Deltares

Knelpuntanalyse vaarroute Holwerd-Ameland 2025

Knelpuntanalyse vaarroute Holwerd-Ameland 2025

Auteur(s)
Anne Ton
Roy van Weerdenburg

Knelpuntanalyse vaarroute Holwerd-Ameland 2025

Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Verkeer- en Watermanagement, locatie Westraven
Contactpersoon	Jurre de Vries
Projectreferenties	
Trefwoorden	Waddenzee; morfologie; sediment; vaargeulonderhoud; Holwerd-Ameland; bodempeilingen; modelsimulaties; Delft3D-FM

Documentgegevens	
Versie	1.0
Datum	05-01-2026
Projectnummer	11211571-000
Document ID	11211571-000-ZKS-0002
Pagina's	26
Classificatie	
Status	Definitief

Auteur(s)		
Anne Ton Roy van Weerdenburg		

Gebruik van deze tabel is voor de controle van de juiste uitvoering door Deltares van de opdracht. Ieder ander klantgebruik en externe verspreiding is niet toegestaan.

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord
1.0	Anne Ton Roy van Weerdenburg	Bart Grasmeijer	Laura Vonhögen - Peeters

Samenvatting

De vaarweg tussen Holwerd en Ameland bevat een aantal knelpunten waar veel onderhoud nodig is of die lastig bevaarbaar zijn. Rederij Wagenborg heeft aan Rijkswaterstaat gevraagd of een optimalisatie van de vaarroute mogelijk zou zijn door het middelste gedeelte van de vaarroute (bij VA33) met een kortsluitgeul te verbinden met de geul Zuiderspruit, zodat op een kleiner deel van de vaarroute onderhoud nodig is. Binnen het kennisprogramma BenO Waddenzee is een verkenning gedaan van de haalbaarheid en mogelijkheden van een dergelijke verlegging van de vaarroute.

De kortsluitgeul zou gebruik kunnen maken van de oude ebgeul die sinds 2019 niet meer wordt onderhouden. Die oude vaarroute is in de afgelopen jaren echter grotendeels opgevuld. In recente lodingen is het meest ondiepe deel van de oude vaarroute nauwelijks dieper dan -1 m NAP. Uit kuberingen blijkt dat een initiële baggerinspanning van circa 200.000 m³ nodig zou zijn om de kortsluitgeul te realiseren, inclusief het verwijderen van een intertidale ondiepte. Deze ingreep zou dus omvangrijk zijn, en omdat er nu juist sprake is van aanzanding in dit gebied is de stabiliteit van zo'n doorsteek (op langere termijn) onzeker.

Hydrodynamische modellering met Delft3D-FM van drie scenario's — (1) de huidige situatie, (2) een doorsteek en (3) een doorsteek gecombineerd met demping van de huidige vaarroute — laat zien dat de huidige vaargeul zijn dominante rol in het aan- en afvoeren van het getijprisma zal behouden na het aanleggen van zo'n doorsteek. Piekstroomsnelheden in de huidige vaargeul nemen door het realiseren van een doorsteek af, waardoor de huidige geul kan gaan aanzanden. Tegelijkertijd zullen stroomsnelheden in de (smalle) doorsteek hoog zijn. Of dit zal leiden tot erosie van de geul hangt af van hoe de toename in transportcapaciteit opweegt tegen de sedimentatie die nu in dit gebied optreedt. Hier zijn nog geen (kwantitatieve) resultaten over. Als gevolg van morfologische ontwikkelingen kan de verdeling van debieten na verloop van tijd verschuiven naar de doorsteek. Op basis van de huidige resultaten en inzichten is het niet duidelijk hoe snel dit zal verlopen, maar deze morfologische aanpassing van het geulenstelsel is een relatief langzaam proces op de tijdschaal van minimaal één tot enkele jaren.

Hoewel de doorsteek ervoor zorgt dat een korter deel van de vaarroute moet worden onderhouden, is het dus nog maar de vraag of de hoeveelheid onderhoud ook afneemt. Onzekerheden en risico's op negatieve effecten zijn het gevolg van morfologische terugkoppelingen van het verbinden van de twee geulsystemen, die op dit moment niet goed zijn te overzien of te kwantificeren. De aanzanding die in de afgelopen jaren heeft plaatsgevonden zorgt ervoor dat een behoorlijke ingreep nodig is om de doorsteek aan te leggen, waardoor deze ingreep op dit moment niet voor de hand ligt.

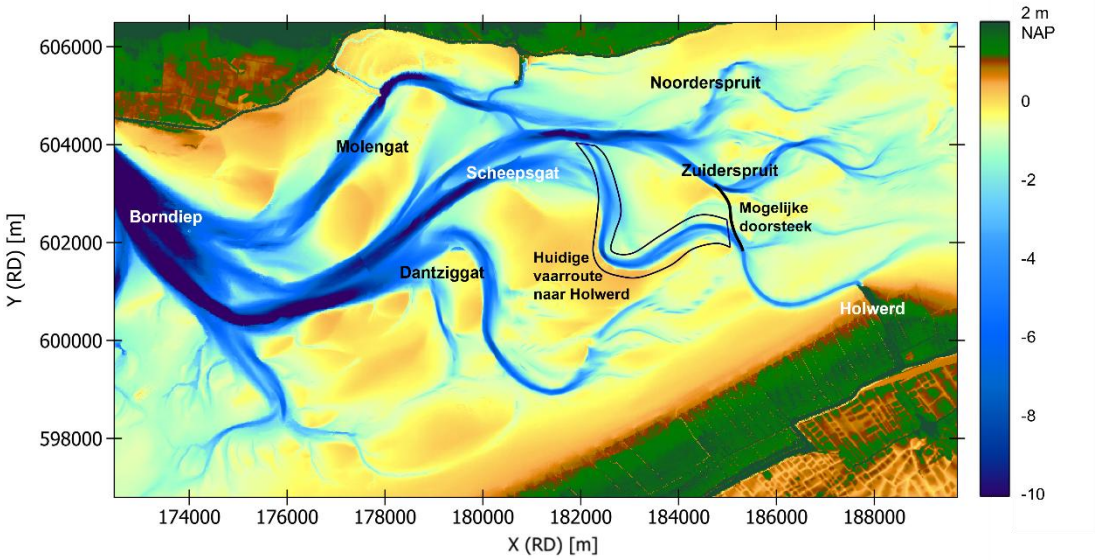
Inhoudsopgave

	Samenvatting	**4**
	Inhoudsopgave	**5**
1	**Introductie**	**6**
2	**Recente morfologische ontwikkelingen rondom de vaarroute Holwerd-Ameland**	**7**
2.1	Beschikbare data en methode	7
2.2	Resultaten	7
3	**Ingrepen**	**9**
4	**Inzichten uit hydrodynamische modellering**	**11**
4.1	Modelopzet	11
4.2	Modelresultaten	13
5	**Discussie**	**18**
6	**Conclusies en aanbevelingen**	**19**
7	**Referenties**	**21**
	Bijlage I: Doorsnedes	**22**
	Bijlage II: Ruimtelijke stromingspatronen	**23**

1 Introductie

De vaarweg tussen Holwerd en Ameland bevat een aantal knelpunten waar veel onderhoud nodig is of die lastig bevaarbaar zijn. Om die reden zijn er in het verleden al een aantal optimalisaties uitgevoerd en wordt er verder gezocht naar mogelijkheden om de vaarroute te optimaliseren. De geul van de huidige vaarroute bocht steeds verder uit, waardoor de route langer wordt, met een langere vaartijd en een grotere onderhoudsinspanning tot gevolg. Een mogelijke optimalisatie die veelvuldig is aangedragen door rederij Wadenborg is het verbinden van het middelste gedeelte van de vaarroute (nabij VA33) met een kortsluitgeul naar de geul Zuiderspruit (Figuur 1-1). Potentiële voordelen van zo'n ingreep zijn een kortere vaarroute en minder vaargeulonderhoud, wat tot vermindering van ecologische effecten kan leiden, en dat natuurlijke dynamiek kan plaatsvinden in een groter deel van de vaargeul. Eventueel kan deze ingreep worden gecombineerd met het verbinden van de Zuiderspruit en het Molengat, oostelijk van het Veerbootgat (VA4) dat daar nu al een (onderhouden) verbinding vormt. Binnen kennisprogramma BenO Waddenzee is een verkenning gedaan van de haalbaarheid en mogelijkheden van een dergelijke verlegging van de vaarroute op basis van morfologische data. Daarna is gekeken hoe stabiel zo'n ingreep zou zijn, mede op basis van hydrodynamische modellering, en hoe deze ingreep past in de lange-termijn morfologische ontwikkeling van het geulenstelsel. De belangrijkste resultaten en aanbevelingen worden in dit rapport beschreven.

Hoofdstuk 2 bevat een analyse van recente morfologische ontwikkelingen rondom de vaarroute Holwerd-Ameland, op basis van bodempeilingen (beheerlodingen) die door Rijkswaterstaat zijn uitgevoerd. Hoofdstuk 3 bevat een discussie over de omvang van de ingreep om de Zuiderspruit en de vaarroute richting Holwerd te verbinden. Hoofdstuk 4 bevat een analyse van de waterbeweging in het bekken voor de huidige situatie en voor het scenario waarin een doorsteek naar de Zuiderspruit is gerealiseerd, op basis van hydrodynamische modelsimulaties. Hoofdstuk 5 bevat een discussie van de resultaten uit de verschillende onderdelen en Hoofdstuk 6 bevat de conclusies en aanbevelingen.



Figuur 1-1 Overzichtskaart van de vaarroute Holwerd-Ameland en omgeving, met een mogelijk tracé voor een doorsteek van VA33 naar de Zuiderspruit. De bodemhoogte is weergegeven op basis van de overzichtsloding van 2025.

