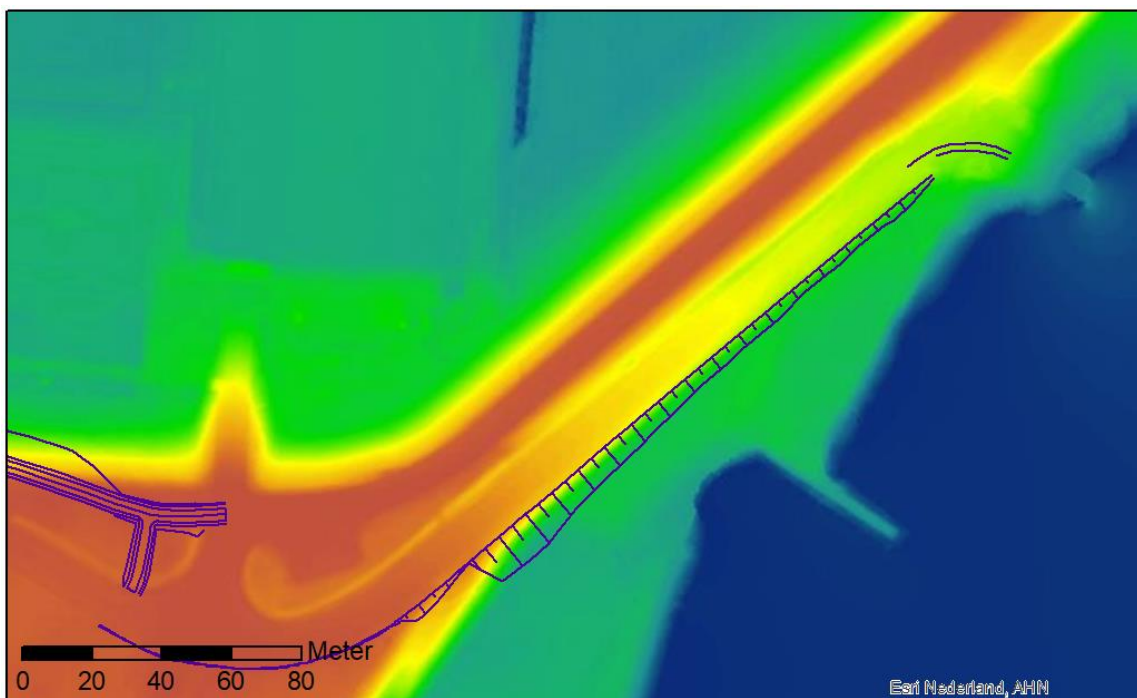
Door de aanleg van het fietspad wordt het talud van de Veerweg met 2 meter richting de rivier verschoven, het talud zelf behoudt dezelfde helling als in de huidige situatie. De ingreep leidt daarmee dus tot een bodemverhoging parallel aan de al aanwezige veerweg, waarbij het huidige profiel van de bodem langs de Veerweg met 2 meter rivierwaarts wordt verschoven.

Vegetatieontwikkeling

Bij deze ingreep is geen sprake van vegetatieontwikkeling. Voor de aanleg van het fietspad zal er echter wel een verharde strook (asfalt) van 2 meter breed worden aangebracht, waar nu nog sprake is van "Gras en Akker" volgens de legger. De ingreep zal dus zeer lokaal de bodemruwheid iets doen afnemen. In de Baseline schematisatie zal voor deze ingreep de ecotopenklasse op de plek van het nieuwe fietspad veranderen van "Gras en Akker" naar "Verhard" (zie figuur 2.3.3).



Figuur 2.3.1. Huidige situatie Veerweg met daarbij de ligging van het fietspad en de nieuwe locatie van het talud ingetekend. Het talud behoudt dezelfde ligging als in de huidige situatie.



Figuur 2.3.2. Bodemhoogte in de huidige situatie op basis van AHN3 met daarop ingetekend de nieuwe locatie van het talud.



Figuur 2.3.3. Vegetatieklassen volgens de vegetatielegger 2020. De ligging van het fietspad (zwart omlijnd) en de locatie van het talud (paarse lijnen).

