

# Rivierkundige effecten voorkeursalternatief Millingerwaard

---

Samenvatting rivierkundig onderzoek VKA Millingerwaard november 2009

21 november 2009  
N.G.M. van den Brink

## 1 Inhoudsopgave

2	Effecten .....	3
2.1	Inleiding .....	3
2.2	Waterstandsdeling in de rivieras (daling waterstand MHW) .....	3
2.3	Effect op afvoerverdeling splitsingspunt .....	5
2.4	Aanzanding hoofdgeul .....	5
2.5	Gevolgen op erosie en sedimentatie in de uiterwaard.....	7
2.5.1	Inundatiebeeld uiterwaard .....	7
2.5.2	Effecten door verandere inundatie (van benedenstrooms) .....	10
2.5.3	Effecten door veranderde toestroming van bovenstrooms .....	10
2.6	Stabiliteit hoofdwaterkering (MHW waterstand in de uiterwaard) .....	13
2.7	Veiligheid scheepvaart (dwarsstromen).....	14
2.8	Robuustheid rivierverruiming .....	17
3	Overzicht .....	18

## 2 Effecten

### 2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk komen de rivierkundige effecten aan de orde. De effecten worden in de volgende volgorde besproken.

	Beoordelingscriterium	Methode
R1	Waterstandsaling MHW waterstand in de rivieras	Kwantitatief modelberekening
R2	Effect op afvoerdeling splitsingspunt	Kwantitatief modelberekening
R3	Aanzanding hoofdgeul	Kwantitatief modelberekening & Best professional judgement
R4	Gevolgen op erosie/sedimentatie in de uiterwaard door veranderingen inundatiefrequentie en duur	Kwantitatief a.d.h. modelberekeningen
R5	Stabiliteit van de hoofdwaterkering	Kwantitatief modelberekening
R6	Veiligheid scheepvaart	Kwantitatief modelberekening
R7	Robuustheid	Best professional judgement

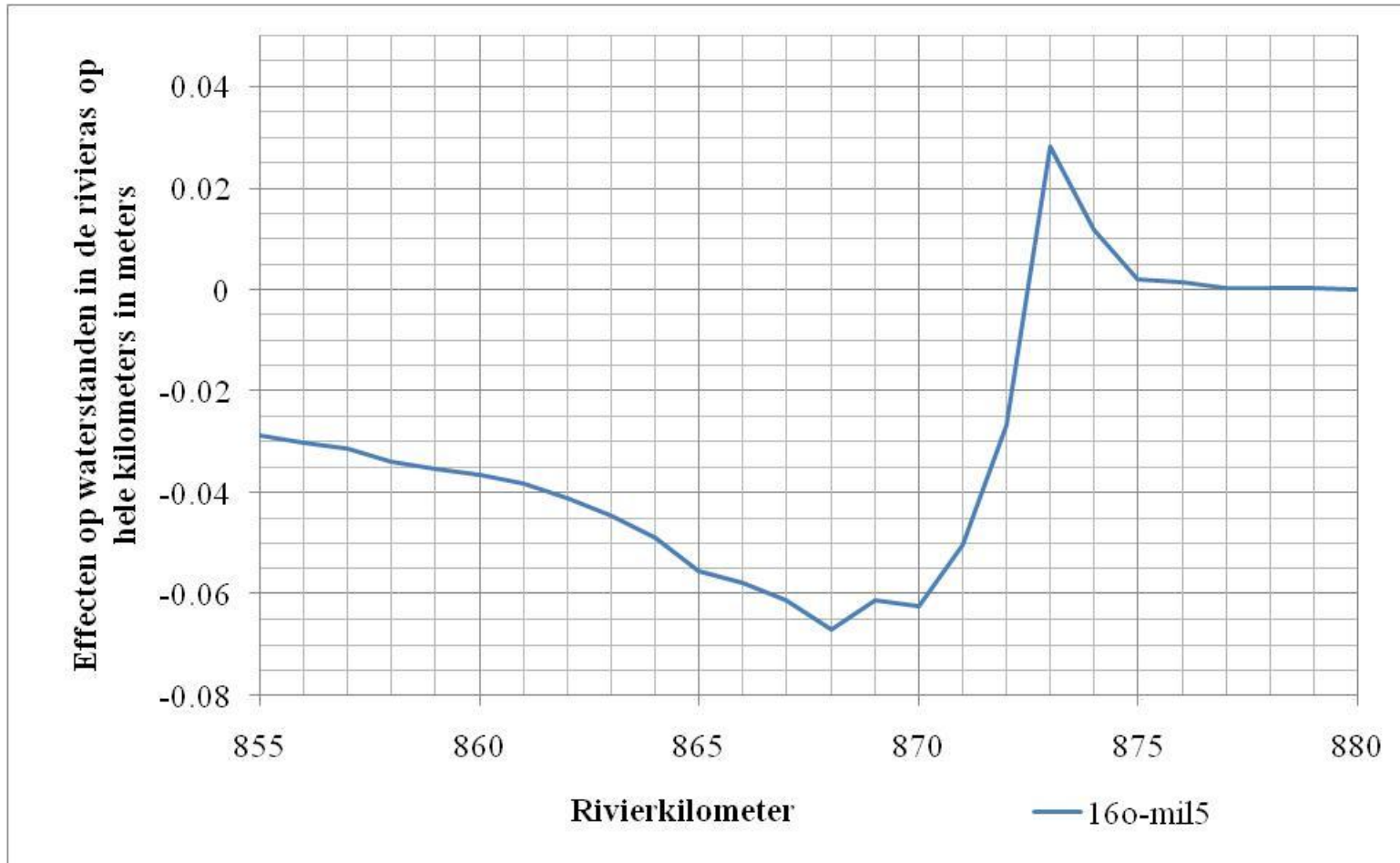
Tabel 1. Bepaalde effecten

### 2.2 Waterstandsaling in de rivieras (daling waterstand MHW)

Het effect op de rivieras is bepaald met een vaste ontrekking op het Pannerdens kanaal ter grootte van de wetmatige afvoer behorende bij een Bovenrijnafvoer van 16.000 m<sup>3</sup>/s. Het effect op de waterstanden in de rivieras is afgebeeld in de volgende figuur.

Figuur 1 laat zien dat met de ingrepen een waterstands-daling van meer dan 6.5 centimeter wordt bereikt tussen de rivierkilometers 867 en 868.

Een benedenstroomse piek zichtbaar ter hoogte van rivierkilometer 873 waarop later terug wordt gekomen bij de beoordeling van de effecten op de stabiliteit van de hoofdwaterkering.



Figuur 1. Effect van het voorkeurs alsternatief op maatgevende waterstanden.

Het gecombineerde effect van de PKB maatregelen 1504 en w06\_1\_1 heeft een maximum van -6,48 cm ter hoogte van rkm 867. Dit alternatief scoort met een maximum van -6,7 cm beter. Het resultaat wordt beoordeeld als neutraal (0).

