

# **Rivierkundig Beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren**

Versie 6.0

23 januari 2023

*Versie Beheer:*

<b>Versie</b>	<b>Datum</b>	<b>Omschrijving</b>
2.0	1/01/2009	Volledig herziene en geactualiseerde versie van het Rivierkundig Beoordelingskader. Op 8 april 2009 door de HID Waterdienst vastgesteld voor toepassing binnen Rijkswaterstaat
2.01	1/07/2009	Kleine actualisatie van versie 2.0 vanwege het gebruik van het nieuwe Rijntakken referentiemodel Wbr (WAQUA) door RWS-ON.
3.0	1/01/2014	Volledig geactualiseerde versie van het Rivierkundig Beoordelingskader. Op 10 januari 2014 vastgesteld door de proceseigenaar Omgevings- en Assetmanagement voor toepassing binnen Rijkswaterstaat.
4.0	23/01/2017	Volledig geactualiseerde versie van het Rivierkundig Beoordelingskader. Op 23 januari 2017 vastgesteld door de proceseigenaar Omgevings- en Assetmanagement voor toepassing binnen Rijkswaterstaat.
5.0	4/06/2019	Volledig geactualiseerde versie van het Rivierkundig Beoordelingskader. Op 4 juni 2019 vastgesteld door de coördinerend directeur VTH voor toepassing binnen Rijkswaterstaat.
6.0	23/01/2023	Technische Aanpassing RBK om aan de aankomende Omgevingswet en het nieuwe National Water Programma (NWP 2022-2027) te voldoen incl. doorvoer tekstuele verbeteringen. Bij dit RBK zit een Werkwijze tot invoer omgevingswet om de tijd tussen de vaststelling van dit RBK en de omgevingswet te overbruggen

## Colofon

Documenttitel: Rivierkundig Beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren  
 Versie / status: 6.0  
 Datum: 23/01/2023  
 Uitgave: Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving  
 Projectleider: Sylvia van Doorn  
 m.m.v.: Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving, Rijkswaterstaat Oost-Nederland, Rijkswaterstaat Zuid-Nederland, Rijkswaterstaat West-Nederland Zuid.

# Inhoudsopgave

<b>VOORWOORD</b>	<b>5</b>
<b>LEESWIJZER</b>	<b>7</b>
<b>INLEIDING</b>	<b>8</b>
DOELSTELLING EN DOELGROEPEN BEOORDELINGSKADER	8
VERGUNNINGVERLENING BINNEN DE OMGEVINGSWET	9
PROJECTBESLUIT BINNEN DE OMGEVINGSWET	9
BELEIDSLIJN GROTE RIVIEREN	9
SAMENHANG OMGEVINGSWET EN BGR	10
ROL BEOORDELINGSKADER BIJ VERGUNNINGVERLENING	10
WANNEER MOET HET RIVIERKUNDIG BEOORDELINGSKADER WORDEN TOEGEPAST?	11
GEBIEDSAFBAKENING	11
OMGEVINGSWET MET OVERSTROMINGSKANS NORM	14
HOOGWATERREFERENTIE	14
<b>DEEL A</b>	<b>16</b>
<b>SAMENVATTING TE BEOORDELEN ASPECTEN EN BEOORDELINGSCRITERIA</b>	<b>16</b>
DE RIVIERKUNDIGE BEOORDELINGSASPECTEN	16
WAAROM VERSCHILLEN TUSSEN RIVIEREN/BEHEERGBIEDEN BIJ BEOORDELING?	17
SAMENVATTING RIVIERKUNDIGE BEOORDELINGASPECTEN	17
TABEL 4. RIVIERKUNDIGE BEOORDELINGSASPECTEN EN -CRITERIA IN DE RIJNTAKKEN	18
TABEL 5. RIVIERKUNDIGE BEOORDELINGSASPECTEN EN -CRITERIA IN DE MAAS	20
TABEL 6. RIVIERKUNDIGE BEOORDELINGSASPECTEN EN -CRITERIA IN DE RIJN- MAASMONDING	22
TABEL 7. RIVIERKUNDIGE BEOORDELINGSASPECTEN EN -CRITERIA IN DE IJSSELDELTA, HET ZWARTE WATER EN HET ZWARTE MEER	24
<b>DEEL B</b>	<b>26</b>
<b>ALGEMENE TOELICHTING BIJ DE BEOORDELINGSCRITERIA</b>	<b>26</b>
LEESWIJZER	26
1 HOOGWATERVEILIGHEID	27
1.1 Hoogwaterreferentie waterstand in de as van de rivier	27
1.2 Hoogwaterreferentie waterstand buiten de as van de rivier	30
1.3 Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij de geldende Boven-Rijn afvoer van 16.000 m <sup>3</sup> /s	30
1.4 Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij hoge Boven-Rijn afvoer	31
1.5 IJsafvoer	31
2 HINDER OF SCHADE DOOR HYDRAULISCHE EFFECTEN	32
2.1 Inundatiefrequentie van de uiterwaard	32
2.2 Stroombeeld in de uiterwaard	33
2.3 Stroombeeld in vaarweg	33
2.4 Afvoerverdeling bij hoge afvoeren	34
2.5 Afvoerverdeling bij lage afvoeren	34
2.6 Instroom retentiegebieden Maas	35
2.7 Verzilting Rijn-Maasmonding	35
2.8 Onttrekking water uit zomerbed Rijntakken	35
2.9 Waterstand en stroombeeld in de vaargeul in de Nederlands-Duitse grensregio bij lage en mediane Boven-Rijn afvoeren	36
3 MORFOLOGISCHE EFFECTEN	36
3.1 Sedimentatie en erosie van het zomerbed (+ oevers)	37
3.2 Sedimentatie en erosie van uiterwaard en nevengeulen	39

<b>DEEL C</b>	<b>40</b>
<b>GEBIEDSPECIFIEKE TOELICHTING BIJ DE BEOORDELINGSCRITERIA</b>	<b>40</b>
LEESWIJZER	40
RIJNTAKKEN: HOOGWATERVEILIGHEID	41
RIJNTAKKEN: HINDER OF SCHADE DOOR HYDRAULISCHE EFFECTEN	42
RIJNTAKKEN: MORFOLOGISCHE EFFECTEN	44
MAAS: HOOGWATERVEILIGHEID	45
MAAS: HINDER OF SCHADE DOOR HYDRAULISCHE EFFECTEN	45
MAAS: MORFOLOGISCHE EFFECTEN	46
RIJN-MAASMONDING: HOOGWATERVEILIGHEID	48
RIJN-MAASMONDING: HINDER OF SCHADE DOOR HYDRAULISCHE EFFECTEN	49
RIJN-MAASMONDING: MORFOLOGISCHE EFFECTEN	50
<b>DEEL D</b>	<b>51</b>
<b>TE GEBRUIKEN RIVIERKUNDIGE MODELLEN</b>	<b>51</b>
INLEIDING	51
AFSTEMMEN WERKWIJZE BEPALING RIVIERKUNDIGE EFFECTEN	51
TE GEBRUIKEN RIVIERKUNDIGE MODELLEN	52
OVERGANGSREGELING	53
GEBIEDSPECIFIEKE TOELICHTING	53
RIJNTAKKEN: HOOGWATERVEILIGHEID	54
MAAS: HOOGWATERVEILIGHEID	54
RIJN-MAASMONDING: HOOGWATERVEILIGHEID	54
<b>DEEL E</b>	<b>56</b>
<b>BEPALING MORFOLOGISCHE EFFECTEN</b>	<b>56</b>
WEL/NIET MORFOLOGISCH REKENEN?	56
SEDIMENTATIE EN EROSIE VAN HET ZOMERBED (+ OEVERS)	57
SEDIMENTATIE EN EROSIE VAN UITERWAARD EN NEVENGEULEN	57
RIJNTAKKEN:	57
MAAS:	59
RIJN-MAASMONDING:	59
<b>DEEL F</b>	<b>60</b>
<b>TOELICHTING NADERE EISEN AAN GEGEVENS VERGUNNINGAANVRAAG</b>	<b>60</b>
LEESWIJZER	60
A EISEN AAN DE RAPPORTAGE	60
B EISEN AAN MODELRESULTATEN	60
C UITGANGSPUNTEN MODELREFERENTIE	60
D GEVRAAGDE DIGITALE INFORMATIE VAN DE INGREEP	60
E GEVRAAGDE INFORMATIE OP KAART VAN DE INGREEP	61
F GEVRAAGDE BEREKENINGSRESULTATEN	62
<b>LITERATUURLIJST</b>	<b>63</b>
<b>BIJLAGEN</b>	<b>64</b>
BIJLAGE 1: DEFINITIES VAN BEGRIPPEN	65
BIJLAGE 2: OVERGANGSREGELING RIVIERKUNDIG BEOORDELINGSKADER	68
BIJLAGE 3: INHOUDELIJKE BEOORDELING BGR ARTIKEL 6E	70
BIJLAGE 4: INHOUDELIJKE BEOORDELING BGR ARTIKEL 7 LID 1C, LID 2 EN 3	71
BIJLAGE 5: HYDRAULISCHE BEOORDELINGSMETHODIEK OVERGANGSGEBIEDEN	76
BIJLAGE 6: TOETSING SCHEEPVAARTASPECTEN DOOR RWS-ON	84
BIJLAGE 7: BEPALING EN PRESENTATIE DWARSSTROMING	86
BIJLAGE 8: BEPALING MORFOLOGISCHE EFFECTEN	89
BIJLAGE 9: EISEN VAARGEULAFMETINGEN	99

BIJLAGE 10: AFVOERVERDELING RIJNTAKKEN EN MERWEDES	105
BIJLAGE 11: MODELLERING VEGETATIE (RUWHEID)	106
BIJLAGE 12: TE PRESENTEREN GEOMETRISCHE INFORMATIE BIJ VERGUNNINGAANVRAAG	108
BIJLAGE 13: DE BELANGRIJKSTE BASELINE-BESTANDEN	110
BIJLAGE 14: AANVULLENDE INFORMATIE OVER OP TE STELLEN KAARTEN	115
BIJLAGE 15: SCHEMATISATIE RIVIERWAARTSE DIJKVERSTERKING	118

## Voorwoord

Het Rivierkundig Beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren beschrijft hoe Rijkswaterstaat bij de vergunningverlening rivierkundige effecten van voorgenomen ingrepen in de rivier bepaalt en beoordeelt.

U heeft dit Rivierkundig Beoordelingskader nodig als u voor een beperkingengebiedactiviteit met betrekking tot een waterstaatswerk in beheer van het Rijk (hierna ook: ingreep of activiteit) een omgevingsvergunning op grond van de Omgevingswet aanvraagt, een projectbesluit opstelt, in opdracht van een vergunningaanvrager berekeningen uitvoert, of als u als bevoegd gezag een vergunningaanvraag of projectbesluit (in het geval van een waterbeheerder) op rivierkundige effecten moet beoordelen.

Het toepassingsgebied van het Rivierkundig Beoordelingskader betreft de grote rivieren in Nederland die in beheer zijn van het Rijk, zoals aangewezen in het Omgevingsbesluit (artikel 3.1 en Bijlage II) en geometrisch begrensd in de Omgevingsregeling (artikel 2.2 en Bijlage III).

Het Rivierkundig Beoordelingskader versie 6.0 is een doorontwikkeling van het Rivierkundig Beoordelingskader versie 5.0 (Rijkswaterstaat Water Verkeer en Leefomgeving, 2019). Het Rivierkundig Beoordelingskader versie 6.0 (RBK 6.0) geeft de stand van zaken aan op en vervangt alle voorgaande versies van het Rivierkundig Beoordelingskader.

In versie 6.0 zijn t.o.v. versie 5.0 een aantal onderdelen geactualiseerd op basis van de laatste inzichten en werkwijzen. De belangrijkste actualisaties volgen uit de nog in te voeren omgevingswet en de aangepaste formulering van het veroorzakersbeginsel in het Nationaal Water Programma. Aangezien de omgevingswet nog niet is ingevoerd, hebben we een werkwijze tot invoering van de omgevingswet. Deze werkwijze geeft aan welke artikelen en terminologie uit de Waterwet gelden totdat de Omgevingswet is ingevoerd. RBK 6.0 betreft een formele aanpassing aan de grondslagen en terminologie van de Omgevingswet en houdt geen integrale herziening in.

Naast deze inhoudelijke update is er behoefte aan een aanpassing van het Rivierkundig Beoordelingskader waarmee integraal en systeemgericht afwegen van activiteiten in de rivier mogelijk wordt. Dit in lijn met het gedachtegoed van de Strategische Agenda Rivieren en Integraal Riviermanagement. Hieraan wordt invulling gegeven in een volgende integrale herziening.

Komend jaar wordt de overstap gemaakt van het vijfde generatie watermodel-instrumentarium naar het zesde generatie watermodelinstrumentarium. Dat betekent een overstap van Baseline 5 naar Baseline 6, een overgang van WAQUA naar de D-HYDRO Suite en een overstap van WAQMORF en WAQBANK naar D-FAST Morphological Impact (MI) en D-FAST Bank Erosion (BE). Voor de actuele status van de te gebruiken modellen kijk op <https://iplo.nl/thema/water/applicaties-modellen/modelschematisaties/>.

In het RBK 6.0 zijn deze wijzigingen nog niet meegenomen, zodat komend jaar de toepassing van de nieuwe modellen voor rivierkundige doeleinden kunnen worden uitgewerkt. Deze ervaringen op het gebied van toepassingen zullen de basis vormen voor de uitwerking van D-HYDRO Suite in RBK 7.0. Voor D-HYDRO Suite modellen zullen tot RBK 7.0 dezelfde eisen gelden als voor WAQUA en waar nodig aanpassing van de eisen in overleg met de beheerder.

RBK 6.0 is tot stand gekomen in samenwerking tussen Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving, Rijkswaterstaat Oost-Nederland, Rijkswaterstaat West-Nederland Zuid en

Rijkswaterstaat Zuid-Nederland. Het RBK 6.0 komt voort uit de behoefte om ingrepen in de rivier in het kader van de Omgevingswet op een eenduidige en uniforme manier rivierkundig te kunnen beoordelen en geldt voor ingrepen in de Rijntakken, Maas, Rijn-Maasmondingen de IJssel-Vechtdelta.

Sylvia van Doorn, Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving  
Lelystad, 23/01/2023

# Leeswijzer

Het Rivierkundig Beoordelingskader begint met een inleidend hoofdstuk en is daarna ingedeeld in 6 delen:

- Deel A: Samenvatting te beoordelen aspecten en beoordelingscriteria
- Deel B: Algemene toelichting bij de beoordelingscriteria
- Deel C: Gebiedspecifieke toelichting bij de beoordelingscriteria
- Deel D: Te gebruiken rivierkundige modellen
- Deel E: Bepaling morfologische effecten
- Deel F: Toelichting nadere eisen aan gegevens vergunningaanvraag

In elk deel is nadere informatie opgenomen welke specifiek geldt voor een bepaald gebied, zoals de Rijntakken, Maas en Rijn-Maasmonding. Startpunt is altijd Deel A.

Na de hoofdtekst van het Rivierkundig Beoordelingskader is een aantal bijlagen opgenomen, waar vanuit de hoofdtekst naar wordt verwezen.

De belangrijkste begrippen worden uitgelegd in **Bijlage 1**.



# Inleiding

Rijkswaterstaat is in Nederland beheerder van de grote rivieren en zijn rijkswaterstaatswerken en is één van de bevoegd gezagen in het kader van de Omgevingswet.

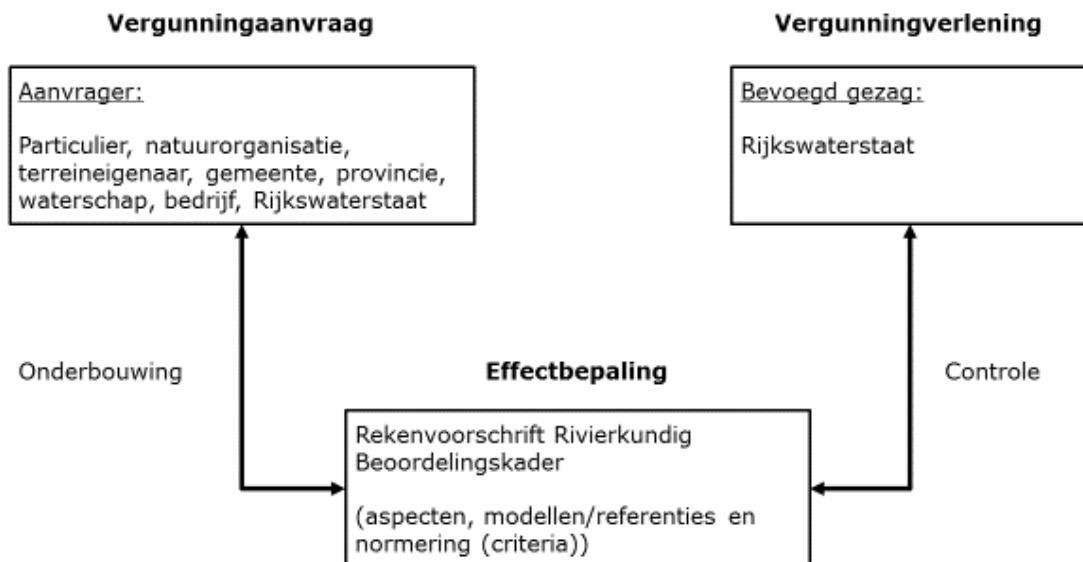
Het vergunningenstelsel in de Omgevingswet heeft o.a. als doel dat de waterveiligheid nu en in de toekomst geborgd is en dat Rijkswaterstaat de primaire functie van de rivieren kan zekerstellen: het op een veilige manier afvoeren van water, sediment en ijs.

In dat kader beoordeelt Rijkswaterstaat aanvragen voor een omgevingsvergunning voor een beperkingengebiedactiviteit met betrekking tot een rijkswaterstaatswerk voor ingrepen in de rivier. Dit is inclusief de ingrepen, die Rijkswaterstaat als rivierbeheerder zelf in de rivier uitvoert.

## Doelstelling en doelgroepen beoordelingskader

Het Rivierkundig Beoordelingskader beschrijft de *rivierkundige* beoordelingsaspecten en criteria voor de beoordeling van een aanvraag van een omgevingsvergunning of de beoordeling van een projectbesluit. Als uit de beoordeling blijkt dat er negatieve effecten optreden kan besloten worden of en hoe overblijvende negatieve effecten moeten worden gecompenseerd.

Het beoordelingskader is bedoeld voor de aanvragers (inclusief hydraulisch/morfologisch adviseurs) en beoordelaars/toetsers van omgevingsvergunningen en projectbesluiten voor beperkingengebiedactiviteiten met betrekking tot een rijkswaterstaatswerk (figuur 1). Aanvragers kunnen particulieren, bedrijven, organisaties en overheden, waaronder Rijkswaterstaat zelf, zijn. Beoordelaars/toetsers zijn in dienst van het bevoegd gezag (Rijkswaterstaat) op grond van de Omgevingswet voor beperkingengebiedactiviteiten met betrekking tot een rijkswaterstaatswerk.



Figuur 1: Het Rivierkundig Beoordelingskader beschrijft de rivierkundige beoordelingsaspecten en criteria, die initiatiefnemers van ingrepen in de rivier dienen te hanteren bij het bepalen van de rivierkundige effecten van ingrepen.

Dit beoordelingskader is van toepassing op de grote Nederlandse rivieren in beheer van Rijkswaterstaat. Met dit beoordelingskader is het in beeld brengen van de rivierkundige effecten in Nederland uniform geregeld.

Dit kader geldt dus voor zowel de regionale organisatieonderdelen van Rijkswaterstaat: West-Nederland Zuid, Oost-Nederland, Zuid-Nederland en Midden-Nederland, alsmede iedere initiatiefnemer die maatregelen wil nemen in het zomer- of winterbed van de rivier, in het vervolg te noemen: ingrepen in de rivier.

### **Vergunningverlening binnen de Omgevingswet**

Voor grote ingrepen in de Nederlandse rivieren is het noodzakelijk een omgevingsvergunning aan te vragen of een projectbesluit op te stellen. Rijkswaterstaat beoordeelt de vergunningaanvraag of het projectbesluit onder meer op rivierkundige effecten van de ingreep. Het vergunningstelsel in de Omgevingswet heeft (onder andere) als doel dat de waterveiligheid nu en in de toekomst geborgd is en dat Rijkswaterstaat de rivier kan beheren. Het RBK is een instrument voor Rijkswaterstaat om ingrepen, die nadelige gevolgen hebben voor de rivier, te voorkomen. Het RBK zorgt voor een doelmatig en veilig gebruik van een rijkswaterstaatswerk, waarbij de daaraan verbonden belangen van andere dan waterstaatkundige aard worden beschermd. De rivier wordt hierbij in zijn totaliteit als een 'rijkswaterstaatswerk': de wet maakt geen onderscheid tussen zomer- en winterbed. De begrenzing van het rivierbed is aangewezen in het Omgevingsbesluit (artikel 3.1 en Bijlage II) en geometrisch begrensd in de Omgevingsregeling (artikel 2.2 en Bijlage III).

Op grond van de Omgevingswet is het verboden zonder omgevingsvergunning een beperkingengebiedactiviteit met betrekking tot een waterstaatswerk te verrichten. Er zijn een aantal uitzonderingen op deze algemene vergunningplicht, deze zijn opgenomen in hoofdstuk 6 van het Besluit activiteiten leefomgeving.

### **Projectbesluit binnen de Omgevingswet**

Het aanleggen of wijzigen van een waterstaatswerk door de beheerder gebeurt via een projectbesluit (art. 5.46, aanhef en onder f, Ow). Dit is een besluit in de zin van de Algemene wet bestuursrecht (Awb). De verplichting tot het opstellen van een projectbesluit betreft uitsluitend de aanleg van een vaarweg en de aanleg, verlegging of versterking van primaire waterkeringen die in beheer zijn bij het Rijk. Rijksprojectbesluiten worden niet getoetst aan de instructieregels over de bescherming van de waterbelangen in paragraaf 5.1.3 van het Besluit kwaliteit leefomgeving. Een bestuursorgaan is immers al gebonden aan het eigen beleid, wat betekent dat rijksbeleid doorwerking vindt in Rijks(project)besluiten via beleidslijnen, waaronder de Beleidslijn Grote rivieren. Ieder projectbesluit moet echter wel het waterbelang meewegen (art. 5.37 Bkl).

### **Beleidslijn Grote Rivieren**

De eerste stap in de beoordeling van een ingreep in de rivier door Rijkswaterstaat vindt plaats door het vaststellen van het soort ingreep. In de *Beleidsregels Grote Rivieren* (Bgr) staat benoemd onder welke voorwaarden (Eventueel voorzien van extra voorwaarden) welke activiteiten mogen plaatsvinden in het zomer- en winterbed van de rivier. Deze regels zijn een onderdeel van de *Beleidslijn Grote Rivieren*<sup>1</sup>. In de praktijk wordt vaak de term Beleidslijn gehanteerd, terwijl daarmee de Beleidsregels worden bedoeld.

De Beleidslijn richt zich op het behoud van de veiligheid in overstromingsgevoelige gebieden rondom de grote rivieren. Voor ingrepen in het rivierbed gelden de volgende randvoorwaarden: behouden van de beschikbare afvoer- en bergingscapaciteit van het

---

<sup>1</sup> De Beleidslijn Grote Rivieren bestaat uit verschillende onderdelen: de Beleidsbrief, Beleidsregels, Handreiking en Kaarten.

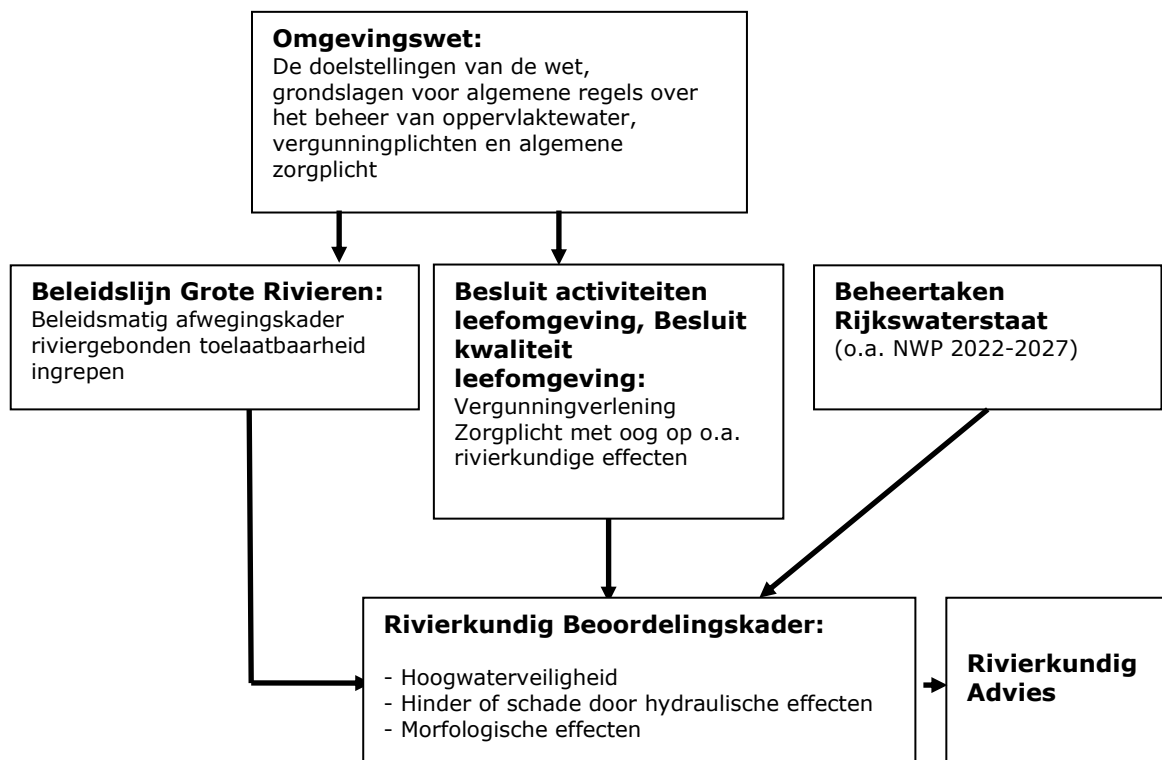
rivierbed en tegengaan van ontwikkelingen die de mogelijkheid tot rivierverruiming door verbreding en verlaging nu en in de toekomst feitelijk onmogelijk maken (art. 7 Bgr; lid 1a: toets op veilig functioneren rivier, lid 1b: toets op feitelijke belemmeringen, lid 1c: optimalisatie van ingrepen, lid 2: duurzame compensatie).

De Beleidslijn stelt regels aan de toelaatbaarheid van beperkingengebiedactiviteiten en indien toelaatbaar, aan de voorwaarden en aan de uitvoering van deze activiteiten. De vigerende kaarten van de Beleidslijn zijn te vinden op <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/waterwet/kaarten/kaart-beleidsregels-grote-rivieren/>

Het Rivierkundig Beoordelingskader is voor het onderdeel hoogwaterveiligheid een uitwerking van deze voorwaarden voor ingrepen die toelaatbaar én vergunningplichtig zijn.

### Samenhang Omgevingswet en Bgr

Het Rivierkundig Beoordelingskader is integraal onderdeel van het uitvoeringskader en beheertaken van Rijkswaterstaat en sluit aan op de Beleidslijn Grote Rivieren en de beheertaken van Rijkswaterstaat (figuur 2).



Figuur 2: Het Rivierkundig Beoordelingskader beschrijft hoe Rijkswaterstaat ingrepen rivierkundig beoordeelt. Het betreft ingrepen die vallen onder het regime van de Omgevingswet.

### Rol beoordelingskader bij vergunningverlening

Een vergunningplichtige ingreep in de rivier wordt allereerst beoordeeld aan de hand van de regels in de Beleidslijn Grote Rivieren. Indien een ingreep beleidsmatig toelaatbaar is, volgt een beoordeling van de rivierkundige effecten. In dit beoordelingskader staan de rivierkundige beoordelingsaspecten inclusief beoordelingscriterium beschreven, die van toepassing kunnen zijn op de betreffende ingreep. In overleg met het bevoegd gezag

Omgevingswet (Rijkswaterstaat) wordt vastgesteld welke beoordelingsaspecten relevant zijn voor de ingreep. Voor deze aspecten dient de initiatiefnemer de rivierkundige effecten te bepalen. Aan de hand van de toepassing van de beoordelingscriteria blijkt of de beoordelingsaspecten toelaatbaar zijn.

Naast de veilige afvoer van water, sediment en ijs kunnen ook belangen van andere dan waterstaatkundige aard in de afweging om wel of geen omgevingsvergunning af te geven betrokken worden, voor zover dat niet elders is geregeld. Het gaat hierbij met name om de belangen van scheepvaart, milieu, natuur, landschap en recreatie, die in het beoordelingskader niet beschreven worden. Aangezien er andere kaders en richtlijnen voor deze belangen gelden.

Dit beoordelingskader bevat alleen de rivierkundige beoordelingsaspecten inzake water, sediment en ijs en een aantal nautische beoordelingsaspecten die nauw samenhangen met rivierkunde. Het Rivierkundig Beoordelingskader is daarmee *geen* integraal afwegingskader van alle relevante belangen/functies/kaders. Voor een integrale(re) afweging en het meenemen van andere aspecten in de vergunningverlening, zullen andere kaders en handreikingen moeten worden geraadpleegd.

Een initiatiefnemer/vergunningaanvrager dient de voor de ingreep relevante beoordelingsaspecten met het bevoegd gezag af te stemmen. Daarna kunnen voor deze aspecten de rivierkundige effecten worden bepaald. De wijze waarop dit dient te gebeuren, gaat in overleg met het bevoegd gezag.

### **Wanneer moet het Rivierkundig Beoordelingskader worden toegepast?**

Het Rivierkundig Beoordelingskader wordt toegepast op elke ingreep in de rivier. Niet altijd zal het nodig zijn om de rivierkundige effecten van alle beoordelingsaspecten tot hetzelfde niveau uit te werken. Dit hangt af van de aard en omvang van de ingreep en de verwachte effecten. Het is van belang om het detailniveau van de uitwerking van de effectbepaling in een **vooroverleg** met het bevoegd gezag Omgevingswet (Rijkswaterstaat) te bespreken en vast te leggen.

Er kunnen zich de volgende situaties voordoen:

1. Dit beoordelingskader is niet relevant voor de ingreep in de rivier. Geen enkel beoordelingsaspect blijkt relevant voor de ingreep waarvoor een omgevingsvergunning wordt aangevraagd: er is geen rivierkundige effectbepaling nodig.
2. De te verwachten rivierkundige effecten zijn klein en eenduidig: de beoordeling kan worden afgehandeld met een expert judgement op aangeven van het bevoegd gezag.
3. De te verwachten rivierkundige effecten maken analyses met een hydraulisch en/of morfologisch model<sup>2</sup> noodzakelijk. De analyses moeten worden uitgevoerd door, of in opdracht van, de initiatiefnemer of aanvrager. Het bevoegd gezag heeft hierbij een adviserende en controlerende taak. Bij deze situatie geldt echter wel het onderscheid of sprake is van een ingreep in het stroomvoerend regime of alleen in het bergend regime van het rivierbed.

*Aanbevolen wordt daarom altijd om in een **vooroverleg** met het bevoegd gezag Omgevingswet de te volgen aanpak te bespreken en vast te leggen. Het is dan duidelijk van welke beoordelingsaspecten de effecten moeten worden bepaald en of er eventueel afwijkingen toegestaan zijn t.o.v. de normen.*

### **Gebiedsafbakening**

In dit beoordelingskader wordt een onderscheid gemaakt in riviersystemen, in combinatie met de grenzen van de regionale organisatieonderdelen van Rijkswaterstaat: Rijntakken

---

<sup>2</sup> Onder model wordt verstaan een samenstelling van een gebiedschematisatie (tijdsonafhankelijke informatie), modelprogrammatuur (b.v. WAQUA) en simulatieperiode gebonden gegevens zoals randvoorwaarden (deze zijn vaak tijdsafhankelijk).

(Oost-Nederland), Maas (Zuid-Nederland), Rijn-Maasmonding (West-Nederland Zuid), Zwarte Water (Oost-Nederland) en Zwarte Meer, Vossemeer en Ketelmeer (Midden-Nederland). Deze grenzen zijn in Tabel 1 samengevat en in figuur 3 weergegeven. Deze grenzen worden aangehouden bij de keuze van de toe te passen beoordelingsaspecten en rekenmethoden.

In de Rijntakken en Maas wordt de waterstand vooral bepaald door de rivierafvoer. In de Rijn-Maasmonding wordt de waterstand bepaald door het samenspel van rivierafvoer, getij, het direct daaraan gekoppelde lozingsprogramma van de Haringvlietsluizen (LPH'84), het al dan niet gesloten zijn van de Maeslant-/Hartelkering en lokale wind gedreven effecten op de waterstanden. Ook in de IJsseldelta, Zwarte Water en Zwarte Meer worden de waterstanden bepaald door een samenspel van rivierafvoer, wind, IJsselmeerpeil en een stormvloedkering. Waar de rivierafvoer nog dominant is, spelen de buitendijkse gebieden vooral een rol bij de afvoer van het rivierwater (stroomvoerend). Daar waar het getij, wind of meer-/zeepeil dominant is, hebben de buitendijkse gebieden vooral een rol in de berging van water.

Het gebied waar het fysisch karakter van de rivieren verandert, komt niet geheel overeen met de beheergrenzen: het gebied waar de dominantie van de rivierafvoer overgaat in de gecombineerde invloed van afvoer en getij valt niet samen met de grenzen van de beheergebieden van de regionale organisatieonderdelen van Rijkswaterstaat. Er zijn zogenaamde overgangsgebieden waar veelal andere rekenmethoden voor worden gehanteerd. Deze overgangsgebieden zijn voor wat betreft de hoogwaterveiligheid samengevat in Tabel 2. Ook is in deze tabel aangegeven hoe de regionale organisatieonderdelen van Rijkswaterstaat met deze overgangen in hun gebied omgaan bij de beoordeling van rivierkundige effecten.

*Tabel 1. De grenzen van de riviertakken, samenvallend met de grenzen van de regionale organisatieonderdelen van Rijkswaterstaat.*

<b>Organisatieonderdeel Rijkswaterstaat</b>	<b>Riviertak</b>	<b>Riviergrenzen</b>	<b>Waterkering</b>	<b>Regiem Bgr</b>
Oost-Nederland	Boven-Rijn	Vanaf Spijk (rechteroever km 857,7 / beide oevers km 865,5)	Geheel bedijkt	Stroomvoerend <sup>3</sup>
	Waal	Tot Woudrichem (km 952,5)	Geheel bedijkt	
	Neder-Rijn – Lek	Tot Schoonhoven (km 969,7)	Bedijkt. Soms grenzend aan hoge gronden	
	IJssel (incl. Reevediep)	Tot Ketelmeer en Vossemeer (km 1006)	Bedijkt. Soms grenzend aan hoge gronden	
	Zwarte Water	Van Zwolle tot Genemuiden (km 2 – 20)	Geheel bedijkt	Stroomvoerend
Midden-Nederland	Zwarte Meer, Vossemeer en Ketelmeer	Genemuiden tot Ramspol (km 0 – 11)	Geheel bedijkt	Stroomvoerend
Zuid-Nederland	Maas	Van Eijsden tot Keizersveer (km 247,8)	Boxmeer/Cuijk: bovenstrooms onbedijkt, benedenstrooms geheel bedijkt	Stroomvoerend en bergend
West-Nederland Zuid	Rijn-Maasmonding	Vanaf Schoonhoven (Lek km 969,7), Woudrichem (Waal km 952,5), Keizersveer (Maas km 247,8)	Geheel bedijkt	Stroomvoerend en bergend

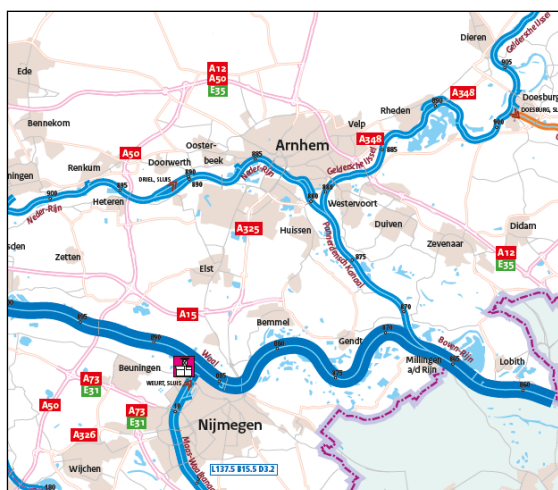
<sup>3</sup> Uitgezonderd een deel van de uiterwaard bij De Steeg / Dieren, welke een bergend regiem heeft.

Tabel 2. De grenzen van de overgangsgebieden binnen de beheergebieden van de regionale organisatieonderdelen van Rijkswaterstaat, en de daarvoor te hanteren (afwijkende) toetsmethoden voor wat betreft hoogwaterveiligheid.

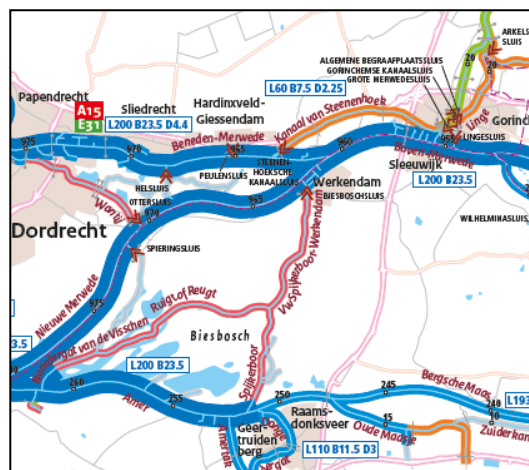
Organisatieonderdeel Rijkswaterstaat	Overgangsgebied Riviertak	Riviergrenzen	Toetsmethode
Oost-Nederland	Overgangsgebied Lek	Km 943 – 969,7	Geen afwijkende toetsmethode
	Overgangsgebied IJssel	Km 974 - 990	Geen afwijkende toetsmethode
	IJsseldelta	Km 990 – 1002	Meerdere combinaties van rivierafvoer, wind en meerpeil, die resulteren in de maatgevende waterstand (zie <b>Bijlage 5</b> )
	Zwarte Water	Km 2 – 20	
Midden-Nederland	Zwarte Meer, Vossemeer en Ketelmeer	Km 0 - 11	Meerdere combinaties van rivierafvoer, wind en meerpeil, die resulteren in de maatgevende waterstand (zie <b>Bijlage 5</b> )
Zuid-Nederland	Overgangsgebied Maas	Sluis Lith – km 247,8	Geen afwijkende toetsmethode
	Maasvallei en bedijkte Maas	Km 147,8 - km 165,3	Combinatie hoogwaterreferentie Maasvallei en bedijkte Maas
West-Nederland Zuid	Boven-Merwede	Vanaf km 952,5	Meerdere combinaties van rivierafvoer, wind en getijverloop op zee, die resulteren in de maatgevende waterstand (zie <b>Bijlage 5</b> )
	Overgangsgebied Lek	Vanaf km 969,7	
	Amer	Vanaf km 247,8	



Figuur 3: De grenzen van de beheergebieden van de regionale organisatieonderdelen van Rijkswaterstaat.



Figuur 4: Splittingspunten Pannerdenschse Kop en IJsselkop



Figuur 5: Splittingspunt van de Merwedede

### Omgevingswet met overstromingskans norm

Per 1 januari 2017 is onder de Waterwet de overstap gemaakt naar nieuwe waterveiligheidsnormen voor de waterkeringen. Tot 2017 werd de norm uitgedrukt als een waterstand die veilig gekeerd moest worden, waarmee de norm zich alleen op de belasting richtte. De sterkte van de waterkering speelde wel een grote rol, maar was niet expliciet opgenomen in het normgetal. De nieuwe norm is uitgedrukt als een overstromingskans, welke de resultante is van de hydraulische belasting en geotechnische sterkte.

Hierdoor is in de normering geen sprake meer van een maatgevende waterstandverhanglijn horend bij een maatgevende afvoer voor een bepaald riviertraject. In de nieuwe risicobenadering zijn alle afvoeren (en resulterende waterstanden) in meer of mindere mate van belang voor de bepaling van de overstromingskans. Onder de Omgevingswet wordt dit beleid voortgezet.

### Hoogwaterreferentie

Er is een hoogwaterreferentie zie tabel 2a opgesteld om de invloed van maatregelen bij de verschillende afvoerniveaus op een praktische manier te benaderen en om te voorkomen dat er onnodig veel berekeningen moeten worden uitgevoerd.

Bij kleine ingrepen blijft dit een toets aan één afvoerniveau. Bij grote ingrepen zoals bijvoorbeeld een bypass of dijkverlegging brengt een enkelvoudige toets de effecten op de hoogwaterveiligheid onvoldoende in beeld. In dat geval bestaat de mogelijkheid om aanvullend een tweede toets op de hoogwaterveiligheid te laten uitvoeren bij een lager afvoerniveau. Het initiatief moet beide toetsen doorstaan, zij het dat het waterstandscriterium op het lagere niveau ruimer mag zijn dan op het hoge niveau. Het is ter beoordeling aan Rijkswaterstaat:

- Of het initiatief zodanig van aard is dat een tweede toets bij een lager afvoerniveau noodzakelijk is.
- Zo ja, bij welk afvoerniveau deze toets moet worden uitgevoerd, en
- Hoe groot het waterstandseffect dan maximaal mag zijn.

Tabel 2a hoogwaterreferentie voor vergunningverlening ingrepen

Watersysteem	Herhalingstijd [jaar]	Afvoerniveau [m <sup>3</sup> /s]
<b>Rijntakken (ON)</b>	~ 10.000 jaar	16.000 m <sup>3</sup> /s
<b>Maasvallei (ZN)</b>	~ 100 jaar	3.200 m <sup>3</sup> /s
<b>Bedijkte Maas (ZN)</b>	~ 3.000 jaar	4.100 m <sup>3</sup> /s
<b>Rijnmaasmonding (WNZ)</b>	Lokale ondergrensnorm(en)	Lokaal te bepalen met methode CIP
<b>IJsseldelta, Zwarte Water en Zwarte Meer (ON/MN)</b>	Lokale ondergrensnorm(en)	Lokaal te bepalen met methode CIP



# Deel A

## Samenvatting te beoordelen aspecten en beoordelingscriteria

### De Rivierkundige beoordelingsaspecten

Rivierkundige beoordelingsaspecten worden ingedeeld in de volgende drie hoofdthema's:

- Hoogwaterveiligheid
- Hinder of schade door hydraulische effecten
- Morfologische effecten

Voor deze hoofdthema's geldt een onderverdeling, deze staan in Tabel 3.

Tabel 3. Overzicht van beoordelingsaspecten voor de gebieden van de verschillende regionale organisatieonderdelen van Rijkswaterstaat.

	§	Rivierkundig Beoordelingsaspect	Rijntakken	Maas	Rijn-Maas monding	Zwarte Water <sup>a)</sup>
Hoogwaterveiligheid	1.1	Ingrep in stroomvoerend deel: Hoogwaterreferentie in de as van de rivier	✓	✓	✓	✓
		ingrep bergend deel rivier: Volume waterberging				
	1.2	Hoogwaterreferentie buiten de as van de rivier	✓	✓	✓	✓
	1.3	Afvoerverdeling bij maatgevende Boven-Rijn afvoer	✓	nvt	✓	nvt
	1.4	Afvoerverdeling bij hoge Boven-Rijn afvoer	✓	nvt	nvt	nvt
1.5	IJsafvoer	✓	✓	✓	✓	
Hinder of schade door hydraulische effecten	2.1	Inundatiefrequentie van de uiterwaard	✓	✓	✓	✓
	2.2	Stroombeeld in de uiterwaard	✓	✓	✓	✓
	2.3	Stroombeeld in vaarweg	✓	✓	✓	✓
	2.4	Afvoerverdeling bij hoge Boven-Rijn afvoer	✓	nvt	nvt	nvt
	2.5	Afvoerverdeling bij lage Boven-Rijn afvoer	✓	nvt	nvt	nvt
	2.6	Instream retentiegebieden Maas	nvt	✓	nvt	nvt
	2.7	Verziltting in de Rijn-Maasmonding	nvt	nvt	✓	nvt
	2.8	Onttrekking water uit zomerbed Rijntakken	✓	nvt	nvt	nvt
	2.9	Waterstand en stroombeeld in de vaargeul in de Nederlands-Duitse grensregio bij lage en mediane Boven-Rijn afvoeren	✓	nvt	nvt	nvt
Morfologische effecten	3.1	Sedimentatie en erosie van het zomerbed (+ oevers)	✓	✓	✓	✓
		- door ingrepen zomerbed				
	- door ingrepen winterbed					
	3.2	Sedimentatie en erosie van uiterwaard en nevengeulen	✓	✓	✓	✓
- sedimentatie winterbed						
- erosie winterbed						

<sup>a)</sup> Inclusief Zwarte Meer

Bij de beoordeling van vergunningaanvragen wordt niet voor alle riviersystemen deze volledige tabel afgewerkt. Voor de verschillende riviersystemen zijn sommige effecten, om uiteenlopende redenen, niet van toepassing. In Tabel 3 is samengevat welke effecten bij de beoordeling door de verschillende regionale organisatieonderdelen van Rijkswaterstaat in het kader van de Omgevingswet c.q. bij de beoordeling van

taakstellende projecten in principe van toepassing zijn (aangegeven met een ✓; nvt = niet van toepassing).