2 Recente morfologische ontwikkelingen rondom de vaarroute Holwerd-Ameland

2.1 Beschikbare data en methode

De vaklodingen worden in de bekkens van de Waddenzee slechts eens per 6 jaar ingewonnen. Voor een groot deel van het bekken van het Amelander Zeegat is echter een jaarlijkse overzichtsloding beschikbaar, samengesteld uit lodingen die door Rijkswaterstaat in aanvulling op de vaklodingen worden uitgevoerd. Ter beoordeling van recente morfologische ontwikkelingen zijn deze overzichtslodingen van 2019 tot 2025 geanalyseerd.

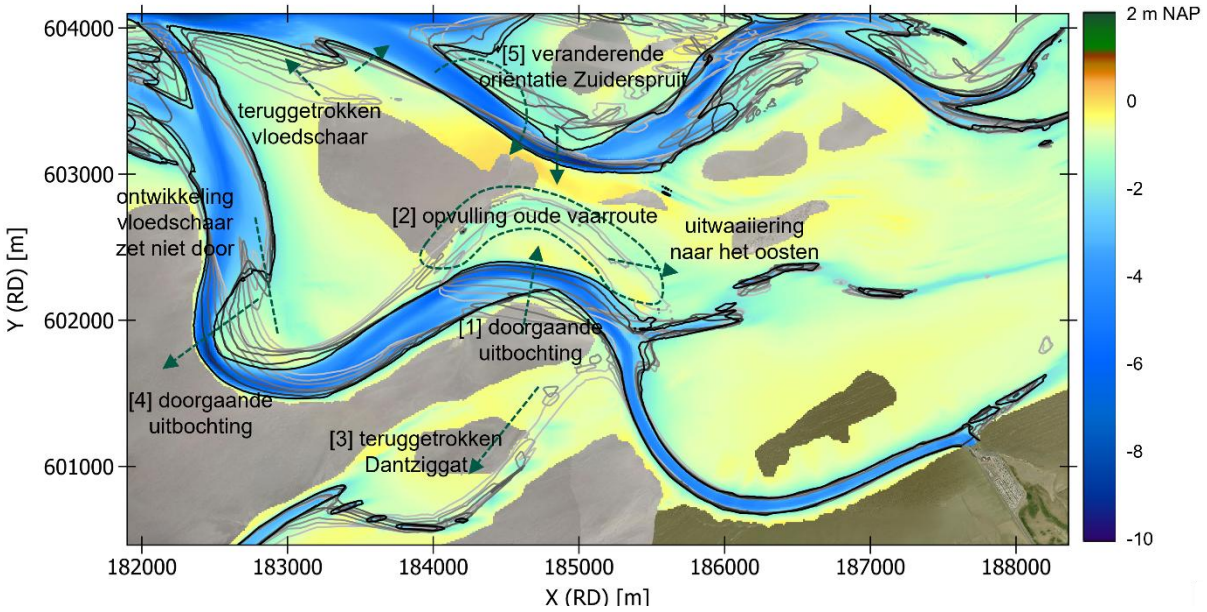
2.2 Resultaten

De ontwikkeling van overgangen tussen geulen en platen in de periode 2019-2025 is weergegeven met de -2 m NAP dieptecontour in Figuur 2-1 en Figuur 2-2. Belangrijke observaties zijn:

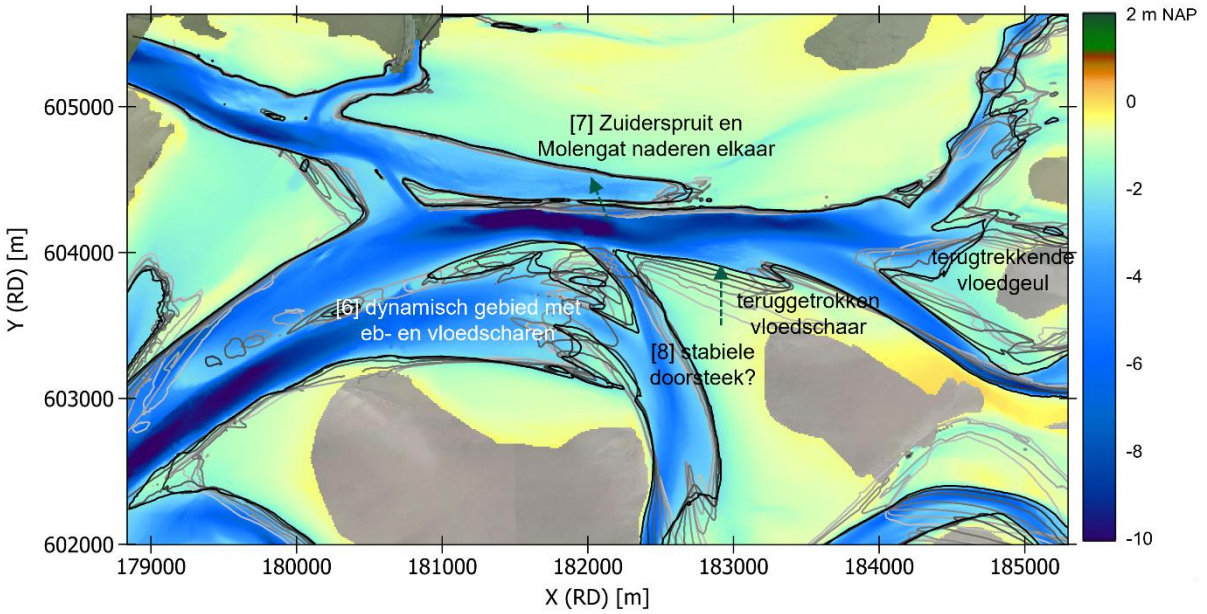
1. De vloedgeul die in 2019 is doorgebaggerd (tussen VA23 en VA33) bocht verder uit naar het noorden. Die uitbochting begon direct na het doorbaggeren van de vloedgeul en zet nog steeds verder door. De huidige geul vertoont daarmee hetzelfde uitbochtende gedrag als de ebgeul voor de realisatie van de bochtafsnijding;
2. De oude vaarroute door de ebgeul is grotendeels opgevuld nadat die sinds 2019 niet meer wordt onderhouden. In recente lodingen is het meest ondiepe deel van de oude vaarroute nauwelijks dieper dan -1 m NAP. Het oostelijke deel van de ebgeul waaiert uit naar het oosten, richting een aansluiting met het Doorlopend Dantziggat;
3. Het Dantziggat heeft zich teruggetrokken, zodat er nauwelijks nog een verbinding is met de vaargeul en het Doorlopend Dantziggat. Deze ontwikkeling is sinds 2019 gaande, mogelijk in gang gezet door het doorbaggeren van de vloedgeul;
4. De bocht in de vaargeul bij VA17 bocht verder uit. De geul wordt smaller, en dieper, (zie ook Figuur 7-1 in Bijlage I). De vloedschaar die zich vanaf 2019 ten oosten van deze bocht had ontwikkeld, heeft zich de afgelopen jaren weer teruggetrokken;
5. De zuidelijke bocht in de Zuiderspruit bocht uit, waardoor de oriëntatie van dit deel van de Zuiderspruit verandert (rotatie met de klok mee). De bocht ligt tegen een ondiepte aan (buitenbochtafzetting) (Figuur 7-2);
6. In het gebied met eb- en vloedscharen ten westen van VA8, waar de vaargeul in 2022 en 2023 een tijd doorheen liep, is de bodem nog steeds heel dynamisch;
7. Verder noordelijk zien we dat de Zuiderspruit en het Molengat elkaar verder naderen, in de lodingen van 2025 ligt er nog slechts een (smalle) bank tussen de twee geulen. De Zuiderspruit migreert hier noordwaarts (Ton en Quataert, 2025). De ligging van de huidige doorsteek van de Zuiderspruit naar het Molengat bij VA4 is redelijk stabiel; hier is de laatste jaren gering onderhoud nodig.
8. De doorsteek naar de Zuiderspruit bij VA9 wordt door middel van baggerinspanningen op zijn plaats gehouden.

Samengevat zien we in de lodingen van de laatste jaren dat de uitbochting van geulen voortzet, zodat geulen langer worden. Dit geldt niet alleen voor de vaarroute, maar – hoewel in mindere mate – ook voor de Zuiderspruit. Op de gesuggereerde locatie voor een doorsteek tussen VA33 en de Zuiderspruit is de oude ebgeul inmiddels grotendeels opgevuld, en groeit het intergetijdengebied aan.

De huidige bodemligging is daardoor minder gunstig voor het realiseren van een doorsteek dan in het verleden, toen de ebgeul nog werd onderhouden, en wordt steeds ongunstiger door doorgaande aanzanding.
Tussen de Zuiderspruit en het Molengat ligt nog een smalle bank, terwijl de ligging van de huidige doorsteek bij VA4 stabiel is.



Figuur 2-1 Geulontwikkeling rondom het zuidelijke deel van de veerbootroute Holwerd-Ameland, weergegeven door de -2 m NAP dieptecontour in de jaarlijkse overzichtsloding van 2019 (lichtgrijs) tot 2025 (zwart). De achtergrond toont de bodemligging in de overzichtsloding van 2025.



Figuur 2-2 Geulontwikkeling rondom het noordelijke deel van de veerbootroute Holwerd-Ameland, weergegeven door de -2 m NAP dieptecontour in de jaarlijkse overzichtsloding van 2019 (lichtgrijs) tot 2025 (zwart). De achtergrond toont de bodemligging in de overzichtsloding van 2025.