2.3.4 Quickscan rivierkundige effecten 'fietspad beermuur en Prinses Irenesluis'

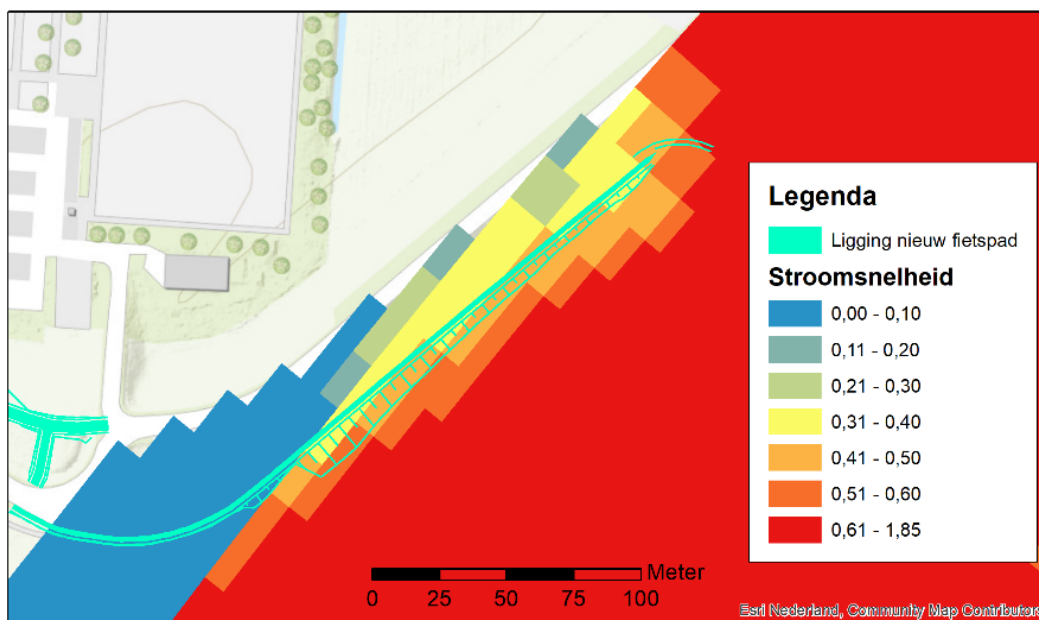
Impact op de waterstand

De ingreep ligt in een vernauwing van de rivier, dicht op de rivier-as. Bij maatgevende afvoer treden hier door de vernauwing in doorstroombreedte in de hoofdgeul van de rivier relatief hoge stroomsnelheden op (1 – 1,5 m/s). Ingrepen die niet in lijn met de stroombanen van het water georiënteerd zijn, kunnen daardoor hier relatief grote opstuwing veroorzaken. De huidige Veerweg loopt echter in de stroomrichting geleidelijk op in hoogte vanaf de rivier tot aan de bovenkant van de Lekdijk in de stroomrichting. Omdat het fietspad direct aan de huidige Veerweg wordt gelegd, is er daarom geen reden om aan te nemen dat de ingreep tot een significante obstructie van de stroming zal leiden. De inperking van doorstroombreedte is daarnaast beperkt: 2 meter op een totale breedte van 1000 m tussen beide banddijken. Naar verwachting zal de ingreep tot een beperkte waterstandsverhoging aan de banddijk leiden. Het is echter niet met zekerheid op basis van expert judgement te stellen dat het huidige ontwerp aan het RBK voldoet. Om hier wat meer gevoel bij te krijgen hebben we met een formule de verwachte waterstandstoename benaderd.

Voor de benadering hebben we gebruik gemaakt van onderstaande formule, afkomstig uit de RIZA nota “Ruimte voor de rivier door herinrichting van de Afferdensche en Deestsche Waarden”:

$$\Delta h = \left[\left(\frac{Q_1}{Q_0} \right)^2 - 1 \right] \Delta H_0$$

Waarbij Q staat voor de afvoer door de vaargeul in m³/s, H voor het verhang in m/m en de subscript 0 staat voor de huidige situatie en subscript 1 staat voor de toekomstige situatie. We gaan in de berekening vervolgens uit van een stroomsnelheid in de huidige situatie op de locatie van de ingreep tussen 0,2 en 0,5 m/s (zoals berekend in 2020, zie Figuur 2.3.4) en een belemmering van het doorstroomoppervlak van 15 m². De aangenomen bandbreedte in stroomsnelheid levert een benaderde waterstandsverandering tussen 0,3 en 0,6 mm op de as van de rivier op.



