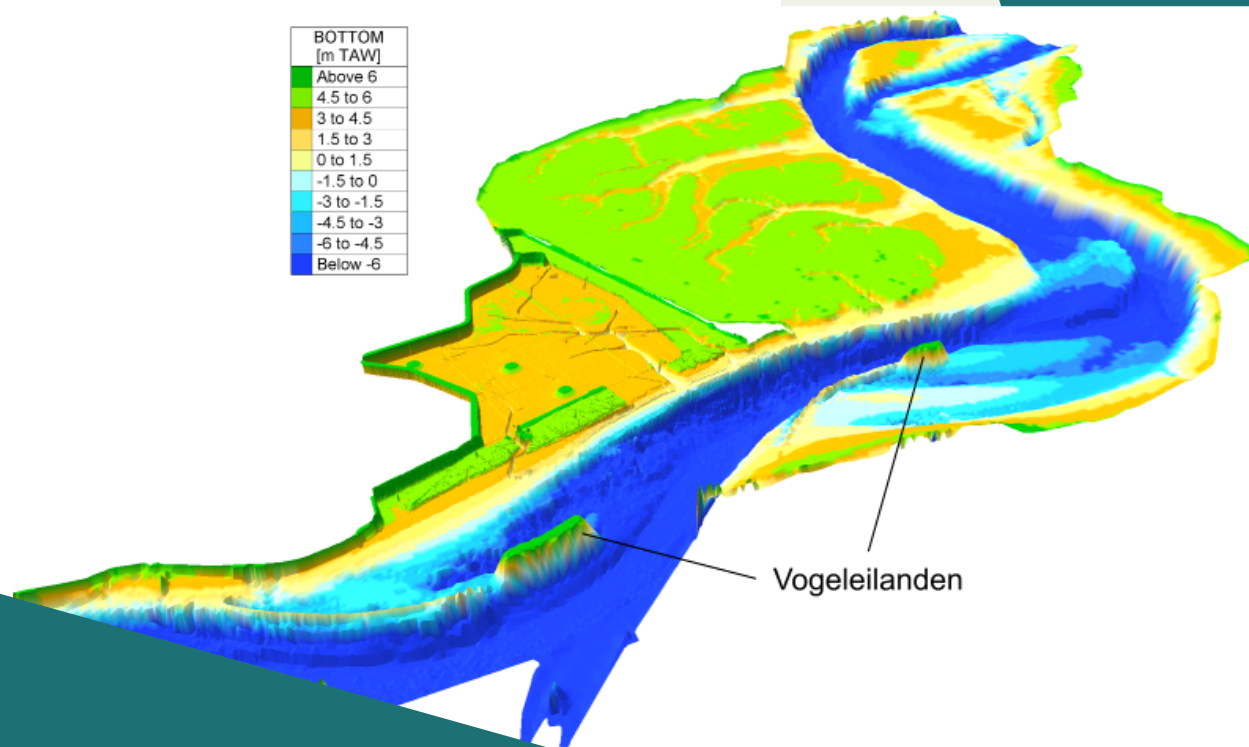




Vlaanderen
is wetenschap

BOTTOM [m TAW]
Above 6
4.5 to 6
3 to 4.5
1.5 to 3
0 to 1.5
-1.5 to 0
-3 to -1.5
-4.5 to -3
-6 to -4.5
Below -6



19_033_1
WL rapporten

Vogeileilanden in de Beneden Zeeschelde

Effect op hydrodynamica en sediment transport

Vogeleilanden in de Beneden Zeeschelde

Effect op hydrodynamica en sediment transport

Smolders, S.; Plancke, Y.; Mostaert, F.

Juridische kennisgeving

Het Waterbouwkundig Laboratorium is van mening dat de informatie en standpunten in dit rapport onderbouwd worden door de op het moment van schrijven beschikbare gegevens en kennis.

De standpunten in deze publicatie zijn deze van het Waterbouwkundig Laboratorium en geven niet noodzakelijk de mening weer van de Vlaamse overheid of één van haar instellingen.

Het Waterbouwkundig Laboratorium noch iedere persoon of bedrijf optredend namens het Waterbouwkundig Laboratorium is aansprakelijk voor het gebruik dat gemaakt wordt van de informatie uit dit rapport of voor verlies of schade die eruit voortvloeit.

Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2019
D/2019/3241/108

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Smolders, S.; Plancke, Y.; Mostaert, F. (2019). Vogeleilanden in de Beneden Zeeschelde: Effect op hydrodynamica en sediment transport. Versie 4.0. WL Rapporten, 19_033_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

Overname uit en verwijzingen naar deze publicatie worden aangemoedigd, mits correcte bronvermelding.

Documentidentificatie

Opdrachtgever:	DMOW - aMT	Ref.:	WL2019R19_033_1
Keywords (3-5):	Hydrodynamiek; numerieke modellering; vogeleilanden; Beneden Zeeschelde		
Tekst (p.):	12	Bijlagen (p.):	/
Vertrouwelijk:	☒ Nee	☒ Online beschikbaar	

Auteur(s):	Smolders, S.
------------	--------------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor:	Plancke, Y.	Getekend door: Yves Plancke (Signature) Getekend op: 2019-08-22 13:55:29 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Yves Plancke</i>
Projectleider:	Smolders, S.	Getekend door: Sven Smolders (Signature) Getekend op: 2019-08-22 14:11:55 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Sven Smolders</i>

Goedkeuring

Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	Getekend door: Frank Mostaert (Signature) Getekend op: 2019-08-23 07:16:17 +01:00 Reden: Ik keur dit document goed <i>Frank Mostaert</i>
-----------------	--------------	---



Abstract

In kader van het complex project Extra Containercapaciteit Antwerpen (CP-ECA) wordt er voor de aanleg van een tweede getijdendok gezocht naar oplossingen om het verlies aan broedgebied voor strand- en koloniebroeders op te vangen. Een van de opties die door MOW-aMT naar voor geschoven is, betreft de aanleg van twee vogeleilanden ter hoogte van de strek- en leidam.

