

Basisrivierbodempligging analyse Grensmaas hoogwater juli 2021



Basisrivierbodempligging analyse Grensmaas hoogwater juli 2021

Auteur(s)

Eveline van der Deijl

Basisrivierbodempligging analyse Grensmaas hoogwater juli 2021

Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
Contactpersoon	Mirjam Flierman, Niek van der Sleen
Referenties	Basisrivierbodempligging, KPP-rivierkunde, BOA-rivieren
Trefwoorden	Basisrivierbodempligging, Functieoverschrijdingen, Hoogwater

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	20-07-2022
Projectnummer	11206792-009
Document ID	11206792-009-ZWS-0002
Pagina's	67
Classificatie	
Status	definitief

Auteur(s)

	Eveline van der Deijl	

Samenvatting

In juli 2021 vond door hevige neerslag een, voor de zomer, uitzonderlijk hoogwater plaats in de rivier de Maas. De piekafvoer op de Maas bij Eijsden en een aantal zijrivieren is de hoogste afvoer ooit gemeten. Gedurende het hoogwater zijn op een kort traject van rivierkilometer (rkm) 34 tot 40 op tenminste 22 locaties erosiekuilen ontstaan van 3 meter diep of meer. Vier van die erosiekuilen zijn zelfs meer dan 10 meter diep. Deze erosiekuilen hebben tot schade of risico's geleid, bijvoorbeeld: gevaar voor de stabiliteit van bestorting en veerstoepen of onvoldoende dekking op leidingen.

Deze rapportage beschrijft de analyse naar de effecten van bovengenoemde morfologische veranderingen op het functioneren van rivierfuncties. Dit is gedaan met behulp van de Basisrivierbodempligging (BRL). Bij de BRL worden voor verschillende functies van de rivier eisen en streefwaardes geconcretiseerd naar bodempliggingen. Deze bodempliggingen vormen als het ware een enveloppe van boven- en ondergrenzen waarbinnen de rivierbodem vrij mag bewegen: de beheerruimte. De BRL is een betrekkelijk nieuw instrument en er is nog weinig concrete praktijkervaring opgedaan met de toepassing van een BRL analyse. Met deze praktijkcasus, de grootschalige morfologische veranderingen op de Grensmaas, kan worden geleerd wat de BRL goed signaleert en welke onderdelen nog niet.

Er is een grote lijst van mogelijke risico locaties opgesteld a.h.v de door de BRL waargenomen functieoverschrijdingen. Zoals te verwachten is komt er op erosieve trajecten over het algemeen meer ruimte of minder functieoverschrijding beschikbaar voor bovengrenzen, terwijl er meer of extra functieoverschrijding ontstond voor de aanwezige ondergrenzen en andersom op trajecten met sedimentatie.

De BRL-eis "05-06 Erosiegevoelige lagen" heeft extra aandacht gekregen tijdens de analyse. De hypothese dat grootschalige morfologische veranderingen zullen plaatsvinden omdat de top van de erosiegevoelige lagen is doorsneden blijkt niet altijd geldig, bijvoorbeeld bij eerder gevormde diepe erosiekuilen of op langere trajecten waar de erosiegevoelige laag al geheel aan het oppervlak ligt. Echter zijn in het algemeen de locaties, waar in het voorjaar van 2021 al functieoverschrijding of een zeer kleine functieruimte voor de eis "05-06 Beleid overstijgend – Erosiegevoelige lagen" was, ook daadwerkelijk de locaties waren waar tijdens het hoogwater van juli 2021 veel erosie heeft plaatsgevonden en waar nieuwe erosiekuilen zijn ontstaan. De dunne of zelfs ontbrekende dekking bovenop de erosiegevoelige lagen zal in combinatie met de hoge stroomsnelheden op deze locaties samen de voornaamste oorzaak zijn voor de vorming van de vele diepe erosiekuilen.

Deze praktijkcasus heeft laten zien dat de BRL goed bruikbaar is als hulpinstrument om n.a.v. grootschalige morfologische veranderingen de locaties met een risico voor functie-eisen snel te identificeren. De BRL geeft een ruimtelijk beeld en inzicht van de nog beschikbare ruimte of van het tekort aan ruimte t.o.v. de grenzen die de diverse rivierfuncties aan de bodem stellen. De BRL toonde voor de meeste van de door de Task Force Fact Finding of door Rijkwaterstaat Zuid Nederland (RWS ZN) gevonden risico locaties ook een functieoverschrijding in de bijbehorende BRL-eis aan. In enkele gevallen was niet de functieoverschrijding en mogelijk risico voor een de specifieke functie (bijv. een veerstoep of kabel of leiding op of in een oever) zichtbaar, maar wel instabiliteit van deze oever.

De BRL analyse heeft ook aangetoond wat het belang is van complete data, aangezien nu alleen een beeld is verkregen van het gebied waar daadwerkelijk nieuwe metingen van de bodem beschikbaar zijn. De kwaliteit van de identificatie van de mogelijke risico's hangt hier dan ook sterk mee samen.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Introductie	8
1.1	Aanleiding	8
1.1.1	Hoogwater Maas juli 2021	8
1.2	Beknopte toelichting Basisrivierbodempligging (BRL)	8
1.3	Doelstelling	9
2	Gebruikte data en methodes	10
2.1	Studiegebied	10
2.2	BRL bodem	10
2.2.1	Actuele BRL bodem (v2020)	10
2.2.2	Casebodem-v1	10
2.2.3	Casebodem-v2	10
2.3	BRL-Functie-eisen en statistieken	13
2.3.1	BRL-eis "05-06 Erosiegevoelige lagen"	18
2.4	Risico locaties	18
3	Resultaten	20
3.1	Voor Geoweb opgeleverde producten	20
3.2	Morfologische veranderingen	20
3.3	Erosiegevoelige lagen	23
3.4	Veranderingen in BRL functie-overschrijdingen	27
3.4.1	Afwisselend erosie en sedimentatie rkm 15,8-16,3	27
3.4.2	Geen nieuwe data rkm 24,6 – 27,9	27
3.4.3	Erosie – rkm 24	27
3.4.4	Aanzanding rkm 25,3 - veer Geulle-Uikhoven	29
3.4.5	Geen nieuwe data rkm 24,6-25 en 25,4-27,9	30
3.4.6	Afwisselend erosie en sedimentatie rkm 27,9-31,2	31
3.4.7	Geen nieuwe data rkm 31,2-32,5	34
3.4.8	Sedimentatie rkm 32,5-34,1	34
3.4.9	Erosiekuilen vanaf rkm 34 t/m 41	35
3.4.10	Geen nieuwe data vanaf rkm 41 t/m 52,2 en van 52,4 t/m 56,5	39
3.4.11	Erosie en sedimentatie rondom brug bij rkm 52,3	39
3.4.12	Gemiddeld sedimentatie tussen rkm 56,5 en 63,5 en tussen 67- 68	41
3.4.13	Erosie tussen rkm 63,5 en 67	45
3.5	Risico locaties	49
3.6	Statistieken	54
4	Discussie	57
4.1	Signalering risicolocaties	57
4.2	Statistieken	57

5	Conclusie	58
5.1	Morfologische veranderingen tijdens het hoogwater van juli 2021	58
5.2	Erosiegevoelige lagen	58
5.3	BRL signaleringen van functie-eis overschrijdingen	59
5.4	Signalering van de door TFFF en RWS ZN geïdentificeerde risico locaties	59
5.5	BRL als hulpinstrument bij toekomstige signalering van risicolocaties	59
5.6	Aanbevelingen	60
6	Referenties	61
A	De BRL functie-eisen	62
01-01	Waterveiligheid - hoogwaterstanden	62
01-02	Waterveiligheid - stabiliteit primaire waterkeringen	62
03-01a	Schoon en gezond water - connectiviteit nevengeulen	63
03-01b	Schoon en gezond water - instroompunt nevengeulen	63
04-01	Vlot en veilig verkeer over water - Vaarwegprofiel	63
04-02	Vlot en veilig verkeer over water: diepte bij harde lagen	64
05-01	Beleidsdoel overstijgend - Stabiliteit oevers en kribben	64
05-02	Beleidsdoel overstijgend - Dekking infrastructuur	64
05-04	Beleidsdoel overstijgend - Monitoring erosiekuilen	64
05-05	Beleidsdoel overstijgend - Erosiebestendige lagen	65
05-06	Beleidsdoel overstijgend - Erosiegevoelige lagen	65
B	Statistieken inclusief het oppervlakte zonder data	66

1 Introductie

1.1 Aanleiding

1.1.1 Hoogwater Maas juli 2021

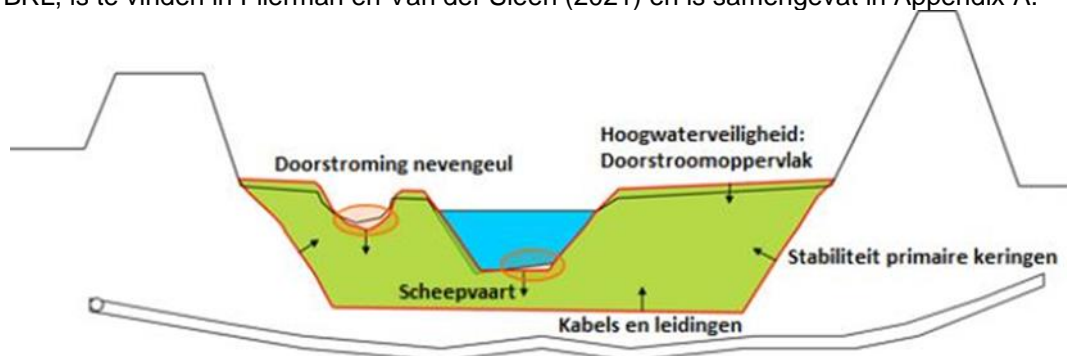
In juli 2021 vond door hevige neerslag een, voor de zomer, uitzonderlijk hoogwater plaats in de rivier de Maas. De piekafvoer op de Maas bij Eijsden en een aantal zijrivieren is de hoogste afvoer ooit gemeten. Er wordt geschat dat een dergelijke gebeurtenis slechts eens per 100 tot 1000 jaar voorkomt. Hiermee betrof het een extreme en uitzonderlijke gebeurtenis met grote maatschappelijke gevolgen in Limburg (Task Force Fact Finding hoogwater 2021).

Direct na het hoogwater zijn door de meetdienst van Rijkswaterstaat (RWS CIV) extra multibeam-peilingen van de bodem van het zomerbed van de Maas uitgevoerd. De verschillen met eerdere peilingen van het voorjaar 2021 brengen de morfologische veranderingen als gevolg van het hoogwater goed in beeld. Uit de studie van de Task Force Fact Finding (TFFF) is gebleken dat op de Grensmaas gedurende het hoogwater op een kort traject van rivierkilometer (rkm) 34 tot 40 op tenminste 22 locaties erosiekuilen zijn ontstaan van 3 meter diep of meer. Vier van die erosiekuilen zijn zelfs meer dan 10 meter diep. Deze erosiekuilen hebben tot schade of risico's geleid, bijvoorbeeld: gevaar voor de stabiliteit van bestorting en veerstoepen of door onvoldoende dekking op leidingen.

Deze rapportage beschrijft de analyse naar de effecten van bovengenoemde morfologische veranderingen op het functioneren van rivierfuncties. Dit is gedaan met behulp van de Basisrivierbodempligging (BRL). De BRL maakt inzichtelijk in hoeverre overschrijdingen van functie-eisen overeenkomen of aanvullende informatie oplevert t.o.v. de gesignaleerde knelpunten door RWS ZN.

1.2 Beknopte toelichting Basisrivierbodempligging (BRL)

Bij de BRL worden voor verschillende functies van de rivier eisen en streefwaardes geconcretiseerd naar bodempliggingen. Deze bodempliggingen vormen als het ware een enveloppe van boven- en ondergrenzen waarbinnen de rivierbodem vrij mag bewegen: de beheerruimte, zie ook *Figuur 1-1*. Op het moment dat de rivierbodem hoger of lager dan een grens uitkomt, is er sprake van een functie-eis overschrijding (de oranje cirkels in het voorbeeld). Een uitgebreide beschrijving van de functie-eisen, die nu zijn opgenomen in de BRL, is te vinden in Flierman en Van der Sleen (2021) en is samengevat in Appendix A.



Figuur 1-1 Schematische weergave dwarsdoorsnede van de BRL.

In het voorjaar van 2021 is de BRL-Geowebviewer binnen Rijkswaterstaat gepubliceerd. Hierin zijn vanuit verschillende rivierfuncties eisen aan de rivierbodem geschematiseerd en getoetst aan de actuele rivierbodempligging. De functie-eisen zijn los opgenomen, maar ook in integrale kaarten met daarin de omhullende enveloppe. Het resultaat van de toetsing is voor elke eis vastgelegd in een functie-overschrijdingskaart welke de ruimte of de tekorten aangeeft voor de functie-eisen. één van de eisen die binnen deze rapportage extra aandacht zal krijgen is de eis “05-06 Erosiegevoelige lagen”. Voor deze eis op basis van een inventarisatie en interpretatie van de ondergrondgegevens van de Maas de top van de fijne zanden als een ondergrens voor interventie opgenomen.

De actuele BRL-bodem (v2020) is gebaseerd op de toen meest recent beschikbare data uit het AHN3, Lidar en multibeam-peilingen. Voor de functie-overschrijdingskaarten zijn verder ook de statistieken van de oppervlaktes en percentages van functie ruimte en overschrijding per netwerkschakel van het hoofdwatersysteem (HWS) bepaald. Deze netwerkschakels zijn de door Rijkswaterstaat gespecificeerde trajecten in het rivierennetwerk die functioneel samenhangen.

1.3 Doelstelling

De BRL is een betrekkelijk nieuw instrument en er is nog weinig concrete praktijkervaring opgedaan met de toepassing van een BRL analyse. Met deze praktijkcasus, de grootschalige morfologische veranderingen op de Grensmaas, kan worden geleerd wat de BRL goed signaleert, welke onderdelen nog niet en in hoeverre observaties en waarnemingen in het veld hieraan gekoppeld kunnen worden. Aangezien er op een kort traject van rivierkilometer (rkm) 34 tot 40 op tenminste 22 locaties erosiekuilen zijn ontstaan is ook de vraag of de BRL-eis voor erosiegevoelige lagen gebruikt kan worden om de gevormde erosiekuilen te verklaren en eventueel in de toekomst te voorspellen.

Binnen dit rapport worden de volgende vragen behandeld:

- 1 Welke morfologische veranderingen hebben op de Grensmaas plaatsgevonden tijdens het hoogwater?
- 2 Zijn grootschalige morfologische veranderingen te voorspellen op basis van de BRL-eis “Erosiegevoelige lagen”
- 3 Welke signaleringen aan functie-eis overschrijdingen geeft de BRL zowel voor als na het hoogwater?
- 4 Hoe verhouden deze signaleringen zich tot de geobserveerde risico-locaties van TFFF en RWS ZN? Waar zitten overeenkomsten en verschillen?
- 5 Kan de BRL als hulpinstrument aanvullende informatie opleveren n.a.v. grootschalige morfologische veranderingen om risicolocaties snel te kunnen identificeren?

Voor het beantwoorden van deze vragen wordt gebruik gemaakt van de BRL-functie-eisen, de actuele BRL-bodem en de aanvullende multibeam-lodingen die hebben plaatsgevonden in het voorjaar en juli van 2021. Hoe deze zijn gebruikt staat beschreven in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 worden de morfologische veranderingen door het hoogwater van juli beschreven. In paragraaf 3.4 wordt specifiek gekeken naar de functie-overschrijding van de eis “05-06 Erosiegevoelige lagen” omdat de verwachting is dat wanneer de toplaag boven deze lagen wordt doorsneden, er grote erosiekuilen kunnen ontstaan in de dan vrij liggende fijne zanden.

Vervolgens wordt ook voor de overige functie-eisen de functie-ruimte en -overschrijdingen voor en na het hoogwater vergeleken. De functieoverschrijdingen worden vergeleken met alle door de TFFF of RWS ZN genoemde risicolocaties om te identificeren of dezelfde risicolocaties uit de BRL naar voren komen aan de hand van de functieoverschrijdingen, of dat er zelfs extra locaties door de BRL worden geïdentificeerd.

2 Gebruikte data en methodes

2.1 Studiegebied

Voor deze studie wordt specifiek gekeken naar de Grensmaas. De Grensmaas is het natuurlijkste deel van de Maas in Nederland, waar het water vrij afstroomt en waar waterdieptes en stroomsnelheden sterk fluctueren. De Grensmaas heeft een grind of zandige bedding met daarbovenop vaak een natuurlijke pleisterlaag van grof grind. De Vlaamse zijde van de Grensmaas is volledig bedijkt, maar aan de Nederlandse zijde liggen alleen dijken rondom enkele bebouwingskernen, waardoor er ook brede overstromingsvlaktes langs de Grensmaas voorkomen. Het natuurlijke karakter van de Grensmaas met grote fluctuaties in waterdiepte en stroomsnelheden is mogelijk doordat er geen vereisten voor de scheepvaart en het vaarwegprofiel gelden, omdat de scheepvaart het naastgelegen Julianakanaal volgt.

De Grensmaas ligt in twee Netwerkschakels: “Grensmaas van Ohe tot Borgharen ” (rkm 15,5-57,5) en de “Gestuwde Grensmaas boven Linne en Heel” (rkm 57,5-68). Deze netwerkschakels zijn zichtbaar in *Figuur 2-1*.

2.2 BRL bodem

2.2.1 Actuele BRL bodem (v2020)

De actuele BRL bodem (v2020) die in Geoweb is opgenomen is gebaseerd op de in november 2020 meest recent beschikbare data uit het AHN3, Lidar en multibeam-peilingen. Deze data was helaas nog niet altijd dekkend op de Grensmaas. Deze rapportage kijkt specifiek naar de morfologische gevolgen van het hoogwater op de Grensmaas. Daarom is gekozen om voor deze casestudie twee bodem updates door te voeren: 1) met data van het voorjaar van 2021 en 2) met data van na het hoogwater 2021. Deze bodem updates zijn uitgevoerd door de nieuw ontvangen data over de oude versie van de bodem heen te leggen. Dit betekent dat de actuele bodem v2020 is vervangen op de locaties waar nieuwe metingen beschikbaar zijn gekomen, maar op de overige locaties gelijk is gebleven.

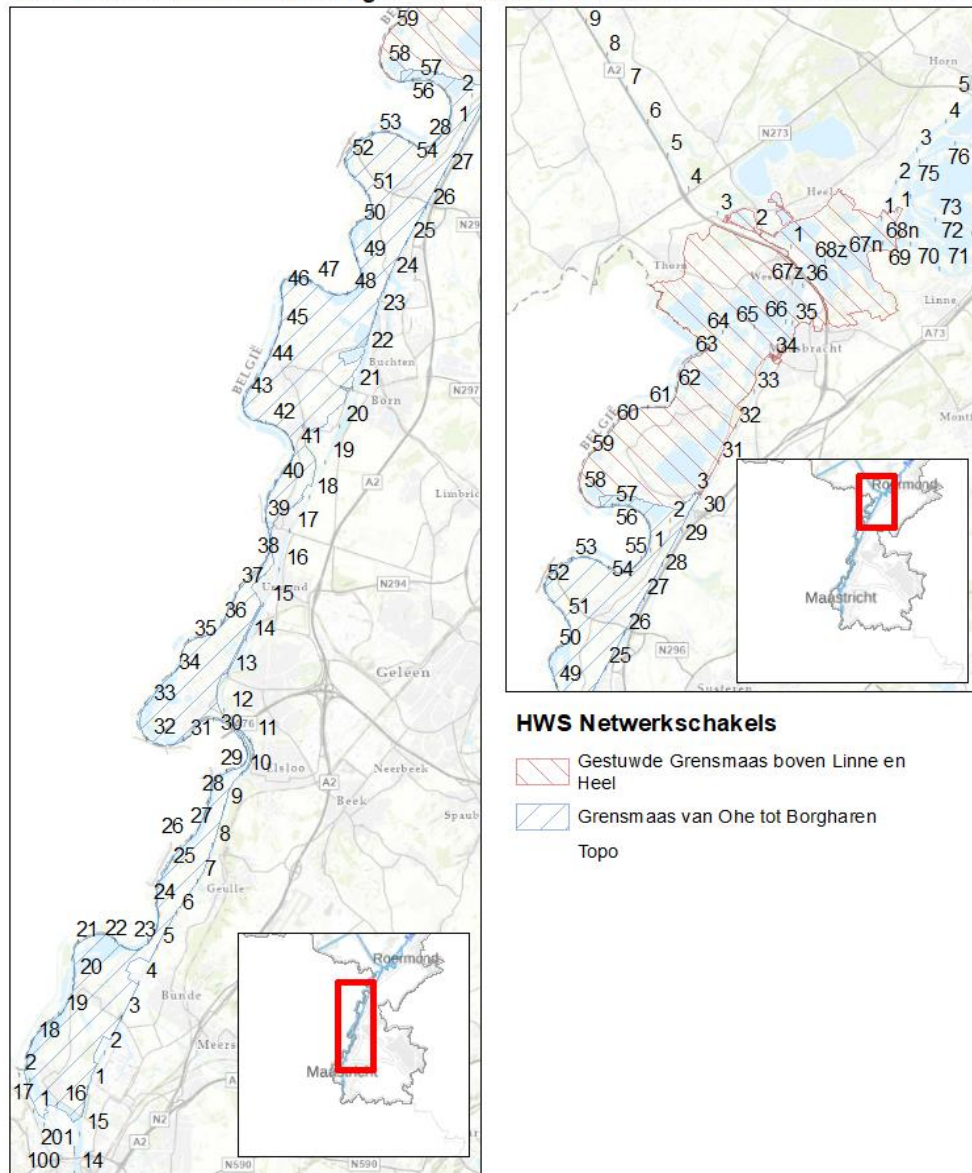
2.2.2 Casebodem-v1

In de tweejaarlijkse meetronde (najaar van 2020 en het voorjaar/februari van 2021) is de bodem van de gehele Maas door de RWS-CIV ingemeten met behulp van multibeam-peilingen. Deze peilingen, welke zijn aangeleverd door Adri Wagener, vormen voor de Grensmaas bodemupdate-v1 (zie voor de dekking de linkerkant van *Figuur 2-2*). Door deze metingen in te mixen bovenop de actuele bodem v2020 is casebodem-v1 ontstaan (voorjaar 2021). *Figuur 2-2* toont aan dat er in deze update geen nieuwe data is voor het zomerbed van de volgende rivierkilometers: 24-27, 51-57 en 64-68.

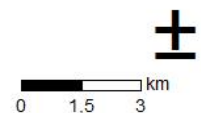
2.2.3 Casebodem-v2

Direct na het hoogwater zijn de multibeam-peilingen op de Maas opnieuw uitgevoerd. Voor de Grensmaas specifiek is het traject km 23.9-24.6, km 27.9-43.0 en lokaal bij Roosteren gepeild in de periode 18 tot en met 29 juli. Echter was daarna de waterdiepte al te ver afgenomen om ook de rest van de Grensmaas in te meten. Om deze reden bevat de Grensmaas bodemupdate-v2 op deze locaties geen data. Omdat deze update ook weer over de meest recente actuele BRL bodem is gelegd (nu dus casebodem-v1), betekent dit dat in de casebodem-v2 op deze locaties nog de dieptes zijn opgenomen zoals deze in het voorjaar 2021 voor casebodem-v1 zijn ingemeten. De dekking van de bodem update na het hoogwater is zichtbaar aan de rechterkant van *Figuur 2-2*.

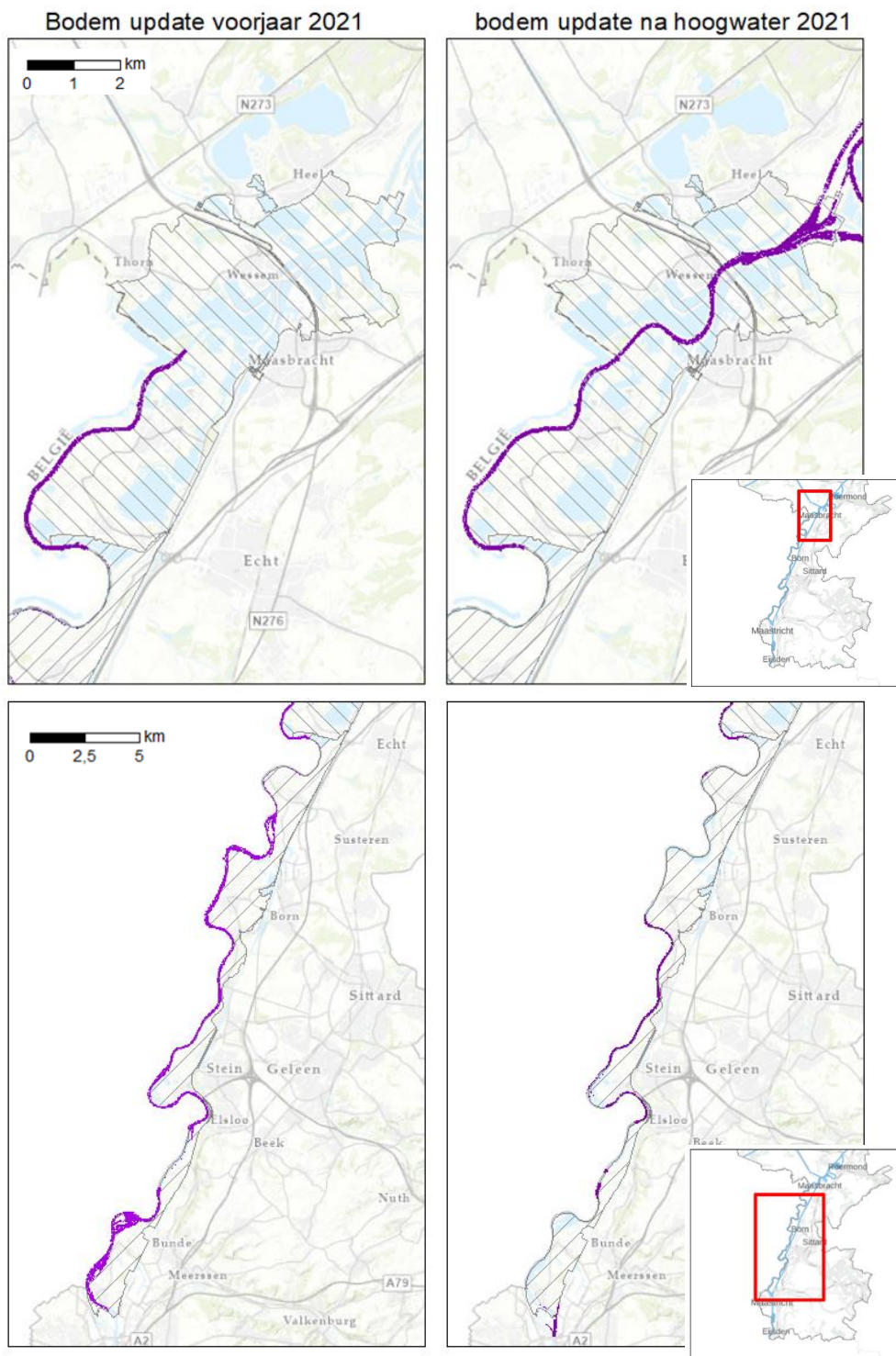
Grensmaas van Ohe tot Borgharen Gestuwde Grensmaas boven Linne en Heel



Deltares



Figuur 2-1 De Netwerkschakels “Grensmaas van Ohe tot Borgharen” (rkm 15,5-57,5) en de “Gestuwde Grensmaas boven Linne en Heel” (rkm 57,5-68) welke samen het studiegebied van de Grensmaas vormen.



Deltares

Figuur 2-2 De dekking van de bodem update voor de Grensmaas voor het voorjaar van 2021 (links) en na het hoogwater van 2021 (rechts)

2.3 BRL-Functie-eisen en statistieken

De Netwerkschakels: “Grensmaas van Ohe tot Borgharen ” (rkm 15,5-57,5) en de “Gestuwde Grensmaas boven Linne en Heel” (rkm 57,5-68 liggen in totaal in 7 BRL 10x10 kilometer gridcellen. Voor deze gridcellen zijn de overschrijdingen van beide casestudie bodems t.o.v. de BRL functie-eisen bepaald.

In v2020 van de BRL zijn in totaal 15 functie-eisen opgenomen (zie Tabel 2-1). Een uitgebreide beschrijving van deze functie-eisen is te vinden in Flierman en Van der Sleen (2021) en is samengevat in Appendix A. De BRL-eisen hebben echter niet altijd dekking of slechts een zeer beperkte dekking in het studiegebied van de Grensmaas. Tabel 2-1 geeft daarom aan welke eisen dekking hebben in de twee netwerkschakels van de Grensmaas en zullen worden besproken in deze rapportage.