3 Ingrepen

Voor een vaarroute die gebruik maakt van de (natuurlijke) diepte in de Zuiderspruit zou een doorsteek nodig zijn vanaf VA33, zoals ingetekend in Figuur 1-1. Bij het suggereren van deze variant werd verwacht dat nog deels gebruik gemaakt kon worden van de diepte die beschikbaar was in de oude vaarroute door de ebgeul. Inmiddels is die diepte echter opgevuld (Figuur 2-1 [2]), waardoor het volledige tracé voor een doorsteek doorgebaggerd zou moeten worden. De minimale breedte van zo'n doorsteek is 50 m en de minimale diepte is -3,8 m. De getallen in Tabel 1 geven een inschatting van de benodigde baggerinspanning voor het realiseren van zo'n doorsteek, op basis van de bodemligging in de overzichtsloding van 2025. De minimale breedte is 50 m, maar om de minimale diepte voor die volledige breedte te garanderen wordt in de praktijk een overbreedte van 10 m gehanteerd. Daarnaast zullen zich na verloop van tijd taluds instellen van mogelijk enkele tientallen meters breed. Daarom zijn in Tabel 1 ook de sedimentvolumes boven -3,8 m binnen een breedte van 70 m en 90 m opgenomen.

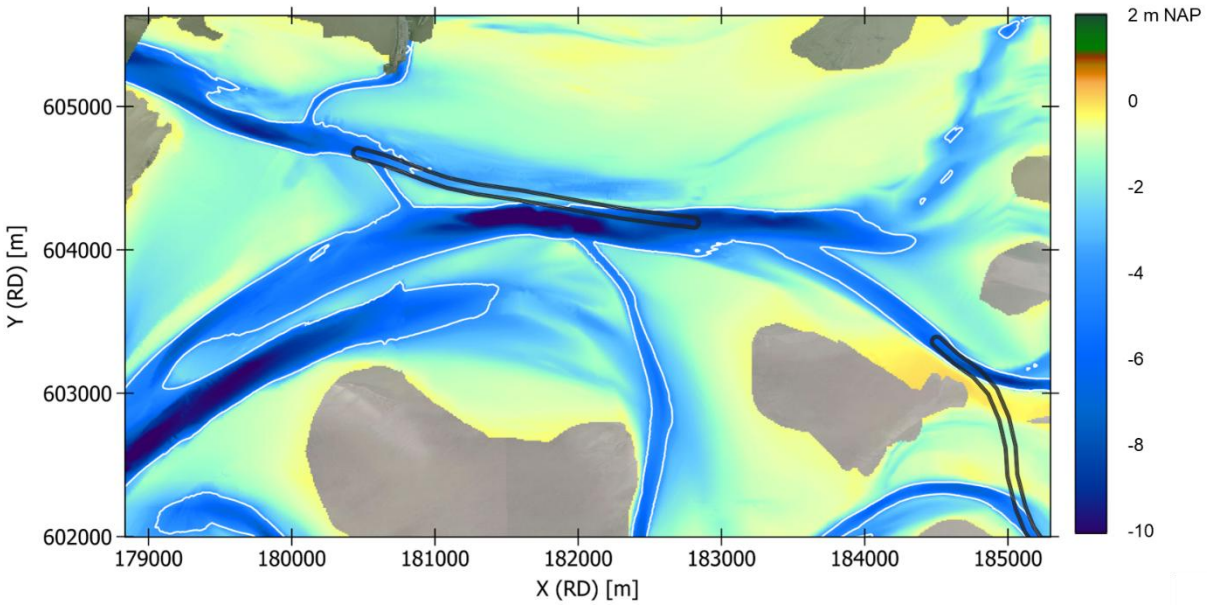
Doordat er op dit moment weinig diepte op het tracé van de doorsteek is, zou een initiële baggerinspanning van ongeveer 200 duizend m^3 nodig zijn om de doorsteek te realiseren. Op het noordelijke deel van de doorsteek moet door een (intertidale) ondiepte (+/- 0 m NAP) worden gebaggerd. Deze ondiepte omvat een buitenbochtafzetting van de Zuiderspruit; de Zuiderspruit zal ook na het realiseren van een ingreep waarschijnlijk sediment blijven afzetten in die buitenbocht.
Daarmee is de gesuggereerde doorsteek geen kleine ingreep waarmee de vaarroute verlegd kan worden naar de Zuiderspruit, en werkt deze ingreep deels in tegen de huidige morfologische ontwikkelingen die beschreven zijn in Hoofdstuk 2. Het realiseren van deze ingreep zou een grote ingreep vormen in het geulenstelsel in het kombergingsgebied, waarvan de gevolgen voor de morfologische ontwikkeling nog niet goed te overzien zijn.

Tabel 1 Sedimentvolume boven -3,8 m NAP voor verschillende breedtes van de doorsteek van VA33 naar de Zuiderspruit die in Figuur 1-1 is ingetekend.

vaargeulbreedte	volume boven -3,8 m NAP
50 m (minimum)	$137*10^3$ m^3 in-situ
70 m	$192*10^3$ m^3 in-situ
90 m	$251*10^3$ m^3 in-situ

Een andere doorsteek die (in combinatie met de doorsteek van VA33 naar de Zuiderspruit) is geopperd om de vaarroute te optimaliseren, betreft het verbinden van de Zuiderspruit en het Molengat, oostelijk van het Veerbootgat (VA4) dat daar nu al een (onderhouden) verbinding vormt. Deze doorsteek, waarmee een bocht uit de vaarroute wordt gehaald, is in zwart weergegeven in Figuur 3-1. Hiervoor zou een initiële baggerinspanning van ongeveer 70-80 duizend m^3 nodig zijn (inclusief overbreedte en taluds; ongeveer 45 duizend m^3 sediment boven -3,8 m NAP binnen een breedte van 50 m).

Op basis van eerdere hydrodynamische modelsimulaties (Van Weerdenburg et al., 2023) werd al duidelijk dat zo'n doorsteek tussen de Zuiderspruit en het Molengat de debietverdeling over de geulen in het zuidelijke deel van het bekken nauwelijks zal veranderen. Ook de (beperkte) stroming door het Veerbootgat wordt nauwelijks beïnvloed. Lokaal zorgt zo'n (schuine) doorsteek ervoor dat de stroming over de ondieptes zich gaat concentreren in de doorsteek, met verwachte pieksnelheden in de geul van ongeveer 0,5 m/s in beide richtingen (Van Weerdenburg et al., 2023). Dat is ongeveer gelijk aan de pieksnelheid bij vloed in het huidige Veerbootgat; bij eb is de pieksnelheid daar iets groter (ongeveer 0,6-0,7 m/s).



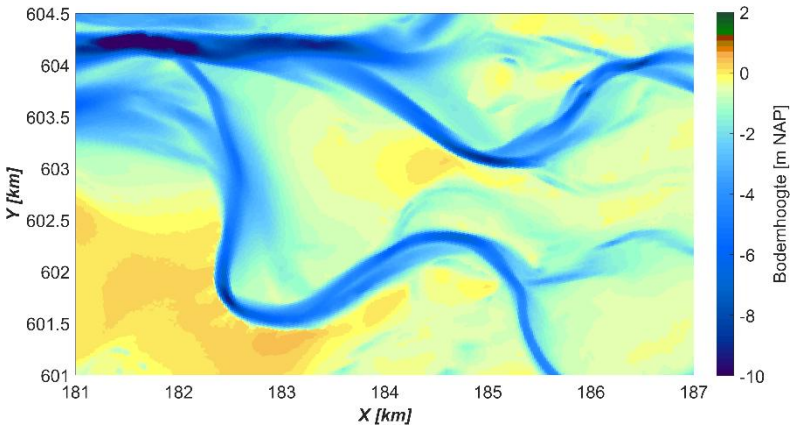
Figuur 3-1 Mogelijk tracé voor een (nieuwe) doorsteek tussen de Zuiderspruit en het Molengat. De bodemhoogte is weergegeven op basis van de overzichtsloding van 2025; de witte lijn toont de -3,8 m NAP dieptecontour.

4 Inzichten uit hydrodynamische modellering

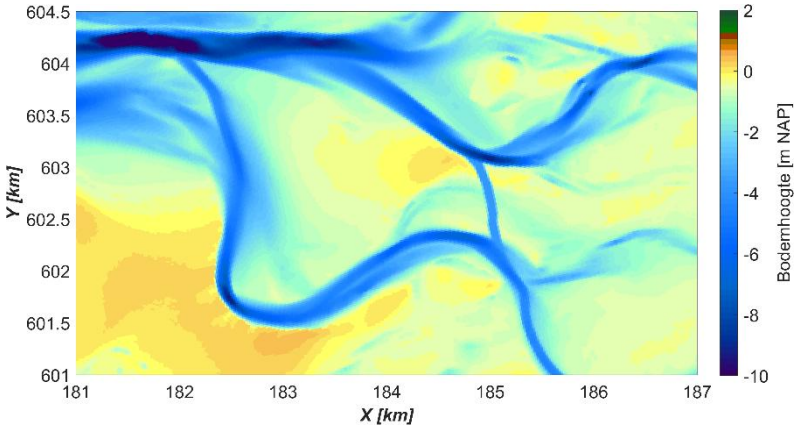
4.1 Modelopzet

Om inzicht te krijgen in de gevolgen van de ingreep op de debietverdeling over de geulen en de gerelateerde morfologische ontwikkeling, is gebruik gemaakt van hydrodynamische simulaties met een Delft3D Flexible Mesh (FM) model van de Waddenzee (de Wilde en Elias, in voorbereiding). Ten opzichte van een eerdere versie van dit model (Van Weerdenburg et al., 2021) is het rekenrooster geoptimaliseerd: het heeft nu een maximale resolutie van 2,5 km bij 1 km op de zeewaartse rand en verfijnt langzaam naar de Waddenzee, tot een resolutie van ongeveer 16 m in de gehele Oostelijke Waddenzee in de versie die hier is gebruikt. De verdere modelopzet is gelijk aan de modellering door Elias en de Wilde (in voorbereiding). Door het gebruik van een representatieve periode kan een simulatie van een jaar worden verkort tot een dubbeldaags getij. Voor deze representatieve periode zijn de vloed-, eb- en residuele stroming vrijwel gelijk aan de gemiddelde stroming in het bekken van het Amelander Zeegat over een jaar. Dit betekent dat met een grovere versie van het model de jaarlijks gemiddelde stroming is bepaald. Vervolgens is een dubbeldaags getij gekozen waarvoor de stroming overeenkomt met de jaargemiddelde stroming. Dit dubbeldaags getij wordt als simulatieperiode gehanteerd in een modelversie met een fijnere resolutie van 16 meter in de Oostelijke Waddenzee.

