



**GraafReinaldalliantie**

**Impact herinrichting Woelse Waard op  
manoeuvrerbaarheid scheepvaart**



## Overzicht gegevens document

Titel document: Impact herinrichting Woelse Waard op manoeuvreerbaarheid scheepvaart  
Kenmerk document: GO-WA-PLN-25341  
Projectnummer: GoWa

### Autorisatie

	Naam
<i>Opgesteld door</i>	Koos Toebees en Jacco Valstar
<i>Verificatie door</i>	Nicole Geurts van Kessel
<i>Autorisatie door</i>	Henriette Nonnekens
<i>Vrijgave door</i>	Marco Twigt

Paraaf en tekendatum zijn opgenomen in de Goedkeuringsworkflow van DMS

### Revisiebeheer

Revisienummer	Datum	Status	Opmerkingen
1.0	15-08-2020	Definitief tbv PpWw en MER	

### Adresgegevens

Graaf Reinaldalliantie  
Waldijk 91  
4214 LC Vuren

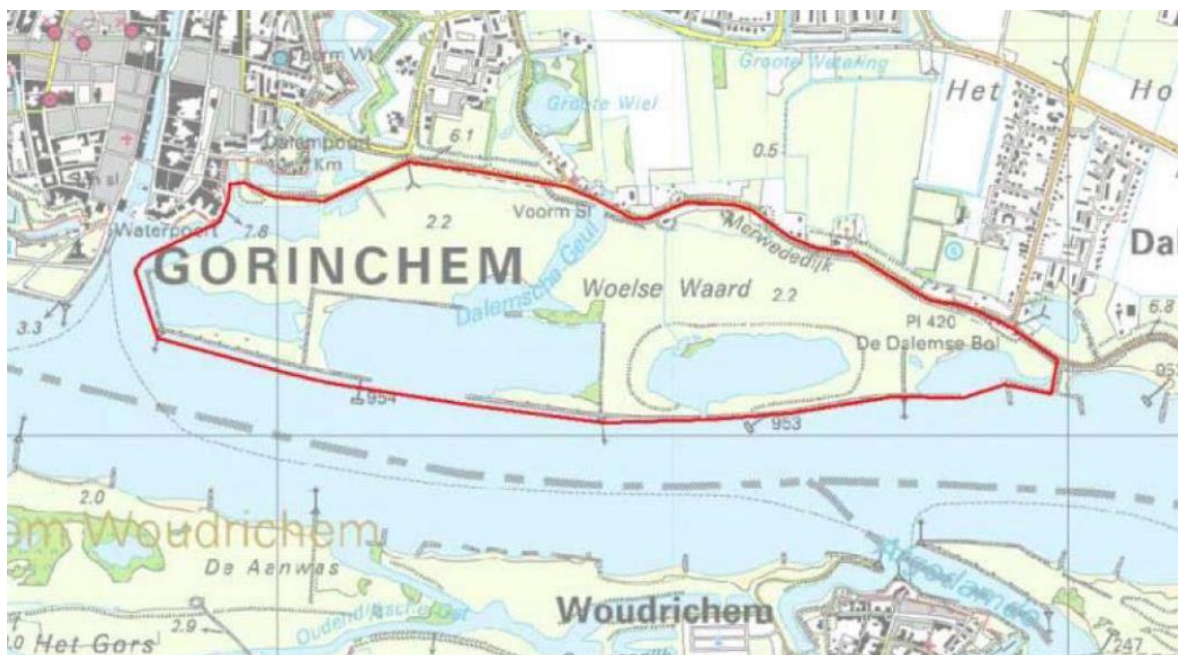
## INHOUDSOPGAVE

1	INTRODUCTIE.....	4
1.1	Achtergrond project.....	4
1.2	Doel van dit document.....	4
2	Uitgangspunten en aannames.....	5
2.1	Vaarbaan.....	5
2.2	Omgevingscondities.....	5
2.3	Modelschepen.....	5
2.4	Telegraafinstellingen.....	6
2.5	Simulaties.....	6
2.6	Impact op veer.....	7
3	Beoordelingscriteria.....	8
4	Resultaten simulaties.....	9
4.1	Interpretatie resultaten.....	9
4.2	Toetsing aan criteria.....	11
5	Conclusies.....	12
	Referenties.....	13
	BIJLAGE: Resultaten simulaties.....	14