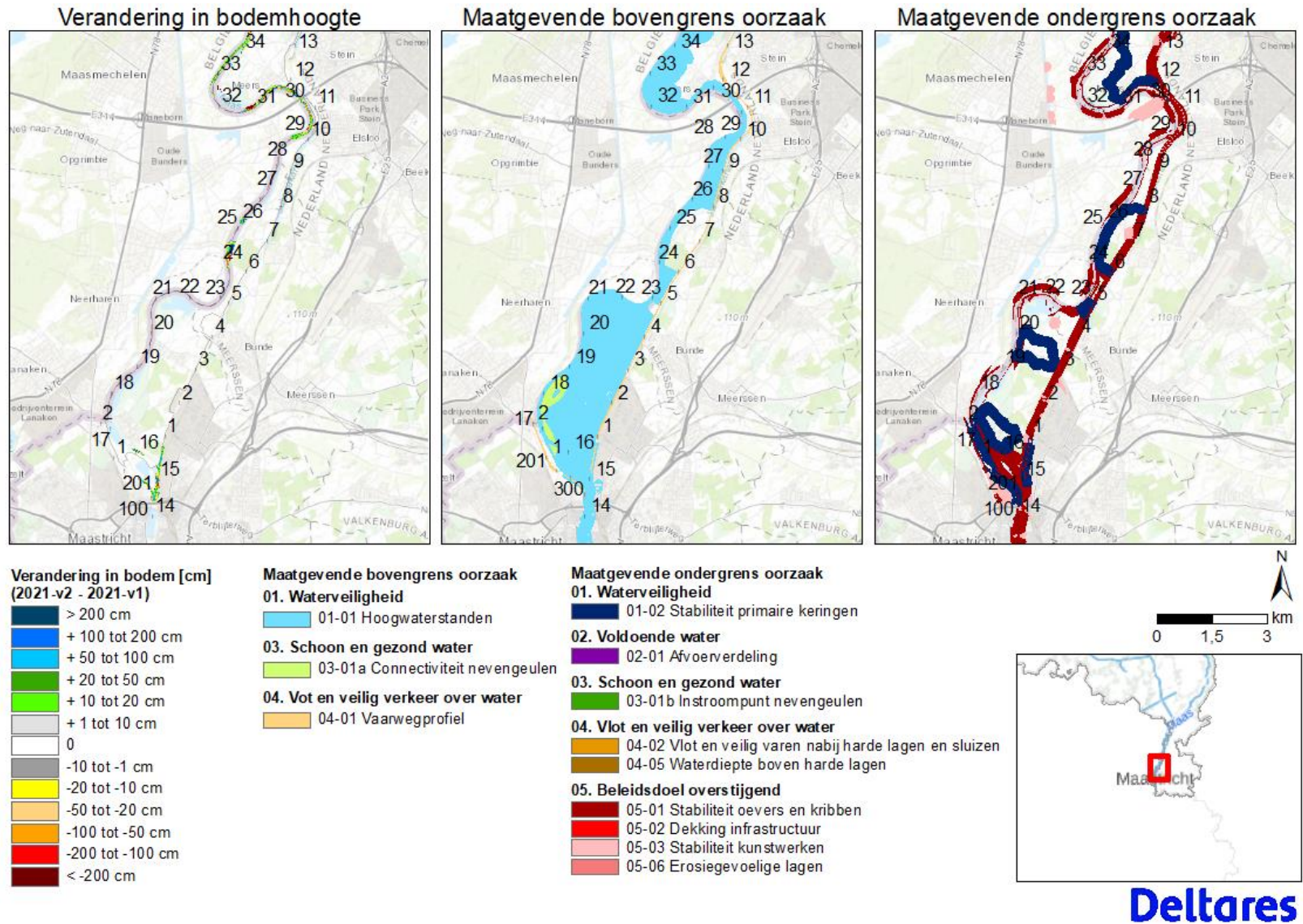
In Figuur 2-3 t/m Figuur 2-5 zijn de oorzakenkaarten van de maatgevende boven- en ondergrenzen weergegeven voor 3 delen van de grensmaas. Deze kaarten geven voor het gehele studiegebied aan welke van de aanwezige functie-eisen de strengste (laagst gelegen) bovengrens of strengste (hoogst gelegen) ondergrens vormen. Deze functie-eisen zullen de grootste functie-overschrijding of functieruimte vertonen in de kaarten. De figuren geven aan dat de eis “01-01 Waterveiligheid – Hoogwaterstanden” in het grootste deel van het gebied de strengste bovengrens is. Ondanks dat de eis “04-01 Vlot en veilig verkeer over water – vaarwegprofiel” een zeer beperkte dekking heeft, vormt deze eis wel de maatgevende bovengrens tussen rkm. 57 en 65 (zie Figuur 2-5). De figuren tonen verder aan dat er geen bodemveranderingen zijn waargenomen op locaties waar de eis “03-01a Schoon en gezond water- connectiviteit nevengeulen” maatgevend is. Dit komt doordat er na het hoogwater geen update van de bodem buiten het zomerbed heeft plaatsgevonden.

Figuur 2-3 t/m Figuur 2-5 tonen ook de oorzaak van de maatgevende ondergrenzen in het gebied van de Grensmaas. Met name de eisen voor “01-02 Waterveiligheid – Stabiliteit primaire keringen” en “05-01 Beleidsdoel overstijgend - Stabiliteit oevers en kribben” zijn maatgevend binnen het gebied van de Grensmaas. Op enkele locaties is de eis “05-03 Beleidsdoel overstijgend – Stabiliteit kunstwerken” maatgevend.

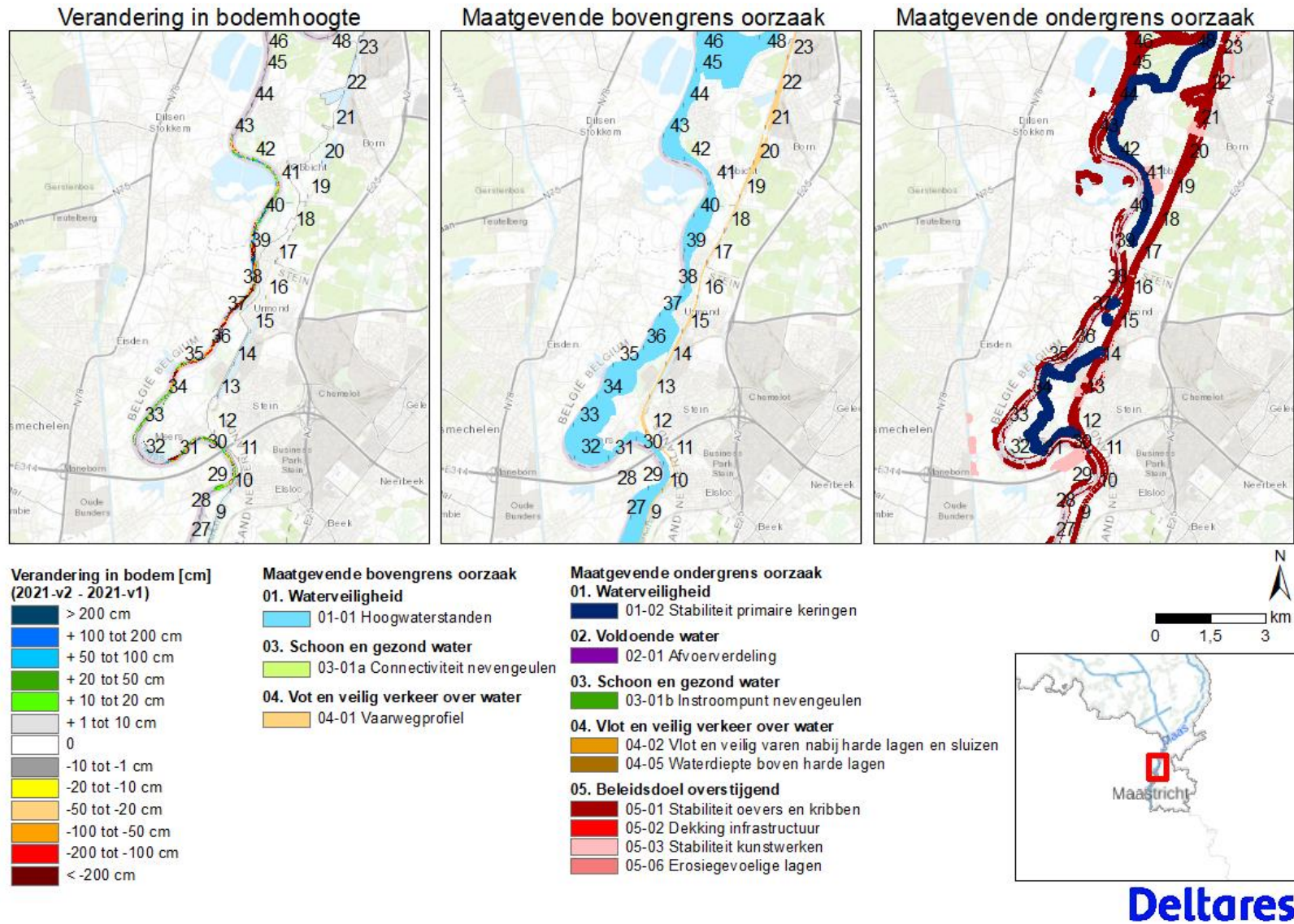
Voor de twee netwerkschakels zijn voor de overschrijdingskaarten van beide casebodems de statistieken voor alle BRL functie-eisen bepaald. Deze statistieken van de casebodems zijn samen in een figuur opgenomen om de impact van het hoogwater van juli op de functie-eisen van de BRL te bepalen.

Tabel 2-1 Overzicht van functie-eisen, hun herkomst (status) en de dekking binnen de twee netwerkschakels van de Grensmaas voor de v2020 BRL-functie-eisen

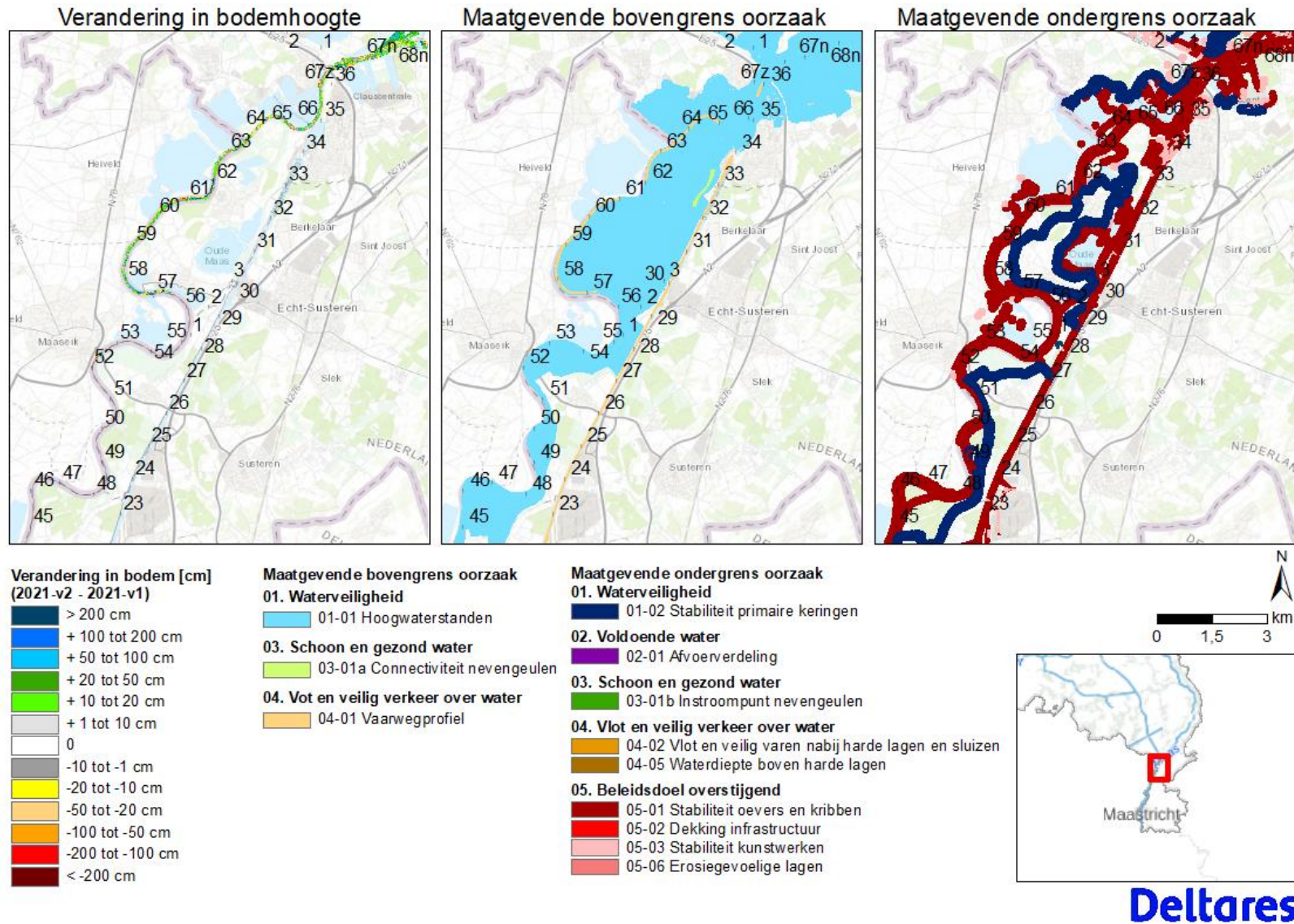
Eis nr.	Beleidsdoel	Functie	Status	Grensmaas van Ohe tot Borgharen	Gestuwde Grensmaas boven Linne en Heel
01-01	Waterveiligheid	Hoogwaterstanden	Geconcretiseerd NWSP	✓	✓
01-02	Waterveiligheid	Stabiliteit primaire waterkeringen	Geconcretiseerd keur WS	✓	✓
02-01	Voldoende water	Afvoerverdeling	Streefwaarde, geen status		
03-01	Schoon en gezond water	Connectiviteit nevengeulen (Bodemhoogte nevengeulen RWS legger)	Geconcretiseerd legger	✓	✓
03-01b	Schoon en gezond water	Instream nevengeulen	Geconcretiseerd legger		
04-01	Vlot en veilig verkeer over water	Realiseren afgesproken vaarwegprofiel	SLA PIN4	zeer beperkt	zeer beperkt
04-02	Vlot en veilig verkeer over water	Voldoende waterdiepte bij overgangen naar harde lagen en overige aansluitingen	Streefwaarde, geen status		
04-03	Vlot en veilig verkeer over water	Vlot varen	Streefwaarde, geen status		
04-04	Vlot en veilig verkeer over water	Onbeladen en recreatievaart	Streefwaarde, geen status		
05-01	Beleidsdoel overstijgend	Stabiliteit oevers en kribben	Geconcretiseerd NWSP	✓	✓
05-02	Beleidsdoel overstijgend	Voldoende dekking infrastructuur	Geconcretiseerd NWSP	✓	✓
05-03	Beleidsdoel overstijgend	Stabiliteit kunstwerken	Geconcretiseerd NWSP	✓	✓
05-04	Beleidsdoel overstijgend	Monitoring erosiekullen	Streefwaarde, geen status		
05-05	Beleidsdoel overstijgend	Erosiebestendige lagen	Streefwaarde, geen status		
05-06	Beleidsdoel overstijgend	Erosiegevoelige lagen	Streefwaarde, geen status	✓	



Figuur 2-3 De maatgevende (strengste) boven- en ondergrenzen in de Grensmaas van rkm. 45 t/m 68



Figuur 2-4 De maatgevende (strengste) boven- en ondergrenzen in de Grensmaas van rkm. 27 t/m 47



Figuur 2-5 De maatgevende (strengste) boven- en ondergrenzen in de Grensmaas van rkm. 45 t/m 68

2.3.1 BRL-eis “05-06 Erosiegevoelige lagen”

In 2011 heeft Arcadis een Inventarisatie en interpretatie van de ondergrondgegevens van de Maas uitgevoerd en voor het jaar 2000 de dikte van de deklaag boven de top van de fijne zanden bepaald. Op basis hiervan is destijds een ondergrens voor interventie (top fijne zanden) bepaald voor delen van de Grensmaas welke nu is herleid uit die studieresultaten en is opgenomen als eis “05-06 Erosiegevoelige lagen” binnen de BRL.

De BRL-eis “05-06 Erosiegevoelige lagen” wordt binnen de rapportage apart besproken, omdat de verwachting is dat wanneer de toplaag boven deze erosiegevoelige lagen is doorsneden, er grote erosiekuilen kunnen ontstaan in de dan aan het oppervlak vrij liggende fijne zanden.

2.4 Risico locaties

Na het hoogwater is op basis van de direct zichtbare veranderingen en de gemeten verschillen in zomerbedhoogte door de Task Force Fact Finding een lijst met risicolocaties in de Grensmaas opgesteld. Deze lijst is zichtbaar in Tabel 2-2. Deze locaties liggen allemaal in het traject tussen rkm 34 en rkm 40 waar de grootste en meeste erosiekuilen zijn ontstaan. Door Rijkswaterstaat Zuid Nederland (RWS ZN) is nog een extra tabel aangeleverd met daarin voor de Grensmaas de nazorglocaties van het hoogwater 2021 (zie Tabel 2-3).

Tabel 2-2 De erosiekuilen in de Grensmaas die schade hebben veroorzaakt of risico vormen (uit Task Force Fact Finding, 2021)

rkm	locatie	Risico
34.65	Erosiekuil van ca. 7m diepte aan Nederlandse zijde bij Maasband.	Gevaar voor stabiliteit bestorting.
36.27	Oevererosie en diepe verticale erosie bij leiding, waardoor die bloot is komen te liggen	Geen dekking meer op leiding. Nieuwe leiding al geboord.
37.9	Diepe erosie bovenstrooms Berg aan de Maas	Stabiliteit bestorting.
38.2	Erosiekuil van ca. 3-4m diepte aan Nederlandse zijde	Stabiliteit bestorting nabij bebouwing.
38.9	Erosiekuil van ca. 16m diepte ter plaatse van veer	Veerstoep beschadigd en veer Berg-Meeswijk uit de vaart genomen.

Tabel 2-3 De aandacht locaties op de Grensmaas n.a.v. het hoogwater (RWS ZN)

rkm	objecttype	toelichting
15.4	sluis	Rekening houden met schade. Meting was i.v.m. waterstand nog niet mogelijk. Meting volgt
16	inlaat_uitlaat	
25.3	Veerstoep - Geulle - Uikhoven (voet- en fietsveer)	ca. 1 m sedimentatie rechteroever
26	leiding	
28.2	leiding	
29.4	brug	Bestaande erosiekuil is ondieper geworden
32.8	leiding	
34.65	bestorting	Ontgrondingskuil van ca. 7m diepte aan NL-zijde aan de voet van de bestorting van Maasband. NB mogelijk ligt hier een groot object in de Maas net bovenstrooms van het gat.
36		Ontgrondingskuil van ca. 4m diepte aan VL-zijde
36.1		Ontgrondingskuil van ca. 3m diepte aan NL-zijde
36.27	leiding	Ontgrondingskuil van ca. 5m diepte aan NL-zijde in de oever bij de PALL. Geen dekking meer op de leiding, nieuwe leiding al geboord
36.3	leiding	
36.3		Ontgrondingskuil van ca. 9-13 m diepte bij aan NL-zijde in de oever
36.43		Ontgrondingskuil van ca. 6m diepte aan VL-zijde
36.65		Ontgrondingskuil van ca. 5m diepte
36.75		Ontgrondingskuil van ca. 3m diepte aan NL-zijde. Hier is ook oevererosie opgetreden
37.02		Ontgrondingskuil van ca. 7m diepte aan VL-zijde
37.2		Ontgrondingskuil van ca. 5m diepte aan VL-zijde
37.28		Ontgrondingskuil van ca. 4m diepte aan VL-zijde
37.32		Ontgrondingskuil van ca. 7m diepte aan VL-zijde
37.36		Ontgrondingskuil van ca. 5m diepte aan VL-zijde
37.4		Ontgrondingskuil van ca. 5m diepte aan NL-zijde
37.52		Ontgrondingskuil van ca. 4m diepte aan NL-zijde
37.7		Ontgrondingskuil van ca. 11m diepte aan NL-zijde
37.9	bestorting	Ontgrondingskuil van ca. 13m diepte aan NL-zijde net bovenstrooms van Berg aan de Maas. Wellicht bedreigt dit bestorting
38.15		Ontgrondingskuil van ca. 3m diepte aan VL-zijde
38.08-38.32	bestorting nabij bebouwing	Ontgrondingskuil van ca. 3-4m diepte bij aan NL-zijde, direct aan de voet van de bestorting van Casa Montana Berg aan de Maas
38.65		Ontgrondingskuil van ca. 3m diepte
38.9	veerstoep	Ontgrondingskuil van ca. 16m diepte. Hierdoor is schade ontstaan aan de veerstoepen van Berg en Meeswijk
39.1		Ontgrondingskuil van ca. 4m diepte aan NL-zijde
39.6	leiding	
43.8	other	
52.4	brug	Bestaande erosiekuil is ondieper geworden
59.5	other	
67.3	brug / leiding	Kleine bodemveranderingen, geen grote verdiepingen in thalweg

3 Resultaten

3.1 Voor Geoweb opgeleverde producten

De volgende producten van deze “BRL analyse van de overschrijdingsveranderingen in de Grensmaas als gevolg van de grootschalige erosiepatronen door het hoogwater van juli 2021” zullen worden gepubliceerd in Geoweb:

- Functie-overschrijdingskaarten voor twee casebodems t.o.v. de geldende functie-eisen (zie Tabel 2-1) in de netwerkschakels “Gestuwde Grensmaas boven Linne en Heel” en de “Grensmaas van Ohe tot Borgharen”;
- Voor elke geldende functie-eis zijn de fracties van functie-overschrijding gevisualiseerd en zijn alle statistieken per eis opgenomen in de attributen tabellen van de netwerkschakel;
- Een figuur met voor alle functie-eisen de fractie van functie-ruimte, functie-overschrijding en geen data voor zowel casebodem-v1 als casebodem-v2.

In de volgende secties zullen een paar van deze producten nader worden besproken en zal worden ingezoomd op een aantal van deze kaarten. Deze figuren zelf zijn niet allemaal opgenomen in Geoweb, maar de bijbehorende data/kaartlagen zijn wel in te zien via het “*ik wil menu*” en dan “*Kaartlagen uit de catalogus externe bronnen toevoegen*”.

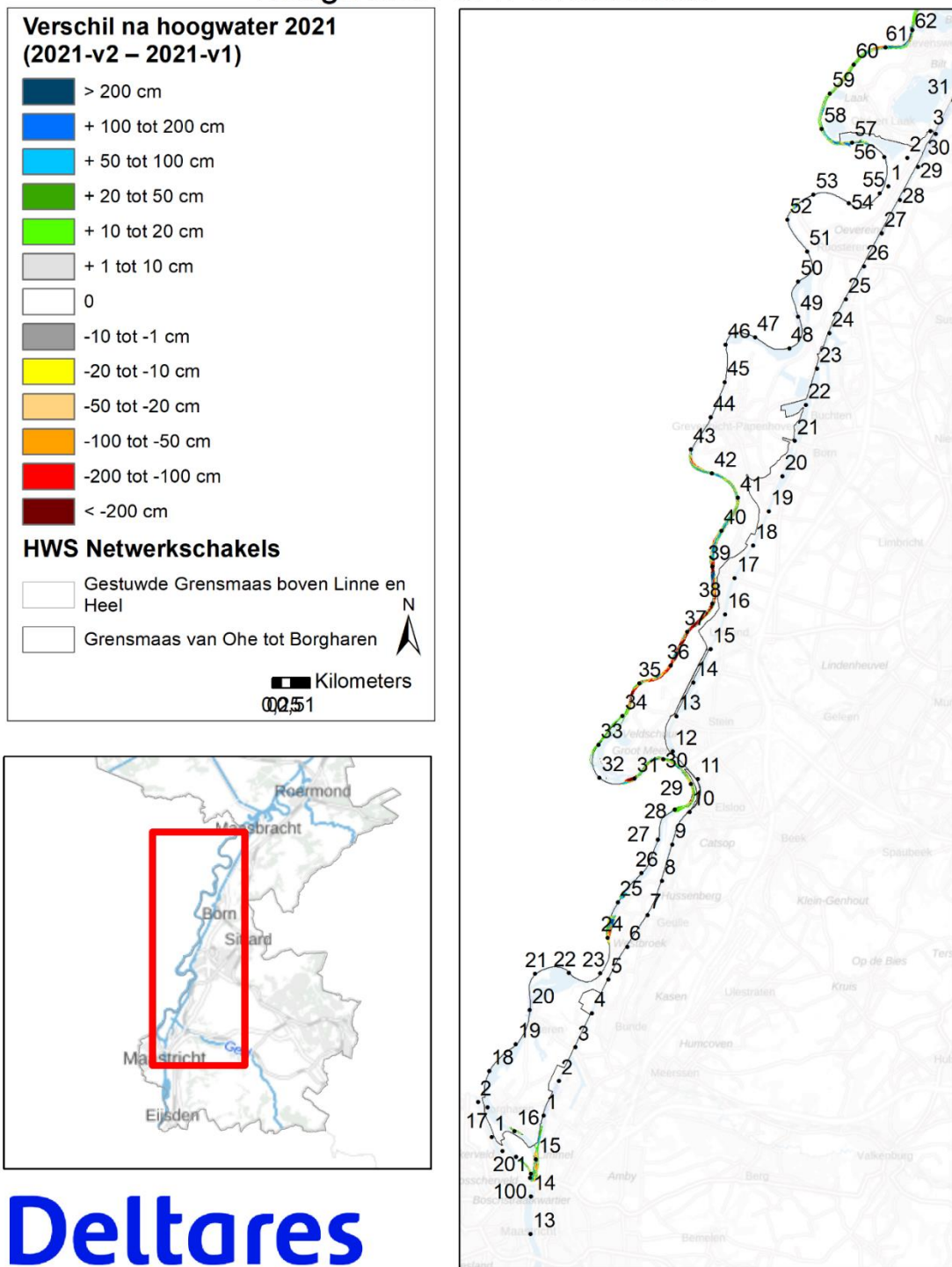
Geoweb-viewer alleen intern bij Rijkswaterstaat beschikbaar:

https://maps.intranet.rijkswaterstaat.nl/gwproj55/index.html?viewer=Basis_Rivierbodem_Ligging.Webviewer

3.2 Morfologische veranderingen

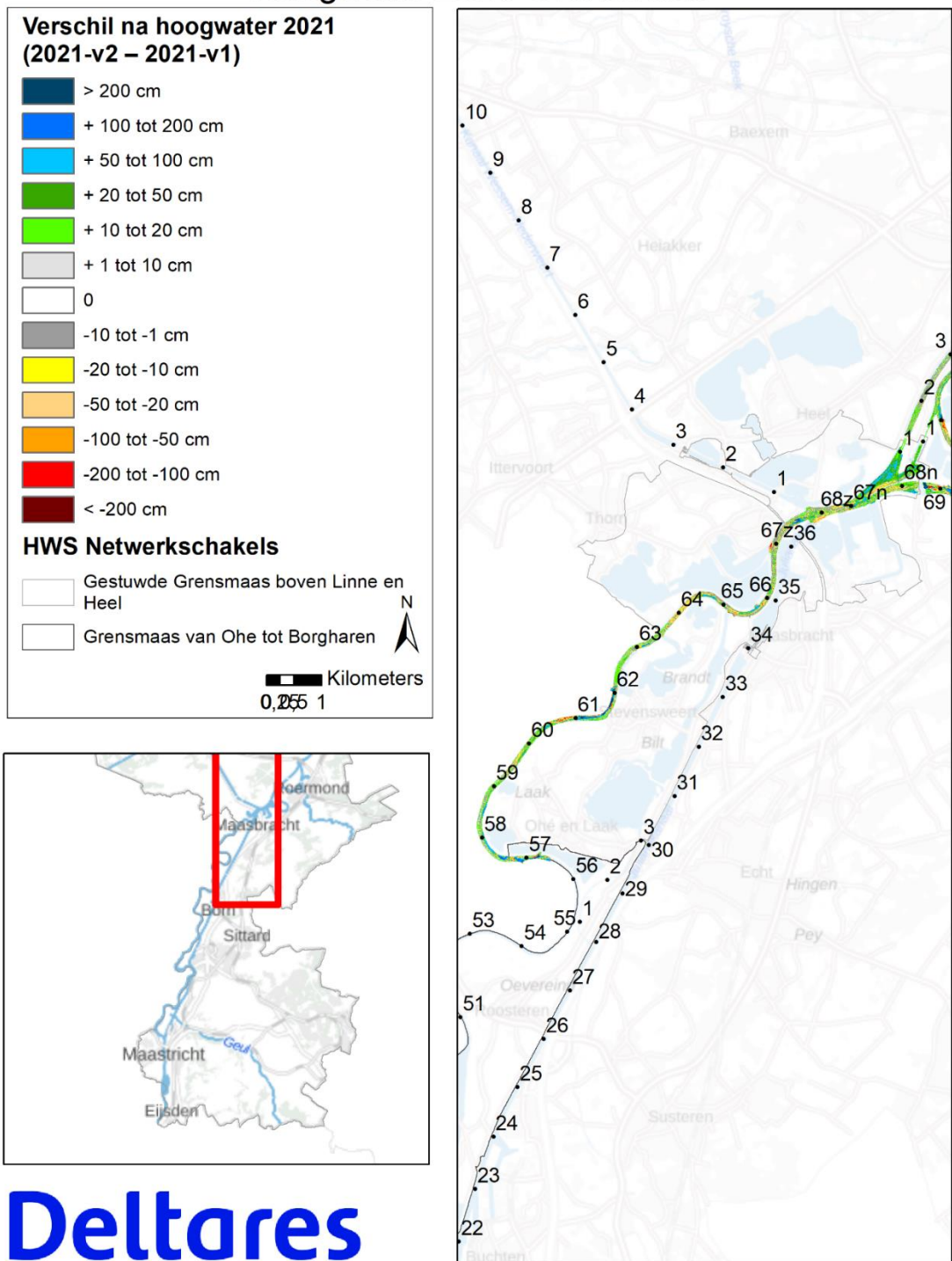
Zoals in sectie 2.2.3 al is vermeld was het door de te kleine waterdiepte niet mogelijk om na het hoogwater nog de gehele Grensmaas met multibeam in te meten. Om deze reden is het niet mogelijk om over de gehele Grensmaas de verschillen in de hoogte van het zomerbed te bepalen. Dit is zichtbaar in Figuur 3-1 en Figuur 3-2, welke voor de twee netwerkschakels het grove overzicht geven van de dekking van de metingen en de verschillen in bodemhoogtes die in deze gebieden zijn ontstaan. In deze figuren valt vooral op dat over het traject van rivierkilometer (rkm) 34 t/m 40 zeer grote verschillen in bodemhoogte zijn ontstaan. De legenda toont verschillen die groter zijn dan -2 m (donker rood) en +2 m (donker blauw) en deze verschillen lopen lokaal op tot meer dan -10 m.