Figuur 2.3.4. Stroomsnelheden rondom de locatie van het fietspad. Op basis van resultaten van referentie berekening van het VKA in 2020.

De benadering geeft daarmee dus aan dat deze ingreep aan de eisen van het RBK 5.0 voldoet, omdat de opstuwning onder 1 mm blijft. De expert judgement beoordeling is in lijn met deze conclusie op basis van de benadering van de opstuwning met behulp van de formule. Zoals eerder aangegeven kunnen effecten van verschillende rivierkundige ingrepen elkaar versterken of juist (deels) compenseren. Bovenstaande benadering geldt alleen voor de situatie waarbij deze ingreep als enige uitgevoerd wordt. Indien deze ingreep samen met een

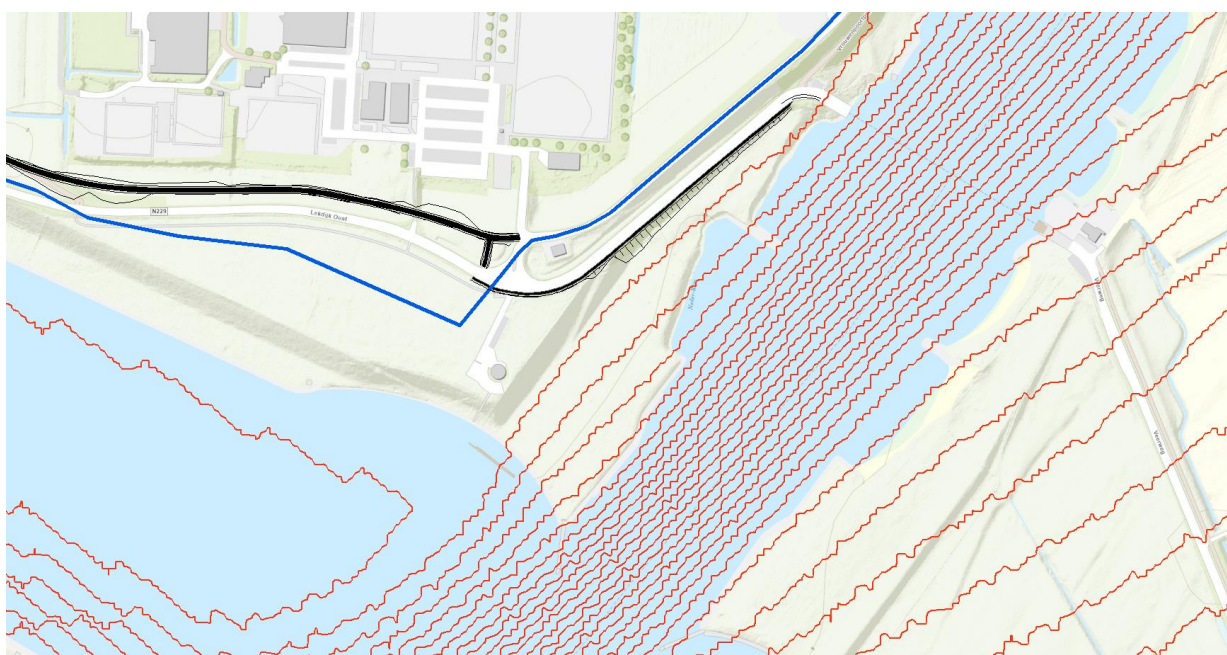
of meerdere andere van de andere ingrepen worden uitgevoerd, kunnen de gecombineerde effecten afwijken. Met name de ingreep in de Lunenburgerwaard is hierbij interessant, omdat die de verdeling van afvoer tussen zomerbed en uiterwaard op de locatie van het fietspad kan beïnvloeden.