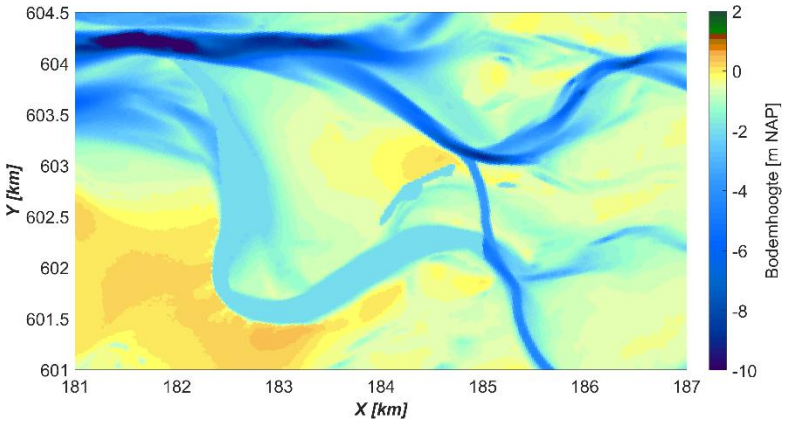
Als basis voor de bodemligging in de modelsimulaties wordt gebruik gemaakt van de vaklodingen data zoals die zijn opgewerkt door Elias (2024). Voor de modelsimulaties in de huidige studie is de modelbodem in het deel van het bekken rondom de vaarroute Holwerd-Ameland opnieuw gegenereerd met data van hogere resolutie (beheerlodingen 2025) (Figuur 4-1). De recente bodempeilingen zijn gebruikt voor de modelbodem in een referentieberekening van de huidige situatie. Vervolgens is de bodemligging aangepast voor twee scenarioberekeningen. In het eerste scenario is de doorsteek tussen VA33 en de Zuiderspruit van 90 meter breed en zonder talud in de bodem gelegd (Figuur 4-2). Om het effect van mogelijke aanzanding in de huidige vaarroute (tussen VA33 en VA9) na realisatie van de doorsteek te simuleren is deze in het tweede scenario gedempt tot NAP -2 m (Figuur 4-3). Die maximale diepte van NAP -2 m is aangehouden om een deel van de overdiepte te dempen, terwijl aanzanding van de geul in werkelijkheid per locatie zal verschillen, en niet alleen de diepte maar ook de breedte van de geul zal beïnvloeden.



Figuur 4-1 Modelbodem representatief voor de huidige situatie, op basis van de overzichtsloding van 2025.

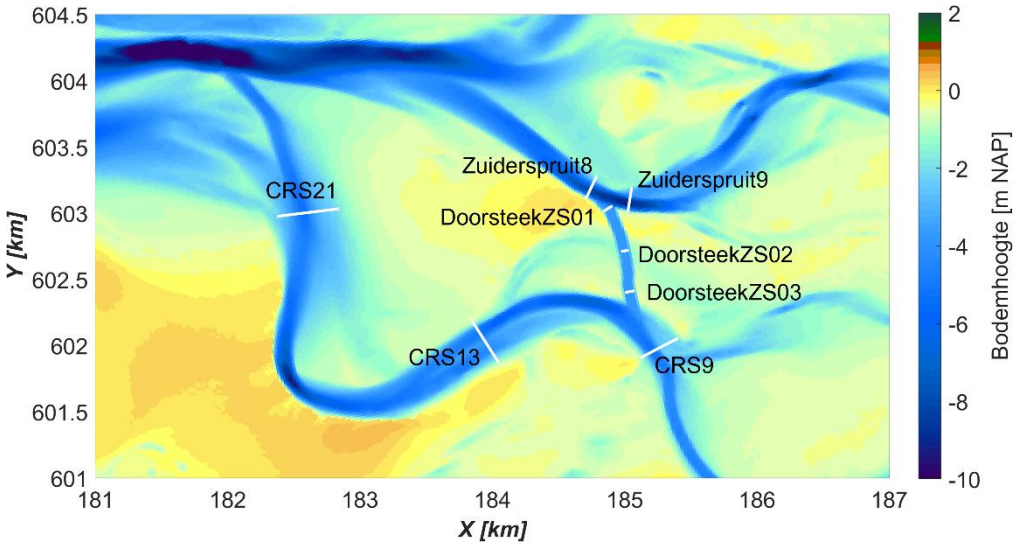


Figuur 4-2 Modelbodem met doorsteek tussen VA33 en Zuiderspruit.



Figuur 4-3 Modelbodem met doorsteek tussen VA33 en Zuiderspruit en gedempte huidige vaarroute tot -2 m NAP.

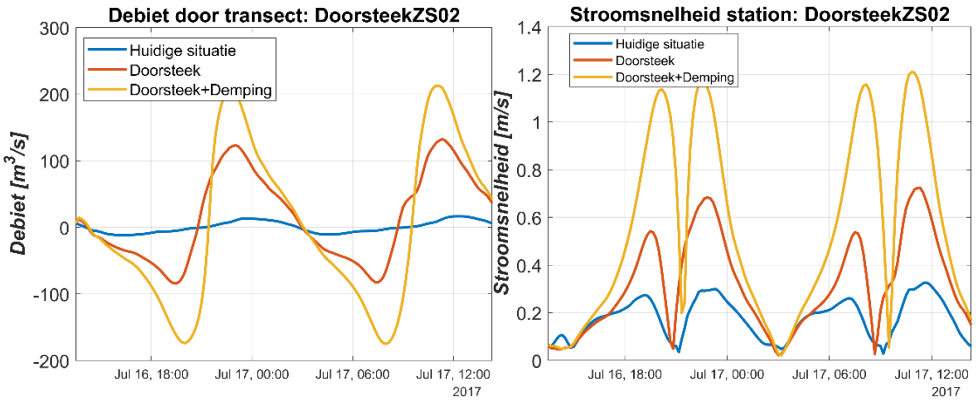
De verschillende scenario's worden vergeleken op basis van modelresultaten van de debietverdeling over de verschillende geulen, van stroomsnelheden in de geulen en van waterstanden. De locaties van doorsnedes en observatiepunten die bij het bespreken van de resultaten worden gebruikt zijn weergegeven in (Figuur 4-4).



Figuur 4-4 Locaties van doorsnedes in geulen in de modelsimulaties. Langs elke doorsnede bevindt zich in het midden van de geul ook een observatiepunt.

4.2 Modelresultaten

In de huidige situatie (referentieberekening) zijn stroomsnelheden en debieten op de plek van de beoogde doorsteek klein. De debieten en stroomsnelheden in het midden van de doorsteek, op locatie DoorsteekZS02, nemen toe bij het realiseren van de doorsteek en nogmaals in het scenario waarin de huidige vaarroute gedempt wordt (Figuur 4-5). Uit deze resultaten worden het gemiddelde vloedvolume, ebvolume en het nettovolume (ebvolume minus vloedvolume) berekend op de verschillende locaties (Figuur 4-6). Stroomsnelheden op de verschillende locaties zijn weergegeven in Figuur 4-7 en waterstanden in Figuur 4-8.



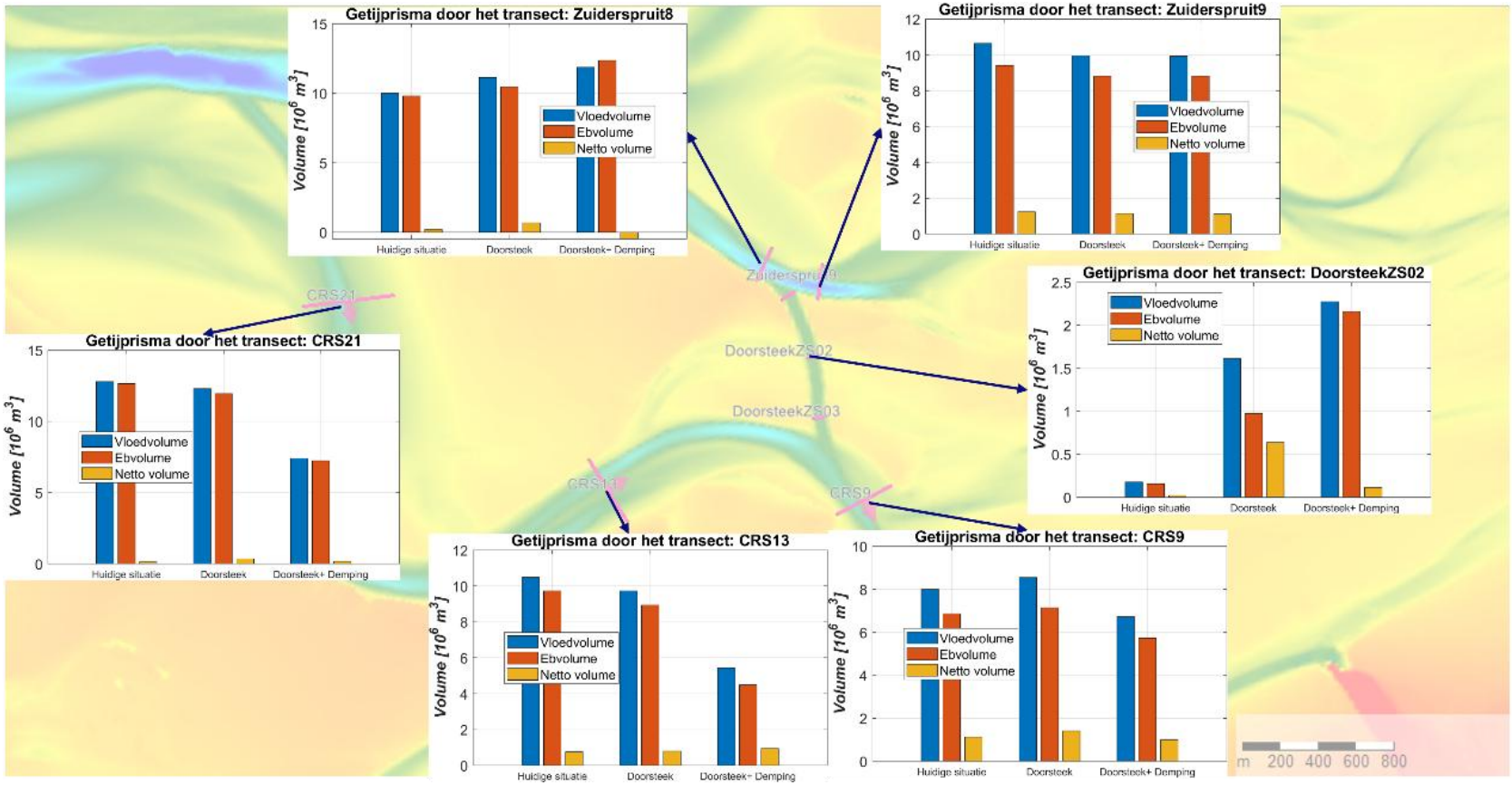
Figuur 4-5 Debiet (positief in vloedrichting; links) en stroomsnelheid (snelheidsgrootte; rechts) over de simulatieperiode op locatie DoorsteekZS02.