### 2.3 Effect op afvoerverdeling splitsingspunt

In de volgende tabel zijn de effecten op de afvoerverdeling bij Maatgevend Hoogwater weergegeven.

	Ref	Mil5	verschil
Q Waal	9979	10057	+77
Q Pannerdens kanaal	6021	5943	-78
Q Nederrijn	3429	3395	-34
Q IJssel	2598	2554	-44

Tabel 2. Overzicht effecten op de afvoerverdeling

In de volgende tabel zijn de effecten op de afvoerverdeling bij Normaal Hoogwater weergegeven.

	Ref	Mil5	verschil
Q Waal	6499	6504	5
Q Pannerdens kanaal	3501	3496	-5
Q Nederrijn	2076	2072	-4
Q IJssel	1426	1424	-2

Tabel 3. Overzicht effecten op de afvoerverdeling

De effecten van het voorkeursalternatief op de afvoerverdeling zijn groter dan die in de voorgaande alternatieven inclusief het PKB referentiealternatief. Het verschil is vergelijkbaar met alternatief 3 (70 m<sup>3</sup>/s). Ten opzichte van het PKB referentiealternatief is het verschil ongeveer 20m<sup>3</sup>/s (77 vs 57 m<sup>3</sup>/s). Omdat het effect groter is dan 10 m<sup>3</sup>/s wordt het negatief beoordeeld.

### 2.4 Aanzanding hoofdgeul

Voor de effecten van de ingrepen op de vaarweg wordt teruggegrepen op het 1D morfologische onderzoek dat heeft plaatsgevonden bij de ontwikkeling van de alternatieven. Een van de alternatieven die is onderzocht (nummer m1 uit het morfologische onderzoek) vertoont sterke verwantschap met het nu voorliggende VKA. Dit alternatief is alternatief 2 waarin geen verlaging van de Millingerdam is opgenomen. Wel is MHW effect van deze maatregel (meer dan -0.059) kleiner dan de nu voorliggende voorkeur (meer dan -0.067) die verschillen worden echter kleiner bij de lagere afvoeren die voor de morfologische effecten het meest bepalend zijn. De effecten van deze variant zijn de kleinste van alle bepaalde effecten.

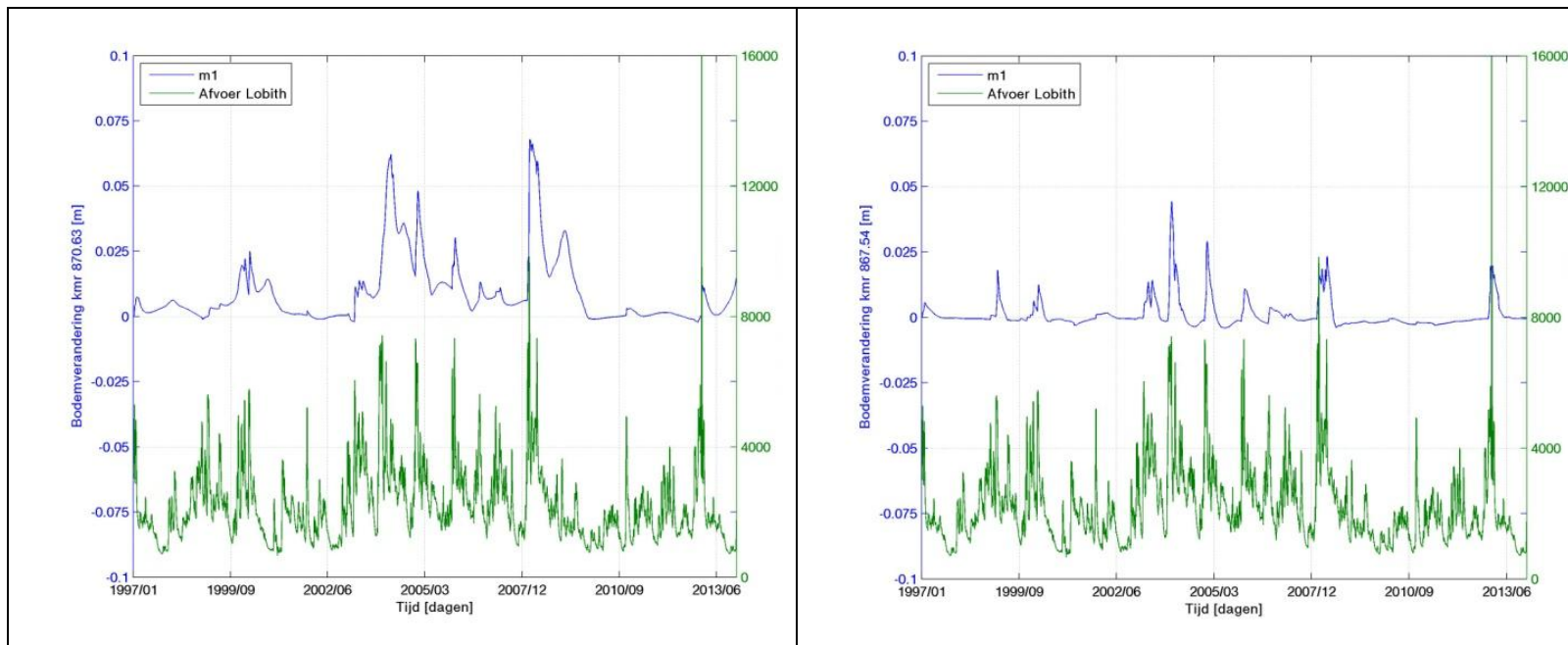
#### “m1

*In variant m1 stroomt er reeds bij een afvoer van 4000 m<sup>3</sup>/s Lobith water de uiterwaard in. Echter, de stroming in de geulen van alternatief 2 komt pas goed op gang bij afvoeren groter dan 10.000 m<sup>3</sup>/s bij Lobith wanneer het water ook over de Millingerdam gaat stromen. Doordat de Millingerdam op het huidig*

