

NOTITIE

Onderwerp	Notitie effectbeoordeling rivier	
Project	Verkenning dijkversterking Den Elterweg - Zutphen	
Opdrachtgever	Waterschap Rijn en IJssel	
Projectcode	134179	
Status	Definitief	
Datum	22 oktober 2024	
Referentie	134179-OM1002P1/24-014.492	
Auteur(s)	Bas Gradussen	
Gecontroleerd door	Melanie Schippers	
Goedgekeurd door	Joost Lansink	
Paraaf		
Bijlage(n)	-	
Aan	Waterschap Rijn en IJssel	Wijnand Jelier
Kopie	Waterschap Rijn en IJssel Witteveen+Bos	aanlevering_DEZ@wrij.nl, Frank Meijer Joost Lansink, Arend Jan Noortman, Carolien Sedee, Bas Gradussen, dijkversterkingdenelterweg@witteveenbos.com

1 INLEIDING

Door het verbreden van de dijk richting het winterbed van de rivier kunnen opstuwings- en andere rivierkundige effecten ontstaan.



Deze notitie beschrijft de effecten van het dijkversterkingsproject Den Elterweg - Zutphen op het thema rivier en vormt onderdeel van MER deel 1. Deze notitie bevat de specifieke uitgangspunten en gedetailleerde informatie voor het thema rivier. Het heeft als doel om de effecten op waterstanden, hydraulische hinder en schade en morfologie in beeld te brengen. Op deze manier draagt het deelrapport bij aan een keuze voor een voorkeursalternatief. Een algemene toelichting op het project en de algemene aanpak en uitgangspunten voor de effectenstudies zijn te vinden in het hoofdrapport van het MER.

2 WETTELIJKE KADERS EN BELEIDSKADERS

Tabel 2.1 toont de geldende wettelijke kaders en beleidskaders voor het thema rivier. Het maakt onderscheid tussen wetten en beleidsstukken op internationaal (Europees), nationaal (Rijk) en regionaal (provincie, gemeentes en waterschap) niveau.

Tabel 2.1 Wettelijke kaders en beleidskaders voor het thema rivier

Wet/beleidsstuk (vastgestelde datum)	Uitleg en relevantie
Internationaal	
Europese Kaderrichtlijn Water (KRW)	De KRW heeft als doel het water in de EU te beschermen en te verbeteren en duurzaam gebruik van water te bevorderen. Er bestaat een mogelijkheid dat de beoogde dijkversterking in zekere mate kan worden gecombineerd met een KRW-geul ter hoogte van Zutphen. Ondanks dat het ontwerp van de KRW-geul niet binnen de scope van de dijkversterkingsopgave past, is het essentieel op de hoogte te zijn van de wetgeving rondom de lokale ontwikkelingen in het rivierengebied.
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. Land en water behoren daarbij. De wet Milieubeheer werkt de richtlijnen uit. Dit is mede reden om rivierkunde uit te werken.
Nationaal	
Omgevingswet (inclusief Waterwet), vastgesteld 2016, concept invoeringswet	De Omgevingswet is één wet die alle wetten voor de leefomgeving bundelt en moderniseert. De omgevingsvisies die gemeenten, provincies en het Rijk opstellen, zorgen ervoor dat er meer samenhang in het beleid op de fysieke leefomgeving komt. 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.
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.
Beleidslijn Grote Rivieren, 2006	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. De beoogde maatregelen in de uiterwaarden moeten hieraan getoetst worden.
Keur/Legger	De waterschappen stellen regels op om te voorkomen dat dijken en oevers beschadigen. In de keur staan regels voor het onderhoud van sloten, beken, rivieren, nevengeulen en andere waterlopen om de waterafvoer en peilbeheer in het oppervlaktewater te beschermen. De Legger is een verzameling van tekeningen en documenten waar instaat waar de Keur van toepassing is in het hele beheergebied van het waterschap. Daarbij horen bijvoorbeeld alle stuwen, gemalen, duikers, dijken, waterbergingen, vaarwegen, waterlopen en beschermingszones.
Regionaal	
N.v.t.	N.v.t.

Naast het wettelijk- en beleidskader, is er op het gebied van rivierkunde ook sprake van richtlijnen. Deze zijn samengevat in tabel 2.2.

Tabel 2.2 Richtlijnen die van toepassing zijn op het onderdeel Rivierkunde

Wet/beleidsstuk (vastgestelde datum)	Uitleg en relevantie
Internationaal	
Richtlijn 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.
Rivierkundig Beoordelingskader versie 6	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).

3 HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING

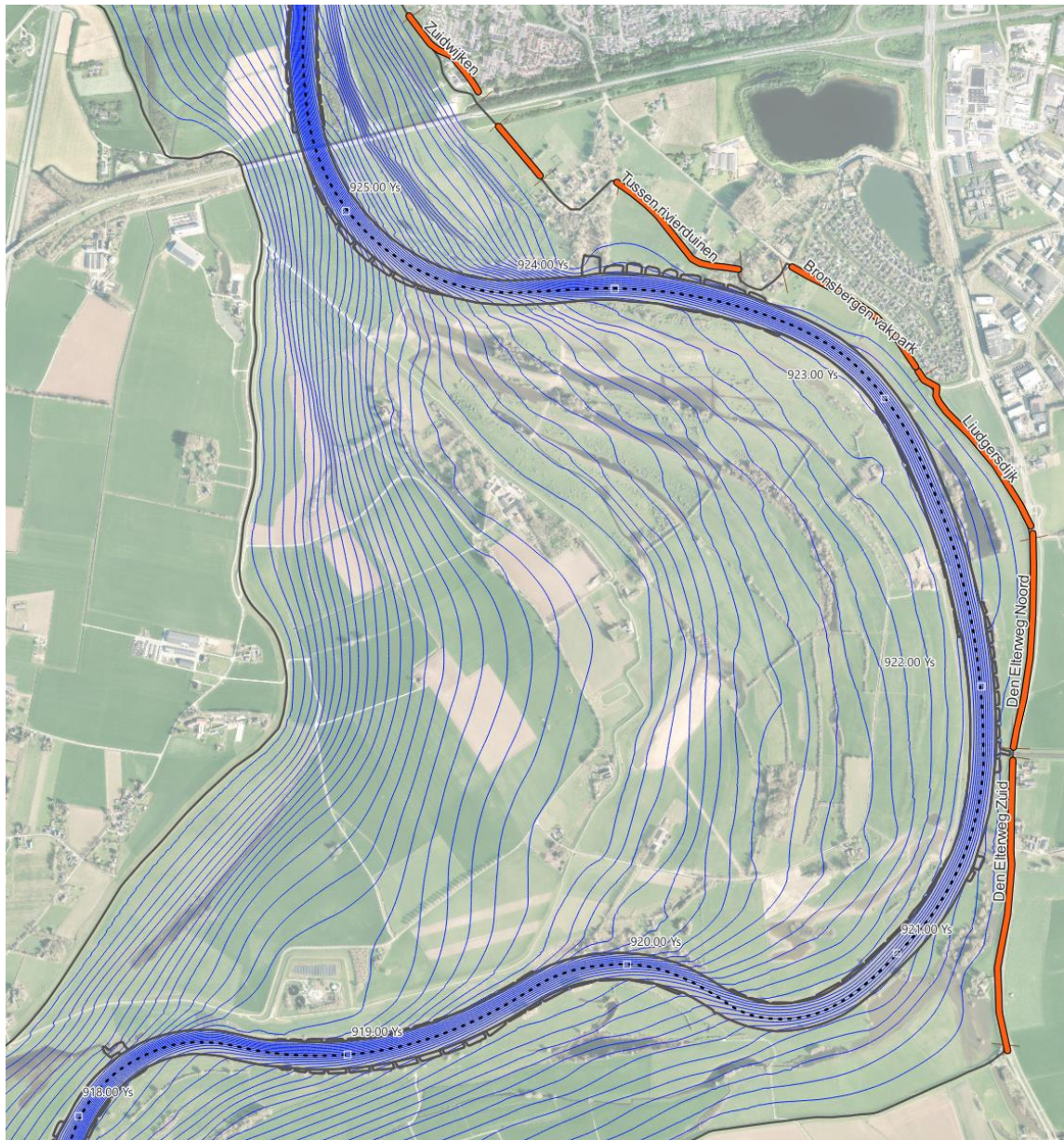
Het MER brengt de rivierkundige effecten ten gevolge van de verschillende kansrijke alternatieven voor de dijkversterking in beeld en zet deze af tegen de referentiesituatie in het studiegebied. Deze referentiesituatie bestaat uit de huidige situatie (in 2024), in combinatie met de autonome ontwikkelingen van de rivier (tot het richtjaar 2050). Dit hoofdstuk beschrijft de huidige situatie en autonome ontwikkelingen binnen het plangebied voor het thema rivier.