### **Waarom verschillen tussen rivieren/beheergebieden bij beoordeling?**

Versillen in eigenschappen van de watersystemen bepalen waarom in het ene geval wel en in het andere geval niet op een bepaald beoordelingsaspect wordt getoetst.

**Rijntakken:** De meest uitgebreide lijst van te toetsen effecten geldt voor de Rijntakken: de waterbeweging wordt bepaald door de uitwisseling tussen zomer- en winterbed, door de waterverdeling bij de splitsingspunten en door de morfodynamiek. Een groot deel van de Rijntakken is ongestuwd. Een deel van de Rijntakken is overgangsgebied (benedenloop Waal, IJssel en Lek). Hier spelen getij en/of wind een grote rol.

**Maas:** Gedurende het grootste deel van het jaar kent de Maas lage afvoeren en is de rivier gestuwd. Hierdoor is op de Maas de dynamiek van morfologische processen veel lager dan op de vrij-afstromende Rijntakken. Op de Maas wordt daarom doorgaans minder op morfologische effecten getoetst, zodat meestal een kwalitatieve toets in nauw overleg met de rivierbeheerder volstaat. Door het opstuwen van de waterstanden zijn er minder snel diepgangbeperkingen dan bij de Rijn. Verder zijn er bij de Maas geen splitsingspunten aanwezig waardoor het aspect afvoerdeling niet relevant is.

**Rijn-Maasmonding:** Het oostelijk<sup>4</sup> deel van de Rijn-Maasmonding is hoofdzakelijk stroomvoerend (afvoerdominant). En met name hier is de toets op de waterstanden, afvoerdeling, stroombeelden en morfologie van belang. Het westelijk<sup>5</sup> deel van de Rijn-Maasmonding is vooral waterbergend (getijd dominant). Maatregelen hier hebben zelden een effect op waterstanden en hydraulische en morfologische berekeningen zijn hier in principe niet nodig. Een kwalitatieve toets in nauw overleg met de rivierbeheerder volstaat. Een aspect dat alleen relevant is voor de Rijn-Maasmonding is verzilting: veranderingen in de afvoerdeling bij laagwater kunnen invloed hebben op hoe ver zeewater het land binnendringt.

**Zwarte Water/Zwarte Meer:** is voornamelijk overgangsgebied en is voor wat betreft toetsing van hoogwaterveiligheid vergelijkbaar met de benedenloop van de IJssel.

### **Samenvatting rivierkundige beoordelingsaspecten**

De rivierkundige beoordelingsaspecten met hun bijbehorende criteria zijn voor de Rijntakken, Maas, Rijn-Maasmonding en Zwarte Water/Zwarte Meer samengevat in vier tabellen (4 t/m 7):

#### **Tabel 4: Rijntakken**

#### **Tabel 5: Maas**

#### **Tabel 6: Rijn-Maasmonding**

#### **Tabel 7: Zwarte Water/Zwarte Meer**

Deze tabellen zijn onderling van elkaar verschillend doordat:

- Niet overal dezelfde beoordelingsaspecten relevant zijn (zie Tabel 3), en
- Voor dezelfde beoordelingsaspecten per rivier verschillende criteria kunnen gelden.

De tabellen gelden voor de gebruikelijke ingrepen in de rivier. Niet alle mogelijke beoordelingsaspecten zijn vermeld in de tabellen.

Bij de genoemde rivierkundige beoordelingsaspecten horen beoordelingscriteria. In tabellen 4 t/m 7 wordt gerefereerd naar de toelichtingen bij deze criteria. De nummering in de tweede en vijfde kolom van deze tabellen verwijst naar de toelichting verderop in dit beoordelingskader.

---

<sup>4</sup> Lek, Boven-Merwede, Beneden Merwede, Nieuwe Merwede, Biesbosch, Amer

<sup>5</sup> Noord, Dordtsche Kil, Oude Maas, Spui, Haringvliet, Hollands Diep, Hollandsche IJssel, Nieuwe Maas, Nieuwe Waterweg

**Tabel 4. Rivierkundige beoordelingsaspecten en -criteria in de Rijntakken**

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

	2.9	Waterstand en stroombeeld in de vaargeul in de Nederlands-Duitse grensregio bij lage en mediane Boven-Rijn afvoeren	Er is geen beoordelingscriterium beschikbaar. Het doel van dit aspect is om te kunnen inschatten of de bevaarbaarheid of vaarwegonderhoud in het Duitse deel van de Rijn niet verslechtert a.g.v. de ingreep.	2.9	RWS-ON/ Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Duisburg-Rhein
Morfologische effecten	3.1	Sedimentatie en erosie van het zomerbed (+ oevers)  1. door ingrepen zomerbed  2. door ingrepen winterbed	Bij erosie: -geen verlaging gemiddelde bodemligging zomerbed <sup>d)</sup> ; -geen erosie van het zomerbed in de directe nabijheid van primaire waterkeringen; -geen oevererosie <sup>d)</sup> ; -Beperkte ontgronding bij constructies per hoogwater; -geen erosie ter hoogte van kabels, leidingen en tunnels met een te kleine gronddekking;  Bij sedimentatie: - geen ongewenste sedimentatie in de vaargeul conform NWP 2022-2027; -geen vermindering vaargeulafmetingen bij lage tot gemiddelde rivierafvoeren <sup>e)</sup> ; -geen verhoging van de maatgevende waterstanden op lange termijn;  Generiek: -beperkte hinder door baggeren en/of terugstorten; behouden vlotheid en veiligheid scheepvaartverkeer; -geen onacceptabele terugschrijdende erosie of sedimentatie i.v.m. risico verandering afvoerverdeling bij maatgevende Boven-Rijn afvoer of OLA;	3.1 R9+R11	RWS-ON (eventueel in overleg met de waterkering-beheerder)
	3.2	Sedimentatie en erosie van uiterwaard en nevengeulen:  1. sedimentatie winterbed  2. erosie winterbed	Bij sedimentatie: - Acceptabele beheerskosten <sup>f)</sup> voor baggeren nevengeulen;  Bij erosie: -geen zijdelingse verplaatsing van een nevengeul richting een primaire waterkering. Nevengeul moet op voldoende afstand blijven van de primaire waterkering, buiten de beschermingszone van de primaire kering. De beschermingszones worden bepaald door de keringbeheerders; - geen zijdelingse verplaatsing van een nevengeul richting het zomerbed van de rivier, waardoor er kans bestaat dat de nevengeul een kortsluiting veroorzaakt met het zomerbed; - stroomsnelheid in een zandige nevengeul bij bankfull afvoer moet kleiner blijven dan 0,3 m/s <sup>g)</sup> ; - geen bodemerosie langs primaire waterkering; - stabiliteit van belangrijke constructies in de uiterwaard mag niet verminderen;	3.2 R12	RWS-ON (eventueel in overleg met de waterkering-beheerder en/of terrein-eigenaren)

- a) In de praktijk kan een waterstandsverhoging in de as van de rivier worden toegestaan, mits deze niet meer dan 1mm bedraagt. Zie ook paragraaf 1.1.
- b) Keuze afvoerniveaus afhankelijk van de afvoer(en) waarop de ingreep invloed heeft op het instromen van de betreffende uiterwaard.
- c) In bijzondere gevallen kan de beheerder de verdeling van de afvoer bij een ingreep ook opvragen bij andere afvoeren van de Boven-Rijn dan OLA, bijvoorbeeld bij een gemiddelde Boven-Rijn afvoer.
- d) Bij erosie in zomerbed en op oevers geldt het principe 'nee, tenzij', om het belang van het functioneren van het waterstaatwerk i.r.t. veiligheid en scheepvaart te borgen. Gecontroleerde erosie kan wel worden toegestaan als aan deze voorwaarden wordt voldaan. Een voorbeeld hiervan zijn de aanleg van natuurvriendelijke oevers t.b.v. de Kaderrichtlijn Water. Een ander voorbeeld is de Ruimte voor de Rivier maatregel 'zomerbedverdieping'. Deze is alleen in het overgangsgebied van de Rijntakken mogelijk met aanvullend sedimentbeheer, o.a. om terugschrijdende erosie tegen te gaan.
- e) Voor specifieke criteria en afmetingen: zie **Bijlage 9**.
- f) Wat 'acceptabele beheerskosten' zijn, kan van dienst tot dienst verschillen en is ter beoordeling van het bevoegd gezag.
- g) Richtlijn voor zandige rivierbodem. Exacte waarde hangt af van lokale bodemsamenstelling en -ruwheid.

**Tabel 5. Rivierkundige beoordelingsaspecten en -criteria in de Maas**

		<b>Beoordelingscriterium</b>					
	<b>§</b>	<b>Rivierkundig beoordelingsaspect</b>	<b>Aanvragen omgevingsvergunning Omgevingswet</b>	<b>Aanvullende criteria Maaswerken</b>	<b>Toe-lichting</b>	<b>Beoorde-laar</b>	
Hoogwaterveiligheid	1.1	Maatregel in stroomvoerend deel rivier: Hoogwaterreferentie in de as van de rivier	Stroomvoerend: geen waterstandverhoging <sup>a)</sup> op de as van de rivier bij de afvoer(en) uit de Hoogwaterreferentie.	Geen toezicht op te realiseren taakstelling. (St. Pieter <sup>c)</sup> : 3800 m <sup>3</sup> /s voor 1/1250 <sup>ste</sup> afvoer en 3275 m <sup>3</sup> /s voor 1/250 <sup>ste</sup> afvoer <sup>c)</sup> )	1.1 M1 M6	Omgevings wet: RWS-ZN  Taakstelling : Maaswerken	
		Maatregel in bergend deel rivier: Volume waterberging	Bergend: geen vermindering bergend volume	Verder voor Grensmaas de 1/50 <sup>ste</sup> afvoer (2710 m <sup>3</sup> /s) en voor Zandmaas de 1/250 <sup>ste</sup> afvoer (3275 m <sup>3</sup> /s) voor de tussentijdse situatie tot 2024. Voor tussentijdse situatie geldt een maximaal toelaatbare tijdelijke waterstandverhoging tot 1 cm.	1.1 M1		
	1.2	Hoogwaterreferentie buiten de as van de rivier	Geen waterstandverhoging langs de hoge grondenlijn of primaire waterkering bij de afvoer(en) uit de Hoogwaterreferentie.	idem Omgevingswet + 1/50 <sup>ste</sup> afvoer (tussentijdse situatie)	1.2 M1 M6	RWS-ZN (in overleg met de waterkering-beheerder)	
Hinder of schade door hydraulische effecten	2.1	Inundatiefrequentie van de uiterwaard	De mate van verandering van de waterstand en / of inundatiefrequentie van een of meerdere uiterwaarden bij de afvoer(en) uit de Hoogwaterreferentie.	-	2.1 M2	RWS-ZN (eventueel in overleg met de terrein-eigenaren)	
	2.2	Stroombeeld in de uiterwaard	De mate van verandering van de grootte en richting van de stroomsnelheden in een of meerdere de uit de Hoogwaterreferentieafvoeren uit de hoogwaterreferentie	-	2.2 M2	RWS-ZN (eventueel in overleg met de terrein-eigenaren)	
	2.3	Stroombeeld in vaarweg	Dwarsstroomsnelheid op de rand van de vaarweg bij verschillende afvoerniveaus:  De ingreep is toegestaan, mits de absolute dwarsstroming in de vaarweg niet groter is dan 0,15 m/s bij een geconcentreerde dwarsstroming met een debiet groter dan 50 m <sup>3</sup> /s. Of het moet aantoonbaar zijn dat de toename padbreedte schip t.g.v. dwarsstroom maximaal dan ½B is;  De ingreep is toegestaan, mits de absolute dwarsstroming in de vaarweg niet groter is dan 0,3 m/s bij een geconcentreerde dwarsstroming met een debiet kleiner dan 50 m <sup>3</sup> /s;	-	2.3 M3	RWS-ZN	
	2.6	Instroom retentiegebieden Maas	Verandering waterstand ter hoogte van inlaat retentiegebieden Maas, waaronder Lateraalkanaal-West en Lob van Gennep <sup>d)</sup>	-	2.6 M4	RWS-ZN	

Morfologische effecten	3.1	<p>Sedimentatie en erosie van het zomerbed (+ oevers):</p> <p>1. door ingrepen zomerbed</p> <p>2. door ingrepen winterbed</p>	<p>Bij erosie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-geen verlaging zomerbed beneden de minimale bodemligging t.a.v. erosie en infrastructuur (o.a. kabels, leidingen en waterkeringen);</li> </ul> <p>Bij sedimentatie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-geen vermindering van vaargeulafmetingen<sup>e)</sup>;</li> <li>-geen verhoging van de maatgevende waterstanden op lange termijn;</li> </ul> <p>Generiek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-beperkte hinder door baggeren en/of terugstorten; behouden vlotheid en veiligheid scheepvaartverkeer;</li> <li>-geen onacceptabele sedimentatie of terugschrijdende erosie;</li> </ul>	-	3.1 M5+M7	RWS-ZN (eventueel in overleg met de waterkering-beheerder)
	3.2	<p>Sedimentatie en erosie van uiterwaard en nevengeulen:</p> <p>1. sedimentatie winterbed</p> <p>2. erosie winterbed</p>	<p>Bij sedimentatie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceptabele beheerskosten<sup>f)</sup> voor baggeren nevengeulen;</li> </ul> <p>Bij erosie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-geen zijdelingse verplaatsing van een nevengeul richting een primaire waterkering. Nevengeul moet op voldoende afstand blijven van de primaire waterkering, buiten de beschermingszone van de primaire kering. De beschermingszones worden bepaald door de keringbeheerders;</li> <li>- geen zijdelingse verplaatsing van een nevengeul richting het zomerbed van de rivier, waardoor er kans bestaat dat de nevengeul een kortsluiting veroorzaakt met het zomerbed;</li> <li>- stroomsnelheid in een zandige nevengeul bij bankfull afvoer moet kleiner blijven dan 0,3 m/s<sup>g)</sup>;</li> <li>- geen bodemerosie langs primaire waterkering;</li> <li>- stabiliteit van belangrijke constructies in de uiterwaard mag niet verminderen;</li> </ul>	-	3.2 M7	RWS-ZN (eventueel in overleg met de waterkering-beheerder en/of terrein-eigenaren)

a) In de praktijk kan een waterstandsverhoging in de as van de rivier worden toegestaan, mits deze niet meer dan 1mm bedraagt. Zie ook paragraaf 1.1.

b)

c)

d) Keuze afvoerniveaus in overleg met rivierbeheerder.

e) Voor specifieke criteria en afmetingen: zie **Bijlage 9**.

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

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

**Tabel 6. Rivierkundige beoordelingsaspecten en -criteria in de Rijn-Maasmonding**

	§	Rivierkundig beoordelings-aspect	Beoordelingscriterium	Toe-lichting	Beoorde-laar
Hoogwaterveiligheid	1.1	Maatregel in stroomvoerend deel rivier: Hoogwaterreferentie in de as van de rivier	Stroomvoerend: geen waterstandverhoging <sup>a)</sup> op de as van de rivier bij de Hoogwaterreferentie.	1.1 RM1+RM2 RM7	RWS-WNZ
		Maatregel in bergend deel rivier: Volume waterberging	Bergend: geen vermindering bergend volume	1.1 RM1	
	1.2	Hoogwaterreferentie buiten de as van de rivier	Geen waterstandverhoging langs de hoge grondenlijn of primaire waterkering bij de Hoogwaterreferentie.	1.2 RM1+RM2 RM7	RWS-WNZ (in overleg met de waterkering-beheerder)
	1.3	Afvoerverdeling splitsingspunt Merwedede bij geldende afvoer uit de Hoogwaterreferentie	Geen toename afvoer Beneden Merwede bij maatgevende omstandigheden	1.3 RM3	RWS-WNZ
Hinder of schade door hydraulische effecten	2.1	Inundatiefrequentie van de uiterwaard	De mate van verandering van de inundatiefrequentie bij afvoeren die afhankelijk zijn van de lokale situatie en de ingreep die beoordeeld wordt <sup>b)</sup>	2.1 RM4	RWS-WNZ (eventueel in overleg met de terrein-eigenaren)
	2.2	Stroombeeld in de uiterwaard	De mate van de verandering van de grootte en richting van de stroomsnelheden voor situatie waarbij de betreffende uiterwaard onder water staat <sup>b)</sup>	2.2 RM4	RWS-WNZ (eventueel in overleg met de terrein-eigenaren)
	2.3	Stroombeeld in vaarweg	Dwarsstroomsnelheid op de rand van de vaarweg bij verschillende afvoerniveaus en getijverlopen <sup>b)</sup> :  De ingreep is toegestaan mits de absolute dwarsstroming in de vaarweg niet groter is dan 0,15 m/s bij een geconcentreerde dwarsstroming met een debiet groter dan 50 m <sup>3</sup> /s. Of het moet aantoonbaar zijn dat de toename padbreedte schip t.g.v. dwarsstroom maximaal ½B is;  De ingreep is toegestaan, mits de absolute dwarsstroming in de vaarweg niet groter is dan 0,3 m/s bij een geconcentreerde dwarsstroming met een debiet kleiner dan 50 m <sup>3</sup> /s;	2.3 RM4	RWS-WNZ
	2.7	Verzilting in de Rijn-Maasmonding	Verandering afvoerverdeling benedenrivieren en indringing zeewater (bij afvoer Boven-Rijn < 1700 m <sup>3</sup> /s)	2.7 RM5	RWS-WNZ

Morfologische effecten	3.1	<p>Sedimentatie en erosie van het zomerbed (+ oevers)</p> <p>1. door ingrepen zomerbed</p> <p>2. door ingrepen winterbed</p>	<p>Bij erosie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-geen verlaging gemiddelde bodemligging zomerbed;</li> <li>-geen erosie van het zomerbed in de directe nabijheid van primaire waterkeringen</li> <li>-geen oevererosie;</li> <li>-beperkte ontgroning bij constructies per hoogwater;</li> <li>-geen erosie ter hoogte van kabels, leidingen en tunnels met een te kleine gronddekking;</li> </ul> <p>Bij sedimentatie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-geen vermindering vaargeulafmetingen bij gemiddelde afvoer en gemiddeld getij<sup>c)</sup>;</li> <li>-geen verhoging van de maatgevende waterstanden op lange termijn;</li> </ul> <p>Generiek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-beperkte hinder door baggeren en/of terugstorten; behouden vlotheid en veiligheid scheepvaartverkeer;</li> <li>-geen onacceptabele terugschrijdende erosie of sedimentatie i.v.m. risico verandering afvoerdeling;</li> </ul>	3.1 RM6	RWS-WNZ (eventueel in overleg met de waterkering-beheerder)
	3.2	<p>Sedimentatie en erosie van uiterwaard en nevengeulen:</p> <p>1. sedimentatie winterbed</p> <p>2. erosie winterbed</p>	<p>Bij sedimentatie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceptabele beheerskosten<sup>d)</sup> voor baggeren nevengeulen;</li> </ul> <p>Bij erosie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- geen zijdelingse verplaatsing van een nevengeul richting een primaire waterkering. Nevengeul moet op voldoende afstand blijven van de primaire waterkering, buiten de beschermingszone van de primaire kering. De beschermingszones worden bepaald door de keringbeheerders;</li> <li>- geen zijdelingse verplaatsing van een nevengeul richting het zomerbed van de rivier, waardoor er kans bestaat dat de nevengeul een kortsluiting veroorzaakt met het zomerbed;</li> <li>- geen bodemerosie langs primaire waterkering;</li> <li>- stabiliteit van belangrijke constructies in de uiterwaard mag niet verminderen;</li> </ul>	3.2	RWS-WNZ (eventueel in overleg met de waterkering-beheerder en/of terrein-eigenaren)

a) In de praktijk kan een waterstandsverhoging in de as van de rivier worden toegestaan, mits deze niet meer dan 1mm bedraagt. Zie ook paragraaf 1.1.

b) Keuze afvoerniveaus en getijverloop in overleg met rivierbeheerder. Afhankelijk van de afvoer en getijverloop waarop de ingreep invloed heeft bij het instromen van de betreffende uiterwaard.

c) Voor specifieke criteria en afmetingen: zie **Bijlage 9**.

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



**Tabel 7. Rivierkundige beoordelingsaspecten en -criteria in de IJsseldelta, het Zwarte Water en het Zwarte Meer**

	§	Rivierkundig beoordelingsaspect	Beoordelingscriterium	Toe-lichting	Beoorde-laar
Hoogwaterveiligheid	1.1	Maatregel in stroomvoerend deel rivier: Hoogwaterreferentie in de as van de rivier	Stroomvoerend: geen waterstandverhoging <sup>a)</sup> op de as van de rivier bij de afvoer(en) uit de Hoogwaterreferentie.	1.1 R2	RWS-ON
	1.2	Hoogwaterreferentie buiten de as van de rivier	Geen waterstandverhoging primaire waterkering bij de afvoer(en) uit de Hoogwaterreferentie.	1.2 R2	RWS-ON (eventueel in overleg met de waterkering-beheerder)
Hinder of schade door hydraulische effecten	2.1	Inundatiefrequentie van de uiterwaard	Verandering inundatiefrequentie bij afvoeren die afhankelijk zijn van de lokale situatie en de ingreep die beoordeeld wordt <sup>b)</sup> .	2.1 R5	RWS-ON (eventueel in overleg met de terrein-eigenaren)
	2.2	Stroombeeld in de uiterwaard	De mate van verandering van de grootte en richting stroomsnelheden in een of meerdere uiterwaarden bij de voor de lokale situatie representatieve omstandigheden <sup>b)</sup>	2.2 R5	RWS-ON (eventueel in overleg met de terrein-eigenaren)
	2.3	Stroombeeld in vaarweg	Dwarsstroomsnelheid op de rand van de vaarweg bij verschillende afvoerniveaus:  De ingreep is toegestaan, mits de absolute dwarsstroming in de vaarweg niet groter is dan 0,15 m/s bij een geconcentreerde dwarsstroming met een debiet groter dan 50 m <sup>3</sup> /s. Of het moet aantoonbaar zijn dat de toename padbreedte schip t.g.v. dwarsstroom maximaal ½B is;  De ingreep is toegestaan, mits de absolute dwarsstroming in de vaarweg niet groter is dan 0,3 m/s bij een geconcentreerde dwarsstroming met een debiet kleiner dan 50 m <sup>3</sup> /s;	2.3 R6	RWS-ON
Morfologische effecten	3.1	Sedimentatie en erosie van het zomerbed (+ oevers)  1. door ingrepen zomerbed  2. door ingrepen winterbed	Bij erosie: -geen verlaging gemiddelde bodemligging zomerbed <sup>c)</sup> ; -geen erosie van het zomerbed in de directe nabijheid van primaire waterkeringen; -geen oevererosie <sup>c)</sup> ; -Beperkte ontgroning bij constructies per hoogwater; -geen erosie ter hoogte van kabels, leidingen en tunnels met een te kleine gronddekking;  Bij sedimentatie: -geen vermindering vaargeulafmetingen <sup>d)</sup> bij gemiddelde afvoer en gemiddeld meerpeil; -geen verhoging van de maatgevende waterstanden op lange termijn;  Generiek: -beperkte hinder door baggeren en/of terugstorten; behouden vlotheid en veiligheid scheepvaartverkeer;	3.1	RWS-ON (eventueel in overleg met de waterkering-beheerder)

	3.2	<p>Sedimentatie en erosie van uiterwaard en nevengeulen:</p> <p>1. sedimentatie winterbed</p> <p>2. erosie winterbed</p>	<p>Bij sedimentatie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceptabele beheerskosten<sup>e)</sup> voor baggeren nevengeulen</li> </ul> <p>Bij erosie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- geen zijdelingse verplaatsing van een nevengeul richting een primaire waterkering. Nevengeul moet op voldoende afstand blijven van de primaire waterkering, buiten de beschermingszone van de primaire kering. De beschermingszones worden bepaald door de keringbeheerders;</li> <li>- geen zijdelingse verplaatsing van een nevengeul richting het zomerbed van de rivier, waardoor er kans bestaat dat de nevengeul een kortsluiting veroorzaakt met het zomerbed;</li> <li>- stroomsnelheid in een zandige nevengeul bij bankfull afvoer moet kleiner blijven dan 0,3 m/s);</li> <li>- geen bodemerosie langs primaire waterkering;</li> <li>- stabiliteit van belangrijke constructies in de uiterwaard mag niet verminderen;</li> </ul>	3.2	RWS-ON (eventueel in overleg met de waterkering-beheerder en/of terrein-eigenaren)
--	-----	--	---	-----	--

a) In de praktijk kan een waterstandsverhoging in de as van de rivier worden toegestaan, mits deze niet meer dan 1mm bedraagt.

Zie ook paragraaf 1.1.

- b) Keuze afvoerniveaus en meerpeil in overleg met rivierbeheerder. Afhankelijk van de afvoer en meerpeil waarop de ingreep invloed heeft bij het instromen van de betreffende uiterwaard.
- c) Bij erosie in zomerbed en op oevers geldt het principe 'nee, tenzij', om het belang van het functioneren van het waterstaatwerk i.r.t. veiligheid en scheepvaart te borgen. Gecontroleerde erosie kan wel worden toegestaan als aan deze voorwaarden wordt voldaan. Een voorbeeld hiervan zijn de aanleg van natuurvriendelijke oevers t.b.v. de Kaderrichtlijn Water. Een ander voorbeeld is de Ruimte voor de Rivier maatregel 'zomerbedverdieping'. Deze is alleen in het overgangsgebied van de Rijntakken mogelijk met aanvullend sedimentbeheer, o.a. om terugschrijdende erosie tegen te gaan.
- d) Voor specifieke criteria en afmetingen: zie **Bijlage 9**.
- e) Wat 'acceptabele beheerskosten' zijn, kan van dienst tot dienst verschillen en is ter beoordeling van het bevoegd gezag.

## **Deel B**

### **Algemene toelichting bij de beoordelingscriteria**

#### **Leeswijzer**

In deze paragraaf wordt een toelichting gegeven op de beoordelingscriteria in de tabellen 4 t/m 7. Deze toelichting is algemeen geldend voor alle rivieren waarvoor dit beoordelingskader bedoeld is. Vanuit de algemene toelichting wordt voor meer details per riviersysteem doorverwezen naar deel C van dit beoordelingskader. De nummering van de toelichtingen verwijst naar de betreffende specifieke toelichting in deel C.

In deze paragraaf zijn de toelichtingen per hoofdthema geclusterd:

#### **1 Hoogwaterveiligheid**

#### **2 Hinder of schade door hydraulische effecten**

#### **3 Morfologische effecten**

## 1 Hoogwaterveiligheid

### Projecten met taakstelling en reguliere aanvragen omgevingsvergunning Omgevingswet

Alle ingrepen in de rivier moeten worden getoetst aan de bepalingen in de Omgevingswet. Dit geldt zowel voor de reguliere aanvragen voor activiteiten/ingrepen (van particulieren, organisaties, bedrijven en overheden) als voor de projecten van RWS zelf.

### 1.1 Hoogwaterreferentie waterstand in de as van de rivier

De waterstanden uit de Hoogwaterreferentie gelden voor de as van de rivier. De Hoogwaterreferentie is per riviertraject bepaald. Verder bestaan er gebiedsspecifieke verschillen bij het bepalen van de maatgevende condities. Bij de rivierkundige beoordeling wordt het (relatieve) effect van de ingreep op de waterstand in de as van de rivier bepaald. De voorwaarde bij de beoordeling is dat de ingreep niet mag leiden tot een verhoging van de waterstanden uit de Hoogwaterreferentie ('stand-still' principe).

Een lokale waterstandverhoging in de rivieras moet worden gecompenseerd (Artikel 7 lid 2 Beleidsregels Grote Rivieren: "Duurzame compensatie"). Deze compensatie dient zodanig te zijn dat de stuwkromme die door de activiteit veroorzaakt wordt, niet meer zichtbaar is.

Activiteiten die vergund worden onder artikel 3 van de beleidsregels Grote Rivieren zijn uitgezonderd van deze compensatieplicht. Dit betreft onder meer aanpassingen van bestaande bebouwing, tijdelijke activiteiten en overige activiteiten van ondergeschikt rivierkundig belang.

Het is mogelijk meerdere initiatieven in een gebiedsplan of project te combineren waardoor het geheel per saldo meer ruimte voor de rivier oplevert én het totaal van de initiatieven in het gebiedsplan of project nergens tot waterstandsverhoging leidt. In dit geval is het mogelijk om voor het geheel aan activiteiten in een gecoördineerde procedure een omgevingsvergunning aan te vragen die verleend kan worden onder artikel 6e van de beleidsregels.

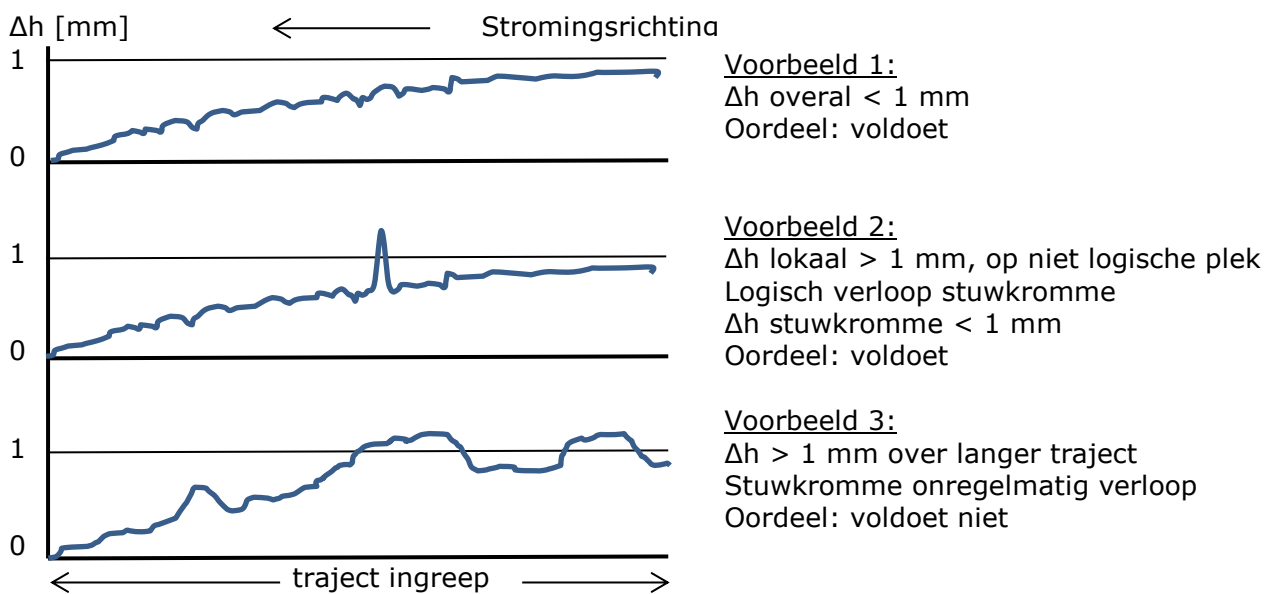
Het rivierengebied staat de komende jaren een forse dijkversterkingsopgave te wachten. Deze dijkversterkingen worden in principe binnendijks uitgevoerd, maar op sommige locaties is dit niet mogelijk of wenselijk. In dat geval is een buitendijkse versterking een optie. De redeneerlijn buitendijks versterken bevat het beleidsmatige beoordelingskader van de toelaatbaarheid van buitendijkse versterkingen en de voorwaarden waaraan buitendijkse versterkingen moeten voldoen. Buitendijkse versterking betekent een afname van het doorstroomprofiel van de rivier, wat in de regel gepaard gaat met een toename van de hoogwaterstanden. Deze toename moet gecompenseerd worden<sup>6</sup>. De voorgeschreven methode om de rivierwaartse versterking te verwerken in de modelschematisatie is uitgewerkt in **Bijlage 15**.

Vanwege mogelijke onnauwkeurigheden in modelberekeningen wordt bij de beoordeling van berekende waterstandsverschillen een marge van 1 mm gehanteerd. Dit betekent dat een berekende waterstandsverhoging tot 1 mm in de as van de rivier wordt geaccepteerd. Een berekende waterstandsverhoging van 1 mm of meer wordt niet geaccepteerd. Deze waterstandsverhoging is het resultaat van het verschil tussen de modelberekening van de situatie inclusief ingreep minus de modelberekening van de situatie zonder ingreep (referentiesituatie).

<sup>6</sup> Dit volgt uit het Besluit activiteiten leefomgeving, artikel 6.6.

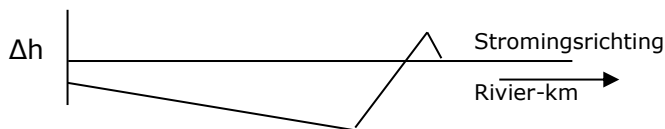
Het beoordelen van waterstand verhogende effecten op milimeterniveau is van groot belang maar roept ook de vraag op of dit nog een realistisch detailniveau is. Dit gegeven de onzekerheden die gemoeid zijn bij het bepalen van hoogwaterstanden. Doordat er voor de bepaling van het effect gebruik wordt gemaakt van een verschilanalyse waarbij de onzekerheden tegen elkaar weg vallen is de nauwkeurigheid orden groter dan de nauwkeurigheid van de bepaling van een absolute waterstand.. In de plan- en/of vergunningenfase van een project is naar inschatting van deskundigen van Rijkswaterstaat een marge van 1 mm gerechtvaardigd voor verschilberekeningen die uitgevoerd zijn met een door Rijkswaterstaat geschikt bevonden model.

Indien er sprake is van een lokale uitschieter op een onlogische plek die duidelijk toe te schrijven is aan een numerieke instabiliteit, dan mag deze in de beoordeling buiten beschouwing gelaten worden. Voorwaarde is dat de berekende stuwkromme een logisch verloop heeft. Zie figuur 7 ter verduidelijking. Of er sprake is van een numerieke instabiliteit is ter beoordeling van het bevoegd gezag (Rijkswaterstaat).



Figuur 7: Principeschets van 3 mogelijke situaties ter verduidelijking van de 1 mm tolerantie.

Bij ingrepen die een waterstandsverlagend effect hebben, ontstaat benedenstrooms van de waterstandsval in bijna alle gevallen een lokale opstuwing, de zogenaamde benedenstroomse piek (zie de principeschets in figuur 8). Het bevoegd gezag kan instemmen met een benedenstroomse piek in het geval deze 1 mm of meer bedraagt, indien er sprake is van een ruime netto waterstandsverlaging, dat wil zeggen dat de oppervlakte van de verlaging veel groter is dan de oppervlakte van de verhoging.



Figuur 8: Een waterstandverhoging (benedenstroomse piek) die vooraf wordt gegaan door een beduidend grotere verlaging. Oppervlakte van de verlaging is hier veel groter dan de oppervlakte van de verhoging.

Daarbij moet worden onderzocht of de benedenstroomse piek kan worden geminimaliseerd door een aanpassing van het ontwerp van de ingreep. Er zal gezocht

moeten worden naar een optimale balans tussen de waterstandsverlaging en de benedenstroomse piek. Voor een uitgebreide toelichting wordt verwezen naar **Bijlage 4**: Inhoudelijke beoordeling Bgr artikel 7 lid 1c, lid 2 en 3.

### **Compensatie van waterstandseffect of bergend vermogen**

De wijze waarop compensatie plaatsvindt, is afhankelijk van de rivierkundige omstandigheden die aanwezig zijn in een gebied. Deze lokale stromingscondities<sup>7</sup> vormen de basis voor het compenseren van effecten. In gebieden waar het water enige stroomsnelheid heeft, zullen nieuwe initiatieven waterstandeffecten creëren. Compensatie geschiedt dan door de waterstandseffecten te verlagen. In een stroomluw gebied treden weliswaar geen lokale waterstandseffecten op, maar zorgt het initiatief wel voor een afname van het bergend vermogen. Ondanks de lokaal geringe waterstandseffecten leidt de afname van berging tot een verhoging in het gehele benedenstrooms van de ingreep gelegen deel van de rivier. Deze verhoging is het gevolg van een afname van de topvervlakking van de hoogwatergolf. Afname van bergend vermogen op de benedenrivieren kan daarnaast ook leiden tot verhoging in bovenstroomse richting. In de Rijn-Maasmonding is de afname van het bergend vermogen gedefinieerd als het volume dat zich bevindt tussen gemiddeld hoogwater (GHW) en de hoogste waterstand uit de Hoogwaterreferentie. Als een uiterwaard bij GHW niet onder water staat, is de maaiveldhoogte/hoogte van de kade de ondergrens.

De afname van het bergend vermogen door een activiteit moet worden gecompenseerd ter plekke van de activiteit. Deze compensatie wordt anders ingevuld dan compensatie voor waterstandseffecten. De rivierkundig adviseur bekijkt per geval hoe het beste gecompenseerd kan worden. Compensatie kan door een perceel af te graven of een obstakel weg te halen. De compensatie dient te worden gevonden op basis van het volume en op hetzelfde hoogteniveau van de activiteit binnen het bergende gebied van het rivierbed. Zo blijft bij instroming van het gebied hetzelfde volume op hetzelfde moment beschikbaar. Dit betekent dat het volume in aantal kubieke meters van de activiteit bepaald moet worden. Indien het te compenseren volume kleiner is dan 10 m<sup>3</sup> dan hoeft dit niet gecompenseerd te worden.

Neem als voorbeeld een te bouwen huis met een bepaalde oppervlakte (b.v. 120 m<sup>2</sup>). De lokale hoogste waterstand conform Hoogwaterreferentie uit de dynamische referentiesom minus de bodemhoogte geeft de waterdiepte aan op die locatie (b.v. 1,50 m). De waterdiepte vermenigvuldigd met de oppervlakte geeft de totale afname van bergend vermogen in m<sup>3</sup> (180 m<sup>3</sup>). Dit volume dient de initiatiefnemer dan ter plekke van de activiteit te compenseren (zie **Bijlage 4**).

#### Gebiedspecifieke toelichtingen:

zie blz

Rijntakken:	Toelichting R1: Maatgevende afvoer Rijntakken	41
	Toelichting R2: Maatgevende omstandigheden IJsseldelta en Zwarte Water	41
	Toelichting R3: Rekenen met vrije of vaste afvoerverdeling	41
Maas:	Toelichting M1: Maatgevende afvoer Maas	45
Rijn-Maasmonding:	Toelichting RM1: Stroomvoerend of bergend	48
	Toelichting RM2: Maatgevende omstandigheden Rijn-Maasmonding	48

<sup>7</sup> De lokale stromingscondities kunnen afwijken van de twee afwegingsregimes stroomvoerend en bergend die gebruikt worden bij de beleidsmatige afweging in de Beleidslijn Grote Rivieren.

## 1.2 Hoogwaterreferentie waterstand buiten de as van de rivier

Zijn de effecten van de ingreep in de as van de rivier acceptabel, dan dient nog gekeken te worden naar de effecten buiten de as van de rivier (waterstandeffecten in het 2D-vlak). Als gevolg van een ingreep verandert de lokale stroming waardoor er in de omgeving van de ingreep veranderingen in waterstand en stroomsnelheid ontstaan. Door lokale opstuwing kan het effect van een ingreep buiten de as van de rivier, zoals aan de waterkering, afwijken van het effect in de as. Dit speelt vooral bij ingrepen in uiterwaarden.

Vooraf bij verruimingsprojecten zijn er lokale effecten, die kunnen leiden tot een lokale, benedenstrooms gelegen, waterstandverhoging, de zogenaamde benedenstroomse piek. Voorwaarde is in ieder geval dat het ontwerp van de ingreep zodanig geoptimaliseerd wordt, dat ook de benedenstroomse waterstandstijging geminimaliseerd wordt.

Een (relatieve) verhoging van de hoogwaterreferentie waterstand bij een waterkering (of hoge grond) is slechts toegestaan na acceptatie door de betreffende waterkeringbeheerder. Voor een meer uitgebreide toelichting wordt verwezen naar **Bijlage 4**.

Gebiedspecifieke toelichtingen:		zie blz
Rijntakken:	Toelichting R1: Maatgevende afvoer Rijntakken	41
	Toelichting R2: Maatgevende omstandigheden IJsseldelta en Zwarte Water	41
	Toelichting R3: Rekenen met vrije of vaste afvoerverdeling	41
Maas:	Toelichting M1: Maatgevende afvoer Maas	45
Rijn-Maasmonding:	Toelichting RM1: Stroomvoerend of bergend	48
	Toelichting RM2: Maatgevende omstandigheden Rijn-Maasmonding	48

## 1.3 Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij de geldende Boven-Rijn afvoer van 16.000 m<sup>3</sup>/s

Grote ingrepen stroomafwaarts van de splitsingspunten, met een groot bovenstrooms waterstandseffect, kunnen de afvoerverdeling veranderen. Ook kleinere ingrepen in de nabijheid van splitsingspunten kunnen er toe leiden dat het water zich anders over de riviertakken verdeelt. In het eerste geval doordat het waterstandseffect doorwerkt tot aan het splitsingspunt, in het tweede geval door een veranderd stromingspatroon bij het splitsingspunt. Dit kan leiden tot afvoeren die uitkomen boven de maatgevende afvoer van een bepaalde Rijntak. Bovenmaatgevende afvoeren zorgen voor een waterstand die hoger is dan de maatgevende hoogwaterstand, wat niet acceptabel is.

Een verandering in de afvoer ten gevolge van een ingreep is toegestaan, mits de afvoer in een bepaalde Rijntak maximaal 5 m<sup>3</sup>/s bedraagt bij maatgevende Boven-Rijn afvoer.

In uitzonderlijke gevallen kan de rivierbeheerder een grotere afwijking toestaan: in het geval een ingreep leidt tot een verandering van de afvoerverdeling welke positief bijdraagt aan beleidsmatig vastgestelde uitgangspunten.

Voor alle rivierverruimingsprojecten moeten, indien nodig, (tijdelijke) maatregelen worden getroffen om ongewenste tussentijdse verandering van de afvoerverdeling (tijdelijk) te corrigeren. Deze inspanning is ter beoordeling van het bevoegd gezag (Rijkswaterstaat).

Gebiedspecifieke toelichtingen:		zie blz
Rijntakken:	Toelichting R4: Toelaatbare verandering afvoerverdeling bij de geldende Boven-Rijn afvoer van 16.000 m <sup>3</sup> /s en hoge Boven-Rijn afvoer	42
Rijn-Maasmonding:	Toelichting RM3: Toelaatbare verandering afvoerverdeling bij de Hoogwaterreferentie	48

#### 1.4 Afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij hoge Boven-Rijn afvoer

De waterstanden in de overgangsgebieden worden beïnvloed door een veranderende afvoerverdeling bij hoge Boven-Rijn afvoeren. Een ingreep met een waterstandseffect dat reikt tot en met een splitsingspunt kan leiden tot hogere afvoeren voor een bepaalde Rijntak bij eenzelfde terugkeertijd. Dit kan de veiligheidssituatie in de overgangsgebieden veranderen, omdat de afvoer door een Rijntak één van de aspecten is waarmee de totale maatgevende hydraulische belasting wordt bepaald. Meer afvoer door een Rijntak bij eenzelfde terugkeertijd resulteert in een toename van de hydraulische belasting van het overgangsgebied van de betreffende Rijntak.

Een verandering in de afvoer ten gevolge van een ingreep is toegestaan, mits de afvoer in een bepaalde Rijntak maximaal 20 m<sup>3</sup>/s bedraagt veranderen bij hoge Boven-Rijn afvoer.

In uitzonderlijke gevallen kan de rivierbeheerder een grotere afwijking toestaan: in het geval een ingreep leidt tot een verandering van de afvoerverdeling welke positief bijdraagt aan beleidsmatig vastgestelde uitgangspunten.