Zowel bij eb als bij vloed is het debiet door de doorsteek (ongeveer 1-1,5 miljoen m^3 bij DoorsteekZS02) klein ten opzichte van het debiet door de huidige vaarroute (ongeveer 8-10 miljoen m^3 bij CRS13). De huidige vaarroute blijft met de doorsteek dus dominant in het vullen en ledigen van het achterliggende kombergingsgebied. Het debiet door DoorsteekZS02 is groter bij vloed dan bij eb; het verschil tussen eb en vloed is groter in het debiet dan in de piekstroomsnelheid. Blijkbaar zorgt de beperkte diepte van de doorsteek ervoor dat hier bij eb, wanneer de waterstand gemiddeld lager is dan bij vloed, minder water afgevoerd kan worden.

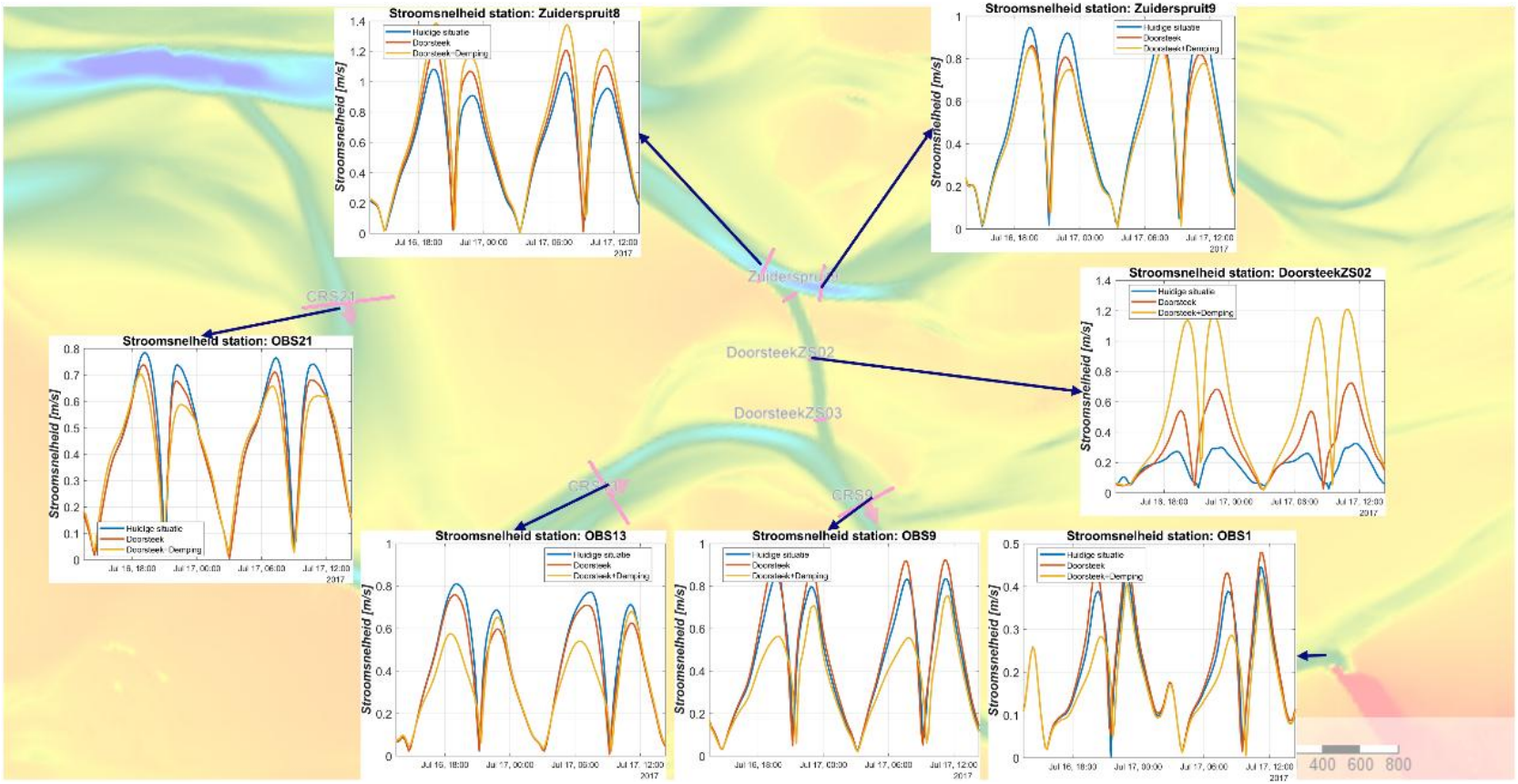
Door het dempen van de huidige vaarroute nemen de (vloed- en eb-) debieten door de doorsteek verder toe, net als de stroomsnelheden, ten koste van de debieten (en stroomsnelheden) door de huidige vaarroute. Nog steeds trekt de oude vaarroute (4-6 miljoen m^3 bij CRS13) echter meer debiet dan de doorsteek (2-2,5 miljoen m^3).

Ten zuidoosten van de doorsteek (bij CRS9) neemt het getijprisma door de geul door de doorsteek toe, maar af door het dempen van de huidige vaarroute. Die afname kan het gevolg zijn van water dat over de plaat stroomt in plaats van door de geul, maar hangt ook samen met de getijslag rondom Holwerd (Figuur 4-8). Door de vertraagde afwatering na het dempen van de huidige vaarroute is de laagwaterstand namelijk minder laag, en daardoor zijn de getijslag en het getijprisma in deze situatie kleiner. Hierbij hoort de opmerking dat het reproduceren van laagwaterstanden in dit soort numerieke modelsimulaties lastig is. Het is daardoor niet precies duidelijk in hoeverre de vertraagde afwatering en de hogere laagwaterstand goed wordt opgelost in de modelsimulaties. De afname van de getijslag en het getijprisma is ook terug te zien op de andere locaties, omdat het totale debiet over de twee geulen (de huidige vaarroute en de doorsteek) kleiner is na het dempen van de oude vaarroute.