# 1 INTRODUCTIE

## 1.1 Achtergrond project

De Woelse Waard is een uiterwaard ten oosten van Gorinchem en is gelegen aan de Boven Merwede (Figuur 1-1). Als onderdeel van het project 'De dijkversterking Gorinchem – Waardenbug (GoWa)' worden er in de Woelse Waard diverse maatregelen genomen (riviercompensatie, natuurcompensatie en KRW). Bij hoogwater stroomt er daardoor meer water door de uiterwaard, zodat de waterstand op de rivier wordt verlaagd.



Figuur 1-1: Woelse Waard.

Door de herinrichting van de Woelse Waard verandert lokaal ook het stroombeeld in de vaarweg. Bij de in- en uitstroompunten van de uiterwaard ontstaan (extra sterke) dwarsstromingen op de vaarweg. Een te sterke dwarsstrooming op de rivier kan ongewenste effecten hebben op de scheepvaart.

In de huidige situatie wordt op sommige locaties de norm voor dwarsstrooming al overschreden. Het rivierkundig beoordelingskader stelt dat in het geval de dwarsstrooming in een huidige situatie al boven de norm zit, deze niet verder mag toenemen door een ingreep. In overleg met Rijkswaterstaat West-Nederland Zuid (RWS WNZ) is daarom besloten dat voor deze locatie nader onderzoek uitgevoerd zal moeten worden met scheepssimulaties met een stuurautomaat. Dit onderzoek zal moeten aantonen dat het ontwerp voor de Woelse Waard niet zal leiden tot een onveilige situatie voor de scheepvaart.

## 1.2 Doel van dit document

Dit document beschrijft de effecten van de maatregelen in de Woelse Waard (dwarsstrooming) op de scheepvaart.

## 2 Uitgangspunten en aannames

### 2.1 Vaarbaan

Ter hoogte van de Woelse Waard heeft de Boven Merwede een bevaarbare breedte van ongeveer 340 m. Het is aangenomen dat deze vaarweg in vier vaarstroken onderverdeeld kan worden, waarbij de meest noordelijke vaarstrook te maken zal hebben met de grootste dwarsstroming. In deze studie is daarom gesimuleerd met een vaarbaan in het midden van de meest noordelijke vaarstrook. Deze vaarbaan ligt ongeveer 42.5 m 'onder' de begrenzing van het bevaarbare gedeelte van de rivier (zie Figuur 2-1). Schepen die deze vaarbaan volgen varen stroomafwaarts, van oost naar west.



Figuur 2-1: De vaarbaan die wordt gebruikt in de modellering ligt op ongeveer 42.5 m van de noordelijke oever. Google Earth.

### 2.2 Omgevingscondities

In deze studie is gemodelleerd met drie rivierafvoeren, waarbij de uitvoer van de stroommodellen is gebruikt als input voor de simulaties:

- 4.000 m<sup>3</sup>/s bij Lobith → Frequentie: 26 dagen per jaar.
- 6.000 m<sup>3</sup>/s bij Lobith → Frequentie: 6 dagen per jaar.
- 8.000 m<sup>3</sup>/s bij Lobith → Frequentie: 1/5 jaar.

Het effect van wind en/of golven is niet meegenomen in de simulaties.

### 2.3 Modelschepen

Voor de scheepssimulaties is in deze studie gebruik gemaakt van vier scheepsmodellen; drie motorvrachtschepen en één type duwstiel. Een overzicht van deze scheepsmodellen wordt getoond in Tabel 2-1.