Gebiedspecifieke toelichtingen:		zie blz
Rijntakken:	Toelichting R4: Toelaatbare verandering afvoerverdeling bij maatgevende Boven-Rijn afvoer en hoge Boven-Rijn afvoer	42

#### 1.5 IJsafvoer

Hoewel de winters tegenwoordig minder strenge zijn dan zo'n 50 jaar geleden, blijft de kans bestaan op een strenge winter, waarbij de rivieren dicht vriezen. In de 18<sup>e</sup> en 19<sup>e</sup> eeuw werden enorme overstromingen vaak veroorzaakt door dichtgevroren rivieren als gevolg van ijssdammen in de rivier en dijkdoorbraken als gevolg van kruierend ijs tegen de dijk. De riviernormalisaties, en vooral ook het afsluiten van nevengeulen, hebben een positief effect gehad op het voorkómen van ijssdammen en kruierend ijs. De kans op overstroming als gevolg van dichtgevroren rivieren is hiermee afgenomen.

Tijdens de vorst kan ijs ontstaan, doordat water vertraagt en zand neerslaat. Dit zal als eerste gebeuren op ondiepe plekken, zoals bijvoorbeeld bij de bovenstrooms inlaten van de nevengeulen. Ijs zal zich in de vorm van ijsschotsen verplaatsen, bij deze ijsgang is het van belang dat het ijs ongehinderd kan worden afgevoerd naar zee. Echter is de IJsselmond bij Kampen een speciaal geval, omdat een dichtgevroren IJsselmeer de ijsschotsen maar beperkt kan verwerken. Dit heeft in het verleden tot ijsproblemen bij Kampen geleid (1986 en 1997).

Rivierkundige effecten op de ijsafvoer zijn moeilijk te kwantificeren. Het is een



beoordelingsaspect, echter zonder een uitgewerkt kwantitatief beoordelingscriterium.

De volgende ontwerpprincipes zijn relevant voor een goede afvoer van ijs:

- In het stroomvoerend profiel mag de ingreep voor afvoeren vanaf bankfull tot grofweg 75 jaar herhalingstijd (Lobith van 4000 tot 8000 m<sup>3</sup>/s, Borgharen van 1500 tot 2800 m<sup>3</sup>/s), ook in scenario's met benedenstrooms ijsdek, de Froude getallen niet verlagen tot onder 0.08, om de kans op ontwikkeling van ijssdammen niet te verhogen);<sup>8</sup>
- Verander lokaal de normaalbreedte van de rivier niet. Lokale versmallingen kunnen de ijsafvoer blokkeren;
- Laat de gestrekte oevers in stand, met name in het splitsingspuntengebied;
- Voorkom dat grote stukken ijs massaal vanuit de nevengeul in de hoofdgeul kunnen stromen en op die manier blokkades gaan vormen;
- Voorkom de vorming van ondieptes in het zomerbed.

## 2 Hinder of schade door hydraulische effecten

In het kader van de Algemene wet bestuursrecht (Awb), en in het bijzonder de algemene beginselen van behoorlijk bestuur, is Rijkswaterstaat verplicht de te verwachten hinder of schade aan belangen van derden op te merken en kenbaar te maken. De aanvaardbaarheid van mogelijke hinder of schade aan belangen van derden is ter beoordeling van deze derden. De initiatiefnemer is verplicht mogelijke effecten in beeld te brengen. Verwachte en mogelijke schade dient actief door de initiatiefnemer aan derden te worden medegedeeld. Als dit laatste wordt genegeerd dan zullen bij het ter visie leggen van het ontwerpbesluit omgevingsvergunning of projectbesluit alle benadeelden, voor zover bekend, op de hoogte worden gebracht van het nadelige effect. Zij kunnen dan hun zienswijze hierop geven.

### 2.1 Inundatiefrequentie van de uiterwaard

Als gevolg van een ingreep kan de frequentie van instromen van (delen van) de uiterwaard(en) veranderen. Een voorbeeld is het verwijderen van een zomerkade waardoor het achterliggende gebied ook bij lagere waterstanden op de rivier zal instromen. Een ingreep kan dan betekenen dat wegen of agrarische gronden in de uiterwaard vaker onder water komen te staan, waardoor (bedrijfs-) terreinen minder goed bereikbaar en bewerkbaar zijn. Minder vaak overstroomd kan daarentegen nadelig zijn voor de natuur.

De verandering van de inundatiefrequentie (uitgedrukt in dagen per jaar of een terugkeertijd) moet in kaart worden gebracht bij de kritieke of representatieve condities (zoals afvoer, wind, getij, sluitingsstrategie stormvloedkeringen). Wat kritiek of representatief is, wordt bepaald door de lokale omstandigheden, zoals de aanwezigheid van bebouwing, wegen, kades, etc. en de aard van de ingreep. Vervolgens wordt een inschatting gemaakt van de gevolgen voor de gebruikers van het gebied en/of benedenstroomse gebieden. Bij nadelige effecten moet in overleg met de belanghebbenden een oplossing worden gevonden.

Gebiedspecifieke toelichtingen:

zie blz

Rijntakken:

Toelichting R5: Omstandigheden uiterwaard

42

<sup>8</sup> Invloed van de kribverlagingsmaatregel bij het Pannerdensch Kanaal op de ontwikkeling van ijssdammen, Deltares (2019).

Maas:	Toelichting M2: Omstandigheden uiterwaard	45
Rijn-Maasmonding:	Toelichting RM4: Omstandigheden uiterwaard en zomerbed	49

## 2.2 Stroombeeld in de uiterwaard

Door ingrepen in het gebied kunnen stroomsnelheden in de uiterwaard veranderen. Dit kan resulteren in lokale erosie bij constructies als kribben, gebouwen, kaden/dijken, wegen maar ook langs randen van plassen en geulen. De mate van (verwachte) erosie wordt ingeschat door het beoordelen van (de verandering van) het stroombeeld in het gebied. Bij nadelige effecten moet in overleg met de belanghebbenden een oplossing worden gevonden.

Voor de beoordeling van een ingreep wordt de verandering van grootte en richting van de stroomsnelheden in kaart gebracht bij een representatieve situatie.

Gebiedspecifieke toelichtingen: zie blz

Rijntakken:	Toelichting R5: Omstandigheden uiterwaard	42
Maas:	Toelichting M2: Omstandigheden uiterwaard	45
Rijn-Maasmonding:	Toelichting RM4: Omstandigheden uiterwaard en zomerbed	49

## 2.3 Stroombeeld in vaarweg

Bij een stroming van uiterwaard naar hoofdgeul en omgekeerd (bijvoorbeeld bij de aan- of aftakking van een nevengeul of andere ingreep in de uiterwaard) ontstaat er een dwarsstroomcomponent in de vaarweg die hinder of onveiligheid voor de scheepvaart op kan opleveren. Immers, een lokale afvoer in dwarsrichting kan leiden tot een plotselinge zijdelingse verplaatsing van het schip. Hierbij dient het schip binnen de begrenzing van zijn twee scheepsbreedtes ( $2 \cdot B$ ) brede vaarstrook te blijven. Bij een grote zijdelingse verplaatsing (groter dan  $\frac{1}{2} B$ ) overschrijdt het schip deze begrenzing (schip wordt uit eigen pad gedrukt) en begeeft zich in de vaarstrook van andere (tegemoetkomende) schepen, waardoor een situatie ontstaat die onveilig is voor de scheepvaart.

De dwarsstroomsnelheid dient te worden bepaald op de rand van de vaarweg. Bij (dominant) vrij stromende rivieren als de Rijntakken wordt de rand van de vaarweg aangegeven door de bakenlijn, maar bij (dominant) gestuwde rivieren als de Maas ligt de rand van de vaarweg op een bepaalde afstand uit de oever of bakenlijn.

Bij meestromende nevengeulen is meestal sprake van grote debieten. Bij dwarsstroming met een debiet van meer dan  $50 \text{ m}^3/\text{s}$  wordt een dwarsstroomsnelheid van maximaal  $0,15 \text{ m/s}$ <sup>9</sup> toegelaten. Alleen bij kleine debieten ( $< 50 \text{ m}^3/\text{s}$ ) geldt conform de Richtlijnen Vaarwegen (2017) een maximum dwarsstroomsnelheid van  $0,30 \text{ m/s}$  (in bijzonder gevallen met een zeer smal dwarsstroomveld nog iets hoger, zie de Richtlijnen Vaarwegen).

De Richtlijnen Vaarwegen geeft verder aan dat nader onderzoek nodig is als  $Q > 50 \text{ m}^3/\text{s}$  of als het dwarsstroomveld gemeten langs de oever breder is dan  $W_u > 0,5 \cdot L$ , waarbij  $W_u$  de breedte is van de uitstroming en  $L$  de lengte is van een kenmerkend klein schip.

<sup>9</sup> Rijkswaterstaat criterium dat in de praktijk goed blijkt te werken (in dat geval geen nader nautisch onderzoek nodig).

Het criterium voor de dwarsstroomsnelheid betreft een absolute snelheid. Indien de rivier in de huidige toestand op de locatie van de ingreep al een dwarsstroming heeft die net onder het criterium ligt, dan mag de ingreep de dwarsstroom niet of nauwelijks verhogen, en er niet in resulteren dat het criterium wordt overschreden. Indien de dwarsstroming in de huidige situatie al boven de normen zit, dan geldt dat door de ingreep de dwarsstroom niet mag toenemen.

De stroombeelden en -snelheden moeten voor de huidige en toekomstige situatie in kaart worden gebracht. De dwarsstroomsnelheid op de rand van de vaarweg moet voor een aantal kenmerkende rivierafvoeren en getijverlopen (Rijn-Maasmonding) worden gepresenteerd in grafieken. Deze grafieken geven de rivierbeheerder inzicht in de effecten van de ingreep op de dwarsstroom.

Als na optimalisatie en door aanpassing van het ontwerp van de ingreep niet aan de dwarsstroomcriteria kan worden voldaan, kan de rivierbeheerder de initiatiefnemer verzoeken nader onderzoek uit te voeren met scheepssimulaties (padbreedte onderzoek).

Voor meer informatie over de wijze van berekenen en presentatie wordt verwezen naar **Bijlage 7**.

Gebiedspecifieke toelichtingen:		zie blz
Rijntakken:	Toelichting R6: Omstandigheden zomerbed	42
Maas:	Toelichting M3: Omstandigheden zomerbed	46
Rijn-Maasmonding:	Toelichting RM4: Omstandigheden uiterwaard en zomerbed	49

## 2.4 Afvoerverdeling bij hoge afvoeren

Als gevolg van een ingreep kan de afvoerverdeling in de splitsingspunten veranderen bij hoge Boven-Rijn afvoeren (hier wordt niet de hoogste afvoer uit de Hoogwaterreferentie bedoeld). Een verandering van de afvoerverdeling veroorzaakt hogere waterstanden langs een of meerdere riviertakken. Dit kan leiden tot hinder of schade aan andere functies en eigendommen van derden. Bij de aanvaardbaarheid van de verandering van de afvoerverdeling wordt rekening gehouden met de belangen van derden.

Gebiedspecifieke toelichtingen:		zie blz
Rijntakken:	Toelichting R7: Afvoerverdeling bij hoge afvoeren	43

## 2.5 Afvoerverdeling bij lage afvoeren

Bij lage tot middelbare afvoeren beïnvloedt de afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop de maximale aflaaddiepte van een schip. Vanuit het scheepvaartbelang wordt de eis gesteld dat de afvoerverdeling bij lage afvoeren niet verandert. Verder kan een verandering van de afvoerverdeling bij lage afvoeren ongewenst zijn i.v.m. de waterhuishouding van Nederland (bv grotere zoutindringing, zie paragraaf 2.7). Acceptatie van de verandering is ter beoordeling van de rivierbeheerder.

Gebiedspecifieke toelichtingen:	zie blz
---------------------------------	---------

Rijntakken:	Toelichting R8: Afvoerverdeling bij lage afvoeren	43
Rijn-Maasmonding:	Toelichting RM5: Verziltling in de Rijn-Maasmonding	49

## 2.6 Instroom retentiegebieden Maas

Door nieuwe grootschalige ingrepen in het rivierbed kan het voorkomen dat retentiebekkens of grote bergingsgebieden<sup>10</sup> niet meer optimaal functioneren doordat de ontwerpwaterstanden veranderen, maar de vaste overlaathoogte/drempelhoogte niet.

M.b.v. dynamische berekeningen moet in voorkomende projecten door de initiatiefnemer bepaald worden wat de consequenties zijn van hun initiatief c.q. ingreep op het functioneren van het retentiebekken, de waterstanden benedenstreams, de consequenties voor het wettelijke hoogwaterbeschermingsniveau, en hoe een en ander weer gemitigeerd kan worden.

Of voor een bepaalde ingreep getoetst moet worden of de instroom van retentiegebieden mogelijk verandert, is ter beoordeling van de rivierbeheerder. Dit hangt mede af van de omvang van de ingreep en het invloedgebied van de ingreep.

Gebiedspecifieke toelichtingen:	zie blz
---------------------------------	---------

Maas:	Toelichting M4: Instroom retentiegebieden Maas	46
-------	--	----

## 2.7 Verziltling Rijn-Maasmonding

Naast effecten op de waterstand kan een verandering in de afvoerverdeling bij het splitsingspunt van de Merwedede (bij Werkendam) ook resulteren in effecten op de verziltingsituatie in de Rijn-Maasmonding. Door ingrepen die er voor zorgen dat er minder water via de Beneden Merwedede richting Nieuwe Waterweg wordt afgevoerd, kan de zoutindringing vanuit zee toenemen. Deze problematiek speelt in perioden met lage rivierafvoeren. Verslechtering van de verziltingsituatie is ongewenst en is ter beoordeling van de rivierbeheerder.

Gebiedspecifieke toelichtingen:	zie blz
---------------------------------	---------

Rijn-Maasmonding:	Toelichting RM5: Verziltling in de Rijn-Maasmonding	49
-------------------	---	----

## 2.8 Onttrekking water uit zomerbed Rijntakken

Bepaalde ingrepen (zoals bijvoorbeeld nevengeulen) leiden tot het onttrekken van water uit het zomerbed van de rivier. Dit leidt tot een aanzanding en afname van de waterdiepte in de hoofdgeul en dito vaarweg. Met name bij lage en mediane Boven-Rijn afvoeren kan dat nadelig uitpakken voor de scheepvaart.

De afname van de waterdiepte t.g.v. een wateronttrekking uit het zomerbed dient in beeld te worden gebracht voor een aantal kenmerkende afvoeren. Een afname van de

<sup>10</sup> Te denken valt aan de Maasplassen, , bergend winterbed, LKW-Noord, LKW-Zuid, Lob van Gennep.

waterdiepte in de vaargeul, die hoort tot de meest ondiepe delen van de Rijntakken, is een negatief effect op de scheepvaart in het HVWN. In diepere delen van de vaarweg (= geen MODV) heeft een afname van 1 cm geen significant negatief effect. In de diepste delen van de vaarweg (waterdiepte t.o.v. bodemhoogte criterium groter dan 1,2 m, IJssel > 1,0m) heeft aanzanding een positief effect.

Meer detail over hoe dit effect in beeld gebracht kan worden staat beschreven in de memo "Beoordeling waterdiepte-effecten door rivierprojecten in de hoofdvaarwegen in de Rijntakken", Rijkswaterstaat Oost-Nederland, 1 juni 2021.

## **2.9 Waterstand en stroombeeld in de vaargeul in de Nederlands-Duitse grensregio bij lage en mediane Boven-Rijn afvoeren**

Bepaalde ingrepen stroomafwaarts van de Nederlands-Duitse grens kunnen een bovenstrooms rivierkundig effect hebben in het Duitse deel van de Rijn. Indien het vermoeden bestaat, dat een ingreep een rivierkundig effect heeft in het Duitse deel van de Rijn, dan dient het rivierkundige effect in beeld te worden gebracht in de grensregio. De grensregio is het gebied, waar de grens tussen Nederland en Duitsland zich bevindt midden in de rivier. Effecten op de waterstand en de stroomsnelheid bij lage en mediane Boven-Rijn afvoeren dienen in beeld te worden gebracht in in deze grensregio. Zowel in het Nederlandse als Duitse deel.

Met informatie over de rivierkundige effecten in de grensregio zal Rijkswaterstaat Oost-Nederland als rivierbeheerder of de initiatiefnemer zelf de Duitse organisatie Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Duisburg-Rhein (WSA Duisburg-Rhein), onderdeel van de Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) informeren.

## **3 Morfologische effecten**

Ingrepen in de rivier kunnen morfologische veranderingen veroorzaken. Morfologische veranderingen kunnen effecten hebben op de waterstanden, de verdeling bij splitsingspunten van water, sediment en ijs. Een belangrijk ander effect kan zijn een verminderde waterdiepte, waar de scheepvaart last van kan krijgen. Morfologische veranderingen kunnen effect hebben op de hydraulische condities in het hele domein van laag- tot hoogwater. Daarnaast kunnen morfologische effecten leiden tot hinder of schade van eigendommen.

*Niet elke ingreep heeft een relevant morfologisch effect tot gevolg. De noodzaak voor het onderzoeken van morfologische effecten door een geplande ingreep zal in overleg met de rivierbeheerder vastgesteld worden.*

Ingrepen in de rivier kunnen via veranderingen in hydraulische condities en sedimenttransport leiden tot erosie en/of sedimentatie op plaatsen waar dit niet gewenst is:

- Een verandering in de bodemligging stroomop- en stroomafwaarts van de splitsingspunten kan de afvoerdeling over de Rijntakken veranderen.
- Sedimentatie in het zomerbed geeft verondieping en een afname van de afvoercapaciteit van de rivier.
- Verondiepingen in de vaarweg zorgen voor een afname van de waterdiepte wat negatieve gevolgen kan hebben voor de aflaaddiepte van schepen, toename van het energieverbruik (lees: CO<sub>2</sub> uitstoot) van schepen t.g.v. de toename van bodemuiging en toename van hinder door extra baggeractiviteiten.
- Erosie in zomer- en winterbed kan constructies ondermijnen en de stabiliteit van waterkeringen bedreigen. Daarom is het noodzakelijk dat Rijkswaterstaat en de

Waterschappen bij elke ingreep alert blijven op de stabiliteit van de vooroever van een waterkering.

- Erosie in het winterbed kan ervoor zorgen dat nevengeulen zich onwenselijk gaan verplaatsen.
- Erosie in het zomer en winterbed kan ervoor zorgen dat kabels, leidingen en tunnels te weinig gronddekking hebben of zelfs bloot komen te liggen. Deze, meestal belangrijke infrastructuur, wordt daardoor kwetsbaarder. Denk bijvoorbeeld aan het opdrijven van tunnels of de beschadiging aan kabels en leidingen door de scheepvaart.

Uitgangspunt is dat morfologische effecten van ingrepen beperkt blijven zodat er geen nadelige gevolgen zijn op de hoogwaterveiligheid, de functies van waterstaatswerken, bevaarbaarheid van de vaarwegen en de stabiliteit van het riviersysteem op korte en lange termijn. Het ontwerp van de ingreep dient hiermee rekening te houden. Er moet bijvoorbeeld worden aangetoond dat de morfologische effecten in het zomerbed door grootschalige programma's, die meerdere ingrepen in de rivier gaan uitvoeren, geen significant effect hebben op de hoogste waterstand uit de Hoogwaterreferentie. Indien negatieve effecten optreden, is conform het NWP 2022-2027 het veroorzakersbeginsel van toepassing:

*"Een functie moet geen onnodige, nadelige effecten ondervinden van een maatregel voor een andere functie (afwenteling tussen functies). Dat wordt voorkomen door de effecten van maatregelen op andere functies in beeld te brengen. Bij negatieve effecten geldt een inspanningsverplichting voor de veroorzaker om de ingreep te optimaliseren en effecten te voorkomen. Uiteindelijk kan uit een evenwichtige belangenafweging ook volgen dat negatieve effecten geaccepteerd worden."*

### **Regionale verschillen**

De morfologische processen kunnen door verschillen in hydrologische en gebiedskenmerken tot een verschil in het morfologisch effect leiden. Zo zullen in de (gestuwde) Maas in vergelijking met de Rijntakken, vergelijkbare morfologische effecten ten gevolge van een ingreep zich minder snel ontwikkelen. In de benedenloop van de rivier, bijvoorbeeld op plaatsen waar sedimentatie overheerst zoals in het zuidelijke deel van de Rijn-Maasmonding, zal lokale erosie door een ingreep al snel minder hinderlijk zijn. In eroderende rivieren in de Rijn-Maasmonding kan lokale erosie al snel tot problemen leiden voor o.a. de stabiliteit en gevoeligheid voor zettingsvloeiing van dijken en de gronddekking op kabels, leidingen en zinkers.

## **3.1 Sedimentatie en erosie van het zomerbed (+ oevers)**

### **Effecten ingrepen zomerbed**

Voorbeelden van ingrepen in het zomerbed zijn zomerbedverbreding/-verdieping, kribaanpassing en de aanleg van een vaste laag op de bodem van de rivier. De verandering van de bodemligging van het zomerbed als gevolg van deze ingrepen, waarbij ook de opbouw van de bodem een belangrijke rol speelt (bijvoorbeeld de afwisseling van klei-, veen- en zandlagen), mag niet leiden tot beperkingen voor de scheepvaart (t.g.v. aanzanding), tot een verhoging van de maatgevende waterstanden of, bij vrij-afstromende rivieren, tot een onacceptabele terugschrijdende erosie of sedimentatie. Laatstgenoemd effect kan op de lange termijn de afvoerverdeling op de splitsingspunten veranderen. Met als gevolg dat waterstanden in de Rijntakken te hoog worden.

Langs de oevers van het zomerbed moet ongecontroleerde erosie worden vermeden vanwege de risico's van verplaatsingen in zomerbed en vaarweg<sup>11</sup>. Kribben, gestrekte oevers en andere kunstwerken houden de rivier op zijn plaats. Deze mogen als gevolg van een ingreep hun functie niet verliezen. Ook de standzekerheid van brugpijlers is een aandachtspunt bij erosie. Een ingreep mag de stabiliteit van die constructies en van waterkeringen dan ook niet in gevaar brengen.

Het is van belang morfologische effecten van ingrepen op een voldoende lange tijdschaal te beschouwen (meerdere decennia).

### **Effecten ingrepen winterbed**

Ook ingrepen in het winterbed kunnen de morfologie van het zomerbed beïnvloeden. Immers, rivierversuiming in een uiterwaard zal leiden tot stroomvertraging in het zomerbed tijdens hoog- en laagwater (of getijperiode), en dat veroorzaakt vervolgens sedimentatie in het zomerbed.

Hierdoor is niet alleen bij tweezijdig aangetakte nevengeulen de kans op significante sedimentatie (instroompunt nevengeul) en erosie (uitstroompunt nevengeul) in het zomerbed groot. Ook uiterwaardingrepen, zoals bijvoorbeeld het aanleggen van een eenzijdig aangetakte hoogwatergeul, uiterwaardverlaging, zomerkadeverlaging, dijkeruglegging of het vergraven van plassen in de uiterwaard, resulteren vaak in een grotere uiterwaardafvoer. Bij een grotere afvoer door de uiterwaard is er minder afvoer door het zomerbed, wat bodemveranderingen in het zomerbed opwekt. Hierdoor worden de hoogwater- en vaarwegfunctie van de rivier beïnvloed.

### **Nationaal Waterprogramma 2022-2027;<sup>12</sup>**

Het gebruik en onderhoud van de vaarweg speelt een belangrijke rol bij het beoordelen van veranderingen in de zomerbedbodem als gevolg van ingrepen in zomerbed en/of uiterwaard. In dit beoordelingskader is dat als volgt uitgewerkt.

Rijkswaterstaat zorgt voor een vlot en veilig verkeer over het water. Het NWP 2022-2027 beschrijft het beheer van de rijkswateren door Rijkswaterstaat voor de periode 2022-2027 en is opgesteld binnen de kaders van Europese richtlijnen, nationale wetgeving en nationaal beleid.

Om de vaarwegen op diepte te houden wordt er gebaggerd (handhaven minimale waterdiepte in de vaarweg t.o.v. een maatgevende lage waterstand, zie **Bijlage 9** voor minimale vaargeulafmetingen) en vindt er een toetsing plaats op deze minimale waterdiepte.

Bij ingrepen in een rivier of vaarweg is het veroorzakersbeginsel leidend. Dit betekent dat de veroorzaker bij negatieve effecten een inspanningsverplichting heeft om de ingreep te optimaliseren en de effecten van deze ingreep zoveel mogelijk te mitigeren. Rijkswaterstaat stemt daarom alleen in met toekomstige ingrepen in de vaarweg of het rivierbed als:

- De initiatiefnemer vooraf morfologisch onderzoek uitvoert waaruit blijkt dat de effecten aanvaardbaar zijn.
- De initiatiefnemer het ontwerp optimaliseert en mitigerende maatregelen in beeld brengt en toepast om aanzanding te voorkomen op locaties waar dit negatieve effecten voor de scheepvaart oplevert.

Als er ondanks optimalisatie en mitigatie toch een waterdiepte-effect optreedt met negatieve gevolgen voor de scheepvaart, kan in de toestemming voor de activiteit

---

<sup>11</sup> Voor het 'uit de steen halen' van de oevers van bijvoorbeeld de IJssel geldt dat oevererosie niet mag leiden tot het aantasten van de functies/belangen van de rivier en de scheepvaart.

<sup>12</sup> Ministerie van Infrastructuur en Milieu (Rijkswaterstaat), maart 2022

(vergunning) een verplichting worden opgenomen waarmee die effecten op andere wijze worden beperkt of voorkomen. Hierbij wordt o.a. gestreefd naar het voorkomen van een toename van de baggerinspanning in het hoofdvaarwegennet. Verder heeft Rijkswaterstaat in 2019 het standpunt ingenomen dat met het oog op mogelijke toekomstige rivierverruiming de nieuwe zomerbedverdiepingen in de Maas en Rijntakken niet wenselijk zijn vanuit het doel om te komen tot een toekomstbestendig riviersysteem dat meervoudig bruikbaar is en als systeem goed functioneert.<sup>13</sup>

De initiatiefnemer dient d.m.v. berekeningen aan te tonen dat het maximaal mogelijke is gedaan om nadelige morfologische effecten voor de scheepvaart in het zomerbed te voorkomen en dat bovenstaande stappen doorlopen zijn.

Mochten er na optimalisatie van het ontwerp en toepassing van mitigerende maatregelen nog negatieve effecten overblijven, dan dient de resterende aanzanding die door de ingreep veroorzaakt wordt, gekwantificeerd te worden. De methode waarmee de resterende aanzanding berekend moet worden, staat beschreven in **Bijlage 8**.

Gebiedspecifieke toelichtingen:		zie blz
Rijntakken:	Toelichting R9: Sedimentatie/erosie zomerbed	44
Maas:	Toelichting M5: Sedimentatie/erosie zomerbed	46
Rijn-Maasmonding:	Toelichting RM6: Sedimentatie/erosie zomerbed	50

### 3.2 Sedimentatie en erosie van uiterwaard en nevengeulen

#### Sedimentatie winterbed

Een ingreep in de rivier kan het patroon en de hoeveelheid zand, dat tijdens hoogwater sedimenteert, veranderen. Hierdoor kan de afvoercapaciteit van de uiterwaard afnemen. Sedimentatie vindt plaats in de lagere delen van een uiterwaard (bijvoorbeeld nevengeulen). Maar ook bijvoorbeeld op de oeverwal waar sedimentrijk water de uiterwaarden binnenkomt. Inzicht in de snelheid waarmee de sedimentatie zich voltrekt, is van belang voor de vormgeving van het toekomstige beheer en de hiervoor benodigde onderhoudskosten (baggeren, afgraven).

Acceptatie van de hoeveelheid sedimentatie in uiterwaard en nevengeulen is ter beoordeling van het bevoegd gezag en de eindbeheerder(s) en terreineigenaren van het gebied.

#### Erosie winterbed

Erosie in het winterbed, bijvoorbeeld bij morfologische activiteit van nevengeulen en plassen, kan de stabiliteit van kunstwerken zoals kribben en sluisjes, en de hoogwaterkering in gevaar brengen. Daarnaast kan door erosie van een nevengeul grond tussen de nevengeul en de hoofdgeul eroderen, met als gevolg een kortsluiting tussen de nevengeul en de hoofdgeul. Zo'n kortsluiting is ongewenst. Uitgangspunt is dat het functioneren van dergelijke kunstwerken en waterstaatswerken niet door erosie in gevaar mag komen. Dit betekent ook dat er geen ongewenste zijdelingse verplaatsingen van de nevengeul of plas mogen plaatsvinden richting dit soort werken.

Boderosie langs hoogwaterkeringen is niet acceptabel. Het aanleggen van nevengeul moet daarom op een bepaalde afstand van de hoogwaterkering plaatsvinden, conform het beleid van de betreffende waterkeringbeheerder. Dit principe geldt ook voor zomerkaden in de rivier.

<sup>13</sup> Nationaal Water Programma 2022-2027



## **Deel C**

# **Gebiedspecifieke toelichting bij de beoordelingscriteria**

### **Leeswijzer**

In deze paragraaf wordt voor de verschillende riviersystemen in meer detail een toelichting gegeven op de beoordelingscriteria. De nummering van de toelichtingen verwijst naar deel B met daarin de algemene toelichting die voor alle rivieren geldt.

In deze paragraaf zijn de toelichtingen per hoofdthema geclusterd:

### **1 Hoogwaterveiligheid**

### **2 Hinder of schade door hydraulische effecten**

### **3 Morfologische effecten**

## Rijntakken: Hoogwaterveiligheid

### Toelichting R1: Hoogwaterreferentie Rijntakken

De hydraulische condities op de modelranden bestaan uit in de Hoogwaterreferentie vastgestelde rivierafvoeren in de Boven-Rijn, de waterstand ter plaatse van de benedenstroomse modelranden en de zijdelings watertoevoer door zijrivieren en/of gemalen. Deze maatgevende hydraulische condities bepalen samen met de modelschematisatie en de modelsoftware de waterstanden voor het gehele deel van de Rijntakken tot aan het begin van de overgangsgebieden (voor de grenzen zie Tabel 2).

#### Rekenen met stationaire afvoer of dynamische afvoer

Voor het merendeel van de ingrepen volstaat het om berekeningen te maken met een stationaire Boven-Rijn afvoer. Voor ingrepen met grote effecten op de afvoer of de afvoerverdeling zomerbed/winterbed kan het noodzakelijk zijn om berekeningen te maken met een dynamische afvoer (een variërende afvoer bij Lobith), teneinde ook de benedenstroomse effecten in beeld te brengen die het gevolg zijn van een veranderde waterberging t.g.v. de ingreep.

Of voor het bepalen van de effecten van een ingreep berekeningen met een dynamische afvoer gemaakt moeten worden, is ter beoordeling van de rivierbeheerder. Dit hangt mede af van de omvang en locatie van de ingreep.

### Toelichting R2: Maatgevende omstandigheden IJsseldelta, Zwarte Water en Zwarte Meer

De waterstanden in de IJsseldelta (IJssel benedenstrooms km-raai 990) en het Zwarte Water worden bepaald door een aantal factoren: de afvoer van de IJssel en de Vecht, de waterstand op IJsselmeer en Ketelmeer, de windsnelheid, de windrichting en de sluitingstoestand (open/dicht) van de stormvloedkering bij Ramspol. Dat betekent dat de maatgevende hydraulische belasting door een bepaalde combinatie van factoren wordt bereikt. De combinatie van een harde storm met een hoge IJssel afvoer kan dezelfde hoge waterstand bij een bepaald dijktraject tot gevolg hebben als een extreme IJssel afvoer bij windstilte. Naast de kans van voorkomen van bijvoorbeeld een extreme storm of afvoer, moet ook naar de samenhang tussen de verschillende factoren worden gekeken. De maatgevende condities verschillen per locatie. Benedenstrooms van km-raai 990 gaat de invloed van het IJsselmeer in toenemende mate meespelen. Vanaf km-raai 1002 overheerst de invloed van opwaaiing op IJssel- en Ketelmeer.

De voor de vergunningaanvraag door te rekenen maatgevende condities worden vastgesteld in overleg met de rivierbeheerder. Conform Hoogwaterreferentie dient voor dit gebied de methode van de conditionele illustratiepunten (CIP) gebruikt te worden. Afhankelijk van de lokale ondergrensnorm dient er naar 1 of meerdere herhalingstijden gekeken te worden. Voor de IJsseldelta en Zwarte Water is een speciale toetsmethode beschikbaar, welke beschreven wordt in **Bijlage 5**. Voor het Zwarte Meer is nog geen toetsmethode beschikbaar.

### Toelichting R3: Rekenen met vrije of vaste afvoerverdeling

Voor de criteria 1.3, 1.4 en 2.4 in Tabel 4 geldt dat met het deelmodel voor het gebied van de splitsingspunten moet worden gerekend (dit deelmodel rekent met een zogenaamde 'vrije' afvoerverdeling over de Rijntakken). Voor de andere criteria in Tabel 4 moet gerekend worden met een van de 3 andere deelmodellen (Waal, Neder-Rijn / Lek, IJssel). In deze 3 deelmodellen is een vaste (beleidsmatige) afvoerverdeling opgelegd. Zie ook Deel D: Te gebruiken rivierkundige modellen. Voor de waarden van deze vaste afvoerverdeling: zie **Bijlage 10**.

#### **Toelichting R4: Toelaatbare verandering afvoerverdeling bij de geldende Boven-Rijn afvoer van 16.000 m<sup>3</sup>/s en hoge Boven-Rijn afvoer**

De beoordeling van de veranderingen in de afvoerverdeling over de Rijntakken dient te worden uitgevoerd voor twee situaties:

1. De geldende Boven-Rijn afvoer van 16.000 m<sup>3</sup>/s.
2. Een hoge Boven-Rijn afvoer van 10.000 m<sup>3</sup>/s (herhalingstijd van circa 1/10 jaar)

In de praktijk zijn voor individuele ingrepen, die geen onderdeel zijn van een maatregelpakket zoals Ruimte voor de Rivier, afwijkingen van maximaal 5 m<sup>3</sup>/s verschil in afvoer op een Rijntak bij een Boven-Rijn afvoer van 16.000 m<sup>3</sup>/s acceptabel. Bij een Boven-Rijn afvoer van 10.000 m<sup>3</sup>/s is een afwijking in de afvoer op een Rijntak van maximaal 20 m<sup>3</sup>/s acceptabel.

In het geval een ingreep tot gevolg heeft dat de verandering van de afvoerverdeling positief bijdraagt aan vastgestelde beleidsmatige uitgangspunten, kan de rivierbeheerder een grotere afwijking toestaan.

Voor het bepalen van de verandering van de afvoerverdeling als gevolg van een ingreep moeten er berekeningen worden gemaakt met een rivierkundig model, dat een vrije afvoerverdeling als uitgangspunt heeft. Zie ook Toelichting R3.

### **Rijntakken: Hinder of schade door hydraulische effecten**

#### **Toelichting R5: Omstandigheden uiterwaard**

Van de ingreep moeten de veranderingen van inundatiefrequentie, waterstand, stroomsnelheden (grootte en richting) in de uiterwaarden worden beoordeeld. Hiervoor dienen deze hydraulische veranderingen te worden bepaald voor omstandigheden die representatief zijn voor de lokale situatie. De te hanteren Boven-Rijnafvoer hangt af van de lokale situatie waarin de hydraulische veranderingen schade en/of hinder veroorzaken.

Het is aan de initiatiefnemer om vast te stellen of, en zo ja bij welke afvoer(en), de ingreep invloed heeft op het instromen van de betreffende uiterwaard(en). De initiatiefnemer maakt een voorstel welke afvoeren dat zijn en bespreekt dit voorstel vooraf met de rivierbeheerder.

Ten aanzien van de visualisatie van de stroomsnelheden in de uiterwaard dient inzichtelijk te worden gemaakt voor welke locaties de ingreep hogere absolute stroomsnelheden veroorzaakt dan 0,3 en 0,7 m/s.

Voor de IJsseldelta en Zwarte Water/Zwarte Meer gelden omstandigheden die per locatie verschillen. Aanbevolen wordt voor deze trajecten vooraf contact op te nemen met de rivierbeheerder.

#### **Toelichting R6: Omstandigheden zomerbed**

De dwarsstroomsnelheden als gevolg van een ingreep moeten tenminste worden bepaald voor Boven-Rijnafvoeren in het bereik van 2.000 – 10.000 m<sup>3</sup>/s (in tussenstappen van 2000 m<sup>3</sup>/s). Indien gemotiveerd mag van deze afvoerreeks afgeweken worden. Bij hoogwatergeulen die alleen bij zeer hogere afvoeren mee stromen, dient een voor dwarsstroming representatieve reeks met hogere afvoeren te worden bepaald. De initiatiefnemer dient altijd aan te tonen dat de gebruikte afvoerreeks voor de betreffende ingreep representatief is.

Langs de Rijntakken (Waal, Neder-Rijn, Lek en IJssel) is de rand van de vaarweg gedefinieerd door de bakelijijn. Dit omdat op de Rijntakken de waterstanden sterk wisselen en de schepen bij hoog water vrijwel tot aan de bakelijijn varen. Langs de Waal en Neder-Rijn vallen de normaallijnen vrijwel samen met de bakelijijnen. Bij de IJssel liggen de bakelijijnen 12 m (Boven-IJssel) tot 6 m (beneden-IJssel) verder uit elkaar dan de normaallijnen (dus 6 m respectievelijk 3 m aan de landzijde van de normaallijnen).

Langs grote delen van de Rijntakken wordt de vaarweg gekenmerkt door diepe kribvakken tussen de kribben. In de normaallijn / bakelijijn is de waterdiepte en dwarsstroomsnelheid dan representatief voor de vaarweg. Langs gestrekte oevers is de waterdiepte (en de in de bakelijijn berekende dwarsstroomsnelheid) niet representatief voor de vaarweg. In geval van gestrekte oevers mag daarom worden gewerkt met een zogenaamde representatieve dwarsstroomsnelheid. Zie **Bijlage 7** voor een nadere toelichting voor de te volgen werkwijze voor het uitrekenen en presenteren van dwarsstroming.

#### **Toelichting R7: Afvoerverdeling bij hoge afvoeren**

Voor de beoordeling van de verandering van de afvoerverdeling bij Pannerdensche Kop en IJsselkop bij een hoge Boven-Rijn afvoer, moet worden uitgegaan van Boven-Rijn afvoer(en) die het effect van een verandering van afvoerverdeling door de ingreep goed in beeld brengen. De initiatiefnemer dient daarbij aan te tonen dat de gekozen afvoersituatie(s) daaraan voldoen.

Ten aanzien van de omstandigheden in de uiterwaard kan daarbij veelal volstaan worden met een Boven-Rijnafvoer van 10.000 m<sup>3</sup>/s voor de splitsingspunten Pannerdensche Kop en IJsselkop.

Of dit beoordelingsaspect relevant is, hangt af van of het waterstandeffect van de ingreep zich manifesteert stroomopwaarts van de IJsselkop en Pannerdensche Kop.

#### **Toelichting R8: Afvoerverdeling bij lage afvoeren**

De beoordeling van dit aspect dient in ieder geval uitgevoerd te worden bij een Boven-Rijnafvoer van 1020 m<sup>3</sup>/s (OLA-afvoer).

Bij OLA is de maximaal toegestane afwijking van de afvoer in een van de Rijntakken 1 m<sup>3</sup>/s. De initiatiefnemer dient met de rivierbeheerder af te stemmen of de veranderingen in afvoerverdeling ook voor andere lage Boven-Rijn afvoeren moeten worden bepaald.

Of dit beoordelingsaspect relevant is, hangt af van de omvang en aard van de ingreep en de afstand tot de splitsingspunten.

## Rijntakken: Morfologische effecten

### Toelichting R9: Sedimentatie/erosie zomerbed

#### Erosie zomerbed

Door erosie mag de bodemhoogte bij constructies niet lager worden dan de hoogte van de voet van constructies. Verder mogen door erosie in de rivierbodem aanwezige kabels, leidingen en tunnels niet bloot komen te liggen of een te kleine gronddekking krijgen. Bij de effectbepaling moet de invloed van de ingreep op de bodemhoogte worden bepaald, rekening houdend met toekomstige autonome veranderingen in de bodemligging.

Bij erosie in het zomerbed ten gevolge van een ingreep mag de afvoerverdeling op de splitsingspunten, door terugschrijdende erosie, op de korte of lange termijn (vele decennia) de waterstanden en maatgevende afvoeren niet meer dan 5 m<sup>3</sup>/s veranderen per Rijntak, bij de geldende Boven-Rijn afvoer van 16.000 m<sup>3</sup>/s uit de Hoogwaterreferentie. Daarnaast mag de afvoerverdeling bij OLA op de Boven-Rijn per Rijntak niet meer dan 1 m<sup>3</sup>/s veranderen.

#### Sedimentatie zomerbed

De scheepvaart mag geen onnodige nadelige effecten ondervinden van een ingreep in de rivier, conform het veroorzakersbeginsel uit het NWP 2022-2027.

Omdat ingrepen in de rivier regelmatig zorgen voor een ander stroombeeld in de rivier zijn morfologische effecten in het zomerbed niet altijd te voorkomen. Indien een morfologisch effect van een ingreep resulteert in een afname van de waterdiepte in de diepste delen van de vaarwegen in de Rijntakken dan is dit een positief effect. Indien een morfologisch effect van een ingreep resulteert in een afname van de waterdiepte in ondiepe delen van de vaarwegen in de Rijntakken dan is dit een negatief effect. Als een ingreep een morfologisch effect veroorzaakt waardoor de vaargeul ter plekke van de ingreep tot de meest ondiepe delen gaat behoren, dan is dat ook een negatief effect.

Indien de ingreep een negatief effect veroorzaakt, dan dient de initiatiefnemer zich in te spannen om de negatieve effecten op de vaarweg op te heffen. Indien dit niet lukt, dan dient de initiatiefnemer het negatieve effect te minimaliseren conform het veroorzakersbeginsel. (zie ook paragraaf 3.1 & **Bijlage 6**)

Meer informatie hoe Rijkswaterstaat Oost-Nederland negatieve effecten door een ingreep op het HVWN classificeert en beoordeelt staat beschreven in de memo "Beoordeling waterdiepte-effecten door rivierprojecten in de hoofdvaarwegen in de Rijntakken", Rijkswaterstaat Oost-Nederland, 1 juni 2021.

#### Uiterwaardingrepen

Uiterwaardingrepen, zoals bijvoorbeeld een nevengeul, veroorzaken vaak sedimentatie in het zomerbed van de rivier. Uiterwaardmaatregelen moeten daarom worden getoetst op het effect op de vaarweg. In overleg met de rivierbeheerder dient bepaald te worden of morfologische berekeningen nodig zijn.

Bij het ontwerp van een nevengeul moet expliciet rekening gehouden worden met de sedimentinstroom, de afvoerregulering en de stabiliteit van het nevengeulprofiel (naast hydraulische aspecten zoals dwarsstroming).

## Maas: Hoogwaterveiligheid

### Toelichting M1: Maatgevende afvoer Maas

#### Omgevingswet

In het kader van de Omgevingswet worden projecten/ingrepen langs de Maas beoordeeld op basis van de geldende afvoeren die horen bij de hoogwaterreferentie.

Voor de bedijkte Maas is dit een afvoerniveau van 4.100 m<sup>3</sup>/s behorend bij een herhalingsstijd van ~ 3.000 jaar.

Voor de Maasvallei zijn dit twee afvoerniveaus:

- 3.200 m<sup>3</sup>/s behorend bij een herhalingsstijd van ~ 100 jaar voor de beoordeling van het effect van waterstandsverhoging op de as van de rivier.
- 4.100 m<sup>3</sup>/s behorend bij een herhalingsstijd van ~ 3.000 jaar voor de beoordeling van het bergend vermogen.

Voor het overgangsgebied Maasvallei en bedijkte Maas –km 147,8 tot km 165,3- zijn dit zijn dit twee afvoerniveaus:

- 3.200 m<sup>3</sup>/s behorend bij een herhalingsstijd van ~ 100 jaar voor de beoordeling van het effect van waterstandsverhoging op de as van de rivier.
- 4.100 m<sup>3</sup>/s behorend bij een herhalingsstijd van ~ 3.000 jaar voor de beoordeling van het effect van waterstandsverhoging en het bergend vermogen.