3.1 Huidige situatie

Rivierafvoer en waterstanden

Het projectgebied bevindt zich tussen rivierkilometer 920 en 926. Dit is één van de breedste trajecten van de IJssel, met een totale breedte van ongeveer 2,5 kilometer (dijk tot dijk). Tijdens hoogwater snijdt een substantieel deel van het water de rivierbocht af door de uiterwaard tussen rivierkilometer 918 en 925 (afbeelding 3.1), waardoor een relatief klein portie van de afvoer door het zomerbed stroomt.

Afbeelding 3.1 Stroombanen door de relatief brede rivier ter hoogte van het te versterken dijktraject bij een Bovenrijnafvoer van 16.000 m³/s



Ondanks de grote breedte van de rivier, ligt het te versterken dijktraject dicht langs de vaargeul. De kortste afstand wordt gemeten ter hoogte van de overgang van het deeltraject Den Elterweg - Zuid - Den Elterweg - Noord, en ter hoogte van de oostelijke rivierduin. De afstand tot de rand van de rivier is hier ongeveer 30 meter. Over de rest van het traject is de afstand tot de rivier hoogstens enkele honderden meters.

De rivierafvoer en de daarbij horende waterstanden zijn stochastische variabelen die gerelateerd zijn aan elkaar. Dit betekent dat deze een bepaalde kans van voorkomen hebben. De relatie tussen Bovenrijnafvoer en waterstand is locatie-afhankelijk. De lokale afhankelijkheid tussen Bovenrijnafvoer en de waterstanden langs het dijktraject zijn samengevat in onderstaande tabel.

Langs een deel van het te versterken dijktraject bevinden zich zomerkades met een hoogte tussen NAP +7 m en NAP +8 m. Op enkele locaties is de zomerkade doorbroken door middel van een aangetakte plas, of een eenzijdig aangetakte geul. Gemiddeld gezien inunderen de uiterwaarden langs het te versterken dijktraject

met enkele dagen tot enkele weken per jaar. Dat betekent dus dat het stroombeeld bij Bovenrijnafvoeren groter dan 4.000 - 6.000 m³/s wordt beïnvloed.

Tabel 3.1 Relatie tussen Bovenrijnafvoer en waterstanden op het riviertraject ter hoogte van de Den Elterweg Zutphen [Bron: Rijkswaterstaat (2018) Betrekkingslijnen Rijn]

Lobith [m+ NAP]	6,49	7,52	8,47	8,80	9,05	9,17	9,76	10,30	11,03	11,49	13,42	14,90	15,81	16,55	16,83	17,15	17,73
Afvoer Lobith [m ³ /s]	700	1100	1590	1800	2000	2100	2600	3000	3600	4000	6000	8000	10000	12000	13000	14000	16000
aantal dagen/jaar dat afvoer hoger is	364	337	252	212	176	159	92	61	36	26	5						
herh. tijd v/d topafvoer in jaren											0,9	3,5	13	55	260	570	1250
peilschaal op LMW-punt	km-raai	ws	ws	ws	ws	ws	ws	ws	ws	ws	ws	ws	ws	ws	ws	ws	ws
920	2,42	3,60	4,62	4,90	5,06	5,12	5,52	5,95	6,57	6,93	8,07	8,59	8,98	9,24	9,35	9,50	9,81
921	2,32	3,50	4,51	4,80	4,96	5,03	5,43	5,87	6,48	6,83	7,97	8,48	8,87	9,17	9,30	9,46	9,77
922	2,22	3,40	4,41	4,70	4,86	4,93	5,33	5,78	6,39	6,73	7,85	8,33	8,74	9,08	9,24	9,40	9,73
923	2,11	3,30	4,31	4,60	4,77	4,84	5,24	5,67	6,29	6,64	7,71	8,23	8,67	9,03	9,20	9,37	9,70
924	2,02	3,22	4,23	4,52	4,69	4,77	5,17	5,60	6,20	6,54	7,59	8,13	8,57	8,96	9,14	9,33	9,66
925	1,93	3,13	4,13	4,43	4,60	4,68	5,09	5,52	6,11	6,45	7,49	8,02	8,43	8,83	9,02	9,21	9,54
926	1,86	3,05	4,05	4,34	4,52	4,60	5,00	5,44	6,03	6,37	7,40	7,93	8,33	8,71	8,90	9,07	9,40

Scheepvaart

De IJssel wordt gebruikt voor zowel beroepsscheepvaart als recreatievaart. De maatgevende afmetingen van de scheepvaart wordt vermeld in het Rivierkundig Beoordelingskader versie 6 (RBK; Rijkswaterstaat 2023). De maatgevende lengte van een binnenvaartschip is 110 m. De maatgevende diepgang bedraagt 3,50 m. Verder moet er op dit traject rekening worden gehouden met een minimale vaargeulbreedte van 40 meter en een minimale waterdiepte onder Overeengekomen Lage Rivierstand (OLR - de lokale waterstand bij een Bovenrijnafvoer van 1.050 m³/s) van 250 cm.

De IJssel staat bekend als lastig bevaarbare rivier door de grote hoeveelheid bochten en relatieve beperkte breedte (Deltares, 2013). De IJsselbrug bij Zutphen vormt een nadrukkelijk knooppunt (Deltares, 2021).