Hoogwater 2021 Grensmaas



Figuur 3-1 Gemeten verandering in het zomerbed voor de Grensmaas van Ohe tot Borgharen tussen casebodem-v2 (na het hoogwater 2021) en casebodem-v1 (voorjaar 2021)

Hoogwater 2021 Grensmaas



Figuur 3-2 Gemeten verandering in het zomerbed voor de Gestuwde Grensmaas Boven Linne en Heel tussen casebodem-v2 (na het hoogwater 2021) en casebodem-v1 (voorjaar 2021)

3.3 Erosiegevoelige lagen

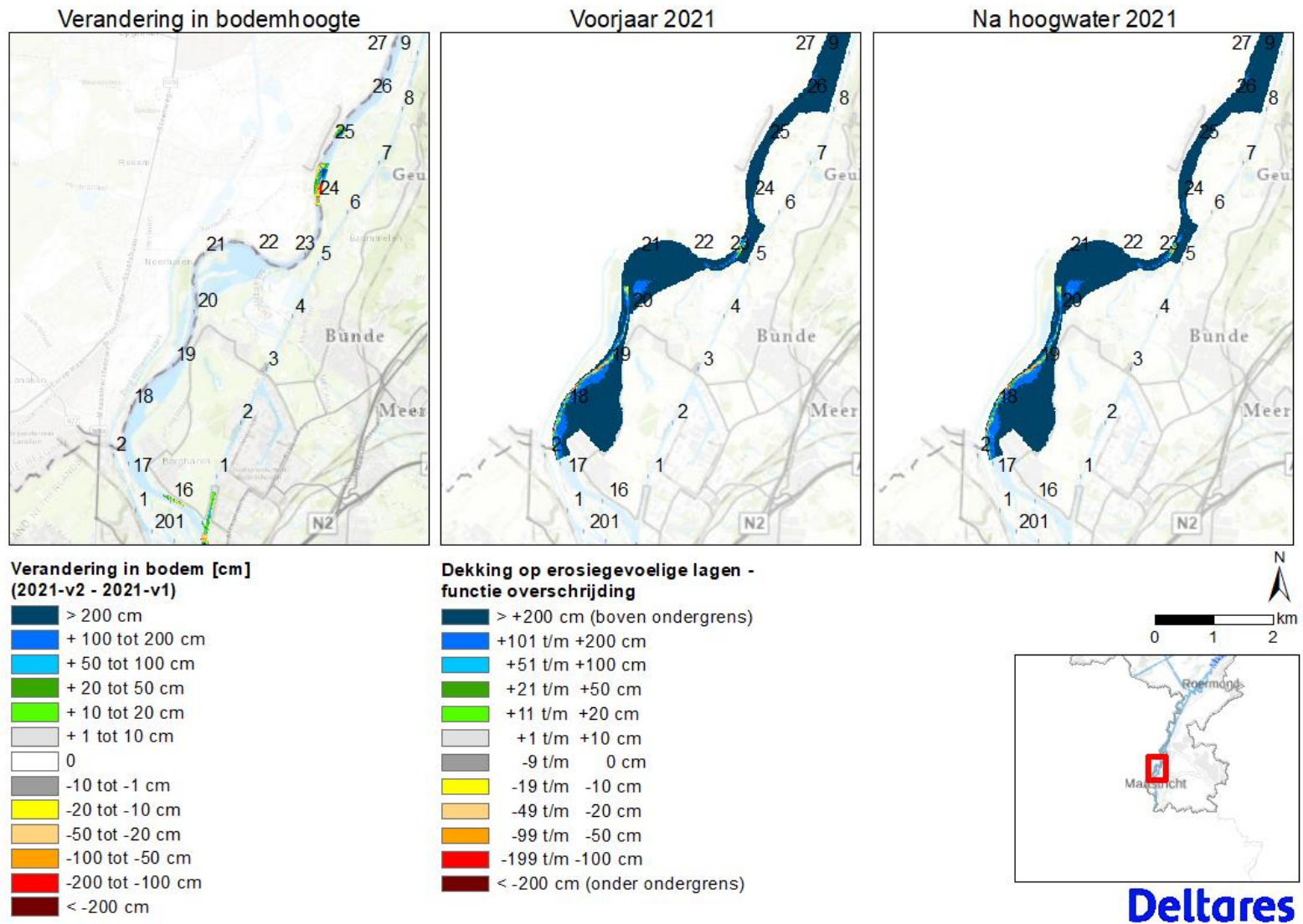
De eis “05-06 Erosiegevoelige lagen” is opgenomen als signalerende eis in de BRL, omdat het doorsnijden van de toplaag boven de erosiegevoelig fijne zanden meestal resulteert in de vorming van erosiekuilen door snelle erosie van deze fijne zanden. Omdat er specifiek in de Grensmaas op ten minste 22 locaties erosiekuilen zijn ontstaan tijdens het hoogwater wordt in deze paragraaf de functieoverschrijding van de eis “05-06 Erosiegevoelige lagen” van zowel voor als na het hoogwater van juli 2021 vergeleken om te zien of de grootschalige morfologische veranderingen op de Grensmaas vooraf te voorspellen waren op basis van de BRL-eis “Erosiegevoelige lagen”

In Figuur 3-3 is zichtbaar dat er voor het hoogwater over het grootste deel van het traject tussen rkm 23 t/m 26 nog meer dan 200 cm ruimte beschikbaar is tussen de actuele rivierbodem en de top van de erosiegevoelige laag. Rondom rkm 23 is er minder ruimte beschikbaar en is er zelfs een klein stukje waar al in het voorjaar van 2021 de rivierbodem de top van de fijne zanden al met ongeveer 20 cm heeft doorsneden. De verwachting is dat nu eenmaal deze doorsnijding heeft plaatsgevonden dat op deze locatie de fijne zanden makkelijk kunnen gaan eroderen en er verdere erosie zal kunnen plaatsvinden en een erosiekuil kan gaan vormen. Helaas zijn er voor deze locatie geen bodemgegevens van na het hoogwater beschikbaar (zie links in Figuur 3-3) waardoor de hypothese hier niet gecontroleerd kan worden. Verderop is de bodem in de binnenbocht van rkm 24 is ongeveer 1 tot 2 m verlaagd.

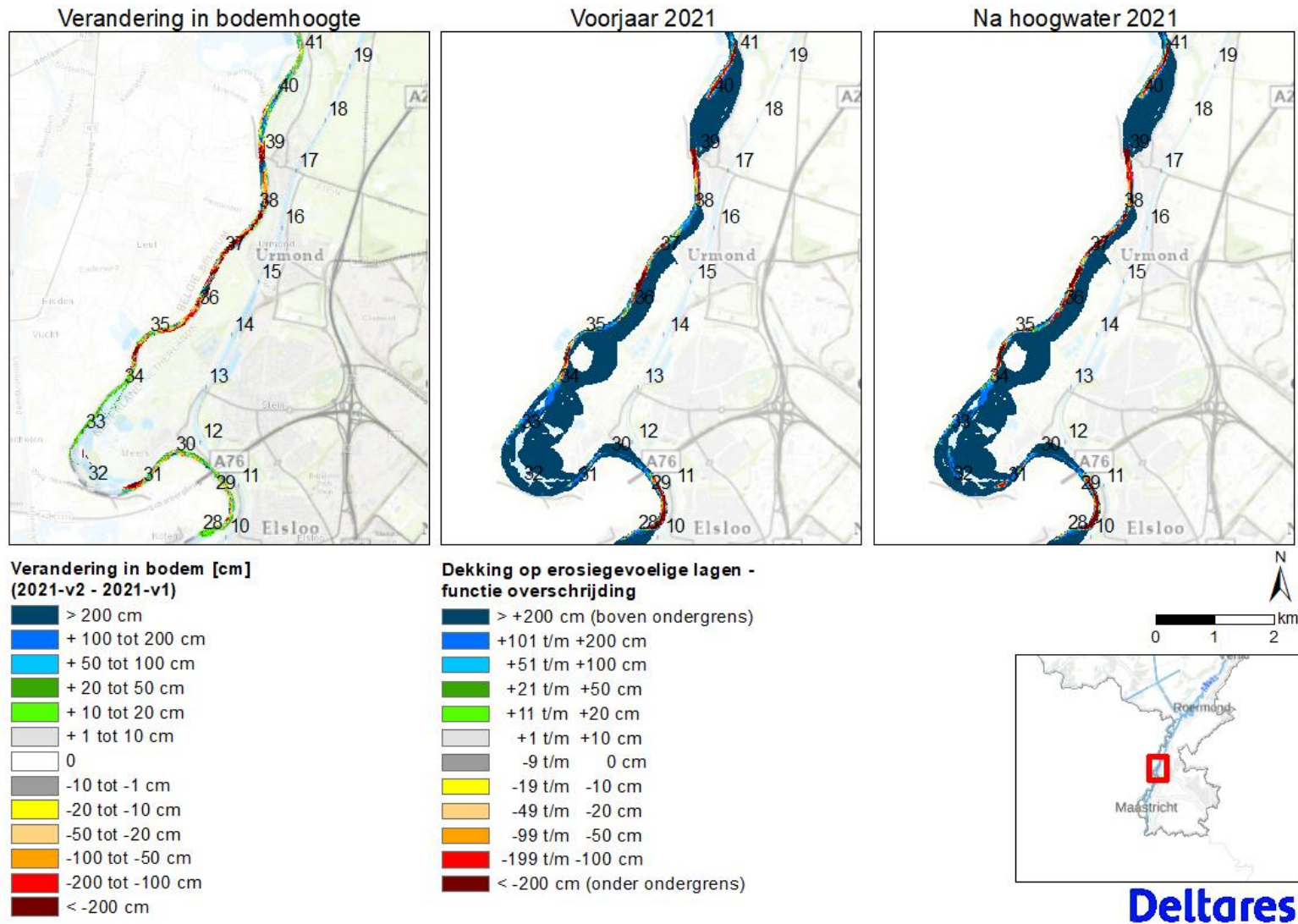
In Figuur 3-3 is zichtbaar dat er op deze locatie meer dan 200 cm ruimte boven de top van de fijne zanden beschikbaar was voor het hoogwater en dat dit ook na het hoogwater nog het geval is. Er is dus geen sprake van een functie-eis overschrijding.

Figuur 3-4 geeft aan dat er verder benedenstrooms tussen rkm 28 en rkm 41 meerdere locaties zijn waar al in het voorjaar van 2021 geen ruimte meer was boven de top van de erosiegevoelige fijne zanden. Vooral tussen rkm 28-29 , 34-35, 36-37, 38-39 en van 40-41 was de top van de fijne zanden al met meer dan 2 m doorsneden. Ook op de tussengelegen stukken zijn er regelmatig locaties waar nog maar weinig of net geen ruimte meer aanwezig is tussen de actuele bodem en de erosiegevoelige laag. Het linker panel van Figuur 3-4 laat zien dat er veel erosie heeft plaatsgevonden op de bovengenoemde locaties. Met name rondom rkm 31 is goed zichtbaar dat een grote en diepe erosiekuil is ontstaan op een plek waar voor het hoogwater zeer lokaal al de top van de erosiegevoelige zanden was doorsneden. Wanneer het midden en rechter deel van Figuur 3-4 worden vergeleken is zichtbaar dat door de vele erosie op het traject tussen rkm 28 en 41 ook de functieoverschrijding van de eis “05-06 Erosiegevoelige lagen” sterk is toegenomen, met name op de locaties op en vlak rondom de punten waar de top van de erosiegevoelige laag al was doorsneden of bijna was bereikt.

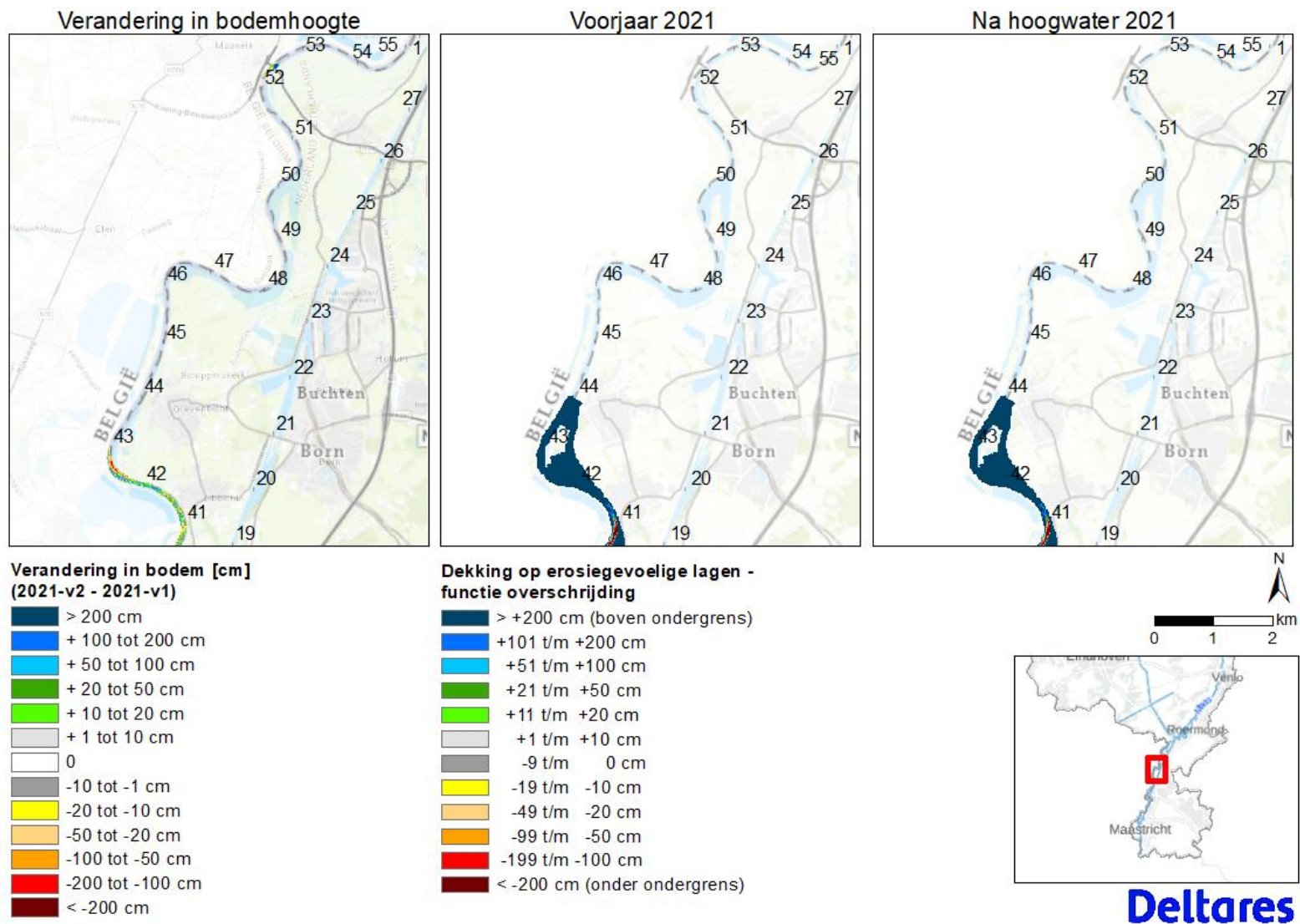
Het is opvallend dat er bij rkm 28-29 bijna geen erosie en voornamelijk sedimentatie heeft opgetreden. Deze sedimentatie is te klein om de al aanwezige functieoverschrijding significant af te laten nemen (zie Figuur 3-4). De aanbeveling is om oorzaak van de onverwachte sedimentatie i.p.v. erosie op deze locatie verder te onderzoeken. Mogelijke hypothesen zijn dat dit komt door de vaste laag benedenstrooms bij Elsloo of doordat het stroombeeld tijdens het hoogwater meer over de oever ging. Verder is het ook de vraag of het gesedimenteerde materiaal grof genoeg is om de erosiegevoelige zanden af te dekken en de erosiekuil te stabiliseren.



Figuur 3-3 De functieoverschrijding voor de eis *Beleid overstijgend* – Erosiegevoelige lagen (05-06) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 16-27



Figuur 3-4 De functieoverschrijding voor de eis *Beleid overstijgend* – Erosiegevoelige lagen (05-06) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 27-41



Figuur 3-5 De functieoverschrijding voor de eis *Beleid overstijgend* – Erosiegevoelige lagen (05-06) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 38-43

Figuur 3-5 geeft de functie-overschrijding weer voor het laatste deel van de Grensmaas. In dit figuur is zichtbaar dat de top van de fijne zanden tussen rkm 40 en 41 al voor het hoogwater meer dan 2 m was doorsneden. Op dit traject heeft afwisselend 10 tot 20 cm erosie of sedimentatie plaatsgevonden en in het algemeen overheerst de sedimentatie. Door de sedimentatie nemen de functieoverschrijdingen vooral langs de randen van de geul af van meer dan 200 cm tot 20 cm. De hypothese dat grootschalige morfologische veranderingen zullen plaatsvinden omdat de top van de erosiegevoelige lagen hier is doorsneden is op dit traject, bij het hoogwater van juli 2021, dus niet geldig.

Benedenstrooms van rkm 41 is er meer dan 2 m ruimte tussen de top van de fijne zanden en de actuele bodem beschikbaar en ook de erosie in de binnenbocht tussen rkm 42 en 43 heeft hier geen significante verandering in gebracht (zie Figuur 3-5). Verder benedenstrooms is er op de Grensmaas geen dekking meer van deze eis.

3.4 Veranderingen in BRL functie-overschrijdingen

Deze paragraaf beschrijft de morfologische ontwikkelingen als gevolg van het hoogwater en geeft de belangrijkste bevindingen weer uit de BRL analyses op deze locaties. Dit gebeurt stroomafwaarts, waarbij de rivierkilometers oplopen en waarbij langere trajecten met gelijke morfologische ontwikkeling gegroepeerd worden besproken.

3.4.1 Afwisselend erosie en sedimentatie rkm 15,8-16,3

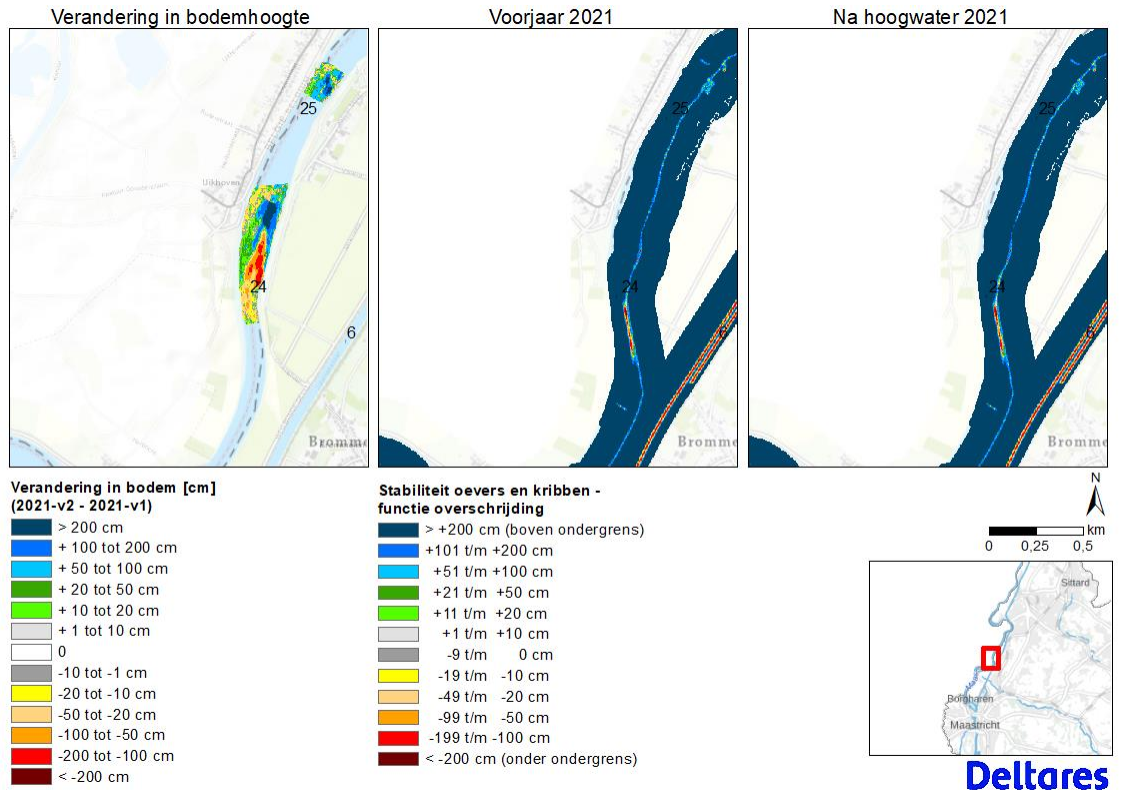
Tussen rkm 15,8 en 16,3 vind afwisselend een verhoging of verlaging van het zomerbed plaats met enkele extreme waarden van 2 m verlaging vlak langs de rechter oever. Voor het hoogwater van 2021 was er langs deze oever al functie-overschrijding zichtbaar. De overschrijding is qua oppervlak en qua eenheid toegenomen, dit geeft aan dat de stabiliteit van deze oever niet gegarandeerd kan worden.

3.4.2 Geen nieuwe data rkm 24,6 – 27,9

Tussen rkm 24,6 en 27,9 was er na het hoogwater niet voldoende waterdiepte om de Grensmaas te peilen. Hierdoor zijn er geen multibeamlodingen van na het hoogwater beschikbaar en is het niet mogelijk om de verandering in functie-eisoverschrijdingen op deze locaties te controleren.

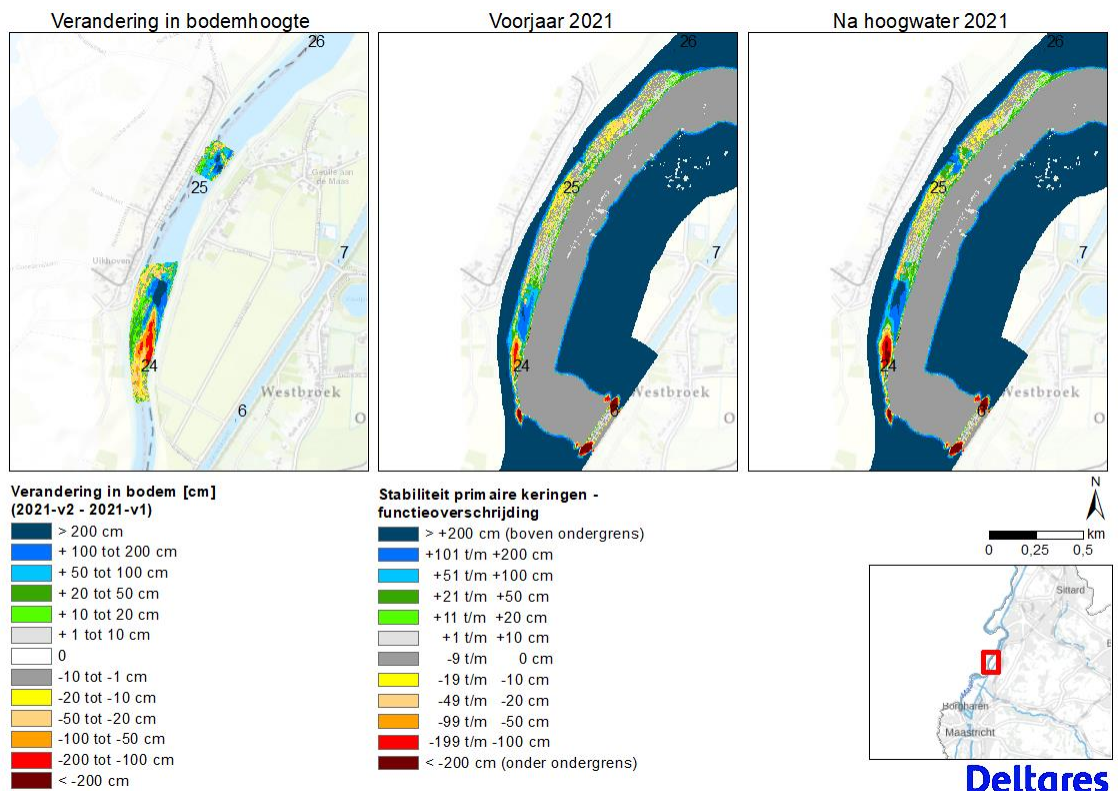
3.4.3 Erosie – rkm 24

Net na rkm 24 is de bodem 0,5 tot 1,5 m verlaagd, terwijl vlak daarna en verderop bij rkm 25,3 de bodem juist meer dan 1 m is verhoogd. Deze veranderingen in bodemhoogte zijn echter niet geheel door het hoogwater veroorzaakt, aangezien er in 2021 op dit traject werd gewerkt aan de oevers en oeverbescherming bij Geulle aan de Maas (persoonlijke communicatie Tom Kuijpers RWS ZN). Het effect van de bodemverhoging is echter niet zichtbaar in Figuur 3-6, dat de functie-overschrijding voor de eis “05-01 Beleid overstijgend – Stabiliteit oevers en kribben” toont voor zowel de situatie voor als na het hoogwater. Figuur 3-6 toont geen afname in functieoverschrijding door extra geplaatste oeververdediging, maar alleen een toename in functieoverschrijding tussen rkm 23,9 en 24,1 waar 0,5 tot 1,5 m rivierbodembodem erosie plaatsvond.



Figuur 3-6 De functieoverschrijding voor de eis “Beleid overstijgend – Stabiliteit oevers en kribben” (05-01) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 24-26

Figuur 3-7 toont voor hetzelfde traject de functie-overschrijdingskaart van de ondergrens “01-02 Hoogwaterveiligheid – stabiliteit keringen”. Volgens deze eis is er geen verlaging van het bodemniveau in de keurzone toegestaan, omdat de stabiliteit van de kering hierdoor mogelijk in het geding komt. De erosie rondom rkm 24 vond plaats in de keurzone van de kering waardoor er nu een groter gebied is met functieoverschrijding en een mogelijk gevaar voor de stabiliteit van de kering.