Impact op de afvoerverdeling

Gezien de afstand tussen de ingreep en de splitsingspunten IJsselkop en Pannerdensche kop (46 en 56km respectievelijk) en de naar verwachting beperkte waterstandsverandering zal de afvoerverdeling op de splitsingspunten aan de in het RBK 5.0 gestelde eisen voldoen.

Impact op het stroombeeld en onttrekking van water uit zomerbed Rijntakken

Zoals beschreven zal de ingreep pas rivierkundige effecten teweeg brengen bij een afvoer groter dan 8000m³/s. Van onttrekking van water uit het zomerbed bij lage en mediane afvoeren is dus geen sprake. Bij afvoeren groter dan 8000m³/s beperkt de ingreep een deel van het doorstroomoppervlak. Daardoor neemt de afvoer in de vaargeul beperkt toe. In de huidige situatie lopen de stroombanen in de uiterwaard en vaargeul parallel aan de veerweg, zie Figuur 2.3.5. Het aanleggen van het fietspad tegen de veerweg aan, zal dus niet leiden tot een verandering van de richting van de stroombanen in de directe omgeving van de ingreep. De aanwezige trechterwerking bovenstrooms van de veerweg zal niet worden beïnvloed. Hetzelfde geldt voor de stroombanen benedenstrooms van de veerweg, waar de rivier weer ruimte krijgt en zicht verbreedt. Daarmee voldoet deze ingreep aan de eisen uit het RBK5.0 op het gebied van stroombeelden en onttrekking van water uit de Rijntakken.



Figuur 2.3.5. De stroombanen (rood) rondom de locatie van de koppelkans (zwart). In blauw is de banddijk weergegeven. De stroombanen zijn per 100m³/s ingetekend.

Impact op de morfologie

Op de locatie van de ingreep is de rechter uiterwaard erg smal. De ingreep ligt daarbij dus relatief dicht op het zomerbed. Op de locatie van de ingreep zit ook geen duidelijke begrenzing tussen het zomerbed en de uiterwaard: de kribvakken lopen geleidelijk over in het winterbed.

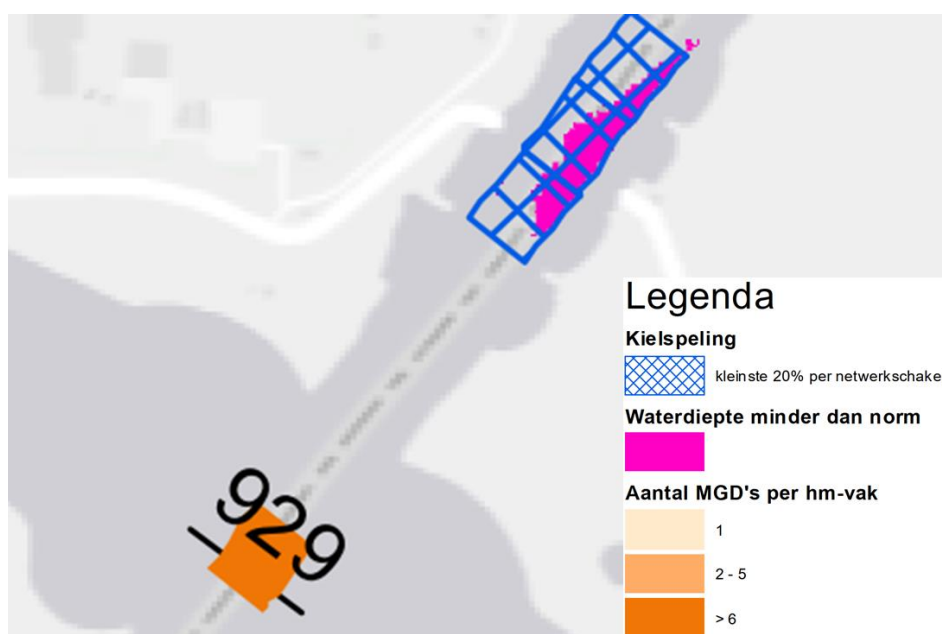
Aangezien het laagste punt van de ingreep op 6.50 mNAP ligt, zal de ingreep bij afvoeren onder 8000 m³/s geen morfologische effecten teweeg brengen. Bij afvoeren boven 8000 m³/s kan de ingreep in theorie tot morfologische veranderingen leiden. Om een inschatting te maken van de grootte van de morfologische impact maken we gebruik van de zogenoemde 'evenredigheidsvuistregel': een jaarronde toename van 1% in afvoer door het zomerbed zal leiden in een 1% toename van de waterdiepte in het zomerbed. Omgekeerd geldt hetzelfde: een jaarronde afname van 1% afvoer, leidt tot een afname van 1% van de waterdiepte.