Het scenario met beide vogeleilanden werd onderzocht met behulp van een 2D numeriek model. Voor een simulatie zonder en met vogeleilanden werden de maximale stroomsnelheden (bij eb en vloed) en de bijhorende zandtransporten met elkaar vergeleken.

Bij ebstroming blijken beide eilanden vooral naast de stroomvoerende geul te liggen en is de impact beperkt. De vloedstroming echter is pal op beide vogeleilanden gericht. Daardoor wordt de stroming vooral verder in de vaargeul geduwd en verhogen daar lokaal de maximale stroomsnelheden. Dezelfde trend is ook te zien bij het zandtransport. De verhoogde snelheden bij vloed, zorgen voor hogere zandtransporten. Zonder bescherming lijkt het erop dat de eilanden sterk zullen eroderen. Tenslotte wordt opgemerkt dat een lokale sterke verhoging van de vloedstroming effect kan hebben op de bevaarbaarheid voor het stuk Schelde langsheen de Noordzeeterminal.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de figuren	VI
1 Eenheden en referentiestelsels.....	1
2 Inleiding	2
3 Numerieke model.....	3
3.1 Referentietoestand.....	4
3.2 Scenario met vogeleilanden	5
4 Resultaten.....	6
4.1 Resultaten referentietoestand	6
4.1.1 tijdstip maximum eb en vloed	6
4.1.2 maximale stroomsnelheid bij eb en vloed springtij.....	6
4.1.3 Zandtransport bij maximaal eb en vloed springtij.....	7
4.2 Scenario vogeleilanden t.o.v. referentietoestand	8
4.2.1 maximale stroomsnelheid eb	8
4.2.2 Maximale stroomsnelheid vloed	8
4.2.3 Zandtransport bij maximale stroomsnelheid eb	9
4.2.4 Zandtransport bij maximale stroomsnelheid vloed	10
5 Conclusie.....	11
Referenties	12

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Referentie bathymetrie van het geoptimaliseerde RIP en de 20 observatiepunten die werden geselecteerd in Vanlede <i>et al.</i> (2015) voor de evaluatie van scenario's.	4
Figuur 2 – locatie van de twee vogeleilanden (in kleur) aan de leidam en strekdam.....	5
Figuur 3 – Tijdstip van maximum eb en maximum vloed gedurende de getijcyclus	6
Figuur 4 – Ruimtelijk patroon van maximale stroomsnelheid bij eb (links) en vloed (rechts) springtij.....	7
Figuur 5 – Ruimtelijk patroon van totaal sediment transport bij eb (links) en vloed (rechts) springtij	7
Figuur 6 – Ruimtelijk patroon van maximale stroomsnelheid bij eb (links) en verschil ten opzichte van referentie (rechts)	8
Figuur 7 – Ruimtelijk patroon van maximale vloedsnelheid (links) en verschil ten opzichte van referentie (rechts).....	9
Figuur 8 – Ruimtelijk patroon van totaal sediment transport bij eb (links) en verschil ten opzichte van referentie (rechts)	9
Figuur 9 – Ruimtelijk patroon van totaal sediment transport vloed (links) en verschil ten opzichte van referentie (rechts)	10

1 Eenheden en referentiestelsels

Tijden zijn uitgedrukt in MET.

Dieptes, hoogtes en waterstanden zijn uitgedrukt in meter TAW (Tweede Algemene Waterpassing) tenzij anders vermeld. Hoogten en waterstanden worden positief naar boven uitgedrukt.

Als horizontaal coördinatensysteem wordt RD Parijs aangehouden.

TELEMAC simulaties worden uitgevoerd met versie v6p3r1.

2 Inleiding

In kader van het complex project Extra Containercapaciteit Antwerpen (CP-ECA) wordt er voor de aanleg van een tweede getijdendok gezocht naar oplossingen om het verlies aan broedgebied voor strand- en koloniebroeders op te vangen. Een van de opties die door MOW-aMT naar voor geschoven is betreft de aanleg van twee vogeleilanden ter hoogte van de strek- en leidam.

In het verleden werden reeds enkele scenario's verkend (Plancke, 2018). Dit rapport toont volledig in analogie met de memo van Plancke (2018) met behulp van een bestaand numeriek model de impact van twee vogeleilanden aan de strek- en leidam op zowel stroomsnelheden als de sedimenttransporten (zand).

3 Numerieke model

Het benodigde numeriek model moet voldoende performant zijn om het scenario met vogeleilanden snel te kunnen implementeren en moet voldoende ruimtelijk resolutie hebben om de eilanden voldoende accuraat weer te geven.

Het TELEMAC-2D model dat opgemaakt werd voor het project “Inrichtingsplan Hedwige-Prosperpolder” heeft een goede ruimtelijke roosterresolutie ter hoogte van strek- en leidam en de vogeleilanden kunnen in dit model snel (in de bathymetrie) ingepast worden. Het model omvat een deel van het Schelde-estuarium met een afwaartse rand nabij Walsoorden in de Westerschelde en een opwaartse rand nabij Antwerpen in de Beneden-Zeeschelde, alsook de Hedwige-Prosperpolder. Het model werd gekalibreerd voor de situatie 2009; dit wil zeggen dat de dijk tussen de Schelde en de Hedwige-Prosperpolder op Sigma-hoogte aanwezig is. Voor een uitgebreide beschrijving van het model en de kalibratie worden verwezen naar (Maximova *et al.*, 2014).

Dit bestaande model leende zich perfect om het lokaal effect van twee vogeleilanden op de hydrodynamiek en sediment transport na te gaan. Het gekalibreerde model werd gebruikt als referentietoestand en er werd een springtij-doodtij cyclus doorgerekend hydrodynamisch.