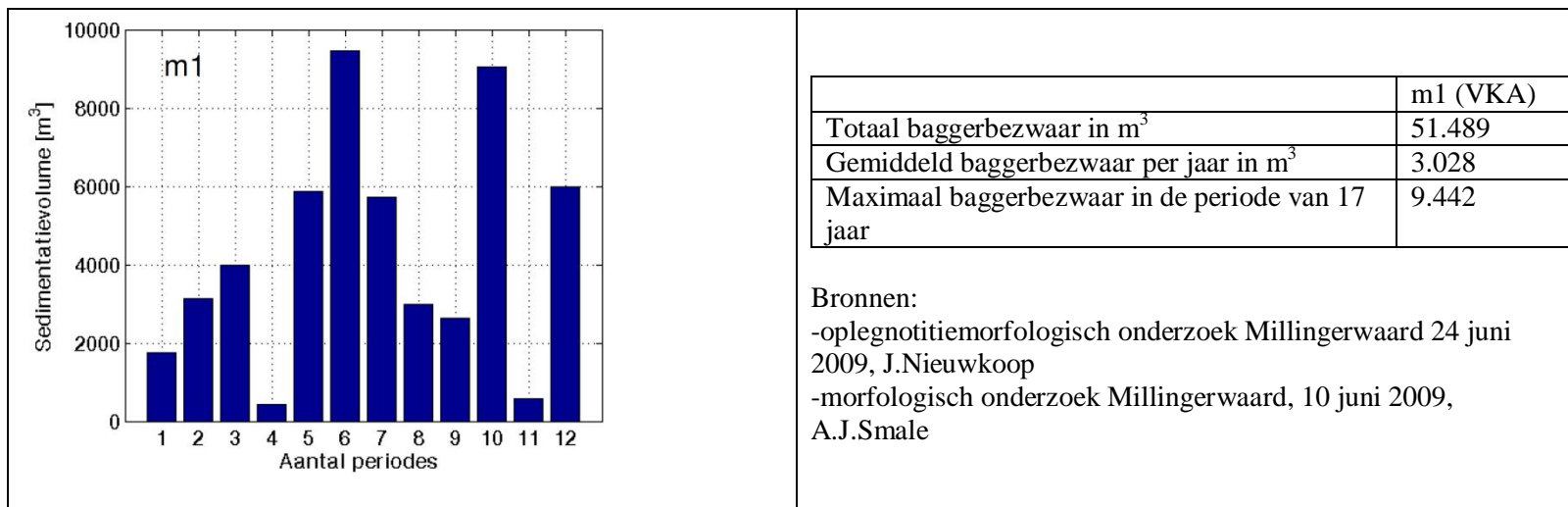
*niveau blijft, zijn de morfologische veranderingen in het gebied beperkt. Aanzandingen en erosie bedragen maximaal 6 centimeter.”*

In tabel 4 zijn de tijdsafhankelijke effecten van twee representatieve raaien afgebeeld samen met het verwachte baggerbezwaar van de variant m1 welke representatief wordt geacht voor het VKA. De verruiming in de uiterwaard en de verminderde vernauwing van het hoogwaterbed die daaruit volgt veroorzaakt enige aanzanding. Ook kan deze aanzanding langere periodes merkbaar zijn als deze niet wordt weggebaggerd. Enig extra baggerwerk is als gevolg van de maatregel mogelijk.

De in het VKA resterende aanzanding is het zomerbed moet geheel worden toe geschreven aan de MHW doelstelling van het project<sup>1</sup>. Zonder extra ingrepen in het zomerbed is het niet of nauwelijks nog mogelijk om de effecten op het zomerbed verder te reduceren.



<sup>1</sup> Alleen met een groot regelwerk zouden de effecten nog verder kunnen worden terug gedrongen zonder dat de MHW taakstelling wordt losgelaten.



Tabel 4. Kort overzicht kenmerkende berekende effecten op de vaarweg

De effecten van de RVR ingrepen op de vaarweg zijn geminimaliseerd met behoud van taakstelling. Negatieve effecten zijn er echter wel. Omdat de Millingerdam niet is verlaagd wordt het effect beoordeeld als neutraal (0).

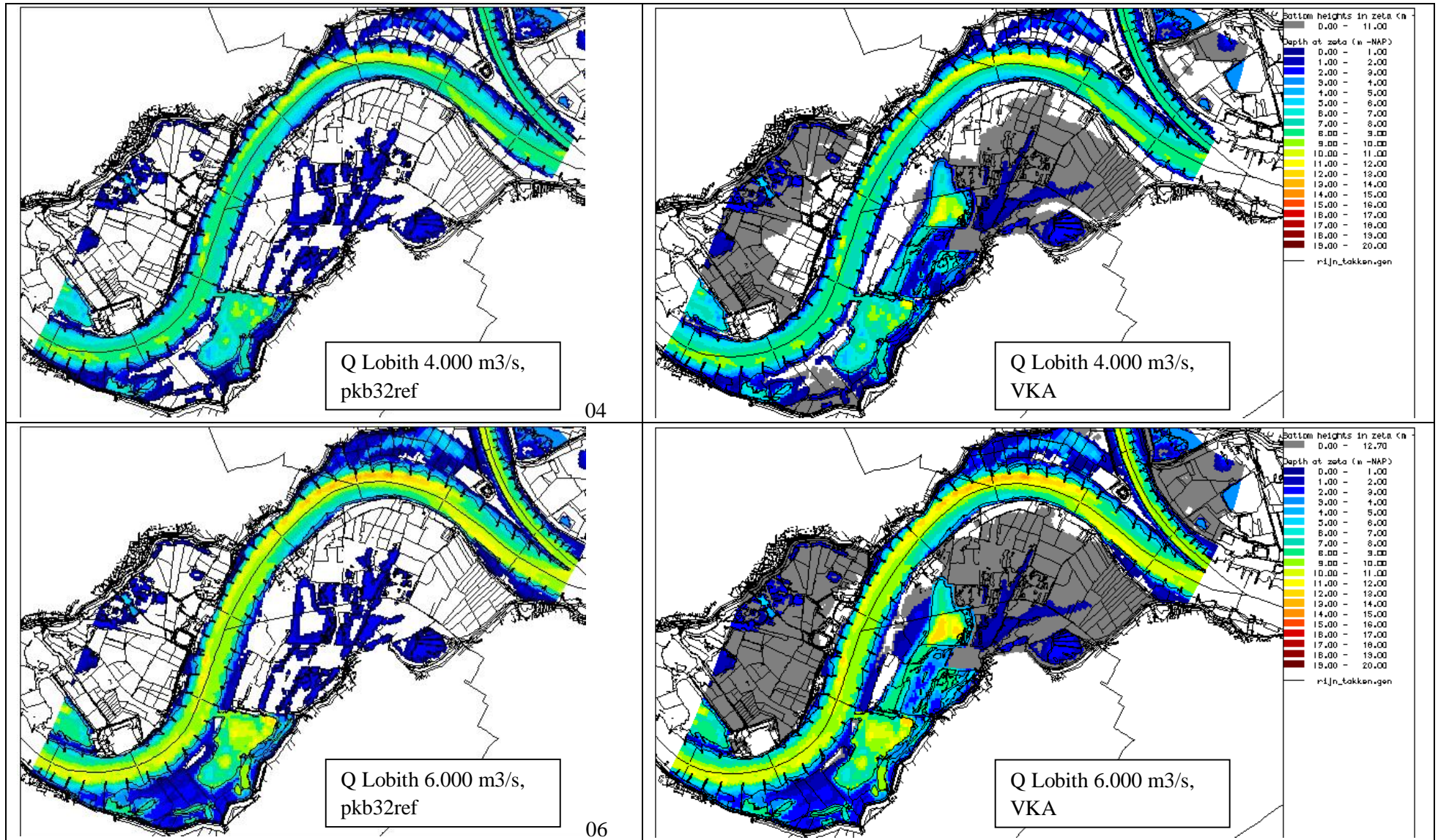
## 2.5 Gevolgen op erosie en sedimentatie in de uiterwaard