De ingreep zal in toenemende mate morfologische effecten hebben voor toenemende afvoeren boven 8000m³/s. Dit komt omdat de afname in doorstroomoppervlak door de ingreep toeneemt bij stijgende waterstanden. Uit toepassing van de vuistregel voor de waterstandsverandering blijkt dat de ingreep leidt tot minder doorstroomoppervlak bij MHW. Hierdoor zal de afvoer in het zomerbed met 1 tot 4 m³/s toenemen. Dit is 0.05 tot 0.2% van de zomerbedafvoer bij MHW. De evenredigheidsvuistregel geeft aan dat een jaarronde toename

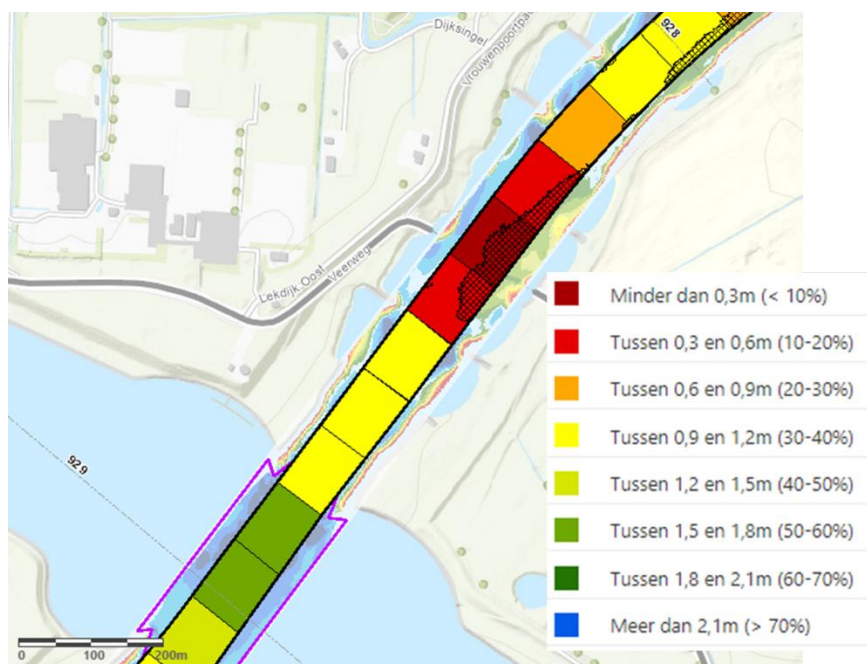
van 0.2% van de waterdiepte door de ingreep te verwachten is. Aangezien de waterdiepte bij MHW 10.60m is, is de verwachte erosie 0.5 tot 2cm. Bij deze inschatting wordt echter uitgegaan van een jaarronde toename in afvoer. Dat is in de praktijk niet het geval: een afvoer van 8000m³/s of hoger, waarbij de ingreep morfologische effecten kan veroorzaken, komt gemiddeld genomen eenmaal per 3,5 jaar voor (betrekkingslijnen RWS, 2018). Het aantal dagen per jaar waarbij de afvoer hoger is dan 8000m³/s is niet in de betrekkingslijnen vermeld. Rijkswaterstaat gaat er vanuit dat een afvoer van 6000m³/s 5 dagen per jaar wordt overschreden. Houden we dezelfde duur aan voor afvoeren van 8000m³/s in deze benadering, wordt een afvoer van 8000m³/s 5 dagen per 3,5 jaar (1277 dagen) overschreden. Dit is 0,4% van het jaar. Uitgaande van een lineaire relatie tussen mate van voorkomen en bodemverandering is de verwachte erosie daarmee 0.2 tot 0.8mm. Dit is een conservatieve benadering: in deze benadering wordt uitgegaan van een maximaal effect bij de laagste afvoer waarbij effecten optreden en wordt de jaarlijkse overschrijdingsduur van een afvoer van 8000m³/s overschat.