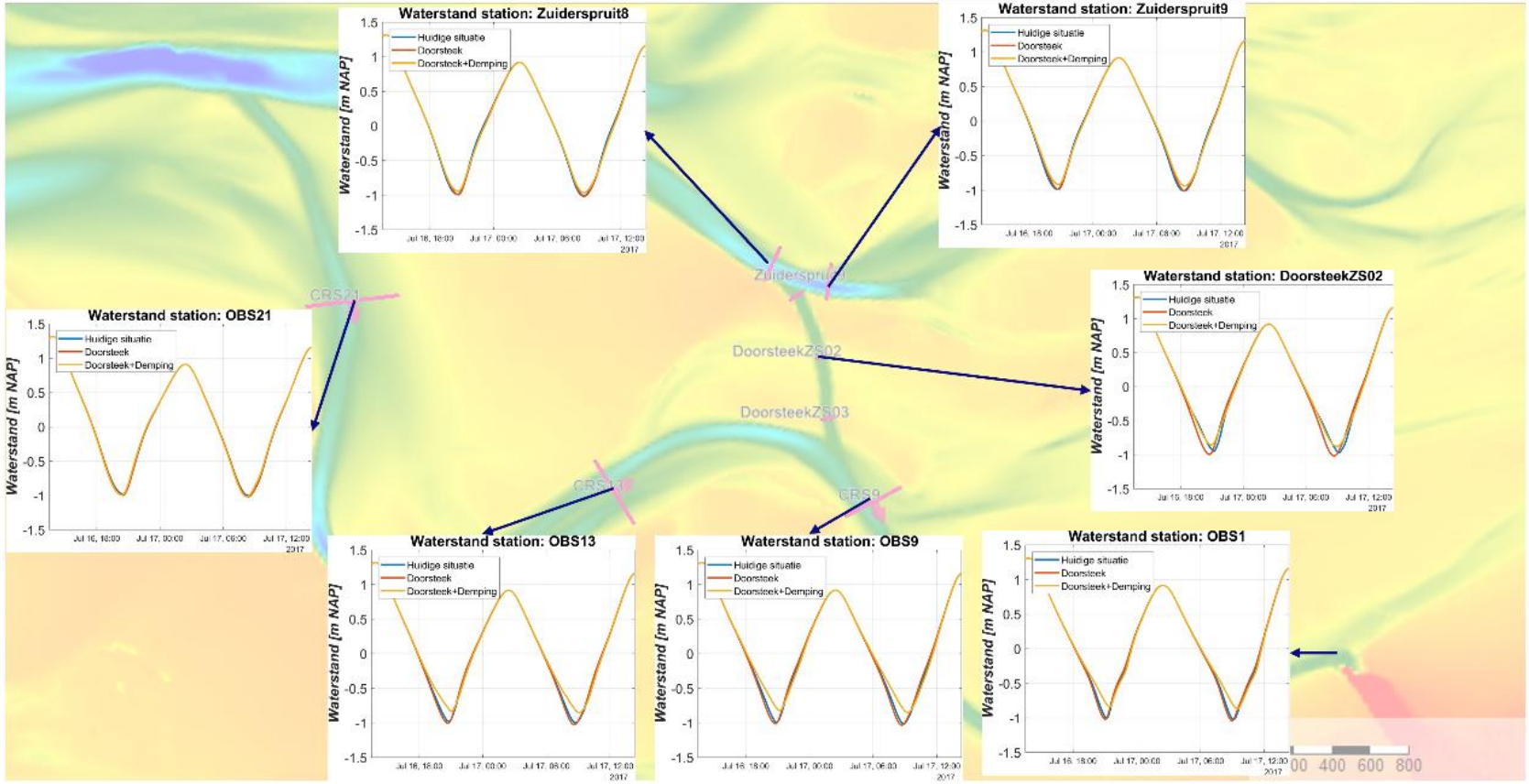
Met de stroming door de doorsteek neemt het debiet door de Zuiderspruit (bij Zuiderspruit8) toe. Ten oosten van de doorsteek, bij doorsnede Zuiderspruit9, neemt het debiet juist iets af, doordat de doorsteek wat van het debiet wegtrekt.



Figuur 4-6 Vloed-, eb-, en netto volume door doorsnedes in modelsimulaties voor de huidige situatie, in een scenario met doorsteek, en in een scenario met doorsteek en demping van de huidige vaarroute. Merk op dat de schaal van de verticale as verschilt per locatie.



Figuur 4-7 Stroomsnelheden in verschillende geulen in modelsimulaties voor de huidige situatie, in een scenario met doorsteek, en in een scenario met doorsteek en demping van de huidige vaarroute. Merk op dat de schaal van de verticale as verschilt per locatie.



Figuur 4-8 Waterstanden op verschillende locaties in modelsimulaties voor de huidige situatie, in een scenario met doorsteek, en in een scenario met doorsteek en demping van de huidige vaarroute.

5 Discussie

Doordat de ebgeul, die sinds 2019 niet meer wordt onderhouden is verzand, is er in de huidige situatie weinig natuurlijke diepte beschikbaar om een doorsteek van VA33 naar de Zuiderspruit te realiseren. Deze ingreep ligt daarom op dit moment niet voor de hand. Een dergelijke ingreep zou alleen een goed idee zijn als die op lange termijn een stabiele oplossing biedt voor de knelpunten op de vaarroute Holwerd-Ameland. Om dat te verkennen zijn toch hydrodynamische modelsimulaties voor verschillende scenario's uitgevoerd.

Uit de modelsimulaties blijkt dat een doorsteek van VA33 naar de Zuiderspruit een relatief klein debiet trekt, meer bij vloed dan bij eb. De huidige vaarroute blijft de dominante geul voor het vollopen en afwateren van het achterliggende kombergingsgebied. De piekstroomsnelheden in de huidige vaarroute nemen wel af (Figuur 4-7), maar de debieten die door de geul stromen blijven groot. Vermoedelijk is dit het gevolg van het relatief grote doorstroomoppervlak in de huidige vaarroute ten opzichte van de minimale dimensies voor een vaarroute in de doorsteek.

In de modelsimulaties is aanzanding in de huidige vaarroute gesimuleerd door het dempen van de diepte. In dat geval neemt het debiet door de doorsteek toe en neemt het debiet door de huidige vaarroute af, maar blijft de huidige vaarroute de dominante geul. Stroomsnelheden in de doorsteek nemen in dat scenario toe tot boven 1 m/s, terwijl de piekstroomsnelheden in de huidige vaarroute afnemen. Het beperkte doorstroomoppervlak in de doorsteek vormt dan een flessenhals in het geulenstelsel, waardoor de hoge stroomsnelheden kunnen zorgen voor erosie en verdieping, waarna het doorstroomoppervlak kan toenemen en de debietverdeling zich kan aanpassen. Tegelijkertijd is er nu sprake van aanzanding op de locatie van de gesuggereerde doorsteek; er wordt (netto) sediment aangevoerd. Of de toename in transportcapaciteit door hogere stroomsnelheden daadwerkelijk gaat zorgen voor het eroderen van de doorsteek, en wanneer dit zou gebeuren, is niet met zekerheid te zeggen.

Aanzanding in de huidige vaarroute ligt voor de hand op het moment dat deze niet meer wordt onderhouden, omdat piekstroomsnelheden afnemen. De snelheid waarmee de geul zal aanzanden is echter onzeker, en delen die nu een groot doorstroomoppervlak hebben, zullen sneller aanzanden dan delen met een klein doorstroomoppervlak. Daarmee is de demping tot -2 m NAP in de modelsimulaties een hypothetisch scenario.

Zelfs in het scenario met demping van de huidige vaarroute tot -2 m NAP is het debiet door de doorsteek relatief klein (ongeveer 1/3 van het totaal) ten opzichte van het overgebleven debiet door de huidige vaarroute (ongeveer 2/3 van het totaal). Aanpassingen van de bodemligging (d.w.z. aanzanding en erosie) in geulen kunnen dit op termijn veranderen, maar omdat dat een relatief langzaam proces is, is het niet te verwachten dat de doorsteek de dominante rol van de huidige vaarroute op korte termijn zal overnemen.

Het kleine doorstroomoppervlak van geulen in het scenario met doorsteek en demping van de huidige vaarroute zorgt voor vertraging van de afwatering vanaf Holwerd. Hierdoor is de laagwaterstand minder laag. Door onzekerheid over de kwaliteit van de laagwaterstanden in modelresultaten is nog niet duidelijk hoe groot dit effect precies is.

6 Conclusies en aanbevelingen

De vaarweg tussen Holwerd en Ameland bevat een aantal knelpunten waar veel onderhoud nodig is of die lastig bevaarbaar zijn. In deze studie is een eerste verkenning gedaan of een optimalisatie mogelijk zou zijn door het middelste gedeelte van de vaarroute (bij VA33) te verbinden met een kortsluitgeul naar de geul Zuiderspruit, zodat op een kleiner deel van de vaarroute onderhoud nodig is.

Doordat er op dit moment weinig diepte op het tracé van de doorsteek aanwezig is, zou een initiële baggerinspanning van ongeveer 200 duizend m^3 nodig zijn om een doorsteek tussen VA33 en de Zuiderspruit te realiseren. Op het noordelijke deel van de doorsteek moet door een (intertidale) ondiepte (+/- 0 m NAP) worden gebaggerd. Daarmee is deze doorsteek geen kleine ingreep. Er is nu sprake van aanzanding op de voorgestelde locatie van de doorsteek, zodat het aanleggen van een doorsteek ingaat tegen de huidige morfologische ontwikkelingen. De huidige bodemligging is minder gunstig voor het realiseren van een doorsteek dan in het verleden

Op basis van hydrodynamische modelsimulaties met een Delft3D-FM model is verkend wat de voorgestelde doorsteek tussen VA33 en de Zuiderspruit zou doen met de stromingspatronen en debieten door de verschillende geulen en of dit kan zorgen voor een stabiele ligging van geulen. Hieruit blijkt dat de huidige vaargeul zijn dominante rol in het aan- en afvoeren van het getijprisma direct na het aanleggen van zo'n doorsteek zal behouden. Doordat de bodemligging zich na de ingreep zal aanpassen zal de debietverdeling over geulen ook veranderen. Piekstroomsnelheden in de huidige vaargeul nemen door het realiseren van een doorsteek af, waardoor die geul kan gaan aanzanden. Tegelijkertijd zullen stroomsnelheden in de (smalle) doorsteek hoog zijn, waardoor die geul kan gaan eroderen als de toename in transportcapaciteit groter is dan de hoeveelheid sediment die hier nu wordt afgezet. Daardoor kan de verdeling van debieten na verloop van tijd verschuiven naar de doorsteek. Op basis van de huidige resultaten en inzichten is het niet duidelijk hoe snel dit zal verlopen, maar deze morfologische aanpassing van het geulenstelsel is een relatief langzaam proces dat in ieder geval één tot enkele jaren zal innemen.

Resultaten uit hydrodynamische modellering geven inzicht in de initiële effecten van een doorsteek op de debietverdeling over geulen, op basis waarvan een inschatting gedaan kan worden van de initiële morfologische verandering. De (terug)koppeling tussen morfologie en waterbeweging die na die initiële effecten van een ingreep van deze omvang optreedt is lastig te voorspellen - net als het tempo waarop die veranderingen plaatsvinden – omdat de juiste modellen daarvoor nog niet beschikbaar zijn. Dit maakt dat effecten van ingrepen in het geulenstelsel van deze omvang op de lange termijn nog niet goed te overzien zijn, en mogelijke negatieve effecten niet gekwantificeerd kunnen worden.