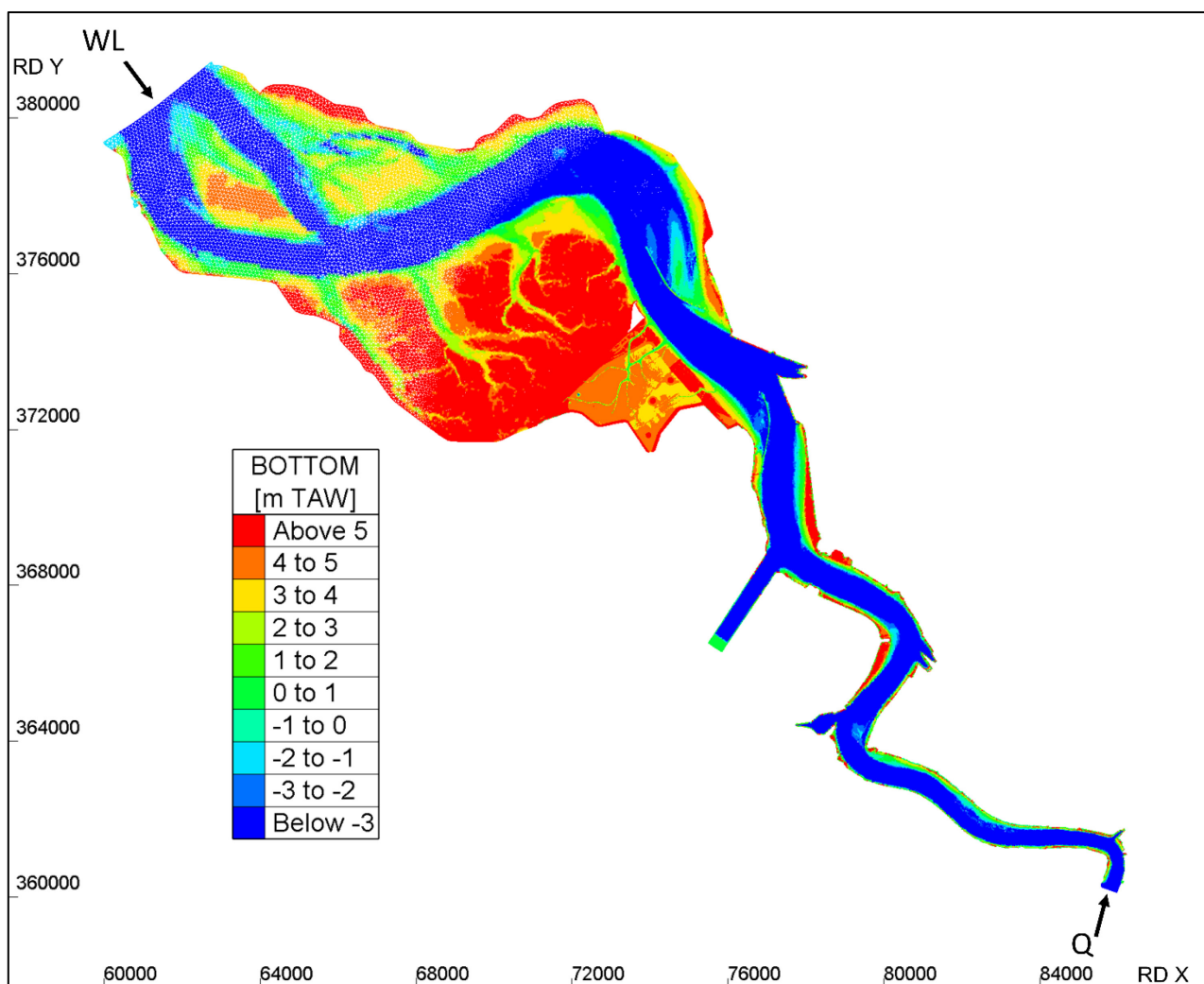
Beide vogeleilanden werden in de bathymetrie van de referentietoestand geïmplementeerd en opnieuw werd hiermee een springtij-doodtij cyclus hydrodynamisch doorgerekend. Deze toestand wordt in het rapport verder aangehaald als het “scenario”.

Er werd geen apart sedimenttransportmodel gekoppeld. Sediment transport werd offline op basis van de hydrodynamische resultaten berekend. Hiervoor werd de transport formule van Engelund en Hansen (1967) gebruikt. Deze formule berekent een totaal zandtransport op basis van de stroomsnelheden en de waterdieptes. Er werd een korrelgrootte van 150 μm aangenomen wat overeenkomt met fijn zand.

3.1 Referentietoestand

Figuur 1 toont de bathymetrie van het model in de referentietoestand. De Hedwige-Prosperpolder is in deze referentietoestand open voor het Scheldewater. Deze keuze werd gemaakt in overleg met de opdrachtgever aangezien de deze toestand de meest relevante is. De bathymetrie voor de polder was het resultaat van eerder studiewerk beschreven in Vanlede *et al.* (2015). De figuur toont ook dat stroomafwaarts een waterstand als randvoorwaarde wordt opgelegd en stroomopwaarts een debiet. Er wordt een volledige springtij-doodtij cyclus doorgerekend, maar enkel de resultaten van springtij (hoogste snelheden en sediment transporten) zullen verder in dit rapport getoond worden.