Figuur 3-7 De functieoverschrijding voor de eis Hoogwaterveiligheid – stabiliteit keringen (01-02) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 24-26

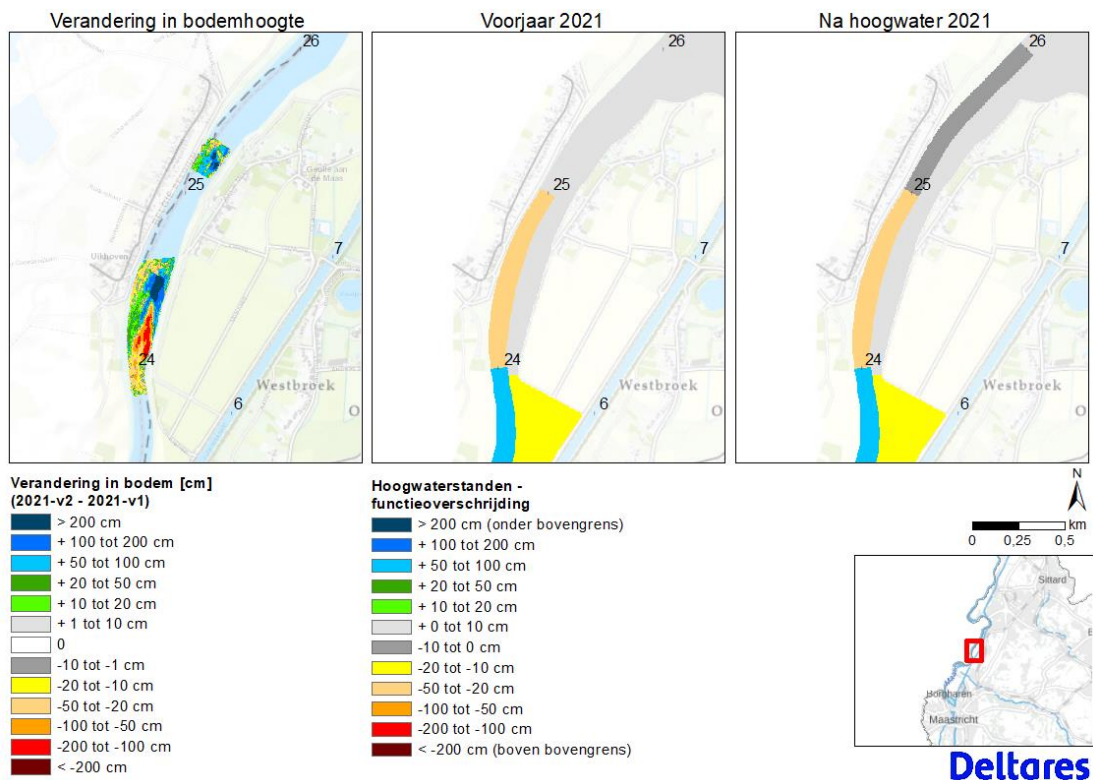
Voor de overige BRL eisen is er of geen dekking in dit gebied of is er geen significant verschil in functieoverschrijding of -ruimte waargenomen.

3.4.4 Aanzanding rkm 25,3 - veer Geulle-Uikhoven

Bij rkm 25 heeft meer dan 1 m sedimentatie plaatsgevonden. Ter hoogte van rkm 25,3 is door RWS ZN een nazorglocatie is aangeduid. Dit betreft de veerstoep bij het fietsvoetveer Geulle-Uikhoven. Hier kan de sedimentatie voor problemen zorgen voor het veer. In de BRL is hier op dit moment geen specifieke functie-eis aan verbonden.

De sedimentatie op deze locatie is wel zichtbaar als nieuwe functieoverschrijding in de bovengrens “01-01 Hoogwaterveiligheid-Hoogwaterstanden” (zie Figuur 3-8). Voor deze bovengrens wordt het verschil tussen de bodemligging en de eis over het hele kilometervak gemiddeld. Voor het hoogwater nog 0 tot 10 cm ruimte voor deze eis beschikbaar in rivierkilometervak 25. Door de sedimentatie tijdens het hoogwater is dit omgeslagen naar 0 tot 10 cm functieoverschrijding.

Voor dit stuk van de Grensmaas is geen vaarwegmodel vastgesteld waardoor op dit traject de bovengrens “04-01 Vlot en Veilig verkeer – Vaarwegprofiel” ontbreekt.



Figuur 3-8 De functieoverschrijding voor de eis Hoogwaterveiligheid-Hoogwaterstanden (01-01) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 24-26

Sedimentatie is nadelig voor de beschikbare ruimte tussen de actuele bodem en bovengrenzen, maar voordelig voor de ruimte t.o.v. ondergrenzen. Figuur 3-7 toont dat de sedimentatie op deze locatie plaatsvindt in een keurzone van een primaire kering. Op deze locatie was voor het hoogwater ongeveer 10 cm ruimte bovenop de ondergrens “Hoogwaterveiligheid – stabiliteit keringen”. De functieruimte bovenop de ondergrens neemt door de sedimentatie toe tot meer dan 1 m.

In Figuur 3-6 is zichtbaar dat er ook al meer dan 2 m ruimte was voor de eis “Beleid overstijgend – Stabiliteit oevers en kribben”. Hierdoor is op deze locatie geen verschil zichtbaar in de functieoverschrijding of -ruimte van deze eis welke meer dan 2 m blijft.

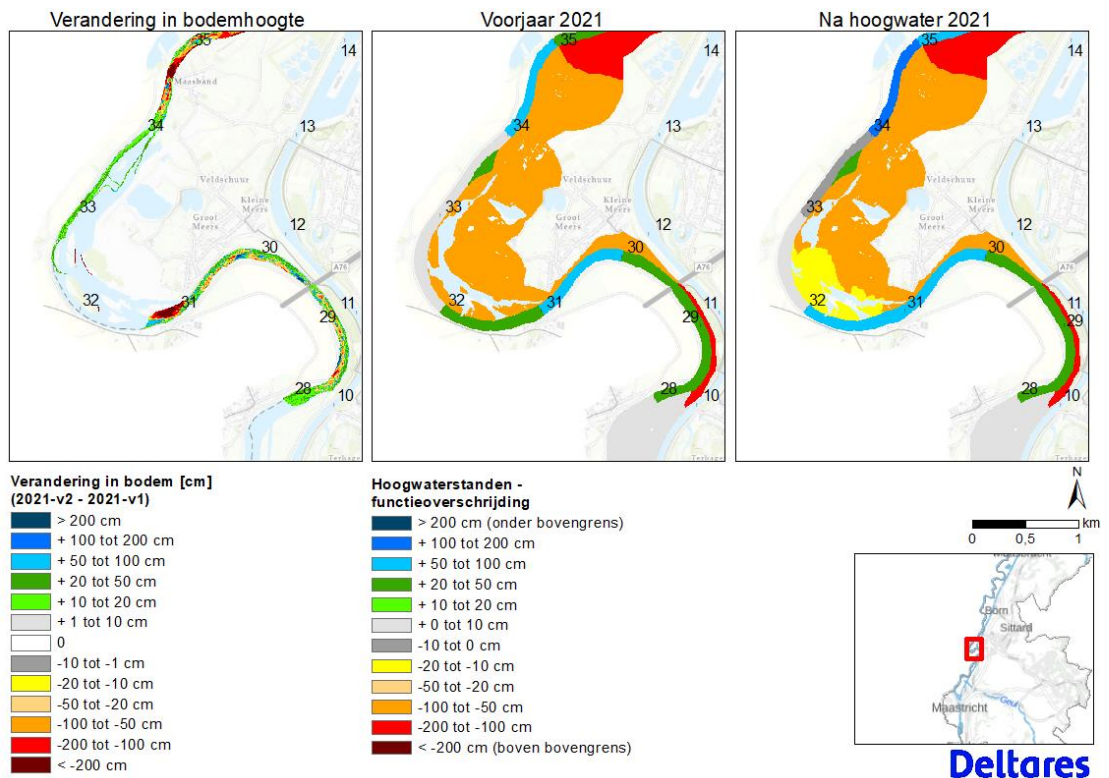
3.4.5 Geen nieuwe data rkm 24,6-25 en 25,4-27,9

Tussen rkm 24,6- 25 en van 25,4- 27,9 zijn er geen multibeamlodingen van na het hoogwater beschikbaar waardoor het niet mogelijk is om de verandering in functie-eisoverschrijdingen op deze locaties te controleren.

Ter hoogte van rkm 26 is door Rijkswaterstaat een leiding als nazorglocatie aangeduid. Het is echter onbekend of hier daadwerkelijk een leiding aanwezig is (persoonlijke communicatie Tom Kuijpers RWS ZN). Deze leiding is ook niet opgenomen in de functie-eis “05-02 Dekking infrastructuur” die alleen de minimale deklaag bovenop de bekende risicovolle leidingen bevat.

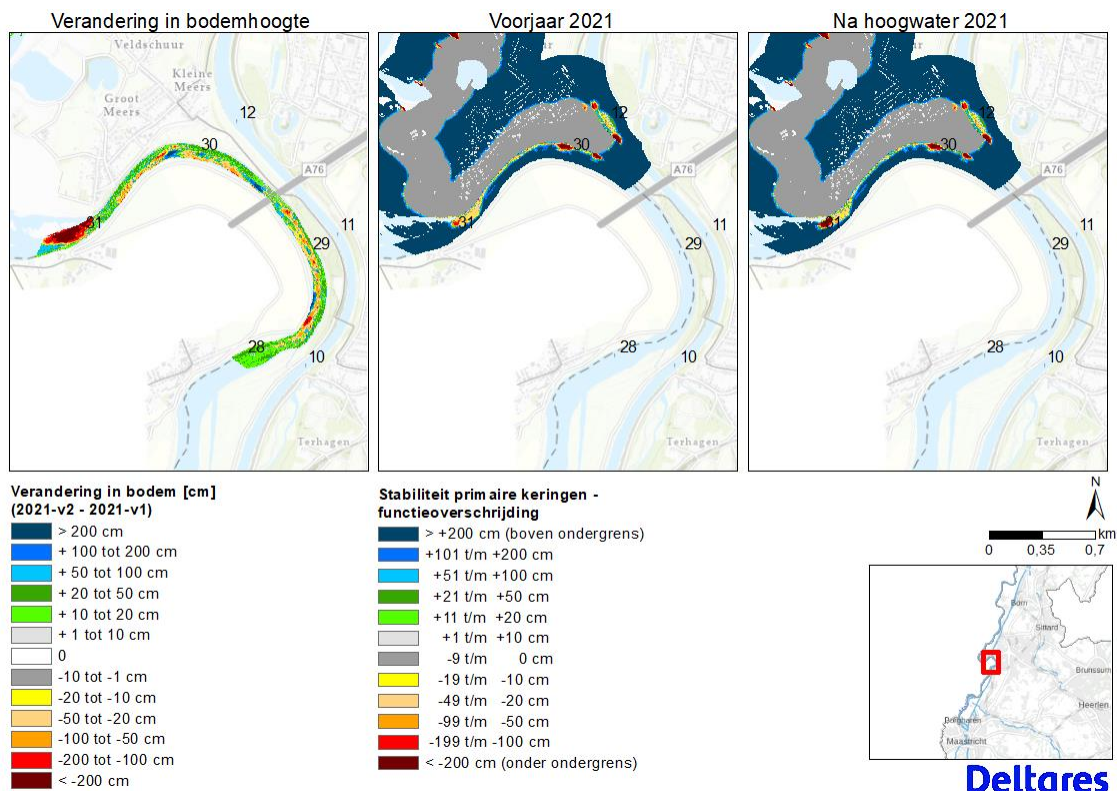
3.4.6 Afwisselend erosie en sedimentatie rkm 27,9-31,2

Tussen rkm 27,9 en 31,2 vind afwisselend sedimentatie en erosie plaats. In Figuur 3-9 is zichtbaar dat er tussen rkm 28 en 30 gemiddeld voor de bovengrens “01-01 Hoogwaterveiligheid – Hoogwaterstanden” niets is veranderd. De sterke erosie na rkm 31 zorgt echter wel voor een toename in de functie ruimte voor deze eis van gemiddeld 20 tot 50 naar 50 tot 100 cm in dit rivierkilometer vak.



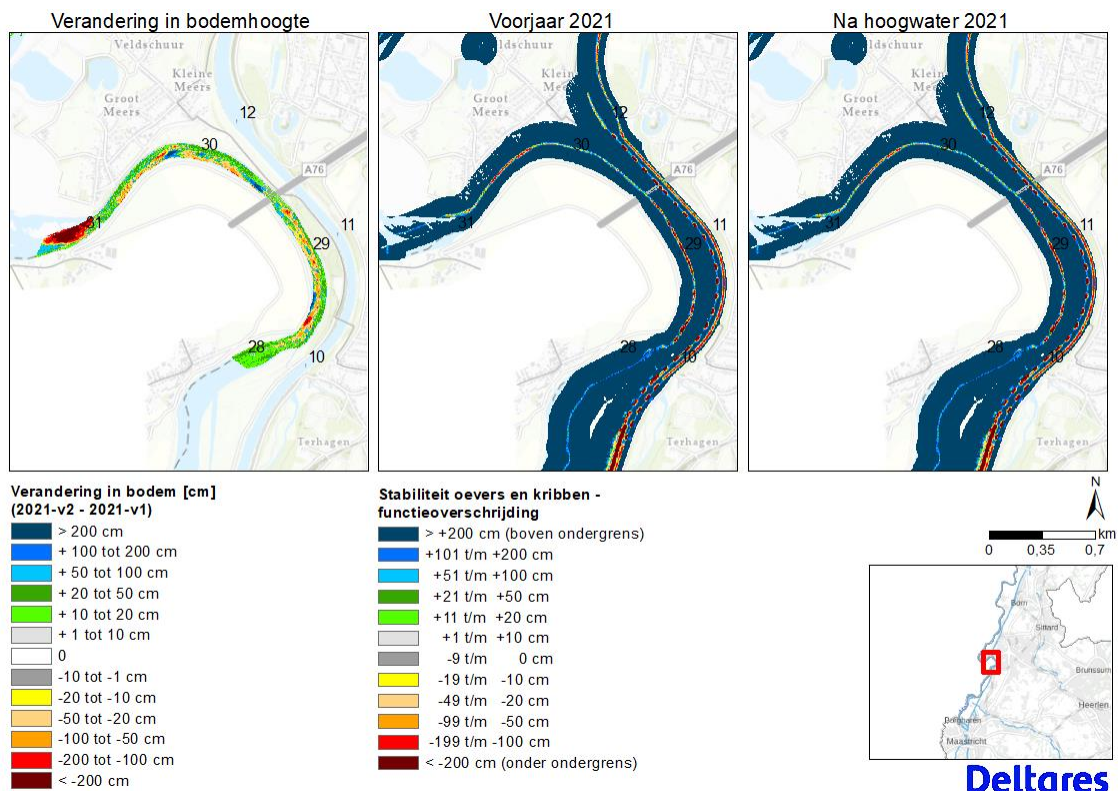
Figuur 3-9 De functieoverschrijding voor de eis Hoogwaterveiligheid-Hoogwaterstanden (01-01) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 28-35

Net na rkm 31 is een verlaging van meer dan 2 m zichtbaar. Dit betreft erosie van de grinddrempel bij de ingang van de nevengeul. Deze grinddrempel is nodig voor de opstuwing van de grondwaterstand zodat natuurgebieden in Vlaanderen niet verdrogen. De grinddrempels zijn echter nog niet opgenomen in een BRL eis en deze grinddrempel is ook niet genoemd als risico of nazorglocatie door RWS ZN. De genoemde erosie vond echter ook plaats vlak langs de rand van de keurzone van de primaire kering, dit is zichtbaar in een sterke toename in functieoverschrijding van 1 á 2 tot meer dan 2 m voor de eis “01-02 Hoogwaterveiligheid – stabiliteit keringen” (zie Figuur 3-10). Er was dus voor het hoogwater al een functieoverschrijding zichtbaar op deze locatie, dit betekent dat de stabiliteit van deze kering mogelijk verder in gevaar is gekomen door de erosie tijdens het hoogwater.



Figuur 3-10 De functieoverschrijding voor de eis Hoogwaterveiligheid – stabiliteit keringen (01-02) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 28-31

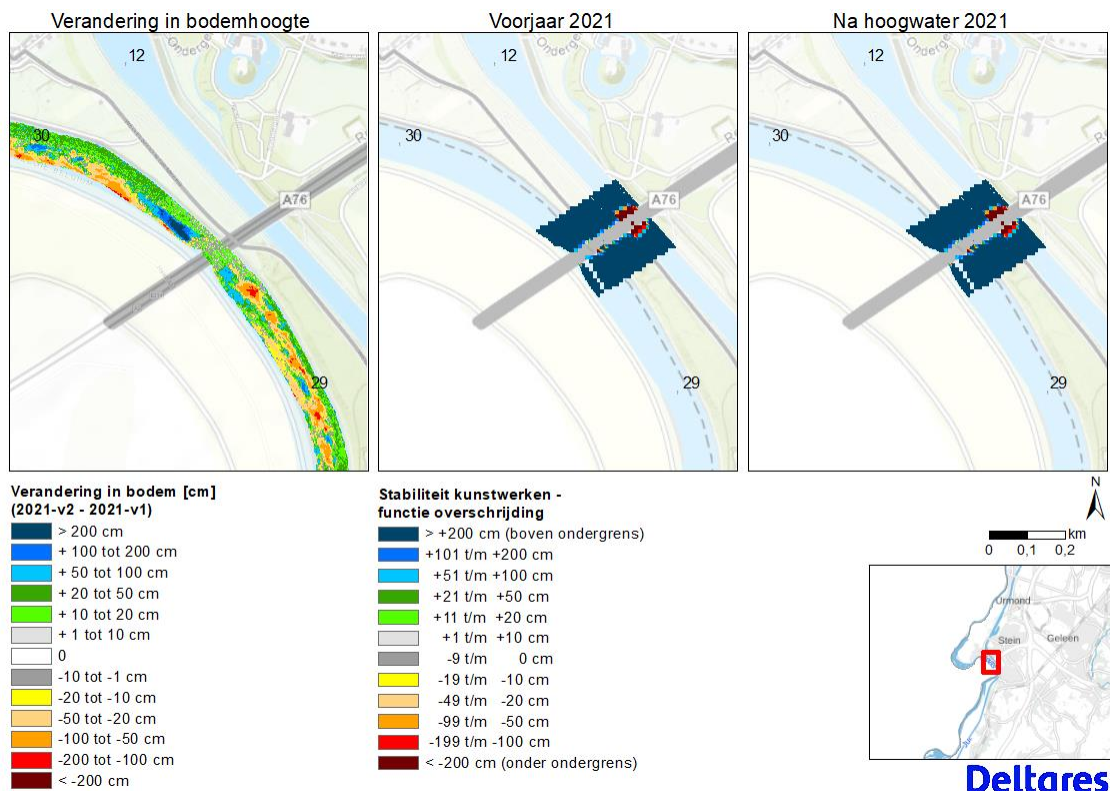
Ondanks dat er met name erosie heeft plaatsgevonden in de binnenbocht (linkeroever) en sedimentatie langs de buitenbocht (rechteroever) van het traject tussen rkm 27,9 en 31 is er geen significant verschil zichtbaar in de functieoverschrijdingen of ruimte van de eis “05-01 Stabiliteit oevers en kribben” (zie Figuur 3-11). In het figuur zijn geen significante verschillen in functieoverschrijdingen zichtbaar omdat dat de stabiliteit van de betreffende binnenbocht oevers op deze geërodeerde locaties al voor het hoogwater mogelijk in gevaar was doordat er al meer dan 2 m tekort was t.o.v. deze ondergrens. Daarentegen was er in de buitenbocht juist al meer dan 2 m ruimte t.o.v. de ondergrens voor oevers en deze ruimte is alleen maar verder toegenomen.



Figuur 3-11 De functieoverschrijding voor de eis “Beleid overstijgend – Stabiliteit oevers en kribben” (05-01) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 28-31

Door RWS ZN is de leiding bij rkm 28,2 aangeduid als nazorg locatie. Figuur 3-11 toont aan dat er op deze locatie erosie heeft plaatsgevonden. De betreffende leiding is echter niet opgenomen in de BRL eis “05-02 Dekking infrastructuur” waardoor de minimaal benodigde dekking bovenop deze leiding niet met de BRL kan worden getoetst. Het is een belangrijke leiding waarvan de ligging bekend is, maar de diepteligging nog niet (persoonlijke communicatie Tom Kuijpers RWS ZN).

De brug bij rkm 29,4 is ook door RWS ZN aangeduid als nazorglocatie. De stabiliteit van deze brug is opgenomen in de BRL eis “05-03 Stabiliteit kunstwerken”. Figuur 3-12 laat zien dat er rondom de brug over het algemeen sedimentatie plaatsvond met een maximum van meer dan 2 m na de brug. De sedimentatie heeft er echter niet voor gezorgd dat de functieoverschrijding rondom de brugpijlers (die voor het hoogwater al zichtbaar was) is afgenomen, dus ook binnen de BRL is en blijft de stabiliteit van deze brug als mogelijke risicolocatie zichtbaar.



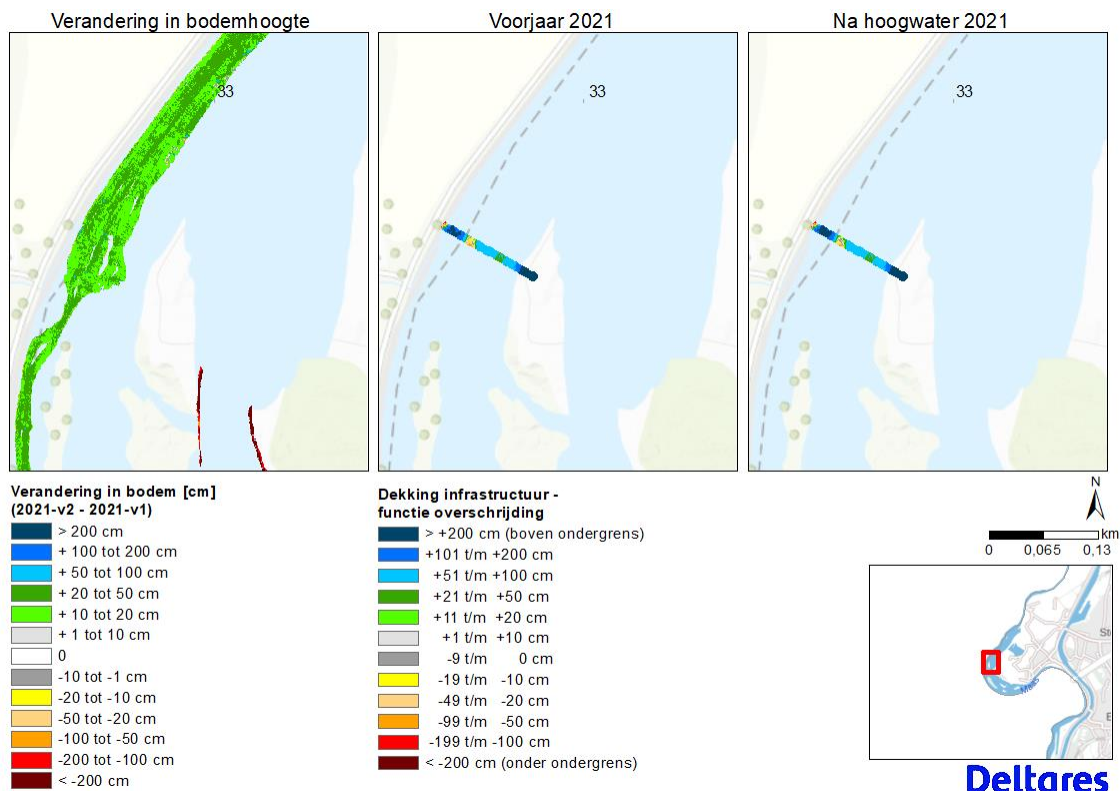
Figuur 3-12 De functieoverschrijding voor de eis *Beleid overstijgend* – stabiliteit kunstwerken (05-03) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 29,4

3.4.7 Geen nieuwe data rkm 31,2-32,5

Tussen rkm 31,2 en 32,5 zijn er geen multibeam-lodingen van na het hoogwater beschikbaar waardoor het niet mogelijk is om de verandering in functie-eisoverschrijdingen op deze locaties te controleren.

3.4.8 Sedimentatie rkm 32,5-34,1

Tussen rkm 32,5 en 34 vond in het zomerbed 10 tot 50 cm sedimentatie plaats (zie Figuur 3-11 en Figuur 3-13). Door RWS ZN is een leiding bij rkm 32,8 als nazorglocatie aangeduid. Deze leiding is in de BRL eis 05-02 stabiliteit infrastructuur opgenomen. De functieoverschrijding en -ruimte zowel voor als na het hoogwater zijn voor deze leiding zichtbaar in Figuur 3-13. In dit figuur is zichtbaar dat de dekking op het grootste deel van deze leiding ruim voldoende was voor het hoogwater en dat de dekking na het hoogwater is toegenomen. Langs de oever aan Vlaamse zijde en in het diepste stuk van de Grensmaas was voor het hoogwater de dekking boven de leiding niet voldoende. Hier is zichtbaar dat de hoeveelheid functieoverschrijding is afgenomen. De dekking van de gele vlek neemt namelijk af en wordt omgezet in slechts minimale functieoverschrijding (donkergrijs) of zelfs minimale functie ruimte (lichtgrijs). De figuur toont echter ook dat de leiding maar deels in de BRL is opgenomen. Er is alleen een leiding die het zomerbed doorkruist en ter hoogte van de oever en de nevengeul is geen data van de leiding en dus ook geen eis beschikbaar. Het is echter juist op deze locaties in de nevengeul en uiterwaarden dat de leiding tijdens het hoogwater werd blootgelegd (persoonlijke communicatie Tom Kuijpers RWS ZN). De BRL is niet in staat om dit te signaleren, zowel vanwege het ontbreken van data voor de ligging en hoogte van dit stuk van de leiding en vanwege het feit dat er buiten het zomerbed geen bodemupdate heeft plaatsgevonden.



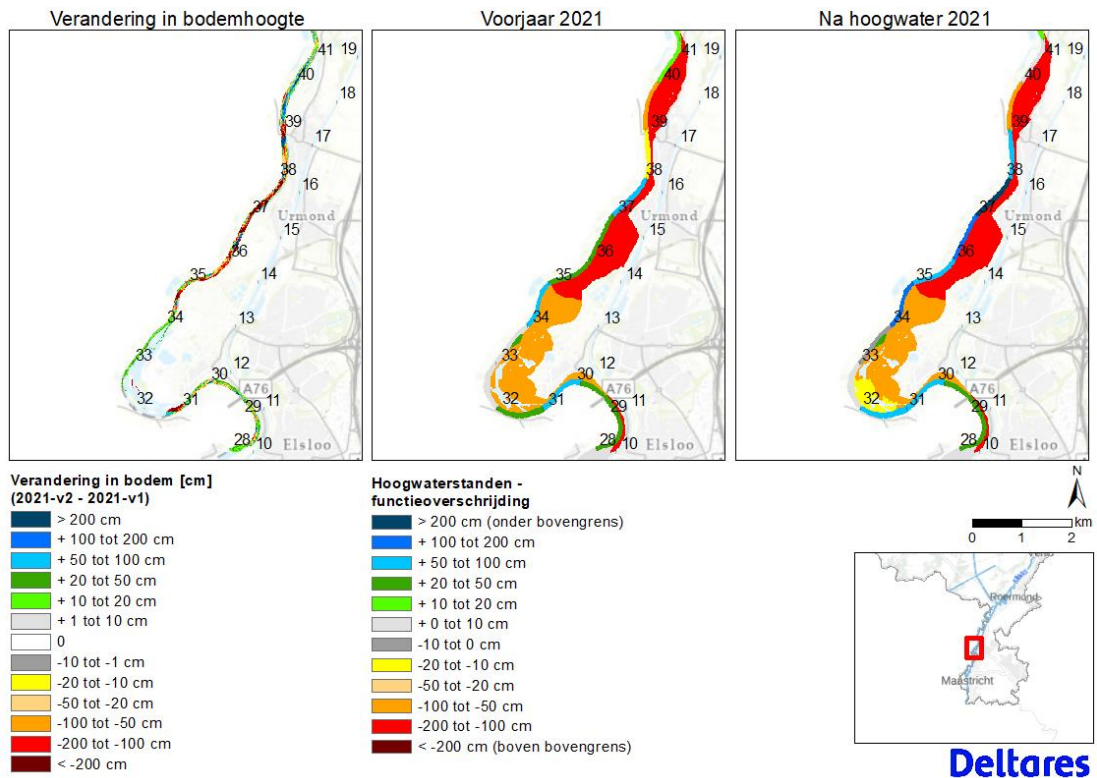
Figuur 3-13 De functieoverschrijding voor de eis Beleid overstijgend – dekking infrastructuur (05-02) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 32,8

3.4.9 Erosiekuilen vanaf rkm 34 t/m 41

Vanaf rkm 34 is een groot aantal erosiekuilen ontstaan welke allemaal door de Taskforce en RWS ZN zijn aangeduid als nazorg- of risicolocaties (zie Tabel 2-2 en

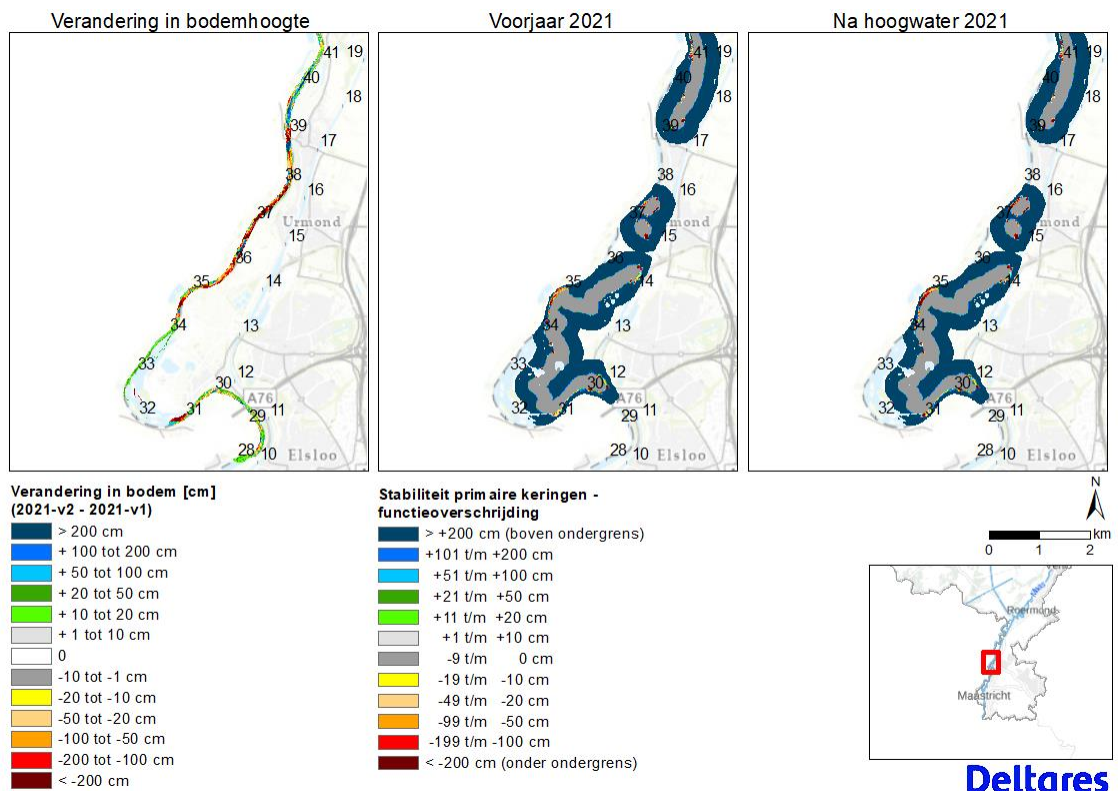
Tabel 2-3). Door het grote aantal erosiekuilen en door de lengte van deze kuilen is er gemiddeld gezien over rkm 31 t/m 39 meer ruimte ontstaan voor de bovengrens “01-01 Hoogwaterveiligheid – Hoogwaterstanden”. Dit is zichtbaar in Figuur 3-14 waar deze rivierkilometers allemaal minstens 1 kleurklasse verschuiven naar meer functie ruimte of minder functieoverschrijding.