In het huidige tijdsgewricht wordt morfologische veranderlijkheid (dynamiek) van de uiterwaard gezien als een van de grootste kwaliteiten van de Millingerwaard. Daarom wordt hier in deze MER aandacht aan besteed. Door de ingrepen treden twee belangrijke veranderingen op: I. De inundatiefrequentie van de uiterwaard neemt sterk toe, II. De toestroom van water naar de uiterwaard neemt toe. Voordat op de morfologische effecten in de uiterwaard wordt ingegaan wordt het inundatiebeeld toegelicht

### 2.5.1 Inundatiebeeld uiterwaard

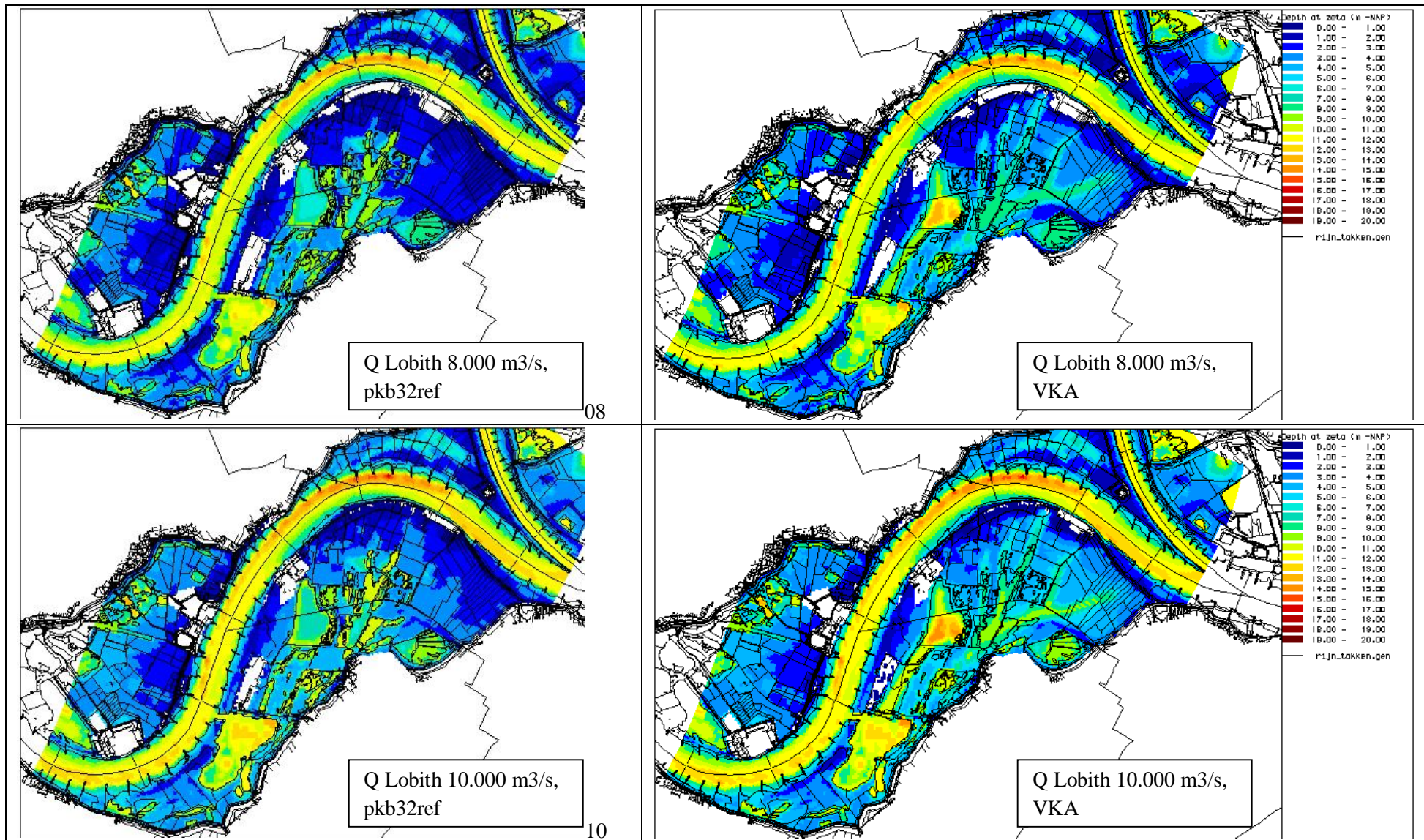
In de volgende tabel zijn de waterdiepten van de referentie en de maatregel naast elkaar gezet voor vier verschillende afvoeren.





9. Figuur 2a. Waterdiepte bij verschillende afvoeren,  $Q_{\text{Lobith}} 4.000$  en  $6.000 \text{ m}^3/\text{s}$





Figuur 2b. Waterdiepte bij verschillende afvoeren, Q Lobith 8.000 en 10.000 m<sup>3</sup>/s

### **Toelichting**

De voorgaande figuur (2a) is in kleur de waterdiepten te zien zoals berekend door WAQUA. Daarnaast is in grijs aangegeven waard de bodemhoogte lager is dan de het waterpeil zoals berekend door WAQUA. Bij 4.000 en 6.000 m<sup>3</sup>/s is het overstroomde gebied in WAQUA kleiner dan het gebied dat op grond van de terreinhoogte kan overstromen (grijs). De modellering van de kade middendoor voorkomt dat het gebied bovenstrooms van de dam inundeert. Als de dam doorlatend wordt gemaakt en de duikers liggen lager dan 11 meter + NAP dan zal het overgrote deel van het grijze gebied (in de Millingerwaard!) overstromen.

Bij lage hoogwaterafvoeren (figuur 2a) neemt de omvang van het overstroomde gebied ná uitvoering van de ingrepen toe. Ook neemt, door het reeds verrichtte graafwerk en het nog uit te voeren graafwerk, de waterdiepte op veel plaatsen toe.

Bij hogere afvoeren (figuur 2b) verandert de omvang van het overstroomde gebied alleen daar waar actief is ingegrepen in de terreinhoogte.