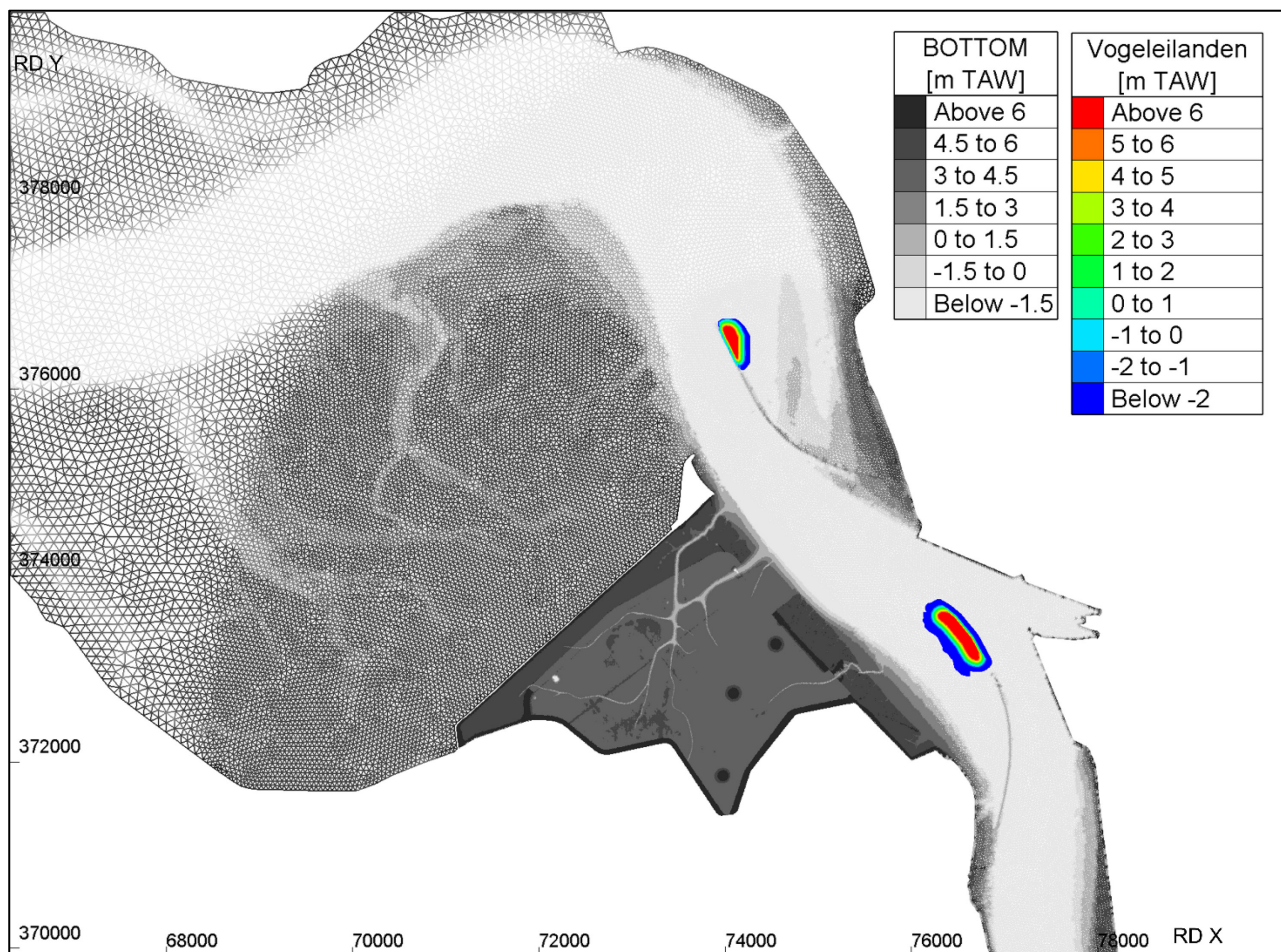
Figuur 1 – Referentie bathymetrie van het geoptimaliseerde RIP en de 20 observatiepunten die werden geselecteerd in Vanlede *et al.* (2015) voor de evaluatie van scenario's. Vier zwarte lijnen geven de raaien weer waarover debieten worden vergeleken.



3.2 Scenario met vogeleilanden

Figuur 2 toont in grijswaarden de bathymetrie van de referentie zoals die in Figuur 1 te zien is. Daarbovenop worden de in de bathymetrie verwerkte vogeleilanden getoond met hun bathymetrie in kleur. Zo is duidelijk de locatie van de eilanden te zien. Dezelfde springtij-doodtij cyclus werd voor dit scenario doorgerekend met dezelfde randvoorwaarden en model parameter setting, zo dat enkel de verandering in bathymetrie door de vogeleilanden effect kan hebben op de stroomsnelheden en sediment transporten.

Figuur 2 – locatie van de twee vogeleilanden (in kleur) aan de leidam en strekdam.



4 Resultaten

Als resultaten worden eerst de stroomsnelheden bij maximum eb en vloed springtij van de referentietoestand getoond. Voor die maximum eb en vloed stroomsnelheden worden ook de bijhorende zandtransporten getoond.