Tabel 2-1: Geselecteerde modelschepen voor simulatie.

		Hagenaar	Groot Rijnschip	Rijnmax Schip	6-bakduwstel breed
<b>CEMT-klasse</b>	[-]	III	Va	Vla	VIIa
<b>RWS-klasse</b>	[-]	M3	M8	M12	BII-6b
<b>Code MARIN</b>	[-]	CL3001a1	CL5001g1	bvt006r1	du6003a1
<b>Lengte</b>	[m]	57,00	98,40	135,00	223,00
<b>Breedte</b>	[m]	7,06	11,40	17,00	32,00
<b>Diepgang</b>					
Geladen	[m]	2,60	3,50	4,00	3,50-4,00
Leeg	[m]	1,50	1,80	2,00	1,80 (duwboot)
Model	[m]	2,29	2,80	3,20	1,83

## 2.4 Telegraafinstellingen

In de simulaties varen de schepen stroomafwaarts, met de hartlijn van het schip op circa 42,5 m afstand van de noordelijke rand van het vaarwater. De simulatie start ruim bovenstrooms van de Woelse Waard, en stopt vlak voor de Merwedeburg (zie Figuur 2-1).

Gedurende het gehele traject varen de schepen met een constant toerental, waarbij de telegraaf is ingesteld tussen 'volle kracht vooruit' en 'halve kracht vooruit'. Dit komt bij benadering neer op de volgende vaarsnelheden door het water:

- Hagenaar (CEMT III, RWS M3): 10,7 km/h.
- Groot Rijnschip (CEMT Va, RWS M8): 17,0 km/h.
- Rijnmax Schip (CEMT Vla, RWS M12): 15,2 km/h.
- 6-bakduwstel breed (CEMT VIIa, RWS BII-6b): 21,1 km/h.

## 2.5 Simulaties

In deze studie zijn 24 simulaties uitgevoerd. Elke simulatie is een unieke combinatie van schip, scenario (vóór of na ingreep) en rivierafvoer. Een overzicht van de simulaties wordt getoond in Tabel 2-2.

Tabel 2-2: Overzicht simulaties.

Run #	Schip	CEMT-klasse	RWS-klasse	Scenario	Afvoer
1	Hagenaar	III	M3	Vóór ingreep	4.000 m <sup>3</sup> /s
2					6.000 m <sup>3</sup> /s
3					8.000 m <sup>3</sup> /s
4				Na ingreep	4.000 m <sup>3</sup> /s
5					6.000 m <sup>3</sup> /s
6					8.000 m <sup>3</sup> /s
7	Groot Rijnschip	Va	M8	Vóór ingreep	4.000 m <sup>3</sup> /s
8					6.000 m <sup>3</sup> /s
9					8.000 m <sup>3</sup> /s
10				Na ingreep	4.000 m <sup>3</sup> /s
11					6.000 m <sup>3</sup> /s
12					8.000 m <sup>3</sup> /s
13	Rijnmax Schip	Vla	M12	Vóór ingreep	4.000 m <sup>3</sup> /s
14					6.000 m <sup>3</sup> /s
15				Na ingreep	8.000 m <sup>3</sup> /s
16					4.000 m <sup>3</sup> /s

17					6.000 m <sup>3</sup> /s
18					8.000 m <sup>3</sup> /s
19	6-baksduwstel breed	VIIa	BII-6b	Vóór ingreep	4.000 m <sup>3</sup> /s
20					6.000 m <sup>3</sup> /s
21					8.000 m <sup>3</sup> /s
22				Na ingreep	4.000 m <sup>3</sup> /s
23					6.000 m <sup>3</sup> /s
24					8.000 m <sup>3</sup> /s

## 2.6 Impact op het veer

De herinrichting van de Woelse Waard verandert het stromingspatroon bij de aanlegplaats voor het veer (zie Figuur 2-2). De stroommodellen [REF2] laten zien dat bij een afvoer van 4.000 m<sup>3</sup>/s bij Lobith de snelheid van de langsstroming wat lager wordt, en dat een wat hogere snelheid van de langsstroming verwacht kan worden bij een afvoer van 6.000 m<sup>3</sup>/s en 8.000 m<sup>3</sup>/s. Tegelijkertijd worden er geen veranderingen in de dwarsstroming verwacht. Het effect op de scheepvaart (veerpont, lokale scheepvaart) zal daarom verwaarloosbaar zijn.