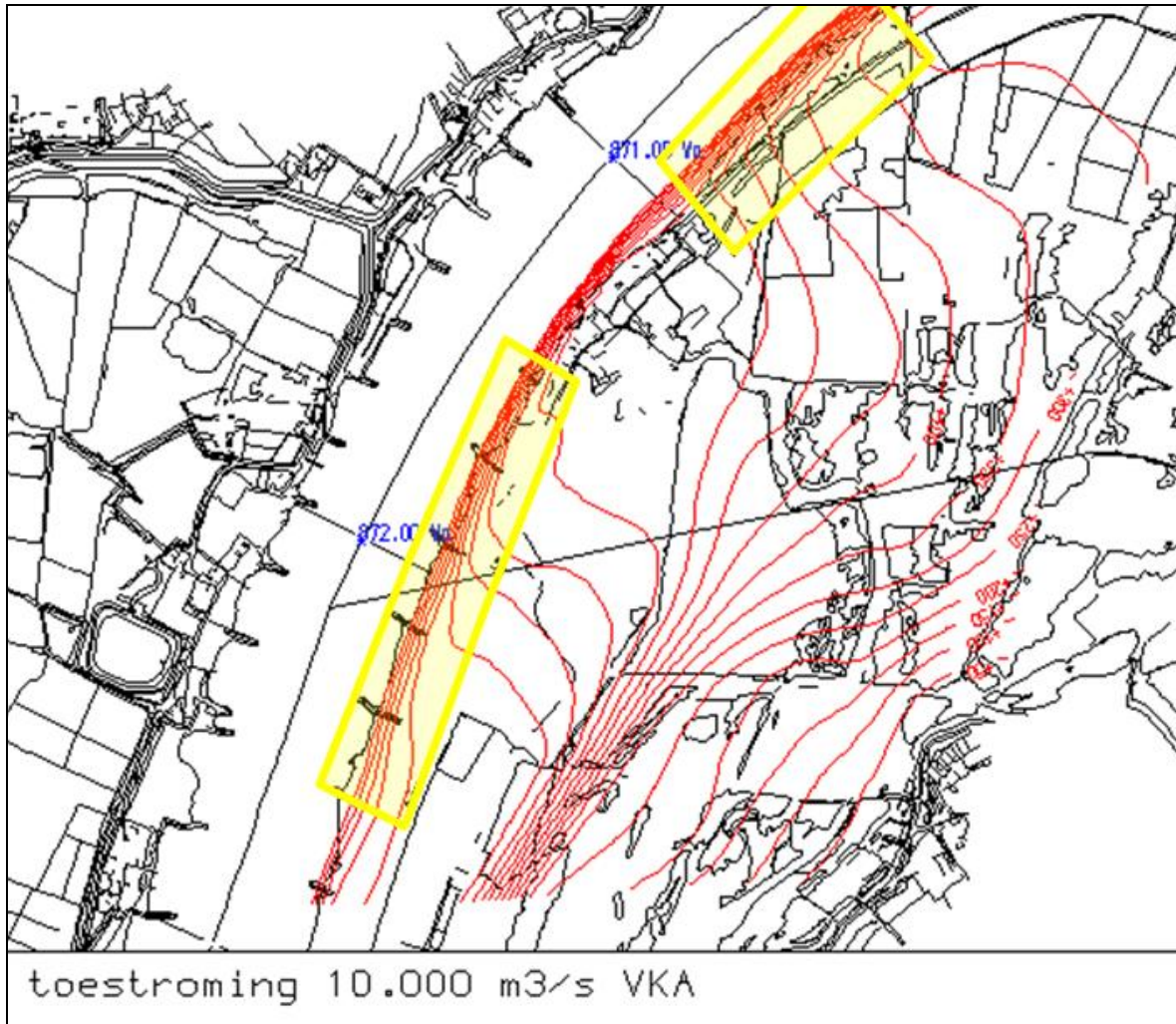
### **2.5.2 Effecten door verandere inundatie (van benedenstrooms)**

Door de grotere inundatiefrequentie waarbij van benedenaf inundatie optreedt wordt vaker sediment uitgewisseld met het zomerbed. Ook treden bij wisselende waterstanden spanningen op in oevers en wordt lokaal sediment verplaatst. Bij stijgende waterstanden stroomt water naar de uiterwaard toe en neemt daarbij sediment mee. Bij dalende waterstanden stroomt water uit de uiterwaard weg en neemt daarbij sediment mee. Kortdurende fluctuaties tijdens de passage van schepen door het zomerbed dringen nauwelijks in het gebied door doordat zij worden afgedempt door het grote volume dat aanwezig is in de Erlecomse waarden die daarmee als een soort expansievat gaan dienen. Langere, meer natuurlijke, fluctuaties dringen wel door. Bij stijgend water wordt zwevend sediment naar het gebied toe getransporteerd bij zeer lage stroomsnelheden in de Erlecomse plassen en de geul langs de Beyer. Het is waarschijnlijk dat een groot deel van het bij lage afvoeren inkomende sediment, zal bezinken in die twee wateren. Bij inundatie zal slechts weinig sediment de meest bovenstroomsgelegen wateren bereiken. Verzanding van de invaropening kan een tijdelijk probleem zijn maar het is niet de verwachting dat dat probleem veel groter zal zijn dan dat het in de huidige situatie is.

### **2.5.3 Effecten door veranderde toestroming van bovenstrooms**

Bij afvoeren tussen 8.000 en 10.000 m<sup>3</sup>/s bij Lobith (dichter bij 10.000 dan bij 8.000) treedt toestroming op van bovenaf. Hierbij wordt sediment aangevoerd. In de volgende figuur is met gele blokken aangegeven op welke locaties door water sediment kan worden aangevoerd. Verderop zijn in figuur 6 veranderingen in stroomsnelheid bij 10.000 m<sup>3</sup>/s afgebeeld. Rond 872 suggereert figuur 6 een afname van de stroming. Deze afname hangt samen met een vrij hoge ruwheid die is gehanteerd voor de Millingerduin zodat interventie niet nodig is. Voorlopig zal de ruwheid hier nog laag zijn en zijn voor deze afvoer geen grote veranderingen te verwachten als gevolg van de ingrepen. Rond rkm 870,500 kan de hoeveelheid toenemen als gevolg van een verbeterde afvoer van water uit het uiterwaard. Het beeld voor meer algeme hoogwaterafvoeren is dat de aanvoer van sediment min of meer gelijk blijft en wellicht iets toeneemt rond rkm 870,500. Slib dat bij lage afvoeren is bezonken in de geul tussen de Beyer en de bandijk zal bij hoge afvoeren waarschijnlijk worden uitgespoeld naar de Erlecomse waard.

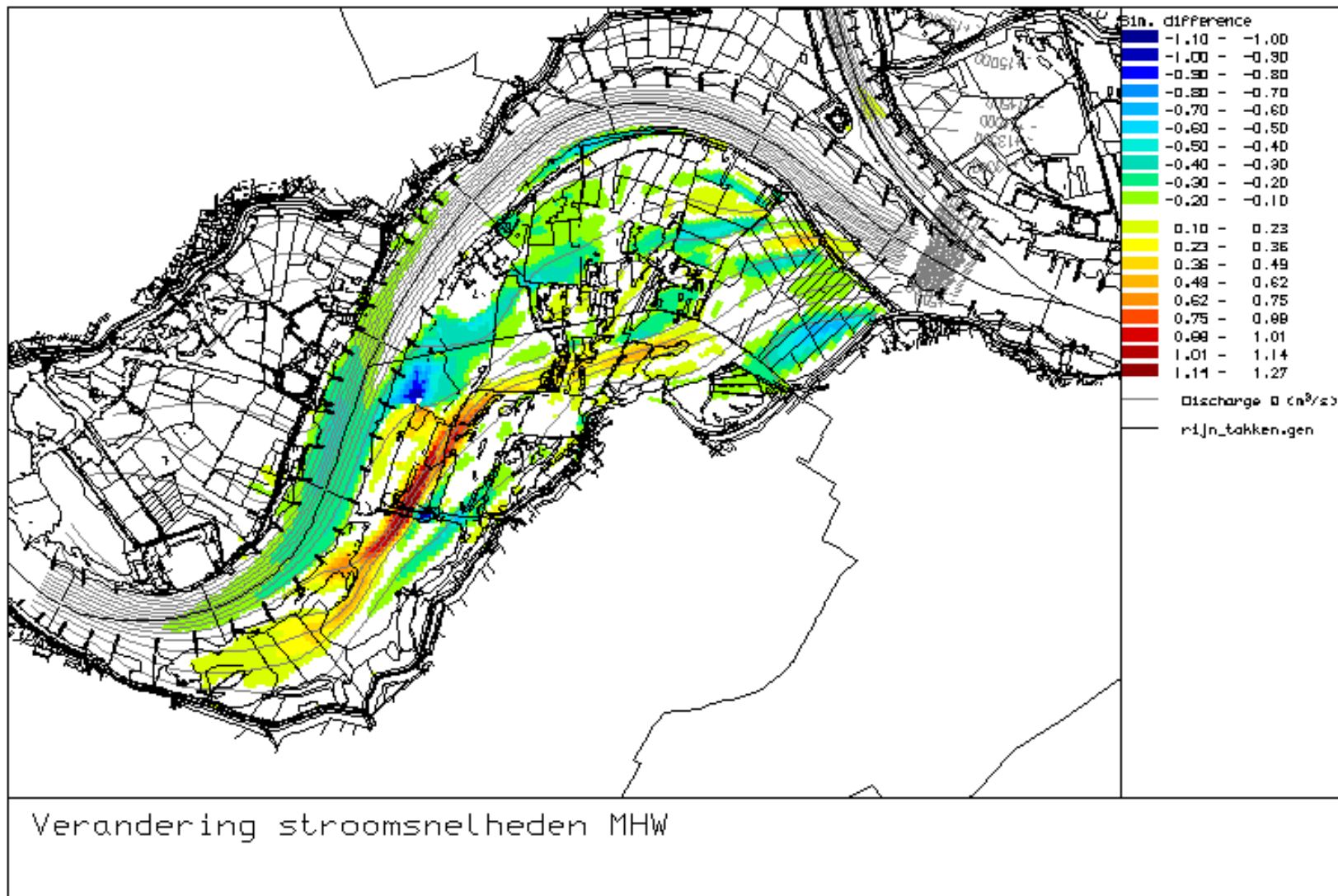




Figuur 3. Toestroming sediment

Bij afvoeren die nog hoger zijn dan de hiervoor toegelichte 10.000 m<sup>3</sup>/s veranderd het stroombeeld. Waar bij 10.000m<sup>3</sup>/s rond rkm 870.500 en 872 water naar het winterbed wordt aangevoerd wordt bij MHW water over de Millingerdam aangevoerd waardoor de aanvoer bij rkm 870.500 en 872 verminderd.

In de volgende figuur zijn de veranderingen in stroomsnelheidsgrootte en de stroomrichtingen aangegeven.



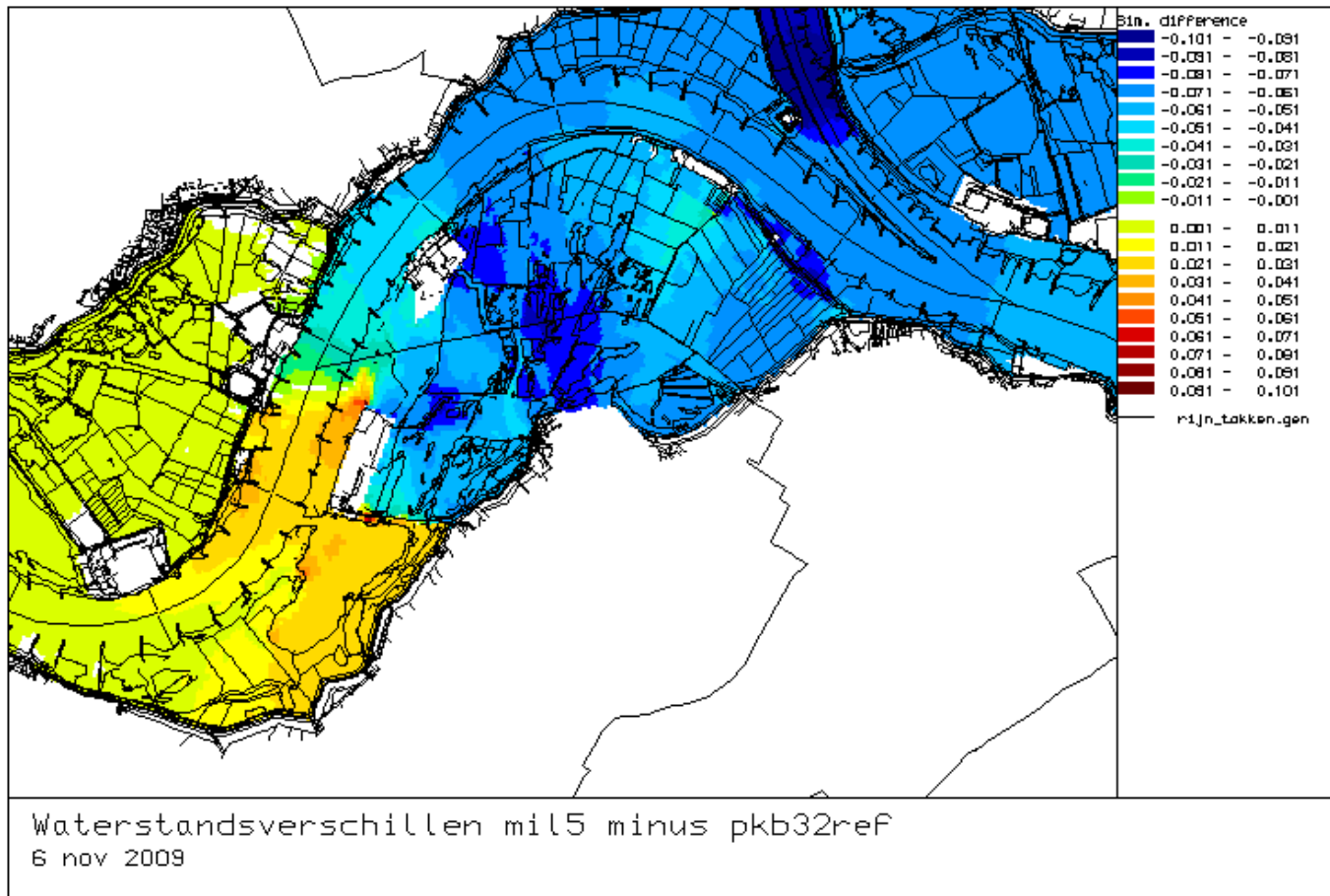
Figuur 4. Verandering stroomsnelheden MHW

Door de ingrepen nemen de stroomsnelheden op de Millingerduin af. Hierbij moet worden vermeld dat er bij MHW in de referentie geen sediment wordt aangevoerd omdat de stroming naar het zomerbed toe is gericht.

Vanuit een ecologisch perspectief zijn de effecten van de ingrepen op de morfodynamiek in de uiterwaard neutraal tot licht positief. *De maatregelen worden op dit aspect conservatief beoordeeld als neutraal (0).*

## 2.6 Stabiliteit hoofdwaterkering (MHW waterstand in de uiterwaard)

In de volgende figuur zijn de ruimtelijke verschillen in waterstand te zien.



Figuur 5. Waterstandsverschillen ruimtelijk

9-nov-09, Rivierkunde Millingerwaard

De ruimtelijke waterstandsverschillen laten zien dat de waterstanden tot 1 decimeter dalen in de Millingerwaard maar stijgen in de Erlecomse waarden met waarden tot 3 centimeter (0.028m) wat vrij fors is. Het is noodzakelijk dat er benedenstroomse maatregelen worden getroffen die dit opvangen. Een overkoepelende toets van het Ruimte Voor de Rivier pakket is noodzakelijk om te kunnen beoordelen of deze stijging acceptabel is.

In de afbeelding is ook daling van de waterstand te zien op het Pannerdens kanaal. Deze daling is het gevolg van de gehanteerde berekingsmethode waarbij een vaste onttrekking op het Pannerdens kanaal is gehanteerd. Door verruiming in de Millingerwaard worden géén waterstands dalingen op het Pannerdens kanaal gerealiseerd als de afvoer verdeling niet veranderd. Waterstands dalingen op het Pannerdens kanaal moeten door ingrepen op die tak worden bewerkstelligd.

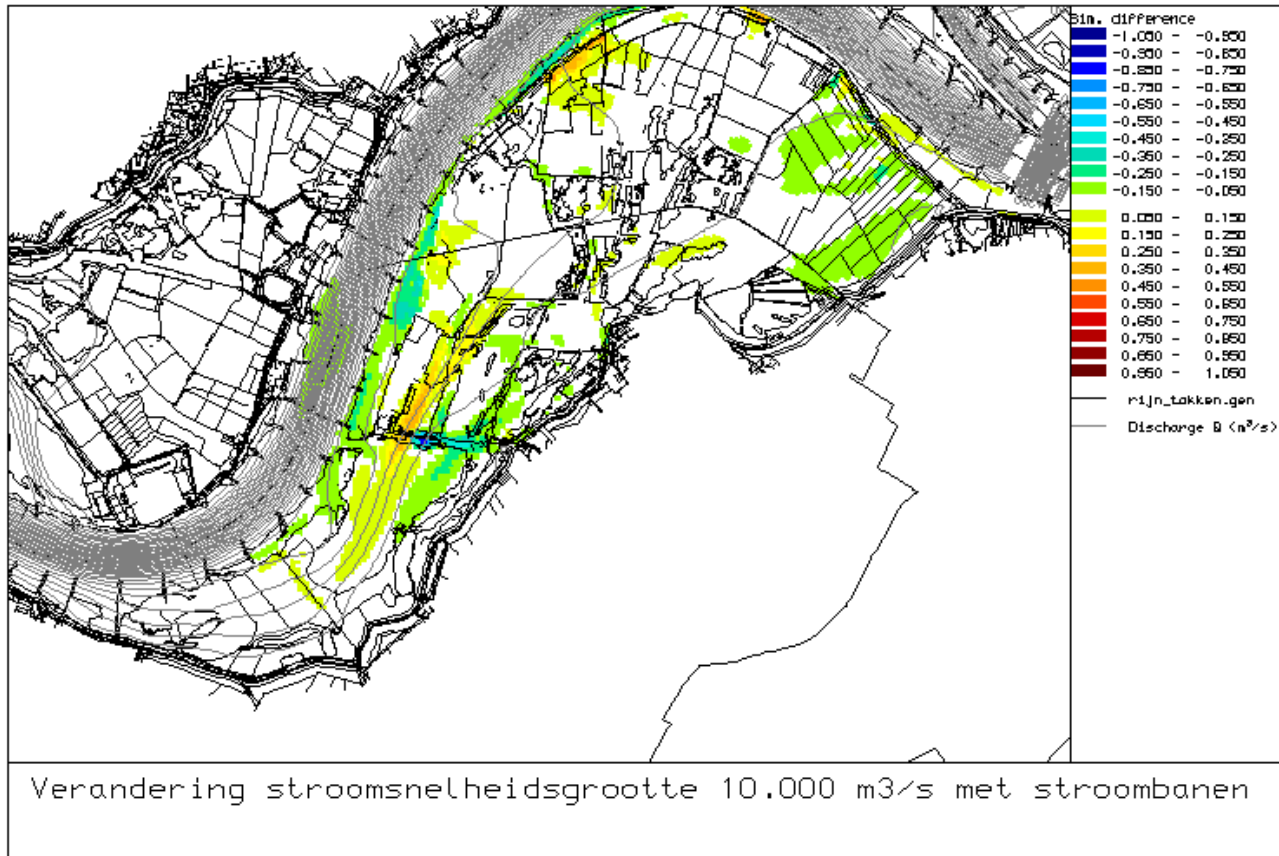
Als individuele maatregel ondervindt de bandijk bij Erlecom negatieve gevolgen van de ingrepen. Deze benedenstroomse waterstandseffecten zijn kleiner dan het PKB referentiealternatief (combinatie 1504 en w06\_1\_1 maximaal +0.037 aan de Erlecomse bandijk). De individuele effecten blijven echter negatief en zullen door benedenstrooms gelegen maatregelen moeten worden opgevangen.

Voor de beoordeling van de stabiliteit is in de alternatieven gekeken naar de grootte van de stroomsnelheid aan de bandijk bij 10.000 m<sup>3</sup>/s en daarom wordt ook hier op daarop beoordeeld. De grootste stroomsnelheden bij de bandijk doen zich voor in de Erlecomse waarden rond rivierkilometer 874,500. De grootte van de stroomsnelheid bedraagt daar in het voorkeursalternatief ruim 1 m/s. De stroomsnelheid neemt door de ingrepen daar minder dan 0,01 m/s toe (veranderingen stroomsnelheden MHW figuur 4). *Het effect wordt neutraal beoordeeld (0).*

## **2.7 Veiligheid scheepvaart (dwarsstromen)**

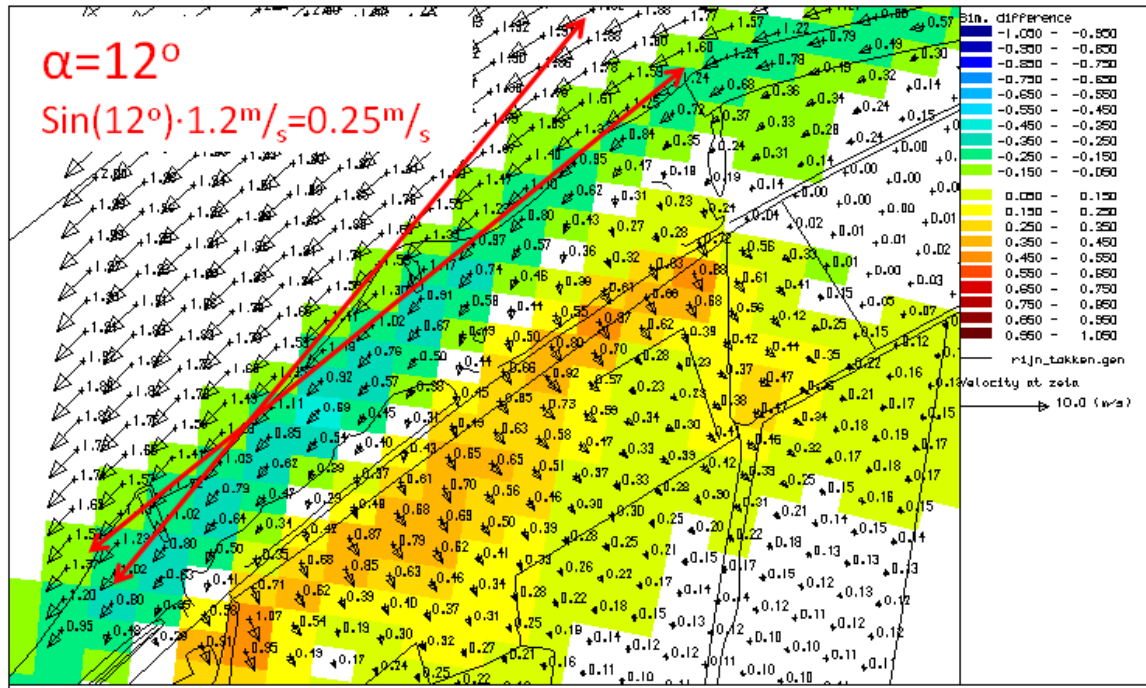
In de volgende figuur zijn de stroomsnelheidsverschillen bij 10.000 m<sup>3</sup>/s afgebeeld met stroombanen (na ingreep) daaroverheen waaruit de richting van de stroming kan worden bepaald.





Figuur 6. Verandering stroomsnelheden 10.000 m<sup>3</sup>/s

Uit figuur 6 blijkt dat bij 10.000 m<sup>3</sup>/s de veranderingen in de stroomsnelheidsgruotte op de normaal en oeverlijn klein zijn. In elk geval vindt er geen abrupte in- of uitstroom plaats bij deze afvoer. Rond rkm 970,500 neemt de dwarsstroom over de kade toe. In de volgende figuur is van die locatie een detail getoond van een potentiële probleemlocatie.



Figuur 7. Detail dwarsstromen 10.000 m<sup>3</sup>/s (ondergrond verandering grootte stroomsnelheid)

De dwarsstroom is hier -op de oeverlijn- met waarden van ca 0.25 m/s vrij fors. Door de ingrepen verminderd de stroming hier iets (ca 0.15 m/s). Door een verminderde langcomponent kan de dwarscomponent iets (maximaal 0,05 m/s) zijn toegenomen. Bij lagere afvoeren gaan de inlaatdrempels droogvallen waardoor de dwarsstromen reduceren tot 0.

De effecten van de ingrepen op dwarsstromen zijn zeer klein. *De effecten op dwarsstroom worden neutraal beoordeeld (0).*

## 2.8 Robuustheid rivierverruiming

De robuustheid van de maatregel voor rivierverruiming voor de toekomst wordt afgemeten naar de mate waarin verwacht wordt dat de verrichtte investeringen hydraulisch duurzaam effectief zijn. Hiervoor wordt gekeken naar drie kenmerken van robuustheid deze kenmerken zijn:

1. Afwezigheid van kapitaalintensief landgebruik en/of de realisatie van robuust afvoerdoorlatende bereikbaarheidsvoorzieningen voor dat gebruik,
2. Realisatie of handhaving van een goede hydraulische samenhang die geschikt is voor opschaling naar een grotere maat,
3. Mate van Hydraulische tolerantie voor achterstallig beheer van geulen en vegetatie.

### Landgebruik en bereikbaarheid

De in het Voorkeursalternatief voorgestelde verplaatsing van de Beyer verminderd het risico van sluipend verminderend afvoervermogen van het gebied als gevolg van uitbreiding van bedrijvigheid en of aanpassingen van toegankelijkheid. Dit wordt positief beoordeeld. Hiertegen over staat dat ten behoeve van de gehandhaafde bebouwing bereikbaarheidsvoorzieningen elders worden gehandhaafd en zelfs incidenteel worden verbeterd. Dit gegeven blijft een risico voor de veiligheid op termijn. Verhoging van de Millingerdam is daarbij het grootste risico voor de veiligheid. Anderzijds kunnen terreinbeheerders in het gebied ook een zinvolle en belangrijke bijdrage leveren aan de veiligheid door op de cruciale lokaties voldoende openheid hand te haven. Ten opzichte van de autonome ontwikkeling is al met al sprake van een duidelijke verbetering voor de veiligheid nu en op termijn.

### Samenhang

Het VKA realiseert een samenhangend netwerk van robuuste geulen. Hoewel de doorsnijdingen vanuit veiligheid een minpunt zijn is er nog voldoende samenhang om over een geheel te spreken. Mocht de nood aan de man komen dan is opschaling mogelijk door verwijdering van de ontsluiting middendoor en/of door het maken van een hoogwaterregelwerk in de Millingerdam.

### Beheertolerantie

Het VKA is voor zijn hydraulische werking afhankelijk van een open inlaatgebied zonder struiken. Ook de dam die als ontsluiting middendoor dient moet vrij zijn van struiken en bomen. Daarbuiten voorzien de permanente wateren in de vereiste ruimte voor de afvoer van water. Buiten het inlaatgebied en de dam middendoor kan met een minimaal beheer worden volstaan en blijft de afvoercapaciteit van het gebied in stand. In vergelijking met de autonome ontwikkeling is er sprake van een duidelijke vooruitgang.

	Afwezigheid van kapitaalintensief landgebruik en/of realisatie van robuust afvoerdoorlatende bereikbaarheidsvoorzieningen	Hydraulische Samenhang	Beheertolerantie	Totaaloordeel
VKA beoordeling	+	+	+	+

Tabel 5. Beoordeling robuustheid

### 3 Overzicht

	Beoordelingscriterium	Oordeel
R1	Waterstandsdeling MHW waterstand in de rivieras	0
R2	Effect op afvoerdeling splitsingspunt	-
R3	Aanzanding hoofdgeul	0
R4	Gevolgen op erosie/sedimentatie in de uiterwaard door veranderingen inundatiefrequentie en duur	0
R5	Stabiliteit van de hoofdwaterring	0
R6	Veiligheid scheepvaart	0
R7	Robuustheid	+

Tabel 6. Bepaalde effecten