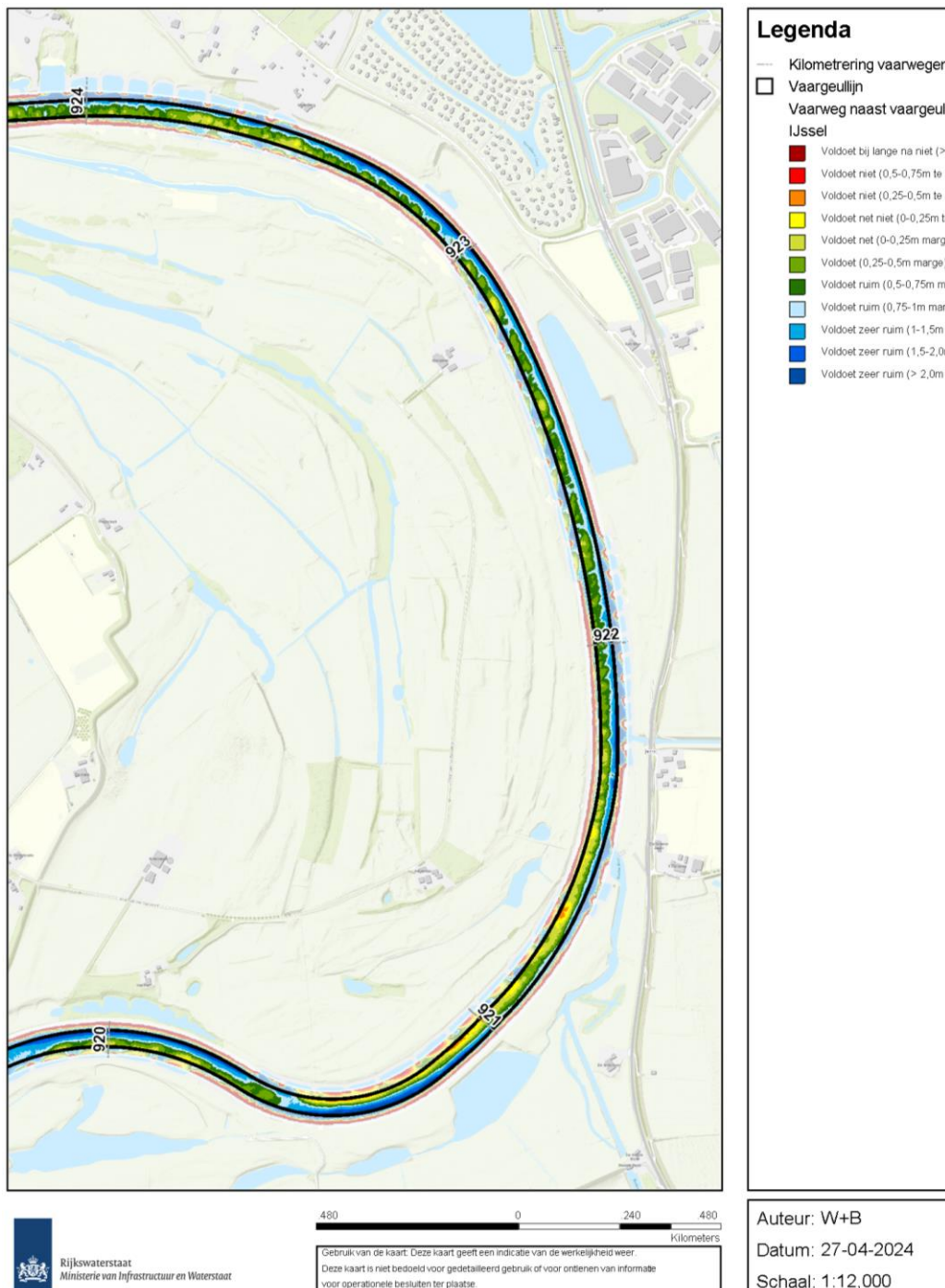
Hedendaagse bodemligging

De lokale bodemligging van het zomerbed varieert. Wanneer de bodemhoogte wordt vergeleken met de daarvoor geldende diepte-eisen vanuit scheepvaart, wordt een beoordeling verkregen zoals gepresenteerd in afbeelding 3.2.

Over het algemeen is het zomerbed op voldoende diepte en wordt aan de norm voor de minimale vaarwegdiepte voldaan. Echter bevinden zich met name in de binnenbocht van de rivier locaties waar niet wordt voldaan aan de eisen. Dit tekort aan waterdiepte is niet groter dan enkele decimeters.

Ook op grotere schaal vinden er morfologische trends plaats op de IJssel. Over de afgelopen eeuw wordt een beperkte dalende trend in bodemniveau van het zomerbed waargenomen (Deltares, 2019).

Afbeelding 3.2 Beoordeling van de beschikbare waterdiepte ten opzichte van de eisen voor de vaarweg [Bron: Rijkswaterstaat Waterdieptekaart]



3.2 Autonome ontwikkelingen

Autonome ontwikkelingen zijn de activiteiten die met enige zekerheid zullen plaatsvinden, ook al gaat de voorgenomen dijkversterking niet door. Dit zijn alleen overheidsplannen en gebiedsactiviteiten waarover al een formeel besluit is genomen en die binnen een afzienbare tijd tot uitvoering kunnen worden gebracht. Autonome ontwikkelingen zijn onderdeel van de referentiesituatie indien deze voldoende concreet zijn en het aannemelijk is dat deze worden uitgevoerd.

Hieronder vallen initiatieven die onderdeel uit maken van landelijke programma's zoals IRM, HWBP en KRW, waarvan het aannemelijk is dat deze worden uitgevoerd. Dit laatste is het geval als deze initiatieven ten tijde van het opstellen van de MER zijn vastgelegd in een ontwerp- of definitief besluit, voordat de besluitvorming over de dijkversterking Den Elterweg Zutphen plaatsvindt. Ten slotte is de focus gelegd op initiatieven die in de nabijheid van het projectgebied liggen.