In de BRL zijn op dit moment geen andere bovengrenzen in dit gebied opgenomen die mogelijk een soortgelijk positief effect zouden ondervinden van de rivierbodemerrosie. Er zijn op dit traject wel diverse ondergrenzen in de BRL opgenomen en voor al deze ondergrenzen neemt zowel de spreiding als de grootte van de functieoverschrijding toe door de erosiekuilen die door het hoogwater zijn ontstaan.



Figuur 3-14 De functieoverschrijding voor de eis Hoogwaterveiligheid-Hoogwaterstanden (01-01) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 28-41

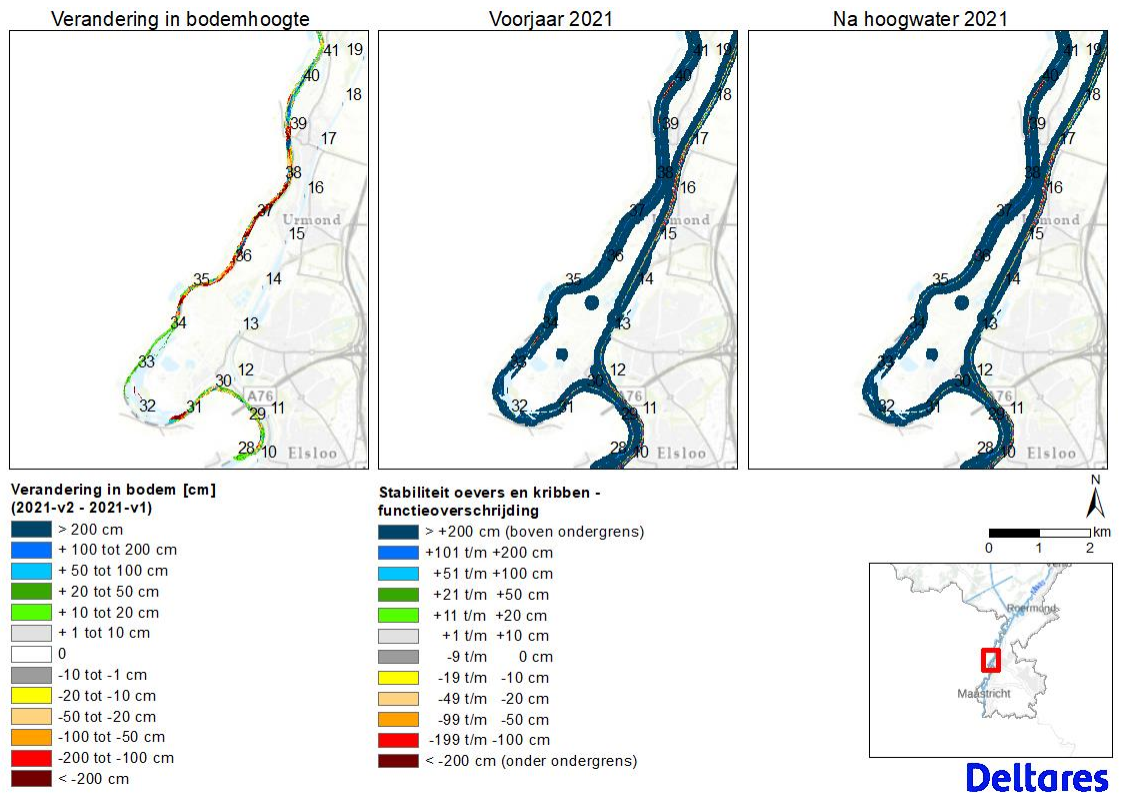
Figuur 3-15 geeft voor de eis “Hoogwaterveiligheid – stabiliteit keringen” (01-02) de functieoverschrijding op het traject van rkm 34 t/m 44 weer. Vooral tussen rkm 34,1 tot 35,2 en 37,4 tot 37,6 is de functieoverschrijding sterk toegenomen tot meer dan 2 m doordat er erosie heeft plaatsgevonden in de keurzones van de keringen, terwijl hier geen verlaging van de bodem is toegestaan. De BRL geeft dus aan dat op deze locaties de stabiliteit van de keringen verminderd kan zijn. Het wel belangrijk om op te merken dat in de BRL alleen de Nederlandse keringen zijn opgenomen en er dus niet wordt gekeken naar de stabiliteit van Vlaamse keringen.



Figuur 3-15 De functieoverschrijding voor de eis Hoogwaterveiligheid-stabiliteit keringen (01-02) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 28-41

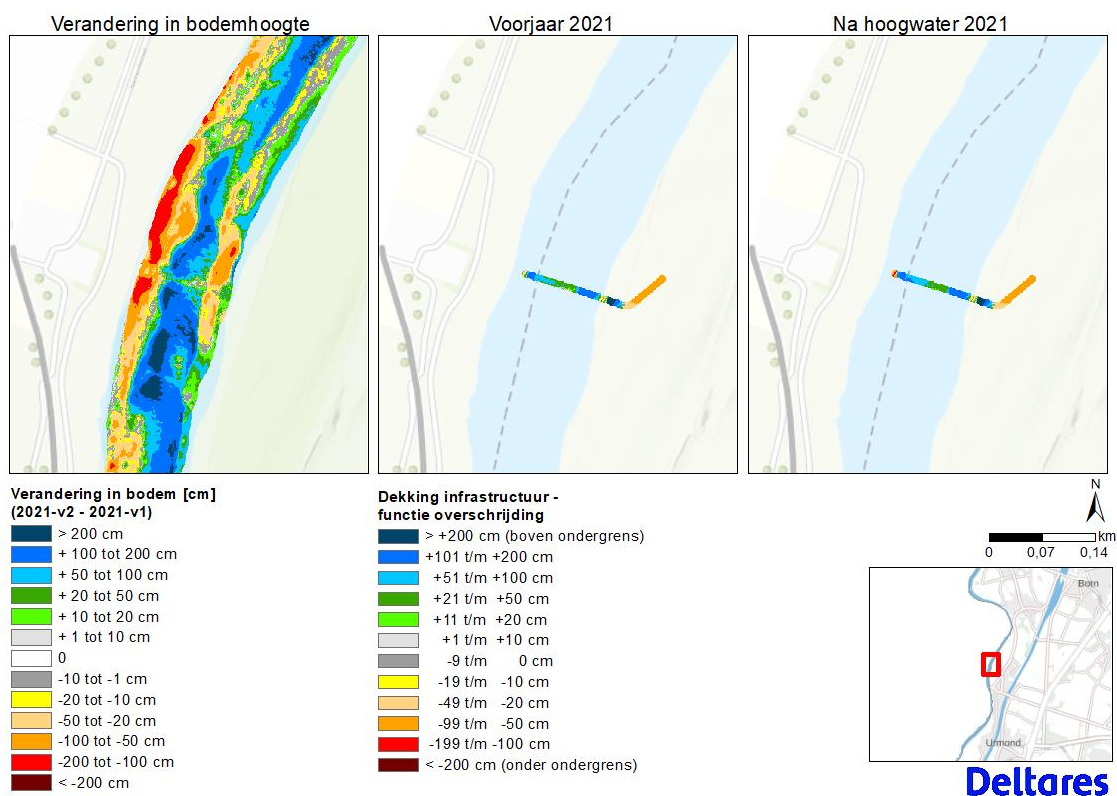
Figuur 3-16 geeft de functieoverschrijding weer voor de eis "05-01 Beleid overstijgend - stabiliteit oevers en kribben. In dit figuur is zichtbaar dat er ter hoogte van rkm 33,7 zowel voor als na het hoogwater een functieoverschrijding van meer dan 2 m aanwezig is voor een oever. Het betreft hier mogelijk gevaar voor de stabiliteit van de oever van een eiland in de rivier waarvoor een signaleringslijn van RWS ZN in de BRL-eis is opgenomen. De afgelopen jaren hebben hier echter geen grote bodemverschillen plaatsgevonden (pc Tom Kuijpers RWS ZN) en deze locatie is niet opgenomen in de lijst van nazorg locaties Rijkswaterstaat.

Ter hoogte van rkm 36,2 en bij rkm 38,9 zijn nieuwe locaties ontstaan waar de functie-eis voor de stabiliteit van oevers wordt overschreden, zelfs met meer dan 2 m. Ter hoogte van rkm 36,2 is tijdens het hoogwater ca 30 m van de oever weggespoeld. In deze oever lag een leiding welke door het hoogwater is blootgelegd en door RWS ZN is aangeduid als nazorg locatie. Deze leiding is echter niet in de BRL opgenomen. Bij rkm 38,9 blijkt de stabiliteit van de oever wel in gevaar te zijn geweest, want Tabel 3-1 en Tabel 2-3 geven aan dat ter hoogte van deze locatie de oever en de daarlangs liggende veerstoep zijn beschadigd door de ontstane erosiekuil. De mogelijke bedreiging van de oeverbestorting welke in Tabel 2-3 genoemd wordt voor rkm 37,9 is echter nog niet zichtbaar in Figuur 3-16. Dit kan komen doordat de stabiliteit van deze oevers is opgehangen aan de signaleringslijn van deze oever welke verder landinwaarts ligt dan de actuele oeverlijn.



Figuur 3-16 De functieoverschrijding voor de eis *Beleids overstijgend* – Stabiliteit oevers (05-01) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 28-41

Van de 2 leidingen bij rkm 36,3 en 39,6 die door Rijkswaterstaat als nazorglocatie worden aangeduid is nu alleen de tweede leiding bij rkm 39,6 opgenomen in de BRL. Op deze locatie heeft in het midden van de geul sedimentatie plaatsgevonden, terwijl bij zowel de linker als de rechteroever 1 tot 2 m erosie plaatsvond. In Figuur 3-17 is zichtbaar dat hierdoor de functie ruimte in het midden van de geul is toegenomen, terwijl er aan de linker (Vlaamse) oever grote functieoverschrijding is ontstaan van 100 tot 200 cm. De dekking van de eis is aan deze zijde slechts beperkt waardoor de ernst van dit probleem slechts beperkt zichtbaar is. Aan de rechte (Nederlandse) zijde van de geul heeft ook erosie plaatsgevonden, maar dit is niet zichtbaar in de figuur doordat de dekking bovenop de leiding hier nog steeds tussen de 100 en 200 cm blijft. Nog verder in de oever is zichtbaar dat de dekking boven de leiding onvoldoende is, want ook in de oeverzone wordt een dekking van 2 m geëist in de BRL. Dit betekent dat er hier op dit moment nog ongeveer 1 tot 1,5 m dekking bovenop de leiding is.



Figuur 3-17 De functieoverschrijding voor de eis *Beleid overstijgend* – dekking infrastructuur (05-02) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 39,6

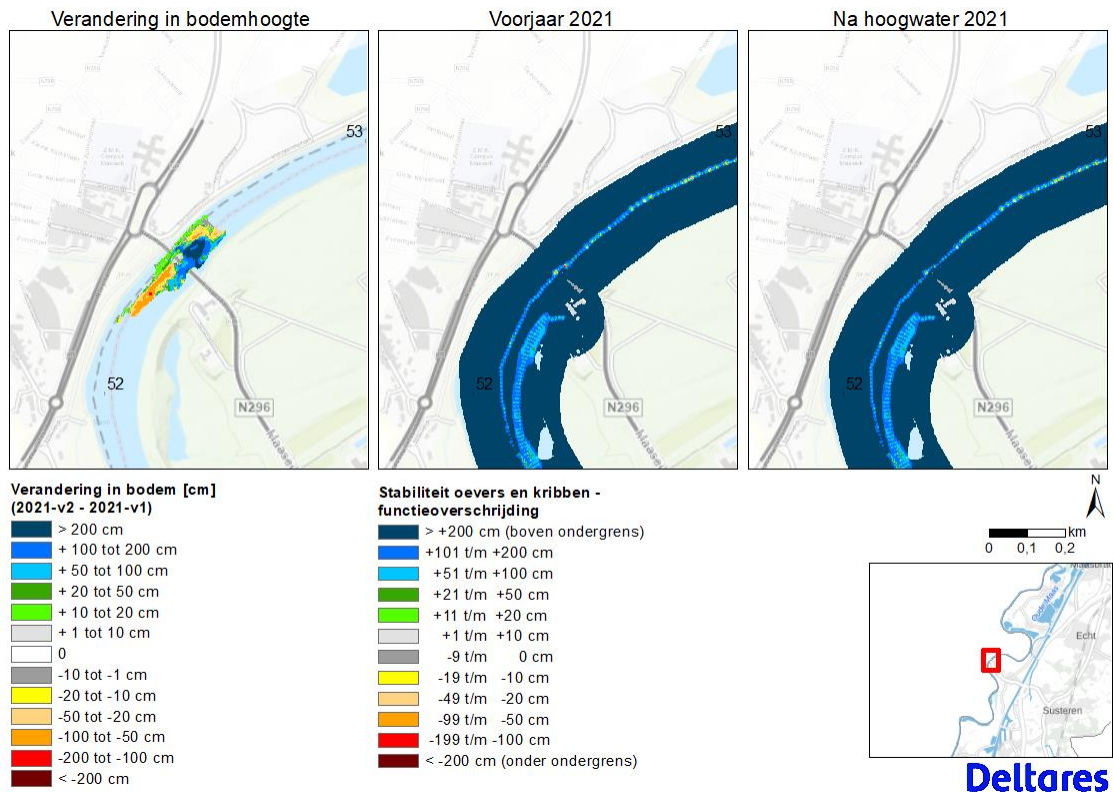
3.4.10 Geen nieuwe data vanaf rkm 41 t/m 52,2 en van 52,4 t/m 56,5

Ook tussen rkm 41 t/m 52,2 en van 52,4 t/m 56,5 zijn er geen multibeam-lodingen van na het hoogwater beschikbaar.

3.4.11 Erosie en sedimentatie rondom brug bij rkm 52,3

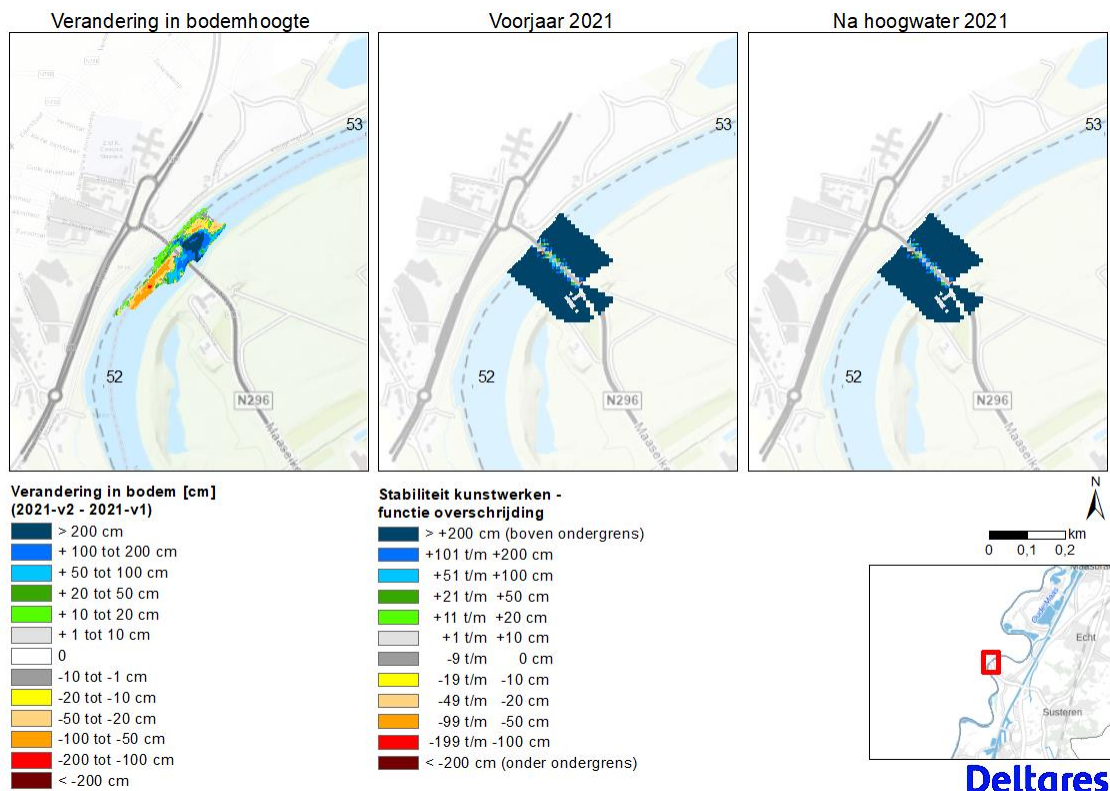
Ter hoogte van rkm 52,3 is er lokaal een kleine bodemupdate beschikbaar voor de situatie na het hoogwater. Dit betreffen metingen rondom de daar aanwezige brug. Door de beperkte dekking van de bodemupdate is er voor het rivierkilometervak 52 geen verschil zichtbaar in de functieoverschrijding van de bovengrens “01-01 Hoogwaterveiligheid – Hoogwaterstanden”. Ook ligt deze locatie buiten het bereik van de eis “01-02 Hoogwaterveiligheid – Stabiliteit keringen”. Er is wel dekking voor de eis “05-01 Beleid overstijgend - Stabiliteit oevers”. Figuur 3-18 Toont dat er over het algemeen voor het hoogwater al meer dan 2 m ruimte was en dus geen gevaar voor de stabiliteit van de hier aanwezige oevers.

Alleen langs de rechteroever onder de brug was lokaal een mogelijk gevaar voor de stabiliteit van de oever omdat hier 20 tot 200 cm ruimte tekort zichtbaar was voor het hoogwater. Echter vond op deze locatie sedimentatie plaats, waardoor het gevaar voor een instabiele oever op deze locatie is afgenomen en er zelfs enige ruimte is ontstaan (zie Figuur 3-18).



Figuur 3-18 De functieoverschrijding voor de eis *Beleid overstijgend – Stabiliteit oevers (05-01)* zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 52,3

Volgens de aandachtspuntenlijst van Rijkswaterstaat is er bij de brug ter hoogte van rkm 52,3 geen groter risico ontstaan voor de stabiliteit van dit kunstwerk omdat er of sedimentatie of geen grootschalige erosie heeft plaatsgevonden. Figuur 3-19 toont dat er ook in de BRL overschrijdingskaarten ter hoogte van rkm 52,3 geen significante veranderingen in de functieoverschrijding van de eis “05-03 *Beleid overstijgend – stabiliteit kunstwerken*” zichtbaar is. Figuur 3-19 toont zelfs dat de functieoverschrijding met name in het midden van de vaargeul iets afneemt.



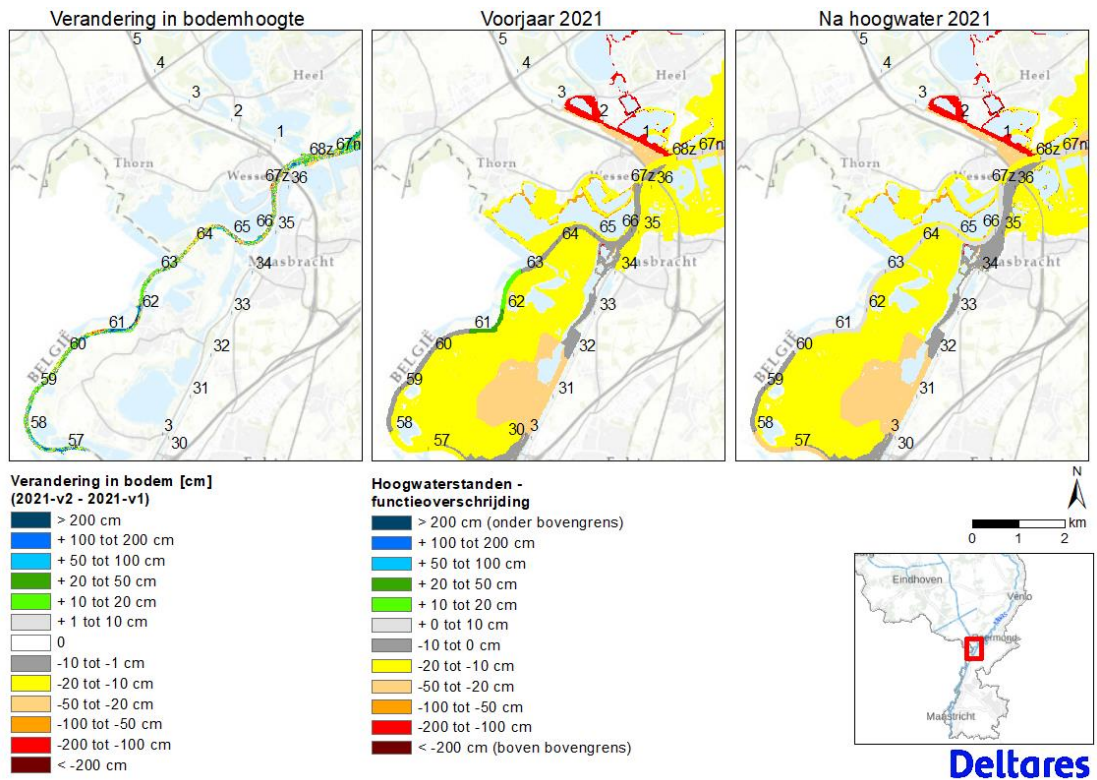
Figuur 3-19 De functieoverschrijding voor de eis *Beleid overstijgend – stabiliteit kunstwerken (05-03)* zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 52,3

3.4.12 Gemiddeld sedimentatie tussen rkm 56,5 en 63,5 en tussen 67- 68

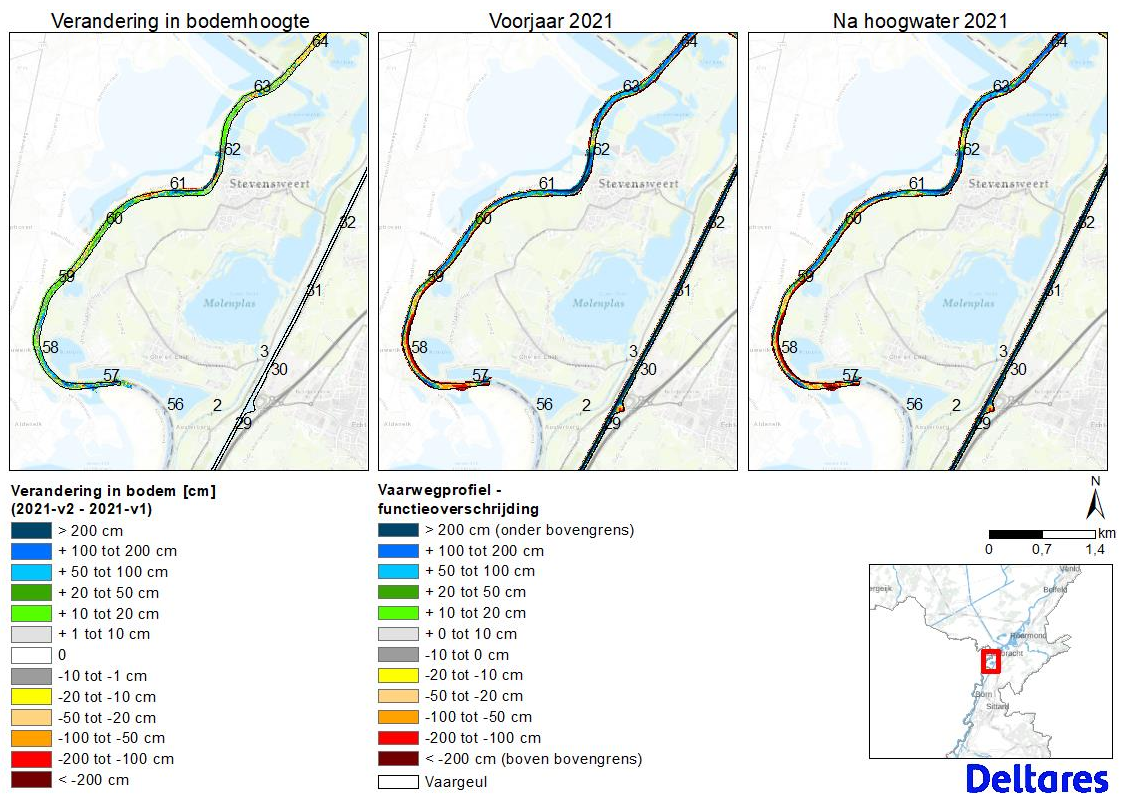
Op het stuk van de Grensmaas tussen rkm 56,5 en 63,5 vind gemiddeld 10 tot 20 cm sedimentatie plaats welke lokaal oploopt tot 1 á 2 m. Op dit traject vind de grootste sedimentatie van meer dan 2 m plaats in de binnenbocht van rkm 61-62. De sedimentatie wordt afgewisseld met enkele locaties waar de rivierbodem met maximaal 2 m is geërodeerd. Deze erosie vind lokaal plaats o.a. rondom rkm 57, tussen rkm 59 en 60 en vlak voor rkm 61.

De afwisseling tussen sedimentatie en erosie is ook goed zichtbaar in Figuur 3-20, dat de functieoverschrijding toont voor de eis “01-01 Hoogwaterveiligheid – Hoogwaterstanden”. De sedimentatie zorgt voor rivierkilometer vak 57 in een toename in functieoverschrijding voor deze bovengrens. Voor vak 58 t/m 60 is geen verschil zichtbaar en blijft er 0 tot 10 cm ruimte tekort. De erosie rondom rkm 61 en na rkm 63 is echter ook goed zichtbaar aangezien de functieruimte voor de kilometer vakken 61 t/m 65 afneemt tot 0 á 10 cm.

Op dit deel benedenstroomse deel van het traject van de Grensmaas is wel een vaarwegmodel opgesteld. De functieoverschrijding voor de bijbehorende BRL-bovengrens “04-01 Vlot en Veiligverkeer – Vaarwegprofiel” is daarom zichtbaar in Figuur 3-21. Binnen de vaargeul is er over het algemeen voor het hoogwater voldoende diepte aanwezig, behalve in de bocht van rkm 57-58 en lokaal bij rkm 60 en 62 waar respectievelijk tot 100 cm (rkm 57-58) en 20 cm (rkm 60 en 62) ruimte tekort is voor voldoende vaardiepte tijdens laagwater. Doordat er op deze locaties voornamelijk sedimentatie plaatsvond is het tekort aan vaardiepte tijdens laagwater in de binnenbocht van rkm 57-59 en over de gehele breedte van rkm 62 toegenomen tot meer dan 200 cm.