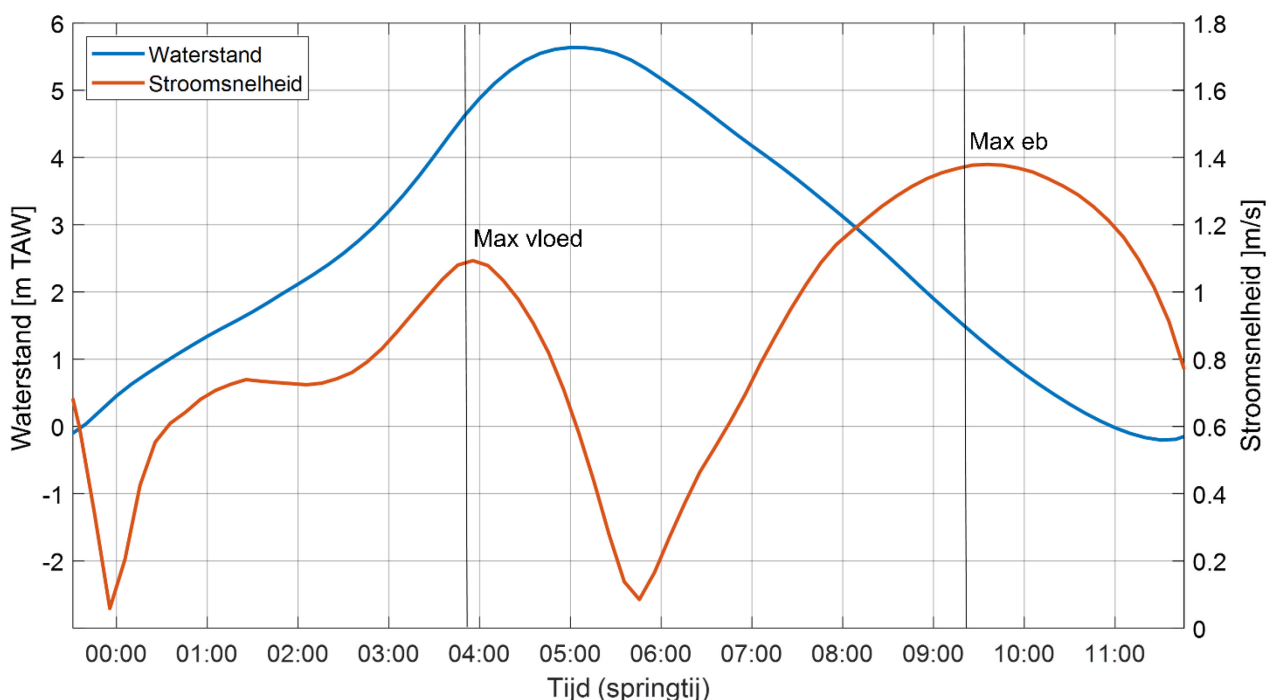
Vervolgens worden de resultaten van het scenario met de vogeleilanden getoond waarbij telkens ook voor elke parameter een verschilkaart van het scenario met de referentie wordt getoond.

4.1 Resultaten referentietoestand

4.1.1 tijdstip maximum eb en vloed

Wanneer er gesproken wordt over maximum eb en maximum vloed, worden daarmee de maximale stroomsnelheden bedoeld die gehaald worden tijdens een getijcyclus. Figuur 3 toont de waterstanden en de stroomsnelheden voor het gekozen springtij. Deze data zijn van een punt in het midden van de vaargeul ter hoogte van de leidam en geven het tijdstip weer van maximum eb en vloed.

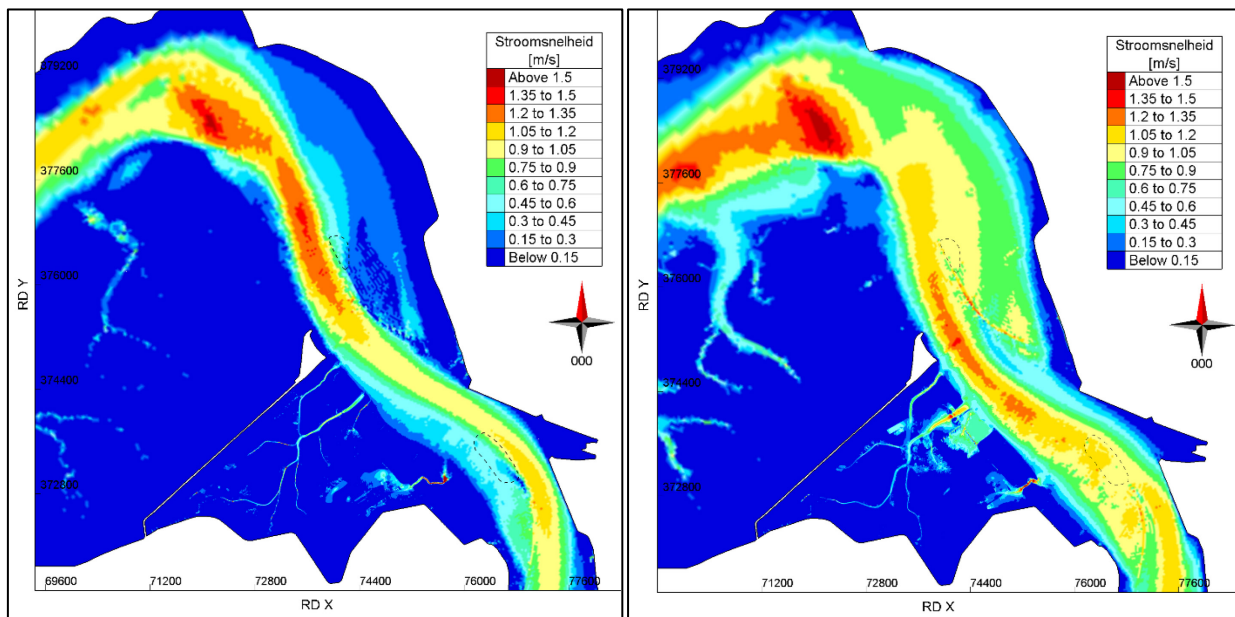
Figuur 3 – Tijdstip van maximum eb en maximum vloed gedurende de getijcyclus