#### Maaswerken

Bij de toetsing van de effecten van de projecten van de Maaswerken worden de maatgevende afvoeren van de HR2001 gehanteerd, welke lager zijn dan bij de toetsing van 'reguliere' aanvragen omgevingsvergunning. De bijbehorende maatgevende afvoeren (HR2001) zijn:

**Bij waterkeringen met 1/1250 veiligheidsniveau: 3800 m<sup>3</sup>/s (St. Pieter)**

**Bij waterkeringen met 1/250 veiligheidsniveau: 3275 m<sup>3</sup>/s (St. Pieter)**

#### Omgevingswet-toets tussentijdse situatie Maaswerken

Omdat de uitvoering van projecten soms wel 10 jaar kan duren, wordt er per project/ingreep ook getoetst op één tussentijdse situatie (worst case). Hiervoor geldt een afvoer die hoort bij de veiligheidsniveaus van 1/250 (3275 m<sup>3</sup>/s) (Zandmaas, tussentijdse situatie) en 1/50 (2710 m<sup>3</sup>/s) (Grensmaas, tussentijdse situatie). Voor de tussentijdse situatie wordt een waterstandtoename (welke resteert na compensatie) tot 1 cm toegestaan.

#### Algemeen

Voor relatief kleine ingrepen volstaat het berekeningen te maken met een stationaire afvoer.

Voor grotere ingrepen dienen berekeningen gemaakt te worden met een dynamische afvoer (afvoergolven), teneinde ook de benedenstroomse effecten in beeld te brengen welke het gevolg zijn van een veranderde waterberging t.g.v. de ingreep.

Of voor een bepaalde ingreep berekeningen gemaakt dienen te worden met een dynamische afvoer, is ter beoordeling van de rivierbeheerder. Dit hangt mede af van de omvang, aard en locatie van de ingreep.

## Maas: Hinder of schade door hydraulische effecten

### Toelichting M2: Omstandigheden uiterwaard

Voor de beoordeling van een ingreep worden de verandering van de inundatiefrequentie, waterstand en de grootte en richting van de stroomsnelheden in de uiterwaarden in kaart gebracht bij een afvoer van 4100 m<sup>3</sup>/s, 3200 m<sup>3</sup>/s voor de Maasvallei en 4100 m<sup>3</sup>/s voor de Bedijkte Maas.

### **Toelichting M3: Omstandigheden zomerbed**

Stroombeelden en (dwars)stroomsnelheden zullen in kaart gebracht moeten worden voor een aantal kenmerkende afvoeren. Welke afvoeren dat zijn dient vastgesteld te worden in overleg met de rivierbeheerder. Voor de Maas is dat in ieder geval bij een afvoer van 2000 m<sup>3</sup>/s. De initiatiefnemer dient aan te tonen dat de gebruikte afvoer(en) voor de betreffende ingreep representatief is.

Op de Maas valt de bakenlijn doorgaans samen met de oeverzone i.v.m. het ontbreken van kribben (gestrekte oevers). Voor de Maas is de bakenlijn daarom meestal niet representatief voor dwarsstroming in de vaarweg. Voor de Maas mag daarom worden gewerkt met een zogenaamde representatieve dwarsstroomsnelheid. Zie **Bijlage 7** voor een nadere toelichting voor de te volgen werkwijze.

### **Toelichting M4: Instroom retentiegebieden Maas**

Voor de beoordeling van het effect van een ingreep ter hoogte van de inlaat van een retentiegebied worden de verandering in waterstand en verandering van de inzetfrequentie in beeld gebracht bij de voor de lokale situatie representatieve omstandigheden. De toetsing moet plaatsvinden met de afvoer waarop de instroom van het retentiebekken ontworpen is (in overleg met de rivierbeheerder).

Als eerste stap dient een stationaire berekening te worden gemaakt, waarbij de retentiegebieden Lateraalkanaal-West Noord, Lateraalkanaal-West Zuid en Lob van Gennep "open" staan en gevuld zijn. Deze stationaire berekening geeft informatie over het lokale waterstandseffect ten gevolge van de ingreep.

Als blijkt dat de ingreep lokaal effect heeft en het invloedgebied van de ingreep zich bij een retentiegebied bevindt, dient ook een dynamische berekening te worden gemaakt. Waarbij de retentiegebieden Lateraalkanaal-West Noord, Lateraalkanaal-West Zuid en Lob van Gennep weer "open" staan. Deze dynamische berekening geeft informatie over de benedenstroomse effecten van de ingreep en de verandering van het retentievolume.

## **Maas: Morfologische effecten**

### **Toelichting M5: Sedimentatie/erosie zomerbed**

De morfologische dynamiek van de gestuwde Maas is veel minder dan van de vrij afstromende Rijntakken. Beoordeling op het criterium sedimentatie en erosie van het zomerbed en/of winterbed gebeurt voor de Maas overwegend met expert judgement, aangevuld met berekeningen, indien dat nodig is voor een goede effectbepaling. Dit is in de praktijk het geval bij zomerbedverruiming, aanleg van geulen en natuurvriendelijke oevers en bij winterbedverruiming.

Een initiatiefnemer heeft een inspanningsverplichting om de effecten van een ingreep op het gebruik van de vaarweg te minimaliseren, conform het veroorzakersbeginsel uit het National Water Programma 2022-2027.

#### **Erosie zomerbed**

In geval van erosie van het zomerbed moet gelet worden op de stabiliteit van waterkeringen en kunstwerken (kribben, oevers, brugpijlers, etc.) en de kruisingen van leidingen, kabels en tunnels.

Bij erosie in het zomerbed ten gevolge van een ingreep dient de opbouw van de ondergrond in beschouwing te worden genomen (aanwezigheid van erosie gevoelige lagen). Of erosie toelaatbaar is, is ter beoordeling van de rivierbeheerder.

Erosie ten gevolge van de ingreep mag niet leiden tot verhoging van risico's voor de rivierfuncties en dient te worden beschouwd in samenhang met de bij de beheerder te verkrijgen overzichten van risicolocaties en ondergrenskaarten.

### **Sedimentatie zomerbed**

Sedimentatie (na morfologische optimalisatie en mitigatie) is acceptabel zolang de waterdiepte in de vaargeul niet in gevaar komt en een vlot en veilige waterafvoer en vaarweggebruik niet wordt gehinderd (zie **Bijlage 9** voor minimale vaargeulafmetingen). De effecten door bodemverandering dienen te worden vergeleken met de bij de beheerder verkrijgbare instandhoudingsprofielen.

### **Uiterwaardingrepen**

Uiterwaardingrepen, zoals bijvoorbeeld een nevengeul, veroorzaken vaak sedimentatie in het zomerbed van de rivier. Uiterwaardmaatregelen moeten daarom worden getoetst op het effect op de bodemhoogte. Of er effecten op de bodemhoogte optreden is afhankelijk van de lokale situatie, o.a. overdiepte en verwachte locatie van de sedimentatie. In overleg met de rivierbeheerder dient bepaald te worden of morfologische berekeningen nodig zijn.

Bij het ontwerp van een nevengeul moet expliciet rekening gehouden worden met de sedimentinstroom, de afvoerregulering en de stabiliteit van het nevengeulprofiel (naast hydraulische aspecten zoals dwarsstroming).

### **Erosie oeverzone en winterbed**

Erosie in de oeverzone en in het winterbed mag de rivierfuncties niet bedreigen. Om dit goed te kunnen beoordelen dienen veranderingen te worden vergeleken met de bij de beheerder verkrijgbare signaleringslijnen.



## Rijn-Maasmonding: Hoogwaterveiligheid

### Toelichting RM1: Stroomvoerend of bergend

In de Rijn-Maasmonding veroorzaakt een vermindering van de berging een hogere waterstand door de kleinere opvangcapaciteit (in gebied Rijn-Maasmonding is berging gedefinieerd als de ruimte tussen gemiddeld hoogwater (GHW) en de waterstand die volgt uit de Hoogwaterreferentie. De GHW volgt uit de Referentiewaarden waterstanden, verstrekt door de rivierbeheerder. Als de uiterwaard bij GHW niet onder water staat, geldt de maaiveldhoogte als ondergrens).

Bij open stormvloedkeringen speelt deze capaciteit een rol bij de berging van het binnenkomende zeewater en bij gesloten stormvloedkeringen is de capaciteit van belang voor berging van water dat wordt aangevoerd door de rivieren Rijn en Maas.

### Toelichting RM2: Maatgevende omstandigheden Rijn-Maasmonding

De waterstanden in de monding van Rijn en Maas worden bepaald door allerlei factoren: de rivierafvoer, het getij, de waterstand op zee, het daaraan gekoppelde lozingsprogramma van de Haringvlietsluizen, de windsnelheid en -richting, de sluitingsstrategie van stormvloedkeringen en inzet van de RvdR-maatregel Waterberging Volkerak-Zoommeer. Dat betekent dat maatgevende hydraulische belasting wordt bepaald door combinaties van bovengenoemde factoren. De combinatie van een harde storm met een grote afvoer kan dezelfde waterstand tot gevolg hebben als een extreme afvoer bij windstilte. Naast de kans van voorkomen van bijvoorbeeld een extreme storm of afvoer, moet ook naar de samenhang tussen de verschillende factoren worden gekeken.

De riviertrajecten waar de dominante invloed van de rivierafvoer overgaat in een combinatie van belastingen worden 'overgangsgebieden' genoemd (voor grenzen: zie Tabel 2).

De voor de vergunningaanvraag door te rekenen maatgevende condities worden vastgesteld in overleg met de rivierbeheerder. Conform Hoogwaterreferentie dient voor dit gebied de methode van de conditionele illustratiepunten (CIP) gebruikt te worden. Afhankelijk van de lokale ondergrensnorm dient er naar 1 of meerdere herhalingstijden gekeken te worden. Voor een uitgebreide omschrijving zie **Bijlage 5**.

### Toelichting RM3: Toelaatbare verandering afvoerverdeling bij de Hoogwaterreferentie

Het belangrijkste splitsingspunt gelegen in de Rijn-Maasmonding bevindt zich nabij de Biesbosch (Werkendam) (zie Figuur 5). Dit is het splitsingspunt van de Merwedese. Ingrepen in de buurt van dit splitsingspunt mogen er niet toe leiden dat bij hoogwater meer water via de Beneden Merwede wordt afgevoerd. Dit heeft vooral te maken met de omgeving van Dordrecht, bij de benedenloop van de Beneden Merwede, waar vrijwel geen mogelijkheden zijn voor dijkversterking. Hogere afvoeren via Nieuwe Merwede richting Hollandsch Diep/Haringvliet zijn echter geen probleem.

De beoordeling van de veranderingen in de afvoerverdeling over de Merwedese moet indien nodig worden uitgevoerd voor:

1. De maatgevende situatie. Deze maatgevende situatie is een combinatie van rivierafvoer, wind, getij en sluitingsstrategie van stormvloedkeringen die in de Rijn-Maasmonding van plek tot plek verschilt: de keuze voor de te hanteren combinatie moet worden vastgesteld in overleg met de rivierbeheerder (zie Toelichting RM2).
2. Lager dan maatgevende condities, vast te stellen in overleg met de rivierbeheerder.

De berekende afvoerverdeling over de splitsingspunten van de Rijn-Maasmonding bij verschillende afvoeren van de Boven-Rijn is weergegeven in **Bijlage 10**.

## Rijn-Maasmonding: Hinder of schade door hydraulische effecten

### Toelichting RM4: Omstandigheden uiterwaard en zomerbed

Voor de beoordeling van een ingreep wordt de verandering van grootte en richting van de stroomsnelheden (o.a. de dwarsstroom aan de rand van de vaarweg) in kaart gebracht bij de, voor de lokale situatie representatieve omstandigheden en getijverlopen. Dat wil zeggen voor de Rijn-Maasmonding bij omstandigheden die per locatie verschillen en die worden vastgesteld in overleg met de rivierbeheerder.

In sommige delen van de Rijn-Maasmonding (bijvoorbeeld Boven-Merwede en Nieuwe Merwede) wordt de vaarweg bepaald door diepe kribvakken tussen de kribben. In de normaallijn / bakenlijn is de waterdiepte en dwarsstroomsnelheid dan representatief voor de vaarweg.

In andere delen van de Rijn-Maasmonding (bijvoorbeeld Beneden Merwede en Amer) is sprake van gestrekte oevers. Langs gestrekte oevers is de waterdiepte (en de in de bakenlijn berekende dwarsstroomsnelheid) niet representatief voor de vaarweg. Langs gestrekte oevers mag daarom worden gewerkt met een zogenaamde representatieve dwarsstroomsnelheid. Zie **Bijlage 7** voor een nadere toelichting voor de te volgen werkwijze.

### Toelichting RM5: Verzilting in de Rijn-Maasmonding

Via het lozingsprogramma van de Haringvlietsluizen wordt, zolang de afvoer van de Rijn het toelaat, minimaal 1500 m<sup>3</sup>/s via de Maasmond (Nieuwe Waterweg + Hartelkanaal) naar zee gevoerd. Hiermee wordt verzilting t.g.v. binnendringend zeewater zoveel mogelijk tegengegaan.

Ingrepen die de interne afvoerverdeling in de Rijn-Maasmonding veranderen, of die het voor het zeewater gemakkelijker maken het gebied binnen te dringen, zouden de verziltings situatie kunnen verslechteren. Vooral van belang zijn ingrepen die de waterverdeling over de zuidrand (Hollandsch Diep – Haringvliet) en de noordrand (Nieuwe Maas – Nieuwe Waterweg) kunnen beïnvloeden. Als door ingrepen meer water naar het zuiden zou worden geleid, gaat dit ten koste van water naar het noorden dat mogelijk nodig is voor het tegengaan van de verzilting langs de Nieuwe Maas en de Oude Maas.

Bepaald moet worden of, en in hoeverre, ingrepen de afvoerverdeling en/of de verziltings situatie in de Rijn-Maasmonding doen veranderen. Of (en hoe) ingrepen op het aspect verzilting beoordeeld dienen te worden, moet vervolgens in overleg met de rivierbeheerder vastgesteld worden. Het gaat in ieder geval om lagere dan gemiddelde Rijnafvoer: de hoogte van de te beschouwen afvoer varieert per gebied en moet dus steeds per vergunningaanvraag met de rivierbeheerder worden kortgesloten.

De aandacht voor de afvoerverdeling geldt niet alleen voor het splitsingspunt van de Merwedens (bij Werkendam). Ook voor de splitsingspunten van de Oude Maas met de Dordtsche Kil en het Spui geldt dat als deze rivieren meer water af gaan voeren naar het Hollandsch Diep/Haringvliet, er minder zoet water beschikbaar is om de verzilting van de Oude Maas en de Nieuwe Maas te bestrijden.

Voor de rivierbeheerder is er een algemene handrijking verzilting<sup>14</sup> beschikbaar in de werkwijzer RWS.

<sup>14</sup> <https://werkwijzer.cf-prod.intranet.rws.nl/link/standaard/3183>

## Rijn-Maasmonding: Morfologische effecten

### Toelichting RM6: Sedimentatie/erosie zomerbed

De morfologische dynamiek van de Rijn-Maasmonding is kleiner dan van de Rijntakken. Beoordeling op het criterium sedimentatie en erosie van het zomerbed is voor de Rijn-Maasmonding daarom slechts lokaal (voor sedimentatie met name Boven-Merwede, Beneden Merwede, Nieuwe Merwede en voor erosie Lek, Dordtsche Kil, Spui, Oude Maas en Noord) van toepassing. Aanbevolen wordt om in overleg met de rivierbeheerder te bepalen of morfologische berekeningen nodig zijn of dat volstaan kan worden met expert judgement.

In de Rijn-Maasmonding spelen andere morfologische problemen dan in de bovenstroomse Rijntakken en de Maas: met name de bezinking van slib met de daaraan gebonden verontreinigingen en de restricties ten aanzien van het omgaan met gebaggerd slib.

Een initiatiefnemer dient de effecten van een ingreep op het gebruik van de vaarweg te minimaliseren, conform het veroorzakersbeginsel uit het National Water Programma 2022-2027 zie paragraaf 3.1

#### Erosie zomerbed

In geval van erosie van het zomerbed moet gelet worden op de stabiliteit van waterkeringen en kunstwerken (kribben, oevers, brugpijlers, etc.) en de kruisingen van leidingen, kabels en tunnels. Hier speelt ook de opbouw van de ondergrond een belangrijke rol (afwisseling van erosie gevoelige en bestendige lagen). Of erosie toelaatbaar is, is ter beoordeling van de rivierbeheerder.

#### Sedimentatie zomerbed

De vaargeuldiepte (= nautische diepte bij OLW) en vaargeulbreedte moeten voldoen aan bepaalde normen (zie **Bijlage 9** voor vaargeulafmetingen). Voor de omgang met aanzanding in het zomerbed wordt verwezen naar de specifieke uitwerking van het veroorzakersbeginsel in **Bijlage 8**.

#### Uiterwaardgrepen

Uiterwaardgrepen, zoals bijvoorbeeld een nevengeul, veroorzaken vaak sedimentatie in het zomerbed van de rivier. Uiterwaardmaatregelen moeten daarom worden getoetst op het effect op de vaargeul. Of er vaargeuleffecten optreden is afhankelijk van de lokale situatie, o.a. overdiepte en verwachte locatie van de sedimentatie. In overleg met de rivierbeheerder dient bepaald te worden of morfologische berekeningen nodig zijn.

Bij het ontwerp van een nevengeul moet expliciet rekening gehouden worden met de sedimentinstroom, de afvoerregulering en de stabiliteit van het nevengeulprofiel (naast hydraulische aspecten zoals dwarsstroming).

## Deel D

### Te gebruiken rivierkundige modellen

#### Inleiding

Rivierkundige modellen worden vaak gebruikt om de hydraulische en morfologische effecten van een ingreep te bepalen, zoals bijvoorbeeld de effecten van een ingreep op de maatgevende waterstand, dwarsstroming en/of bodemligging van de rivier.

De uitvoerders van het rekenwerk met rivierkundige modellen worden geacht voldoende kennis van rivierkunde, de rivierkundige modellen en afgeleide producten te hebben. Van de uitvoerder wordt verwacht dat hij de vermelde versies van WAQUA (hydraulisch model), BASELINE (GIS component) en indien nodig DELFT3D (morfologisch model) ter beschikking heeft. Deze soorten modellen vallen onder de noemer rivierkundig modellen.

#### Afstemmen werkwijze bepaling rivierkundige effecten

Aangeraden wordt om vooraf, vóórdat wordt gerekend, in overleg te treden met de rivierbeheerder. Dit is nodig omdat:

- Voor de geplande ingreep allereerst door de rivierbeheerder wordt beoordeeld welke rivierkundige effecten te verwachten zijn. Bepaalde ingrepen zullen geen significante rivierkundige effecten tot gevolg hebben. Dit zijn de ingrepen in de categorie VROB (van rivierkundig ondergeschikt belang).
- Betreft de ingreep geen VROB, dan stelt de rivierbeheerder vast voor welke beoordelingsaspecten de rivierkundige effecten moeten worden bepaald. Dit kan per ingreep verschillen.
- In overleg met de rivierbeheerder wordt afgestemd met welke methode de rivierkundige effecten bepaald dienen te worden. Er kan gekozen worden om beoordelingsaspecten in te schatten met expert judgement of via een rivierkundig model.
- Indien wordt gekozen voor het in beeld brengen van de effecten met een rivierkundig model, dan wordt door de rivierbeheerder beoordeeld of de te hanteren versie van het rivierkundige model adequaat is voor het goed in beeld brengen van de rivierkundige effecten. Mogelijk is in het rivierkundige model een lokale actualisatie nodig van de riviergeometrie. Indien het rivierkundige model niet adequaat is, dan wordt het rivierkundige model aangepast.
- In overleg met de rivierbeheerder wordt de te volgen aanpak doorgesproken wanneer een adequaat model beschikbaar is.
- De rivierbeheerder het nodig kan achten om de rivierkundige effecten van noodzakelijke tijdelijke ingrepen (welke nodig zijn tijdens de uitvoering van het voorgesteld werk), te bepalen. Te denken valt aan effecten van tijdelijke depots, tijdelijke werken bij bouw van bruggen (werkeilanden, bekistingen rond pijlers, hulpbruggen). In overleg met de rivierbeheerder zullen de relevante beoordelingsaspecten en de te hanteren methoden voor de effectbepaling worden bepaald.
- Indien ervoor is gekozen om de rivierkundige effecten in beeld te brengen met een rivierkundig model, worden de effecten bepaald door verschilberekeningen. De situatie van ingreep wordt geschematiseerd en daarmee wordt een modelberekening uitgevoerd. Van de referentie situatie wordt ook een modelberekening gemaakt. Van de berekening van de situatie van de ingreep wordt de berekening van referentie situatie afgetrokken. Wat overblijft is het effect van de ingreep t.o.v. de referentie situatie.

## **Te gebruiken rivierkundige modellen**

Het rivierkundige modelinstrumentarium bestaat uit:

- Modelsoftware voor waterbeweging (WAQUA-model).
- Modelsoftware voor morfologie (Delft3D-model).
- Software t.b.v. voor- en nabewerking van modelgegevens
- Gebiedschematisatie van het gebied waarin de ingreep ligt.
- Rivierkundige randvoorwaarden zoals waterstanden, afvoeren of sedimenttransport.
- BASELINE-software voor het uniform verwerken van aanpassingen van gebiedschematisaties in GIS.

Ten behoeve van de uitvoering van rivierkundige berekeningen zal het betreffende rivierkundige modelinstrumentarium (inclusief bijbehorende BASELINE-database indien van toepassing) door Rijkswaterstaat ter beschikking worden gesteld aan de initiatiefnemer, inclusief formats voor controle en presentatie van resultaten ten behoeve van het beoordelingsrapport.

De volgende gebiedschematisaties dienen voor de verschillende riviersystemen te worden gebruikt<sup>15</sup>:

*Rijntakken:*

**Rijntakken B&O-model (WAQUA)**  
**Rijntakken model actuele situatie (WAQUA)<sup>16</sup>**

*Maas:*

**Maas B&O-model (WAQUA)**  
**Aanlegmodel van Maaswerken (Zandmaas/Grensmaas) (WAQUA)**

*Rijn-Maasmonding:*

**Rijn-Maasmonding B&O-model (WAQUA)<sup>17</sup>**  
**Biesbosch B&O-model (WAQUA)**

*IJsseldelta en Zwarte Water:*

**IJssel-Vechtdelta B&O-model (WAQUA)**

Het Rijntakken B&O gebiedschematisatie (WAQUA) bestaat uit vier zogenaamde deelmodellen, namelijk:

- Deelmodel Waal
- Deelmodel Neder-Rijn/Lek
- Deelmodel IJssel en
- Deelmodel voor het gebied van de splitsingspunten.

In de deelmodellen voor Waal, Neder-Rijn/Lek en IJssel wordt voor de splitsingspunten Pannerdensche Kop en IJsselkop een vaste afvoerverdeling gehanteerd. Het deelmodel voor het gebied van de splitsingspunten heeft als uitgangspunt de zogenaamde "vrije" afvoerverdeling bij beide splitsingspunten. Dit model is daarom geschikt om afvoer veranderingen te laten bepalen.

Ook het Maas B&O-model (WAQUA) bestaat uit meerdere deelmodellen. Te weten deelmodellen voor een negental trajecten en een model voor de hele Maas.

In overleg met de rivierbeheerder wordt bepaald welke van deze (deel)modellen van Rijntakken en Maas gebruikt dienen te worden t.b.v. van de hydraulische effectbepaling.

---

<sup>15</sup> Kader Toepassing Netwerkmodellen Water en Scheepvaart (Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving)

<sup>16</sup> Alleen in bijzondere situaties, ter aanvulling op de berekeningen met het standaard Rijntakken B&O-model.

<sup>17</sup> Alleen te gebruiken indien de ingreep buiten het geldigheidsgebied van het Biesbosch B&O-model valt.

Voor een gedetailleerde beschrijving van deze (deel)modellen wordt verwezen naar de meest recente versie van het Kader Toepassing Netwerkmodellen Water en Scheepvaart (Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving) en de website van de Helpdesk Water

[Modelschematisaties - Informatiepunt Leefomgeving \(iplo.nl\)](http://iplo.nl)

### **Jaarlijkse actualisatie B&O-modelschematisatie met omgevingsvergunningen**

In de B&O-modelschematisatie voor vergunningverlening worden alle rivierkundig relevante en ingrepen die vergund zijn, meegenomen. Ook definitief besloten planstudies worden meegenomen in de actualisatie. Op grond van omgevingsvergunningen en projectbesluiten toegestaan, maar nog niet gerealiseerde veranderingen, zijn een uitgangspunt. In principe wordt 1 keer per jaar gekeken of het nodig is het B&O-model te actualiseren met nieuwe omgevingsvergunningen en projectbesluiten. Indien nodig wordt het B&O-modelschematisatie tussentijds aangepast met alle van belang zijnde omgevingsvergunningen en projectbesluiten als dit relevant is voor een nieuwe vergunningaanvraag of rivierkundige effectbepaling. Het werken met een actueel rivierkundig model is belangrijk om de juiste rivierkundige effecten te bepalen.

### **Overgangsregeling**

De invoering van nieuwe modelprogrammatuur en gebiedsgegevens (waaronder Hydraulische Belastingen) en de vernieuwing van het Beoordelingskader kunnen gevolgen hebben voor projecten die op dat moment in de planfase verkeren. Het kan betekenen dat vanwege nieuwe beoordelingsmethoden en/of -aspecten de effecten veranderen, waardoor planaanpassing nodig is. Om onduidelijkheid te voorkomen tijdens een ontwerpproces is een overgangsregeling van toepassing. Deze regeling komt globaal op het volgende neer:

*In het algemeen moet per direct overgestapt worden op de nieuwe versie van het RBK omdat dat het nieuwe Rijkswaterstaat-breed geldende Rivierkundig Beoordelingskader is, dat is vastgesteld door Rijkswaterstaat.*

*Lopende vergunningaanvragen, waarvoor reeds een ouder Rivierkundig Beoordelingskader is uitgeleverd samen met het te gebruiken hydraulische model, mogen blijven werken met dit oudere kader. Een overstap naar een nieuwe versie van het RBK betekent een nieuwe uitgangssituatie voor de rivierkundige effectbepalen en beoordeling, die mogelijk nadelig is voor een lopend initiatief.*

Deze overgangsregeling is meer in detail uitgewerkt in **Bijlage 2**. Voor bijzondere gevallen (bv langjarige projecten), of voor meer details, wordt daarom verwezen naar de uitgebreide versie van de overgangsregeling zoals opgenomen in **Bijlage 2**.

### **Gebiedspecifieke toelichting**

Gebiedspecifieke toelichtingen:		zie blz
Rijntakken:	Toelichting R10: Modellen Omgevingswet	54
Maas:	Toelichting M6: Verschillende modellen Omgevingswet en Maaswerken	54
Rijn-Maasmonding:	Toelichting RM7: Modellen Omgevingswet	54

## Rijntakken: Hoogwaterveiligheid

### Toelichting R10: Modellen Omgevingswet

Standaard wordt het Rijntakken B&O-model<sup>18</sup> gebruikt. Indien nodig wordt het standaard B&O-model lokaal geactualiseerd zodat het beter de geometrie (en dus waterbeweging) ter plaatse van de ingreep weergeeft.

In bijzondere gevallen (bijvoorbeeld voor het toetsen van de waterstand ter plaatse van een bepaalde kade of inlaatdrempel) wordt gebruik gemaakt van een rivierkundig model dat de actuele situatie in het veld weergeeft. In een dergelijk actueel model ontbreken omgevingsvergunningen die al wel afgegeven zijn, maar nog niet zijn gerealiseerd.

## Maas: Hoogwaterveiligheid

### Toelichting M6: Verschillende modellen Omgevingswet en Maaswerken

**Omgevingswet:** Voor de Maas moeten de hydraulische effecten voor beoordeling van reguliere aanvragen omgevingsvergunning worden berekend met een model op basis van WAQUA in SIMONA. De Maas is gemodelleerd in 9 deelmodellen. De locatie van de maatregel bepaalt de keuze van het deelmodel.

**Maaswerken:** Binnen de Maaswerken zijn voor de deelprojecten Zandmaas en Grensmaas afspraken gemaakt met rivierbeheerder Rijkswaterstaat Zuid-Nederland over het gebruikte modelinstrumentarium voor toetsing van de effecten van de ingrepen afzonderlijk, en voor de beoordeling van het totaal, c.q. de eindsituatie. Deze afspraken komen er op neer dat het modelinstrumentarium dat is gebruikt ten tijde van de planstudie (Zandmaas, Tracébesluit 2002; Grensmaas MER 2003) ook gedurende het verdere verloop van de projecten gebruikt kan worden. De gebiedschematisatie is gebaseerd op de situatie van rond 1995. Zie ook het Kader Toepassing Netwerkmodellen Water en Scheepvaart (Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving).

## Rijn-Maasmonding: Hoogwaterveiligheid

### Toelichting RM7: Modellen Omgevingswet

Bij de Rijntakken en de Maas worden de hydraulische effecten van maatregelen in het kader van de Omgevingswet doorgerekend met WAQUA. Voor de Rijn-Maasmonding geldt een aangepaste rekenprocedure. Reden hiervoor is de grote omvang van het overall WAQUA-RMM-model waardoor dit model minder goed inzetbaar is voor het doorrekenen van hoogwatercondities t.b.v. vergunningaanvragen. Daarbij komt dat de maatgevende condities variëren in de Rijn-Maasmonding, afhankelijk van de locatie en dat de (maatgevende) waterstand bepaald wordt door verschillende factoren.

De werkwijze is als volgt:

- Er wordt indien mogelijk gebruik gemaakt van het Biesbosch B&O-model (WAQUA), waarmee vervolgens de effecten van een vergunningaanvraag kunnen worden beoordeeld;
- De maatgevende condities zijn combinaties van afvoer, getij en open of gesloten Maeslant-/Hartelkering, en worden vastgesteld in overleg met de rivierbeheerder;
- Indien de ingreep buiten het toepassingsgebied van het Biesbosch B&O-model valt, wordt er een apart deelmodel uit het overall WAQUA-RMM B&O-model gemaakt.
- De randvoorwaarden voor maatgevende condities worden in dat geval afgeleid met behulp van het SOBEK-model; Deze werkwijze wordt nader toegelicht in **Bijlage 5**.

<sup>18</sup> Kader Toepassing Netwerkmodellen Water en Scheepvaart (Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving)

Naast berekeningen met de Hoogwaterreferentie zullen ook berekeningen naar andere effecten uitgevoerd moeten worden. Hiervoor kan zowel van SOBEK (bijv. afvoerverdeling bij splitsingspunten, verzilting) als van WAQUA (bijv. stroombeelden, stroomsnelheden, afvoerverdeling over zomer- en winterbed) gebruik worden gemaakt.



## Deel E

### Bepaling morfologische effecten

#### Wel/niet morfologisch rekenen?

Hydraulische effecten laten zich relatief eenvoudig toetsen tegen per locatie voorgeschreven waarden (Hoogwaterreferentie, verandering afvoerverdeling, dwarsstroom snelheden, enz.). Een beoordeling op morfologie is daarentegen om de volgende redenen complexer:

1. De berekende veranderingen in bodemligging moeten voor een beoordeling ook worden vertaald in consequenties voor gebruik en beheer van de vaarweg (duurzaamheid, hoeveelheid B&O baggerwerk, benodigde mitigerende maatregelen, etc.). Daarbij gaat het niet alleen om bodemveranderingen ten opzichte van een referentiesituatie (b.v. met het oog op ondermijning van constructies door erosie), maar ook om bodemveranderingen ten opzichte van waterstanden (b.v. met het oog op de Minst Gepeilde Dieptes (MGD) en de maximum afluaddiepte voor de scheepvaart bij mediane en lage rivierwaterstanden);
2. De berekende veranderingen in bodemligging variëren in de tijd. Lokaal kan het effect op korte termijn erosie zijn, terwijl het op lange termijn juist aanzanding is;
3. Uitkomsten van morfologische berekeningen kennen een grotere variatie dan uitkomsten van hoogwaterberekeningen, door de natuurlijke dynamiek van de rivierafvoer en de reactie van de bodem en het vaargeulonderhoud daarop. De mate van variatie verschilt per berekend effect.

Een beoordeling op morfologie laat zich daarom moeilijk vangen in eenvoudige recepten, maar vergt interpretatie door rivierkundigen met morfologische expertise.

Morfologische effecten staan niet altijd het veilig functioneren van de rivier, of in bredere zin het functioneren van de waterstaatswerken, in de weg. Sterker nog, in sommige gevallen wordt een dynamische omgeving van erosie en sedimentatie nagestreefd. Echter, het functioneren van de rivier betreft ook voldoende waterdiepte en een veilige en vlotte scheepvaart. Een locatie specifieke afweging is daarom nodig.

Welke aanpak voor de beoordeling van de effecten gevolgd dient te worden, hangt sterk af van de aard, omvang en locatie van de ingreep en de toepasbaarheid van een bepaald modelinstrumentarium voor een bepaald gebied en de grootte van de risico's die door morfologische effecten kunnen ontstaan. Verder hangt het af van de fase waarin de planuitwerking zich bevindt (bv keuze tussen verschillende (ontwerp)alternatieven of effectbepaling van definitief ontwerp).

Het is daarom niet in alle gevallen nuttig of mogelijk direct met morfologische modellen aan de slag te gaan. Soms kan bijvoorbeeld volstaan worden met een kwantitatieve vuistregel. Bij onvoldoende betrouwbare/volledige effectbepaling kan in tweede instantie alsnog besloten worden tot een gedetailleerdere effectbepaling met een morfologisch model. De werkwijze is dan stapsgewijs (zoals in Toelichting R12).

Aanbevolen wordt om altijd in overleg te treden met de rivierbeheerder om vast te stellen of er morfologische beoordelingsaspecten relevant zijn voor het beoordelen van een ingreep en zo ja, wat de te volgen methode is voor het bepalen van de effecten. Benadrukt wordt dat de initiatiefnemer verantwoordelijk is voor een deskundige morfologische beoordeling, al dan niet ondersteund met WAQMorf- of DELFT3D-berekeningen. Van de initiatiefnemer wordt dus verwacht dat deze kritisch kijkt naar welk modelinstrument wordt toegepast en dat dit ook in de rapportages duidelijk gedocumenteerd wordt.

## Sedimentatie en erosie van het zomerbed (+ oevers)

Ten aanzien van de verschillende riviersystemen wordt verschillend omgegaan met het berekenen van morfologische effecten in het zomerbed, onder andere afhankelijk van de beschikbaarheid van de modellen en de morfologische activiteit van de betreffende rivier. Zie onderstaande doorverwijzing naar gebiedspecifieke toelichtingen.

Gebiedspecifieke toelichtingen: zie blz

Rijntakken:	Toelichting R11: Modellen bij ingrepen zomerbed	57
	Toelichting R12: Modellen bij ingrepen winterbed	57
Maas:	Toelichting M7: Geen berekeningen morfologie Maas in kader Omgevingswet	59
Rijn-Maasmonding:	Toelichting RM8: Modellen bij ingrepen zomerbed	59
	Toelichting RM9: Modellen bij ingrepen winterbed	59

## Sedimentatie en erosie van uiterwaard en nevengeulen

Morfologische effecten in de uiterwaard kunnen met de beschikbare morfodynamische modellen niet goed bepaald worden. Daarom moet op basis van stroomsnelheden (WAQUA-resultaten) een deskundige inschatting worden gemaakt, eventueel met behulp van DELWAQ en/of een analytische beschouwing, van de hoeveelheid bodemmateriaal dat in het interessegebied sedimenteert of erodeert.

## Rijntakken:

### Toelichting R11: Modellen bij ingrepen zomerbed

Bij ingrepen in het zomerbed wordt aanbevolen een analyse te maken op basis van een morfologisch model in DELFT3D. De analyse betreft de veranderingen in bodemliggingen en het vaargeulonderhoud in het invloedsgebied van de ingreep voor de kortere termijn (0 – 40 jaar). Veranderingen dienen te worden bepaald ten opzichte van bodemliggingen, vaargeulafmetingen en vaargeulonderhoud in de referentiesituatie (zonder ingrepen). Zo nodig dienen ook de morfologische effecten op rivierniveau voor de lange termijn (orde grootte 100 jaar) te worden bepaald. De analyse dient te worden uitgevoerd met een morfologisch model.

### Toelichting R12: Modellen bij ingrepen winterbed

Voor ingrepen in het winterbed kan eerst worden volstaan met een analyse op basis van vuistregels en /of hydraulische resultaten. Hierna volgt overleg met de rivierbeheerder en/of dijkbeheerder. Als verwacht wordt dat de veiligheid of de werking van het riviersysteem in het geding komt, kunnen alsnog aanvullende analyses met een numeriek morfologisch model worden verlangd. De werkwijze is meestal stapsgewijs:

**1. Kwalitatieve beschouwing:** Op basis van vuistregels / ervaringsregels wordt een eerste beschouwing gemaakt van de te verwachten morfologische effecten van een ingreep. Deze beschouwing richt zich op de (deel)ingrepen die effect hebben op het stroombeeld bij lage en midden hoogwaters (tenminste tot het hoogwaterniveau dat gemiddeld 1 maal per jaar voorkomt). Daarbij kan gedacht worden aan aanpassingen aan kades of instroomdrempels van nevengeulen. In de beschouwing vormen betrekkinglijnen een belangrijke informatiebron.

**2. Analytische methode:** Wanneer uit de kwalitatieve beschouwing (stap 1) blijkt dat er significante morfologische effecten te verwachten zijn, kan met een nabewerking van WAQUA-stroombeelden een inschatting van morfologische effecten

in het zomerbed worden gemaakt. Een hulpmiddel voor deze nabewerking is de in SIMONA-WAQUA beschikbare tool WAQMorf. Het doel van deze stap is om een eenvoudige en eenduidige beoordeling van de morfologische effecten te verkrijgen of om kritische effecten tijdig te signaleren. WAQMorf kan in de ontwerpfase en tijdens het optimalisatieproces in een planproces snel inzicht geven in de morfologisch effecten van de ingreep. Bij blijvende significante morfologische effecten is mogelijk verdere effectbepaling met een numeriek model (stap 3) nodig.

**3. Numeriek model:** Indien na optimalisatie (en mitigatie) van het ontwerp (stap 1 en 2) significante morfologische effecten (erosie en/of sedimentatie) resteren, kan in overleg met de rivierbeheerder besloten worden dat effecten moeten worden ingeschat door simulaties van morfodynamiek gedurende enkele decennia met de (door Deltares beheerde) DELFT3D-modellen voor riviermorfologie.

De eerste stap uit bovenstaand schema is altijd nodig; zonder een kwalitatieve beschouwing van de te verwachten effecten kunnen resultaten verkregen uit stap 2 en 3 niet geïnterpreteerd worden. Om stap 2 en 3 verder toe te lichten, volgt nu een beknopte beschrijving van WAQMorf en DELFT3D.

### **WAQMorf**

WAQMorf is vanaf 2014 beschikbaar als tool binnen SIMONA-WAQUA. Het is een relatief snelle, analytische, methode waarmee evenwichtsbodemveranderingen worden geschat op basis van WAQUA-stroombeelden. WAQMorf geeft inzicht in de grootte en plaats van (evenwichts-)bodempveranderingen ter plaatse van de ingreep, zoals die zouden ontstaan indien er een voldoende lange cyclus van hoog- en laagwaterseizoenen zou zijn opgetreden. WAQMorf is bedoeld voor ingrepen buiten het zomerbed (wel kribben) in één enkele uiterwaard (maximaal 5 km lang). De resultaten van WAQMorf kunnen worden gebruikt om knelpunten in een ontwerp te signaleren, de ingreep te optimaliseren en ontwerpkeuzes te kunnen maken. WAQMorf is dan ook uitstekend geschikt in de planvorming en tijdens het optimalisatieproces van een ontwerp. Zie **Bijlage 8** voor meer informatie over WAQMorf en de te volgen werkwijze voor bepaling van de morfologische effecten met WAQMorf.

### **DELFT3D**

Deltares beheert (deel) DELFT3D-modellen voor (onder andere) de Rijntakken, die geschikt zijn voor het in beeld brengen van de lange termijn morfodynamische effecten en de veranderingen in vaarwegonderhoud op lokaal en rivierniveau (dus ook buiten het directe invloedgebied van de ingreep). Met DELFT3D kan de invloed van gecombineerde maatregelen en onderhoudsstrategieën worden berekend. DELFT3D-berekeningen worden typisch gebruikt voor het berekenen van bodempveranderingen over een periode van 40 jaar. Zeker wanneer roosterverfijning nodig is om een ingreep goed in het model te kunnen schematiseren, is de inzet van DELFT3D rekenintensief (enkele weken rekentijd). Daarom dient per project, in overleg tussen de rivierbeheerder en de initiatiefnemer, vastgesteld te worden of en zo ja welke DELFT3D-berekeningen nodig zijn. Het implementeren van een maatregel in Delft3D en aantonen dat de maatregel correct functioneert in Delft3D is de verantwoordelijkheid van de initiatiefnemer. Vooraf is namelijk niet altijd duidelijk of een maatregel wel of niet goed functioneert in Delft3D.

Daarnaast wordt vooraf afgesproken of de berekeningen onder regie van Deltares moeten worden uitgevoerd. Met de rivierbeheerder wordt nader gespecificeerd wat de regiserende rol van Deltares voor het betreffende project precies inhoudt. Daarnaast dient de initiatiefnemer na uitvoering van de berekeningen aantoonbaar te maken dat aan deze kwaliteitsborging is voldaan.

Zie **Bijlage 8** voor meer informatie over DELFT3D en de te volgen werkwijze voor bepaling van de morfologische effecten met DELFT3D.

De praktijk heeft uitgewezen dat WAQMorf veel wordt toegepast bij de morfologische effectbepaling (en in mindere mate DELFT3D). Dit is in zeker zin logisch, want als met WAQMorf aangetoond kan worden dat er geen significante morfologische effecten zijn, is er geen noodzaak tot het toepassen van (relatief dure) DELFT3D-berekeningen met lange rekentijd.

De aspecten die bij ingrepen in het winterbed moeten worden geanalyseerd zijn:

- De korte en lange termijn veranderingen van de bodemligging van het zomerbed;
- Verandering lokale en gemiddelde waterdiepte in de vaargeul, bevaarbare breedte en het vaargeulonderhoud;
- De verandering van de afvoerverdeling over de splitsingspunten Pannerdense Kop en IJsselkop als gevolg van veranderingen in de bodemligging bij 16.000, 10.000 en 1020 m<sup>3</sup>/s (OLR) bij Lobith;
- Stabiliteit van kribben, oevers en overige kunstwerken zoals b.v. brugpijlers, toegangswegen etc.;
- Stabiliteit van dijklichamen;

## Maas:

### Toelichting M7: Geen berekeningen morfologie Maas in kader Omgevingswet

Morfologische berekeningen in het kader van vergunningverlening Omgevingswet behoeven alleen te worden uitgevoerd indien daar op basis van expert judgement aanleiding toe bestaat. Dat is bijvoorbeeld het geval bij grote ingrepen van b.v. Maaswerken, gebiedsontwikkelingen, Deltaprogramma, e.d. Dit moet in een vooroverleg met de rivierbeheerder vastgelegd worden.

De werkwijze is gelijk aan die bij de Rijntakken (Toelichting R12), met dien verstande dat de minimale waterdiepte voor de scheepvaart in de vaarweg bij de Maas wordt bepaald ten opzichte van het MLW (Maatgevend Laag Water), diverse trajecten diepte-eisen hebben die gekoppeld zijn aan betere afvoer van water i.p.v. eisen die gekoppeld zijn aan scheepvaart en de Maas geen splitsingspuntenproblematiek kent en het morfologisch instrumentarium beperkt is tot analyse op basis van hydraulische parameters, WAQMorf. Er is geen operationeel DELFT3D-model van de Maas.

## Rijn-Maasmonding:

### Toelichting RM8: Modellen bij ingrepen zomerbed

Het inzetten van morfologische modellen om veranderingen in de bodemligging en vaargeulonderhoud te bepalen, hangt mede af van het type sedimenttransport en de bijbehorende bodemsamenstelling.

In de Rijn-Maasmonding geldt een onderscheid in zandrijke en slibrijke bodems. Bij zandrijke bodems kunnen morfologische berekeningen worden uitgevoerd met het DELFT3D-model van de Merwedens. Bij slibrijke bodems kan men volstaan met een 1D-slibmodel. De te volgen aanpak dient in overleg met de rivierbeheerder vastgesteld te worden.

### Toelichting RM9: Modellen bij ingrepen winterbed

Doorgaans worden de morfologische effecten van ingrepen in het winterbed van de Rijn-Maasmonding ingeschat aan de hand van de veranderde hydraulica (WAQUA-resultaten).

## Deel F

### Toelichting nadere eisen aan gegevens vergunningaanvraag

#### Leeswijzer

Deze paragraaf geeft nadere eisen aan de gegevens voor vergunningaanvraag Omgevingswet. De eisen hebben betrekking op de volledigheid van de gegevens en de wijze van aanlevering van de gegevens aan het bevoegd gezag. De toelichting in deze paragraaf is algemeen geldend voor alle rivieren waarvoor dit beoordelingskader bedoeld is.