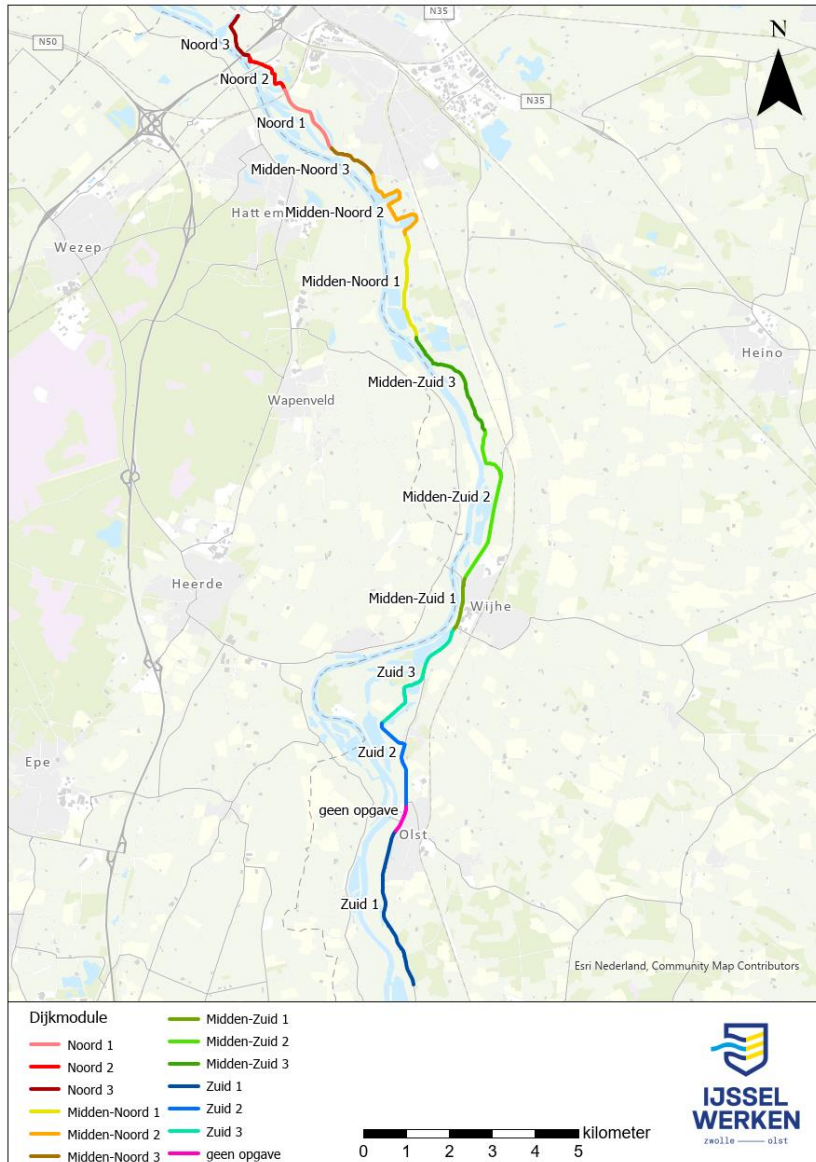
IJsselwerken Zwolle-Olst

Waterschap Drents Overijsselse Delta is gestart met de dijkversterking tussen Zwolle en Olst. Het project **IJsselwerken** heeft als hoofdzakelijk doel de waterveiligheid in het gebied achter de IJsseldijk voor toekomstige generaties te kunnen garanderen. Het project richt zich op de oostelijke dijk, tussen rivierkilometer 952 en 981 (benedenstrooms van de dijkversterking Den Elterweg - Zutphen).

De dijk moet voldoen aan de nieuwe veiligheidsnormen en richt zich op het realiseren van een waterveilige, toekomstbestendige en beheerbare waterkering die past binnen de omgeving. Het project bevindt zich op het moment van publicatie van de voorliggende rapportage in de planuitwerkingsfase en werkt toe naar een Projectbesluit (IJsselwerken, 2024a).

Als meekoppelkans binnen IJsselwerken wordt het initiatief **Paddenpol** uitgewerkt. Ter hoogte van rivierkilometer 969 biedt de dijkverlegging bij Herxen ruimte voor de aanleg van een Hank, waardoor een nieuw natuurgebied ontstaat tussen de dijk en de rivier (IJsselwerken, 2024b). Verwachting is dat het project in 2027 gereed is.

Afbeelding 3.3 Projectgebied IJsselwerken [bron: IJsselwerken (2024a)]



Integraal Rivier Management

Het programma Integraal Rivier Management (IRM) is een vervolg op eerdere grootschalige programma's zoals Ruimte voor de Rivier, en Maaswerken. Daarnaast is het complementair aan het Hoogwaterbeschermingsprogramma (Deltaprogramma, 2024).

In 2024 is een gezamenlijke toekomstvisie op het rivierengebied opgesteld. Deze visie is vastgesteld in een Programma onder de Omgevingswet (POW) voor IRM waarin ook nieuw beleid is opgenomen voor rivierbodempligging en afvoercapaciteit en een gezamenlijke visie voor de toekomstige integrale samenwerking in het gebied.

IRM werkt aan hoogwaterveiligheid, natuur en waterkwaliteit, zoetwaterbeschikbaarheid, bevaarbaarheid en een (economisch) aantrekkelijke leefomgeving. Dit wordt afgestemd met andere ruimtegebruikers en belangen, zoals woningbouw en energieopwekking.

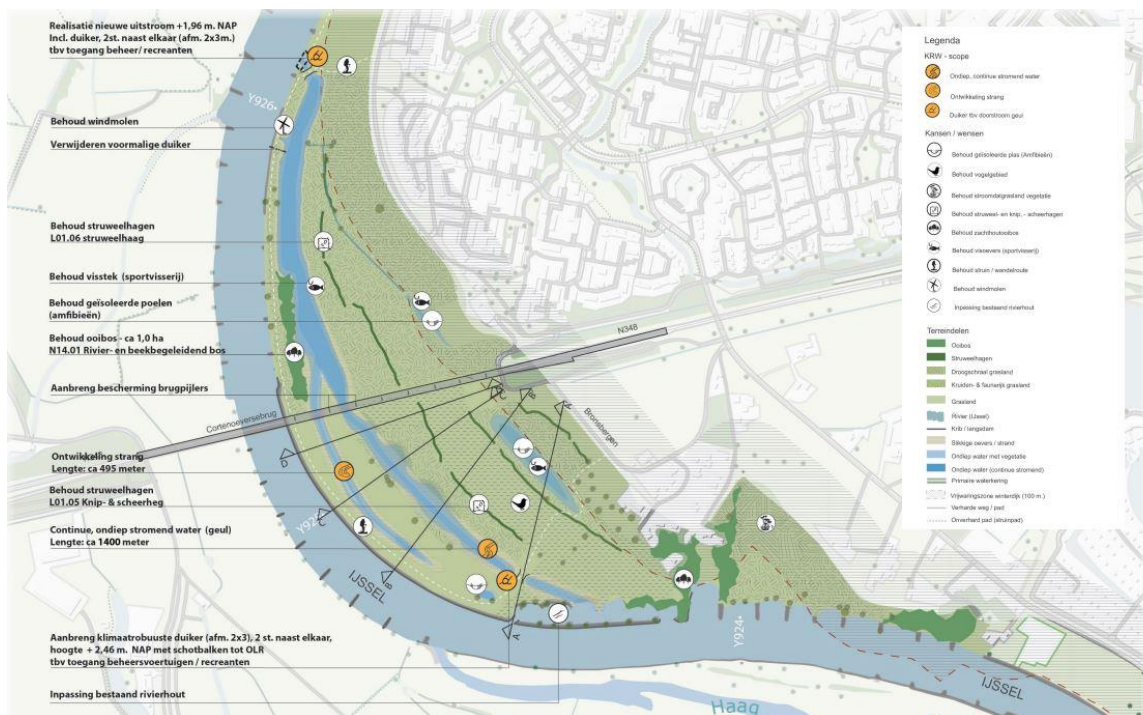
Kaderrichtlijn Water

De Europese richtlijn Kaderrichtlijn Water (KRW) richt zich op het verbeteren van de waterkwaliteit van grond- en oppervlaktewater. In het kader van KRW worden op dit moment diverse initiatieven uitgewerkt. Binnen het landschap van de grote rivieren betreft dit veelal het ontwerpen van nevengeul. Een aantal van deze initiatieven ligt in de directe nabijheid van Zutphen. Deze zijn hierna kort toegelicht.