Figuur 2-2: Locatie van het veer. Google Earth.

### 3 Beoordelingscriteria

De resultaten van de simulaties worden getoetst volgens Richtlijnen Vaarwegen 2017 [REF1]. Hierbij gaat het om de volgende criteria:

- Toename padbreedte kleiner dan  $\frac{1}{2} B$  ( $B$  = scheepsbreedte) boven de padbreedte die het schip nodig heeft zonder dwarsstroom.
- Roeruitslag behoudens kortstondige uitschieters maximaal  $20^\circ$ .

Opgemerkt wordt dat er in de huidige situatie al sprake is van dwarsstroming, en dat de padbreedte in de situatie na ingreep wordt vergeleken met de huidige situatie (vóór ingreep).



## 4 Resultaten simulaties

In deze studie zijn 24 simulaties uitgevoerd (zie Tabel 2-2) waarvan de resultaten zijn weergegeven in de bijlage.

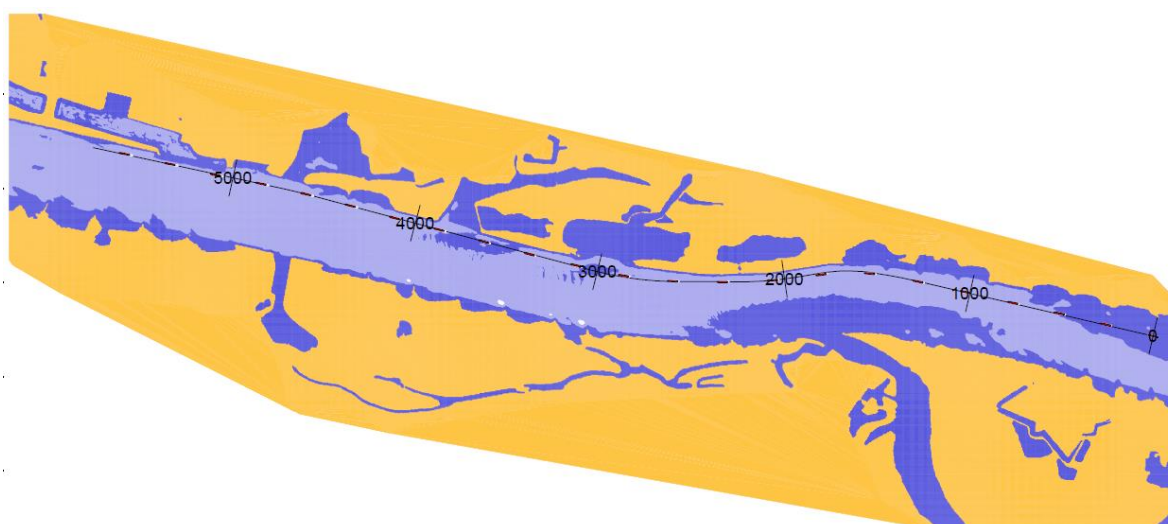
In deze paragraaf wordt als voorbeeld het resultaat beschreven van de simulatie met de Hagenaar (CEMT III, RWS M<sub>3</sub>) bij een afvoer van 6.000 m<sup>3</sup>/s voor zowel het scenario vóór als na de ingreep. De resultaten van de simulaties voor de andere scheepstypen en afvoeren zijn opgenomen in de bijlage, de effecten van de herinrichting op de scheepvaart zijn bij die simulaties vergelijkbaar of kleiner.