Aanbevelingen
Voor het uitvoeren van deze studie zijn de beheerlodingen die door Rijkswaterstaat worden uitgevoerd van grote waarde geweest, omdat de vaklodingen in de Waddenzee slechts eens per zes jaar worden ingewonnen. De beheerlodingen bevatten echter interpolatiefouten, die ook in de vaklodingen voorkomen. Deze interpolatiefouten zijn het gevolg van de lage resolutie van de peilingen ten opzichte van de (kleine) breedte van geulen. Hierdoor zijn geulen in de bodemdata soms onderbroken door ondieptes, zodat de (onbewerkte) bodemdata ongeschikt is als modelbodem. Een verbeterde interpolatie van de (single-beam) lodingen naar vlakdekkende bodemdata maakt de (beheer)lodingen beter geschikt als basis voor robuuste modelsimulaties.

In deze studie zijn hydrodynamische modelsimulaties gebruikt voor kennis- en beheervragen die niet alleen de hydrodynamica maar ook de morfologische ontwikkeling van één van de Waddenzee bekkens betreft. Een geschikt morfodynamisch model om transportcapaciteit en de morfologische terugkoppeling van ingrepen te simuleren is echter niet beschikbaar, en was geen onderdeel van deze studie. Een morfodynamisch model voor (delen van) de Waddenzee zal bijdragen aan betrouwbare antwoorden op relevante kennis- en beheervragen, en ontwikkeling van een dergelijk model wordt daarom aanbevolen zodat toekomstige studies daar gebruik van kunnen maken.

7 Referenties

Elias, E. en De Wilde, T. (in voorbereiding). Morfologische Analyse Centrale Waddenzee – Een verdiepende studie van het Amelander Zeegat. Deltares conceptrapport.

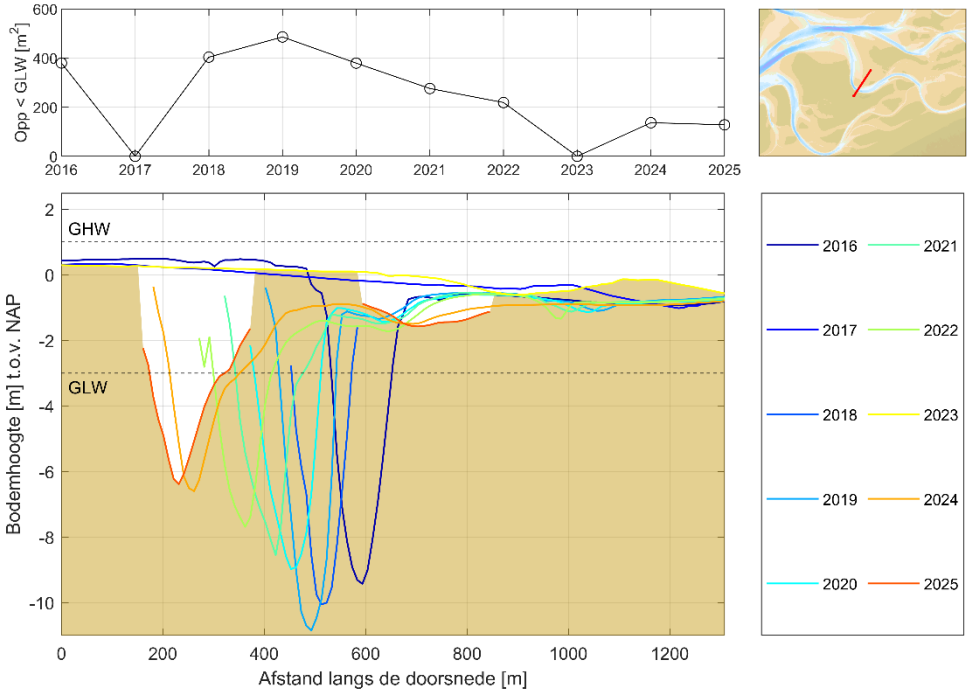
Elias, E. (2024). Bodemkaarten van de Waddenzee. Deltares rapport met projectnummer 11210266-015.

Ton, A.M. en Quataert, E. (2025) Evaluatie ingreep Holwerd-Ameland. Deltares memo met projectnummer 11210370.

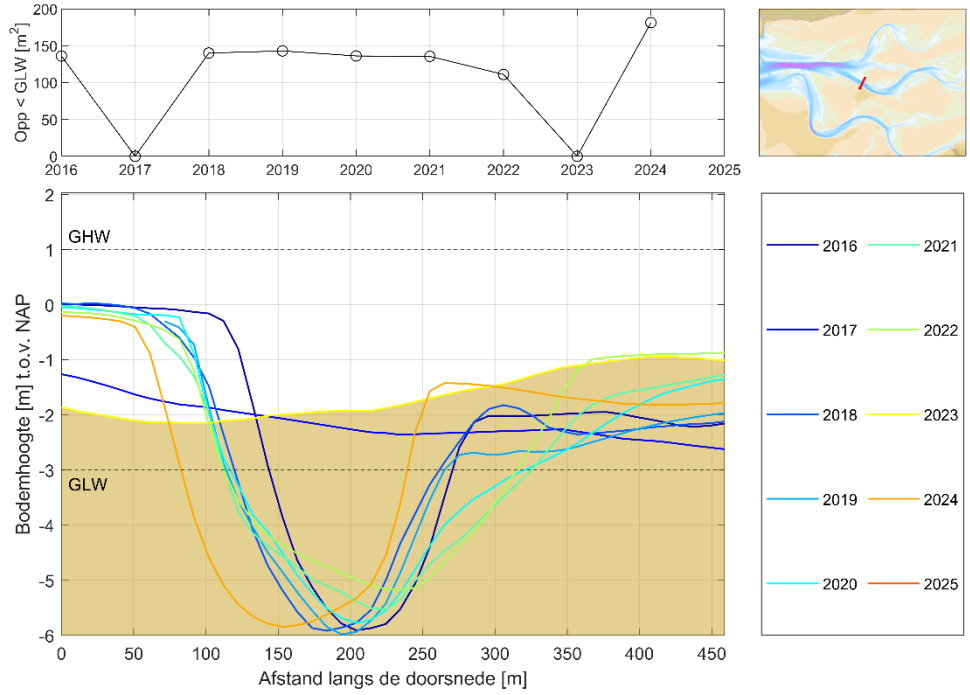
Van Weerdenburg, R., Pearson, S., Van Prooijen, B., Laan, S., Elias, E., Tonnon, P. K. en Wang, Z. B. (2021). Field measurements and numerical modelling of wind-driven exchange flows in a tidal inlet system in the Dutch Wadden Sea. Ocean & Coastal Management, 215, 105941, https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105941, 2021.

Van Weerdenburg, R., Vroom, J., Jeuken, C. en Grasmeijer B. (2023). Knelpuntanalyse hoogwaterroute Holwerd-Ameland. Deltares rapport 11209267-004-ZKS-0004.

Bijlage I: Doorsnedes

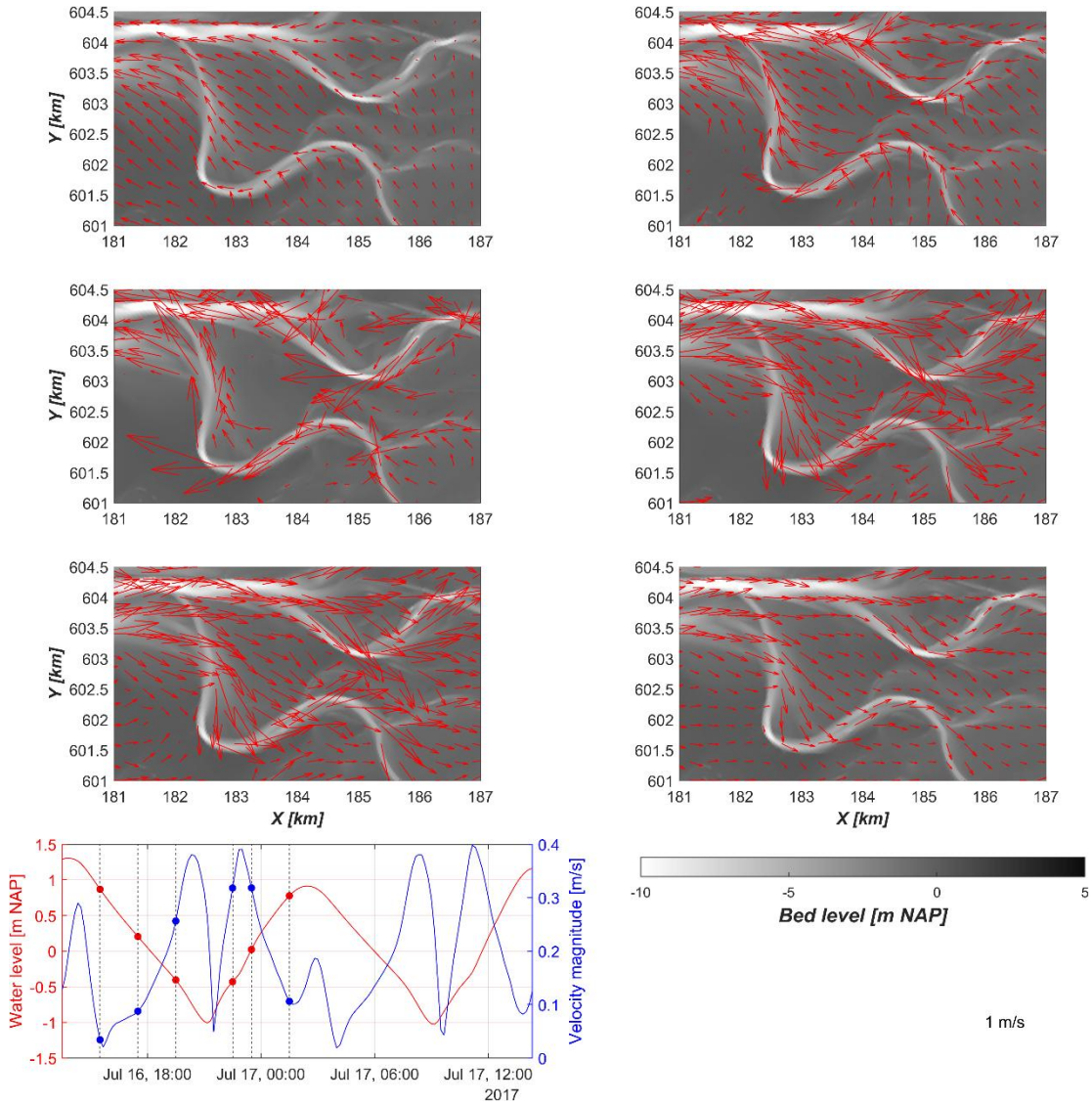


Figuur 7-1 Doorsnede bij uitbochtende geul (zie inzet rechtsboven) op basis van vaklodingen (t/m 2011) en beheerlodingen (2016-2025).