#### A Eisen aan de rapportage

In de rapportage dient o.a. een overzicht te worden opgenomen van alle beoordelingsaspecten die door het bevoegd gezag van toepassing worden bevonden voor de geplande ingreep. Voor deze beoordelingsaspecten dienen de effecten te worden getoond. Daarbij hoort een uitleg over de methode(n) die zijn toegepast voor het bepalen van deze effecten.

#### B Eisen aan modelresultaten

De modelberekeningen die worden ingediend bij het bevoegd gezag, dienen stabiel en consistent zijn. Zo mogen bijvoorbeeld fluctuaties in het tijdsverloop van de waterstand, welke een numerieke oorsprong hebben, geen invloed hebben op het resultaat. Het consistent zijn houdt in dat de berekeningsresultaten een samenhangend geheel vormen. Een ontwerp van een ingreep, die aanleiding geeft tot instabiele modelberekeningen, moet worden aangepast zodanig dat er wel stabiele modelberekeningen ontstaan.

#### C Uitgangspunten modelreferentie

Om het effect van de ingreep te kunnen berekenen is altijd een modelberekening nodig van de geschematiseerde ingreep en een modelberekening van de referentieschematisatie. De modelreferentie is niet altijd de actuele situatie in het veld.

Het uitgangspunt voor de modelreferentie is:

- De situatie beschreven in rechtsgeldige omgevingsvergunningen en projectbesluiten die rivierkundig relevant zijn;
- Grootschalige veranderingen door autonome ontwikkeling (bijvoorbeeld bodemligging van zomerbed en uiterwaard);
- Een actuele vegetatielegger;
- De veranderingen op grond van rechtsgeldige omgevingsvergunningen voor een ontgrondingsactiviteit;
- Planstudies waarvoor een projectbesluit is genomen om te worden uitgevoerd

In deel D van dit beoordelingskader staat beschreven welke hydraulische modellen er voor elk gebied in gebruik zijn.

#### D Gevraagde digitale informatie van de ingreep

##### D1 BASELINE

Een ontwerp van een ingreep wordt door een of meerder zogenaamde BASELINE-maatregel(en) geschematiseerd. Deze BASELINE-maatregel(en) zijn (digitale) GIS-bestanden. BASELINE, een data protocol en tevens een software module in GIS, biedt een gestructureerde wijze van het beschrijven van veranderingen in de rivier in een modelschematisatie. Een BASELINE-maatregel van de ingreep wordt met de BASELINE software module in de modelreferentie 'gemixed'. Daarmee ontstaat een zogenaamde

BASELINE-boom van de referentie met de geschematiseerde ingreep. Deze nieuwe BASELINE-boom is input voor de BASELINE software module om WAQUA-invoer af te leiden. Het rapport 'BASELINE maatregelen – Eisen en richtlijnen' is een hulpmiddel bij het op een eenduidige wijze maken van een BASELINE maatregel van een ingreep BASELINE 4 formaat<sup>19</sup>.

## **D2 Vegetatielegger Rijkswaterstaat**

Bij het veranderen van de hydraulische ruwheden dienen de vegetatieklassen en mengklassen uit de Vegetatielegger van Rijkswaterstaat te worden toegepast<sup>20</sup>, inclusief bijbehorende ruwheidscodes. Voor uitleg hierover wordt verwezen naar **Bijlage 11**, **Bijlage 12** en **Bijlage 13**.

## **D3 Gevraagde informatie**

De door het bevoegd gezag gevraagde informatie over de nieuwe situatie (met de ingreep) bestaat uit een goede omschrijving van de ingreep, een beschrijving van het rivierkundige systeem (op hoofdlijnen), een beschrijving van de wijze waarop de ingreep daarop ingrijpt en een uitleg hoe het ontwerp van de ingreep vertaald is naar een schematisatie.

Concreet bestaat de gevraagde informatie, voor zover van toepassing, uit de hoogteligging, de kruinhoogte van (zomer)kaden, de bodemruwheid, de nieuwe (conform toegepast beheer) en te behouden bestaande vegetatie en alle nieuwe obstakels voor de stroming (o.a. gebouwen, sluisjes, afvoerregelwerk nevengeul, terreinafscheidingen).

Gegevens van de bodemligging worden alleen van de te vergraven of op te hogen terreinen en kaden gevraagd. Van de vegetatie zijn gegevens van het gehele terrein van de ingreep of het plangebied (inrichtingsgebied) nodig.

De indeling van de informatie is vooral gebaseerd op het gebruik in het hydraulische model WAQUA. Voor een nadere toelichting op deze geometrische informatie zie **Bijlage 12**.

## **D4 Elke ingreep een aparte BASELINE-boom (maatregel)**

De informatie van een ingreep in digitale vorm dient toegesneden te zijn op de verwerking in een riviermodel met behulp van GIS. De informatie over de bodemligging, kaden en kribben en ruwheden komt in meerdere databestanden. Het programma BASELINE bewerkt deze gegevens en maakt de invoerbestanden voor WAQUA. De databestanden hebben een voorgeschreven structuur qua inhoud, aantal en naam van de bestanden: de zogenaamde BASELINE-boom. Voor meer informatie over BASELINE-bestanden, zie **Bijlage 13**.

## **D5 Kleine ingrepen / bijzondere omstandigheden**

Wanneer het niet mogelijk is om van de ingreep BASELINE-bestanden te maken, bijvoorbeeld omdat de ingreep hiervoor te klein is, dan kan in bepaalde situaties, in overleg met de rivierbeheerder, daarvan worden afgezien. Daarbij zal worden nagegaan of het mogelijk is om andere digitale bestandsformaten aan te leveren, bijvoorbeeld shape files en/of layer files (ArcGIS).

# **E Gevraagde informatie op kaart van de ingreep**

## **E1 Voor het plaatsvinden van een ingreep**

Van een ingreep moeten, naast de digitale geografische bestanden, ook (analoge) kaarten of tekeningen worden aangeleverd. Kaarten waarop de ingreep duidelijk is weergegeven en afgebakend. De kaarten gaan deel uitmaken van de omgevingsvergunning en dienen als verificatie van de digitale bestanden. Ten aanzien van de weergave van een ingreep op een kaart gelden de volgende voorwaarden:

<sup>19</sup> BASELINE maatregelen – eisen en richtlijnen, versie 1.0 (RWS-ON, december 2007)

<sup>20</sup> Vegetatielegger van de Legger Rijkswaterstaatswerken, oktober 2014

- De gegevens van de ingreep over de bodemligging (inclusief gedetailleerde kruinhoogtes van kaden) en ruwheid (vegetatie) elk op een aparte kaart (dus per categorie), waarbij ook duidelijk wordt gemaakt waar en wat de veranderingen t.g.v. de ingreep zijn;
- De gegevens van de bodemligging en van kaden en kribben kunnen op één kaart worden gezet, tenzij het geheel onoverzichtelijk wordt (dan een aparte kaart voor kaden en kribben);
- Als ondergrond bij voorkeur een rivierkaart (verkrijgbaar bij Rijkswaterstaat, ook digitaal) nemen. Bij gebruik van een andere ondergrond (bv een topografische kaart) daarop aangeven:
  - topografische kenmerken (o.a. bandijk, rivier, bebouwing etc.)
  - coördinaten volgens het RD-stelsel (Parijse coördinaten)
  - de rivierkilometrerings
  - paskruizen om de 500 m (optioneel)
  - kaartnummer, datum en naam van de maker (t.b.v. metadata)
  - de begrenzing (contour) van de ingreep.
- De kaartschaal is 1:5000, tenzij de ingreep zo klein is dat voor de leesbaarheid een andere schaal gewenst is (in overleg met de rivierbeheerder);
- Voor alle kaarten eenzelfde ondergrond gebruiken. De kaarten voorzien van een duidelijke legenda.

Voor meer informatie over de op te stellen kaarten: **zie Bijlage 14.**

## **E2 Na het afronden van een ingreep (revisie)**

Na het uitvoeren van de ingreep kan het bevoegd gezag revisietekeningen opvragen. Revisietekeningen zijn van belang om te verifiëren of ingreep, waarvoor een omgevingsvergunning is afgegeven, conform de omgevingsvergunning is uitgevoerd. De revisietekeningen dienen aangeleverd te worden in zowel digitale als analoge kaarten. De eisen die opgesteld zijn in bovenstaande paragraaf "E1 Voor het plaatsvinden van een ingreep" gelden ook voor de aanlevering van de revisietekeningen.

## **F Gevraagde berekeningsresultaten**

Alle gegevens, waarmee een berekening kan worden uitgevoerd, moeten worden aangeleverd. Met deze gegevens moet Rijkswaterstaat in staat zijn de berekeningsresultaten te reproduceren. Daarnaast geldt dat alle resultaten, die betrekking hebben op de berekeningen, aangeleverd dienen te worden. Deze resultaten dienen overzichtelijk in een beoordelingsdocument (op papier en in digitale vorm) te worden samengevat. Meer specifiek gaat het over:

1. Gegevens die worden gebruikt voor de beoordeling van effecten: in het algemeen zijn het de veranderingen / verschilwaarden op alle roosterpunten van de berekende waterstanden, stroomsnelheden en debieten;
2. (in het algemeen) figuren van de stroombanen en van stroomsnelheden (grootte en vectoren) met daarin de rivierkilometeraanduiding van de riviertak. Deze figuren kunnen rechtstreeks in WAQVIEW gemaakt worden;
3. Gegevens voor de controle van berekening en resultaten: de uitkomsten van de berekeningen (de zgn. SDS-files) en alle invoerbestanden van de WAQUA-berekeningen, inclusief de siminp.xxy-bestanden voor het geval dat deelmodellen zijn gebruikt;
4. De waterstandseffecten in de hele rivieras, te presenteren als een continue lijn langs de (gehele) as van de rivier (uitvoer elke 20 meter, in tabel- en grafiekvorm, oa in Excelbestanden). De dwarscomponent van de stroomsnelheid op de rand van de vaarweg (d.w.z. in de bakelijns of normaallijn) per roosterlijn, gepresenteerd in een grafiek met daarbij de rivierkilometeraanduiding langs de riviertak (zie ook **Bijlage 7** voor meer details).
5. De morfologische effecten (o.a. 2D-kaart berekende morfologische veranderingen; berekende aanzandingsvolume (veroorzakersbeginsel)).

Alle bovengenoemde rekenresultaten dienen in Windows leesbaar te zijn.

## Literatuurlijst

BASELINE maatregelen – eisen en richtlijnen, versie 1.0 (Rijkswaterstaat Oost-Nederland, 2007)

Nationaal Waterprogramma 2022-2027 (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2022)

Beleidslijn Grote Rivieren (Ministerie van Verkeer en Waterstaat; Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieu, 2006)

Dataprotocol Baseline 5.3 (Ministerie van Infrastructuur & Milieu, 2012)

Handreiking Beleidslijn Grote Rivieren ([www.helpdeskwater.nl](http://www.helpdeskwater.nl), [geactualiseerde versie 15 juli 2019](#))

Kader Toepassing Netwerkmodellen Water en Scheepvaart (Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving, 2016)

Methodiek inschatting morfologische effecten in het zomerbed door lokale rivieringrepen (Rijkswaterstaat Waterdienst, 2011)

Richtlijnen Vaarwegen (Ministerie van Infrastructuur & Milieu, 2017)

Vegetatielegger van de Legger Rijkswaterstaatswerken (Ministerie van Infrastructuur & Milieu, 2014)



# Rivierkundig Beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren

Versie 6.0

## Bijlagen

<a href="#"><u>BIJLAGE 1: DEFINITES VAN BEGRIPPEN</u></a>	FOUT! BLADWIJZER NIET GEDEFINIEERD.5
<a href="#"><u>BIJLAGE 2: OVERGANGSREGELING RIVIERKUNDIG BEOORDELINGSKADER</u></a>	FOUT! BLADWIJZER NIET
<b>GEDEFINIEERD.8</b>	
<a href="#"><u>BIJLAGE 3: INHOUDELIJKE BEOORDELING BGR ARTIKEL 6E</u></a>	70
<a href="#"><u>BIJLAGE 4: INHOUDELIJKE BEOORDELING BGR ARTIKEL 7 LID 1C,LID 2 EN 3</u></a>	71
<a href="#"><u>BIJLAGE 5: HYDRAULISCHE BEOORDELINGSMETHODIEK OVERGANGSGEBIEDEN</u></a>	76
<a href="#"><u>BIJLAGE 6: TOETSING SCHEEPVAARTASPECTEN DOOR RWS-ON</u></a>	84
<a href="#"><u>BIJLAGE 7: BEPALING EN PRESENTATIE DWARSSTROMING</u></a>	86
<a href="#"><u>BIJLAGE 8: BEPALING MORFOLOGISCHE EFFECTEN</u></a>	89
<a href="#"><u>BIJLAGE 9: EISEN VAARGEULAFMETINGEN</u></a>	99
<a href="#"><u>BIJLAGE 10: AFVOERVERDELING RIJNTAKKEN EN MERWEDES</u></a>	105
<a href="#"><u>BIJLAGE 11: MODELLERING VEGETATIE (RUWHEID)</u></a>	106
<a href="#"><u>BIJLAGE 12: TE PRESENTEREN GEOMETRISCHE INFORMATIE BIJ VERGUNNINGAANVRAAG</u></a>	108
<a href="#"><u>BIJLAGE 13: DE BELANGRIJKSTE BASELINE-BESTANDEN</u></a>	110
<a href="#"><u>BIJLAGE 14: AANVULLENDE INFORMATIE OVER OP TE STELLEN KAARTEN</u></a>	115
<a href="#"><u>BIJLAGE 15: SCHEMATISATIE RIVIERWAARTSE DIJKVERSTERKING</u></a>	118

## **Bijlage 1: Definities van begrippen**

<b>Aflaaddiepte:</b>	Inzinking kielvlak schip t.o.v. waterspiegel.
<b>Bakenlijn:</b>	Rand van de vaarweg. Is denkbeeldige lijn, die een aantal bij elkaar horende bakens, met elkaar verbindt op de koppen van de kribben of langs een gestrekte rivieroever.
<b>BASELINE:</b>	Een data protocol en tevens een software module in GIS. BASELINE biedt een gestructureerde wijze van het beschrijven van veranderingen in de rivier in een modelschematisatie.
<b>BASELINE-boom:</b>	De opbouw van een Baseline database in de vorm van een verzameling databestanden.
<b>Bevoegd gezag:</b>	Bestuursorgaan dat bevoegd is omtrent die zaak besluiten te nemen of beschikkingen af te geven. Voor de Grote Rivieren is dit Rijkswaterstaat
<b>Bgr:</b>	Beleidslijn Grote Rivieren. Deze beleidslijn heeft als doel de beschikbare afvoer- en bergingscapaciteit van het rivierbed van de grote rivieren te behouden en ontwikkelingen tegen te gaan die de mogelijkheid tot rivierverruiming door verbreding en verlaging feitelijk onmogelijk maken. De Beleidslijn grote rivieren bestaat uit 4 onderdelen: Beleidsbrief, Beleidsregels, Handreiking en Kaarten.
<b>CIP:</b>	Conditioneel illustratiepunt. Dergelijke illustratiepunten geven voor één bepaalde locatie voor meerdere afvoerniveaus de meest waarschijnlijke omstandigheden tijdens het bereiken van de maatgevende waterstand (set van randvoorwaarden voor de hydraulische berekening).
<b>Compenseren:</b>	Het creëren van nieuwe waarden die gelijk zijn aan de waarden die verloren (dreigen te) gaan.
<b>Hydra-NL:</b>	Probabilistisch model (model dat de werkelijkheid als kans x gevolg bepaalt) dat de statistiek van de hydraulische belasting op een waterkering bepaalt, op basis van de statistiek van de achterliggende bedreigingen zoals afvoer, storm en getij.
<b>Hoogwaterreferentie:</b>	Afvoersituatie van de rivier om de waterstandseffecten van ingrepen en ontwikkelingen op de belasting van de waterkeringen op een praktische manier te benaderen.

<b>HWBP:</b>	Hoogwaterbeschermingsprogramma. Programma waarbinnen de waterschappen en Rijkswaterstaat samenwerken aan de realisatie (prioritering en financiering) van de versterking van primaire waterkeringen waarvoor de noodzaak van versterking uit de beoordeling van deze waterkeringen is gebleken.
<b>MGD:</b>	Minst gepeilde diepte. Dit is de minste waterdiepte in het vaarwater.
<b>MLW:</b>	Maatgevend Laag Water. Waterstand die 1% v/d tijd onderschreden wordt. Op de Maas is dit ongeveer het niveau van het stuwpeil.
<b>Mitigatie:</b>	Het voorkomen of reduceren van de negatieve effecten van een besluit of feitelijk handelen door het treffen van maatregelen.
<b>NWP:</b>	Nationaal Water Programma 2022-2027. Dit plan vormt een samenvoeging van het Nationaal Waterplan en het Beheeren Ontwikkelplan voor de Rijkswateren onder de Waterwet. Tevens zal het bij invoering van de Omgevingswet voldoen aan de eisen van het verplichte programma cf art 3.9, tweede lid, Ow. Dit plan bevat een beheerdeel dat beschrijft hoe en wat Rijkswaterstaat doet als het gaat om het waterbeheer van de grote rivieren en meren.
<b>Nautische diepte:</b>	Minimum afstand tussen waterspiegel en bodem die d.m.v. onderhoud in stand wordt gehouden.
<b>Normaallijn:</b>	Denkbeeldige lijn lopend over de kribkoppen langs een rivieroever.
<b>Oeverlijn:</b>	Scheidingslijn tussen water en land
<b>OLA:</b>	Overeengekomen Lage Afvoer. De OLA is de afvoer die gemiddeld 20 dagen per jaar wordt onderschreden. Voor de Rijntaken is deze afvoer momenteel 1020 m <sup>3</sup> /s.
<b>OLR:</b>	Overeengekomen Lage Rivierstand. De Overeengekomen Lage rivierstand is een peil voor de ongestuwde delen van de Rijntakken, gebaseerd op de Overeengekomen Lage Afvoer. Het vormt een referentievlak ten opzichte waarvan diepten worden aangegeven t.b.v. de scheepvaart.
<b>OLW:</b>	Overeengekomen Lage Waterstand. Het reductievlak der Nederlandse kaarten voor het benedenrivierengebied, waarvan de onderschrijdingfrequentie een geleidelijke overgang vormt van die van de overeengekomen lage rivierstand der bovenrivieren en het laagwaterspring aan de riviermond.
<b>Optimaliseren:</b>	Iets zo goed mogelijk maken of de beste oplossing voor een Probleem zoeken.
<b>Overgangsgebieden:</b>	Deel van het rivierengebied benedenstrooms van Tiel,

Hagestein en Olst, waar de waterstanden beïnvloed worden door een samenspel van rivierafvoer, wind, getij en het beheer van stormvloedkeringen.

- Padbreedte:** Ruimte of vaarroute waar een schip ten allen tijde gebruik van kan maken om te manoeuvreren en normale uitwijkmanoeuvres te maken. Voor een normaal vaarwegprofiel geldt een padbreedte van 2 maal de toegelaten scheepsbreedte.
- Rivierbeheerder:** Rijkswaterstaat Oost-Nederland (Rijntakken, Zwarte Water), Rijkswaterstaat Zuid-Nederland (Maas), Rijkswaterstaat West-Nederland Zuid (Rijn-Maasmonding), Rijkswaterstaat Midden-Nederland (Zwarte Meer).
- RBK:** Rivierkundig Beoordelingskader. Het Rivierkundig Beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren beschrijft hoe Rijkswaterstaat bij de vergunningverlening rivierkundige effecten van voorgenomen ingrepen in de rivier bepaalt en beoordeelt.
- Terugschrijdende erosie:** Stroomopwaarts voortschrijdende erosie door stromend water, door afkalving van de rivierbedding.
- Vaarbaan:** Gedeelte van de vaarweg, dat voor in één richting varende schepen bestemd is.
- Vaarwater:** Waterlichaam welke opengesteld is voor de scheepvaart; Zoals rivieren, kanalen, havens, enz.
- Vaarweg:** Doorgaand waterlichaam tussen de bakens.
- Vaargeul:** Deel van de vaarweg dat onderhouden wordt op de gegarandeerde diepte voor diepstekende schepen.
- Waterdiepte:** Afstand tussen waterspiegel en bodem.
- VROB:** Van Rivierkundig Ondergeschikt Belang. Dit type ingrepen hebben geen significante rivierkundige effecten tot gevolg.

## **Bijlage 2: Overgangsregeling Rivierkundig Beoordelingskader**

### **Aanleiding**

Bij de regionale organisatieonderdelen van Rijkswaterstaat is er behoefte aan een duidelijke afspraak wanneer er met dit nieuwe RBK moet worden gewerkt. En wanneer nog mag kan worden volstaan met een vorige versie van het RBK.

### **Overwegingen**

In het algemeen moet per direct overgestapt worden op een nieuwe versie van het RBK versie 6.0, omdat dat het nieuwe Rijkswaterstaat-brede geldende Rivierkundig Beoordelingskader is dat op 23 januari 2023 is vastgesteld door Rijkswaterstaat. Lopende vergunningaanvragen, waarvoor reeds een ouder Rivierkundig Beoordelingskader is uitgeleverd samen met een hydraulisch model, blijven werken met dat oudere kader. Bij de start van het vergunningproces Omgevingswet maakt het bevoegd gezag afspraken met de vergunningaanvrager. Deze afspraken worden in principe niet gewijzigd gedurende de vergunningaanvraagprocedure. Onderdeel van deze afspraken is ook welke versie van het RBK dient te worden gebruikt. Bij meerjarige projecten kunnen er verschillende versies van het RBK worden vastgesteld tijdens de looptijd van de projecten. Dit kan leiden tot onduidelijkheid welke versie van het RBK gebruikt dient te worden. Met onderstaande uitgangspunten wordt duidelijkheid verschaft aan de vergunningverleners en rivierkundig adviseurs van Rijkswaterstaat en aan externen, zoals initiatiefnemers en ingenieursbureaus.

### **Uitgangspunten**

1) Nieuwe vergunningsaanvragen, waarvoor nog geen rivierkundig beoordelingskader en ook geen hydraulisch model is uitgeleverd:  
Deze projecten dienen te werken met RBK 6.0. Na uitlevering van RBK 6.0(of gelijktijdig) wordt het hydraulische model uitgeleverd.

2a) Lopende vergunningstrajecten, waarvoor al het rivierkundig beoordelingskader is uitgeleverd, maar nog niet het hydraulisch model:  
Er mag nog gewerkt te worden met het eerder uitgeleverde kader als dit door de initiatiefnemer al gebruikt is t.b.v. voorbereidende werkzaamheden (bv offerteaanvraag / kostenraming voor rivierkundige analyses) en overstap naar RBK 6.0 nadelig uitpakt voor de initiatiefnemer (extra kosten of doorlooptijd).  
In alle andere gevallen dient alsnog gewerkt te worden met RBK 6.0 en moet dit door Rijkswaterstaat zo spoedig mogelijk na geleverd worden.

2b) Lopende vergunningstrajecten, waarvoor al het rivierkundig beoordelingskader en het hydraulisch model is uitgeleverd:  
Deze projecten blijven werken met het reeds uitgeleverde RBK en het eerder uitgeleverde hydraulisch model.

3) Groot project met verschillende fases / deelprojecten (bijvoorbeeld Waalweelde, KRW, Deltaprogramma):

Subcategorie 3A: Fases of deelprojecten die nog opgestart moeten worden. Er is nog geen RBK en geen hydraulisch model uitgeleverd:  
→ Er dient gewerkt te worden met RBK 6.0.

Subcategorie 3B: Fases of deelprojecten die al opgestart zijn. Er is al een RBK uitgeleverd, maar nog geen hydraulisch model:  
→ Er mag nog gewerkt worden met het uitgeleverde RBK als dit door de initiatiefnemer al gebruikt is t.b.v. voorbereidende werkzaamheden (bv offerteaanvraag / kostenraming

voor rivierkundige analyses) en overstap naar RBK 6.0 nadelig uitpakt voor de initiatiefnemer (extra kosten of doorlooptijd).

→ In alle andere gevallen dient alsnog gewerkt te worden met RBK 6.0 en dient dit door Rijkswaterstaat zo spoedig mogelijk na geleverd te worden.

Subcategorie 3C: Fases of deelprojecten die al opgestart zijn. Er is al een RBK uitgeleverd, en ook een hydraulisch model. Het project gaat naar een volgende MIRT-fase, niet zijnde het vergunningstraject:

→ Bij deze overgang dient overgestapt te worden op RBK 6.0 en eventueel ook een ander hydraulisch model indien dat op dat moment vigerend is.

Subcategorie 3D: Fases of deelprojecten die al opgestart zijn. Er is al een RBK uitgeleverd, en ook een hydraulisch model. De MIRT-fase inclusief vergunningstraject is al gestart:

→ Deze fases of deelprojecten blijven werken met het reeds uitgeleverde RBK en het uitgeleverde hydraulisch model.

### **Bijlage 3: Inhoudelijke beoordeling Bgr artikel 6e**

#### **Artikel 6e: Per saldo rivierverruiming**

De Beleidslijn grote rivieren biedt, binnen de randvoorwaarden voor een veilige afvoer en berging van rivierwater, mogelijkheden voor niet-riviergebonden ruimtelijke ontwikkelingen. Hierin is onder anderen voorzien met artikel 6e van de beleidsregels.

Een niet-riviergebonden activiteit is toegestaan als deze per saldo meer ruimte voor de rivier realiseert. Hoe invulling moet worden gegeven aan 'per saldo meer' wordt door de rivierbeheerder bepaald. De aard en omvang van de rivierverruiming moeten in verhouding staan tot het oppervlak van de ingreep en de rivierverruiming moet plaatsvinden op een rivierkundig gezien aanvaardbare locatie. Dit is ter beoordeling van de rivierbeheerder. De initiatiefnemer draagt de volledige kosten van de rivierverruiming.

De Handreiking Beleidslijn grote rivieren (15 juli 2019, [www.helpdeskwater.nl](http://www.helpdeskwater.nl)) geeft een nadere toelichting op artikel 6e van de Beleidslijn.

Voor de toepassing van artikel 6e van de Bgr wordt aanbevolen altijd contact op te nemen met het bevoegd gezag (Rijkswaterstaat) i.v.m. maatwerk.

## **Bijlage 4: Inhoudelijke beoordeling Bgr artikel 7 lid 1c, lid 2 en 3**

Alle ingrepen die conform de Bgr toelaatbaar zijn, zijn onderworpen aan stringente voorwaarden. De rivierkundige/hydraulische voorwaarden zijn opgenomen in artikel 7 lid 1c, lid 2 en 3. In deze bijlage wordt nader ingegaan op de wijze waarop de beoordeling aan deze artikelonderdelen plaatsvindt.

### **1. Algemeen**

Alle activiteiten in het rivierbed moeten zo gunstig mogelijk worden uitgevoerd ten opzichte van de stroming. Dus bij voorkeur met de lengte in de richting van de stroming, of in de stroomschaduw van reeds bestaande objecten. Met behulp van een hydraulisch model kan een berekening worden gemaakt om de invloed van een dergelijke keuze te onderbouwen. In sommige gevallen kan door expert judgement bepaald worden wat het effect is van de ingreep op de waterstand.

Activiteiten die toelaatbaar zijn onder artikel 3 ("Kleine of tijdelijke activiteiten") hoeven niet rivierkundig gecompenseerd te worden (artikel 7 lid 2 is niet van toepassing), maar aan de eisen van artikel 7 lid 1 dient wel voldaan te worden, zodanig dat het waterstandseffect minimaal is. Hierin wordt onder meer geëist dat de ingrepen rivierkundig geoptimaliseerd worden. Optimalisatie geldt ook voor activiteiten die rivierverruiming (waterstandverlaging) bewerkstelligen, indien toelaatbaar onder artikel 6e. Dit betreft onder meer de 'benedenstroomse piek'. Hieronder wordt op deze artikelen en begrippen ingegaan.

### **2. Optimalisatie van ingrepen in de rivier (artikel 7 lid 1c)**

Deze beoordeling is opgenomen in de Beleidsregel Artikel 7 lid 1 onderdeel c: Zodanige situering en uitvoering van de ingreep, dat de waterstandverhoging of afname van het bergend vermogen zo gering mogelijk is.

#### **2.1 Optimalisatie van activiteiten vallend onder artikel 3**

Deze optimalisatie dient zodanig uitgevoerd te worden dat het waterstandseffect minimaal is. Mogelijkheden hiertoe moeten gezocht worden in de locatie en positionering van het initiatief in het rivierbed en de wijze van uitvoering ervan. Gezien de aard van de initiatieven die vergund kunnen worden onder artikel 3, wordt ervan uitgegaan dat hun waterstandseffect op deze wijze vrijwel tot 0 gereduceerd kan worden.

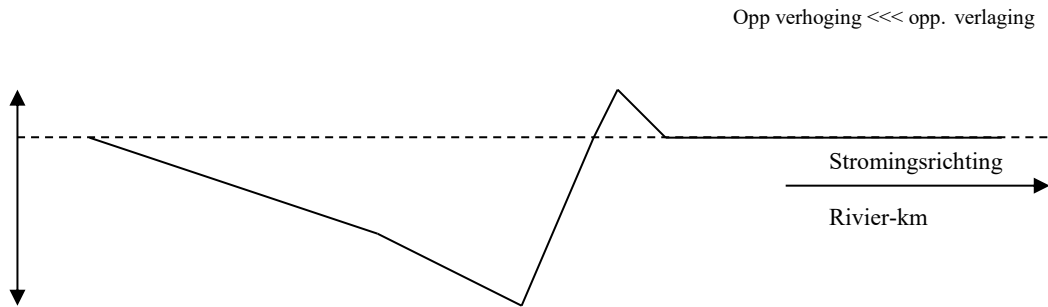
#### **2.2 Optimalisatie van activiteiten die rivierverruiming veroorzaken (artikel 6e)**

Rivierverruimingsprojecten zorgen voor het dalen van de waterstand over een riviertraject bovenstrooms van de ingreep. Aan het einde van de verruiming, waar de rivier haar weg weer in het oorspronkelijke profiel vervolgt, ontstaat meestal een lokale waterstandverhoging. Dit effect is ook wel bekend als de 'benedenstroomse piek'. Dit principe komt bij veel verruimingsprojecten voor en is te vergelijken met de overgang van een driebaansweg naar een tweebaansweg. Het invoegen van de auto's veroorzaakt oponthoud. In het algemeen geldt dat hoe groter de verruiming is, hoe groter de benedenstroomse piek. Deze waterstandsverhoging kan wel worden verminderd, maar volledige compensatie is onmogelijk, tenzij er ook benedenstrooms van de rivierverruiming verruimd wordt of de bovenstroomse waterstandsdaling teniet gedaan wordt.



Een benedenstroomse piek is toegestaan:

- Indien het ontwerp geoptimaliseerd is, én
- Indien er sprake is van een ruime netto waterstandsverlaging; d.w.z. dat het oppervlak van de verhogingsdriehoek vele malen kleiner is dan de verlagingsdriehoek, én
- Indien de waterstandsverhoging bij derden zoveel mogelijk wordt voorkomen (zie paragraaf 3.1.2 van deze bijlage).



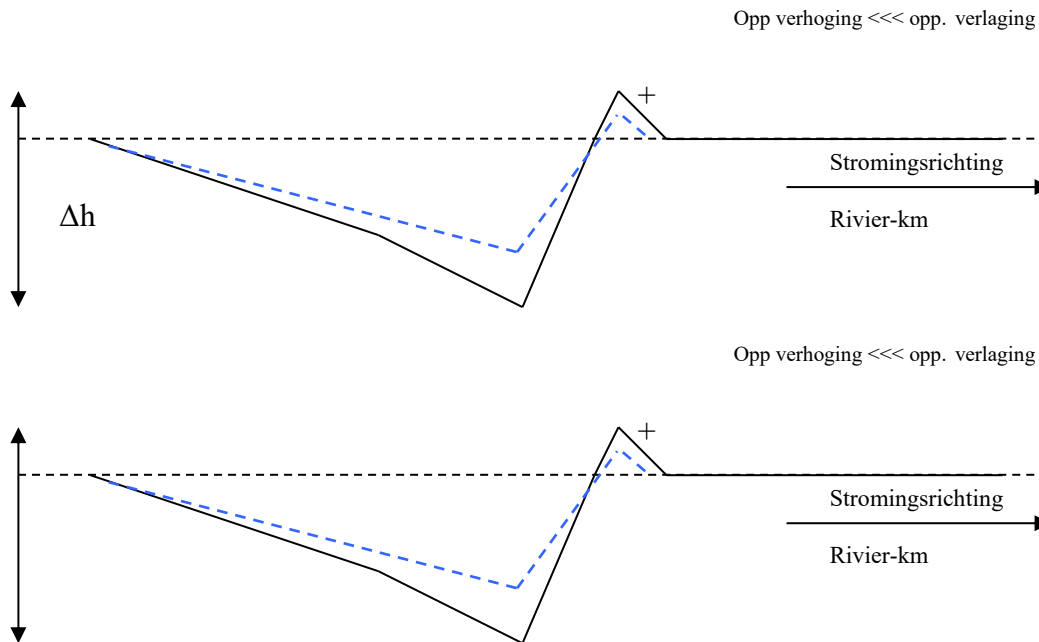
*Figuur 1: Benedenstroomse piek bij rivierverruimende maatregel (principe schets)*

Wanneer er sprake is van een benedenstroomse piek van meer dan 1 mm, dan moet worden gezocht naar een optimale balans tussen een vermindering van de benedenstroomse piek en behoud van zoveel mogelijk waterstandsverlaging.

Bij een verruiming treedt bijna altijd een zaagtand c.q. benedenstroomse piek op. Door te variëren met het ontwerp, kunnen de waterstanden geoptimaliseerd worden. Meestal gaat de afname van de waterstandverhoging (dus afname van de hoogte van de piek) gepaard met een afname in de waterstandverlaging. Er zal dan naar een meest optimale situatie moeten worden gezocht (zie figuur 2).

Soms kan er echter bewust gekozen worden voor het hogere piek omdat de waterstanddaling van het initiatief zodanig groot is, dat dit de moeite waard is t.a.v. mogelijkheden voor rivierverruiming. Als het weghalen van het piekje (bijv. 2 mm) ten koste gaat van de waterstanddaling (van bijv. 8 mm) dan is dat een gemiste kans voor rivierverruiming. Rivierkundig is optimalisatie mogelijk, maar het doel van de beleidslijn moet voorop staan. Hier zal expert judgement aan te pas moeten komen.

In het geval er zich een benedenstroomse piek voordoet én deze zich ook uitstrekt tot buiten de as van de rivier waar dit gevolgen kan hebben voor derden, dan dienen aanvullende acties uitgevoerd te worden. Zie hiervoor paragraaf 3.1.2 van deze bijlage.



Figuur 2: Optimalisatie Benedenstroomse piek (principe schets)

### 3. Compensatie van waterstandverhoging of afname van bergend vermogen (artikel 7, lid 2 en 3)

Deze beoordeling is opgenomen in Artikel 7 lid 2: Duurzame compensatie van resterende, blijvende waterstandseffecten of afname van het bergend vermogen, waarbij de financiering en tijdige realisering van de maatregelen gezekerd zijn.

De wijze waarop compensatie plaatsvindt, is afhankelijk van de rivierkundige omstandigheden die aanwezig zijn in een gebied. Deze lokale stromingscondities<sup>21</sup> vormen de basis voor het compenseren van effecten. In gebieden waar het water enige stroomsnelheid heeft, zullen nieuwe initiatieven waterstandseffecten creëren. Compensatie geschiedt dan door de waterstandseffecten te verlagen. In een stroomluw gebied treden weliswaar geen lokale waterstandseffecten op, maar zorgt het initiatief wel voor een afname van het bergend vermogen. Volumecompensatie voorkomt een afname van het bergend vermogen.

#### 3.1 Waterstandseffecten

In gebieden waar het water enige stroomsnelheid heeft zullen nieuwe initiatieven invloed hebben op de waterstand. Daarom moeten hier de waterstandverhogende effecten worden gecompenseerd.

Voor het bepalen van de waterstandverhogende effecten wordt een berekening met een hydraulisch model uitgevoerd. De initiatiefnemer is verantwoordelijk voor het laten uitvoeren van deze berekening. Er wordt in op twee locaties getoetst: in de as van de rivier en buiten de as van de rivier (in het platte vlak (2D)).

##### 3.1.1. Waterstandverhoging in de as van de rivier

Een grafiek van de waterstandseffecten in de as van de rivier laat zien wat de effecten van een ingreep zijn over een groter riviertraject. Een waterstandverhoging in de as van de

<sup>21</sup> De lokale stromingscondities kunnen afwijken van de twee afwegingsregimes stroomvoerend en bergend die gebruikt worden bij de beleidsmatige afweging in de Beleidslijn Grote Rivieren.

rivier is niet acceptabel en leidt tot een weigering, tenzij voor compensatie gezorgd kan worden. Deze compensatie dient zodanig te zijn dat de stuwkromme die door de activiteit veroorzaakt wordt, niet meer zichtbaar is. In de praktijk tolereert Rijkswaterstaat een waterstandverhoging tot 1 mm. Waterstandseffecten die duidelijk toe te schrijven zijn aan de numerieke instabiliteiten, worden in de beoordeling buiten beschouwing gelaten. Zie ook paragraaf 1.1 van de hoofdtekst van dit Rivierkundig Beoordelingskader.

### **3.1.2. Waterstandverhoging buiten de as van de rivier**

Na uitvoeren van de WAQUA-berekening worden ook kaarten gemaakt met de waterstandeffecten in een 2D-vlak. Overall waar een waterstandverhoging optreedt, moet worden gekeken of hier belangen van derden worden geschaad. Dit kan gaan om waterstandverhoging bij bebouwing maar ook verhoging tegen bijvoorbeeld kades of dijken. Wanneer dit het geval is, dienen de waterstandeffecten te worden gecompenseerd.

Als na optimalisatie en mitigatie, nog steeds een resterende waterstandverhoging optreedt, kan in sommige gevallen toch een omgevingsvergunning verleend worden.

Daarbij is van belang dat de veiligheid die burgers wordt geboden achter de primaire waterkeringen, niet mag afnemen. Oftewel, de waterstanden tegen de dijken mogen bij de geldende afvoer uit de Hoogwaterreferentie niet toenemen. Als er na optimalisatie en mitigatie nog steeds een resterende waterstandverhoging overblijft tegen een primaire waterkering, dan zal goedkeuring moeten worden gevraagd aan de desbetreffende waterkeringbeheerder waar de waterstandverhoging op treedt, doorgaans het Waterschap. Wanneer deze akkoord is, kan de omgevingsvergunning worden verleend.

## **3.2 Bergendvermogen**

In een stroomluw gebied hebben de meeste initiatieven geen directe invloed op de lokale waterstanden, maar zullen ze wel het bergend vermogen van een gebied beïnvloeden. Bij meerdere projecten heeft dit uiteindelijk tot gevolg dat er benedenstrooms van de ingreep een verhoging van de waterstand kan optreden. Hier dient dus ook gecompenseerd te worden, maar op een andere manier dan in gebieden waar het water enige stroomsnelheid heeft.

In een stroomluw gebied wordt gekeken naar de afname van het bergend vermogen. Deze mag niet afnemen. Bepalend is het volume van de maatregel dat van het waterbergend vermogen wordt afgehaald. Bij bijvoorbeeld een huis is dat het volume van het gebouw dat onder de waterspiegel (behorend bij de geldende waterstand conform de Hoogwaterreferentie) komt te staan. Dit volume dient de initiatiefnemer dan te compenseren. Voor het gebied van de Rijn-Maasmonding wordt de volgende definitie voor bergend vermogen gehanteerd: het bergend vermogen bevindt zich tussen gemiddeld hoogwater en de maatgevende waterstand. Daar waar het maaiveld hoger ligt dan het gemiddeld hoogwater (GHW), bevindt het bergend vermogen zich tussen het maaiveld en de geldende waterstand conform de Hoogwaterreferentie.

De rivierkundig adviseur kijkt per geval hoe het beste gecompenseerd kan worden. Compensatie kan door middel van het afgraven van een perceel of weghalen van een obstakel. Uitgangspunt is dat de compensatie plaats vindt op dezelfde hoogte t.o.v. NAP als dat er ruimte wordt weggehaald. Zo blijft bij instroming van het betreffende gebied hetzelfde volume op hetzelfde moment beschikbaar. Het is dus niet toegestaan om een diep gat te graven terwijl er een paar meter hoger iets wordt gebouwd. Financiële knelpunten mogen bij het bepalen van de compensatie hierbij GEEN belemmering zijn.

### **3.3 Aandachtspunten:**

Ieder project / iedere aanvrager dient zelf voor compensatie te zorgen. Er kan niet teruggegrepen worden op verruiming die in het verleden zijn uitgevoerd en er kan geen gebruik worden gemaakt van een verruiming die door een andere aanvrager of project gerealiseerd is of wordt.

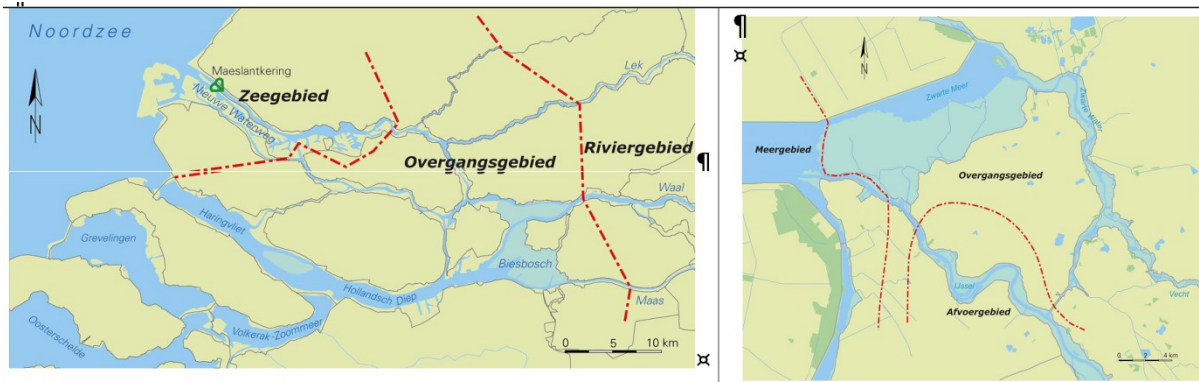
Soms is vegetatie onderdeel van de ingreep waarvoor omgevingsvergunning aangevraagd wordt. Deze vegetatie dient op kaarten aangegeven te worden die onderdeel uitmaken van de vergunning.

In gebieden waar een maatregel effect kan hebben op de afvoerverdeling bij de splitsingspunten, en dus op de instelling van het regelwerk bij een splitsingspunt, moet contact worden opgenomen met de rivierbeheerder. In dat geval moet mogelijk een extra berekening worden uitgevoerd om de benodigde nieuwe instelling van het regelwerk te bepalen, om een eventueel ongewenst effect op de afvoerverdeling, waterveiligheid of verzilting teniet te doen.

## Bijlage 5: Hydraulische beoordelingsmethodiek overgangsgebieden

### 1 Inleiding

De riviertrajecten waar de dominante invloed van de rivierafvoer overgaat in een combinatie van belastingen worden 'overgangsgebieden' genoemd. Figuur 1 geeft een globaal overzicht van de ligging van de overgangsgebieden (Bron: gebruikershandleiding Hydra-NL [Duits, 2018]):



Figuur 1: Ligging overgangsgebieden

Voor de IJsseldelta is het overgangsgebied vrij kort. Voor de Zwarte Water is, net als voor de Rijn-Maasmonding, sprake van een omvangrijk overgangsgebied.

In de Rijntakken en Maas wordt de waterstand vooral bepaald door de rivierafvoer. Echter in de Rijn-Maasmonding wordt de waterstand bepaald door het samenspel van rivierafvoer, het direct daaraan gekoppelde lozingsprogramma van de Haringvlietsluizen, het al dan niet open zijn van de Maeslant-/Hartelkering, wind en getij. Ook in de IJsseldelta en in het Zwarte Water worden de waterstanden bepaald door een samenspel van rivierafvoer, wind en IJsselmeerpeil en een hoogwaterkering. Dat betekent dat een kritieke toestand op allerlei manieren kan worden bereikt. De combinatie van een harde storm met een hoge afvoer kan dezelfde waterstand tot gevolg hebben als een extreme afvoer bij windstilte. Hierdoor kan bij het beoordelen van het effect van een ingreep op de hoogwaterveiligheid niet volstaan worden met het maken van alleen sommen met de maatgevende afvoer.