### 4.1 Interpretatie resultaten

#### Vaarbaan

Figuur 4-1 toont de gerealiseerde vaarbaan van de Hagenaar (CEMT III, RWS M<sub>3</sub>) bij een afvoer van 6.000 m<sup>3</sup>/s, voor zowel het scenario vóór (rood gevulde scheeps-plot) als na de ingreep (witte omlijning). De figuur laat zien dat:

- Het schip in beide scenario's in staat is om, ondanks de optredende dwarsstromen, de gewenste vaarbaan te volgen.
- De gerealiseerde vaarbanen in beide scenario's niet significant verschillen.



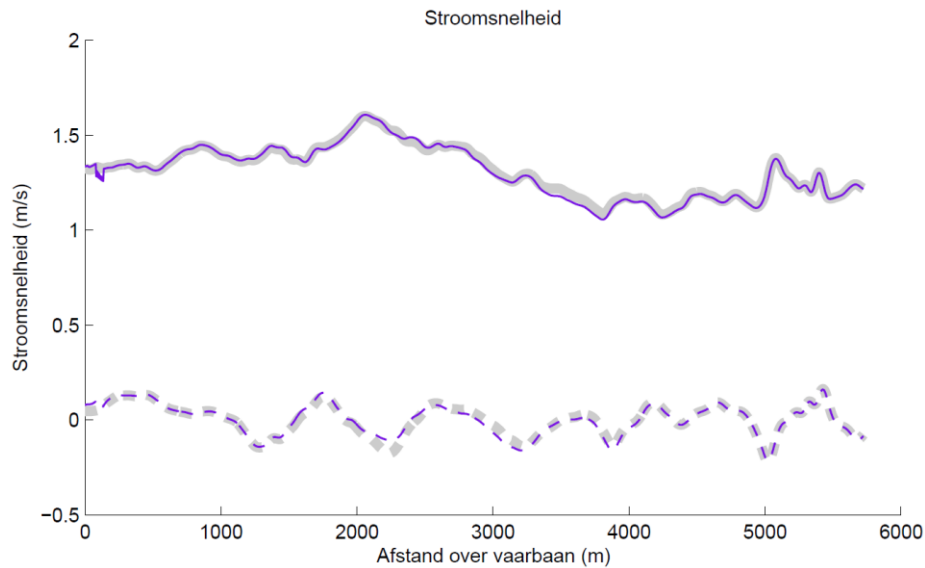
Figuur 4-1: Vaarbaan Hagenaar (CEMT III, RWS M<sub>3</sub>) bij een afvoer van 6.000 m<sup>3</sup>/s voor zowel het scenario vóór (rood gevulde scheeps-plot) als na de ingreep (witte omlijning).

#### Stroomsnelheden op de locatie van het schip

Figuur 4-2 toont de stroomsnelheden op de locatie van de Hagenaar (CEMT III, RWS M<sub>3</sub>) bij een afvoer van 6.000 m<sup>3</sup>/s voor zowel vóór (grijs) als na de ingreep (paars). De figuur laat zien dat:

- De langsstroming (getrokken lijn) over het algemeen ruim tien keer groter is dan de dwarsstroming (gestreepte lijn).
- De stroomsnelheden langs de vaarbaan van het schip in beide scenario's niet significant verschillen.

Bovenstaande observaties corresponderen met de resultaten uit Figuur 4-1 (gerealiseerde vaarbaan).