4.1.2 maximale stroomsnelheid bij eb en vloed springtij

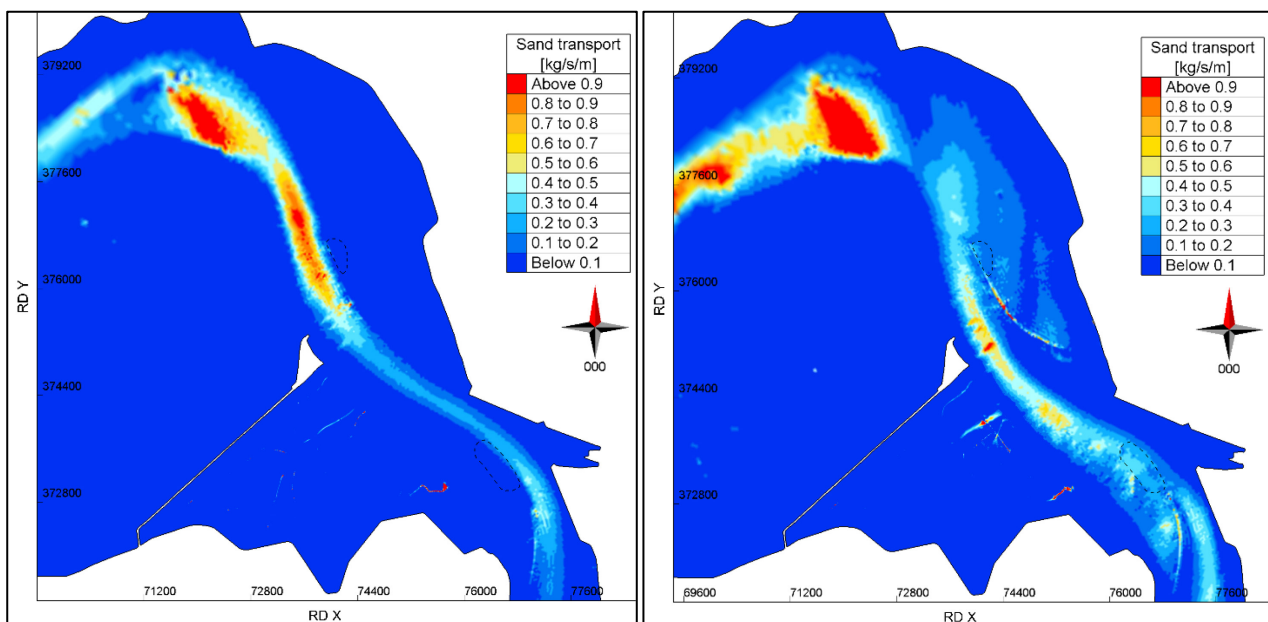
De locatie van de vogeleilanden is in de figuren weergegeven met een dunne streepjeslijn. Bij eb is duidelijk dat het grootste deel van de stroming in de huidige referentietoestand langs de vogeleilanden passeert. Bij vloed echter is te zien dat het vogeleiland aan de strekdam van Ouden Doel (meest stroomopwaarts) in volle vloedstroom ligt.

Figuur 4 – Ruimtelijk patroon van maximale stroomsnelheid bij eb (links) en vloed (rechts) springtij



4.1.3 Zandtransport bij maximaal eb en vloed springtij

Figuur 5 – Ruimtelijk patroon van totaal sediment transport bij eb (links) en vloed (rechts) springtij

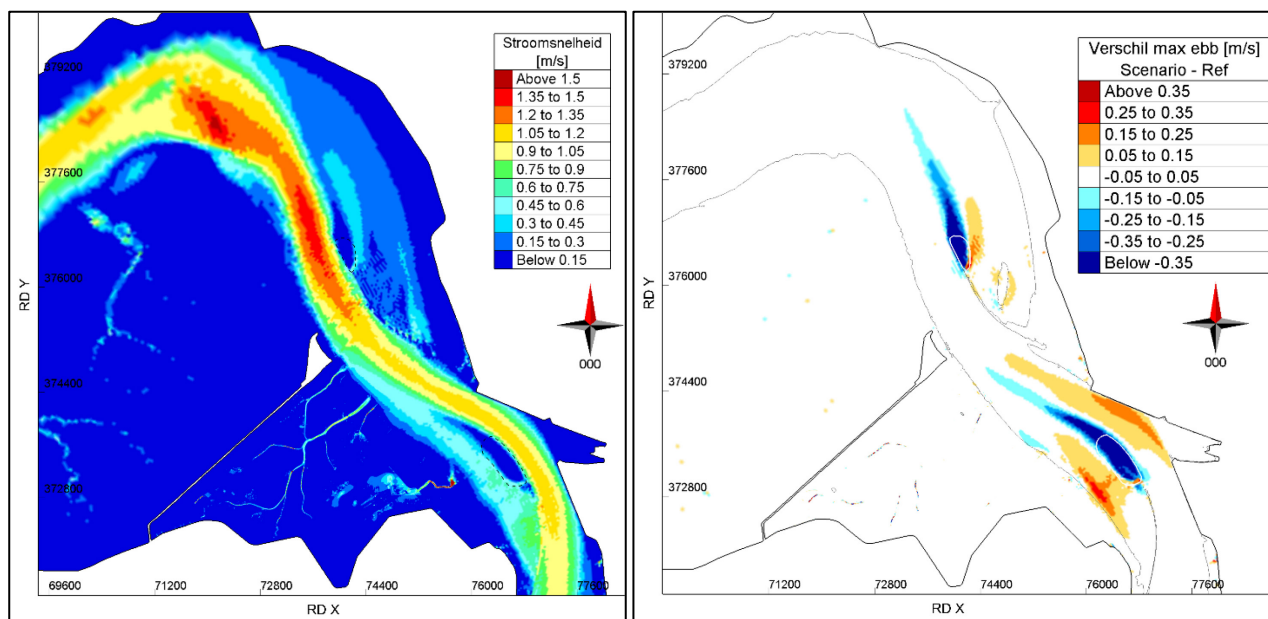


4.2 Scenario vogeleilanden t.o.v. referentietoestand

4.2.1 maximale stroomsnelheid eb

Bij eb is te zien hoe vooral het vogeleiland aan de strekdam van Ouden Doel (stroomopwaarts) zorgt voor hogere stroomsnelheden langsheen beide zijden van het vogeleiland. Ook in het zog (bij eb stroming stroomafwaarts georiënteerd) van de eilanden verlaagt de stroomsnelheid. Het grootste verschil is te zien op de locatie van het eiland zelf.