### 2 Aanleiding voor een nieuwe methode

Voor de overgangsgebieden worden de Hydraulische Belastingen (HB) berekend met een stochastische / probabilistische methode. Door het grote aantal benodigde hydraulische sommen (enkele duizenden) is deze methodiek ongeschikt voor toepassing door regionale organisatieonderdelen van Rijkswaterstaat bij het beoordelen van het hydraulisch effect van een vergunningaanvraag Omgevingswet.

De methode met Conditionele Illustratiepunten is een benaderende methode, waarbij met een relatief klein aantal slim gekozen berekeningen het effect van een maatregel op de hoogwaterreferentie kan worden bepaald. Dit aantal is veel kleiner dan het aantal dat nodig is voor een volledige probabilistische aanpak (duizenden berekeningen nodig), maar wel groter dan het aantal berekeningen op basis van alleen de afzonderlijke illustratiepunten die nu door Hydra-NL bepaald worden.

### 3 Beschrijving methode Conditionele Illustratiepunten (CIP's)

De CIP's kunnen worden bepaald met het probabilistische model Hydra-NL; waarbij gebruikt wordt gemaakt van een volledig gevulde Hydra-database (volledige set probabilistische sommen). Hydra-NL is de opvolger van de zoete Hydra's, waaronder

Hydra-B voor de Rijn-Maasmonding en Hydra-VIJ voor de IJssel- en Vechtdelta. Dergelijke illustratiepunten geven voor één bepaalde locatie voor meerdere afvoerniveaus de meest waarschijnlijke omstandigheden tijdens het bereiken van de maatgevende waterstand (set van randvoorwaarden voor de hydraulische berekening). CIP's dienen afgeleid te worden voor die enkele locatie, waar op basis van expert judgement het grootste waterstandseffect verwacht wordt. Zie onderstaande voorbeeld CIP's voor de locatie Nieuwe Merwede km 970, bij een herhalingstijd van  $T = 3000$  jaar:

Keringstoestand	Maasafvoer te Lith	Rijnafvoer te Lobith	Zeewaterstand	Windsnelheid	Windrichting	Bijdrage
[open/gesloten]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m + NAP]	[m/s]	[-]	[-]
Open	2966	12832	2,37	21,2	W	0,116
Open	3845	16302	1,94	12,5	W	0,233
Gesloten	2395	10578	3,17	23,2	W	0,217
Gesloten	3003	12979	2,8	18,4	W	0,217
Gesloten	3613	15387	2,19	13,5	W	0,217

Voor de IJsseldelta wordt per conditioneel illustratiepunt per keringstoestand bij een bepaalde IJsselafvoer, de windrichting, IJsselmeerpeil, windsnelheid, Vechtafvoer en kansbijdrage gegeven. Voor het Zwarte Water wordt per conditioneel illustratiepunt per keringstoestand bij een bepaalde Vechtafvoer, de windrichting, IJsselmeerpeil, windsnelheid, IJsselafvoer en kansbijdrage gegeven. Deze randvoorwaarde sets vormen de basis voor de benodigde hydraulische berekeningen.

Bij het bepalen van de CIP's dient door de gebruiker in Hydra-NL te worden aangegeven:

- Het maximaal aantal CIP's per keringtoestand (open/dicht).
- Drempelpercentage voor de kansbijdrage per klasse (alleen klassen met een kans groter dan dit drempelpercentage worden beschouwd: als klassen een te kleine kans krijgen, worden minder klassen beschouwd).

Maximaal 3 CIP's per keringtoestand en een drempelpercentage van 10% blijkt voor de meeste locaties een werkbaar aantal WAQUA berekeningen op te leveren.

Afhankelijk van de locatie, en de gekozen instellingen (zie boven) worden in totaal maximaal 6 CIP's door Hydra-NL berekend.

**De CIP's hoeven niet zelf door de initiatiefnemer berekend te worden, maar worden toegeleverd door de rivierbeheerder.**

Meer informatie over de conditionele illustratiepunten, en hoe deze berekend kunnen worden met Hydra-NL is te vinden in de gebruikershandleiding van versie 1.3 van Hydra-NL [Duits, 2018].

#### **4 Toepassing methode Conditionele Illustratiepunten**

De methode van Conditionele illustratiepunten is bedoeld voor de beoordeling van niet al te grote ingrepen en ingrepen met een lokaal effect. De methode met de conditionele illustratiepunten mag alleen worden toegepast om het effect van een ingreep te bepalen, als dat effect na toepassing van de methode minder dan ongeveer 5 cm blijkt te zijn. In uitzonderingsgevallen kan de methode worden toegepast voor effecten tot 10 cm. Voor grote ingrepen in het rivierbed, zoals bijvoorbeeld een bypass of een dijkverlegging, biedt deze methode wiskundig gezien onvoldoende nauwkeurigheid.

De rivierbeheerder maakt de afweging of de volledige probabilistische methode, de methode met de CIP's of expert judgement kan worden toegepast bij bepalen waterstandseffect van een geplande ingreep in de overgangsgebieden:

- Bij geen of verwaarloosbaar effect: expert judgement (geen berekeningen nodig)
- Bij klein of lokaal verwacht effect: gebruik methode van de conditionele illustratiepunten. Achteraf dient het berekende waterstandseffect gecontroleerd te worden. Blijkt effect groter dan verwacht, dan dient met expert judgement ingeschat te worden of resultaten zoals berekend met de CIP-methode nog geldig zijn. Zo niet, dan dient alsnog de volledige set probabilistische sommen (of set van 108 sommen) gemaakt te worden.
- Bij een groot of boven lokaal verwacht effect: Volledige set probabilistische sommen of eventueel set 108 probabilistische sommen.

De rivierbeheerder levert de CIP's aan de initiatiefnemer aan. Deze CIP's hoeft initiatiefnemer niet zelf uit te rekenen. Verder geeft de rivierbeheerder aan welke hydraulische sommen gemaakt dienen te worden, en op welke wijze de resultaten gepresenteerd en geanalyseerd dienen te worden.

## 5 Berekening waterstandseffect met methode Conditionele Illustratiepunten (uit te voeren door initiatiefnemer)

Per CIP c.q. randvoorwaardenset dienen twee WAQUA-berekeningen gemaakt te worden. Eenmaal voor de referentie zonder ingreep, en een keer door de situatie met ingreep. Bij maximaal 6 CIP's resulteert dit in maximaal 12 WAQUA-berekeningen.

Het kan voorkomen dat één van beide keringtoestanden in de berekeningen niet beschouwd hoeft te worden, met minder WAQUA berekeningen tot gevolg. In de nu volgende beschrijving wordt uitgegaan van twee keringtoestanden.

*Stap 1: bepaal per keringtoestand voor elk bijbehorend CIP het maximale waterstandseffect van de ingreep:*

$$\begin{aligned} v_O(j) &= h_{maatregel,O}(j) - h_{ref,O}(j), \quad j = 1, 2, \dots, n_O' \\ v_D(k) &= h_{maatregel,D}(k) - h_{ref,D}(k), \quad k = 1, 2, \dots, n_D' \end{aligned} \quad (1)$$

Met hierin:

- $v_O(j)$ : waterstandseffect van CIP nr. j, welke hoort bij situatie met open kering
- $v_D(k)$ : waterstandseffect van CIP nr. k, welke hoort bij situatie met dichte kering
- $h_{ref}$ : berekende waterstand in referentiesituatie op locatie x (rivier-km)
- $h_{maatregel}$ : berekende waterstand voor situatie met ingreep op locatie x (rivier-km)
- j: afgeleide CIP's voor open keringtoestand (meestal: j = 1, 2, 3)
- k: afgeleide CIP's voor dichte keringtoestand (meestal: k = 1, 2, 3)

*Stap 2: bepaal het geschatte totaal effect van een ingreep door de berekende waterstandseffecten van elk CIP te sommeren, rekening houdend met de kansbijdrage van elk CIP:*

$$v_{maatregel} = \sum_{j=1}^{n_O'} p_O(j) v_O(j) + \sum_{k=1}^{n_D'} p_D(k) v_D(k) \quad (2)$$

Met hierin:

- $v_{maatregel}$ : Gewogen gemiddelde waterstandseffect van de ingreep
- $p_O(j)$ : kansbijdrage van CIP nr. j, welke hoort bij situatie met open kering
- $p_D(k)$ : kansbijdrage van CIP nr. k, welke hoort bij situatie met dichte kering

Stel dat de waterstandseffecten  $v_O(j)$  en  $v_D(k)$  onderling niet sterk verschillen in uitkomsten. Dan mag verwacht worden (expert judgement) dat de methode een vrij nauwkeurige schatting geeft van het effect van de maatregel, ondanks dat in de effectbepaling slechts een beperkt aantal berekeningen zijn betrokken en ondanks dat de

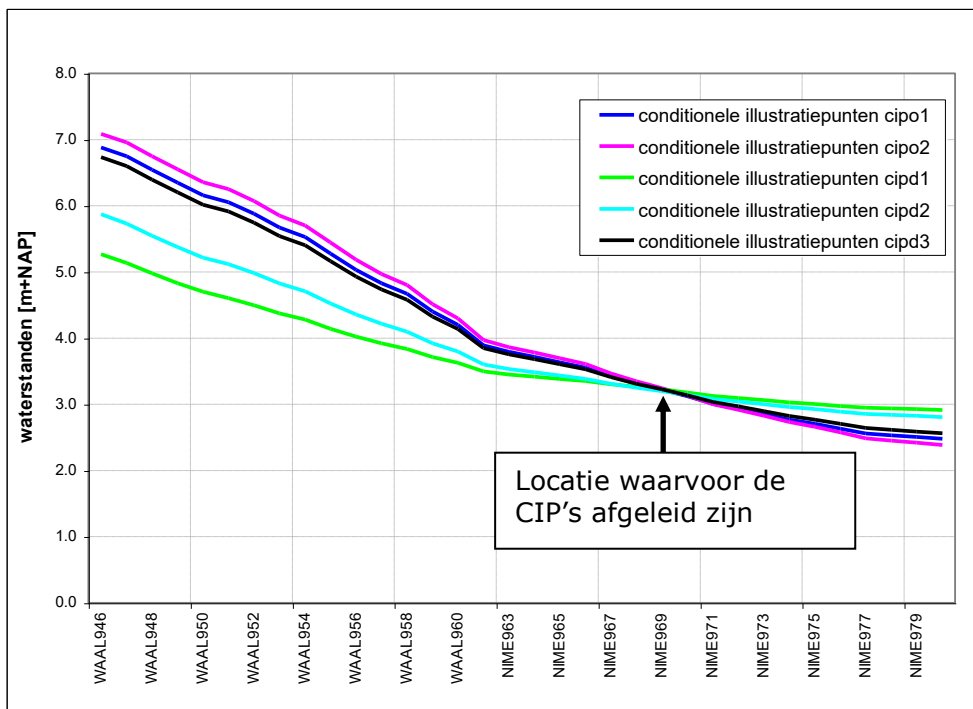
tijdsverlopen van de stochasten niet op de juiste wijze probabilistisch zijn verwerkt. Als daarentegen de verschillen  $v_0(j)$  en  $v_D(k)$  onderling wel sterk verschillen in uitkomsten, moet getwijfeld worden aan de nauwkeurigheid waarmee het effect van de betreffende maatregel wordt bepaald.

Formule (2) levert 1 waterstandseffect op, welke geldt voor 1 locatie op de rivier. Dit is de locatie waarvoor de CIP's afgeleid zijn en waar vooraf, op basis van expert judgement, het grootste waterstandseffect verwacht werd.

Zuiver theoretisch zou volgens deze methode voor elke rivier-km een nieuwe set nieuwe CIP's afgeleid moeten worden (en nieuwe WAQUA-berekeningen gemaakt moeten worden) om het waterstandseffect van een ingreep op een andere locatie bovenstrooms of benedenstrooms te berekenen. Immers voor elke locatie in de rivier levert andere combinaties van randvoorwaarden op met andere kansbijdragen. Ga je verder bovenstrooms, dan wordt de rivierafvoer steeds dominant, en ga je verder benedenstrooms dan wordt het meerpeil / zeespiegel of keringstoestand steeds dominant. Om praktische redenen is het echter niet wenselijk dit te doen omdat dan een veelvoud aan WAQUA-berekeningen gemaakt moet worden.

Daar de WAQUA-berekeningen gemaakt met de voor 1 locatie afgeleide CIP's wel informatie geven over het waterstandseffect boven- of benedenstrooms, kan deze informatie wel gebruikt worden bij het inschatten van het waterstandseffect boven- of benedenstrooms, maar moet men voorzichtig zijn bij de interpretatie van de uitkomsten.

Immers de voor 1 locatie afgeleide CIP's leveren alleen voor die locatie in de referentiesituatie een en dezelfde absolute waterstand op welke hoort bij een bepaalde herhalingstijd (welke als het goed is vrijwel overeenkomt met de daar geldende Hoogwaterreferentie-waarde). Verder boven- of benedenstrooms kunnen de absolute waterstanden uit elkaar gaan lopen. Dit wordt duidelijk in Figuur 2, waarin de berekende absolute waterstanden staan welke horen bij de eerder gepresenteerde CIP's voor de locatie Nieuwe Merwede km 970, bij een herhalingstijd van  $T = 3000$  jaar:



Figuur 2: Berekende absolute waterstanden voor elk CIP

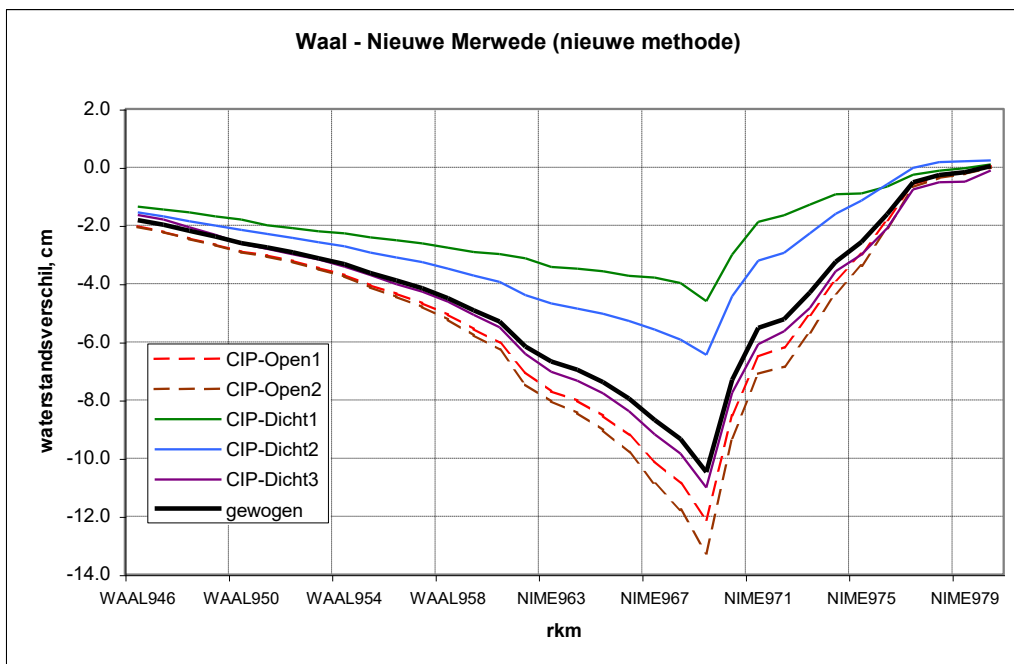


Omdat steeds gekeken wordt naar waterstandsverschillen en verder boven- en benedenstrooms de waterstandseffecten doorgaans kleiner worden, is de 'fout' die men maakt door maar voor 1 locatie CIP's af te leiden, i.p.v. elke rivierkilometer, naar verwachting niet al te groot. Het is belangrijk te beseffen dat de antwoorden van deze methode altijd een benadering zijn.

## 6 Presentatie resultaten (uit te voeren door initiatiefnemer)

In de rapportage van de resultaten dienen de berekende waterstandseffecten op de as van de rivier per CIP te worden gepresenteerd in een grafiek, tezamen met het berekende gewogen gemiddelde waterstandseffect volgens formule (2). Daarnaast dienen, indien door de rivierbeheerder gewenst, aanvullend hierop ook de berekende waterstandseffecten in het 2D-vlak te worden gepresenteerd, per CIP en als gewogen gemiddelde. Dit laatste geeft een beter ruimtelijk beeld van het waterstandseffect van de ingreep.

Hiertoe dient het berekende waterstandseffect ( $h_{\text{maatregel}} - h_{\text{ref}}$ ) per CIP / randvoorwaardenset voor een bepaald traject bovenstrooms en benedenstrooms van de ingreep gepresenteerd te worden, tezamen met het berekende gewogen gemiddelde waterstandseffect (dat dan ook volgens formule (2) berekend moet worden voor andere rivier-km's, gebruikmakend van de kansbijdragen, welke horen bij de locatie van het CIP). Figuur 3 geeft een voorbeeld van hoe zo iets eruit komt te zien voor de eerder gepresenteerde CIP's voor de locatie Nieuwe Merwede km 970, bij een herhalingstijd van  $T = 3000$  jaar:



Figuur 3: Berekende waterstandseffecten per CIP en gewogen gemiddeld

Deze weergave geeft namelijk enig gevoel voor de betrouwbaarheid van het overall effect: hoe dichter de lijnen van de afzonderlijke CIP's bij elkaar liggen, des te betrouwbaarder zal het bepaalde overall effect zijn.

Ter controle kan men eventueel kijken welke CIP's door Hydra-NL afgeleid worden voor locaties in de omgeving, en in hoeverre deze verschillen van de oorspronkelijke set CIP's. Voor de IJsseldelta is bekend dat de CIP's per kilometer veel variatie vertonen, daar het overgangsbied in de IJsseldelta zo kort is.

## 7 Beperkingen van de methode met van de conditionele illustratiepunten

- Het is een benaderende methode om het waterstandseffect van een ingreep te bepalen. Minder nauwkeurig en uitgebreid als de volledige probabilistische aanpak, maar nauwkeuriger dan de oude methode (waar bijvoorbeeld bij de Rijn-Maasmonding slechts 1 illustratiepunt per keringstoestand werd beschouwd).
- De methode is niet geschikt voor ingrepen met groot verwacht waterstandseffect effect en/of boven regionale effecten, zoals bijvoorbeeld een bypass of een dijkverlegging. Daarvoor biedt deze methode wiskundig gezien onvoldoende nauwkeurigheid.
- De afgeleide CIP's horen maar bij 1 locatie. Het vereist enig expert judgement om vooraf te bepalen voor welke locatie het grootste waterstandseffect verwacht wordt en CIP dienen te worden afgeleid. Verder moet men voorzichtig zijn bij de interpretatie van de berekende waterstandseffecten bovenstrooms of benedenstrooms van de ingreep.
- Methode niet geschikt voor gebieden waar maatgevende waterstand volledig bepaald wordt door de zeewaterstand of meerpeil, zoals bijvoorbeeld het Europoortgebied of Keteldiep / Kattendiep.

De methode uit dit rapport is bedoeld voor de overgangsgebieden, waar combinaties van afvoeren, meerpeilen (of zeewaterstanden), windsnelheden en windrichtingen belangrijk zijn. Bij het bepalen van het effect van een maatregel volgens de methode van de CIP's is stilzwijgend echter de gedachte dat met name de afvoer bepalend is voor de grootte van het effect. Immers er worden afvoerpercentielen gebruikt, en geen percentielen van meerpeilen (of zeewaterstanden) en wind. Omdat de methode de nadruk legt op de afvoer, kan zij ook worden toegepast voor de bovenrivieren. Voor locaties waar meerpeilen (of zeewaterstanden) en wind belangrijk zijn, maar de afvoer een onbelangrijke stochast vormt, is niet gegarandeerd dat de methode goede resultaten geeft.

## 8 Uitwerking werkwijze voor de Rijn-Maasmonding

### Stap 1:

Uit de database van Hydra-NL worden voor de betreffende locatie waar de ingreep plaatsvindt en het daar geldende wettelijke beschermingsniveau (herhalingstijd) de zogenaamde conditionele illustratiepunt afgelezen. Dit zijn de randvoorwaarde combinaties die voor die locatie de grootste kansbijdrage geven aan het bereiken van de maatgevende waterstand.

Randvoorwaarden die uit Hydra-NL komen, zijn:

- Zeewaterstand bij Maasmond [m NAP]
- Debiet Rijn bij Lobith [ $m^3/s$ ]
- Debiet Maas bij Lith [ $m^3/s$ ]
- Windsnelheid (potentiële windsnelheid bij Schiphol) [m/s]
- Windrichting
- Toestand van de kering (open/dicht)

Afhankelijk van de locatie en de instelling van Hydra-NL levert dit 1 tot 6 combinaties van randvoorwaarden op.

Het uitlezen van de conditionele illustratiepunten wordt door de rivierbeheerder uitgevoerd. De gevonden randvoorwaarde combinatie(s) / CIP's voor open en dichte kering worden door de rivierbeheerder uitgeleverd aan de initiatiefnemer.

### Stap 2:

Vervolgstep is het maken van SOBEK-berekeningen met het SOBEK-model van de hele Rijn-Maasmonding met de in stap 1 gevonden randvoorwaarde combinaties. Deze berekeningen worden uitgevoerd door RWS-WNZ zelf. Omdat Hydra-NL en het gebruikte

SOBEK-model bij elkaar horen, passen de met Hydra-NL verkregen randvoorwaarden 1 op1 op het SOBEK-model van de Rijn-Maasmonding.

**Stap 3:**

Stap 3 is het maken (of gebruiken) van een WAQUA-deelmodel, op basis van het WAQUA Rijn-Maasmonding model. De randen van het WAQUA-deelmodel dienen voldoende ver van de ingreep te worden gelegd, zodanig dat deze niet beïnvloed worden door de ingreep. Indien nodig wordt het rekengrid wat verfijnd, afhankelijk van de aard van de ingreep. Indien nodig wordt het WAQUA-deelmodel ook opnieuw gekalibreerd op basis van de waterstanden van het SOBEK-model. In de praktijk gebeurt dit bijna nooit.

**Stap 4:**

Stap 4 is het afleiden van tijdreeksen voor de randen van het WAQUA-deelmodel. Voor de bovenranden wordt een afvoerreeks afgelezen uit het SOBEK-model ( $Q(t)$ ), voor de benedenranden een waterstandsverloop ( $H(t)$ ).

De initiatiefnemer krijgt de kant en klare SOBEK-berekeningen met uitvoer op alle gridpunten van het model toegeleverd door de rivierbeheerder. De initiatiefnemer haalt vervolgens zelf de randvoorwaarden eruit voor de grenzen van het WAQUA-deelmodel.

**Stap 5:**

Stap 5 is het maken van sommen met WAQUA-deelmodel uit stap 3, en de afgelezen tijdreeksen uit stap 4. Per randvoorwaarde combinatie 1 keer voor de situatie zonder ingreep en 1 keer voor de situatie met ingreep. Deze stap wordt uitgevoerd door de initiatiefnemer.

In het WAQUA-model kan in principe gerekend worden zonder wind. Echter indien sprake is van een (duidelijke) verandering in waterdiepte en/of strijklengte, is het advies om in WAQUA wel met wind te rekenen.

**Stap 6:**

Berekenen en presenteren van het waterstandsverschil per combinatie van randvoorwaarden en het gecombineerde waterstandsverschil, zowel op de as van de rivier als aan de oever. Deze stap wordt uitgevoerd door de initiatiefnemer conform de eerder in deze bijlage beschreven werkwijze.

## **9 Uitwerking werkwijze voor de IJsseldelta en Zwarte Water**

**Stap 1:**

Uit de database van Hydra-NL worden voor de betreffende locatie waar de ingreep plaatsvindt en het daar geldende wettelijke beschermingsniveau (herhalingstijd) de zogenaamde conditionele illustratiepunt afgelezen. Dit zijn de randvoorwaarde combinaties die voor die locatie de grootste kansbijdrage geven aan het bereiken van de maatgevende waterstand.

Randvoorwaarden die uit Hydra-NL komen, zijn:

- Meerpeil IJsselmeer bij Ketelbrug [m NAP]
- Debiet IJssel bij Olst [ $m^3/s$ ]
- Debiet Vecht bij Dalfsen [ $m^3/s$ ]
- Windsnelheid (potentiële windsnelheid bij Schiphol) [m/s]
- Windrichting
- Toestand van de kering (open/dicht)

Meerpeil IJsselmeer en windsnelheid zijn hierbij tijdsafhankelijke parameters. Afhankelijk van de locatie en de instelling van Hydra-NL levert dit 1 tot 6 randvoorwaarde combinaties op.

Het uitlezen van de conditionele illustratiepunten wordt door de rivierbeheerder uitgevoerd. De gevonden randvoorwaarde combinatie(s) / CIP's voor open en dichte kering wordt door de rivierbeheerder uitgeleverd aan de initiatiefnemer.

Het al of niet geopend zijn van de Ramspolkering heeft weinig invloed voor de IJsseldelta. Bij Kampen en benedenstrooms daarvan heeft de kering nog wel enige invloed, maar die invloed kan verwaarloosd worden bij het maken van verschilberekeningen, waarvoor de conditionele illustratiepunten worden gebruikt. Daarom wordt voor het overgangsgebied van de IJssel geadviseerd om de effectbepaling uit te voeren bij een permanent geopende Ramspolkering. WAQUA-berekeningen zijn bij een permanent geopende Ramspolkering namelijk stabielere dan bij een ingezette balgstuw te Ramspol.

Voor locaties in het overgangsgebied van de IJssel wordt daarom aangeraden om het maximaal aantal afvoerpercentielen gelijk te kiezen aan 5 (situaties met open kering), daar immers geen CIP's worden afgeleid voor de situatie met dichte kering.

Voor het Zwarte Water is het al of niet geopend zijn van de Ramspolkering wel van invloed. Hier dient de Ramspolkering wel meegenomen te worden in de WAQUA-berekeningen en worden door Hydra-NL CIP's te worden afgeleid voor zowel open als gesloten kering.

Voor de IJssel- en Vechtdelta wordt in WAQUA met wind gerekend.

**Stap 2:**

Stap 2 is het maken van sommen met WAQUA model van de IJssel- Vechtdelta, en de CIP's uit stap 1. Per randvoorwaarde combinatie 1 keer voor de situatie zonder ingreep en 1 keer voor de situatie met ingreep. Deze stap wordt uitgevoerd door de initiatiefnemer.

**Stap 3:**

Berekenen en presenteren van het waterstandsverschil per randvoorwaarde combinatie en het gecombineerde waterstandsverschil, zowel op de as van de rivier als aan de oever. Deze stap wordt uitgevoerd door een initiatiefnemer conform de eerder in deze bijlage beschreven werkwijze.

## Bijlage 6: Toetsing scheepvaartaspecten door RWS-ON

Ingrepen in de rivier mogen er vanwege een vlot en veilig vaarweggebruik niet toe leiden dat de bodem in de vaargeul hoger komt te liggen dan de gegarandeerde waterdiepte bij OLR. Deze minimale waterdiepte kan voorkomen dat schepen de rivierbodem raken (=veiliger). Onder het kielvlak van het schip is een kielspeling vereist voor de inzinking en de omstroming van een varend schip.

Op plaatsen waar de bodem nu al hoger ligt dan de gegarandeerde waterdiepte bij OLR mag de waterdiepte door ingrepen/maatregelen niet afnemen, omdat daarmee de hydraulische weerstand van een varend schip toeneemt en de vaarsnelheid afneemt. Dit gaat ten koste van de vlotheid van de scheepvaart en resulteert in een toenemend energie verbruik (CO<sub>2</sub> productie). Afhankelijk of het effect positief of negatief is, mag in de overige (diepere) delen van de rivier de waterdiepte wel of niet afnemen.

### Nationaal Water Programma 2022-2027

Rijkswaterstaat beoogt een vlot en veilig verkeer over het water conform het Nationaal Water Programma 2022-2027. Om de vaarwegen op diepte te houden wordt er gebaggerd (handhaven minimale waterdiepte in de vaarweg t.o.v. een maatgevende lage waterstand, zie **Bijlage 9** voor minimale vaargeulafmetingen).

Bij ingrepen in een rivier of vaarweg is het veroorzakersbeginsel leidend. Dit betekent dat de veroorzaker bij negatieve effecten een inspanningsverplichting heeft om de ingreep te optimaliseren en de effecten van deze ingreep zoveel mogelijk te mitigeren.

Rijkswaterstaat stemt daarom alleen in met toekomstige ingrepen in de vaarweg of het rivierbed als:

- De initiatiefnemer vooraf morfologisch onderzoek uitvoert waaruit blijkt dat de effecten aanvaardbaar zijn.
- De initiatiefnemer het ontwerp optimaliseert en mitigerende maatregelen in beeld brengt en toepast om aanzanding te voorkomen op locaties waar dit negatieve effecten voor de scheepvaart oplevert.

Als er ondanks optimalisatie en mitigatie toch een waterdiepte-effect optreedt met negatieve gevolgen voor de scheepvaart, dan dient de resterende aanzanding die door de ingreep veroorzaakt wordt, door de initiatiefnemer gekwantificeerd te worden. Conform de methode zoals beschreven in **Bijlage 8**

### Beoordeling:

Bij het beoordelen van de vergunningaanvragen en de projectbesluiten worden (bodem)veranderingen ten opzichte van een door de rivierbeheerder aangegeven referentie-situatie getoetst aan:

- I. Vermindering waterdiepte rivier en afvlakken rivierbodem
- II. Dwarsstroming

### I. Vermindering waterdiepte rivier en afvlakken rivierbodem

a) De gegarandeerde nautische diepte bij OLR in de vaargeul wordt door Rijkswaterstaat gehandhaafd (zie **Bijlage 9**, Tabel 1, Tabel 2 en Tabel 3 voor de exacte waarden):

- Waal: OLR -2,80 m (in overgangsgebied vanaf Tiel tot Gorinchem groter i.v.m. lagere waterstand bij Mediane Riverafvoer);
- Pannerdensch Kanaal en Neder-Rijn (tot Driel): OLR -2,80 m;
- Gestuwde deel Neder-Rijn en Lek: stuwpeil - 3,50 m (bovenstrooms van de stuwen dieper, i.v.m. lagere waterstand bij getrokken stuwen);

- Lek benedenstrooms Hagestein: OLW- 3,50 m;
  - IJssel: OLR -2,50 m (in overgangsgebied vanaf Wijhe tot Ketelmeer dieper i.v.m. lagere waterstand bij mediane riverafvoer).
- b) De minimale waterdiepte in de vaargeul bij OLR, OLW of stuwpeil mag als gevolg van ingrepen niet kleiner worden dan bovengenoemde gegarandeerde waarde. Op plaatsen waar de rivierbodem nu al hoger ligt dan de gegarandeerde waterdiepte toelaat mag de rivierbodem niet hoger komen.

## II. Dwarsstroming

In de vaarweg mag, als gevolg van de ingreep, de dwarsstroming niet te groot worden. Op de rand van de vaarweg (= bakenlijn, die vaak samenvalt met de normaallijn) mag de stroomsnelheidscomponent loodrecht op de rand van de vaarweg niet toenemen tot boven een bepaalde maximum dwarsstroomsnelheid. Het overschrijden van zo'n maximum dwarsstroomsnelheid kan leiden tot een zijdelingse verplaatsing van meer dan een halve scheepsbreedte (=maximaal mogelijke afwijking binnen de vaarstrook in een normaalprofiel vaarweg volgens de Richtlijnen Vaarwegen 2017. Bij een grotere zijdelingse verplaatsing overschrijdt het schip de begrenzing van zijn 2\*B breedte vaarstrook en begeeft zich in de vaarstrook van andere (en tegemoetkomende) schepen, waardoor een situatie ontstaat die onveilig is voor de scheepvaart.

De wijze waarop de dwarsstroomsnelheden berekend en gepresenteerd dienen te worden, staat beschreven in **Bijlage 7**).

Ter plekke van de geconcentreerde dwarsstroming, zoals bijvoorbeeld bij aan- en aftakkingen van nevengeulen, geldt conform Richtlijnen Vaarwegen (2017) dat bij afvoeren van groter dan 50 m<sup>3</sup>/s op de rand van de vaarweg een dwarsstroomsnelheid van maximaal 0,15 m/s wordt toegelaten. Bij kleinere afvoeren (< 50 m<sup>3</sup>/s) is een maximale dwarsstroomsnelheid van 0,30 m/s acceptabel.

## Bijlage 7: Bepaling en presentatie dwarsstroming

De bepaling en presentatie van dwarsstroming vindt plaats in 3 stappen:

### Stap 1: Bepaal en beoordeel de representatieve dwarsstroomsnelheid

Met het 2D-rivierkundige model dient de dwarsstroomcomponent haaks op de rand van de vaarweg berekend te worden.

De dwarsstroming (in m/s) op de rand van de vaarweg dient gepresenteerd te worden per rekencel in de lengterichting van de rivier over het gehele invloedsgebied van de ingreep. Zowel voor de referentiesituatie (de situatie zonder ingreep), alsmede voor de situatie met ingreep. In de grafieken dient met een horizontale lijn het van toepassing zijnde dwarsstroomcriterium te worden aangegeven.

Langs grote delen van de Rijntakken en delen van de Merwedes wordt de vaarweg bepaald door diepe kribvakken tussen de kribben. De waterdiepte en dwarsstroomsnelheid in de normaallijn / bakenlijn is dan representatief voor de vaarweg.

Langs de Maas (en sommige delen van de Rijntakken en Rijn-Maasmonding) is doorgaans sprake van gestrekte oevers en valt de bakenlijn vaak samen met de oeverzone vanwege het ontbreken van kribben. Langs gestrekte oevers is de waterdiepte (en de in de bakenlijn berekende dwarsstroomsnelheid) daarom niet representatief voor de vaarweg.

In geval van gestrekte oevers mag daarom worden gewerkt met een zogenaamde representatieve dwarsstroomsnelheid. Voor situaties met een gestrekte oever dient de representatieve dwarsstroomsnelheid per rekencel als volgt berekend te worden:

$$U_{repr} = Q_{bakenlijn} / (L_{rekencel} * \max(H;D)) \quad (1)$$

$U_{repr}$  = representatieve dwarsstroomsnelheid per rekencel [m/s]

$Q_{bakenlijn}$  = dwarsstroomdebiet in de rekencel ter hoogte van de bakenlijn uit het 2D-model [m<sup>3</sup>/s]

$L_{rekencel}$  = lengte van de rekencel langs de bakenlijn in het 2D-model [m]

H = waterdiepte ter hoogte van de bakenlijn voor de betreffende rekencel [m]

D = diepgang van een representatief schip [m], zie Bijlage 7, Tabel 1

Presenteer vervolgens in een grafiek de (representatieve) dwarsstroomcomponent (in m/s) haaks op de linker- en rechterrاند van de vaarweg per rekencel in de lengterichting van de rivier en gerelateerd aan de rivierkilometertelling

- Eenmaal voor de referentiesituatie
- Eenmaal voor de situatie met de ingreep

Kijk vervolgens waar de dwarsstroomsnelheden beïnvloed worden door de ingreep.

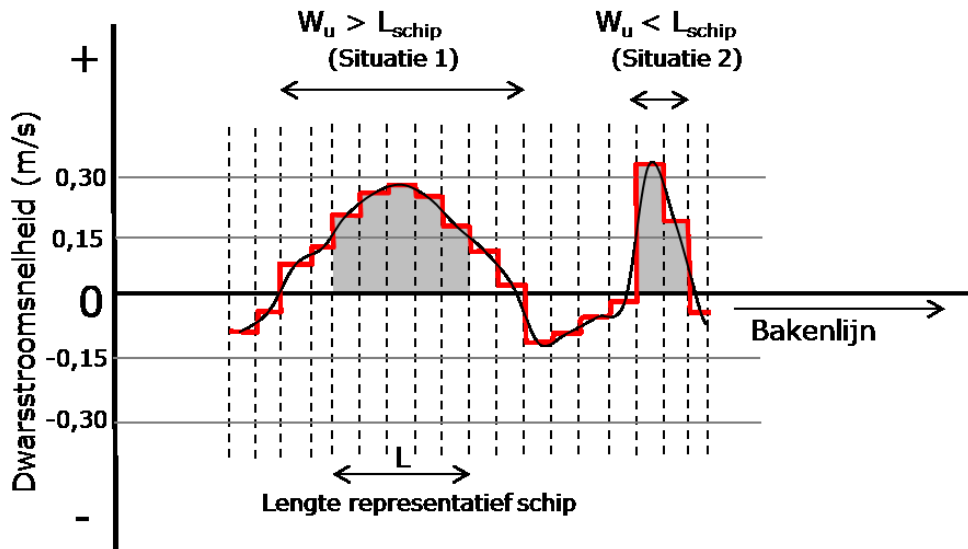
- a. Indien voor alle veranderde rekencellen geldt  $u < 0.15$  m/s: dwarsstroming OK.
- b. Indien voor een of meerdere veranderde rekencellen geldt  $u > 0,15$  m/s: ga naar stap 2.
- c. In veel gevallen zal al op voorhand duidelijk zijn dat het dwarsstroomdebiet groter is dan 50 m<sup>3</sup>/s. De rekenexercitie in Stap 2 kan dan worden overgeslagen. Ga in dat geval naar Stap 3.

### Stap 2: Bepaal het dwarsstroomdebiet (m<sup>3</sup>/s) ter hoogte van de ingreep

Het dwarsstroomdebiet (m<sup>3</sup>/s) kan worden bepaald om te toetsen of het debiet klein is ( $Q < 50$  m<sup>3</sup>/s) zodat het hoge criterium (0,30 m/s) mag worden toegepast.

Indien het debiet in het dwarsstroomveld moet worden bepaald, dan moet dit bepaald worden over de lengte (L) van een representatief schip (Zie voor afmetingen Tabel 1), of als het een zogenaamde puntbelasting (geconcentreerde in- of uitstroming) betreft, over de breedte van het stroomveld ( $W_u$ ) tussen de punten waar de dwarsstroomsnelheid nihil is. Dus in geval van een puntbelasting ( $W_u < L$ ) dient de breedte  $W_u$  van de puntlozing

als uitgangspunt te worden genomen. Deze breedte is gedefinieerd als waar de dwarsstroomsnelheid de nullijn kruist. Zie Figuur 1:



Figuur 1: Principeschets bepaling dwarsstroomdebiet. Links bepaling dwarsstroomdebiet in geval van een brede in- of uitstrooming. Rechts bepaling dwarsstroomdebiet in geval van een geconcentreerde in- of uitstrooming.

Het dwarsstroomdebiet wordt bepaald over de representatieve afstand  $W_{u,repr}$ . Voor bepaling van  $W_{u,repr}$  zijn er twee situaties mogelijk:

*Situatie 1:*

Als de breedte van de instroom/uitstroom  $W_u$  groter of gelijk is dan de lengte van een representatief schip (situatie 1): bepaal het totale dwarsstroomdebiet over de representatieve scheepslengte door sommatie van het debiet in de rekencellen met de hoogste dwarsstroomsnelheid (waarbij de representatieve afstand  $W_{u,repr}$  gelijk is aan de lengte van het schip  $L$ ):

*Situatie 2:*

Als de breedte van de instrooming/uitstrooming  $W_u$  kleiner is dan de lengte van een representatief schip (situatie 2): bepaal het totale dwarsstroomdebiet door sommatie van het debiet over alle rekencellen over de breedte van de instrooming/uitstrooming (waarbij de representatieve afstand  $W_{u,repr}$  gelijk is aan de breedte van het stroomveld  $W_u$ ).

Het dwarsstroomdebiet wordt eerst per cel berekend (en vervolgens gesommeerd):

$$Q = W_{u,repr} \times D \times U_{repr} \quad (2)$$

$Q$  = dwarsstroomdebiet [ $m^3/s$ ]

$W_{u,repr}$  = representatieve breedte van de instrooming/uitstrooming [ $m$ ]

$D$  = diepgang van een representatief schip [ $m$ ]

$U_{repr}$  = representatieve dwarsstroomsnelheid op rand van de vaarweg [ $m/s$ ]

Te gebruiken afmetingen van een representatief schip voor berekenen van het dwarsstroomdebiet:



Tabel 1: Afmetingen representatief schip

Rivier	Lengte schip	Diepte schip
Waal	269,50 m	4,50 m
Nederrijn/Lek	186,50	3,50 m
IJssel	110 m	3,50 m
Zwarte Water	110 m	3,25 m
Maas	193 m	3,50 m
Merweddes	225 m	4,50 m
Amer/Haringvliet/ Hollands Diep	225 m	4,75 m

Bron: Binnenvaartpolitiereglement (Rijksoverheid, 2012) en Rijnvaartpolitiereglement (Centrale Commissie voor de Rijnvaart, 2015)

### Stap 3: Beoordeel het berekende dwarsstroomdebiet:

Indien  $Q > 50 \text{ m}^3/\text{s}$ : Maximaal toelaatbare dwarsstroming is 0,15 m/s.

Indien  $Q < 50 \text{ m}^3/\text{s}$ : Maximaal toelaatbare dwarsstroming is 0,30 m/s.

Indien de dwarsstroming in de referentie situatie al boven de normen zit, dan geldt dat de ingreep geen toename van de dwarsstroming mag veroorzaken.

Als na optimalisatie en door aanpassing van het ontwerp van de ingreep niet aan deze criteria kan worden voldaan, kan de rivierbeheerder de initiatiefnemer verzoeken om nader onderzoek uit te voeren met scheepssimulaties met een stuurautomaat.

Dit onderzoek moet worden uitgevoerd bij een representatieve reeks rivierafvoeren, scheepsklassen en verkeersbeelden. Vastgesteld moet worden of:

- 1) De toename van de padbreedte (ten opzichte van het minimum van de scheepsbreedte B van het schip) door dwarsstroom minder is dan 0,5 x de scheepsbreedte B (en het schip dus niet buiten de eigen vaarbaan van  $2*B$  raakt) en:
- 2) De maximum uitslag van het scheepsroer door dwarsstroom minder is dan 20 graden.

## **Bijlage 8: Bepaling morfologische effecten**

### **Inleiding**

Beleid is dat de binnenvaart geen onnodige negatieve effecten mag ondervinden van maatregelen die voor waterkwantiteit en waterkwaliteit gemaakt worden. Met dat doel dient een nieuw initiatief op morfologische effecten onderzocht te worden en dient het ontwerp van een initiatief indien nodig geoptimaliseerd en/of gemitigeerd te worden, ten einde de effecten voor de scheepvaart zo klein mogelijk te maken. Dit betekent dat de initiatiefnemer moet aantonen dat het mogelijke is gedaan om aanzanding te voorkomen. Het beleid is gebaseerd op het veroorzakersbeginsel. Dit uitgangspunt is vastgelegd in het NWP 2022-2027.

Zoals in de hoofdtekst van het RBK al is gemeld, wordt aanbevolen om altijd in overleg te treden met de rivierbeheerder om vast te stellen of er morfologische beoordelingsaspecten relevant zijn voor het beoordelen van een ingreep, en zo ja, wat de te volgen methode is voor het bepalen van de morfologische effecten.

In dit Rivierkundig Beoordelingskader worden twee methoden voor het kwantitatief inschatten van morfologische effecten door ingrepen beschreven, naast een kwalitatieve beschouwing op basis van vuistregels / expert judgement (zie ook Toelichting R12). De eerste kwantitatieve methode is op basis van het veranderende hydraulische stroombeeld door een ingreep (*WAQMorf*). De tweede kwantitatieve methode is met een numeriek morfologisch model (*DELFT3D*).

Inzet van een van de twee methoden of een combinatie van de twee methoden wordt in deze bijlage nader uitgewerkt. De uitwerking van het veroorzakersbeginsel uit het NWP 2022-2027 wordt behandeld in een aparte paragraaf van deze bijlage.

De werkwijze van de uitwerking van de morfologische effecten (incl. aanzanding t.b.v. veroorzakersbeginsel) is stapsgewijs:

#### **1. Kwalitatieve beschouwing:**

Op basis van vuistregels / ervaringsregels kan worden vastgesteld of er aanzanding te verwachten is. Als er geen aanzanding wordt verwacht of de te verwachten aanzanding is verwaarloosbaar, zijn geen verdere morfologische analyses nodig.

Hiermee kunnen voor alle type ingrepen de effecten in het hele rivierbed inzichtelijk worden gemaakt.

#### **2. Interpretatie van hydraulische veranderingen met WAQMorf**

Wanneer een kwalitatieve beschouwing niet mogelijk is, of er wél aanzanding wordt verwacht, kan een kwantitatieve schatting worden gemaakt met behulp van WAQMorf. WAQMorf is te zien als een vuistregel voor de te verwachten aanzanding of erosie. Voorwaarde is dat het gaat om een enkelvoudige maatregel met een lengte kleiner dan 5 km die zich buiten de normaallijnen bevindt en zich slechts over één oever of uiterwaard uitstrekt.