De **Spaensweerd** ligt langs de rechteroever van de IJssel ter hoogte van rivierkilometer 915. Het ontwerp van het gebied omvat een ondiepe geul die tweezijdig is aangeakt aan de IJssel, zodat er continu stroming plaatsvindt. Dit biedt geschikte habitatcondities voor diverse waterdiersoorten. De implementatie van de maatregel moet gereed zijn in 2027 (samenwerkenaanrivier natuur.nl, 2024a).

Daarnaast wordt ter hoogte van rivierkilometer 925 een KRW-maatregel ontwikkeld in de **Stokebrandsweerd** bij Zutphen (afbeelding 3.4). Ook voor deze maatregel gaat het om een nevengeul waarin gemiddelde stroming plaatsvindt zodat er een geschikte paai- en leefomgeving wordt gegarandeerd voor dieren en planten. Het streven is om dit project in 2027 te hebben uitgevoerd (samenwerkenaanrivier natuur.nl, 2024b).

Afbeelding 3.4 Schetsontwerp KRW-geul Stokebrandsweerd Zutphen, zoals gecommuniceerd op 30 maart 2023 [bron: www.samenwerkenaanrivier natuur.nl (2024b)]



4 ONDERZOEKSMETHODE

Dit hoofdstuk onderbouwt de methode voor de effectbeoordeling voor het thema rivier. Het beschrijft eerst de belangrijkste ingreep-effectrelaties voor dit thema. Daarna is het beoordelingskader toegelicht en is met zogenaamde maatlatten aangegeven op welke wijze de effecten beoordeeld zijn.

4.1 Ingreep - effectrelaties

In het MER zijn vier kansrijke alternatieven onderzocht die ieder bestaan uit een combinatie van één of meer verschillende ingrepen. Tabel 4.1 beschrijft voor het thema rivier de mogelijke effecten van de verschillende ingrepen. Deze ingreep-effectrelaties zijn de basis voor de effectbeschrijving en -beoordeling.

Tabel 4.1 Overzicht van ingreep-effectrelaties voor het thema rivier

Ingreep	Effect	Plek in beoordelingskader
aanbrengen van grond binnendijks	geen effect	niet van toepassing
aanbrengen van damwanden	geen effect	niet van toepassing
vervangen bekleding	geen effect	niet van toepassing
dijk verhogen (met behoud buitendijks grondvolume)	geen effect	niet van toepassing
aanbrengen van grond buitendijks	het doorstroomoppervlak tijdens hoogwater wordt kleiner, waardoor lokaal opstuwing ontstaat die doorwerkt in bovenstroomse richting vanwege versmalling van het doorstroomoppervlak kunnen stroomsnelheden in het rivierbed wijzigingen, waardoor ook lokale wijzigingen in de morfologie optreden.	effect op waterstand rivier hydraulische hinder en schade morfologie van de rivier
aanbrengen van gronddepots, werkterreinen of andere tijdelijke voorzieningen tijdens de uitvoeringsfase.	tijdelijke rivierkundige effecten: - opstuwing - lokale verandering stroombeeld - lokale morfologische ontwikkelingen	effect op waterstand rivier hydraulische hinder en schade morfologie van de rivier (nb. Niet van toepassing in deze fase van het project.)

Effecten tijdens de uitvoering van werkzaamheden

Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden kunnen ook tijdelijke effecten optreden. Denk hierbij aan het aanbrengen van gronddepots, werkterrein of andere tijdelijke voorzieningen in de uiterwaarden. Ook deze tijdelijke maatregelen kunnen leiden tot opstuwing en lokale veranderingen in het stroombeeld of morfologie van de rivier. Voor alle kansrijke alternatieven geldt dat er tijdelijke effecten zijn gedurende de realisatiefase. Hoewel de alternatieven bestaan uit verschillende ingrepen zijn de tijdelijke effecten hiervan vergelijkbaar. De hinder als gevolg van de aanlegfase is tijdelijk en weinig onderscheidend tussen de alternatieven in vergelijking met de gevolgen van permanente wijzigingen. Tijdelijke effecten zijn daarom niet beoordeeld in deze fase van het project. In de planuitwerkingsfase wordt dit nader beschouwd.

4.2 Beoordelingskader en aanpak

Tabel 4.2 toont het beoordelingskader voor het thema rivier. Doordat dit project nog in een verkennende fase verkeert waarin alternatieven worden afgewogen, is het beoordelingskader beperkt tot drie essentiële onderdelen.

Tabel 4.2 Beoordelingskader voor het thema rivier

Aspect	Beoordelingscriterium	Methodiek
rivierkunde	effect op waterstand rivier	kwalitatief d.m.v. expert judgement en waar mogelijk aangevuld met hydrodynamische modelberekeningen met een extreme Bovenrijnafvoer van 16.000 m ³ /s (D-HYDRO)
	hydraulische schade en hinder	
	morfologie van de rivier	

De effectbeoordeling voor de verschillende beoordelingscriteria binnen het thema rivier is gedaan op basis van onderstaande aanpak. Op basis van de daarbij behorende beoordelingsschalen is de beoordelingsscore tot stand gekomen.

Effect op waterstand rivier

Het actuele Rivierkundig Beoordelingskader (RBK, versie 6) stelt dat geen opstuwing mag ontstaan door rivierkundige ingrepen. In praktijk komt het er op neer dat een berekende waterstandsverhoging van maximaal 1 mm op de rivieras wordt geaccepteerd, wegens foutmarges die inherent zijn aan de numerieke modellen die worden gebruikt om rivierkundige effecten te berekenen.

Wanneer de opstuwing op de rivieras hoger is dan 1 mm, en daarmee niet wordt voldaan aan het RBK, kan de opstuwing gecompenseerd worden door waterstandsverlagende maatregelen te treffen in de uiterwaarden. Dergelijke compensatiemaatregelen zijn niet altijd eenvoudig te realiseren en kunnen leiden tot neveneffecten (op bijvoorbeeld natuur).

De waterstandseffecten die optreden ten gevolge van de kansrijke alternatieven zijn uitgerekend met behulp van een hydrodynamisch model (D-HYDRO), bij een Bovenrijnafvoer van 16.000 m³/s. Een uitgebreide uitwerking van de modelresultaten is uitgewerkt in een separate rivierkundige effectenbeoordeling. De waterstandseffecten zijn per individueel dijktraject bepaald met het DHYDRO-model. Voor elk individueel dijktraject is een maatgevend profiel doorgerekend. Het gaat bij opstuwing van de totale dijkversterking echter om het gecombineerde effect van alle dijksegmenten in het dijkversterkingsproject. Daarom moet voor de integrale afweging van de alternatieven rekening worden gehouden met het feit dat de waterstandseffecten van verschillende trajecten moeten worden gecombineerd, wat kan leiden tot een negatievere beoordeling dan de beoordeling voor de individuele dijktrajecten.