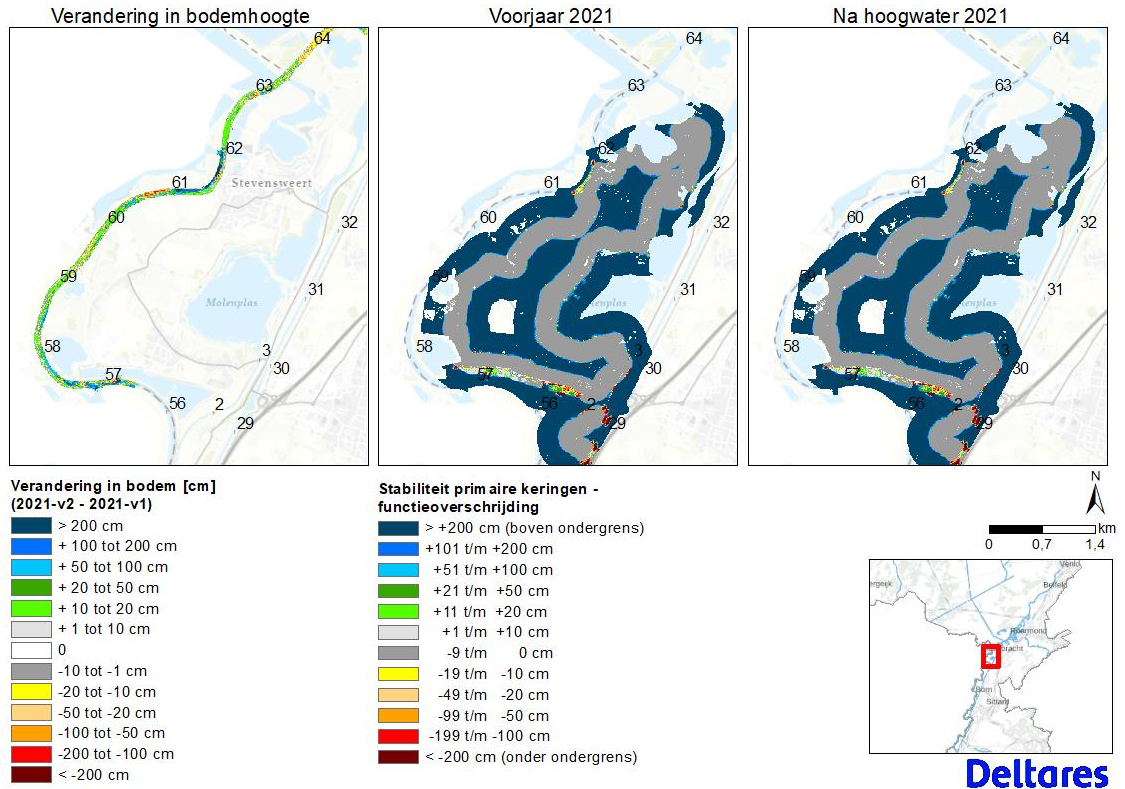
Figuur 3-20 De functieoverschrijding voor de eis Hoogwaterveiligheid-Hoogwaterstanden (01-01) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 57-68



Figuur 3-21 De functieoverschrijding voor de eis Vlot en Veilig Verkeer - Vaarwegprofiel (04-01) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 57-64

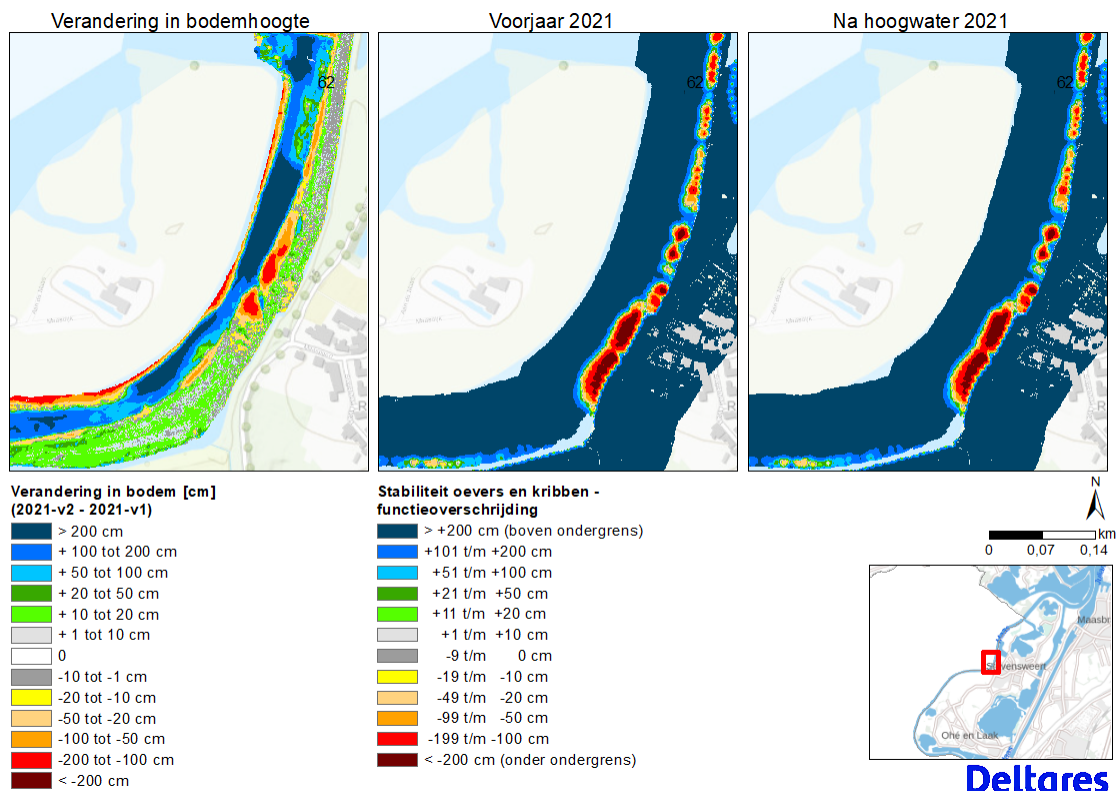
Voor de ondergrenzen op zou gemiddelde sedimentatie over het algemeen positief uitvallen. Er is echter maar beperkte overlap tussen het gebied met sedimentatie en de dekking van de op dit traject aanwezige ondergrenzen.

Figuur 3-22 toont aan dat er weinig verandering is m.b.t. de ruimte en functieoverschrijdingen voor de stabiliteit van primaire keringen. De sedimentatie bij rkm 57 en tussen rkm 61 en 62 vindt plaats langs de keurzone van de primaire kering, maar op deze locaties is al meer dan 2 m ruimte beschikbaar waardoor de extra functieruimte niet zichtbaar is in de kaart.



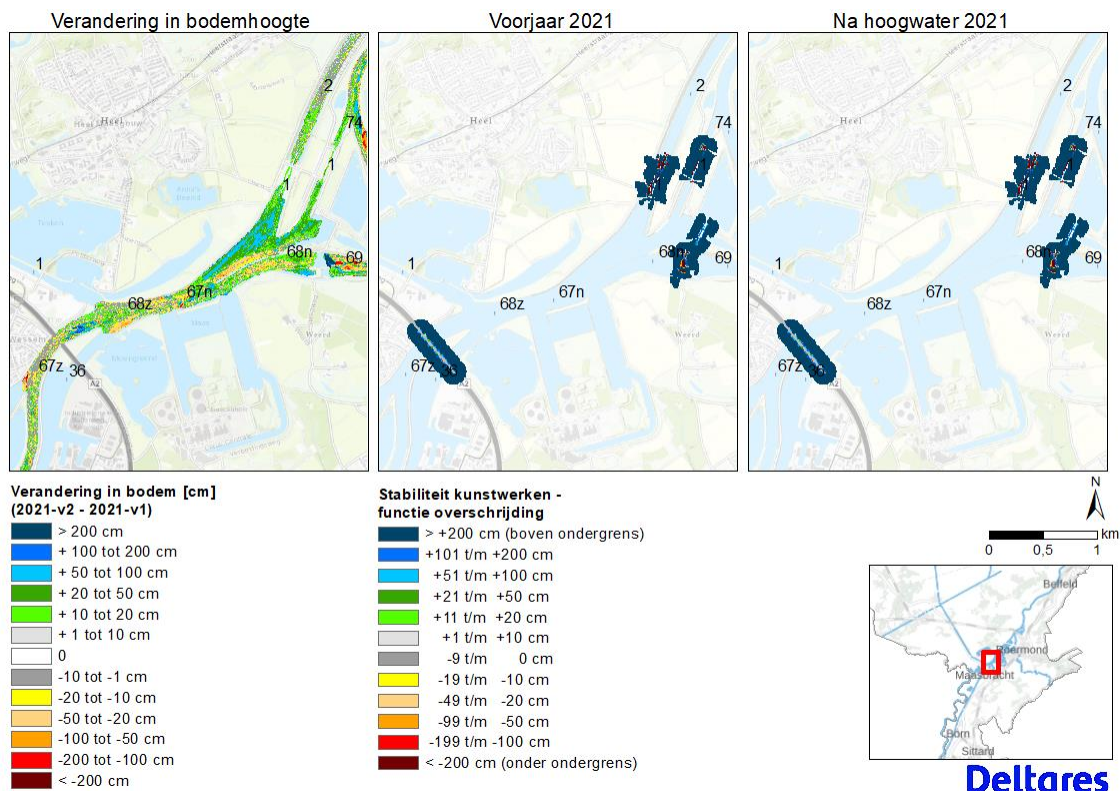
Figuur 3-22 De functieoverschrijding voor de eis Hoogwaterveiligheid-stabiliteit keringen (01-02) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 57-64

Ook voor de eis stabiliteit oevers is er geen significant verschil in functieoverschrijding of functieruimte zichtbaar omdat de erosie en sedimentatie met name in het midden van het zomerbed plaatsvindt op grotere afstand van de oevers waar al meer dan 2 m functieruimte aanwezig is. Zelfs de erosie en sedimentatie van meer dan 2 m in de bocht bij rkm 62 (bij Stevensweert) versterkt het al aanwezige beeld van functieruimte en overschrijdingen (zie Figuur 3-23)



Figuur 3-23 De functieoverschrijding voor de eis Beleid overstijgend – Stabiliteit oevers (05-01) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 61-62

Ter hoogte van rkm 67 en 68 vind er met name sedimentatie plaats, maar heeft juist net rondom enkele brugpijlers erosie en daardoor een kleine uitbreiding van het gebied met functieoverschrijding plaatsgevonden. Dit is zichtbaar in Figuur 3-24. De toename aan functieoverschrijding geeft aan dat er mogelijk wel gevaar voor de stabiliteit van de bruggen kan zijn. Volgens de aandachtspuntenlijst van Rijkswaterstaat is er bij de brug ter hoogte van rkm 67 echter geen groter risico ontstaan voor de stabiliteit van dit kunstwerk, omdat er of sedimentatie of geen grootschalige erosie heeft plaatsgevonden

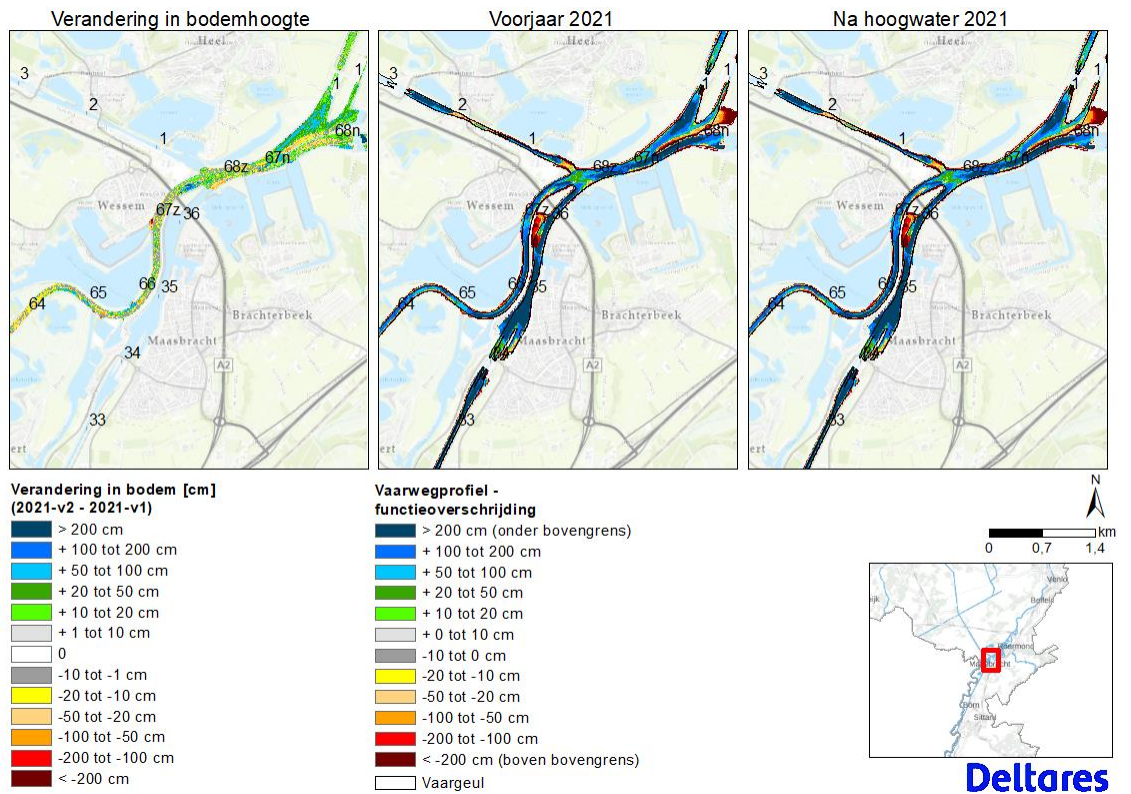


Figuur 3-24 De functieoverschrijding voor de eis *Beleid overstijgend – stabiliteit kunstwerken (05-03)* zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 67-68

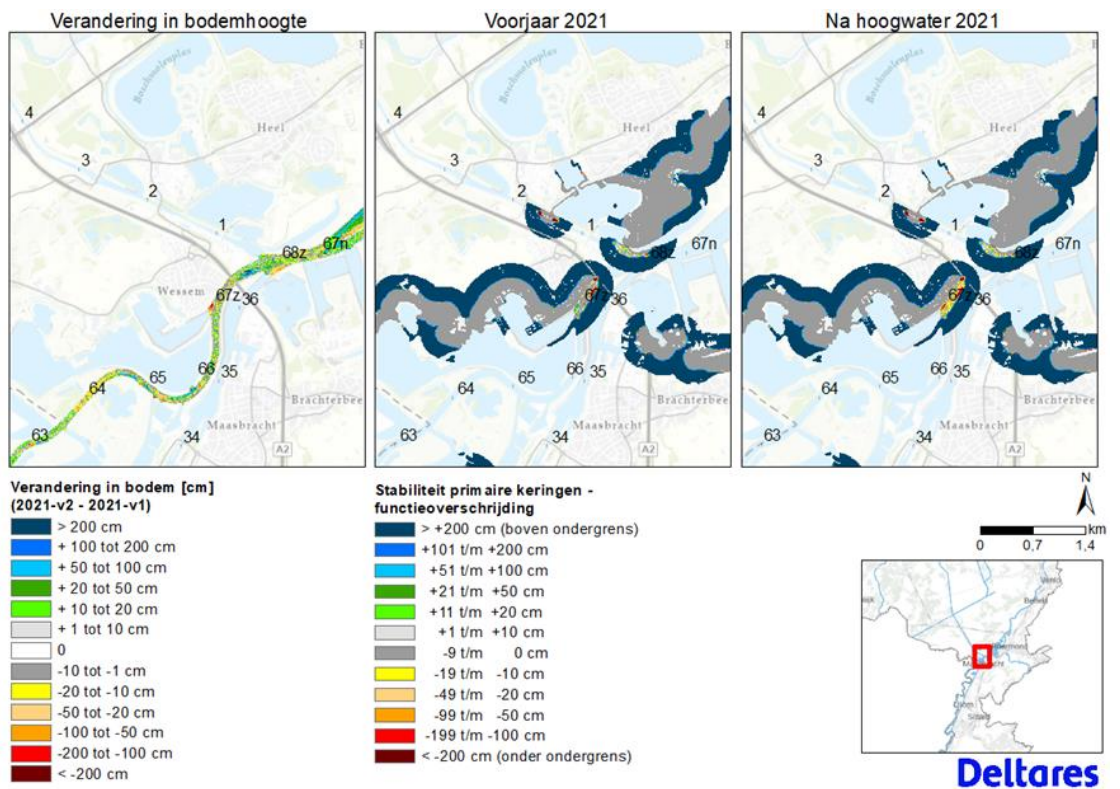
3.4.13 Erosie tussen rkm 63,5 en 67

In Figuur 3-20 is zichtbaar dat er gemiddeld erosie plaatsvindt op het traject tussen rkm 63 en 67. Voor de kilometer vakken 61 t/m 65 toont het figuur aan dat er door de erosie voor de bovengrens “01-01 Hoogwaterveiligheid – Hoogwaterstanden” een omslag is van 0 á 10 cm functieoverschrijding naar 0 á 10 cm ruimte.

Figuur 3-25 toont dat er voor de bovengrens van “04-01 Vlot en Veilig Verkeer – Vaarwegprofiel” lokaal veranderingen in de grootte van de functieruimte en functieoverschrijdingen zijn ontstaan, maar dat vooral de orde van de al aanwezige ruimte of functieoverschrijding is veranderd. Er zijn namelijk geen nieuwe locaties met functieoverschrijding ontstaan, noch locaties waar het oppervlak van de functieoverschrijding significant is toegenomen en waar tijdens laagwater nieuwe problemen voor de passage van schepen verwacht kunnen worden.

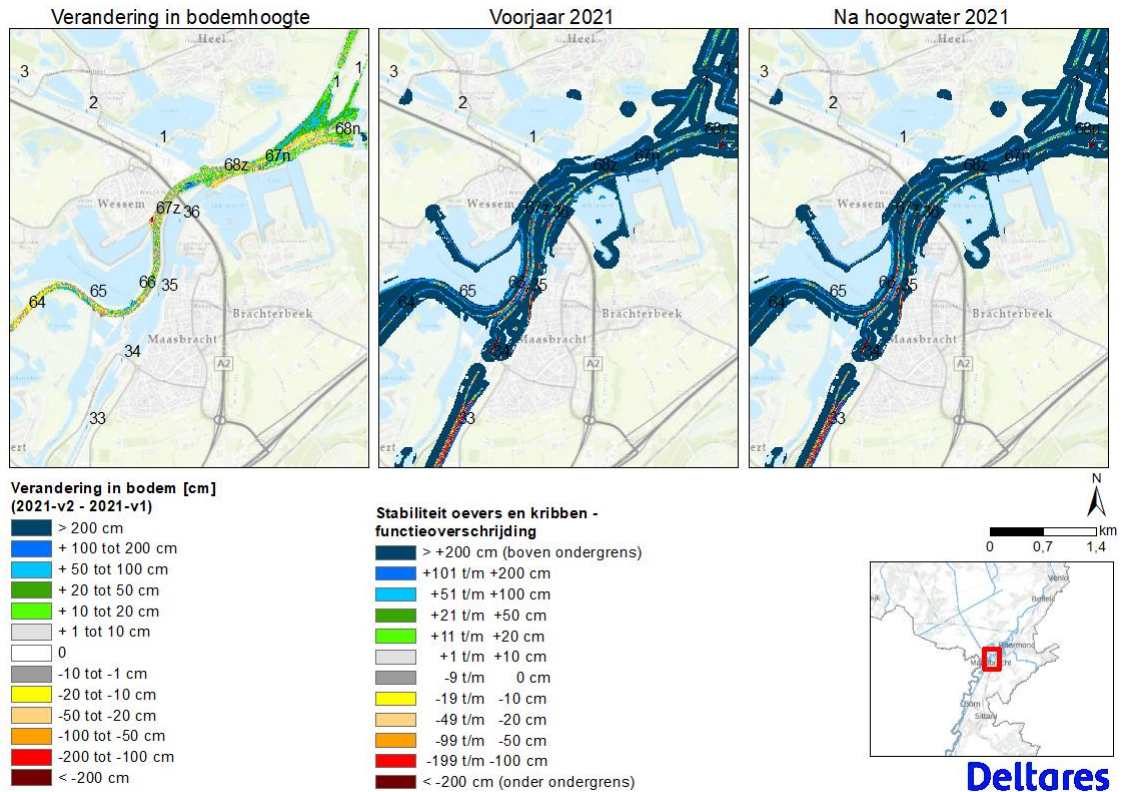


Figuur 3-25 De functieoverschrijding voor de eis Vlot en Veilig Verkeer - Vaarwegprofiel (04-01) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 64-68



Figuur 3-26 De functieoverschrijding voor de eis Hoogwaterveiligheid-stabiliteit keringen (01-02) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 63 – 68

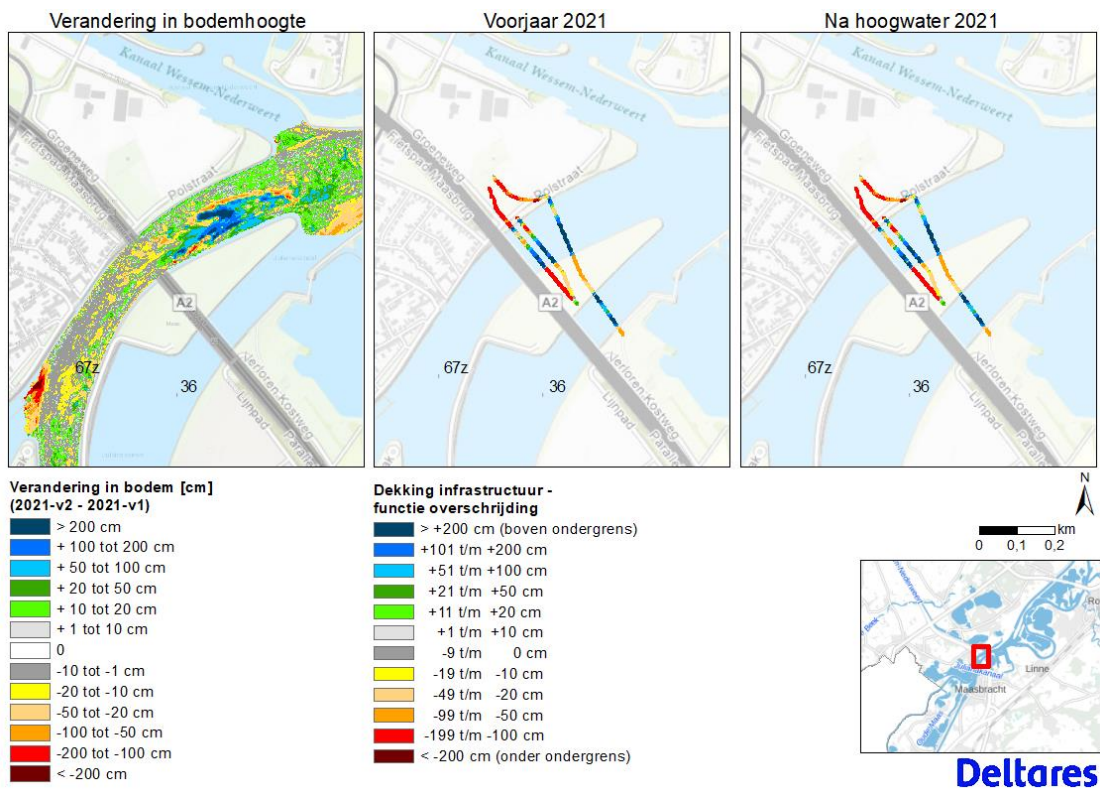
Voor de ondergrens stabiliteit oevers is er in Figuur 3-27 geen significant verschil in functieoverschrijding of functieruimte zichtbaar, omdat de erosie en sedimentatie over het algemeen 0 tot 20 cm bedraagt en de echt grotere sedimentatie vooral in het midden van het zomerbed plaatsvindt op grotere afstand van de oevers, waar al mee dan 2 m functieruimte aanwezig is en blijft.



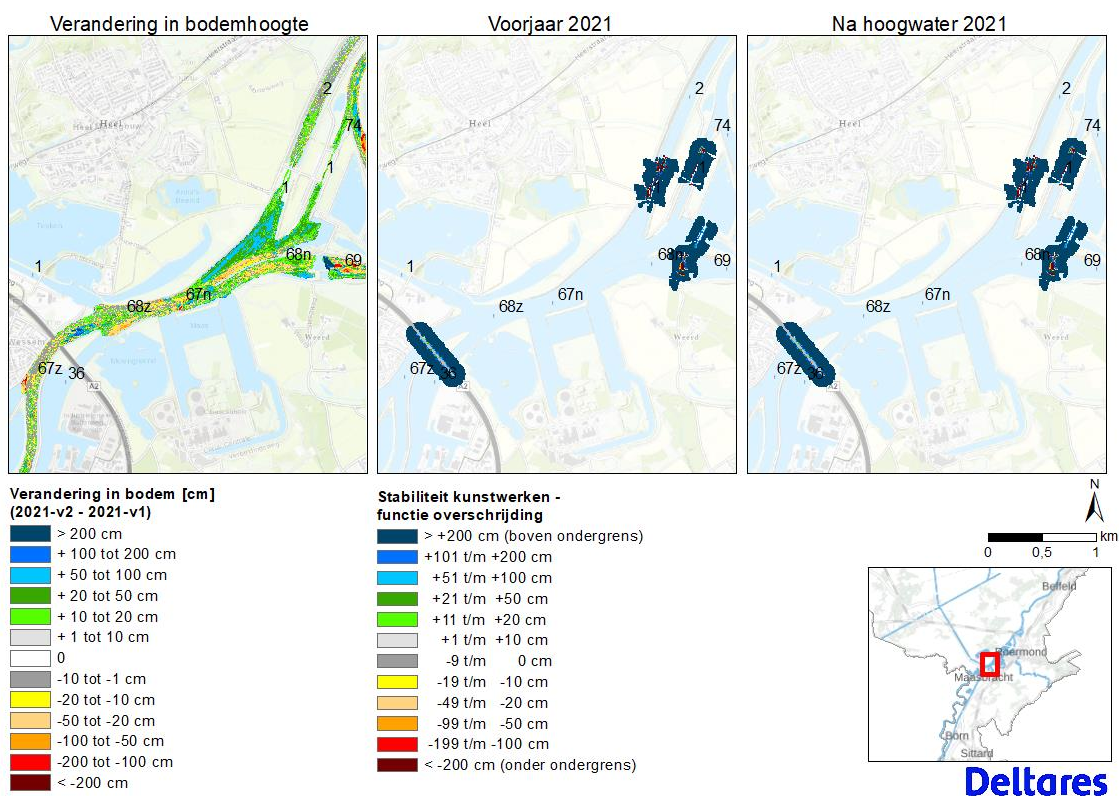
Figuur 3-27 De functieoverschrijding voor de eis Beleid overstijgend – Stabiliteit oevers (05-01) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 64-68

In Figuur 3-28 is de bodemverandering en functieoverschrijding of functieruimte van zowel voor als na het hoogwater zichtbaar voor de minimale benodigde dekking bovenop de leidingstraat bij rkm 67. In het zomerbed heeft er bij de leidingen 0 tot 20 cm erosie plaatsgevonden met lokaal een uitschieter tot 50 cm. Door deze erosie is de functieoverschrijding voor de ondergrens “05-02 Beleid overstijgend – dekking infrastructuur” toegenomen. In de buitenbocht (linkeroever) is nu over ongeveer de helft van het zomerbed de dekking bovenop de leidingen met 20 tot 200 cm onvoldoende. Dit kan betekenen dat de leidingen bloot (komen te) liggen. In de binnenbocht is wel nog 100 tot meer dan 200 cm ruimte bovenop de minimale dekking van de leidingen beschikbaar.

Volgens de aandachtspunten lijst van Rijkswaterstaat is er bij de brug ter hoogte van rkm 68,4 geen groter risico ontstaan voor de stabiliteit van dit kunstwerk, omdat er of sedimentatie of geen grootschalige erosie heeft plaatsgevonden. In Figuur 3-29 is voor de BRL overschrijdingskaarten van de eis “05-03 Beleid overstijgend – stabiliteit kunstwerken” zichtbaar dat er ter hoogte van rkm 67 en 68 met name sedimentatie plaatsvindt. Er heeft echter juist net rondom enkele brugpijlers erosie en een kleine uitbreiding van de functieoverschrijding plaatsgevonden.