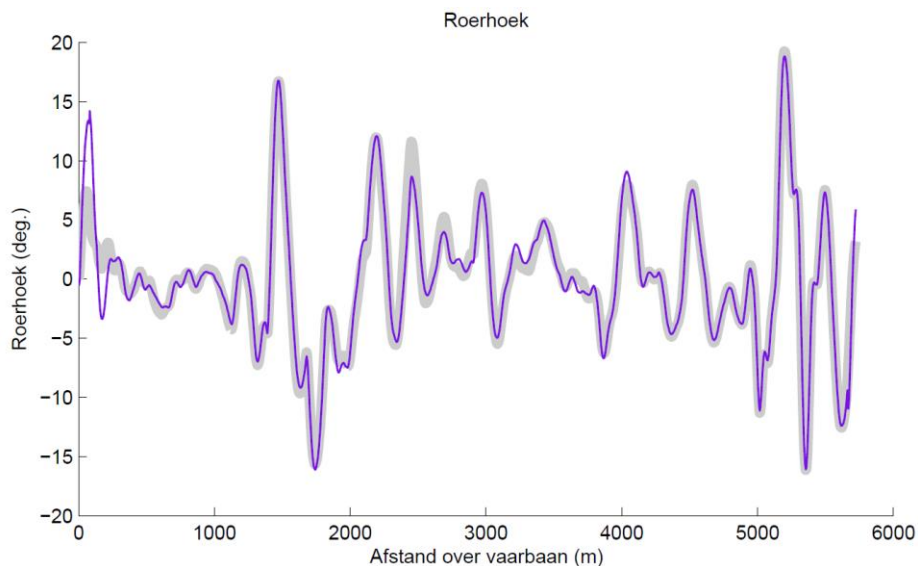
Figuur 4-2: Stroomsnelheden op de locatie van de Hagenaar (CEMT III, RWS M3) bij een afvoer van 6.000 m<sup>3</sup>/s voor zowel het scenario vóór (grijs) als na de ingreep (paars). De getrokken plot geeft de langsgstroming weer; de gestreepte plot de dwarsstroming.

### Roerhoek

Figuur 4-3 toont de roerhoek van de Hagenaar (CEMT III, RWS M3) bij een afvoer van 6.000 m<sup>3</sup>/s voor zowel vóór (grijs) als na de ingreep (paars). De figuur laat zien dat:

- De benodigde roerhoek maximaal 20 graden is.
- De roerhoeken in beide scenario's niet significant verschillen<sup>1</sup>.

Bovenstaande observaties corresponderen met de resultaten uit Figuur 4-1 (gerealiseerde vaarbaan) en Figuur 4-2 (stroomsnelheden op de locatie van het schip).



Figuur 4-3: Roerhoek van de Hagenaar (CEMT III, RWS M3) bij een afvoer van 6.000 m<sup>3</sup>/s voor zowel het scenario vóór (grijs) als na de ingreep (paars).

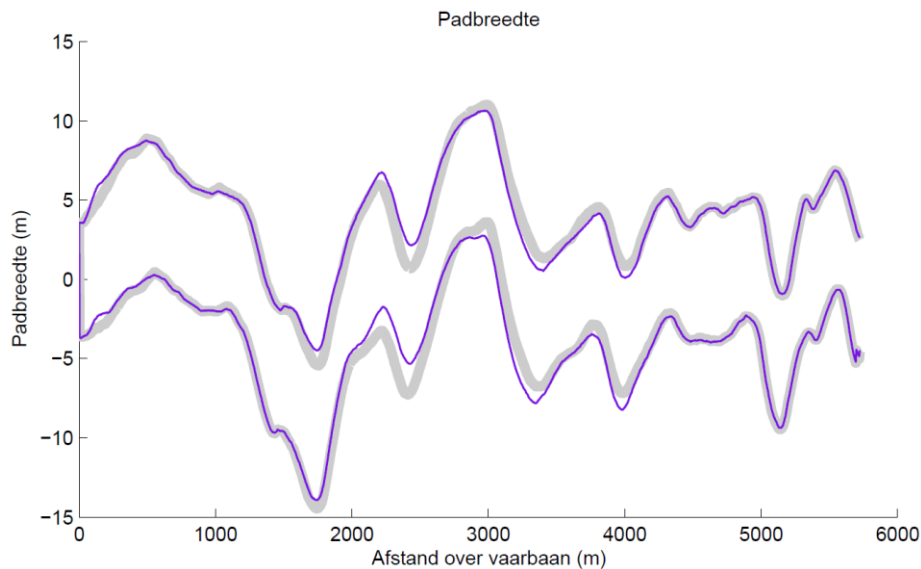
<sup>1</sup> Merk op dat eventuele uitschieters/verschillen bij de start van de simulatie (eerste 100 m van de vaarbaan) het resultaat zijn van het zogenaamde 'inslingeren'.