Tabel 4.3 geeft de maatlat voor de beoordeling van het waterstandsverschil op de rivieras weer.

Tabel 4.3 Beoordelingsschaal criterium effect op waterstand rivier

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie
++	sterk negatief, waterstand neemt toe (> 2 mm)
-	negatief, waterstand neemt toe (1 - 2 mm)
0	neutraal, geen verandering ten opzichte van de referentiesituatie (0 - 1 mm)
+	positief, netto verlaging van de waterstand (1 - 2 mm) die zich in bovenstroomse richting doorvertaalt
++	sterk positief, sterke netto verlaging van de waterstand (> 2 mm) die zich in bovenstroomse richting doorvertaalt

Hydraulische hinder en schade

Een buitendijkse dijkversterking kan het lokale stroombeeld dusdanig beïnvloeden, dat er schade of hinder ontstaat voor bepaalde functies op de rivier. Een belangrijk onderdeel van mogelijk optredende schade of hinder is stroming in de richting dwars op de vaarweg (dwarsstroming). Deze stroming kan hinderlijk zijn voor de scheepvaart.

Verschillen in stroombeeld zijn kwantitatief in beeld gebracht met een hydrodynamisch model (D-HYDRO) bij een Bovenrijnafvoer van 16.000 m³/s. Echter, bij een afvoer van 16.000 m³/s is er geen scheepvaart meer mogelijk. Daarom wordt voor dit criterium gekeken naar lagere afvoeren. De effecten zijn daarom op basis van expert judgement kwalitatief vertaald naar verschillen bij lagere Bovenrijnafvoeren tussen 6.000 m³/s en 10.000 m³/s.

Tabel 4.4 toont de bijhorende kwalitatieve beoordelingsschaal.

Tabel 4.4 Beoordelingsschaal hydraulische hinder en schade

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie
--	sterke toename van de dwarsstroming langs de oevers van de rivier, waardoor naar verwachting een ontoelaatbare situatie optreedt
-	bepaalde toename van de dwarsstroming langs de oevers van de rivier
0	neutraal, geen verandering ten opzichte van de referentiesituatie
+	bepaalde afname in dwarsstroming langs de oevers van de rivier
++	sterke afname in dwarsstroming langs de oevers van de rivier

Morfologie van de rivier

De morfologie van de rivier hangt nauw samen met het lokale stroombeeld. Veranderingen in lokale stroomsnelheid en -richting kunnen leiden tot bodemveranderingen. Afhankelijk van de huidige situatie, kan zowel sedimentatie (afname in waterdiepte) als erosie (blootspoelen kabels en leidingen, of ondergraving van constructies) nadelige effecten hebben.

Aan de hand van de berekende stroombeelden met het hydrodynamische model (D-HYDRO) voor een Bovenrijnafvoer van 16.000 m³/s is een kwalitatieve inschatting gemaakt van morfologische veranderingen. Ook voor dit criterium geldt dat deze beoordeling doorgaans voor lagere afvoeren plaatsvindt, omdat Bovenrijnafvoeren tussen 2.000 - 12.000 m³/s de afvoerniveaus zijn die de grootste invloed hebben op de morfologie. Echter volstaat het stroombeeld bij 16.000 m³/s om een eerste inschatting te maken van de morfologische effecten van de verschillende kansrijke alternatieven.

Veranderingen in stroombeeld zijn vergeleken met de lokale eigenschappen van de rivier. Zo is in het zomerbed gekeken of er volgens de waterdieptekaarten van Rijkswaterstaat voldoende sedimentatieruimte aanwezig is op plekken waar de stroomsnelheid afneemt. Ook is beoordeeld of op locaties waar de stroomsnelheid toeneemt, erosie ontstaat die tot beschadigingen of instabiliteit van keringen, kribben of kunstwerken kan leiden.

De effecten op dit criterium zijn beoordeeld op basis van de beoordelingsschaal in tabel 4.5.

Tabel 4.5 Beoordelingsschaal morfologie van de rivier

Score	Oordeel ten opzichte van de referentiesituatie
--	sterk negatief, significante sedimentatie in het zomerbed op plekken waar beperkte sedimentatieruimte bestaat of dusdanige erosie dat stabiliteit van constructies (bijvoorbeeld kribben) in gevaar komt
-	negatief, enige sedimentatie in het zomerbed, of beperkte erosie in de buurt van constructies
0	neutraal, geen verandering ten opzichte van de referentie situatie
+	positief, lokale lichte erosie van het zomerbed ter plaatse van ondiepte
++	sterk positief, lokale erosie in het zomerbed ter plaatse van een ondiepte, mits de stabiliteit van constructies niet in gevaar komt.

5 EFFECTBESCHRIJVING EN -BEOORDELING

Dit hoofdstuk bevat per beoordelingscriterium de effectbeschrijving en -beoordeling voor het thema rivier.

5.1 Waterstand rivier

Effectbeschrijving

De twee alternatieven waarin de dijk binnenwaarts wordt versterkt, leiden niet tot afname van het doorstroomoppervlak van de rivier. Hierdoor veranderen de waterstanden in de rivier niet. Dit betreft de alternatieven 'Binnenwaarts versterken in grond' en 'Binnenwaarts versterken met constructie'.

De alternatieven 'Buitenwaarts versterken in grond' en 'Buitenwaarts versterken met constructie' hebben buitendijks ruimtebeslag. Hierdoor neemt het doorstroomprofiel (in beperkte mate) af, waardoor opstuwing kan optreden. In het vergunningsproces wordt voornamelijk gekeken naar de waterstandsverschillen op de rivieras en langs de primaire keringen. De mate waarin deze opstuwing optreedt is met name afhankelijk van:

- de afstand tussen de dijk en de rivieras;
- de stroomsnelheid ter plaatse van het dijktraject dat wordt versterkt (c.q. aanwezigheid van luwtes rondom de dijk);
- de lengte van het te versterken dijktraject;
- de grootte van de afname in doorstroomoppervlak door het buitendijkse ruimtebeslag.

De eerste drie eigenschappen zijn onafhankelijk van de kansrijke alternatieven en voor de onderzochte deeltrajecten samengevat in tabel 5.1. De vierde invloedsfactor is afhankelijk van het ontwerp van de alternatieven.