Om de ordegrootte van de erosie te duiden, bekijken we de lokale waterdiepte op de locatie van de ingreep. De minimale waterdiepte in de vaargeul mag als gevolg van de ingrepen niet kleiner worden dan 3.5m-OLR volgens het RBK 5.0. In Figuur 2.3.6 is te zien dat het hectometervak naast de ingreep behoort tot de kleinste 20% van de netwerkschakel (blauw raster). Ook voldoet de waterdiepte in een deel van de vaargeul niet aan de norm (roze arcering). Lokale erosie van de bodem is daarmee positief, aangezien meer waterdiepte wordt gecreëerd. Het is ook belangrijk dat de breedtegemiddelde waterdiepte in de vaargeul voldoende blijft. De ruimte ten opzichte van de norm is weergegeven in Figuur 2.3.7. Te zien is dat er rond de ingreep slechts zeer beperkte ruimte is ten opzichte van de norm. In het zwart gearceerde gebied wordt de norm niet gehaald in de huidige situatie. Dit maakt de verwachte lokale erosie ook voordelig. Gezien de zeer kleine verwachte morfologische effecten, in combinatie met de richting van de morfologische ontwikkeling (erosie), voldoet deze ingreep aan de eisen in het RBK 5.0 op het gebied van morfologie in het zomerbed. De ingrepen leiden niet tot een toename van de baggerinspanning of baggerbezwaar. De beschikbare vaardiepte zal als gevolg van de ingrepen zeer licht toenemen met minder dan 1 mm rondom rkm 928.4.

Op basis van bovenstaande inschatting van de morfologische effecten, is er in de uiterwaard in het projectgebied geen grootschalige aanzanding of erosie te verwachten. Gezien de beperkte breedte van de uiterwaard is het niet aannemelijk dat de verandering in afvoer door de uiterwaard grote veranderingen in stroomsnelheid teweeg zal brengen. De daaruit volgende morfologische veranderingen bij afvoeren boven 8000m³/s zullen daarom naar verwachting zodanig klein zijn dat er geen verandering optreedt ten opzichte van de huidige situatie. Verandering van aanzanding of erosie in de uiterwaard ten opzichte van de huidige situatie is daarmee naar verwachting niet aan de orde. Dus voldoet de ingreep aan het RBK 5.0 op het gebied van morfologie in het winterbed.



Figuur 2.3.6. Uitsnede van de MOGD kaart op de locatie van de ingreep bij de veerweg. Bron: Memo waterdiepte effecten in HVWN, bijlage 1.



Figuur 2.3.7. Waterdiepte ten opzichte van de norm per hectometervak rondom koppelkans 4. In het zwart gearceerde vlak wordt de norm niet gehaald. Bron: waterdieptekaarten RWS-ON d.d. 28-6-2022.

3 Samenvatting van de resultaten van de quickscan en combinatie van ingrepen

In de voorgaande hoofdstukken zijn de resultaten van een quickscan naar verwachte rivierkundige effecten door de ingrepen beschreven. In dit hoofdstuk wordt een korte samenvatting en conclusie per ingreep in tabelvorm gegeven. We sluiten af met de verwachte effecten bij het combineren van ingrepen.