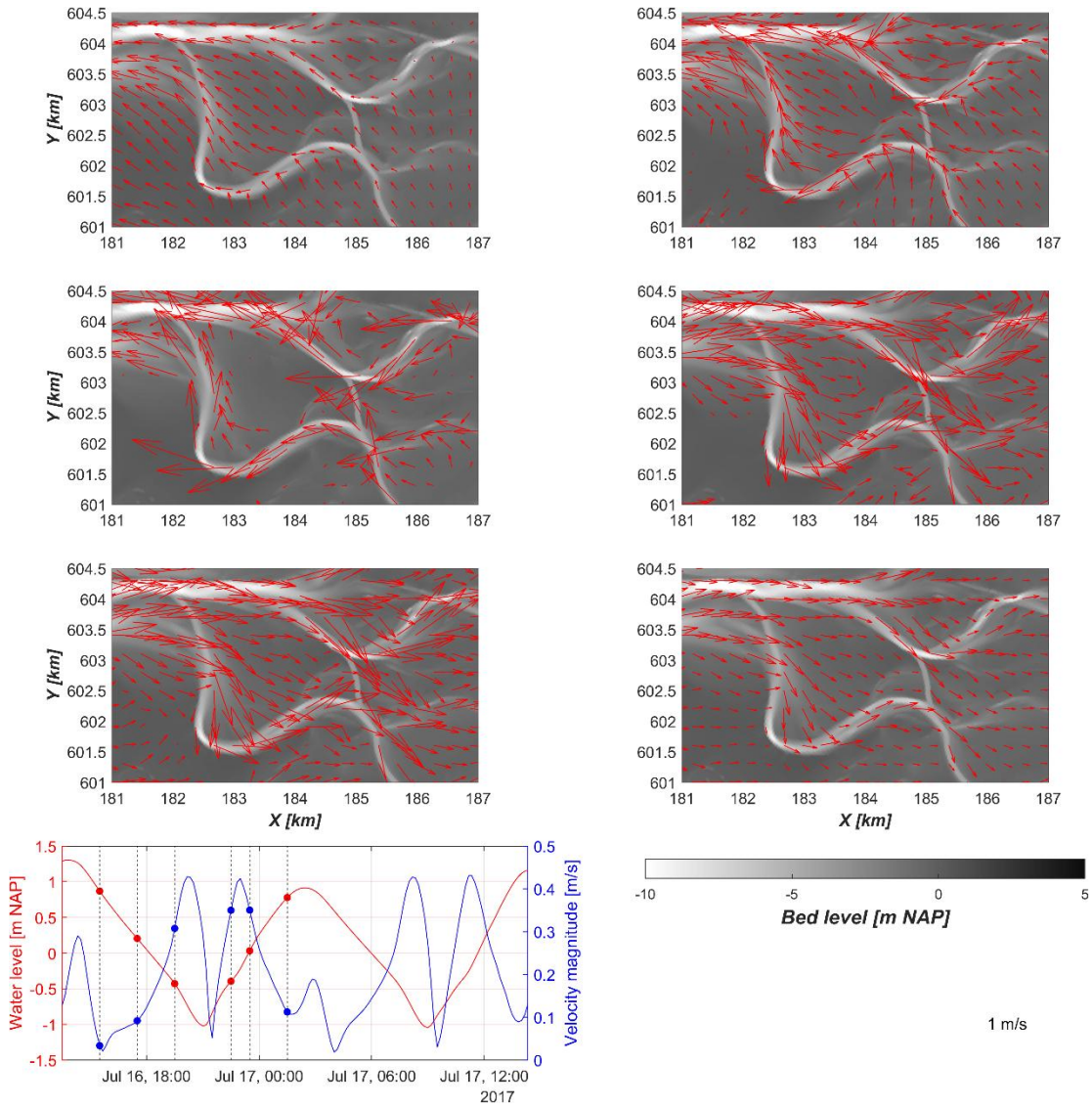


Figuur 7-2 Doorsnede bij Zuiderspruit (zie inzet rechtsboven) op basis van vaklodingen (t/m 2011) en beheerlodingen (2016-2025).

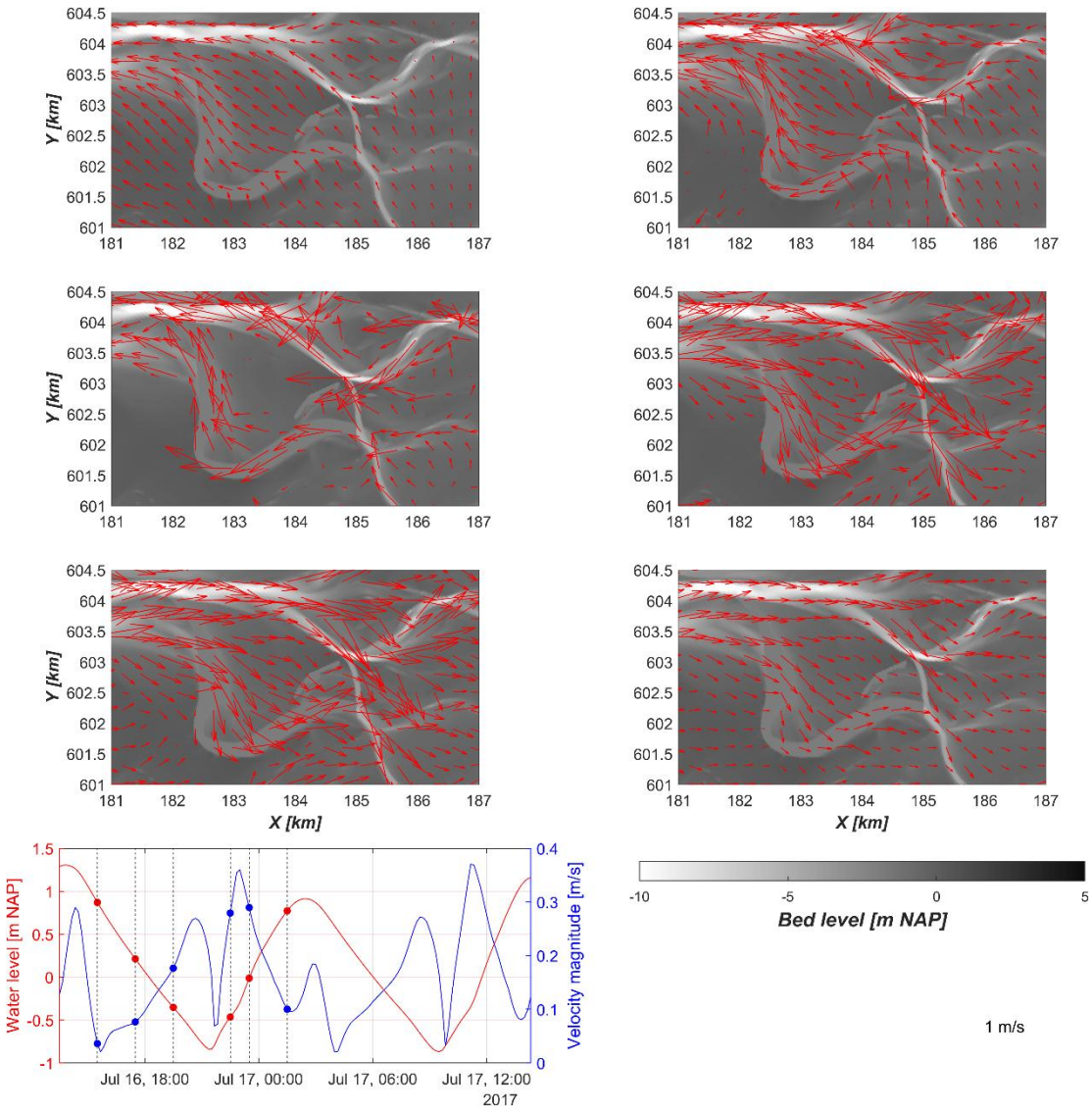
Bijlage II: Ruimtelijke stromingspatronen



Figuur 7-3 Overzicht van stroomsnelheden voor 6 momenten binnen het representatieve dubbeldaags getij voor de huidige situatie (volgorde van links naar rechts en dan van boven naar beneden). Waterstanden en snelheden zijn geplot voor locatie Holwerd.



Figuur 7-4 Overzicht van stroomsnelheden voor 6 momenten binnen het representatieve dubbeldaags getij voor het scenario met de doorsteek (volgorde van links naar rechts en dan van boven naar beneden). Waterstanden en snelheden zijn geplot voor locatie Holwerd.



Figuur 7-5 Overzicht van stroomsnelheden voor 6 momenten binnen het representatieve dubbeldaags getij voor het scenario met de doorsteek en demping van de huidige vaarroute (volgorde van links naar rechts en dan van boven naar beneden). Waterstanden en snelheden zijn geplot voor locatie Holwerd.

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

Deltares

www.deltares.nl