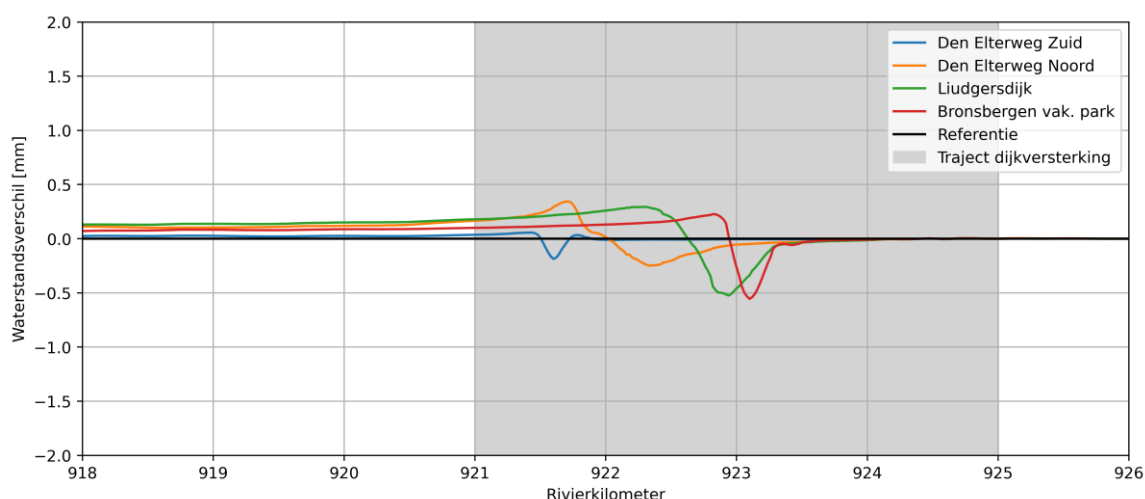
Tabel 5.1 Alternatief-onafhankelijke invloedsfactoren op de waterstand op de rivier

	Afstand tussen de dijk en de rivieras	Lokale stroomsnelheid	Lengte buitendijkse versterking
Den Elterweg - Zuid	100 - 200 m	0,3 - 0,4 m/s	240 m
Den Elterweg - Noord	100 - 250 m	0,1 - 0,3 m/s	660 m
Liudgersdijk	150 - 250 m	0,1 - 0,4 m/s	700 m
Bronsbergen - vakantiepark	150 - 200 m	0,0 - 0,3 m/s	600 m
Bronsbergen - tussen de rivierduinen	100 - 350 m	0,0 - 0,2 m/s	500 m
Stokebrand	350 - 600 m	0,1 - 0,2 m/s	240 m
Zuidwijken	350 - 550 m	0,4 - 0,5 m/s	360 m

Voor Den Elterweg - Zuid wijzen de stromingsberekeningen uit dat de waterstandseffecten beperkt blijven en de opstuwing kleiner is dan 1 mm (afbeelding 5.1). Het buitendijkse ruimtebeslag is beperkt, waardoor de waterstanden niet significant beïnvloed worden, ondanks dat de lokale stroomsnelheden relatief groot zijn en de afstand tot de rivier beperkt is (zie tabel 5.1). Daarom zijn de alternatieven op dit deeltraject neutraal (0) beoordeeld.

Ook voor de deeltrajecten Den Elterweg - Noord, Liudgersdijk en Bronsbergen - vakantiepark volgt uit de modelberekening de maximale opstuwing op de rivieras ook kleiner is dan 1 mm. Daarom zijn de waterstandseffecten op deze trajecten ook neutraal (0) beoordeeld.

Afbeelding 5.1 Waterstandsverschil op de rivieras ten gevolge van het alternatief 'Buitendijks versterken met grond' voor de individuele dijktrajecten



Aandachtspunt bij deze modelresultaten is de optelsom der delen. De modelberekeningen hebben de effecten per deeltraject inzichtelijk gemaakt. Echter, wanneer er op meerdere deeltrajecten gekozen wordt voor een buitenwaartse versterking, kunnen deze effecten op elkaar doorwerken. De opstuwing kan dan hoger uitvallen en de 1mm grens overschrijden (-). De verwachting is niet dat de opstuwing dan hoger zal zijn dan 2 mm (--).

Effectbeoordeling

Onderstaande tabel geeft het overzicht van de beoordeling van het criterium waterstand op de rivier per deeltraject. De eerste waarde vóór de '/' betreft het effect van de versterking op een enkel deeltraject. De waarde ná de '/' betreft het gecombineerde effect van de versterking op meerdere deeltrajecten.

Tabel 5.2 Beoordeling criterium waterstand op de rivier

	Binnenwaarts versterken in grond	Buitenwaarts versterken in grond	Binnenwaarts versterken met constructie	Buitenwaarts versterken met constructie
Den Elterweg - Zuid	0 / 0	0 / -	0 / 0	0 / 0
Den Elterweg - Noord	0 / 0	0 / -	0 / 0	n.v.t.
Liudgersdijk	0 / 0	0 / -	0 / 0	n.v.t.
Bronsbergen - vakantiepark	0 / 0	0 / -	0 / 0	0 / 0
Bronsbergen - tussen de rivierduinen	0	0	n.v.t.	n.v.t.
Stokebrand	0	0	n.v.t.	n.v.t.
Zuidwijken	0	0	n.v.t.	n.v.t.

5.2 Hydraulische hinder en schade

Effectbeschrijving

Een wijziging in de uiterwaard kan het stroombeeld beïnvloeden. Of deze verandering in stroombeeld leidt tot ontoelaatbare condities hangt onder anderen af van:

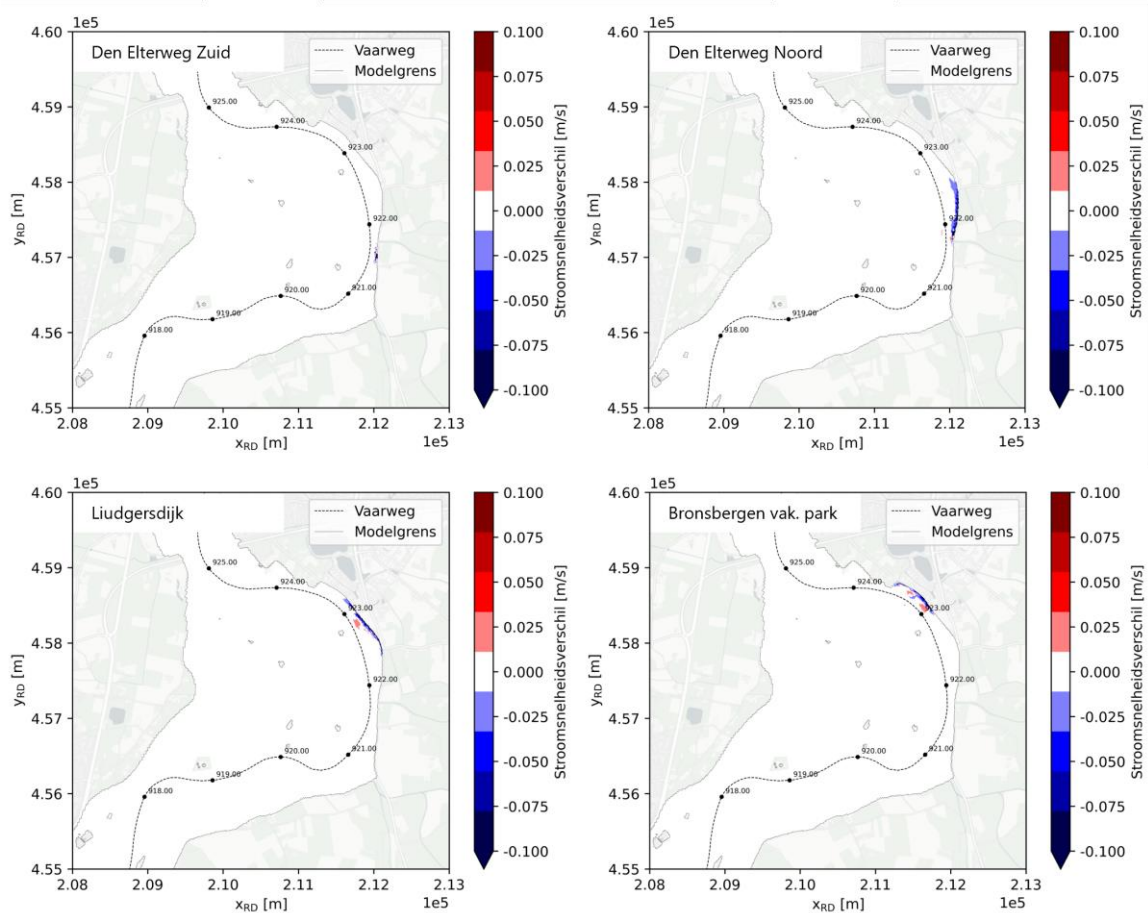
- de afstand tussen de dijk en de rivieroever;
- stroomsnelheden in de referentiesituatie;
- de hoeveelheid afname in doorstroomoppervlak door het buitendijkse grondbeslag.