	KOPPELKANS 3 LUNENBURGERWAARD	BEHEERSTROOK & TALUDHERSTEL	KOPPELKANS 4 FIETSPAD
WATERSTANDEN	Met behulp van een analytische formule en expert judgement wordt geen opstuwing verwacht. Daarmee voldoet deze ingreep aan het RBK 5.0.	Minder ingrijpend dan VKA variant uit 2020 waarbij effecten binnen de normen blijven; dus geen risico op problemen qua waterstanden.	Met behulp van een analytische formule wordt de opstuwing op de rivier-as geschat op 0.3 á 0.6 mm. Daarmee voldoet deze ingreep aan de norm van het RBK 5.0.
AFVOERVERDELING	Gezien de naar verwachting afwezige effecten op waterstanden en de afstand tot de splitsingspunten wordt geen effect op de afvoerverdeling verwacht. Daarmee voldoet deze ingreep aan het RBK 5.0.	Gezien de zeer beperkte opstuwing en de afstand tot de splitsingspunten wordt geen effect op de afvoerverdeling verwacht. Daarmee voldoet deze ingreep aan het RBK 5.0.	Gezien de beperkte opstuwing en de afstand tot de splitsingspunten wordt geen effect op de afvoerverdeling verwacht. Daarmee voldoet deze ingreep aan het RBK 5.0.
STROOMBEELD EN ONTTREKKING VAN WATER UIT ZOMERBED RIJNTAKKEN	Gezien de grote waterdiepte op de locatie van de ingreep voordat deze het stroombeeld in de vaargeul kan beïnvloeden en de oriëntatie t.o.v. de huidige stroombanen wordt geen verandering in dwarsstroming in de vaargeul verwacht. Daarmee voldoet deze ingreep aan het RBK5.0.	Gezien de grote waterdiepte op de locatie van de ingreep voordat deze het stroombeeld in de vaargeul kan beïnvloeden en de ligging t.o.v. de huidige stroombanen wordt geen verandering in dwarsstroming in de vaargeul verwacht.	Gezien de oriëntatie van de ingreep ten opzichte van de huidige stroombanen wordt geen verandering in dwarsstroming in de vaargeul verwacht. Daarmee voldoet deze ingreep aan het RBK5.0.

		Daarmee voldoet deze ingreep aan het RBK5.0.	
MORFOLOGIE	Er zullen naar verwachting geen veranderingen in waterstand optreden, waardoor geen morfologische effecten optreden; geen risico op rivierkundige problemen.	Minder ingrijpend dan VKA variant, op basis van hydraulische effecten VKA variant verwachting dat morfologische impact verwaarloosbaar is; geen risico op rivierkundige problemen.	Naar verwachting verwaarloosbare erosie (< 0.1 mm) in de vaargeul bij afvoeren groter dan 8000 m ³ /s. Naar verwachting geen risico.
CONCLUSIE	Voldoet naar verwachting aan eisen in het RBK 5.0	Voldoet naar verwachting aan eisen in het RBK 5.0	Voldoet naar verwachting aan eisen in het RBK 5.0

Doorkijk naar effecten van combinaties van ingrepen:

De quickscan in dit memo heeft tot het inzicht geleid dat nadelige rivierkundige effecten van koppelkans 3, de Lunenburgerwaard en de aanleg van de beheerstrook en het taludherstel naar verwachting afwezig zijn. Voor koppelkans 4, het fietspad, is het inzicht ontstaan dat deze ingreep naar verwachting ook voldoen aan de rivierkundige eisen in het RBK 5.0.

Aangezien er geen rivierkundige effecten worden verwacht bij koppelkans 3 zal de combinatie van deze koppelkans en de beheerstrook naar verwachting ook geen nadelige rivierkundige effecten opleveren.

De verwachte rivierkundige effecten van de beheerstrook en het fietspad zullen naar verwachting rondom en bovenstrooms van de ingrepen effect hebben. Daarmee is het dus vooral relevant om te kijken hoe de rivierkundige effecten van koppelkans 4, het fietspad, de rivierkundige effecten van de beheerstrook beïnvloeden. Daarvoor kijken we eerst naar de afstand tussen beide ingrepen, dit is 2.1km (einde beheerstrook bij rkm 926.3 en begin fietspad bij rkm 828.4). In paragraaf 2.3.4 hebben we bepaald dat de aanleg van het fietspad naar verwachting zal leiden tot 0.3 tot 0.6mm opstuwing op de rivier-as. Naar verwachting is de stuwkromme van deze opstuwing korter dan 2.1km, waardoor we kunnen stellen dat beide ingrepen elkaar naar verwachting niet zullen versterken.

De combinatie van de drie ingrepen, met eigenschappen per ingreep zoals beschreven in dit memo, zal (ongeacht de samenstelling van de combinatie) naar verwachting dus ook voldoen aan de eisen gesteld in het RBK 5.0.

STERKE LEKDIJK

MEMO