Figuur 3-28 De functieoverschrijding voor de eis Beleid overstijgend – dekking infrastructuur (05-02) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 67



Figuur 3-29 De functieoverschrijding voor de eis Beleid overstijgend – stabiliteit kunstwerken (05-03) zowel voor als na het hoogwater 2021 ter hoogte van rkm 63-68

3.5 Risico locaties

In vorige paragrafen zijn voor alle eisen de veranderingen in functieoverschrijdingen en runctieruimte langs de Grensmaas besproken. Hierbij werd al de vergelijking gemaakt met de lijst van mogelijke risico of nazorglocaties zoals door de TFFF of RWS ZN is opgesteld. In Tabel 3-1 worden alle gevonden risico locaties samengevat. Deze tabel bevat ook de extra risicolocaties die nog niet door TFFF of RWS ZN waren genoemd maar wel in de BRL zichtbaar zijn deze extra gevonden risico's zijn met een vinkje in de tabel aangegeven. Verder worden in de tabel kleurcodes gebruikt waarbij **groen** aan dat het risico goed is geïdentificeerd, **oranje** dat er geen volledige dekking is in de lodingen of brondata en **rood** dat het risico helemaal niet zichtbaar is in de BRL. De tabel toont hiermee aan dat het er veel extra risico's door de BRL zijn aangetoond en dat de meeste van de door de TFFF en RWS ZN aangegeven risico's ook (grotendeels) zichtbaar zijn in de BRL.

*Tabel 3-1 De lijst van mogelijke risicolocaties langs de Grensmaas die aandacht verdienen. Deze tabel bevat de risico- en nazorg locaties zoals aangeduid door Task Force Fact Finding en Rijkswaterstaat Zuid Nederland. De laatste kolom geeft met kleurcodes aan of het risico ook zichtbaar is in de BRL. Hierbij geeft **groen** aan dat het risico goed is geïdentificeerd, **oranje** dat er geen volledige dekking is in de lodingen of brondata en **rood** dat het risico helemaal niet zichtbaar is. De extra door de BRL-geïdentificeerde risico's zijn aangegeven in de kolom nieuw risico?*

rkm	objecttype	toelichting	nieuw risico?	geïdentificeerd door BRL
15.4	sluis	Rekening houden met schade. Meting was i.v.m. waterstand nog niet mogelijk. Meting volgt		Paragraaf 3.4.2: Door het ontbreken van lodingen na het hoogwater kan dit nog niet beoordeeld worden
15,8-16,3	oever		✓	Paragraaf 3.4.1: Ongeveer 2 m erosie langs rechteroever. Al aanwezige functieoverschrijding is qua oppervlak en eenheid toegenomen. De stabiliteit van deze oever kan niet gegarandeerd worden.
16	inlaat_uitlaat			Paragraaf 3.4.2: Door het ontbreken van lodingen na het hoogwater kan dit nog niet beoordeeld worden
23,9-24,1	oever kering		✓ ✓	Paragraaf 3.4.3: <ul style="list-style-type: none"> Een toename in functieoverschrijding door 0,5 tot 1,5 m rivierbodemp erosie. Het effect van de bodemverhoging door eventuele werkzaamheden aan de oevers en oeverbescherming is niet zichtbaar De erosie vond plaats in de keurzone van de kering waardoor er nu een groter gebied is met functieoverschrijding en een mogelijk gevaar voor de stabiliteit van de kering
25.3	Veerstoep - Geulle - Uikhoven (voet- en fietsveer)	ca. 1 m sedimentatie rechteroever		Paragraaf 3.4.4: In de BRL is hier op dit moment geen specifieke functie-eis aan veerstoepen verbonden

rkm	objecttype	toelichting	nieuw risico?	geïdentificeerd door BRL
25,3	hoogwaterstanden		✓	Paragraaf 3.4.4: Nieuwe functieoverschrijding voor de functie hoogwaterstanden in kilometervak 25
26	leiding			Paragraaf 3.4.5: Geen nieuwe data en daadwerkelijke aanwezigheid van leiding is nog onbekend en daarom ook niet in de BRL eis opgenomen.
27,9-31	linkeroever		✓	Paragraaf 3.4.6: Erosie langs de linkeroever (binnenbocht) waar voor het hoogwater de stabiliteit van de oever al mogelijk in gevaar was (> 2m functieoverschrijding)
28.2	leiding			Paragraaf 3.4.6: Deze leiding is momenteel niet opgenomen in de BRL. Het is een belangrijke leiding waarvan de ligging bekend is, maar de diepteligging nog niet (persoonlijke communicatie Tom Kuijpers RWS ZN).
29.4	brug	Bestaande erosiekuil is ondieper geworden		Paragraaf 3.4.6: Rondom de brug vond over het algemeen sedimentatie plaats met een maximum van meer dan 2 m na de brug, ondanks de sedimentatie is er nog steeds functieoverschrijding en dus een mogelijk risico voor de stabiliteit van de brug
31	grinddrempel kering		✓ ✓	Paragraaf 3.4.6: <ul style="list-style-type: none"> • Meer dan 2 m erosie bij de grinddrempel bij de ingang van de nevengeul • Toename in functieoverschrijding van 1 á 2 tot meer dan 2 m in de keurzone van de kering
32.8	leiding			Paragraaf 3.4.8: De leiding is maar deels in de BRL opgenomen. De BRL is niet in staat om de blootlegging in de uiterwaard te signaleren, zowel vanwege het ontbreken van data voor de ligging en hoogte van dit stuk van de leiding in de nevengeul en uiterwaard en vanwege het feit dat er buiten het zomerbed geen bodemupdate heeft plaatsgevonden
33,7	oever		✓	Paragraaf 3.4.9: Mogelijk gevaar voor de stabiliteit van de oever van een eiland in de rivier waarvoor een signaleringslijn van RWS ZN in de BRL-eis is opgenomen.
34.65	bestorting	Ontgrondingskuil van ca. 7m diepte aan NL-zijde aan de voet van de bestorting van Maasband. NB mogelijk ligt hier een groot object in de Maas net bovenstrooms van het gat.		Paragraaf 3.4.9: Nieuw mogelijk gevaar voor de stabiliteit van de oever (> 2m functieoverschrijding na het hoogwater)
34-35	kering		✓	Paragraaf 3.4.9: Mogelijk gevaar voor de stabiliteit van de kering waar binnen de keurzone en langs de rand van de keurzone het oppervlak met functieoverschrijding en ook de functieoverschrijding zelf sterk is toegenomen tot > 2m
36.1		Ontgrondingskuil van ca. 3m diepte aan NL-zijde		Paragraaf 3.4.9: Nieuw mogelijk gevaar voor de stabiliteit van de oever (> 2m functieoverschrijding na het hoogwater)
36,2		Ontgrondingskuil van ca. 4m diepte aan VL-zijde		Er zijn geen Vlaamse oevers of keringen opgenomen in de BRL

rkm	objecttype	toelichting	nieuw risico?	geïdentificeerd door BRL
36.27	leiding	Ontgrondingskuil van ca. 5m diepte aan NL-zijde in de oever bij de PALL. Geen dekking meer op de leiding, nieuwe leiding al geboord		Paragraaf 3.4.9: Deze leiding is niet in de BRL opgenomen de oever erosie is wel zichtbaar in de eis voor stabiliteit oevers (zie rij hierboven)
36.3	leiding			Paragraaf 3.4.9: Deze leiding is niet in de BRL opgenomen de oever erosie is wel zichtbaar in de eis voor stabiliteit oevers (zie rij hierboven)
36.3		Ontgrondingskuil van ca. 9-13 m diepte bij aan NL-zijde in de oever		
36.43		Ontgrondingskuil van ca. 6m diepte aan VL-zijde		Er zijn geen Vlaamse oevers of keringen opgenomen in de BRL
36.65		Ontgrondingskuil van ca. 5m diepte		
36.75		Ontgrondingskuil van ca. 3m diepte aan NL-zijde. Hier is ook oevererosie opgetreden		
37.02		Ontgrondingskuil van ca. 7m diepte aan VL-zijde		Er zijn geen Vlaamse oevers of keringen opgenomen in de BRL
37.2		Ontgrondingskuil van ca. 5m diepte aan VL-zijde		Er zijn geen Vlaamse oevers of keringen opgenomen in de BRL
37.28		Ontgrondingskuil van ca. 4m diepte aan VL-zijde		Er zijn geen Vlaamse oevers of keringen opgenomen in de BRL
37.32		Ontgrondingskuil van ca. 7m diepte aan VL-zijde		Er zijn geen Vlaamse oevers of keringen opgenomen in de BRL
37.36		Ontgrondingskuil van ca. 5m diepte aan VL-zijde		Er zijn geen Vlaamse oevers of keringen opgenomen in de BRL
37.4		Ontgrondingskuil van ca. 5m diepte aan NL-zijde	✓	Paragraaf 3.4.9: mogelijk gevaar voor de stabiliteit van de kering (> 2 m functieoverschrijding na het hoogwater)
37.52		Ontgrondingskuil van ca. 4m diepte aan NL-zijde	✓	Paragraaf 3.4.9: mogelijk gevaar voor de stabiliteit van de kering (> 2 m functieoverschrijding na het hoogwater)
37.7		Ontgrondingskuil van ca. 11m diepte aan NL-zijde	✓	Paragraaf 3.4.9: mogelijk gevaar voor de stabiliteit van de kering (> 2 m functieoverschrijding na het hoogwater)
37.9	bestorting	Ontgrondingskuil van ca. 13m diepte aan NL-zijde net bovenstrooms van Berg aan de Maas. Wellicht bedreigt dit bestorting		Paragraaf 3.4.9: De mogelijke bedreiging van de oeverbestorting is niet zichtbaar in de BRL. Dit kan komen doordat de stabiliteit van deze oever is opgehangen aan de signaleringslijn van deze oever welke verder landinwaarts ligt dan de actuele oeverlijn. De BRL geeft hiermee aan dat er hier weliswaar erosie plaatsvond, maar nog binnen de beschikbare ruimte voor oevererosie.
38.15		Ontgrondingskuil van ca. 3m diepte aan VL-zijde		Er zijn geen Vlaamse oevers of keringen opgenomen in de BRL

rkm	objecttype	toelichting	nieuw risico?	geïdentificeerd door BRL
38.08-38.32	bestorting nabij bebouwing	Ontgrondingskuil van ca. 3-4m diepte bij aan NL-zijde, direct aan de voet van de bestorting van Casa Montana Berg aan de Maas		Paragraaf 3.4.9: Nieuw mogelijk gevaar voor de stabiliteit van de oever (1 tot 2 m functieoverschrijding na het hoogwater)
38.65		Ontgrondingskuil van ca. 3m diepte		Paragraaf 3.4.9: Nieuw gevaar voor de stabiliteit van de oever (> 2m functieoverschrijding na het hoogwater)
38.9	veerstoep	Ontgrondingskuil van ca. 16m diepte. Hierdoor is schade ontstaan aan de veerstoepen van Berg en Meeswijk		Paragraaf 3.4.9: Voor de stabiliteit van veerstoepen is geen aparte eis in de BRL opgenomen. De erosie van de oever zelf is goed zichtbaar in de eis stabiliteit oevers en kribben (> 2m functieoverschrijding na het hoogwater)
39.1		Ontgrondingskuil van ca. 4m diepte aan NL-zijde		
39.6	leiding			Paragraaf 3.4.9: Deze leiding is beperkt in de BRL opgenomen. Aan Vlaamse zijde signaleert de BRL een tekort aan dekking. Echter is de dekking van de eis aan Vlaamse zijde slechts beperkt waardoor de ernst van dit probleem in de BRL slechts beperkt zichtbaar is.
43.8	other			?
52.4	brug	Bestaande erosiekuil is ondieper geworden		Paragraaf 3.4.11: in de BRL overschrijdingskaarten is geen significante veranderingen in de functieoverschrijding van de eis "05-03 Beleid overstijgend – stabiliteit kunstwerken" zichtbaar en de functieoverschrijding neemt in het midden van de vaargeul zelfs iets af
57	hoogwaterstanden vaarwegprofiel		✓ ✓	Paragraaf 3.4.12: <ul style="list-style-type: none"> Een toename in functieoverschrijding voor de eis Hoogwaterstanden in rivierkilometervak 57 Het tekort aan vaardiepte tijdens laagwater is in de binnenbocht van rkm 57-59 toegenomen tot meer dan 200 cm.
59.5	other			
57	vaarwegprofiel		✓	Paragraaf 3.4.12: Het tekort aan vaardiepte tijdens laagwater is over de gehele breedte van de vaargeul bij rkm 62 toegenomen tot meer dan 200 cm
62	oever		✓	Paragraaf 3.4.12: De erosie in de binnenbocht van rkm 62 zorgt ervoor dat de al aanwezige functieoverschrijding voor de eis stabiliteit oevers (>2m voor het hoogwater) nog verder is toegenomen
67.3	brug leiding	Kleine bodemveranderingen, geen grote verdiepingen in thalweg		Paragraaf 3.4.12: <ul style="list-style-type: none"> Juist net rondom enkele brugpijlers heeft erosie plaatsgevonden waardoor een kleine uitbreiding van het gebied met functieoverschrijding en dus mogelijke instabiliteit van de brugpijlers zichtbaar is In de buitenbocht (linkeroever) is nu over ongeveer de helft van het zomerbed de dekking bovenop de leidingen met 20 tot 200 cm onvoldoende. Dit kan betekenen

rkm	objecttype	toelichting	nieuw risico?	geïdentificeerd door BRL
				dat de leidingen bloot (komen te) liggen. In de binnenbocht is wel nog 100 tot meer dan 200 cm ruimte bovenop de minimale dekking van de leidingen beschikbaar.
68,4	brug		✓	Paragraaf 3.4.12: Juist net rondom enkele brugpijlers heeft erosie plaatsgevonden waardoor een kleine uitbreiding van het gebied met functieoverschrijding en dus mogelijke instabiliteit van de brugpijlers zichtbaar is

3.6 Statistieken

In de vorige paragrafen zijn voor verschillende locaties de patronen van erosie en sedimentatie en de resulterende functie-overschrijdingen met bijbehorende risico's beschreven. In Figuur 3-30 en Figuur 3-31 zijn voor de twee netwerkschakels "Grensmaas van Ohe tot Borgharen" en de "Gestuwde Grensmaas boven Linne en Heel" de fracties van het oppervlak van de functie-eis met functieruimte en het oppervlak met functieoverschrijding per functie-eis weergegeven voor zowel de situatie voor als na het hoogwater van juli 2021. In Appendix B zijn dezelfde figuren inclusief het oppervlak zonder data in de actuele bodem opgenomen. In die versie van de figuren valt allereerst op dat ondanks dat er tweemaal een bodemupdate heeft plaatsgevonden, dat er nog steeds voor sommige eisen tot aan 40% van het oppervlak waar deze eis geldt, geen actuele bodemdata beschikbaar is. Dit betreffen vooral de eisen aan de rand van de vaargeul en in het winterbed. Voor de eisen in het zomerbed (connectiviteit nevengeulen, vaarwegprofiel en dekking infrastructuur) is de actuele bodem wel bijna dekkend. Op de locaties met ontbrekende data kan de BRL geen analyse uitvoeren en zal er dus geen signalering volgen.

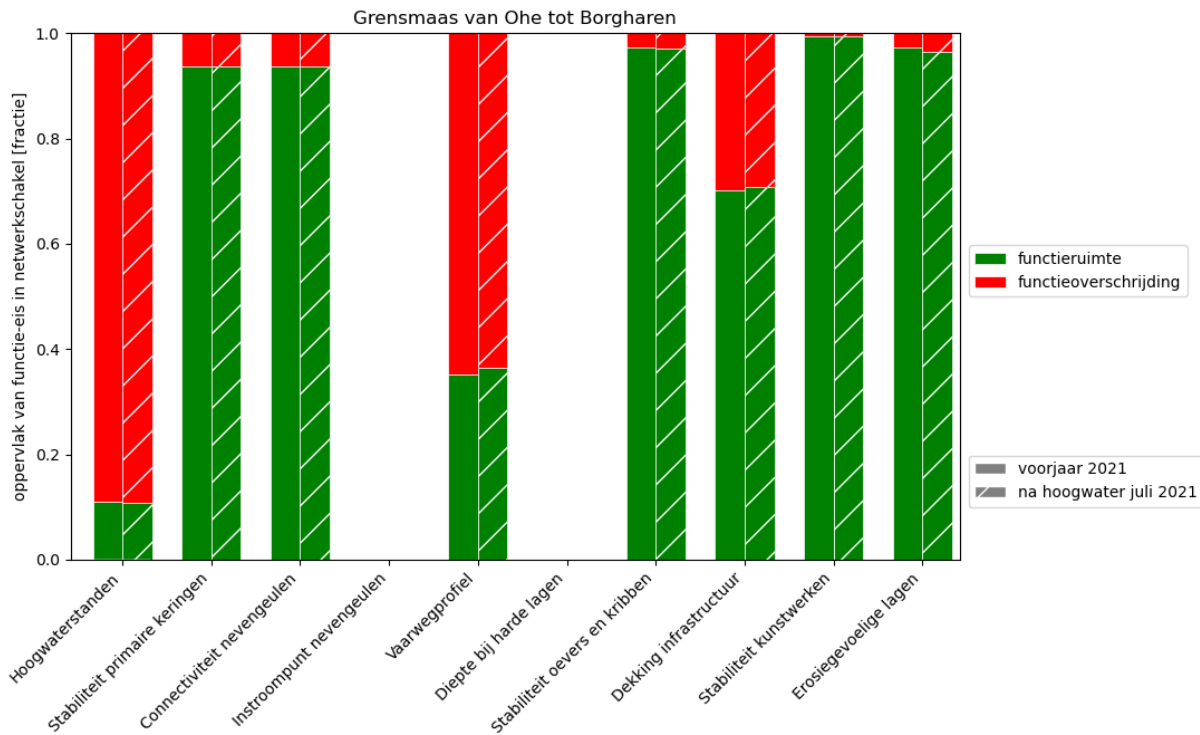
Aangezien de verandering in het oppervlak zonder data nihil is zijn in Figuur 3-30 en Figuur 3-31 de gebieden zonder data weggelaten uit de analyse, waardoor de daadwerkelijke veranderingen in functieoverschrijdingen en ruimte beter zichtbaar zijn. Deze veranderingen zijn echter met name voor de eisen die (ook) gelden buiten het zomerbed slechts klein doordat er slechts binnen een klein deel van de totale eis een update van de bodem heeft plaatsgevonden, of omdat er vooral een verandering is in de orde grootte en geen verandering in het oppervlak van de al aanwezige functieruimte of functieoverschrijding.

Hieronder volgt een toelichting op de resultaten per functie-eis en wordt stilgestaan bij de verschillende signaleringen op deze trajecten:

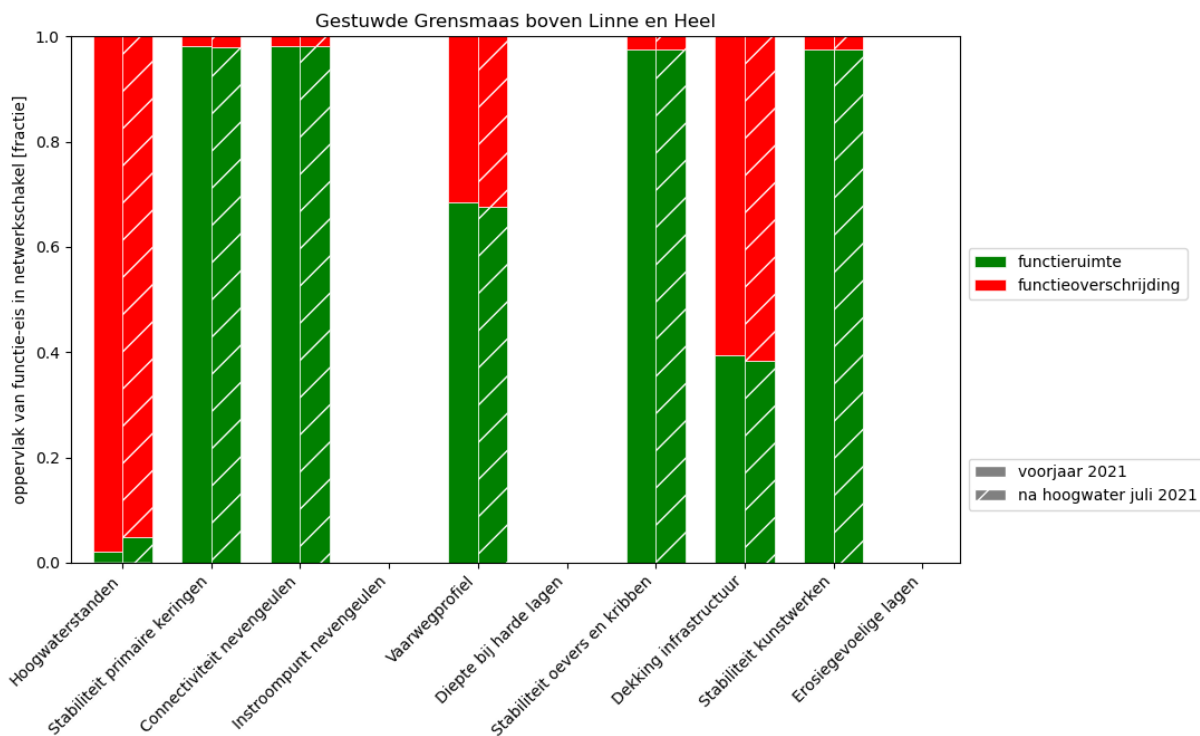
- Voor de eis "01-01 Hoogwaterveiligheid- Hoogwaterstanden" is er geen significante verandering in de functieoverschrijding en ruimte voor de "Grensmaas van Ohe tot Borgharen" zichtbaar, terwijl er duidelijk meer functie ruimte ontstaat voor de "Gestuwde grensmaas boven Linne en Heel" terwijl beide gebieden over grote trajecten van het zomerbed erosie vertonen. Lokaal is dit ook goed zichtbaar in extra functieruimte binnen het zomerbed. Echter was er over het traject van Ohe tot Borgharen al vaker functieruimte binnen het zomerbed aanwezig en een toename van ruimte is niet zichtbaar in de totale statistieken van functieruimte of -overschrijding, terwijl een omslag van functieoverschrijding naar functieruimte zoals voornamelijk het geval was in het zomerbed van het Grensmaas traject boven Linne en Heel, wel zichtbaar is in een verandering van de percentages.
- In Figuur 3-15 was eerder zichtbaar dat er extra functieoverschrijding ontstond voor de eis "01-02 Hoogwaterveiligheid- Stabiliteit keringen" ter hoogte van rkm 25. Dit is echter niet zichtbaar als verandering van de fractie functieoverschrijding in Figuur 3-30 en ook in Figuur 3-31 is er geen significante verandering in de fracties voor deze eis zichtbaar.
- Er is geen verandering voor de eis Connectiviteit nevengeulen, omdat nevengeulen niet zijn ingemeten na het hoogwater van juli 2021.
- Het is opvallend dat er ondanks dat er voor het grootste deel van de Grensmaas geen vaarwegmodel geldt, dat er op de stukjes waar dit wel het geval is significante veranderingen in de fractie van het oppervlak met functieoverschrijding van de eis "04-01 Vlot en Veilig verkeer – Vaarwegprofiel" heeft plaatsgevonden. Deze verandering is echter niet consistent voor de twee netwerkschakels. Door de vele erosiekuilen die zijn ontstaan in de "Grensmaas van Ohe tot Borgharen" is hier het totale oppervlak met functieruimte voor deze eis toegenomen.

Er is juist aanzanding en een afname van het totale oppervlak met functieruimte voor deze eis voor de netwerkschakel "Gestuwde Grensmaas boven Linne en Heel".

- Voor de "Grensmaas van Ohe tot Borgharen" is er duidelijk een toename in de fractie functieoverschrijding voor de eis "05-01 Beleid overstijgend - stabiliteit oevers en kribben". Dit betreft ook het traject waarbinnen de beschadigingen aan oevers en veerstoepen zijn ontstaan tijdens het hoogwater. Voor de tweede netwerkschakel is geen significant verschil ontstaan voor deze eis.
- De patronen van erosie en sedimentatie bij de leidingen zijn niet gelijk. Ook is de bodemverandering en functieoverschrijding aan de Vlaamse zijde van de rivier niet in de Netwerkschakels opgenomen waardoor over het Grensmaas traject van Ohe tot Borgharen het gebied met functieruimte is toegenomen. In het tweede traject is door met name oever erosie een groter gebied met functieoverschrijding. Dit komt overeen met de observaties van de Task-force en RWS ZN.
- Voor de "Grensmaas boven Linne en Heel" is er na het hoogwater met name rondom enkele brugpijlers een groter gebied waar nu functieoverschrijding van de eis "05-03 Beleid overstijgend – stabiliteit kunstwerken" plaatsvindt. Dit terwijl er bij deze bruggen in het algemeen vooral sedimentatie plaatsvond in de al eerder ontstane erosiekuilen.
- In paragraaf 3.4 werd al duidelijk dat er geen dekking is voor de eis "05-06 Beleid overstijgend – erosiegevoelige lagen" in de netwerkschakel "Gestuwde grensmaas boven Linne en Heel". In de Grensmaas van Ohe tot Borgharen is er wel dekking en zijn er echter al meerdere locaties met functieoverschrijding. Zoals verwacht heeft op en rondom de meeste van deze locaties vergaande erosie plaatsgevonden. De functieoverschrijdingen waren echter vaak al voor het hoogwater al aanwezig en zijn met name lokaal in het zomerbed toegenomen in orde grootte en deels ook ruimtelijk verspreid. Echter is in een groot deel van het winterbed de ruimte t.o.v. de eis niet veranderd waardoor ook na het hoogwater er nog steeds hoge percentages met functieruimte zichtbaar zijn in de statistieken.



Figuur 3-30 De fracties van het oppervlak met functieruimte en het oppervlak met functieoverschrijding per functie-eis weergegeven voor zowel de situatie voor als na het hoogwater van juli 2021. De fracties zijn weergegeven ten opzichte van het totale oppervlak van elke functie-eis binnen de netwerkschakel "Grensmaas van Ohe tot Borgharen"



Figuur 3-31 De fracties van het oppervlak met functieruimte en het oppervlak met functieoverschrijding per functie-eis weergegeven voor zowel de situatie voor als na het hoogwater van juli 2021. De fracties zijn weergegeven ten opzichte van het totale oppervlak van elke functie-eis binnen de netwerkschakel "gestuwde Grensmaas boven Linne en Heel"

4 Discussie

4.1 Signalering risicolocaties

In het algemeen is de BRL goed bruikbaar gebleken om locaties met een risico voor functie-eisen te identificeren. De BRL toonde voor de meeste van de door de Task Force Fact Finding of door RWS ZN gevonden risico locaties ook de bijbehorende functieoverschrijding aan. De BRL is echter direct afhankelijk van goede brondata. Incompleteheid of onjuistheid van brondata heeft direct impact op de output van de BRL. In deze rapportage is de impact zichtbaar doordat er na het hoogwater van 2021 slechts nieuwe bodempeilingen beschikbaar waren voor een deel van het zomerbed. Dit betekent dat de BRL analyse alleen toegepast kon worden binnen het opnieuw ingemeten deel van het zomerbed. De overige delen van het studiegebied vertonen nu geen veranderingen in functieruimte of functieoverschrijding terwijl die er wel kunnen zijn.

Naast de beschikbare bodempeilingen is ook de brondata van de eisen een belangrijke factor voor de kwaliteit en prestaties van de BRL tijdens de signalering van risicolocaties. Zo is bijvoorbeeld de exacte ligging en diepte van veel kabels en leidingen onbekend. Om deze reden zijn lang niet alle kabels en leidingen opgenomen in de BRL functie-eis voor de minimale dekking op infrastructuur.

Ook is er in de BRL geen rekening gehouden met objecten en bijbehorende eisen aan de bodemligging voor de Vlaamse zijde van de rivier. Dit betekent dat bijvoorbeeld de eis voor de stabiliteit van primaire keringen alleen is opgesteld voor Nederlandse keringen en dat eventuele risico's voor Vlaamse keringen dus niet worden geïdentificeerd in de BRL. Hetzelfde geldt voor de stabiliteit van de oevers en ook voor de aanwezigheid en stabiliteit van de grinddrempels die in de Grensmaas aanwezig zijn, zodat tijdens laagwater het grondwater in Vlaamse natuurgebieden niet te ver zakt, is op dit moment geen eis in de BRL opgenomen. Aanbevolen wordt om voor de Grensmaas de functie-eisen te updaten en eventueel aan te vullen waarbij ook data wordt verzameld voor de objecten aan de Vlaamse zijde van de rivier zodat de BRL ook hiervoor risico's kan identificeren.

De BRL maakt gebruik van generieke en in een aantal gevallen gemiddelde functie-eisen. Hierdoor kan de BRL goed als signaleringsinstrument dienen, maar aanvulling vanuit de praktijk is essentieel om tot goede complete conclusies te komen.