Voor het deeltraject Den Elterweg - Zuid geldt dat de ingrepen langs de dijk enkel leiden tot lokale, merkbare veranderingen in het stroombeeld direct langs de kering (afbeelding 5.2). Daarom wordt niet verwacht dat de mate van hydraulische hinder en schade af- of toeneemt. Daarom zijn de alternatieven neutraal (0) beoordeeld.

Voor Den Elterweg - Noord wordt in de modelresultaten voor 'Buitenwaarts versterken in grond' een beperkte toename in stroomsnelheid waargenomen langs de oevers van de IJssel ter hoogte van rivierkilometer 922 bij een Bovenrijnafvoer van 16.000 m³/s. De verwachting is echter dat deze toename bij lagere afvoeren kleiner is en niet leidt tot een ernstige verslechtering van de huidige situatie. Daarom is dit traject neutraal beoordeeld (0). Eenzelfde beoordeling is van toepassing op de overige deeltrajecten.

Omdat het alternatief 'Buitenwaarts versterken met constructie' minder buitendijks ruimtebeslag kent dan het alternatief 'Buitenwaarts versterken in grond', geldt ook hier een neutrale beoordeling (0).

Afbeelding 5.2 Verschil in stroomsnelheid bij een Bovenrijnafvoer van 16.000 m³/s voor het alternatief 'Buitenwaarts versterken met grond'



Effectbeoordeling

Onderstaande tabel geeft het overzicht van de beoordeling van het criterium waterstand op de rivier per deeltraject.

Tabel 5.3 Beoordeling criterium hydraulische hinder en schade

	Binnenwaarts versterken in grond	Buitenwaarts versterken in grond	Binnenwaarts versterken met constructie	Buitenwaarts versterken met constructie
Den Elterweg - Zuid	0	0	0	0
Den Elterweg - Noord	0	0	0	n.v.t.
Liudgersdijk	0	0	0	n.v.t.
Bronsbergen - vakantiepark	0	0	0	0
Bronsbergen - tussen de rivierduinen	0	0	n.v.t.	n.v.t.
Stokebrand	0	0	n.v.t.	n.v.t.
Zuidwijken	0	0	n.v.t.	n.v.t.

5.3 Morfologie van de rivier

Effectbeschrijving

Effecten op het stroombeeld van de rivier hebben een direct gevolg op de morfologie van de rivier. In de effectbeschrijving voor het criterium 'hydraulische hinder en schade' is beschreven dat alle alternatieven beperkte effecten op het stroombeeld van het zomerbed hebben. Omdat er beperkte veranderingen in het stroombeeld zijn worden er geen effecten verwacht op de morfologie van de rivier.

Effectbeoordeling

De morfologische effecten ten gevolge van de dijkversterking zijn verwaarloosbaar klein. Daarom zijn alle alternatieven op alle deeltrajecten neutraal beoordeeld (0). De beoordeling is samengevat in tabel 5.4.

Tabel 5.4 Beoordeling criterium Morfologie van de rivier

	Binnenwaarts versterken in grond	Buitenwaarts versterken in grond	Binnenwaarts versterken met constructie	Buitenwaarts versterken met constructie
Den Elterweg - Zuid	0	0	0	0
Den Elterweg - Noord	0	0	0	n.v.t.
Liudgersdijk	0	0	0	n.v.t.
Bronsbergen - vakantiepark	0	0	0	0
Bronsbergen - tussen de rivierduinen	0	0	n.v.t.	n.v.t.
Stokebrand	0	0	n.v.t.	n.v.t.
Zuidwijken	0	0	n.v.t.	n.v.t.

5.4 Leemten in kennis en informatie

Er zijn geen leemten in kennis vastgesteld voor het onderdeel rivierkunde.

6 REFERENTIES

De volgende referenties zijn gebruikt.

Deltaprogramma (2024). Webpagina <https://www.deltaprogramma.nl/documenten/vragen-en-antwoorden/wat-is-het-programma-integraal-riviermanagement> [bezocht op 23 mei 2024].

Deltares (2013). Praktische voorbeelden van sedimentsturing in de IJssel Aanzet tot pilotprojecten op knelpunten.

Deltares (2019). Prognose bodemligging Rijntakken 2020-2050. Trends voor scheepvaart en waterbeschikbaarheid. Referentie 11203738-005-BGS-0008.

Deltares (2021). Regionaal strategische verkenning IJssel Krib & Scheepvaart van de Toekomst. Referentie 11206037-004-GEO-0001.

IJsselwerken (2024a). Rivierkundige Beoordeling Dijkversterking IJsselwerken. Referentie 20293-RAP-01082.

IJsselwerken (2024b). Paddenpol - rivierkundige effectbeoordeling. Referentie 20293-RAP-00879.

Rijkswaterstaat (2018). Betrekkingslijnen grote rivieren.

Rijkswaterstaat (2019). Waterdieptekaarten. Webviewer: <https://maps.rijkswaterstaat.nl/gwproj55/>.

Rijkswaterstaat (2023). Rivierkundig Beoordelingskader versie 6.

Samenwerkenaanriviernatuur (2024a). <https://www.samenwerkenaanriviernatuur.nl/overzicht-projecten/ijssel/spaensweerd/Toelichting+schetsontwerp+Spaensweerd/default.aspx> [bezocht op 23 mei 2024].

Samenwerkenaanriviernatuur (2024b). Webpagina <https://www.samenwerkenaanriviernatuur.nl/overzicht-projecten/ijssel/stokebrandsweerd/toelichting+schetsontwerp+stokebrandsweerd/default.aspx> [bezocht op 30 maart 2024].