## Padbreedte

Figuur 4-4 toont de padbreedte van de Hagenaar (CEMT III, RWS M<sub>3</sub>) bij een afvoer van 6.000 m<sup>3</sup>/s voor zowel vóór (grijs) als na de ingreep (paars). De figuur laat zien dat:

- De maximale padbreedte circa 10 m is (breedte van Hagenaar is 7 m).
- De padbreedte in beide scenario's niet significant verschilt.

Bovenstaande observaties corresponderen met de resultaten uit Figuur 4-1 (gerealiseerde vaarbaan), Figuur 4-2 (stroomsnelheden op de locatie van het schip) en Figuur 4-3 (roerhoek).



Figuur 4-4: Padbreedte van de Hagenaar (CEMT III, RWS M<sub>3</sub>) bij een afvoer van 6.000 m<sup>3</sup>/s voor zowel het scenario vóór (grijs) als na de ingreep (paars).

## 4.2 Toetsing aan criteria

### Toename padbreedte

In deze studie is het vaargedrag (gerealiseerde vaarbaan, roerhoek, padbreedte) gesimuleerd voor zowel het scenario vóór als na de ingreep. De resultaten laten zien dat de padbreedte in beide scenario's niet significant verschilt. De maximale padbreedte is 10 meter, met een scheepsbreedte van 7 meter blijft dit binnen het gestelde criterium dat door dwarsstroming de padbreedte maximaal 1/2 B mag toenemen. Opgemerkt wordt dat voldaan wordt aan het criterium voor en na ingrepen in de Woelse Waard, in de berekende padbreedte wordt dus ook rekening gehouden met bestaande dwarsstroming en bochteffecten..

### Roerhoek

De roerhoek is zowel in de situatie voor als na de maatregelen minder dan 20°. Bovendien laten de resultaten zien dat de roerhoek in beide scenario's niet significant verschilt.

## 5 Conclusies

Fast time sloopssimulaties zijn uitgevoerd om aan te tonen dat het ontwerp voor de Woelse Waard niet zal leiden tot een onveilige situatie voor de sloopvaart. Op basis van de resultaten kan het volgende worden geconcludeerd:

- Het veranderende stroombeeld door de herinrichting van de Woelse Waard leidt niet tot onveilige situaties voor de sloopvaart: De snelheid van de langstrooming is significant groter dan de snelheid van de dwarsstrooming. De relatieve impact van de dwarsstrooming is daardoor gering.
- De herinrichting van de Woelse Waard leidt niet tot een veranderend vaargedrag (gerealiseerde vaarbaan, roerhoek, padbreedte) van passerende schepen.
- Zowel in het huidige scenario, als in het scenario na de ingreep, is de roerhoek minder dan 20°.
- Zowel in het huidige scenario, als in het scenario na de ingreep is de benodigde extra padbreedte minder dan de helft van de sloopbreedte.

Geconcludeerd wordt dat de effecten op de sloopvaart als gevolg van de herinrichting passen binnen de gestelde criteria uit het rivierkundig beoordelingskader.

## Referenties

- REF1. Rijkswaterstaat, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Richtlijnen Vaarwegen 2017, december 2017.
- REF2. GraafReinaldalliantie, Achtergrondrapport rivierkunde (GO-WA-RAP-23795), 18 februari 2020.

## BIJLAGE: Resultaten simulaties