WAQMorf is een methodiek (c.q. een nabewerking op WAQUA-resultaten) waarmee op basis van 2D hydrodynamische berekeningen een eerste inschatting gemaakt kan worden van morfologische veranderingen in het zomerbed als gevolg van lokale ingrepen buiten het zomerbed.

WAQMorf geeft een inschatting van het evenwichtseffect in bodemligging door een lokale ingreep, rekening houdend met een gemiddelde seizoensvariatie in de afvoer. Het resultaat is een indicatie van grootte en plaats van bodemliggingseffecten (gemiddeld

over een hoog- en laagwaterseizoen) die zich voldoende lange tijd na aanleg van de ingreep kunnen ontwikkelen.

WAQMorf is dus vooral geschikt om de orde-grootte van lokale bodemveranderingen te verkennen, nog zonder alle dynamiek in bodemligging en vaargeulonderhoud te beschouwen die door een ingreep kan ontstaan. Een interpretatie van hydraulische veranderingen levert dus niet een volledig beeld van alle te verwachten effecten, en is dus ook niet in alle gevallen voldoende voor een betrouwbare rivierkundige beoordeling.

De benodigde WAQMorf-executable is een onderdeel van de Simona-software en wordt ter beschikking gesteld door Deltares.

### **Doel**

Het doel van WAQMorf is een eenvoudige en eenduidige eerste beoordeling van de te verwachten bodemveranderingen in het zomerbed van de rivier. Als de met WAQMorf geschatte effecten niet significant blijken te zijn, dan is de analyse veelal voldoende voor een beoordeling van de ingreep. Als de met WAQMorf geschatte effecten wel significant blijken, dan dient men het ontwerp van de ingreep te wijzigen (optimalisatie van het ontwerp) en van het gewijzigde ontwerp de effecten met WAQMorf wederom in te schatten. In overleg met het bevoegd gezag kan er ook gekozen worden om de effectbepaling uit te gaan voeren met een DELFT3D-model<sup>22</sup> voor het nauwkeuriger in beeld krijgen van de morfologische effecten. Dit geldt met name wanneer sprake is van complexe maatregelen of wanneer na optimalisatie een significante sedimentatie resteert. Benadrukt wordt dat ook in berekeningen in DELFT3D onzekerheden optreden waardoor effectbepalingen moeilijk vergelijkbaar zijn. In sommige gevallen kan WAQMorf dan de betere keuze zijn doordat vaak een zuiverder vergelijking kan worden gemaakt met de WAQMorf resultaten. Een aandachtspunt hierbij is dat WAQMorf met een fijner rooster rekent.

### **Toepassing**

WAQMorf kan worden toegepast voor enkelvoudige ingrepen in rivierstukken van maximaal 5 km lengte. De analyse bestaat uit vier stappen, bij de eerste en derde stap wordt WAQMorf gebruikt:

- 1) Men dient eerst (met WAQMorf) in te schatten of de ingreep enige hydraulische invloed heeft bij een gemiddelde afvoer, tijdens hoge afvoeren en in de overgangssituatie daartussen. Vervolgens wordt door WAQMorf aangegeven welke WAQUA berekeningen relevant zijn voor de inschatting van morfologische effecten. Dit advies wordt weggeschreven in de file *verslag.run*.
- 2) De WAQUA berekeningen worden op de gebruikelijke wijze uitgevoerd en de resulterende files met waterdiepten en stroomsnelheden worden via WAQVIEW in exportfiles klaargezet.
- 3) In de derde stap worden met WAQMorf de exportfiles van stap 2) bewerkt en gecombineerd tot een opnieuw in WAQVIEW beschikbare inschatting van de bodemverandering. De resultaten worden weggeschreven in de files *jaargem.out* (seizoensgemiddeld effect); *maxmorf.out* (effect na hoogwaterseizoen) en *minmorf.out* (effect na laagwaterseizoen). Als bij 2) is afgeweken van de bij stap 1 geadviseerde berekeningen, dan moet in deze derde stap in WAQMorf de juiste afvoer worden opgegeven.
- 4) De resultaten kunnen vervolgens in WAQVIEW in kaarten zichtbaar worden gemaakt. Aanvullend wordt door WAQMorf een aanzandingslengte gegenereerd. Met deze lengte is vanaf de bovenstroomse rand van het bodemeffect, het gebied geschat, waar binnen de vaargeul jaarlijks het volume van de geschatte bodemverandering verwijderd zou moeten worden als er vanwege de criteria lokaal geen ruimte is voor aanzanding in de vaargeul.

<sup>22</sup> Voor de Maas bestaat er geen DELFT3D-model. Voor Rijntakken en Merwedens wel.

## **Interpretatie**

Bij de interpretatie van de WAQMorf resultaten moet men zich realiseren dat:

- De resultaten van WAQMorf zijn alleen bruikbaar voor het zomerbed in het riviertraject met de ingreep.
- Eventuele bodemveranderingen *buiten het directe invloedsgebied* van de maatregel, en effecten door veranderingen in sedimentuitwisseling tussen winter- en zomerbed niet worden beschouwd. Een deel van de morfologische effecten blijft dus mogelijk buiten beeld.
- *Het tijdsverloop in de ontwikkeling* van effecten niet wordt beschouwd. Als het volume van de evenwichtsbodemveranderingen significant groter is dan de jaarlijkse sedimentvrucht, dan kan de ontwikkeling van zo'n evenwichtssituatie zeer lang duren.
- De met WAQMorf ingeschatte bodemveranderingen gelden bij onveranderd vaargeulonderhoud.
- De hydraulische berekeningen van de referentie- en plansituatie op hetzelfde WAQUA-rooster moeten worden berekend.

Voor meer achtergrondinformatie over WAQMorf wordt verwezen naar de memo "Methodiek inschatting morfologische effecten in het zomerbed door lokale rivieringrepen", Rijkswaterstaat Waterdienst d.d. december 2011.

## **3. Simulatie van dynamische bodemligging met DELFT3D**

Als een interpretatie van de hydraulische effecten met WAQMorf uitwijst dat de effecten van verwachte bodemveranderingen ook na optimalisatie van het ontwerp significant zijn, of WAQMorf niet toereikend is voor de complexiteit van de berekening, dan moeten effecten worden bepaald met behulp een morfodynamische simulatie met een numeriek model voor riviermorfologie, DELFT3D. Met DELFT3D kunnen, in tegenstelling tot WAQMorf, alle dynamische bodemontwikkelingen beschouwd worden, net als de effecten op het vaargeulonderhoud, zowel op lokaal als op rivierniveau. Met voldoende ruimtelijk detail en betrouwbaarheid. Bovendien kan met DELFT3D de invloed van gecombineerde maatregelen en onderhoudsstrategieën bekeken worden. Benadrukt wordt dat door alle reken- en schematisatiemogelijkheden ook meer onzekerheden worden geïntroduceerd en dat dit de analyse van effecten van maatregelen niet altijd gemakkelijker maakt.

Er zijn DELFT3D-(deel-)modellen beschikbaar voor de Rijntakken en de Rijn-Maasmonding. Deze (deel-)modellen zijn in beheer bij Deltares. Nadeel van het gebruik van Delft3D zijn de rekentijd en kosten.

### **Doel**

Met DELFT3D is het mogelijk door simulatie van dynamische zomerbed bodemliggingen, met en zonder ingreep, een nauwkeurige kwantitatieve voorspelling te maken van de in dit Rivierkundig Beoordelingskader beschreven morfologische effecten van een ingreep.

### **Toepassing**

DELFT3D kan worden toegepast voor ingrepen in winter- en zomerbed, welke resulteren in effecten in het zomerbed. Met DELFT3D kunnen de effecten binnen de normaallijnen in beeld gebracht worden.

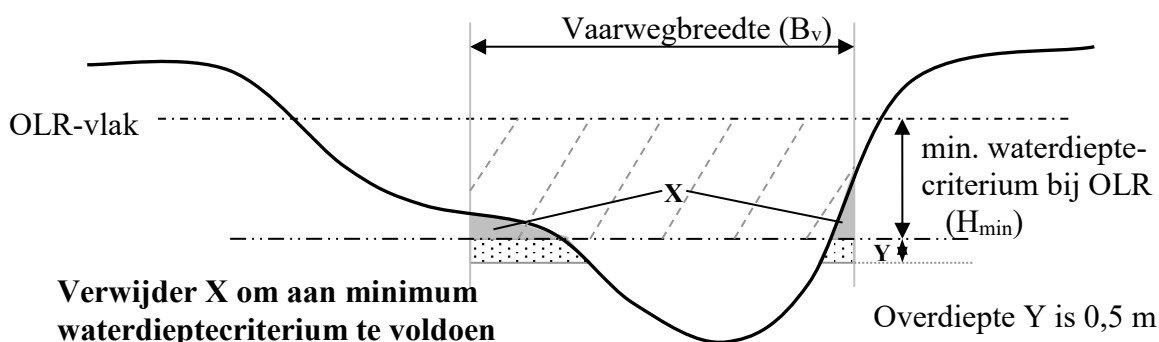
Bij toepassing van Delft3D heeft Deltares een kwaliteitsborgende rol, zodat de modellen op de juiste wijze worden gebruikt. Bij de kwaliteit borgende rol valt te denken aan ondersteuning bij de vraag welke berekeningen moeten worden uitgevoerd, ondersteuning bij de vraag op welke wijze de rivieringreep geschematiseerd kan worden, en review van de uitgevoerde berekening en rapportage. De referentiesituatie, waarmee de plansituatie moet worden vergeleken, en de schematisatie van de plansituatie in het morfologisch model worden in overleg met de rivierbeheerder vastgesteld. Het

gemodelleerde gebied, de gesimuleerde periode en de uitvoer moeten in overleg met de rivierbeheerder zodanig worden gekozen dat alle voor de beoordeling relevante effecten in de analyse kunnen worden beschouwd. De modelinstellingen en de kwaliteit van de toepassing dient door Deltares te worden getoetst.

### Interpretatie

In het algemeen zijn voor de effectbepaling twee typen modelberekeningen nodig:

- i) een berekening van tweedimensionale bodemliggingen in de referentiesituatie (zonder plan), en
- ii) een berekening van tweedimensionale bodemliggingen in de plansituatie. In beide berekeningen wordt het vaargeulonderhoud beschouwd als het *vaargeulonderhoud gericht op handhaving van een minimale waterdiepte bij OLR*:



*Voorbeeld toets minimum waterdiepte in dwarsdoorsnede vaarweg bij OLR*

Figuur 1: Definitie minimum waterdieptecriterium bij OLR in dwarsprofiel (gegarandeerde diepte bij OLR, zie ook **Bijlage 6**).

Met de resultaten hiervan kunnen de in dit Rivierkundig Beoordelingskader beschreven effecten worden bepaald. Interpretaties die hiervoor nodig kunnen zijn, worden in overleg met de rivierbeheerder gedaan.

Bij de interpretatie van de DELFT3D resultaten moet men zich realiseren dat:

- Het verloop in rivierafvoer in de DELFT3D toepassing is geschematiseerd tot een enkele hoogwatergolf per jaar, zonder scenario's met tussentijdse kleinere hoogwaters van kortere duur. Hierdoor zijn de berekende jaarlijkse bodemvariaties in werkelijkheid mogelijk kleiner en frequenter.
- De simulatie van het baggeren en storten af kan wijken van werkelijke onderhoudsstrategieën.

### Werkwijze / stappenplan DELFT3D

Stappen voor het opzetten van een morfologische berekening met Delft3D:

1. Model aanvragen via Helpdesk Water<sup>23</sup>
2. SMT ophalen van OpenEarthTools<sup>24</sup>
3. Voor de SMT wordt uitgegaan van een quasi-stationaire aanpak. Hierbij moet een database met verschillende stationaire stroombeelden worden opgezet. Voor elk afvoerniveau, moet er een evenwichtstoestand worden bepaald. Dit wordt ook wel de *hydrodynamische inspeelperiode* genoemd. De benodigde inspeeltijd moet lang genoeg zijn zodat tot de bovenstroomse waterstanden en de benedenstroomse

<sup>23</sup> <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/applicaties-model/per-regio/contact/meldingsformulier/>

<sup>24</sup> <https://svn.oss.deltares.nl/repos/openearthtools/trunk/python/applications/SMT>

debiëten niet meer veranderen in de tijd. Er moet gebruik gemaakt worden van een jaarlijks repeterende standaard-hydrograaf. Deze stroombeelden kunnen vervolgens worden gecombineerd tot een database. Dit proces moet worden uitgevoerd voor zowel de situatie met en zonder maatregel. De te gebruiken afvoeren bij Lobith zijn 1020, 1203, 1635, 2250, 3053, 3824, 4717, 6151, en 8592 m<sup>3</sup>/s. Deze worden bovenstrooms opgelegd. Benedenstrooms bij de Beneden Merwede, Nieuwe Merwede, en bij het Ketelmeer worden per afvoerniveau waterstanden opgelegd. Op de Nederrijn bij de stuw bij Driel wordt per afvoerniveau een afvoeronttrekking opgelegd.

4. De sedimentsamenstelling in lengterichting is in het model voorgeschreven op basis van metingen. Rondom splitsingspunten wordt het gebruik van gegradeerd sediment aanbevolen. Voor het gegradeerde deel van de berekening is het voor plan-situatie en referentie belangrijk om te werken met een ingespeelde sedimentsamenstelling in de bodem. Die wordt bereikt door de bodem vast te houden totdat de samenstelling is aangepast en een geschikte dwarsvariatie in bodemsamenstelling kan worden vastgesteld. Deze samenstelling van de toplaag wordt vervolgens gecombineerd met de oorspronkelijke onderlagen voor de inspeelperiode voor de bodemsamenstelling. Aan de bovenstroomse rand van de Boven-Rijn wordt als dit de toepassing niet hindert, een bodemdaling van 2,5 cm/jaar opgelegd, conform de langjarige trend voor deze riviertak.
5. De *morfologische inspeelperiode* wordt vastgelegd door de variabele InitialPeriod in de SMT. Dit is een periode in minuten waarin geen morfologische veranderingen optreden voorafgaand aan de afvoerperiode in de stapsgewijze hydrograaf. In het huidige model wordt een periode van 360 minuten aangehouden.
6. Baggeren en storten wordt opgelegd met verschillende bagger- en stortregels. Deze zijn gebaseerd op de minimale diepte in het Rivierkundig Beoordelingskader (zie **Bijlage 9**). Er wordt per rivierkilometer in de vaargeul gebaggerd en het materiaal wordt teruggestort in ruimte die eerst opzij wordt gezocht, dan een kilometer bovenstrooms en anders een kilometer benedenstrooms. Het is belangrijk om ook berekeningen met baggeronderhoud mee te nemen als er sediment uit het systeem wordt verwijderd voor de bepaling van de eindaanzanding (c.q. evenwichtsligging van de bodem). In simulaties met baggeronderhoud dient het verschil in baggeronderhoud tussen de situaties met en zonder maatregel ook te worden opgeteld bij het jaargemiddelde eindaanzandingsvolume.
7. De duur van de berekening zal afhankelijk van de maatregel en het riviertraject rond de 20 jaar zijn. De simulatie moet lang genoeg duren zodanig dat de jaargemiddelde eindaanzanding een evenwicht heeft bereikt. Het jaargemiddelde aanzandingsvolume wordt bepaald door het verschil van de jaargemiddelde bodemligging voor de situatie met en zonder maatregel, op de plekken waar de bodem in de situatie met plan hoger ligt dan in de situatie zonder plan.

#### 4. Specifieke uitwerking Verorzakersbeginsel NWP 2022-2027

Het doel van de bepaling van de aanzanding in het zomerbed (binnen de normaallijnen) is om ervoor te zorgen dat er geen aanzanding plaatsvindt ten gevolge van de maatregel. Als er wel aanzanding optreedt, kan het bevoegd gezag de goedkeuring van de ingreep onthouden en zal de initiatiefnemer het ontwerp moeten aanpassen (optimaliseren ontwerp en mitigeren negatieve effecten) en zal de aanzanding opnieuw bepaald moeten worden. Van te voren is het belangrijk dat de initiatiefnemer afspraken maakt met het bevoegd gezag over de te leveren inspanningsverplichting om effecten van aanzanding te minimaliseren, of (in kader van een brede afweging van belangen) toelaatbaar wordt geacht door het bevoegd gezag.

##### Toepassing WAQMorf

Voorwaarde voor het gebruik van WAQMorf is dat het gaat om een enkelvoudige maatregel met een lengte kleiner dan 5 km die zich buiten de normaallijnen bevindt en zich slechts over één oever of uiterwaard uitstrekt. Het volume dat zo wordt verkregen, overschat doorgaans de hoeveelheid aanzanding ten opzichte van schattingen met DELFT3D. De schatting met WAQMorf moet worden uitgevoerd door, of in opdracht van, de initiatiefnemer of aanvrager. Het bevoegd gezag heeft hierbij een adviserende (indien nodig) en controlerende taak. WAQMorf kan geschikt worden geacht indien het de aanzandingsvolumes niet onderschat.

Met WAQMorf dient het jaargemiddelde eindaanzandingsvolume in het gebied tussen de normaallijnen<sup>25</sup> bepaald te worden (via het bestand *jaargem.out*). Hierbij dragen alleen de locaties waar de jaargemiddelde eindaanzanding positief is bij aan het jaargemiddelde eindaanzandingsvolume.

##### Toepassing Delft3D

Wanneer WAQMorf ontoereikend is (bijvoorbeeld als een nauwkeuriger antwoord nodig is), kan de aanzanding in het zomerbed als gevolg van een maatregel worden berekend met Delft3D. Delft3D is een numeriek model om bodemveranderingen te berekenen. De Delft3D-berekening dient een voldoende lange periode door te rekenen om de morfologische effecten de tijd te geven om de nieuwe evenwichtsligging van de bodem te bereiken. Op basis van de nieuwe evenwichtsligging kan het jaargemiddelde bodemeffect worden bepaald. Het jaargemiddelde eindaanzandingsvolume wordt bepaald door het verschil tussen de jaargemiddelde eindbodempligging in een set simulaties met en zonder maatregel te bepalen.

Hierbij kan in de simulaties het vigerende baggeronderhoud worden meegenomen, eventueel inclusief de onttrekking van sediment aan het systeem. De jaargemiddelde eindaanzanding wordt vastgesteld als de jaargemiddelde aanzanding (gedefinieerd als het bodemverschil waar de bodem in plansituatie hoger ligt dan de bodem in de referentie situatie) wanneer de berekende bodempligging in het planstudie-model en in het referentie-model over meerdere jaren in evenwicht is.

Deltares kan als onderdeel van de kwaliteitsborging en in overleg met het bevoegd gezag adviseren over het al of niet meenemen van baggeronderhoud in de berekeningen. Soms kan het voor de interpretatie van de berekeningen nuttig zijn om berekeningen zowel met als zonder baggeronderhoud uit te laten voeren. Bij een berekening waarbij baggeronderhoud wordt meegenomen dient naast het jaargemiddelde eindaanzandingsvolume ook het verschil in baggeronderhoud te worden opgeteld bij het volume dat in rekening wordt gebracht volgens het veroorzakersbeginsel.

<sup>25</sup> Met WAQMorf kan alleen een inschatting gemaakt worden van de morfologische veranderingen in het gebied tussen de normaallijnen, en niet daarbuiten (zoals oeverzone en uiterwaarden)

Het is belangrijk om instellingen en randvoorwaarden van de modellen niet te wijzigen, tenzij op advies van Deltares, als onderdeel van de kwaliteitsborging.

Voor de Rijntakken en Merwedese is er een morfologische modelinstrumentarium beschikbaar. Dit modelinstrumentarium kan worden uitgeleverd via de Helpdesk Water, waarbij RWS en Deltares aanvullende voorwaarden stellen ten aanzien van het gebruik van het model en de software. Deze aanvullende voorwaarden worden verstrekt na aanvraag van het model instrumentarium via de Helpdesk Water. Voor de Maas is momenteel geen morfologisch model beschikbaar.

## 5. Te rapporteren

De te rapporteren effecten, ofwel op te leveren producten, zijn onder te verdelen in:

- Figuren van patronen van morfologische effecten (erosie en sedimentatie) in het 2D-vlak;
- Interpretatie/analyse van deze patronen, in relatie tot een zekere "representatieve bodemligging" (= een langjarig gemiddelde bodemligging, rekening houdend met seizoenseffecten en bodemvormen);
- Volumeberekening aanzanding en erosie (tabel met volume per riviervak van 100 m), om gevolgen voor beheer en onderhoud vast te stellen.
- Gekozen modelinstellingen en gemaakte aannames.

Deze onderdelen worden hier toegelicht.

### Figuren patronen van aanzanding en erosie

WAQMorf berekent drie karakteristieke (evenwichts)bodemveranderingen:

- maximale waarde [m] aan het einde van het hoogwaterseizoen (maxmorf)
- minimale waarde [m] aan het einde van het laagwaterseizoen (minmorf)
- jaargemiddelde waarde [m] (jaargem)

De jaargemiddelde bodemverandering is vooral van belang voor de beoordeling van de effecten op de vaarweg en het daaraan gerelateerde beheer & onderhoud (Uitwerking Veroorzakersbeginsel). De minimale en maximale evenwichtsbodemliggingen zijn vooral (maar niet uitsluitend) van belang om een indruk te geven van de dynamiek als gevolg van de maatregel die in de evenwichtssituatie door de afwisseling van hoge en lage afvoeren kan ontstaan.

De initiatiefnemer dient aan te tonen dat het ontwerp is geoptimaliseerd (en eventueel gemitigeerd) om de morfologische effecten op de vaarweg zo veel als mogelijk te beperken. Hierbij dienen, naast de effecten van de eindvariant, ook de effecten van de beschouwde (optimalisatie-) varianten inzichtelijk te worden gemaakt. Dat bestaat uit:

- 2D-kaarten berekenende morfologische effecten uit WAQMorf
- 2D-kaarten waarbij deze effecten zijn gesuperponeerd op een representatieve bodemligging
- Tabellen waaruit erosie en sediment is af te leiden (volumes per riviervak van 100 m lengte):

#### *A. Totale erosie en sedimentatie:*

1. Sedimentatie in m<sup>3</sup> per Hm-vak
2. Erosie in m<sup>3</sup> per Hm-vak

#### *B. Bodemhoogte t.o.v. de internationale CCR norm:*

3. Maximum bodemhoogte t.o.v. de norm/bodemhoogte criterium; en
4. Effect op de maximum bodemhoogte per Hm-vak

#### *C. Het volume dat niet voldoet aan de internationale CCR norm:*



5. Volume boven de norm/bodemhoogte criterium; en
6. Effect op volume boven de norm/bodemhoogte per Hm-vak

*D. Baggervolume incl. 30 cm baggermarge dat verwijderd moet worden om aan de internationale CCR norm te voldoen;*

7. Volume boven de norm/bodemhoogte criterium minus 30 cm ; en
8. Effect op volume boven de norm/bodemhoogte minus 30m per Hm-vak

*E. Gemiddelde bodemhoogte t.o.v. de internationale CCR-norm (c.q. beschikbare kielspeling voor faciliteren van vlotte vaart),*

9. Gemiddelde bodemhoogte t.o.v. de norm/bodemhoogte criterium; en
10. Effect op de gemiddelde bodemhoogte t.o.v. de norm/bodemhoogte minus kielspeling per Hm-vak

*F. Baggervolume in de kielspeling<sup>26</sup> dat verwijderd zou moeten worden voor vlotte en veilige scheepvaart,*

11. Volume boven de norm/bodemhoogte criterium minus kielspeling; en
12. Effect op volume boven de norm/bodemhoogte minus kielspeling per Hm-vak

Bovenstaande bodemhoogtes, baggervolumes en gemiddelde bodemhoogtes (per riviervak van 100 m lengte) geven in geval van sedimentatie inzicht in de hinder en gevolgen van sedimentatie voor de scheepvaart. Ze helpen bij het afwegen van belangen in het optimalisatie proces met als doel te verzekeren dat de vaarweg per saldo niet verslechterd.

WAQMorf berekent de evenwichtsbodemveranderingen in het 2D-vlak. Voor WAQMorf dienen de jaargemiddelde, minimale en maximale evenwichtsbodemveranderingen gevisualiseerd te worden. Figuur 2 geeft een voorbeeld van de visualisatie van de "jaargem"-output van WAQMorf waarbij:

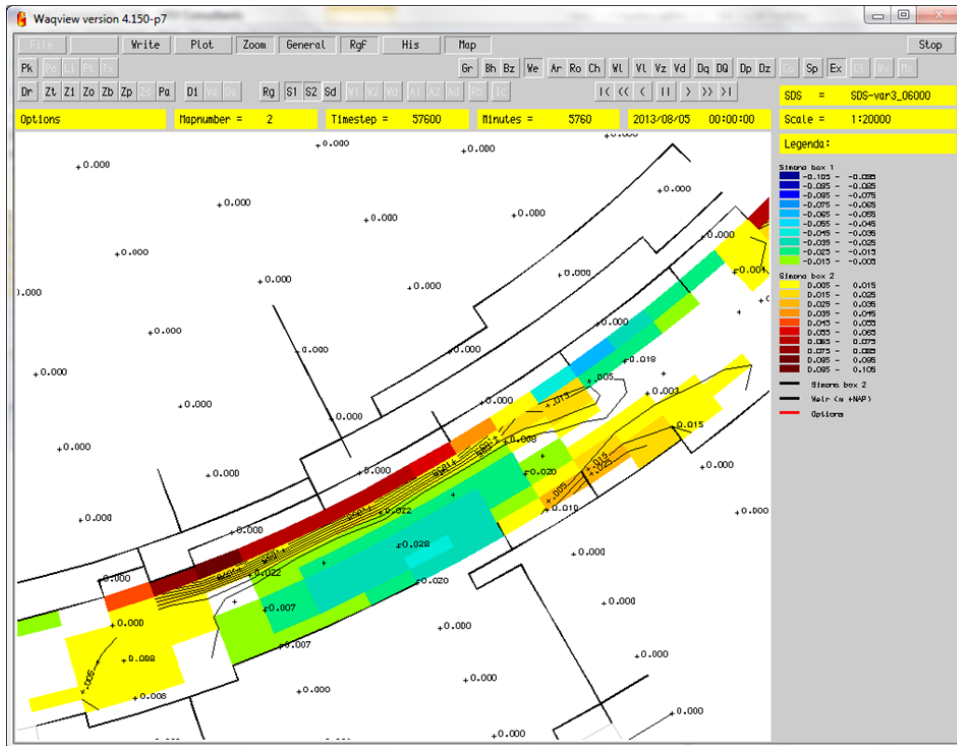
- Er duidelijk onderscheidende kleurklassen zijn gebruikt.
- Kleine bodemveranderingen (hier kleiner dan 0,5 cm) niet zijn getoond.
- Bij detailfiguren kan op regelmatige afstand de bodemverandering met een getal getoond worden (Figuur 3). Eventueel kunnen ook isolijnen worden toegevoegd.
- Relevante referentie-informatie wordt getoond, zoals bijvoorbeeld de ligging van de rivierkilometers, vaargeulbegrenzing, normaallijnen, etc.

---

<sup>26</sup> Kielspeling bedraagt 120 cm in de Boven-Rijn, de Waal, het Pannerdenschkanaal en de Neder-Rijn tot Sluis Driel; 140 cm in de gestuwde Neder-Rijn en Lek (Driel –Hagesteijn) en de Lek beneden Hagesteijn; en 100 cm in de IJssel (IJsselkop tot de zomerbedverdieping bij Kampen) en 140 cm in de IJssel vanaf de zomerbedverdieping bij Kampen tot en met het Keteldiep.



Figuur 2: Voorbeeld jaargemiddelde bodemveranderingen uit WAQMorf. Veranderingen <0,5 cm niet getoond.



Figuur 3: Voorbeeld detailfiguur met waarden (om de 3 increments). Ook isolijnen zijn opgenomen.

Soortgelijke figuren zijn ook te maken op basis van DELFT3D uitvoer. DELFT3D berekent aanzanding en erosie in de tijd in het 2D-vlak. Voor DELFT3D kan via een nabewerking op de modeluitvoer de jaargemiddelde bodemveranderingen worden berekend en op soortgelijke wijze (Figuur 3) worden gevisualiseerd. Alternatief kan worden volstaan met het visualiseren van erosie en sedimentatie op vaste tijdstippen van de berekeningen (na hoogwater/laagwater). Voor een juiste interpretatie van de effecten is het daarbij van belang dat de effecten (ook) worden gevisualiseerd op basis van een DELFT3D berekening zonder vaargeulonderhoud.

Interpretatie/analyse van deze patronen

Naast het tonen van de met WAQMORF of DELFT3D berekende morfologische effecten dienen deze geïnterpreteerd te worden in relatie tot de beschikbare waterdiepte bij OLR.

Daarbij zijn de volgende gegevens van belang:

- Maximale bodemligging bij OLR in combinatie met de eis voor de minimale gegarandeerde diepte.
- Breedte-gemiddelde bodemligging bij OLR in combinatie met de minimaal benodigde kielspeling voor vlotte (=CO2 zuinige) scheepvaart.
- Een representatieve bodemligging = een langjarig gemiddelde bodemligging, rekening houdend met seizoenseffecten en bodemvormen.

Bovenstaande gegevens kunnen op verzoek door Rijkswaterstaat worden uitgeleverd als ASCII-bodemgrids en/of xyz-data. De resolutie is ongeveer 1x1 meter in het horizontale vlak. Ten behoeve van de interpretatie van de bodemveranderingen dienen de bodemveranderingen "gesuperponeerd" te worden op de maximale en representatieve bodemligging. Om dat de bodemgrids en modeldata niet op hetzelfde rekengrid beschikbaar zijn, dient met een hulpmiddel (GIS/Matlab/) de data bewerkt te worden, zodat 2D-kaarten gemaakt kunnen worden van de bodemligging inclusief bodemveranderingen. Dit geeft inzicht of de locaties met aanzanding/erosie een risico opleveren voor vlot en veilig scheepvaartverkeer.

## Bijlage 9: Eisen vaargeulafmetingen

De beschikbare vaarweg wordt beïnvloed door veranderingen in de bodemligging door morfologische processen en door hydraulische veranderingen (waterstand, afvoerverdeling riviertakken). Ten aanzien van de vaargeul zijn minimale vaargeulafmetingen bepaald bij een bepaalde referentie situatie. Door een ingreep mogen de vaargeulafmetingen niet kleiner worden dan de minimale vaargeulafmetingen.

### **Rijntakken:**

Voor de Rijntakken zijn de eisen waar de vaargeul aan moet voldoen in termen van diepte en breedte vastgelegd. Ten aanzien van de breedte van de vaargeul moet rekening gehouden worden met in de toekomst voorziene verbreding van vaargeulen:

Waal: verbreding van de vaargeul van 150 m naar 170 m.

Een studie (Marin, 2007) heeft uitgewezen dat gerekend moet worden met een vaargeulbreedte van 180 m in 2020. Hierover zijn echter nog geen besluiten genomen. De verbreding opgenomen in de afspraken met Duitsland;

Lek: Verbreding van de vaargeul van 80 m naar 100 m (Lekkanaal – Schoonhoven); Gewenst i.v.m. nieuwe Beatrixsluis en voor opheffen knelpunt bij Klaphek.

IJssel: Verbreding van de vaargeulafmeting van de IJssel is opgenomen vanaf RBK3.0. Voor de IJssel is een planstudie uitgevoerd om de vaarweg te verbeteren. Ook is er een nieuwe ontwerp voor de vaargeul gemaakt met een ca. 10 m bredere vaargeul. Deze vaargeul met breedte van 50 m, 60 m, 65 m, 80 m en 50 m is aangeleverd voor het nieuwe PC-NAT(2020).

In de beoordeling van de bodemligging in de vaargeul wordt ook rekening gehouden met de toekomstige vaargeulafmetingen.

### **Maas:**

Voor de waterdiepte in de Maas is de situatie met minimale afvoeren (MLW) maatgevend. Voor de Maas is het Maasroute-project in uitvoering om de vaargeul te verbeteren tot klasse Vb (maximaal toegestane diepgang 3,50m). De maximale aflaaddiepte zal daardoor van 3,0 tot 3,5 m worden vergroot (waterdiepte in de Maas = 4,90 m). Deze laatste waterdiepte wordt als minimale vaargeulafmeting aangehouden.

### **Rijn-Maasmonding:**

De minimale vaargeulafmetingen in de Rijn-Maasmonding zijn volgens de norm CEMT-1992.

Tabel 1 t/m 3 zijn in ieder geval geldig tot en met 3<sup>de</sup> kwartaal 2019. De waterstanden in de Rijntakken zijn voortdurend onderhevig aan veranderingen. Medio 2019 zal worden besloten of de kolom "Minimale waterdiepte" moet worden aangepast aan de actuele situatie. Welke tabellen geldig zijn na het 3<sup>de</sup> kwartaal van 2019 dient t.z.t. opgevraagd te worden bij de rivierbeheerder.

Tabel 1: Minimale vaargeulafmetingen Boven-Rijn / Waal (inclusief Boven-Merwede)

Locatie	Km	Vaargeulbreedte [m]	Minimale waterdiepte onder OLR [cm]
Lobith (Tolkamer)	862,180	150,0	280
	864,500	150,0	280
	865,000	164,0	280
	865,500	189,0	280
	866,000	229,0	280
	866,500	258,0	280
	867,000	270,0	280

	867,220	285,0	280
Pannerdensche Kop	867,300	306,0	280
	867,500	185,0	280
	867,700	150,0	280
Nijmegen	884,870	150,0	280
Dodewaard	901,375	150,0	280
Tiel	913,250	150,0	280
	916,000	150,0	280
	917,000	150,0	280
	918,000	150,0	281
	919,000	150,0	284
	920,000	150,0	288
	921,000	150,0	289
	922,000	150,0	290
	923,000	150,0	292
	924,000	150,0	292
	925,000	150,0	294
	926,000	150,0	300
St.Andries	926,120	150,0	302
	927,000	150,0	307
	928,000	150,0	314
	929,000	150,0	319
	930,000	150,0	322
	931,000	150,0	324
	932,000	150,0	329
	933,000	150,0	334
	934,000	150,0	336
Zaltbommel	934,780	150,0	339
	935,000	150,0	340
	936,000	152,5	345
	937,000	155,0	350
	938,000	157,5	355
	939,000	160,0	359
	940,000	162,5	364
	941,000	165,0	367
	942,000	167,5	370
	943,000	170,0	374
	944,000	172,5	377
	945,000	175,0	380
	946,000	177,5	384
	947,000	180,0	387
	948,000	182,5	390
	949,000	185,0	393
	950,000	187,5	395
	951,000	190,0	396
Vuren	951,780	191,95	397
DON 952,500	952,000	192,5	397
WNZ 952,500	953,000	195,0	399
	954,000	197,5	399

Gorinchem-haven	955,000	200,0	450
	956,000	202,5	450
Werkendam	961,000	202,5	450

Tabel 2: Minimale vaargeulafmetingen Pannerdensch Kanaal, Nederrijn en Lek

Locatie	Km	Vaargeulbreedte [m]	Minimale waterdiepte onder OLR [cm]
Pannerdensche kop	867,22	70,0	280
Pannerden	871,805	70,0	280
IJsselkop	878,46	70,0	280
Arnhem	882,8	70,0	280
	887	70,0	280
	888	70,0	280
	889	70,0	280
	890	70,0	281
	891	70,0	288
Driel boven	891,17	70,0	290
Driel beneden	891,75	80,0	350
Grebbe	908,09	80,0	350
	909	80,0	350
	910	80,0	356
	911	80,0	371
	912	80,0	383
	913	80,0	397
	914	80,0	411
	915	80,0	421
	916	80,0	437
	917	80,0	451
	918	80,0	464
	919	80,0	475
	920	80,0	489
	921	80,0	504
	922	80,0	519
Amerongen boven	922,02	80,0	519
Amerongen beneden <sup>27</sup>	922,54	80,0	350
	937	80,0	350
	938	80,0	352
	939	80,0	361
Culemborg brug	939,805	80,0	367
	941	80,0	382
	942	80,0	391
	943	80,0	402
	944	80,0	413
	945	80,0	421
	946	80,0	430
Hagestein boven	946,64	80,0	435
Hagestein beneden	947,11	80,0	350
	954	80,0	350
	955	82,5	350
	956	85,0	350
	957	87,5	350
	958	90,0	350
	959	92,5	350

<sup>27</sup> Op het stuwpaand Hagestein geldt via het open Amsterdam-Rijnkanaal de OLR van Tiel.

	960	95,0	350
	961	97,5	350
	962	100,0	350
	963	102,5	350
	964	105,0	350
	965	107,5	350
	966	110,0	350
	967	112,5	350
	968	115,0	350
DON 969,630	969	117,5	350
WNZ 969,630	970	120,0	350
	971	122,5	350
Schoonhoven	971,58 5	123,9625	350
	972	125,0	350
	973	127,5	350
	974	130,0	350
Krimpen a/d Lek	988,64	130,0	350

Tabel 3: Minimale vaargeulafmetingen IJssel

Locatie	Km	Vaargeulbreedte [m]	Minimale waterdiepte onder OLR [cm]
IJsselkop	878,46	40	250
De Steeg haven	890,66	40	250
Doesburg brug	903,015	40	250
	929	40	250
Zutphen noord	929,3	40	250
Eefde beneden	932	50	250
	945	50	250
Deventer	945,03	50	250
Olst	957,125	50	250
Wijhe	965,165	50	250
	966	50	250
	967	50	250
	968	65	253
	969	65	256
	970	65	261
	971	65	264
	972	65	269
	973	65	272
	974	65	275
	975	65	279
	976	65	283
	977	65	286
	978	65	289
	979	65	293
	980	65	297
Katerveer	980,75	65	299
	981	65	301
	982	65	304
	983	65	308
	984	65	311
	985	65	314
	986	65	316
	987	65	318
	988	65	321
	989	65	323
	990	65	326

	991	65	328
	992	65	331
Zomerbedverdieping	993	65	334
Zomerbedverdieping	994	65	336
Kampen bovenhaven	994,495	80	337
Zomerbedverdieping	995	80	337
Zomerbedverdieping	996	80	339
Zomerbedverdieping	997	80	340
Zomerbedverdieping	998	80	350
Keteldiep	1001,5	80	350
	1002	74	350
	1003	68	350
	1004	62	350
	1005	56	350
Ketelmond-DON	1006	50	350
Hanzerak-DMN	1006	130	350

Tabel 4: Minimale vaargeulafmetingen Zwarte Water

Locatie	Vaargeulbreedte [m]	Minimale waterdiepte bij waterstand NAP
Zwolsche Diep – Hasselt	55	NAP – 4,75 m
Hasselt – Zwolle-IJsselkanaal	43	NAP – 4,75 m

Tabel 5: Minimale vaargeulafmetingen Maas

Traject	Vaargeulbreedte [m]	Diepte vaargeul
Sluis Ternaaien – Weurt (Waal)	beschikbare breedte*	MLW – 4,90 m

\* Maximaal beschikbare breedte (is niet in cijfers vastgelegd)



Tabel 6: Minimale vaargeulafmetingen Rijn-Maasmonding (Bron: "Vaargeulen in beheer bij dir. Zuid-Holland; afmetingen, normen en interventieniveaus "; versie concept d.d. 1 april 2013)

Rivier	Diepte vaargeul			Breedte vaargeul
<b>Riviergeulen</b>				
	Leggerdiepte CEMT-92	Ingrijpdiepte	Onderhouds- diepte	Breedte bij OLW
Afgedamde Maas	OLW – 2,80 m	OLW – 3,10 m	OLW – 3,40 m	100 m
Heusdensch Kanaal	OLW – 2,80 m	OLW – 3,10 m	OLW – 3,40 m	70 m
Bergsche Maas	OLW – 4,00 m	OLW – 4,40 m	OLW – 4,80 m	166 m
Amer	OLW – 4,50 m	OLW – 4,95 m	OLW – 5,40 m	188 m
Nieuwe Merwede	OLW – 4,50 m	OLW – 4,95 m	OLW – 5,40 m	207 m
Hollandsch Diep	OLW – 4,50 m	OLW – 5,40 m	OLW – 5,85 m	350 m
Haringvliet	OLW – 4,50 m	OLW – 5,40 m	OLW – 5,85 m	128 m
Boven Merwede	OLW – 4,50 m	OLW – 4,95 m	OLW – 5,40 m	240 m
Beneden Merwede	OLW – 4,50 m	OLW – 4,95 m	OLW – 5,40 m	240 m
Noord	OLW – 4,50 m	OLW – 4,95 m	OLW – 5,40 m	217 m
Nieuwe Maas	OLW – 4,50 m	OLW – 4,95 m	OLW – 5,40 m	250 – 480 m
Lek (Krimpen- Schoonhoven) <sup>1)</sup>	OLW – 3,50 m	OLW – 3,85 m	OLW – 4,45 m	170 m
Hollandsche IJssel	OLW – 2,80 m	OLW – 3,10 m	OLW – 3,40 m	106 m <sup>2)</sup>
Spui/Beningen	OLW – 2,80 m	OLW – 3,10 m	OLW – 3,40 m	106 m
Oude Maas	OLW – 4,50 m	OLW – 4,95 m	OLW – 5,40 m	250 m
Dordtsche Kil	OLW – 4,50 m	OLW – 4,95 m	OLW – 5,40 m	250 m
<b>Zeevaartgeulen</b>				
	Maximale diepgang	Ingrijpdiepte	Onderhouds- diepte	Breedte
Oude Maas	NAP – 9,45 m <sup>3)</sup>	NAP – 10,20 m <sup>4)</sup>	NAP – 10,50 m <sup>4)</sup>	100 – 130 m
Dordtsche Kil	NAP – 8,90 m <sup>3)</sup>	NAP – 9,40 m	NAP – 10,00 m <sup>5)</sup>	100 m
Oversteek Hollandsch Diep	NAP – 8,90 m <sup>3)</sup>	NAP – 9,40 m	NAP – 10,00 m	100 m
Nieuwe Maas: Km-raai 994.0 tot km 1000.0	NAP – 7,50 m		NAP – 8,00 m	350 m
Nieuwe Maas: km-raai 1000.0 tot 1004.5	NAP – 11,50 m		NAP – 12,00 m	350 m
Nieuwe Maas: km-raai 1004.5 tot 1013.4	NAP – 14,50 m		NAP – 14,80 m	350 m
Nieuwe Waterweg: Km-raai 1013.5 tot 1032.6	NAP – 15,00 m		NAP – 16,00 m	500 m

**Opmerkingen:**

- 1) In verband met de vaart van en naar het Lekkanaal en de Neder-Rijn, bepalen de drempelhoogte van resp. de Beatrixsluizen en de sluis/stuw bij Hagestein de maximaal toelaatbare diepgang en dus ook de ingrijpdiepte en de onderhoudsdiepte.
- 2) Plaatselijk veel smaller
- 3) Bij gemiddeld hoogwater (GHW)
- 4) Deze waterdiepte gelden voor Spijkenisse; bij Dordrecht zijn de maximale bodemhoogtes respectievelijk NAP – 10,00 m en NAP – 10,30 m
- 5) Ter hoogte van de Kiltunnel en de aardgas- en drinkwaterleiding mag niet gebaggerd worden tot NAP – 10,00 m

## Bijlage 10: Afvoerverdeling Rijntakken en Merwedes

### Rijntakken

Tabel 1. De beleidsmatige afvoerverdeling bij een Boven-Rijn afvoer van 16.000 m<sup>3</sup>/s is:

Riviertak	Aandeel (%)	Per tak (m <sup>3</sup> /s)	Per tak (m <sup>3</sup> /s)
Boven-Rijn	100	10000 <sup>1)</sup>	16000
Waal	63,53	6473	10165
Neder-Rijn – Lek	21,10	2077	3380 <sup>2)</sup>
IJssel	15,37	1450	2461 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> De afvoerverdeling bij een Boven-Rijn afvoer van 10000 m<sup>3</sup>/s komt uit de HR'96 voor het benedenrivierengebied en is niet beleidsmatig vastgesteld.

<sup>2)</sup> Deze afvoer is inclusief het debiet van gemaal Kandia (in totaal 6 m<sup>3</sup>/s).

### Merwedes

Tabel 2. De afvoerverdeling over de Merwedes berekend met het 1D-model SOBEK bij verschillende afvoeren van de Boven-Rijn, het lozingsprogramma LPH'84 van de Haringvlietsluizen en een gemiddeld getij.

Riviertak	Boven-Rijn afvoer					
	800 m <sup>3</sup> /s		2200 m <sup>3</sup> /s		10.000 m <sup>3</sup> /s	
	Afvoer m <sup>3</sup> /s	Aandeel (%)	Afvoer m <sup>3</sup> /s	Aandeel (%)	Afvoer m <sup>3</sup> /s	Aandeel (%)
Boven Merwede	650	100	1504	100	6473	100
Nieuwe Merwede	436	67	957	64	4102	63
Beneden Merwede	214	33	547	36	2371	37

## Bijlage 11: Modellerings vegetatie (ruwheid)

In de Vegetatielegger van Rijkswaterstaat (zie ook: <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/waterkeringen/leggers/vegetatielegger/index.aspx>) wordt gewerkt met 4 verschillende homogene vegetatieklassen. Deze vegetatieklassen worden van elkaar onderscheiden door de mate van ruwheid. Van glad naar ruw gaat het om de volgende vegetatieklassen:

- Gras en akker
- Riet en ruigte
- Bos
- Struweel

Daarnaast zijn er 3 mengklassen gedefinieerd. Mengklassen zijn opgebouwd in percentages ruwe begroeiing (dit is begroeiing met een opstuwende werking bij hoogwater, zoals bos en struweel) en gladde begroeiing (gras en akker) en geven flexibiliteit bij het beheer van natuurgebieden.

mengklasse	gras en akker	riet en ruigte	bos	struweel
90/10	minimaal 80%	maximaal 20%		
70/30	minimaal 30%	onbepaald	maximaal 40%	
50/50	minimaal 10%	onbepaald	maximaal 60%	

Voor de modellering van de ruwheid van de vegetatie van een nieuwe ingreep mag alleen gebruik worden gemaakt van bovenstaande vegetatieklassen en mengklassen. De contour van een mengklasse en de mengklasse zelf zijn onlosmakelijk aan elkaar gekoppeld. Bij het schematiseren van een plan mag deze koppeling niet worden verbroken voor reeds gedefinieerde mengklassen op de vegetatielegger.

Initiatiefnemers kunnen in het geval van aanpassing van de mengklassen in het projectgebied contact opnemen met de rivierbeheerder over de te volgen werkwijze.<sup>28</sup>

Voor het schematiseren van vegetatie zijn daarom slechts de volgende ruwheidscodes toegestaan:

201: Water  
202: Verhard oppervlak

1981: Gras en akker  
1982: Riet en ruigte  
1983: Bos  
1984: Struweel

1996: Mengklasse 90/10  
1997: Mengklasse 70/30  
1998: Mengklasse 50/50

Heggen worden als aparte categorie opgenomen. Ook water en bebouwd of verhard terrein zijn als aparte categorie opgenomen.

<sup>28</sup> Zie interne werkafpraak mengklassen bij rivierkundige toetsing van vergunningaanvragen <https://werkwijzer.cf-prod.intranet.rws.nl/link/standaard/5597>

Heggen en hagen zijn lijnvormige rijen van struiken of bomen. Als een heg smaller is dan 5 meter en minimaal 5 meter lang, dan dient deze als lijnelement te worden geschematiseerd. Indien een heg breder is dan 5 meter dan dient een heg niet meer als lijnelement maar als *struweel* (tot 5 m hoog) of als *bos* (hoger dan 5 meter) geschematiseerd te worden.

Solitaire bomen, bomen in kleine groepen (maximaal 3 exemplaren) en bomen in rijen of lanen dienen als punten geschematiseerd te worden. Bomen in rijen of lanen waarvan de kronen aaneensluiten, dienen niet als boom maar als bos geschematiseerd te worden.

Deze manier van schematiseren sluit 1 op 1 aan bij de Vegetatielegger<sup>29</sup>, welke opgenomen is in de te gebruiken B&O-modellen van Rijkswaterstaat.

### **Homogene vegetatieklassen**

#### *Gras en akker*

De klasse gras en akker bestaat uit onbegroeide terreinen, open kruidenvegetaties, dichte grasvegetaties en ruigtekruiden die in de winter bovengronds afsterven of platliggen. Het meest onderscheidende kenmerk van deze klasse is de afwezigheid van vegetatie of, indien wel aanwezig, een open vegetatie met een gemiddelde hoogte van minder dan circa 50 cm in de winter. In beperkte mate kan riet en/of ruigte en in zeer geringe mate bomen of struiken aanwezig zijn, in kleine eenheden van maximaal enkele vierkante meter. Door extensivering van het beheer kan dit type overgaan in de klasse riet en ruigte met een gemiddelde vegetatiehoogte van meer dan circa 50 cm.

#### *Riet en ruigte*

De klasse riet en ruigte bestaat uit moerasvegetaties en natte tot droge ruigten, die in de winter bovengronds niet afsterven of platliggen. Het meest onderscheidende kenmerk is de dominantie van kruiden met een hoogte van 1 tot 2 meter, waardoor deze klasse beduidend hoger is dan de klasse gras en akker. De moeras- en ruigtevegetaties worden veelal gedomineerd door een beperkt aantal soorten. De variabiliteit aan soorten is binnen de klasse echter groot als gevolg van variatie in voedselrijkdom en vochtigheid van de bodem. Er kunnen in beperkte mate bomen of struiken aanwezig zijn, in eenheden van maximaal enkele vierkante meter. Door extensivering van het beheer kan dit type overgaan in de klasse struweel.

#### *Struweel*

De klasse struweel bestaat uit vegetaties die gedomineerd worden door struiken. De hoogte varieert van circa 2 tot 5 meter. Het meest onderscheidende kenmerk is naast vegetatiehoogte een dichte structuur van takken en stammen over de gehele hoogte. De struwelen worden gedomineerd door een beperkt aantal soorten. Er kan een ondergroei van ruigte aanwezig zijn. Deze klasse kan op den duur overgaan in de klasse bos, indien jonge boomvormende soorten voorkomen (bijvoorbeeld bij zachthoutoibos) of bomen zich tijdens de successie vestigen.

#### *Bos*

De klasse bos bestaat uit vegetaties die gedomineerd worden door opgaande bomen. De hoogte varieert van circa 5 meter tot meer dan 15 meter. Belangrijkste onderscheidende kenmerk van deze klasse ten opzichte van de klasse struweel, is beperkte aanwezigheid van takken en stammen in de onderste meters. De boomlaag wordt veelal gedomineerd door een beperkt aantal soorten. Met name bij natuurlijk bos kan een ondergroei van ruigte en struweel aanwezig zijn. Boomgaarden en bomenlanen met aaneengesloten kruinen staan als bos op de legger.

---

<sup>29</sup> Vegetatielegger van de Legger Rijkswaterstaatswerken, oktober 2014.

## **Bijlage 12: Te presenteren geometrische informatie bij vergunningaanvraag**

### **Bodemligging: hoogte**

Het betreft hoogtegegevens van de nieuwe situatie (met ingreep) van het zomer- en winterbed van zowel droge als natte delen, dus ook onder water. De hoogte en de plaats van de nieuwe bodemligging kan worden weergegeven door breuklijnen, hoogtelijnen en hoogtepunten. Breuklijnen geven de hoogte en plaats aan van de bovenkant van een talud (hellingvlak), de onderkant van een talud en van scherpe overgangen in een talud. Breuklijnen kunnen zowel bij ophogingen als afgravingen (geulen, plassen e.d.) voorkomen. Zie ook de toelichting in **Bijlage 13**. Het gebruik van breuklijnen geeft een overzichtelijke tekening en voorkomt een onnodig grote hoeveelheid data in hoogtebestanden. Bij hoogtelijnen is de richtlijn voor de grootte van het hoogte-interval: 1 m.

### **Bodemligging: steile taluds**

Als een talud (hellingvlak) van de bodem steil is, dan kan dit een grotere weerstand voor de stroming betekenen. Hoe steiler een talud, des te groter de stromingsweerstand. Een talud is daardoor een bijzonder onderdeel in de weergave van de bodemligging. Steile taluds met een helling steiler dan 1:7 moeten op een aparte manier (herkenbaar) worden aangegeven.

### **Bodemligging: horizontale terreinen**

Voor het aangeven van de hoogteligging van bijna tot geheel horizontale vlakken zijn hoogtepunten bruikbaar. Dit geldt ook als deze gebieden licht geaccidenteerd zijn (variatie in hoogte minder dan ½ m) in de vorm van flauwe glooiingen.

### **Bodemligging: begrenzingen**

De begrenzing van een ophoging of afgraving ook moet worden aangegeven door een lijn. Deze lijn wordt aangeduid als *insteeklijn*.

### **Kaden en kribben en (gestroomlijnde) overlaten**

Voor (zomer)kaden en kribben geldt in wezen hetzelfde als voor taluds. Deze vormen een grote(re) weerstand voor de stroming. Een ander kenmerk van een kade is de breedte van de kruin, die maximaal 10 m is. Alle nieuwe en te wijzigen kaden moeten op een aparte manier (herkenbaar) worden aangegeven. De aan te leveren hoogte-informatie van standaard kaden bestaat uit de kruinhoogte van de kade, de kruinbreedte, de maaiveldhoogte aan weerszijde van de kade en de taludhelling links en rechts.

In WAQUA zijn deze standaard overlaten gebaseerd op een gemiddeld kadeprofiel; trapeziumvormig met een kruin van 3 m breedte en onbegroeide taluds van 1:3. Als de beoogde nieuwe kade voor wat betreft dwarsprofiel en begroeiing hier significant van afwijkt (bijvoorbeeld in geval van gestroomlijnde overlaten) dan dient dit aanvullend in BASELINE<sup>30</sup> te worden gespecificeerd. Deze optie geldt voor alle overlaten, behalve kribben. Kaden, kribben en steile taluds worden in de stromingsberekeningen aangeduid als 'overlaten' (voor een toelichting zie **Bijlage 13**).

De hoogten van alle breuklijnen, hoogtelijnen, hoogtepunten, kaden etc. zijn in meters ten opzichte van NAP met 2 decimalen. De locatie van lijnen en punten aangegeven in het RD-stelsel (Parijse coördinaten).

Samengevat zal het geheel aan verstrekte hoogte-informatie duidelijkheid moeten geven over de ligging, omvang en vorm van de diverse hoge en lage onderdelen van de ingreep.

---

<sup>30</sup> Baseline Protocol 5 (Rijkswaterstaat Waterdienst / Deltares, 2012)

## **Ruwheden**

Tot de ruwheden worden gerekend: de bodemruwheid van geulen, plassen, slikkige oevers en verharde terreinen etc., maar ook de stromingsweerstand van vegetatie en obstakels voor de stroming (o.a. gebouwen, sluisje, afvoerregelwerk nevengeul, steiger).

Voor de stromingsweerstand van bodemruwheid en vegetatie is een indeling gemaakt in zogenaamde vegetatieklassen en mengklassen. Een overzicht van alle vegetatieklassen en mengklassen staat in **Bijlage 11**.

Van elke type ruwheid is informatie over de locatie en de omvang nodig. Gebiedsdekkende typen dienen weergegeven te worden in gesloten contouren. Daarnaast zijn er lijn- (heggen) en punttypen (alleenstaande bomen).

Samengevat bestaat de aan te leveren informatie over de vegetatie uit de locatie en omvang van de vegetatie (punt, lijn, vlak) en de vegetatieleggerklasse.

Ook voor de overige ruwheidselementen als verharde terreinen geldt dat informatie over de locatie en omvang moet worden aangeleverd.

De aan te leveren informatie van *obstakels* bestaat uit de afmetingen en de locatie. Soms is ook het materiaal van de constructie van belang (bijv. van een afvoerregelwerk). Bij obstakels die boven de waterspiegel uitsteken, (bijv. gebouwen) is de omtrek van de plaats voldoende.

De grens van een hoogwatervrij gebied ligt ter plaatse van de onderkant van het talud van de ophoging.

### Bijlage 13: De belangrijkste BASELINE-bestanden

Het onderscheiden van een steil talud in de bodemligging bestaat uit het omvormen van de breuklijn ter plaatse van de bovenkant van een talud in een *hoogteverschillijn*. Ook een (gedeelte van een) insteeklijn kan (bijv. bij een afgraving) een hoogteverschillijn worden.

De hoogte-informatie van een hoogteverschillijn bestaat uit de hoogte van de bovenkant van het talud, de bodemhoogte van het hoge maaiveld naast de bovenkant van het talud en de maaiveldhoogte naast de onderkant van het steile talud.

Voor kaden en hoogteverschillijnen geldt dat bij de teen van het talud ook een breuklijn<sup>31</sup> met een hoogte moet worden aangegeven.

De hoogten van een insteeklijn afleiden uit de bodemligging van de referentie. Een insteeklijn zal in z'n geheel of in delen als een breuklijn of een hoogteverschillijn worden toegepast.

De belangrijkste BASELINE-bestanden staan in Tabel 1. Daarin is ook aangegeven welke elementen en bijbehorende kenmerken daarbij horen.

Tabel 1: BASELINE-bestanden

Categorie	BASELINE datafiles	Elementen (kenmerken)
Bodemligging	breuklijnen	lijnen/routes (x,y) met daaraan gekoppelde punten/events (kruinhoogte)
	hoogteverschillijnen	lijnen/routes (x,y) met daaraan gekoppelde punten/events ( hoogte bovenkant talud (kruinhoogte), hoogte maaiveld links en rechts, kruinbreedte, taludhelling links en rechts, ruwheidscode)
	hoogtepunten	punten (x,y) met hoogte
	bandijken	lijnen/routes (x,y) met daaraan gekoppelde punten/events (kruinhoogte, teenhoogte)
Kaden en kribben	kaden en kribben	lijnen/routes (x,y) met daaraan gekoppelde punten/events (met kruinhoogte, linker- en rechter bodemhoogte, kruinbreedte, taludhelling links en rechts, ruwheidscode)
Ruwheden	vlakdekkende vegetatietypen (incl. water, verharde terreinen en bebouwing)	vlakken (x,y) met ruwheidscodes
	Bomen en lanen	punten (x,y) met vegetatiekenmerken
	heggen	lijnen (x,y) met vegetatiekenmerken
	hoogwatervrije vlakken, gebouwen en pijlers	vlakken (x,y) met ruwheidscode
	hoogwatervrije lijnen	lijnen (x,y)

Voorbeelden van (op een kaart) getekende digitale bestanden van ingrepen staan in **Bijlage 14**.

<sup>31</sup> Een (teen)lijn aangeven op de overgang van het talud naar de vlakke(re) bodem, tenzij het talud flauwer is dan 1:20

De gegevens van een BASELINE-maatregel vervangen de bestaande (oude) gegevens van de referentie of van een omgevingsvergunning van een vroegere ingreep. Het zijn dus wijzigingsbestanden.

Een volledige BASELINE-maatregel bestaat uit: verwijderingscontouren (erase bestanden), toevoegbestanden, één of meerdere wijzigingscontouren, verwijder- resp. toevoeglijsten, een info-document (metadata.doc) en (indien van toepassing) de bronbestanden die zijn gebruikt voor het maken van de maatregel.

De technische eisen, waaraan de verschillende BASELINE-bestanden moeten voldoen, zijn te vinden in het BASELINE protocol<sup>32</sup>. Standaard is BASELINE protocol 5. In sommige gevallen is BASELINE Protocol 3 of 4 gewenst (zoals bij langlopende projecten als Ruimte voor de Rivier en Maaswerken). Voor specifieke inhoudelijke zaken en een uitgebreidere toelichting wordt verwezen naar het document 'BASELINE maatregelen, eisen en richtlijnen'<sup>33</sup> dat geschreven is voor het schematiseren van maatregelen in BASELINE 4 formaat maar grotendeels ook kan worden toegepast voor het schematiseren in BASELINE protocol 5.

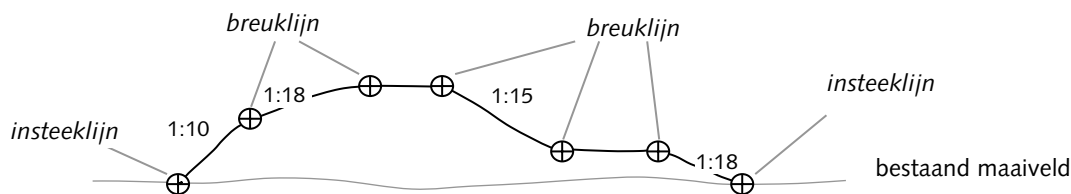
## Toelichting technische begrippen

De begrippen *breuklijn*, *hoogteverschillijn* en *kade* (en kribben) en *overlaat* worden hieronder toegelicht.

### **Breuklijn.**

De breuklijn geeft een overgang in bodemhoogte weer. Dit is bijvoorbeeld de overgang van een flauw talud naar een horizontaal terrein of de plaats waar de helling van het talud verandert.

Ook een hoogtelijn zal vaak een breuklijn worden. Aan de rand van de ophoging komt een insteeklijn (bij een ophoging wordt dit een breuklijn).



Figuur 1. Dwarsdoorsnede terreinophoging met flauwe taluds

Voor de breuklijn dient alleen de hoogte van het maaiveld te worden aangegeven. De hoogte kan langs een breuklijn variëren.

### **Hoogteverschillijn**

Bij een hoogteverschillijn is er per definitie slechts aan één kant sprake van een talud. Standaard valt hier een talud onder met een helling die steiler is dan 1:7. Door nieuwe kennis blijkt de harde grens van 1:7 niet terecht. Ook taluds van 1:7 en flauwer geven een stromingsweerstand door zogenaamde 'overlaatwerking', die met het flauwer worden van het talud wel steeds minder wordt. Dit inzicht mag alleen worden gebruikt bij het verflauwen van een bestaand talud. De hoogteverschillijn wordt dan ook toegepast voor een talud met een helling van 1:7 of flauwer. Voor nieuw aan te leggen taluds geldt nog steeds dat het talud van de een hoogteverschillijn steiler is dan 1:7.

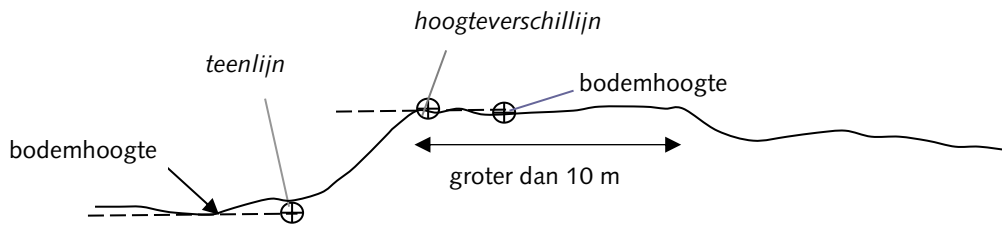
De kruin –als dit al als zodanig kan worden opgevat–, is dus breder dan 10 meter (zie figuur 2). Een hoogteverschillijn komt voor bij wat grotere hooggelegen terreinen (bijv.

<sup>32</sup> BASELINE Dataprotocol BASELINE 5 (Rijkswaterstaat Waterdienst / Deltares, 2012)

<sup>33</sup> BASELINE maatregelen – eisen en richtlijnen, versie 1.0 (RWS-ON, december 2007)



hoogwatervrije vlakken en gebouwen), steile rivieroeveren of bij afgravingen (klei - en zandputten).



Figuur 2. Dwarsdoorsnede terreinverhoging met steil talud

De hoogteverschillijn ligt op de locatie van de (evt. fictieve) kruinlijn. Aan de onderkant van het talud komt een breuklijn (teenlijn). De hoogteverschillijn dient te worden voorzien van een aantal hoogtes: de kruinhoogte (de bodemhoogte ter plaatse van de bovenkant van het talud), de kruinbreedte, de bodemhoogte van de onderkant van het talud (teenhoogte), de bodemhoogte aan de andere kant van de hoogteverschillijn (geen talud, deze is gelijk aan de kruinhoogte) en tot slot de taludhelling links en rechts. Voor de taludhelling aan de zijde van de taludsprong dient de werkelijke helling te worden ingevuld. Voor de taludhelling aan de andere zijde de default waarde (1:4), omdat deze helling geen fysieke betekenis heeft.

De hoogte van de lijnen kan in lengterichting (langs de lijnen) variëren.

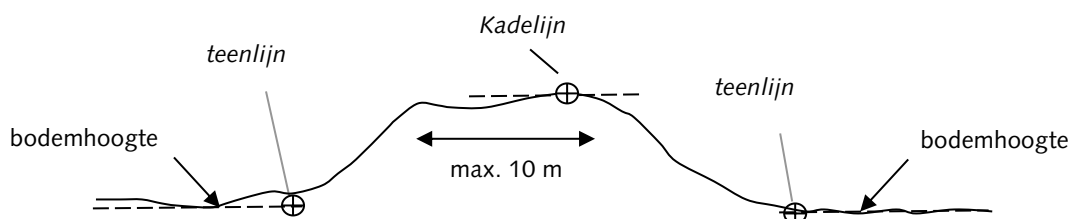
### Kade

Een kade is een smalle, langgerekte verhoging in het terrein. De breedte van de kruin is maximaal 10 m en de taluds zijn steil. Standaard valt hier een talud onder met een helling die steiler is dan 1:7. Door nieuwe kennis blijkt de harde grens van 1:7 niet terecht. Ook taluds van 1:7 en flauwer geven een stromingsweerstand door de zogenaamde 'overlaatwerking', die met het flauwer worden van het talud wel steeds minder wordt. Dit inzicht mag alleen worden gebruikt bij het verflauwen van het talud van een bestaande kade. Voor nieuw aan te leggen kaden geldt nog steeds dat het talud van een kade steiler is dan 1:7.

Kaden kunnen verschillende functies hebben, bijvoorbeeld als grondlichaam voor een weg, stroomgeleiding, waterkering voor de zomerperiode (zomerkaden). Ook kribben worden beschouwd als een kade.

Meestal zijn kaden aangelegd (kunstmatig). Maar ook terreinruggen, die aan de bovenstaande kenmerken voldoen, worden als een kade beschouwd.

De kade wordt weergegeven als een enkele lijn (in het midden in de lengterichting van de kade). De kade heeft een aantal hoogtes, namelijk de kruinhoogte (hoogste punt op de kade), de kruinbreedte, de hoogte van de bodem links en rechts naast de taluds van de kade en tot slot de taludhelling links en rechts (zie figuur 3). De hoogtes kunnen in de lengterichting van de kade variëren.



Figuur 3. Dwarsdoorsnede kade

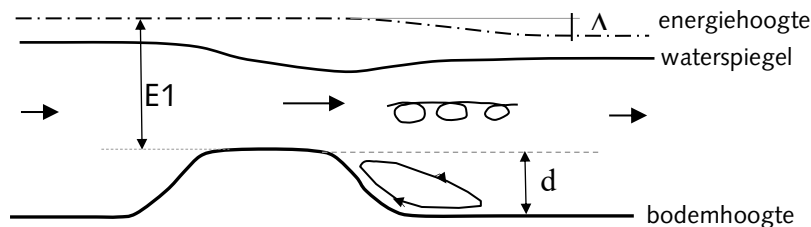
De laaggelegen teenlijnen, die de bodemhoogte naast de kade schematisch weergeven, dienen als breuklijn te worden beschouwd.

Kribben zijn een bijzondere vorm van een kade. Langs kribben ontbreekt meestal (een deel van) de teenlijn, omdat deze zich onder water bevindt. De overige elementen van een kade worden ook weergegeven bij een krib.

### **Overlaat**

Het bijzondere van een overlaat is de sterke vertraging van de stroming aan de benedenstroomse zijde. Het sterk vertragen van het stromende water veroorzaakt een grote turbulentie en de aanwezigheid van een (bodem)neer. Hierdoor treedt er een groot energieverlies op in vergelijking met het energieverlies door bodemwrijving.

Het energieverlies veroorzaakt een hogere waterstand bovenstrooms van de overlaat. In figuur 4 is de stroming over een kade schematisch aangegeven. De pijl geeft de stroomrichting en -snelheid aan.



*Figuur 4. Dwarsdoorsnede en stroming over een kade*

Boven de kruin van de overlaat wordt het water versneld, waarna het achter de overlaat wordt vertraagd. Naast de bekende vormen van overlaten als kaden en kribben wordt elke plaats waar een sterke stroomvertraging kan optreden, gezien als een overlaat. Dit betekent dat ook kademuren en steile taluds in het maaiveld (hoogteverschillijn bij helling steiler dan ca 1:7) als overlaten worden beschouwd.

De grootte van het energieverlies ( $\Delta E$ ) wordt bepaald door de stroming (afvoer over de overlaat, de energiehogte  $E1$ ) en de afmetingen van de kade (kruinhoogte en drempelhoogte 'd'). Hoe hoger de kade en/of drempelhoogte des te groter het energieverlies.

De invloed van de kadevorm als taludhelling is in Waqua te berekenen met de zogenaamde Villemonte optie. Bij gebruik hiervan zal ook de kadevorm in de referentie berekening goed moeten zijn geschematiseerd. Opgemerkt wordt dat in het referentiemodel de Villemonte optie standaard uit staat.

### **Samenvatting**

Het begin en eind van een talud(vlak) worden begrensd door breuklijnen (met punten op verschillende NAP-hoogten). De laag gelegen breuklijn is de teenlijn van het talud en de hoog gelegen breuklijn is de kruinlijn van het talud.

Als de taludhelling steiler is dan 1:7 dan wordt de hooggelegen breuklijn (kruinlijn) gedefinieerd als een hoogteverschillijn (met energieverliezen in de WAQUA-berekening).

Als de kruinbreedte kleiner is dan 10 m en beide taluds zijn steiler dan 1:7, dan wordt voldaan aan de definitie van een 'Kade' (met energieverliezen in de WAQUA-berekening).

De beide kruinlijnen (hoogteverschillen) van de kruin van de kade worden dan vervangen door een Kadelijn in het midden van de kruin (met NAP-hoogten gelijk aan de hoogste punten van de kruin).

Bij een effectberekening met een andere overlaatvorm, o.a. bij andere taludhellingen, dient een flauw talud weergegeven te worden door een hoogteverschillijn of een kadelijn.

**Belangrijk**

Het 1:7 criterium is niet van toepassing voor het simuleren van gestroomlijnde overlaten. Hierdoor wordt het risico weggenomen dat het energieverlies ter plaatse van gestroomlijnde overlaten niet goed in WAQUA berekend wordt omdat de hellingshoek niet meer als overlaat herkend wordt.

Ten aanzien van het schematiseren van overlaten die afwijken van de standaardvorm (d.w.z. taluds flauwer dan 1:7) wordt geadviseerd om dit voor nieuwe maatregelen voorsnog uitsluitend op advies en onder begeleiding van Deltares in WAQUA- en BASELINE-bestanden te laten schematiseren.

## **Bijlage 14: Aanvullende informatie over op te stellen kaarten**

De volgende kaarten geven, indien van toepassing, de benodigde informatie over de activiteit of ingreep.

### **Kaart bodemligging**

Hierop staan de insteeklijn (begrenzing ophoging of afgraving) en verandering van de hoogteligging door breuklijnen, hoogtelijnen en/of hoogtepunten. Taluds herkenbaar op de kaart aangeven met de grootte van de helling. De hoogte van de insteeklijnen hoeven niet te worden aangegeven. Deze hoogten worden bepaald aan de hand van het digitale hoogtemodel.

De nieuwe hoogtegegevens van alle elementen (behalve de insteeklijnen) duidelijk herkenbaar en verschillend ten opzichte van de hoogtegegevens van de ondergrond op de kaart zetten. Zo mogelijk de bestaande hoogtegegevens in de gebieden met een ophoging of afgraving van de kaart verwijderen.

Bij smalle ophogingen (ruggen) of geulen de hoogtekaart aanvullen met een tekening van relevante dwarsprofielen op een leesbare en hanteerbare schaal. De locatie van de dwarsprofielen aangeven op de kaart. Voor een voorbeeld van een kaart met de bodemligging: zie figuren 14D (zie volgende bladzijden.).

### **Kaart kaden en kribben**

Op de kaart met de kaden en kribben staat de plaats van nieuwe kaden en kribben met de kruinhoogte. Bij kaden komt aan weerszijde een hoogtecijfer van het naastgelegen maaiveld. Voor een voorbeeld van een kaart met een nieuwe kade: zie figuren 14E (zie volgende bladzijden.).

### **Kaart ruwheden**

Op de kaart ruwheden staan van het gehele terrein van de ingreep (plangebied) alle onderdelen die als ruwheid zijn aangemerkt. Dit kan bestaan uit vegetatie en bodemruwheid maar ook uit bebouwing of bepaalde constructies. Buiten het plangebied worden op deze kaart geen ruwheden aangegeven (m.a.w. een plot van de ruwheden in een BASELINE variant voldoet niet).

Van de vegetatie dient de vegetatieklassen of mengklasse van zowel nieuwe als te behouden bestaande vegetatie op de kaart aangeven te worden binnen de begrenzing van de ingreep. Buiten de begrenzing van de ingreep mag de kaart geen vegetatie bevatten; het moet duidelijk zijn op welke vegetatie de kaart van toepassing is. Op de kaart met de ruwheden kunnen contouren (vlakdekkende typen), punten (losstaande bomen en lanen) en lijnen (heggen) voorkomen. De lijn- en puntelementen mogen in en door de contouren worden getekend.

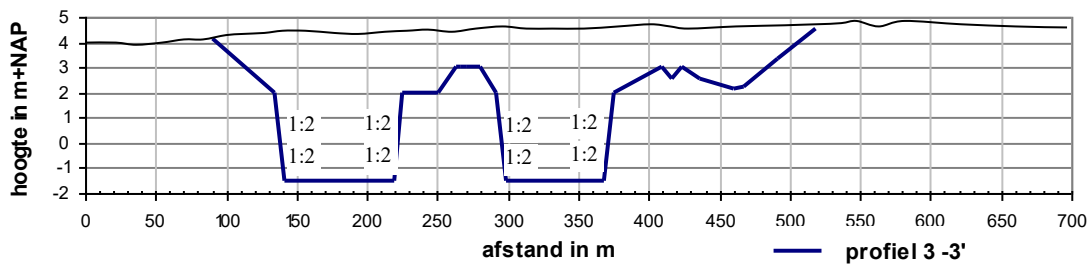
Zo mogelijk de oude hoogte-informatie binnen de begrenzing van het terrein met de ingreep of van het inrichtingsgebied verwijderen. De oude hoogte-informatie kan verwarrend werken.

In de legenda dienen alle op de kaart voorkomende vegetatieklassen en mengklassen en overige ruwheden opgenomen te worden.

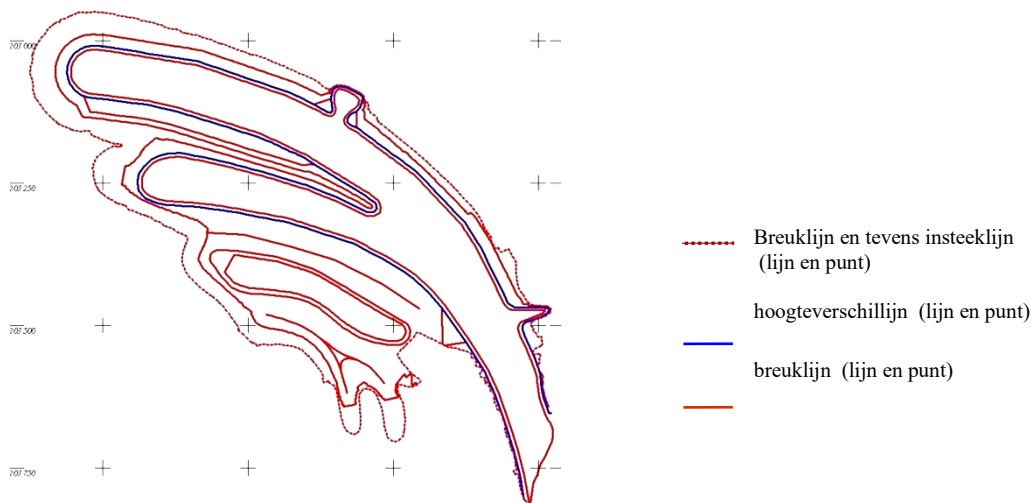
**Figuren D: Voorbeeld Bodemligging**



Figuur D1: Kaart Bodemligging



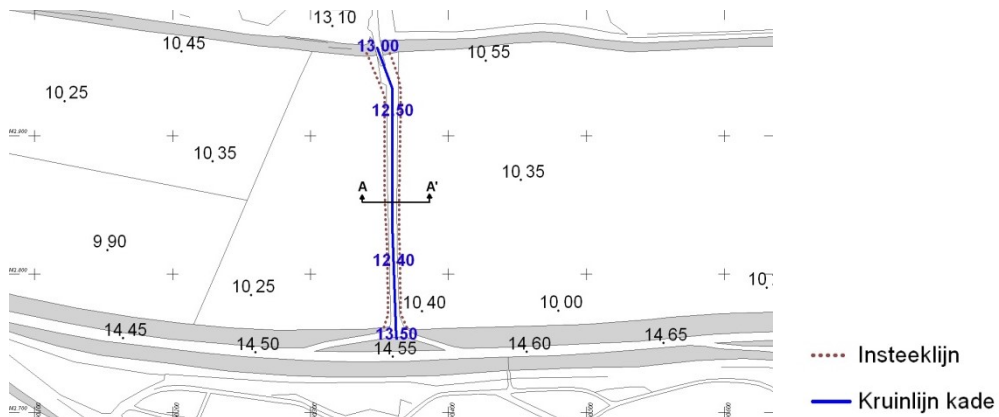
Figuur D2: Dwarsprofiel afgraving



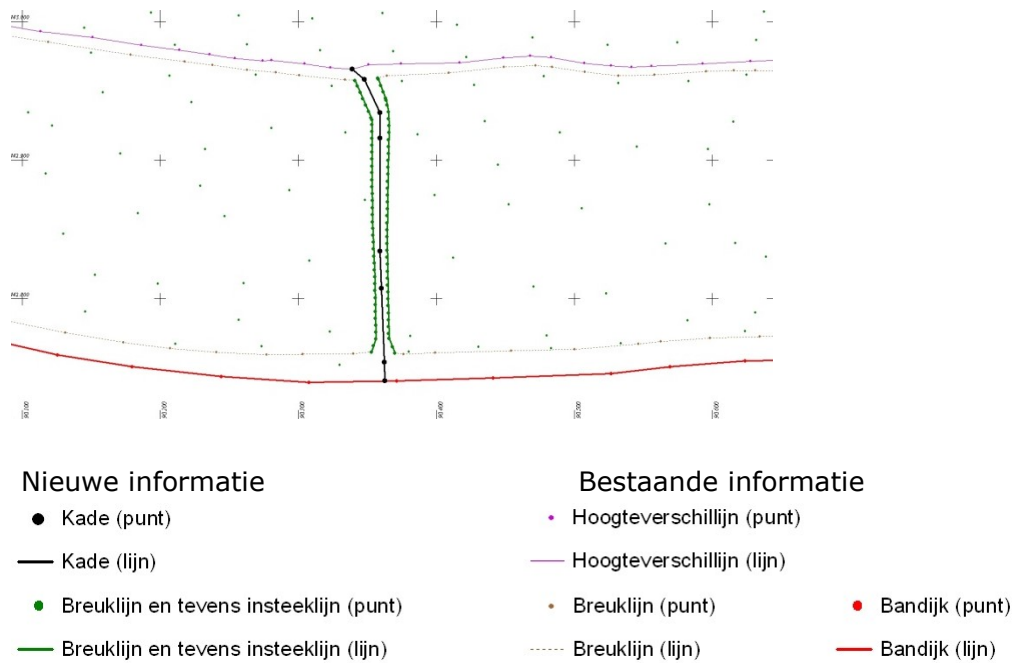
Figuur D3: Weergave digitale bestanden

Opmerking: de figuren in het voorbeeld zijn alleen ter illustratie

**Figuren E: Voorbeeld Kade**



**Figuur E1: Kaart Kaden**



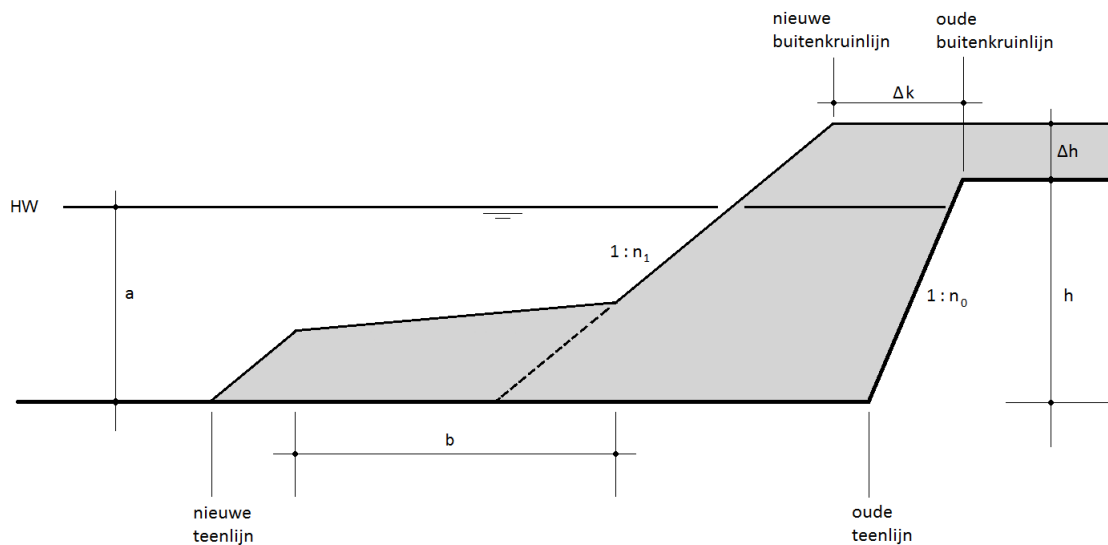
**Figuur E2: Weergave digitale bestanden**

Opmerking: de figuren in het voorbeeld zijn alleen ter illustratie

## Bijlage 15: Schematisatie rivierwaartse dijkversterking

### Dijken in WAQUA

Het rivierbed waar Rijkswaterstaat verantwoordelijk voor is, wordt in de breedte begrensd door de buitenkruinlijn van de hoogwaterkeringen (waar aanwezig). Het is dan ook logisch dat de ligging van de dijk in WAQUA wordt geschematiseerd met de ligging van de buitenkruinlijn. Een dijk in WAQUA bestaat uit de rekenroosterbegrenzing en op korte afstand (ca. 10 cm) rivierwaarts daarvan de bandijklijn. De roosterbegrenzing bestaat uit oneindig hoge schotjes, op de bandijklijn liggen punten waaraan 2 hoogten zijn toegekend: de kruinhoogte en teenhoogte van de dijk. Deze laatste hoogte doet mee bij het genereren van het hoogtemodel. De dijk wordt dus benaderd als een verticale wand en de reductie van het doorstroomprofiel door het buitentalud van de dijk wordt verwaarloosd. Deze schematisatie van de dijk wordt via Baseline op het rekenrooster van WAQUA geprojecteerd.



**Figuur F1 Schematische weergave rivierwaartse dijkversterking**

Rivierwaartse dijkversterking betreft in dit kader alle versterking die aan de rivierzijde van de buitenkruinlijn wordt uitgevoerd. Het gaat dan om een of meer van de volgende ingrepen:

- verschuiving van de buitenkruinlijn ( $\Delta k$ );
- kruinverhoging ( $\Delta h$ );
- verflauwing van het buitentalud ( $1:n_0 \rightarrow 1:n_1$ )
- het aanbrengen of verzwaren van een buitenberm ( $b$ ).

Deze ingrepen zijn in figuur F1 schematisch weergegeven. Het grijze vlak onder niveau HW geeft de afname van het doorstroomprofiel aan.

### Schematiseringsmethode

Het doorstroomoppervlak dat verloren gaat door rivierwaartse dijkversterking wordt uitgedrukt in een rivierwaartse verplaatsing van de buitenkruinlijn. Deze bestaat deels uit de werkelijke verplaatsing van de buitenkruinlijn in het dijkontwerp en deels uit een fictieve verplaatsing om daarmee de profielvernauwing door taludverflauwing of buitenbermen in rekening te brengen. De rivierwaartse dijkversterking wordt in WAQUA geschematiseerd door roostercellen waarvan het midden landwaarts van de verplaatste buitenkruinlijn valt hoogwatervrij te maken. Het is van het rekenrooster (en daarmee enigszins van het toeval) afhankelijk of een cel wel of niet hoogwatervrij wordt, maar doordat meestal een groot aantal cellen betrokken is, geeft dit toch een goede representatie van een rivierwaartse dijkversterking.

Als eerste stap wordt de bandijklijn in het WAQUA-referentiemodel gecorrigeerd, indien deze niet overeenkomt met de buitenkruinlijn in de referentie van het dijkversterkingsproject. Soms is in WAQUA de middenkruinlijn als bandijklijn gebruikt of zijn recente dijkversterkingen niet in de schematisatie verwerkt. Rivierwaartse dijkversterkingen worden uitgedrukt ten opzichte van de projectreferentie, dus wordt de buitenkruinlijn in WAQUA, indien nodig, als volgt gecorrigeerd:

1. Daar waar de projectreferentie rivierwaarts van de modelreferentie ligt, wordt het gebied tussen beide buitenkruinlijnen hoogwatervrij gemaakt. Dit kan door de bandijklijn en het sectiebestand aan te passen, of door een hoogwatervrije lijn op te nemen ter plaatse van de buitenkruinlijn in de projectreferentie.
2. Daar waar de projectreferentie landwaarts van de modelreferentie ligt, wordt de buitenkruinlijn zover landwaarts verplaatst als nodig is en voor zover het rekenrooster dit toelaat. Het stuk rivierbed tussen de oude en de nieuwe bandijklijn moet erbij worden geschematiseerd (bodemhoogte, ruwheid).

Ten opzicht van deze aangepaste referentie wordt de afname van het doorstroomprofiel uitgedrukt in een rivierwaartse verplaatsing van de buitenkruinlijn. Onder verwijzing naar figuur 1 worden de volgende stappen doorlopen:

1. Deel het projectgebied op in dijkvakken waarbinnen de afname van het doorstroomprofiel als uniform is te beschouwen.
2. Bepaal het grijze oppervlak links van de oude buitenkruinlijn.
3. Deel het oppervlak door de nieuwe hoogte van de dijk ten opzichte van maaiveld ( $h + \Delta h$ ). Dit geeft een afstand  $\Delta x$  loodrecht op de dijk.
4. Verplaats de buitenkruinlijn over de afstand  $\Delta x$ .
5. Voeg in Baseline een hoogwatervrije lijn toe op de locatie van de nieuwe buitenkruinlijn. Baseline bepaalt daarmee welke cellen hoogwatervrij worden.
6. Er vinden geen aanpassingen plaats aan het hoogtemodel, de ligging van de teenlijn of de teenhoogte.

Voor de overstroombare keringen in het Maasdal ('Maaskades') is een iets aangepaste werkwijze van toepassing. Deze keringen liggen in het rivierbed en worden niet geschematiseerd met oneindig hoge schotjes, maar met een enkele lijn (overlaat). De werkwijze is dan als volgt:

1. Controleer of het tracé en de hoogte van de kering in de projectreferentie overeenkomen met die in het WAQUA-referentiemodel. Zo niet, pas dan in het WAQUA-referentiemodel de kering aan.
2. Bepaal voor het dijkontwerp de afstand  $\Delta x$  als bovenstaand.
3. Verplaats via Baseline de kering in WAQUA over de afstand  $\Delta x$ .
4. Pas indien van toepassing de hoogte van de kering aan.

### **Aandachtspunten**

Bij het toepassen van deze methoden moet men bedacht zijn op constructies aan en op de dijk, zoals opritten, woningen en hoogwatervrije terreinen, die al of niet in WAQUA zijn geschematiseerd. Met name geschematiseerde opritten zullen in de nieuwe situatie weer terug moeten komen.

In de Rijn-Maasmonding is het rooster buiten het gebied van de Beleidslijn grote rivieren een stuk grover. Hier zal het rooster fijner gemaakt moeten worden wanneer een buitendijkse versterking getoetst wordt. Op veel van deze locaties zijn echter geen plannen voor buitendijkse versterking of wordt geen effect op de waterstand verwacht. Bij de update van het BenO-model wordt alleen de werkelijke verplaatsing van de buitenkruinlijn verwerkt. Het fictieve deel van de verplaatsing wordt alleen gebruikt in berekeningen naar rivierkundige effecten van het dijkontwerp.



# Rivierkundig beoordelingskader (RBK)

Nummer:	1361
Versienummer standaard:	3.0
Versienummer document:	6.0
Status:	In beheer
Type:	Kader
Inhoudelijk beheerder:	Sylvia van Doorn
Verantwoordelijke afdeling:	Afd. Hoogwaterveiligheid
Netwerken:	Hoofdvaarwegennet, Hoofdwatersysteem
Rollen:	Technisch Manager
Fase:	Planuitwerking, Verkenning
Proceseigenaar:	Proceseigenaar Omgeving- en Assetmanagement
Link om te reageren:	<a href="#">Link</a>