4.2 Statistieken

De keuze om de netwerkschakels te gebruiken voor het bepalen van de statistieken zorgt ervoor dat de statistieken niet het complete beeld van het effect van de veranderingen in de Grensmaas op de functie-eisen aangeven. Deze netwerkschakels volgen namelijk de landsgrens, maar de BRL kaarten hebben een grotere dekking, waarvan nu dus alleen het Nederlandse deel van de Grensmaas is meegenomen in de statistieken. De statistieken laten hierdoor niet voor alle functies dezelfde patronen zien als dat zichtbaar zijn wanneer de individuele overschrijdingskaarten van voor en na het hoogwater worden vergeleken. Vooral wanneer er gekeken wordt naar de veranderingen in functieoverschrijding van de functies met kleine oppervlaktes waarop de eis geldt, zoals bij kabels en leidingen en bruggen. Zeker als hier grote bodemveranderingen plaatsvonden komen de statistieken niet overeen met het totale patroon van de functieruimte en overschrijding over de gehele kabel en of brug.

5 Conclusie

Met deze praktijkcasus, de grootschalige morfologische veranderingen op de Grensmaas tijdens het hoogwater van juli 2021, kan worden geleerd wat de BRL goed signaleert, welke onderdelen nog niet en in hoeverre observaties en waarnemingen in het veld hieraan gekoppeld kunnen worden. Deze rapportage beschrijft op basis van 5 onderzoeksvragen hoe de BRL als analyse in de praktijk kan worden toegepast.

5.1 Morfologische veranderingen tijdens het hoogwater van juli 2021

Op de Grensmaas is het traject km 23.9-24.6, km 27.9-43.0 en lokaal bij Roosteren gepeild in de periode 18 tot en met 29 juli. Vooral over het traject van rkm 34 t/m 40 zijn zeer grote verschillen in bodemhoogte ontstaan. Op dit traject zijn op tenminste 22 locaties erosiekuilen ontstaan van 3 meter diep of meer. Vier van die erosiekuilen zijn zelfs meer dan 10 meter diep. Op de overige delen van de Grensmaas vindt afwisselend erosie of sedimentatie plaatst, waarbij er gemiddeld sedimentatie plaatsvindt op de trajecten tussen rkm 32,5-34,1 ; 56-65,3 en 67-68.

5.2 Erosiegevoelige lagen

De BRL-eis "05-06 Erosiegevoelige lagen" is binnen de rapportage apart besproken. De hypothese is dat wanneer de toplaag bovenop erosiegevoelige lagen wordt doorsneden, dat er grote erosiekuilen kunnen ontstaan in de dan aan het oppervlak vrijgekomen fijne zanden.

De BRL-eis "05-06 Erosiegevoelige lagen" heeft voor de Grensmaas dekking totaan rkm 41. Over dit traject bleek dat de locaties, waar in het voorjaar van 2021 al functieoverschrijding of een zeer kleine functieruimte voor de eis "05-06 Beleid overstijgend – Erosiegevoelige lagen" was, in het algemeen ook daadwerkelijk de locaties waren waar tijdens het hoogwater van juli 2021 veel erosie heeft plaatsgevonden en waar nieuwe erosiekuilen zijn ontstaan. Vooral op het traject tussen rkm 34 en 40 is dit het geval. De dunne of zelfs ontbrekende dekking bovenop de erosiegevoelige lagen zal in combinatie met de hoge stroomsnelheden op deze locaties samen de voornaamste oorzaak zijn voor de vorming van de vele diepe erosiekuilen.

Er zijn ook enkele locaties waar voor het hoogwater al geen dekking meer was op de erosiegevoelige laag en waar tijdens het hoogwater sedimentatie plaatsvond. Dit is o.a. het geval in een al aanwezige erosiekuil bij rkm 28-29 waar de top van de fijne zanden al meer dan 2 m was doorsneden. Ook over het traject tussen rkm 40-41 was de top van de fijne zanden voor het hoogwater al meer dan 2 m doorsneden en tijdens het hoogwater heeft er afwisselend 10 tot 20 cm erosie of sedimentatie plaatsgevonden waarbij de sedimentatie overheerste.

De aanwezigheid van slechts een kleine functieruimte of functieoverschrijding van de signalerende eis van de erosiegevoelige lagen kan dus in het algemeen gebruikt worden om mogelijke toekomstige erosiehotspots vooraf al te identificeren. De hypothese dat grootschalige morfologische veranderingen zullen plaatsvinden omdat de top van de erosiegevoelige lagen is doorsneden is echter niet altijd geldig, bijvoorbeeld bij eerder gevormde diepe erosiekuilen of op langere trajecten waar de erosiegevoelige laag al geheel aan het oppervlak ligt. In de Grensmaas is door het hoogwater de erosiegevoelige laag over een relatief groot traject aan het oppervlak komen te liggen. Daarom wordt aanbevolen om de sedimentatie patronen op en rondom de erosiegevoelige laag en in al aanwezige erosiekuilen verder te onderzoeken.

5.3 BRL signaleringen van functie-eis overschrijdingen

Binnen deze BRL analyse langs de Grensmaas is een grote lijst van mogelijke risico locaties opgesteld. Deze lijst is samengevat in Tabel 3-1. In het zomerbed van de Grensmaas geldt over het algemeen maar 1 bovengrens, namelijk “01-01 Hoogwaterveiligheid- Hoogwaterstanden”. Alleen op het laatste stuk van de Grensmaas is ook de bovengrens voor “04-01 Vlot en Veiligverkeer – Vaarwegprofiel” aanwezig. Zoals te verwachten is kwam er op erosieve trajecten over het algemeen meer ruimte of minder functieoverschrijding beschikbaar voor deze bovengrenzen, terwijl er meer of extra functieoverschrijding ontstond voor de aanwezige ondergrenzen. Vooral voor de stabiliteit van oevers en kribben (05-01), stabiliteit keringen (01-02) en dekking op erosiegevoelige lagen (05-06) werden veel nieuwe functieoverschrijdingen (nieuwe risicolocaties) geïdentificeerd na het hoogwater.

Daartegenover ontstaat er juist op locaties met sedimentatie meer ruimte voor de ondergrenzen en kwamen er nieuwe rivierkilometer vakken waarin functieoverschrijding voor de eis “01-01 Hoogwaterveiligheid- Hoogwaterstanden” ontstond.

5.4 Signalering van de door TFFF en RWS ZN geïdentificeerde risico locaties

De BRL is goed bruikbaar om locaties met een risico voor functie-eisen te identificeren. De BRL toonde namelijk voor de meeste van de door de Task Force Fact Finding of door Rijkswaterstaat Zuid Nederland gevonden risico locaties ook een functieoverschrijding in de bijbehorende BRL-eis aan. In enkele gevallen was niet de functieoverschrijding en mogelijk risico voor een de specifieke functie (bijv. een veerstoep of kabel of leiding op of in een oever) zichtbaar, maar wel instabiliteit van deze oever.

Niet alle van de door de TFFF of RWS ZN geïdentificeerde risico's werden gevonden. Dit komt vooral door incompleetheid of onjuistheid van brondata, welke direct impact heeft op de output van de BRL. De BRL is in deze praktijkcasus alleen in staat om risico's te identificeren binnen het na het hoogwater ingemeten deel van het zomerbed, omdat andere meetdata nog niet beschikbaar was. Daarnaast is ook de dekking van de brondata voor de eisen belangrijk. Zo is gebleken dat er slechts een paar risico's voor kabels en leidingen in de BRL werden geïdentificeerd, terwijl er in de risicolijst van RWS ZN meerdere leidingen zijn opgenomen. Dit komt omdat de exacte ligging en diepte van de overige leidingen onbekend, waardoor deze niet in de BRL zijn opgenomen.

Ook is er in de BRL geen eis is opgenomen welke rekening houdt met een maximale bodemhoogte ter hoogte van veerstoepen, terwijl dit wel als nazorglocatie werd genoemd door Rijkswaterstaat bij rkm 28,3. Dit kan echter ook komen omdat er voor het grootste deel van de Grensmaas geen vaarwegmodel is opgesteld en er dus ook geen rekening wordt gehouden met een minimale vaardiepte voor scheepvaart.

Daarnaast zijn er ook enkele extra mogelijke risicolocaties naar voren gekomen. Vooral voor de eis “01-02 Hoogwaterveiligheid – Stabiliteit Primaire keringen” zijn er enkele locaties met functieoverschrijding binnen de keurzone ontstaan. Deze locaties waren nog niet eerder als risico aangeduid. Ook voor de eis “05-01 Stabiliteit oevers en kribben” zijn er in de BRL extra risicolocaties aangeduid die niet op de nazorglijst van RWS ZN stonden.

5.5 BRL als hulpinstrument bij toekomstige signalering van risicolocaties

Deze praktijkcasus heeft laten zien dat de BRL goed bruikbaar is als hulpinstrument om n.a.v. grootschalige morfologische veranderingen de locaties met een risico voor functie-eisen snel te identificeren.

De BRL geeft een ruimtelijk beeld en inzicht van de nog beschikbare ruimte of van het tekort aan ruimte t.o.v. de grenzen die de diverse rivierfuncties aan de bodem stellen. Wel is de BRL analyse beperkt en geeft deze alleen een beeld van het gebied waar daadwerkelijk nieuwe metingen van de bodem beschikbaar zijn. De kwaliteit van de identificatie van de mogelijke risico's hangt hier dan ook sterk mee samen. Risico's voor de stabiliteit van oevers en keringen zijn over het algemeen goed te identificeren met alleen nieuw beschikbare lodingen in het zomerbed, maar voor een goed en compleet beeld van mogelijke risico's voor de functies die ook gelden op de oevers of in de uiterwaarden (bijv. minimale dekking op kabels en leidingen, stabiliteit kunstwerken en hoogwaterstanden) is het wel noodzakelijk dat ook metingen van de oevers en uiterwaarden beschikbaar zijn voordat de BRL analyse plaatsvindt.

5.6 Aanbevelingen

In de discussie en conclusie zijn een aantal aanbevelingen genoemd die hieronder zijn samengevat:

- Aanbevolen wordt om voor de Grensmaas de functie-eisen te updaten en eventueel aan te vullen waarbij ook data wordt verzameld voor de objecten aan de Vlaamse zijde van de rivier zodat de BRL ook hiervoor risico's kan identificeren.
 - Aanvullen:
 - Primaire keringen
 - Oevers
 - Kabels en leidingen
 - Nieuwe eis:
 - Opnemen van de grinddrempels als een eis voor Schoon en gezond water
 - Nieuwe bovengrens ter hoogte van de overtocht van het veer en de veerstoepen, aangezien er geen vaarwegmodel voor de Grensmaas geldt.
- In de Grensmaas is door het hoogwater de erosiegevoelige laag over een relatief groot traject aan het oppervlak komen te liggen. Daarom wordt aanbevolen om de sedimentatie patronen op en rondom de erosiegevoelige laag en in al aanwezige erosiekuilen verder te onderzoeken.

6 Referenties

Flierman, M. . N. van der Sleen (2021), Factsheets Basisrivierbodemplugging kaarten - versie 1.7, Note, Rijkswaterstaat, Utrecht, the Netherlands.

Task Force Fact Finding hoogwater 2021 (2021). Hoogwater 2021 Feiten en Duiding.

Expertise Netwerk Waterveiligheid: versie 2, 20 september 2021

A De BRL functie-eisen

De BRL functie-eisen zijn gebaseerd op de 4 kerntaken van Rijkswaterstaat. Daarnaast zijn er nog beleid overstijgende functies toegevoegd. Zo zijn alle BRL functies onderverdeeld onder de volgende 5 beleidsdoelen, namelijk:

- 1 Waterveiligheid
- 2 Voldoende water
- 3 Schoon en gezond water
- 4 Vlot en veilig verkeer over water
- 5 Beleidsdoel overstijgend

Omdat voor een aantal functies nog gewerkt wordt aan het vaststellen van de functie-eis, is de analyse tot nu toe beperkt tot de volgende functies:

- 01-01 Waterveiligheid - hoogwaterstanden
- 01-02 Waterveiligheid - stabiliteit primaire waterkeringen
- 02-01 Voldoende water - Afvoerdeling
- 03-01a Schoon en gezond water - connectiviteit nevengeulen
- 03-01b Schoon en gezond water - instroompunt nevengeulen
- 04-01 Vlot en veilig verkeer over water - Vaarwegprofiel
- 04-02 Vlot en veilig verkeer over water - diepte bij harde lagen
- 04-03 Vlot en veilig verkeer over water - vlot varen
- 04-04 Vlot en veilig verkeer over water - onbeladen vaart
- 05-01 Beleidsdoel overstijgend - Stabiliteit oevers en kribben
- 05-02 Beleidsdoel overstijgend - Dekking infrastructuur
- 05-03 Beleidsdoel overstijgend - Stabiliteit kunstwerken
- 05-04 Beleidsdoel overstijgend - Monitoring erosiekuilen
- 05-05 Beleidsdoel overstijgend - Erosiebestendige lagen
- 05-06 Beleidsdoel overstijgend - Erosiegevoelige lagen

01-01 Waterveiligheid - hoogwaterstanden

Iedere 12 jaar worden de primaire keringen getoetst op de normen zoals die zijn vastgesteld in de Waterwet. Deze toetsing wordt uitgevoerd met o.a. een bodem die van invloed is op de hoogwaterstanden welke weer van invloed is op de hydraulische belastingen. Deze bodem wordt aangeleverd door RWS-WVL. In de meest recente toetsing is hierbij gebruik gemaakt van de Baseline WBI2017 bodem. Er is geen verhoging van de hoogwaterstanden t.o.v. WBI2017 door bodem veranderingen in het rivierbed toegestaan. Zodra de actuele bodem gemiddeld hoger ligt dan deze Baseline WBI2017 bodem (gemiddeld over hetzelfde gebied) is niet meer met zekerheid te zeggen dat de resultaten van de meest recente toetsing nog geldig zijn. Om deze reden is deze WBI2017 bodem gemiddeld over km-en uiterwaardvakken als bovengrens gesteld voor de eis "01-01 Waterveiligheid - Hoogwaterstanden".

01-02 Waterveiligheid - stabiliteit primaire waterkeringen

Voor een robuuste en toekomstgerichte inrichting van het hoofdwatersysteem is het noodzakelijk het achterland te beschermen tegen overstromingen. Het waterschap is verantwoordelijk voor de stabiliteit van de eigen keringen. In algemene zin is er een vergunning nodig voor graafwerkzaamheden / maatregelen die in de beschermingszone (ook wel keurzone genaamd) worden uitgevoerd. De exacte eis kan verschillen per keur. RWS is verantwoordelijk voor de stabiliteit van de eigen keringen.

In de BRL is dit voor alle keringen samen geschematiseerd naar een eis voor de keurzone en naar een talud vanaf de keurzone rand van deze keringen. In de keurzone / beschermingszone wordt de referentiebodempligging (\pm bodem 2015) aangehouden als grens. Vanaf het einde van de keurzone / beschermingszone wordt een ondergrens geconstrueerd met een helling van 1:6. Voor de Rijn-Maasmonding geldt een extra eis voor het voorkomen van zettingsvloeiing: vanaf de teen van de dijk geldt een 1:20 vlak over een lengte van 200 m als ondergrens.

03-01a Schoon en gezond water - connectiviteit nevengeulen

In het project Grip op Nevengeulen is de norm gesteld dat een nevengeul minimaal 335 dagen per jaar in verbinding moet staan met de rivier. Dit betekent dat de bodem van de nevengeul lager moet liggen dan een rivierwaterstand die 31 dagen per jaar wordt onderschreden. Er is voor de vertaling van deze norm naar de BRL bovengrens "03-01a Schoon en gezond water- connectiviteit nevengeulen" gekozen om de overeengekomen lage rivierstand (OLR) te gebruiken. De OLR wordt namelijk ongeveer 20 dagen per jaar onderschreden en leent zich daarmee goed voor dit doel, maar is iets strenger dan de boven genoemde signaleringswaarde voor de nevengeulen. Voor De Rijn-Maasmonding en Maas zijn de soortgelijke GLW en MLW peilen gebruikt als referentiewaterstand.

03-01b Schoon en gezond water - instroompunt nevengeulen

De meestroomfrequentie van nevengeulen is niet alleen afhankelijk van de bodempligging van de nevengeul zelf, maar ook de rivierwaterstand en een eventuele drempel bij het instroompunt zijn van invloed. Wanneer de rivierwaterstand daalt zullen geulen minder meestromen, daarom is er ook een ondergrens ontwikkeld voor de rivierbodem in het zomerbed.

Met de vaststelling van KRW in 2009 is afgesproken dat de situatie niet mag verslechteren t.o.v. dit jaar. Het invloedgebied waar de rivierbodem van invloed is op de waterstand en de doorstroomfrequentie van de nevengeulen is gebaseerd op de halveringslengte van de stuwkromme op de Rijntakken. Volgens de stuwkromme vinden de grootste effecten plaats binnen de 20 km bovenstrooms van een verandering. De ondergrens voor de eis "03-01b Schoon en gezond water - instroompunt nevengeulen" bestaat daarom uit de per km gemiddelde bodempligging van het zomerbed tot 20 km benedenstrooms van elke nevengeul.

04-01 Vlot en veilig verkeer over water - Vaarwegprofiel

Voor het in stand houden van een robuust vaarwegennet zijn er vastgestelde breedte- en dieptenormen voor toegangsheugens zeehavens-, hoofdtransportas, doorgaande hoofdvaarwegen en overige hoofdvaarwegen.

De theoretische normen voor de bovenrivieren zijn gebaseerd op afspraken gemaakt met de Centrale Commissie voor de Rijnvaart. Hierin worden dieptes afgesproken ten opzichte van de referentiewaterstand. Dit is voor de Rijntakken de Overeengekomen Lage Rivierstand (OLR) welke overeenkomt met de waterstand voor de Overeengekomen Lage Rivierafvoer (OLA). De waterdieptes tijdens deze referentiewaterstand vormen de basis voor de baggercontactvlakken welke rechtstreeks zijn overgenomen in de BRL bovengrens "04-01 Vlot en veilig verkeer over water – Vaarwegprofiel". Voor de gestuwde Maas en Rijn-Maasmonding zijn de baggercontactvlakken op soortgelijke wijze samengesteld maar dan op basis van de waterdiepte tijdens de gemiddeld laagwaterstand (MLW) en voor het gebied met getijde de waterstand tijdens het gemiddeld laag water (GLW).

04-02 Vlot en veilig verkeer over water: diepte bij harde lagen

Bij harde lagen, aansluitingen naar havens, sluizen, etc. moet er voldoende waterdiepte zijn bij de overgangen tijdens maatgevende lage waterstand. Door rivierbodemdaling daalt de waterstand, terwijl harde lagen niet mee dalen. Hierdoor neemt de waterdiepte af met een globaal bereik van de lengte van de stuwkromme. Om deze reden is in de BRL de eis "04-02 – Vlot en veilig verkeer over water: diepte bij harde lagen". Voor deze eis mag per sluis of harde laag benedenstrooms van het object tot 20 km de bodem niet lager worden dan de gemiddelde 2012 bodem per km. De bodem van 2012 is een redelijk arbitraire keuze, zeker voor de Maas. Voor de Rijntakken is deze keuze gebaseerd op de vastlegging van de overeengekomen lage rivierwaterstand (OLR) en daarmee wordt de diepte onder de gemiddeld lage waterstand (MLW) op de vaste laag bij Nijmegen uit 2012 behouden.

05-01 Beleidsdoel overstijgend - Stabiliteit oevers en kribben

De oevers incl. kribben, kribvakoevers, zomerkades, langsdammen, stroomgeleidingskades, gestrekte oevers (oevers met normaalprofiel en talud 1:3 deels versterkt met steenstort) en oevers van nevengeulen moeten stabiel blijven door voldoende grondmassief onder en rondom de oever of de in stand te houden bodem ter hoogte van de erosielimietlijnen. Hiervoor geldt in de BRL de ondergrens "05-01 Beleidsdoel overstijgend - Stabiliteit oevers en kribben". Voor deze eis wordt voor de contouren van de oevers, oeverlijnen, overige genoemde objecten en de erosielimietlijnen (x, y) een hoogte toegekend aan de hand van de BRL-referentiebodembodem. Vanaf daar is een 1:3 vlak gegenereerd.

05-02 Beleidsdoel overstijgend - Dekking infrastructuur

Er moet voldoende dekking zijn bij kabels en leidingen en tunnels onder de rivierbodembodem. Voldoende dekking voor kabels en leidingen valt onder de verantwoordelijkheid van de kabels- en leidingeigenaren, maar een goed overzicht van de minimale benodigde dekking is ook voor Rijkswaterstaat en voor IRM van belang wanneer er maatregelen worden onderzocht en is daarom binnen de BRL opgenomen als ondergrens "05-02 Beleidsdoel overstijgend - Dekking infrastructuur". Voor deze eis is afhankelijk van het type infrastructuur een vlak met een minimale hoogteligging boven het object (kabel, leiding of tunnel) bepaald om te voorkomen dat het object beschadigd raakt.

Aangezien het IRM nul-alternatief uit gaat van het huidige beheer is de aanname dat de huidige kabels en leidingen en tunnels behouden zullen blijven. Om deze reden blijft de ondergrens "05-02 Beleidsdoel overstijgend - Dekking infrastructuur" in de huidige vorm bestaan.

05-03 Beleidsdoel overstijgend - Stabiliteit kunstwerken

Rondom kunstwerken moet voldoende grondmassief zijn om de stabiliteit te garanderen. In de BRL is dit opgenomen in de ondergrens "05-03 Beleidsdoel overstijgend - Stabiliteit kunstwerken". Om de stabiliteit van kunstwerken te garanderen mag de bodemhelling om de kunstwerken niet steiler zijn dan 1 op 3. Aan de contouren van de kunstwerken is een hoogte toegekend aan de hand van de referentiebodembodem en vanaf daar is een 1:3 vlak toegepast.

05-04 Beleidsdoel overstijgend - Monitoring erosiekuilen

Rijkswaterstaat is verantwoordelijk voor het op orde houden van de vaargeul, maar heeft geen wettelijke verantwoordelijkheid voor natuurlijke erosie rondom eigendommen van derden. Echter, wanneer RWS aanpassingen doet in de rivier met erosie tot gevolg, heeft RWS wel een verantwoordelijkheid.

Ook heeft RWS als systeemverantwoordelijk beheerder een informerende rol. Erosiekuilen zijn een gevaar voor meerdere functies, bijvoorbeeld de stabiliteit van de oevers. Vanuit de beheerders in WNZ en ZN is daarom behoefte om erosiekuilen vroegtijdig te signaleren. Hiervoor is de ondergrens “05-04 Beleidsdoel overstijgend - Monitoring erosiekuilen” ontwikkeld. Deze eis heeft het doel om instabiliteit en doorgroeien van erosiekuilen te signaleren. Voor de eis is een vlak begrensd op 5 m onder de vaarweg diepte (gemiddelde van het baggervlak). Voor de Grensmaas wordt een begrenzing op 2 m onder de gemiddelde diepte van de referentiebodembodem gehanteerd.

Deze eis signaleert het ontstaan en ontwikkelen van diepe kuilen. Voor IRM wordt gekeken naar geheel nieuwe bodemliggingen en daarom is deze eis niet van belang.

05-05 Beleidsdoel overstijgend - Erosiebestendige lagen

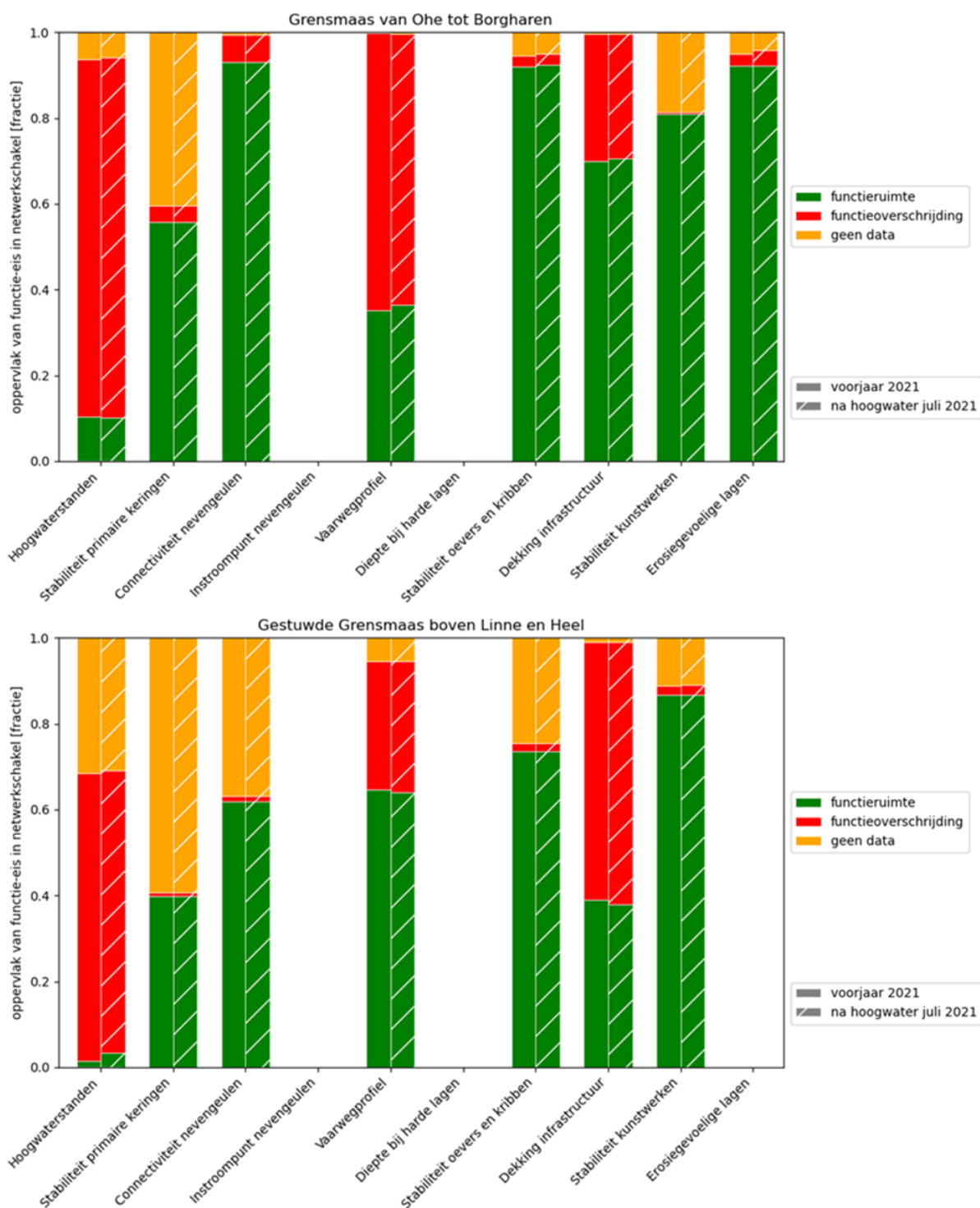
De laag basisveen (veen) en de laag van Wijchen (ziltig tot zandige klei die plaatselijk sterk humeus tot sterk venig kan zijn), worden gezien als erosiebestendige lagen. Wanneer deze erosiebestendige lagen geheel worden doorsneden en de onderliggende fijne zanden vrij komen te liggen is de kans groot dat er erosiekuilen ontstaan. Verder zullen te grote verdiepingen van de rivierbodem zoutindringing bevorderen. Om deze redenen is vanuit het beheer van de Rijn-Maasmonding gevraagd om de erosiebestendige lagen als signalerende eis op te nemen in de BRL als ondergrens voor de bodem. Dit resulteert in de ondergrens “05-05 Beleidsdoel overstijgend - Erosiebestendige lagen”.

Voor deze eis wordt de hoogste waarde van de top van de twee lagen (de laag van Wijchen of de laag basisveen) aangehouden. Dit is gebaseerd op de Ondergrondatlas RMM (Deltares, 2014). Bovenop deze top wordt een buffer van 0,5 m toegekend vanwege de onzekerheden in de geïnterpoleerde boringen en lokale variaties in de geologie. De eis is opgesteld voor RWS WNZ, maar de dekking van de ondergrondatlas loopt door tot in het gebied van de Maas en Rijntakken waar ook deze laag nog als eis is opgenomen.

05-06 Beleidsdoel overstijgend - Erosiegevoelige lagen

Voor de Maas is geen data beschikbaar van de dikte en hoogteligging van erosiebestendige lagen. Daarom is voor dit gebied de ondergrens “05-06 Beleidsdoel overstijgend - Erosiegevoelige lagen” in de BRL opgenomen. De rivierbodempligging mag de erosiegevoelige lagen niet doorsnijden, dit om erosiekuilen te voorkomen. In 2011 heeft Arcadis een Inventarisatie en interpretatie van de ondergrondgegevens van de Maas uitgevoerd en voor het jaar 2000 de dikte van de deklaag boven de top van de fijne zanden bepaald. Op basis hiervan is destijds een ondergrens voor interventie (top fijne zanden) bepaald voor delen van de Grensmaas welke nu is herleid uit die studieresultaten en is opgenomen als eis binnen de BRL.

B Statistieken inclusief het oppervlakte zonder data



Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl