



27/05/2016

Rijkswaterstaat Oost Nederland
Afdeling SLU
p.a. K. Kroese, A.H. Thielking
Postbus 25
6200 MA Maastricht

Geachte lezer,

Inleiding

Op 18 april j.l. heeft u ons gevraagd om een “*rivierkundige toetsing van de verbreiding van de invaart Haaften*” te doen. Het verslag van die toetsing heeft u nu voor u.

Inhoudsopgave

Het verslag heeft een briefvorm en beschrijft de rivierkundige werking bij laagwater, normaal hoogwater en maatgevend hoogwater. Aan de hand van die systeemwerking worden daarna de effecten van de ingreep voor de relevante criteria beschreven waarna het verslag afsluit met een beoordeling. Het verslag bevat de volgende onderdelen:

1. Aanleiding
2. Werkwijze
 - 2.1. Opsomming van de algemene rivierkundige uitgangspunten & randvoorwaarden
 - 2.2. Beschrijving rivierkundige uitgangssituatie (referentie) rond de onderzoeklocatie,
 - 2.3. Beschrijving van de beoogde ingreep,
3. Analyse
 - 3.1. Beschrijving effecten ingreep laagwater,
 - 3.2. Beschrijving effecten normaal hoogwater,
 - 3.3. Beschrijving effecten maatgevend hoogwater.
4. Conclusie
 - 4.1. Rivierkundige beoordeling
 - 4.2. Opmerkingen en aanbevelingen

1. Aanleiding

De overnachtingshaven Haaften, gelegen aan de Waal, biedt gelegenheid aan binnenvaartschepen om hun reis te onderbreken om 's nachts te rusten. De havenmond is niet geschikt voor het type schip dat gebruik maakt van de overnachtingshaven en daarom wordt een verbetering beoogd. Als basis voor het initiatief zijn nu drie rapporten beschikbaar:

- Heel, D.J.E. van, en H.J. Verheij (2011): Onderzoek havenmonding Haaften, MARIN / Deltares, rapport nr 24961-1-MSCN-rev. 1, Wageningen.
- Verheij, H.J. en Giri, S. (2011): Overnachtingshaven Haaften, stroombeelden en mogelijke gevolgen voor erosie/sedimentatie, rapport: 1203933-000-ZWS-0009-vj15

Uit het eerste rapport volgt een mogelijke uitwerking van de ingreep. Op basis van een nautisch onderzoek is hier gekozen voor een verruiming van de invaart door het afgraven van een deel van de oostelijke oever en waterbodembodem van de invaart.

Aanvullend op die eerste studie is door Deltares nog een onderzoek gedaan waarbij de effecten van de Ruimte voor de Rivier maatregel 'kribverlaging' is onderzocht. Hierin zijn twee situaties van kribverlaging met elkaar vergeleken, op basis van een aangepaste havenmond. Uit dit onderzoek blijken geen negatieve gevolgen van de verbreding van de invaart op de stroming en sedimentatie. Aldus lijken er weinig bezwaren tegen het verbeteren van de nautische veiligheid ter plaatse door middel van het verbreden van de monding aan de oostzijde.

Om die benodigde verbetering door te kunnen voeren moeten eerst alle rivierkundige effecten -op andere riviergebonden belangen- ter plaatse worden bepaald waarna het bevoegde gezag kan beoordelen of hiervoor een Projectplan Waterwet kan worden verleend. De rivierkundige effecten van de beoogde ingreep worden in dit verslag beschreven.

2. Werkwijze

2.1 Opsomming van de algemene rivierkundige uitgangspunten & randvoorwaarden

- De aandacht is gericht op de Waal tussen rivierkilometer 935,500 en 937,000.¹
- Binnen de genoemde grenzen wordt voor de beoordeling de actuele situatie inclusief de reeds verstrekte vergunningen als uitgangspunt

¹ Omdat het project in vergelijking met andere projecten gering van omvang is is een vrij nauwe projectbegrenzing mogelijk. Buiten de genoemde begrenzing kan de actuele situatie anders zijn dan wij aannemen. Dit tast echter de effectbepaling niet aan omdat eventuele rivierkundige effecten daarvan door de verschillbepaling worden geëlimineerd.

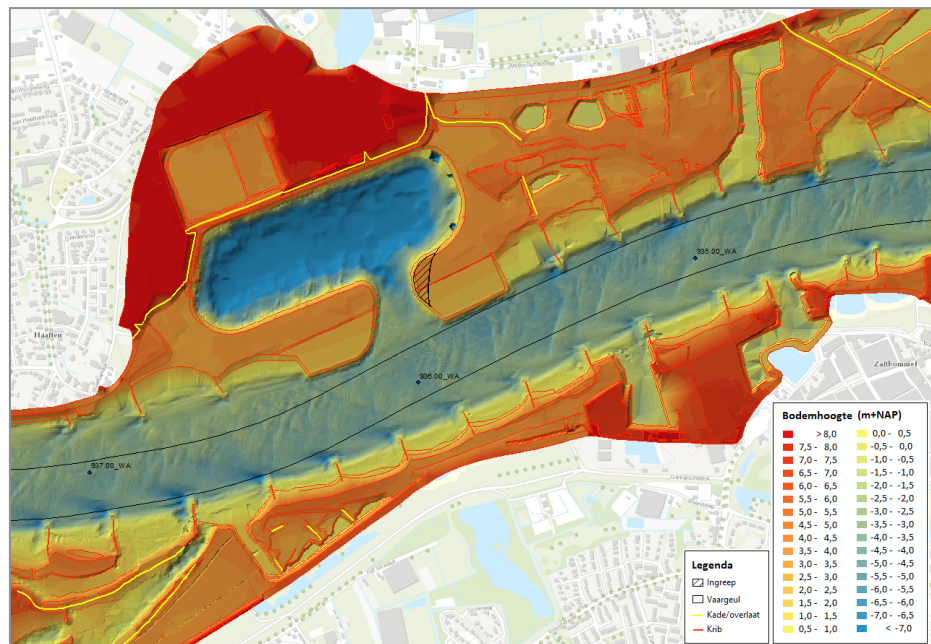
gehanteerd. Deze situatie is vastgelegd in Baseline 5 database (Baseline-rijn_beno2015_5-v1).

- Als rekenrooster stuurfiles worden gehanteerd waqua-rijn-beno15_2_20m_waal-v1,
- De rivierkundige beoordeling vindt plaats aan de hand van het Rivierkundig Beoordelingskader versie 3.

2.1. Beschrijving rivierkundige uitgangssituatie (referentie) rond de onderzoeklocatie

In de volgende afbeelding is de terreinhoogte rond de invaart en de beoogde aanpassing afgebeeld. Hierin zijn te onderscheiden:

1. een zeer hoge uiterwaarde bij de bandijk,
2. een diepe plas,
3. de uiterwaarde aan weerszijden van de invaart,
4. de kribben en de gestrekte oever aan weerszijden van de invaart,
5. het zomerbed van de rivier met de vaarweg daarin.

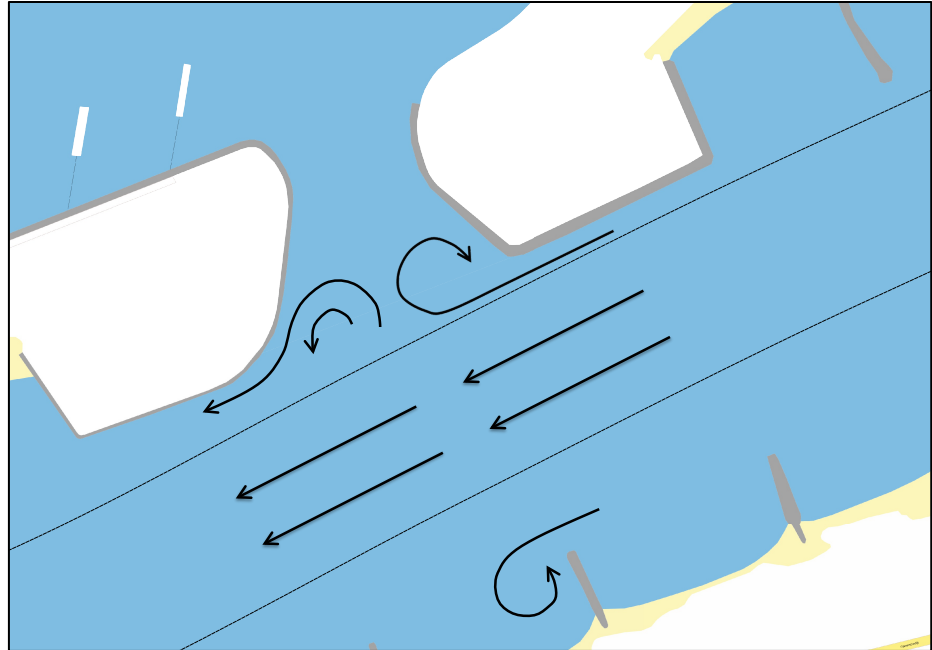


Afbeelding 1. Impressie² terreinhoogte referentie

Lage afvoeren ($Q_{\text{lobith}} < 2200 \text{ m}^3/\text{s}$)

Het grootste deel van het jaar (>50% van de tijd) stroomt de rivier uitsluitend tussen de kribkoppen in het zomerbed. Daarbij volgt de hoofdstroom ongeveer de vaargeul. Tussen de kribben en bij de invaartopening wordt de stroming bij laagwater gekenmerkt door neren. In de volgende afbeelding zijn de neren in de invaartopening afgebeeld zoals deze zich bij laagwater voordoen.

² Voor de exacte hoogte wordt verwezen naar de Baseline referentiedatabase



Afbeelding 2. Strooming bij de invaartopening tijdens laagwater (95% van de tijd)

Omdat deze stromingssituatie (laagwater) zich gedurende een zo groot deel van de tijd voordoet, bepaalt zij in grote mate de morfologie van de bodem van de rivier ter plaatse. De insnoering door de kribben en de gestrekte oever waarborgen daarbij dat de rivier ter plaatse van de vaarweg voldoende diep is.

Daarnaast is de hiervoor beschreven situatie ook bepalend voor het gemak waarmee de invaart in en uit kan worden gevaren. Sterke en duidelijke afbakening van beide oevers maken dat de neren op een vaste plaats in de monding liggen. De stroomrichtingen in de invaaropening zijn daardoor voorspelbaar, wat een belangrijke voorwaarde is voor het regelmatig veilig in- en uitvaren.

Normaal hoogwater

Gemiddeld doet zich enkele weken per jaar (5% van de tijd) een hoogwater voor. De hoogte van het hoogwater varieert en de laagste hoogwaters komen het meest frequent voor. Bij hoogwater richt de strooming zich naast de kribben ook naar de zomerkaden en de ligging van de bandijk. Een impressie van het stroombeeld bij hoogwater is te zien in de volgende afbeelding.

Er is nu bij hoogwater geen duidelijk loslaatpunt meer langs de gestrekte oever. De (verlaagde) gestrekte oever en de kribben zijn overstroomd. Er treden wel neren op maar deze zijn -in vergelijking met laagwater- veel minder uitgesproken zowel in locatie als vorm.

Over het geheel genomen is het stroomprofiel bij hoogwater ruimtelijk regelmatig. Er zijn geen sterk van de omgeving afwijkende expansies of contracties bij de invaartopening en daardoor doen zich hier in de actuele

situatie bij hoogwater ook geen sterk afwijkende stromingen en daaruit voortvloeiende morfologische reacties (sedimentatie/erosie) voor.

Slibsedimentatie in de plas

Bij afvoeren rond 4.000-5.000 m³/s is er een zwakke stroming via de inlaat naar de plas toe. Dit kan omdat dan de oever bij het uitlaatpunt iets lager is dan de waterstand bij de inlaat. Voor de scheepvaart is deze dwarsstroom te klein (<0.15 m/s) om in de huidige situatie hinder te veroorzaken. Deze instroom voert wel gesuspendeerd sediment mee naar de plas waar het tot bezinking komt. Gaan we uit van een gemiddelde concentratie van 23 mg/l zwevend stof en een netto toestroming van 10 m³/s gemiddeld 5 dagen per jaar dan bedraagt de te verwachten bezinking in de plas: 0,1 cm/jr (toelichting: 23 kg/m³*10 m³/s*432000 sec/jr /26,5 ha /300 kg/m³= 0,1 cm/jr). Dan gaan we bovendien uit van een lage dichtheid voor slib (bron: Sedimentatie Invaaropening en Plas Waalwaard in bestaande en verdiepte en verbrede situatie Arcadis i.o.v. Rijkswaterstaat 13 juni 2014 077748870:0.2 C03021.000232.0300). Onze conclusie is dat de aanslibbing in de plas in de huidige situatie enkele millimeters per jaar bedraagt. Tot slot merken wij op dat de invaaropening overwegend aan de buitenbocht van de rivier is gelegen waar zij minder problemen met sedimentatie zal ondervinden dan wanneer zij aan de binnenbocht was gelegen.



Afbeelding 3. Stroming invaaropening normaal hoogwater (5% van de tijd)

Maatgevend hoogwater

Maatgevend hoogwater doet zich normaal gesproken niet voor. Als het zich voordoet richt de stroming in de rivier zich naar het hoogwaterbed (winterbed) van de rivier dat wordt begrensd door bandijken en hoogwatervrije terreinen. In de volgende afbeelding is het stroombeeld bij maatgevende situaties verbeeld. Over het geheel genomen is het stroomprofiel van het zomerbed bij maatgevend

hoogwater regelmatig. Er zijn geen sterk van de omgeving afwijkende expansies of contracties die hier dan voor extra erosie of sedimentatie zorgen. De sedimentaanvoer en -afvoer zijn met elkaar in evenwicht. In het winterbed stroomt het water eerst over een met gras begroeide uiterwaard en daarna door de plas. Als de uiterwaard onbegroeid zou zijn kan zal zij bij maatgevend hoogwater eroderen waarna het materiaal in de plas bezinkt. Uiterwaardgrasland echter, is doorgaans zeer erosiebestendig en erodeert bij hoogwater in de praktijk slechts zelden. Ook hier wordt geen erosie in de uiterwaard verwacht, ook niet bij maatgevende afvoeren.



Afbeelding 4. Strooming bij de invaartopening gedurende maatgevend hoogwater (0% van de tijd)

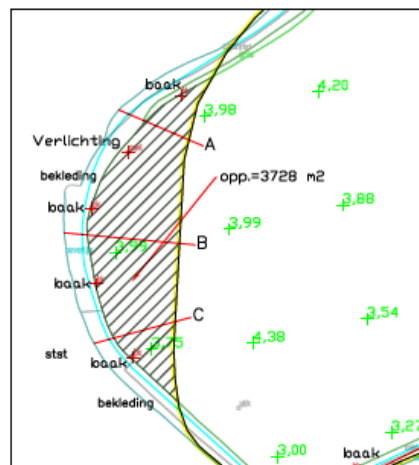
Meer informatie met betrekking tot de stroombeelden in de huidige situatie is te vinden in het hieraan voorafgaande: *“Advies Plan van Aanpak Rivierkundige toetsing, 16-dec-2015, N.G.M. van den Brink, D.G. Meijer”*.

Samenvatting rivierkundig functioneren huidige situatie

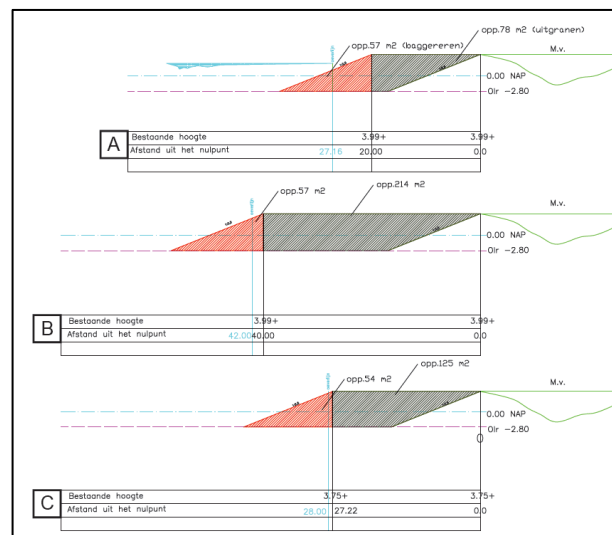
Gezien de hiervoor beschreven systeemwerking van de huidige situatie levert de huidige invaartopening, anders dan de nautische problemen bij het invaren van het type schip dat hier overnacht (aanleiding studie), geen rivierkundige problemen op.

2.2. Beschrijving van de beoogde ingreep

De ingreep betreft een verruiming van de invaart in oostelijke richting. De ingreep impliceert de verplaatsing van het talud dat de overgang vormt tussen de plas en de uiterwaard in oostelijke richting. De ingreep is weergegeven in de volgende twee afbeeldingen.



Afbeelding 5. Bovenaanzicht verbreding invaart ca 3750 m².



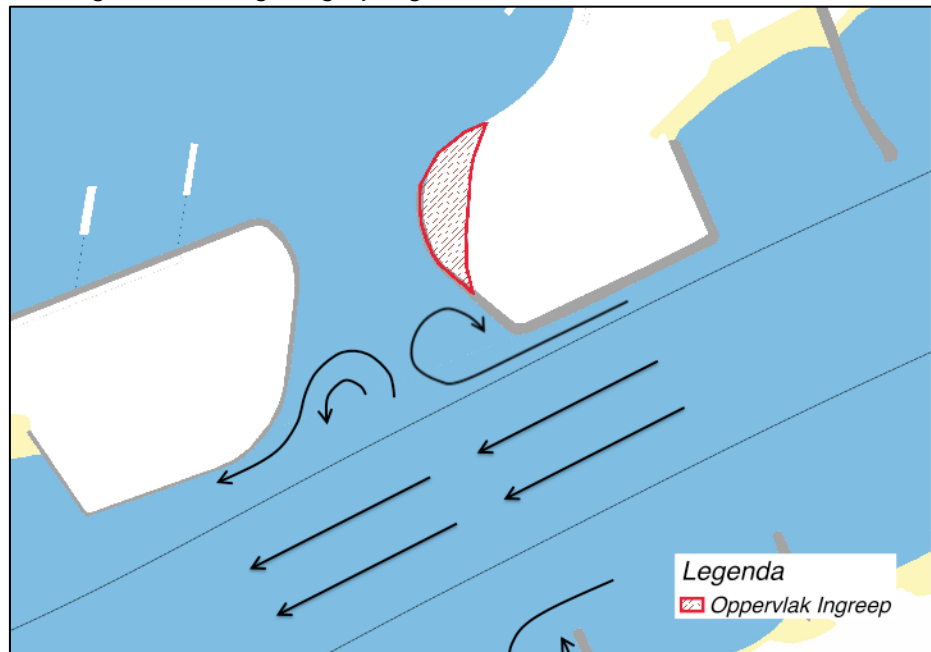
Afbeelding 6. Zij aanzicht verbreding invaart ca 3750 m².

De te verwachten rivierkundige effecten van de ingreep worden hierna beschreven aan de hand van de systeemwerking bij lage afvoeren, normaal hoogwater en maatgevende afvoeren.

3. Analyse

3.1. Beschrijving effecten ingreep laagwater

In de volgende afbeelding is het stroombeeld bij laagwater te zien met daarbij de locatie van de ingreep. De afbeelding laat zien dat de neren bij de inlaat niet de locatie van de beoogde ingreep bereiken. De ingreep heeft geen effect op de stroming en sedimentgedrag bij laagwater.



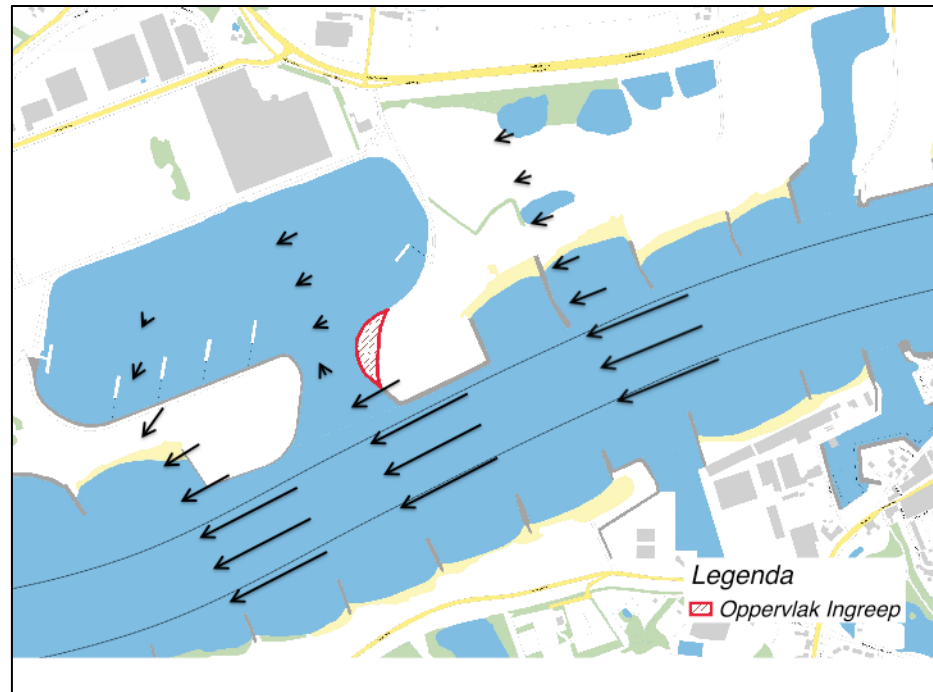
Afbeelding 7. Stroming Laagwater & locatie ingreep

Er zijn geen effecten op morfologie van het zomerbed of dwarsstromen bij laagwater.

3.2. Beschrijving effecten normaal hoogwater

In de volgende afbeelding is de stroming bij normaal hoogwater getoond met de ingreep erbij. Bij laag en normaal hoogwater is de stroming over de oever en de locatie van de ingreep erg zwak. Een verruiming van het profiel door de verbreding van de invaart zal daardoor bij deze afvoeren geen verder effect hebben op de stroming of sedimenthuishouding daar en in de omgeving. Het water staat immers bijna stil.

De effecten op water- en sedimenthuishouding bij laag en normaal hoogwater zijn verwaarloosbaar klein.



Afbeelding 8. Stroming bij normaal hoogwater & locatie ingreep

3.3. Beschrijving effecten maatgevend hoogwater

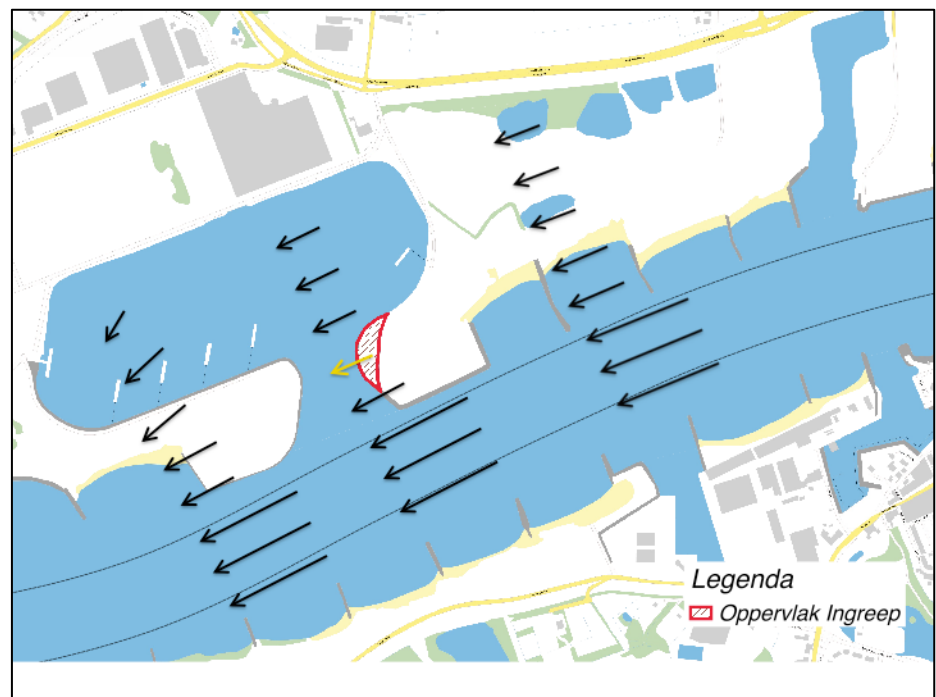
In de volgende en laatste afbeelding is het stroombeeld bij maatgevende afvoeren getoond. Ter plaatse van de ingreep is met een geeloranje pijl aangegeven dat hier een verandering van de stroming optreedt. Immers door de grotere diepte neemt de stroomsnelheid hier lokaal af.

Als gevolg van die lokale verdieping en daaruit voortvloeiende afname van de stroomsnelheid neemt de weerstand van de rivier af waardoor in bovenstroomse richting een waterstandverlagend effect optreedt. Het effect van de ingreep is dan ook een rivierverruimend effect en een verlaging van de maatgevende waterstanden.

Omdat ter plaatse van de verruiming de snelheid en dus ook de zogenaamde snelheidshoogte afneemt (ca 20 mm³) neemt de absolute waterhoogte daar lokaal toe. De waterhoogte bij de verruiming zal daarna ongeveer gelijk zijn aan de waterstand in de plas.

³ Berekend als: ter plaatse van de verbreding is bij MHW 16.000 m³/s de waterdiepte in de referentie ongeveer 4.85 m en de stroomsnelheid ongeveer 1 m/s. Het lokale debiet is dan 4.85 m³/sm. Bij een verdieping met ca 5 meter leidt dit bij gelijk debiet tot een stroomsnelheid van 0.5 m/s. Het maximale snelheidseffect is dan $v_{\text{ingr}}^2/(2 \cdot g) - v_{\text{ref}}^2/(2 \cdot g) \Rightarrow 0.5^2/(2 \cdot 9.812) - 1^2/(2 \cdot 9.812) = 38\text{mm}$. Conservatief benaderend en rekening houdend met herverdeling van debiet wordt het totale te verwachten snelheidseffect geschat op 20 mm.

Door herverdeling van water zullen in een straal van pakweg 100 m rond de ingreep effecten optreden. Het totale effect van de ingreep is een (kleine) rivierverruiming zonder voor derden schadelijke of hinderlijke neveneffecten. Die verruiming is vooral bovenstrooms in de uiterwaard merkbaar en de hieruit volgende waterstandsdeling bedraagt daar naar verwachting lokaal enkele millimeters. In de rivieras zijn de effecten ten hoogste enkele.



Afbeelding 9. Stroming bij maatgevend hoogwater & locatie ingreep

4. Conclusie4.1. Rivierkundige beoordeling

Te beoordelen effect	Te beoordelen	Te verwachten effect	Advies beoordeling
Maatregel in stroomvoerend deel: MHW-stand op de as van de rivier	Stroomvoerend: geen waterstandverhoging (bij 16.000 m/s Boven-Rijn)	Verruimend (enkele millimeters)	Geen rivierkundig bezwaar
Maatregel in bergend deel van de rivier: Volume waterberging	Bergend: geen vermindering bergend volume	N.v.t.	n.v.t.
MHW-stand buiten de as van de rivier	Toename waterstand bij 16.000 m/s Boven-Rijn.	Verruiming langs de bandijk geen hinder of schade voor derden (enkele millimeters)	Geen rivierkundig bezwaar
Afvoerverdeling bij MHW	Project binnen enkele km splitsing: verandering afvoerverdeling < 5 m/s bij Boven-Rijn afvoer van 15.000 m/s	Geen effect	Geen rivierkundig bezwaar
Afvoerverdeling bij normaal hoogwater	Verandering afvoerverdeling < 20 m/s bij Boven-Rijn afvoer van 10.000 m/s	Geen effect	Geen rivierkundig bezwaar
Waterstanden en inundatiefrequentie van de uiterwaard	Verandering waterstanden en/of inundatiefrequentie bij afvoeren die afhankelijk zijn van lokale omstandigheden.	Geen effect	Geen rivierkundig bezwaar
Stroombeeld in de uiterwaard	Verandering grootte en richting stroomsnelheden bij Boven-Rijn afvoer van 10.000 m ³ /s	Geen effect	Geen rivierkundig bezwaar
Stroombeeld bij aan- en aftakkingen van nevengeul	Zomerbedvullende afvoer nevengeul > 50 m/s: dwarsstroming vaarweg ≤ 0,15 m/s	Geen effect	Geen rivierkundig bezwaar
Afvoerverdeling bij lage afvoeren	Afwijking afvoerverdeling < 1 m/s bij Boven-Rijn afvoer van 1020 m/s (OLR5)	Geen effect	Geen rivierkundig bezwaar
Aanzanding en erosie van het zomerbed en oevers	Zie aanbevelingen	Geen effect	Geen rivierkundig bezwaar
Aanzanding en erosie van het zomerbed door ingrepen winterbed	Zie aanbevelingen	Geen effect	Geen rivierkundig bezwaar
Sedimentatie Winterbed (haven inbegrepen)	Zie aanbevelingen	Geen effect	Geen rivierkundig bezwaar
Erosie winterbed	Zie aanbevelingen	Geen effect	Geen rivierkundig bezwaar

Tabel 1. Overzicht van rivierkundige effecten uit RBK

4.2. Aanbevelingen

Bij de rivierkundige toetsing zijn we ervan uitgegaan dat de oever van de verruimde invaartopening op een juiste wijze wordt afgewerkt. Met het oog op een nautisch duidelijke afbakening is heeft een steil talud de voorkeur. Wij denken hierbij aan een talud 1:3 uitgevoerd in stortsteen. Niet alleen is dit noodzakelijk omdat een steil talud geotechnisch niet van nature stabiel is, maar ook moet rekening worden gehouden met schroefstraal van in- en uit varende schepen. Een zorgvuldige civieltechnische uitwerking van de nieuwe oever verdient de aanbeveling.

Hoogachtend,

ir. N.G.M (Claus) van den Brink

collegiale toets:
ir. D.G. (Douwe) Meijer