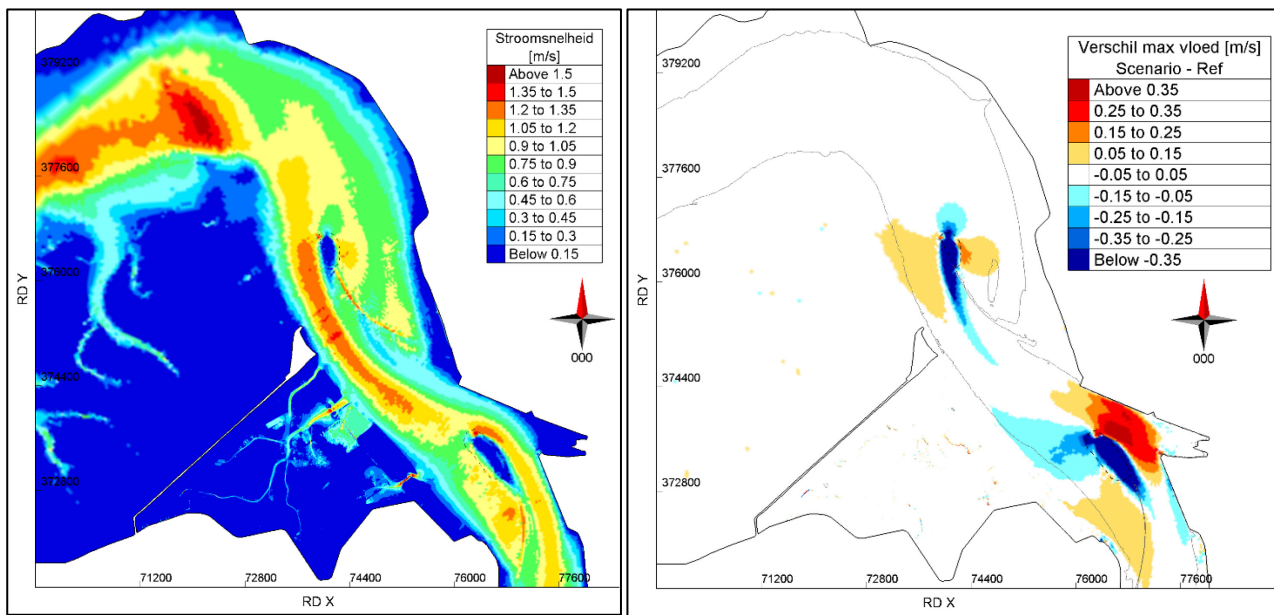
Figuur 6 – Ruimtelijk patroon van maximale stroomsnelheid bij eb (links) en verschil ten opzichte van referentie (rechts)



4.2.2 Maximale stroomsnelheid vloed

Bij maximale vloed zien we voor het eiland aan de leidam van de Ballastplaat (stroomafwaarts) een kleine impact op de stroomsnelheid. Het grootste verschil wordt op de locatie van het eiland zelf waargenomen. Voor het opwaartse eiland (strekdam van Ouden Doel) is de impact veel groter. Voor de referentietoestand konden we al zien dat de vloedstroming recht op dit eiland gericht is. Door het eiland wordt de vloedstroming vooral meer richting kade van de Noordzeeterminal gedwongen. De maximale stroomsnelheid stijgt hier sterk.

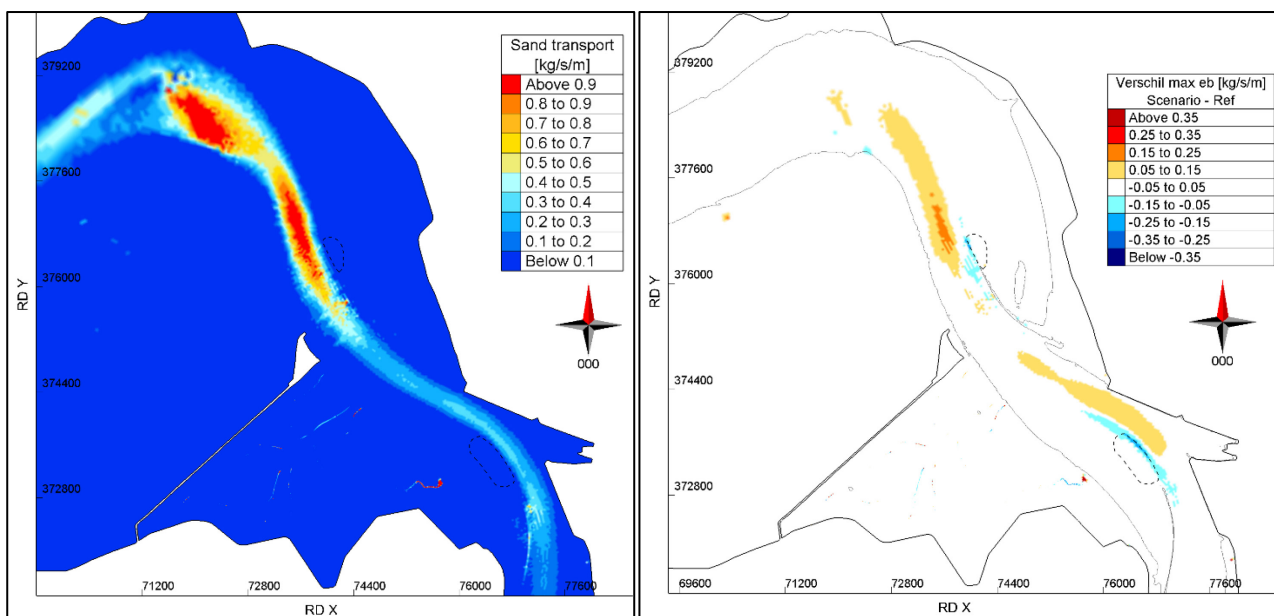
Figuur 7 – Ruimtelijk patroon van maximale vloodsnelheid (links) en verschil ten opzichte van referentie (rechts)



4.2.3 Zandtransport bij maximale stroomsnelheid eb

Omdat de eilanden een deel van de stroomvoerende breedte van het estuarium innemen, zullen de stroomsnelheden licht verhogen naast deze eilanden om hetzelfde debiet te garanderen (op korte termijn). Hierdoor zien we een stijging van het berekende zandtransport in de geul (bij maximale eb stroomsnelheden), terwijl in het schaduwzone van de eiland het zandtransport afneemt.

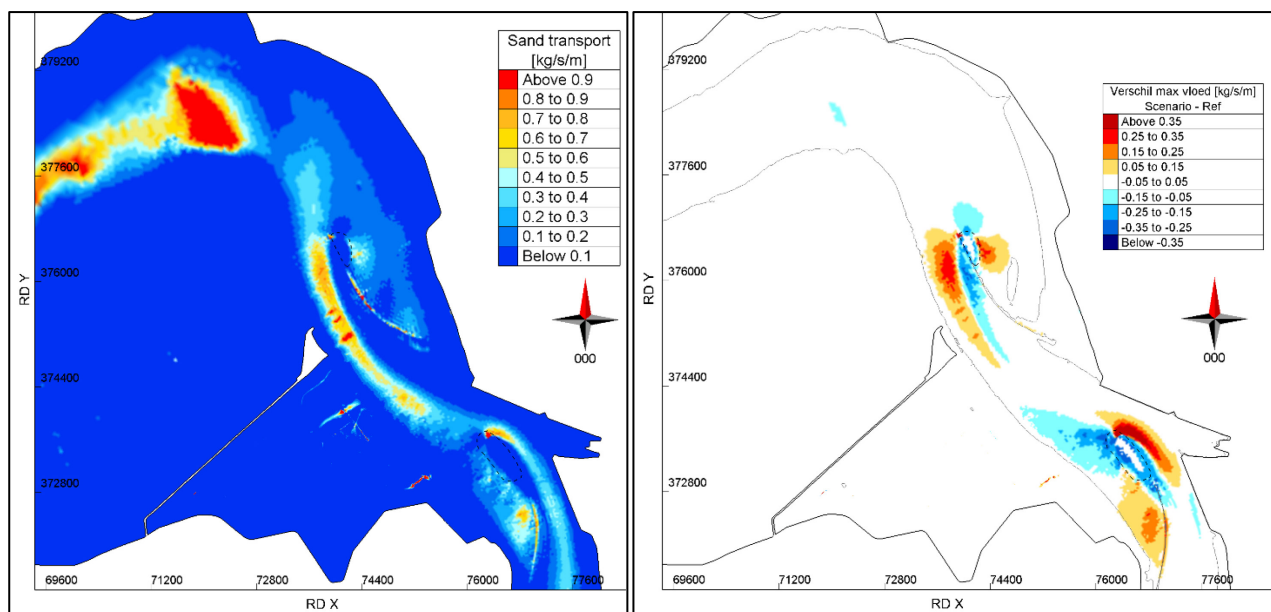
Figuur 8 – Ruimtelijk patroon van totaal sediment transport bij eb (links) en verschil ten opzichte van referentie (rechts)



4.2.4 Zandtransport bij maximale stroomsnelheid vloed

Hier geldt dezelfde redenering als bij de ebstroming, maar omdat de vloedsnellheden hoger liggen, liggen ook de verschillen hoger en zien we een grotere stijging van het zandtransport. Het grootste verschil tussen eb en vloed is echter dat de vloedstroming pal op beide eilanden zit. Hierdoor zien we vooral aan de zijde van de vaargeul een sterk verhoogd zandtransport. Indien de eilanden enkel uit zand opgebouwd worden zonder specifieke oeverbescherming, kan hier verwacht worden dat deze zijden sterk zullen eroderen. Wat verder opvalt is de afname van zandtransport ter hoogte van Schaar Ouden Doel.

Figuur 9 – Ruimtelijk patroon van totaal sediment transport vloed (links) en verschil ten opzichte van referentie (rechts)



5 Conclusie

- Het vogeleiland aan de strekdam, i.e. het meest stroomopwaartse, geeft vooral aanleiding tot sterk verhoogde stroomsnelheden aan de noordzijde (zijde Noordzeeterminal) in grootteorde van 0,4 m/s.
- De vloedstroming is pal op het vogeleiland aan de strekdam van Ouden Doel gericht. Het impassen van het vogeleiland in de bathymetrie duwt de vloedstroming meer noordwaarts. De verhoogde stroomsnelheden die hierdoor veroorzaakt worden, kunnen aanleiding geven tot het eroderen van het eiland zelf.
- De verhoogde stroomsnelheden tijdens maximum vloed aan het meest stroomopwaartse vogeleiland zijn gesitueerd in de vaargeul en vlakbij de Berendrecht- en Zandvlietsluis. Mogelijks is er een impact voor de bevaarbaarheid op deze locatie.

Referenties

Engelund, F. and Hansen, E., (1967). A Monograph on Sediment Transport in Alluvial Streams. Teknisk Forlag, Copenhagen, Denmark.

Maximova, T.; Vanlede, J.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2014). Inrichtingsplan Hedwige-Prosperpolder: deelrapport 1. Numeriek 2D model. WL Rapporten, 13_166. Flanders Hydraulics Research: Antwerp

Plancke, Y. (2018). Scenario's verwijderen strek- en leidam en aanleg eilanden in de Beneden-Zeeschelde. Versie 1.0. WL Memo's, 14_024_23. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

Vanlede, J.; Maximova, T.; Vandenbruwaene, W.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2015). Inrichtingsplan Hedwige-Prosperpolder: deelrapport 2. Resultaten van het hydrodynamisch model. WL Rapporten, 13_166. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

T +32 (0)3 224 60 35

F +32 (0)3 224 60 36

waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be